

REGIONE SICILIANA



COMUNE DI MARSALA

Provincia di Trapani



**PROGETTO DEFINITIVO MARINA DI MARSALA
FUTURO PIANO REGOLATORE PORTUALE**

Committente: M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l

STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO VIA – VAS

INTEGRAZIONI - QUADRO AMBIENTALE

FEBBRAIO 2015




INDICE

1. INTRODUZIONE.....	5
2. ATMOSFERA.....	12
2.1. CON RIFERIMENTO ALLA COMPONENTE ATMOSFERA, OCCORRE EFFETTUARE STUDI E SIMULAZIONI, AI FINI DEL CONFRONTO CON I DATI DELLE RILEVAZIONI DELLE CENTRALINE DELL'ARPA O DI ALTRE CENTRALINE ESISTENTI NELLA ZONA, INCLUDENDO LA CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ANTE OPERAM NELL'AREA DI PROGETTO E NELL'AREA PERIPORTUALE E STIMANDO L'INCIDENZA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLE ATTIVITÀ PORTUALI E DEL TRAFFICO INDOTTO. IMPLEMENTARE GLI STUDI CON LE SIMULAZIONI PER LE FASI PRINCIPALI DI CANTIERE, TENENDO CONTO DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE (O DELLA MANCANZA) DELLE OPERE INFRASTRUTTURALI DI COLLEGAMENTO DEL PORTO CON L'ENTROTERRA. LE SIMULAZIONI DEVONO FARE RIFERIMENTO A TUTTI GLI INQUINANTI, COMPRESO IL BENZENE, DEVONO TENERE CONTO DEI DATI METEOCLIMATICI PER LA VALUTAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEGLI INQUINANTI E FORNIRE LA QUANTIFICAZIONE DEI CONTRIBUTI EMISSIVI SUI SINGOLI RICETTORI, IN PARTICOLARE SUI RICETTORI SENSIBILI DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO, SECONDO LE PREVISIONI DEL PRP.	12
2.1.1. <i>PREMESSA</i>	12
2.1.2. <i>CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI EMISSIONI INQUINANTI E LIMITI DI LEGGE ATTUALMENTE VIGENTI</i>	14
2.1.3. <i>QUADRO METEOROLOGICO DI RIFERIMENTO</i>	22
2.1.4. <i>STIMA DELLE EMISSIONI PUNTUALI, LINEARI ED AREALI</i>	32
2.1.5. <i>METODOLOGIA SEGUITA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO</i>	33
2.1.6. <i>METODOLOGIA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE</i>	40
2.1.7. <i>METODOLOGIA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE</i>	44
2.1.7.1. <i>METODOLOGIA SEMPLIFICATA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA NAVI</i>	45
2.1.7.2. <i>METODOLOGIA DETTAGLIATA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA NAVI</i>	47
2.1.8. <i>ANALISI DEI DATI AMBIENTALI DESUNTI SUL TERRITORIO</i>	50
2.1.9. <i>ANALISI DELLO STATO DI FATTO</i>	57
2.1.9.1. <i>DATI METEOROLOGICI</i>	57
2.1.9.2. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE</i>	60
2.1.9.3. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE</i>	75
2.1.9.4. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE</i>	82
2.1.10. <i>ANALISI DELLO STATO DI ESERCIZIO</i>	82
2.1.10.1. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE</i>	83
2.1.10.2. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE</i>	90
2.1.10.3. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE</i>	92
2.1.11. <i>ANALISI DELLO STATO DI CANTIERE</i>	93
2.1.11.1. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE</i>	93
2.1.11.2. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE</i>	94
2.1.11.3. <i>STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE</i>	95
2.2. FORNIRE UNA TABELLA RIEPILOGATIVA CON LE CONCENTRAZIONI MASSIME ORARIE DI OUTPUT DEL MODELLO PER I DIVERSI INQUINANTI E PER LE DIVERSE CONDIZIONI METEO UTILIZZATE COME INPUT, PER LE FASI ANTE OPERAM, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO. PER LA FASE POST OPERAM, SUPPORTARE ESAUSTIVAMENTE, O RIFORMULARE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI MASSIMO UTILIZZO PREVISTO PER IL NUOVO ASSETTO PORTUALE COMPRENSIVO DELL'ATTIVITÀ DI MOVIMENTAZIONE PASSEGGERI TRAMITE TRAGHETTI E NAVI CROCIERA, LE PREVISIONI DI INCREMENTO DEL TRAFFICO RISPETTO ALLO STATO ATTUALE, TENERE CONTO DELLA PREVISIONE DELLA REALIZZAZIONE DEI PORTI TURISTICI COMUNALI E DEL RELATIVO TRAFFICO INDOTTO E PRENDERE ANCHE IN CONSIDERAZIONE UNA SITUAZIONE DI PICCO DEL NUMERO DELLE NAVI E DEL TRAFFICO INDOTTO, PIÙ VEROSIMILE ALLA SITUAZIONE REALE.	96
2.2.1. <i>PREMESSA</i>	96
2.2.2. <i>CONSIDERAZIONI IN MERITO AL TRAFFICO INDOTTO</i>	96
2.2.3. <i>ANALISI DEI RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CONDOTTE PER LO STATO ATTUALE</i>	106
2.2.4. <i>ANALISI DEI RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CONDOTTE PER LO STATO DI ESERCIZIO</i>	113
2.2.5. <i>ANALISI DELLO STATO DI CANTIERE</i>	121
3. RUMORE E VIBRAZIONI.....	128
3.1. CON RIFERIMENTO ALLA COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI, APPROFONDIRE LA DETERMINAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM, FORNENDO LE PREVISIONI SU SUPPORTO	

CARTOGRAFICO DI IDONEA SCALA PER L'AREA VASTA POTENZIALMENTE INTERFERITA DALL'AMBITO PORTUALE E UBICANDO SU PLANIMETRIA LE POSTAZIONI DI MISURA DEI DIVERSI RILIEVI ACUSTICI EFFETTUATI IN RELAZIONE AI RECETTORI SENSIBILI INDIVIDUATI. IN MERITO ALLO STUDIO SULLE PREVISIONI DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO CONNESSO AL PERIODO DEL CANTIERE E ALLA FASE DELL'ESERCIZIO DELLE NUOVE ATTIVITÀ PORTUALI E AL RELATIVO TRAFFICO VEICOLALE, RAPPORTARE I DATI DI PREVISIONE A QUELLI STABILITI PER LEGGE, FACENDO RIFERIMENTO A SINGOLI RICETTORI, IN PARTICOLARE A QUELLI SENSIBILI DELLO STATO DI FATTO E DI PREVISIONE DEL PRG E INDICANDO A LIVELLO PLANIMETRICO I DATI NUMERICI SU TALI RICETTORI. SIMULARE I LIVELLI ACUSTICI IN RELAZIONE ALLE PREVISIONI DELLO STUDIO TRASPORTISTICO DEL PORTO TURISTICO E DEL RELATIVO TRAFFICO INDOTTO, AL FINE DI VERIFICARE GLI EFFETTI IN TERMINI DI IMPATTO ACUSTICO SUI RECETTORI SENSIBILI. IN BASE AGLI SCENARI PREVISTI, OVVERO RIVALUTATI, VALUTARE LA NECESSITÀ DI PREVEDERE MISURE DI MITIGAZIONE IDONEE ANCHE IN FASE DI CANTIERE.	128
3.1.1. <i>PREMESSA</i>	128
3.1.2. <i>NOZIONI GENERALI</i>	129
3.1.3. <i>QUADRO NORMATIVO</i>	137
3.1.4. <i>ESPERIENZE E STUDI DEL COMPARTO</i>	149
3.1.5. <i>INQUADRAMENTO ACUSTICO DELLA ZONA OGGETTO DI INTERVENTO</i>	152
3.1.6. <i>INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI RICETTORI SENSIBILI</i>	155
3.1.7. <i>CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ATTUALE</i>	157
3.1.7.1. <i>OPERATORE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA</i>	157
3.1.7.2. <i>RILIEVO FONOMETRICO</i>	158
3.1.7.3. <i>RISULTATI DEI RILIEVI</i>	161
3.1.8. <i>METODOLOGIA PER IL CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO</i>	166
3.1.9. <i>CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO ANTE OPERAM</i>	171
3.1.10. <i>CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO IN CORSO D'OPERA</i>	176
3.1.11. <i>CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO POST OPERAM</i>	190
3.1.12. <i>ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLE VIBRAZIONI</i>	197
3.2. CONSIDERATO CHE LA VALUTAZIONE DELLA SIGNIFICATIVITÀ DELL'IMPATTO VIENE DETERMINATA IN BASE ALL'INTENSITÀ DELL'IMPATTO CONSIDERATA COME VARIAZIONE DELLO STATO RISPETTO ALL'ANTE OPERAM, SI RITIENE OPPORTUNO CHE VENGANO ELABORATE LE MAPPE DEGLI IMPATTI CALCOLATI COME DIFFERENZA TRA LO STATO STIMATO NEGLI SCENARI POST OPERAM E LO STATO STIMATO NELL'ANTE OPERAM, CON UNA RISOLUZIONE TALE DA EVIDENZIARE L'ESTENSIONE DELLE AREE DI MAGGIOR IMPATTO ED INDIVIDUARE L'EVENTUALE POPOLAZIONE ESPOSTA	198
3.2.1. <i>PREMESSA</i>	198
3.2.2. <i>CONFRONTO TRA ANTE OPERAM E POST OPERAM</i>	198
3.3. AI FINI DELL'ANALISI DEGLI IMPATTI DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE OCCORRE INDIVIDUARE UNO SCENARIO DI PICCO DELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE CHE POSSANO ESSERE EFFETTIVAMENTE REALIZZATE CONTEMPORANEAMENTE, DESCRIVERE I MACCHINARI UTILIZZATI E LE RELATIVE EMISSIONI ED EFFETTUARE LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE PER TUTTI GLI INQUINANTI ATMOSFERICI PER L'AREA DI CANTIERE E PER IL TRAFFICO INDOTTO.	200
3.4. ANALIZZARE GLI IMPATTI DI UNO SCENARIO DI PICCO DEL TRAFFICO NAVALE E DEL TRAFFICO STRADALE PER LE FASI ANTE OPERAM, DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE E POST OPERAM.	204
3.5. PER TUTTI GLI SCENARI ELABORATI, ANTE OPERAM, DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE, SCENARIO DI PICCO E POST OPERAM, OCCORRE EVIDENZIARE I RECETTORI REALI DI RIFERIMENTO E QUELLI SENSIBILI, I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE PRESSO TALI RECETTORI E LA QUANTIFICAZIONE DEI SUPERAMENTI EMERSI, INDICANDO IN UNA TABELLA I RISULTATI PRINCIPALI E I SUPERAMENTI RISPETTO AI LIMITI NORMATIVI DI EMISSIONE.	209
3.6. CONCLUSIONI RELATIVE ALLA COMPONENTE ACUSTICA	210
4. AMBIENTE IDRICO – ACQUE MARINO COSTIERE	214
4.1. LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE MARINO COSTIERE E DI CONSEGUENZA SULL'ECOSISTEMA MARINO DERIVANTI DAL MAGGIOR TRAFFICO IN TRANSITO NELL'AREA VIENE STIMATO TRASCURABILE. SI RITENGONO A TAL PROPOSITO NECESSARI APPROFONDIMENTI IN RELAZIONE ANCHE AGLI IMPATTI SULLE ATTIVITÀ DI ALLEVAMENTO ITTICO E DI MITILICOLTURA, PER UN ADEGUATO INTORNO LUNGO LE ROTTE DI TRANSITO. QUALORA NON SIANO DISPONIBILI ADEGUATE INFORMAZIONI, SI RITIENE DEBBA VALERE UN APPROCCIO VALUTATIVO PIÙ CAUTELATIVO IN APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI PRECAUZIONE.	214
4.1.1. <i>PREMESSA</i>	214

4.1.2.	MARICOLTURA.....	214
4.1.3.	MITICOLTURA.....	220
4.1.4.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	223
5.	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	224
5.1.	LA DOCUMENTAZIONE RISULTA CARENTE PER QUANTO CONCERNE LA STIMA DEI POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI ED ECONOMICI SUL SETTORE ITTICO.....	224
5.1.1.	PREMESSA	224
5.1.2.	ALCUNI DATI SULLA PESCA IN SICILIA – ANNI 2008/2010.....	224
5.1.3.	ULTIMI DATI SULLA PESCA IN SICILIA – ANNO 2013.....	229
5.1.4.	LA SITUAZIONE DI MARSALA.....	232
5.1.5.	IMPATTI ECONOMICI.....	233
5.1.6.	IMPATTI AMBIENTALI.....	236
5.2.	IMPLEMENTARE LO STUDIO EFFETTUATO SULLA PRESENZA DELLA POSIDONIA OCEANICA E LA CYMODOCEA NODOSA, CON ULTERIORI INDAGINI E ULTERIORI TRANSETTI NONCHÉ CON LE IMMAGINI FOTOGRAFICHE DEI RILIEVI EFFETTUATI E, QUALORA SI RILEVINO SITI DI PARTICOLARE INTERESSE NATURALISTICO, FORNIRE PROPOSTE COMPENSATIVE DELL’EVENTUALE OCCUPAZIONE DI TALI SITI CHE COMPRENDANO IL TRASFERIMENTO E LA RICOLONIZZAZIONE DELLE SPECIE DI PARTICOLARE INTERESSE.....	242
6.	IN MERITO ALLE COMPENSAZIONI AMBIENTALI.....	250
6.1.	INDICARE LE AZIONI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE DIRETTE A RIEQUILIBRARE EVENTUALI IMPATTI CHE DOVESSERO DETERMINARSI NELL’AREA DI POTENZIALE INFLUENZA DEL PROGETTO, SIA NELLA FASE DI ESERCIZIO CHE IN QUELLA DI COSTRUZIONE	250
6.1.1.	PRINCIPI GENERALI.....	250
6.1.2.	CRITERI GUIDA SCELTI PER LE COMPENSAZIONI AMBIENTALI	252
6.1.3.	MITIGAZIONI.....	254
6.1.4.	COMPENSAZIONI.....	257
6.1.5.	ALCUNE CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE COMPENSAZIONI ADOTTATE	261

1. INTRODUZIONE

Nella città di Marsala è presente un Porto polifunzionale classificato come II Categoria - III Classe (porto di rilevanza economica regionale ed interregionale). Il porto è dotato di un Piano Regolatore Portuale approvato nel 2003 ai sensi dell'art. 30 della L.R. 21/85.

Nel 2009, la Società *Marsala Yachting Resort* S.r.l. ha presentato il progetto preliminare dell'approdo turistico hub "*Marina di Marsala*", ai sensi della L.R. n.4 del 16/04/2003 che ha recepito per la regione Sicilia il DPR n. 509 del 1997 (Legge Burlando).

A seguito della procedura di gara promossa dalla *Marsala Yachting Resort* S.r.l., ai sensi del DPR 2 dicembre 1997, n. 509, coordinato con le norme recate dall'art. 75 della legge regionale 16 aprile 2003 n. 4, la Conferenza dei Servizi, nell'ultima seduta all'uopo convocata in data 5 aprile 2011, ha espresso parere favorevole di ammissibilità del progetto preliminare alle successive fasi della procedura.

Il Sindaco del Comune di Marsala, pertanto, con nota del 20/04/2011 - prot. n. 28062, ha comunicato alla M.Y.R. Srl l'invito a redigere il progetto definitivo secondo le indicazioni dell'art. 6 del citato DPR 509/97 al fine dell'ottenimento della Concessione Demaniale Marittima.

A tal merito, va tenuto in considerazione che la Conferenza di Servizi ha richiesto alla *Marsala Yachting Resort* S.r.l. di farsi carico, congiuntamente alla progettazione dell'approdo turistico "*Marina di Marsala*" e alla conseguente riconfigurazione dell'assetto portuale a valersi come futuro PRP, anche della progettazione definitiva e successiva costruzione della nuova diga foranea di messa in sicurezza del bacino portuale (prolungamento del Molo di Levante in direzione NE-SW) e delle strutture necessarie al trasferimento delle attività portuali esistenti presso le nuove aree di destinazione.

Per i suddetti motivi, al progetto definitivo del porto turistico "*Marina di Marsala*" e futuro Piano Regolatore Portuale sono riferibili anche i seguenti progetti:

- progetto della Diga Foranea di messa in protezione del bacino portuale (prolungamento del Molo di Levante in direzione NE-SW);
- progetto delle strutture necessarie al trasferimento delle attività portuali esistenti presso le nuove aree di destinazione.

Conseguentemente, il progetto definitivo dell'approdo turistico *Marina di Marsala* e

futuro Piano Regolatore Portuale è stato consegnato dalla scrivente Società al Sindaco di Marsala in data 20/09/2011, il quale con nota nr. 69254 del 21/10/2011 ha provveduto a trasmetterne copia a tutti gli enti preposti, come identificati dal Decreto “Burlando”, tra cui lo stesso Ministero dell’Ambiente – Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale per gli aspetti di compatibilità ambientale. Con stessa nota il Sindaco di Marsala ha inoltre convocato l’Accordo di Programma per la data del 26 Marzo 2012.

Sul procedimento in parola, l’Assessorato Regionale Territorio e Ambiente – Servizio 1 VAS/VIA, con nota nr. 45885 del 12/07/2010, ha evidenziato come, essendo il porto di Marsala classificato Categoria II Classe III, con destinazione funzionale “commerciale, servizio passeggeri, peschereccio, turistica e da diporto”, l’autorità competente per la necessaria procedura di VIA fosse il Ministero dell’Ambiente.

A tal merito, l’art. 6 comma 3 ter del D.Lgs 128/2010 prevede la possibilità di integrare la VIA con la procedura di VAS, stabilendo che: *“qualora il Piano regolatore Portuale ovvero le rispettive varianti abbiano contenuti tali da essere sottoposti a valutazione di impatto ambientale nella loro interezza secondo le norme comunitarie, tale valutazione è effettuata secondo le modalità e le competenze previste dalla Parte Seconda del presente decreto ed è integrata dalla valutazione ambientale strategica per gli eventuali contenuti di pianificazione del Piano e si conclude con un unico provvedimento”*.

Interpretando l’Art. 6, comma 3 ter sopra citato, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha emesso in Giugno 2011 una *“proposta per il coordinamento e l’integrazione delle procedure VIA – VAS”*, ove viene individuata una procedura integrata VIA – VAS da applicare ai Piani Regolatori Portuali.

In conformità a quanto sopra e sulla base delle indicazioni procedurali identificate dal MATTM, la Società “Marsala Yachting Resort S.r.l.”, in qualità di Soggetto Proponente, ha comunicato con nota del 08/11/2011 di voler dare avvio ad una procedura integrata VIA – VAS relativa al progetto definitivo dell’approdo turistico “Marina di Marsala e futuro Piano Regolatore Portuale”.

Con nota del 22 dicembre 2011 e con riferimento a tale procedura, la società M.Y.R. (Marsala Yachting Resort S.r.l.), in qualità di soggetto proponente, ha comunicato l’avvio della procedura di VIA integrata VAS ai sensi dell’art. 6, comma 3-ter, del d. lgs. n. 152/2006 ed ha trasmesso agli enti competenti in materia ambientale lo Studio Preliminare Ambientale Integrato SAPI e i documenti del nuovo PRP.

Il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con parere n. 939 del

25 maggio 2012 ha espresso parere favorevole sul S.A.P.I. e contestualmente ha definito le indicazioni da seguire nella redazione dello Studio Ambientale Integrato.

Nella Conferenza dei Servizi del 10 Aprile 2014, relativa al progetto definitivo del “Marina di Marsala e futuro PRP”, è stata approvata, con prescrizioni da parte degli enti competenti, la complessiva configurazione di pianificazione del bacino portuale e la definizione planivolumetrica ed architettonica degli edifici di progetto.

In data 16 Aprile 2014 con nota prot. n. 33072 del 16/04/2012 il Comune di Marsala ha richiesto alla MYR di dare seguito al conseguente adeguamento del complessivo progetto definitivo.

In data 12 Giugno 2014 la MYR ha provveduto alla consegna del progetto definitivo in cui gli aggiornamenti documentali apportati corrispondono pienamente alla configurazione portuale e planivolumetrica, già approvata con seduta della Conferenza dei Servizi del 10.04.2014, ed integrano tutte le indicazioni e prescrizioni espresse dalle amministrazioni competenti.

A seguito di quanto detto è stato redatto il presente Studio Ambientale Integrato (S.A.I.) (in base a quanto previsto per la VIA dall’Art. 21 comma 2), il quale comprende i contenuti del Rapporto Ambientale della VAS (allegato VI del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.) e dello Studio di Impatto Ambientale della VIA (allegato VII del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.).

Con nota del 19/01/2015 n.ro 0001526 la Commissione Tecnica per la Verifica dell’Impatto Ambientale – VIA e VAS ha ritenuto opportuno richiedere le seguenti integrazioni:

QUADRO PROGETTUALE

Fase di cantierizzazione

1. Implementare lo studio della cantierizzazione fornendo un adeguato cronoprogramma di realizzazione delle opere, indicando le soluzioni gestionali reali, indicando quali lavorazioni potranno essere eseguite contemporaneamente e qual è il termine per il completamento delle diverse fasi raffrontandolo con le previsioni di sviluppo del traffico navale per tale data. Tale cronoprogramma dovrà rendere coerenti i tempi di realizzazione delle singole infrastrutture con gli scenari di domanda indicati dalle previsioni di sviluppo dimostrando come la realizzazione delle opere venga a supporto della crescita dei traffici portuali. Rendere coerenti le tempistiche di previsione di sviluppo con tali scenari e con i tempi di realizzazione delle opere;

2. Dovranno essere descritti in base alle diverse tipologie di opere/interventi previsti: bilancio preliminare quantità e qualità dei materiali da utilizzare/smaltire e relative fonti di approvvigionamento/discarica per ciascuna fase e intervento, considerando anche i possibili riutilizzi in situ; modalità di movimentazione dei materiali da costruzione e da smaltire con riferimento alla viabilità impegnata; risorse e infrastrutture (approvvigionamento e scarichi idrici); tempistica per le diverse fasi. Approfondire le disponibilità delle cave esistenti per l'approvvigionamento delle quantità dei materiali previste dal progetto per la realizzazione dei nuovi piazzali;

3. Occorre analizzare gli impatti della cantierizzazione con modelli matematici e simulazioni, e non solo con analisi di tipo qualitativo o attraverso indicatori, prendendo in considerazione le singole fasi del cantiere e il traffico indotto per le attività di trasporto di materiali di approvvigionamento e di risulta, in particolare per le componenti ambientali atmosfera, rumore e vibrazioni e ambiente idrico, allo scopo di poter definire anche in termini progettuali (caratteristiche tipologiche, efficacia, localizzazione dei presidi, ecc.) le misure di mitigazione e di monitoraggio proposte.

Traffico Navale

4. Specificare la correlazione tra le previsioni di sviluppo di traffico navale e le infrastrutture previste, sulla base di dati aggiornati di traffico navale, evidenziando in che modo le infrastrutture previste soddisfano le esigenze di sviluppo e la metodologia adottata per la stima delle previsioni;

Riutilizzo delle terre

5. Occorre presentare, ai fini della relativa autorizzazione, il Piano di utilizzo delle terre, ai sensi del DM n. 161/2012, relativamente alle operazioni di movimentazione delle terre per la realizzazione di tutte le opere a terra previste dal PRP;

QUADRO AMBIENTALE

Atmosfera

6. Con riferimento alla componente atmosfera, occorre effettuare studi e simulazioni, ai fini del confronto con i dati delle rilevazioni delle centraline dell'ARPA o di altre centraline esistenti nella zona, includendo la caratterizzazione dello stato ante operam nell'area di progetto e nell'area periportuale e stimando l'incidenza sulla qualità

dell'aria delle attività portuali e del traffico indotto. Implementare gli studi con le simulazioni per le fasi principali di cantiere, tenendo conto dei tempi di realizzazione (o della mancanza) delle opere infrastrutturali di collegamento del porto con l'entroterra. Le simulazioni devono fare riferimento a tutti gli inquinanti, compreso il benzene, devono tenere conto dei dati meteorologici per la valutazione della diffusione degli inquinanti e fornire la quantificazione dei contributi emissivi sui singoli ricettori, in particolare sui ricettori sensibili dello stato di fatto e di progetto, secondo le previsioni del PRP.

7. Fornire una tabella riepilogativa con le concentrazioni massime orarie di output del modello per i diversi inquinanti e per le diverse condizioni meteo utilizzate come input, per le fasi ante operam, di cantiere e di esercizio. Per la fase post operam, supportare esaurientemente, o riformulare in funzione delle condizioni di massimo utilizzo previsto per il nuovo assetto portuale comprensivo dell'attività di movimentazione passeggeri tramite traghetti e navi crociera, le previsioni di incremento del traffico rispetto allo stato attuale, tenere conto della previsione della realizzazione dei porti turistici comunali e del relativo traffico indotto e prendere anche in considerazione una situazione di picco del numero delle navi e del traffico indotto, più verosimile alla situazione reale.

Rumore e vibrazioni

8. Con riferimento alla componente rumore e vibrazioni, approfondire la determinazione del clima acustico ante operam, fornendo le previsioni su supporto cartografico di idonea scala per l'area vasta potenzialmente interferita dall'ambito portuale e ubicando su planimetria le postazioni di misura dei diversi rilievi acustici effettuati in relazione ai ricettori sensibili individuati. In merito allo studio sulle previsioni dell'inquinamento acustico connesso al periodo del cantiere e alla fase dell'esercizio delle nuove attività portuali e al relativo traffico veicolare, rapportare i dati di previsione a quelli stabiliti per legge, facendo riferimento a singoli ricettori, in particolare a quelli sensibili dello stato di fatto e di previsione del PRG e indicando a livello planimetrico i dati numerici su tali ricettori. Simulare i livelli acustici in relazione alle previsioni dello studio trasportistico del porto turistico e del relativo traffico indotto, al fine di verificare gli effetti in termini di impatto acustico sui ricettori sensibili. In base agli scenari previsti, ovvero rivalutati, valutare la necessità di prevedere misure di mitigazione idonee anche in fase di cantiere.

9. Considerato che la valutazione della significatività dell'impatto viene determinata in base all'intensità dell'impatto considerata come variazione dello stato rispetto all'ante operam, si ritiene opportuno che vengano elaborate le mappe degli impatti calcolati come differenza tra lo stato stimato negli scenari post operam e lo stato stimato nell'ante operam, con una risoluzione tale da evidenziare l'estensione delle aree di maggior impatto ed individuare l'eventuale popolazione esposta.

10. Ai fini dell'analisi degli impatti durante le attività di cantiere occorre individuare uno scenario di picco della realizzazione delle opere che possano essere effettivamente realizzate contemporaneamente, descrivere i macchinari utilizzati e le relative emissioni ed effettuare le simulazioni modellistiche per tutti gli inquinanti atmosferici per l'area di cantiere e per il traffico indotto.

11. Analizzare gli impatti di uno scenario di picco del traffico navale e del traffico stradale per le fasi ante operam, durante le attività di cantiere e post operam.

12. Per tutti gli scenari elaborati, ante operam, durante le attività di cantiere, scenario di picco e post operam, occorre evidenziare i recettori reali di riferimento e quelli sensibili, i risultati delle simulazioni effettuate presso tali recettori e la quantificazione dei superamenti emersi, indicando in una Tabella i risultati principali e i superamenti rispetto ai limiti normativi di emissione.

Ambiente idrico – Acque marino costiere

13. La valutazione degli impatti in fase di esercizio sulla qualità delle acque marino costiere e di conseguenza sull'ecosistema marino derivanti dal maggior traffico in transito nell'area viene stimato trascurabile. Si ritengono a tal proposito necessari approfondimenti in relazione anche agli impatti sulle attività di allevamento ittico e di mitilicoltura, per un adeguato intorno lungo le rotte di transito. Qualora non siano disponibili adeguate informazioni, si ritiene debba valere un approccio valutativo più cautelativo in applicazione del principio di precauzione.

Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

14. La documentazione risulta carente per quanto concerne la stima dei potenziali impatti ambientali ed economici sul settore ittico.

15. Implementare lo studio effettuato sulla presenza della Posidonia oceanica e la Cymodocea nodosa, con ulteriori indagini e ulteriori transetti nonché con le immagini fotografiche dei rilievi effettuati e, qualora si rilevino siti di particolare interesse naturalistico, fornire proposte compensative dell'eventuale occupazione di tali siti che comprendano il trasferimento e la ricolonizzazione delle specie di particolare interesse.

In merito alle compensazioni ambientali

16. Indicare le azioni di compensazione ambientale dirette a riequilibrare eventuali impatti che dovessero determinarsi nell'area di potenziale influenza del progetto, sia nella fase di esercizio che in quella di costruzione.

2. ATMOSFERA

2.1. CON RIFERIMENTO ALLA COMPONENTE ATMOSFERA, OCCORRE EFFETTUARE STUDI E SIMULAZIONI, AI FINI DEL CONFRONTO CON I DATI DELLE RILEVAZIONI DELLE CENTRALINE DELL'ARPA O DI ALTRE CENTRALINE ESISTENTI NELLA ZONA, INCLUDENDO LA CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO ANTE OPERAM NELL'AREA DI PROGETTO E NELL'AREA PERIPORTUALE E STIMANDO L'INCIDENZA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELLE ATTIVITÀ PORTUALI E DEL TRAFFICO INDOTTO. IMPLEMENTARE GLI STUDI CON LE SIMULAZIONI PER LE FASI PRINCIPALI DI CANTIERE, TENENDO CONTO DEI TEMPI DI REALIZZAZIONE (O DELLA MANCANZA) DELLE OPERE INFRASTRUTTURALI DI COLLEGAMENTO DEL PORTO CON L'ENTROTERRA. LE SIMULAZIONI DEVONO FARE RIFERIMENTO A TUTTI GLI INQUINANTI, COMPRESO IL BENZENE, DEVONO TENERE CONTO DEI DATI METEOCLIMATICI PER LA VALUTAZIONE DELLA DIFFUSIONE DEGLI INQUINANTI E FORNIRE LA QUANTIFICAZIONE DEI CONTRIBUTI EMISSIVI SUI SINGOLI RICETTORI, IN PARTICOLARE SUI RICETTORI SENSIBILI DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO, SECONDO LE PREVISIONI DEL PRP.

2.1.1. PREMESSA

Al fine di valutare l'incremento delle concentrazioni dei principali inquinanti presenti nell'atmosfera conseguente la realizzazione delle opere previste dall'intervento, in relazione ai limiti fissati dalla normativa, sono state sviluppate le seguenti attività:

- caratterizzazione meteorologica ed individuazione dello scenario di riferimento;
- individuazione delle sorgenti emissive caratterizzanti lo scenario ante *operam*, di cantiere e *post operam*:
 - sorgenti da traffico veicolare a terra;
 - sorgenti da traffico navale;
 - sorgenti diffuse da attività antropiche;
- modellizzazione delle sorgenti esistenti in:
 - sorgenti puntuali (stazionamenti in banchine, camini);
 - sorgenti areali (emissioni diffuse);
 - sorgenti lineari (traffico stradale, traffico navale);

- applicazione di sottomodelli per la stima delle portate emissive attuali e future, attraverso l'utilizzo di:
 - modello COPERT;
 - modello MEET;
- setup del modello di diffusione:
 - impostazione dello scenario meteo;
 - impostazione dei recettori;
 - impostazione delle sorgenti;
 - impostazione dei profili temporali di emissione e delle aggregazioni di sorgenti;
 - impostazione geofisica del modello ed assegnazione dei parametri di dispersione ai singoli recettori;
- simulazione delle concentrazioni al suolo degli inquinanti considerati attraverso il modello diffusivo AERSCREENEZ nei vari scenari emissivi e meteo-climatici analisi dei risultati;
- valutazione degli impatti ai ricettori abitativi e particolarmente sensibili sia in ambito portuale che in ambito urbano per una adeguata fascia del waterfront.

I dati di partenza assunti come riferimento per lo studio dell'impatto atmosferico sono:

- la caratterizzazione fisica degli scenari micro-meteorologici;
- le emissioni relative alle principali infrastrutture di comunicazione;
- la stima dei veicoli pesanti ed il regime di traffico indotto dalla movimentazione dei mezzi pesanti nei principali tratti stradali dell'area considerata;
- la stima delle emissioni relative alle azioni di carico e scarico delle navi.

I dati territoriali utilizzati sono:

- cartografia: utilizzata in genere come background su cui riportare i risultati delle simulazioni, di chiara utilità per la valutazione degli impatti e delle zone a più alto rischio o di maggior attenzione ecologico (parchi, aree protette) e sanitario (zone ad alta densità di popolazione).
- orografia: in presenza di rilievi occorre disporre, per la definizione del campo di vento e delle concentrazioni degli inquinanti al suolo, delle quote altimetriche del sito in studio.

2.1.2. CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI EMISSIONI INQUINANTI E LIMITI DI LEGGE ATTUALMENTE VIGENTI

Lo stato di inquinamento atmosferico è il risultato di un processo che comprende tutti i fenomeni a cui prendono parte le sostanze inquinanti a partire dalla loro genesi fino all'espletamento della loro azione negativa sull'ecosistema

Questo processo può essere diviso in un insieme di sotto processi: essi sono la formazione, l'emissione, la dispersione e l'azione delle sostanze inquinanti.

Nell'ambito di questi sub-processi vengono interessati diversi subsistemi dell'ecosistema globale: le sorgenti responsabili dell'immissione degli inquinanti nell'aria e a valle della loro formazione, l'atmosfera che rappresenta il mezzo attraverso il quale essi evolvono e infine i recettori ovvero tutti quegli elementi dell'ecosistema che risentono dell'azione dannosa delle sostanze inquinanti.

La legislazione vigente prevede diversi tipi di "vincoli" alle concentrazioni di sostanze inquinanti in atmosfera:

- valori limite per la protezione della salute umana valida su tutto il territorio nazionale;
- valori guida per la salvaguardia a lungo termine della salute umana e dell'ambiente finalizzati a costituire parametri di riferimento per l'istituzione di specifiche zone di protezione che necessitano di particolare tutela;
- livelli di attenzione e di allarme con riferimento specifico alla protezione della salute da effetti acuti in aree urbane;
- obiettivi di qualità finalizzati alla protezione a lungo termine della salute umana in aree urbane.

Il Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n. 155 (recepimento della direttiva europea 2008/50/CE) stabilisce i valori limite ed il livello critico per le concentrazioni dei principali inquinanti.

In merito a tale decreto, si può dire che le sue finalità sono:

- a) Individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) Valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di criteri e metodi comuni su tutto il territorio nazionale;
- c) Ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi

- dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- d) Mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
 - e) Garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
 - f) Realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il decreto quindi stabilisce:

- a) I valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10;
- b) I livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- c) Le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di azoto e biossido di zolfo;
- d) Il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2.5;
- e) I valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Valori limite per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto

I valori limite devono essere espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 K e a una pressione di 101,3 kPa.

Per il biossido di azoto è stabilita anche una soglia di allarme pari a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurata per tre ore consecutive presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km^2 .

Periodo di mediazione	Valore limite
1 ora	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile
Anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 1 – Valori limite per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto

Valore limite per il PM10

Periodo di mediazione	Valore limite
1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 2 – Valore limite per il PM10

Valori limite per il biossido di zolfo e gli ossidi di azoto

Periodo di mediazione	Valore limite
1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile
1 giorno	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile

Figura 3 – Valore limite per il biossido di zolfo e gli ossidi di zolfo

È stabilita anche una soglia di allarme pari a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ misurata per tre ore consecutive presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km^2 .

Gli inquinanti atmosferici possono essere classificati in diversi modi.

Un metodo di classificazione riguarda il loro stato fisico che consiste nel suddividere gli inquinanti in:

- sostanze gassose, includenti i gas e i vapori;
- sostanze in sospensione o articolato allo stato solido o liquido.

Una ulteriore classificazione può essere quella a seconda della loro composizione chimica in cui le sostanze vengono divise in composti organici (contenenti carbonio) e non organici. I composti non organici vengono poi divisi in fotochimici (reagenti in atmosfera a causa della radiazione solare) e non fotochimici.

Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas inodore, insapore e altamente tossico vista la sua capacità di interferire con il normale trasporto di ossigeno presente nel sangue. Una volta respirato il monossido di carbonio si lega all'emoglobina formando un composto chiamato carbossemoglobina. Questa sostanza, al contrario dell'emoglobina, non è in grado di garantire l'ossigenazione dei tessuti in particolare al cervello e al cuore. Alle concentrazioni tipicamente esistenti nelle aree urbane ad alto traffico, il monossido di carbonio può causare l'aggravamento di problemi cardiovascolari e l'impedimento delle

funzioni psicomotorie; una concentrazione di CO nell'aria pari a 2000-4000 ppm (0,2%-0,4%) provoca la morte in circa 15 minuti. La principale causa della presenza di monossido di carbonio nell'atmosfera è di tipo antropico e consiste nella combustione di sostanze organiche, come i derivati del petrolio che alimentano i mezzi di trasporto. Sono i mezzi di trasporto stradale ad essere attualmente la fonte principale di inquinamento locale dell'aria da monossido di carbonio. La presenza di monossido di carbonio è fortemente legata ai flussi di traffico, l'andamento delle concentrazioni di CO misurato nei pressi della sezione di una strada durante l'arco della giornata è generalmente paragonabile a quello dei flussi veicolari che la percorrono.

Il monossido di carbonio presenta anche una forte variabilità spaziale: in una strada isolata la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente allontanandosi da esso, fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri.

Ossidi di Azoto: NO, NO₂

La formazione degli ossidi di azoto, comunemente indicati con la sigla NO_x, è da ricercare nella reazione tra N₂ e O₂, che avviene a temperature elevate. Il biossido di azoto è un gas di colore marrone chiaro, molto reattivo, presente in tutte le aree urbane. La sua presenza può dare origine ad irritazioni ai polmoni, può causare bronchiti e diminuire la capacità di resistenza alle infezioni respiratorie. È un precursore della formazione sia di ozono che delle piogge acide. Può interagire negativamente con materiali ed ecosistemi acquatici.

La principale fonte di produzione è attribuibile all'attività batterica anche se le emissioni di origine antropica (autoveicoli diesel, impianti termoelettrici e di combustione) sono presenti nelle aree limitate (le aree urbane) con elevate concentrazioni.

Gli ossidi di azoto si possono ritenere fra gli inquinanti atmosferici più critici, non solo perché il biossido di azoto in particolare presenta effetti negativi sulla salute, ma anche perché, in condizioni di forte irraggiamento solare, provocano delle reazioni fotochimiche secondarie che creano sostanze inquinanti (smog fotochimico): in particolare è un precursore dell'ozono troposferico e della componente secondaria delle polveri sottili.

I fumi di scarico degli autoveicoli contribuiscono enormemente all'inquinamento da NO; la quantità di emissioni dipende dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione, ecc.). in generale la presenza di NO aumenta

quando il motore lavora ad elevato numero di giri. Si stima che in Italia vengano emesse in atmosfera circa 2 milioni di tonnellate all'anno di ossidi di azoto, di cui la metà dovuta al traffico di autoveicoli.

Per la stima del biossido di Azoto, partendo dalle concentrazioni di NO_x , è stato applicato l'approccio ARM dell'EPA (*Environmental Protection Agency*). Secondo l'approccio teorico sostenuto dall'EPA, noto con il nome di *Ambient Ratio Model* (ARM), il rapporto NO_2/NO_x nel pennacchio, a lungo termine, è uguale all'equivalente rapporto esistente nell'atmosfera. Quindi, noto il rapporto NO_2/NO_x atmosferico, le concentrazioni di NO_2 possono essere ottenute moltiplicando le concentrazioni di NO_x , ottenute dalla simulazione, per questo rapporto. Questa teoria è applicabile quando la composizione di ossidi di azoto totali, all'interno del pennacchio, si è stabilizzata; solitamente si indicano distanze maggiori di 10 Km dalla sorgente di emissione.

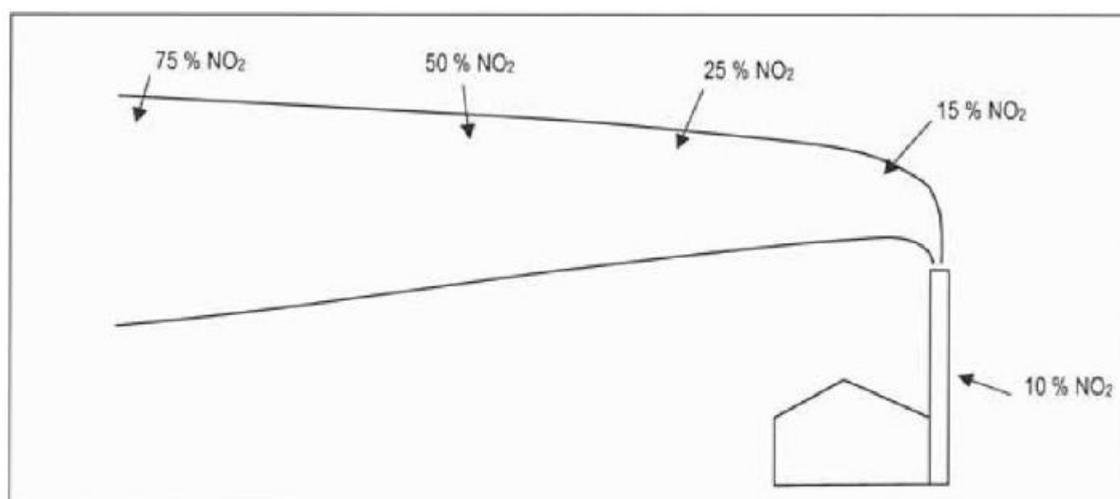


Figura 4 – Cambiamento della composizione degli NO_x lungo il pennacchio

Si assume, quindi, che il rapporto NO_2/NO_x atmosferico sia pari a 0.75.

Seguendo l'approccio dell'EPA, le concentrazioni di biossido di azoto, ai diversi recettori, sono state calcolate a partire da quelle degli ossidi di azoto totali in uscita dal modello di simulazione, rispettando questa relazione:

$$[\text{NO}_2 \text{ stimata}] = 0.75 [\text{NO}_x \text{ stimata}]$$

Si sottolinea che questo approccio, nel caso in esame, risulta essere estremamente cautelativo, in quanto viene applicato anche a distanze inferiori a 10 km dalle sorgenti di emissione e con simulazioni di tipo 'short term'.

Particolati

Con il termine particolati vengono definite quelle particelle, solide e/o liquide, di diametro molto ridotto (variabile tra 100 e 0.1 μm) presenti in aria con tempi di persistenza e proporzioni molto variabili.

La loro permanenza in atmosfera dipende dal diametro delle particelle stesse mentre la loro presenza è dovuta in buona parte a processi naturali (eruzioni vulcaniche e azione del vento sulla terra) e quindi alle attività dell'uomo: tipicamente le industrie di costruzioni (polvere), le fonderie e gli inceneritori di rifiuti (ceneri volanti), i processi a combustione incompleta (fumi).

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico nel tentativo di ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese sono sostanze allo stato solido o liquido, che a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi. Le polveri totali sospese o PTS vengono anche indicate come PM (*particulate matter*). Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, Sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc.

In base alla natura e alle dimensioni delle particelle si possono distinguere:

- gli aerosol, costituiti da particelle solide o liquide sospese in aria e con diametro inferiore a 1 micron;
- le foschie, date da goccioline con diametro inferiore a 2 micron;
- le esalazioni, costituite da particelle solide con diametro inferiore a 1 micron e rilasciate solitamente da processi chimici e metallurgici;
- il fumo, dato da particelle solide di solito con diametro inferiore a 2 micron e trasportate da miscele di gas;
- le polveri, costituite da particelle solide con diametro fra 2,5 e 500 micron;
- le sabbie, date da particelle solide con diametro superiore a 500 micron.

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera. Le particelle fini sono quelle che hanno un diametro inferiore a 2,5 micron, le altre sono dette grossolane.

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron, mentre le PM2,5, che costituiscono il 60% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron.

Vengono dette polveri inalabili quelle in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio (dal naso alla laringe). Le polveri toraciche sono quelle in grado di raggiungere i polmoni. Le polveri respirabili possono invece penetrare nel tratto inferiore dell'apparato respiratorio (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).

Si stima che ogni giorno vengano immesse nell'aria circa 10 tonnellate di particolato; di queste il 94% è di origine naturale. Le particelle con diametro superiore a 50 micron sono visibili nell'aria e sedimentano piuttosto velocemente causando fenomeni di inquinamento su scala piuttosto ristretta. Le polveri sottili possono rimanere in sospensione per molto più tempo. Le polveri PM10 possono rimanere in sospensione per 12 ore circa, mentre le particelle con diametro inferiore a 1 micron possono fluttuare anche per un mese.

A prescindere dalla tossicità, le particelle che possono produrre degli effetti indesiderati sull'uomo sono sostanzialmente quelle di dimensioni ridotte, infatti nel processo della respirazione le particelle maggiori di 15 micron vengono generalmente rimosse dal naso. Il particolato che si deposita nel tratto superiore dell'apparato respiratorio può generare effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola. Per la particolare struttura della superficie, le particelle possono adsorbire dall'aria sostanze cancerogene, trascinandole nei tratti respiratori e prolungandone i tempi di residenza. Le particelle più piccole sono le più pericolose in quanto possono penetrare in profondità nel sistema respiratorio provocando o aggravando malattie respiratorie croniche come asma, bronchite e l'enfisema.

Gli effetti del particolato sul clima e sui materiali sono piuttosto evidenti. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, costituendo i nuclei di condensazione attorno ai quali si condensano le gocce d'acqua. Di conseguenza favoriscono il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide, che comportano effetti di erosione e corrosione dei materiali e dei metalli.

Il particolato inoltre danneggia i circuiti elettrici ed elettronici, insudicia gli edifici e le opere d'arte e riduce la durata dei tessuti. Le polveri possono depositarsi sulle foglie delle piante e formare così una patina opaca che, schermando la luce, ostacola il processo della fotosintesi.

Da notare come il traffico urbano contribuisca alla "produzione" di particolati anche attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici.

Ossidi di zolfo

Il biossido di zolfo (SO_2) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante. In atmosfera la presenza di biossido di zolfo è accompagnata da quella di triossido di zolfo (SO_3); infatti, il biossido (SO_2) può essere trasformato in triossido (SO_3) mediante processi indotti dall'irraggiamento solare. In atmosfera la presenza di SO_3 è condizionata alla concentrazione di vapore acqueo, con cui SO_3 forma facilmente acido solforico (H_2SO_4).

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. Le fonti di emissione principali sono, dunque, gli impianti fissi di combustione (produzione di energia, riscaldamento), alcuni particolari processi industriali (settore metallurgico), mentre le emissioni nel campo del traffico hanno completamente abbattuto la diffusione di ossidi di zolfo in aria. Una eccezione considerevole a questo processo di riduzione è rappresentato dal traffico navale che, per tipologia di motori e di combustibili utilizzati, rimane una fonte di SO_2 significativa.

Nel corso degli ultimi anni, a causa degli interventi che sono stati adottati per il miglioramento della qualità dei combustibili e per la diffusione della metanizzazione degli impianti di riscaldamento, l'emissione degli ossidi di zolfo si è notevolmente ridotta, per cui l'importanza del biossido di zolfo come inquinante è leggermente diminuita. Per quanto riguarda gli effetti sulla salute dell'uomo si può dire che a basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma, tracheiti e ad irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose. L'azione principale operata dagli ossidi di zolfo ai danni dell'ambiente consiste nell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche con la conseguente compromissione dell'equilibrio degli ecosistemi interessati. Gli effetti corrosivi dell'acido solforico si riscontrano anche sui materiali da costruzione, sui metalli, sulle vernici, sui monumenti e sulle opere d'arte. A basse concentrazioni, il biossido di zolfo provoca un rallentamento nella crescita delle piante, mentre ad alte concentrazioni ne determina la morte fisiologica in maniera irreparabile.

Anidride carbonica

L'anidride carbonica è un gas incolore e inodore più pesante dell'aria per cui lo si trova più facilmente verso terra che non in aria. Questo è il motivo per cui preoccupa il suo accumulo nelle città. È un gas velenoso solo alle alte concentrazioni (oltre il 30%). È prodotto principalmente dall'attività respiratoria dei vegetali ed è uno dei responsabili

dell'effetto serra che determina un aumento della temperatura media del pianeta. Fra le cause antropiche di emissione della CO₂ nell'atmosfera, sono predominanti tutti i processi di combustione, quindi anche quelli che avvengono nei motori dei veicoli stradali.

Idrocarburi

Con il nome di idrocarburi si indicano i composti organici costituiti da atomi di carbonio e idrogeno, vengono classificati in base alla loro composizione (percentuale di idrogeno e carbonio). I principali problemi derivanti dalla presenza di idrocarburi nell'atmosfera sono sostanzialmente due. Il primo è connesso alla partecipazione ai processi di formazione di smog fotochimico ai quali prendono parte dei particolari idrocarburi detti idrocarburi reattivi (RHC). Il secondo è legato alle proprietà degli idrocarburi stessi, che possono essere causa di danni sia all'uomo che alle altre forme viventi. Gli idrocarburi aromatici sono da considerarsi degli inquinanti primari poiché agiscono direttamente e negativamente su varie componenti dell'ecosistema: sono ad esempio cancerogeni per l'uomo.

2.1.3. QUADRO METEOROLOGICO DI RIFERIMENTO

La caratterizzazione meteo-diffusiva è un aspetto di primaria importanza per la conoscenza delle condizioni di stabilità atmosferica e quindi delle situazioni che possono favorire il rimescolamento e la diluizione degli inquinanti. Nel valutare le differenti situazioni critiche che si possono verificare nel corso delle stagioni per i diversi inquinanti, è di estrema importanza considerare le differenti situazioni meteorologiche che si verificano nel periodo in esame.

Per i fenomeni di inquinamento su scala locale, l'influenza maggiore sul trasporto e la diffusione atmosferica degli inquinanti è dovuta all'intensità del vento, alle condizioni di turbolenza meccanica e termodinamica dei bassi strati atmosferici ed agli effetti meteorologici particolari, quali le brezze di mare o di monte (se presenti), cui vanno aggiunti gli effetti dovuti alla stratificazione termica verticale dell'aria. Quest'ultima può contribuire ad amplificare, a smorzare o addirittura a bloccare la dispersione di una nuvola di gas inquinante. In genere, a parità di emissione di inquinanti dalle sorgenti, le concentrazioni in aria a piccola scala sono minori quando il vento è moderato o forte e l'atmosfera è instabile nei bassi strati, oppure quando il vento è debole o assente ma vi è forte insolazione con cielo sereno e sole alto sull'orizzonte. Viceversa, le concentrazioni diventano elevate quando vi è inversione del gradiente termico verticale

o in condizioni di alta pressione con vento debole, oppure in condizioni di nebbia persistente che provoca processi di accumulo.

Dagli andamenti di temperatura e velocità del vento si sono ricavati i dati meteorologici necessari per l'esecuzione del modello matematico diffusivo AERMOD che ha permesso di valutare la diffusione atmosferica delle emissioni inquinanti. La conoscenza del campo di vento permette, infatti, di indicare gli effetti sinergici delle diverse sorgenti di inquinamento. I modelli considerati hanno utilizzato griglie innestate con una risoluzione tale da poter considerare la topografia della zona e le sue caratteristiche.

Per quanto riguarda la caratterizzazione meteo-diffusiva è stato necessario:

- individuare la stazione meteorologica rappresentativa del sito, in particolare quella sita presso l'aeroporto di Trapani (Marsala) – Birgi;
- analizzare, sulla base delle informazioni disponibili le condizioni meteorologiche prevalenti ed estreme nelle diverse stagioni, evidenziando sia i periodi rappresentativi sia quelli critici per la dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Si elencano di seguito i dati meteorologici richiesti dal modello per la simulazione:

- velocità e direzione del vento, per la definizione del trasporto degli inquinanti; occorrono una o più misure al suolo e possibilmente di un profilo verticale in funzione della complessità del caso in studio;
- i tradizionali dati al suolo, quali temperatura e umidità dell'aria, radiazione solare globale e netta, precipitazione e pressione: contribuiscono, insieme ai dati territoriali e agli altri dati meteorologici, alla definizione delle caratteristiche diffusive dell'atmosfera;
- gradiente termico verticale, per la definizione delle condizioni di stabilità dell'atmosfera e per la definizione dell'altezza e intensità di inversioni termiche.

Tali dati di ingresso hanno determinato le condizioni più rappresentative per la dispersione degli inquinanti.

In seguito sono state effettuate delle considerazioni sull'influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi.

Le concentrazioni delle sostanze inquinanti in aria hanno un andamento, nel tempo e nello spazio, che dipende dalle quantità di inquinanti immesse, dalla distanza dalle sorgenti, dalle condizioni fisiche del mezzo in cui sono disperse e dalle loro caratteristiche di emissione/formazione. Ogni inquinante assume, in media, andamenti temporali tipici perché i fenomeni e le caratteristiche dell'ambiente che ne influenzano

le concentrazioni avvengono o si ripetono (giornalmente, annualmente) in base ad una certa ciclicità o stagionalità; mentre i valori mediati su tempi brevi (orari o giornalieri) risentono fortemente della variabilità prodotta da tutti questi fattori, e quindi possono fortemente dipendere dagli eventi particolari ed eccezionali (questo avviene ad esempio per gli episodi acuti), le medie (o le mediane) relative a lunghi intervalli di tempo (e sull'intero ciclo di ripetizione dei fenomeni, ad esempio annuali) non risentono che minimamente delle fluttuazioni cicliche di questi fattori e delle loro particolari deviazioni su tempi brevi.

Gli inquinanti primari hanno in genere un forte gradiente spaziale, le concentrazioni diminuiscono rapidamente allontanandosi dalle sorgenti e sono costituite in massima parte dal traffico veicolare; in vicinanza delle sorgenti le loro concentrazioni possono essere considerate in prima approssimazione mediamente proporzionali alle emissioni. La variabile meteorologica che più influenza tali concentrazioni è il vento: venti superiori ai 4-5 m/s possono ridurre le concentrazioni dei primari a valori minimi anche in vicinanza delle sorgenti. Lontano da queste, i limiti normativi vengono generalmente sempre rispettati e le concentrazioni possono risultare spesso ai limiti della sensibilità della strumentazione di rilevamento.

Le concentrazioni di questi inquinanti primari, generalmente più alte in presenza di condizioni di stabilità atmosferica, possono raggiungere comunque valori medi elevati anche quando non si verificano le situazioni più tipiche di stabilità, ad esempio con situazioni cicloniche caratterizzate da deboli piogge e assenza di vento: la pioggia non produce un'automata azione dilavante su queste sostanze.

Diverse considerazioni devono essere fatte per gli ossidi di azoto (NO_x) nella forma di NO come sostanza prevalente direttamente emessa; è importante osservare che, a differenza degli altri inquinanti primari precedentemente esaminati, le sorgenti di NO_x non sono esclusivamente quelle dovute al traffico veicolare. Pur non avendo limiti di legge, le concentrazioni di NO risultano importanti, poiché da queste dipendono più o meno direttamente le concentrazioni degli inquinanti secondari o fotochimici (NO_2 ed O_3). La partecipazione dell'NO alla serie di reazioni fotochimiche che portano alla formazione di NO_2 e a quella determina, in particolare d'estate, per tali concentrazioni un andamento che mostra dipendenza dalla radiazione solare e dalla temperatura. Inoltre, gli NO_x risultano fortemente ridotti in presenza di pioggia.

Fatte queste considerazioni si è passati all'analisi dei dati Meteorologici realizzando un'indagine estesa alle principali grandezze meteorologiche di interesse per la

diffusione degli inquinanti, misurate nella stazione meteorologica scelta ossia quella di Trapani (Marsala) – Birgi.

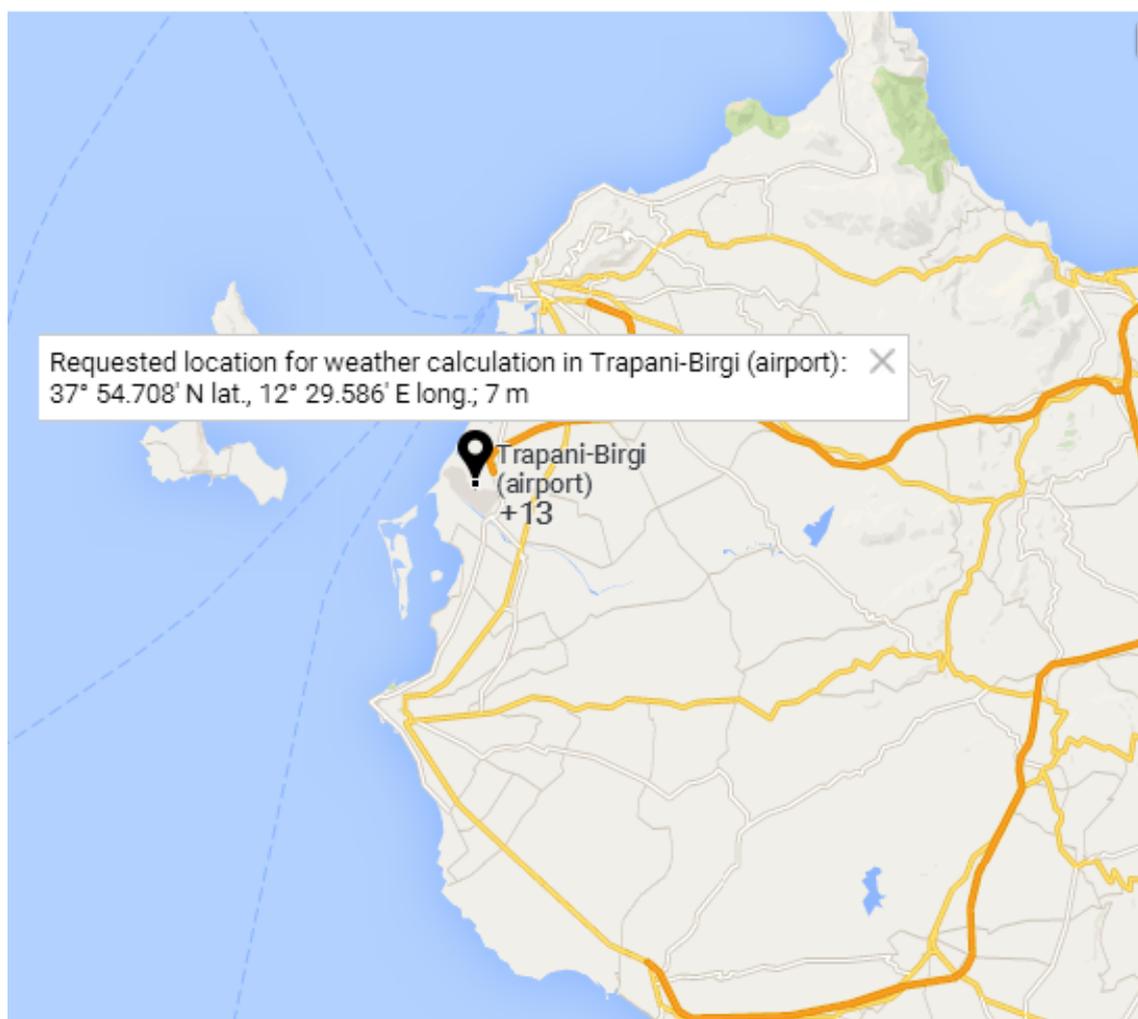


Figura 5 – Localizzazione della stazione meteo

Si ricorda che, relativamente ai processi meteorologici che avvengono a scala locale, questi sono principalmente governati dal vento e dalla differenza di temperatura tra il suolo e l'aria sovrastante, grandezze che determinano la diluizione o il ristagno degli inquinanti in atmosfera. I dati forniti non presentano lacune (assenza completa del dato) ed anomalie, in subiscono quotidianamente un processo di controllo della qualità e successiva validazione anche trattandosi di un aeroporto.

Per il calcolo di parametri necessari allo studio diffusionale risulta necessario possedere un set completo di dati meteorologici al suolo (temperatura, direzione e intensità del vento, umidità, pressione, radiazione solare).

Per questo sono stati scelti i valori dei parametri meteorologici registrati dalla centralina di Birgi (sede del monitoraggio di più parametri) come rappresentativa delle condizioni

meteo-climatiche dell'area di studio. Di seguito si riportano alcuni risultati e commenti frutto dell'elaborazione dei seguenti dati:

- serie temporale decennale (15/Gen/2005 – 15/Gen/2015);
- serie temporale annuale (15/Gen/2014 – 15/Gen/2015).

Dalla lettura dei dati e delle statistiche del decennio 2005-2015 in particolare si ottiene quanto segue:

- la pressione atmosferica media al livello del mare è di 761,7 mmHg, la temperatura media di 18.2 °C, l'umidità relativa media 78%, la velocità media del vento di 3.6 m/s (10.91 km/h) con una massima raffica, registrata il 24 marzo 2008, di 23 m/s (83 km/h). L'altezza massima delle precipitazioni è di 90 mm in 12 ore.

Il regime dei venti è caratterizzato dalle brezze locali, da invasioni di aria continentale meridionali (scirocco).

La Tramontana nel periodo estivo garantisce vento termico teso e costante sui 20 nodi, il Maestrale è un vento che tipicamente entra con perturbazione. In estate, con alta pressione, porta vento termico (in genere rafficato). Il Ponente è un vento di perturbazione. Il Libeccio è un vento di perturbazione (non molto frequente) e il Mezzogiorno è davvero molto raro.

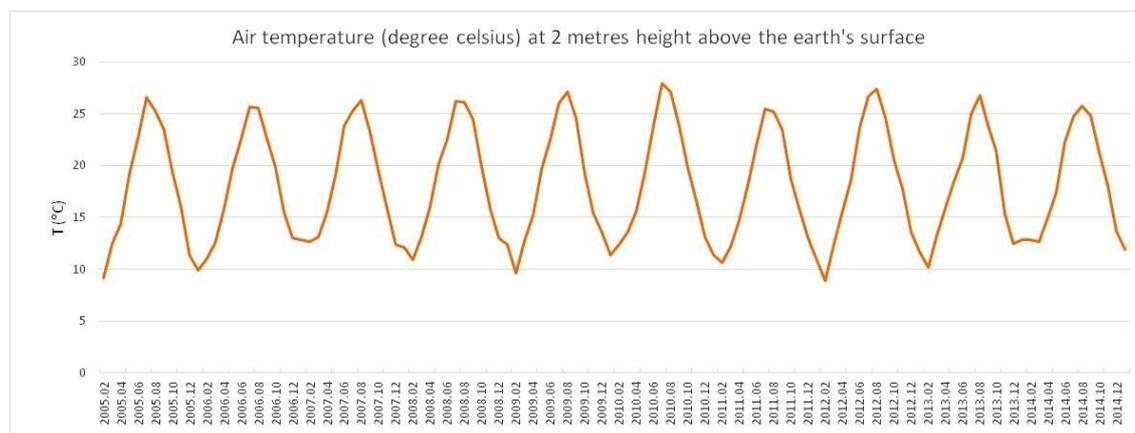


Figura 6 – Valori della temperatura mediati per ogni mese nel periodo 2005 – 2015

T, air temperature (degrees Celsius) at 2 metre height above the earth's surface				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	+18.2	0.0 (15.01.2010)	+41.0 (25.06.2007)	40368

Figura 7 – Statistiche temperatura (2005 – 2015)

P0, atmospheric pressure at weather station level (millimeters of mercury)				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	760.8	737.2 (06.03.2009)	779.6 (31.12.2006)	40358

Figura 8 – Statistiche pressione atmosferica (2005 – 2015)

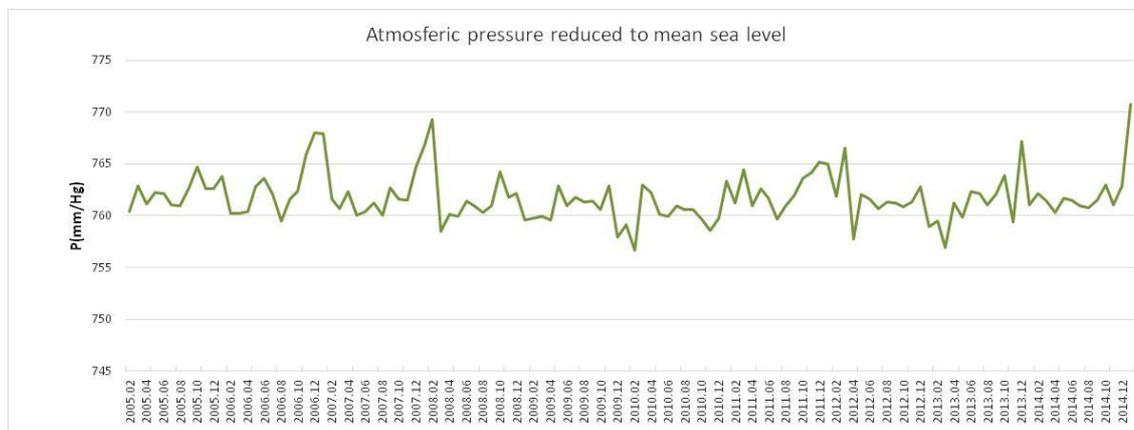


Figura 9 – Valori della pressione atmosferica al livello medio mare mediati per ogni mese nel periodo 2005 – 2015

P, atmospheric pressure reduced to mean sea level (millimeters of mercury)				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	761.7	738.0 (06.03.2009)	780.4 (31.12.2006)	40365

Figura 10 – Statistiche pressione atmosferica al livello medio mare (2005 – 2015)

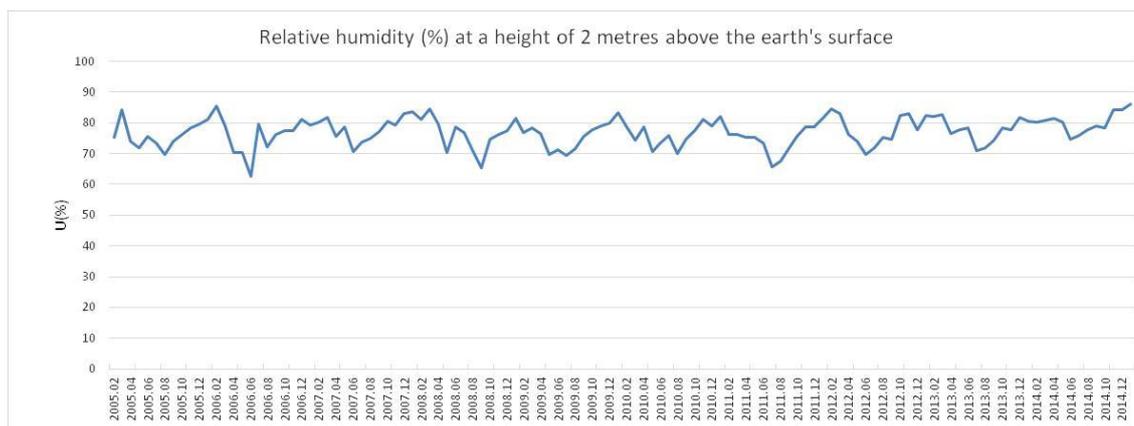


Figura 11 – Valori dell'umidità relativa mediati per ogni mese nel periodo 2005 – 2015

U, relative humidity (%) at a height of 2 metres above the earth's surface			
Period	Mean value	Minimum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	78	3 (16.11.2009)	40366
		3 (02.05.2012)	

Figura 12 – Statistiche umidità relativa (2005 – 2015)

DD, mean wind direction (compass points) at a height of 10-12 metres above the earth's surface over the 10-minute period immediately preceding the observation																			
Period	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	variable wind direction	calm	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	6,7 %	2,6 %	2,1 %	1,3 %	3,0 %	7,4 %	14,9 %	6,5 %	3,5 %	2,6 %	3,9 %	3,9 %	6,4 %	9,3 %	7,3 %	8,2 %	0,1 %	9,4 %	40252

Figura 13 – Direzione media del vento (2005 – 2015)



Figura 14 – Rappresentazione della Direzione media del vento (2005 – 2015)

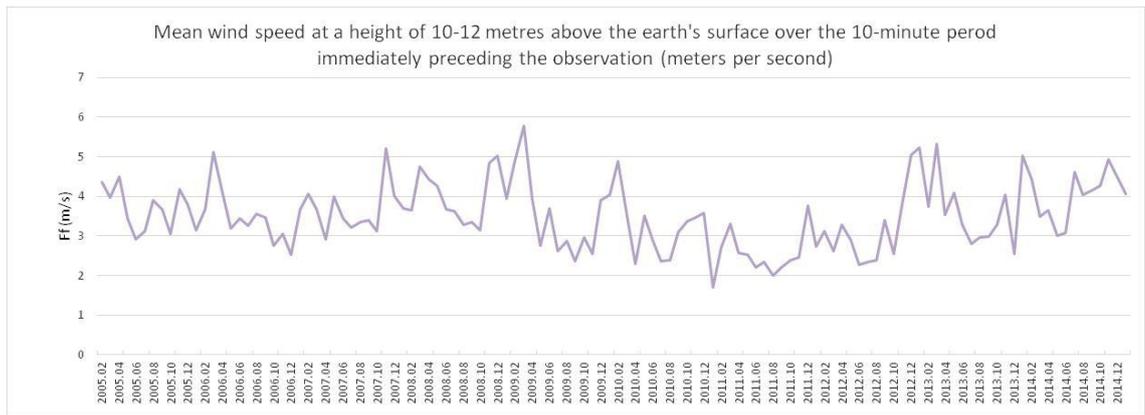


Figura 15 – Valori della velocità del vento mediati per ogni mese nel periodo 2005 – 2015

FF, mean wind speed at a height of 10-12 metres above the earth's surface over the 10-minute period immediately preceding the observation (meters per second)			
Period	Mean value	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	3.6	23 (24.03.2008)	40365
		23 (12.08.2008)	

Figura 16 – Statistiche velocità media del vento (2005 – 2015)

RRR, amount of precipitation (millimeters)				
Period	Total precipitation	Maximum value (date)	Number of days with precipitation	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	4548	90.0 in 12 h (16.09.2009)	1153	7171

Figura 17 – Statistiche precipitazioni (2005 – 2015)

Tn, minimum air temperature (degrees Celsius) during the past period (not exceeding 12 hours)		
Period	Minimum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	-0.2 (18.02.2008)	3613

Figura 18 – Statistiche temperatura minima dell'aria (2005 – 2015)

Tx, maximum air temperature (degrees Celsius) during the past period (not exceeding 12 hours)		
Period	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	+41.4 (24.06.2007)	3622
	+41.4 (25.06.2007)	

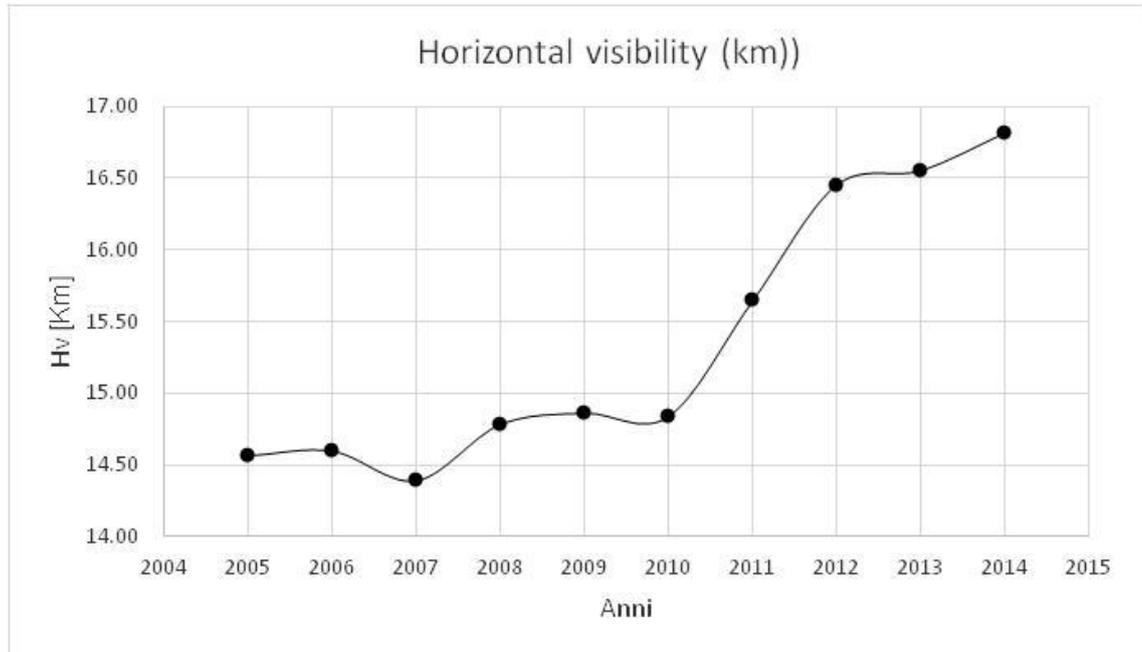
Figura 19 – Statistiche temperatura massima dell'aria (2005 – 2015)

Nh, amount of all the CL cloud present or, if no CL cloud is present, the amount of all the CM cloud present		
Period	Mean value	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	20-30%	40233

Figura 20 – Statistiche percentuale delle nuvole presenti (2005 – 2015)

H, height of the base of the lowest clouds (m)		
Period	Mean value	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	600-1000	32436

Figura 21 – Statistiche altezza da terra delle nuvole (2005 – 2015)



VV, horizontal visibility (km)			
Period	Mean value	Minimum value (date)	Number of observations
15.01.2005 - 14.01.2015, all days	15.7	less than 0.1 (15.11.2013)	40229
		less than 0.1 (21.09.2014)	
		less than 0.1 (05.03.2007)	
		less than 0.1 (13.06.2009)	
		less than 0.1 (17.11.2009)	
		less than 0.1 (11.10.2010)	

Figura 22 – Statistiche visibilità orizzontale (2005 – 2015)

Dalla lettura dei dati e delle statistiche dell'anno 2014-2015 in particolare si ottiene quanto segue:

- la pressione atmosferica media al livello del mare è di 760,9 mmHg, la temperatura media di 18.4 °C, l'umidità relativa media 80%, la velocità media del vento di 4.1 m/s (14.76 km/h) con una massima raffica, registrata il 30 gennaio 2014, di 20 m/s (75 km/h). L'altezza massima delle precipitazioni è stata di 33 mm in 12 ore.

Il regime dei venti è stato caratterizzato da scirocco, maestrale, ponente e levante.

T, air temperature (degrees Celsius) at 2 metre height above the earth's surface				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	+18.4	+1.2 (31.12.2014)	+36.0 (13.08.2014)	8694
		+1.2 (01.01.2015)		

Figura 23 – Statistiche temperatura (2014 – 2015)

P0, atmospheric pressure at weather station level (millimeters of mercury)				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	760.9	747.8 (04.03.2014)	777.1 (09.01.2015)	8694

Figura 24 – Statistiche pressione atmosferica (2014 – 2015)

P, atmospheric pressure reduced to mean sea level (millimeters of mercury)				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	761.7	748.6 (04.03.2014)	777.9 (09.01.2015)	8694

Figura 25 – Statistiche pressione atmosferica al livello medio mare (2014 – 2015)

U, relative humidity (%) at a height of 2 metres above the earth's surface				
Period	Mean value	Minimum value (date)	Number of observations	
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	80	9 (19.03.2014)	8693	

Figura 26 – Statistiche umidità relativa (2014 – 2015)

DD, mean wind direction (compass points) at a height of 10-12 metres above the earth's surface over the 10-minute period immediately preceding the observation																			
Period	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	variable wind direction	calm	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	14.9%	4.7%	2.1%	2.0%	9.5%	18.7%	23.5%	16.5%	9.0%	6.1%	5.3%	7.0%	15.3%	17.2%	15.1%	20.3%	1.3%	12.4%	8694

Figura 27 – Direzione media del vento (2014 – 2015)

FF, mean wind speed at a height of 10-12 metres above the earth's surface over the 10-minute period immediately preceding the observation (meters per second)				
Period	Mean value	Maximum value (date)	Number of observations	
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	4.1	20 (30.01.2014)	8692	

Figura 28 – Velocità media del vento (2014 – 2015)

Tn, minimum air temperature (degrees Celsius) during the past period (not exceeding 12 hours)		
Period	Minimum value (date)	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	+0.6 (01.01.2015)	364

Figura 29 – Statistiche temperatura minima dell'aria (2014 – 2015)

Tx, maximum air temperature (degrees Celsius) during the past period (not exceeding 12 hours)		
Period	Maximum value (date)	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	+37.0 (13.08.2014)	365

Figura 30 – Statistiche temperatura massima dell'aria (2014 – 2015)

Nh, amount of all the CL cloud present or, if no CL cloud is present, the amount of all the CM cloud present		
Period	Mean value	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	20-30%	8694

Figura 31 – Statistiche percentuale delle nuvole presenti (2014 – 2015)

H, height of the base of the lowest clouds (m)		
Period	Mean value	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	600-1000	6896

Figura 32 – Statistiche altezza da terra delle nuvole (2014 – 2015)

VV, horizontal visibility (km)			
Period	Mean value	Minimum value (date)	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	16.8	less than 0.1 (21.09.2014)	8694

Figura 33 – Statistiche visibilità orizzontale (2014 – 2015)

RRR, amount of precipitation (millimeters)				
Period	Total precipitation	Maximum value (date)	Number of days with precipitation	Number of observations
15.01.2014 - 14.01.2015, all days	461	33.0 in 12 h (26.04.2014)	116	730

Figura 34 – Statistiche precipitazioni (2005 – 2015)

2.1.4. STIMA DELLE EMISSIONI PUNTUALI, LINEARI ED AREALI

La metodologia adottata per la valutazione della componente è basata sulla valutazione dell'attuale scenario emissivo, per le sole sorgenti modificate dalle opere.

Lo scenario attuale, così come quelli futuri e di cantiere, coinvolge diverse categorie di sorgenti emmissive:

- quelle relative alle emissioni diffuse, ovvero relative alle attività urbane così come inventariate dall'inventario regionale delle emissioni;
- quelle legate ai trasporti, che sono essenzialmente afferenti alle due tipologie principali trasportistiche: quelle stradali e quelle navali. In particolare, le sorgenti navali possono essere schematizzate, a loro volta, come sorgenti legate al transito delle navi nell'area portuale oppure allo stazionamento in banchina.

È importante segnalare che l'inventario delle emissioni ricomprende, negli opportuni settori, i trasporti terrestri e navali. Nell'ottica della massima cautela e nell'impossibilità di disaggregare correttamente le emissioni (ad esempio il traffico urbano dalla viabilità di scorrimento), si è optato per sommare alle emissioni diffuse le

emissioni concentrate (di tipo puntuale o lineare) dovute alle sorgenti di trasporto, che sono quelle effettivamente alterate dai diversi scenari presi in considerazione.

2.1.5. METODOLOGIA SEGUITA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO

Il processo di inquinamento atmosferico da traffico è originato dal fatto che i veicoli stradali utilizzano come propellenti sostanze idrocarburiche combustibili derivate dal petrolio o da gas naturali dotate di notevoli potenzialità inquinanti. La fase di formazione delle sostanze inquinanti poi immesse nell'aria avvengono all'interno degli apparati di propulsione dei veicoli che diventano così le sorgenti. Il processo di dispersione comprende l'evoluzione delle sostanze inquinanti dal momento in cui vengono immesse nell'atmosfera a quello in cui vengono da essa rimosse. Il fenomeno della dispersione è quindi fortemente legato alle condizioni meteorologiche in cui avviene. Il processo di azione di una sostanza inquinante è caratterizzato dalla sua presenza nell'aria, dalla sua persistenza e dalle proprietà del recettore.

I modelli di emissione consistono nella formulazione matematica delle relazioni esistenti tra le emissioni inquinanti dei veicoli a motore e le variabili da cui tali emissioni sono influenzate.

La descrizione analitica del processo di emissione di sostanze inquinanti da parte dei veicoli con motore a combustione interna è fondata sull'individuazione delle variabili indipendenti che influenzano il fenomeno. La difficoltà di spiegare analiticamente i processi chimico-fisici che governano la produzione degli inquinanti in seno al fluido evolvente che viene combusto nel motore consiglia di assumere come variabili indipendenti dei modelli alcuni parametri relativi alle caratteristiche e alle condizioni di funzionamento dei veicoli nel loro complesso.

Questi parametri sono molteplici e si possono individuare nei seguenti gruppi:

- a) Caratteristiche costruttive del veicolo: possono essere distinte in:
 - caratteristiche generali, peso a vuoto, efficienza aerodinamica, ecc.
 - caratteristiche dell'apparato di propulsione, tipo di motore, tipo di combustibile, di dispositivi di controllo delle emissioni, caratteristiche di cilindrata e di potenza.
- b) Stato della meccanica del veicolo: stato di usura, stato di manutenzione, le condizioni di regolazione.
- c) Condizioni operative del veicolo nelle condizioni reali di traffico: sono le caratteristiche di funzionamento dell'apparato di propulsione. Esse possono essere divise in due categorie, fra loro dipendenti, quelle legate alla dinamica

del motore, le più importanti delle quali sono la velocità di rotazione del motore e l'entità del carico ad esso fornito e quelle che descrivono lo stato termodinamico del fluido evolvente all'interno del cilindro, stato il quale determina le caratteristiche della combustione.

Le caratteristiche costruttive, di stato della meccanica e operative del veicolo sono influenzate a loro volta dalle condizioni dell'ambiente esterno, sia da quelle di tipo storico- riguardanti cioè la vita passata del veicolo- che da quelle operative ovvero attuali.

I modelli di emissione consistono nella formulazione matematica delle relazioni esistenti tra le emissioni inquinanti dei veicoli a motore e le variabili da cui tali emissioni sono influenzate (caratteristiche costruttive, stato della meccanica e condizioni di funzionamento dei veicoli, condizioni dell'ambiente esterno).

I modelli di emissione sono sviluppati in maniera indipendente per ciascun tipo di inquinante e per ciascuna categoria veicolare di caratteristiche costruttive date. Essi sono inoltre costruiti come somma di diversi sotto-modelli ognuno dei quali descrive la relazione tra le emissioni e un gruppo significativo di parametri.

I modelli per l'elaborazione di scenari e inventari delle emissioni atmosferiche più utilizzati in UE si basano sull'*emission factor approach*, secondo il quale le emissioni di un dato inquinante relative ad un certo settore sono il prodotto delle singole attività che generano emissioni e dei rispettivi *emission factors*. Un fattore di emissione dà una rappresentazione quantitativa delle caratteristiche emissive di un dato inquinante, in un certo anno per una data sorgente.

Tali modelli si basano su relazioni del tipo:

$$\frac{\text{t inquinante emesso}}{\text{anno}} = n \text{ veicoli} * \frac{\text{km percorsi}}{\text{anno}} * \text{Fattore Emissione in } \frac{\text{g}}{\text{km}} \text{ a veicolo} * \frac{1}{1000000}$$

Un modello di calcolo frequentemente utilizzato in Europa, come nel nostro caso, ma anche in altre parti del mondo, per la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuti ai trasporti stradali, è denominato COPERT (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic*). La metodologia COPERT è stata introdotta dall' EEA (*European Environment Agency*, Agenzia Europea per l'Ambiente) per la redazione dei rapporti sullo stato dell'ambiente e dai *National Reference Center* per la realizzazione degli inventari nazionali delle emissioni, nell'ambito del progetto CORINAIR (*COordination INFORMATION AIR*). Regioni e Province sono tenute a realizzare inventari regionali e provinciali. Poi le città utilizzano gli inventari locali per la valutazione preliminare della qualità dell'aria e la realizzazione dei piani urbani del traffico. Il

programma è stato finanziato e sviluppato dall'EEA nel quadro delle attività dello ETC/ACC (*European Topic Centre on Air and Climate Change*) per fornire ai Paesi Europei alcuni strumenti indispensabili alla realizzazione di inventari annuali in modo trasparente e standardizzato.

Lo standard europeo di riferimento per la compilazione di inventari emissivi è quello del progetto CORINAIR (*COordination INFORMATION AIR*), sviluppato nel 1985 nell'ambito del programma CORINE.

La metodologia CORINAIR per la stima delle emissioni da traffico stradale è basata sul calcolo dei fattori di emissione dei principali inquinanti, a partire dalla conoscenza delle seguenti variabili:

- tipologia di veicolo (tipo di carburante, anno di produzione, cilindrata per veicoli leggeri o motocicli e peso per veicoli di trasporto merci) considerata suddividendo il parco veicolare in 38 gruppi appartenenti a 10 categorie;
- velocità media;
- lunghezza del tratto percorso;
- presenza o meno del ciclo di Preriscaldamento (vista l'esistenza dei tre contributi emissivi: a freddo o in transitorio termico, a caldo o a regime termico ed evaporativo);
- tipo di strada percorsa (urbana, extraurbana, autostrada);
- temperatura ambiente.

Le sostanze inquinanti esaminate sono 10: gli ossidi di azoto NO_x, l'ossido di biossido N₂O, gli ossidi di zolfo SO_x, il metano CH₄, gli idrocarburi volatili non metallici, il monossido di carbonio CO, l'anidride carbonica CO₂, l'ammoniaca NH₃, il particolato e i composti del piombo. Generalmente, per sostanze come CO, VOC, NO_x e PM (solo per veicoli diesel) e per il consumo di combustibile (in g/km), si ottiene una stima piuttosto accurata dei fattori di emissione. Invece per CO₂, SO₂, N₂O, CH₄, NH₃, metalli pesanti e benzene le stime sono basate, in particolare, sulla quantità di carburante consumata.

Il COPERT 4 è un modello disaggregato, in quanto consente di ottenere i valori delle emissioni per ogni categoria veicolare.

COPERT 4 si applica ad autovetture passeggeri (PCs), veicoli commerciali leggeri (LDVs), veicoli commerciali pesanti (HDVs), bus (*Buses*), motocicli e ciclomotori (*Motorcycles* e *Mopeds*), suddivisi secondo 63 diverse categorie per classi di cilindrata, o portata, tipo di alimentazione, normativa di riferimento.

Consente la stima di tutti gli inquinanti regolamentati dalla normativa europea (CO, NO_x, VOC, NMVOC, PM e CO₂). Inoltre permette il calcolo delle emissioni anche di alcuni inquinanti non regolamentati come CH₄, N₂O, NH₃, SO₂, metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), inquinanti organici persistenti (POP) e, infine, è in grado di fornire le emissioni di NMVOC distinte nelle singole specie.

La metodologia di calcolo del COPERT si basa sui seguenti parametri:

- Parco circolante suddiviso per:
 - tipologia di veicolo (numero di PCs, LDVs, HDVs, etc.);
 - tipo di combustibile utilizzato (benzina, gasolio, GPL, etc.);
 - classe di anzianità, in relazione alle normative europee di introduzione di dispositivi per la riduzione delle emissioni (Euro I, II, etc.);
 - classe di cilindrata (per le autovetture) o classe di peso (per i veicoli commerciali);
- Consumi e caratteristiche dei combustibili;
- Condizione di guida:
 - percorrenze medie annue;
 - velocità medie.

Sono entrambe distinte in base al ciclo di guida ovvero alla tipologia di percorso effettuato (urbano, extraurbano, autostradale).

- Fattori di emissione;
- Pendenza della strada;
- Condizioni climatiche:
 - temperatura massima;
 - temperatura minima;
- Carico trasportato nel caso dei veicoli commerciali.

A parte i fattori di emissione, presenti nel codice di calcolo del programma, gli altri dati devono essere introdotti dall'utente durante la creazione del database di input.

Di solito, per ricavare i dati relativi al parco circolante, si ricorre all'ACI che esegue una distinzione dei veicoli in categorie di cilindrata/peso e data di immatricolazione.

I valori dei consumi annui di benzina, diesel e GPL sono riportati sul Bilancio Energetico Nazionale, redatto dal Ministero dell'Industria.

Le percorrenze medie annue considerate dal modello COPERT e distinte per ciascuna tipologia di veicoli, rappresentano, di solito, il risultato di una analisi incrociata sviluppata in base a diverse fonti. Il riferimento principale è il Conto Nazionale dei Trasporti (Ministero dei Trasporti); altre informazioni provengono dall'ACI,

dall'Unione Petrolifera e dalla CONFETRA (Confederazione generale italiana del Traffico e dei Trasporti).

Per le velocità medie non è possibile identificare una fonte specifica.

Tuttavia, analizzando diversi casi di studio e articoli di stampa specializzata, sono stati confermati i valori suggeriti dal modello.

Per le distanze medie di spostamento e i tempi medi di spostamento si può fare riferimento ai dati dell' AUDIMOB (osservatorio sui comportamenti di mobilità degli italiani). Per quanto riguarda invece i dati meteo essi sono stati ricavati dai paragrafi precedenti. La disaggregazione richiesta da COPERT è stata quindi ottenuta da un lato individuando le percorrenze tali che i valori medi per classi di veicoli fossero confrontabili con quelli pubblicati e dall'altro rispettando le differenze tra le percorrenze delle differenti tipologie di veicoli, soprattutto in funzione delle anzianità degli stessi e del tipo di alimentazione. Ad esempio i veicoli a gasolio o a GPL hanno percorrenze annue più alte di quelle a benzina, così come i veicoli più nuovi rispetto a quelli più vecchi. A ciascuna classe veicolare e per ogni inquinante il modello COPERT associa delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi dipendenti dalla velocità. Tali funzioni rappresentano delle curve medie di emissione e di consumo di carburante; esse vengono ricavate da misure di emissioni per diverse tipologie e marche di veicoli e si riferiscono a prove effettuate in numerosi Paesi Europei, su una varietà di cicli di guida urbani ed extraurbani, inclusi quelli previsti dalle normative europee.

Le quantità complessive di sostanze emesse in atmosfera dai mezzi di trasporto su strada dipendono sia dalle emissioni specifiche dei singoli veicoli (fattori di emissione), che dalla numerosità delle diverse flotte (veicoli a benzina, diesel, GPL, veicoli catalizzati e non ,etc.) e dalle relative percorrenze. Il programma COPERT stima le emissioni di una data categoria veicolare, a partire dalla curva di emissione “*speed dependent*”, in seguito alla scelta di un valore di velocità media, considerato rappresentativo del relativo ciclo di guida (urbano, extraurbano, autostradale).

Le emissioni da veicoli su strada si possono esprimere come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{\text{hot}} + E_{\text{cold}} + E_{\text{evap}}$$

Dove:

- E_{hot} = emissioni “a caldo” (*hot emissions*), prodotte durante il funzionamento del motore alla temperatura di esercizio (circa 90°C), cioè quando il motore è stabilizzato termicamente.

- E_{cold} = emissioni “a freddo” (*cold over-emissions*), prodotte nella fase di riscaldamento del motore. Comprendono quelle generate durante la partenza a temperatura ambiente e gli effetti del preriscaldamento. Convenzionalmente, sono le emissioni che si verificano quando la temperatura dell’acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C. Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (*exhaust emissions*).
- E_{evap} = emissioni evaporative costituite dai soli NMVOC (composti organici volatili non metanici), dovute all’evaporazione del combustibile. Si possono indicare anche come *non exhaust emissions*.

Le emissioni a caldo sono stimate per tutte le tipologie di veicoli, le emissioni a freddo per i veicoli leggeri, quelle evaporative sono rilevanti solo per i veicoli a benzina.

Dato che diverse situazioni di guida comportano differenti condizioni di funzionamento del motore (quindi differenti tipologie di emissione), il modello COPERT considera tre differenti condizioni di guida che avvengono su percorsi urbani, rurali e autostradali.

L’equazione precedente può essere perciò riscritta nel seguente modo:

$$E = E_{\text{urban}} + E_{\text{rural}} + E_{\text{highway}}$$

con E_{urban} , E_{rural} , E_{highway} = emissione di inquinanti nelle rispettive condizioni di guida.

Le analisi hanno riguardato le seguenti condizioni:

- stato di fatto;
- cantiere;
- *post operam*.

Vi è da sottolineare che la Comunità Europea ha introdotto, da diversi anni, normative specifiche in materia di emissioni degli autoveicoli con lo scopo di diminuire la nocività dei gas di scarico.

Il primo atto formale attraverso il quale sono stati fissati i limiti per le emissioni di ossido di carbonio e di idrocarburi incombusti è stata la direttiva 70/220/CEE, 3 relativa alle misure da adottare contro l’inquinamento atmosferico dovuto ad emissioni da autoveicoli a motore.

Le modifiche successive alla suddetta direttiva e l’introduzione di nuove norme, che hanno differenziato le emissioni dei veicoli commerciali leggeri da quelle dei veicoli pesanti, hanno rafforzato e migliorato la politica comunitaria in questo settore.

Le direttive che, nel corso degli anni, hanno imposto limiti sempre più restrittivi alle emissioni da autoveicoli sono state convenzionalmente denominate norme “Euro” ed hanno dato luogo alla seguente classificazione:

- "pre-Euro 1" indica i veicoli "non catalizzati" a benzina e i veicoli "non ecodiesel": questi veicoli sono i primi ad essere colpiti da eventuali provvedimenti di limitazione;
- "Euro 1" indica i veicoli "ecologici" conformi alla direttiva 91/441/CE. Il rispetto dei limiti di emissione stabiliti da questa direttiva impose l'adozione della "marmitta catalitica" sulle vetture nuove;
- "Euro 2" indica i veicoli "ecologici" conformi alle direttive 93/59/CE e 94/12/CE. I veicoli omologati secondo questa direttiva non potevano più essere immatricolati come nuovi a partire dall'1/1/1996, a meno che non si trattasse di "veicoli di fine serie";
- "Euro 3" indica i veicoli "ecologici" conformi alla direttiva 98/69/CE. A partire dall'1/1/2000 possono essere immatricolate come nuove solo autovetture omologate secondo questa direttiva, a parte il caso di "veicoli di fine serie".
- "Euro 4", costituita dalla seconda parte della tabella dei limiti di emissione compresa nella medesima direttiva 98/69, entrata in vigore per le autovetture immatricolate come nuove a partire dall'1/1/2005.
- "Euro 5", costituita dalla Tabella 1 dell'Allegato I al Regolamento (CE) 715/2007, modificata dal Regolamento (CE) 692/2008. Tale nuova norma, in vigore dal 1° settembre 2009 per gli autoveicoli e dal 1° settembre 2010 per i veicoli pesanti, propone limiti ancora più restrittivi, introducendo un limite al particolato anche per i veicoli a benzina.
- "Euro 6", costituita dalla Tabella 2 dell'Allegato I al Regolamento (CE) 715/2007, modificata dal Regolamento (CE) 692/2008, che entra in vigore dal 1° settembre 2014 per gli autoveicoli e dal 1° settembre 2015 per i veicoli pesanti.

E' indubbio che sul piano normativo molto lavoro sia stato fatto e che le emissioni specifiche per ogni singolo veicolo siano notevolmente diminuite: si stima che le emissioni inquinanti prodotte dagli autoveicoli nuovi siano state ridotte di oltre il 90% rispetto a quelle degli anni '70 e che la nuova legislazione permetterà di ottenere, dopo il 2014, valori ancora più bassi rispetto agli attuali.

Occorre tuttavia non dimenticare che oltre che all'abbassamento delle emissioni specifiche degli autoveicoli imposto dalla normativa, contributi essenziali all'incremento della qualità delle emissioni sono stati dati anche dalla politica di incentivazione alla rottamazione degli autoveicoli vecchi con conseguente svecchiamento del parco, e dalla introduzione obbligatoria di sistemi diagnostici di

bordo (OBD) al fine di consentire una individuazione immediata di ogni guasto dei dispositivi antinquinamento dei veicoli.

E' importante anche ricordare che, oltre l'età di un autoveicolo è fondamentale una buona efficienza dei dispositivi antinquinamento e quindi deve essere considerata come molto valida l'impostazione che la CE sta dando alle direttive più recenti per la soluzione dei problemi di controllo della efficienza degli stessi.

Va preso peraltro atto che, a causa dell'imponente aumento della circolazione, sia in termini di veicoli che di chilometraggio percorso, se queste linee guida non saranno seguite con molto impegno, ben difficilmente potranno essere conseguiti gli obiettivi di qualità dell'aria che la CE si è proposta.

Come vedremo in seguito i valori riportati sopra devono essere ulteriormente elaborati allo scopo di determinare un'emissione media ponderata (espressa in g/veicolo*km) riferita ad un "veicolo equivalente" specifico di ciascun tratto di strada a seconda del traffico esistente (scenario attuale) o previsto (scenario *post operam*).

2.1.6. METODOLOGIA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE

Per le emissioni diffuse sono stati adottati i valori raccolti nell'inventario Regionale delle Emissioni. L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera è aggiornato al 2005. Esso è una raccolta coerente di dati sulle emissioni dei singoli inquinanti raggruppati per:

- attività economica;
- intervallo temporale (anno, mese, giorno, ecc.);
- unità territoriale (regione, provincia, comune, maglie quadrate di 1 km², ecc.);
- combustibile (per i soli processi di combustione).

Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere:

- tramite misure dirette, campionarie o continue;
- tramite stima.

La misura diretta delle emissioni può essere effettuata, ove è possibile, solo per alcuni impianti industriali, di solito schematizzati come sorgenti puntuali. Tra questi, solo per alcuni è attuata la misura in continua.

Per tutte le altre sorgenti, denominate sorgenti diffuse (piccole industrie, impianti di riscaldamento, sorgenti mobili, ecc.), si deve ricorrere a stime. Vengono presi in considerazione i seguenti principali inquinanti dell'aria:

- ossidi di zolfo (SO_2+SO_3);
- ossidi di azoto ($\text{NO}+\text{NO}_2$);
- composti organici volatili, con l'esclusione del metano, (COVNM);
- monossido di carbonio (CO);
- particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10});
- particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron ($\text{PM}_{2,5}$);
- ammoniaca (NH_3);
- benzene (C_6H_6);
- principali idrocarburi policiclici aromatici (PAHs);
- metalli pesanti;
- gas serra.

Sono state inoltre registrate le emissioni di eventuali altri inquinanti documentati dalle aziende nell'ambito degli adempimenti al D.P.R. 203/88.

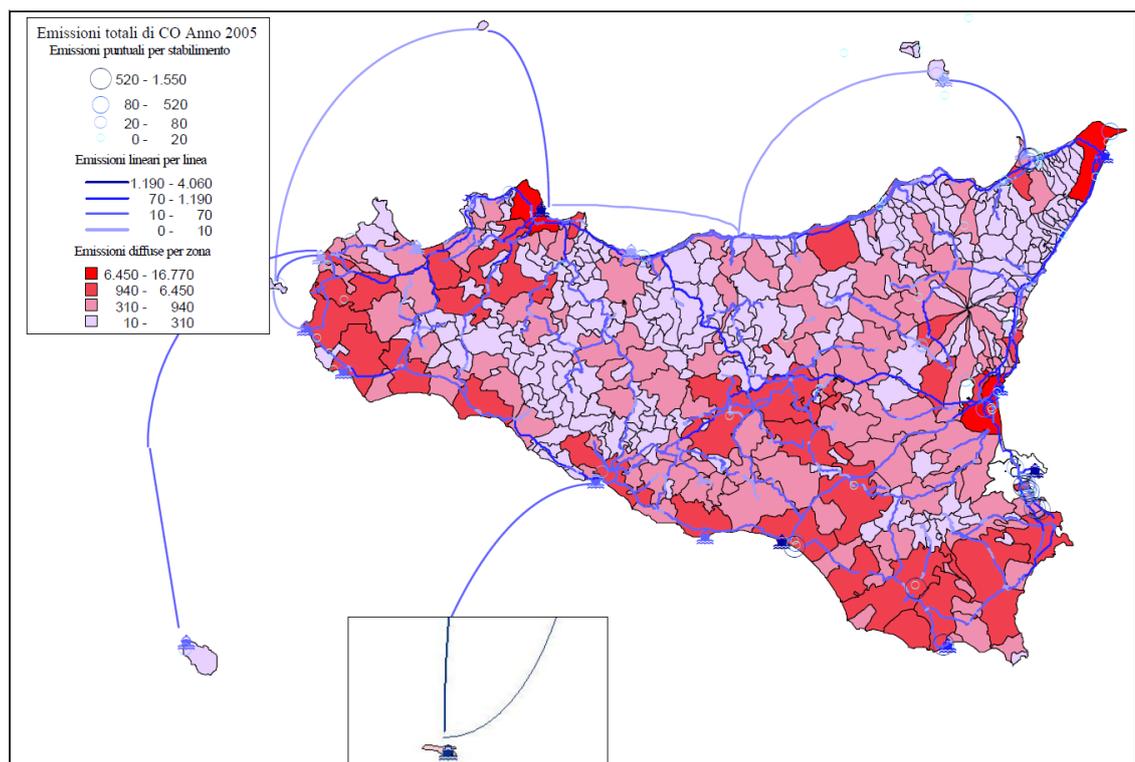


Figura 35 – Emissioni di CO in tonnellate – Anno 2005

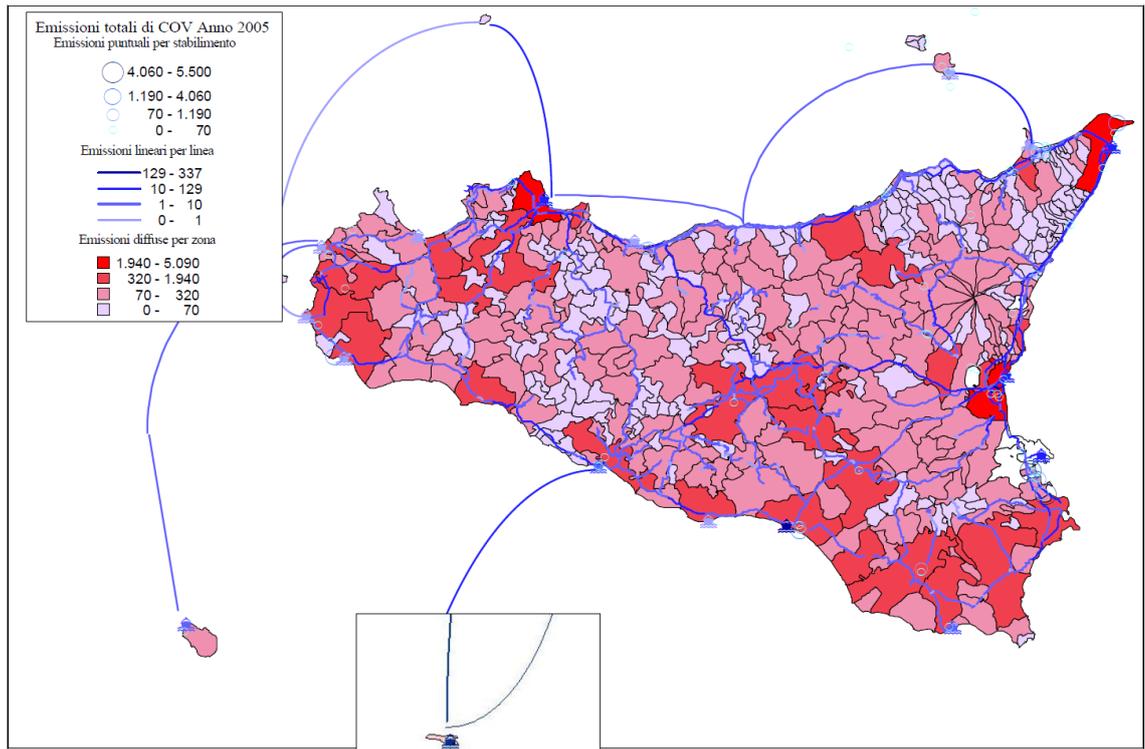


Figura 36 – Emissioni di COV in tonnellate – Anno 2005

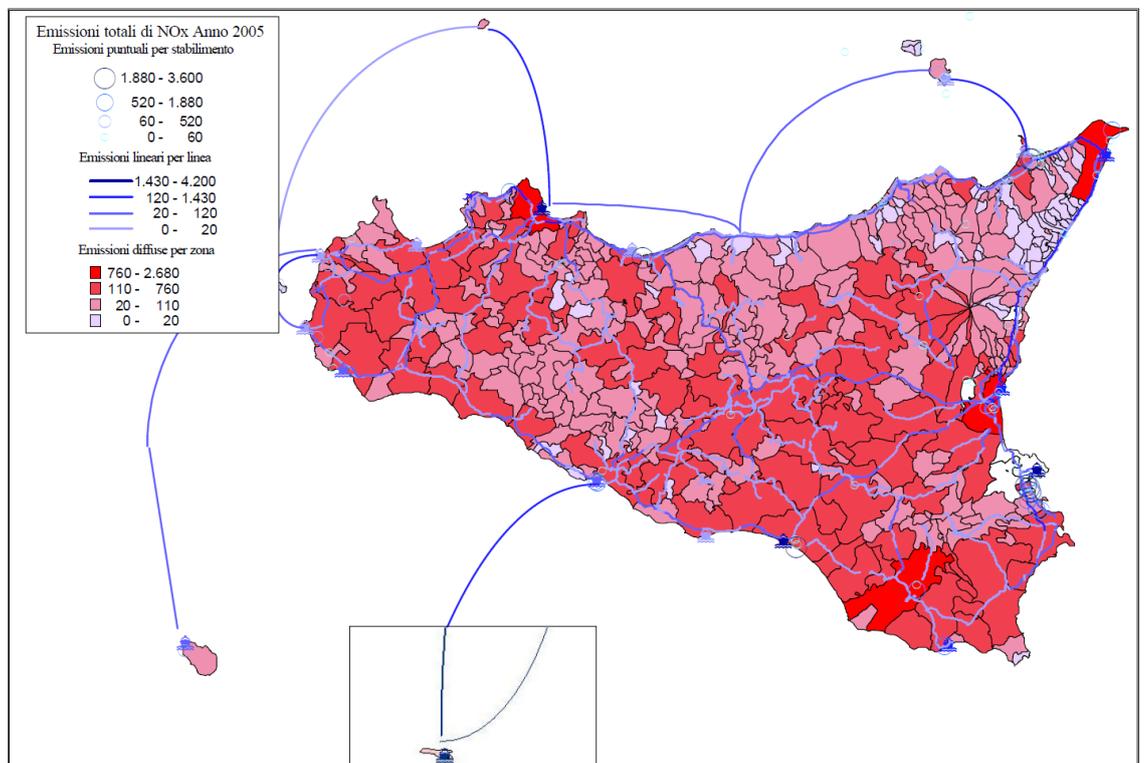


Figura 37 – Emissioni di NOX in tonnellate – Anno 2005

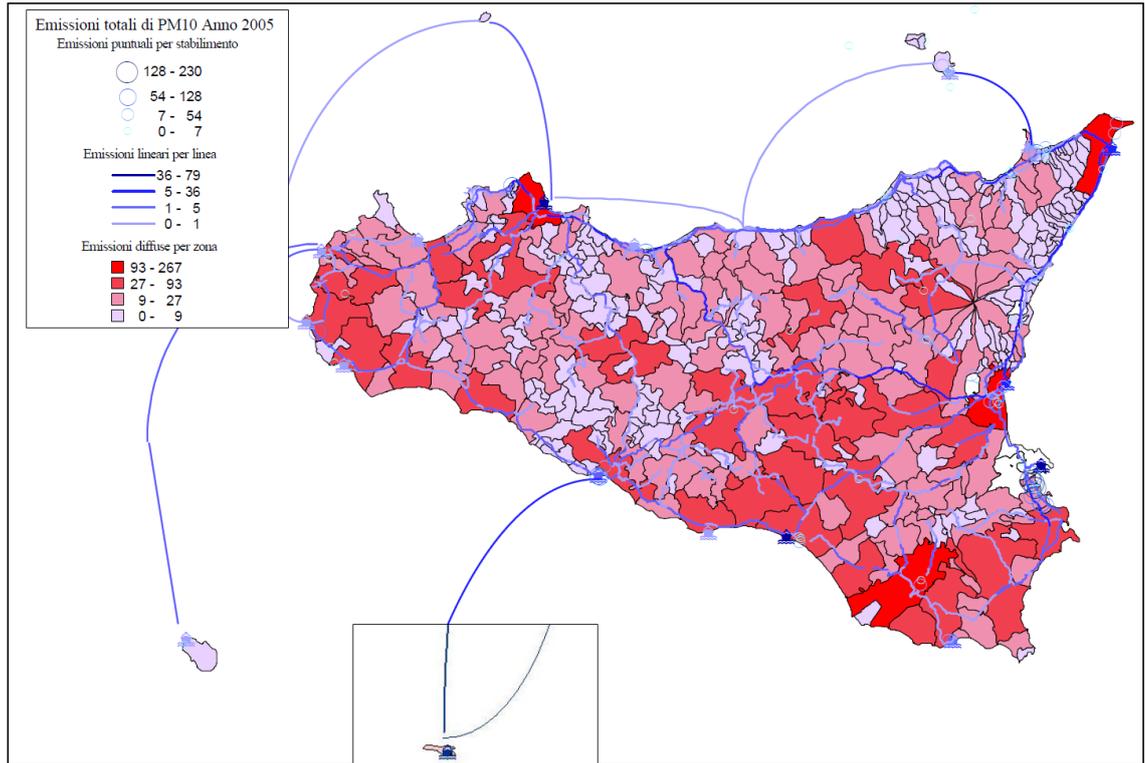


Figura 38 – Emissioni di PM 10 in tonnellate – Anno 2005

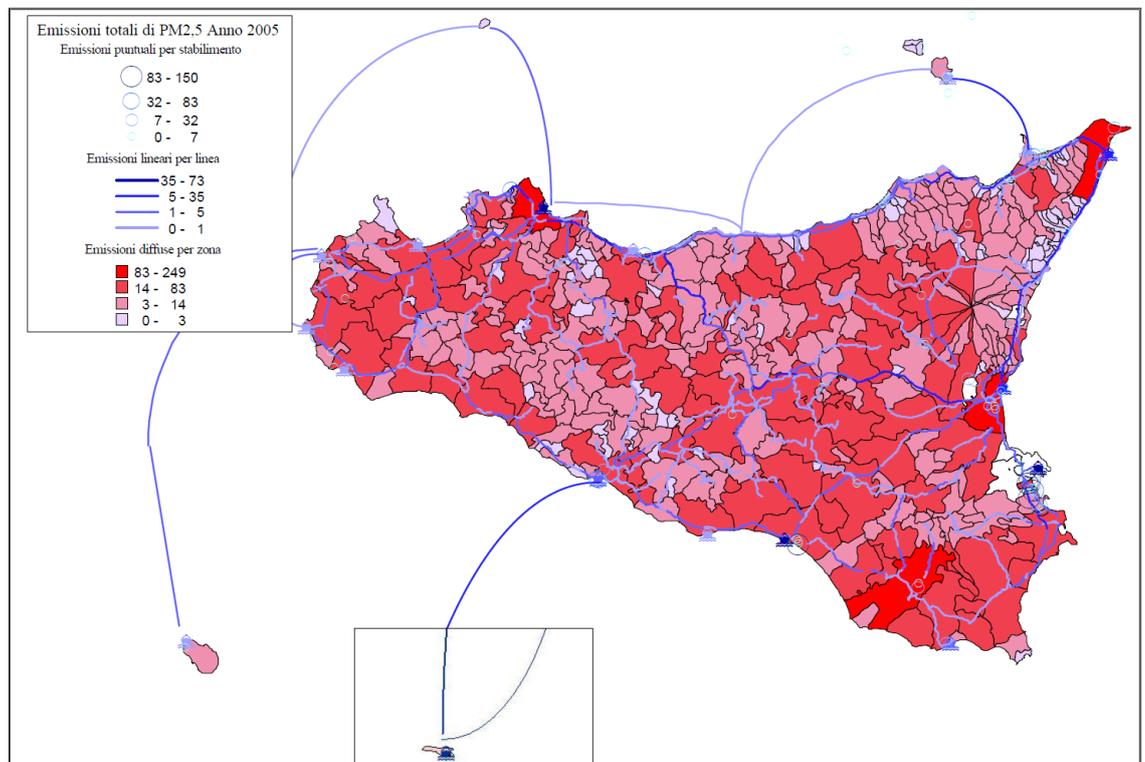


Figura 39 – Emissioni di PM 2,5 in tonnellate – Anno 2005

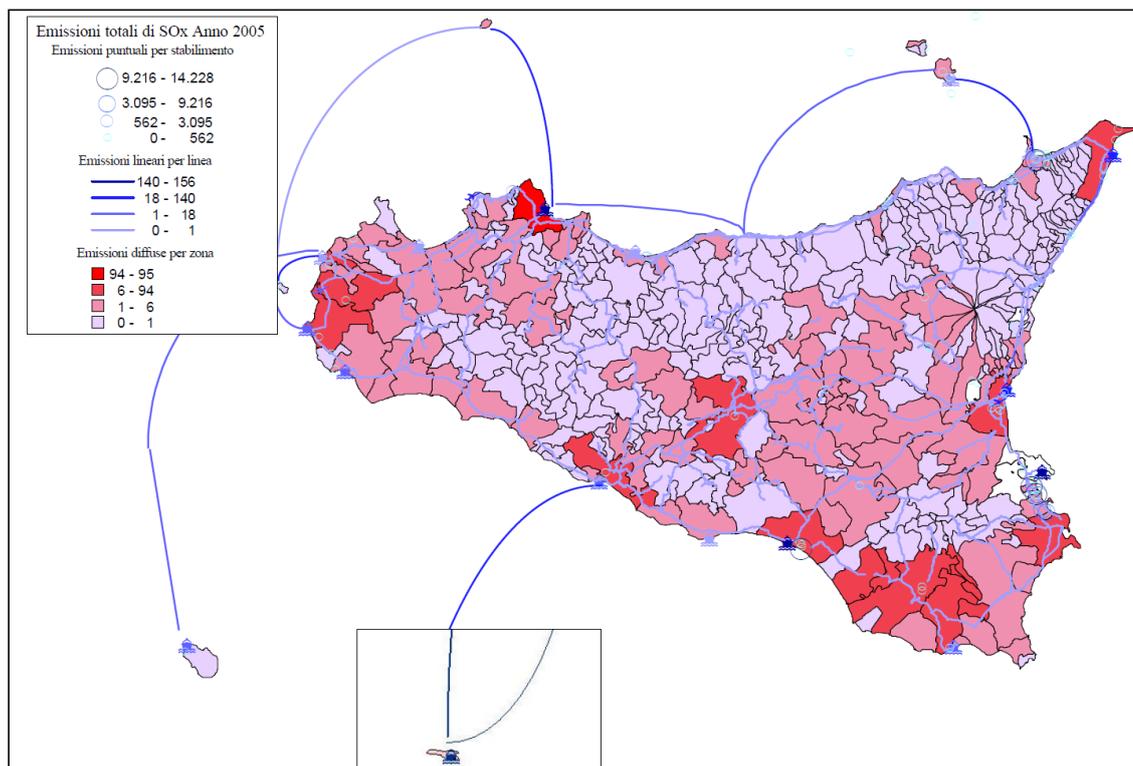


Figura 40 – Emissioni di SOX in tonnellate – Anno 2005

2.1.7. METODOLOGIA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE

Le emissioni prodotte nell'area portuale normalmente derivano dalla combustione dei motori delle navi, ma possono anche essere associate ad evaporazione dei prodotti trasportati (emissione evaporative). Tali emissioni sono normalmente distinte in emissioni con effetti su scala globale (CO₂ ed altri gas ad effetto serra) ed emissioni con effetti su scala locale e regionale (CO, NO_x, COV, SO₂ e PM10).

All'interno dell'*Atmospheric Emission Inventory Guidebook* dell'EEA, nel capitolo dedicato alla navigazione, sono riportate alcune utili osservazioni sul contributo emissivo dovuto alle attività connesse al traffico marittimo.

Su scala europea, le emissioni di NO_x e di SO₂ attribuibili al traffico nazionale possono raggiungere valori importanti rispetto al totale delle emissioni nazionali e si noti che le emissioni dovute al traffico nazionale, generalmente, rappresentano solo una piccola percentuale delle emissioni derivanti dal traffico marittimo internazionale.

Su scala mondiale, si stima che la navigazione sia responsabile di circa il 5 – 12% e di circa il 3 – 4% delle emissioni antropogeniche, rispettivamente, di NO_x ed SO₂.

Si stima, ad esempio, che le emissioni totali di NO_x derivanti dalle attività di navigazione nell'Atlantico nord-orientale siano in prima approssimazione equivalenti alle emissioni totali di Francia e Danimarca, e leggermente superiori alle emissioni

attribuite al traffico stradale in Germania nel 1990. Per quanto riguarda l'SO₂, le emissioni navali sono stimate equivalenti alle emissioni totali della Francia.

La metodologia MEET (*Methodology for Estimate air pollutant Emissions from Transport*), sviluppata da Carlo Trozzi e Rita Vaccaro nell'ambito di un progetto finanziato dalla Commissione Europea, fornisce utili suggerimenti per stimare le emissioni prodotte dal traffico navale nell'area circoscritta del porto, definendo la struttura dei dati da raccogliere per descrivere il traffico marittimo e fornendo una metodologia organica per stimare le emissioni di inquinanti prodotti dalle navi.

A seconda delle informazioni disponibili, vengono proposte due metodologie:

- METODOLOGIA SEMPLIFICATA, ideale per descrivere le realtà nelle quali non sia possibile disporre di informazioni sulle attività portuali o nelle quali il traffico navale sia costituito per lo più da navi che 'attraversano' il porto, senza ormeggiare e stazionare a lungo;
- METODOLOGIA DETTAGLIATA, ideale per descrivere le realtà in cui sia possibile, per ognuna delle navi che transitano nel porto, distinguere le diverse fasi in cui le emissioni si possono generare:
 - approccio e ormeggio nei porti;
 - stazionamento in porto;
 - partenza dal porto;
 - navigazione.

2.1.7.1. METODOLOGIA SEMPLIFICATA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA NAVI

Per poter applicare la metodologia semplificata è necessario conoscere:

- il tipo di nave;
- il numero di giorni di navigazione;
- il tipo di motore;
- il tipo di combustibile utilizzato.

CODICE	NOME
BFO	Bunker Fuel Oil
MDO	Marine Diesel Oil
MGO	Marine Gas Oil
GF	Gasoline Fuel

Figura 41 – Classificazione dei combustibili

CODICE	NOME
SB	Solid Bulk
LB	Liquid Bulk
GC	General Cargo
CO	Container
PC	Passenger/Ro-Ro/Cargo
PA	Passenger
HS	High Speed Ferries
IC	Inland Cargo
SS	Sail Ships
TU	Tugs
FI	Fishing
OT	Other

Figura 42 – Classificazione tipi di nave

CODICE	NOME
SE	Steam turbines
HS	High speed motor engines
MS	Medium speed motor engines
SS	Slow speed motor engines
IP	Inboard engines – pleasure craft (solo per la metodologia dettagliata)
OP	Outboards engines (solo per la metodologia dettagliata)
TO	Tanker loading and offloading (solo per la metodologia dettagliata)

Figura 43 – Classificazione motori

Note queste informazioni, l'emissione totale sarà data da:

$$E_i = \sum_{jkl} E_{ijkl}$$

con:

$$E_{ijkl} = S_{jk}(GT) \cdot t_{jkl} \cdot F_{ijl}$$

dove:

i = tipo di inquinante

j = tipo di combustibile

k = tipo di nave

l = tipo di motore

E_i = emissione totale per l'inquinante i -esimo

E_{ijkl} = emissione totale per l'inquinante i -esimo dovuta all'uso del combustibile j , su una nave di tipo k e con un motore di tipo l

$S_{jk}(GT)$ = consumo giornaliero del combustibile j per la nave di tipo k

t_{jkl} = giorni di navigazione della nave di tipo k con motore di tipo l e combustibile di tipo j

F_{ijl} = fattore di emissione medio dell'inquinante i -esimo nei motori di tipo l con combustibile di tipo j

Nel caso in cui si sappia che le navi non solo attraversano il porto, ma compiono delle manovre di attracco seguite da brevi stazionamenti, si può assumere che, durante le fasi di ormeggio e stazionamento, il consumo giornaliero di combustibile sia circa la metà

di quello caratteristico della fase di navigazione: in questo caso, t_{jkl} sarà dato dalla somma dei giorni di navigazione e della metà dei giorni di manovra e stazionamento.

2.1.7.2. METODOLOGIA DETTAGLIATA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DA NAVI

Per applicare la metodologia dettagliata è necessario conoscere il numero di giorni che una nave trascorre in una ben determinata fase.

CODICE	NOME
C	Cruising
M	Maneuvering
H	Hotelling
T	Tanker offloading
A	Auxiliary generators

Figura 44 – Classificazione fasi di emissione

L'emissione totale sarà data da:

$$E_i = \sum_{jklm} E_{ijklm}$$

con:

$$E_{ijklm} = S_{jkm} (GT) \cdot t_{jklm} \cdot F_{ijlm}$$

dove:

i = tipo di inquinante
 j = tipo di combustibile
 k = tipo di nave

l = tipo di motore
 m = tipo di fase

E_i = emissione totale per l'inquinante i -esimo

E_{ijklm} = emissione totale per l'inquinante i -esimo dovuta all'uso del combustibile j , su una nave di tipo k , con un motore di tipo l e nella fase m

$S_{jkm} (GT)$ = consumo giornaliero del combustibile j per la nave di tipo k nella fase m

t_{jklm} = giorni di navigazione della nave di tipo k con motore di tipo l e combustibile di tipo j nella fase m

F_{ijlm} = fattore di emissione medio dell'inquinante i -esimo nei motori di tipo l con combustibile di tipo j durante la fase m

A causa dell'inadeguatezza delle informazioni disponibili per l'applicazione completa della procedura dettagliata, è stata adottata una metodologia semplificata basata sui risultati della commissione europea per la quantificazione delle emissioni da traffico navale, che, nel suo rapporto finale, fornisce una tabella con i fattori di emissione per i principali inquinanti in funzione del tipo di nave della fase in cui si trova (indipendentemente dal tipo di motore e dal combustibile utilizzato).

La tabella che segue schematizza l'insieme dei dati utilizzati e le relative fonti.

TIPI DI NAVE ESISTENTI	DATI CAPITANERIA DI PORTO
FASI POSSIBILI DELLA NAVE	METODOLOGIA SEMPLIFICATA MEET
CONSUMO GIORNALIERO DELLE NAVI	METODOLOGIA SEMPLIFICATA MEET
FATTORI DI EMISSIONE PER INQUINANTE	European Commission – Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community (summary and chapter 1, 2), Final Report – Luglio 2002

Figura 45 – Elenco dei dati raccolti per la compilazione dell'inventario e relativa fonte

Le diverse fasi in cui si può trovare una nave sono tre e sono definite nella metodologia MEET di Trozzi, Vaccaro (coincidenti anche con quelle definite nel report della Commissione Europea):

- manovra;
- navigazione;
- stazionamento.

La fase di navigazione in realtà è solamente definita, ma non viene considerata nel calcolo delle emissioni portuali; questo perché il dominio di simulazione coincide sostanzialmente con l'area portuale e, all'interno di tale area, le navi si trovano o in fase di manovra o in fase di stazionamento.

Nel report della Commissione Europea, scelta una determinata fase, ad ogni tipo di nave e ad ogni inquinante corrisponde un fattore di emissione espresso in kg/(t di combustibile).

Il tipo di nave e la stazza sono stati presi dai dati di traffico attuale, i consumi sono stati calcolati secondo una metodologia indicata da Trozzi — Vaccaro che, a partire dalla stazza lorda e dal tipo di nave, moltiplicando la stazza lorda di una nave per due coefficienti che dipendono dal tipo di nave stessa, permette di ottenere il consumo medio giornaliero di combustibile (t/giorno) al 100% della potenza.

Ship types	Average consumption (t/day)	Consumption at full power (t/day) as function of gross tonnage (GT) (°)
Solid bulk	33.80	$C_{jk} = 20.186 + .00049 * GT$
Liquid bulk	41.15	$C_{jk} = 14.685 + .00079 * GT$
General Cargo	21.27	$C_{jk} = 9.8197 + .00143 * GT$
Container	65.88	$C_{jk} = 8.0552 + .00235 * GT$
Passenger/Ro-Ro/Cargo	32.28	$C_{jk} = 12.834 + .00156 * GT$
Passenger	70.23	$C_{jk} = 16.904 + .00198 * GT$
High speed ferry	80.42	$C_{jk} = 39.483 + .00972 * GT$
Inland cargo	21.27	$C_{jk} = 9.8197 + .00143 * GT$
Sail ships	3.38	$C_{jk} = .42682 + .00100 * GT$
Tugs	14.35	$C_{jk} = 5.6511 + .01048 * GT$
Fishing	5.51	$C_{jk} = 1.9387 + .00448 * GT$
Other ships	26.40	$C_{jk} = 9.7126 + .00091 * GT$
All ships	32.78	$C_{jk} = 16.263 + 0.001 * GT$

(°) j, fuel; k, ship class

Figura 46 – Consumo giornaliero medio al 100% della potenza e coefficienti di regressione lineare per il calcolo del consumo giornaliero in funzione della stazza lorda.

Per calcolare poi il consumo nelle tre fasi, ad ogni fase è associato un coefficiente moltiplicativo p_m minore di 1 (0.80 per la fase di navigazione, 0.40 per quella di manovra e 0.20 per quella di stazionamento) che tiene conto del fatto che il motore di una nave non si trova mai nelle condizioni di massima potenza:

$$S_{km}(GT) = C_{km}(GT) * p_m$$

dove:

GT = stazza lorda

$S_{km}(GT)$ = consumo giornaliero di combustibile per la nave di tipo k nella fase m

$C_{km}(GT)$ = consumo giornaliero di combustibile per la nave di tipo k al 100% della potenza (come funzione della stazza lorda) – in tabella indicato con C_{jk}

p_m = frazione del consumo di combustibile nella fase m

A questo punto, per ogni nave in stazionamento o in manovra all'interno del porto, sono noti tutti i fattori moltiplicativi che compaiono nella formula per il calcolo delle emissioni; è, quindi, possibile procedere al calcolo secondo la relazione già commentata.

Data una nave, fissate la fase e l'inquinante, l'emissione si ottiene moltiplicando fra loro:

- il consumo caratteristico di ogni nave in quella fase;

- il tempo complessivo in cui la nave si è trovata in quella determinata fase;
- il fattore di emissione corrispondente.

2.1.8. ANALISI DEI DATI AMBIENTALI DESUNTI SUL TERRITORIO

Così come prescritto dal S.A.P.I., vista la mancanza di una centralina di rilevamento nel Comune di Marsala, si è fatto riferimento ad un laboratorio mobile posizionato presso il porto di Trapani nell'anno 2009.

7.1. **Atmosfera:** la misura della qualità dell'aria è effettuata tramite analizzatori di inquinanti che funzionano in continuo, posizionati all'interno di cabine, presenti negli agglomerati e nelle zone definiti ai sensi del D. Lgs. 351/99. Nel caso di Marsala si potrà fare riferimento alla stazione più vicina localizzata a Trapani. In particolare si dovrà considerare il superamento dei limiti di

- ✓ biossido di zolfo (SO₂);
- ✓ biossido di azoto (NO₂);
- ✓ monossido di carbonio (CO);
- ✓ particolato (PM₁₀);
- ✓ benzene (C₆H₆);
- ✓ ozono (O₃);

Figura 47 – Prescrizioni del S.A.P.I. da tenere in conto nella redazione del S.A.I.

Infatti, l'Arpa Sicilia, in accordo con il Comune di Trapani, ha condotto una campagna di rilevamento della qualità dell'aria nel territorio del Comune utilizzando il proprio laboratorio mobile per la Qualità dell'Aria.

Il laboratorio è stato installato nel piazzale antistante la banchina Sanità Ovest nel Porto di Trapani.

La campagna di monitoraggio è stata effettuata nel seguente periodo:

- 08 ottobre/2009 - 13 novembre 2009,

I parametri chimici e meteorologici monitorati, in conformità ai dettami tecnici definiti dall'allegato VIII del D.M. n. 60 del 02/04/2002 e dal D.lgs n. 183 del 21/05/04, sono qui di seguito elencati:

- Monossido di Carbonio (CO);
- Biossido di zolfo (SO₂);
- Biossido di azoto (NO₂);
- Ossidi di azoto (NO_x);
- Ozono (O₃);
- Idrocarburi (CH₄ - NMHC);
- Benzene (BTX);
- Particolato (PM₁₀ - PM_{2,5});
- Parametri meteo (DV, VV, PRES, UR, TEMP, RAD, PIOGGIA).

Nella sottostante fotografia satellitare viene riportato il sito di monitoraggio e i risultati della campagna.



Figura 48 – Posizione della stazione di monitoraggio

Monossido di carbonio (CO)

Il valore massimo di concentrazione oraria registrato durante le campagne di monitoraggio è stato pari a 0.84 mg/m³ misurato giorno 12 novembre alle ore 19:00.

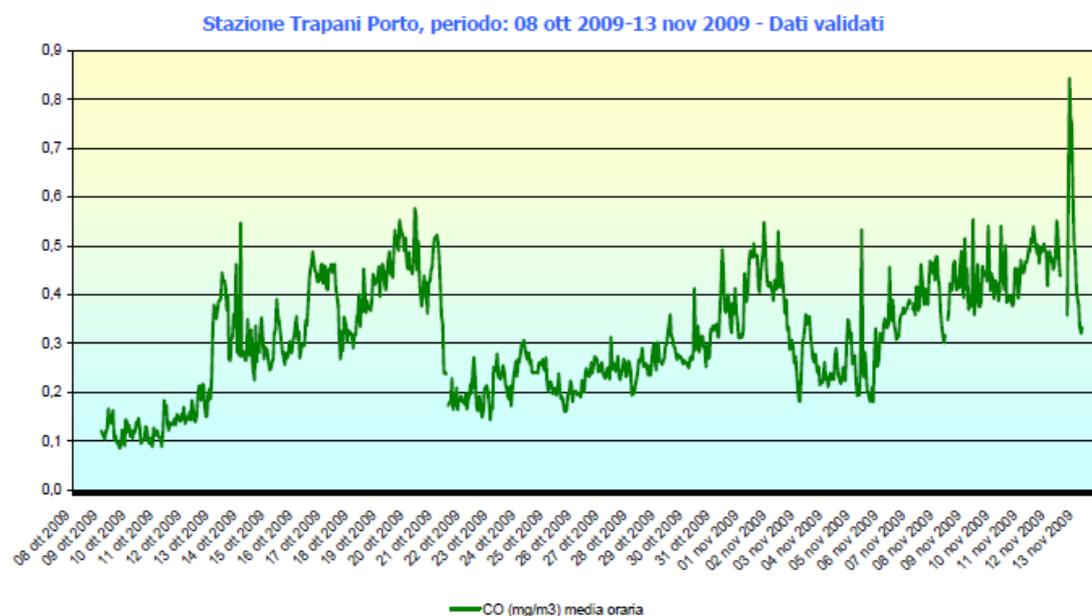


Figura 49 – Andamento temporale delle concentrazioni del monossido di carbonio

Biossido di zolfo (SO_2)

I valori massimi di concentrazione registrati durante le campagne di monitoraggio sono stati pari a:

- concentrazione oraria $4.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 20 ottobre alle ore 24:00;
- concentrazione giornaliera $1.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 20 ottobre.

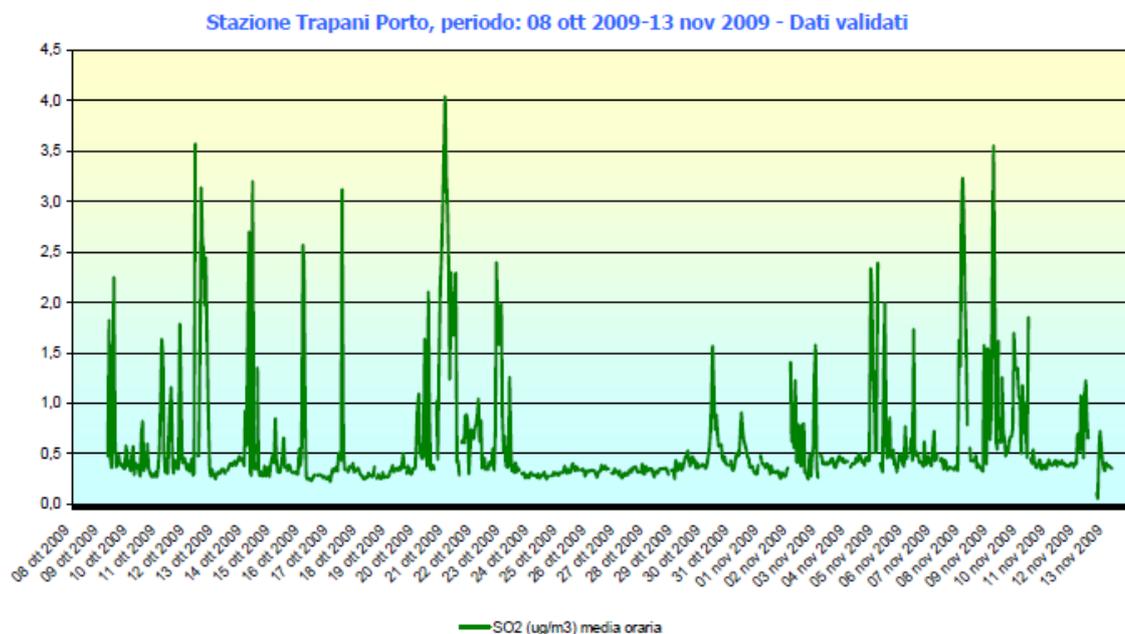


Figura 50 – Andamento temporale delle concentrazioni media oraria di biossido di zolfo

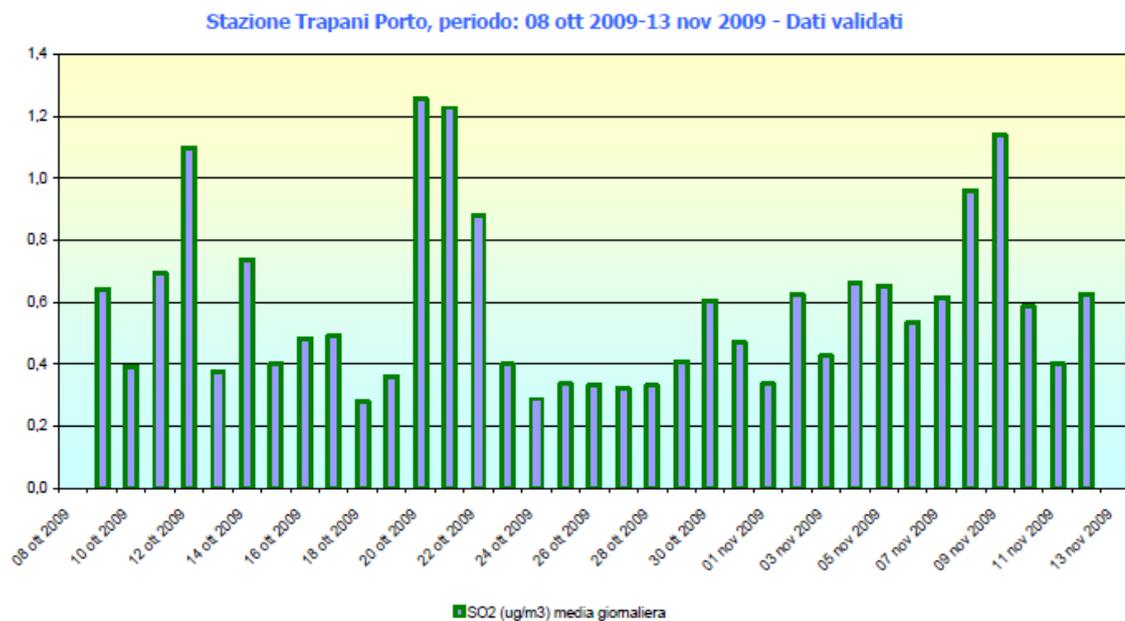


Figura 51 – Andamento temporale delle concentrazioni media giornaliera di biossido di zolfo

Biossido di azoto (NO_2)

Durante il periodo di misura non sono stati registrati superamenti del valore limite orario di NO_2 , pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I valore massimo di concentrazione oraria registrato

durante le campagna di monitoraggio è stato pari a: $164.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 09 novembre alle ore 8:00.

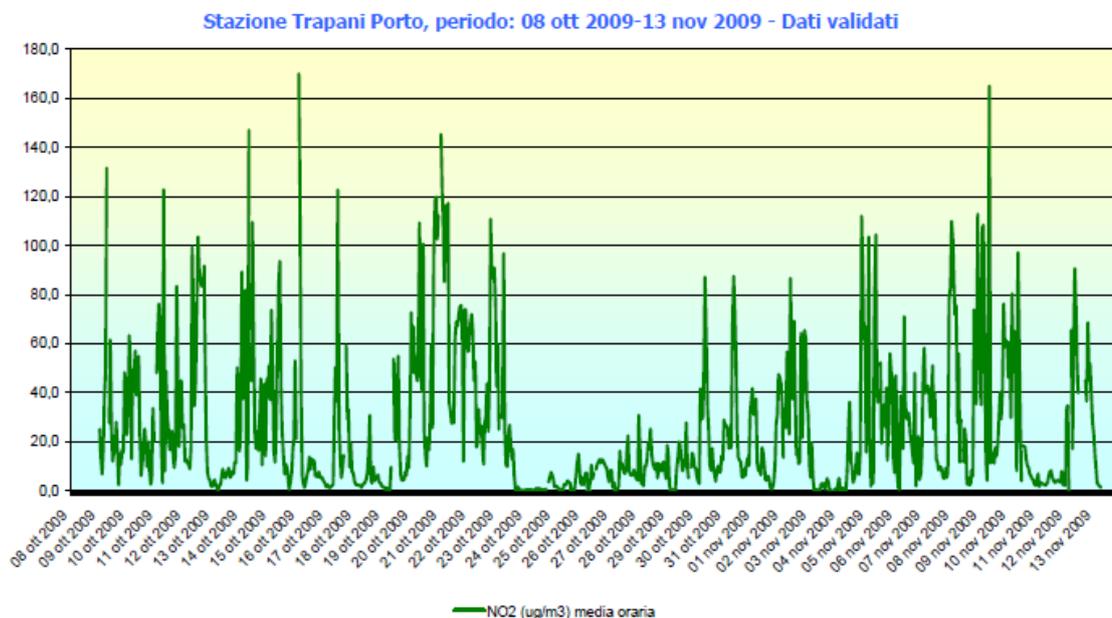


Figura 52 – Andamento temporale delle concentrazioni media oraria di biossido di azoto

Ossidi di azoto (NO_x)

Per NO_x non è previsto un valore limite di legge per la protezione della salute umana ma solo un valore limite annuale per la protezione della vegetazione, del quale non è possibile valutare il rispetto essendo il periodo di campionamento inferiore ad un anno. I valore massimo di concentrazione oraria registrato durante le campagna di monitoraggio è stato pari a: $210.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 09 novembre alle ore 8:00.

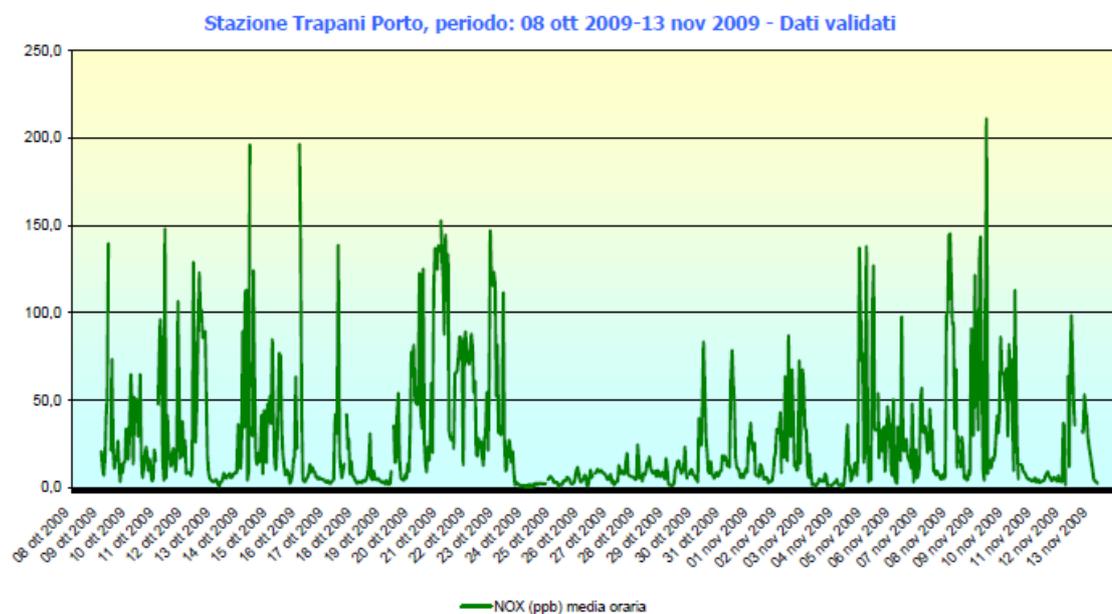


Figura 53 – Andamento temporale delle concentrazioni media oraria degli ossidi di azoto

Ozono (O₃)

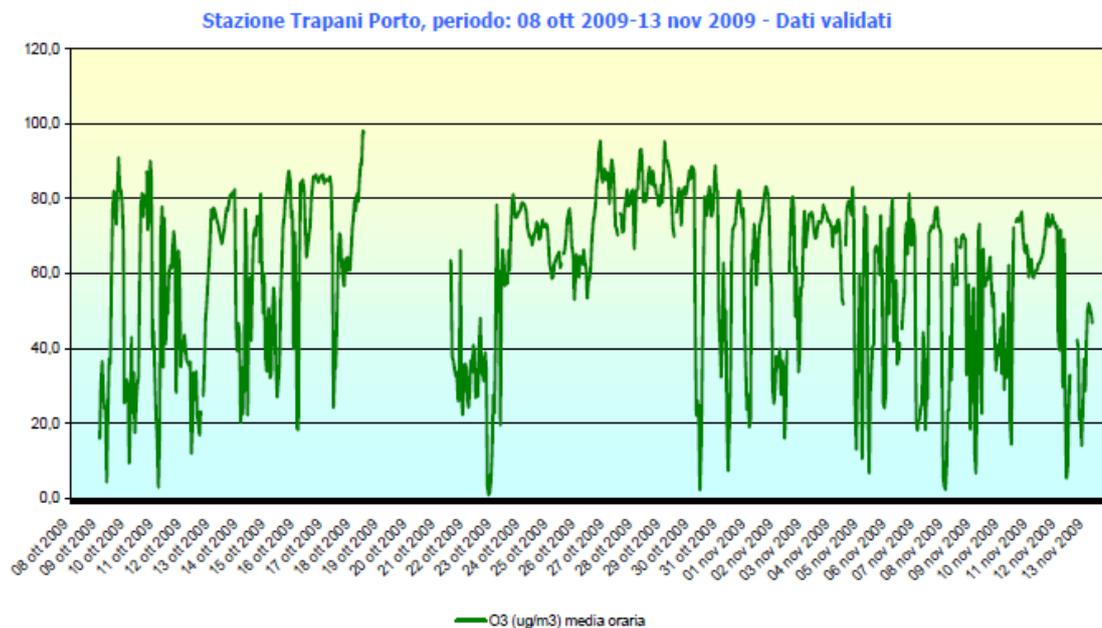


Figura 54 – Andamento temporale della concentrazione media oraria dell'ozono

Particolato (PM₁₀ e PM_{2,5})

La determinazione di PM₁₀ e PM_{2,5}, durante la campagna di monitoraggio, è stata effettuata in continuo con lettura a raggi beta.

A causa di un problema strumentale non sono stati acquisiti i dati in continuo dai seguenti periodi: 13-17 ottobre, 23-25 ottobre e 04- 12 novembre.

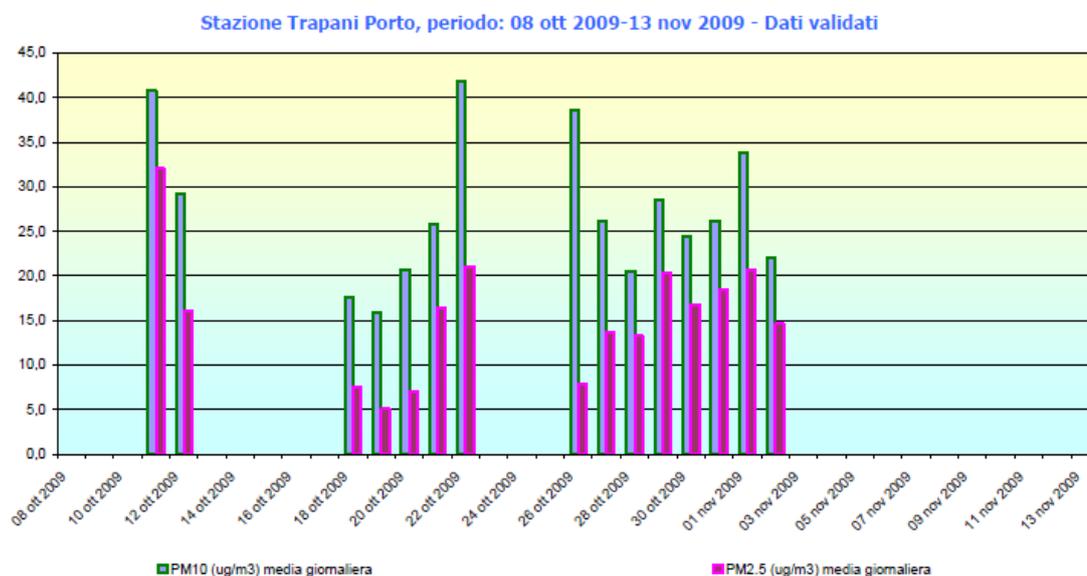


Figura 55 – Andamento temporale della concentrazione media giornaliera dei particolati

Il valore massimo di concentrazione giornaliera di PM₁₀ registrato durante la campagna di monitoraggio è il seguente:

- PM_{10} $41.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 22 ottobre.

Il valore massimo di concentrazione giornaliera di $PM_{2,5}$ registrato durante la campagna di monitoraggio è il seguente:

- $PM_{2,5}$ $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 11 ottobre.

Benzene, Toluene, Ethylbenzene, O-xylene

Il valore massimo di concentrazione oraria registrato durante le campagne di monitoraggio è stato pari a:

- $3.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurato giorno 15 ottobre alle ore 16:00 mentre, il valore medio dell'intero periodo è stato pari a $0.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Metano (CH₄) ed Idrocarburi non metanici (NMHC)

I valori massimi di concentrazione oraria registrati durante la campagna di monitoraggio sono stati pari a:

- concentrazione oraria di Metano (CH_4) $1248.6 \mu\text{g-C}/\text{m}^3$ misurato giorno 21 ottobre alle ore 9:00;
- concentrazione oraria di Idrocarburi non metanici (NMHC) $381.2 \mu\text{g-C}/\text{m}^3$ misurato giorno 20 ottobre ore 7:00.

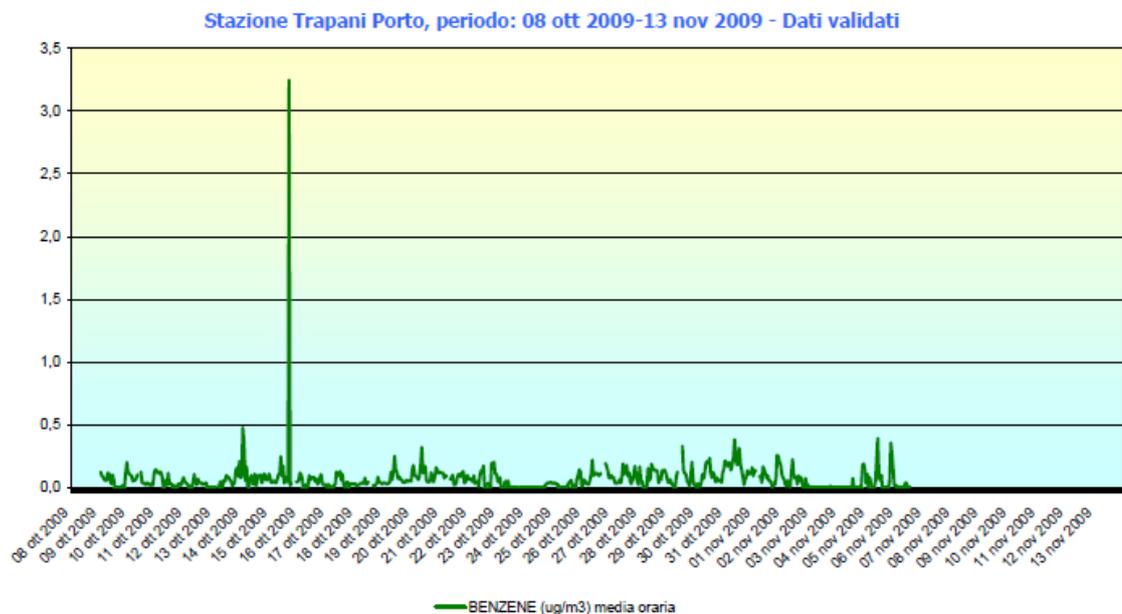


Figura 56 – Andamento temporale della concentrazione media oraria del benzene

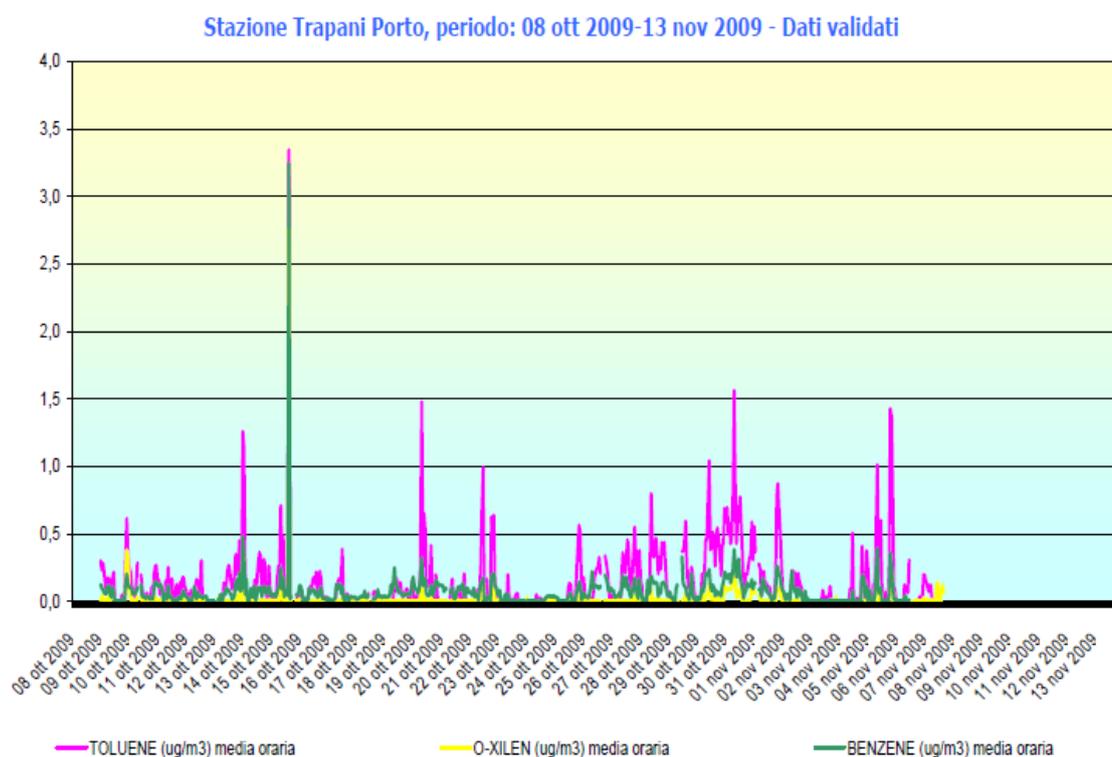


Figura 57 – Andamento temporale della concentrazione media oraria del toluene, O-Xilen e Benzene

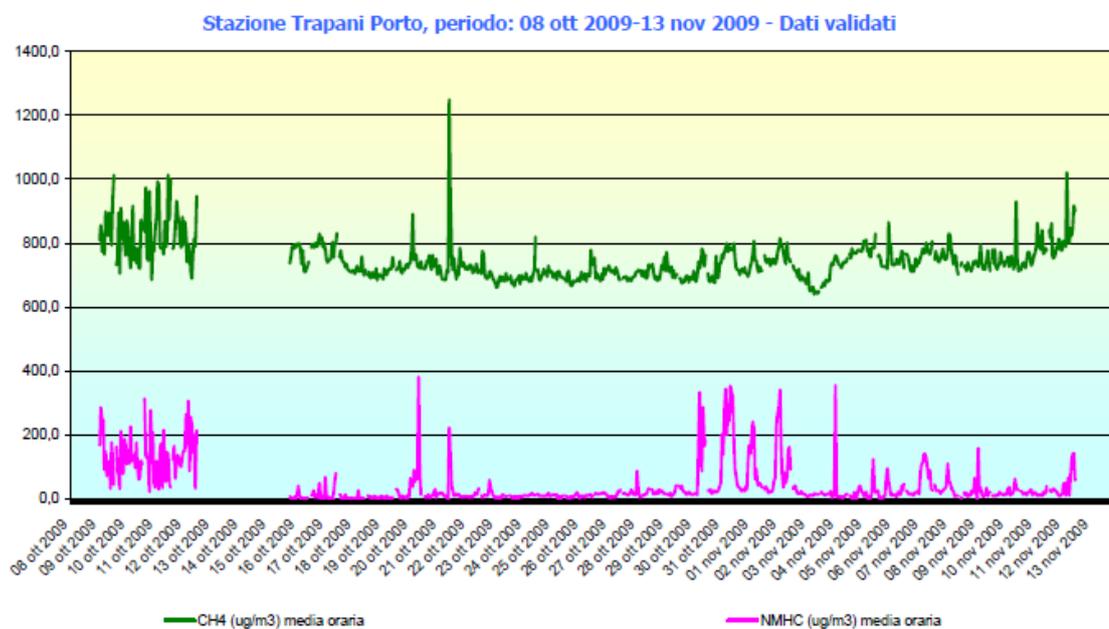


Figura 58 – Andamento temporale della concentrazione media oraria del metano e degli idrocarburi non metanici

Come si ha avuto modo di vedere durante il periodo di rilevamento, come evidenziato precedentemente, tutti i valori sono risultati al di sotto dei corrispondenti limiti normativi dell'epoca.

I valori di Benzene come media dell'intero periodo di monitoraggio ($0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono ampiamente al di sotto del valore obiettivo indicato dalla Normativa vigente all'epoca, inoltre i rapporti tra Benzene – Toluene – Orto-Xilene rispettano il rapporto di concentrazione caratteristico per emissione da veicoli.

2.1.9. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

I dati di partenza assunti come riferimento per lo studio dell'impatto atmosferico nello stato di fatto sono:

- la caratterizzazione fisica degli scenari micro-meteorologici;
- le emissioni relative alle principali infrastrutture di comunicazione nelle condizioni attuale;
- la stima dei veicoli pesanti ed il regime di traffico indotto dalla movimentazione dei mezzi pesanti nei principali tratti stradali dell'area considerata;
- la stima delle emissioni relative alle azioni di carico e scarico delle navi desunte dalle notizie di traffico fornite dalla locale Capitaneria.

2.1.9.1. DATI METEOROLOGICI

Dagli andamenti di temperatura e velocità del vento si sono ricavati i dati meteorologici necessari per l'esecuzione del modello matematico diffusivo che ha permesso di valutare la diffusione atmosferica delle emissioni inquinanti. La conoscenza del campo di vento permette, infatti, di indicare gli effetti sinergici delle diverse sorgenti di inquinamento.

Tali dati di ingresso hanno determinato le condizioni più rappresentative per la dispersione degli inquinanti.

Come già detto in precedenza i dati forniti ed utilizzati (anno 2014/2015) non presentano lacune (assenza completa del dato) ed anomalie, ed inoltre subiscono quotidianamente un processo di controllo della qualità e successiva validazione.

In alcune simulazioni di scenario sono state considerate caratteristiche meteorologiche e dispersive medie per un giorno o per un periodo; in altre parole, è stato ricostruito l'andamento orario delle grandezze dinamiche e termiche, a partire dall'analisi statistica di periodi corrispondenti, effettuata sulla serie di dati disponibili.

È stato, quindi, definito un giorno-tipo o periodo-tipo (settimana, stagione, anno) su cui eseguire il modello; in questi casi, il confronto fra le concentrazioni calcolate e misurate è stato possibile per quei casi in cui, anche per le concentrazioni misurate, sia stato

possibile produrre una statistica consolidata relativa all'intervallo considerato (in questa analisi si è scelto un periodo pari ad un anno).



Figura 59 – Rappresentazione della Direzione media del vento (2014 – 2015)

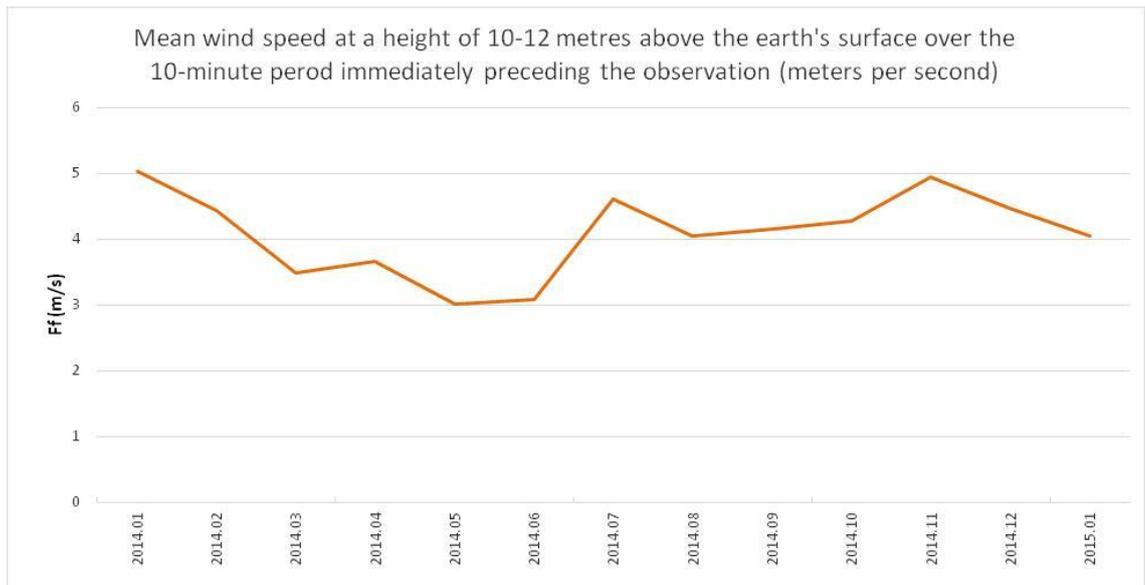


Figura 60 – Valori della velocità del vento mediati per ogni mese nel periodo 2014 – 2015

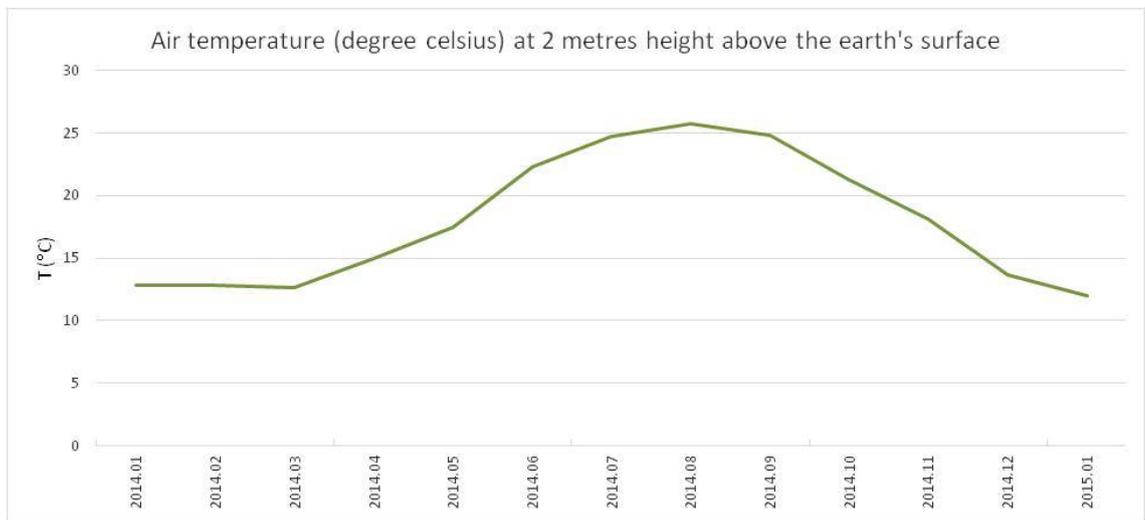


Figura 61 – Valori della temperatura mediati per ogni mese nel periodo 2014 – 2015

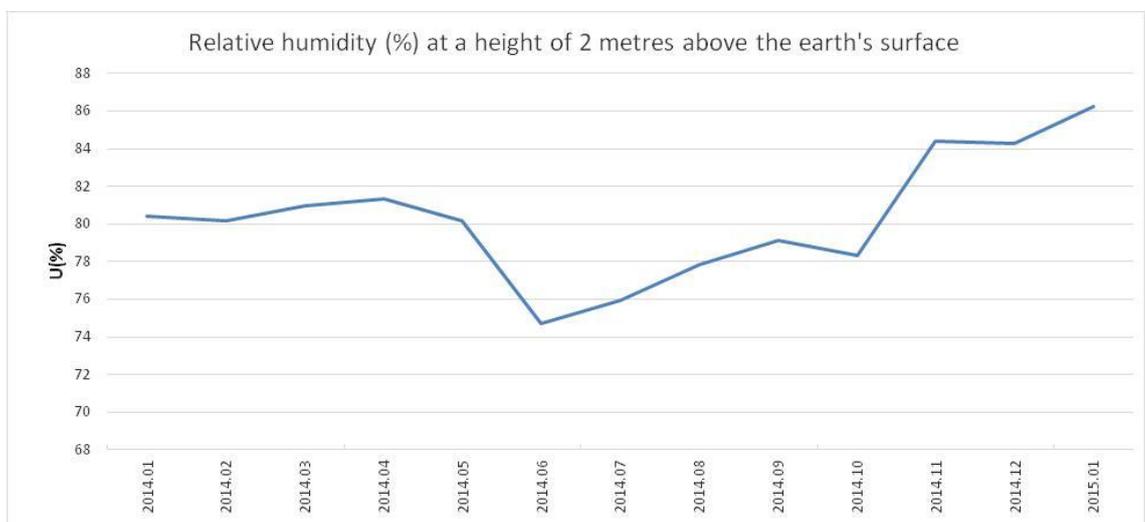


Figura 62 – Valori dell'umidità relativa mediati per ogni mese nel periodo 2014 – 2015

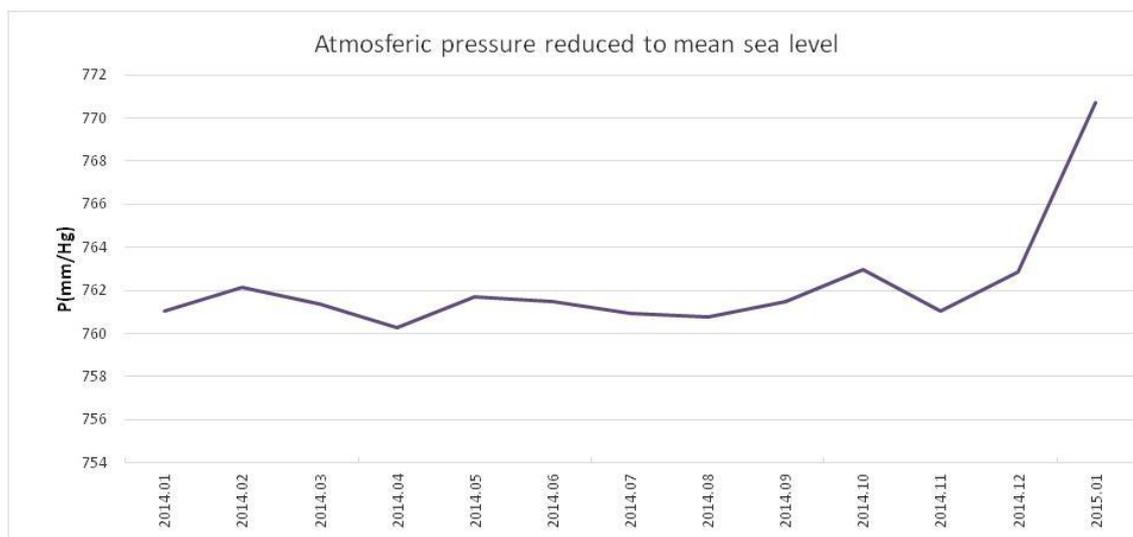


Figura 63 – Valori pressione atmosferica mediati per ogni mese nel periodo 2014 – 2015

2.1.9.2. STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE

Come detto in precedenza per il calcolo delle emissioni si è utilizzato il modello COPERT IV ver.11.

Esso considera le informazioni relative al parco circolante suddiviso per tipologia di veicolo (autovetture passeggeri, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, ciclomotori e motoveicoli), tipo di combustibile utilizzato (benzina, gasolio, GPL), classe di anzianità, in relazione alle normative europee di introduzione di dispositivi per la riduzione delle emissioni, classe di cilindrata (per le autovetture) o di peso complessivo (per i veicoli commerciali). A ciascuna classe dei veicoli così ripartiti sono associate altre informazioni relative alle condizioni di guida quali le percorrenze medie annue e le velocità medie distinte in base al ciclo di guida ovvero alla tipologia di percorso effettuato (urbano, extraurbano, autostradale).

Ad ogni classe e per ciascun inquinante sono associate delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi dipendenti dalla velocità. Tali funzioni rappresentano delle curve medie di emissione e di consumo di carburante ricavate da misure di emissioni per diverse tipologie e marche di veicoli e si riferiscono a prove realizzate in vari paesi europei, su una varietà di cicli di guida urbani ed extraurbani, inclusi quelli previsti dalle varie normative europee.

In base alla classificazione utilizzata dalla metodologia COPERT IV, per le tipologie di archi stradali che caratterizzano la rete in esame, il parco veicolare circolante

nell'ambito territoriale viene suddiviso rispetto alla normativa sulle emissioni di scarico.

Per quanto concerne la definizione della composizione del parco veicolare dello stato attuale, necessaria per eseguire le successive ipotesi di evoluzione, si è fatto riferimento ai dati ACI relativi all'Italia Insulare relativamente all'anno 2013; partendo dalle informazioni desunte dalla documentazione elaborata dal settore Studi e Ricerche dell'ACI, sono state elaborate le seguenti tabelle da cui si è potuto evincere la suddivisione percentuale del parco circolante nei diversi scenari stradali.

Facendo riferimento "all'autoritratto" del parco circolante del 2013 si possono trarre degli spunti interessanti.

La consistenza del parco veicolare nazionale è in continuo aumento: nell'arco degli ultimi dieci anni (2004-2013) è aumentata del 11,5% circa, con un massimo per la categoria dei motocicli (+42% circa) e un minimo per quella dei motocarri (+3 %); le autovetture sono aumentate del 9% e gli autoveicoli speciali del 33% circa.

	2004	2005	2006	2007	2008
AUTOBUS	92.874	94.437	96.099	96.419	97.597
AUTOCARRI TRASPORTO MERCI	3.502.633	3.637.740	3.763.093	3.842.995	3.914.998
AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI	512.979	541.919	568.654	594.643	619.706
AUTOVETTURE	33.973.147	34.667.485	35.297.282	35.680.097	36.105.183
MOTOCARRI	342.739	344.827	349.104	354.534	359.031
MOTOCICLI	4.574.644	4.938.359	5.288.818	5.590.259	5.859.094
TRATTORI STRADALI O MOTRICI	142.413	148.173	151.704	153.912	157.007
ALTRO	809.478	812.161	814.390	818.488	824.322
TOTALE ITALIA	43.950.907	45.185.101	46.329.144	47.131.347	47.936.938

	2009	2010	2011	2012	2013
AUTOBUS	98.724	99.895	100.438	99.537	98.551
AUTOCARRI TRASPORTO MERCI	3.944.782	3.983.502	4.022.129	3.989.009	3.938.026
AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI	639.428	656.880	671.445	678.409	680.860
AUTOVETTURE	36.371.790	36.751.311	37.113.300	37.078.274	36.962.934
MOTOCARRI	360.953	361.481	360.743	358.768	354.299
MOTOCICLI	6.118.098	6.305.032	6.428.476	6.482.796	6.481.770
TRATTORI STRADALI O MOTRICI	157.807	158.289	159.766	154.757	149.563
ALTRO	343.496	346.011	353.404	351.692	347.137
TOTALE ITALIA	48.035.078	48.662.401	49.209.701	49.193.242	49.013.140

Figura 64 – Parco veicolare in Italia: serie storica anni 2004 – 2013

Analizzando i dati, distintamente per l'alimentazione a benzina e a gasolio, risulta che l'età mediana nel 2013 per le autovetture a benzina è di circa 12 anni, per quelle a gasolio è di circa 7 anni e mezzo, per le autovetture nel complesso è di circa 9 anni e mezzo. Più bassi i valori per le autovetture a doppia alimentazione: l'età mediana di

quelle a benzina-GPL e benzina-metano è di circa 5 anni e 5 anni e mezzo rispettivamente.

L'incremento percentuale delle autovetture a gasolio negli ultimi 10 anni è notevole (74% circa) e degno di attenzione.

Di seguito riportiamo la serie storica degli ultimi dieci anni delle autovetture distinte per alimentazione.

La percentuale di autovetture immatricolate prima del 1993 sul totale autovetture risulta più elevata nel sud Italia che nel nord, dove il processo di svecchiamento appare più rapido.

Il parco autovetture italiano risulta intestato per la maggior parte a persone fisiche (circa 93%) piuttosto che a persone giuridiche. Da notare come in Valle D'Aosta le due percentuali risultino molto meno distanti (62% persone fisiche contro 38% persone giuridiche), unica regione in Italia a presentare questa caratteristica.

Alimentazione	2004	2005	2006	2007	2008
BENZINA	24.100.251	23.525.284	22.913.649	22.180.385	21.652.622
BENZINA O GAS LIQUIDO	975.239	977.348	992.132	1.002.118	1.129.281
BENZINA O METANO	315.629	344.734	375.351	423.358	506.341
ELETTRICITA'	1.203	1.242	1.244	1.244	1.251
GASOLIO	8.572.272	9.811.036	11.007.108	12.065.254	12.807.984
ALTRO	8.553	7.841	7.798	7.738	7.704
TOTALE AUTOVETTURE	33.964.594	34.667.485	35.297.282	35.680.097	36.105.183

Alimentazione	2009	2010	2011	2012	2013
BENZINA	20.911.084	20.429.629	20.163.157	19.743.503	19.304.459
BENZINA O GAS LIQUIDO	1.473.803	1.752.620	1.776.255	1.862.199	1.943.722
BENZINA O METANO	612.275	660.174	680.994	719.685	773.539
ELETTRICITA'	1.277	1.279	1.518	1.968	2.554
GASOLIO	13.365.766	13.900.106	14.484.901	14.744.469	14.932.241
ALTRO	7.585	7.503	6.475	6.450	6.419
TOTALE AUTOVETTURE	36.371.790	36.751.311	37.113.300	37.078.274	36.962.934

Figura 65 – Autovetture per alimentazione in Italia: serie storica anni 2004 - 2013

L'incremento percentuale 2013/2012 del parco autovetture alimentate a gasolio appare nel complesso molto moderato (1,3%), sia nelle regioni del nord che in quelle del centro-sud. L'unica regione con un incremento degno di nota è il Trentino Alto Adige (14%), mentre l'incremento minimo si registra in Valle D'Aosta (-14%).

L'incidenza percentuale media dell'alimentazione a gasolio per le autovetture sul totale autovetture è del 40% circa, con picchi massimi in Trentino (54%), Molise (51%),

Valle D'Aosta e Basilicata (entrambe al 50%) ed un picco minimo in Friuli Venezia Giulia (34%).

L'incidenza percentuale media delle autovetture sul parco veicolare si attesta al 75% con punte massime in Puglia (quasi 79%) e Basilicata (78%) e minime in Liguria (63%).

Per quanto riguarda i motocicli, si registra una sostanziale stabilità rispetto alla numerosità del 2012, con un massimo nel Trentino e nel Molise (2%) ed un minimo in Campania e nel Lazio (-2%).

L'incidenza percentuale media dei motocicli sul parco veicolare è del 13% circa. In Liguria tale incidenza è pari quasi al 28%, seguita a distanza dalla Toscana (16%) e dalla Sicilia (15%). Il valore minimo (8%) si trova in Basilicata.

Nel grafico successivo le categorie autocarri merci, autoveicoli speciali e specifici, motocarri e quadricicli trasporto merci, motoveicoli e quadricicli speciali e specifici, rimorchi e semirimorchi sono stati tutti raggruppati sotto la voce "veicoli industriali".

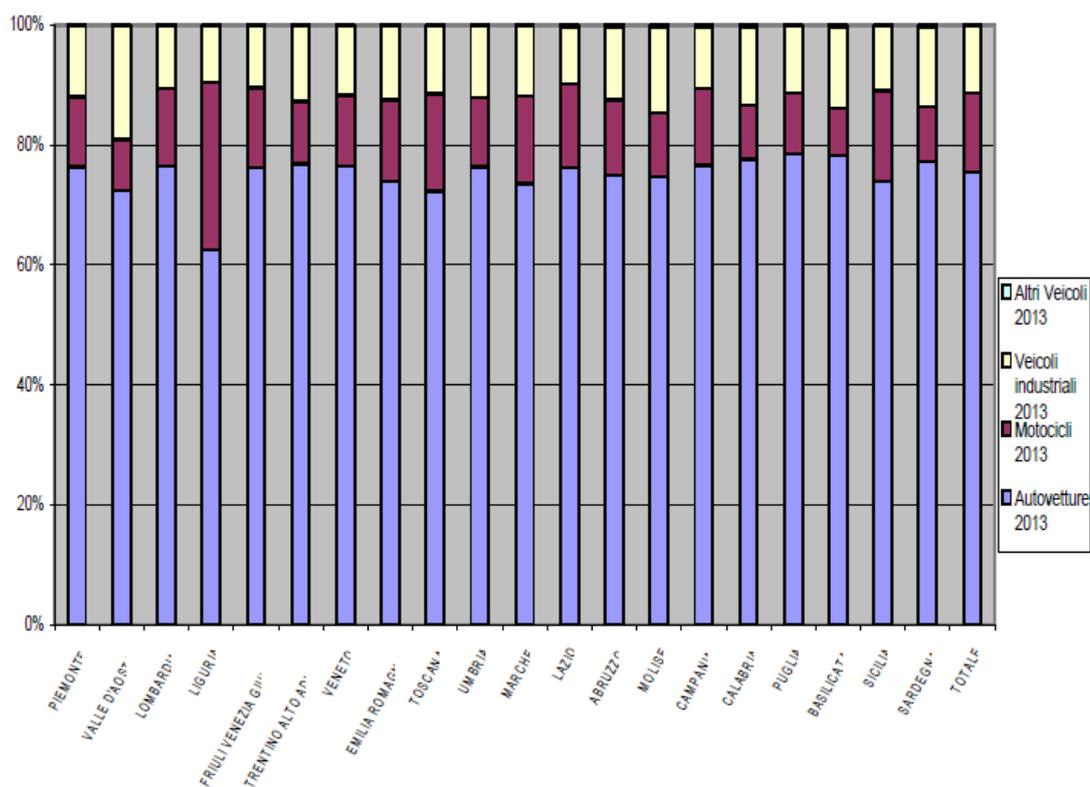


Figura 66 – Composizione percentuale del parco veicolare per regione

(Anno 2013)

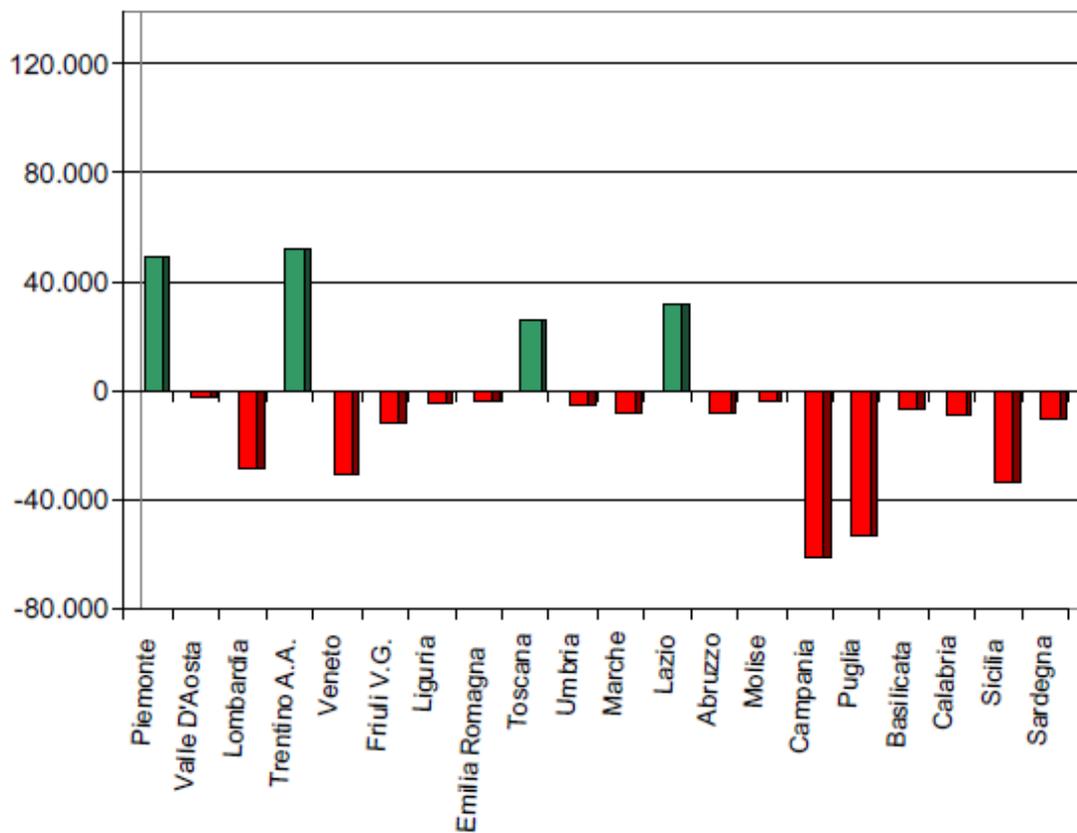


Figura 67 – Domanda netta di autovettura nelle regioni

(Anno 2013)

Grafico 9

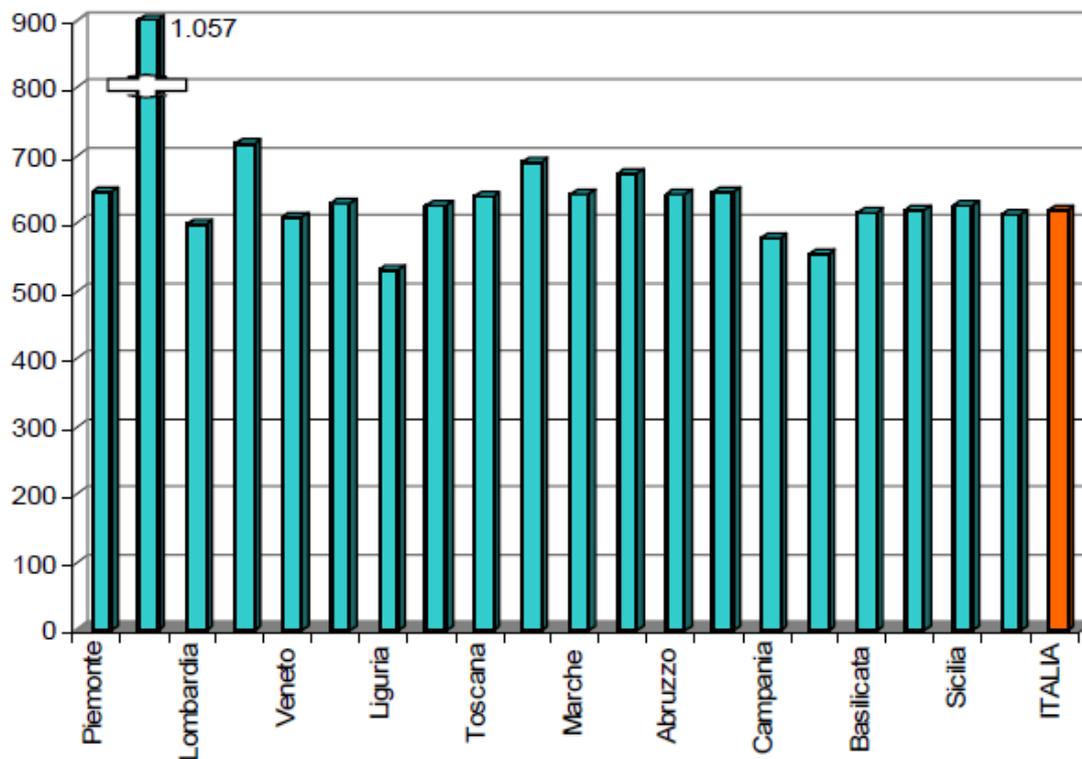


Figura 68 – Rapporto autovetture/popolazione nelle regioni

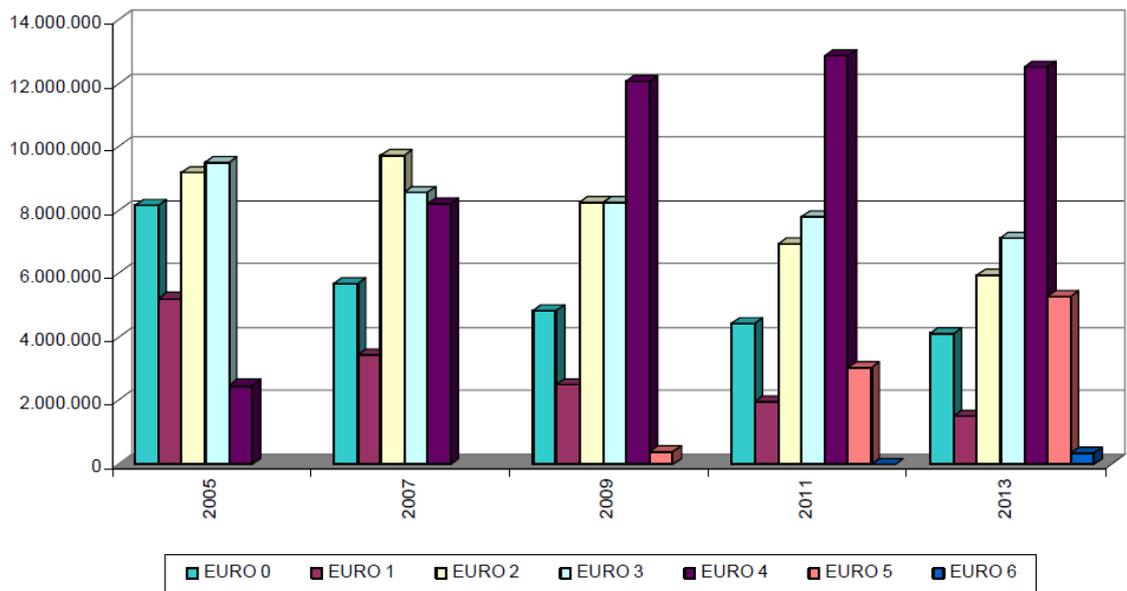
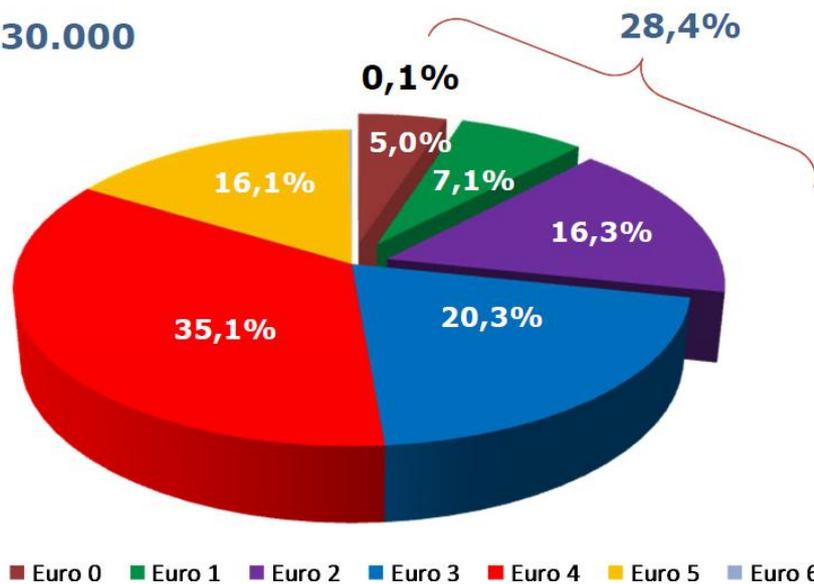


Figura 69 – Consistenza parco autovetture secondo le classi euro

Totale: 35.230.000



Totale: 3.480.000

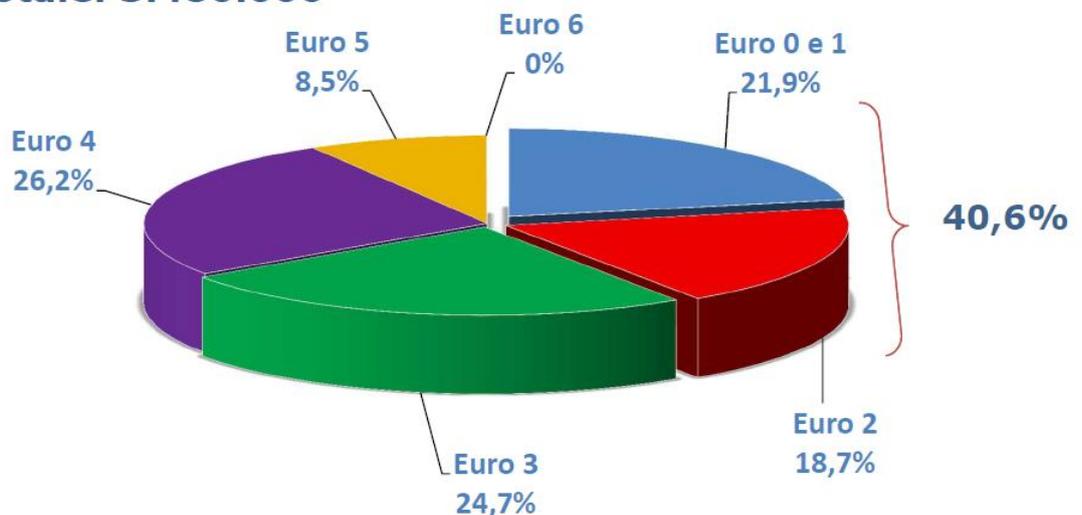


Figura 70 – Stima parco circolante autoveicoli e veicoli pesanti al 31.12.2013

Sulla base delle considerazioni precedenti si sono estrapolati i dati relativi al "circolante COPERT" per la provincia di Trapani e per il comune di Marsala relativamente a:

- autovetture;
- veicoli leggeri e veicoli pesanti;
- motocicli.

AREA GEOGRAFICA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non disponibile	TOTALE
RIEPILOGO NAZIONALE	BENZINA	Fino a 1400	2.539.237	841.443	3.381.682	2.669.491	4.537.257	1.664.282	87.212	16.705	15.737.309
		1401 - 2000	589.953	317.963	821.867	438.382	777.663	212.034	10.186	2.472	3.170.520
		Oltre 2000	95.828	27.148	52.204	47.553	106.403	24.327	473	425	354.361
		Non d'efinito	1.350	12	7	5	5	6		57	1.442
		BENZINA Totale	3.226.368	1.186.566	4.255.760	3.155.431	5.421.328	1.900.649	97.871	19.659	19.263.632
	BENZINA E GAS LIQUID	Fino a 1400	108.432	27.137	106.726	63.863	745.079	266.058	11.753	200	1.329.248
		1401 - 2000	115.068	54.558	118.442	52.508	180.739	45.887	3.206	139	570.547
		Oltre 2000	7.801	2.901	7.614	7.286	17.241	847		22	43.712
		Non d'efinito	139	11	14	13	32	2		4	215
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale	231.440	84.607	232.796	123.670	943.091	312.794	14.959	365	1.943.722
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	24.134	9.214	42.621	26.962	247.563	199.052	4.549	39	554.134
		1401 - 2000	17.453	10.935	39.562	36.936	98.179	9.676	238	21	213.000
		Oltre 2000	951	342	782	620	3.310	373		3	6.381
		Non d'efinito	13	3	2	1	4			1	24
		BENZINA E METANO Totale	42.551	20.494	82.967	64.519	349.056	209.101	4.787	64	773.539
	GASOLIO	Fino a 1400	92.559	7.160	6.155	518.776	1.971.880	610.904	30.225	50	3.237.709
		1401 - 2000	301.281	154.722	1.082.605	2.696.252	3.202.897	1.927.356	180.864	189	9.546.166
		Oltre 2000	209.573	81.577	320.510	597.150	603.912	303.059	30.175	197	2.146.153
		Non d'efinito	146	4	15	2	6	2		1	186
		GASOLIO Totale	603.559	243.463	1.409.285	3.812.190	5.778.695	2.841.321	241.264	437	14.930.214
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	29	2	3	14	693	5.809		1	6.551
		1401 - 2000	12	4	8	14	4.144	17.538	8.838		30.558
		Oltre 2000	3			13	3.507	1.915	363		5.801
		Non d'efinito	2.125	10	4	2	26	327			2.494
		ELETTRICO-IBRIDO Totale	2.169	16	15	43	8.370	25.589	9.201	1	45.404
	ALTRE	Fino a 1400	373				10	13			396
		1401 - 2000	3	1	5	16	10				35
		Oltre 2000	1		2						3
	Non d'efinito	2								2	
	ALTRE Totale	379	1	7	16	20	13			436	
NON DEFINITO	Fino a 1400	912	12	14	69	31	1		110	1.149	
	1401 - 2000	181	36	26	78	49			20	390	
	Oltre 2000	22	12	9	23	5			4	75	
	Non d'efinito	2.435	13		3	16	13		1.893	4.373	
	NON DEFINITO Totale	3.550	73	49	173	101	14		2.027	5.987	
Totale			4,110,016	1,535,220	5,980,879	7,156,042	12,500,661	5,289,481	368,082	22,553	36,962,934

Figura 71 – Autovetture distinte per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO NAZIONALE

AREA GEOGRAFICA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non disponibile	TOTALE	
ITALIA INSULARE	BENZINA	Fino a 1400	443.486	147.459	499.115	350.062	465.635	132.728	6.329	2.452	2.047.266	
		1401 - 2000	72.005	39.727	83.733	35.895	39.228	7.467	296	293	278.644	
		Oltre 2000	6.553	1.976	3.625	3.110	5.456		872	5	37	21.634
		Non d'efinito	334	8							8	350
		BENZINA Totale	522.378	189.170	586.473	389.067	510.319	141.067	6.630	2.790	2.347.894	
	BENZINA E GAS LIQUID	Fino a 1400	9.948	2.519	8.140	3.473	44.947	12.341	418	14	81.800	
		1401 - 2000	13.950	6.782	10.454	3.060	5.293	1.415	110	11	41.075	
		Oltre 2000	585	212	442	321	631	11		2	2.204	
		Non d'efinito	6				1				7	
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale	24.489	9.513	19.036	6.854	50.872	13.767	528	27	125.086	
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	482	170	703	361	4.576	3.971	146	1	10.410	
		1401 - 2000	375	258	708	491	708	54			2.595	
		Oltre 2000	16	10	21	19	44	4			114	
		BENZINA E METANO Totale	873	438	1.432	871	5.328	4.029	146	2	13.119	
	GASOLIO	Fino a 1400	15.667	1.490	1.058	71.619	284.693	59.791	2.878	7	437.203	
		1401 - 2000	42.872	26.603	160.294	335.220	324.082	116.919	9.920	26	1.015.936	
		Oltre 2000	28.588	13.562	45.541	56.841	43.017	14.071	890	19	202.529	
		Non d'efinito	15	2	2	1					20	
		GASOLIO Totale	87,142	41,657	206,895	463,681	651,792	190,781	13,688	52	1,655,688	
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	2		1		19	146		1	169	
		1401 - 2000	2				104	497	260		864	
		Oltre 2000				1	48	35	2		86	
		Non d'efinito	131				7	50			188	
		ELETTRICO-IBRIDO Totale	135		2	1	178	728	262	1	1,307	
	ALTRE	Fino a 1400	8				1				9	
		1401 - 2000					5				5	
		Oltre 2000	1		1						2	
		ALTRE Totale	9		1	5	1				16	
NON DEFINITO	Fino a 1400	103				1			10	114		
	1401 - 2000	10		1	4	1			3	19		
	Oltre 2000	2			1					3		
	Non d'efinito	27				1			9	37		
	NON DEFINITO Totale	142		1	5	3			22	173		
ITALIA INSULARE Totale			635,168	240,778	813,840	860,484	1,218,493	350,372	21,254	2,894	4,143,283	

Figura 72 – Autovetture distinte per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PER MACRO-AREE

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non identificato	TOTALE
SICILIA	BENZINA	Fino a 1400	365,076	119,937	382,240	252,821	325,980	93,328	4,234	1,877	1,545,493
		1401 - 2000	59,346	32,303	64,867	24,517	26,010	5,059	182	227	212,511
		Oltre 2000	5,408	1,607	2,841	2,353	3,964	675	4	28	16,880
		Non definito	313	7						5	325
		BENZINA Totale	430,143	153,854	449,948	279,691	355,954	99,062	4,420	2,137	1,775,209
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	8,439	2,099	6,432	2,503	34,030	10,518	365	11	64,397
		1401 - 2000	11,975	5,643	8,158	1,989	3,606	1,157	87	8	32,623
		Oltre 2000	466	158	310	202	441	7		2	1,586
		Non definito	4								4
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale	20,884	7,900	14,900	4,694	38,077	11,682	452	21	98,610
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	424	157	656	341	4,488	3,913	145	1	10,125
		1401 - 2000	342	243	668	476	690	51		1	2,471
		Oltre 2000	16	9	20	18	43	4			110
		BENZINA E METANO Totale	782	409	1,344	835	5,221	3,968	145	2	12,706
	GASOLIO	Fino a 1400	13,388	1,216	941	53,693	213,838	43,627	2,027	7	328,737
		1401 - 2000	35,534	22,486	130,880	255,424	235,712	82,594	6,609	21	769,260
		Oltre 2000	22,847	10,371	34,654	42,678	31,322	10,392	659	13	152,936
		Non definito	12	2	2	1					17
		GASOLIO Totale	71,781	34,075	166,477	351,796	480,872	136,613	9,295	41	1,250,950
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	2		1		11	96			110
		1401 - 2000	2		1		63	350	187		603
		Oltre 2000				1	29	29	2		61
		Non definito	123				3	25			151
		ELETTRICO-IBRIDO Totale	127		2	1	106	500	189		925
	ALTRE	Fino a 1400	7								7
		1401 - 2000					5				5
		Oltre 2000	1		1						2
	ALTRE Totale	8		1	5					14	
NON DEFINITO	Fino a 1400	83								8	91
	1401 - 2000	9		1	3	1				1	15
	Oltre 2000	1			1						2
	Non definito	21								9	30
	NON DEFINITO Totale	114		1	4	1				18	138
SICILIA Totale		523,839	196,238	632,673	637,026	880,231	251,825	14,501	2,219	3,138,552	

Figura 73 – Autovetture distinte per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO REGIONE SICILIA

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
TRAPANI	BENZINA	Fino a 1400	28,899	10,812	35,375	21,623	27,706	8,306	291	85	133,097
		1401 - 2000	4,307	2,569	5,330	1,672	1,907	294	16	14	16,109
		Oltre 2000	388	118	195	154	261	42		2	1,160
		Non definito	3								3
		BENZINA Totale	33,597	13,499	40,900	23,449	29,874	8,642	307	101	150,369
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	620	171	571	181	3,406	771	19		5,739
		1401 - 2000	981	545	738	115	265	98	4	1	2,747
		Oltre 2000	29	6	25	13	25				98
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale	1,630	722	1,334	309	3,696	869	23	1	8,584
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	29	4	29	6	47	46	2		163
		1401 - 2000	21	9	14	13	8	2			67
		Oltre 2000	1		1		1				3
		BENZINA E METANO Totale	51	13	44	19	56	48	2		233
	GASOLIO	Fino a 1400	877	73	63	4,485	18,750	3,992	140		28,380
		1401 - 2000	3,208	1,891	12,906	24,847	20,512	6,820	542	3	70,729
		Oltre 2000	1,869	802	2,850	3,861	2,707	772	44	1	12,906
		GASOLIO Totale	5,954	2,766	15,819	33,193	41,969	11,584	726	4	112,015
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400					1	1			2
		1401 - 2000			1		4	18	13		36
		Oltre 2000					1	2			3
		Non definito	2				1	3			6
		ELETTRICO-IBRIDO Totale	2		1		7	24	13		47
	ALTRE	Fino a 1400	1								1
		1401 - 2000	1								1
		Oltre 2000									
		ALTRE Totale	2								2
	NON DEFINITO	Fino a 1400	1								1
1401 - 2000		2								3	
Oltre 2000		3								3	
	Non definito	6								1	
	NON DEFINITO Totale	11								7	
TRAPANI Totale		41,241	17,000	58,098	56,970	75,602	21,167	1,071	107	271,256	

Figura 74 – Autovetture distinte per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PROVINCIA DI TRAPANI

PROVINCIA	COMUNE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
	MARSALA	8,745	3,887	12,579	10,683	13,339	3,572	177	20	53,002

Figura 75 – Autovetture distinte per comune. Anno 2013 - RIEPILOGO COMUNE DI MARSALA

COMUNE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	N.D	TOTALE
	INCIDENZA % SU BASE PROVINCIALE		21.21	22.86	21.65	18.75	17.64	16.88	16.53	18.69	19.54
MARSALA	BENZINA	Fino a 1400	6,128	2,472	7,659	4,055	4,888	1,402	48	16	26,007
		1401 - 2000	913	587	1,154	314	336	50	3	3	3,148
		Oltre 2000	82	27	42	29	46	7	0	0	227
		Non definito	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	BENZINA Totale		7,124	3,087	8,855	4,397	5,271	1,458	51	19	29,381
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	131	39	124	34	601	130	3	0	1,121
		1401 - 2000	208	125	160	22	47	17	1	0	537
		Oltre 2000	6	1	5	2	4	0	0	0	19
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		346	165	289	58	652	147	4	0	1,677
	BENZINA E METANO	Fino a 1400	6	1	6	1	8	8	0	0	32
		1401 - 2000	4	2	3	2	1	0	0	0	13
		Oltre 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	BENZINA E METANO Totale		11	3	10	4	10	8	0	0	46
	GASOLIO	Fino a 1400	186	17	14	841	3,308	674	23	0	5,545
		1401 - 2000	680	432	2,794	4,659	3,619	1,151	90	1	13,820
		Oltre 2000	396	183	617	724	478	130	7	0	2,522
	GASOLIO Totale		1,263	632	3,425	6,224	7,405	1,955	120	1	21,887
	ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1401 - 2000	0	0	0	0	1	3	2	0	7
		Oltre 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Non definito	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	ELETTRICO-IBRIDO Totale		0	0	0	0	1	4	2	0	9
	ALTRE	Fino a 1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ALTRE Totale		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NON DEFINITO	Fino a 1400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1401 - 2000	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Non definito	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	NON DEFINITO Totale		1	0	0	0	0	0	0	0	1
Marsala Totale			8,745	3,887	12,579	10,683	13,339	3,572	177	20	53,002

Figura 76 – Autovetture distinte per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO COMUNE DI MARSALA

AREA GEOGRAFICA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
ITALIA INSULARE	BENZINA	Fino a 3,5	6,543	5,086	7,588	5,476	3,434	605	2	116	28,850
		Non definito	447	46	2						495
	BENZINA Totale		6,990	5,132	7,590	5,476	3,434	605	2	116	29,345
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	573	191	188	134	1,741	199	1		3,027
		Non definito	76	1							77
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		649	192	188	134	1,741	199	1		3,104
	BENZINA E METANO	Fino a 3,5	31	21	40	73	451	697	1		1,314
		Non definito	2								2
	BENZINA E METANO Totale		33	21	40	73	451	697	1		1,316
	GASOLIO	Fino a 3,5	81,719	39,269	68,336	96,759	72,335	11,813	586	88	370,905
		Non definito	3,269	236	16	12	4	5			3,543
	GASOLIO Totale		84,988	39,505	68,352	96,771	72,339	11,818	586	89	374,448
	IBRIDO ELETTRICO	Fino a 3,5	321			1	86	18			426
	IBRIDO ELETTRICO Totale		321			1	86	18			426
	ALTRE	Fino a 3,5	2		18						20
	ALTRE Totale		2		18						20
	NON DEFINITO	Fino a 3,5	5		1	3				1	10
		Non definito	8							2	10
	NON DEFINITO Totale		13		1	3				3	20
ITALIA INSULARE Totale			92,996	44,850	76,189	102,458	78,051	13,337	590	208	408,679

Figura 77 – Veicoli industriali leggeri distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PER MACRO-AREE

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
SICILIA	BENZINA	Fino a 3,5	5,189	3,968	5,522	3,975	2,409	449	2	96	21,610
		Non definito	318	35	2						355
	BENZINA Totale		5,507	4,003	5,524	3,975	2,409	449	2	96	21,965
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	393	153	137	103	1,210	160	1		2,157
		Non definito	55	1							56
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		448	154	137	103	1,210	160	1		2,213
	BENZINA E METANO	Fino a 3,5	26	18	35	73	438	671	1		1,262
		Non definito	2								2
	BENZINA E METANO Totale		28	18	35	73	438	671	1		1,264
	GASOLIO	Fino a 3,5	60,833	28,352	46,829	65,316	49,443	8,337	399	74	259,583
		Non definito	2,542	193	14	9	2	3		1	2,764
	GASOLIO Totale		63,375	28,545	46,843	65,325	49,445	8,340	399	75	262,347
	IBRIDO ELETTRICO	Fino a 3,5	287			1	59	10			357
	IBRIDO ELETTRICO Totale		287			1	59	10			357
	ALTRE	Fino a 3,5	1		18						19
	ALTRE Totale		1		18						19
	NON DEFINITO	Fino a 3,5	3		1	2				1	7
		Non definito	7							2	9
	NON DEFINITO Totale		10		1	2				3	16
SICILIA Totale			69,656	32,720	52,558	69,479	53,561	9,630	403	174	288,181

Figura 78 – Veicoli industriali leggeri distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO REGIONE SICILIA

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non identificato	TOTALE	
TRAPANI	BENZINA	Fino a 3,5	444	321	488	335	187	26	1	7	1,809	
		Non definito	17	2							19	
	BENZINA Totale			461	323	488	335	187	26	1	7	1,828
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	40	14	5	8	85	8				160
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale			40	14	5	8	85	8		
	BENZINA E METANO	Fino a 3,5	3				13	9				25
		BENZINA E METANO Totale			3			13	9			25
	GASOLIO	Fino a 3,5	5,973	2,757	5,072	7,110	5,354	823	63	7		27,159
		Non definito	211	11	1	1	1					225
	GASOLIO Totale			6,184	2,768	5,073	7,111	5,355	823	63	7	27,384
	IBRIDO ELETTRICO	Fino a 3,5	2						1			3
		IBRIDO ELETTRICO Totale			2					1		3
TRAPANI Totale			6,690	3,105	5,566	7,454	5,640	867	64	14	29,400	

Figura 79 – Veicoli industriali leggeri distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PROVINCIA DI TRAPANI

COMUNE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	N.D	TOTALE	
	INCIDENZA % SU BASE PROVINCIALE		32.66	12.91	9.70	12.06	10.27	1.50	12.50	100.00	15.78	
MARSALA	BENZINA	Fino a 3,5	145	41	47	40	19	0	0	7	285	
		Non definito	6	0	0	0	0	0	0	0	3	
	BENZINA Totale			151	42	47	40	19	0	0	7	288
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3,5	13	2	0	1	9	0	0	0	25	
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale			13	2	0	1	9	0	0	25
	BENZINA E METANO	Fino a 3,5	1	0	0	0	1	0	0	0	4	
		BENZINA E METANO Totale			1	0	0	0	1	0	0	4
	GASOLIO	Fino a 3,5	1,951	356	492	858	550	12	8	7	4,285	
		Non definito	69	1	0	0	0	0	0	0	36	
	GASOLIO Totale			2,020	357	492	858	550	12	8	7	4,321
	IBRIDO ELETTRICO	Fino a 3,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
		IBRIDO ELETTRICO Totale			1	0	0	0	0	0	0	0
MARSALA Totale			2,185	401	540	899	579	13	8	14	4,639	

Figura 80 – Veicoli industriali leggeri distinti per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO COMUNE DI MARSALA

AREA GEOGRAFICA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE	
ITALIA INSULARE	BENZINA	Oltre 3,5	659	9	7	3	5	1		17	701	
		BENZINA Totale			659	9	7	3	5	1		17
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	52	2	3	1		4			62	
		BENZINA E GAS LIQUIDO Totale			52	2	3	1		4		62
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5	4		3	1	1	15			24	
		BENZINA E METANO Totale			4		3	1	1	15		24
	GASOLIO	3,6 - 7,5	31,430	2,104	2,884	2,205	2,018	663	2	146	41,452	
		7,6 - 12	16,382	1,527	1,798	1,374	920	485		85	22,571	
		12,1 - 14	3,978	153	119	127	133	81		36	4,627	
		14,1 - 20	6,720	870	1,380	1,369	783	494		73	11,689	
		20,1 - 26	12,923	1,287	2,383	1,836	801	625		28	19,883	
		26,1 - 28	104	8	5	1		1			119	
28,1 - 32		100	209	1,057	1,756	801	402		1	4,326		
Oltre 32		323	37	29	39	42	9		1	480		
GASOLIO Totale			71,960	6,195	9,655	8,707	5,498	2,760	2	370	105,147	
IBRIDO ELETTRICO	Oltre 3,5					7					7	
	IBRIDO ELETTRICO Totale						7				7	
ALTRE	Oltre 3,5		1								1	
	ALTRE Totale			1								1
NON DEFINITO	3,6 - 7,5	2	1		1						4	
	7,6 - 12	2									2	
	14,1 - 20			2							2	
	20,1 - 26	1									1	
	Oltre 32	1									1	
NON DEFINITO Totale			6	1	2	1					12	
ITALIA INSULARE Totale			72,682	6,207	9,670	8,713	5,511	2,780	2	389	105,954	

Figura 81 – Veicoli industriali pesanti distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PER MACRO-AREE

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE	
SICILIA	BENZINA	Oltre 3,5	572	9	5	3	4	1		17	611	
	BENZINA Totale		572	9	5	3	4	1		17	611	
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	39	2	3	1					49	
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		39	2	3	1					49	
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5	4			1	1	15			21	
	BENZINA E METANO Totale		4			1	1	15			21	
	GASOLIO	3,6 - 7,5	27,734	1,714	2,150	1,456	1,609	548		2	132	35,345
		7,6 - 12	13,220	1,210	1,327	928	716	377			74	17,852
		12,1 - 14	3,164	116	72	84	103	59			32	3,630
		14,1 - 20	5,302	638	970	966	581	379			61	8,897
		20,1 - 26	10,257	898	1,745	1,328	612	505			25	15,370
		26,1 - 28	84	5	5							94
		28,1 - 32	83	167	750	1,262	596	335				3,193
		Oltre 32	272	27	23	28	31	6				387
		GASOLIO Totale		60,116	4,775	7,042	6,052	4,248	2,209	2	324	84,768
		IBRIDO ELETTRICO	Oltre 3,5					7				7
		IBRIDO ELETTRICO Totale						7				7
		NON DEFINITO	3,6 - 7,5	2	1		1					4
			7,6 - 12	2							1	3
			14,1 - 20			2						2
			20,1 - 26	1								1
		Oltre 32	1								1	
	NON DEFINITO Totale		6	1	2	1				1	11	
SICILIA Totale			60,737	4,787	7,052	6,058	4,260	2,229	2	342	85,467	

Figura 82 – Veicoli industriali pesanti distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO REGIONE SICILIA

PROVINCIA	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE	
TRAPANI	BENZINA	Oltre 3,5	92								1	93
	BENZINA Totale		92								1	93
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	4									4
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		4									4
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5	1									1
	BENZINA E METANO Totale		1									1
	GASOLIO	3,6 - 7,5	3,658	195	160	124	152	66			21	4,376
		7,6 - 12	1,484	111	140	78	85	57			7	1,962
		12,1 - 14	401	19	14	9	20	10			3	476
		14,1 - 20	491	72	94	84	52	41			9	843
		20,1 - 26	1,201	103	157	102	42	25			1	1,631
		26,1 - 28	10	1								11
		28,1 - 32	5	31	80	60	32	23				231
		Oltre 32	25	5	4							34
		GASOLIO Totale		7,275	537	649	457	383	222		41	9,564
	TRAPANI Totale			7,372	537	649	457	383	222		42	9,662

Figura 83 – Veicoli industriali pesanti distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PROVINCIA DI TRAPANI

COMUNE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	N.D.	TOTALE	
	INCIDENZA % SU BASE PROVINCIALE		29.64	74.67	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	50.00	44.69	
MARSALA	BENZINA	Oltre 3,5	27	0	0	0	0	0		1	42	
	BENZINA Totale		27	0	0	0	0	0		1	42	
	BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	1	0	0	0	0	0		0	2	
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		1	0	0	0	0	0		0	2	
	BENZINA E METANO	Oltre 3,5	0	0	0	0	0	0		0	0	
	BENZINA E METANO Totale		0	0	0	0	0	0		0	0	
	GASOLIO	3,6 - 7,5	1,084	146	160	124	152	66			11	1,956
		7,6 - 12	440	83	140	78	85	57			4	877
		12,1 - 14	119	14	14	9	20	10			2	213
		14,1 - 20	146	54	94	84	52	41			5	377
		20,1 - 26	356	77	157	102	42	25			1	729
		26,1 - 28	3	1	0	0	0	0			0	5
		28,1 - 32	1	23	80	60	32	23			0	103
	Oltre 32	7	4	4	0	0	0			0	15	
	GASOLIO Totale		2,156	401	649	457	383	222		21	4,274	
MARSALA Totale			2,185	401	649	457	383	222		21	4,318	

Figura 84 – Veicoli industriali pesanti distinti per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO COMUNE DI MARSALA

AREA GEOGRAFICA	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 5	Non definito	TOTALE
ITALIA INSULARE	Fino a 125	69,144	45,720	29,615	64,697		311	209,487
	126 - 250	48,866	75,767	60,930	72,617		189	258,369
	251 - 750	66,489	35,534	47,713	79,426		59	229,221
	Oltre 750	14,232	17,385	10,287	21,090		4	62,998
	Non definito	167			79		15	261
ITALIA INSULARE Totale		198,898	174,406	148,545	237,909		578	760,336

Figura 85 – Motocicli distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PER MACRO-AREE

REGIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 5	Non definito	TOTALE
SICILIA	Fino a 125	56,709	34,933	24,551	55,878		207	172,278
	126 - 250	40,897	66,480	54,951	67,165		136	229,629
	251 - 750	52,205	28,910	38,472	68,213		51	187,851
	Oltre 750	11,622	14,746	8,165	17,011		4	51,548
	Non definito	132			56		11	199
SICILIA Totale		161,565	145,069	126,139	208,323		409	641,505

Figura 86 – Motocicli distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO REGIONE SICILIA

PROVINCIA	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 5	Non definito	TOTALE
TRAPANI	Fino a 125	5,040	2,835	1,449	3,225		8	12,557
	126 - 250	3,184	4,951	2,513	3,214		4	13,866
	251 - 750	4,043	2,597	2,790	4,078			13,508
	Oltre 750	787	1,052	578	1,049			3,466
	Non definito	8			1			9
TRAPANI Totale		13,062	11,435	7,330	11,567		12	43,406

Figura 87 – Motocicli distinti per area geografica alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO PROVINCIA DI TRAPANI

COMUNE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 5	N.D.	TOTALE
INCIDENZA % SU BASE PROVINCIALE		19.19	15.23	16.21	13.85		16.67	16.22
MARSALA	Fino a 125	967	432	235	447		1	2,036
	126 - 250	611	754	407	445		1	2,249
	251 - 750	776	395	452	565		0	2,191
	Oltre 750	151	160	94	145		0	562
	Non definito	2	0	0	0		0	1
MARSALA Totale		2,506	1,741	1,188	1,602		2	7,039

Figura 88 – Motocicli distinti per alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2013 - RIEPILOGO COMUNE DI MARSALA

Una volta conosciuto il parco circolante è stato possibile calcolare i fattori emissivi per ogni inquinante e per ogni tipologia dei veicolo.

AUTOVEETTURE		VEICOLI IND. LEGGERI		VEICOLI IND. PESANTI		MOTOCICLI	
EURO 0	41178.00	EURO 0	6417.00	EURO 0	7367.00	EURO 0	13054.00
EURO 1	16987.00	EURO 1	3078.00	EURO 1	537.00	EURO 1	11435.00
EURO 2	58413.00	EURO 2	5560.00	EURO 2	649.00	EURO 2	7330.00
EURO 3	56951.00	EURO 3	7445.00	EURO 3	457.00	EURO 3	11566.00
EURO 4	75545.00	EURO 4	5541.00	EURO 4	383.00		
EURO 5	21095.00	EURO 5	849.00	EURO 5	222.00		
EURO 6	1056.00	EURO 6	63	EURO 6	0.00		

Figura 89 – Parco circolante COPERT - Anno 2013 - PROVINCIA DI TRAPANI

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	4097.26	1.2595	EURO 0	263.06	1.2811	EURO 0	586.14	0.1994	EURO 0	1223.69	4.3600
EURO 1	568.07	0.3176	EURO 1	57.75	0.5864	EURO 1	29.81	0.1409	EURO 1	667.78	2.7162
EURO 2	1068.49	0.1579	EURO 2	77.01	0.4329	EURO 2	37.27	0.1458	EURO 2	182.73	1.1595
EURO 3	701.43	0.0993	EURO 3	82.68	0.3173	EURO 3	31.11	0.1673	EURO 3	184.86	0.7434
EURO 4	482.12	0.0382	EURO 4	45.04	0.2197	EURO 4	9.48	0.0597			
EURO 5	134.74	0.0470	EURO 5	1.42	0.0419	EURO 5	10.16	0.1079			
EURO 6	5.02	0.0335	EURO 6	0.07	0.0510	EURO 6	0.00	#DIV/0!			

Figura 90 – Calcolo dei fattori emissivi di CO per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - PROVINCIA DI TRAPANI

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI	
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)
EURO 0	32.26	0.0099	EURO 0	27.47	0.1338	EURO 0	230.83	0.0785	EURO 0	0.55
EURO 1	9.64	0.0054	EURO 1	7.49	0.0760	EURO 1	14.41	0.0681	EURO 1	0.58
EURO 2	41.24	0.0060	EURO 2	13.58	0.0763	EURO 2	22.11	0.0865	EURO 2	0.27
EURO 3	168.69	0.0239	EURO 3	35.78	0.1373	EURO 3	16.37	0.0880	EURO 3	0.28
EURO 4	294.38	0.0233	EURO 4	39.28	0.1916	EURO 4	5.36	0.0337		
EURO 5	61.56	0.0215	EURO 5	4.06	0.1195	EURO 5	4.60	0.0488		
EURO 6	1.28	0.0085	EURO 6	0.11	0.0836	EURO 6	0.00	#DIV/0!		

Figura 91 – Calcolo dei fattori emissivi di NO₂ per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - PROVINCIA DI TRAPANI

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	27.84	0.0086	EURO 0	28.72	0.1399	EURO 0	92.22	0.0314	EURO 0	6.20	0.0221
EURO 1	6.74	0.0038	EURO 1	4.78	0.0485	EURO 1	5.36	0.0253	EURO 1	2.31	0.0094
EURO 2	26.06	0.0038	EURO 2	8.77	0.0493	EURO 2	4.60	0.0180	EURO 2	0.62	0.0039
EURO 3	38.91	0.0055	EURO 3	10.54	0.0405	EURO 3	3.18	0.0171	EURO 3	0.69	0.0028
EURO 4	45.83	0.0036	EURO 4	5.69	0.0277	EURO 4	0.83	0.0052			
EURO 5	-0.86	-0.0003	EURO 5	0.37	0.0109	EURO 5	0.58	0.0061			
EURO 6	0.25	0.0017	EURO 6	0.03	0.0219	EURO 6	0.00	#DIV/0!			

Figura 92 – Calcolo dei fattori emissivi di PM_{2,5} per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - PROVINCIA DI TRAPANI

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	29.80	0.0092	EURO 0	29.88	0.1455	EURO 0	99.05	0.0337	EURO 0	6.49	0.0231
EURO 1	8.25	0.0046	EURO 1	5.33	0.0541	EURO 1	5.92	0.0280	EURO 1	2.55	0.0104
EURO 2	32.24	0.0047	EURO 2	9.77	0.0549	EURO 2	5.33	0.0209	EURO 2	0.77	0.0049
EURO 3	46.45	0.0066	EURO 3	12.00	0.0461	EURO 3	3.72	0.0200	EURO 3	0.93	0.0037
EURO 4	56.44	0.0045	EURO 4	6.84	0.0333	EURO 4	1.24	0.0078			
EURO 5	2.21	0.0008	EURO 5	0.56	0.0164	EURO 5	0.83	0.0088			
EURO 6	0.42	0.0028	EURO 6	0.04	0.0328	EURO 6	0.00	#DIV/0!			

Figura 93 – Calcolo dei fattori emissivi di PM₁₀ per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - PROVINCIA DI TRAPANI

TUTTI I VEICOLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
BENZENE	68.19	0.000048
TOLUENE	130.41	0.000092
ETHYLBENZENE	45.08	0.000032
O-XYLENE	43.62	0.000031

Figura 94 – Calcolo dei fattori emissivi di Benzene, Toulene, Ethylbenzene e O-xylene per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - PROVINCIA DI TRAPANI

AUTOVETTURE		VEICOLI IND. LEGGERI		VEICOLI IND. PESANTI		MOTOCICLI	
EURO 0	8731.00	EURO 0	2096.00	EURO 0	2183.00	EURO 0	2505.00
EURO 1	3883.00	EURO 1	397.00	EURO 1	402.00	EURO 1	1741.00
EURO 2	12569.00	EURO 2	539.00	EURO 2	649.00	EURO 2	1188.00
EURO 3	10680.00	EURO 3	898.00	EURO 3	457.00	EURO 3	1602.00
EURO 4	13333.00	EURO 4	569.00	EURO 4	383.00		
EURO 5	3561.00	EURO 5	12.00	EURO 5	222.00		
EURO 6	175.00	EURO 6	8	EURO 6	0.00		

Figura 95 – Parco circolante COPERT - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

AUTOVETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	868,75	1,2595	EURO 0	85,82	1,2810	EURO 0	173,69	0,1994	EURO 0	234,83	4,3601
EURO 1	129,85	0,3176	EURO 1	7,41	0,5832	EURO 1	22,34	0,1410	EURO 1	101,67	2,7161
EURO 2	234,03	0,1578	EURO 2	7,45	0,4317	EURO 2	37,27	0,1458	EURO 2	29,62	1,1596
EURO 3	131,56	0,0993	EURO 3	9,95	0,3165	EURO 3	31,11	0,1673	EURO 3	25,61	0,7435
EURO 4	85,05	0,0382	EURO 4	4,62	0,2194	EURO 4	9,48	0,0597			
EURO 5	22,75	0,0470	EURO 5	0,01	0,0254	EURO 5	10,16	0,1079			
EURO 6	0,84	0,0337	EURO 6	0,01	0,0510	EURO 6	0,00	#DIV/0!			

Figura 96 – Calcolo dei fattori emissivi di CO per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

AUTOVETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	4,72	0,0068	EURO 0	6,51	0,0971	EURO 0	68,39	0,0785	EURO 0	0,10	0,0019
EURO 1	1,71	0,0042	EURO 1	0,81	0,0641	EURO 1	10,80	0,0682	EURO 1	0,09	0,0024
EURO 2	7,50	0,0051	EURO 2	1,11	0,0646	EURO 2	22,11	0,0865	EURO 2	0,04	0,0017
EURO 3	29,25	0,0221	EURO 3	4,00	0,1272	EURO 3	16,37	0,0880	EURO 3	0,04	0,0011
EURO 4	61,96	0,0278	EURO 4	4,82	0,2291	EURO 4	7,50	0,0472			
EURO 5	12,59	0,0260	EURO 5	0,07	0,1494	EURO 5	2,70	0,0287			
EURO 6	0,21	0,0085	EURO 6	0,01	0,0836	EURO 6	0,00	#DIV/0!			

Figura 97 – Calcolo dei fattori emissivi di NO₂ per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

AUTOVETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	5,90	0,0086	EURO 0	9,38	0,1399	EURO 0	27,32	0,0314	EURO 0	1,19	0,0021
EURO 1	1,54	0,0038	EURO 1	0,62	0,0486	EURO 1	4,02	0,0254	EURO 1	0,35	0,0094
EURO 2	5,63	0,0038	EURO 2	0,85	0,0493	EURO 2	4,60	0,0180	EURO 2	0,10	0,0039
EURO 3	7,30	0,0055	EURO 3	1,27	0,0405	EURO 3	3,18	0,0171	EURO 3	0,10	0,0028
EURO 4	8,09	0,0036	EURO 4	0,58	0,0277	EURO 4	0,83	0,0052			
EURO 5	-0,15	-0,0003	EURO 5	0,01	0,0110	EURO 5	0,58	0,0061			
EURO 6	0,04	0,0017	EURO 6	0,00	0,0219	EURO 6	0,00	#DIV/0!			

Figura 98 – Calcolo dei fattori emissivi di PM_{2,5} per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

AUTOVETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
EURO 0	6,32	0,0092	EURO 0	9,76	0,1455	EURO 0	29,34	0,0337	EURO 0	1,24	0,0231
EURO 1	1,88	0,0046	EURO 1	0,69	0,0542	EURO 1	4,44	0,0280	EURO 1	0,39	0,0104
EURO 2	6,96	0,0047	EURO 2	0,95	0,0549	EURO 2	5,33	0,0209	EURO 2	0,12	0,0049
EURO 3	8,71	0,0066	EURO 3	1,45	0,0461	EURO 3	3,72	0,0200	EURO 3	0,13	0,0037
EURO 4	9,96	0,0045	EURO 4	0,70	0,0333	EURO 4	1,24	0,0078			
EURO 5	0,37	0,0008	EURO 5	0,01	0,0165	EURO 5	0,83	0,0088			
EURO 6	0,07	0,0028	EURO 6	0,01	0,0328	EURO 6	0,00	#DIV/0!			

Figura 99 – Calcolo dei fattori emissivi di PM₁₀ per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

TUTTI I VEICOLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)
BENZENE	13,48	0,000049
TOLUENE	25,76	0,000093
ETHYLBENZENE	9,03	0,000033
O-XYLENE	8,86	0,000032

Figura 100 – Calcolo dei fattori emissivi di Benzene, Toulene, Ethylbenzene e O-xylene per tutta la tipologia del parco circolante - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

INQUINANTE	AUTOVETTURE		VEICOLI IND. LEGGERI		VEICOLI IND. PESANTI		MOTOCICLI	
	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km*veic.)						
CO	1472.8395	1.9531	115.3591	2.9082	284.0521	0.8211	391.7201	8.9793
C ₆ H ₆	13.4781	0.00005	6.7391	0.000024	6.7391	0.000024	6.7391	0.000024
NO ₂	117.9364	0.1005	17.3467	0.8151	127.8583	0.3970	0.2758	0.0071
PM _{2,5}	28.3514	0.0266	12.7143	0.3388	40.5335	0.1032	1.7372	0.0382
PM ₁₀	34.2784	0.0331	13.5580	0.3833	44.8995	0.1191	1.8862	0.0421

Figura 101 – Riepilogo dei fattori emissivi per ogni inquinante - Anno 2013 - COMUNE DI MARSALA

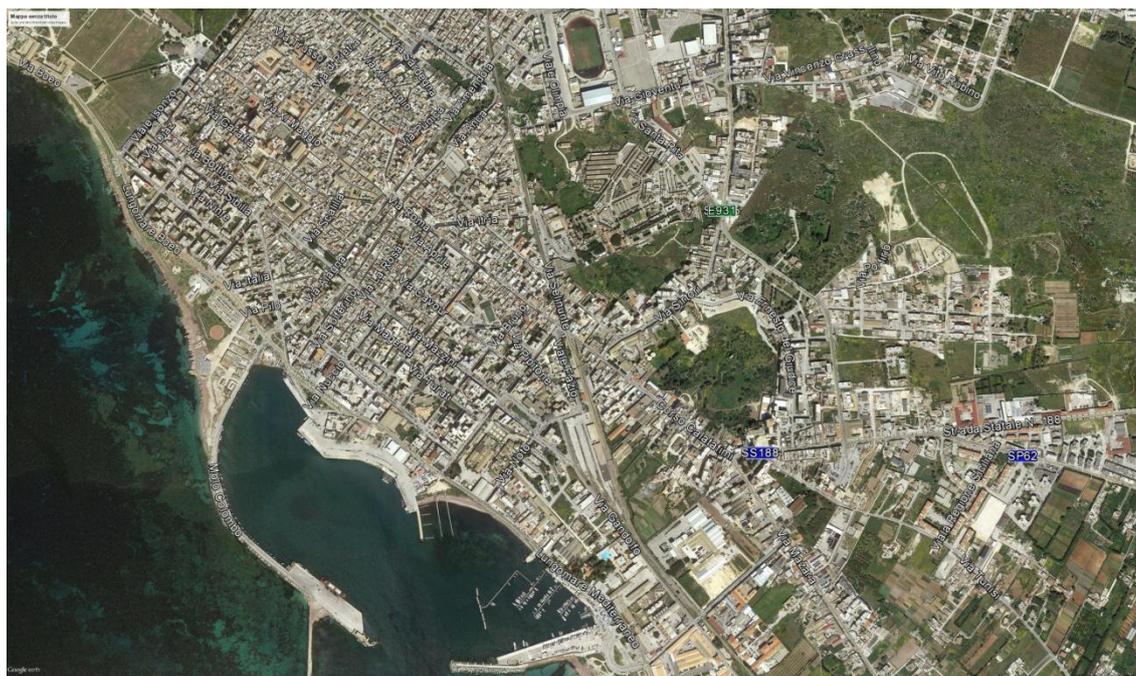


Figura 102 – Visualizzazione dei tratti stradali considerati nella simulazione

TRATTO	NOME VIA	LUNGH. (m)	LUNGH. (km)	VEIC./H tot	% PESANTE	VEIC./H tot (Pesanti)	VEIC./H tot	CO (g/s)	C ₆ H ₆ (g/s)	NO ₂ (g/s)	PM _{2.5} (g/s)	PM ₁₀ (g/s)
1	Lungomare	2864	2.864	380	19	72	308	3.4363	0.0000252	0.2488	0.1048	0.1191
2	Molo Colombo	969	0.969	103	40	41	62	0.2402	0.0000019	0.0198	0.0079	0.0090
3	Cantieri	330	0.33	103	40	41	62	0.0818	0.0000006	0.0068	0.0027	0.0031
4	Gandolfo	1544	1.544	380	19	72	308	1.8526	0.0000136	0.1341	0.0565	0.0642
5	Pizzo	136	0.136	103	15	16	88	0.0464	0.0000003	0.0033	0.0014	0.0016
6	Mazzini	844	0.844	103	15	16	88	0.2881	0.0000021	0.0205	0.0087	0.0099
7	Sibilla	387	0.387	103	15	16	88	0.1321	0.0000010	0.0094	0.0040	0.0045
8	Dei Mille	367	0.367	380	19	72	308	0.4403	0.0000032	0.0319	0.0134	0.0153
9	Botino	306	0.306	103	15	16	88	0.1045	0.0000008	0.0074	0.0032	0.0036
10	Verdi	391	0.391	103	19	20	84	0.1276	0.0000009	0.0092	0.0039	0.0044
11	Turati	271	0.271	103	15	16	88	0.0925	0.0000007	0.0066	0.0028	0.0032
12	Corsica	118	0.118	103	15	16	88	0.0403	0.0000003	0.0029	0.0012	0.0014
13	Volturno	173	0.173	103	15	16	88	0.0591	0.0000004	0.0042	0.0018	0.0020
14	XI Maggio	286	0.286	103	15	16	88	0.0976	0.0000007	0.0069	0.0029	0.0033
15	Frisella	639	0.639	103	15	16	88	0.2181	0.0000016	0.0155	0.0066	0.0075
16	Roma	532	0.532	103	15	16	88	0.1816	0.0000013	0.0129	0.0055	0.0062
17	S. Giovanni Bosco	391	0.391	380	19	72	308	0.4691	0.0000034	0.0340	0.0143	0.0163
18	Pipitone	196	0.196	103	15	16	88	0.0669	0.0000005	0.0047	0.0020	0.0023
19	Fazio	228	0.228	103	15	16	88	0.0778	0.0000006	0.0055	0.0023	0.0027
20	Calocasio	705	0.705	103	15	16	88	0.2407	0.0000017	0.0171	0.0073	0.0083
21	Libertà	253	0.253	103	15	16	88	0.0864	0.0000006	0.0061	0.0026	0.0030
22	Aspromonte	315	0.315	103	15	16	88	0.1075	0.0000008	0.0076	0.0032	0.0037
23	Itria	272	0.272	103	15	16	88	0.0928	0.0000007	0.0066	0.0028	0.0032
24	Calatafimi	1394	1.394	210	35	74	137	0.7549	0.0000058	0.0601	0.0243	0.0276
25	Bixio	1566	1.566	210	35	74	137	0.8481	0.0000066	0.0675	0.0273	0.0310
26	Isgro	353	0.353	103	15	16	88	0.1205	0.0000009	0.0086	0.0036	0.0041
27	Sardegna	579	0.579	103	15	16	88	0.1976	0.0000014	0.0140	0.0060	0.0068
28	XIX Luglio	422	0.422	103	15	16	88	0.1441	0.0000010	0.0102	0.0043	0.0049
29	Lipari	484	0.484	380	19	72	308	0.5807	0.0000043	0.0420	0.0177	0.0201
30	Forti Bonanno	203	0.203	103	15	16	88	0.0693	0.0000005	0.0049	0.0021	0.0024
31	Noto	256	0.256	103	15	16	88	0.0874	0.0000006	0.0062	0.0026	0.0030
32	Crispi	501	0.501	380	19	72	308	0.6011	0.0000044	0.0435	0.0183	0.0208
33	Caimi	101	0.101	103	15	16	88	0.0345	0.0000003	0.0024	0.0010	0.0012
34	S. Domenico Savio	167	0.167	103	15	16	88	0.0570	0.0000004	0.0040	0.0017	0.0020
35	Bruno	156	0.156	103	15	16	88	0.0533	0.0000004	0.0038	0.0016	0.0018
36	Dello Sbarco	510	0.51	380	19	72	308	0.6119	0.0000045	0.0443	0.0187	0.0212
37	Nuccio	570	0.57	380	19	72	308	0.6839	0.0000050	0.0495	0.0209	0.0237
38	Bilardelli	534	0.534	103	15	16	88	0.1823	0.0000013	0.0129	0.0055	0.0062
39	Sanità	232	0.232	103	15	16	88	0.0792	0.0000006	0.0056	0.0024	0.0027
40	Amodei	409	0.409	103	15	16	88	0.1396	0.0000010	0.0099	0.0042	0.0048
41	Amendola/Alagna	871	0.871	380	19	72	308	1.0451	0.0000077	0.0757	0.0319	0.0362
42	Isonzo	785	0.785	380	19	72	308	0.9419	0.0000069	0.0682	0.0287	0.0326
43	Diaz	811	0.811	380	19	72	308	0.9731	0.0000071	0.0704	0.0297	0.0337
44	Scipione Africano	197	0.197	103	15	16	88	0.0672	0.0000005	0.0048	0.0020	0.0023
44	Garaffa	340	0.34	103	15	16	88	0.1161	0.0000008	0.0082	0.0035	0.0040
45	Marino	106	0.106	103	15	16	88	0.0362	0.0000003	0.0026	0.0011	0.0012
46	IV Aprile	110	0.11	103	15	16	88	0.0375	0.0000003	0.0027	0.0011	0.0013
47	Italia	124	0.124	103	15	16	88	0.0423	0.0000003	0.0030	0.0013	0.0015

Figura 103 – Valori emissivi per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario *ante operam*

2.1.9.3. STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE

I dati a disposizione sono quelli contenuti nello studio attuale e di previsione dei traffici navali. In particolare si è fatto riferimento a:

- tipologia di navi presenti (caratterizzate per tonnellaggio lordo e per tipologia di accosto);
- numero di accosti annui/giornalieri;

- tempi di permanenza in banchina;
- tempi di attraversamento del porto.

A causa dell'inadeguatezza delle informazioni disponibili per l'applicazione completa della procedura dettagliata, è stata adottata una metodologia analoga ma semplificata basata sui risultati della commissione europea per la quantificazione delle emissioni da traffico navale, che, nel suo rapporto finale, fornisce una tabella con i fattori di emissione per i principali inquinanti in funzione del tipo di nave della fase in cui si trova (indipendentemente dal tipo di motore e dal combustibile utilizzato).

Gli inquinanti considerati sono in tutto cinque: quelli per i quali nel report della Commissione Europea, *'Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community (chapter 2)'* si definiscono i fattori di emissione per tipo di nave e fase:

- NO_x;
- SO₂;
- CO₂;
- HC;
- PM.

Le diverse fasi in cui si può trovare una nave sono in tutto tre e sono quelle definite nella metodologia MEET di Trozzi, Vaccaro (coincidenti anche con quelle definite nel report della Commissione Europea):

- manovra;
- navigazione;
- stazionamento.

La fase di navigazione in realtà è solamente definita, ma non viene considerata nel calcolo delle emissioni portuali; questo perchè il dominio di simulazione coincide sostanzialmente con l'area portuale e, all'interno di tale area, le navi si trovano o in fase di manovra o in fase di stazionamento.

I tipi possibili di nave considerati sono in tutto , determinati in base ai dati di traffico del 2013 forniti dalla Capitaneria di Porto di Marsala:

- Aliscafi (*Passenger*);
- Da diporto;
- Pesca (*Fish catching*);
- Tradizionali da carico (*General cargo*).

Nel report della Commissione Europea, scelta una determinata fase, ad ogni tipo di nave e ad ogni inquinante corrisponde un fattore di emissione espresso in kg/(t di combustibile).

AT SEA	NO _x	SO ₂	CO ₂	HC	sfc	NO _x	SO ₂	CO ₂	HC
	<u>in g/kWh</u>					<u>in kg/tonne fuel</u>			
A11 Liquefied Gas	8.5	12.4	822	0.3	258	41	49	3179	1.4
A12 Chemical	16.5	11.0	645	0.6	203	83	54	3179	2.8
A13 Oil	14.9	11.7	689	0.5	217	75	54	3179	2.5
A14 Other liquid	16.6	10.9	641	0.6	202	83	54	3179	2.8
A21 Bulk dry	17.9	10.6	624	0.6	196	92	54	3179	3.0
A22 Bulk dry/oil	16.8	10.3	643	0.6	202	86	52	3179	2.9
A23 Self-discharging bulk dry	14.3	11.5	695	0.5	218	71	53	3179	2.4
A24 Other bulk dry	17.4	10.6	631	0.6	198	88	53	3179	2.9
A31 General cargo	16.3	10.9	644	0.6	203	81	54	3179	2.7
A32 Passenger/general cargo	15.8	11.1	653	0.5	205	77	54	3179	2.7
A33 Container	17.5	10.7	631	0.6	199	89	54	3179	3.0
A34 Refrigerated cargo	17.4	10.7	631	0.6	198	88	54	3179	2.9
A35 Roro cargo	15.6	11.2	659	0.5	207	76	54	3179	2.6
A36 Passenger/Roro cargo	13.3	9.8	686	0.4	216	63	46	3179	2.0
A37 Passenger	13.2	11.7	696	0.5	219	62	54	3179	2.2
A38 Other dry cargo	11.1	12.9	757	0.4	238	53	54	3179	1.9
B11 Fish catching	13.9	11.5	685	0.5	215	65	53	3179	2.1
B12 Other fishing	13.3	12.3	722	0.5	227	66	54	3179	2.2
B21 Offshore supply	14.0	11.0	675	0.5	212	66	52	3179	2.3
B22 Other offshore	13.5	11.1	682	0.4	215	63	52	3179	2.1
B31 Research	14.2	11.4	673	0.5	212	67	54	3179	2.3
B32 Towing/Pushing	13.7	10.8	673	0.4	212	65	51	3179	2.0
B33 Dredging	14.1	11.4	674	0.5	212	67	54	3179	2.3
B34 other activities	12.5	10.7	705	0.4	222	59	48	3179	2.0
W11 Other activities	14.0	11.5	678	0.5	213	66	54	3179	2.3
W12 Other activities	12.7	11.5	677	0.2	213	60	54	3179	0.9

Figura 104 – Valori dei fattori di emissioni - Navigazione

IN PORT	NO _x	SO ₂	CO ₂	HC	PM	sfc	NO _x	SO ₂	CO ₂	HC	PM
	<u>in g/kWh</u>						<u>in kg/tonne fuel</u>				
A11 Liquefied Gas	7.5	13.4	884	0.9	2.1	278	33	49	3179	3.7	7.8
A12 Chemical	13.3	12.1	710	1.5	2.2	223	60	54	3179	6.7	9.7
A13 Oil	12.1	12.8	754	1.4	2.2	237	55	54	3179	6.3	9.6
A14 Other liquid	13.3	12.0	707	1.5	2.2	222	60	54	3179	7.0	10.0
A21 Bulk dry	13.8	12.0	706	1.0	1.5	222	62	54	3179	4.5	6.8
A22 Bulk dry/oil	13.4	11.9	715	0.9	1.4	225	60	53	3179	4.3	6.5
A23 Self-discharging bulk dry	13.1	12.3	727	0.5	1.0	229	58	54	3179	2.4	4.4
A24 Other bulk dry	13.6	12.0	709	1.0	1.5	223	61	54	3179	4.6	6.9
A31 General cargo	13.3	12.1	716	0.9	1.5	225	59	54	3179	4.1	6.5
A32 Passenger/general cargo	13.2	12.2	721	0.6	1.1	227	59	54	3179	2.9	5.0
A33 Container	13.7	12.1	710	1.0	1.5	223	62	54	3179	4.4	6.7
A34 Refrigerated cargo	13.5	12.1	714	0.7	1.2	225	60	54	3179	3.4	5.5
A35 Roro cargo	13.0	12.3	723	0.9	1.4	227	58	54	3179	3.9	6.3
A36 Passenger/Roro cargo	11.3	11.2	746	1.0	1.8	235	49	48	3179	4.4	7.6
A37 Passenger	11.6	12.6	750	1.0	1.8	236	50	54	3179	4.4	7.7
A38 Other dry cargo	11.8	12.9	761	0.7	1.4	239	52	54	3179	2.9	5.6
B11 Fish catching	13.4	12.2	722	0.4	0.8	227	59	54	3179	1.8	3.6
B12 Other fishing	11.3	13.2	776	1.1	2.0	244	51	54	3179	5.1	8.4
B21 Offshore supply	12.0	11.9	734	1.1	1.7	231	52	52	3179	4.6	7.5
B22 Other offshore	12.0	12.2	737	0.9	1.6	232	52	53	3179	3.8	6.9
B31 Research	11.8	12.5	736	1.2	2.0	232	51	54	3179	5.2	8.7
B32 Towing/Pushing	11.8	12.0	734	1.0	1.8	231	51	52	3179	4.2	7.7
B33 Dredging	11.9	12.4	736	1.2	2.0	232	51	54	3179	5.1	8.4
B34 other activities	11.1	11.5	756	1.0	1.7	238	48	48	3179	4.2	7.2
W11 Other activities	12.7	12.4	729	0.8	1.3	229	55	54	3179	3.2	5.7
W12 Other activities	11.2	12.5	738	0.5	1.9	232	48	54	3179	2.3	8.2

Figura 105 – Valori dei fattori di emissioni - Stazionamento

MANOEUVRING	NO _x	SO ₂	CO ₂	HC	PM	sfc	NO _x	SO ₂	CO ₂	HC	PM	
	<u>in g/kWh</u>						<u>in kg/tonne fuel</u>					
A11 Liquefied Gas	7.4	13.5	887	0.9	2.1	279	32	49	3179	3.7	7.8	
A12 Chemical	13.3	12.1	710	1.5	2.2	223	60	54	3179	6.9	9.9	
A13 Oil	12.0	12.8	754	1.4	2.3	237	55	54	3179	6.4	9.7	
A14 Other liquid	13.3	12.0	706	1.6	2.3	222	60	54	3179	7.1	10.2	
A21 Bulk dry	14.3	11.7	688	1.7	2.3	217	66	54	3179	7.8	10.6	
A22 Bulk dry/oil	13.5	11.4	708	1.6	2.2	223	62	52	3179	7.3	10.1	
A23 Self-discharging bulk dry	12.0	12.5	751	1.1	1.9	236	54	53	3179	5.2	8.2	
A24 Other bulk dry	13.9	11.6	695	1.6	2.3	219	64	53	3179	7.6	10.4	
A31 General cargo	13.1	12.0	709	1.6	2.3	223	59	54	3179	7.0	10.2	
A32 Passenger/general cargo	12.8	12.2	718	1.4	2.1	226	57	54	3179	6.2	9.2	
A33 Container	14.0	11.8	696	1.6	2.3	219	65	54	3179	7.6	10.4	
A34 Refrigerated cargo	13.9	11.8	697	1.5	2.2	219	63	54	3179	7.1	9.9	
A35 Roro cargo	12.5	12.3	724	1.5	2.3	228	56	54	3179	6.7	10.0	
A36 Passenger/Roro cargo	10.6	10.8	754	1.3	2.1	237	46	46	3179	5.4	9.0	
A37 Passenger	10.7	12.9	764	1.4	2.3	240	46	54	3179	5.8	9.8	
A38 Other dry cargo	9.3	14.0	821	1.1	2.2	258	40	54	3179	4.7	8.9	
B11 Fish catching	13.0	12.2	725	0.6	1.1	228	57	54	3179	2.6	4.8	
B12 Other fishing	10.7	13.5	792	1.3	2.4	249	49	54	3179	6.0	9.9	
B21 Offshore supply	11.2	12.1	742	1.4	2.3	233	48	52	3179	6.1	9.7	
B22 Other offshore	10.9	12.2	749	1.3	2.2	236	47	52	3179	5.4	9.5	
B31 Research	11.4	12.6	740	1.4	2.4	233	49	54	3179	6.2	10.2	
B32 Towing/Pushing	11.0	11.8	740	1.2	2.3	233	48	51	3179	5.3	9.7	
B33 Dredging	11.4	12.5	741	1.4	2.4	233	49	54	3179	6.2	10.1	
B34 other activities	10.1	11.8	774	1.2	2.2	243	43	48	3179	5.3	9.0	
W11 Other activities	11.5	12.6	742	1.4	2.2	233	49	54	3179	5.9	9.5	
W12 Other activities	10.2	12.6	744	0.6	2.4	234	44	54	3179	2.5	10.1	

Figura 106 – Valori dei fattori di emissioni - Manovra

Ad ogni tipologia di nave sono stati associati:

- un tipo;
- una stazza lorda;
- un consumo (t/giorno) in fase di navigazione;
- un consumo (t/giorno) in fase di manovra;
- un consumo (t/giorno) in fase di stazionamento.

Mentre tipo e stazza sono presi dai dati di traffico del 2013, i consumi nelle tre fasi sono stati calcolati, secondo una metodologia indicata da Trozzi - Vaccaro, a partire dalla stazza lorda e dal tipo di nave: moltiplicando la stazza lorda di una nave per due coefficienti che dipendono dal tipo della nave stessa si ottiene il consumo medio giornaliero di combustibile (t/giorno) al 100% della potenza.

Ship types	Average consumption (t/day)	Consumption at full power (t/day) as function of gross tonnage (GT) (°)
Solid bulk	33.80	$C_{jk} = 20.186 + .00049 * GT$
Liquid bulk	41.15	$C_{jk} = 14.685 + .00079 * GT$
General Cargo	21.27	$C_{jk} = 9.8197 + .00143 * GT$
Container	65.88	$C_{jk} = 8.0552 + .00235 * GT$
Passenger/Ro-Ro/Cargo	32.28	$C_{jk} = 12.834 + .00156 * GT$
Passenger	70.23	$C_{jk} = 16.904 + .00198 * GT$
High speed ferry	80.42	$C_{jk} = 39.483 + .00972 * GT$
Inland cargo	21.27	$C_{jk} = 9.8197 + .00143 * GT$
Sail ships	3.38	$C_{jk} = .42682 + .00100 * GT$
Tugs	14.35	$C_{jk} = 5.6511 + .01048 * GT$
Fishing	5.51	$C_{jk} = 1.9387 + .00448 * GT$
Other ships	26.40	$C_{jk} = 9.7126 + .00091 * GT$
All ships	32.78	$C_{jk} = 16.263 + 0.001 * GT$

Figura 107 – Consumo giornaliero medio al 100% della potenza e coefficienti di regressione lineare per il calcolo del consumo giornaliero in funzione della stazza lorda.

Una volta effettuate queste considerazioni è stato possibile calcolare le emissioni per ogni singola tipologia di imbarcazione e di inquinante ricordando quanto segue:

- il numero delle imbarcazioni da diporto si attesta su circa 300;
- il numero delle imbarcazioni destinate alla pesca è pari a circa 90 unità;
- il numero delle navi merci è stato pari a 22;
- vi è un solo aliscafo che copre la tratta con le isole Egadi tutti i giorni per 6 volte.

TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA LORDA (ton)	CONSUMO (NAVIGAZIONE) (ton/giorno)	CONSUMO (MANOVRA) (ton/giorno)	CONSUMO (STAZIONAMENTO) (ton/giorno)
ALISCAFO (<i>Other ships</i>)	240	7.9448	3.9724	1.9862
DIPORTO (<i>Sail ships</i>)	30	0.365456	0.182728	0.091364
PESCA (<i>Fishing</i>)	100	1.90936	0.95468	0.47734
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	997	8.996328	4.498164	2.249082

Figura 108 – Consumo giornaliero medio al 100% della potenza per singola tipologia individuata

I dati di traffico che sono stati consegnati dalla Capitaneria di Porto raccoglievano separatamente gli arrivi e le partenze. Valutato il problema e l'esigenza, ad esempio, di conoscere i tempi di stazionamento della singola nave in porto, si è scelto di elaborare i dati a disposizione rappresentando il traffico in termini di movimenti (arrivo + partenza) della singola tipologia di nave, considerando anche la stagione.

TIPOLOGIA DI NAVE	NUMERO ARRIVI GIORNALIERI	NUMERO PARTENZE GIORNALIERE	GIORNI DI UTILIZZO	NUMERO DI MEZZI IN MOVIMENTO	NUMERO DI MOVIMENTI DI MANOVRA	DURATA SINGOLA MANOVRA (minuti)	DURATA SINGOLA MANOVRA (giorni)	DURATA COMPLESSIVA MANOVRA (giorni)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	6	6	365	1	4380	25	0.0174	76
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	1	1	120	150	36000	10	0.0069	250
PESCA (<i>Fishing</i>)	1	1	250	80	40000	10	0.0069	278
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	1	1	1	12	24	40	0.0278	1

TIPOLOGIA DI NAVE	NUMERO ARRIVI GIORNALIERI	NUMERO PARTENZE GIORNALIERE	GIORNI DI UTILIZZO	NUMERO DI MEZZI IN STAZIONAMENTO	NUMERO DI MOVIMENTI DI STAZIONAMENTO	DURATA SINGOLO STAZIONAMENTO (minuti)	DURATA SINGOLO STAZIONAMENTO (giorni)	DURATA COMPLESSIVA STAZIONAMENTO (giorni)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	6	6	365	1	4380	300	0.2083	913
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	1	1	120	300	72000	15	0.0104	750
PESCA (<i>Fishing</i>)	1	1	250	80	40000	30	0.0208	833
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	1	1	1	12	24	1200	0.8333	20

Figura 109 – Ipotesi della durata delle manovre e degli stazionamenti

A questo punto, per ogni nave in stazionamento o in manovra all'interno del porto, si conoscono tutti i fattori moltiplicativi che compaiono nella formula per il calcolo delle emissioni; è quindi possibile procedere al calcolo dando una nave, fissati la fase e l'inquinante, l'emissione si ottiene moltiplicando fra loro:

- il consumo giornaliero caratteristico di quella nave in quella fase;
- il numero complessivo di giorni in cui, nel corso del 2013, la nave si è trovata in quella determinata fase;
- il fattore di emissione corrispondente.

TIPOLOGIA DI NAVE	CONSUMO (MANOVRA) (ton/giorno)	GIORNI MANOVRA	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	PM (g/s)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	3.9724	76	0.44	0.52	0.09
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	0.182728	250	0.07	0.08	0.01
PESCA (<i>Fishing</i>)	0.95468	278	0.48	0.45	0.04
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	4.498164	1	0.01	0.01	0.001

TIPOLOGIA DI NAVE	CONSUMO (STAZIONAMENTO) (ton/giorno)	GIORNI MANOVRA	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	PM (g/s)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	1.9862	122	0.35	0.41	0.08
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	0.091364	750	0.10	0.11	0.02
PESCA (<i>Fishing</i>)	0.47734	833	0.72	0.68	0.06
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	2.249082	20	0.08	0.08	0.01

Figura 110 – Stima delle sorgenti lineari relative al movimento ed allo stazionamento delle navi in porto - scenario attuale

2.1.9.4. STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE

Come detto per le emissioni diffuse sono stati adottati i valori raccolti nell'inventario Regionale delle Emissioni. L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera è aggiornato al 2005. Purtroppo non esistono informazioni relative alle emissioni specifiche per il comune di Marsala, per cui si è utilizzata la metodologia *top down* il cui scopo è di stimare l'entità delle emissioni locali partendo dalla conoscenza delle emissioni su un'area più vasta, individuando le tipologie di sorgenti così come sono definite nell'inventario più ampio e che ricadono all'interno del territorio più circoscritto:

- estensione provincia di Trapani: 2460 km²;
- estensione comune di Marsala: 243,26 km²;
- estensione area di studio: 2 km².

Di seguito si riportano i valori delle emissioni.

TIPOLOGIA DI INQUINANTE	EMISSIONE MAX. A LIVELLO PROVINCIALE (ton/anno)	EMISSIONE MIN. A LIVELLO PROVINCIALE (ton/anno)	EMISSIONE MEDIA A LIVELLO PROVINCIALE (ton/anno)	EMISSIONE MEDIA A LIVELLO COMUNALE (ton/anno)	EMISSIONE MEDIA A LIVELLO DI STUDIO (ton/anno)	EMISSIONE MEDIA A LIVELLO PROVINCIALE (g/s)	EMISSIONE MEDIA A LIVELLO COMUNALE (g/s)	EMISSIONE MEDIA A LIVELLO DI STUDIO (g/s)
CO	16770	6450	11610	1148.07	9.44	367.92	36.38	0.299
NO _x	2680	760	1720	170.08	1.40	54.51	5.39	0.044
PM ₁₀	267	93	180	17.80	0.15	5.70	0.56	0.005
PM _{2,5}	249	83	166	16.42	0.13	5.26	0.52	0.004
SO _x	95	94	94.5	9.34	0.08	2.99	0.30	0.002

Figura 111 – Stima delle emissioni diffuse relative al Comune di Marsala

2.1.10. ANALISI DELLO STATO DI ESERCIZIO

I dati di partenza assunti come riferimento per lo studio dell'impatto atmosferico nello stato di esercizio sono:

- la caratterizzazione fisica degli scenari micro-meteorologici rimane inalterata rispetto allo stato di fatto;
- le emissioni relative alle principali infrastrutture di comunicazione (emissioni diffuse) rimane identica alle condizioni attuali;
- varia la stima dei veicoli pesanti ed il maggiore regime di traffico indotto dalla movimentazione dei mezzi pesanti e leggeri nei principali tratti stradali dell'area considerata vista la costruzione dell'opera;
- varia la stima delle emissioni relative alle azioni di carico e scarico delle navi desunte dalle ipotesi di traffico futuro.

2.1.10.1. STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE

In analogia a quanto sviluppato per lo stato attuale, nelle tabelle seguenti si riportano:

- la ripartizione in classi COPERT emissive per il parco veicolare di mezzi leggeri e pesanti per gli scenari prospettati dal Piano, ottenuta a partire dai trend ricostruiti per lo stato attuale;
- i valori dei fattori emissivi per i veicoli leggeri e pesanti, per ripartizione in classi COPERT;
- la stima dei valori di emissione ripartiti per le sezioni stradali considerate.

Per poter definire il parco circolante, dal punto di vista ambientale, è stato necessario preliminarmente capire l'andamento del mercato negli ultimi anni.

Prendendo come riferimento la Sintesi Statistica prodotta dal Centro Studi dell'Unione Nazionale Rappresentanti Autoveicoli Esteri per il mercato *automotive* dal 2004 al 2013 si sono potuti analizzare due periodi ben distinti: la fase tonica del mercato fino alla fine degli incentivi nel 2010, con volumi superiori ai 2,2 milioni di unità, e la crisi immediatamente successiva, che ha mostrato un mercato in calo per 42 mesi, in molti dei quali a doppia cifra.

È solo a dicembre 2013 che l'*Industry* dà timidi segnali di ripresa, realisticamente molto legati al confronto con il calo severo dell'anno precedente.

Il potenziale del mercato dell'auto resta tuttora inespresso:

- 35.230.000 vetture circolanti, 1/3 di queste del secolo scorso, i cui livelli di sicurezza e rispetto ambientale si sono abbondantemente evoluti con le nuove tecnologie ad un rapporto tra contenuto e valore mai stato così favorevole per i potenziali clienti;
- un tasso di sostituzione dell'usato che esprime ancora ricerca di mobilità a prezzi più bassi, a conferma che la pressione fiscale che agisce sul settore e il costo della gestione di un'auto sono a livelli tali da richiedere un urgente intervento di alleggerimento da parte dello Stato.

Particolare attenzione deve essere posta al Decreto Ministeriale 3 aprile 2014, con il quale sono state emanate le disposizioni attuative della Legge 2 agosto 2012, n. 134, concernente l'erogazione di contributi statali all'acquisto di veicoli a basse emissioni complessive, per l'anno 2014.

Il provvedimento dovrebbe consentire l'acquisto incentivato di circa 13.000 autoveicoli con emissioni di CO₂ uguali o inferiori a 95 g/km, che corrispondono alla metà del fondo stanziato.

L'altra metà, destinata a veicoli con emissioni di CO₂ superiori a 95 g/Km, non sarà presumibilmente utilizzata in quanto è fruibile soltanto da aziende che per acquistare il veicolo nuovo devono contestualmente rottamare analogo veicolo di oltre 10 anni di età: praticamente inesistenti nelle flotte aziendali.

I veicoli immatricolati a seguito degli incentivi stanziati per il 2013, per i quali il fondo era di 35 milioni di euro, sono stati soltanto 3.300, di cui: 1.400 a metano, 1.200 elettrici, 600 ibridi e 100 a Gpl. Di questi l'85% sono state autovetture e oltre il 90% ha riguardato veicoli con emissioni inferiori a 95 g/km di CO₂. In sostanza, il Fondo è rimasto praticamente inutilizzato e riversato su quello del 2014.

Secondo i dati pubblicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a dicembre 2014 il mercato italiano dell'auto totalizza 91.518 immatricolazioni, il 2,3% in più rispetto a dicembre dello scorso anno. Nell'intero 2014, le immatricolazioni ammontano complessivamente a 1.359.616 unità, il 4,2% in più rispetto al 2013.

“Grazie al segno positivo di dicembre, settimo rialzo mensile consecutivo, seppur con volumi ancora bassi per questo mese, il mercato auto italiano chiude il 2014 positivamente secondo le previsioni, e verrà ricordato come il primo anno di ripresa dopo 6 annualità consecutive in flessione” – ha commentato Roberto Vavassori, Presidente di ANFIA (Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica). Il quarto trimestre dell'anno appena concluso risulta, così, in crescita del 6,1% rispetto all'analogo trimestre del 2013, concludendo in ascesa dopo il rallentamento dei due trimestri precedenti (a un primo trimestre in rialzo del 6,1%, avevano fatto seguito, infatti, un secondo e terzo trimestre a +1% e +4% rispettivamente).

Secondo l'indagine ISTAT, a dicembre l'indice del clima di fiducia dei consumatori (base 2005 = 100) diminuisce, passando da 100,2 del mese di novembre a 99,7. I giudizi e le attese sulla situazione economica del Paese peggiorano, i rispettivi saldi passano a -108 da -105 e a -15 da -13.

Il saldo relativo all'opportunità attuale di acquisto di beni durevoli diminuisce in modo consistente (a -89 da -79), come risultato dell'aumento della percentuale degli intenzionati a “spendere molto meno” per i beni durevoli (che passa al 61,3% dal 57,9%).

Il saldo delle intenzioni future di spesa passa a -100 da -91, in quanto la quota di chi si attende di spendere “molto meno” per beni durevoli aumenta al 47,2% dal 42,3% del mese precedente.

A novembre 2014, secondo gli dati ISTAT disponibili, l'indice nazionale dei prezzi al consumo diminuisce dello 0,2% rispetto al mese precedente e aumenta dello 0,2% nei confronti di novembre 2013 (il tasso tendenziale era +0,1% a ottobre).

Il calo mensile dell'indice generale è principalmente dovuto alla diminuzione dei prezzi beni energetici non regolamentati – i carburanti (-2,3%).

A livello tendenziale, la lieve accelerazione dell'inflazione è in parte bilanciata dall'accentuazione della flessione dei prezzi dei beni energetici non regolamentati – i carburanti - (-3,1%, da -2,2% del mese precedente).

Si rilevano ribassi congiunturali dei prezzi di quasi tutti i carburanti. Il prezzo della Benzina diminuisce su base mensile del 3,2%, mentre registra una flessione su base annua (-2,3%) più ampia di quella rilevata a ottobre (-0,8%). Il prezzo del Gasolio registra un decremento congiunturale più contenuto (-2,5%), con un'accentuazione della flessione tendenziale (-4,3%, da -3,5% del mese precedente). I prezzi degli Altri carburanti – a seguito del ribasso del GPL – diminuiscono dell'1,6% su base mensile e del 5,4% su base annua (da -5% di ottobre).

In Italia il tasso di motorizzazione è molto alto con 675 vetture per 1.000 abitanti: l'auto fa parte integrante della “cultura” e i giovani italiani non esitano a rimanere più a lungo in famiglia per affrancarsi dal vincolo finanziario dell'alloggio ed essere quindi in grado di acquistare un'auto.

Quando i paesi sviluppati raggiungeranno il livello di saturazione, i paesi in via di sviluppo registreranno una crescita sostenuta del tasso di motorizzazione automobilistica. La Cina vedrà crescere il tasso di motorizzazione per 1.000 abitanti nell'ordine del 13% annuo! Con la comparsa di un mercato di seconda mano e l'emergere di una classe media al centro del paese, il prodotto auto ha tutte le carte in regola per proliferare tra la popolazione cinese.

Entro il 2020, ci si aspetta quindi una vera e propria metamorfosi della localizzazione dei parchi auto: la Cina, il cui parco rappresenta nel 2012 meno del 10% del parco mondiale, dovrebbe quindi raddoppiare la propria quota di mercato entro il 2020, mentre Europa, Stati Uniti e Giappone, che rappresentano ancora oggi più della metà del parco mondiale (53%), entro il 2020 registreranno un valore pari al 42%.

In Spagna, Portogallo e Italia, a causa della drastica flessione dei mercati automobilistici registrata in questi ultimi anni, l'età media del parco è aumentata di due anni tra il 2006 e il 2013 e oggi supera la soglia dei 10 anni di età media.

Il pianeta auto, nel suo insieme, gode di buona salute. Le vendite di auto nuove continuano ad aumentare. Nel 2014, hanno registrato un rialzo per il quarto anno

consecutivo e un nuovo record, che per la prima volta supera la soglia degli 80 milioni di unità. Le vendite di auto nuove hanno quindi rapidamente raggiunto e oltrepassato i livelli precedenti alla crisi del 2008, dopo un periodo di leggera flessione dovuto al rallentamento economico.

Il mercato mondiale deve questa dinamica di crescita essenzialmente alle regioni emergenti e in transizione. La crisi economica non si è tradotta in un calo delle vendite su questi mercati in via di sviluppo. Inoltre, le vendite di auto nelle regioni emergenti hanno un ritmo di crescita ancora più sostenuto rispetto a quello mondiale, nonostante il rallentamento degli ultimi anni. In queste regioni, i mercati automobilistici sono infatti aumentati del +5% nel 2013 rispetto al 2012, quando hanno registrato “solo” il +4% di crescita a livello mondiale.

Tutt’altro scenario per le regioni sviluppate (Europa occidentale, Stati Uniti e Giappone). La crisi ha lasciato in queste regioni delle ferite ancora oggi visibili, in quanto i mercati automobilistici non sono ancora ai livelli raggiunti prima della crisi, in particolare il mercato europeo. Tra il 2007, prima della crisi, e il 2009, con il minimo storico toccato dai mercati, il numero delle vendite di auto è diminuito di oltre 8 milioni di unità nelle regioni sviluppate, segnando un ribasso del 21%.

La graduale ripresa delle vendite dopo il 2009 non è stata sufficiente per far fronte allo stallo. Con appena il 3% di crescita annua media tra il 2010 e il 2013, le vendite di auto nuovi nelle regioni sviluppate raggiungono appena i 33 milioni di unità nel 2013, allorché sfioravano i 39 milioni nel 2005: negli ultimi otto anni, sono più di 5 milioni i veicoli invenduti nelle regioni sviluppate.

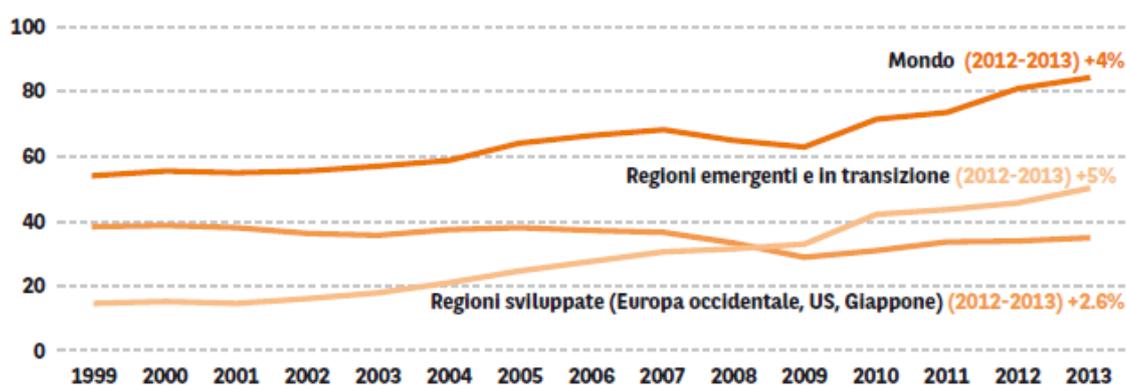


Figura 112 – Vendita mondiali di auto nuove tra il 1999 e il 2013

Con i parchi auto giunti a saturazione nei paesi sviluppati, la dinamica delle vendite fino al 2020 resterà debole, nell’ordine del 2% medio annuo in Europa e negli Stati Uniti. In Giappone, l’aumento limitato del tasso di motorizzazione sarà più che

compensato dal calo demografico, con conseguente riduzione del mercato di circa il -1,5% l'anno. È quindi prevedibile che saranno i paesi emergenti a generare la quota più sostanziale della crescita mondiale, con tuttavia dei ritmi di avanzamento più moderati rispetto al passato. In Cina, si prevede quindi una crescita annua media del 5% e ancor di più in Brasile, con il 6%. Nel complesso, il mercato mondiale dovrebbe progredire con una media del 3,5% annuo, superando così la soglia dei 100 milioni di unità vendute nel biennio 2018-2019.

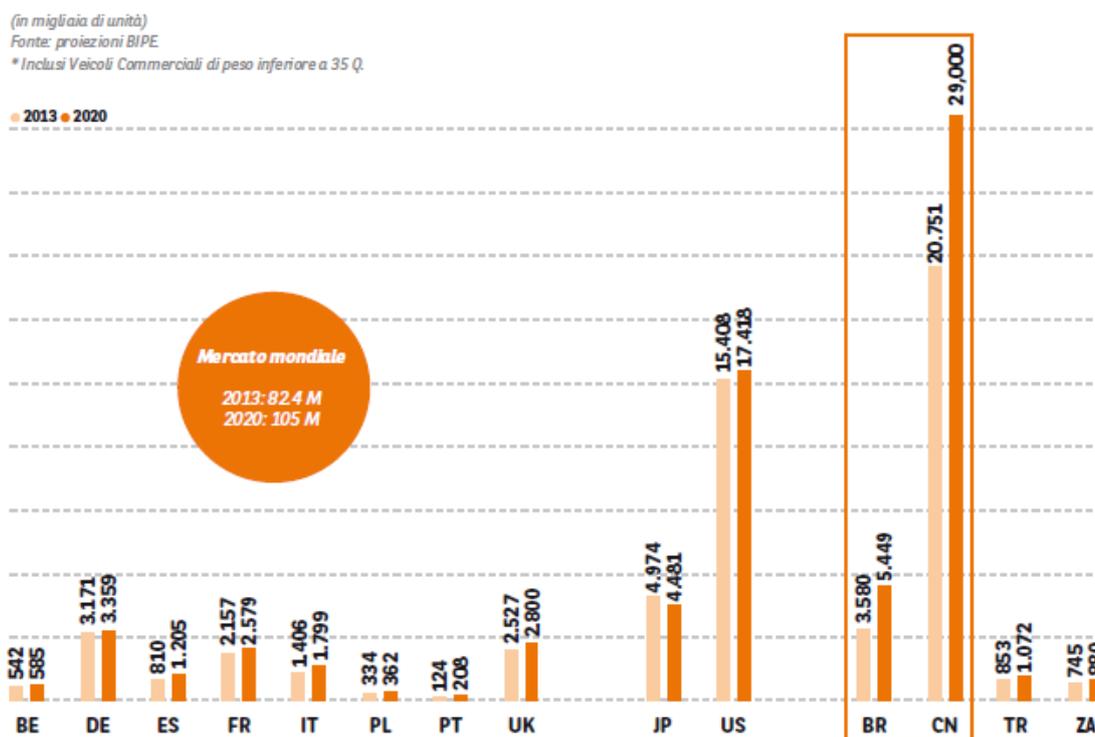


Figura 113 – Previsione di immatricolazione delle auto nel periodo compreso tra il 2013 e il 2020

Sulla base delle considerazioni precedenti è stato possibile riorganizzare il parco circolante e di conseguenza calcolare i nuovi fattori emissivi.

AUTOVETTURE		VEICOLI IND. LEGGERI		VEICOLI IND. PESANTI		MOTOCICLI	
EURO 0	5239,00	EURO 0	1299,00	EURO 0	1310,00	EURO 0	2005,00
EURO 1	2719,00	EURO 1	279,00	EURO 1	282,00	EURO 1	1915,00
EURO 2	10055,00	EURO 2	432,00	EURO 2	519,00	EURO 2	1426,00
EURO 3	11747,00	EURO 3	987,00	EURO 3	502,00	EURO 3	1922,00
EURO 4	16003,00	EURO 4	683,00	EURO 4	458,00		
EURO 5	4557,00	EURO 5	21,00	EURO 5	291,00		
EURO 6	243,00	EURO 6	10	EURO 6	32,00		

Figura 114 – Parco circolante COPERT – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)
EURO 0	521,18	1,2593	EURO 0	52,36	1,2596	EURO 0	104,22	0,1994	EURO 0	187,96	4,3602
EURO 1	90,94	0,3176	EURO 1	5,23	0,5853	EURO 1	15,71	0,1414	EURO 1	111,83	2,7161
EURO 2	187,22	0,1578	EURO 2	5,99	0,4332	EURO 2	29,81	0,1458	EURO 2	35,55	1,1595
EURO 3	144,70	0,0993	EURO 3	10,93	0,3165	EURO 3	34,17	0,1672	EURO 3	30,72	0,7434
EURO 4	102,09	0,0382	EURO 4	5,55	0,2196	EURO 4	11,32	0,0595			
EURO 5	29,11	0,0470	EURO 5	0,13	0,1534	EURO 5	13,66	0,1107			
EURO 6	1,38	0,0400	EURO 6	0,01	0,0510	EURO 6	1,20	0,0872			

Figura 115 – Calcolo dei fattori emissivi di CO per tutta la tipologia del parco circolante – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)
EURO 0	2,83	0,0068	EURO 0	4,04	0,0972	EURO 0	41,05	0,0785	EURO 0	0,08	0,0019
EURO 1	1,20	0,0042	EURO 1	0,57	0,0641	EURO 1	7,59	0,0683	EURO 1	0,10	0,0024
EURO 2	6,00	0,0051	EURO 2	0,89	0,0645	EURO 2	17,68	0,0865	EURO 2	0,05	0,0017
EURO 3	32,17	0,0221	EURO 3	4,39	0,1272	EURO 3	17,97	0,0880	EURO 3	0,05	0,0011
EURO 4	74,35	0,0278	EURO 4	5,79	0,2291	EURO 4	8,95	0,0471			
EURO 5	16,11	0,0260	EURO 5	0,10	0,1140	EURO 5	3,63	0,0294			
EURO 6	0,27	0,0079	EURO 6	0,02	0,0836	EURO 6	0,26	0,0191			

Figura 116 – Calcolo dei fattori emissivi di NO₂ per tutta la tipologia del parco circolante – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)
EURO 0	3,54	0,0086	EURO 0	5,83	0,1402	EURO 0	16,40	0,0314	EURO 0	0,95	0,0221
EURO 1	1,06	0,0038	EURO 1	0,43	0,0485	EURO 1	2,83	0,0254	EURO 1	0,39	0,0094
EURO 2	4,51	0,0038	EURO 2	0,68	0,0493	EURO 2	3,68	0,0180	EURO 2	0,12	0,0039
EURO 3	8,03	0,0055	EURO 3	1,40	0,0405	EURO 3	3,50	0,0171	EURO 3	0,11	0,0028
EURO 4	9,71	0,0036	EURO 4	0,70	0,0277	EURO 4	0,99	0,0052			
EURO 5	-0,19	-0,0003	EURO 5	0,01	0,0102	EURO 5	0,77	0,0063			
EURO 6	0,06	0,0017	EURO 6	0,00	0,0219	EURO 6	0,08	0,0057			

Figura 117 – Calcolo dei fattori emissivi di PM_{2,5} per tutta la tipologia del parco circolante – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

AUTOVEETTURE			VEICOLI IND. LEGGERI			VEICOLI IND. PESANTI			MOTOCICLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)	TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)
EURO 0	3,79	0,0092	EURO 0	6,06	0,1458	EURO 0	17,61	0,0337	EURO 0	1,00	0,0231
EURO 1	1,32	0,0046	EURO 1	0,48	0,0542	EURO 1	3,12	0,0281	EURO 1	0,43	0,0104
EURO 2	5,57	0,0047	EURO 2	0,76	0,0549	EURO 2	4,26	0,0209	EURO 2	0,15	0,0049
EURO 3	9,58	0,0066	EURO 3	1,59	0,0461	EURO 3	4,09	0,0200	EURO 3	0,15	0,0037
EURO 4	11,95	0,0045	EURO 4	0,84	0,0333	EURO 4	1,48	0,0078			
EURO 5	0,48	0,0008	EURO 5	0,01	0,0156	EURO 5	1,11	0,0090			
EURO 6	0,10	0,0028	EURO 6	0,01	0,0328	EURO 6	0,12	0,0088			

Figura 118 – Calcolo dei fattori emissivi di PM₁₀ per tutta la tipologia del parco circolante – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

TUTTI I VEICOLI		
TIPO	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/ Km ³ veic.)
BENZENE	10,42	0,000040
TOLUENE	19,94	0,000076
ETHYLBENZENE	6,75	0,000026
O-XYLENE	6,64	0,000025

Figura 119 – Calcolo dei fattori emissivi di Benzene, Toulene, Ethylbenzene e O-xylene per tutta la tipologia del parco circolante – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

INQUINANTE	AUTOVETTURE		VEICOLI IND. LEGGERI		VEICOLI IND. PESANTI		MOTOCICLI	
	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km ³ veic.)	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km ³ veic.)	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km ³ veic.)	Emissioni totali (ton)	Fattore emissivo (g/Km ³ veic.)
CO	1076.6149	1.9592	80.1991	3.0187	210.0788	0.8240	366.0533	8.9792
C ₆ H ₆	10.4217	0.00004	5.2108	0.00002	5.2108	0.00002	5.2108	0.00002
NO ₂	132.9317	0.0999	15.7992	0.7796	97.1304	0.3978	0.2803	0.0071
PM _{2,5}	26.7302	0.0266	9.0540	0.3382	28.2452	0.1034	1.5737	0.0382
PM ₁₀	32.7937	0.0331	9.7577	0.3827	31.7878	0.1194	1.7273	0.0421

Figura 120 – Riepilogo dei fattori emissivi per ogni inquinante – scenario futuro - COMUNE DI MARSALA

Così come fatto per la situazione *ante-operam* si è provveduto a dividere l'area in vari tratti stradali e calcolare i valori emissivi per le sorgenti da traffico veicolare. Ovviamente in tale situazione è stato necessario effettuare alcune considerazioni sul traffico indotto a seguito della costruzione del Marina di cui si parlerà diffusamente nel prossimo paragrafo. I flussi generati dall'insediamento della nuova realtà produttiva oggetto di intervento, sono stato oggetto di studio per valutare gli impatti determinati sulla viabilità attuale. L'analisi è partita con un attenta valutazione del layout portuale per individuare le diverse realtà "generatrici" di traffico. La generazione si crea in seguito alla localizzazione delle varie attività nell'area, interconnesse tra di loro tramite una opportuna rete che è parte integrante del progetto. Tale rete permette la comunicazione tra le varie attività presenti ed è costituita da strade pedonali, piste ciclabili e infrastrutture viarie dedicate ai vari flussi di traffico. Le attrattività, in base alla localizzazione e alla tipologia, genereranno un volume di traffico strettamente correlato all'offerta produttiva, commerciale e ai servizi presenti nell'area. La tipologia di traffico è anch'essa dipendente da questi fattori; sarà possibile calcolare infatti la presenza di un incremento, oltre che di traffico di veicoli commerciali, anche di mezzi pesanti e naturalmente di mezzi marittimi. Tali incrementi si realizzeranno per determinati intervalli temporali, le così dette "ore di punta". L'analisi svolta riguarda il calcolo del numero di veicoli commerciali previsti, considerando che essi siano utilizzati dagli utenti che vogliono spostarsi tra le attività presenti nel porto (spostamenti interni) ma soprattutto raggiungere dalla città il porto (spostamenti esterni). Gli spostamenti esterni riguardano sia tutte le persone che vogliono usufruire direttamente dei servizi presenti nel sotto ambito di interazione città porto (non strettamente correlabile con le attività portuali) nonché tutti i proprietari di natanti, passeggeri delle navi, proprietari di pescherecci e addetti alle attività di cantieristica. Da queste considerazioni si è riusciti a risalire ai veicoli che perverranno alla zona portuale nell'arco temporale di 24 ore che andranno sommati al traffico già presente.

TRATTO	NOME VIA	LUNGH. (m)	LUNGH. (km)	VEIC./H tot	% PESANTE	VEIC./H tot (Pesanti)	VEIC./H tot	CO (g/s)	C ₆ H ₆ (g/s)	NO ₂ (g/s)	PM _{2.5} (g/s)	PM ₁₀ (g/s)
1	Lungomare	2864	2.864	542	15	81	461	5.1687	0.000031	0.3507	0.1544	0.1756
2	Molo Colombo	969	0.969	265	9	24	241	0.9125	0.000005	0.0602	0.0269	0.0305
3	Cantieri	330	0.33	265	9	24	241	0.3108	0.000002	0.0205	0.0091	0.0104
4	Gandolfo	1544	1.544	542	15	81	461	2.7865	0.000016	0.1891	0.0832	0.0946
5	Pizzo	136	0.136	265	9	24	241	0.1281	0.000001	0.0084	0.0038	0.0043
6	Mazzini	844	0.844	265	9	24	241	0.7948	0.000005	0.0524	0.0234	0.0266
7	Sibilla	387	0.387	265	9	24	241	0.3644	0.000002	0.0240	0.0107	0.0122
8	Dei Mille	367	0.367	542	15	81	461	0.6623	0.000004	0.0449	0.0198	0.0225
9	Bottino	306	0.306	265	9	24	241	0.2882	0.000002	0.0190	0.0085	0.0096
10	Verdi	391	0.391	265	9	24	241	0.3682	0.000002	0.0243	0.0108	0.0123
11	Turati	271	0.271	265	9	24	241	0.2552	0.000001	0.0168	0.0075	0.0085
12	Corsica	118	0.118	265	9	24	241	0.1111	0.000001	0.0073	0.0033	0.0037
13	Volturno	173	0.173	265	9	24	241	0.1629	0.000001	0.0107	0.0048	0.0055
14	XI Maggio	286	0.286	265	9	24	241	0.2693	0.000002	0.0178	0.0079	0.0090
15	Frisella	639	0.639	265	9	24	241	0.6018	0.000004	0.0397	0.0177	0.0201
16	Roma	532	0.532	265	9	24	241	0.5010	0.000003	0.0330	0.0147	0.0168
17	S. Giovanni Bosco	391	0.391	542	15	81	461	0.7056	0.000004	0.0479	0.0211	0.0240
18	Pipitone	196	0.196	265	9	24	241	0.1846	0.000001	0.0122	0.0054	0.0062
19	Fazio	228	0.228	265	9	24	241	0.2147	0.000001	0.0142	0.0063	0.0072
20	Calocasio	705	0.705	265	9	24	241	0.6639	0.000004	0.0438	0.0195	0.0222
21	Libertà	253	0.253	265	9	24	241	0.2383	0.000001	0.0157	0.0070	0.0080
22	Aspromonte	315	0.315	265	9	24	241	0.2966	0.000002	0.0196	0.0087	0.0099
23	Itria	272	0.272	265	9	24	241	0.2561	0.000001	0.0169	0.0075	0.0086
24	Calatafimi	1394	1.394	372	22	82	290	1.5943	0.000010	0.1122	0.0486	0.0552
25	Bixio	1566	1.566	372	22	82	290	1.7910	0.000011	0.1261	0.0546	0.0620
26	Isgrò	353	0.353	265	9	24	241	0.3324	0.000002	0.0219	0.0098	0.0111
27	Sardegna	579	0.579	265	9	24	241	0.5453	0.000003	0.0360	0.0161	0.0182
28	XIX Luglio	422	0.422	265	9	24	241	0.3974	0.000002	0.0262	0.0117	0.0133
29	Lipari	484	0.484	542	15	81	461	0.8735	0.000005	0.0593	0.0261	0.0297
30	Forti Bonanno	203	0.203	265	9	24	241	0.1912	0.000001	0.0126	0.0056	0.0064
31	Noto	256	0.256	265	9	24	241	0.2411	0.000001	0.0159	0.0071	0.0081
32	Crispi	501	0.501	542	15	81	461	0.9042	0.000005	0.0613	0.0270	0.0307
33	Caimi	101	0.101	265	9	24	241	0.0951	0.000001	0.0063	0.0028	0.0032
34	S. Domenico Savio	167	0.167	265	9	24	241	0.1573	0.000001	0.0104	0.0046	0.0053
35	Bruno	156	0.156	265	9	24	241	0.1469	0.000001	0.0097	0.0043	0.0049
36	Dello Sbarco	510	0.51	542	15	81	461	0.9204	0.000005	0.0624	0.0275	0.0313
37	Nuccio	570	0.57	542	15	81	461	1.0287	0.000006	0.0698	0.0307	0.0349
38	Bilardelli	534	0.534	265	9	24	241	0.5029	0.000003	0.0332	0.0148	0.0168
39	Sanità	232	0.232	265	9	24	241	0.2185	0.000001	0.0144	0.0064	0.0073
40	Amodei	409	0.409	265	9	24	241	0.3852	0.000002	0.0254	0.0113	0.0129
41	Amendola/Alagna	871	0.871	542	15	81	461	1.5719	0.000009	0.1066	0.0470	0.0534
42	Isonzo	785	0.785	542	15	81	461	1.4167	0.000008	0.0961	0.0423	0.0481
43	Diaz	811	0.811	542	15	81	461	1.4636	0.000009	0.0993	0.0437	0.0497
44	Scipione Africano	197	0.197	265	9	24	241	0.1855	0.000001	0.0122	0.0055	0.0062
44	Garaffa	340	0.34	265	9	24	241	0.3202	0.000002	0.0211	0.0094	0.0107
45	Marino	106	0.106	265	9	24	241	0.0998	0.000001	0.0066	0.0029	0.0033
46	IV Aprile	110	0.11	265	9	24	241	0.1036	0.000001	0.0068	0.0030	0.0035
47	Italia	124	0.124	265	9	24	241	0.1168	0.000001	0.0077	0.0034	0.0039

Figura 121 – Valori emissivi per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario futuro

2.1.10.2. STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE

I dati a disposizione sono quelli contenuti nel presente studio ed in particolare si è fatto riferimento a:

- tipologia di navi previste (caratterizzate per tonnellaggio lordo e per tipologia di accosto);
- numero di accosti annui/giornalieri;
- tempi previsto di permanenza in banchina;

- tempi di attraversamento del porto.

Facendo le stesse considerazioni teoriche fatte per la fase *ante operam* è stato possibile calcolare le emissioni per ogni singola tipologia di imbarcazione e di inquinante ricordando quanto segue:

- il numero delle imbarcazioni da diporto si attesterà su circa 1000;
- il numero delle imbarcazioni destinate alla pesca sarà pari a circa 120 unità;
- il numero delle banchine per le navi merci e passeggeri raddoppia a seguito della costruzione del porto;
- si è immaginato che vi siano un aliscafo copra la tratta con le isole Egadi tutti i giorni per 6 volte.

TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA LORDA (ton)	CONSUMO (NAVIGAZIONE) (ton/giorno)	CONSUMO (MANOVRA) (ton/giorno)	CONSUMO (STAZIONAMENTO) (ton/giorno)
ALISCAFO (<i>Other ships</i>)	240	7.9448	3.9724	1.9862
DIPORTO (<i>Sail ships</i>)	30	0.365456	0.182728	0.091364
PESCA (<i>Fishing</i>)	100	1.90936	0.95468	0.47734
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	997	8.996328	4.498164	2.249082

Figura 122 – Consumo giornaliero medio al 100% della potenza per singola tipologia individuata

I dati di traffico devono raccogliere separatamente gli arrivi e le partenze. Valutato il problema e l'esigenza, ad esempio, di conoscere i tempi di stazionamento della singola nave in porto, si è scelto di elaborare i dati rappresentando il traffico in termini di movimenti (arrivo + partenza) della singola tipologia di nave, considerando anche la stagione.

A questo punto, per ogni nave in stazionamento o in manovra all'interno del porto, si conoscono tutti i fattori moltiplicativi che compaiono nella formula per il calcolo delle emissioni; è quindi possibile procedere al calcolo dando una nave, fissati la fase e l'inquinante, l'emissione si ottiene moltiplicando fra loro:

- il consumo giornaliero caratteristico di quella nave in quella fase;
- il numero complessivo di giorni in cui si prevede che la nave si troverà in quella determinata fase;
- il fattore di emissione corrispondente.

TIPOLOGIA DI NAVE	NUMERO ARRIVI GIORNALIERI	NUMERO PARTENZE GIORNALIERE	GIORNI DI UTILIZZO	NUMERO DI MEZZI IN MOVIMENTO	NUMERO DI MOVIMENTI DI MANOVRA	DURATA SINGOLA MANOVRA (minuti)	DURATA SINGOLA MANOVRA (giorni)	DURATA COMPLESSIVA MANOVRA (giorni)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	6	6	365	1	4380	25	0.0174	76
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	1	1	120	500	120000	10	0.0069	833
PESCA (<i>Fishing</i>)	1	1	250	110	55000	10	0.0069	382
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	2	2	1	24	96	40	0.0278	3

TIPOLOGIA DI NAVE	NUMERO ARRIVI GIORNALIERI	NUMERO PARTENZE GIORNALIERE	GIORNI DI UTILIZZO	NUMERO DI MEZZI IN STAZIONAMENTO	NUMERO DI MOVIMENTI DI STAZIONAMENTO	DURATA SINGOLO STAZIONAMENTO (minuti)	DURATA SINGOLO STAZIONAMENTO (giorni)	DURATA COMPLESSIVA STAZIONAMENTO (giorni)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	6	6	365	1	4380	40	0.0278	122
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	1	1	120	1000	240000	10	0.0069	1667
PESCA (<i>Fishing</i>)	1	1	250	110	55000	20	0.0139	764
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	2	2	1	24	96	1200	0.8333	80

Figura 123 – Ipotesi della durata delle manovre e degli stazionamenti

TIPOLOGIA DI NAVE	CONSUMO (MANOVRA) (ton/giorno)	GIORNI MANOVRA	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	PM (g/s)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	3.9724	76	0.44	0.52	0.09
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	0.182728	833	0.23	0.25	0.05
PESCA (<i>Fishing</i>)	0.95468	382	0.66	0.62	0.06
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	4.498164	3	0.02	0.02	0.004

TIPOLOGIA DI NAVE	CONSUMO (STAZIONAMENTO) (ton/giorno)	GIORNI MANOVRA	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	PM (g/s)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	1.9862	122	0.35	0.41	0.08
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	0.091364	1667	0.23	0.25	0.05
PESCA (<i>Fishing</i>)	0.47734	764	0.66	0.62	0.06
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	2.249082	80	0.34	0.31	0.06

Figura 124 – Stima delle sorgenti lineari relative al movimento ed allo stazionamento delle navi in porto - scenario futuro

2.1.10.3. STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE

Come detto per le emissioni diffuse sono stati adottati i valori raccolti nell'inventario Regionale delle Emissioni. L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera è aggiornato al 2005. Purtroppo non esistono informazioni relative alle emissioni specifiche per il comune di Marsala, per cui si è utilizzata la metodologia *top down*.

2.1.11. ANALISI DELLO STATO DI CANTIERE

L'impatto in fase di cantiere è stato valutato nelle condizioni peggiori:

- tutti i cantieri sono stati considerati attivi contemporaneamente sulla base degli scenari e stati di esecuzione descritti nelle integrazioni del quadro progettuale;
- il traffico navale è stato stimato come equivalente ad una nave da carico (rinfuse solide) alla settimana e di un pontone o draga. Questa condizione è molto gravosa in quanto la maggior parte delle opere marittime (cassoni) saranno realizzate in altro sito e trasportati via mare a Marsala;
- il traffico veicolare è stato aumentato del 20% rispetto a quello stimato per lo stato attuale in tutti i tratti stradali. Allo scopo di stimare l'incremento di flusso veicolare pesante si sono considerati i quantitativi dei materiali che verranno trasportati verso le aree di cantiere; il calcolo dei camion necessari è stato effettuato ipotizzando 270 giorni lavorativi l'anno e 8 ore lavorative giornaliere. I percorsi che i mezzi di trasporto seguiranno per raggiungere le aree di cantiere sono stati attentamente studiati, anche in considerazione dell'esistenza di zone a traffico limitato. La condizione studiata è comunque altamente cautelativa perché si suppone che un'ampia area, seppur lontana dal porto, sia interessata dai lavori. Inoltre il movimento dei mezzi pesanti potrebbe essere ridotto considerando per esempio l'installazione di una centrale di betonaggio all'interno del cantiere.

2.1.11.1. STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO NAVALE

TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA LORDA (ton)	CONSUMO (NAVIGAZIONE) (ton/giorno)	CONSUMO (MANOVRA) (ton/giorno)	CONSUMO (STAZIONAMENTO) (ton/giorno)
ALISCAFO (<i>Other ships</i>)	240	7.9448	3.9724	1.9862
DIPORTO (<i>Sail ships</i>)	30	0.365456	0.182728	0.091364
PESCA (<i>Fishing</i>)	100	1.90936	0.95468	0.47734
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	997	8.996328	4.498164	2.249082
PONTONE/DRAEGHE (<i>Other ships</i>)	100	7.84288	3.92144	1.96072

Figura 125 – Consumo giornaliero medio al 100% della potenza per singola tipologia individuata

TIPOLOGIA DI NAVE	NUMERO ARRIVI GIORNALIERI	NUMERO PARTENZE GIORNALIERE	GIORNI DI UTILIZZO	NUMERO DI MEZZI IN MOVIMENTO	NUMERO DI MOVIMENTI DI MANOVRA	DURATA SINGOLA MANOVRA (minuti)	DURATA SINGOLA MANOVRA (giorni)	DURATA COMPLESSIVA MANOVRA (giorni)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	6	6	365	1	4380	25	0.0174	76
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	1	1	120	150	36000	10	0.0069	250
PESCA (<i>Fishing</i>)	1	1	250	80	40000	10	0.0069	278
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	1	1	1	12	24	40	0.0278	1
PONTONE/Draghe (<i>Other ships</i>)	1	1	120	1	240	40	0.0278	7

Figura 126 – Ipotesi della durata delle manovre

TIPOLOGIA DI NAVE	NUMERO ARRIVI GIORNALIERI	NUMERO PARTENZE GIORNALIERE	GIORNI DI UTILIZZO	NUMERO DI MEZZI IN STAZIONAMENTO	NUMERO DI MOVIMENTI DI STAZIONAMENTO	DURATA SINGOLO STAZIONAMENTO (minuti)	DURATA SINGOLO STAZIONAMENTO (giorni)	DURATA COMPLESSIVA STAZIONAMENTO (giorni)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	6	6	365	1	4380	40	0.0278	122
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	1	1	120	300	72000	15	0.0104	750
PESCA (<i>Fishing</i>)	1	1	250	80	40000	30	0.0208	833
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	1	1	1	12	24	1200	0.8333	20
PONTONE/Draghe (<i>Other ships</i>)	1	1	120	1	120	480	0.3333	40

Figura 127 – Ipotesi della durata degli stazionamenti

TIPOLOGIA DI NAVE	CONSUMO (MANOVRA) (ton/giorno)	GIORNI MANOVRA	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	PM (g/s)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	3.9724	76	0.44	0.52	0.09
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	0.182728	250	0.07	0.08	0.01
PESCA (<i>Fishing</i>)	0.95468	278	0.48	0.45	0.04
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	4.498164	1	0.01	0.01	0.001
PONTONE/Draghe (<i>Other ships</i>)	3.92144	7	0.04	0.04	0.008

TIPOLOGIA DI NAVE	CONSUMO (STAZIONAMENTO) (ton/giorno)	GIORNI MANOVRA	NO _x (g/s)	SO ₂ (g/s)	PM (g/s)
ALISCAFO (<i>High speed ferry</i>)	1.9862	122	0.35	0.41	0.08
DIPORTO (<i>Other ships</i>)	0.091364	750	0.10	0.11	0.02
PESCA (<i>Fishing</i>)	0.47734	833	0.72	0.68	0.06
NAVI MERCI (<i>General Cargo</i>)	2.249082	20	0.08	0.08	0.01
PONTONE/Draghe (<i>Other ships</i>)	3.92144	40	0.23	0.27	0.05

Figura 128 – Stima delle sorgenti lineari relative al movimento ed allo stazionamento delle navi in porto - scenario di cantiere

2.1.11.2. STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE

I dati presi in considerazione sono uguali a quelli dello stato di fatto.

2.1.11.3. STIMA DELLE EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE

TRATTO	NOME VIA	LUNGH. (m)	LUNGH. (km)	VEIC./H tot	% PESANTE	VEIC./H tot (Pesanti)	VEIC./H tot	CO (g/s)	C ₆ H ₆ (g/s)	NO ₂ (g/s)	PM _{2.5} (g/s)	PM ₁₀ (g/s)
1	Lungomare	2864	2.864	456	19	87	369	4.1236	0.0000303	0.2985	0.1257	0.1429
2	Molo Colombo	969	0.969	124	40	50	74	0.2883	0.0000023	0.0238	0.0095	0.0108
3	Cantieri	330	0.33	124	40	50	74	0.0982	0.0000008	0.0081	0.0032	0.0037
4	Gandolfo	1544	1.544	456	19	87	369	2.2231	0.0000163	0.1609	0.0678	0.0771
5	Pizzo	136	0.136	124	15	19	105	0.0557	0.0000004	0.0040	0.0017	0.0019
6	Mazzini	844	0.844	124	15	19	105	0.3457	0.0000025	0.0245	0.0104	0.0119
7	Sibilla	387	0.387	124	15	19	105	0.1585	0.0000012	0.0113	0.0048	0.0054
8	Dei Mille	367	0.367	456	19	87	369	0.5284	0.0000039	0.0383	0.0161	0.0183
9	Bottino	306	0.306	124	15	19	105	0.1253	0.0000009	0.0089	0.0038	0.0043
10	Verdi	391	0.391	124	19	24	100	0.1531	0.0000011	0.0111	0.0047	0.0053
11	Turati	271	0.271	124	15	19	105	0.1110	0.0000008	0.0079	0.0033	0.0038
12	Corsica	118	0.118	124	15	19	105	0.0483	0.0000004	0.0034	0.0015	0.0017
13	Volturno	173	0.173	124	15	19	105	0.0709	0.0000005	0.0050	0.0021	0.0024
14	XI Maggio	286	0.286	124	15	19	105	0.1172	0.0000009	0.0083	0.0035	0.0040
15	Frissella	639	0.639	124	15	19	105	0.2618	0.0000019	0.0186	0.0079	0.0090
16	Roma	532	0.532	124	15	19	105	0.2179	0.0000016	0.0155	0.0066	0.0075
17	S. Giovanni Bosco	391	0.391	456	19	87	369	0.5630	0.0000041	0.0408	0.0172	0.0195
18	Pipitone	196	0.196	124	15	19	105	0.0803	0.0000006	0.0057	0.0024	0.0028
19	Fazio	228	0.228	124	15	19	105	0.0934	0.0000007	0.0066	0.0028	0.0032
20	Calocasio	705	0.705	124	15	19	105	0.2888	0.0000021	0.0205	0.0087	0.0099
21	Libertà	253	0.253	124	15	19	105	0.1036	0.0000008	0.0074	0.0031	0.0036
22	Aspromonte	315	0.315	124	15	19	105	0.1290	0.0000009	0.0092	0.0039	0.0044
23	Itria	272	0.272	124	15	19	105	0.1114	0.0000008	0.0079	0.0034	0.0038
24	Calatafimi	1394	1.394	252	35	88	164	0.9059	0.0000070	0.0721	0.0291	0.0331
25	Bixio	1566	1.566	252	35	88	164	1.0177	0.0000079	0.0810	0.0327	0.0372
26	Isgrò	353	0.353	124	15	19	105	0.1446	0.0000011	0.0103	0.0044	0.0050
27	Sardegna	579	0.579	124	15	19	105	0.2372	0.0000017	0.0168	0.0072	0.0081
28	XIX Luglio	422	0.422	124	15	19	105	0.1729	0.0000013	0.0123	0.0052	0.0059
29	Lipari	484	0.484	456	19	87	369	0.6969	0.0000051	0.0504	0.0212	0.0242
30	Forti Bonanno	203	0.203	124	15	19	105	0.0832	0.0000006	0.0059	0.0025	0.0029
31	Noto	256	0.256	124	15	19	105	0.1049	0.0000008	0.0074	0.0032	0.0036
32	Crispi	501	0.501	456	19	87	369	0.7213	0.0000053	0.0522	0.0220	0.0250
33	Caimi	101	0.101	124	15	19	105	0.0414	0.0000003	0.0029	0.0012	0.0014
34	S. Domenico Savio	167	0.167	124	15	19	105	0.0684	0.0000005	0.0049	0.0021	0.0023
35	Bruno	156	0.156	124	15	19	105	0.0639	0.0000005	0.0045	0.0019	0.0022
36	Dello Sbarco	510	0.51	456	19	87	369	0.7343	0.0000054	0.0532	0.0224	0.0255
37	Nuccio	570	0.57	456	19	87	369	0.8207	0.0000060	0.0594	0.0250	0.0284
38	Bilardelli	534	0.534	124	15	19	105	0.2187	0.0000016	0.0155	0.0066	0.0075
39	Sanità	232	0.232	124	15	19	105	0.0950	0.0000007	0.0067	0.0029	0.0033
40	Amodei	409	0.409	124	15	19	105	0.1675	0.0000012	0.0119	0.0051	0.0057
41	Amendola/Alagna	871	0.871	456	19	87	369	1.2541	0.0000092	0.0908	0.0382	0.0435
42	Isonzo	785	0.785	456	19	87	369	1.1303	0.0000083	0.0818	0.0345	0.0392
43	Diaz	811	0.811	456	19	87	369	1.1677	0.0000086	0.0845	0.0356	0.0405
44	Scipione Africano	197	0.197	124	15	19	105	0.0807	0.0000006	0.0057	0.0024	0.0028
44	Garaffa	340	0.34	124	15	19	105	0.1393	0.0000010	0.0099	0.0042	0.0048
45	Marino	106	0.106	124	15	19	105	0.0434	0.0000003	0.0031	0.0013	0.0015
46	IV Aprile	110	0.11	124	15	19	105	0.0451	0.0000003	0.0032	0.0014	0.0015
47	Italia	124	0.124	124	15	19	105	0.0508	0.0000004	0.0036	0.0015	0.0017

Figura 129 – Valori emissivi per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario di cantiere

2.2. FORNIRE UNA TABELLA RIEPILOGATIVA CON LE CONCENTRAZIONI MASSIME ORARIE DI OUTPUT DEL MODELLO PER I DIVERSI INQUINANTI E PER LE DIVERSE CONDIZIONI METEO UTILIZZATE COME INPUT, PER LE FASI ANTE OPERAM, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO. PER LA FASE POST OPERAM, SUPPORTARE ESAUSTIVAMENTE, O RIFORMULARE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI MASSIMO UTILIZZO PREVISTO PER IL NUOVO ASSETTO PORTUALE COMPRESIVO DELL'ATTIVITÀ DI MOVIMENTAZIONE PASSEGGERI TRAMITE TRAGHETTI E NAVI CROCIERA, LE PREVISIONI DI INCREMENTO DEL TRAFFICO RISPETTO ALLO STATO ATTUALE, TENERE CONTO DELLA PREVISIONE DELLA REALIZZAZIONE DEI PORTI TURISTICI COMUNALI E DEL RELATIVO TRAFFICO INDOTTO E PRENDERE ANCHE IN CONSIDERAZIONE UNA SITUAZIONE DI PICCO DEL NUMERO DELLE NAVI E DEL TRAFFICO INDOTTO, PIÙ VEROSIMILE ALLA SITUAZIONE REALE.

2.2.1. PREMESSA

Nel presente paragrafo verranno riportati tutti i risultati delle simulazioni effettuate per ogni inquinante considerato. Comunque prima di tutto sembra opportuno argomentare in merito all'aumento di traffico indotto relativo alla costruzione del nuovo porto turistico.

2.2.2. CONSIDERAZIONI IN MERITO AL TRAFFICO INDOTTO

Il calcolo del livello di traffico *post operam* si basa su previsioni dei flussi di traffico generati dalle attività del porto a seguito della sua realizzazione.

Infatti, i flussi generati dall'insediamento della nuova realtà produttiva oggetto di intervento, sono stati oggetto di studio per valutare gli impatti determinati sulla viabilità attuale.

L'analisi parte con un attenta valutazione del layout portuale; in tal modo sarà possibile individuare le diverse realtà "generatrici" di traffico. La generazione si crea in seguito alla localizzazione delle varie attività nell'area, interconnesse tra di loro tramite una opportuna rete che è parte integrante del progetto. Tale rete permette la comunicazione tra le varie attività presenti ed è costituita da strade pedonali, piste ciclabili e infrastrutture viarie dedicate ai vari flussi di traffico.

Come riportato nel Masterplan redatto nell'ambito del progetto, l'area può essere sommariamente suddivisa in cinque zone:

- Sotto ambito interazione città-porto;
- Testa molo Colombo;
- Area Cantieri;
- Area Trasferimento Operatori Portuali;
- Area Mercatale Ittica.

Per ognuna di queste zone si sono state localizzate le attività principali e nelle tabelle sono riportati i valori di superficie occupata planimetricamente (sedime), il numero di livelli degli edifici e la superficie totale.

SOTTO AMBITO INTERAZIONE CITTA' - PORTO				
CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
AS ₂	Minimarket	462	1	462
AS ₃	Ristorante	1540	2	1833
AS ₄	Club House	648	1	648
AS ₅	Negozi/Ristorante della club house	570	2	1256
AS ₇	Attività commerciale	340	1	340
AS ₈	Info point	553	2	734
AS ₉	Attività commerciale	392	1	392
AS ₁₀	Attività commerciale	379	2	495
AS ₁₁	Attività commerciale	698	2	840
AS ₁₂	Posto di controllo	21	1	21
AS ₁₃	Servizi igienici/L.T.	75	1	75
AS ₁₄	Locale tecnico siddalatore	50	1	50
AS ₁₅	Piazza panoramica	1971	1	1971
CT _{1(a)}	Negozi specialistici	322	2	389
R	Ristorante panoramico	210	2	466

Figura 130 – Attività previste – sotto ambito interazione Città-Porto

MOLO COLOMBO				
CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
MC ₁	Attività commerciale	139	1	139
MC _{2/3}	Attività commerciale	225	2	225
MC ₄	Lounge bar	292	1	292
MC ₅	Servizi igienici/Locale tecnico	87	2	87
MC ₆	Stazione carburanti diporto	30	1	30

Figura 131 – Attività previste – testa Molo Colombo

AREA CANTIERI				
CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
CT _{1(b)}	Cantiere nautico	496	2	829
CT ₂	Cantiere nautico	630	1	630

Figura 132 – Attività previste – area cantieri

AREA TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI				
CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
CT ₃	Cantiere nautico	440	1	440
CT ₅	Cantiere nautico (esistente)	238	1	238
CT ₆	Cantiere nautico	156	1	156
SC ₁	Stazione carburante pesca	38	1	38
SC ₂	Stazione carburante pesca	38	1	38
B	Bar	22	1	22
BA	Biglietteria Aliscafi	33	1	33
OP	Officine e cantieri navali pesca	324	1	324
MP ₀	Magazzini pescatori	93	1	93
MP ₁	Magazzini pescatori	76	1	76
MP ₂	Magazzini pescatori	199	1	199
MP ₃	Magazzini pescatori	199	1	199
MP ₄	Magazzini pescatori	199	1	199
MP ₅	Magazzini pescatori	99	1	99
MP ₆	Magazzini pescatori	1029	1	1029
UD	Uffici Compagnia portuale/Distaccamento Dogana	171	2	239

Figura 133 – Attività previste – area trasferimento operatori

AREA MERCATALE ITTICA				
CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
MI	Mercato ittico al minuto	200	1	200

Figura 134 – Attività previste – mercatale ittica

Per valutare dell'attrattività dei luoghi, è stato opportuno effettuare una suddivisione non solo basata sulla localizzazione spaziale ma anche sulla tipologia di attività prevista. Nelle tabelle di seguito riportate è stata effettuata questa classificazione suddividendo le attrattività in base alle caratteristiche funzionali:

- commerciali;
- cantieristica;
- servizi;
- pesca.

Le attrattività, in base alla localizzazione e alla tipologia funzionale, genereranno un volume di traffico strettamente correlato all'offerta produttiva, commerciale e di servizi presenti nell'area.

La tipologia di traffico è anch'essa dipendete da questi fattori; sarà possibile calcolare infatti la presenza di un incremento, oltre che di traffico di veicoli commerciali, anche di mezzi pesanti e naturalmente di mezzi marittimi.

Tali incrementi si realizzeranno per determinati intervalli temporali, le così dette "ore di punta".

AREE COMMERCIALI					
	CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
MARINA	AS ₂	Minimarket	462	1	462
	AS ₃	Ristorante	1546	2	1833
	AS ₄	Club House	648	1	648
	AS ₅	Negozi/Ristorante della club hous	570	2	1256
	AS ₇	Attività commerciale	340	1	340
	AS ₈	Info point	553	2	734
	AS ₉	Attività commerciale	392	1	392
	AS ₁₀	Attività commerciale	379	2	495
	AS ₁₁	Attività commerciale	698	2	840
	AS ₁₂	Posto di controllo	21	1	21
	AS ₁₃	Servizi igienici/L.T.	75	1	75
	AS ₁₅	Piazza panoramica	1971	1	1971
	CT _{1(a)}	Negozi specialistici	322	2	389
R	Ristorante panoramico	210	2	466	
MOLO COLOMBO	MC ₁	Attività commerciale	139	1	139
	MC _{2/3}	Attività commerciale	225	2	225
	MC ₄	Lounge bar	292	1	292
	MC ₅	Servizi igienici/Locale tecnico	87	2	87
AREA TRASFERIMENTO OPERATORI	B	Bar	22	1	22
	BA	Biglietteria Aliscafi	33	1	33
MERCATALE ITTICA	MI	Mercato ittico al minuto	200	1	200

AREE CANTIERISTICA					
	CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
AREA CANTIERI	CT _{1(b)}	Cantiere nautico	496	2	829
	CT ₂	Cantiere nautico	630	1	630
AREA TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI	CT ₃	Cantiere nautico	440	1	440
	CT ₅	Cantiere nautico (esistente)	238	1	238
	CT ₆	Cantiere nautico	156	1	156
	SC ₁	Stazione carburante pesca	38	1	38
	SC ₂	Stazione carburante pesca	38	1	38
	OP	Officine e cantieri navali pesca	324	1	324

AREE PER LA PESCA					
	CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
AREA TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI	MP ₀	Magazzini pescatori	93	1	93
	MP ₁	Magazzini pescatori	76	1	76
	MP ₂	Magazzini pescatori	199	1	199
	MP ₃	Magazzini pescatori	199	1	199
	MP ₄	Magazzini pescatori	199	1	199
	MP ₅	Magazzini pescatori	99	1	99
	MP ₆	Magazzini pescatori	1029	1	1028

SERVIZI DEL PORTO					
	CODICE	DESTINAZIONE	SEDIME (mq)	LIVELLI	SUPERFICIE TOT (mq)
MARINA	AS ₁₄	Locale tecnico dissalatore	50	1	50
MOLO COLOMBO	MC ₆	Stazione carburanti diporto	30	1	30
AREA TRASFERIMENTO OPERATORI	UD	Uffici Compagnia portuale/Discaccamento Dogana	171	2	239

Figura 135 – Classificazione delle attività previste in funzione delle proprie caratteristiche

La prima analisi svolta riguarda il calcolo del numero di veicoli commerciali previsti, considerando che essi siano utilizzati dagli utenti che vogliono spostarsi tra le attività presenti nel porto (spostamenti interni) ma soprattutto raggiungere dalla città il porto (spostamenti esterni). Gli spostamenti esterni riguardano sia tutte le persone che

vogliono usufruire direttamente dei servizi presenti nel sotto ambito di interazione città-porto (non strettamente correlabile con le attività portuali) nonché tutti i proprietari di natanti, passeggeri delle navi, proprietari di pescherecci e addetti alle attività di cantieristica. Occorre innanzitutto considerare che gli spostamenti interni avverranno non solo attraverso i veicoli a combustione interna, ma anche attraverso l'utilizzo di mezzi a bassissima emissione, come biciclette e veicoli elettrici.

Dal punto di vista temporale, lo scenario preso come riferimento è stato quello in cui si prevedono i maggiori spostamenti. In tale scenario si ipotizzerà una attività commerciale e cantieristica massima e, contemporaneamente, un massimo flusso di natanti e di passeggeri, in modo da considerare lo scenario maggiormente sfavorevole.

In seguito si affronterà dapprima lo studio sull'attrattività degli edifici da parte degli utenti che si spostano con i veicoli commerciali, poi si analizzerà l'attrattività da parte degli utenti a guida di mezzi pensanti, utilizza ed infine saranno calcolati i flussi di traffico di natanti.

Ai fini di determinare una misura quantitativa dell'attrattività, si può assumere che essa sia proporzionale alla superficie dell'edificio, ridotta in base ad un opportuno parametro che esprime l'occupazione di mezzi, macchinari e arredi. In tal modo è stato possibile calcolare il numero di utenti previsti per quel determinato edificio, considerando anche gli addetti per ogni settore. In base alla tipologia di attività presente, si è calcolato il numero di utenti su metro quadro di superficie ridotta e il numero di veicoli in base agli utenti. Infine è stato possibile ricavare il valore quantitativo del numero di veicoli commerciali previsti per ogni determinata area del porto e per una determinata attività.

Per quanto riguarda l'area commerciale del Marina, con superficie degli edifici pari a 9.922 mq, si considera una occupazione di 0,75 utenti su metro quadro, considerando una riduzione della superficie pari a 50 %. Considerando che l'area verrà prevalentemente frequentata da utenti che visiteranno i luoghi ai fini ricreativi, oppure da lavoratori che si porteranno ai luoghi sempre agli stessi orari, si può assumere che ci siano 3 utenti ogni veicolo. Allo stesso modo, si sono calcolati i veicoli afferenti le aree del Molo Colombo, del Trasferimento operatori portuali e mercatale ittica, considerando, al fine precauzionale, un numero di utenti per ogni veicolo pari a 2.

Per i veicoli a servizio delle aree dedicate alla cantieristica, si considerano un numero di utenti su metro quadro di superficie ridotta, pari ad uno ogni quattro metri quadri considerando quindi che ci sia poco affollamento.

Per quanto riguarda le aree dedicate ai magazzini della pesca e le aree di gestione che ospitano anche dei servizi, si è considerata la riduzione delle superfici del 60%,

considerando ai fini cautelativi, che ogni utente si porterà in tali aree con la propria automobile.

VEICOLI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DELLE AREE COMMERCIALI						
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di utenti/mq	n.ro di utenti	n.ro di veicoli comm.	veicolo/utenti	Fattore di riduzione
MARINA	9922	0.75	3720.75	1240	0.33	0.50
MOLO COLOMBO	743	0.50	185.75	92	0.50	0.50
TRASF. OPERATORI PORTUALI	55	0.50	13.75	6	0.50	0.50
MERCATALE ITTICA	200	0.70	70	35	0.50	0.50
TOT.				1373		

Figura 136 – Calcolo dei veicoli leggeri a servizio delle Aree Commerciali

VEICOLI A SERVIZIO DELLE AREE DEDICATE ALLA CANTIERISTICA						
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di utenti/mq	n.ro di utenti	n.ro di veicoli comm.	veicolo/utenti	Fattore di riduzione
AREA CANTIERI	1459	0.25	146	145	1.00	0.40
TRASF. OPERATORI PORTUALI	1234	0.25	123	123	1.00	0.40
TOT.				268		

Figura 137 – Calcolo dei veicoli leggeri a servizio delle Aree dedicate alla Cantieristica

VEICOLI A SERVIZIO DELLE AREE DEDICATE AI MAGAZZINI DELLA PESCA						
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di utenti/superficie	n.ro di utenti	n.ro di veicoli comm.	veicolo/utenti	Fattore di riduzione
TRASF. OPERATORI PORTUALI	1893	0.5	473.25	473	1.00	0.50
TOT.				473		

Figura 138 – Calcolo dei veicoli leggeri a servizio delle Aree dedicate alla Pesca

VEICOLI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DELLE AREE DI GESTIONE E SERVIZIO						
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di utenti/superficie	n.ro di utenti	n.ro di veicoli comm.	veicolo/utenti	Fattore di riduzione
MARINA	50	0.5	10	10	1.00	0.40
MOLO COLOMBO	30	1.5	13.5	13	1.00	0.30
TRASF. OPERATORI PORTUALI	239	2.5	179.25	179	1.00	0.30
TOT.				202		

Figura 139 – Calcolo dei veicoli leggeri a servizio delle Aree di gestione e servizio

Considerando gli utenti che, utilizzando la propria automobile, entrano nell'area portuale per parcheggiare e utilizzare i mezzi marittimi, si considera un utente per ogni veicolo. Per la valutazione del numero di veicoli si è considerato la classificazione dei natanti in base alla lunghezza dei posti barca.

Il numero di utenti per ogni natante si è valutato in base a considerazioni sulla funzionalità degli stessi. I natanti con una lunghezza dello scafo minore di dieci metri, saranno prevalentemente piccole barche di pescatori o imbarcazioni da diporto con equipaggio variabile da 3 a 6 membri.

Le imbarcazioni con scafo di lunghezza compresa tra 10 metri e 30 metri, saranno prevalentemente pescherecci e imbarcazioni da diporto con equipaggio di circa 14 membri. Le navi di lunghezza maggiore di 30 metri saranno prevalentemente commerciali con numero di utenti pari a 15.

Si è ipotizzato inoltre che la nave Ro-Ro possa ospitare 35 veicoli commerciali.

VEICOLI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DEI MEZZI MARITTIMI						
Range di lunghezze posti barca	n.ro di natanti	n.ro di utenti/natante	n.ro di utenti	n.ro di veicoli comm.	veicolo/utenti	Fattore di riduzione
<i>l < 10 metri</i>	477	5	2385	596	0.50	0.50
<i>10 metri < l < 30 metri</i>	521	14	3647	911	0.50	0.50
<i>l > 30 metri</i>	35	15	525	26	0.50	0.10
<i>Navi Ro-Ro</i>	1	35	35	35	1.00	1.00
TOT.				1568		

Figura 140 – Calcolo dei veicoli leggeri a servizio degli utenti dei mezzi marittimi

Considerando l'attrattività de luoghi da parte degli utenti che si spostano con i mezzi pensanti, è possibile considerare che essi siano prevalentemente lavoratori che effettuano carico/scarico della merce e manutenzione per quanto riguarda l'area commerciale e peschereccia e utenti che vogliono effettuare spostamenti per quanto riguarda l'area trasferimento operatori. Quest'ultima rappresenta sicuramente il maggior contributo poiché in tale area sono previsti due approdi. Infine, nell'area Testa Molo Colombo, i veicoli pesanti saranno a servizio dell'area commerciale e del rifornimento di carburante presente.

Come per i veicoli commerciali (leggeri), anche per i veicoli pesanti è stato possibile ipotizzare un numero di mezzi pesanti su metro quadro di superficie dell'edificio, opportunamente ridotta, valutando infine il numero di mezzi pesanti superiore a tre tonnellate e maggiore di tre tonnellate.

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DELLE AREE COMMERCIALI				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro mezzi pesanti (t<3,5 tonn)/superficie	n.ro mezzi pesanti (t<3,5 tonn)	Fattore di riduzione
MARINA	9922	0.003	16	0.50
MOLO COLOMBO	743	0.003	1	0.50
TRASF. OPERATORI PORTUALI	55	0.003	0	0.50
MERCATALE ITTICA	200	0.003	0	0.50
TOT.			17	

Figura 141 – Calcolo dei veicoli pesanti (t < 3,5 tonn) a servizio delle Aree di gestione e servizio

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DELLE AREE DEDICATE ALLA CANTIERISTICA				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di mezzi pesanti (t<3,5 tonn)/superficie	n.ro di veicoli pesanti (t<3,5 tonn)	Fattore di riduzione
AREA CANTIERI	1459	0.02	11	0.40
TRASF. OPERATORI PORTUALI	1234	0.02	9	0.40
TOT.			20	

Figura 142 – Calcolo dei veicoli pesanti (t < 3,5 tonn) a servizio delle Aree dedicate alla Cantieristica

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DELLE AREE DEDICATE AI MAGAZZINI DELLA PESCA				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di mezzi pesanti (t<3,5 tonn)/superficie	n.ro di veicoli pesanti (t<3,5 tonn)	Fattore di riduzione
TRASF. OPERATORI PORTUALI	1893	0.02	18	0.50
TOT.			18	

Figura 143 – Calcolo dei veicoli pesanti (t < 3,5 tonn) a servizio delle Aree dedicate alla Pesca

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DELLE AREE DI GESTIONE E SERVIZIO				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di mezzi pesanti (t<3,5 tonn)/superficie	n.ro di veicoli pesanti (t<3,5 tonn)	Fattore di riduzione
MARINA	50	0.002	0	0.40
MOLO COLOMBO	30	0.002	0	0.30
TRASF. OPERATORI PORTUALI	239	0.002	0	0.30
TOT.			0	

Figura 144 – Calcolo dei veicoli pesanti (t < 3,5 tonn) a servizio delle Aree di gestione e servizio

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DELLE AREE DEDICATE ALLA CANTIERISTICA				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)/superficie	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)	Fattore di riduzione
AREA CANTIERI	1459	0.01	5	0.40
TRASF. OPERATORI PORTUALI	1234	0.01	4	0.40
TOT.			9	

Figura 145 – Calcolo dei veicoli pesanti (t > 3,5 tonn) a servizio delle Aree dedicate alla Cantieristica

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DELLE AREE DEDICATE AI MAGAZZINI DELLA PESCA				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)/superficie	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)	Fattore di riduzione
TRASF. OPERATORI PORTUALI	1893	0.0125	11	0.50
TOT.			11	

Figura 146 – Calcolo dei veicoli pesanti (t > 3,5 tonn) a servizio delle Aree dedicate alla Pesca

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DELLE AREE DI GESTIONE E SERVIZIO				
Localizzazione area	Superficie edifici [mq]	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)/superficie	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)	Fattore di riduzione
MARINA	50	0.001	0	0.40
MOLO COLOMBO	30	0.001	0	0.30
TRASF. OPERATORI PORTUALI	239	0.001	0	0.30
TOT.			0	

Figura 147 – Calcolo dei veicoli pesanti (t > 3,5 tonn) a servizio delle Aree di gestione e servizio

Per quanto riguarda i mezzi pesanti a servizio degli utenti che si vogliono imbarcare, con o senza veicolo (sia su navi Ro-Ro con il proprio mezzo sia su aliscafi), sarà possibile valutare un numero di mezzi per natante, in base a studi di settore, con riferimento ai mezzi pesanti con peso maggiore o minore di 3,5 tonnellate.

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DEI MEZZI MARITTIMI				
Range di lunghezze posti barca	n.ro di natanti	n.ro di mezzi pesanti (t<3,5 tonn)/natanti	n.ro di veicoli pesanti (t<3,5 tonn)	Fattore di riduzione
l < 10 metri	477	0	0	0.60
10 metri < l < 30 metri	521	0	0	0.60
l > 30 metri	35	1	35	0.60
CARGO	2	50	100	0.60
RO-RO	1	50	50	
TOT.			185	

Figura 148 – Calcolo dei veicoli pesanti (t < 3,5 tonn) degli utenti dei mezzi marittimi

VEICOLI PESANTI A SERVIZIO DEGLI UTENTI DEI MEZZI MARITTIMI				
Range di lunghezze posti barca	n.ro di natanti	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)/natante	n.ro di veicoli pesanti (t>3,5 tonn)	Fattore di riduzione
l < 10 metri	477	0	0	0.60
10 metri < l < 30 metri	521	0	0	0.60
l > 30 metri	35	1	0	0.60
CARGO	2	150	0	0.60
RO-RO	1	150	0	
TOT.			0	

Figura 149 – Calcolo dei veicoli pesanti (t > 3,5 tonn) degli utenti dei mezzi marittimi

In base allo studio previsionale effettuato sul traffico stradale afferente all'area portuale in condizioni di esercizio (*post operam*), si riporta di seguito una tabella riepilogativa di tutti i mezzi suddivisi in tre categorie prevalenti:

RIEPILOGO MEZZI AFFERENTI ALL'AREA PORTUALE	
MEZZI LEGGERI	3884
MEZZI PESANTI (t<3,5 tonn)	301
MEZZI PESANTI(t>3,5 tonn)	240

Figura 150 – Veicoli afferenti all'area portuale - fase post operam

Da queste considerazioni si è riusciti a risalire ai veicoli che perverranno alla zona portuale nell'arco temporale di 24 ore e che si sommeranno ai veicoli già considerati nella fase *ante operam*.



Figura 151 – individuazione su ortofoto delle direttrici di ingresso e uscita al porto

RIEPILOGO MEZZI AFFERENTI ALL'AREA PORTUALE			
	TOT. MEZZI	TRAFFICO DIURNO	TRAFFICO NOTTURNO
MEZZI LEGGERI	3884	2589	1295
MEZZI PESANTI ($t < 3,5$ tonn)	301	200	101
MEZZI PESANTI ($t > 3,5$ tonn)	240	160	80

Figura 152 – suddivisione dei mezzi afferenti all'area portuale in traffico diurno e notturno

RIEPILOGO MEZZI AFFERENTI ALL'AREA PORTUALE - TRAFFICO DIURNO					
	TOT. MEZZI	ASSE 1 - LUNGOMARE BOEO	ASSE 2 - SEBASTIANO LIPARI	ASSE 3 - VIA ALAGNA	ASSE 4 - LUNGOMARE MEDITERRANEO
MEZZI LEGGERI	2589	647	647	647	647
MEZZI PESANTI ($t < 3,5$ tonn)	200	50	50	50	50
MEZZI PESANTI ($t > 3,5$ tonn)	160	40	40	40	40

Figura 153 – suddivisione dei mezzi diurni afferenti all'area portuale nelle direttrici individuate

RIEPILOGO MEZZI AFFERENTI ALL'AREA PORTUALE - TRAFFICO NOTTURNO					
	TOT. MEZZI	ASSE 1 - LUNGOMARE BOEO	ASSE 2 - SEBASTIANO LIPARI	ASSE 3 - VIA ALAGNA	ASSE 4 - LUNGOMARE MEDITERRANEO
MEZZI LEGGERI	1295	323	323	323	323
MEZZI PESANTI ($t < 3,5$ tonn)	101	25	25	25	25
MEZZI PESANTI ($t > 3,5$ tonn)	80	20	20	20	20

Figura 154 – suddivisione dei mezzi notturni afferenti all'area portuale nelle direttrici individuate

Infine il traffico generato dai mezzi marittimi per l'intervallo temporale considerato, è stato valutato in base a considerazioni sul numero di posti barca disponibili. Il numero dei mezzi marittimi presenti dentro il porto sarà uguale al numero di posti barca disponibili.

MEZZI MARITTIMI DEDICATI ALLA PESCA	
<i>Categoria</i>	<i>n.ro di posti</i>
<i>I</i>	31
<i>II</i>	32
<i>III</i>	13
<i>IV</i>	14
<i>V</i>	11
<i>VI</i>	0
<i>VII</i>	10
<i>Fino a 24 metri</i>	2
<i>Fino a 28 metri</i>	2
TOT.	115

Figura 155 – Mezzi marittimi dedicati alla pesca suddivisi per categorie

MEZZI MARITTIMI MARINA DI MARSALA	
<i>Categoria</i>	<i>n.ro di posti</i>
<i>I</i>	45
<i>II</i>	179
<i>III</i>	253
<i>IV</i>	144
<i>V</i>	194
<i>VI</i>	79
<i>VII</i>	33
<i>VIII</i>	26
<i>IX</i>	22
<i>X</i>	23
<i>XI</i>	14
<i>XII</i>	9
<i>Fino a 50 metri</i>	5
<i>Fino a 60 metri</i>	2
<i>Fino a 75 metri</i>	1
<i>A.A.M.M.</i>	4
TOT.	1033.00

Figura 156 – Mezzi marittimi da diporto suddivisi per categorie

MEZZI MARITTIMI ORMEGGIATORI	
<i>Categoria</i>	<i>n.ro di posti</i>
<i>Ro-Ro</i>	1
<i>Cargo</i>	4
TOT.	5

Figura 157 – Ormeggiatori e mezzi marittimi

2.2.3. ANALISI DEI RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CONDOTTE PER LO STATO ATTUALE

Le simulazioni delle dispersioni sul territorio delle sostanze inquinanti considerate (SO_2 , NO_2 , C_6H_6 , CO , PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$) sono state effettuate:

- considerando i dati di input georeferenziati su base cartografica;
- utilizzando lo scenario meteorologico relativo all'anno rappresentativo (2014) per le quattro stagioni;
- considerando il traffico veicolare (leggero e pesante) ed il traffico navale come fonti immissive primarie.



Figura 158 – Individuazione dei ricettori

Dall'analisi delle simulazioni effettuate emerge chiaramente che, rispetto agli inquinanti considerati, il territorio di Marsala non è caratterizzato da una significativa pressione ambientale; la pressione maggiore, relativamente non solo ai massimi livelli ma anche rispetto alle medie di lungo periodo, è costituita dagli ossidi di azoto.

Secondariamente, anche gli SO_2 si trovano in concentrazioni rilevanti, ma con valori ben più distanti dai limiti di legge rispetto agli ossidi di azoto.

La zona che risulta più colpita, rispetto al dominio considerato, è quella a ridosso dell'area portuale centrale, che può essere identificata intorno alla via Verdi e a Via Pizzo. Tale scenario è dovuto alla particolare posizione rispetto alle sorgenti emmissive ed al regime anemologico considerati. Nelle tabelle di seguito riportate, sono stati messi a confronto i valori massimi della concentrazione degli inquinanti simulati nelle diverse postazioni scelte come ricettori.

Stagione: Inverno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	44.45	124.45
Via Pizzo	26.11	73.12
Corso Calatafimi	17.92	50.17
Via Libertà	15.37	43.05
Via Bottino	12.50	35.00
Via delle Sirene	12.04	33.71

Stagione: Autunno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	44.34	124.160
Via Pizzo	26.03	72.870
Corso Calatafimi	17.86	50.012
Via Libertà	15.32	42.907
Via Bottino	12.46	34.881
Via delle Sirene	12.00	33.606

Stagione: Estate Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	43.98	123.150
Via Pizzo	25.75	72.101
Corso Calatafimi	17.66	49.453
Via Libertà	15.15	42.422
Via Bottino	12.32	34.482
Via delle Sirene	11.86	33.221

Stagione: Primavera Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	67.41	188.750
Via Pizzo	41.79	117.000
Corso Calatafimi	29.09	81.458
Via Libertà	25.07	70.188
Via Bottino	20.49	57.371
Via delle Sirene	19.76	55.330

Figura 159 – Valori delle concentrazioni di Biossido di Zolfo (SO₂)

Stagione: Inverno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	17.22	86.10
Via Pizzo	7.79	38.93
Corso Calatafimi	4.63	23.15
Via Libertà	3.76	18.79
Via Bottino	2.84	14.19
Via delle Sirene	2.70	13.49

Stagione: Autunno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	17.20	85.980
Via Pizzo	7.77	38.845
Corso Calatafimi	4.62	23.083
Via Libertà	3.75	18.741
Via Bottino	2.83	14.149
Via delle Sirene	2.69	13.450

Stagione: Estate Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	17.12	85.600
Via Pizzo	7.71	38.571
Corso Calatafimi	4.58	22.898
Via Libertà	3.72	18.585
Via Bottino	2.81	14.027
Via delle Sirene	2.67	13.334

Stagione: Primavera Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	24.01	120.070
Via Pizzo	11.77	58.831
Corso Calatafimi	7.22	36.089
Via Libertà	5.92	29.597
Via Bottino	4.53	22.665
Via delle Sirene	4.32	21.598

Figura 160 – Valori delle concentrazioni di Biossido di Azoto (NO₂)

Stagione: Inverno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0028	0.0053	0.0170
Via Pizzo	0.0021	0.0041	0.0130
Corso Calatafimi	0.0016	0.0031	0.0098
Via Libertà	0.0014	0.0027	0.0086
Via Bottino	0.0012	0.0022	0.0071
Via delle Sirene	0.0011	0.0021	0.0068

Stagione: Autunno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0028	0.0053	0.0170
Via Pizzo	0.0021	0.0041	0.0130
Corso Calatafimi	0.0015	0.0029	0.0092
Via Libertà	0.0014	0.0027	0.0086
Via Bottino	0.0012	0.0022	0.0071
Via delle Sirene	0.0011	0.0022	0.0069

Stagione: Estate Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0028	0.0054	0.0172
Via Pizzo	0.0021	0.0041	0.0131
Corso Calatafimi	0.0016	0.0031	0.0099
Via Libertà	0.0014	0.0027	0.0086
Via Bottino	0.0012	0.0022	0.0071
Via delle Sirene	0.0011	0.0022	0.0069

Stagione: Primavera Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0033	0.0063	0.0202
Via Pizzo	0.0025	0.0049	0.0155
Corso Calatafimi	0.0019	0.0037	0.0117
Via Libertà	0.0017	0.0032	0.0103
Via Bottino	0.0014	0.0027	0.0085
Via delle Sirene	0.0013	0.0026	0.0082

Figura 161 – Valori delle concentrazioni di Benzene (C₆H₆)

Stagione: Inverno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.865	1.153
Via Pizzo	0.636	0.848
Corso Calatafimi	0.452	0.603
Via Libertà	0.385	0.513
Via Bottino	0.305	0.407
Via delle Sirene	0.293	0.390

Stagione: Autunno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.862	1.149
Via Pizzo	0.634	0.845
Corso Calatafimi	0.452	0.602
Via Libertà	0.384	0.512
Via Bottino	0.305	0.406
Via delle Sirene	0.292	0.389

Stagione: Estate Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.853	1.137
Via Pizzo	0.627	0.836
Corso Calatafimi	0.446	0.595
Via Libertà	0.380	0.506
Via Bottino	0.301	0.401
Via delle Sirene	0.288	0.384

Stagione: Primavera Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.392	1.856
Via Pizzo	1.037	1.383
Corso Calatafimi	0.752	1.002
Via Libertà	0.642	0.856
Via Bottino	0.530	0.706
Via delle Sirene	0.493	0.657

Figura 162 – Valori delle concentrazioni di Monossido di Carbonio (CO)

Stagione: Inverno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	5.60	7.00	22.30
Via Pizzo	2.53	3.16	10.08
Corso Calatafimi	1.50	1.88	5.99
Via Libertà	1.22	1.53	4.87
Via Bottino	0.92	1.15	3.67
Via delle Sirene	0.88	1.10	3.49

Stagione: Autunno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	5.59	6.99	22.26
Via Pizzo	2.53	3.16	10.06
Corso Calatafimi	1.50	1.88	5.98
Via Libertà	1.22	1.52	4.85
Via Bottino	0.92	1.15	3.66
Via delle Sirene	0.87	1.09	3.48

Stagione: Estate Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	5.56	6.96	22.16
Via Pizzo	2.51	3.13	9.98
Corso Calatafimi	1.49	1.86	5.92
Via Libertà	1.21	1.51	4.81
Via Bottino	0.91	1.14	3.63
Via delle Sirene	0.87	1.08	3.45

Stagione: Primavera Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	7.81	9.76	31.09
Via Pizzo	3.82	4.78	15.23
Corso Calatafimi	2.35	2.93	9.34
Via Libertà	1.92	2.40	7.66
Via Bottino	1.47	1.84	5.86
Via delle Sirene	1.40	1.75	5.59

Figura 163 – Valori delle concentrazioni di PM10

Stagione: Inverno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	2.92	5.60	17.85
Via Pizzo	1.37	1.72	5.47
Corso Calatafimi	0.76	0.94	3.01
Via Libertà	0.60	0.74	2.37
Via Bottino	0.43	0.54	1.72
Via delle Sirene	0.41	0.51	1.62

Stagione: Autunno Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	2.92	5.60	17.84
Via Pizzo	1.37	1.71	5.46
Corso Calatafimi	0.75	0.94	3.00
Via Libertà	0.59	0.74	2.36
Via Bottino	0.43	0.54	1.71
Via delle Sirene	0.40	0.51	1.61

Stagione: Estate Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	2.91	5.59	17.81
Via Pizzo	1.37	1.71	5.44
Corso Calatafimi	0.75	0.94	2.99
Via Libertà	0.59	0.74	2.35
Via Bottino	0.43	0.53	1.70
Via delle Sirene	0.40	0.50	1.60

Stagione: Primavera Fase : Ante Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	3.98	7.64	24.34
Via Pizzo	2.02	2.52	8.03
Corso Calatafimi	1.19	1.49	4.74
Via Libertà	0.95	1.18	3.77
Via Bottino	0.70	0.87	2.77
Via delle Sirene	0.66	0.82	2.62

Figura 164 – Valori delle concentrazioni di PM2,5

2.2.4. ANALISI DEI RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CONDOTTE PER LO STATO DI ESERCIZIO

Gli impatti potenziali ascrivibili alla fase di esercizio sono riconducibili alla variazione delle caratteristiche di qualità dell'aria per:

- emissioni da traffico veicolare indotto;
- emissioni da traffico navale.

Per quanto riguarda gli inquinanti caratteristici del traffico stradale, NO₂ e PM10, le considerazioni sviluppate per la fase di esercizio tengono conto degli obiettivi fissati dall'Unione europea per rafforzare i valori limite delle emissioni inquinanti applicabili ai veicoli stradali leggeri, in particolare per quanto riguarda le emissioni di particolato e di ossidi di azoto "Regolamento (CE) n. 715/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 giugno 2007, relativo all'omologazione dei veicoli a motore riguardo alle emissioni dai veicoli passeggeri e commerciali leggeri (Euro 5 ed Euro 6) e all'ottenimento di informazioni sulla riparazione e la manutenzione del veicolo".

Osservando i valori di biossido di azoto (NO₂) si può notare come tale scenario, pur beneficiando di una parziale attenuazione delle emissioni dovuta ad incrementata frazione del parco veicolare, almeno in categoria euro IV, è sostanzialmente peggiorato, seppur inferiori ai valori limite di normativa rispetto allo scenario iniziale.

Infatti, in questo contesto la riduzione delle emissioni unitarie prevista dalla normativa europea e nazionale non è in grado di compensare l'incremento previsto del traffico veicolare, considerando, tra l'altro, la già critica situazione nello stato attuale per l'eccessiva presenza di veicoli Euro 0 ed Euro 1.

Ad oggi, la suddetta normativa ha visto un incremento di severità inferiore per la categoria mezzi pesanti, ovvero per la categoria di mezzi di riferimento per i vari settori portuali, rispetto a quella in essere per le automobili ed i veicoli leggeri in generale, determinando uno sbilanciamento nei contributi relativi (le quantità unitarie di inquinanti emessi da un veicolo pesante sono superiore di circa un ordine di grandezza rispetto a qualsiasi veicolo leggero). Differente, invece, la situazione prospettabile nel lungo periodo; l'emanazione delle norme consentono, infatti, di prevedere notevoli miglioramenti nelle immissioni locali a causa dell'effetto di un rinnovamento completo del parco veicolare (con frazioni importanti di veicoli euro IV, V e VI) in cui anche le attenuazioni delle emissioni dei mezzi pesanti sono rilevanti. La riduzione delle emissioni associata a questa configurazione prevista sarà tale da assorbire completamente l'effetto di un incremento del traffico veicolare.

Stagione: Inverno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	24.87	124.36
Via Pizzo	11.25	56.24
Corso Calatafimi	6.69	33.43
Via Libertà	5.43	27.15
Via Bottino	4.10	20.50
Via delle Sirene	3.90	19.48

Stagione: Autunno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	24.84	124.190
Via Pizzo	11.22	56.109
Corso Calatafimi	6.67	33.342
Via Libertà	5.41	27.069
Via Bottino	4.09	20.437
Via delle Sirene	3.89	19.428

Stagione: Estate Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	24.73	123.640
Via Pizzo	11.14	55.713
Corso Calatafimi	6.62	33.075
Via Libertà	5.37	26.844
Via Bottino	4.05	20.261
Via delle Sirene	3.85	19.260

Stagione: Primavera Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	34.69	173.440
Via Pizzo	17.00	84.977
Corso Calatafimi	10.43	52.128
Via Libertà	8.55	42.751
Via Bottino	6.55	32.738
Via delle Sirene	6.24	31.196

Figura 165 – Valori delle concentrazioni di Biossido di Azoto (NO₂)

Le considerazioni fatte per gli ossidi di azoto rimangono certamente valide, dal momento che le sorgenti che contribuiscono maggiormente alla produzione di polveri sottili sono, anche in questo caso, quelle dovute al traffico veicolare.

Stagione: Inverno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	9.57	11.97	38.13
Via Pizzo	4.33	5.41	17.24
Corso Calatafimi	2.57	3.22	10.25
Via Libertà	2.09	2.61	8.32
Via Bottino	1.58	1.97	6.28
Via delle Sirene	1.50	1.87	5.97

Stagione: Autunno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	9.56	11.95	38.07
Via Pizzo	4.27	5.34	17.02
Corso Calatafimi	2.57	3.21	10.22
Via Libertà	2.08	2.60	8.29
Via Bottino	1.57	1.96	6.26
Via delle Sirene	1.49	1.87	5.95

Stagione: Estate Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	9.52	11.90	37.90
Via Pizzo	4.29	5.36	17.08
Corso Calatafimi	2.55	3.18	10.14
Via Libertà	2.06	2.58	8.22
Via Bottino	1.56	1.95	6.21
Via delle Sirene	1.48	1.85	5.90

Stagione: Primavera Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	10.72	13.39	42.67
Via Pizzo	6.54	8.18	26.05
Corso Calatafimi	4.01	5.02	15.98
Via Libertà	3.29	4.11	13.11
Via Bottino	2.52	3.15	10.04
Via delle Sirene	2.40	3.00	9.56

Figura 166 – Valori delle concentrazioni di PM10

Nel caso delle polveri sottili va comunque osservato che, se lo scostamento dallo stato *ante operam* è modesto, i valori assoluti delle concentrazioni di polveri sono alti, esattamente come nello scenario *ante operam* si osservano giornaliere (media di breve termine per le polveri) comunque al di sotto dei limiti previsti ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutti i recettori. La situazione è decisamente migliore per le medie a lungo termine (annuali) che si mantengono al di sotto del limite di legge ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stessa cosa dicasi per il PM 2,5. In base alle analisi svolte, l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto all'esercizio delle opere può essere classificato come trascurabile. Le considerazioni fatte sul lungo periodo per gli ossidi di azoto restano valide per le polveri.

Stagione: Inverno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	4.75	9.12	29.07
Via Pizzo	2.24	2.80	8.91
Corso Calatafimi	1.23	1.54	4.91
Via Libertà	0.97	1.21	3.86
Via Bottino	0.70	0.88	2.80
Via delle Sirene	0.66	0.83	2.64

Stagione: Autunno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	4.75	9.12	29.05
Via Pizzo	2.23	2.79	8.89
Corso Calatafimi	1.23	1.54	4.90
Via Libertà	0.97	1.21	3.85
Via Bottino	0.70	0.88	2.79
Via delle Sirene	0.66	0.83	2.63

Stagione: Estate Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	4.74	9.10	29.00
Via Pizzo	2.22	2.78	8.86
Corso Calatafimi	1.22	1.53	4.87
Via Libertà	0.96	1.20	3.83
Via Bottino	0.70	0.87	2.77
Via delle Sirene	0.66	0.82	2.62

Figura 167 – Valori delle concentrazioni di PM2,5

Ricettore	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	6.48	12.44	39.63
Via Pizzo	3.40	4.24	13.52
Corso Calatafimi	1.94	2.42	7.72
Via Libertà	1.54	1.93	6.15
Via Bottino	1.14	1.42	4.52
Via delle Sirene	1.07	1.34	4.27

Figura 168 – Valori delle concentrazioni di PM2,5

Considerazioni diverse devono essere fatte osservando l'andamento degli ossidi di zolfo; infatti, confrontando i risultati della fase di esercizio con quelle dello stato attuale è possibile notare che le zone ad alta concentrazione sono più estese nella zona di Via dei Verdi.

È importante constatare che si è in presenza di due fenomeni contrastanti: da una parte l'aumento delle concentrazioni di SO_2 , le cui sorgenti primarie sono il traffico navale (a causa delle impurità di zolfo nei combustibili navali) e l'aumento dei flussi di traffico, dall'altra il regime anemometrico favorevole alla massima dispersione dell'inquinante, per la persistenza di vento medio dai quadranti orientali consentendo il verificarsi di picchi esclusivamente in episodi di vento calmo soprattutto in primavera ma comunque inferiori ai valori previsti in normativa.

Pertanto, per la persistenza di vento favorevole non si avrà mai superamento dei valori limite e, comunque, l'aumento delle concentrazioni di biossido è contenuto.

In base alle analisi svolte, l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto all'esercizio delle opere di breve periodo può essere classificato come trascurabile.

Comunque l'ossido di zolfo, presumibilmente, non beneficerà di nessun attenuamento emissivo prevedibile per future normative. Infatti, è l'unico degli inquinanti a crescere in modo sensibile rispetto allo scenario iniziale.

Tuttavia i limiti di riferimento sono ben al di sotto dei massimi assoluti osservabili nelle simulazioni ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le medie orarie e $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per quelle giornaliere).

In base alle analisi svolte, l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto all'esercizio delle opere di lungo periodo può essere classificato come lievemente significativo.

Infine il monossido di carbonio ed il benzene presentano dei valori al di sotto dei limiti previsti della normativa vigente. Sicuramente nello scenario di lungo periodo ci sarà una diminuzione delle concentrazioni dovute al miglioramento del parco circolante.

Stagione: Inverno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	57.41	160.74
Via Pizzo	33.73	94.44
Corso Calatafimi	23.14	64.81
Via Libertà	19.86	55.60
Via Bottino	16.14	45.20
Via delle Sirene	15.55	43.54

Stagione: Autunno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	57.28	160.370
Via Pizzo	33.62	94.129
Corso Calatafimi	23.07	64.596
Via Libertà	19.79	55.419
Via Bottino	16.09	45.053
Via delle Sirene	15.50	43.406

Stagione: Estate Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	56.81	159.060
Via Pizzo	33.26	93.126
Corso Calatafimi	22.81	63.874
Via Libertà	19.57	54.792
Via Bottino	15.91	44.537
Via delle Sirene	15.32	42.908

Stagione: Primavera Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	87.07	243.790
Via Pizzo	53.97	151.110
Corso Calatafimi	37.58	105.210
Via Libertà	32.21	90.199
Via Bottino	26.46	74.100
Via delle Sirene	25.52	71.464

Figura 169 – Valori delle concentrazioni di Biossido di Zolfo (SO₂)

Stagione: Inverno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0088	0.0170	0.054
Via Pizzo	0.0067	0.0129	0.041
Corso Calatafimi	0.0051	0.0097	0.031
Via Libertà	0.0044	0.0085	0.027
Via Bottino	0.0037	0.0071	0.023
Via delle Sirene	0.0034	0.0066	0.021

Stagione: Autunno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0089	0.0170	0.0542
Via Pizzo	0.0007	0.0013	0.0042
Corso Calatafimi	0.0051	0.0098	0.0313
Via Libertà	0.0045	0.0086	0.0274
Via Bottino	0.0036	0.0069	0.0220
Via delle Sirene	0.0036	0.0069	0.0219

Stagione: Estate Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0089	0.0171	0.0544
Via Pizzo	0.0068	0.0131	0.0417
Corso Calatafimi	0.0051	0.0099	0.0315
Via Libertà	0.0045	0.0086	0.0275
Via Bottino	0.0037	0.0072	0.0228
Via delle Sirene	0.0036	0.0069	0.0220

Stagione: Primavera Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0104	0.0201	0.0639
Via Pizzo	0.0080	0.0154	0.0490
Corso Calatafimi	0.0061	0.0116	0.0371
Via Libertà	0.0053	0.0102	0.0326
Via Bottino	0.0044	0.0085	0.0271
Via delle Sirene	0.0043	0.0082	0.0262

Figura 170 – Valori delle concentrazioni di Benzene (C₆H₆)

Stagione: Inverno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.598	2.131
Via Pizzo	1.176	1.568
Corso Calatafimi	0.837	1.116
Via Libertà	0.712	0.949
Via Bottino	0.565	0.753
Via delle Sirene	0.541	0.721

Stagione: Autunno Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.594	2.125
Via Pizzo	1.172	1.563
Corso Calatafimi	0.835	1.113
Via Libertà	0.710	0.946
Via Bottino	0.563	0.751
Via delle Sirene	0.539	0.719

Stagione: Estate Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.577	2.102
Via Pizzo	1.160	1.546
Corso Calatafimi	0.825	1.100
Via Libertà	0.702	0.936
Via Bottino	0.557	0.742
Via delle Sirene	0.533	0.711

Stagione: Primavera Fase : Post Operam	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	2.574	3.432
Via Pizzo	1.919	2.558
Corso Calatafimi	1.388	1.850
Via Libertà	1.188	1.584
Via Bottino	0.950	1.267
Via delle Sirene	0.912	1.216

Figura 171 – Valori delle concentrazioni di Monossido di Carbonio (CO)

2.2.5. ANALISI DELLO STATO DI CANTIERE

L'impatto in fase di cantiere è stato valutato nelle condizioni peggiori:

- tutti i cantieri sono stati considerati attivi contemporaneamente sulla base degli scenari e stati di esecuzione descritti nelle integrazioni del quadro progettuale;
- il traffico navale è stato stimato come equivalente ad una nave da carico (rinfuse solide) alla settimana e di un pontone o draga. Questa condizione è molto gravosa in quanto la maggior parte delle opere marittime (cassoni) saranno realizzate in altro sito e trasportati via mare a Marsala;
- il traffico veicolare è stato aumentato del 20% rispetto a quello stimato per lo stato attuale in tutti i tratti stradali. Questa condizione è altamente cautelativa perché si suppone che un'ampia area, seppur lontana dal porto, sia interessata dai lavori. Inoltre il movimento dei mezzi pesanti potrebbe essere ridotto considerando per esempio l'installazione di una centrale di betonaggio all'interno del cantiere.

Per quanto riguarda il biossido di azoto la zona centrale del porto, in corrispondenze dell'area cantieri e del *megadock*, è quella maggiormente sotto pressione: in particolare:

- le concentrazioni di lungo termine (medie annuali) sono quelle che in proporzione presentano i valori più elevati anche se non superano i valori limite previsti. Questo effetto è dovuto alla presenza di un numero rilevante di mezzi pesanti in una zona piuttosto circoscritta che genera carichi ambientali persistenti;
- le medie orarie, invece, presentano qualche valore di picco molto elevato, ma complessivamente rientrano nei limiti; è importante precisare che le variazioni, rispetto alle concentrazioni iniziali, sono minime e che i valori osservati sono essenzialmente quelli dello scenario iniziale.

In base alle analisi svolte, l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto alla realizzazione delle opere può essere classificato significativo lieve per tutte le fasi di cantiere, cioè tale da non peggiorare significativamente la situazione esistente.

Il cantiere produce delle concentrazioni di polveri sottili elevate nell'area portuale; comunque non vi sono zone di superamento dei limiti di legge, sia in termini di medie giornaliere che annuali. A tal proposito va ricordato che le ipotesi fatte nella definizione degli scenari emissivi di cantiere sono state fortemente conservative in particolare per quanto riguarda il traffico terrestre di cantiere che considera tutti i mezzi attivi contemporaneamente al 100% durante le ore di attività.

Stagione: Inverno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	19.75	98.76
Via Pizzo	8.93	44.66
Corso Calatafimi	5.31	26.55
Via Libertà	4.31	21.56
Via Bottino	3.26	16.28
Via delle Sirene	3.09	15.47

Stagione: Autunno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	19.72	98.618
Via Pizzo	8.91	44.555
Corso Calatafimi	5.30	26.476
Via Libertà	4.30	21.495
Via Bottino	3.25	16.229
Via delle Sirene	3.09	15.427

Stagione: Estate Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	19.64	98.182
Via Pizzo	8.85	44.241
Corso Calatafimi	5.25	26.265
Via Libertà	4.26	21.316
Via Bottino	3.22	16.088
Via delle Sirene	3.06	15.293

Stagione: Primavera Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	NO ₂ (µg/m ³) Anno Civile	NO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	27.54	137.720
Via Pizzo	13.50	67.479
Corso Calatafimi	8.28	41.393
Via Libertà	6.79	33.947
Via Bottino	5.20	25.997
Via delle Sirene	4.95	24.772

Figura 172 – Valori delle concentrazioni di Biossido di Azoto (NO₂)

Stagione: Inverno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	6.70	8.37	26.68
Via Pizzo	3.03	3.79	12.06
Corso Calatafimi	1.79	2.24	7.13
Via Libertà	1.46	1.83	5.82
Via Bottino	1.10	1.38	4.40
Via delle Sirene	1.05	1.31	4.18

Stagione: Autunno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	6.69	8.36	26.64
Via Pizzo	3.02	3.78	12.03
Corso Calatafimi	1.80	2.24	7.15
Via Libertà	1.46	1.82	5.80
Via Bottino	1.10	1.37	4.38
Via delle Sirene	1.04	1.31	4.16

Stagione: Estate Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	6.66	8.32	26.52
Via Pizzo	3.00	3.75	11.95
Corso Calatafimi	1.78	2.23	7.09
Via Libertà	1.44	1.80	5.75
Via Bottino	1.09	1.36	4.34
Via delle Sirene	1.04	1.30	4.13

Stagione: Primavera Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	9.34	11.68	37.21
Via Pizzo	4.58	5.72	18.23
Corso Calatafimi	2.81	3.51	11.18
Via Libertà	2.30	2.88	9.17
Via Bottino	1.76	2.20	7.02
Via delle Sirene	1.68	2.10	6.69

Figura 173 – Valori delle concentrazioni di PM10

Stagione: Inverno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	3.47	6.67	21.24
Via Pizzo	1.63	2.04	6.51
Corso Calatafimi	0.90	1.13	3.59
Via Libertà	0.71	0.89	2.82
Via Bottino	0.51	0.64	2.04
Via delle Sirene	0.48	0.61	1.93

Stagione: Autunno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	3.47	6.66	21.22
Via Pizzo	1.63	2.04	6.50
Corso Calatafimi	0.90	1.12	3.58
Via Libertà	0.71	0.88	2.81
Via Bottino	0.51	0.64	2.03
Via delle Sirene	0.48	0.60	1.92

Stagione: Estate Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	3.46	6.65	21.19
Via Pizzo	1.62	2.03	6.47
Corso Calatafimi	0.89	1.12	3.56
Via Libertà	0.70	0.88	2.80
Via Bottino	0.51	0.63	2.02
Via delle Sirene	0.48	0.60	1.91

Stagione: Primavera Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Anno Civile	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 giorno	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	4.73	9.09	28.95
Via Pizzo	2.48	3.10	9.87
Corso Calatafimi	1.42	1.78	5.66
Via Libertà	1.13	1.41	4.49
Via Bottino	0.83	1.04	3.30
Via delle Sirene	0.78	0.98	3.12

Figura 174 – Valori delle concentrazioni di PM2,5

Relativamente agli ossidi di zolfo lo scenario delle immissioni non presenta particolari problemi e le concentrazioni sono nella norma, senza scostamenti particolari dallo stato attuale; infatti, l'incremento di mezzi terrestri legati alla presenza di mezzi di cantiere

non introduce incrementi significativi in termini di SO₂, mentre l'incremento di traffico navale è troppo modesto per indurre variazioni importanti nelle concentrazioni finali.

Stagione: Inverno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	50.55	141.53
Via Pizzo	29.70	83.16
Corso Calatafimi	20.38	57.06
Via Libertà	17.48	48.95
Via Bottino	14.21	39.80
Via delle Sirene	13.69	38.34

Stagione: Autunno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	50.43	141.200
Via Pizzo	29.60	82.879
Corso Calatafimi	20.31	56.875
Via Libertà	17.43	48.795
Via Bottino	14.17	39.668
Via delle Sirene	13.65	38.218

Stagione: Estate Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	50.02	140.050
Via Pizzo	29.28	81.996
Corso Calatafimi	20.09	56.240
Via Libertà	17.23	48.240
Via Bottino	14.00	39.210
Via delle Sirene	13.49	37.779

Stagione: Primavera Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	SO ₂ (µg/m ³) 1 Giorno	SO ₂ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	76.66	214.650
Via Pizzo	47.52	133.050
Corso Calatafimi	33.08	92.637
Via Libertà	28.51	79.820
Via Bottino	23.30	65.244
Via delle Sirene	22.44	62.823

Figura 175 – Valori delle concentrazioni di Biossido di Zolfo (SO₂)

Le considerazioni fatte in precedenza per gli ossidi di zolfo valgono sia per il benzene che per il monossido di carbonio.

Stagione: Inverno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0044	0.0085	0.027
Via Pizzo	0.0033	0.0063	0.020
Corso Calatafimi	0.0025	0.0047	0.015
Via Libertà	0.0022	0.0043	0.014
Via Bottino	0.0018	0.0035	0.011
Via delle Sirene	0.0018	0.0034	0.011

Stagione: Autunno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0044	0.0085	0.0271
Via Pizzo	0.0034	0.0065	0.0207
Corso Calatafimi	0.0026	0.0049	0.0156
Via Libertà	0.0022	0.0043	0.0137
Via Bottino	0.0019	0.0036	0.0113
Via delle Sirene	0.0018	0.0034	0.0109

Stagione: Estate Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0044	0.0085	0.0272
Via Pizzo	0.0034	0.0065	0.0208
Corso Calatafimi	0.0026	0.0049	0.0157
Via Libertà	0.0022	0.0043	0.0137
Via Bottino	0.0019	0.0036	0.0114
Via delle Sirene	0.0018	0.0035	0.0110

Stagione: Primavera Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)		
Ricettore	C ₆ H ₆ (µg/m ³) Anno Civile	C ₆ H ₆ (µg/m ³) giorno	1 C ₆ H ₆ (µg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	0.0052	0.0100	0.0319
Via Pizzo	0.0040	0.0077	0.0245
Corso Calatafimi	0.0030	0.0058	0.0185
Via Libertà	0.0027	0.0051	0.0163
Via Bottino	0.0022	0.0042	0.0135
Via delle Sirene	0.0021	0.0041	0.0131

Figura 176 – Valori delle concentrazioni di Benzene (C₆H₆)

Stagione: Inverno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.034	1.379
Via Pizzo	0.761	1.015
Corso Calatafimi	0.542	0.722
Via Libertà	0.461	0.614
Via Bottino	0.365	0.487
Via delle Sirene	0.350	0.467

Stagione: Autunno Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.031	1.375
Via Pizzo	0.759	1.012
Corso Calatafimi	0.540	0.720
Via Libertà	0.459	0.612
Via Bottino	0.365	0.486
Via delle Sirene	0.349	0.465

Stagione: Estate Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.020	1.360
Via Pizzo	0.750	1.000
Corso Calatafimi	0.534	0.712
Via Libertà	0.454	0.605
Via Bottino	0.360	0.480
Via delle Sirene	0.345	0.460

Stagione: Primavera Fase : Cantiere	TIPOLOGIA DI INQUINANTE (concentrazione)	
Ricettore	CO (mg/m ³) Media Massima Giornaliera calcolata su 8 ore	CO (mg/m ³) Concentrazione massima 1 ora
Via Verdi	1.673	2.231
Via Pizzo	1.247	1.662
Corso Calatafimi	0.904	1.205
Via Libertà	0.773	1.030
Via Bottino	0.636	0.848
Via delle Sirene	0.617	0.823

Figura 177 – Valori delle concentrazioni di Monossido di Carbonio (CO)

3. RUMORE E VIBRAZIONI

3.1. CON RIFERIMENTO ALLA COMPONENTE RUMORE E VIBRAZIONI, APPROFONDIRE LA DETERMINAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM, FORNENDO LE PREVISIONI SU SUPPORTO CARTOGRAFICO DI IDONEA SCALA PER L'AREA VASTA POTENZIALMENTE INTERFERITA DALL'AMBITO PORTUALE E UBICANDO SU PLANIMETRIA LE POSTAZIONI DI MISURA DEI DIVERSI RILIEVI ACUSTICI EFFETTUATI IN RELAZIONE AI RECETTORI SENSIBILI INDIVIDUATI. IN MERITO ALLO STUDIO SULLE PREVISIONI DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO CONNESSO AL PERIODO DEL CANTIERE E ALLA FASE DELL'ESERCIZIO DELLE NUOVE ATTIVITÀ PORTUALI E AL RELATIVO TRAFFICO VEICOLALE, RAPPORTARE I DATI DI PREVISIONE A QUELLI STABILITI PER LEGGE, FACENDO RIFERIMENTO A SINGOLI RICETTORI, IN PARTICOLARE A QUELLI SENSIBILI DELLO STATO DI FATTO E DI PREVISIONE DEL PRG E INDICANDO A LIVELLO PLANIMETRICO I DATI NUMERICI SU TALI RICETTORI. SIMULARE I LIVELLI ACUSTICI IN RELAZIONE ALLE PREVISIONI DELLO STUDIO TRASPORTISTICO DEL PORTO TURISTICO E DEL RELATIVO TRAFFICO INDOTTO, AL FINE DI VERIFICARE GLI EFFETTI IN TERMINI DI IMPATTO ACUSTICO SUI RECETTORI SENSIBILI. IN BASE AGLI SCENARI PREVISTI, OVVERO RIVALUTATI, VALUTARE LA NECESSITÀ DI PREVEDERE MISURE DI MITIGAZIONE IDONEE ANCHE IN FASE DI CANTIERE.

3.1.1. PREMESSA

L'inquinamento acustico può essere prodotto dal traffico, dagli insediamenti produttivi e, più in generale, da impianti, macchine, attrezzature, dispositivi, nonché da attività umane.

Il controllo di tale tipo di inquinamento può richiedere molteplici azioni da parte dei soggetti interessati. Tra queste assume un'importanza fondamentale la misura e la valutazione del rumore finalizzata all'ottenimento di dati che possano essere confrontati con i valori limite.

Il presente lavoro comprende uno studio sulle previsioni dell'inquinamento acustico connesso all'esercizio delle attività portuali e all'impiego della rete viaria esistente in seguito alla realizzazione di un approdo turistico in località Marsala.

In genere gli ambiti portuali sono inseriti in contesti urbani con la conseguenza che risulta difficile, specialmente per i porti che presentano maggiori dimensioni, una separazione tra la componente di rumore legata all'attività del porto rispetto alle restanti attività presenti nell'intorno. Spesso infatti la maggior parte del disturbo è dovuto al traffico insistente sulle strade limitrofe, sulle quali l'effetto della presenza del porto è quello di comportare un aumento di flusso veicolare legato all'indotto.

Altre sorgenti che contribuiscono a innalzare i livelli di rumore in prossimità degli ambiti portuali sono rappresentate da una serie di emissioni connesse a comportamenti degli addetti al controllo delle operazioni, degli automobilisti o dei presenti in genere. Lo studio parte da una attenta analisi delle cause di rumore e vibrazione presenti nell'area oggetto di studio con particolare riferimento ai ricettori sensibili, per poi analizzare, anche in base a rilievi acustici effettuati in determinate zone sensibili, il clima acustico ante e post operam nonché durante la fase di cantierizzazione.

3.1.2. NOZIONI GENERALI

Il rumore è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi. L'inquinamento acustico è caratteristico delle zone urbane e fonte di inquietudine per i cittadini. Si stima che circa il 20% della popolazione dell'Europa occidentale (ovvero 80 milioni di persone) subisca livelli di inquinamento acustico considerati inaccettabili. Le principali cause sono il traffico, l'industria e diverse attività ricreative.

Si distinguono essenzialmente due tipologie di sorgenti:

- puntuali o areali, come per esempio le attività industriali, artigianali, cantieri, i locali musicali, gli esercizi commerciali, gli impianti di condizionamento ecc.

L'area di esposizione al rumore riguarda essenzialmente le aree nell'intorno della sorgente. I livelli di rumore dipendono dall'intensità della sorgente, dalla sua collocazione spaziale e dalla sua presenza temporale. In funzione del tipo di impianto, il rumore emesso da queste sorgenti può essere a lungo stazionario oppure fluttuare alternando punte di breve intensità. In generale, l'inquinamento acustico generato dalle sorgenti puntuali non mostra un significativo incremento nel tempo, soprattutto grazie all'applicazione delle norme che disciplinano le emissioni acustiche insieme alle procedure di pianificazione territoriale; tale approccio dovrebbe garantire la separazione delle sorgenti di rumore dalle zone residenziali (abitazioni ed altri fabbricati sensibili).

- Lineari, ovvero il traffico veicolare, ferroviario e aeroportuale.

Il traffico stradale e quello ferroviario sono considerati sorgenti lineari rispetto all'area di impatto del rumore, parallela agli assi di scorrimento; il rumore prodotto può essere messo in relazione con i parametri del traffico e con le proprietà acustiche della superficie della sovrastruttura. Il rumore stradale, specie ad una certa distanza dagli assi di scorrimento, è un rumore di tipo stazionario non soggetto a significative fluttuazioni; al contrario, l'impatto sonoro generato dal traffico ferroviario e da quello aereo è caratterizzato da singoli eventi di elevata intensità e breve durata.

Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di inquinamento acustico nelle aree urbane, coinvolgendo la quasi totalità della popolazione residente. Le emissioni sonore prodotte dal traffico sono essenzialmente dovute al motore, allo scarico dei gas combusti, alle segnalazioni acustiche, alle caratteristiche aerodinamiche delle carrozzerie e al rotolamento dei pneumatici sulla superficie stradale, in particolare all'aumentare della velocità dei veicoli. Nella lotta all'inquinamento acustico di origine veicolare diventa quindi fondamentale una strategia integrata volta sia al decremento del numero dei veicoli circolanti, sia alla riduzione delle emissioni sonore prodotte da ciascun veicolo, sia al miglioramento delle caratteristiche di fono-assorbimento del manto stradale.

Il rumore da traffico ferroviario, a differenza di quello stradale, interessa un numero di persone esposte considerevolmente inferiore, essenzialmente quelle residenti in prossimità delle linee stesse. Inoltre il rumore ferroviario risulta meglio accettato dalla popolazione per diversi motivi: l'immagine positiva dei treni legata alla loro utilità sociale, l'assuefazione a tale rumore caratterizzata da una traccia acustica stabile, la debole impulsività di tale rumore.

Il rumore ferroviario è determinato fondamentalmente dall'attrito ruota-rotaia durante il transito. Il livello di emissione dipende da fattori quali: le condizioni delle ruote, le loro caratteristiche, il tipo di materiale rotabile, la velocità e le condizioni del binario. A velocità elevata il rumore aerodinamico è quello preminente.

In generale, grazie principalmente alla elettrificazione delle linee, alla graduale introduzione di binari saldati e ad un uso diffuso di materiale rotabile con freni a disco, le emissioni sonore provenienti dai treni sono diminuite.

Le previsioni di sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità introducono però nuovi elementi di criticità in termini di inquinamento acustico di origine ferroviaria. Diversamente dal rumore dei mezzi di trasporto, il rumore prodotto da impianti industriali ed artigianali non ha subito significativi incrementi negli ultimi anni, sia grazie all'introduzione di nuove norme che hanno provveduto ad una loro migliore

regolamentazione acustica, sia per gli interventi di risanamento attuati per la riduzione delle emissioni sonore.

Di contro la caratterizzazione della qualità dell'ambiente in relazione agli effetti delle vibrazioni deve consentire di individuare e stimare le modifiche e/o le interferenze introdotte dall'intervento proposto e valutarne la compatibilità con gli standard esistenti, in riferimento alla verifica sia del disturbo sull'uomo, sia del danno agli edifici per la salvaguardia del patrimonio architettonico/archeologico.

In particolare la legge quadro dell'inquinamento acustico fornisce le seguenti definizioni:

- **sorgenti sonore fisse:** gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative;
- **sorgenti sonore mobili:** tutte le sorgenti sonore non comprese nella lettera c);

Considerando esplicitamente le sorgenti di rumore e di vibrazioni all'interno di una determinata area urbana, possono essere prevalentemente riconducibili alle seguenti categorie:

- cantieri civili;
- mezzi di trasporto (rumore da traffico urbano, autostradale, ferroviario, aereo).

Il traffico è una delle principali (nonché la più diffusa) fonte di disturbo per quanto concerne l'inquinamento acustico.

Le sorgenti principali causa del rumore da traffico sono i veicoli che, anche se notevolmente diversificati fra loro per le diverse prestazioni e per le diverse destinazioni d'uso (veicoli commerciali, mezzi di trasporto pubblico, veicoli pesanti), poiché adottano tutti motori alternativi a combustione interna producono una sensazione uditiva abbastanza simile, differenziandosi invece nel livello globale di emissione di una determinata area. Il livello di emissione è inoltre influenzato dalle condizioni di circolazione (traffico scorrevole e traffico cittadino), che a loro volta dipendono dalle velocità e dalle accelerazioni dei singoli veicoli, al crescere delle quali cresce anche il rumore, dallo stile di guida (una guida aggressiva comporta mediamente un aumento di rumorosità di circa 5 dBA), e, infine, dalle proprietà di assorbimento acustico della superficie stradale.

Un discorso a parte va fatto per i dispositivi di segnalazione acustica dei veicoli che dovrebbero essere utilizzati solamente ai fini della sicurezza stradale o di pronto soccorso.

All'origine del rumore veicolare possiamo individuare varie sorgenti, componendo i livelli delle quali si ottiene il livello globale, che rientrano in due principali categorie:

- quelle correlate con il numero di giri del motore (*power train*);
- quelle correlate con la velocità del veicolo su strada.

Nella prima categoria, che è indipendente dalla seconda, rientrano il motore, l'impianto di aspirazione e scarico, la ventola di raffreddamento, gli alberi di trasmissione, il cambio, le pompe idrauliche e i generatori elettrici. Nella seconda, invece, rientrano il rumore provocato dall'interazione pneumatici-strada e il rumore aerodinamico.

Il rumore del motore è principalmente dovuto all'aspirazione dell'aria, alla combustione nella camera di scoppio, alla emissione dei gas combusti, agli accoppiamenti meccanici (punterie, ingranaggi, trasmissioni a catena, etc.), alle vibrazioni (causate dai carichi variabili determinati dalla pressione dei gas, alle forze d'inerzia, all'azione delle masse rotanti e di quelle in moto relativo) ed alle vibrazioni indotte nella carrozzeria.

Il rumore da rotolamento dipende, sostanzialmente, dalla velocità del veicolo e dalle caratteristiche e condizioni della superficie di rotolamento (rugosità, tipo di inerti e granulometrie utilizzate, grado di ammaloramento, proprietà di assorbimento acustico), mentre le caratteristiche del pneumatico (dimensione, carico, pressione di gonfiaggio, disegno del battistrada, grado di usura), il peso del veicolo e la sua accelerazione, hanno una minore influenza. Tale rumore è essenzialmente causato dall'impatto del battistrada sulla superficie ("rumore di impatto"), dalla vibrazione dell'aria compressa fra i tasselli del battistrada per effetto della deformazione elastica del pneumatico ("pompaggio dell'aria") e dal cosiddetto "*slip and stick*" (aggrappamento del pneumatico sugli inerti dello strato superficiale della pavimentazione stradale). Le emissioni generate dal rumore di rotolamento si trovano in genere al di sotto dei 1000 Hz, cioè nel campo delle basse frequenze; sul bagnato il livello di rumore è più alto di circa 5-10 dBA.

Il rumore aerodinamico è dovuto all'impatto della vettura contro l'aria ed è funzione, oltre che della velocità, del profilo della carrozzeria; esso copre di norma frequenze comprese tra i 500 e i 3000 Hz ed è particolarmente fastidioso perché interferisce con la voce parlata, il cui livello oscilla fra i 45 e i 60 dBA.

In generale, a basse velocità, quali quelle del traffico urbano, il motore e il sistema di aspirazione e scarico costituiscono le sorgenti di rumore predominanti, mentre a velocità maggiori di 50-60 km/h aumenta sensibilmente il contributo del rumore di

rotolamento dei pneumatici. Per velocità superiori agli 80 km/h il rumore del motore alla massima potenza è mascherato dal rumore di rotolamento e, quando si superano i 100 km/h, anche da quello aerodinamico.

La struttura del veicolo (telaio, carrozzeria), pur non costituendo una sorgente di rumore, è messa in vibrazione sia dal motore che dalle irregolarità della superficie stradale (accelerazioni verticali trasmesse attraverso il sistema delle sospensioni), per cui diventa tale principalmente all'interno del veicolo e contribuisce al livello globale di rumorosità emessa. Secondo indagini svolte dalla CEE risulterebbe che il 45% del rumore veicolare è causato dallo scappamento, il 30% dal motore, il 10% dalla aspirazione, il 10% dalla ventola e solo il 5% dall'attrito con la superficie stradale.

Nell'ambito dei problemi connessi con il rumore ambientale è opportuno raggruppare le sorgenti di rumore in poche classi individuate solo dal livello globale prodotto ad una determinata distanza, per velocità caratteristiche delle aree urbane. Sotto questo aspetto i vari tipi di veicoli possono essere classificati, a seconda del rumore emesso, in veicoli pesanti (autocarri, autotreni, autoarticolati, autobus) con picchi di emissione di 90-95 dBA, veicoli leggeri (automobili, autoveicoli con meno di nove posti a sedere compreso il conducente) con picchi di 75-80 dBA e veicoli a due ruote (motocicli e motociclette) con picchi di 80-90 dBA; tali valori sono riferiti ad una distanza di circa 4 metri. L'elevata rumorosità delle motociclette è principalmente dovuta alle caratteristiche del tubo di scappamento e al fatto che il motore è privo di schermi.

Un ruolo importante ai fini dell'inquinamento acustico, infine, è giocato dallo stato di manutenzione dei veicoli circolanti, in quanto l'usura meccanica provoca un progressivo aumento di rumorosità in alcune componenti, quali ad esempio il sistema di scarico e l'impianto frenante.

Il rumore viene trasmesso dalla fonte (traffico veicolare) attraverso un mezzo (terreno e/ o aria) ad un ricevitore (ambiente e/ o attività umane presenti). I parametri caratterizzanti una qualsiasi situazione di disturbo sono essenzialmente riconducibili alla potenza acustica di emissione delle sorgenti, alla distanza tra queste e i potenziali ricettori, ai fattori di attenuazione del livello di pressione sonora presenti tra sorgente e ricevitore. Il livello di rumore generato da un'infrastruttura stradale, in sintesi, è determinato da:

- emissioni acustiche dei diversi veicoli circolanti;
- volumi di traffico;
- composizione del traffico;
- velocità media;

- pendenza della strada;
- caratteristiche della superficie stradale.

Per quanto riguarda le relazioni esistenti tra alcuni dei parametri elencati e gli incrementi di livello acustico prevedibili, si possono considerare indicativamente i seguenti parametri:

- flusso veicolare: ogni raddoppio di flusso produce un incremento di 3 dB(A) del L_{eq} ;
- velocità media: ogni raddoppio della velocità media produce un incremento di 6 dB(A) del L_{eq} ;
- veicoli pesanti: la variazione della percentuale di veicoli pesanti sul flusso totale influisce fino ad 8 dB(A) sul livello sonoro equivalente complessivo.

L'effetto di attenuazione varia in relazione a:

- profilo della strada. In linea generale, il massimo livello di attenuazione si ha per strade in trincea, quindi per strade a raso; strade in rilevato o in viadotto presentano livelli di attenuazione molto minori;
- distanza dai potenziali ricettori;
- caratteristiche del terreno;
- presenza di barriere naturali o artificiali;
- condizioni climatiche.

Per quanto riguarda il traffico ferroviario, esso rappresenta una fonte di rumore considerevole per quanto riguarda le zone circostanti. Ciononostante, l'impatto acustico potrebbe interessare un numero inferiore di persone, risulta meglio accettato per l'assuefazione essendo caratterizzato da una traccia acustica stabile e una debole impulsività. Il rumore ferroviario è determinato principalmente dal motore e dall'attrito ruota-rotai. Il livello di emissione dipende da fattori quali: le condizioni delle ruote, le loro caratteristiche, il tipo di materiale rotabile, la velocità e le condizioni del binario. A velocità elevate il rumore aerodinamico è quello preminente.

Il rumore generato da unità navali può interessare un'ampia gamma di soggetti: l'equipaggio ed i passeggeri a bordo della nave durante la navigazione (emissione interna alla nave); gli abitanti in prossimità di porti e canali durante il transito o lo stazionamento delle navi in banchina (emissione esterna alla nave in aria); i cetacei e in generale i mammiferi marini durante la navigazione (emissione esterna alla nave in acqua). Mentre l'impatto del rumore all'interno delle navi è un argomento che è stato trattato in maniera approfondita fin dagli inizi degli anni '80 ed è stato normato sia dalla International Maritime Organization (IMO) che dai singoli registri di classifica

nazionali, il problema dell'impatto del rumore emesso esternamente alla nave è stato affrontato solo recentemente dalla comunità scientifica. L'intenso traffico dovuto al passaggio di navi rappresenta una fonte di inquinamento acustico per la popolazione che risiede lungo i canali e la linea costiera in prossimità di porti.

La nave può essere caratterizzata come sorgente sia mobile sia stazionaria: quando è in navigazione o sta compiendo azioni di manovra può essere considerata come una sorgente mobile, mentre quando è ferma in banchina si comporta come sorgente stazionaria.

La propagazione del rumore aereo dipende sia dalle caratteristiche proprie delle sorgenti sonore presenti su una nave (livelli di potenza sonora, direttività, altezza, ecc.) sia dalle caratteristiche dell'area attorno alla sorgente, come:

- le caratteristiche orografiche del terreno;
- le caratteristiche di assorbimento acustico del terreno;
- la distribuzione planimetrica e altimetrica degli edifici;
- le condizioni meteorologiche dell'area (temperatura, umidità, velocità del vento e direttività).

Tuttavia una corretta modellazione della propagazione del rumore richiede una corretta caratterizzazione acustica delle sorgenti, rappresentate in questo caso specifico dalle diverse categorie di nave. Questo aspetto è essenziale in quanto la mappatura del rumore emesso dalle navi costituisce una parte importante della MAS di un porto.

Le navi costituiscono una delle tante fonti di rumore in ambito portuale, in relazione soprattutto al funzionamento dei motori ausiliari necessari per l'illuminazione e gli altri servizi di bordo durante lo stazionamento in porto. Una indagine dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) sul rumore in ambito portuale ha evidenziato che l'esposizione della popolazione è prevalentemente attribuibile al traffico stradale circostante il perimetro portuale e al movimento dei camion e dei carri ferroviari in entrata e in uscita dal porto, mentre il funzionamento dei motori ausiliari delle navi incide in pochi casi. Pertanto la popolazione esposta in maniera prevalente al rumore provocato dalle navi è assai ridotta, tanto da risultare, nel complesso, trascurabile. Tuttavia, è possibile prendere in considerazione tale sorgente, associando sorgenti lineari con linea di emissione a 15 m di altezza dall'acqua, piattaforma 25 o 30 m e con le seguenti caratteristiche emissive:

- $L_w = 74,7 \text{ dB(A)/m}$ per lo stazionamento in banchina;
- $L_w = 86,9 \text{ dB(A)/m}$ per le linee di navigazione da e per il porto.

Per quanto riguarda il rumore prodotto dai cantieri, dalle attrezzature per la costruzione di opere civili è probabilmente il più intenso cui è sottoposta la comunità. Tale tipo di rumore è, di solito, accettato dalla gente, in quanto si ritiene necessario per lo sviluppo della città e costituisce solo una parentesi di disturbo nello svolgimento delle usuali attività. Tale rumore è prodotto dai mezzi utilizzati nella fase di cantierizzazione e dalla attrezzature e dipende dalla tipologia di lavorazioni.

Altre sorgenti sonore che sono presenti nel porto in situazione *post operam*, sono quelle relative alla movimentazioni di mezzi per il carico e scarico dei container, presente essenzialmente nelle ore di operatività dell'area commerciale.

Di contro la vibrazione può definirsi come oscillazione caratterizzata da piccole ampiezze, – di norma – a frequenze elevate, con variazioni positive e negative (oscillazioni), e generata in modo naturale (sisma) od artificiale (macchinari).

La vibrazione è percepita dall'uomo attraverso il senso dell'equilibrio e in relazione al fatto che la vibrazione si propaga all'interno del corpo umano generando sensazioni di norma sgradevoli, raramente dolorose ed in alcuni casi piacevoli e rilassanti.

Rumore e vibrazioni sono entrambe perturbazioni dello stato di quiete di un mezzo. Nel primo caso il mezzo è l'aria, nel secondo è un corpo solido.

I meccanismi di propagazione del rumore e delle vibrazioni possono essere descritte nello stesso modo come onde che si propagano con velocità diverse a secondo del mezzo. Inoltre mentre nell'aria possono propagarsi solo onde di pressione, nei corpi si propagano sia onde di pressione, sia onde di taglio.

La propagazione delle vibrazioni è un fenomeno più complesso perché in genere i corpi non sono costituiti dallo stesso materiale e in quanto si è in presenza non solo delle onde di pressione (deformazioni compressione/trazione), ma anche quelle di taglio (deformazioni a taglio). Per di più in corrispondenza delle superfici di contorno dei corpi rigidi si innescano anche onde di superficie.

In funzione degli effetti fisiopatologici sull'uomo le vibrazioni sono suddivise in tre principali bande di frequenza:

- 0 - 2 Hz oscillazioni a bassa frequenza, generate dai mezzi di trasporto (terrestri, aerei, marittimi);
- 2 - 20 Hz oscillazioni a media frequenza, generate da macchine ed impianti industriali;
- >20- 30 Hz oscillazioni ad alta frequenza, generate da un'ampia gamma di strumenti vibranti diffusi in ambito industriale.

Gli effetti delle vibrazioni sull'organismo umano possono essere di tipo biomeccanico, psicosensoriale e fisiologico.

Gli effetti biomeccanici dipendono dalle frequenze e possono colpire vari organi ed apparati, in misura tanto più grave quanto più la frequenza si avvicina alla risonanza specifica di ciascuno di essi.

Gli effetti di tipo psicosensoriale sono regolati da vibroricettori cutanei e/o dalle terminazioni nervose libere del derma.

Gli effetti fisiologici si risentono soprattutto sul sistema cardiocircolatorio e sul sistema nervoso centrale, con aumento della pressione arteriosa, della frequenza cardiaca e del consumo di ossigeno, per quanto riguarda il primo; inibizione dei riflessi ed effetti soporiferi per quanto riguarda il secondo.

Negli edifici ricettori il disturbo è percepito o come moto meccanico degli elementi edili dell'edificio ricettore, e/o come rumore irraggiato nei locali dagli orizzontamenti e dalle pareti (rumore solido). Quest'ultimo è certamente differente rispetto al rumore trasmesso per via aerea.

3.1.3. QUADRO NORMATIVO

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1° marzo 1991 (G.U. 8/3/91 S.G. n. 57) intitolato “*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*” fornisce i parametri in base ai quali adeguare le emissioni acustiche delle diverse sorgenti sonore, fisse e mobili, presenti nel territorio.

Per quanto riguarda le strumentazioni e le modalità di misura del rumore il D.P.C.M. nell'Allegato B detta norme a tal proposito.

Dato il carattere transitorio del DPCM 1/3/91, nel 1995 il Parlamento ha prodotto un nuovo strumento legislativo costituito dalla Legge Quadro sull'inquinamento acustico (la n. 447 del 26/10/95 G.U. n. 254 del 30/10/95) che sancisce i principi fondamentali di regolamentazione della materia e che, a sua volta, affida a una serie di decreti attuativi la completa regolamentazione dell'argomento.

Nel D.P.M. 14 Novembre 1997 vengono fissati i valori limite di emissione, immissione, attenzione e qualità definiti nella legge quadro. In particolare:

- *valori limite di emissione*: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;
- *valori limite di immissione*: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

- *valori di attenzione*: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana 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 presente legge.

Nel D.P.M. sono riportati i valori limite di emissione e i valori assoluti di immissione (Tabella B e Tabella C) mentre i valori differenziali di immissione sono fissati a 5 dB per il periodo diurno (considerato dalle ore 6.00 alle ore 22.00) e 10 dB per quello notturno (dalle 22.00 alle 6.00) per tutte le zone ad esclusione delle aree prevalentemente industriali. Tali valori limiti differenziali non si applicano:

- se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Ed inoltre alla rumorosità prodotta:

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

I valori di attenzione espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (TL) sono:

- se riferiti ad un'ora, i valori della tabella C allegata al presente decreto, aumentati di 10 dB per il periodo diurno e di 5 dB per il periodo notturno;
- se relativi ai tempi di riferimento, i valori di cui alla tabella C allegata al presente decreto. Il tempo a lungo termine (TL) rappresenta il tempo all'interno del quale si vuole avere la caratterizzazione del territorio dal punto di vista della rumorosità ambientale. La lunghezza di questo intervallo di tempo è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano tale rumorosità nel lungo termine. Il valore TL, multiplo intero del periodo di riferimento, è un periodo di tempo prestabilito riguardante i periodi che consentono la valutazione di realtà specifiche locali.

I valori di qualità sono indicati nella Tabella D del presente decreto.

Peculiarità essenziale delle suddette Norme è la suddivisione del territorio in sei classi, per ciascuna delle quali vengono fissati, in relazione alla diversa destinazione d'uso, i

valori massimi di livello sonoro equivalente per il giorno e per la notte. Tali classi sono riportate nella Tabella A e sono le seguenti:

- **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.

Le Tabelle B, C, D e le denominazioni delle suddette classi e dei rispettivi limiti sono riportate di seguito.

Classi di destinazione d'uso del territorio		L_{Aeq} (diurno)	L_{Aeq} (notturno)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree prevalentemente residenziali	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Figura 178 – Valori limite assoluti di immissione relativi alle classi di destinazione d’uso (Tabella C)

Classi di destinazione d'uso del territorio		L _{Aeq} (diurno)	L _{Aeq} (notturno)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Figura 179 – Valori limite assoluti di emissione relativi alle classi di destinazione d’uso (Tabella B)

Classi di destinazione d'uso del territorio		L _{Aeq} (diurno)	L _{Aeq} (notturno)
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree prevalentemente residenziali	52	42
III	Aree di tipo misto	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Figura 180 – Valori limite di qualità relativi alle classi di destinazione d’uso (Tabella D)

In particolare, il Decreto Attuativo D.P.C.M. 3 dicembre 1997, “*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*” stabilisce i requisiti tecnici a cui riferirsi nella realizzazione degli edifici. In particolare classifica gli ambienti abitativi in sette categorie e stabilisce per ognuna di esse i requisiti acustici passivi degli edifici, definendo nel contempo i livelli massimi di rumore per gli impianti tecnologici. Le grandezze di riferimento sono le seguenti:

- Isolamento acustico normalizzato – da misurare su pareti divisorie cieche di unità abitative confinanti – requisito minimo da garantire per edifici di civile abitazione $R_w > 50$ dB;
- Isolamento normalizzato di facciata – da misurare su facciate con serramenti rivolte all’esterno dell’edificio - requisito minimo per edifici di civile abitazione $D_{2m,nT,w} > 48$ dB;
- Livello normalizzato di calpestio – da misurare su solai divisori di unità abitative diverse – requisito minimo per edifici di civile abitazione $L_{n,w} < 63$ dB;
- Livello massimo Slow, ponderato “A”, del rumore prodotto da impianti a funzionamento discontinuo - requisito minimo per edifici di civile abitazione $L_{ASmax} < 35$ dB;
- Livello equivalente ponderato “A” del rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo - requisito minimo per edifici di civile abitazione $L_{Aeq} < 25$ dB.

CLASSIFICAZIONI DEGLI AMBIENTI ABITATIVI (art. 2)	
categoria A :	edifici adibiti a residenza o assimilabili;
categoria B :	edifici adibiti ad uffici e assimilabili;
categoria C :	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili;
categoria D :	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili;
categoria E :	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
categoria F :	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili;
categoria G :	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili.

Figura 181 – Classificazione degli ambienti abitativi (Tabella A, DPCM 3/12/1997)

REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI, DEI LORO COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI					
Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	R'_w (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,max}$	$L_{A,eq}$
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

(*) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Figura 182 – Requisiti acustici degli edifici (DPCM 3/12/1997)

Il Decreto del 16 marzo 1998 dal titolo “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico*” sostituisce integralmente il l’allegato “A” al DPCM 1 marzo 1991, e introduce numerose innovazioni e complicazioni alle tecniche di rilievo. All’Art. 2 vengono definite le strumentazioni di misura mentre nell’Allegato A vengono introdotte le definizioni dei parametri fondamentali, alcuni dei quali vengono riportati in seguito:

1. *Sorgente specifica*: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico;
2. *Tempo di riferimento (TR)*: rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00;
3. *Tempo di osservazione (TO)*: è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare;
4. *Tempo di misura (TM)*: all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno;

5. *Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": LAS, LAF, LAI.* Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" LPA secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
6. *Livelli dei valori massimi di pressione sonora LASmax, LAFmax, LAI max.* Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
7. *Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A":* valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{A,eq,TR} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1 \cdot SEL_i} \right] - 10 \cdot \lg [p_{ref}]$$

dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20$ microPa è la pressione sonora di riferimento.

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

L'Allegato B del Decreto 16 Marzo 1998, riporta le norme tecniche per l'esecuzione delle misure, mentre l'Allegato C riporta la metodologia di misura del rumore ferroviario. L'Allegato D riporta le modalità di presentazione dei risultati delle misure. Per quanto riguarda il traffico ferroviario, la normativa di riferimento è il DPR n.ro 459 del 18/11/1998 dal titolo *"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"*.

Il presente decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture delle ferrovie oltre che delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari e si applica sia alle infrastrutture esistenti che a quelle di nuova costruzione.

Il decreto fornisce anche la seguente definizione di **ricettore**: *qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività*

lavorativa o ricreativa; le aree naturalistiche vincolate, i parchi pubblici ed aree esterne destinate ad attività ricreative ed allo svolgimento della vita sociale della collettività, aree territoriali edificabili già individuate dai vigenti piani regolatori generali, loro varianti generali, vigenti al momento della presentazione dei progetti di massima relativi alla costruzione delle infrastrutture di nuova costruzione o esistenti (loro varianti e nuove in affiancamento a quelle esistenti).

La normativa all'Art. 3 al punto 1 lettera a) definisce la fascia di pertinenza delle infrastrutture esistenti che è suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A; la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B. La normativa inoltre, all'Art. 5, fissa i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura per tale fascia di 250 m sono i seguenti:

- a) 50 dB(A) L_{eq} diurno, 40 dB(A) L_{eq} notturno per scuole, ospedali, case di cura e case di riposo; per le scuole vale il solo limite diurno;
- b) 70 dB(A) L_{eq} diurno, 60 dB(A) L_{eq} notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia A di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a);
- c) 65 dB(A) L_{eq} diurno, 55 dB(A) L_{eq} notturno per gli altri ricettori all'interno della fascia B di cui all'articolo 3, comma 1, lettera a).

L'Art. 5 dello stesso decreto al comma 2 specifica che il rispetto dei valori stabiliti per la fascia di pertinenza e il rispetto dei valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997, è verificato con misure sugli interi periodi di riferimento diurno e notturno in facciata degli edifici ad 1 m dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione, ovvero in corrispondenza di altri ricettori.

L'art. 5 al comma 3 stabilisce che qualora i valori scritti precedentemente e, al di fuori della fascia di pertinenza, i valori stabiliti nella tabella C del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997, non siano tecnicamente conseguibili, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzino l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- d) 35 dB(A) L_{eq} notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- e) 40 dB(A) L_{eq} notturno per tutti gli altri ricettori;
- f) 45 dB(A) L_{eq} diurno per le scuole.

I valori dovranno essere misurati al centro della stanza, a finestre chiuse e con microfono posto all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

Le infrastrutture di trasporto sono regolate dal DPR 142/04 che fissa i valori limite di immissione all'interno delle fasce di pertinenza acustica in funzione della categoria di infrastrutture (dalla categoria A, Autostrade, alla F, strade locali).

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (secondo Norma CNR 1980 e direttive PUT)	Amplezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri Ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 8, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			
F - locale		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 8, comma 1, lettera a), della legge n. 447 del 1995.			

* per le scuole vale il solo limite diurno

Figura 183 – Valori limite assoluti di immissione relativi alla categoria di infrastruttura stradale (Tabella 2 DPR 30/03/2004 n.ro142)

Per quanto riguarda il rumore generato dal traffico marittimo, attualmente non sono ancora stati fissati limiti al rumore di navi per navigazione in mare; al contrario nel caso specifico di navi per navigazione in acque interne esistono dei limiti definiti dalla Direttiva 2006/87/CE all'Articolo 8 e 10:

- il rumore prodotto dalla nave in navigazione non deve superare 75 dB(A) ad una distanza di 25 m dalla murata della nave;
- il rumore prodotto dalla nave ferma in banchina o ancorata non deve superare 65 dB(A) ad una distanza di 25 m dalla murata della nave. Sono escluse le operazioni di carico e scarico.

Per il rumore prodotto da una nave in navigazione si considera in particolare quello generato dalle bocchette di aspirazione e di scarico.

Se consideriamo la legislazione della comunitaria, al fine di analizzare e controllare il rumore ambientale per proteggere i ricettori sensibili, nel 2002 la Commissione europea ha emanato la Direttiva 2002/49/CE, conosciuta con l'acronimo END (*Environmental Noise Directive*). Successivamente gli Stati Membri hanno introdotto la END a livello nazionale.

Tale Direttiva definisce due efficaci strumenti di pianificazione acustica: la mappa acustica strategica (MAS), per la caratterizzazione del rumore ambientale, e il piano d'azione per la pianificazioni degli interventi in base alle criticità emerse nella MAS. La MAS deve essere definita sulla base dei due descrittori acustici introdotti dalla Direttiva: il livello giorno-sera-notte (L_{den}) e il livello notte (L_{night}).

La Direttiva non considera tutte le tipologie di sorgente ma solo quelle legate al rumore stradale, ferroviario, aeroportuale ed industriale, includendo in quest'ultima categoria anche i porti. La realizzazione della MAS per un porto prevede quindi che si tenga in considerazione anche il rumore emesso dalle navi, le cui emissioni sonore, specialmente in banchina, non possono essere trascurate.

La Direttiva stabilisce che siano gli Stati Membri a definire, attraverso strumenti legislativi nazionali, quali siano i limiti di emissione sonora da imporre per le diverse tipologie di sorgente.

Allo stato attuale nessuno Stato Membro ha definito dei limiti in termini di L_{den} e L_{night} e i limiti definiti da normative nazionali precedenti vengono ancora utilizzati. In diversi Stati il descrittore più comunemente utilizzato per la definizione dei valori limite è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", L_{Aeq} .

La direttiva mira a combattere 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 applica 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.

Diversa la situazione per le vibrazioni, a livello nazionale non esiste al momento una norma che stabilisca valori limite per l'esposizione alle vibrazioni. Si fa riferimento alle seguenti norme tecniche, nazionali ed internazionali:

Esposizione umana

- ISO 2631-2: Valutazione dell'esposizione umana alla vibrazione del corpo intero – Vibrazione negli edifici;
- UNI 9614: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- UNI 11048: Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo.

Danni agli edifici

- UNI 9916: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.

I decreti relativi alla sicurezza (Decreto Lgs n. 81/2008 e Decreto Lgs n. 106/2009), forniscono inoltre i criteri di valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni del singolo lavoratore (in base alle mansioni e al clima vibrazionale presente nell'ambiente di lavoro). Sono distinte le seguenti situazioni:

- Vibrazioni trasmesse a mano/braccio: ossia le vibrazioni che sono trasmesse al lavoratore in quanto opera, con contatto diretto tramite gli arti superiori, con attrezzature che generano vibrazioni (demolitori, vibratori, trapani, ecc.);
- vibrazioni trasmesse al corpo intero: ossia le vibrazioni che sono trasmesse al lavoratore in quanto opera su mezzi, dallo stesso manovrati e non, che inducono vibrazioni (trattori, macchine operatrici, perforatori, mezzi di trasporto, ecc.).

La Norma I.S.O. 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1-80 Hz, ed il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a (RMS).

La norma I.S.O. indica, inoltre, i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base dell'accelerazione e delle velocità definite in frequenza (frequenza centrale di banda in terze di ottava), al fine di definire le curve limite al variare del periodo di riferimento (diurno e notturno), del tipo di vibrazione (continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie).

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano, e deve essere rilevato il valore RMS di accelerazione perpendicolarmente alla superficie vibrante.

Nel caso di edifici residenziali nei quali non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in

diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

Come detto sono oggi ancora assenti atti legislativi (leggi o decreti) relativamente ai criteri di valutazione e ai limiti delle vibrazioni di disturbo (non confort) all'uomo. La norma UNI 9614 fornisce i valori limiti – in termini di valori efficaci ponderati – del disturbo vibrazionale riportati di seguito.

La valutazione del disturbo è effettuata sulla base del valore di accelerazione efficace a_w - ponderato in frequenza - confrontato con una serie di valori limite dipendenti dalle destinazioni d'uso degli edifici e dal periodo di riferimento (giorno/notte).

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo, è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB, al fine di stimare il corrispondente livello efficace. Qualora si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri, i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi ed alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche.

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Classe	Destinazione d'uso del territorio	Valori limiti in termini di valori efficaci ponderati								
		Livello [dB] (°)			Accelerazione [mm/s ²]			Velocità [µm/s]		
		L (z)	T (x-y)	V (x-y-z)	L (z)	T (x-y)	V (x-y-z)	L (z)	T (x-y)	V (x-y-z)
I	Aree critiche	74	71	71	5,0	3,6	3,6	100	280	100
II	Abitazioni (notte)	77	74	74	7,0	5,0	5,0	140	400	140
III	Abitazioni (giorno)	80	77	77	10,0	7,2	7,2	200	560	200
IV	Uffici	86	83	83	20,0	14,4	14,4	400	1.100	400
V	Fabbriche	92	89	89	40,0	28,8	28,8	800	2.200	800
L		componente longitudinale (riferita alla spina dorsale dell'uomo)(Asse z)								
T		componente trasversale (riferita alla spina dorsale dell'uomo).....(Assi x-y)								
V		nel caso di postura variabile o non nota(Assi x-y-z)								
(°)		0 dB \cong 1 µm/s ² (10 ⁻⁶ m/s ²)								

Figura 184 – Valutazione del disturbo da vibrazione all'uomo

Allo stesso modo sono oggi ancora assenti atti legislativi (leggi o decreti) relativamente ai criteri di valutazione e ai limiti delle vibrazioni per quanto riguarda gli effetti sugli edifici. La norma UNI 9916 fornisce i limiti di danno – in termini di velocità di vibrazione di picco – riportati in tabella.

CLASSE	TIPO DI EDIFICIO	VELOCITÀ DI PICCO [mm/s]
1	Costruzioni industriali, edifici industriali e costruzioni strutturalmente simili	20
2	Edifici residenziale e costruzioni simili	5
3	Costruzioni che non ricadono nelle classi 1 e 2 e che sono degne di essere tutelate (per esempio monumenti storici)	3

Figura 185 – Valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici

La norma definisce come parametro di riferimento per la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici il valore della velocità, in particolare il massimo valore (o di picco) delle componenti delle velocità di vibrazione lungo i tre assi di riferimento.

I valori di riferimento sono quelli al di sotto dei quali è ragionevole presumere che non vi siano danni di tipo architettonico. Ai fini pratici, si verifica - a tutte le frequenze - che il limite di disturbo per le persone è decisamente più restrittivo del limite di danno strutturale.

Un altro scopo della norma è quello di ottenere dei dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

La norma considera, per semplicità, gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.).

In alcuni casi, l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio ma, tuttavia, le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio.

L'Appendice A della Norma contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base sul quale si trovano le fondazioni, oltre che la struttura medesima dell'edificio.

3.1.4. ESPERIENZE E STUDI DEL COMPARTO

A seguito dell'emanazione della legge quadro 26 ottobre 1995 n. 447, il quadro normativo italiano in materia di inquinamento acustico si è arricchito mediante l'emanazione di diversi decreti attuativi previsti dalla legge. In particolare grossa importanza rivestono i regolamenti emanati finora relativamente alle infrastrutture di trasporto, che come indicato nell'art. 11 (regolamenti di esecuzione) devono essere emanati "con decreto del Presidente della Repubblica, previa deliberazione del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro dell'Ambiente di concerto, secondo le materie di rispettiva competenza, con i Ministri della Sanità, dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, dei Trasporti e della Navigazione, dei Lavori Pubblici e della Difesa". La lista dei regolamenti di esecuzione finora emanati risulta incompleto rispetto a quelli previsti e tra questi manca quello relativo alla disciplina dell'inquinamento acustico avente origine dal traffico marittimo.

A tal riguardo il Ministero dell'Ambiente, allo scopo di disporre degli opportuni elementi di conoscenza utili alla redazione di detto regolamento, ha incaricato l'ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente), in qualità di proprio organo tecnico, di eseguire un'indagine specifica e di produrre un documento finale in grado di fornire un quadro generale del clima acustico attualmente riscontrabile nei dintorni delle infrastrutture portuali nazionali.

A seguito di tale incarico e sulla base di precedenti analoghe esperienze (studio sulle discoteche, sugli autodromi, ecc.), l'ANPA, dopo aver selezionato alcune infrastrutture rappresentative delle diverse realtà portuali presenti sul territorio nazionale, ha coinvolto per la conduzione dello studio le Agenzie regionali interessate con le quali ha anche concordato le modalità di esecuzione dell'indagine. Presso ciascun porto sono state quindi eseguite campagne di monitoraggio dell'inquinamento acustico.

L'ANPA ha successivamente elaborato uno studio dal titolo "*RUMORE PRODOTTO DALLE INFRASTRUTTURE PORTUALI*" - RTI AMB - SIAE 1/2000.

Per l'indagine sono state scelte otto infrastrutture portuali presenti sul territorio italiano, sette marittime e una lacustre: Bari, Civitavecchia, Genova, Messina, Livorno, Ravenna, Venezia e lago di Como.

I porti sono stati scelti in base a vari criteri per importanza, per contesto territoriale (caratteristiche dell'area portuale, vicinanza rispetto agli insediamenti abitativi) e per attività presenti (commerciali, turistiche e industriali).

L'indagine conoscitiva è stata condotta dall'ANPA in collaborazione con altre Amministrazioni per i territori di rispettiva competenza: PMP Bari, PMP Roma, ARPA Liguria (Genova), PMIP Como, ARPA Toscana (Livorno), ARPA Emilia Romagna (Ravenna), ARPA Veneto (Venezia). E' evidente che i porti coinvolti nell'indagine conoscitiva, hanno caratteristiche che li rendono differenti dalla realtà marsalese: infatti, ad eccezione del porto lacustre di Como, sono tutti sede di Autorità Portuale ed inseriti nello SNIT, circostanza che ne attribuisce caratteristiche di traffico commerciale di livello superiore. Mentre, con riferimento al porto di Como, l'indagine è stata condotta al fine di valutare il contributo delle emissioni acustiche prodotte dai natanti (battelli e aliscafi) in partenza e in arrivo dal pontile di Como, P.za Cavour. Quindi, complessivamente, lo studio è stato svolto su realtà portuali che hanno dimensioni e traffici superiori e/o qualitativamente e quantitativamente diversi rispetto al porto di Marsala. Quindi serve soltanto per dare un inquadramento qualitativo relativo al rumore.

A seguito di questa indagine, è emerso che, in considerazione dell'elevato flusso di autoveicoli nelle strade limitrofe, il contributo acustico delle emissioni dei natanti è praticamente ininfluenza ai fini della determinazione del L_{Aeq} .

L'indagine acustica condotta presso le differenti strutture portuali indicate ha portato alle seguenti conclusioni.

In generale, gli ambiti portuali sono inseriti in contesti urbani con la conseguenza che risulta difficile, specialmente per i porti che presentano maggiori dimensioni, una separazione tra la componente di rumore legata alle attività del porto rispetto alle restanti attività presenti nell'intorno. Spesso infatti la maggior parte del disturbo è dovuto al traffico insistente sulle strade limitrofe, sulle quali l'effetto della presenza del porto è quello di comportare un aumento di flusso veicolare legato all'indotto, difficilmente stimabile perché funzione di parametri giornalieri e/o stagionali. Altre sorgenti che contribuiscono a innalzare i livelli di rumore in prossimità degli ambiti portuali sono rappresentate da una serie di emissioni connesse a comportamenti degli addetti al controllo delle operazioni, degli automobilisti o dei presenti in genere quali l'utilizzo di segnalatori acustici, grida, ecc., ovviamente di difficile controllo. Questo porta a ritenere che individuare un metodo per fissare dei limiti relativi alle infrastrutture portuali risulta di difficile applicazione e non può prescindere da considerazioni sui valori limite di immissione globali che tenga in conto la presenza di sorgenti di natura non strettamente portuale. A tal fine sarebbe meglio uniformare e semplificare il quadro normativo sui limiti, considerando le aree portuali nell'ambito di

una classe IV di zonizzazione acustica peraltro già previsto dalla normativa vigente (che così la definisce: “Aree di intensa attività umana” ossia “aree urbane interessate da traffico veicolare intenso, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; aree portuali o con limitata presenza di piccole industrie”).

Nella tabella seguente vengono riassunti i risultati ottenuti a seguito delle rilevazioni condotte nei differenti porti prescelti.

Porto	LAeq diurno (dBA)	LAeq notturno (dBA)
Bari	70,0	57,0
Civitavecchia	68,4	59,6
Genova	63,5	57,0
Livorno	65,3	59,4
Messina	68,6	68,9
Ravenna	64,2	56,6
Venezia	65,2	64,0

Figura 186 – Riepilogo dei risultati delle rilevazioni

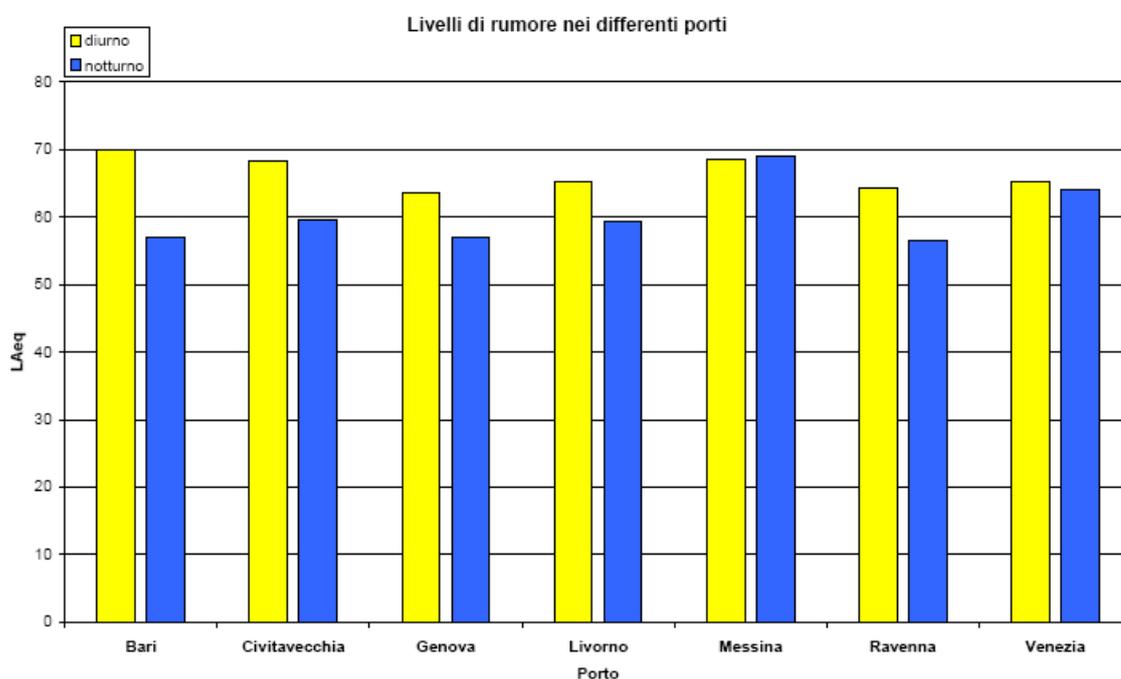


Figura 187 – Istogramma con indicazione dei livelli di rumore per i diversi porti esaminati

Dalla tabella e dall'istogramma rappresentativo è possibile rilevare che i livelli di rumore diurni registrati nelle differenti realtà portuali non superano i 70 dBA e mediamente i valori di LAeq registrati in continuo nelle differenti postazioni prescelte in prossimità dei porti si mantengono tra i 60 e i 70 dBA. Nel periodo di riferimento

notturmo i risultati indicano che i livelli di rumore, mediamente pari a 60 dBA, oscillano tra 56,6 e 68,9 dBA. È importante considerare che in tutte le realtà portuali indagate è stata riscontrata la costante difficoltà di eseguire i rilievi acustici in condizioni non influenzate dal traffico stradale che normalmente insiste nelle aree limitrofe al porto. Questo ha comportato che i ricettori hanno risentito maggiormente della rumorosità della circolazione stradale.

In alcuni casi, in postazioni in prossimità del perimetro portuale dove la rumorosità portuale non è “mascherata” dalla rumorosità prodotta dalla strada adiacente allo stesso, i livelli di rumore registrati sono mediamente inferiori a quelli registrati nelle postazioni miste, ma presentano tuttavia una notevole variabilità per quanto riguarda i livelli orari, sia nel periodo diurno che quello notturno. Tale variabilità è legata sia alle diverse attività che si esercitano all'interno dell'area portuale (attracco navi, attività carico-scarico, attività traghetti, ecc.), condizionata dalle differenti operazioni che si eseguono nelle diverse stagioni, sia alla morfologia del porto. Queste considerazioni inducono a proporre per tali strutture una classificazione di classe IV. In primo luogo perché essa, in generale, rispecchierebbe la situazione acustica presente; inoltre, laddove i limiti per tale zona sono superati, consentirebbe di tendere con azioni di risanamento ragionevolmente attuabili verso “climi acustici” accettabili, compatibili con realtà così complesse, e comunque nel rispetto degli obiettivi di tutela previsti dalla legge quadro 447/95. Una riflessione a parte merita la definizione di attività portuale, e quindi oggetto di regolamentazione specifica, poiché all'interno dell'area di pertinenza delle infrastrutture portuali sono spesso presenti svariate attività diversamente classificabili: attività industriali e/o artigianali (cantieristica, ecc.), infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie), che la legge regola in maniera diretta e differenziata e che, pertanto, andrebbero escluse dall'ambito portuale vero e proprio.

3.1.5. INQUADRAMENTO ACUSTICO DELLA ZONA OGGETTO DI INTERVENTO

La legge Quadro n. 447 del 26/10/95 specifica le competenze delle regioni, provincie e comuni in ambito di inquinamento acustico. In particolare si specifica la necessità dei comuni nell'effettuare una classificazione acustica secondo i principi dettati dalla Legge stessa. Nella Regione Sicilia è stato pubblicato nella GURS n.50 del 19 Ottobre 2007 il decreto 11 Settembre 2007 che approva le “Linee guida per la classificazione in zone acustiche del territorio dei comuni della Regione siciliana” in cui sono riportati in dettagli i criteri di classificazione e le metodologie per la suddivisione del territorio in classi.

Il Comune di Marsala con delibera n.ro 37 del 13/03/2012 ha adottato il Piano di Zonizzazione Acustica ai sensi dell'art. 6 della Legge 447/95 - Decreto Assessoriale n.ro 196/2007. Con delibera n.ro 185 del 15/10/2014 il Comune adotta la variante al piano, classificando diversamente alcune aree. L'area oggetto di studio ricade nelle zone Classe III, Classe IV e Classe V del Piano di zonizzazione acustica. Inoltre nell'area sono presenti le fasce relative alla ferrovia e delle linee che corrispondono gli assi viari strategici. In particolare, l'area identificata come Classe IV, area di intensa attività umana, è relativa a tutta la fascia portuale. L'area a Sud della zona portuale, è classificata come Classe V, area prevalentemente industriale. La restante area oggetto di studio è classificata come area di tipo misto, Classe III. Di conseguenza i **valori limite di immissione** delle zone sono quelli imposti da normativa secondo la Legge n. 447 del 26/10/1995. Tali valori limite sono riportati nella figura sottostante, senza considerare i limiti definiti dalla DPR n.ro 459 del 18/11/1998.

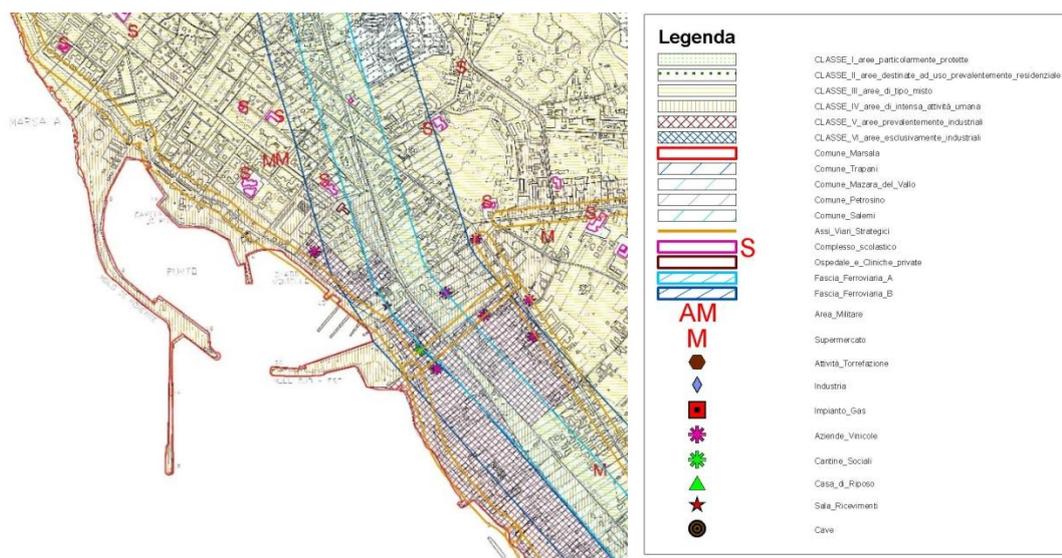


Figura 188 – Planimetria di zonizzazione acustica 2014 del Comune di Marsala

Per quanto riguarda i limiti imposti dal D.P.R. 30/03/2004 n.ro 142, vengono riportati per il periodi diurno e notturno sulla planimetria di zonizzazione in modo da essere facilmente individuati, e successivamente necessari per confrontare i livelli acustici rilevati tramite la campagna di indagine condotta dalla MYR con quelli previsti dal D.P.R. 30/03/2004 n.ro 142.

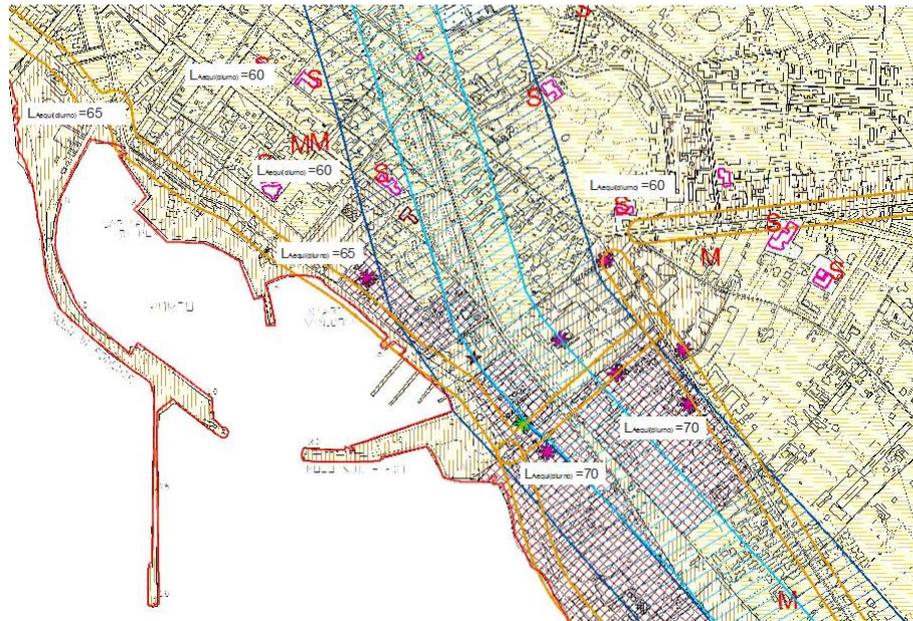


Figura 189 – Piano di zonizzazione acustica con limiti di livello equivalente diurno da Legge n.ro 447, 26/10/1995

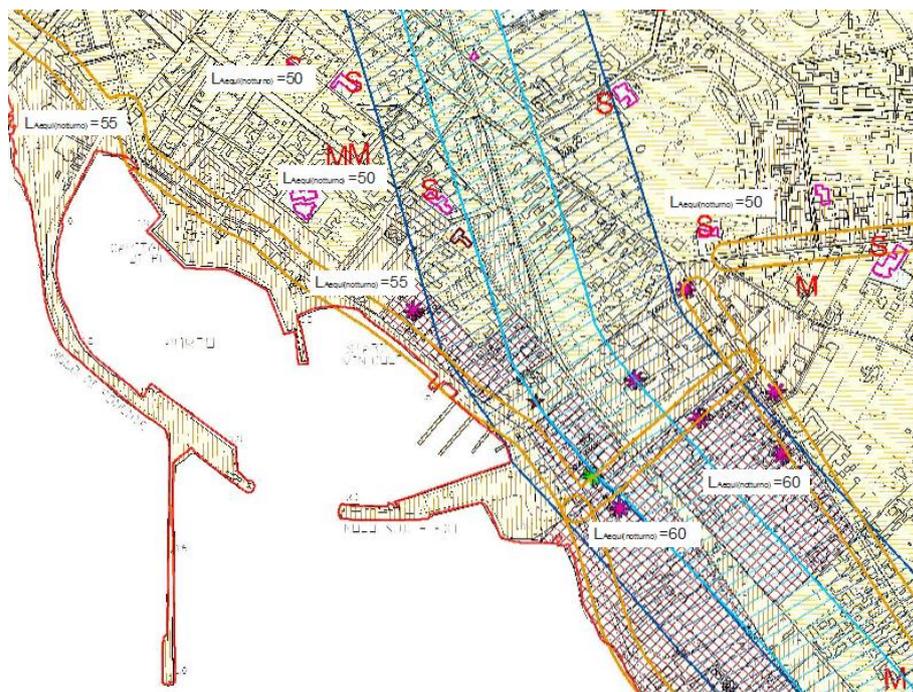


Figura 190 - Piano di zonizzazione acustica con limiti di livello equivalente notturno da Legge n.ro 447, 26/10/1995

Di conseguenza, i valori desunti dall'analisi del livello acustico nella situazione *ante* e *post operam* e in fase di cantierizzazione (durante operam), verranno confrontati con i valori limite sopra riportati.

Individuando i ricettori sensibili, sarà possibile valutare l'impatto dell'opera su questi soggetti riportando i valori ricavati con quelli della normativa prima esposti. Si evidenzia che tutti i confronti d'ora in avanti verranno effettuati con i punti oggetto

della campagna di indagine in quanto non si hanno altre campagne di indagine in altri punti.

3.1.6. INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI STUDIO E DEI RICETTORI SENSIBILI

L'area di studio per l'analisi dell'impatto del rumore e delle vibrazioni a seguito degli interventi progettuali e della fase di cantierizzazione è stata scelta in base alla determinazione dei "ricettori sensibili".

La definizione di ricettore (o recettore) sensibile, sebbene esplicitamente richiamata all'interno dei documenti legislativi e normativi solamente dalla DPR n.ro 459 del 18/11/1998, è a tutti gli effetti entrata a far parte del glossario dell'acustica ambientale. Per recettore sensibile si intende uno specifico luogo (area particolarmente protetta quale un parco cittadino, un'area oggetto di continua e assidua frequentazione da parte di persone spesso inserita in un particolare contesto storico-culturale, ecc.) o una specifica struttura (scuola, ospedale, edificio residenziale, ecc.) presso i quali è individuabile una posizione significativa di misura per la verifica e il monitoraggio delle emissioni sonore delle sorgenti. Il concetto di ricettore sensibile assume particolare rilevanza soprattutto nei contesti maggiormente urbanizzati delle realtà cittadine.

L'area portuale nella quale verranno realizzate le opere si trova in prossimità del nucleo fortemente urbanizzato del cittadina di Marsala, di conseguenza la delimitazione dell'area di studio è stata effettuata in base a considerazione sulla densità abitativa della zona.

L'area è delimitata da assi stradali principali e dal cordone di delimitazione dal nucleo urbano imposto dalla presenza della linea ferroviaria in direzione EST.

L'area comprende circa 21.000 ha compresa la fascia portuale dove dovrebbero sorgere le opere.

L'area urbana oggetto di studio è delimitata a Sud e Est da due assi principali stradali; la strada provinciale SP21 che collega la città di Trapani con il paese di Marsala lungo la costa, e dal primo tratto della SS115 "Strada Statale Sud occidentale Sicula" che collega la città di Trapani con Siracusa passando per Agrigento, Gela e Siracusa.

Il recettore maggiormente esposto risulta essere la Scuola dell'Infanzia G. Piazza che si trova in via Verdi e la retrostante scuola primaria G. Verdi. Essendo l'area fortemente urbanizzata sul lungomare mediterraneo i restanti punti di controllo sono ubicati proprio sul lungomare stesso come si evince dalla mappa dei punti di misura della campagna di indagine.

3.1.7. CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ATTUALE

Per caratterizzare il clima acustico attuale dell'area urbana di Marsala, interessata dal nuovo assetto portuale, è stata condotta una specifica campagna di misure fonometriche, che si è svolta nel periodo compreso tra il 25 Gennaio e il 5 Febbraio 2015 in stazioni concentrate nell'intorno del waterfront e nei pressi delle infrastrutture di trasporto interessate dal progetto.

La concentrazione delle stazioni di misura nelle aree interessate direttamente ed indirettamente dal progetto ha permesso la ricostruzione areale del rumore, attraverso l'ausilio grafico di mappe acustiche restituite da apposito codice di calcolo, di cui si dirà in seguito, tarato sulla base dei livelli di rumore registrati in sito.

La campagna di misure è stata effettuata lungo il waterfront, al fine di verificare il clima acustico nelle aree urbane e in prossimità dei ricettori abitativi direttamente affacciati sull'area portuale.

Come emerso nel corso dei sopralluoghi effettuati durante la campagna di misure, e come confermato dai risultati ottenuti, i valori del clima acustico attuale sono prevalentemente influenzati dal traffico veicolare urbano e portuale; ad esclusione di questo, non sono state individuate sorgenti legate alle attività portuali in grado di influenzare il clima acustico attuale dell'ambito urbano.

Oltre al rilevamento puntuale del clima acustico attuale ed alla caratterizzazione delle principali infrastrutture influenzate dalle attività portuali, le misure fonometriche effettuate sono state utilizzate anche per la taratura del codice di calcolo (*Citymap*) adottato per la ricostruzione del clima acustico dell'area, oltre che per la valutazione dei potenziali impatti indotti dalle azioni di progetto.

3.1.7.1. OPERATORE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le operazioni di misurazione sono state effettuate dall' Ing. Vincenzo Basile, iscritto all'Albo degli Ingegneri di Trapani, incaricato dalla M.Y.R. (*Marsala Yachting Resort Srl*), di effettuare, in conformità alla Legge quadro sull'inquinamento acustico n°447 del 26/10/95 e successivi decreti attuativi, la valutazione del clima acustico della zona del porto di Marsala.

Per le misurazioni fonometriche è stato utilizzato un fonometro avente le seguenti caratteristiche:

- Tipo: HD2010;
- Marca: Delta Ohm;

- Matricola: 08092241599;
- Certificato di taratura: A0870913 del 2-09-2013;
- Classe: 1 secondo IEC60651, IEC60804, IEC 61672-1 gruppo X, IEC 61260,

ANSI S1.4, ANSI S1.11 ;

Il calibratore utilizzato ha le seguenti caratteristiche:

- Tipo: HD9101A;
- Marca: Delta Ohm;
- Matricola: 08034992;
- Certificato di taratura: A0860913 del 2-09-2013;
- Classe: 1 secondo IEC 60942 (1988).

Il fonometro è stato posto su apposito sostegno in modo da consentire all'operatore di mantenersi a distanza superiore a 3 m. L'altezza dal piano del pavimento del microfono è stata mantenuta mediamente a 1,5 m.

3.1.7.2. RILIEVO FONOMETRICO

Le misure sono state condotte con lo scopo di valutare il clima acustico nella zona del porto di Marsala. A tale scopo sono stati rilevati i valori di L_{eq} con ponderazione A nel periodo di osservazione diurno, cioè dalle ore 6 alle ore 22, e notturno, cioè dalle ore 22 alle ore 6. Sono stati inoltre rilevati i valori di pressione sonora massima e minima con ponderazione in frequenza di tipo A e nel tempo di tipo S, infine sono stati rilevati anche i valori statistici L5 (5%) ed L90 (90%). Tutti i parametri sopra menzionati sono stati rilevati per ogni ora, nelle 24 ore, e con auto azzeramento al termine di ciascuna misura.

I valori medi LA_{eq16} (diurno) ed LA_{eq8} (notturno) sono stati ricavati come media logaritmica dei rispettivi valori orari.

I siti di misura sono stati indicati dalla committenza e tre dei punti di misura, i punti 1,2 e 3 si trovano nell'area prettamente portuale, mentre il punto 4 si trova appena internato rispetto all'area portuale, nella via Verdi.

I rilievi sono stati compiuti tenendo conto delle normali condizioni di traffico automobilistico e con attività portuali e lavorative normali per la zona d'interesse.

Nella registrazione delle misure sono state scelte giornate con assenza di fenomeni meteorologici e con vento entro il limite imposto dalla normativa vigente.



Metrix Engineering Srl
Via Martiri Di Nassiriya, s.n.c.
92020 Santo Stefano Quisquina (AG)
Tel. 0922 992053 - Fax 0922 992156
e-mail: info@metrix.tv - www.metrix.tv

Centro di Taratura LAT N° 171
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 171
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 1 di 13
Page 1 of 13

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 171 A0870913
Certificate of Calibration

- data di emissione
date of issue **2013-09-02**

- cliente
customer **STUDIO BASILE ING. VINCENZO
CONTRADA BERBARO, 78
SS115 KM 35,6
91025 MARSALA (TP)**

-destinatario
receiver

- richiesta
application **8265/13**

- in data
date **2013-08-27**

Si riferisce a
Referring to

- oggetto
item **FONOMETRO (CLASSE: 1)**

- costruttore
manufacturer **DELTA OHM (MIC: MG)**

- modello
model **HD 2010 (MIC: MK221)**

- matricola
serial number **08092241599 (MIC:33931)**

- data di ricevimento oggetto
date of receipt of item **2013-08-28**

- data delle misure
date of measurements **2013-09-02**

- registro di laboratorio
laboratory reference **0870913**

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 171 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 171 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura *k* corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore *k* vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Tecnico
Engineer

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Marco Leto



Figura 193 – Certificato di taratura del fonometro

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 171 A0860913
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2013-09-02
- cliente <i>customer</i>	STUDIO BASILE ING. VINCENZO CONTRADA BERBARO, 78 SS115 KM 35,6 91025 MARSALA (TP)
-destinatario <i>receiver</i>	
- richiesta <i>application</i>	8265/13
- in data <i>date</i>	2013-08-27
Si riferisce a <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	CALIBRATORE (CLASSE: 1)
- costruttore <i>manufacturer</i>	DELTA OHM
- modello <i>model</i>	HD 9101
- matricola <i>serial number</i>	08034992
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2013-08-28
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2013-09-02
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	0860913

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 171 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 171 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Tecnico
Engineer

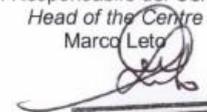

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Marco Leto


Figura 194 – Certificato di taratura del calibratore



Figura 195 – Punti di rilievo fonometrico per Leq16 e Leq8

Tutti i rilievi sono stati condotti in esterno con microfono dotato di cuffia antivento, di cui si è tenuto conto nella registrazione dei valori. Le zone oggetto dei rilievi, sono caratterizzate da traffico automobilistico intenso, specie nelle ore diurne. Le attività lavorative presenti in zona sono per lo più di tipo commerciale e artigianale. La zona è caratterizzata dalla presenza di numerosi immobili a più elevazioni per civile abitazione. Le misure sono state compiute fra il giorno 25 gennaio e il 5 febbraio 2015; ciascun rilievo ha avuto la durata di circa 24 ore, pertanto il tempo di riferimento TR del rilievo è sia diurno che notturno.

3.1.7.3. RISULTATI DEI RILIEVI

Il clima acustico del porto di Marsala, nella attuale stagione di rilievo, può sinteticamente riassumersi con i quattro livelli di pressione sonora riportati nella tabella che segue.

Punto di rilievo	zona acustica	LAeq(dB)16 - diurno - rilievo	LAeq(dB)8 - notturno - rilievo	valori limite immissione - D.P.C.M.	valori limite immissione - D.P.C.M.	valori limite attenzione - D.P.C.M.	valori limite attenzione - D.P.C.M.	scarto limite di immissione - LAeq diurno - dB	scarto limite di immissione - LAeq notturno - dB
1	IV	59.6	55.2	65	55	75	60	-5.4	0.2
2	IV	65.6	56.1	65	55	75	60	0.6	1.1
3	V	62.4	52.3	70	60	80	65	-7.6	-7.7
4	III	61.4	52.9	60	50	70	55	1.4	2.9

Figura 196 – Livelli di pressione sonora misurati e confronto con la zonizzazione del Comune

DATE	TIME	Periodo	LAeq [dB]	LASmin [dB]	LASmax [dB]	L5 [dB]	L95 [dB]	Status
2015/01/25	17:10:06	diurno	62.2	45.7	84.8	60	49.1	Last
2015/01/25	18:10:06	diurno	58.7	47.5	79.1	59.2	51.4	Last
2015/01/25	19:10:06	diurno	61.8	47.4	81.7	65.7	51.5	Last
2015/01/25	20:10:06	diurno	61	48.6	81.2	62.4	52.7	Last
2015/01/25	21:10:06	diurno	57.8	46.4	78.6	58.8	50.3	Last
2015/01/25	22:10:06	diurno	58.7	45	79.8	61.4	50.1	Last
2015/01/25	23:10:06	notturmo	59.1	46.6	68.6	63.8	51.6	Last
2015/01/26	00:10:06	notturmo	60.1	51.6	81.4	63.3	54.7	Last
2015/01/26	01:10:06	notturmo	56	49.2	66.4	59.5	52.4	Last
2015/01/26	02:10:06	notturmo	53.1	42.6	72	57.8	45.7	Last
2015/01/26	03:10:06	notturmo	48	40.2	64.5	53.1	41.6	Last
2015/01/26	04:10:06	notturmo	47	39.3	62.3	51.8	41.7	Last
2015/01/26	05:10:06	notturmo	45	39.3	62.5	49.2	41.1	Last
2015/01/26	06:10:06	notturmo	48.5	40.1	64.5	54.1	42	Last
2015/01/26	07:10:06	diurno	51.1	39.5	63.9	56.7	42	Last
2015/01/26	08:10:06	diurno	57.8	43.3	80	59.9	46.9	Last
2015/01/26	09:10:06	diurno	59	51.7	80.2	61.4	54.2	Last
2015/01/26	10:10:06	diurno	55.7	50.1	68.7	58.8	52.5	Last
2015/01/26	11:10:06	diurno	58.7	49.4	78.8	59.9	52.6	Last
2015/01/26	12:10:06	diurno	63.8	52	82.4	71.2	53.6	Last
2015/01/26	13:10:06	diurno	57	50.4	74.5	59.8	52.9	Last
2015/01/26	14:10:06	diurno	56.3	48	69.3	59.3	51.9	Last
2015/01/26	15:10:06	diurno	58.1	48	78.8	60.5	50.8	Last
2015/01/26	16:10:06	diurno	61.2	47.4	81.1	61.6	51.5	Last

Leq16= 59.6	periodo diurno (6/22)
Leq8= 55.2	peirodo notturno (22/6)

Figura 197 – Tabella Rilievo - Punto 1

DATE	TIME	Periodo	LAeq [dB]	LASmin [dB]	LASmax [dB]	L5 [dB]	L95 [dB]	Status
2015/01/27	16:25:42	diurno	64.1	52.4	77.4	67.8	57.1	Last
2015/01/27	17:25:42	diurno	64.5	55	78.1	68.3	57.8	Last
2015/01/27	18:25:42	diurno	69.4	55	98	68	59.4	Last
2015/01/27	19:25:42	diurno	64.8	54	86.9	67.7	58.6	Last
2015/01/27	20:25:42	diurno	64.1	50.8	78.9	68	55.9	Last
2015/01/27	21:25:42	diurno	62	44.3	76.7	67.8	49.2	Last
2015/01/27	22:25:42	notturmo	58.6	39.8	74.7	65.3	43.8	Last
2015/01/27	23:25:42	notturmo	58.6	42.8	72.9	65.2	44.9	Last
2015/01/28	00:25:42	notturmo	58.1	40.3	77.6	65	42.8	Last
2015/01/28	01:25:42	notturmo	56	39.1	73.1	63.1	41.2	Last
2015/01/28	02:25:42	notturmo	55.2	41.1	79.8	60.6	43.3	Last
2015/01/28	03:25:42	notturmo	54.5	40.6	77.5	58.8	42.7	Last
2015/01/28	04:25:42	notturmo	48.3	39.8	69.1	50.1	42.4	Last
2015/01/28	05:25:42	notturmo	50.3	42.1	72.1	52.3	44	Last
2015/01/28	06:25:42	diurno	55.2	41.8	72.4	62.1	44.5	Last
2015/01/28	07:25:42	diurno	62.2	44.9	74.7	69.2	47.5	Last
2015/01/28	08:25:42	diurno	68.7	49.5	91.8	71.5	56	Last
2015/01/28	09:25:42	diurno	66.6	56.2	78.4	69.8	61.1	Last
2015/01/28	10:25:42	diurno	65.7	55.5	79	69.1	60	Last
2015/01/28	11:25:42	diurno	64.6	55.1	77.7	68	59.3	Last
2015/01/28	12:25:42	diurno	64.8	53.6	79	68.4	58.5	Last
2015/01/28	13:25:42	diurno	65.3	55.3	81.3	68.6	59.8	Last
2015/01/28	14:25:42	diurno	66.5	54.8	82.3	70.6	58.3	Last
2015/01/28	15:25:42	diurno	67.3	54.9	84.3	71.6	58.6	Last

Leq16= 65.6	periodo diurno (6/22)
Leq8= 56.1	peirodo notturno (22/6)

Figura 198 – Tabella Rilievo - Punto 2

DATE	TIME	Periodo	LAeq [dB]	LASmin [dB]	LASmax [dB]	L5 [dB]	L95 [dB]	Status
2015/02/10	15:52:14	diurno	62.9	55.9	81.7	67	57.4	Last
2015/02/10	16:52:14	diurno	61.4	50.1	78.7	66.5	53.8	Last
2015/02/10	17:52:14	diurno	64.3	50.6	87.6	66.9	54.6	Last
2015/02/10	18:52:14	diurno	60.1	50.7	73.9	65	54	Last
2015/02/10	19:52:14	diurno	59.9	49.6	72.6	65.2	52.9	Last
2015/02/10	20:52:14	diurno	59	44.7	72.5	65.1	49.1	Last
2015/02/10	21:52:14	notturmo	55.8	40.9	71.6	62.1	44.3	Last
2015/02/10	22:52:14	notturmo	54.3	39.7	70.9	61.3	42.2	Last
2015/02/10	23:52:14	notturmo	54.7	39.4	78.1	60.2	41.8	Last
2015/02/11	00:52:14	notturmo	52.8	38.2	70.9	58.7	40.9	Last
2015/02/11	01:52:14	notturmo	49.3	37.4	64.3	55.3	39.5	Last
2015/02/11	02:52:14	notturmo	46.9	36.1	68.4	51.1	37.8	Last
2015/02/11	03:52:14	notturmo	45.8	34.3	67	50.6	35.7	Last
2015/02/11	04:52:14	notturmo	47.5	33.7	68.8	53.2	35.4	Last
2015/02/11	05:52:14	diurno	51.2	37.5	73.3	55.7	39.7	Last
2015/02/11	06:52:14	diurno	56.9	39.3	76.1	62.1	41.7	Last
2015/02/11	07:52:14	diurno	62.6	42.9	87.2	65.9	47.8	Last
2015/02/11	08:52:14	diurno	67.5	52.1	90.6	68.4	55.9	Last
2015/02/11	09:52:14	diurno	61.3	49.3	77.7	66.5	53.4	Last
2015/02/11	10:52:14	diurno	61.9	46	80.2	66.8	52	Last
2015/02/11	11:52:14	diurno	62	48.9	81.4	66.8	52.7	Last
2015/02/11	12:52:14	diurno	62.8	49.4	83.4	67	53.6	Last
2015/02/11	13:52:14	diurno	63.5	49.8	83.1	67.7	54.6	Last
2015/02/11	14:52:14	diurno	64	47.7	85.4	67.6	51.6	Last

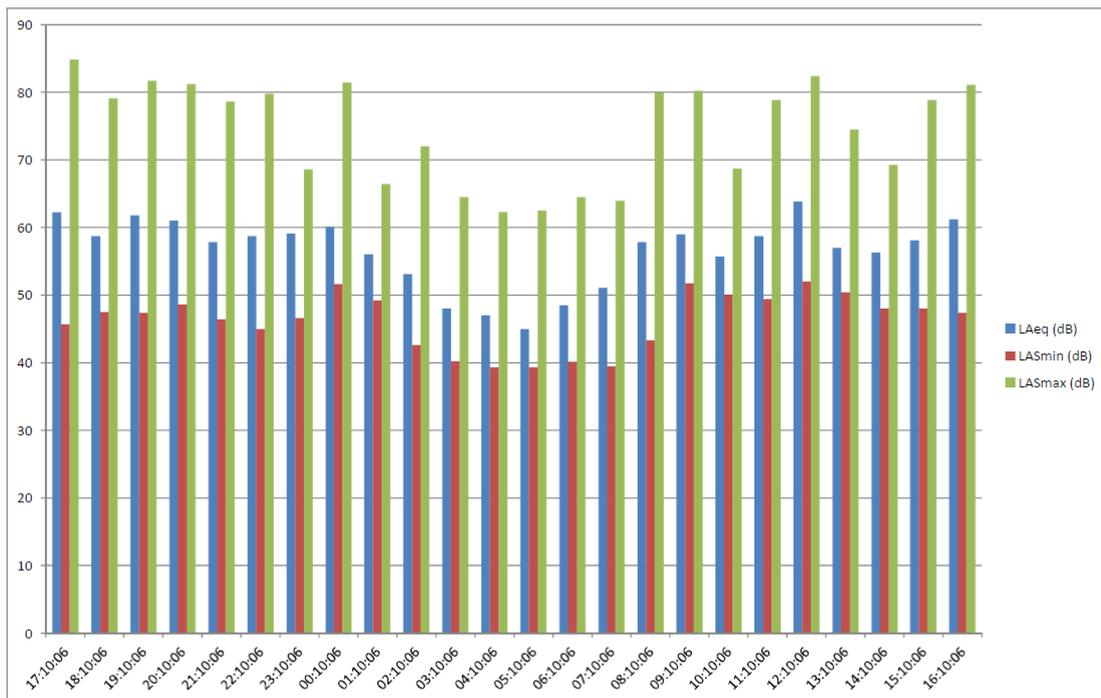
Leq16= 62.4	periodo diurno (6/22)
Leq8= 52.3	periodo notturno (22/6)

Figura 199 – Tabella Rilievo - Punto 3

DATE	TIME	Periodo	LAeq [dB]	LASmin [dB]	LASmax [dB]	L5 [dB]	L95 [dB]	Status
2015/02/04	11:08:15	diurno	62.3	51.2	76.1	67.6	53.6	Last
2015/02/04	12:08:15	diurno	62.4	50	80.3	68.3	52.4	Last
2015/02/04	13:08:15	diurno	62	48.8	78	68.4	51.1	Last
2015/02/04	14:08:15	diurno	62.6	51	80.4	68.4	52.8	Last
2015/02/04	15:08:15	diurno	60.1	50.8	75.8	66.3	52.4	Last
2015/02/04	16:08:15	diurno	61.9	50.5	79	67.7	53.2	Last
2015/02/04	17:08:15	diurno	61.7	50.4	82.3	67.6	53.6	Last
2015/02/04	18:08:15	diurno	62.7	50.5	78.9	68.2	53	Last
2015/02/04	19:08:15	diurno	63.5	49.6	86.7	68.5	52.7	Last
2015/02/04	20:08:15	diurno	61.8	49.5	77.6	67.8	51.8	Last
2015/02/04	21:08:15	diurno	58.4	48.4	79.8	64.4	49.9	Last
2015/02/04	22:08:15	notturmo	55.3	47.8	73.7	59.4	49	Last
2015/02/04	23:08:15	notturmo	53.3	47.3	71.8	55.9	48.7	Last
2015/02/05	00:08:15	notturmo	55.9	45.6	74.9	61	47.5	Last
2015/02/05	01:08:15	notturmo	52.8	44.6	73.3	55.9	46.3	Last
2015/02/05	02:08:15	notturmo	55.3	42.5	72.6	61.4	44.6	Last
2015/02/05	03:08:15	notturmo	46.3	39.1	70.9	46.9	41.1	Last
2015/02/05	04:08:15	notturmo	41	35.9	60.2	42.8	37.8	Last
2015/02/05	05:08:15	notturmo	45.7	34.6	69	45.7	36.7	Last
2015/02/05	06:08:15	diurno	50.8	34.6	76.6	54.8	36.3	Last
2015/02/05	07:08:15	diurno	48	41.1	68	51.4	42.3	Last
2015/02/05	08:08:15	diurno	59.2	41.7	80.7	66.1	43.8	Last
2015/02/05	09:08:15	diurno	63.7	47.2	79.8	69.4	52.2	Last
2015/02/05	10:08:15	diurno	62.2	44.4	80.3	67.8	49	Last

Leq16= 61.4	periodo diurno (6/22)
Leq8= 52.9	periodo notturno (22/6)

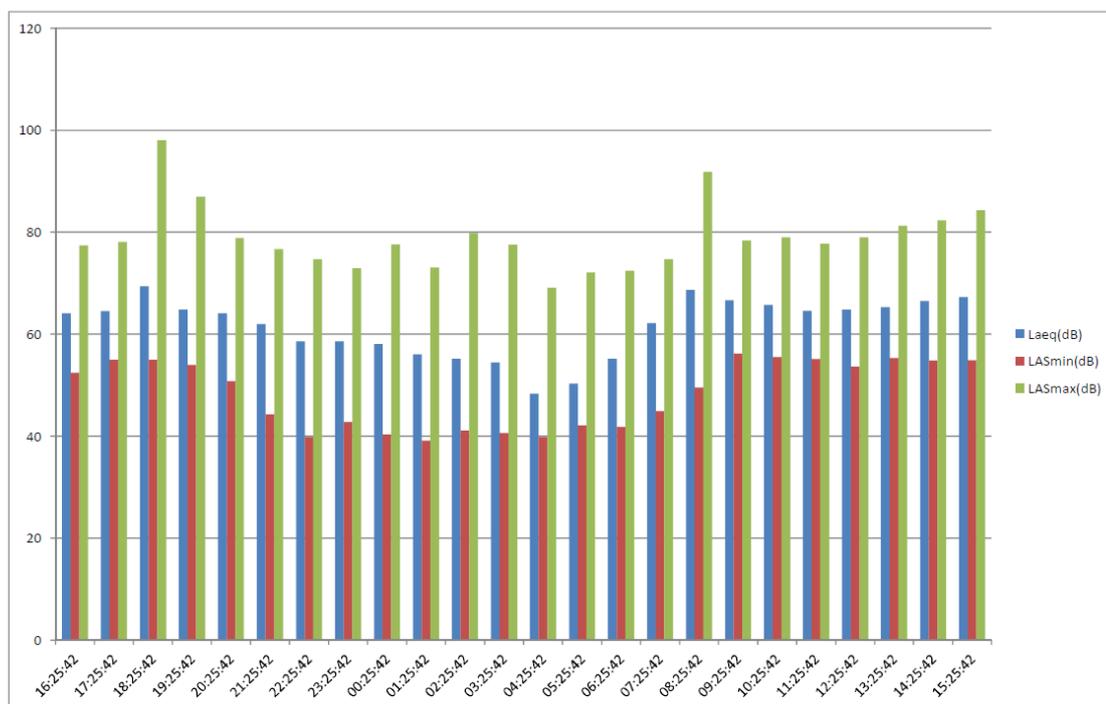
Figura 200 – Tabella Rilievo - Punto 4



Rilievo n°1

MYR srl

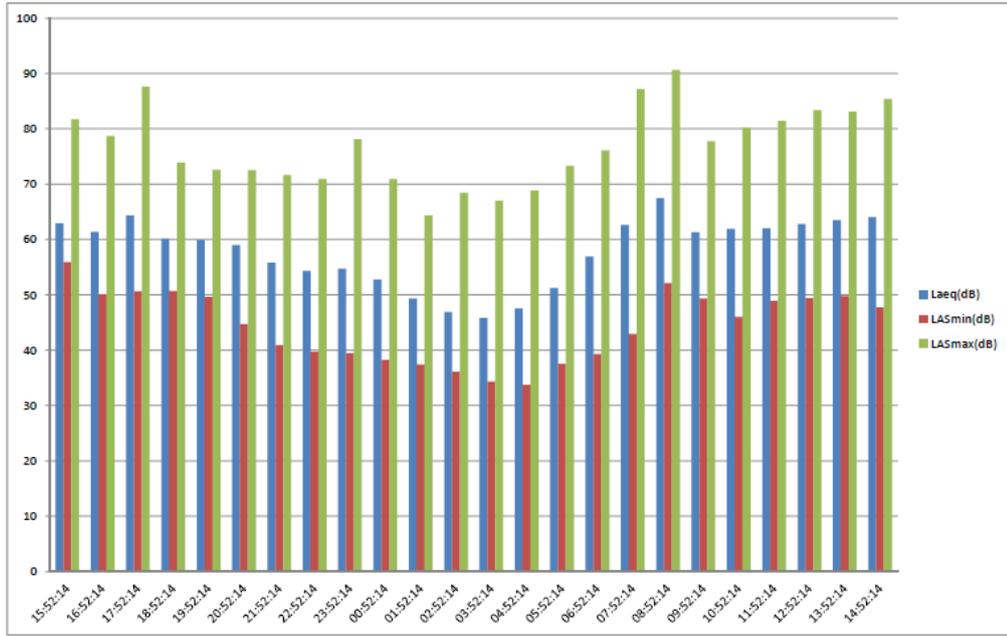
Figura 201 – Risultato del Rilievo - Punto 1



Rilievo n°2

MYR srl

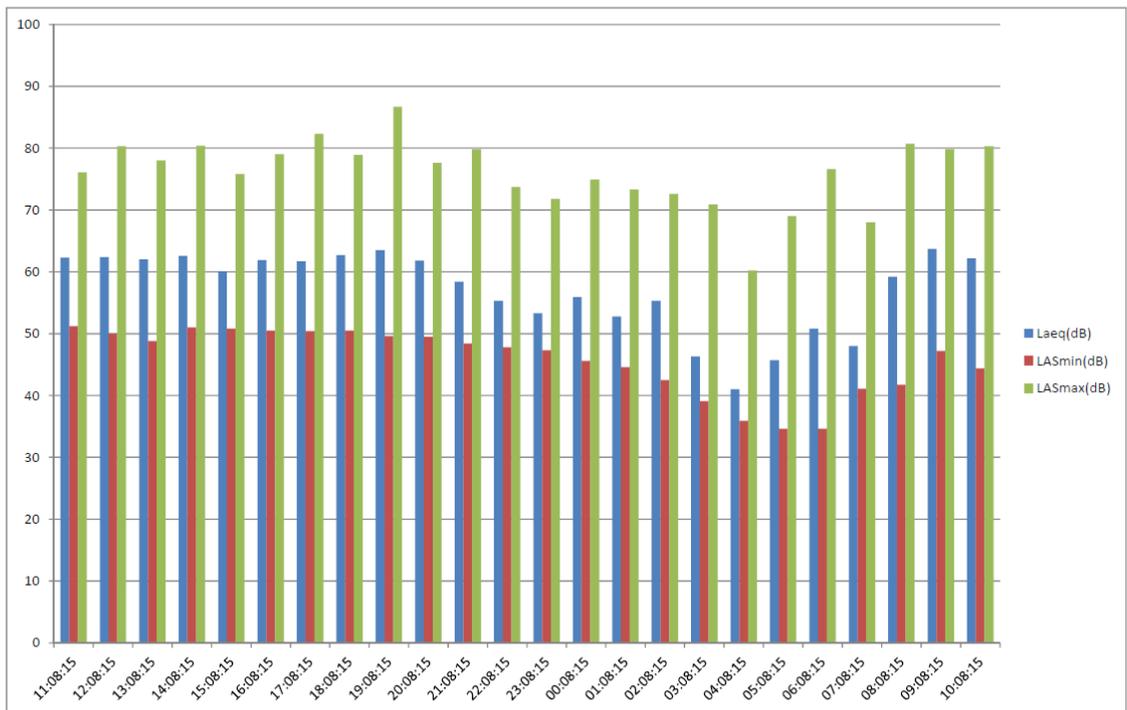
Figura 202 – Risultato del Rilievo - Punto 2



Rilievo n°3

MYR Srl

Figura 203 – Risultato del Rilievo - Punto 3



Rilievo n°4

MYR Srl

Figura 204 – Risultato del Rilievo - Punto 4

3.1.8. METODOLOGIA PER IL CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO

Il livello di pressione acustica, L_p (Sound Pressure Level, SPL) è definito come:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

dove p_0 corrisponde alla soglia di normale udibilità a 1000 Hz ed è uguale a 20 μPa . Si utilizzano, inoltre, il livello di intensità sonora, L_i :

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

dove $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$

il livello di potenza sonora, L_w

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

dove $W_0 = 10^{-12} W$

e il livello di densità di energia sonora L_D

$$L_D = 10 \log \frac{D}{D_0}$$

dove $D_0 = 3 * 10^{-15} \frac{J}{m^3}$

Per calcolare il livello acustico bisogna considerare il tipo di propagazione e di sorgente. Nell'ipotesi di propagazione in campo libero, in cui le onde generate non risentono dell'influenza degli elementi inevitabilmente presenti (terreno, nuvole, vegetazione, edifici,..). Considerando inoltre una sorgente puntiforme, si può scrivere la seguente relazione tra modulo di intensità acustica e potenza acustica:

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

Dove r è la distanza tra la sorgente.

Considerando due punti posti a distanza r_1 e r_2 dalla sorgente come visibile in Figura 205, sarà possibile calcolare il livello di intensità sonora del punto 2 in funzione delle distanze e del livello di intensità sonora del punto 1.

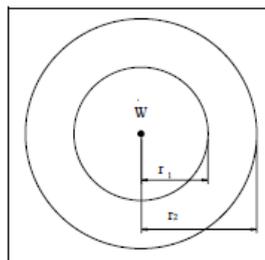


Figura 205 Distribuzione di intensità acustica in campo libero

La relazione che è possibile utilizzare è la seguente:

$$L_2 = L_1 + 20 \log \frac{r_1}{r_2}$$

Nel caso di sorgenti rettilinea di lunghezza infinita, per esempio una strada a grande traffico o una ferrovia, si può considerare come formata da infinite sorgenti puntiformi e vale, in via teorica, l'espressione precedente. A questi valori ricavati si applicano poi delle correzioni per tenere conto dei seguenti fattori:

- Direttività della sorgente
- Attenuazione dovuta all'assorbimento del mezzo
- Effetto del vento e dei gradienti di temperatura
- Attenuazione dovuta alla presenza di precipitazioni atmosferiche
- Attenuazione dovuta al suolo
- Attenuazione dovuta alla vegetazione
- Attenuazione dovuta alla presenza di barriere artificiali

La mappatura acustica del territorio può essere ricavata attraverso campagne di rilievi sperimentali o mediante modellazione numerica. Con la relazione precedente sarà possibile effettuare la trasposizione dell'intensità sonora da un punto ad un altro, considerando la distanza rispetto la sorgente.

La mappatura acustica del territorio può essere ricavata attraverso campagne di rilievi sperimentali o mediante modellazione numerica. La metodologia si base in entrambi i casi sul calcolo livello acustico, ed in particolare del "livello equivalente ponderato A" di un dato rumore variabile nel tempo. Esso rappresenta il livello, espresso in dB(A), di un ipotetico rumore costante che, qualora sostituito al rumore in esame per lo stesso intervallo temporale, comporterebbe la medesima quantità totale di energia sonora. Il calcolo del "livello equivalente ponderato A" permette di caratterizzare con un solo dato un rumore variabile, per un tempo di misura prefissato.

Il calcolo del livello acustico ponderato A relativamente ad una determinata area si può ricavare direttamente attraverso opportune strumentazioni. Per ricavare indirettamente tale misura sono stati messi a punto modelli di calcolo.

Il calcolo del livello acustico dell'area oggetto di studio, con riferimento alla fase di cantierizzazione e *post operam* è stato effettuato con l'ausilio del un software *CityMap*.

Il programma *CityMap* consente di effettuare la mappatura del livello sonoro ponderato "A" sul territorio di un centro abitato, a partire dai dati di traffico stradale e ferroviario e dell'emissione sonora di sorgenti concentrate. Il software *CityMap* considera in maniera approssimata l'effetto di schermatura da parte degli edifici, le riflessioni

multiple fra le facciate contrapposte ed in generale gli effetti legati alle ipotesi dell'acustica geometrica. Tale software è stato sviluppato in seguito ad una imponente campagna di rilievi sperimentali, in modo da disporre di un data-base di emissione, tarato sulla realtà italiana. In tal modo il modello di calcolo permette di inserire come input i dati di emissione sonora in modo da tarare il modello in base alle diverse realtà urbane analizzate.

Per poter analizzare al meglio i dati di output del software, *CityMap* consente di esportare tutti i dati in un formato editabile in modo da consentire una corretta valutazione della mappatura acustica del territorio. Partendo dal disegno AutoCad, si può definire la geometria delle sorgenti sonore (strade, ferrovie). Il software consente poi di associare a ciascuna sorgente sonora (strada, ferrovia o sorgente concentrata) gli opportuni dati necessari a descriverne l'emissione sonora (dati di traffico, potenza sonora).

Dall'emissione dei singoli veicoli, e dal numero degli stessi che transita nel periodo di riferimento considerato (diurno o notturno), il modello calcola un valore di emissione da associare alla strada, tenendo anche conto delle caratteristiche di quest'ultima.

Per far ciò è necessario conoscere il SEL (livello di singolo evento) relativo al transito di un veicolo di ciascun tipo. Pertanto la banca dati di emissione altro non è che una raccolta di valori di SEL, relativi ai diversi tipi di veicolo, alle diverse fasce di velocità, ed agli effetti delle variabili di cui sopra.

Pertanto i rilievi sperimentali sono consistiti nella misurazione di un grande numero di passaggi singoli di veicoli (sia stradali che ferroviari), di ciascuno dei quali è stato misurato il profilo temporale, e dunque il SEL. Ovviamente ciò è possibile soltanto in presenza di transiti isolati in contesti ambientali standardizzati.

Una volta importato il file all'interno di *CityMap* sono state aggiunte, per ogni elemento, le informazioni di rilevanza acustica, che sono differenti per le strade e le ferrovie. In particolare, per ciascuna categoria di veicoli, viene assegnato il numero degli stessi che transita nel periodo diurno e notturno, la classe di velocità, nonché alcune informazioni morfologiche (pendenza, tipo di pavimentazione o di armamento, altezza degli edifici, etc.). Particolare attenzione è stata riportata ai tratti stradali in cui il traffico è limitato, per la presenza di attenuatori o limiti imposti.

Il livello equivalente medio a 7,5 m dalla strada (o dalla ferrovia) a partire dai SEL unitari esistenti nel data-base di emissione. A tal proposito si ha questa relazione, valida per il periodo diurno:

$$L_{eq,7.5m} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^5 \left(10^{\frac{SEL_i + \Delta L_{asfalto,i} + \Delta L_{pendenza,i}}{10}} \cdot \frac{N_i}{16 \cdot 3600} \right) \right]$$

Nel periodo notturno il numero di ore è pari ad 8 anziché a 16. Si deve inoltre tenere conto che sia i valori di SEL per i 5 tipi di veicoli, sia i corrispondenti termini correttivi per tipo di asfalto e/o pendenza della strada, sono in generale dipendenti dalla classe di velocità assegnata al corrispondente tipo di veicoli.

Per quanto riguarda il rumore ferroviario, va osservato che i valori di SEL sono normalizzati ad una lunghezza fissa dei convogli, pari a 100 m.

$$L_{eq,7.5m} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^3 \left(10^{\frac{SEL_i + \Delta L_{binario,i} + \Delta L_{pendenza,i}}{10}} \cdot \frac{N_i}{16 \cdot 3600} \cdot \frac{L_i}{100} \right) \right]$$

Una volta ottenuto il Livello equivalente a 7,5 m, non viene considerata alcuna altra differenza fra strade e binari, e la trattazione del rumore emesso da entrambi è dunque unificata. *CityMap* non tiene conto né della composizione in frequenza del rumore emesso, né della direttività dei diversi tipi di sorgenti sonore. Per operare il calcolo del livello sonoro in ciascun punto della griglia di calcolo, si considera il contributo di tutti i singoli tratti di tutte le strade e binari. Si verifica anzitutto che la distanza dal centro del tratto al punto di calcolo considerato sia almeno doppia della lunghezza del tratto; se così non è, si procede suddividendo il tratto in due sotto tratti uguali, per ciascuno dei quali viene ripetuto tale controllo, eventualmente suddividendo ulteriormente i sotto tratti finché essi non divengono abbastanza corti. In questo modo il raffittimento viene operato soltanto per i tratti più vicini al punto di calcolo.

Si considera un singolo contributo di energia sonora da ciascun sottotratto, come se ci fosse una sorgente concentrata nel suo centro. Il Livello di Potenza L_W di tale sorgente concentrata può essere ottenuta a partire dal Livello di Potenza per metro $L_{W,1m}$ del tratto considerato, a sua volta legato al Livello equivalente a 7,5 m dalla relazione:

$$L_{W,1m} = L_{eq,7.5m} - 10 \cdot \lg(\pi \cdot 7.5)$$

Considerando poi la lunghezza l del tratto, si ottiene il livello di potenza complessivo del tratto:

$$L_W = L_{W,1m} + 10 \cdot \lg(l)$$

La propagazione è considerata di tipo sferico con però l'aggiunta di un termine esponenziale di estinzione con la distanza per modellare l'attenuazione in eccesso, e

pertanto fornisce questo valore di Livello Equivalente nel punto di calcolo situato a distanza d dal centro del tratto:

$$L_{eq} = L_W + 10 \cdot \lg \left(\frac{e^{-\beta \cdot d}}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \right)$$

Un valore di prima stima per la costante b è pari a 0.007; tale valore è tratto dai risultati di ricerche condotte sulla propagazione del rumore nell'ambito di attività estranee al presente progetto. Passando dalla rappresentazione in dB a quella in pseudo-energia, si ricava globalmente questa espressione:

$$E_d = E_{7.5m} \cdot \frac{\pi \cdot 7.5 \cdot 1}{4 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot e^{\beta \cdot d}$$

Rimane da considerare l'eventuale effetto di schermatura causato dagli edifici situati lungo la strada, caratterizzati da una opportuna altezza media. Ciò viene fatto considerando valida una relazione derivata dalla nota formula di *Maekawa*, che fornisce l'attenuazione DL prodotta dalla schermatura:

$$\Delta L = 10 \cdot \lg \left(1 + 40 \cdot \delta \cdot \frac{f}{c} \right)$$

La frequenza viene assunta pari a 340 Hz, e la differenza di cammino viene calcolata come somma dei due raggi diffratti meno il raggio diretto. Il problema per operare questo calcolo è duplice: innanzitutto occorre trovare la distanza w_{eff} del punto di intersezione con il fronte degli edifici lungo la congiungente fra centro del tratto e punto di calcolo. Essa è in generale sempre maggiore della semilarghezza della strada, e può essere ottenuta dividendo quest'ultima per il seno dell'angolo fra il tratto stradale e la congiungente sorgente e ricevitore. Chiaramente se la distanza d fra sorgente e ricevitore è inferiore a questa, non si ha alcun effetto di schermatura in quanto il punto considerato è dentro la sede stradale. Il coseno dell'angolo fra tratto stradale e congiungente sorgente-ricevitore viene facilmente ottenuto come prodotto scalare fra i vettori:

$$\cos(\alpha) = \frac{((X_2 - X_1) \cdot (X_c - X_p) + (Y_2 - Y_1) \cdot (Y_c - Y_p))}{d \cdot l}$$

il seno dell'angolo viene poi ottenuto dal coseno mediante la relazione a tutti nota. Il secondo problema consiste nello stabilire se il punto di calcolo considerato si trova "a sinistra" o "a destra" del tratto stradale considerato, e dunque se va considerata la altezza media degli edifici sul lato sinistro h_l o quella sul lato destro h_r . Per far ciò si

opera il prodotto vettoriale fra i coseni direttori del tratto considerato e della congiunte fra punto di calcolo e primo punto del segmento:

$$\text{Sig} = \frac{(X_p - X_1)}{(X_2 - X_1)} - \frac{(Y_p - Y_1)}{(Y_2 - Y_1)}$$

Se tale valore è positivo significa che il punto di calcolo è a destra del segmento orientato 1->2, e pertanto il calcolo della differenza di cammino d andrà fatto considerando l'altezza degli edifici h_r :

$$\delta = \sqrt{w_{\text{eff}}^2 + (h_r - 0.5)^2} + \sqrt{(d - w_{\text{eff}})^2 + (h_r - 1.5)^2} - d$$

Si noti come l'altezza della sorgente è stata prudenzialmente assunta a 0.5m dal terreno, e quella del ricevitore ad 1.5m dal suolo. Se viceversa il punto di calcolo fosse risultato a sinistra del tratto considerato, lo stesso calcolo sarebbe stato operato utilizzando h_r . Si è infine assunto di considerare nullo l'effetto di schermatura se l'altezza media degli edifici è inferiore ad 1m.

Vengono infine applicate correzioni per riflessioni multiple nel caso la sede stradale presenti una sezione ad L, ad U largo o ad U stretto pari rispettivamente a +1, +3 e +5 dB(A). Per l'estensione dell'area di indagine, valutate le capacità di calcolo del codice utilizzato, si è proceduto ad una schematizzazione semplificata del territorio, considerando l'area urbana limitata alla fascia dell'ambito portuale e le infrastrutture asservite, riducendo il numero di edifici ed eliminando quelli collocati in ambiti non raggiungibili dalla rumorosità strettamente legata alle attività portuali.

3.1.9. CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO ANTE OPERAM

Il calcolo del livello acustico ante operam si basa sui rilievi effettuati e sulla valutazione del livello sonoro ponderato A in base alla tipologia di strada presente.

I dati sperimentali ricavati dal rilievo sono stati inseriti all'interno del software *CITYMAP* per ricavare il clima acustico dell'intera area.

Allo stato di fatto l'area portuale si presenta priva di realtà produttive tali da generare un flusso di traffico in contrapposizione con quello urbano.

La rete stradale e la linea ferroviaria costituiscono le sorgenti dei fattori emissivi. Importando tale rete, il software *City Map* ha permesso di stabilire delle caratteristiche per ogni strada relativamente al traffico ma anche alle caratteristiche morfologiche (pendenza, tipo di pavimentazione e altezza degli edifici). Inoltre è stato possibile considerare sia il traffico notturno che quello diurno.

Anche per quanto riguarda il traffico ferroviario, è stato possibile inserire i dati relativi al numero di convogli e alla lunghezza degli stessi, nonché alla loro velocità, sia nel periodo notturno che in quello diurno anche a seguito di indagini effettuate in sito.

Il software *City Map* ha permesso di ricavare le curve isofoniche e i valori di livello sonoro equivalente. Utilizzando il software *Surfer* è stato possibile graficizzare con una risoluzione maggiore la mappa delle isofone.



Figura 206 – Stato attuale

Il calcolo delle isofone nello stato di fatto presuppone una taratura del modello sulla scorta della campagna di rilievi fatta dalla MYR s.r.l.. In particolare non avendo a disposizione i livelli di traffico nelle varie arterie del Comune di Marsala, si sono inseriti nel software il livello sonoro equivalente per le diverse direttrici costituenti il modello, in modo da ottenere nei punti interessati dalla campagna il valore misurato. Questo presuppone il confronto solo tra nei punti oggetto della campagna di indagine.

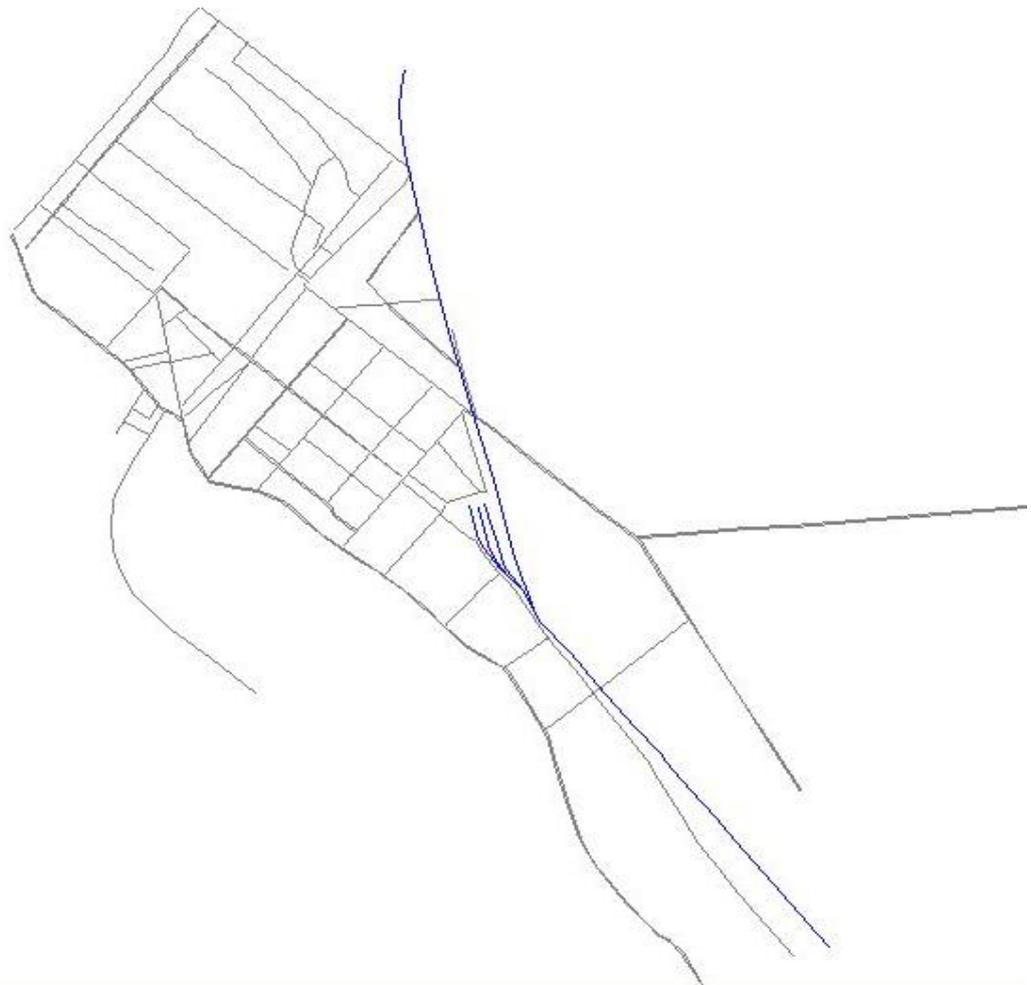


Figura 207 – Input - layout delle direttrici inserite nel *Citymap*

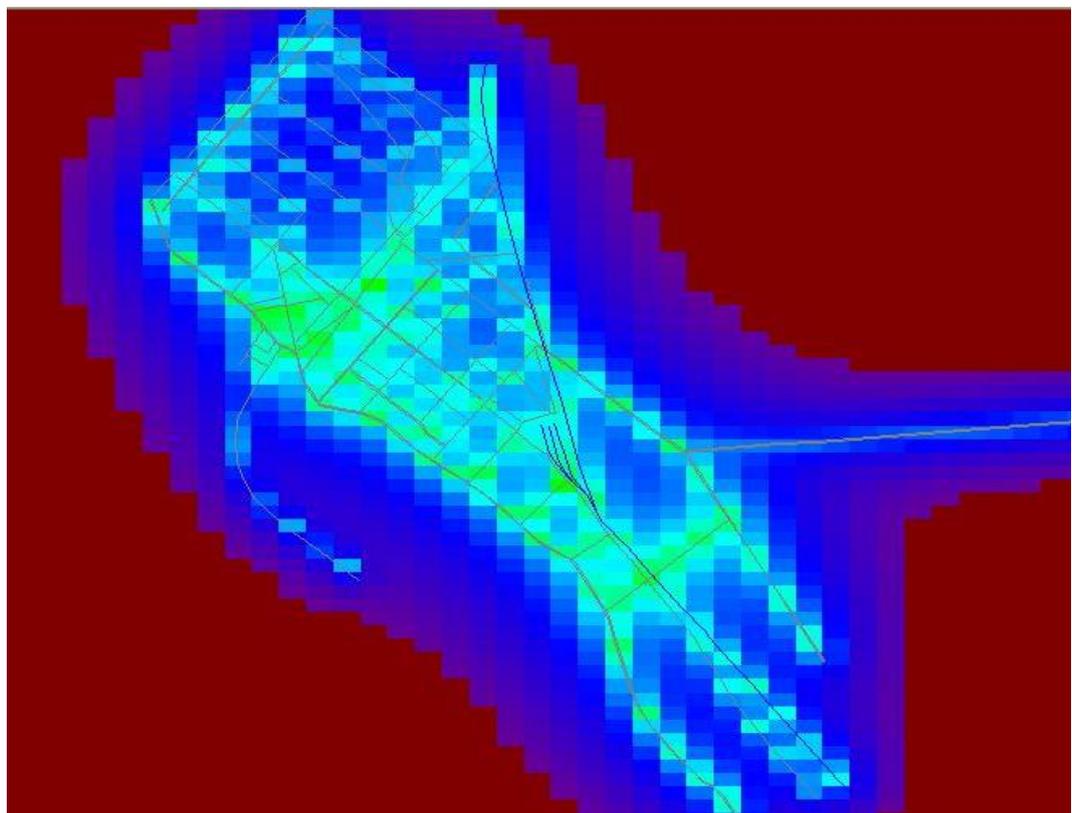


Figura 208 – Output - elaborazione livelli acustici diurni e notturni *Citymap*

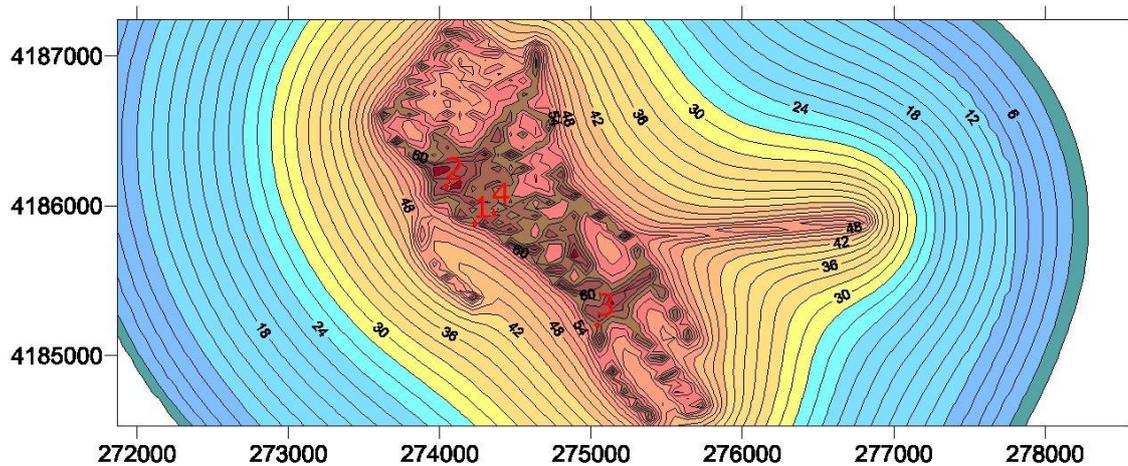


Figura 209 – Output - isofone riferito allo stato di fatto con ortofoto a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno



Figura 210 – Output - isofone riferito allo stato di fatto con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

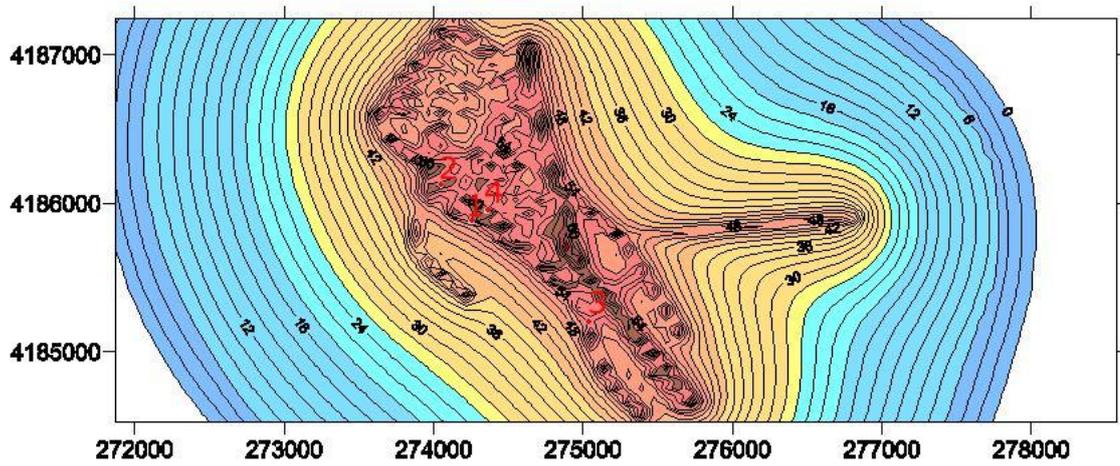


Figura 211 – Output - isofone riferito allo stato di fatto con ortofoto a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Notturmo



Figura 212 – Output - isofone riferito allo stato di fatto con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Notturmo

Punto di rilievo	zona acustica	TARATURA MODELLO							
		LAeq(dB)16 - diurno - rilievo	LAeq(dB)8 - notturno - rilievo	valore simulato - diurno	valori simulato - Notturmo	variazione - diurno - dB	variazione - notturno - dB	errore % - diurno	errore % - notturno
1	IV	59.6	55.2	60	55	-0.4	0.2	-0.67	0.36
2	IV	65.6	56.1	65	56.5	0.6	-0.4	0.91	-0.71
3	V	62.4	52.3	62	52.8	0.4	-0.5	0.64	-0.96
4	III	61.4	52.9	61	53	0.4	-0.1	0.65	-0.19

Figura 213 – confronto tra i valori misurati e i valori ottenuti dalla simulazione - taratura modello

Avendo ottenuto errori percentuali inferiori al punto percentuale si può concludere che il modello è tarato in base alle rilevazioni effettuate. Tale modello sarà il punto di partenza per tutte le successive elaborazioni.

3.1.10. CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO IN CORSO D'OPERA

Il calcolo del livello acustico in corso d'opera si basa su previsioni effettuate del traffico relativo ai mezzi utilizzati per il trasporto e lo stoccaggio dei materiali, movimentazione dei carichi e strumentazioni per effettuare le lavorazioni. Tali flussi di traffico verranno sommati a quelli allo stato di fatto, valutati nella precedente analisi *ante-operam*.

Per quanto riguarda la fase di cantiere, gli impatti potenziali sono riconducibili a:

- variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche da traffico dei mezzi d'opera sulla viabilità ordinaria;
- variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche delle macchine operatrici di cantiere, impianti di betonaggio, installazioni a supporto delle macchine operatrici (gruppi di pompaggio, compressori, ecc.).

Riuscire a valutare le specifiche emissioni sonore delle macchine operatrici che verranno utilizzate nella fase di cantierizzazione è una operazione molto complicata poiché esisteranno numerosi cantieri contemporanei in diverse zone. Tale valutazione è stata compiuta associando alle lavorazioni previste valori ricavati attraverso studi da bibliografia, cercando, in generale, di prevedere il peggior quadro emissivo ai fini della tutela dell'ambiente circostante. Verranno considerate le tutte le fasi della cantierizzazione, mezzi utilizzati e impianti fissi, dislocati in tutte le aree di cantiere.

Per la costruzione dello scenario di cantiere sono state condotte le seguenti analisi:

- esame di tutte le lavorazioni all'interno del cantiere sia nell'ambito terrestre che marittimo;
- identificazione del livello di emissione da parte delle macchine operatrici che si prevedono nel cantiere;
- assegnazione del livello di emissione a sorgenti lineari opportunamente predisposte al contorno delle aree di cantiere;
- modifica del carico veicolare sulla rete stradale e del traffico marittimo secondo gli incrementi di traffico indotto.
- modifica dello scenario di simulazione dello Stato di Fatto con l'inserimento dei limiti areali di cantiere e dei profili delle opere;

- assegnazione al perimetro dei cantieri di sorgenti lineari ad emissione emisferica con un livello di potenza acustica corrispondente alla somma acustica dei livelli di potenza delle sorgenti di cantiere individuate.

L'implementazione della soluzione progettuale identificata quale futuro PRP di Marsala è stata suddivisa nelle seguenti tre fasi costruttive:

- I FASE: diga foranea di protezione dell'imboccatura portuale che comprende le seguenti opere:
 - Opera 1 - Prolungamento molo levante;
 - Opera 5 - Rifiorimento scogliera di testata Molo di Ponente;
 - Dragaggi;
 - Impianti e cunicolo dei servizi;
 - Completamento banchina curvilinea.



Figura 214 – FASE I – Opera foranea, dragaggi e completamento banchina curvilinea - a carico della M.Y.R.

- II FASE: strutture necessarie al trasferimento delle attività operative verso le nuove aree portuali di destinazione e comprende le seguenti opere:
 - Opera 7 - Rettifica banchina di riva;
 - Realizzazione scalo di alaggio;
 - Costruzione edifici: MP1, OP Magazzini pescatori, Officine e Cantieri Navali Pesca (Area di trasferimento), MP2 Magazzini pescatori, MP3

Magazzini pescatori, MP4 Magazzini pescatori, MP5 Magazzini pescatori, MP6 Magazzini pescatori, LT1 Locali tecnici, UD Uffici Compagnia Portuale e Distaccamento Dogana, B-BA Bar e biglietteria aliscafi, SC1 e SC2 con stazione carburante pesca, PA Pensilina attesa aliscafi, MI Mercato Ittico, relativi impianti e parcheggi e viabilità.



Figura 215 – FASE II – Opere trasferimento operatori - a carico della M.Y.R.

- III FASE: porto turistico hub “Marina di Marsala” e relativi servizi a terra e comprende le seguenti opere:
 - Demolizione degli edifici esistenti, realizzazione di Opera 2 - Rettifica testata Molo Colombo, Opera 3 - Realizzazione Darsena Polifunzionale, Opera 4 - Costruzione Molo di Ridosso, Opera 6 - Realizzazione scalo di alaggio con travel lift;
 - Realizzazione scivolo zona cantieri;
 - Costruzione edifici: AS2 Minimarket, AS3 Ristoranti, AS4 Club House, AS5 Piazza panoramica con ristorazione e locali tecnici, AS7 Shopping center, AS8 Museo Multimediale, AS9 Shopping center, AS10 Shopping center, AS11 Locali commerciali con uffici direzionali e locali tecnici, AS12 Posto di controllo, AS13 con Servizi igienici e locali tecnici, MC1 Locali commerciali, MC2-3 Locali commerciali,

MC4 Lounge bar, MC5 Servizi igienici, MC6 Stazione carburanti diporto, CT1 con R Officine e servizi per la cantieristica e negozi specialistici con Lounge bar - Ristorante panoramico, CT2 Officine e servizi per la cantieristica;

- Ristrutturazione locali di pertinenza del faro (Molo Colombo);
- Sistemazione area cantieristica (Banchina curvilinea - area cantieri);
- Viabilità e parcheggi (Banchina curvilinea - area cantieri);
- Sistemazione area (Area servizi);
- Viabilità e parcheggi (Area servizi);
- Sistemazione area (Molo Colombo);
- Viabilità e parcheggi (Molo Colombo);
- Impianti: cunicolo dei servizi; Impianto idrico, raccolta acque meteoriche e fognario, impianti di sicurezza (antincendio, videosorveglianza, antintrusione); impianto distribuzione forza elettromotrice (Area portuale); impianto elettrico MT (Area portuale); impianto illuminazione esterna (Area portuale), impianto termomeccanico (Aree interne), impianto elettrico pontili (Area portuale), Impianti diffusione sonora (Area portuale), impianto wi-fi (Area portuale);
- Pontili galleggianti.



Figura 216 – FASE III – Costruzione del Marina - a carico della M.Y.R.

Congruentemente alle richieste effettuate della Conferenza di Servizi durante l'approvazione del progetto preliminare, la Società *Marsala Yachting Resort* ha definito la configurazione di riassetto portuale complessivo e redatto i progetti definitivi relativi alle prime tre fasi d'implementazione che saranno realizzate a propria cura e spese. Nel cronoprogramma sono esplicitamente riportati i tempi di svolgimento delle varie fasi. Pertanto, la valutazione delle fasi di cantierizzazione è stata impostata seguendo un approccio di carattere tipologico, in altre parole associando alle lavorazioni previste valori legati a sorgenti bibliografiche o rilevate nell'ambito di studi precedenti, cercando, in generale, di prevedere il peggior quadro emissivo ai fini della tutela dell'ambiente circostante.

La durata complessiva del cantiere sarà di 24 mesi. Le lavorazioni di maggior durata, sono il prolungamento del molo di levante della I Fase e la costruzione degli edifici nella II Fase.

Per analizzare la fase di cantierizzazione, sono stati considerati tanti scenari quante sono le fasi in cui è stato suddiviso il periodo di cantierizzazione.

Si considererà che l'incremento del livello di emissione sonora sia dato da due contributi:

- incremento del flusso e della tipologia di traffico che interessa la Via Lungomare;
- presenza di mezzi e lavorazioni nei luoghi di cantiere.

Di conseguenza la modellazione del caso studio verrà affrontata modificando lo scenario ante operam in modo da considerare i diversi scenari.

Le sorgenti sono state inserite nelle aree di cantiere, con l'ipotesi che l'emissione sia localizzata lungo la direttrice immessa e che il valore livello acustico sia dato dalla somma acustica delle emissioni che derivano da ogni lavorazione. La localizzazione è stata scelta in base alla situazione acusticamente più sfavorevole.

SCENARIO FASE 1

Nella Fase 1 della cantierizzazione si prevedono attività di dragaggio e completamento di opere marittime.

Considerando la contemporanea presenza di due mezzi marittimi, una macchina per movimento terra e due automezzi a tre assi.

SCENARIO FASE 2

La Fase 2 del periodo del cantiere avrà la contemporanea presenza di almeno un mezzo marittimo e una macchina per movimento terra e due automezzi a tre assi. tale fase dal

punto di vista delle emissioni acustiche risulta meno impattante sulla città rispetto alla precedente.

SCENARIO FASE 3

Nella Fase 3 verranno realizzate la maggior parte delle strutture presenti e si attiveranno più cantieri contemporaneamente. In particolare su ogni cantiere, area servizi, Molo Colombo, darsena tender, si prevede la presenza di una macchina per movimento terra e due automezzi a tre assi oltre ad una Betoniera. Nell'area cantieri la costruzione degli stessi prevede un impianto cantiere di tipo leggero necessario per la costruzione dei capannoni in acciaio (carpenteria metallica). In più si prevede la presenza di un mezzo marittimo di supporto necessario alla costruzione del marina che si ritiene operante, a vantaggio di sicurezza, per l'intero periodo. I valori dei livelli acustici sono presi dalle considerazioni fatte sotto (figg. 207-213).

Al fine di valutare il livello emissivo associato ad ogni lavorazione, è stato importante identificare la sorgente (prevalentemente i mezzi adoperati) e le interferenze tra le lavorazioni. Queste ultime, infatti, comportano la somma acustica del livello sonoro.

Le sorgenti saranno lineari. La valutazione è stata effettuata con riferimento al periodo temporale in cui si verificano le maggiori interferenze tra le lavorazioni e in cui vengono utilizzati i mezzi a maggior impatto acustico.

Poiché risulta impossibile in questa fase valutare il livello di potenza sonora di ogni singolo mezzo e macchinario utilizzato in cantiere, sono stati utilizzati anche dati del C.P.T. (Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia) che in collaborazione con l'INAIL ha realizzato attraverso la raccolta e la sistematizzazione delle misurazioni, eseguite in diversi cantieri e in diverse condizioni, un'utile indicazione sulle rumorosità e sul livello di vibrazioni a cui i lavoratori possono essere sottoposti nel corso delle varie attività lavorative nel settore delle costruzioni. Una parte delle misure di vibrazioni messe a disposizione dal C.P.T. sono contenute anche nella Banca dati ISPESL.



Figura 217 – Dragaggi (fonte: Università degli Studi di Parma - Farina) - Livello di potenza a 5 mt dalla sorgente - L_w dB(A)/m = 76.9



Figura 218 – Operazioni di movimentazione materiali e terre nelle aree di cantiere - Livello di potenza a 5 mt dalla sorgente - L_w dB(A)/m = 79.7



Figura 219 – Installazioni cantiere, officina, lavorazioni di carpenteria metallica leggera, riparazioni idrauliche, riparazione delle attrezzature - L_w dB(A)/m = 66.9



Figura 220 –Realizzazione di diaframmi, realizzazione di pali trivellati (fonte: Università degli Studi di Ferrara - Fausti) - L_w dB(A)/m = 93.4



Figura 221 – Jet-grouting, impianti pompe e compressori - L_w dB(A)/m = 93.4



Figura 222 – Impianto di betonaggio e preconfezionamento calcestruzzi (fonte: Calcestruzzi Spa) - L_w dB(A)/m = 79.7



Figura 223 – Getti di calcestruzzo, strati di fondazione, compattazione, pavimentazioni, finiture
- $L_w \text{ dB(A)/m} = 76.9$

In base alle emissioni dei mezzi nelle varie fasi di cantiere sopra esposte si è scelto di simulare **la fase tre** in quanto rappresenta la fase più significativa dal punto di vista delle emissioni acustiche. In particolare si è valutato di inserire una sorgente lineare che percorre tutto il Molo Colombo su cui inserire il livello acustico relativo al cantiere dell'area servizi e della testa del Molo Colombo, e una sorgente lineare in prossimità della banchina curvilinea per la presenza dell'area cantieri. Inoltre per simulare la presenza del mezzo marittimo si è inserita una direttrice nello specchio acqueo per simulare le emissioni dei natanti.

Per ogni cantiere, sommando le emissioni dei mezzi riportati nelle fasi costruttive per la fase tre si è ottenuto un livello acustico pari a 81.5 dB (corrispondente ad un cantiere medio pesante), mentre il mezzo marittimo è stato valutato in 76.9 dB. Per il cantiere afferente all'area cantiere si è valutato una emissione di 66.9 dB corrispondente ad un cantiere operante con carpenteria metallica leggera.

Sulla base delle ipotesi sopra definite è stato implementato il modello di simulazione dello stato di fatto con le sorgenti di cantiere e la relativa viabilità e sono restituiti i risultati numerici in termini di livello di pressione sonora atteso ai ricettori, confrontati a quelli relativi allo Stato di Fatto.

Tali mezzi vanno ad incrementare il traffico nell'area del Marina nelle ore diurne e essendo afferenti all'area portuale si considerano smistati nelle direttrici individuate nello studio della mobilità che si riportano per completezza:

1. Lungomare Boeo,
2. SS 188 - SS115 - via Sebastiano Lipari,

3. Via Alagna,
4. Lungomare Mediterraneo;

si ipotizza che i veicoli afferenti al cantiere, stimati nell'arco temporale delle 16 ore (diurno), siano 100 a tre assi e che si suddividono in parti uguali nelle direttrici che portano al Marina individuate nello studio del traffico.

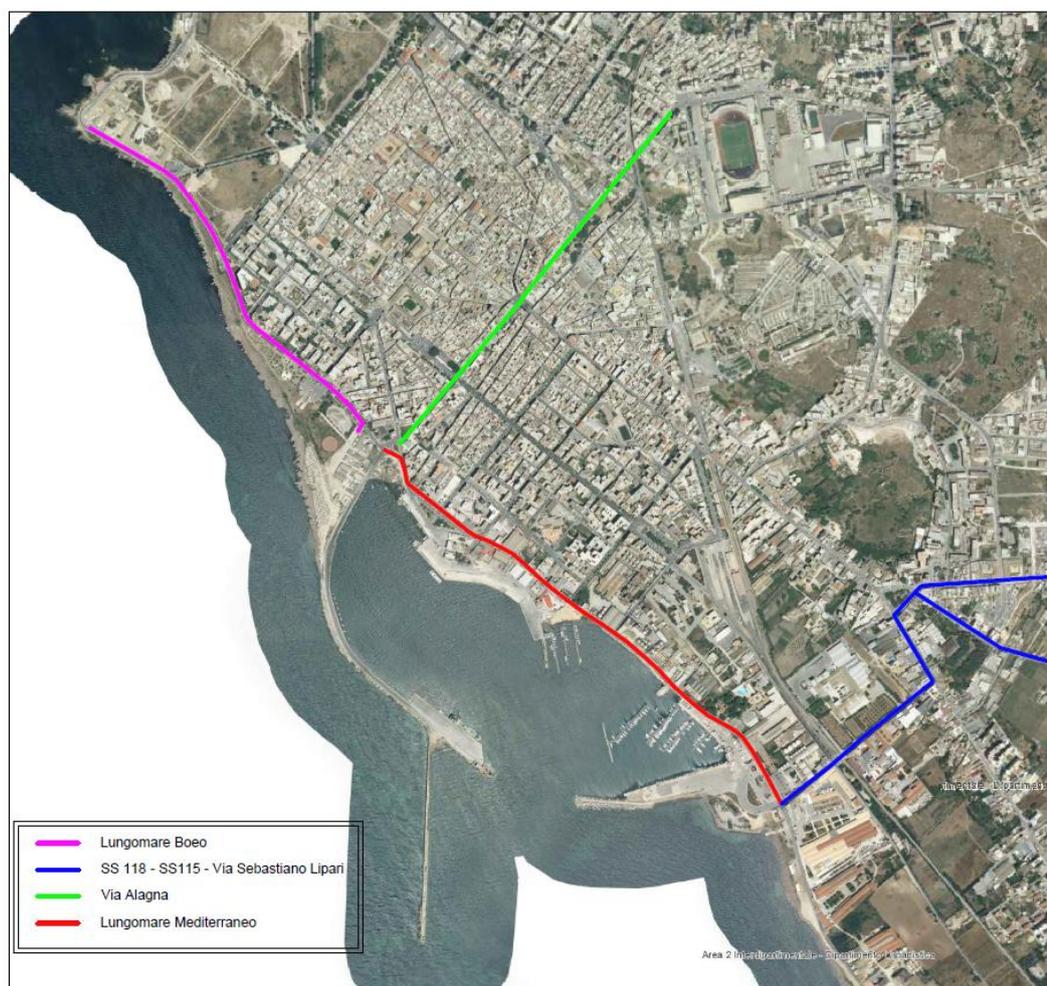


Figura 224 – individuazione su ortofoto delle direttrici di ingresso e uscita al porto

Pertanto su queste direttrici si è inserito un numero di mezzi relativo a 25 unità nel periodo diurno. Si ritiene comunque importante organizzare i cantieri in modo da adottare tutte le azioni dirette e indirette necessarie alla mitigazione del rumore prodotto nei cantieri.

Di seguito si riportano il layout delle direttrici, nonché l'elaborazione della fase durante operam mediante *City Map* e gli output necessari alla valutazione del clima acustico.

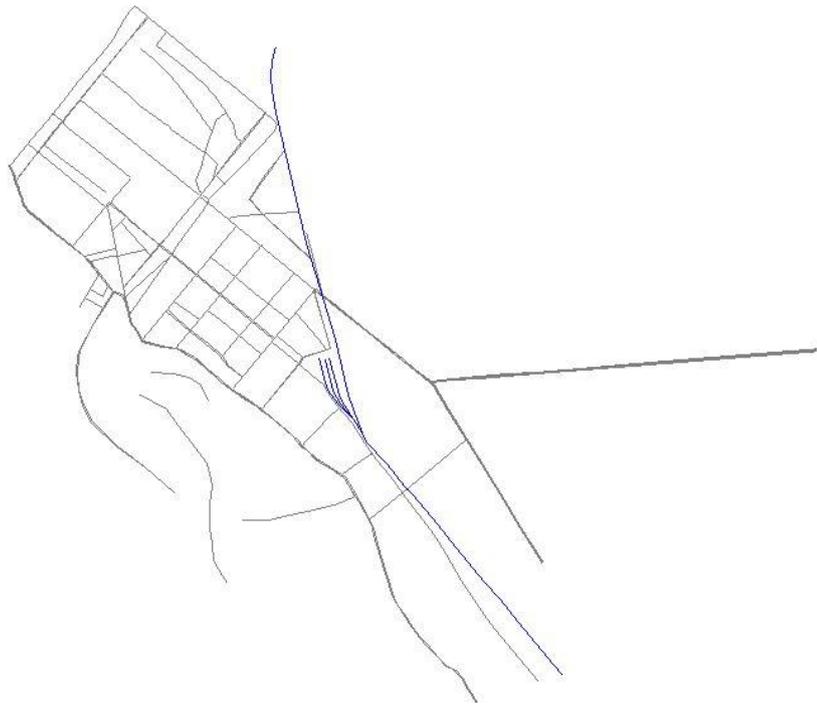


Figura 225 – input - layout delle direttrici inserite nel Citymap

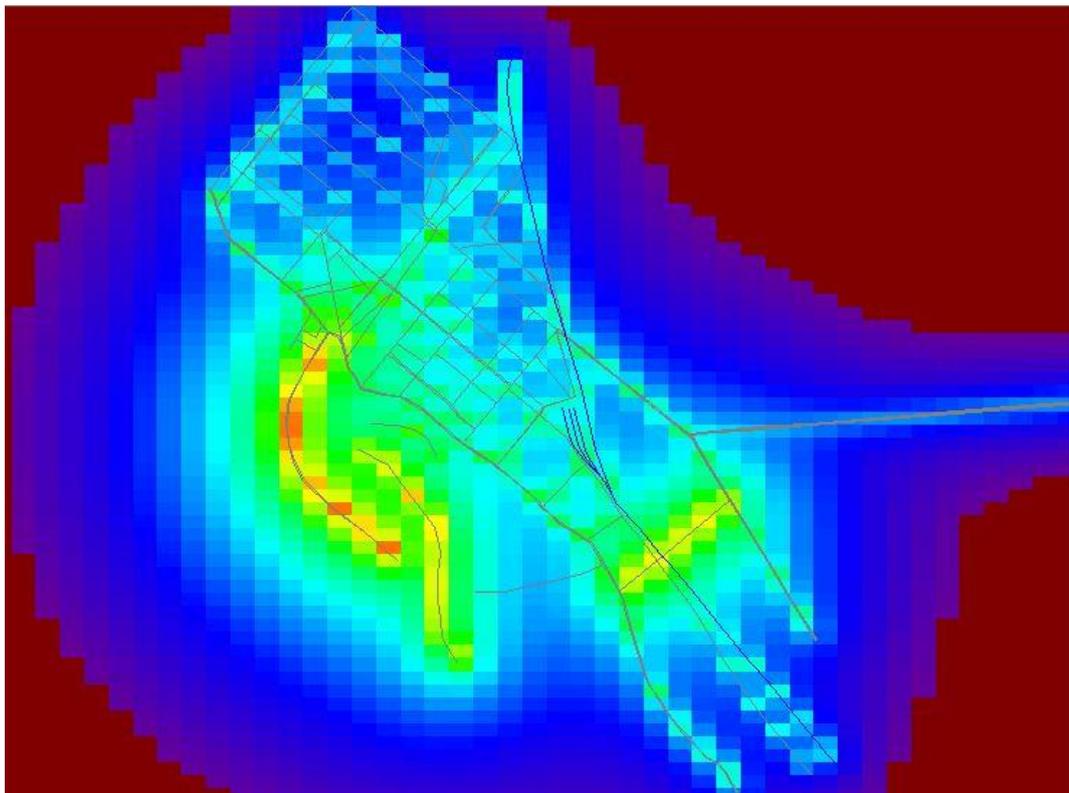


Figura 226 – Output - elaborazione livelli acustici diurni e notturni Citymap

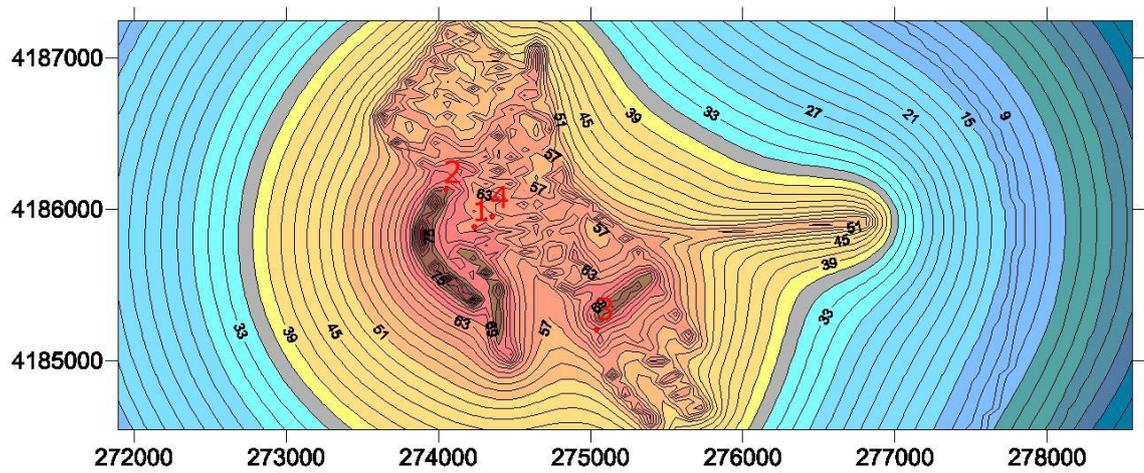


Figura 227 – Output - isofone riferito alla fase di cantiere 3 a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

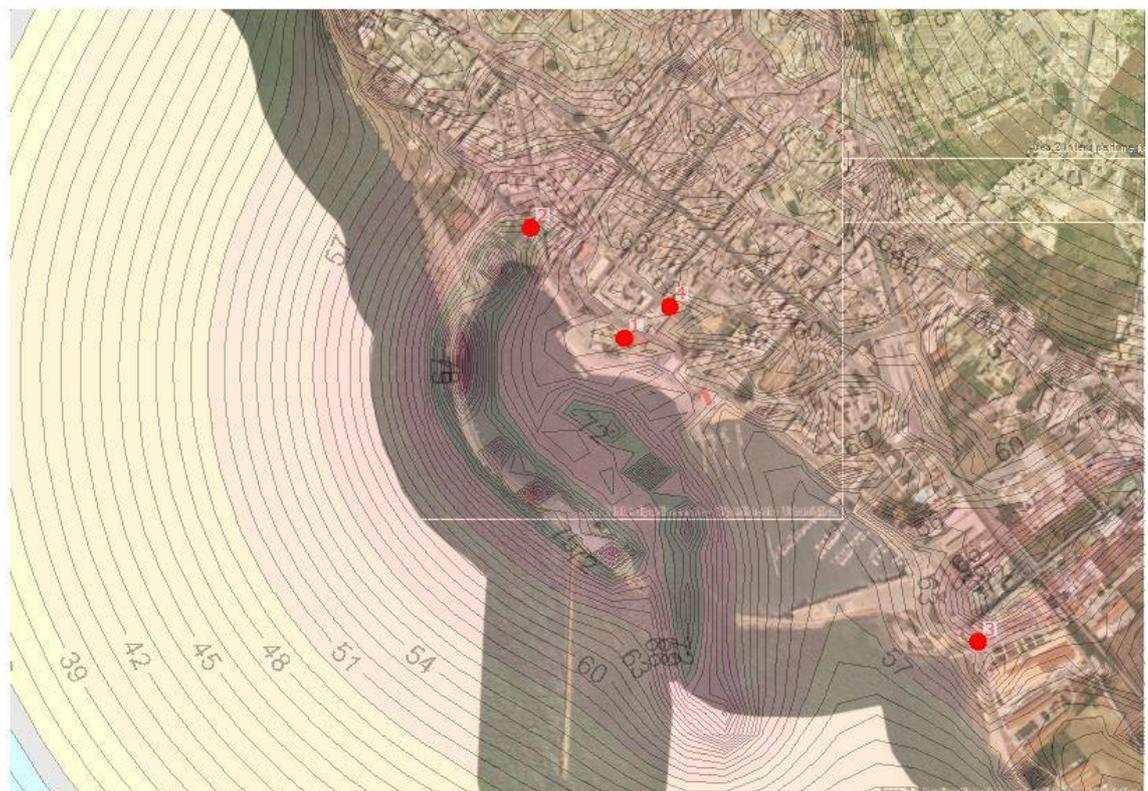


Figura 228 – Output - isofone riferito alla fase di cantiere 3 con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

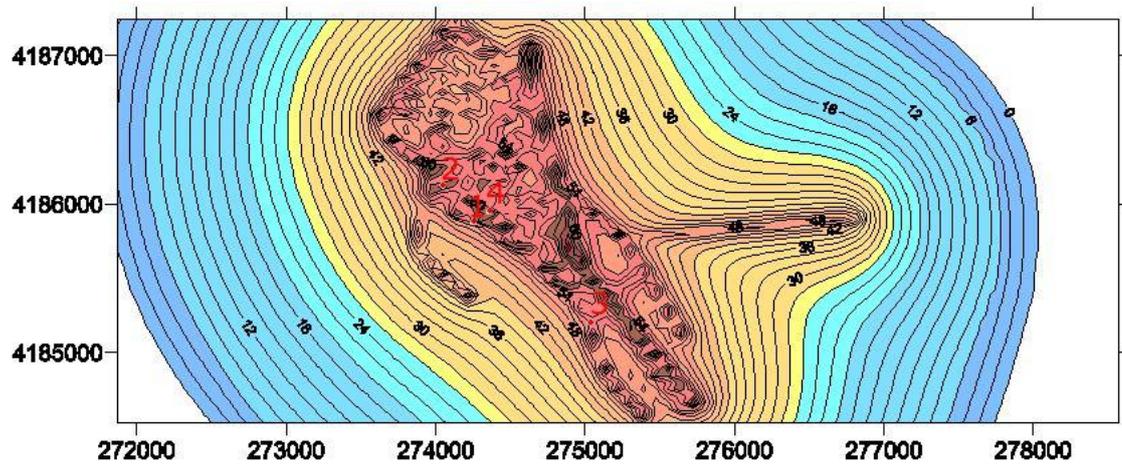


Figura 229 – Output - isofone riferito alla fase di cantiere 3 con ortofoto a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Notturmo



Figura 230 – Output - isofone riferito alla fase di cantiere 3 con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap - Notturmo

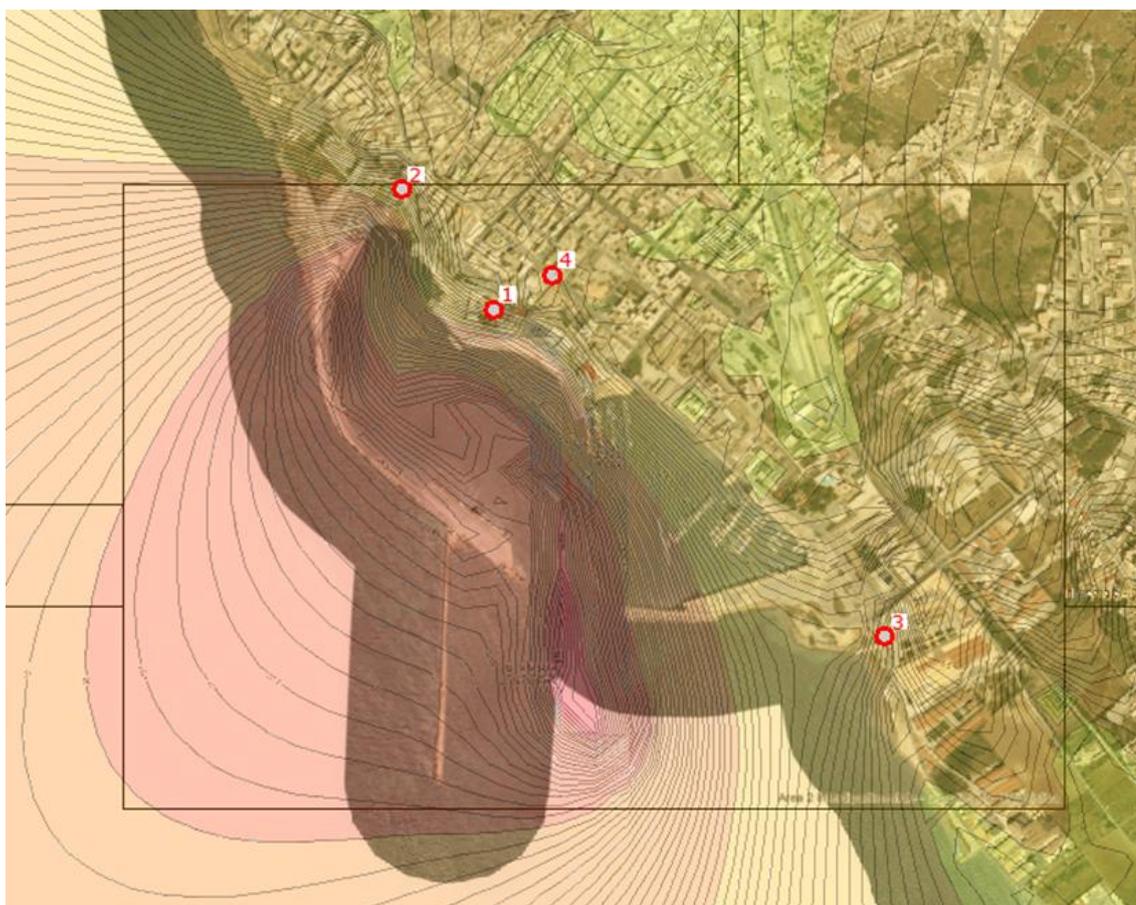


Figura 231 – Output - confronto isofone ante e durante operam - Diurno

Essendo il cantiere operante solo nelle ore diurne non si è effettuato il confronto delle isofone nel periodo notturno

Confronto ante operam - durante operam														
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturno	Laeq(dB)16 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 durante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 durante operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore durante operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore durante operam e ante operam (notturno)	Scarto valore durante operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore durante operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore durante operam e limite di attenzione (notturno)
		1	IV	65	55	75	60	60	55	65	55	5	0	0
2	IV	65	55	75	60	65	56.5	71	56.5	6	0	6	1.5	-3.5
3	V	70	60	80	65	62	52.8	65	52.8	3	0	-5	-7.2	-12.2
4	III	60	50	70	55	61	53	63	53	2	0	3	-7	-2

Figura 232 – Output - confronto isofone ante e durante operam - tabella riepilogativa

Dalla tabella riepilogativa sopra riportata si evince che gli incrementi ottenuti, durante la fase di cantiere nei punti oggetto di valutazione, risultano contenuti e in nessun caso superano i limiti di attenzione per la zona corrispondente. Inoltre si sottolinea come la condizione relativa alla fase tre simulata, **risulta la più gravosa in termini di emissioni acustiche** e pertanto si può ritenere che, nel periodo di costruzione dell'intero porto che interessano le altre fasi, le emissioni prodotte non sono tali da costituire pregiudizio per la salute degli abitanti della Città di Marsala. Ancora dove i valori di partenza risultavano dentro il valore limite di immissione continuano ad esserlo, mentre dove i

dati di partenza risultavano fuori dal limite tramite l'incremento non si va mai oltre i valori di attenzione. Occorre inoltre notare come la fase di costruzione simulata abbia una durata limitata rispetto all'intera costruzione del porto.

3.1.11. CALCOLO DEL LIVELLO ACUSTICO POST OPERAM

Il calcolo del livello acustico *Post Operam* si basa su previsioni delle emissioni sonore e dei flussi di traffico generati dalle attività del porto a seguito della sua realizzazione.

La metodologia si basa sul calcolo dell'emissione sonora delle attività e dei flussi di traffico ricavati dallo studio trasportistico, in base a previsioni sulla attrattività delle nuove opere che verranno realizzate. I flussi generati dall'insediamento della nuova realtà produttiva oggetto di intervento, saranno oggetto di studio per valutare gli impatti determinati sulla viabilità attuale.

L'analisi è partita con un'attenta valutazione del layout portuale; in tal modo è stato possibile individuare le diverse realtà "generatrici" di traffico. La generazione si è creata in seguito alla localizzazione delle varie attività nell'area, interconnesse tra di loro tramite una opportuna rete che è parte integrante del progetto. Tale rete permette la comunicazione tra le varie attività presenti ed è costituita da strade pedonali, piste ciclabili e infrastrutture viarie dedicate ai vari flussi di traffico. Comunque il calcolo dell'aumento del traffico è già stato ampiamente dibattuto nei paragrafi precedenti.

Il livello acustico della situazione *post operam* è stato valutato a partire dallo scenario *ante operam*, sommando ad esso i flussi generati dalle attrattività presenti nell'area portuale, precedentemente valutati. La situazione considerata è quella più svantaggiosa; si considera che il traffico esistente allo stato di fatto non venga influenzato nella scelta decisionale del percorso dalla presenza del porto. I veicoli, previsti effettuando l'analisi delle attrattività, sono stati assegnati alla rete stradale in base alle seguenti considerazioni:

- i veicoli commerciali pesanti non percorreranno strade locali ma urbane di scorrimento;
- I veicoli commerciali leggeri percorreranno preferibilmente strade di scorrimento piuttosto che strade locali se l'origine dello spostamento non si trova nel centro urbano;
- gli impianti tecnologici a servizio delle strutture che verranno installati avranno una emissione localizzata (impianti di climatizzazione, generatore di corrente per emergenza, ecc.) che non saranno in grado comunque di avere un impatto acustico significativo verso l'esterno.

Il software ha permesso di valutare il livello acustico ponderato della curva A inserendo i volumi di traffico precedentemente stimati in base alle considerazioni precedenti.

La valutazione dell'emissione sonora è stata condotta considerando inoltre il traffico marittimo, tenendo in considerazione l'impatto acustico relativo all'incremento di movimenti dovuto all'ampliamento del porto stimando l'impatto di ciascuna categoria di imbarcazione che potrà essere ospitata. Le attività a maggiore impatto acustico all'interno dell'area portuale, saranno quelle derivanti dalla movimentazione delle imbarcazioni che generano emissioni acustiche nelle fasi di moto con modalità e livelli differenti a seconda delle tipologie e potenze del motore, dalla movimentazione di merci e dalle attività cantieristiche. Per l'area di cantiere si è valutato un livello di emissione sonora pari a 70 dB in quanto la maggior parte delle operazioni sono fatte all'interno dei capannoni industriali e non all'aperto. Inoltre in tutto il calcolo non si è tenuto conto della schermatura degli edifici e del verde. Nelle aree del marina si è inserito un livello sonoro pari 65 dB diurno

Ai fini di valutare il clima acustico anche in considerazione dell'emissione sonora prodotta dai natanti nel porto, sono stati considerati i seguenti valori sperimentali ricavati da database presenti in letteratura:

- per piccoli natanti $L_{eq,A}=60.2$ dB(A) a 25 m, $L_{max,A}= 73.8$ dB(A) a 25 m, $L_{min,A}= 44.7$ dB(A) a 25 m;
- per piccola imbarcazione da diporto: $L_{eq,A}=59.6$ dB(A) a 25 m, $L_{max, A}= 63.7$ dB(A) a 25 m, $L_{min,A}= 54.4$ dB(A) a 25 m;
- Navi Ro-Ro: $L_{eq,A}=87-90$ dB(A) a 170 m.

Tali dati verranno riportati alla sorgente ipotizzata, considerando la relazione della propagazione nell'ipotesi di campo libero:

$$L_{p_1} = L_{p_2} + 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

Dove:

- L_{p_1} = livello di pressione sonora al punto 1
- L_{p_2} = livello di pressione sonora al punto 2
- r_2 = distanza tra sorgente e punto 2
- r_1 = distanza tra sorgente e punto 1

Per quanto riguarda i valori di emissione sonora prodotti dalle lavorazioni inerenti la cantieristica navale sono stati desunti dalla banca dati ISPESL.

Livelli di rumorosità prodotti da attrezzature e macchine per officina meccanica navale		
Macchina	Livello di rumorosità in dBA	Livello di picco in dBC
Tornio	76	84
Smerigliatrice	94	102
Molatrice	80	90
Trapano a colonna	84	88
Batti ruggine	85	90
Picchetta elettrica	82	87

Figura 233 – Livelli di emissione sonora per le macchine utilizzate solitamente nella cantieristica navale



Figura 234 – Stato futuro

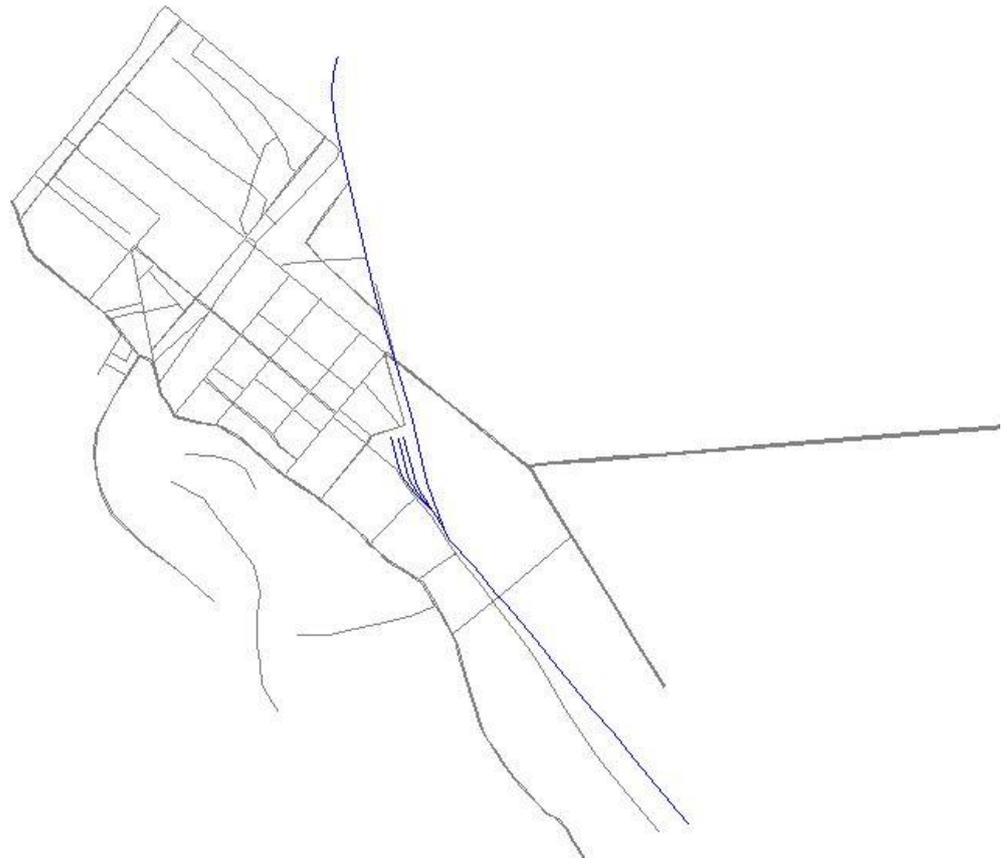
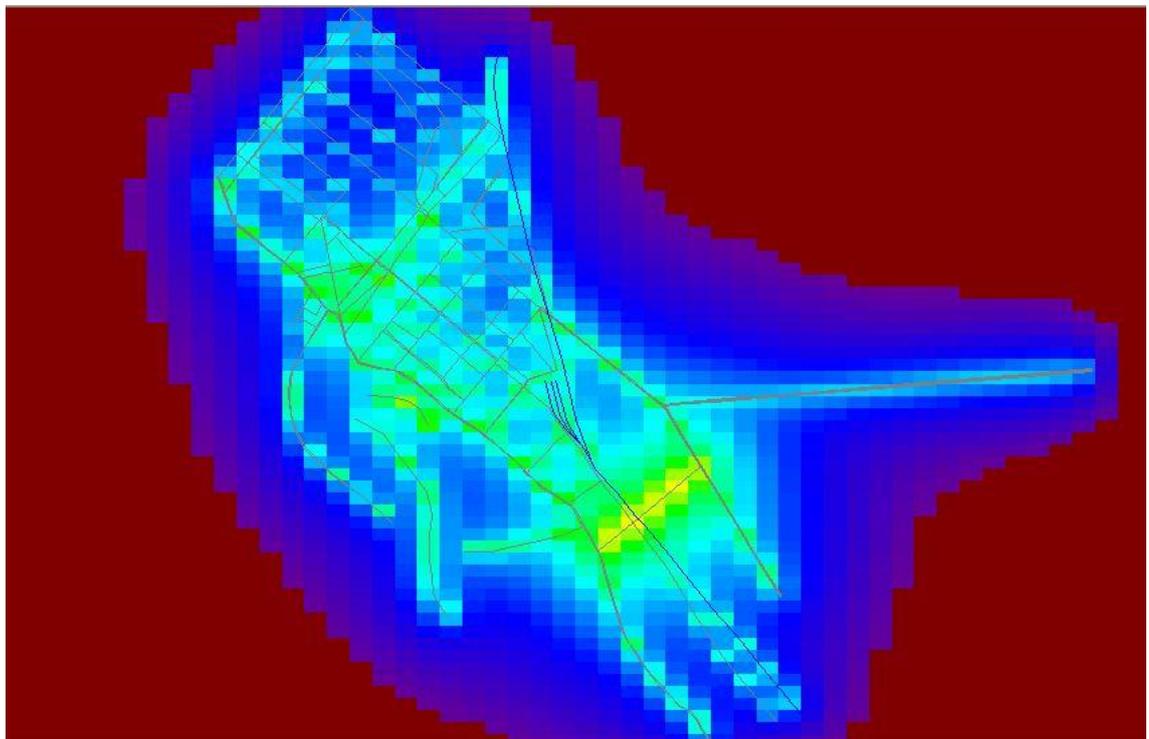
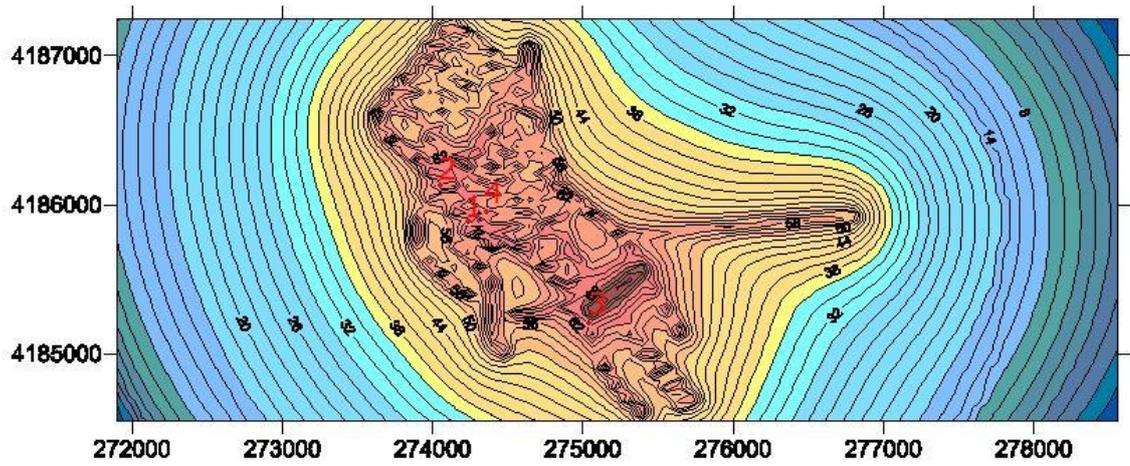


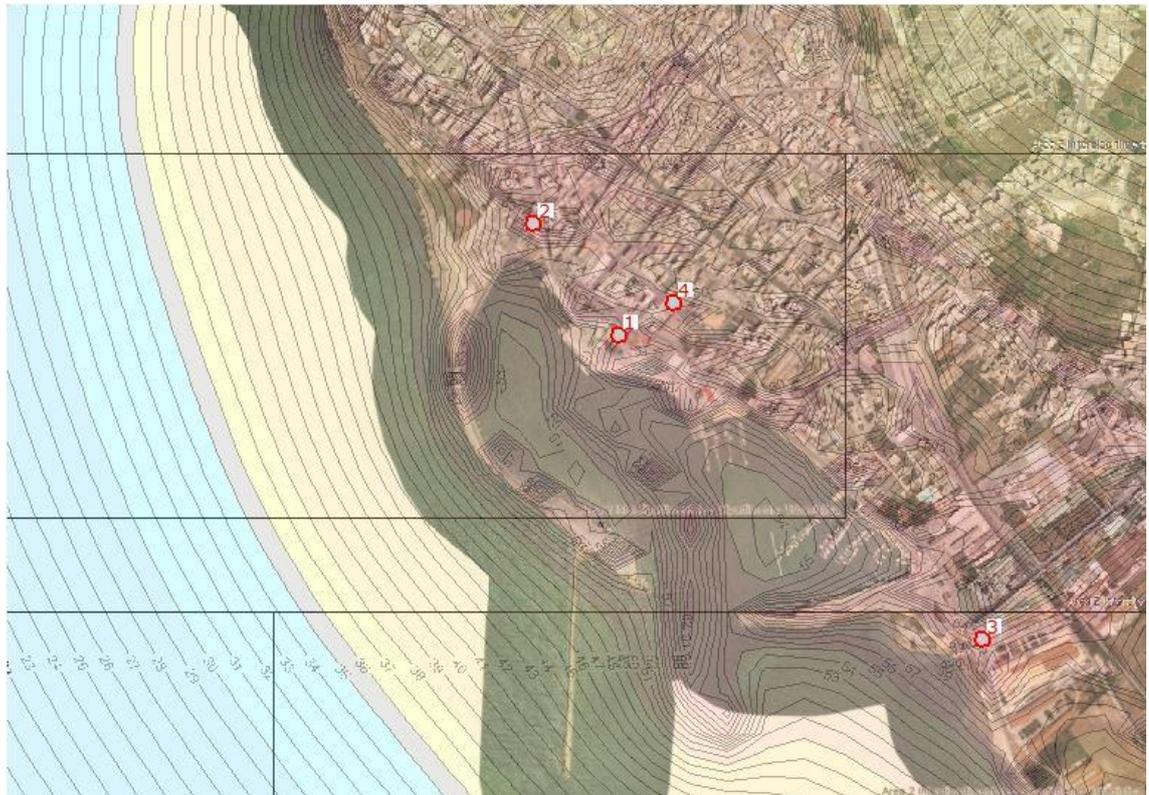
Figura 235 – Input - layout delle direttrici inserite nel Citymap



.Figura 236 – Output - elaborazione livelli acustici diurni e notturni Citymap



**Figura 237 – Output - isofone riferito allo stato post-operam a larga scala e punti di rilievo-
elaborazione Citymap – Diurno**



**Figura 238 – Output - isofone riferito allo stato post operam con ortofoto scala di dettaglio e punti
di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno**

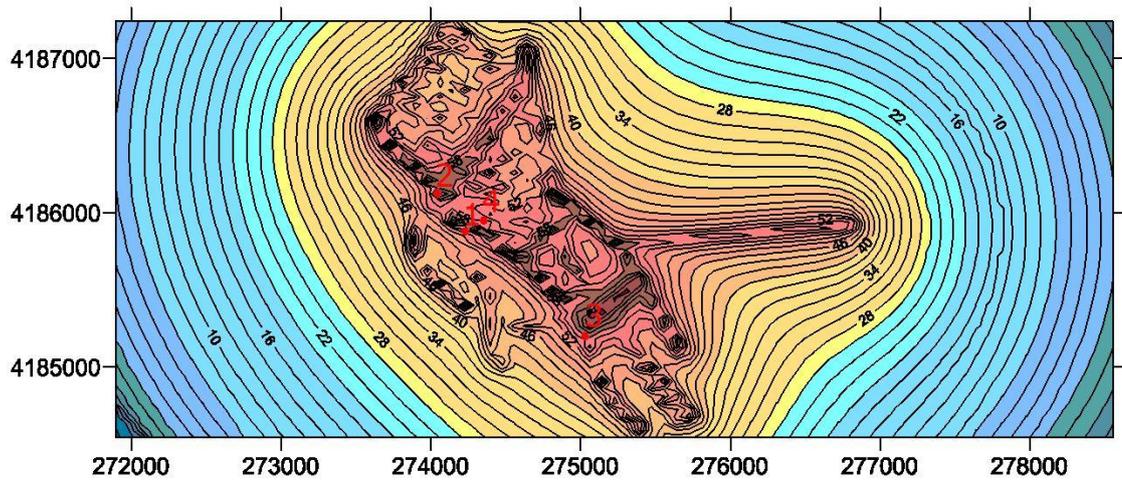


Figura 239 – Output - isofone riferito allo stato post operam a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Notturmo



Figura 240 – Output - isofone riferito allo stato post operam con Ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Notturmo

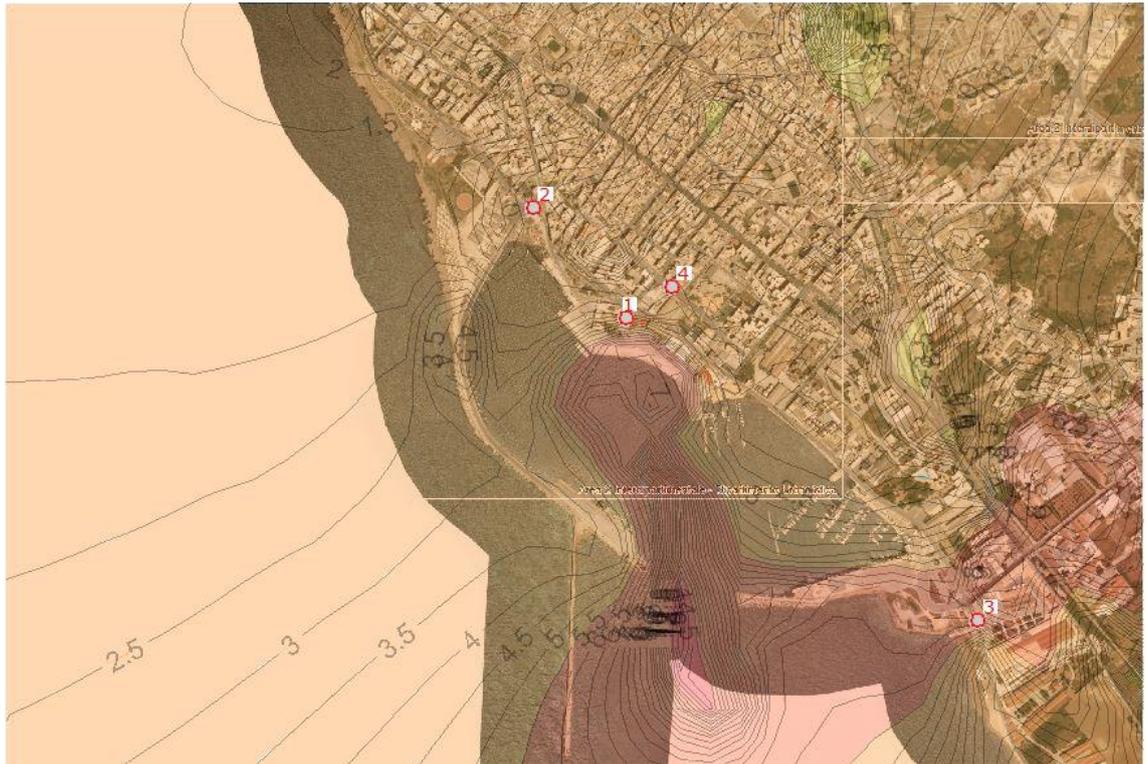


Figura 241 – Output - confronto isofone ante e post operam – Diurno



Figura 242 – Output - confronto isofone ante e post operam - Notturmo

Confronto ante operam - post operam															
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturmo	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturmo	Laeq(dB)16 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 post operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 post operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore post operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore post operam e ante operam (notturno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (notturno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (notturno)
1	IV	65	55	75	60	60	55	62.5	58	2.5	3	-2.5	3	-12.5	-2
2	IV	65	55	75	60	65	56.5	66	58.5	1	2	1	3.5	-9	-1.5
3	V	70	60	80	65	62	52.8	65.5	58.5	3.5	5.7	-4.5	-1.5	-14.5	-6.5
4	III	60	50	70	55	61	53	62	54	1	1	2	4	-8	-1

Figura 243 – Output - confronto isofone ante e post operam - tabella riepilogativa

In particolare si fa notare che gli incrementi ottenuti tra la fase ante e post operam risultano contenuti e inferiori dei valori di attenzione per la zona acustica corrispondente. L'analisi dei punti di rilievo mostra che i valori ottenuti in corrispondenza dei recettori sensibili (punto 4) sono superiori di 1 dB rispetto allo stato ante operam considerando che la situazione ante operam presenta valori che superano se pur di poco il valore limite di immissione.

3.1.12. ALCUNE CONSIDERAZIONI SULLE VIBRAZIONI

Si ritiene che l'impatto dell'opera sulla componente vibrazioni si possa considerare distintamente per la fase realizzativa e per la fase di esercizio.

Per la prima fase si può ritenere l'impatto trascurabile, sia per l'ubicazione delle opere che per l'entità complessiva, e dovuta principalmente al transito ed all'esercizio dei mezzi d'opera. Per la seconda, in cui si può ritenere paragonabile alla situazione attuale, si ritiene irrilevante.

Pertanto, nel seguito, si tratteranno solamente i risultati della componente rumore.

3.2. CONSIDERATO CHE LA VALUTAZIONE DELLA SIGNIFICATIVITÀ DELL'IMPATTO VIENE DETERMINATA IN BASE ALL'INTENSITÀ DELL'IMPATTO CONSIDERATA COME VARIAZIONE DELLO STATO RISPETTO ALL'ANTE OPERAM, SI RITIENE OPPORTUNO CHE VENGANO ELABORATE LE MAPPE DEGLI IMPATTI CALCOLATI COME DIFFERENZA TRA LO STATO STIMATO NEGLI SCENARI POST OPERAM E LO STATO STIMATO NELL'ANTE OPERAM, CON UNA RISOLUZIONE TALE DA EVIDENZIARE L'ESTENSIONE DELLE AREE DI MAGGIOR IMPATTO ED INDIVIDUARE L'EVENTUALE POPOLAZIONE ESPOSTA.

3.2.1. PREMESSA

L'emissione sonora che deriva da variazioni dello stato di fatto sia nella fase di cantiere che post operam, determina un impatto ambientale che, in taluni casi, può essere notevole. Poiché la valutazione di tale impatto deve essere compiuta considerando la variazione dello stato iniziale, risulta opportuno confrontare gli indicatori di impatto considerati nel capitolo precedente, per determinare la significatività.

3.2.2. CONFRONTO TRA ANTE OPERAM E POST OPERAM

Per facilità di lettura e per rispondere al quesito posto si riportano le considerazioni fatte nel paragrafo precedente riportando le mappe utili alla comprensione dei livelli acustici misurati. Le mappe riportate mostrano le differenze ante e post operam con valori che ovviamente si incrementano nella zona portuale mentre nell'area urbana tale incremento non supera i 3 dB. Il risultato ottenuto è confortante in quanto l'organizzazione urbanistica dell'area portuale e della viabilità non influenza negativamente i livelli acustici della zona urbana. Nei ricettori esaminati inoltre, la differenza tra l'ante e il post riportata in tabella mostra che in nessun caso i valori superano i limiti di attenzione e dove risultavano al di sotto del valore limite di immissione continuano a rimanere al di sotto del limite imposto.

Confronto ante operam - post operam															
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturmo	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturmo	Laeq(dB)16 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 post operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 post operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore post operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore post operam e ante operam (notturno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (notturno)	
1	IV	65	55	75	60	60	55	62.5	58	2.5	3	-2.5	3	-12.5	-2
2	IV	65	55	75	60	65	56.5	66	58.5	1	2	1	3.5	-9	-1.5
3	V	70	60	80	65	62	52.8	65.5	58.5	3.5	5.7	-4.5	-1.5	-14.5	-6.5
4	III	60	50	70	55	61	53	62	54	1	1	2	4	-8	-1

Figura 244 – Output - confronto isofone ante e post operam - tabella riepilogativa

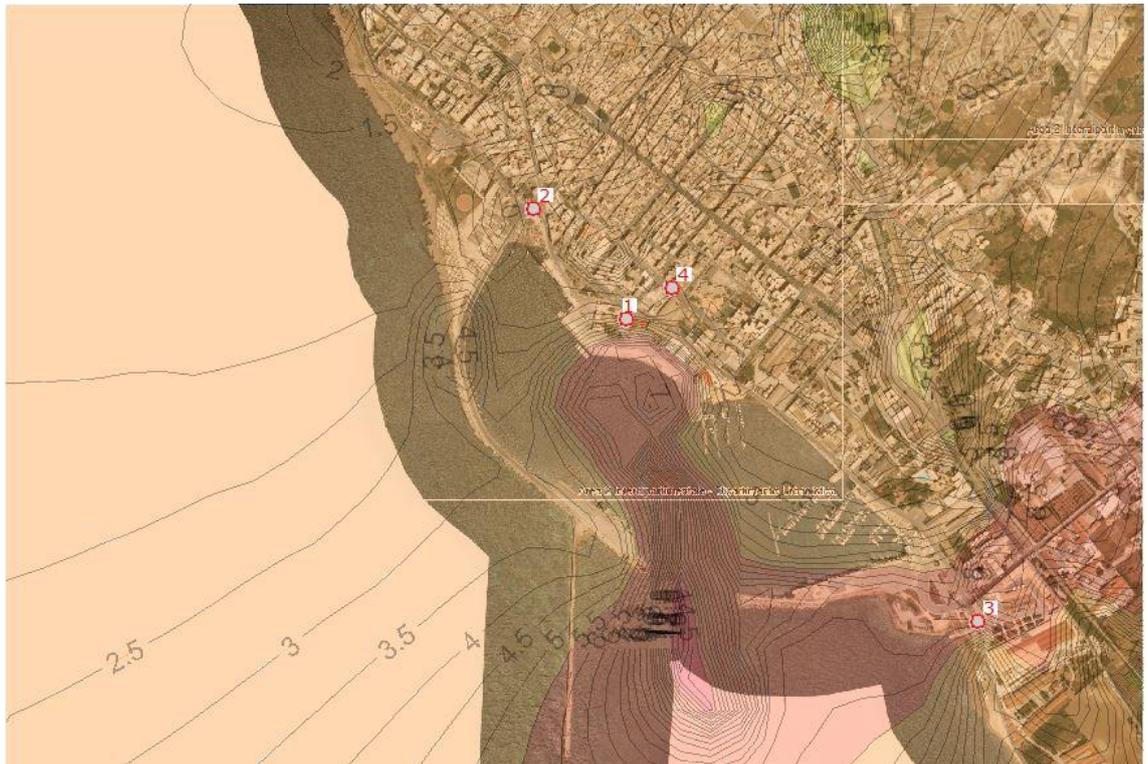


Figura 245 – Output - confronto isofone ante e post operam – Diurno



Figura 246 – Output - confronto isofone ante e post operam – Notturmo

L'analisi eseguita mostra quindi che anche dopo l'esecuzione delle opere a la messa in esercizio delle attività del porto, si registra in termini di rumore una scarsa incidenza sulla popolazione.

3.3. AI FINI DELL'ANALISI DEGLI IMPATTI DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE OCCORRE INDIVIDUARE UNO SCENARIO DI PICCO DELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE CHE POSSANO ESSERE EFFETTIVAMENTE REALIZZATE CONTEMPORANEAMENTE, DESCRIVERE I MACCHINARI UTILIZZATI E LE RELATIVE EMISSIONI ED EFFETTUARE LE SIMULAZIONI MODELLISTICHE PER TUTTI GLI INQUINANTI ATMOSFERICI PER L'AREA DI CANTIERE E PER IL TRAFFICO INDOTTO.

Lo scenario di picco della fase di realizzazione dell'opera si ottiene come detto nei paragrafi precedenti nella **fase tre** della realizzazione del marina, in quanto è questo il periodo temporale in cui operano contemporaneamente più cantieri. La simulazione di picco si differenzia da quella effettuata in precedenza (condizione durante la realizzazione dell'opera) in quanto per l'area cantieri si considera un cantiere medio pesante e non di carpenteria leggera come prima ipotizzato. Infatti in questa porzione di cantiere si può verificare la contemporanea presenza di lavorazione di carpenteria e di getti di calcestruzzo e movimentazione di terre anche se per un periodo molto ristretto. Pertanto per tutti i cantieri si inserisce nei dati di input un livello acustico pari a 81.5 dB (corrispondente ad un cantiere medio pesante), mentre per il mezzo marittimo è stato valutato un livello acustico di 76.9 dB.

Sulla base delle ipotesi sopra definite è stato implementato il modello di simulazione dello stato ante operam con le sorgenti di cantiere e la relativa viabilità e sono stati restituiti i risultati numerici in termini di livello di pressione sonora atteso ai ricettori, confrontati a quelli relativi allo ante operam. L'elaborazione è stata eseguita solo nelle ore diurne essendo quelle in cui si considerano attivi i cantieri.

Di seguito si riportano il layout delle direttrici, nonché l'elaborazione della fase ante operam con i cantieri in attività mediante Citymap e gli output necessari alla valutazione del clima acustico.

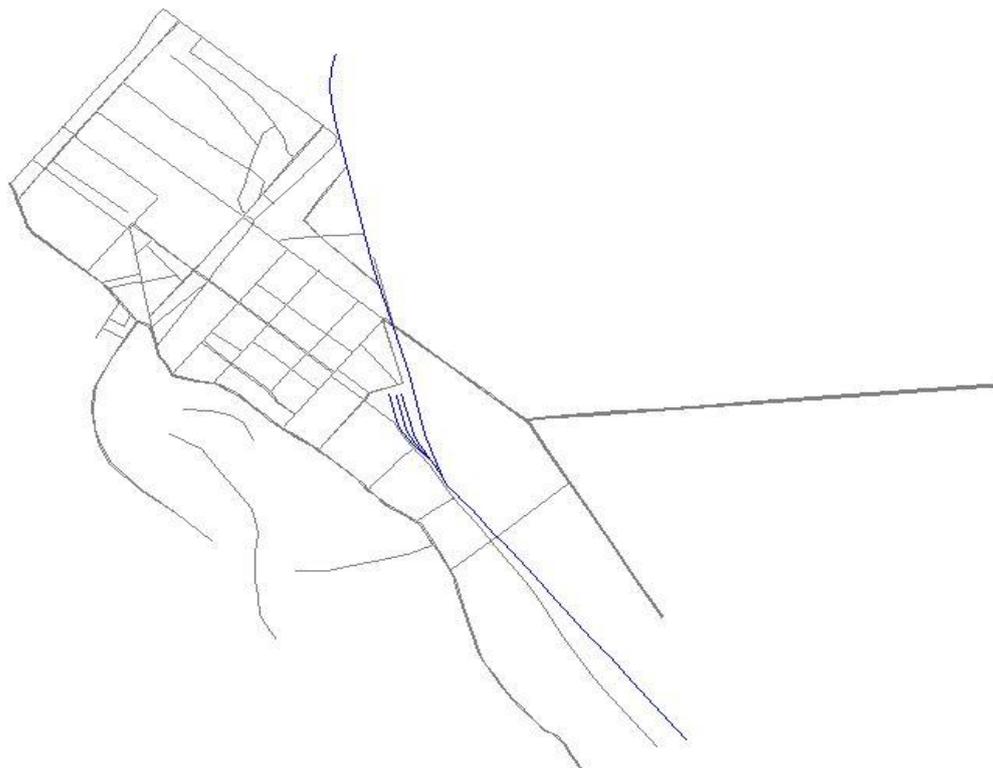


Figura 247 – Input - layout delle direttrici inserite nel Citymap

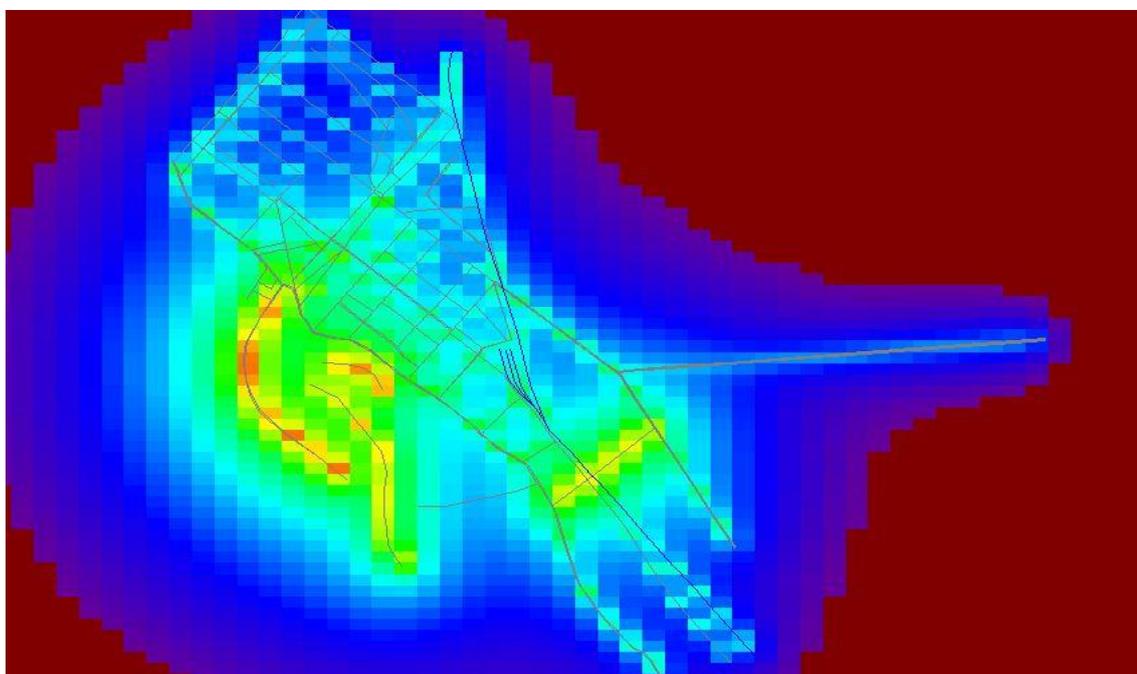


Figura 248 – Output - elaborazione livelli acustici diurni - Citymap

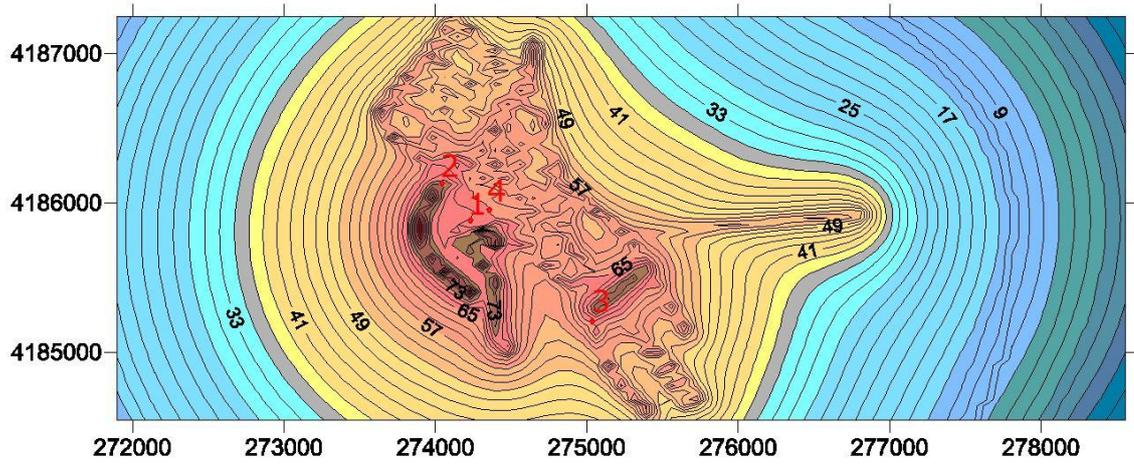


Figura 249 – Output - isofone riferito alla fase di cantiere 3 di picco a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

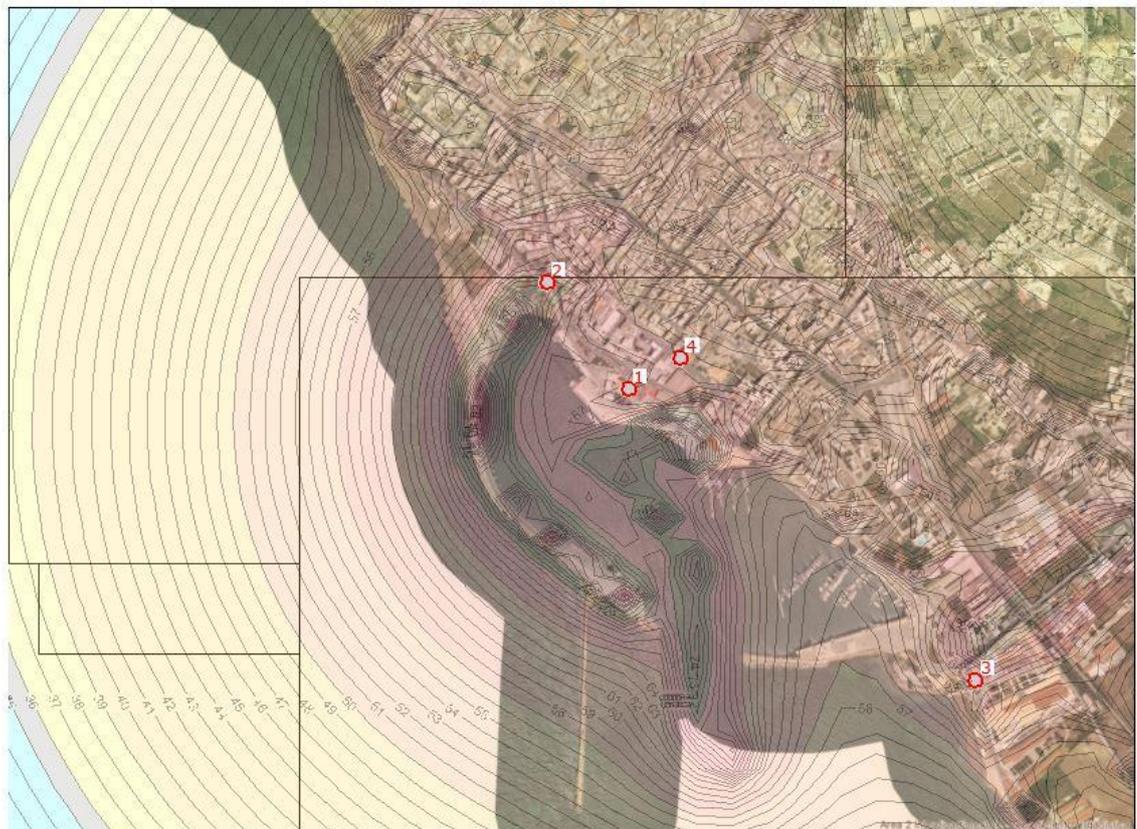


Figura 250 – Output - isofone riferito alla fase di cantiere 3 di picco con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno



Figura 251 – Output - confronto isofone ante operam e cantiere scenario di picco - Diurno

Confronto ante operam - durante operam scenario di picco															
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturno	Laeq(dB)16 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 durante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 durante operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore durante operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore durante operam e ante operam (notturno)	Scarto valore durante operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore durante operam e limite di immissione (notturno)	Scarto valore durante operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore durante operam e limite di attenzione (notturno)
1	IV	65	55	75	60	60	55	67	-	7	-	2	-	-8	-
2	IV	65	55	75	60	65	56.5	71	-	6	-	6	-	-4	-
3	V	70	60	80	65	62	52.8	66	-	4	-	-4	-	-14	-
4	III	60	50	70	55	61	53	64	-	3	-	4	-	-6	-

Figura 252 – Output - confronto isofone ante operam e cantiere scenario di picco- tabella riepilogativa

Dalla tabella riepilogativa sopra riportata si evince che gli incrementi ottenuti durante la fase di cantiere nel periodo di picco in corrispondenza dei punti oggetto di valutazione risultano contenuti e in nessun caso superano i limiti di attenzione per la zona corrispondente. Inoltre si sottolinea come la condizione relativa alla fase tre simulata risulta la più gravosa in termini di emissioni acustiche e costituisce uno scenario di picco che potrà realizzarsi per pochi giorni rispetto alla durata della costruzione dell'opera e pertanto si può ritenere che nel periodo di costruzione dell'intero porto le emissioni prodotte non sono tali da costituire pregiudizio per la salute degli abitanti della Città di Marsala.

3.4. ANALIZZARE GLI IMPATTI DI UNO SCENARIO DI PICCO DEL TRAFFICO NAVALE E DEL TRAFFICO STRADALE PER LE FASI ANTE OPERAM, DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE E POST OPERAM.

Come richiesto dal punto si sono analizzati anche scenari in cui si prevedono i maggiori impatti ambientali.

In particolare sono stati studiati i seguenti scenari di picco:

- Scenario di picco del traffico stradale nella fase post operam
- Scenario di picco del traffico navale nella fase post operam
- Scenario di picco del traffico stradale e navale nella fase post operam

L'analisi degli scenari di post operam di picco in rapporto a quello ante operam, rappresenta il miglior strumento per effettuare una valutazione dell'impatto acustico poiché in questi scenari si registreranno i maggiori scostamenti. Di conseguenza gli scenari di picco ante operam non sono stati presi in considerazione. Grazie a valutazioni relative al traffico stradale e navale di punta, sono stati ricavati due scenari di picco post operam: uno associato del traffico stradale e l'altro a quello navale. Ai fini consentire una valutazione più efficace dell'effetto dell'opera sul clima acustico, è stato inoltre valutato lo scenario di picco del traffico navale e stradale, valutato in modo congiunto supponendo che si verificano situazioni contemporanee. Di seguito sono riportate le elaborazioni compiute attraverso il software *CityMaps*.

In particolare rispetto allo scenario individuato nello studio del traffico riportato precedentemente si è valutato uno scenario di picco del traffico ipotizzando che i mezzi interessati affluiscono maggiormente in alcuni orari come la mattina o la sera. Si è ipotizzato che il traffico di punta nell'arco diurno sia l'80% dell'intero traffico come le tabelle sotto riportate. I mezzi sono stati riportati nel software di calcolo per valutare l'immissione.

RIEPILOGO MEZZI AFFERENTI ALL'AREA PORTUALE - PICCO DIURNO			
	TOT. MEZZI	TRAFFICO DIURNO	TRAFFICO NOTTURNO
MEZZI LEGGERI	3884	3107	777
MEZZI PESANTI (t<3,5 tonn)	301	240	61
MEZZI PESANTI(t>3,5 tonn)	240	192	48

RIEPILOGO MEZZI AFFERENTI ALL'AREA PORTUALE - PICCO DIURNO					
	TOT. MEZZI	ASSE 1 - LUNGOMARE BOEO	ASSE 2 - SEBASTIANO LIPARI	ASSE 3 - VIA ALAGNA	ASSE 4- LUNGOMARE MEDITERRANEO
MEZZI LEGGERI	3107	776	776	776	776
MEZZI PESANTI (t<3,5 tonn)	240	60	60	60	60
MEZZI PESANTI(t>3,5 tonn)	192	48	48	48	48

Figura 253 – Scenario di picco del traffico stradale diurno e distribuzione lungo le direttrici.

Per lo scenario di picco dei natanti si è valutato la contemporaneità di più natanti in uscita dal porto e si è incrementato il livello equivalente di 5 dB.

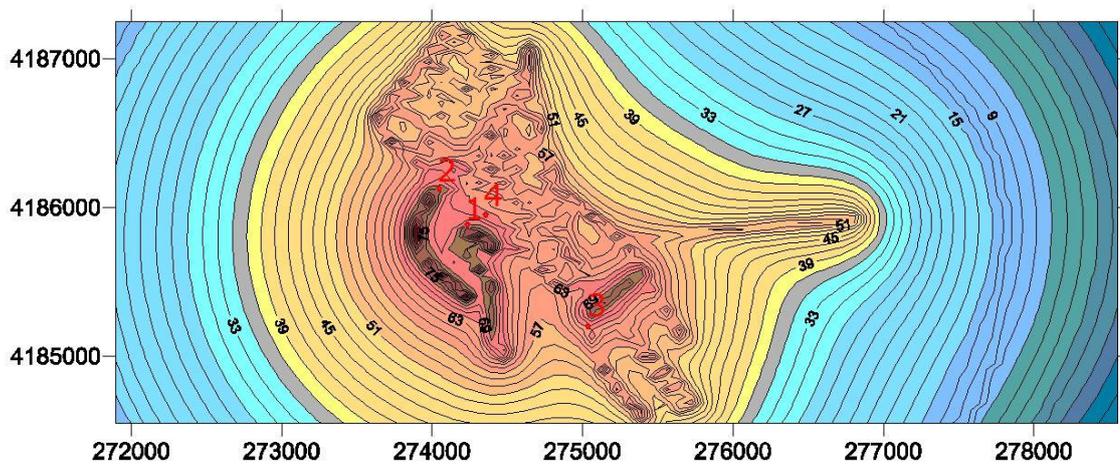


Figura 254 – Output - isofone riferito alla fase di picco di traffico stradale *Post Operam* a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno



Figura 255 – Output - isofone riferito alla fase di picco di traffico stradale *Post Operam* con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

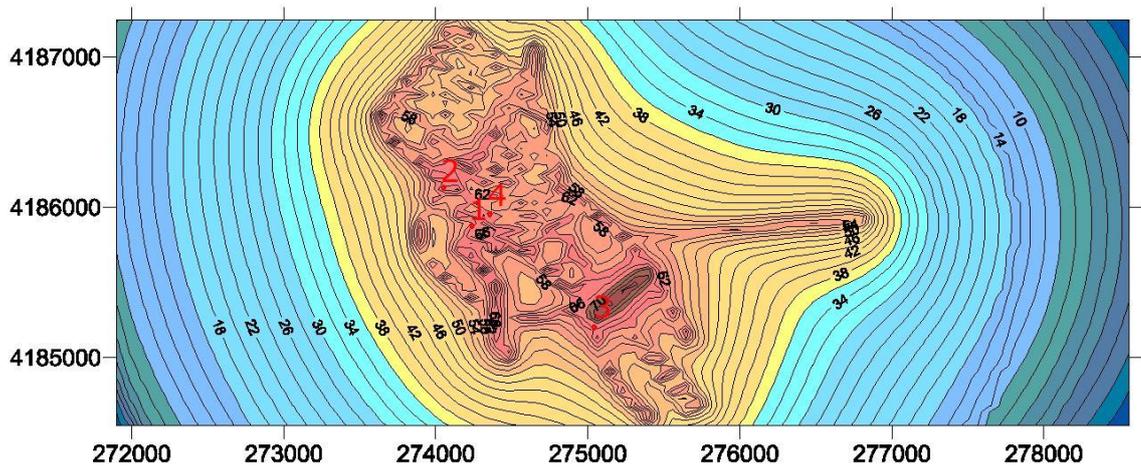


Figura 256 – Output - isofone riferito alla fase di picco di traffico navale *Post Operam* a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno



Figura 257 – Output - isofone riferito alla fase di picco di traffico navale *Post Operam* con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

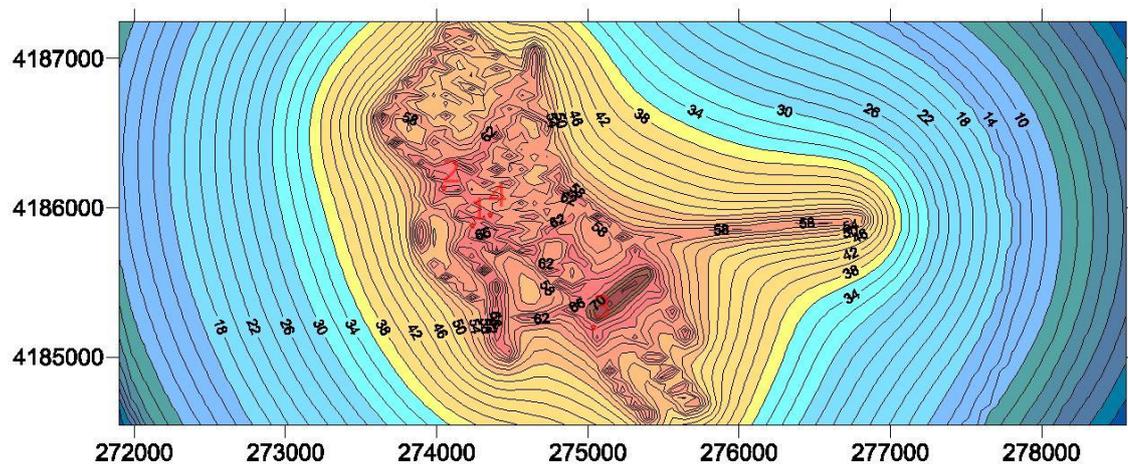


Figura 258 – Output - isofone riferito alla fase picco di traffico stradale e navale Post Operam a larga scala e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno



Figura 259 – Output - isofone riferito alla fase di picco di traffico stradale e navale Post Operam con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

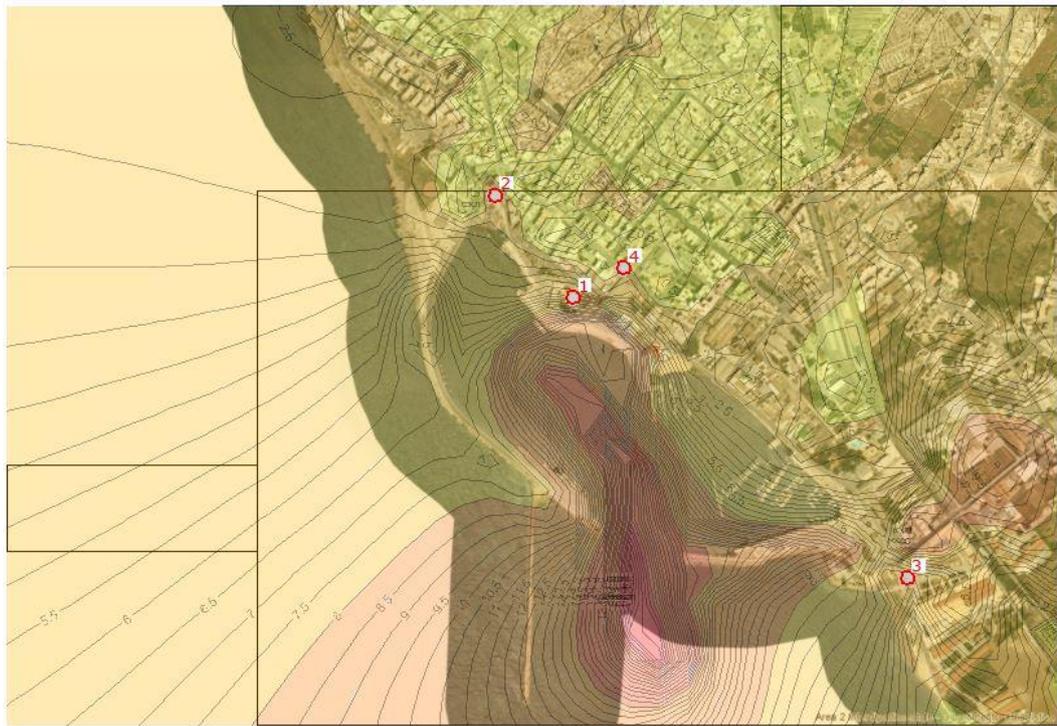


Figura 260 – Output – confronto isofone riferito alla fase di picco di traffico stradale e navale Post Operam con ortofoto scala di dettaglio e punti di rilievo- elaborazione Citymap – Diurno

Confronto ante operam - post operam scenario di picco traffico stradale															
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Notturmo	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Notturmo	Laeq(dB)1 6 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)1 6 post operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 post operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore post operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore post operam e ante operam (notturno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (notturno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (notturno)
1	IV	65	55	75	60	60	55	63	-	3	-	-2	-	-12	-
2	IV	65	55	75	60	65	56.5	66	-	1	-	1	-	-9	-
3	V	70	60	80	65	62	52.8	66	-	4	-	-4	-	-14	-
4	III	60	50	70	55	61	53	61	-	0	-	1	-	-9	-

Figura 261 –Confronto isofone post operam picco stradale- tabella riepilogativa

Confronto ante operam - post operam scenario di picco traffico navale															
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Notturmo	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Notturmo	Laeq(dB)1 6 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)1 6 post operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 post operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore post operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore post operam e ante operam (notturno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (notturno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (notturno)
1	IV	65	55	75	60	60	55	63	-	3	-	-2	-	-12	-
2	IV	65	55	75	60	65	56.5	65	-	0	-	0	-	-10	-
3	V	70	60	80	65	62	52.8	66	-	4	-	-4	-	-14	-
4	III	60	50	70	55	61	53	63	-	2	-	3	-	-7	-

Figura 262 –confronto isofone post operam picco navale- tabella riepilogativa

Confronto ante operam - post operam scenario di picco traffico stradale e navale															
Punto di rilievo	zona acustica	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Notturmo	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/19 97 - Notturmo	Laeq(dB)1 6 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)1 6 post operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 post operam (notturno) - modello di calcolo	Scarto tra valore post operam e ante operam (diurno)	Scarto tra valore post operam e ante operam (notturno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di immissione (notturno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (diurno)	Scarto valore post operam e limite di attenzione (notturno)
1	IV	65	55	75	60	60	60	64	-	4	-	-1	-	-11	-
2	IV	65	55	75	60	65	60	66.5	-	1.5	-	1.5	-	-8.5	-
3	V	70	60	80	65	62	65	66	-	4	-	-4	-	-14	-
4	III	60	50	70	55	61	55	63	-	2	-	3	-	-7	-

Figura 263 – confronto isofone post operam picco stradale e navale- tabella riepilogativa

Avendo analizzato scenari di picco occorre confrontare i risultati ottenuti con i livelli di attenzione. Si nota che i valori ottenuti sono sempre inferiore ai livelli di attenzione ad

eccezione del punto 4 in cui si registra un incremento massimo di 2 dB che si ritiene del tutto accettabile trattandosi, come specificato in precedenza, di scenari di picco.

3.5. PER TUTTI GLI SCENARI ELABORATI, ANTE OPERAM, DURANTE LE ATTIVITÀ DI CANTIERE, SCENARIO DI PICCO E POST OPERAM, OCCORRE EVIDENZIARE I RECETTORI REALI DI RIFERIMENTO E QUELLI SENSIBILI, I RISULTATI DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE PRESSO TALI RECETTORI E LA QUANTIFICAZIONE DEI SUPERAMENTI EMERSI, INDICANDO IN UNA TABELLA I RISULTATI PRINCIPALI E I SUPERAMENTI RISPETTO AI LIMITI NORMATIVI DI EMISSIONE.

Tutti gli scenari richiesti in questo punto sono stati esaminati nei paragrafi precedenti tramite l'implementazione nel software di tutte le possibili combinazioni possibili. Per la visualizzazione delle mappe si rimanda quindi ai paragrafi precedenti, mentre per facilità di lettura si riportano di seguito delle tabelle riepilogative di tutti gli scenari analizzati in modo da valutare con facilità gli incrementi ottenuti. La tabella riepilogativa riportata di seguito evidenzia per tutti gli scenari la differenza tra il valore ottenuto dalla simulazione e il valore corrispondente allo stato di fatto o al limite di immissione, diurno e notturno, o al limite di attenzione. Analizzando la tabella si evince che gli incrementi registrati risultano sempre molto bassi, al massimo 3.5 dB. Valori più alti di incremento si sono ottenuti solo per scenari di picco che possono registrarsi solo per brevi periodi, se riferiti al cantiere, o solo durante le ore di punta in particolari occasioni se riferiti alla condizione di esercizio. Importante è notare come il ricettore sensibile denominato punto 4 (scuola) ha incrementi molto bassi durante la gestione normale del porto e valori di incremento pari al massimo di 3 dB solo in occasione di eventi di picco della costruzione del cantiere che possono avvenire in particolari giorni della costruzione del Marina. Nella normale gestione del Marina l'incremento registrato è pari a 1 dB. Ancora in nessun caso si ha il superamento dei valori di attenzione imposti dalla normativa, non rendendo quindi necessario l'impiego di misure di mitigazione.

Punto di rilievo	zona acustica	valori limite		valori attenzione		valori ante operam (modellazione)	
		valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite immissione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Diurno	valori limite attenzione - D.P.C.M. 14/09/1997 - Notturno	Laeq(dB)16 ante operam (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 ante operam (notturno) - modello di calcolo
1	IV	65	55	75	60	60	55
2	IV	65	55	75	60	65	56.5
3	V	70	60	80	65	62	52.8
4	III	60	50	70	55	61	53

Figura 264 – Valori di riferimento

		CONFRONTO ANTE-DURANTE-POST OPERAM											
Punto di rilievo	zona acustica	valori durante operam		valori post operam		valori durante operam - scenario di picco		valori post operam - scenario di picco stradale		valori post operam - scenario di picco navale		valori post operam - scenario di picco stradale e navale	
		Laeq(dB)16 (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 (notturno) - modello di calcolo	Laeq(dB)16 (diurno) - modello di calcolo	Laeq(dB)8 (notturno) - modello di calcolo
1	IV	65	55	62.5	58	67	-	63	-	63	-	64	-
2	IV	71	56.5	66	58.5	71	-	66	-	65	-	66.5	-
3	V	65	52.8	65.5	58.5	66	-	66	-	66	-	66	-
4	III	63	53	62	54	64	-	61	-	63	-	63	-
Punto di rilievo	zona acustica	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam	Scarto con valore ante operam
1	IV	5	0	2.5	3	7	-	3	-	3	-	4	-
2	IV	6	0	1	2	6	-	1	-	0	-	1.5	-
3	V	3	0	3.5	5.7	4	-	4	-	4	-	4	-
4	III	2	0	1	1	3	-	0	-	2	-	2	-
Punto di rilievo	zona acustica	Scarto con valore limite di immissione (diurno)	Scarto con valore limite di immissione (notturno)	Scarto con valore limite di immissione (diurno)	Scarto con valore limite di immissione (notturno)	Scarto con valore limite di immissione (diurno)	Scarto con valore limite di immissione (notturno)	Scarto con valore limite di immissione (diurno)	Scarto con valore limite di immissione (notturno)	Scarto con valore limite di immissione (diurno)	Scarto con valore limite di immissione (notturno)	Scarto con valore limite di immissione (diurno)	Scarto con valore limite di immissione (notturno)
1	IV	0	0	-2.5	3	2	-	-2	-	-2	-	-1	-
2	IV	6	1.5	1	3.5	6	-	1	-	0	-	1.5	-
3	V	-5	-7.2	-4.5	-1.5	-4	-	-4	-	-4	-	-4	-
4	III	3	3	2	4	4	-	1	-	3	-	3	-
Punto di rilievo	zona acustica	Scarto con valore limite di attenzione (diurno)	Scarto con valore limite di attenzione (notturno)	Scarto con valore limite di attenzione (diurno)	Scarto con valore limite di attenzione (notturno)	Scarto con valore limite di attenzione (diurno)	Scarto con valore limite di attenzione (notturno)	Scarto con valore limite di attenzione (diurno)	Scarto con valore limite di attenzione (notturno)	Scarto con valore limite di attenzione (diurno)	Scarto con valore limite di attenzione (notturno)	Scarto con valore limite di attenzione (diurno)	Scarto con valore limite di attenzione (notturno)
1	IV	-10	-5	-12.5	-2	-8	-	-12	-	-12	-	-11	-
2	IV	-4	-3.5	-9	-1.5	-4	-	-9	-	-10	-	-8.5	-
3	V	-15	-12.2	-14.5	-6.5	-14	-	-14	-	-14	-	-14	-
4	III	-7	-2	-8	-1	-6	-	-9	-	-7	-	-7	-

Figura 265 – Confronto livelli acustici per tutti gli scenari simulati- tabella riepilogativa

3.6. CONCLUSIONI RELATIVE ALLA COMPONENTE ACUSTICA

Occorre segnalare che il progetto/piano di riqualificazione del Porto di Marsala, contestualmente al rilancio delle attività commerciali e turistiche del bacino, prevede anche una più organica rifunzionalizzazione dell'intero bacino portuale e delle attività operative, con significativi riflessi positivi anche riguardo la risoluzione e mitigazione delle principali criticità di inquinamento acustico che, come evidenziato, sono essenzialmente costituite dal traffico veicolare.

In particolare le nuove soluzioni di configurazione portuale adottate consentono, rispetto allo stato attuale, di ridurre drasticamente l'attraversamento di mezzi pesanti dal traffico veicolare cittadino adiacente al centro storico. Ciò viene garantito dal riposizionamento delle attività merci e peschereccia dall'attuale ubicazione su Molo Colombo (che impone il convogliamento dei mezzi pesanti verso la Piazza Piemonte e Lombardo e quindi in direzione del centro storico) verso la nuova ubicazione sul Molo di Levante, dunque in aree a minore densità urbana e prevalentemente orientate ad attività industriali. Ciò consente inoltre di indirizzare tale traffico direttamente verso le principali direzioni di viabilità extraurbana (Trapani / Palermo e Mazara).

In tal senso, un ulteriore miglioramento degno di rilievo è legato al percorso movimentazione delle gru portuali, dall'attuale area di attracco navi merci alla relativa area di stoccaggio merci. Attualmente le gru portuali, infatti, sono costrette a percorrere l'intero Molo Colombo ed immettersi nella viabilità urbana in corrispondenza del centro cittadino per raggiungere l'area di stoccaggio merci, attualmente posta presso la

banchina curvilinea. Nella nuova soluzione di Piano, invece, le gru portuali non dovranno più immettersi nella viabilità urbana, in quanto l'area di attracco commerciale e l'area di stoccaggio merci saranno adiacenti e direttamente collegate da una viabilità portuale interna e separata, ubicata sul Molo di Levante.

In questo modo le gru portuali ed i mezzi di movimentazione merci potranno raggiungere le aree di stoccaggio e le banchine commerciali senza doversi in alcun modo immettere, così come avviene nella situazione attuale, nella viabilità cittadina. Inoltre, tutti gli studi sono stati eseguiti considerando il Marina nella condizione di massimo affollamento Maggio-Settembre, di conseguenza gli scenari analizzati risultano rispetto all'anno medio più gravosi in quanto si è esaminato il periodo di massimo affollamento.

Si conclude che dal punto di vista acustico il porto di Marsala e le sue attività non produrranno significativi incrementi dei livelli acustici e non esporranno la popolazione ad un maggiore inquinamento acustico e comunque i dati ottenuti sono tali da non essere pregiudizievoli della salute della popolazione direttamente investita dalla costruzione del porto.

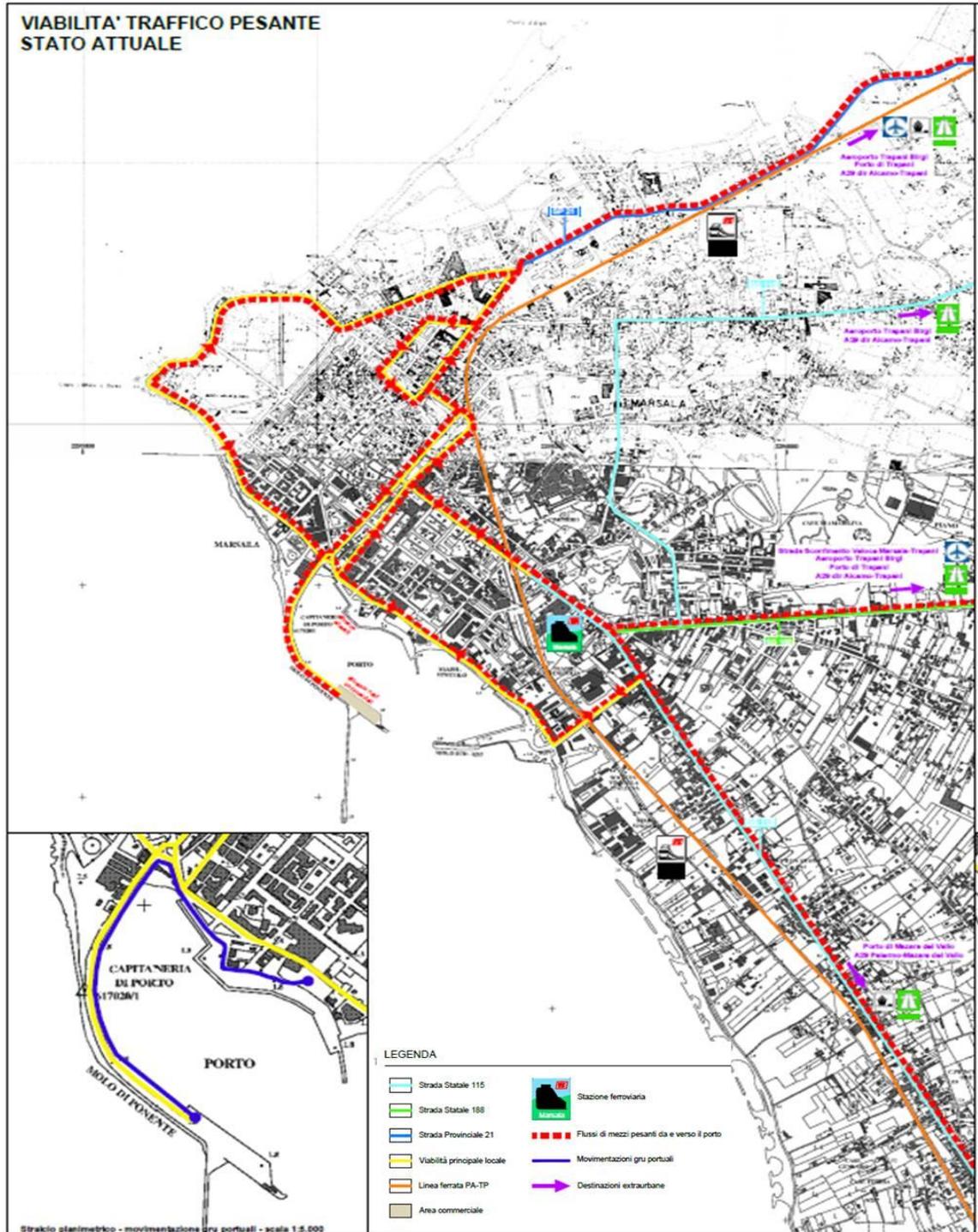


Figura 266 – Viabilità traffico pesante – stato attuale

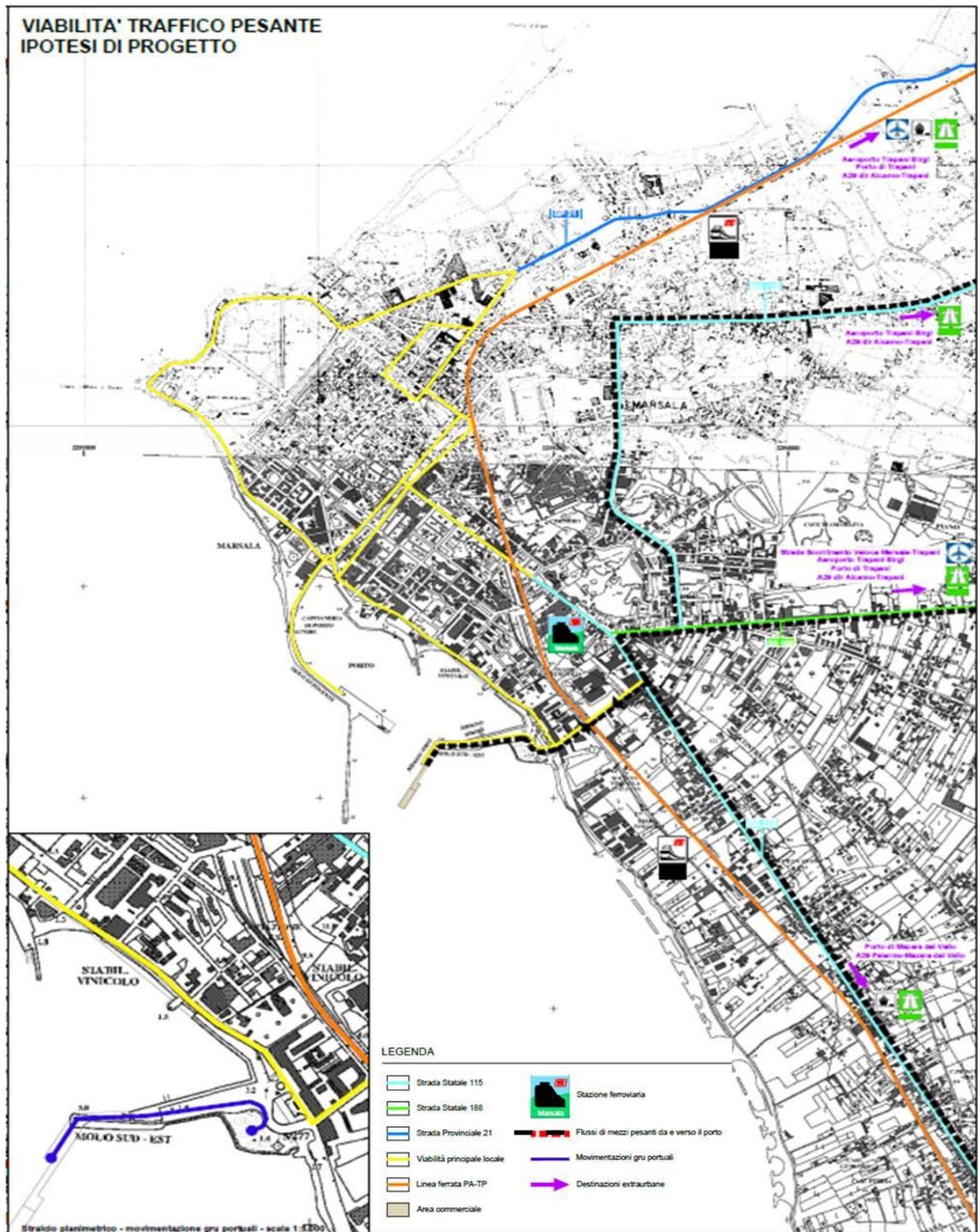


Figura 267 – Viabilità traffico pesante – ipotesi di progetto

4. AMBIENTE IDRICO – ACQUE MARINO COSTIERE

4.1. LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE MARINO COSTIERE E DI CONSEGUENZA SULL'ECOSISTEMA MARINO DERIVANTI DAL MAGGIOR TRAFFICO IN TRANSITO NELL'AREA VIENE STIMATO TRASCURABILE. SI RITENGONO A TAL PROPOSITO NECESSARI APPROFONDIMENTI IN RELAZIONE ANCHE AGLI IMPATTI SULLE ATTIVITÀ DI ALLEVAMENTO ITTICO E DI MITILICOLTURA, PER UN ADEGUATO INTORNO LUNGO LE ROTTE DI TRANSITO. QUALORA NON SIANO DISPONIBILI ADEGUATE INFORMAZIONI, SI RITIENE DEBBA VALERE UN APPROCCIO VALUTATIVO PIÙ CAUTELATIVO IN APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI PRECAUZIONE.

4.1.1. PREMESSA

Sulla base delle integrazioni richieste si sono acquisite nuove informazioni riguardanti gli allevamenti ittici e di miticoltura in zona per verificare gli eventuali impatti delle rotte dei natanti in transito su tali allevamenti.

4.1.2. MARICOLTURA

Preliminarmente si è fatto riferimento alle “LINEE GUIDA PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTI DI MARICOLTURA IN SICILIA” redatto dall’Assessorato Territorio ed Ambiente Dipartimento Regionale Territorio e Ambiente nel Novembre 2008. Dalla lettura dello studio emerge che l’attività di acquacoltura della Sicilia costituisce una tra le più importanti realtà produttive a livello nazionale, per numero di impianti e l’aumentata capacità produttiva, soprattutto per quanto riguarda l’allevamento ittico in mare aperto.

L’acquacoltura in Sicilia si può considerare costituita principalmente da due diverse tipologie di impianti: impianti di medio-grandi dimensioni, economicamente consolidati, con notevoli quantità di prodotto allevato e immesso sul mercato; impianti di piccole dimensioni, con ridotti investimenti, con limitate produzioni e spesso in difficoltà economiche.

Tale attività interessa soprattutto specie quali spigola (*Dicentrarchus labrax*) ed orata (*Sparus aurata*), ma anche sarago pizzuto (*Diplodus puntazzo*), dentice (*Dentex dentex*), ricciola (*Seriola dumerili*), sarago maggiore (*Diplodus sargus*). Vi sono,

inoltre, impianti di allevamento di tonno rosso (*Thunnus thynnus*). Nelle province di Palermo, Messina e Siracusa troviamo impianti di mitilicoltura.

Negli ultimi tempi, risulta interessante lo sviluppo di attività, sperimentali di allevamenti, che coinvolgono nuove specie, quali il polpo (*Octopus vulgaris*), il riccio (*Paracentrotus lividus*), il gambero (*Penaeus spp.*), qualcuna anche a scopo di ripopolamento. Altre specie, quali la trota (*autoctona Salmo cettii*, *Oncorhynchus mykiss*), il gambero (*Cherax spp.*), sono oggetto di sperimentazione da parte del Centro Pilota Regionale sull'Acquacoltura dell'Assessorato Agricoltura e Foreste in collaborazione con aziende locali.

Si riportano, nelle tabelle seguenti, i dati degli impianti di acquacoltura, suddivise per Provincia e Capitaneria di porto di appartenenza, concernenti allevamenti di spigole, orate, tonni, ricciola, saraghi, mitili e ricci; in tabella si riporta lo stato dell'impianto (Attivo, Non attivo).

Trapani	Mazara del Vallo	Mazara del Vallo	8.250	spigola, orata	10	Attivo*
	Trapani	Petrosino/Marsala	700.000	Spigola, orata, sarago, simili	6	**
	Trapani	Castellammare del Golfo	33.000	Riccio		**
	Trapani	Marsala	654.495 (a terra)	Molluschi, pesci, crostacei	Estensivo e Semi-Intensivo	Attivo

Fonte: Demanio Marittimo, Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente. (*In corso di rinnovo; **Istruttoria in corso)

Figura 268 – Impianti di acquacoltura (2008)

Provincia	Capitaneria di porto	Comune	Superficie mq	Numero gabbie	Stato
Trapani	Trapani	Castellammare	122.500	6	Attivo
Messina	Milazzo	S. Pier Niceto	480.000	10	Attivo

Fonte: Demanio Marittimo, Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente.

Figura 269 – Impianti di allevamento del tonno (2008)

Per quanto riguarda gli impianti di miticoltura si sono rilevati solo in provincia di Messina e Palermo.

L'obiettivo delle linee guida è quello di individuare le aree marine potenzialmente idonee all'attività di maricoltura, lungo la costa della Sicilia, in riferimento a quanto richiesto dal Programma Operativo Pesca 2007-2013. In particolare si sono identificate due diverse tipologie di aree per la localizzazione degli impianti, definite nel seguente modo:

- aree non idonee alla attività maricoltura;

- aree potenzialmente idonee alla attività maricoltura.

La costa siciliana è stata suddivisa in 12 diverse tavole descrittive, in scala 1:250.000, comprendenti tutta la costa isolana e le isole minori. I limiti di tali tavole sono stati stabiliti principalmente per esigenze grafiche e geografiche e non rispondono a criteri di coerenza ambientale ed amministrativa.

In particolare il Comune di Marsala è classificato nella Tavola 1 e nella Tavola 10. Di seguito si riporta una descrizione di ciascuna tavola.

Tavola 1 - Da Marsala a Capo San Vito e Isole Egadi

L'area compresa tra Marsala e Capo San Vito, incluso l'arcipelago delle Isole Egadi, **non è idonea alla maricoltura** poiché ricopre un'elevata rilevanza naturalistica, grande valenza paesaggistica e turistica. Vi è, infatti, la presenza di un ampio posidonieto, biocenosi del coralligeno, Siti Natura 2000 (SIC e ZPS), quali "Fondali dell'isola dello Stagnone di Marsala", "Arcipelago delle Egadi - Area Marina e Terrestre", "Fondali del Golfo di Custonaci", "M. San Giuliano" e "Capo S. Vito, M. Monaco, Zingaro, Faraglioni Scopello, M. Sparacio". Sono presenti, inoltre, la Riserva Naturale Orientata "Isole dello Stagnone di Marsala" e "Saline di Trapani e Paceco", la Riserva Naturale Marina "Isole Egadi". Vi è infine una numerosa presenza di siti archeologici sommersi e traffici marittimi.

Particolare attenzione viene mostrata nei confronti delle Saline di Trapani, Paceco e Marsala (comunque distanti dal sito di intervento), ambienti particolari, dove è possibile sviluppare un peculiare tipo di allevamento estensivo, che riveste un valore storico e culturale, ma che non sono oggetto di questa trattazione. In fase di salicoltura, questi ambienti sono degli ecosistemi classificabili come "ambienti estremi" con biocenosi povere e tutte fortemente salino e termico-tolleranti. In confronto ad altre aree marginali costiere soggette ad evaporazione, le saline presentano la peculiarità di essere dei sistemi piccoli, controllabili, dove è facile seguire la dinamica dei processi chimici e microbiologici. All'interno delle vasche di fredda delle saline è stata sempre praticata una acquacoltura di tipo estensiva mirata a specie eurialine come spigola, orata e anguilla. I limiti imposti dalla naturalità dell'area hanno impedito il sorgere di impianti ad elevato impatto ed oggi in tutto il comprensorio esistono piccole realtà di acquicoltura che utilizzano esclusivamente metodi colturali di tipo sostenibile. Recenti indagini mirate all'approfondimento delle conoscenze sulla capacità portante di questi ambienti hanno evidenziato la possibilità di utilizzare sistemi di policoltura che potrebbero ottimizzare ulteriormente le rese produttive.

Tavola 10 - Da Sciacca a Marsala

L'area in corrispondenza di Sciacca è interdetta per la presenza del posidonieto, del SIC prospiciente "Fondali di Capo San Marco - Sciacca" e del porto. Proseguendo da Capo San Marco a Porto Palo di Menfi la maricoltura è possibile con prescrizioni, mantenendosi ad una distanza di rispetto dal Sito Natura 2000 "Fondali di Capo San Marco - Sciacca" e dalla posidonia. Da Porto Palo di Menfi **a Marsala l'area, tranne qualche zona, non è idonea per la maricoltura** per la presenza dei Siti "Sistema Dunale Capo Granitola, Porto Palo e Foce del Belice", "Paludi di Capo Feto e Margi Spano", per la presenza di un vasto posidonieto e di biocenosi rilevanti quale il Coralligeno. L'area è inoltre caratterizzata da un'elevata rilevanza turistica e paesaggistica (Sito archeologico di Selinunte). Si rileva la presenza di siti archeologici sommersi, depuratori in esercizio e un elevato diportismo nautico. La zona antistante Mazara del Vallo e Capo Feto è inoltre caratterizzata da aree di ancoraggio, cavi sottomarini, gasdotti, dal porto di Mazara del Vallo, dall'omonimo insediamento urbano e dell'area a forte vocazione turistica di Tonnarella.

Estrapolando dei dati del 2010 dello studio "*Pesca in Sicilia – 2010 redatto dalla Direzione generale Politiche interne Politiche strutturali e di coesione - Unità tematica B*" si può leggere che "*L'acquacoltura siciliana è stata avviata alla fine degli anni '70 a Marsala (Trapani), dove sono state introdotte le tecnologie di incubazione per la produzione di spigole e orate.*

Questa zona vanta una lunga tradizione di piscicoltura. Le saline di Trapani, infatti, vengono usate da secoli per l'allevamento di specie ittiche marine, sia nei canali che defluiscono in mare, sia nelle cosiddette "fridde", vasche con acqua a bassa temperatura utilizzate nelle fasi iniziali della produzione del sale. Le "fridde" si estendono per circa 1 400 ettari lungo la costa occidentale della Sicilia, fra Trapani e Marsala. Tali ambienti artificiali rivestono un grande interesse da un punto di vista ecologico, culturale ed etno-antropologico e sono protetti da due riserve naturali regionali. Oltre alla produzione del sale, queste vasche di prima entrata, dove la salinità raggiunge il valore massimo di 60‰, vengono usate oggi per l'allevamento estensivo di spigole e orate. La

resa di 350 ettari di vasche è molto bassa (da 50 a 90 q), ma ha un valore economico molto elevato. Dopo la fase preliminare sperimentale negli anni '80 e '90 sono stati avviati tre impianti di allevamento sulla costa, dotati di incubatoi. Dopo la crisi dei prezzi, tutti questi impianti acquicoli sono stati chiusi e l'acquacoltura costiera nella provincia di Trapani è praticamente scomparsa.

Attualmente, in Sicilia (dati del 2010) operano due allevamenti ittici sulla costa, con una produzione annua di 600/650 tonnellate:

- un impianto di piscicoltura realizzato nelle vasche di una salina in disuso nei pressi dello Stagnone (Marsala). Quest'allevamento effettua una produzione intensiva e semi-intensiva di spigole, orate e altre specie alieutiche, che vengono vendute direttamente presso l'allevamento o al locale mercato della ristorazione;
- un allevamento ittico nella provincia di Siracusa. Quest'impianto appartiene al più grande allevamento piscicolo della Sicilia e dispone di un incubatoio e di gabbie galleggianti”.

Dopo la crisi dell'allevamento sulla terraferma nella provincia di Trapani, l'asse dell'acquacoltura in Sicilia si è spostato verso gli allevamenti in mare aperto e verso la parte occidentale dell'isola. Nel 2008 in Sicilia operavano dodici allevamenti acquicoli, con diversi tipi di gabbie galleggianti. Alcuni allevamenti, situati in zone riparate, utilizzano il sistema di gabbie galleggianti più semplice, costituito da recinti retati ancorati a collari galleggianti in materiale plastico; altri allevamenti, ubicati in zone più esposte, sono dotati di gabbie flottanti semisommersibili e sommersibili o delle più complesse e costose gabbie rigide sommersibili, come Farmocean”.

Provincia	Comune	Superficie m ²	Specie	N. di gabbie
Agrigento	Lampedusa	7 225	spigola, orata	4
	Licata	11 206	spigola, orata	9
	Licata	21 000	spigola, orata, sarago pizzuto, pagro	17
Siracusa	Pachino	249 18	spigola, orata, bocca d'oro, sarago pizzuto	12
	Augusta	250 000	spigola, orata	10
Messina	Messina	12 000	spigola, orata	6
	Gioiosa Marea	20 000	spigola, orata	6
	Lipari	3 000	spigola, orata, sarago pizzuto	7
	Venetico	10 000	spigola, orata, sarago pizzuto	6
	Patti	20 000	spigola, orata, sarago pizzuto	10
	Villafranca TIRR.	150 000	spigola, orata, sarago pizzuto	8
Palermo	Trappeto	1 500 000	spigola, orata, sarago pizzuto, pagro	14

Figura 270 – Impianti acquicoli con gabbie galleggianti in Sicilia nel 2008

Il settore dell'acquacoltura in Sicilia ha potenzialità inesprese e soffre per un mercato che, pur non manifestando riduzioni dal lato della domanda, offre scarsi margini di crescita economica.

Di fatto, limitatamente ad una domanda locale di prodotti di allevamento potenzialmente crescente (vista la riduzione dello sforzo di pesca), l'offerta dei produttori siciliani di specie euraline, sostanzialmente rimane stagnante; di più, l'offerta interna non copre neanche il fabbisogno attuale, che è in parte soddisfatto dalla crescente presenza di prodotti di importazione (prevalentemente provenienti da Grecia e Turchia) che, seppure non possono garantire prodotti altrettanto freschi, hanno prezzi più competitivi anche per effetto della scala di produzione.

Da una valutazione del settore dell'allevamento di pesci marini in gabbie galleggianti risulta che nel 2013, in Sicilia, sono in produzione soltanto 5 Aziende.

Di queste cinque aziende:

- una gestisce anche un impianto in vasche di cemento a terra e un'avannotteria;
- una altra dispone di un'avannotteria e due impianti di ingrasso in gabbie galleggianti;
- le restanti tre aziende sono dedite esclusivamente all'ingrasso di pesci in gabbie galleggianti.

Nel 2013, le cinque aziende attive hanno prodotto circa 1.800-2.000 t di spigole ed orate, che ammontano a poco meno del 10% della produzione nazionale.

A conferma dell'elevata professionalità e delle competenze tecnologiche acquisite nel corso degli anni, le due avannotterie operanti in Sicilia, hanno incrementato la loro produzione, fino a circa 35 milioni di capi prodotti nella campagna 2013/2014, che rappresentano circa il 35% della produzione nazionale di avannotti di spigole ed orate.

Tra gli impianti di allevamento di pesci marini siciliani vanno annoverati gli allevamenti in estensivo nelle vasche di primo ingresso dell'acqua di mare, le "vasche fredde", delle saline di Trapani e Marsala. Questa produzione è molto piccola e, complessivamente, si attesta intorno a valori di 0,8 – 1,2 t/anno. Nelle "fredde", dove la salinità non supera il 60/70 ‰, vengono allevate specie ittiche eurialine, orate, spigole, mugilidi, anguille. Il novellame di queste specie entra nelle "vasche fredde" per rimonta naturale, attratto dall'elevato livello trofico. Sistemi di chiuse regolate dai salinari, impediscono la fuoruscita dei pesci, che si accrescono nelle vasche fredde senza apporto di alimentazione artificiale, raggiungendo la taglia commerciale in due/tre anni. Questa tipologia di allevamento estensiva, che si basa esclusivamente sull'apporto trofico presente nelle "vasche fredde", non garantisce rese significative, ma consente di

offrire un prodotto di qualità elevata, che viene catturato con l'approssimarsi delle festività natalizie e commercializzato localmente, direttamente dagli allevatori, a prezzi molto elevati.

Sulla base delle considerazioni effettuate in precedenza e dalle notizie reperite sui luoghi ad oggi non risulta attivo per il comprensorio di Marsala alcun allevamento a largo di maricoltura.

4.1.3. MITICOLTURA

Dalle informazioni acquisite sui luoghi si è potuto rilevare un piccolo allevamento di miticoltura localizzato nello Stagnone di Marsala, confinati in una vasca, ovviamente ben distante dal sito oggetto di intervento e protetto da qualsiasi rotta di navigazione dei natanti. Per meglio capire queste informazioni si ritiene opportuno riportare alcune informazioni reperite sui luoghi.

Le aree umide costiere, in cui è possibile includere anche lo Stagnone di Marsala TP, sono ambienti definiti come “ambienti di transizione” che occupano una piccola fascia all'interno delle aree litorali. Questi ambienti rappresentano un luogo ideale per la riproduzione oppure per lo svezzamento della prole di molte specie ittiche, inoltre, rappresentano un luogo ideale per molti uccelli migratori (fenicotteri, spatole, cavalieri d'Italia, avocette, garzette, anatidi ecc..) per effettuare delle soste lungo il loro cammino.

Lo Stagnone di Marsala è una tra le lagune marine costiere del bacino Mediterraneo con caratteristiche particolari dovute a diversi fattori quali: la sua posizione rispetto al mare aperto, dalle basse profondità, dall'elevata evaporazione estiva ed inoltre anche le isolette (Isola Grande, Santa Maria, S. Pantaleo, Scuola e Mothia) presenti al suo interno incidono sul ricambio idrico.

Lo Stagnone di Marsala si inserisce tra le R.N.O. (Riserve Naturali Orientate) in cui l'aspetto protezionistico prevede oltre la salvaguardia delle flora e fauna anche una serie di interventi di recupero in quei casi dove si ha una sofferenza ambientale ed ecologica in seguito ad attività antropiche.

Lo Stagnone di Marsala è un braccio di mare semichiuso che si estende per circa 21 kmq lungo la costa della Sicilia occidentale. L'intera area è caratterizzata come accennato sopra da basse profondità con un fondale di natura sabbioso-fangosa ricco di detriti. Dal punto di vista geomorfologico possiamo dividere lo Stagnone in due sottobacini quello settentrionale e quello meridionale. Il regime idrico è strettamente condizionato dalle sue due bocche che lo collegano con il mare antistante: la bocca nord

nei pressi di S. Teodoro e la bocca sud che si estende tra Punta d'Alga e Punta Stagnone.

La temperatura e la salinità dello Stagnone di Marsala sono tipici di ambienti costieri di bassofondo ad elevata salinità (iperalini) i valori di Ph invece sono leggermente superiori a quelli del mare aperto con valori medi annuali di 8,5/9 unità. Infatti a differenza di altre aree lagunari lo Stagnone risulta essere fortemente influenzato dal mare con valori di produttività primaria paragonabili a quelli del mare aperto ovvero condizioni di oligotrofia, infatti la colonna d'acqua seppur lagunare presenta un'elevata trasparenza specialmente nei periodi di calma. La vegetazione sommersa è rappresentata essenzialmente da rizofite data anche la natura sabbioso-fangosa dei substrati, le specie più frequenti sono *P. oceanica* soprattutto nella parte esterna mentre nelle zone più interne dove il substrato presenta una granulometria sempre più fine si assiste ad un massiccia presenza di *Cymodocea nodosa* associata a *Caulerpa prolifera*. Molto scarsi sono i popolamenti ad *aptofite* vista la quasi assenza di substrati duri, mentre frequenti sono i popolamenti a pleurostofite tipiche delle aree lagunari subtropicali come la *Valonia aegagropila*, *Rytidhaea tintoria* ecc...

Il popolamento ittico è rappresentato sia da specie che vivono perennemente in laguna sia da specie migratrici che utilizzano la laguna solo in determinati periodi dell'anno o come area di nursery.

Considerando la complessità strutturale e le diversità biologiche possiamo suddividere lo Stagnone in tre aree nelle quali dominano diverse specie ittiche: nelle zone di bocca sono presenti *Mugilidi*, *Gobidi* e *Cyprinodontidi* come il piccolo *Aphanius fasciatus*, nelle zone medie a complessità medioalta sono presenti *Gobidi*, *Aterinidi* e *Blennidi*, infine nelle zone più interne e centrali della laguna possiamo trovare diversi esemplari di *Signatidi* quali: *Syngnathus abaster* e *Syngnathus typhle*.

Inoltre le saline dello Stagnone di Marsala, insieme a quelle di Trapani e Paceco sono le uniche zone della Sicilia dove si pratica la salicoltura. Infatti nella laguna è consentito esercitare la salicoltura e le attività di acquicoltura esclusivamente di tipo estensivo nelle vasche di "fredda" delle saline secondo un modello di produzione mista salepesce. Il D. Lgs 152/99 identifica come significative, tra le acque di transizione, le acque delle lagune, dei laghi salmastri e degli stagni costieri. Sul territorio siciliano sono stati individuati 12 corpi idrici di transizione. Per ciascun corpo idrico di transizione, in accordo con quanto previsto dal Il D. Lgs 152/99, è stata identificata una procedura in base al quale viene attribuito lo stato di qualità ambientale. Fra questi vi è lo Stagnone di Marsala.



Figura 271 – Impianti di miticoltura nello Stagnone

Comunque la molluschicoltura siciliana è rappresentata da due impianti operanti nella Provincia di Siracusa e due impianti nella Provincia di Messina, dediti quasi esclusivamente alla stabulazione di mitili, quindi non propriamente ascrivibili tra gli impianti di allevamento. Tra i due poli produttivi, complessivamente, vengono prodotte annualmente 600/800 t di mitili, che rappresentano intorno allo 0,5% della produzione nazionale.

In generale si può dire che a Marsala non venga praticata una vera e propria miticoltura se non in senso occasionale.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Ufficio Circondariale Marittimo di Marsala

Servizio _____ - Sezione Tecnica

Indirizzo telegrafico: CIRCOMARE MARSALA

Prot. N. 219 DEL 15/04/2015

91025 – Marsala (TP)
p.d.c.: Primo Maresciallo NP TOUCRO Salvatore
☎ e 📠 0923/951030 - 951184
✉ marsala@guardiacostiera.it

Alla **M.Y.R.**
Marsala Yachting Resort S.r.l.
Via Favara n°452/C-bis
91025 – Marsala (TP) –

ARGOMENTO: Richiesta dati – Attività di allevamento ittico e/o miticoltura in mare.

Riferimento nota datata 12.01.2015.

1. In esito a quanto richiesto con la nota cui si fa riferimento, si rappresenta che nel tratto di mare di giurisdizione dello scrivente Ufficio non sono presenti allevamenti ittici e/o di miticoltura.

IL COMANDANTE
T.V. (CP) ~~Raffaele~~ **GIARDINA**



Figura 272 – Risposta della Capitaneria di porto di Marsala

4.1.4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Come si ha avuto modo di vedere ad oggi non esistono impianti di maricoltura nella zona di Marsala anche in considerazione della non adattabilità del territorio a tali interventi. Stessa cosa dicasi per quanto riguarda la sporadica miticoltura, presente solo nelle vasche confinate dello Stagnone e non influenzabili dalle rotte dei vari natanti.

5. VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

5.1. LA DOCUMENTAZIONE RISULTA CARENTE PER QUANTO CONCERNE LA STIMA DEI POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI ED ECONOMICI SUL SETTORE ITTICO

5.1.1. PREMESSA

Al fine di rispondere in modo esaustivo e compiuto alle richieste di cui sopra si ritiene opportuno riportare nuovi dato nonché anche alcuni stralci dello studio della *“Pesca in Sicilia – 2010 redatto dalla Direzione generale Politiche interne Politiche strutturali e di coesione - Unità tematica B”*, del *“Documento di approfondimento sugli impatti con le attività di pesca Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale - Istanza di Permesso di Ricerca di Idrocarburi in mare “d 359 C.R.-TU”* redatto dalla TRANSUNION PETROLEUM Italia S.r.l. e del *“Rapporto annuale sulla pesca e sull’acquacoltura in Sicilia 2013”* redatto dall'Osservatorio della Pesca del Mediterraneo.

5.1.2. ALCUNI DATI SULLA PESCA IN SICILIA – ANNI 2008/2010

Dai dati estrapolabili al 2010 si ricava che: *la flotta peschereccia siciliana contava 3323 imbarcazioni e rappresentava e rappresenta ancor oggi di gran lunga la flotta regionale più grande d’Italia, sia in termini di numero di pescherecci (24,4% della flotta nazionale), sia di capacità totale (33,1% della stazza lorda e 25,2% della forza motrice).*

- *Gran parte delle imbarcazioni utilizza palangari fissi, reti a circuizione e reti a strascico a divergenti.*
- *Solo il 16% dei pescherecci è considerato specializzato (ossia non dichiara alcun attrezzo sussidiario). Questa categoria rappresenta il 55% della stazza lorda della flotta siciliana e include prevalentemente imbarcazioni con reti a strascico a divergenti e reti da posta fisse.*
- *Il restante 84% dichiara diversi tipi di attrezzi. Le combinazioni più frequenti sono palangari fissi (attrezzo principale) – reti da posta fisse (39%) e reti a circuizione (attrezzo principale) – e palangari fissi (22%).*
- *La flotta siciliana è caratterizzata da una forte dipendenza sociale ed economica dalla pesca artigianale. Le piccole imbarcazioni (inferiori a 12 m di lunghezza) rappresentano due terzi del numero totale di pescherecci, hanno un basso livello di specializzazione e utilizzano comunemente attrezzi fissi.*

- *La Sicilia è un'importante zona strascicabile. I pescherecci con reti a strascico sono stanziati per lo più a Mazara del Vallo, principale porto peschereccio della Sicilia, nonché il più importante punto di sbarco in Italia.*

La stazza media di un'imbarcazione in Sicilia è pari a 19,3 tonnellate, rispetto alla media nazionale di 14,2 tonnellate. Su questo dato medio incide fortemente la stazza elevata dei pescherecci a strascico, molto più alta rispetto alla media nazionale per lo stesso settore.

- *In media, un'imbarcazione siciliana ha una forza motrice di 86,6 kW, leggermente*
- *superiore all'equivalente nazionale (83,8 kW).*
- *Con un'età media di 32 anni la flotta siciliana è relativamente vetusta (la flotta italiana ha in media 30 anni).*
- *La vasta maggioranza delle imbarcazioni è costruita in legno (90%). I pescherecci con scafo in metallo rappresentano il 5% del totale, ma il 43% della capacità.*

Nel contesto dell'economia regionale siciliana, la pesca e l'acquacoltura rappresentano lo 0,58% dell'economia globale, rispetto allo 0,17% delle altre regioni italiane che rientrano nell'obiettivo "Convergenza" dell'UE (Basilicata, Calabria, Campania e Puglia) e allo 0,08% delle regioni italiane non incluse in tale obiettivo.

Per quanto concerne l'occupazione nel settore della pesca, la Sicilia è la regione italiana che offre il numero più alto di posti di lavoro (26% di tutti i marittimi e il 18% degli addetti nel settore della pesca). L'industria della pesca occupa 18135 persone, il 58% delle quali lavora direttamente nel settore della pesca, l'8% nella trasformazione, l'1% nella piscicoltura e il 33% in attività connesse, quali vendite, servizi portuali e altro.

Nel 2008 sono state registrate in Sicilia 43 301 tonnellate di catture, tra cui un numero elevato di specie ittiche (69% sul totale), molluschi (10%) e crostacei (21%).

La pesca a strascico predomina con il 43,7% sul totale delle catture, seguita dalle reti a circuizione (26,7%) e dalla pesca artigianale (14,4%). Ciononostante, in termini di valore delle catture, gli sbarchi della pesca artigianale rappresentano il 19,4% del valore totale, vale a dire più di tutti gli altri metodi di pesca eccetto le reti a strascico.

Lo sforzo di pesca nelle acque siciliane è aumentato considerevolmente alla fine degli anni '80, da quando non sono più state rilasciate nuove licenze. Pertanto, le catture nello Stretto di Sicilia per ora di pesca con rete a strascico sono diminuite del 30% fino al 50% tra l'inizio degli anni '70 e la fine degli anni '90. Un altro segnale dell'eccessivo

sfruttamento della pesca è rappresentato dall'evoluzione dei rigetti delle catture nel corso degli anni '90. Mentre nella metà degli anni '80 i rigetti erano pari al 60-70% delle catture della flotta di Mazara del Vallo, intorno alla metà degli anni '90 sono scesi al 50% e successivamente al 20% nel 2000.

Le risorse ittiche nella Sicilia sudorientale beneficiano dell'estesa zona di pesca esclusiva maltese, nella quale la pesca a strascico è limitata e prevalentemente finalizzata alla cattura di gamberi viola. Nella Sicilia sudoccidentale, lo sforzo di pesca si è ridotto nell'ultimo decennio, a causa di cambiamenti strutturali e dello spostamento dei pescherecci con reti a strascico di Mazara verso zone di pesca più lontane.

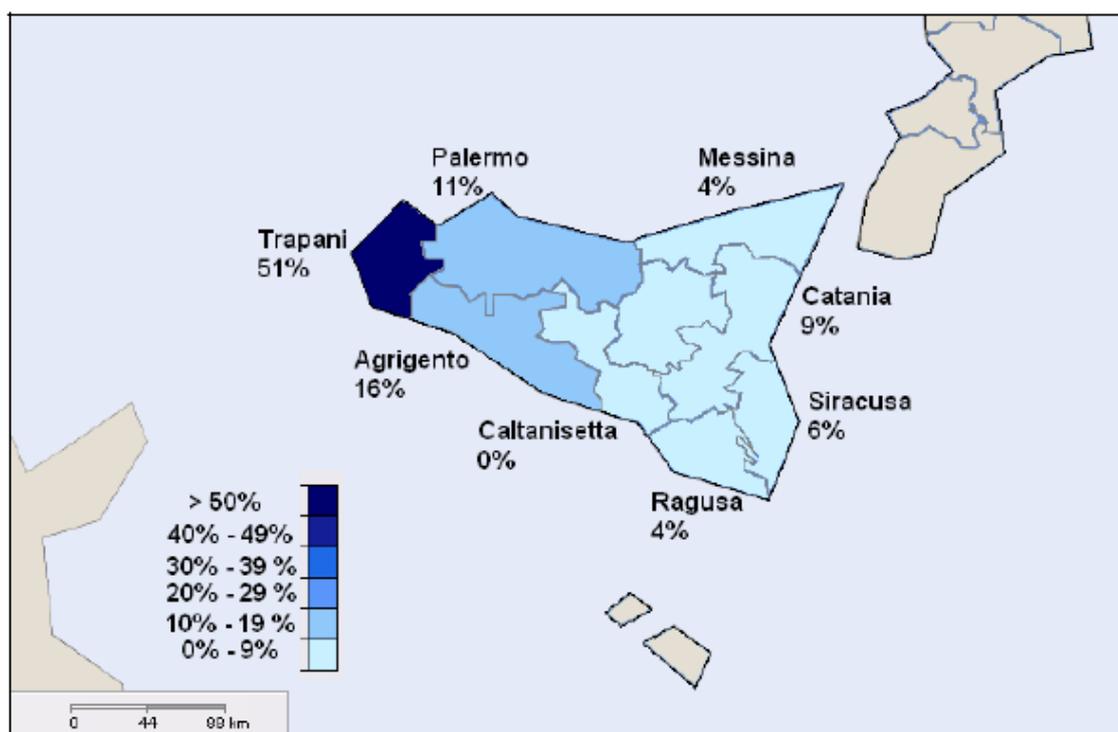


Figura 273 – Capacità della flotta nelle province siciliane (% della stazza lorda totale) – Fonte dei dati (Registro della flotta peschereccia dell'UE)

Per quanto concerne i metodi di pesca, la flotta siciliana è caratterizzata da una forte dipendenza economica e sociale dalla pesca artigianale. Ad eccezione di alcune zone specifiche come Mazara del Vallo, le imbarcazioni artigianali costituiscono il segmento più importante in Sicilia. Nel 2010, le barche con una lunghezza inferiore a 12 m rappresentano il 67% dei pescherecci (proporzione rimasta pressoché invariata dall'inizio degli anni '90), ma equivalgono soltanto al 6% della stazza lorda e al 16% della forza motrice della flotta siciliana. La pesca artigianale ha per lo più un basso livello di specializzazione e utilizza attrezzi fissi (reti da posta fisse e palangari) su fondali non strascicabili. In questo modo è possibile pescare specie a elevato valore commerciale su fondali rocciosi, proteggendo nel contempo l'attrezzatura dai danni

causati dai pescherecci con reti a strascico. Le zone di pesca sono situate sulla piattaforma continentale, generalmente fino a 100 m di profondità, ed entro le 6 miglia nautiche dalla costa.

I porti pescherecci registrati in Sicilia al 2010 sono 48. A livello regionale, la Sicilia possiede il 17% dei porti italiani, con un numero di barche più elevato (e di dimensioni più grandi) rispetto alla media del paese. Nella parte occidentale dell'isola si concentra la capacità maggiore della flotta peschereccia (78% della stazza lorda), precisamente nelle provincie di Trapani, Agrigento e Palermo.

Provincia	Porto	Imbarcazioni		Stazza		Forza motrice	
		N.	%	SL	%	kW	%
Trapani	MAZARA DEL VALLO	269	8%	27 687	43%	74 614	26%
Agrigento	SCIACCA	139	4%	5 934	9%	22 490	8%
Palermo	PORTICELLO	266	8%	3 035	5%	18 681	6%
Siracusa	PORTOPALO DI CAPO PASSERO	129	4%	2 652	4%	15 182	5%
Catania	CATANIA	96	3%	2 407	4%	13 098	5%
Trapani	TRAPANI	142	4%	2 805	4%	12 315	4%
Agrigento	PORTO EMPEDOCLE	59	2%	1 867	3%	7 575	3%
Ragusa	SCOGLITTI	160	5%	1 584	2%	8 958	3%
Trapani	MARSALA	107	3%	1 482	2%	8 803	3%
Agrigento	LICATA	104	3%	1 335	2%	8 541	3%
Catania	RIPOSTO	63	2%	1 121	2%	7 817	3%

Figura 274 – Principali porti pescherecci della Sicilia

Il porto principale in termini di stazza è Mazara del Vallo, che è anche il porto di sbarco più importante d'Italia. Mazara del Vallo rappresenta circa la metà della stazza lorda dei porti siciliani (43%), seguita da Sciacca (9%). Il Porticello di Palermo, che ospita numerose imbarcazioni con una capacità individuale inferiore, è il terzo porto siciliano (5% della stazza). Anche a Portopalo di Capo Passero, Catania, Trapani e Porto Empedocle vi sono pescherecci con una capacità significativa, e numerose imbarcazioni sono registrate a Scoglitti, Marsala e Licata.

A livello generale si nota un incremento di numero di imbarcazioni totale impiegate nell'attività di pesca spostandosi da sud-est verso nord-ovest lungo la fascia costiera compresa tra Marsala e Sciacca, area in cui le caratteristiche del territorio hanno storicamente favorito l'insediamento di porti sicuri, l'impianto di biocenosi diversificate ed altamente produttive e, nella porzione più esterna della piattaforma continentale, lo sfruttamento di estese porzioni di fondali strascicabili. La maggior parte delle flotte sono concentrate a Mazara del Vallo, con un alto numero di pescherecci a strascico (182). I porti ubicati lungo il tratto di costa compreso tra Porto Empedocle e

Scoglitti, ospitano un numero sensibilmente inferiore di imbarcazioni, per la maggior parte si tratta di piccole barche dedite alla pesca artigianale e di piccoli strascichi costieri concentrati.

Nel mercato siciliano del pesce e dei frutti di mare operano numerose imprese attive nel settore della produzione e distribuzione, comprese le società di pesca, gli impianti di trasformazione, i distributori e i grossisti. Tale frammentazione costringe le imprese a formare dei gruppi (distretti di pesca) al fine di garantire economie di scala e una maggiore forza sui mercati mondiali, creando così un'immagine e un marchio forti, immediatamente riconoscibili dai consumatori. Recentemente si è assistito a un significativo spostamento nel mercato verso prodotti ittici "ad alto valore aggiunto", pronti al consumo o venduti come specialità gastronomiche.

Inoltre, in futuro si prevede un forte aumento dei prodotti ittici lavorati, come filetti e tranci, in un mercato tradizionalmente dominato dal consumo di pesce intero.

Si registra altresì un aumento del consumo globale di prodotti ittici per effetto della recente tendenza ad adottare un'alimentazione più sana, con una crescente domanda di una gamma di prodotti (piatti pronti o parzialmente precotti e insalate di pesce confezionate) che soddisfano le nuove tendenze dello stile di vita.

In Italia, il consumo nazionale di prodotti alieutici ha raggiunto le 455600 tonnellate nel 2006 (il consumo medio annuale è di 20,9 kg per famiglia), la cui percentuale massima regionale è concentrata nell'Italia meridionale (37,5%), con un consumo medio annuo di 26,3 kg per famiglia. L'Italia meridionale è caratterizzata da un elevato consumo di prodotti freschi e decongelati non lavorati (58,7% sul totale dei prodotti ittici della regione, il dato più elevato fra le regioni italiane) e da un ridotto consumo di prodotti conservati e semi-conservati (16,1%, la percentuale più bassa in Italia).

Ciononostante, in termini di trasformazione, l'attività di conservazione è prevalentemente concentrata nell'Italia meridionale. Malgrado un calo dell'attività del 10%, la Sicilia possiede il numero più elevato di aziende che operano in questo settore (32%) e di posti di lavoro (27%). Tuttavia, le aziende in Sicilia sono più piccole delle loro omologhe in altre regioni (14 dipendenti in media).

La Sicilia è una delle poche regioni in Italia in cui il settore della pesca ha un saldo della bilancia commerciale attivo, con un grande potenziale non ancora totalmente sfruttato. A titolo di raffronto, il disavanzo commerciale complessivo del settore in Italia è aumentato dal 1995, raggiungendo i 3 124 milioni di euro nel 2006.

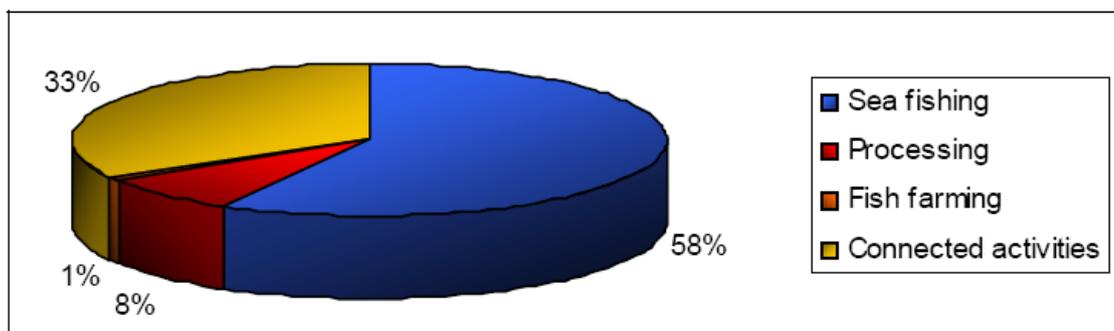


Figura 275 – Occupazione nei settori della pesca e dell’acquacoltura in Sicilia

5.1.3. ULTIMI DATI SULLA PESCA IN SICILIA – ANNO 2013

Dalla lettura dei dati del 2013 purtroppo emerge un dato poco confortante. Infatti, *la pesca e l’acquacoltura siciliana hanno visto nel corso dell’anno 2013 un profondo peggioramento della loro situazione. D’altro canto nel corso dell’anno 2013 il quadro economico regionale è stato caratterizzato dall’acuirsi della recessione, che ha evidenziato tutti i limiti e la debolezza del sistema siciliano, penalizzando in maniera pesante le attività economiche primarie come la pesca e l’agricoltura. I principali indicatori congiunturali sono risultati fortemente negativi, allontanando al 2014 i primi possibili segnali di ripresa. Il cedimento della domanda aggregata risulta decisamente più marcato rispetto alla media nazionale soprattutto nei consumi delle famiglie, che costituiscono la componente di maggior rilievo dell’economia regionale.*

Anche l’andamento degli investimenti registra una nuova e più evidente frenata rispetto alle precedenti previsioni, sintomo della debolezza strutturale della base produttiva e della minore fiducia da parte degli operatori sulle prospettive di soluzione della crisi in atto. Alcuni di questi dati sono particolarmente pesanti: il PIL è variato rispetto al 2012 del -3,8% (e già nel 2012 era diminuito del 2,7%), le importazioni del -12,4%, le esportazioni del -19,8%, i consumi delle famiglie del -3,2%, i consumi ittici del -1,5%. Sono stati particolarmente penalizzati i consumi domestici dei prodotti ittici con una netta flessione dei volumi acquistati (-3,4%) rispetto al 2012, e una ancor di più marcata riduzione della spesa sostenuta dalle famiglie per l’acquisto di prodotti ittici (-12,5%).

In particolare i prezzi al consumo dei prodotti ittici maggiormente reperibili sui banchi del fresco hanno evidenziato forti riduzioni rispetto al 2012.

Per quanto riguarda il settore della produzione ittica la rete di rilevazione ISMEA ha evidenziato per l’anno 2013 una flessione intorno al 5% rispetto al corrispondente periodo del 2012.

Anche il settore della lavorazione e trasformazione dei prodotti ittici ha visto nel 2013 un peggioramento sensibile rispetto all'anno precedente. Secondo i dati ISTAT elaborati da ISMEA, infatti, l'indice della produzione industriale (base 2010=100), corretto per gli effetti di calendario, della lavorazione e conservazione di pesce, crostacei e molluschi ha mostrato, nella media del periodo gennaio-agosto 2013, una flessione del 5,8% rispetto al corrispondente periodo del 2012, a fronte di una diminuzione più contenuta per l'intero settore delle industrie alimentari, delle bevande e del tabacco (-1,4%). Si conferma, quindi, la situazione di contrazione produttiva del settore della lavorazione e conservazione ittica nazionale, in un contesto di persistente crisi economica nazionale.

Un aspetto particolare della crisi della pesca e dell'acquacoltura siciliana riguarda l'occupazione nel settore. Nel corso dell'anno sono ulteriormente diminuiti gli occupati nel settore della pesca: in Sicilia nell'anno 2003 gli occupati erano ancora circa 18.000, di cui 10.535 occupati direttamente nella pesca marittima; alla fine del 2013 la cifra complessiva degli occupati risulta di circa 7.500 lavoratori.

Questo dato occupazionale è certamente ascrivibile alla grave crisi economica globale che investe il Paese, ma è anche una conseguenza delle politiche restrittive dell'Unione Europea che hanno privilegiato la salvaguardia delle risorse ittiche attraverso la riduzione dello sforzo di pesca e lo smantellamento del naviglio e non attraverso incentivi per ammodernare il settore con interventi specifici di risparmio energetico e di innovazione tecnologica. Questa politica si è rivelata deleteria per l'occupazione in una regione come quella siciliana dove ancora oggi la pesca e l'acquacoltura rappresentano lo 0,58% dell'economia globale.

Un ulteriore fattore di crisi del settore riguarda le controversie internazionali in materia di pesca nel Canale di Sicilia. La "primavera araba" e le nuove governance nei paesi frontalieri non hanno avviato effettivamente una reale politica di cooperazione internazionale all'insegna di un utilizzo condiviso, sostenibile ed ecocompatibile delle risorse ittiche del Canale di Sicilia.

Si rende oggi necessaria un'inversione di tendenza per la salvaguardia di questa importante attività economica: una politica comune europea che guardi alle regioni del sud e al Mediterraneo, una politica nazionale di cooperazione con i paesi del nord Africa e una politica regionale capace di utilizzare gli strumenti e i finanziamenti comunitari per una riforma strutturale del settore.

Analizzando i dati del "Community Fishing Fleet Register" dell'Unione Europea alla data del 31 Dicembre 2013 risultano operativi nei 48 porti pescherecci siciliani n. 2.892

battelli (erano 2.949 nel 2012 e 3.035 nel 2011), con una stazza lorda complessiva di 49.995 GT (erano 51.708 GT nel 2012 e 55.778 GT nel 2011). La potenza dei motori si è ridotta a 241.118 kW rispetto ai 244.793 kW del 2012 e ai 256.519 kW del 2011. La stazza media per natante risulta di 17,29 GT (nel 2012 era 17,53 GT) e la potenza media di 83,37 kW lievemente incrementata rispetto all'anno precedente (nel 2012 era, infatti, di 83 kW).

L'età media della flotta siciliana risulta di 33,7 anni (rispetto ai 33 anni dell'anno precedente): quindi la vetustà complessiva del naviglio è aumentata.

Unico dato positivo è che nel corso dell'anno 2013 sono stati varati 9 nuovi battelli da pesca rispetto ai 4 che erano stati varati nell'anno precedente.

I porti pescherecci più importanti sono indicati nella sottostante figura, con l'indicazione relativa al numero di natanti, la stazza GT e la potenza motori in kW.

Porto	Numero natanti	Stazza GT	Power Main
PORTICELLO	238	2764	16615
MAZARA DEL VALLO	221	18623	55328
PORTOPALO DI CAPO PASSERO	137	2353	13861
TRAPANI	125	1736	9586
SCIACCA	123	5122	20155
LIPARI	121	591	7650
ISOLA DELLE FEMMINE	103	509	3639
MARSALA	96	1133	6939
LICATA	95	1077	6900

Figura 276 – Numero dei natanti per porto in Sicilia

Dall'analisi dei dati riportati nel "Fleet Register" dell'Unione Europea si ricava, inoltre la tipologia degli attrezzi da pesca più comunemente usati dalla flotta peschereccia siciliana che sono così ripartiti:

CODICE	ATTREZZO	2010	2011	2012	2013	% NAVI 2010	% NAVI 2013	RIDUZIONE
OTB	Rete a strascico divergente	690	609	582	570	20,76	19,71	120
PS	Rete a circuizione	859	836	811	804	25,85	27,80	55
LLS	Palangaro fisso	1433	1294	1273	1249	43,12	43,19	184
LTL	Lenza trainata	1	1	1	1	0,03	0,03	0
LHP	Lenza a mano	13	11	10	8	0,39	0,28	5
GND	Rete da posta	56	50	48	46	1,69	1,59	10
GNS	Rete da posta fissa	270	233	223	213	8,13	7,37	157
	Altro	1	1	1	1	0,03	0,03	0
	TOTALE	3323	3035	2949	2892	100,00	100,00	431

Figura 277 – Tipologia di attrezzi della flotta siciliana

Questi dati confermano, inoltre, l'importanza della pesca a strascico e della pesca artigianale nelle attività della pesca siciliana.

Le prospettive di sviluppo della pesca siciliana sono strettamente collegate ad un progetto complessivo di rilancio del comparto basato sulla politica comune europea della pesca. Una pesca sostenibile significa innanzitutto salvaguardia delle risorse ambientali, utilizzo di tecnologie innovative meno devastanti per l'ambiente e per il lavoratore, risparmio energetico.

La flotta peschereccia siciliana è arrivata, alla fine del 2013, al suo minimo storico in termini di consistenza. La stessa occupazione nel settore è ridotta ormai ai minimi termini. Alla fine del 1700 in tutta la Sicilia operavano solo 4.280 marinai e pescatori¹⁰ su una popolazione ben più scarsa di quella attuale, e questo dato veniva fortemente stigmatizzato dai governanti del tempo. Nel 2013 si ha, percentualmente, un numero di lavoratori occupati nel settore di gran lunga più scarso.

Così come auspicato nel *“Rapporto annuale sulla pesca e sull'acquacoltura in Sicilia 2013 è urgente quindi cambiare verso alla pesca siciliana: ridare fiducia e speranza agli operatori del settore, invertire la rotta dello smantellamento e dell'invecchiamento della flotta favorendo la riconversione, innovando e risparmiando. Salvaguardia delle risorse ittiche, valorizzazione del pescato, riduzione dei costi di produzione in una logica di filiera.*

5.1.4. LA SITUAZIONE DI MARSALA

La situazione del porto di Marsala, così come quella della maggioranza dei porti siciliani, non è tra le migliori; ad un numero elevato di approdi o marinerie, si contrappone un modesto numero di strutture fornite di servizi tali da farlo classificare porto peschereccio secondo canoni tecnologici ed infrastrutturali moderni.

Esistono infatti gravi problemi di insufficienza di spazi protetti per l'ormeggio dei navigli da pesca, di interrimento, di carenza di aree ed attrezzature a terra che ne limitano la funzionalità.

A Trapani fanno capo prevalentemente motopesca che praticano la pesca a circuizione, ed altri che praticano la pesca a strascico. A Marsala quelli della pesca a strascico ed a palangresi. Le piccole unità, presenti specialmente negli altri porti, esercitano la pesca prevalentemente con reti da posta (tremaglio) e con palangresi, ma usano anche menaidi, nasse, caponare, ecc.

Il compartimento di Mazara del Vallo comprende l'omonimo porto, che è il più importante della Sicilia, anch'esso afflitto da problemi di spazio, di infrastrutture, di

servizi e di manutenzione.

Attualmente nel porto di Marsala una banchina è destinata alla pesca, illuminata da lampioni stradali, vi sono 2 scali di alaggio, 2 magazzini per forniture ai motopescherecci, 2 congelatori, 2 frigoriferi ed una ghiacciaia per la conservazione del pescato, 1 gru gommata per il sollevamento delle imbarcazioni, 2 officine meccaniche, distributori di benzina, nafta e di gasolio, approvvigionamento idrico per mezzo di fontane pubbliche.

5.1.5. IMPATTI ECONOMICI

Il 13 dicembre del 2013 il Consiglio e il Parlamento europeo hanno approvato la nuova politica comune della pesca (PCP), in vigore dal 1° gennaio 2014 (Reg. UE 1380/2013). La nuova PCP ha obiettivi molteplici e tutti sinergicamente tesi a modernizzare la pesca e l'acquacoltura europea sia per quanto riguarda gli aspetti di produzione che di commercializzazione dei prodotti. I principali obiettivi della nuova PCP sono riportare gli stock ittici a livelli sostenibili, porre fine alle pratiche di pesca che comportano uno spreco di risorse (elevati scarti di specie commerciali e non commerciali) e creare nuove opportunità di occupazione e di crescita nelle zone costiere. Per raggiungere questi obiettivi la nuova politica prevede il divieto dei rigetti in mare, il rafforzamento dei diritti di accesso al prelievo, il decentramento del processo decisionale, il potenziamento dell'acquacoltura, un sostegno alla piccola pesca, il miglioramento delle conoscenze scientifiche riguardanti lo stato degli stock e l'assunzione di responsabilità nelle acque dei paesi terzi attraverso accordi internazionali dell'UE.

L'impostazione strategica del nuovo Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca (FEAMP) non dà indicazioni di cambiamento nelle priorità, negli obiettivi e nelle linee di intervento rispetto a quanto già definito nel Fondo Europeo per la Pesca (FEP) che lo ha preceduto. Non sembrano esserci idee diverse su cosa fare, quanto piuttosto un peso diverso delle idee da realizzare.

L'attenzione verso questo orientamento al mercato nel FEAMP è marcata da subito, dal momento che, all'art. 5 del relativo regolamento, nella versione provvisoria del CAP (6 febbraio 2014), l'obiettivo della sostenibilità ambientale si combina con quello della sostenibilità economica.

Il settore della pesca necessita sicuramente di investimenti più in linea sia con la domanda effettiva, che con quella latente del mercato. Un investimento, qualunque sia la sua natura (infrastrutturale, sulle tecnologie, sulle risorse umane, etc.), deve però essere supportato dalla previsione di un profitto ragionevole. Tenuto conto della crisi

che attraversa il settore, la flotta peschereccia non sembra orientata ad assorbire, in questa fase, nuovo progresso tecnologico, a meno che esso non incida fortemente in termini di riduzione dei costi.

Nonostante le difficoltà evidenziate dai produttori relative ai maggiori costi dei fattori di produzione, in un periodo con così bassa redditività, il cambiamento, a volte profondo, è la sola alternativa disponibile all'uscita dal settore.

Gli interventi da non sottovalutare sono probabilmente quelli che incidono maggiormente sotto il profilo della riduzione dei costi, come quelli che riguardano investimenti a bordo finalizzati ad aumentare l'efficienza energetica dei pescherecci.

Non secondari sono poi gli investimenti che nascono dall'esigenza di introdurre le innovazioni e i cambiamenti introdotti dalla nuova PCP (entrata in vigore nel gennaio 2014) soprattutto con riferimento all'introduzione e all'applicazione dei "sistemi di concessione trasferibili" (CPT), al raggiungimento degli obiettivi di "rendimento massimo sostenibile" (MSY) e all'applicazione dei criteri per raggiungere gli obiettivi fissati di riduzione dei rigetti in mare.

Maggiore attenzione dovrà dunque essere posta sugli investimenti destinati alle attrezzature che mirano alla limitazione dell'impatto della pesca sull'ambiente marino al fine di favorire l'eliminazione dei rigetti in mare, così come sui meccanismi di partecipazione dei pescatori alle attività di protezione e di ripristino della biodiversità e degli ecosistemi marini o a progetti per un uso più sostenibile delle risorse biologiche marine o per la riduzione degli impatti delle attività di pesca sull'ambiente.

Oltre all'acquisto di attrezzature, ai sensi dell'art. 37, gli investimenti a bordo sono sostenuti se migliorano la qualità del pesce catturato o riducono le catture indesiderate di stock commerciali, valorizzando la parte sottoutilizzata del pesce catturato. Investimenti questi ultimi che, richiamati all'art. 40, incontrano il limite dell'esiguità degli spazi a bordo dei pescherecci e, più in particolare, da destinare al trattamento del pesce catturato. Nella versione modificata del regolamento (del 06.02.2013) è stato introdotto, dopo essere stata escluso, il sostegno alla sostituzione o all'ammodernamento dei motori principali o ausiliari (art. 39), oltre che ad interventi a bordo per lo sviluppo di attività complementari come i servizi ambientali, attività educative o turistiche (art. 32a).

Ampio spazio ha, infine, il sostegno agli investimenti volti a migliorare le infrastrutture dei porti di pesca o dei siti di sbarco, inclusi gli investimenti destinati a strutture per la raccolta di scarti e rifiuti marini, che consentano di fare il miglior uso possibile delle catture indesiderate di stock commerciali e di valorizzare la parte sottoutilizzata del

pesce catturato. Si tratta di un intervento già sperimentato nel FEP con la misura 3.3. e riproposto nuovamente.

In tale contesto appare opportuno ricordare brevemente i punti cardine di tale misura.

La Finalità era quella di

- migliorare i servizi offerti nei porti di pesca, pubblici o privati, esistenti che presentano un interesse per i pescatori e i produttori acquicoli che li utilizzano;
- migliorare le condizioni del pesce sbarcato dai pescatori costieri nei luoghi di sbarco esistenti (designati dalle Autorità nazionali competenti);
- migliorare la sicurezza dei pescatori.

Gli investimenti dovevano perseguire uno o più dei seguenti obiettivi:

- migliorare le condizioni di sbarco, trattamento, magazzinaggio nei porti dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura e della loro messa all'asta;
- migliorare la qualità delle strutture e dei servizi a terra con un impatto diretto sui costi di gestione dell'attività di pesca;
- migliorare la sicurezza e le condizioni di lavoro;
- promuovere la gestione informatizzata delle attività di pesca;
- migliorare il deposito e il trattamento degli scarti;

ridurre i rigetti in mare.

Gli interventi dovevano:

- presentare un interesse comune, ovvero contribuire all'interesse di un gruppo di beneficiari o della popolazione in generale;
- avere un ambito più vasto delle misure adottate da imprese private;

avere l'obiettivo di migliorare i servizi offerti.

Gli interventi ammissibili nello specifico erano riferibili alle seguenti tipologie di intervento:

- costruzione, ammodernamento e ampliamento delle banchine per migliorare la sicurezza delle operazioni di sbarco o carico;
- costruzione, ammodernamento e ampliamento delle sale per le aste e delle relative strutture ausiliarie;
- ristrutturazione/ammodernamento di porti e luoghi di sbarco;
- realizzazione/ammodernamento di impianti per il trattamento e magazzinaggio del prodotto sbarcato, per il deposito e trattamento degli scarti;
- realizzazione di impianti per la fornitura di carburante, ghiaccio, acqua e energia elettrica;

- acquisto di nuove attrezzature per la gestione informatizzata delle attività di pesca;
- acquisto di nuove attrezzature per la riparazione e la manutenzione dei pescherecci e per lo sbarco del pescato;
- costruzione o ammodernamento di piccoli ripari di pesca.

Ad oggi a Marsala, a parte i fondali molto bassi in relazione al tipo di naviglio che vi fa scalo, lo scarso sviluppo stesso delle banchine, l'insufficiente capacità ricettiva, rendono a volte pericolosa la manovra di attracco dei natanti, lente le operazioni di sbarco del pescato e di carico di materiali e delle provviste di bordo, con tempi morti quindi che si ripercuotono sui risultati economici dell'attività.

Le previsioni di attuazione del PRP, oltre a mettere in sicurezza il porto, permetterà di creare nuovi spazi a terra che consentono il rilancio del settore, mediante una conversione della destinazione funzionale da diporto a peschereccia e conseguente ampliamento delle aree destinate alla pesca.

Il dimensionamento degli specchi acquei, degli ormeggi e delle superfici da destinare alla pesca proviene da considerazioni che tengono conto dell'attuale politica italiana e comunitaria sul comparto, interpretando la stessa nella direzione di non mortificare ulteriormente un settore tuttavia vitale e importante per la stessa storia e cultura della Regione.

Quindi gli interventi proposti, rientrando anche in quanto previsto nella misura 3.3 della PEC e nella successiva FEAMP, possono avere degli impatti positivi dal punto di vista economico sul settore ittico.

5.1.6. IMPATTI AMBIENTALI

La continua ricerca di risorse meno sfruttate e con un più alto valore commerciale ha condotto i pescherecci a spostare progressivamente il loro esercizio dai fondi strascicabili presenti lungo la platea continentale (Banco Avventura, Banco Pantelleria, Banco Talbot, Banco Graham), verso tre principali aree di pesca:

- la Zona di Ponente (area H), compresa approssimativamente nel triangolo individuato da Capo Bon (Tunisia), il Banco Scherchi e Mazara, che ha come principale obiettivo il Gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), la cui fascia batimetrica ideale oscilla tra i 100 e i 250 metri;
- la Zona Centrale (area L), compresa nel triangolo ideale che ha come vertici Pantelleria, Linosa e Malta (al di là delle 25 miglia che definiscono il limite

delle acque internazionali) e che ha come specie bersaglio principale il Gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) che ha un habitat preferenziale tra 400 e 500 metri e lo Scampo (*Nephrops norvegicus*) con un range batimetrico che oscilla tra 250 e i 400 metri;

- la Zona Meridionale (area C), che presenta come limite settentrionale l'isola di Linosa, come limite occidentale le acque tunisine, come limite meridionale le acque libiche e come limite orientale il 14° meridiano. In questa zona di pesca il target principale è costituito da Triglia rossa (*Mullus surmuletus*), Triglia bianca (*Mullus barbatus*), Merluzzo (*Merluccius merluccius*) e Gambero bianco (*Parapenaeus longirostris*).

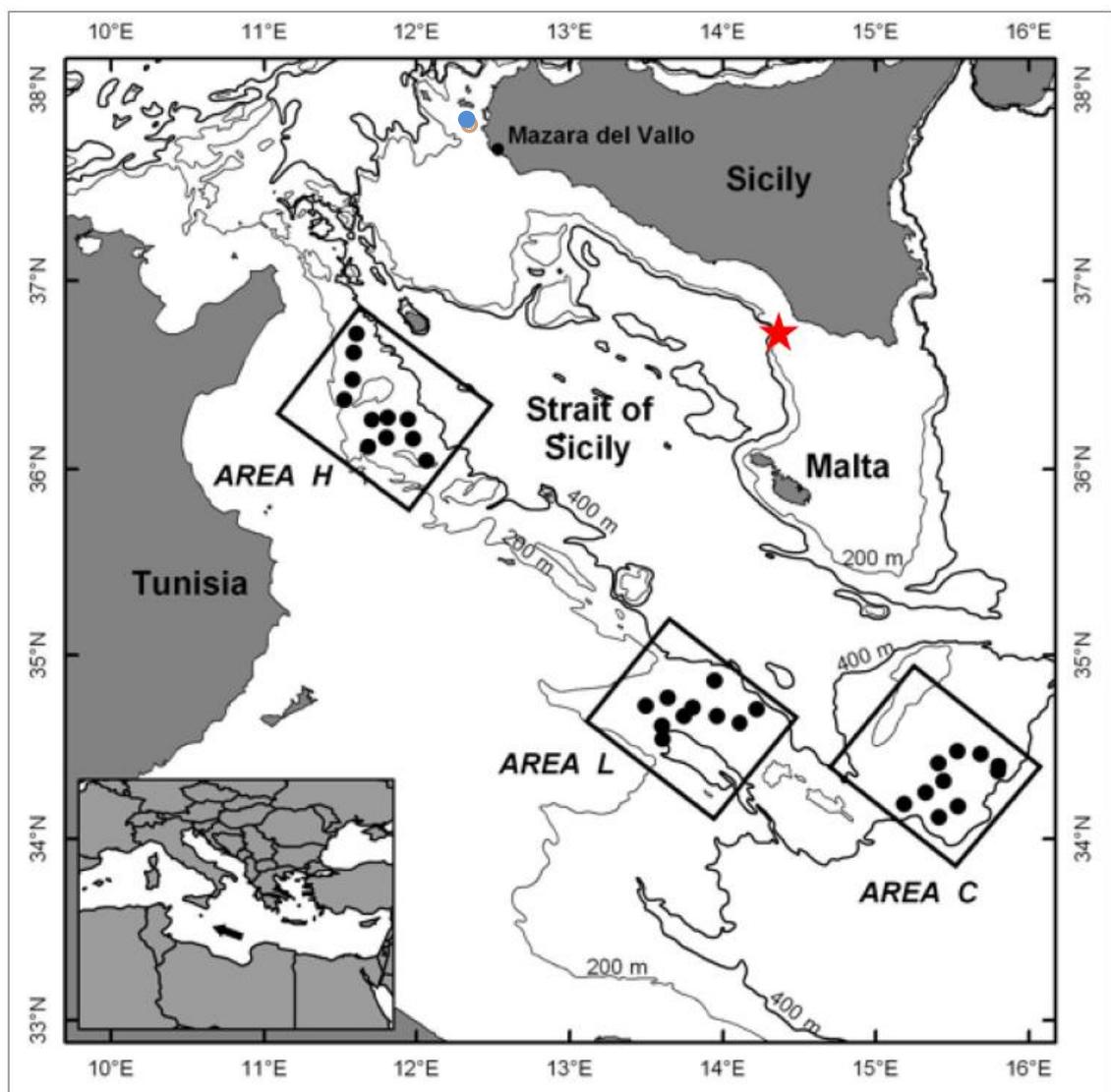


Figura 278 – Localizzazione dell'area in istanza, indicata da un cerchio blu, rispetto alle principali aree di pesca denominate H, L e C (fonte: Gristina et al. 2003, modificato)

Le risorse ittiche nella Sicilia sudorientale beneficiano dell'estesa zona di pesca esclusiva maltese, nella quale la pesca a strascico è limitata e prevalentemente

finalizzata alla cattura di gamberi viola. Nella Sicilia sudoccidentale, lo sforzo di pesca si è ridotto nell'ultimo decennio, a causa di cambiamenti strutturali e dello spostamento dei pescherecci con reti a strascico di Mazara verso zone di pesca più lontane.

Per quanto concerne i metodi di pesca, la flotta siciliana è caratterizzata da una forte dipendenza economica e sociale dalla pesca artigianale. Ad eccezione di alcune zone specifiche come Mazara del Vallo, le imbarcazioni artigianali costituiscono il segmento più importante in Sicilia. La pesca artigianale ha per lo più un basso livello di specializzazione e utilizza attrezzi fissi su fondali non strascicabili, come reti da posta fisse e palangari. In questo modo è possibile pescare specie a elevato valore commerciale su fondali rocciosi, proteggendo nel contempo l'attrezzatura dai danni causati dai pescherecci con reti a strascico. Le zone di pesca sono situate sulla piattaforma continentale, generalmente fino a 100 m di profondità, ed entro le 6 miglia nautiche dalla costa.

La Sicilia è un'importante zona di pesca al traino. La pesca con reti a strascico è caratterizzata da un'elevata variabilità delle zone di pesca sfruttate, che possono variare anche nel corso della stessa giornata, dalla piattaforma continentale alla scarpata media, fino a 700 m di profondità.

Le quantità relative all'attività di pesca artigianale con attrezzatura di messa in posta risulta interessante. Questa attività prevede sostanzialmente la messa in posto di reti da posta fisse che vengono segnalate in mare, permettendone così l'individuazione e quindi la non compromissione con l'attività d'indagine in programma.

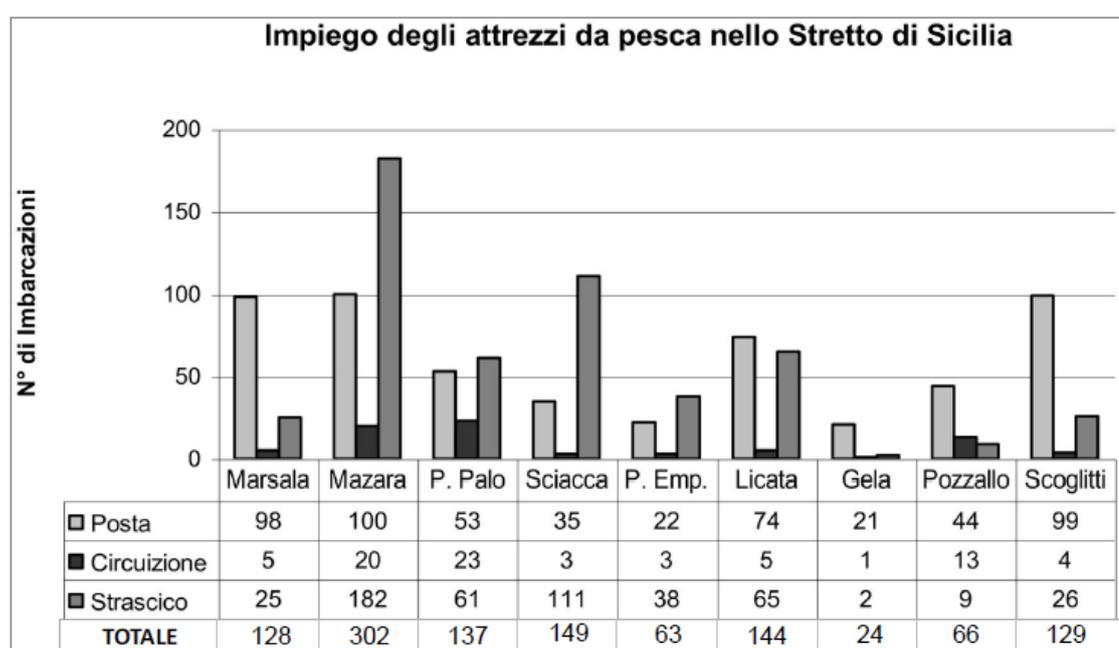


Figura 279 – Impiego degli attrezzi da pesca nello Stretto di Sicilia distinti per marinerie portuali

Si è voluto inoltre dedicare uno spazio all'analisi delle zone a maggior densità faunistica nel Canale di Sicilia riportando alcune valutazioni realizzate da F. Fiorentino del *Marine Living Resources Assessment (MaLiRA) Group*, CNR-IRMA, Sezione di Mazara del Vallo, e proposte all'interno di uno studio incentrato sulla distribuzione spaziale delle risorse demersali nel Canale di Sicilia. Le variazioni del numero di pescherecci sono state caratterizzate per otto zone, divise per stagioni a seconda dell'abbondanza delle specie di valore commerciale.

Nella figura seguente è rappresentata la variazione del numero di pescherecci nelle diverse aree pescose in funzione della stagione.

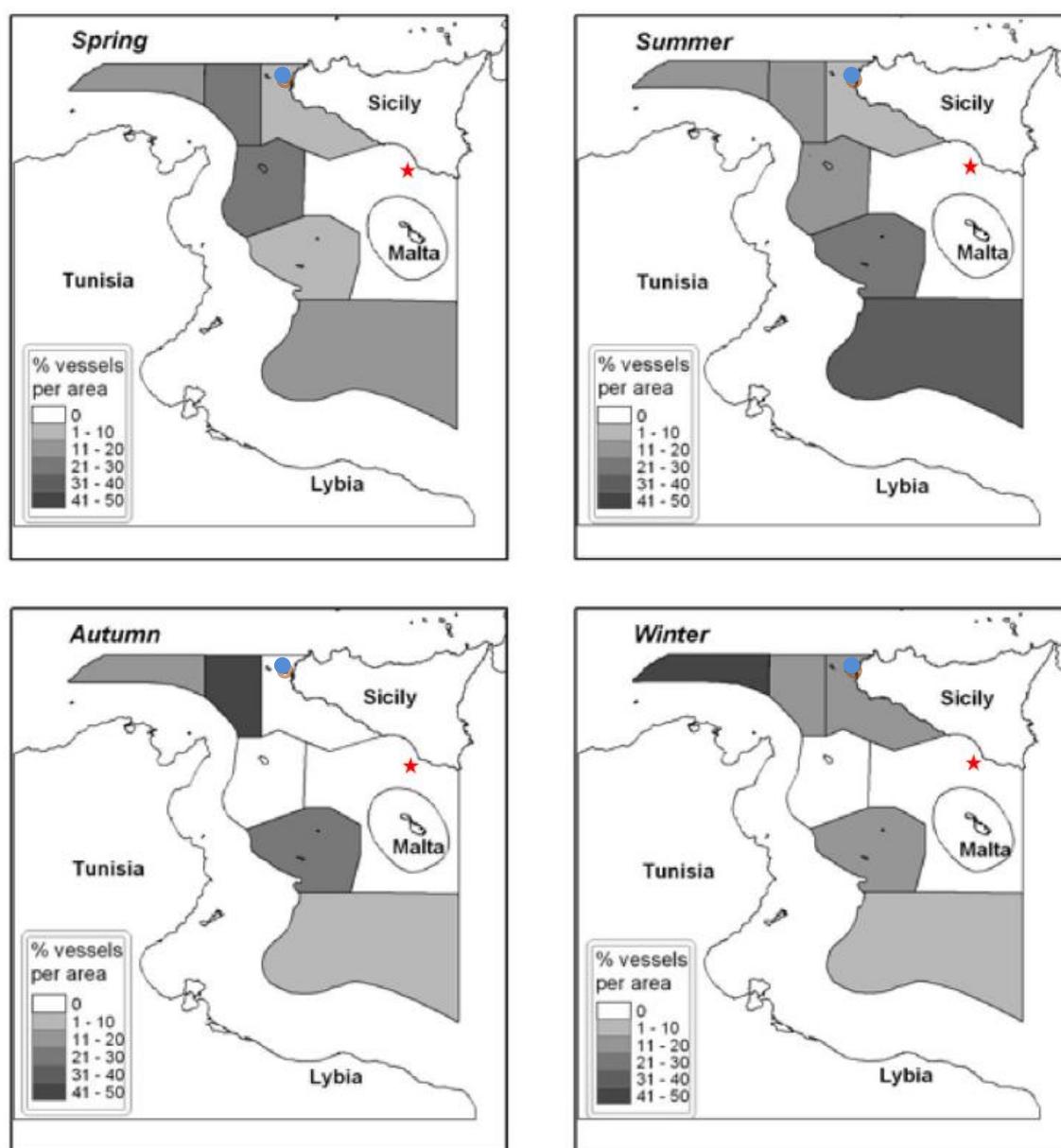


Figura 280 – Distribuzione stagionale aree di pesca con localizzazione dell'area in istanza di permesso di ricerca, indicato da un cerchio blu (fonte: Fiorentino 2003, modificato).

La grafica mostra come a partire dalla primavera non ci siano più di trenta navi per area e in taluni casi anche meno di dieci unità (costa occidentale dell'isola). In estate c'è un incremento della densità faunistica nella zona sotto l'isola di Malta confermato dalla massiccia presenza di pescherecci (tra i 41-50) mentre in tutte le altre aree non ci sono mai meno di 10 navi. In autunno c'è un drastico calo dell'attività di pesca testimoniato dalla riduzione del numero di pescherecci nelle aree antistanti la provincia ragusana e isola di Malta, quella di Caltanissetta, Trapani e di Agrigento e nell'intorno dell'isola di Pantelleria. Le aree a ovest della Sicilia e a ovest di Malta sembrano invece mantenere un buon livello di pescosità. In inverno infine la situazione subisce un'ulteriore modifica e l'attenzione sembra spostarsi verso ovest al largo delle coste siciliane diminuendo nelle zone a ovest di Malta. A seguito dei risultati riportati nell'analisi effettuata in questo studio, è doveroso sottolineare che l'area in oggetto di permesso di appartenere ad una zona che non risulta interessata da un'attività di pesca particolarmente attiva.

In generale la zona interessata dall'intervento rientra nella sub area geografica numero 16 (GSA 16) relativa al Canale di Sicilia individuata dalla Commissione Generale per La Pesca nel Mediterraneo, approvata dalla FAO e composta da 23 paesi membri, insieme all'Unione Europea.

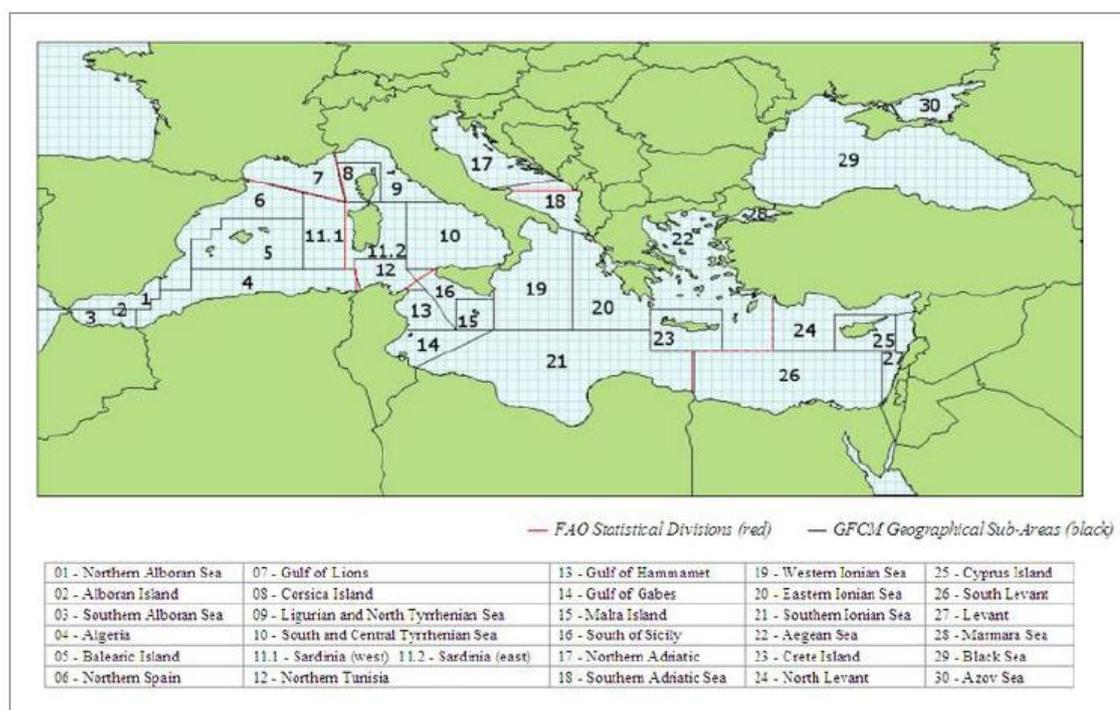


Figura 281 – Sub-Aree Geografiche (GSA) del Mediterraneo istituite dalla Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo, approvata dalla FAO (fonte: www.gfcm.org).

Prendendo in considerazione l'edizione 2011 del "Rapporto Annuale sulla Pesca e sull'Acquacoltura in Sicilia del 2011" redatto dall'Osservatorio Mediterraneo della Pesca, all'interno della sezione relativa alle interazioni tra pesca e ambiente viene decretato in fase conclusiva che non si sono verificati eventi di inquinamento antropico, né da sorgenti a terra né in mare, capaci di condizionare l'attività di pesca professionale. Per quanto riguarda i tipi di attività antropiche che potrebbero avere un impatto sulle risorse ittiche commerciali e sulla pesca, il rapporto sostiene che *"le cause di alterazione ambientale direttamente legate all'attività umana che creano un impatto sulle risorse ittiche commerciali e la pesca sono notevoli e ampiamente dibattute, sebbene poco studiate. Molte di esse sono sistemiche, altre cripte o sconosciute. Si vuole ricordare la pressione sul mare degli agglomerati urbani e industriali, delle aree portuali, dei dragaggi, dell'erosione costiera, dell'esplorazione e dell'estrazione petrolifera, del traffico marittimo e in particolare di quello petrolifero, del turismo costiero, della nautica da diporto, delle attività militari, dei relitti in mare, degli incidenti in mare, dei naufragi, dell'affondamento volontario di rifiuti, del littering. Riferendoci al 2011 non sono stati registrati nei mari siciliani eventi di particolare rilevanza o emergenziali. Anche in Mediterraneo, al di là di eventi puntiformi localmente anche gravi, non si sono verificati problemi che hanno avuto riflessi su scala di bacino"*.

Per ciò che concerne le eventuali interferenze con le imbarcazioni che potrebbero praticare, ipotesi molto remota, l'attività di pesca nell'area in prossimità del porto, la sicurezza della navigazione è garantita da opportuni regolamenti nel Codice della Navigazione, infatti le varie attività sono comunicati periodicamente con diversi sistemi dall'Istituto Idrografico della Marina, e pubblicati sul Fascicolo Avvisi ai Naviganti, che ha lo scopo di far conoscere agli utenti tutte le notizie, sia di carattere temporaneo che definitivo, riguardanti la sicurezza della navigazione. In base alle norme di sicurezza sulla navigazione, è previsto che le navi e le imbarcazioni di qualsiasi genere non impegnate nelle lavorazioni debbano mantenersi a distanza di sicurezza dall'unità che effettua i lavori ed in ogni caso evitare di intralciarne la rotta. Pertanto sarà interdetta la navigazione lungo le rotte che verranno comunicate alle Autorità marittime competenti.

In conclusione, l'interferenza che si potrebbe generare con l'attività di pesca è di carattere temporaneo, limitato e del tutto trascurabile, dovuto al fatto che si conosceranno a priori le rotte interessate dai natanti impegnati nelle lavorazioni, dando

modo ai pescatori di poter scegliere quotidianamente aree alternative a quelle più prossime alle lavorazioni.

5.2. IMPLEMENTARE LO STUDIO EFFETTUATO SULLA PRESENZA DELLA POSIDONIA OCEANICA E LA CYMODOCEA NODOSA, CON ULTERIORI INDAGINI E ULTERIORI TRANSETTI NONCHÉ CON LE IMMAGINI FOTOGRAFICHE DEI RILIEVI EFFETTUATI E, QUALORA SI RILEVINO SITI DI PARTICOLARE INTERESSE NATURALISTICO, FORNIRE PROPOSTE COMPENSATIVE DELL'EVENTUALE OCCUPAZIONE DI TALI SITI CHE COMPRENDANO IL TRASFERIMENTO E LA RICOLONIZZAZIONE DELLE SPECIE DI PARTICOLARE INTERESSE

Al fine di rispondere in modo esaustivo e compiuto alle richieste di cui sopra si ritiene opportuno riportare ampi stralci dello *“Studio integrativo ed indagini geofisiche e biocenotiche ad alta risoluzione sulla presenza qualitativa e quantitativa di Posidonia oceanica finalizzati alla realizzazione di una cartografia biocenotica sui fondali antistanti il porto di Marsala (Trapani)”* redatto nell'anno 2013.

Infatti in data 12/12/2012 il comune di Marsala ha dato incarico alla Biosurvey srl, spin-off dell'Università degli Studi di Palermo, di effettuare indagini geofisiche mediante sistemi acustici ad alta risoluzione in prossimità dell'imboccatura del porto con l'obiettivo di *raccogliere precise informazioni, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, riguardo le principali biocenosi bentoniche presenti nei fondali prospicienti l'area portuale, con particolare riferimento alla prateria di Posidonia oceanica.*

Il documento continua sottolineando che: *al fine di raggiungere gli obiettivi oggetto del presente rapporto sono stati utilizzati i seguenti sistemi acustici ad alta risoluzione:*

- *Multibeam Echosounder (MB) per le indagini batimetriche;*
- *Side Scan Sonar (SSS) per le indagini morfologiche.*

Contestualmente alle attività qui riportate sono state effettuate indagini sismo-acustiche mediante sistema Sub-Bottom Profiler (SBP), finalizzate all'individuazione di elementi di natura antropica di possibile interesse archeologico/culturale, i cui risultati sono stati presentati in un apposito elaborato. Sono state, inoltre, effettuate attività di verità-mare, di supporto alla interpretazione dei dati acquisiti da remoto, ed è stata definita la qualità della prateria presente nell'area utilizzando i dati più recenti riportati in letteratura.

*Le indagini hanno interessato il tratto di mare antistante l'imboccatura dell'attuale porto del comune di Marsala (Trapani). I fondali si presentano di natura essenzialmente rocciosa ed in prossimità dell'attuale porto è presente una densa prateria di *P. oceanica*, prevalentemente insediata su matte, che come è noto colonizza gran parte della costa Occidentale della Sicilia.*

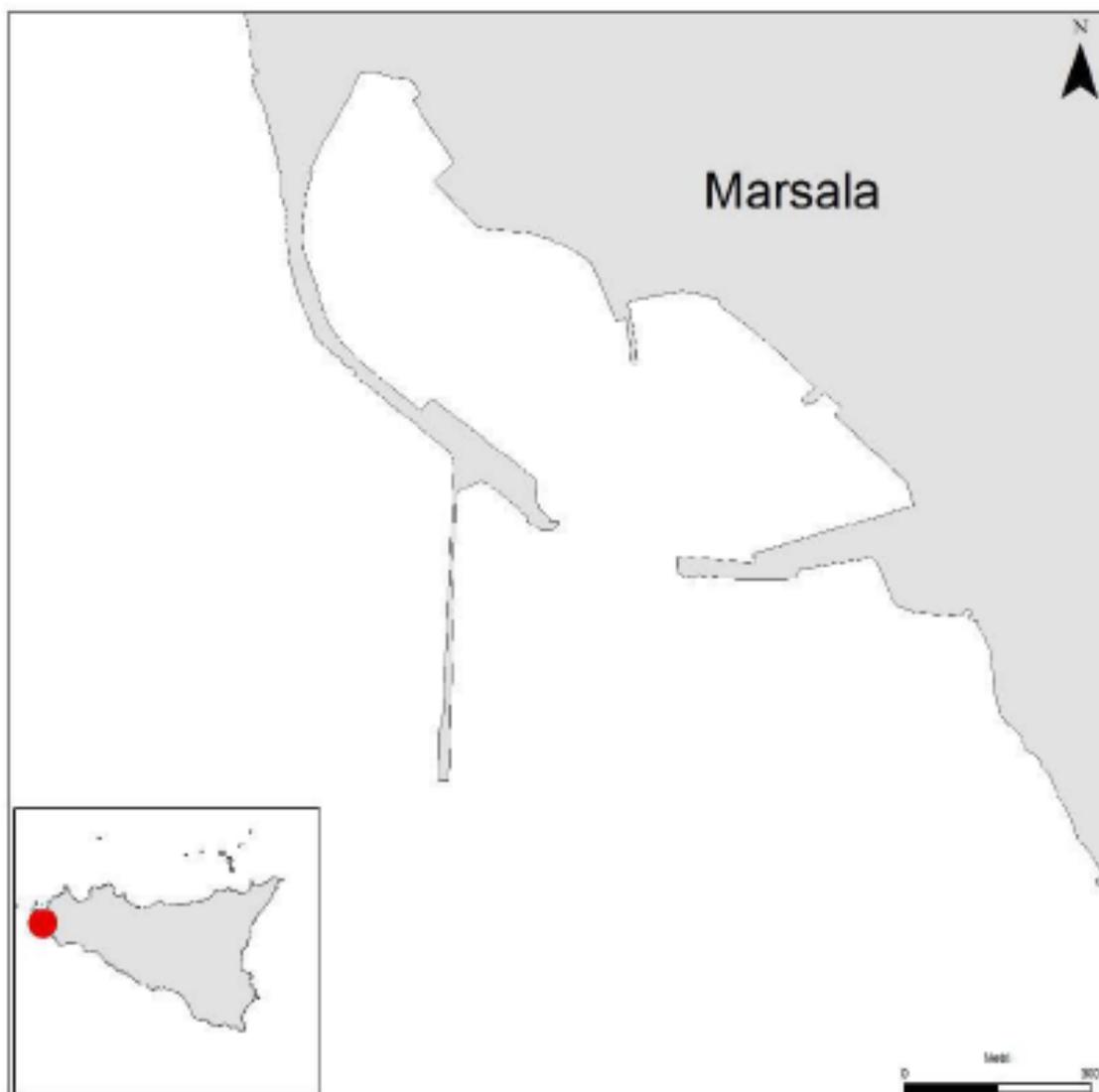


Figura 282 – Area di studio.

I rilievi acustici ad alta risoluzione sono stati effettuati nel tratto di mare antistante l'imboccatura del porto,A tal fine è stata utilizzata un'imbarcazione locale su cui è stata installata la strumentazione necessaria allo svolgimento delle attività in oggetto. I rilievi morfometrici sono stati effettuati, mediante un sistema Side Scan Sonar ad alta frequenza, nello specchio acqueo antistante il porto di Marsala (Trapani) all'interno di

una superficie complessiva di 75.4ha, secondo quanto indicato nelle prescrizioni contrattuali.

L'acquisizione dei dati e la successiva restituzione cartografica sono stati effettuati nel sistema di coordinate WGS84, con proiezione nel sistema UTM.

I rilievi morfo-batimetrici sono stati condotti mediante rotte parallele aventi tra loro una distanza media di 90 m, a fronte di un range utilizzato nel sistema SSS di 50/75m in alta risoluzione (900KHz). Tale metodologia di acquisizione ha permesso di ottenere una copertura totale dell'area interessata dalle opere in progetto consentendo, inoltre, di avere una risoluzione adeguata al riconoscimento della composizione e della morfologia dei fondali investigati.

Al fine di verificare e validare i dati acquisiti mediante sistemi remoti, sono state condotte delle osservazioni dirette nell'area interessata dalle indagini.

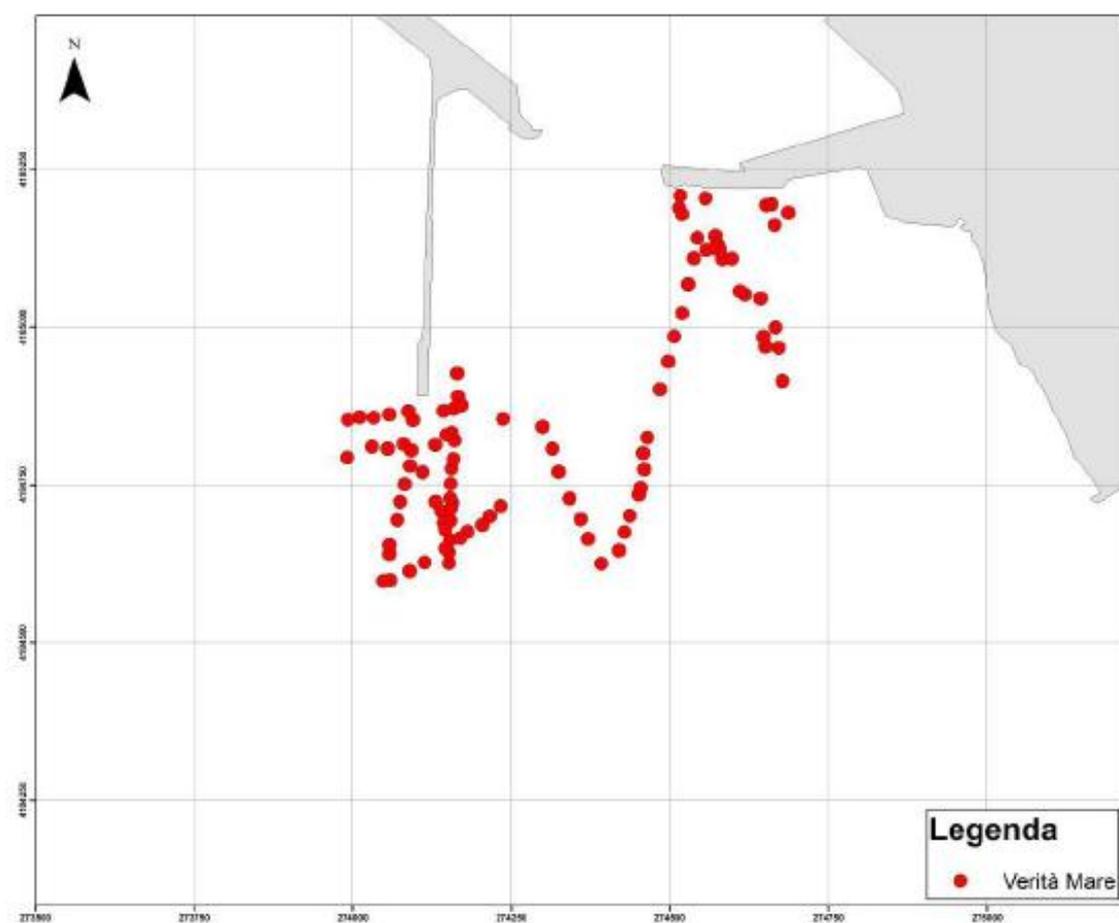


Figura 283 – Attività di verità mare, in rosso punti di osservazione.

Tali osservazioni hanno permesso, inoltre, di raccogliere ulteriori informazioni relative ai fondali che non era stato possibile investigare mediante strumentazione acustica a causa della loro bassa profondità. Le operazioni sono state condotte da personale dotato di apparecchiature foto/video ed il posizionamento dell'operatore è stato

continuamente monitorato attraverso il sistema satellitare interfacciato ad una piattaforma GIS.

I rilievi batimetrici condotti sui fondali in prossimità del Porto commerciale di Marsala hanno interessato una superficie complessiva di circa 93.4 ha, tra le batimetriche dei -1.5m e dei -11m. Nel complesso i fondali degradano in maniera lenta e progressiva verso il largo. In particolare, nella parte centrale dell'area investigata, si rileva una zona di depressione con valori batimetrici intorno a -8m. Tale depressione è imputabile a pregresse attività di dragaggio condotte attorno agli anni "90 con lo scopo di realizzare una zona di contenimento dei sedimenti che tendevano ad insabbiare l'imboccatura del porto. Tali variazioni nella morfologia dei fondali vengono ulteriormente confermate dal rilievo ombreggiato, dove la parte dei fondali oggetto di interventi di dragaggio è chiaramente delineata. I fondali circostanti evidenziano invece una maggiore articolazione e complessità e sono prevalentemente colonizzati dalla prateria di *Posidonia oceanica*. L'analisi della carta delle pendenze, evidenzia ampie rotture (6-14%) in prossimità dell'imboccatura del porto, in accordo con le attività di dragaggio in precedenza indicate. In particolare, si osserva un salto di quota dei fondali di circa 1.5 - 2 m in prossimità dell'imboccatura del porto.

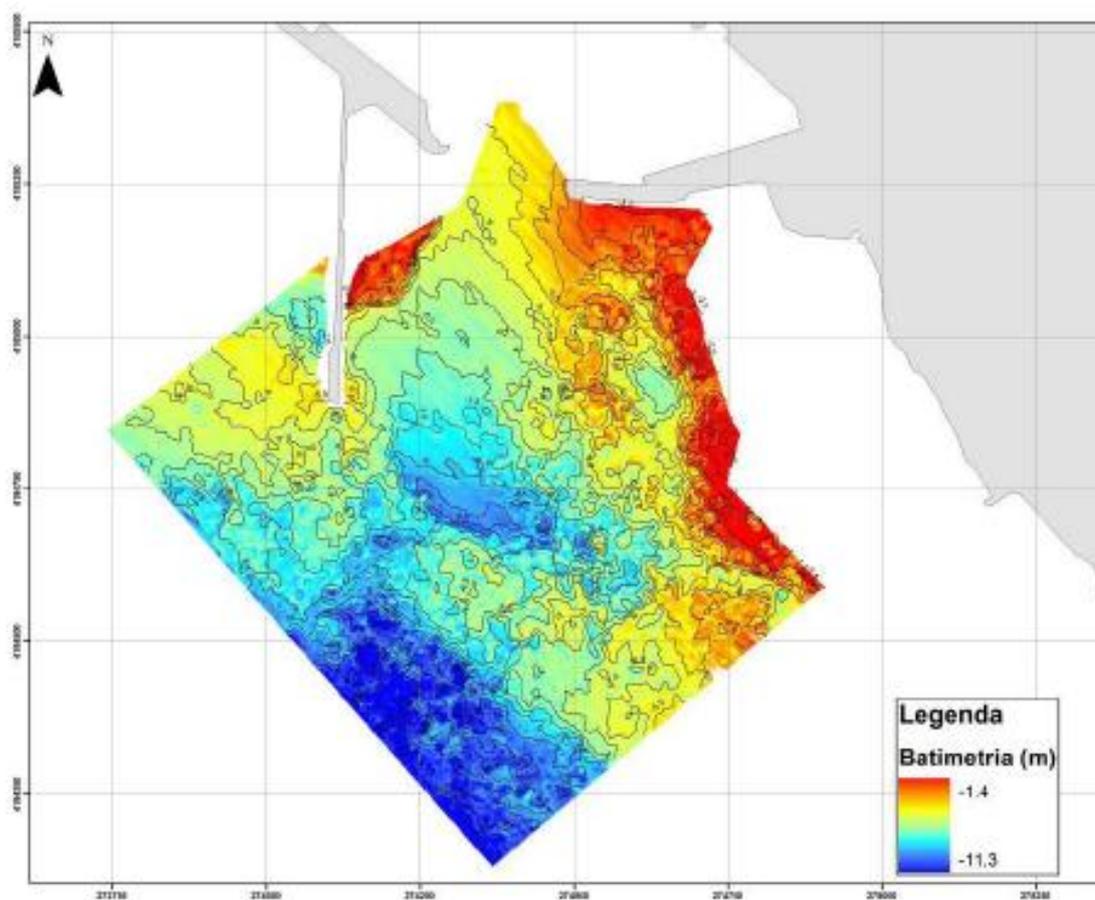


Figura 284 – Andamento batimetrico dei fondali investigati.

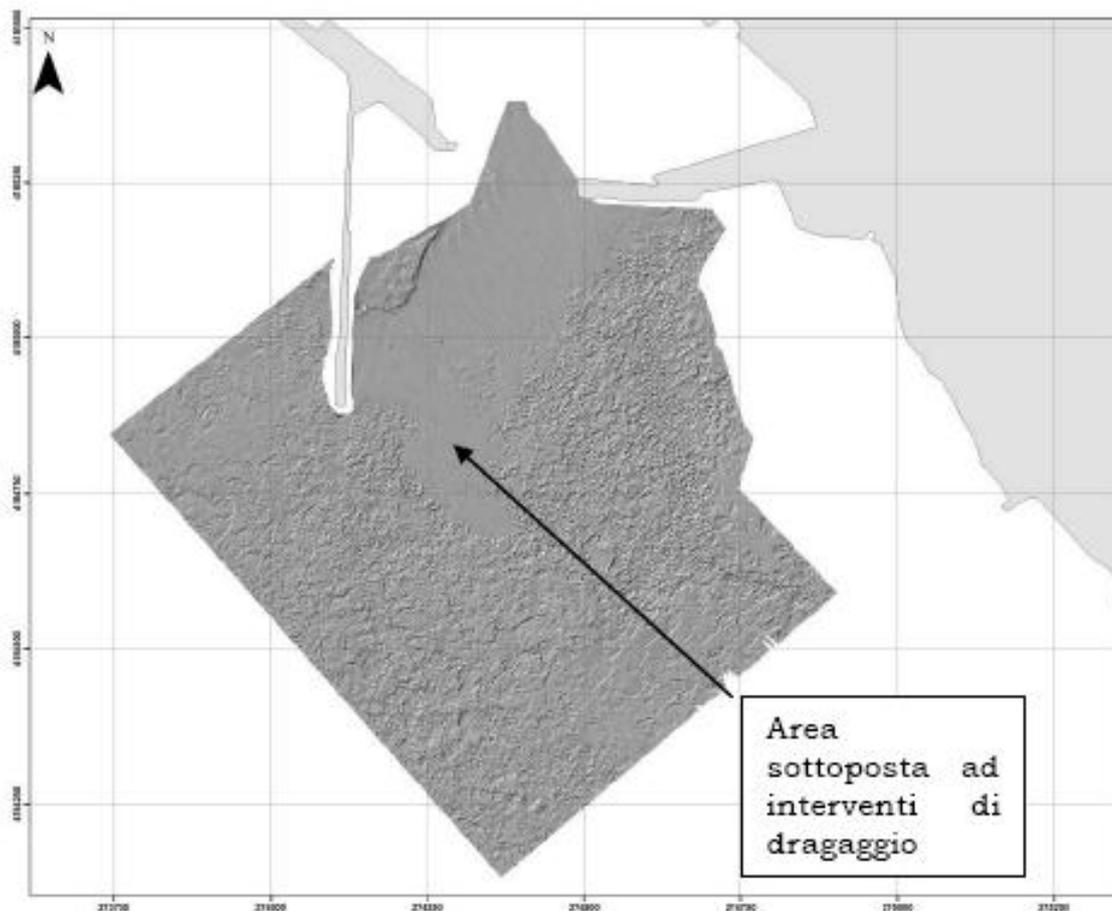


Figura 285 – Rilievo ombreggiato dell'area investigata.

I dati morfometrici, integrati con quelli ottenuti per mezzo del sistema Side Scan Sonar e delle attività di verità-mare, hanno consentito di realizzare una dettagliata cartografia delle principali biocenosi presenti.

E' stato possibile discriminare le seguenti categorie:

- *Prateria di Posidonia oceanica;*
- *Comunità algali ad alta vitalità;*
- *Comunità algali a ridotta vitalità;*
- *Comunità dei fondi mobili.*

I fondali posti all'interno ed in prossimità dell'imboccatura portuale sono costituiti da sedimenti sciolti a varia granulometria, con sporadici affioramenti rocciosi nella parte centrale dell'ingresso del porto. Ampie lenti sabbiose si rilevano anche all'esterno ed in prossimità dell'area portuale, evidenziando un certo grado di frammentazione nella distribuzione spaziale delle biocenosi che colonizzano i fondali. Nel complesso i substrati sabbiosi occupano una superficie di 21,5 ha che rappresenta il 23,08% dell'area investigata.

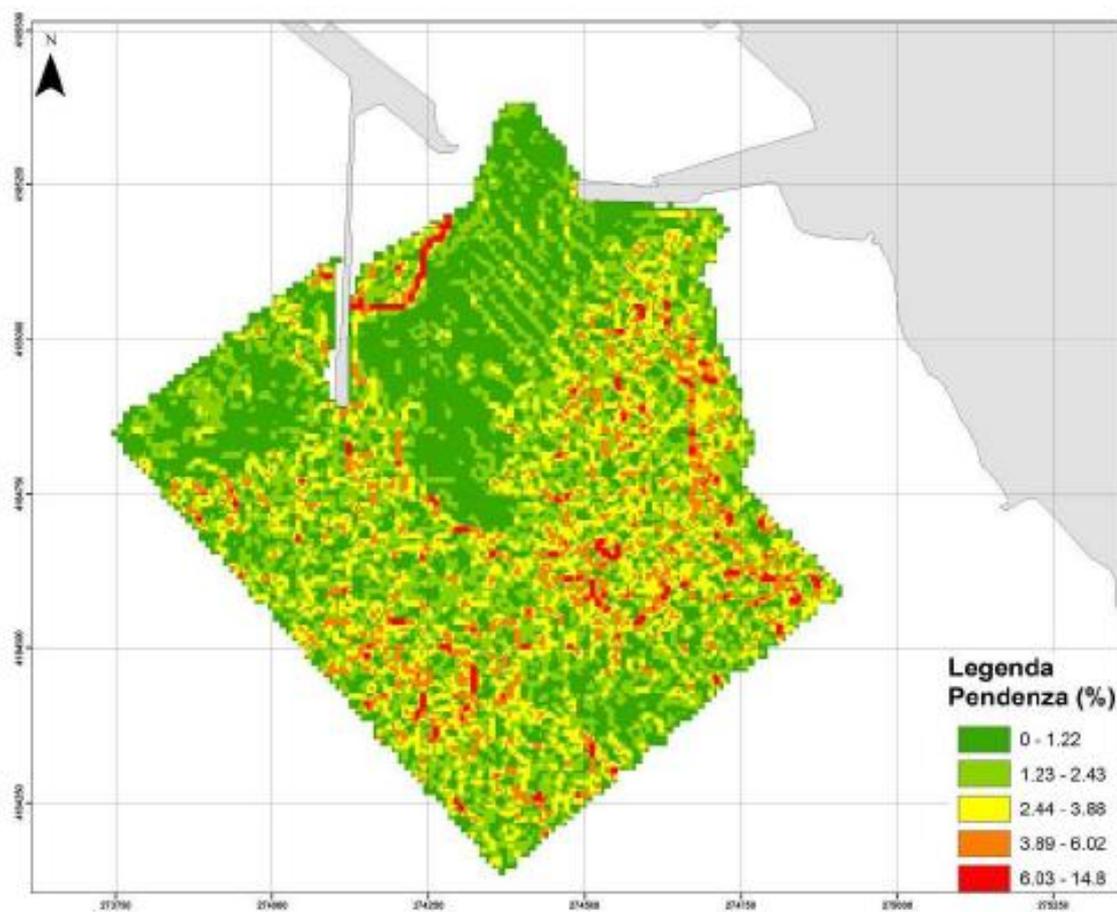


Figura 286 – Andamento delle pendenze.

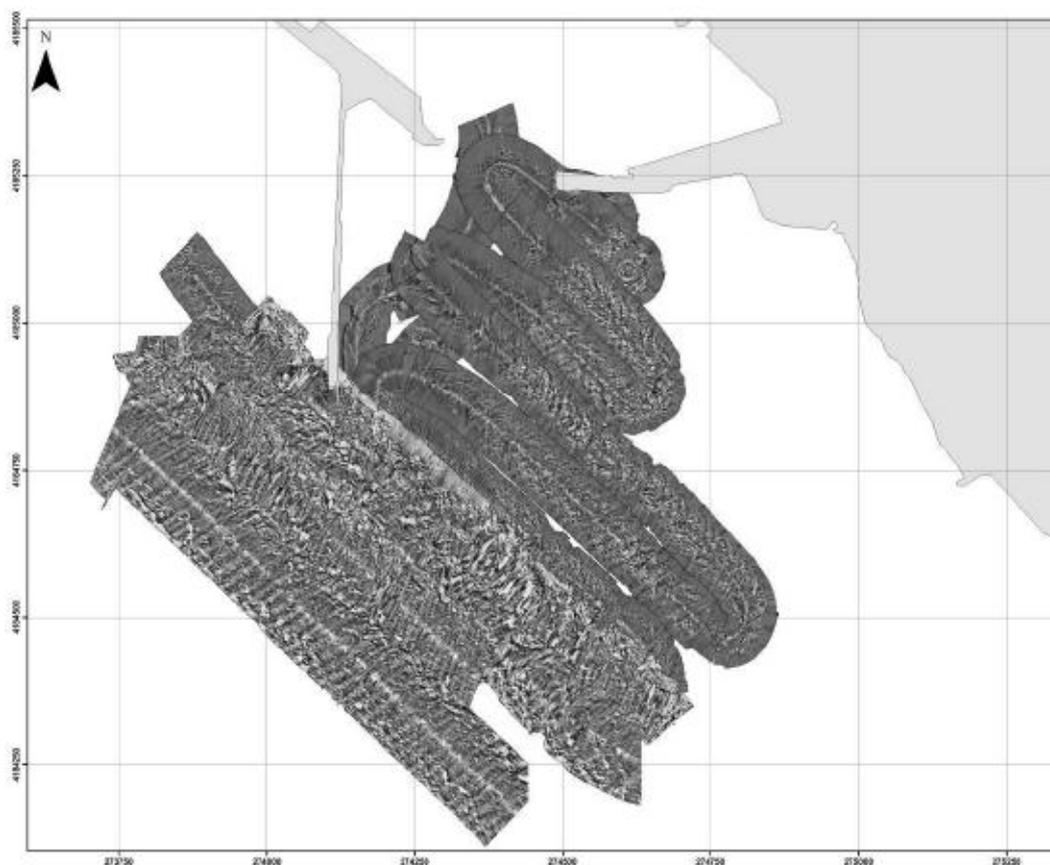


Figura 287 – Rilievo morfometrico effettuato mediante sistema Side Scan Sonar.

Biocenosi	Superficie (ha)	% di ricoprimento
Comunità algali ad alta vitalità	1,52	1.62 %
Comunità algali a ridotta vitalità	3,42	3.66 %
Prateria di Posidonia oceanica	66,92	71.64 %
Comunità dei fondi mobili	21,54	23.08 %
Totale	93.40	100 %

Figura 288 – Coperture delle biocenosi presenti

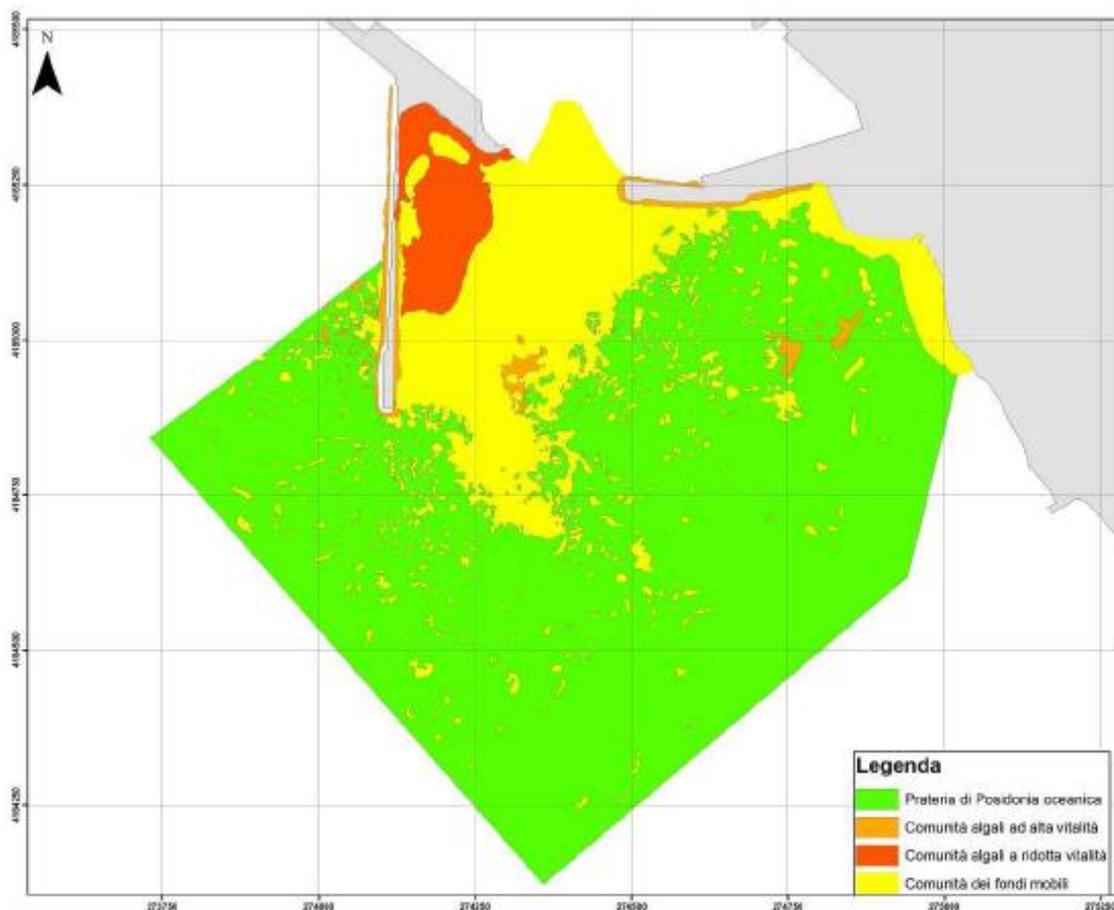


Figura 289 – Rappresentazione cartografica delle principali biocenosi presenti nell'area.

In prossimità delle banchine si rileva la presenza di substrato di natura rocciosa, ricoperto dalle tipiche comunità algali che occupano complessivamente una superficie di 4,94 ha (5,28% della superficie investigata).

Tali comunità si presentano alterate ed a ridotta vitalità nelle porzioni più interne del bacino, mentre all'esterno del porto di Marsala, evidenziano significativi livelli di biodiversità e naturalità.

La biocenosi che colonizza la maggior parte dei fondali è rappresentata dalla prateria di Posidonia oceanica (66,92 ha rappresenta il 71,64% della superficie investigata).

La prateria di Posidonia oceanica evidenzia un elevato grado di qualità e naturalità, come peraltro evidenziato dai rilievi effettuati in prossimità del porto di Marsala.

P.oceanica si insedia prevalentemente su matte e mostra marmitte di erosione e canali intermatte che testimoniano l'elevato idrodinamismo che caratterizza l'area. Si osservano, inoltre, significativi processi di ricolonizzazione su sabbia in prossimità del margine esterno dei fondali dragati negli anni '90.



Figura 290 – Prateria di Posidonia oceanica

6. IN MERITO ALLE COMPENSAZIONI AMBIENTALI

6.1. INDICARE LE AZIONI DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE DIRETTE A RIEQUILIBRARE EVENTUALI IMPATTI CHE DOVESSERO DETERMINARSI NELL'AREA DI POTENZIALE INFLUENZA DEL PROGETTO, SIA NELLA FASE DI ESERCIZIO CHE IN QUELLA DI COSTRUZIONE

6.1.1. PRINCIPI GENERALI

In ragione delle tipologie di territori, delle trasformazioni e degli impatti connessi alla costruzione del Marina di Marsala, si è ritenuto in fase di progettazione fondamentale strutturare un sistema di opere di compensazione che riducano gli impatti residui e aiutino, non solo a riportare il sistema ambientale e territoriale allo stato esistente ante trasformazione/intervento, ma anche, possibilmente, ad aumentarne il livello di qualità ecologico-ambientale preesistente.

Prima di procedere alla definizione dei criteri di compensazione, sono necessarie alcune precisioni che costituiscono il sistema a cui ogni opera di compensazione dovrebbe far riferimento.

Innanzitutto è fondamentale specificare che ai fini della sostenibilità ambientale è necessario distinguere le compensazioni ambientali da quelle territoriali, sociali ed economiche.

Come compensazioni ambientali in senso proprio sono da intendere le azioni volte ad ottenere, per un determinato intervento, un bilancio ambientale il più possibile in pareggio, attraverso la realizzazione di elementi di qualità ambientale positiva in rapporto agli impatti residui rimanenti, una volta adottate tutte le misure di mitigazione possibili. Le compensazioni e le mitigazioni necessarie per rispondere all'impatto di una trasformazione richiedono che l'opera sia intimamente connessa al recupero degli standard di qualità ambientale e alla tutela del paesaggio del territorio di riferimento.

Un esempio di compensazioni territoriali, sociali ed economiche sono invece le azioni volte a creare benefici integrativi nell'uso del territorio (quali per esempio piste ciclabili, attrezzature pubbliche, sistemazione di parti del territorio urbanizzato e di spazi pubblici, agevolazioni fiscali). Le compensazioni sono considerate da molti una strategia per ridurre la conflittualità locale: tramite queste sarebbe infatti possibile costruire consenso, offrendo benefici ai soggetti che devono sopportare in misura maggiore i costi legati alla realizzazione degli interventi.

Il ricorso alle compensazioni e alle mitigazioni rappresenta, e ha rappresentato per anni, lo strumento principale per negoziare con le comunità locali interessate dalla trasformazione del territorio: sono molti gli esempi che si potrebbero citare nei quali le comunità locali hanno accettato la presenza sul proprio territorio di impianti o infrastrutture con impatti importanti, a seguito della costruzione di attrezzature di utilità sociale o di agevolazioni economiche.

Ai fini della sostenibilità ambientale, questa tipologia di compensazioni non viene considerata coerente con i danni alle risorse naturali.

Il secondo assunto a cui è necessario far riferimento, è che le opere di compensazione sono tanto più efficaci, quanto più se sono inserite all'interno di una strategia complessiva che possa amplificarne gli effetti e i benefici.

Le opere di compensazione devono essere dunque pianificate e coordinate in modo che abbiano un senso in termini di progetto di territorio e non producano una programmazione frammentata e isolata.

Il riferimento a strategie già note e sovralocali permette anche di contenere le potenziali ulteriori frizioni tra proponenti, amministrazioni, attori locali che la gestione delle opere di compensazione può comportare. Se non inquadrata in una cornice definita, le compensazioni possono portare infatti da una parte a sperequazioni territoriali che non permettono l'accordo fra le Amministrazioni e dall'altra ad aumenti, anche consistenti, dei costi di realizzazione dell'opera, accentuando con ciò fenomeni distorsivi e lasciando irrisolti problemi ambientali significativi.

Con il termine generale di **mitigazioni** si intendono modifiche tecniche del progetto/opera e/o l'aggiunta di elementi tecnologici introdotti al fine di ridurre gli effetti negativi su elementi sensibili dell'ambiente circostante.

Le misure di mitigazioni vengono generalmente intese come accorgimenti atti a ridurre o annullare i possibili effetti negativi o dannosi dovuti alla presenza di un'unità di processo sull'ambiente circostante, o anche, *«più specificatamente, modifica tecnica o elemento tecnologico aggiuntivo (depuratore, filtro, misura di protezione ambientale) apportato al progetto iniziale per ridurre gli effetti negativi sull'ambiente»*. (Fonte: Agenzia regionale per la Prevenzione e protezione dell'Ambiente del Veneto).

Si distinguono le mitigazioni previste da specifiche norme di settore, volte a garantire il rispetto di parametri definiti, da quelle da prevedere sulla base di criteri di ottimalità sul piano tecnico.

Alcune delle misure di riduzione delle pressioni ambientali (per esempio rumore ed emissioni da traffico) prodotte dalla opere e dalle scelte progettuali devono riferirsi a

specifiche norme settoriali o a specifici vincoli territoriali, altre misure di riduzione delle pressioni non sono rese obbligatorie da norme specifiche, ma devono comunque essere inserite negli obiettivi dell'intervento per la contabilizzazione rispetto alle sensibilità ambientali circostanti (unità abitative, unità naturali, ambiti paesistici di pregio).

I criteri di riferimento sono in questo caso quelli delle migliori tecnologie disponibili (caratterizzate dalla necessità di applicare le migliori e meno impattanti tecniche costruttive, nonché tutti quegli accorgimenti utili a “mitigare” l'impatto dell'opera nei confronti del territorio e del paesaggio) e quelli delle migliori pratiche disponibili.

Si definiscono **compensazioni** le azioni dirette a riparare, risanare o sostituire risorse naturali e/o servizi naturali danneggiati, oppure a fornire un'alternativa il più possibile equivalente a tali risorse o servizi. Per misura di compensazione si intende un intervento di ripristino ambientale in una data area per compensare la perdita di valore ambientale causata dalla realizzazione di opere in un'altra area, più o meno vicina alla prima.

Le compensazioni intendono ottenere un livello di risorse e/o di servizi naturali analogo a quello che si sarebbe ottenuto se il sito danneggiato fosse tornato alle condizioni originarie o non fosse mai stato modificato. Laddove possibile e opportuno, il sito alternativo dovrebbe essere geograficamente collegato al sito danneggiato.

Le azioni compensative possono consistere in riduzione dei livelli preesistenti di criticità dell'intervento, in riequilibri diretti di assetti ecosistemici degradati, in economie messe a disposizione per la soluzione di problemi ambientali esistenti.

6.1.2. CRITERI GUIDA SCELTI PER LE COMPENSAZIONI AMBIENTALI

Si fornisce un elenco delle caratteristiche che le misure di compensazione dovrebbero presentare, ossia queste dovrebbe essere e che sono state scelte durante la fase di progettazione:

- Coerenti con gli strumenti di programmazione e pianificazione regionali e locali, a seguire i differenti piani e programmi provinciali e comunali.
- Omologhe: le misure di compensazione dovrebbero essere finalizzate prevalentemente a compensare la perdita di valore della componente ambientale che subisce l'impatto (coerenza tra componente ambientale impattata e benefici della compensazione).
- Prossime al sito e destinate prevalentemente alle aree/soggetti coinvolti dalla trasformazione, ovvero gli impatti residui, dopo l'attuazione delle misure di

prevenzione/mitigazione, dovrebbero essere compensati mediante opportune misure di recupero della qualità strutturale e funzionale dell'ecomosaico in cui si inserisce l'intervento, anche attraverso la ricostruzione di nuove unità ecosistemiche opportunamente individuate e collocate nel medesimo contesto spazio-funzionale. Nel caso in cui non risulti possibile realizzare, in un termine di tempo adeguato e in misura proporzionale, la compensazione dei danni residuali su aree adiacenti a quelle consumate.

- fatte salve le eventuali disposizioni più restrittive vigenti - le strutture e le funzioni naturali e paesaggistiche danneggiate dovrebbero comunque essere risarcite, mediante misure omologhe di riqualificazione del contesto ecologico e paesaggistico, in altri luoghi il più possibile vicini a quelli dell'intervento e quantomeno in un contesto ecosistemico affine. Si fa presente che tale principio deve essere attentamente valutato nel caso della ricostruzione di parti di rete ecologica, poiché come viene anche detto più avanti, è preferibile che l'intervento di compensazione venga fatto in prossimità dell'area interessata dagli impatti della trasformazione anche se non troppo ravvicinata in quanto il valore ecologico della compensazione sarebbe influenzato dalla presenza della trasformazione stessa.
- Addizionali e univoche: affinché le opere risultino effettivamente compensative degli impatti residui, le misure realizzate dovrebbero essere caratterizzate da un'intenzionalità esplicita, il che significa, per esempio, non utilizzare a fini compensativi un bosco già esistente o un programma di interventi di gestione ordinaria del territorio. Risulta pertanto fondamentale stabilire le baseline di riferimento, ossia le condizioni originarie in assenza di una misura compensativa. Il presupposto di un'azione compensativa è che questa possa riportare allo stato originario – o il più vicino possibile allo stato di partenza - un determinato territorio in uno specifico lasso di tempo. Chiarito infatti che uno degli scopi della compensazione ambientale è l'innalzamento del valore ecologico (e paesistico) complessivo del territorio, occorre evitare che alcune aree, essendo già dotate di una propria rilevanza ecologica, non vengano conteggiate ai fini della compensazione, in quanto quelle determinate aree formano già il valore eco paesistico di un certo territorio a prescindere dai progetti di trasformazione in corso e dai relativi danni.
- Misurabili e monitorabili: il beneficio indotto dall'azione compensativa dovrebbe essere quantificato e confrontato in rapporto allo stato originario.

- Permanenti (variabile in funzione del tipo di intervento di compensazione) e irreversibili, anche in previsione di possibili fattori di rischio di degrado, e tenendo peraltro presente il possibile dispendio di energie e di risorse necessarie alla gestione dell'azione di compensazione, per evitare che nel lungo periodo risulti un bilancio ambientale negativo.
- *Leakage*: ossia verificate rispetto alla necessità di evitare possibili effetti collaterali di segno opposto a quelli dei benefici compensativi. Ad esempio la messa in protezione di un bosco soggetto a fenomeni di taglio eccessivo potrebbe indurre a spostare il problema su boschi limitrofi, annullando l'effettivo miglioramento del sistema.
- Realizzabili dal punto di vista tecnico, economico e sociale degli interventi. Rispetto alla realizzabilità tecnico-economica potrebbe essere opportuno individuare un soggetto responsabile a cui competono la gestione e i costi dell'intervento nel tempo. Rispetto alla realizzabilità sociale, invece, sarebbe opportuno prevedere una condivisione (condivisibili) sulle tipologie di azioni di compensazione con la popolazione locale, eventualmente individuando opportune forme di coinvolgimento e di comunicabilità (comunicabili).
- Integrate nei progetti delle trasformazioni sin dalla loro prima stesura. Le cosiddette compensazioni ecologiche preventive possono favorire la realizzazione e la cessione al patrimonio pubblico di beni immobili (terreni) e di opere a verde che incrementino il bilancio ecologico e ambientale, la qualità paesistica degli spazi aperti nonché la loro fruibilità.

6.1.3. MITIGAZIONI

In questo paragrafo verranno individuate e riproposte per completezza di trattazione le misure necessarie alla minimizzazione degli impatti nella fase di realizzazione e di esercizio con particolare attenzione ai criteri di organizzazione del cantiere.

I principali impatti da minimizzare nella fase di cantiere sono rappresentati dagli impatti in atmosfera (emissioni inquinanti e sollevamento di polveri) dovuti al transito di mezzi pesanti per la realizzazione del porto . Tali impatti sono notevolmente ridotti dalla scelta di far provenire molto del materiale di costruzione del porto via mare, produrre in sito e far provenire via terra solo una piccola parte utilizzando una viabilità apposita di cantiere nella quale il traffico di cantiere non interferisce né con il traffico ordinario né con la residenza.

Gli impatti residui potranno essere minimizzati attraverso l'utilizzo giornaliero di macchine mobili per l'innaffiamento e la pulizia delle strade di accesso al cantiere e delle aree di manovra degli automezzi; una attenta distribuzione ed organizzazione del cantiere che limiti il percorso e la manovra dei mezzi d'opera evitando la dispersione di materiale sfuso e delle emissioni di gas e polveri; la scelta di percorsi degli autocarri che evitino l'attraversamento degli ambienti più sensibili, in particolare zone abitate.

La mitigazione dell'emissioni di polveri si attua mediante accorgimenti di carattere logistico e tecnico quali: il contenimento della velocità di transito dei mezzi (max 20 km/h); la pavimentazione delle piste di cantiere; la bagnatura delle piste di cantiere; la bagnatura e copertura con teloni del materiale trasportato dagli automezzi; la protezione dei cumuli di inerti dal vento mediante barriere fisiche (reti antipolvere, new-jersey, pannelli).

Al fine di ridurre al minimo l'emissione delle polveri generate dalle attività di cantiere, sarà prevista l'installazione, in prossimità delle aree di stoccaggio degli inerti, di Cannoni che sparano acqua nebulizzata; mentre lungo le piste di cantiere, per ridurre le polveri prodotte dal passaggio degli automezzi, sarà prevista la bagnatura delle stesse, e per i mezzi in uscita dal cantiere delle postazioni mobili di lavaggio ruote.

Per quanto riguarda i sistemi per il lavaggio degli pneumatici degli automezzi, si predisporranno delle postazioni mobili lava ruote che assicureranno anche l'eliminazione di eventuali residui delle fasi di eventuale bonifica.

Per quanto riguarda la componente rumore nella successiva fase di progettazione i cantieri dovranno essere organizzati in modo da adottare tutte le azioni dirette e indirette necessarie alla mitigazione del rumore quali, ad esempio:

- far effettuare ai mezzi meccanici di trasporto percorsi di ingresso e di uscita più lontani possibile dagli edifici;
- dislocare i compressori, le pompe, gli impianti di betonaggio e tutte le sorgenti fisse, più lontano possibile dal centro abitato, dalle abitazioni, dalle strutture portuali dove vi è permanenza continuativa di personale;
- per tutte le attività cantieristiche eseguite a distanze inferiori di 100 metri dalle facciate degli edifici residenziali qualora presenti, installare schermi mobili fonoassorbenti e fonoisolanti a ridosso delle sorgenti fisse e mobili rumorose, come ad esempio lavori di demolizione con il martello pneumatico, postazioni di preparazione della carpenteria metallica, pompe e compressori, trivellazioni, ecc..

Per la sicurezza dell'ambiente e dei lavoratori nella fase di cantiere sarà predisposto un apposito piano di sicurezza relativo alle opere di urbanizzazione, ai singoli comparti di intervento delle opere marittime e delle opere a terra.

Nell'ambito della fase di realizzazione delle opere che implicano la risospensione di materiale di fondo (attività di dragaggio, infissione pali, etc.) si raccomanda l'adozione delle seguenti misure di mitigazione per evitare gli effetti della propagazione della torbidità:

- installazione di panne galleggianti anti-torbidità, in modo da confinare l'area di lavorazione ed evitare la dispersione di solidi sospesi all'esterno;
- organizzazione delle attività di dragaggio in termini di sequenza delle aree di intervento, orario di lavoro e frequenza di dragaggio/lavorazione, al fine di evitare interferenze con la stagione balneare.

In quanto agli effetti conseguenti alla produzione di torbide nell'ambito delle azioni di realizzazione di palificazioni, scavi e dragaggi, l'adozione di misure mitigative consisterà sostanzialmente nel limitare le lavorazioni da mare per condurle invece da terra, dove gli impatti possono essere minori; circoscrivere a mare le attività dei pontoni e di altri mezzi nelle aree dove sono presenti le praterie a *Cymodocea nodosa*, soprattutto dove le profondità sono limitate; individuare a mare specifici corridoi di accesso dei mezzi dove non sono presenti praterie. Certamente, l'utilizzo, già previsto in Piano, di sistemi di contenimento delle torbide e di benne tipo "Ecograb", costituisce un fattore di mitigazione fondamentale. In subordine, dovrà essere limitato l'utilizzo di "spilli" per l'ancoraggio dei pontoni.

Per la minimizzazione degli impatti derivanti dalla fase di esercizio del nuovo Porto turistico dovranno essere adottati alcuni accorgimenti volti a evitare che le attività previste possano pregiudicare la qualità ambientale del litorale e la possibilità di utilizzazione balneare delle spiagge adiacenti. Nella fase esecutiva sarà quindi predisposto un protocollo di gestione delle opere portuali e in particolare:

- l'area di distribuzione carburanti sarà dotata di panne antinquinamento e di sistemi per il recupero del carburante accidentalmente versato in acqua.
- I reflui provenienti dagli scarichi delle utenze presenti nell'area portuale sono convogliate direttamente verso la rete diretta alla depurazione tramite una rete a gravità ed una rete a pressione con impianti di sollevamento intermedi.
- L'impianto per la raccolta e il trattamento dei reflui provenienti dalle imbarcazioni (nere e di sentina) prevede l'impiego di impianti di aspirazione e trattamento delle acque nere e di sentina (un impianto ogni circa 400 posti

barca, le cui caratteristiche tecniche e dimensionali saranno approfondite nel progetto esecutivo. Il sistema di aspirazione–trattamento delle acque di sentina sarà progettato al fine di assolvere agli obblighi che la nuova normativa comunitaria in materia di scarichi delle imbarcazioni da diporto (Dir. 2000/59/CEE del 27 nov. 2000, convenzione di MARPOL 73/78) impone ai porti turistici. L'impianto svolge contemporaneamente le funzioni di aspirazione e trattamento (separazione degli oli e loro raccolta in apposite taniche) delle acque di sentina; di aspirazione delle acque nere raccolte nei serbatoi delle imbarcazioni e scarico nella rete fognaria generale. Le acque di sentina, opportunamente trattate, possono quindi essere scaricate nella rete fognaria, nelle acque superficiali, o utilizzate per l'irrigazione delle aree verdi. L'aspirazione delle acque nere raccolte nei serbatoi delle imbarcazioni viene effettuata con apposita manichetta predisposta con attacco standard per il collegamento alle casse di raccolta delle acque nere delle imbarcazioni e successivo recapito in fognatura.

- Per le acque nere provenienti da W.C chimici con serbatoio asportabile è stato previsto un punto di vuotatura e pulizia in corrispondenza dei servizi igienici variamente ubicati nell'area portuale. Gli scarichi totali così prodotti sono recapitati, tramite la rete fognaria del porto e alla depurazione.
- Nella fase di progettazione esecutiva è prevista l'adozione di almeno un impianto portatile per la raccolta degli oli esausti direttamente dal motore dell'imbarcazione e l'individuazione di un punto stoccaggio di tali oli.
- Il lavaggio delle coperte delle barche essere eseguito solo utilizzando detersivi biodegradabili di tipo omologato. I prodotti antivegetativi, utilizzati per combattere la proliferazione di microrganismi vegetali sugli scafi dei natanti devono essere del tipo accettato dalla legislazione internazionale.
- le acque provenienti dai cantieri navali saranno scaricate direttamente in impianti di separazione prefabbricati monoblocco parallelepipedici per il trattamento delle acque in continuo.

6.1.4. COMPENSAZIONI

La scarsa naturalità e biodiversità dell'area di intervento e le condizioni di degrado attuali non richiedono particolari opere di mitigazione anche perché gli interventi di potenziamento e nuova realizzazione di impianti vegetazionali previsti nel progetto comportano un aumento del valore naturalistico dell'area e della biodiversità (attraverso

la piantumazione di specie arboree e arbustive autoctone e consolidate, l'eliminazione delle specie infestanti e ubiquitarie). Inoltre contribuiscono alla percezione del Porto come spazio verde e alla più generale mitigazione degli impatti sul microclima.

Per quanto riguarda l'incremento di l'inquinamento atmosferico derivante dal traffico autoveicolare si ricorda che la posizione geografica dell'area in esame è particolarmente favorevole alla dispersione e diluizione degli inquinanti, favorita dalla presenza costante di circolazioni locali (quali le brezze marine) che permettono una rapida autodepurazione dell'atmosfera. Inoltre, qualora i normali processi di dispersione siano impediti o rallentati da particolari condizioni atmosferiche, alla riduzione delle concentrazioni inquinanti può contribuire il processo biologico di assorbimento ad opera degli impianti vegetazionali di compensazione previsti all'interno di tutta l'area del porto, che costituiscono un elemento aggiuntivo di controllo dell'equilibrio biochimico dell'atmosfera.

L'impiego di fasce arbustive basse e di impianti arborei regolari tende a garantire il rapporto visivo tra edifici e bacino portuale.

Impianti vegetazionali più densi e a carattere naturale costituiscono un elemento di mitigazione climatica e compensazione ambientale.

In sintesi gli interventi di minimizzazione e compensazione degli impatti possono essere così descritti:

- **Aree di compensazione degli impatti sull'ambiente atmosferico e sul microclima** costituite da:
 - formazioni arboreo-arbustive di compensazione e mitigazione degli impatti sull'ambiente atmosferico (con specie vegetali *meso-xerofile* in grado di filtrare polveri e gas, contribuire alla riduzione delle concentrazioni inquinanti e dell'inquinamento acustico provenienti da traffico veicolare), distribuite lungo la viabilità d'accesso, gli ingressi al porto, e tra questo e le aree edificate.
 - superfici verdi (a prato o con specie arbustive basse) che possono contribuire a limitare gli effetti di alterazione del microclima, dovuti all'aumento di aree impermeabilizzate e all'impiego di materiali artificiali (asfalto, cemento) cattivi conduttori di calore che possono portare ad un locale incremento della temperatura e dell'aridità dell'aria. La realizzazione superfici a prato, vasche d'acqua, filari, siepi e fasce alberate e quindi di zone d'ombra consente di ridurre l'alterazione climatica e la ridotta capacità evaporativa del suolo.

- **Impianti di filtro formazioni arboreo- arbustive regolari** con funzione di protezione degli elementi e delle aree vulnerabili (insediamenti, aree verdi e servizi) dalla salsedine e dal vento, e con funzione di schermo visivo e di operazione tra elementi eterogenei (area dei cantieri e bacino portuale, aree parcheggio e aree servizi, etc.).
- **Aree di recupero della zona Margitello:** oltre alle opere marittime descritte, il progetto prevede un deciso intervento di riqualificazione urbana, tramite interventi edilizi finalizzati alla realizzazione di strutture complementari e alla bonifica dell'area. Perfettamente baricentrica tra centro storico cittadino, porto turistico, passeggiata lungomare ed immersa in un contesto panoramico unico, la struttura offre un mix perfetto di accoglienza, servizi all'avanguardia e atmosfera esclusiva, in un contesto architettonico raffinato, progettato nel rispetto dell'ambiente circostante. Per le opere a terra l'attenzione è stata rivolta ai seguenti aspetti:
 - l'altezza massima degli edifici;
 - i rivestimenti e i dettagli di finitura.

Tutti gli accorgimenti sono adottati al fine di valorizzare le identità, le specificità e le originalità locali: l'idea di fondo, infatti, è quella di promuovere l'integrazione porto-territorio, coniugando le risorse della costa con le risorse naturalistiche e culturali presenti nel territorio stesso.

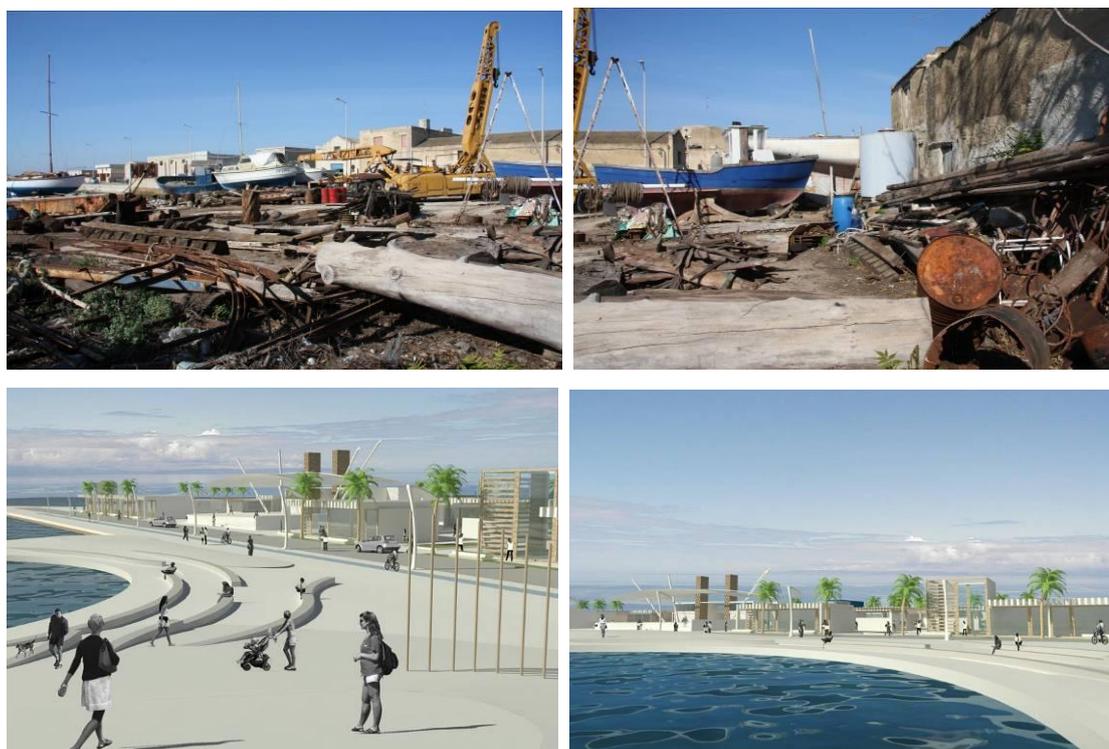


Figura 291 – Visuale del porto dopo gli interventi di progetto (Area dei cantieri)



Figura 292 – Visuale del porto dopo gli interventi di progetto (Da capannoni ad area servizi urbani)

- Aree di recupero della zona alla Radice del Molo di Levante:** anche la zona del molo di Levante risulta degradata dal punto per cui il progetto ha previsto delle compensazioni ambientali in termini di opere costruite per consentire agli operatori di svolgere il proprio lavoro in modo salubre. Un'ampia zona a terra posta presso la radice del Molo di Levante sarà quindi destinata in uso esclusivo alla marineria peschereccia lilibetana; essa offrirà ormeggi dedicati e spazi a terra appositi per la conservazione del pescato, depositi e servizi adeguati ad oggi praticamente assenti. Nell'area pesca saranno realizzati complessivi 1800 mq circa di magazzini pescatori. I magazzini sono dotati di un locale per i servizi igienici e docce a servizio dell'area. I magazzini saranno collocati ad una distanza di circa 9,50 m dalla banchina nord e fra di loro disteranno 10 m. Le aperture dei magazzini saranno simmetriche rispetto al fine di garantire una omogeneità dei prospetti che si fronteggiano sullo stesso viale. Tutti gli edifici presenteranno grandi superfici vetrate atte a garantire e soddisfare il ricambio d'aria e i rapporti di aero illuminazione.



Figura 293 – Sovrapposizione su ortofoto dello stato di fatto e del progetto zona trasferimento operatori

6.1.5. ALCUNE CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE COMPENSAZIONI ADOTTATE

Considerando le misure di compensazione precedenti si può dire che essi siano:

- **Coerenti con piani e programmi sovralocali e locali:**

Il particolare ricordando che il Piano Strategico per lo Sviluppo della Nautica da Diporto in Sicilia affronta anche il tema della *“politica di tutela e recupero del paesaggio nella consapevolezza culturale che l’ambiente è la risorsa principale di cui si dispone per attivare lo sviluppo turistico”* e in accordo con questa propone tutta una serie di indicazioni di massima, per l’incremento del comparto della nautica da diporto, da ritenere imprescindibili con il rispetto ed il miglioramento dell’ambiente.

Il progetto in questione, per mezzo di tutte le compensazioni ambientali previste, persegue gli obiettivi di salvaguardia e di godimento del patrimonio paesaggistico - ambientale sia dal punto di vista strettamente progettuale con la realizzazione di muri paraonde con basse quote per consentire la vista sul mare e, nello stesso tempo, in grado di difendere dal vento e dallo straripamento delle onde, sia con l’utilizzo per le mantellate esterne delle dighe, per gli arredi e per i rivestimenti, di materiali naturali tradizionali come pietra reperibile localmente e legno, limitando i materiali artificiali, ovviamente ad esclusione del calcestruzzo armato e dell’acciaio rivestito o verniciato.

Si vuole offrire in tal modo, al diportista che giunge a Marsala, l’immagine di sicilianità attraverso l’uso di materiali tipici di questa terra. L’uso di questi materiali, inoltre, risulta pregevole non solo perché minimizza l’impatto visivo, ma anche perché mette al riparo dal potenziale pericolo di danni ambientali derivanti dall’utilizzo di prodotti recenti non messi alla prova nella durata del tempo e dei quali non sempre sono effettivamente conosciuti gli effetti di dissolvimento nelle acque marine.

- **Omologhe:**

Tutte le misure di compensazione sono finalizzate prevalentemente a compensare la perdita di valore della componente ambientale che subisce l’impatto. Infatti, le nuove costruzioni sono tali da ridurre l’uso del suolo e bonificano ad oggi ambienti degradati e poco salubri (vedi presenza di amianto che sarà opportunamente smaltito);

- **Prossime, ossia il più possibile collocate nel medesimo contesto spaziale-funzionale, addizionali e univoche:**

Tutte le opere di compensazione sono collocate nel medesimo contesto in cui si interviene, e sono addizionali ed univoche in quanto esse le opere risultano effettivamente compensative degli impatti residui e tutti gli interventi, fin dal progetto

preliminare, sono state caratterizzate da un'intenzionalità esplicita e concordata con i vari operatori presenti in loco.

- **Permanenti, irreversibili e *leakage*:**

Tutti gli interventi di compensazione sono permanenti e irreversibili, ed è stato tenuto conto in fase progettuale di tutte le risorse necessarie per gestirle in modo da evitare che nel lungo periodo risulti un bilancio ambientale negativo. A questo bisogna aggiungere che esse non comportano il fenomeno di *leakage* non sottraendo alcuna risorsa e quindi non comportando alcun spostamento del problema rischiando di annullare l'effettivo miglioramento del sistema.

- **Realizzabili dal punto di vista tecnico, economico e sociale:**

Ovviamente tutte le misure sono realizzabili, in quanto non si parla solo di previsione ma di effettiva realizzazione delle opere.

- **Condivisibili e comunicabili:**

Già in fase di conferenza dei servizi tutti gli operatori del settore hanno espresso il proprio parere in modo che la società proponente apportasse tutte le modifiche necessarie al progetto presentato in fase preliminare.