



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**MINISTERO
DELL'INTERNO**



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – Piani Urbani Integrati - M5C2 – Intervento 2.2b



COMUNE DI PALERMO

**AREA DEL PATRIMONIO, DELLE POLITICHE AMBIENTALI
E TRANSIZIONE ECOLOGICA**

**SETTORE POLITICHE AMBIENTALI E TRANSIZIONE ECOLOGICA
SERVIZIO PROGETTAZIONE MARE, COSTE, PARCHI E RISERVE**



Parco a mare allo Sperone
CUP D79J22000640006

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
(PMA)**

Agosto 2023

Il Sindaco: Prof. Roberto Lagalla
L'Assessore: Dott. Andrea Mineo
Il Capo Area: Dott.essa Carmela Agnello
Il Dirigente: Dott. Roberto Raineri

Il RUP: Arch. Giovanni Sarta
Staff del RUP: Arch. Giuseppina Liuzzo, Arch. Achille Vitale, Ing. Gesualdo Guarnieri, Dott. Francesco La Vara, D.ssa Caterina Tardibuono, D.ssa Patrizia Sampino.

La coordinatrice della progettazione: Ing. Deborah Spiaggia
Il gruppo di progettazione: Dott. Geologo Gabriele Sapio;
Responsabile della sicurezza in fase di progettazione: Ing. Claudio Torta

Dott. Biologo Fabio Di Piazza;

Studio idraulico marittimo, Verifica delle opere di difesa costiera eseguiti da: Sigma Ingegneria s.r.l.

Indagini ambientali, geologiche e geotecniche svolte da: ICPA s.r.l. e Ambiente Lab
Con il contributo scientifico del Dipartimento di Architettura di Palermo – Responsabile Prof. Daniele Ronsivalle

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	RUMORE	5
3.1	UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO	5
3.2	PARAMETRI DESCRITTORI	6
3.3	FREQUENZA E DURATA DEI MONITORAGGI	7
3.4	METODOLOGIE	8
3.5	GESTIONE SITUAZIONI CRITICHE	9
3	ATMOSFERA	10
3.1	UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO	10
3.2	PARAMETRI DESCRITTORI	11
3.3	FREQUENZA E DURATA DEI MONITORAGGI	12
3.4	METODOLOGIE	13
4	AMBIENTE IDRICO	14
4.1	UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO	14
4.2	PARAMETRI DESCRITTORI	15
4.3	FREQUENZA E DURATA DEI MONITORAGGI	15
4.4	METODOLOGIE	16
5	CRONOPROGRAMMA DEI MONITORAGGI	17
6	STIMA COSTI MONITORAGGIO AMBIENTALE	18

1 PREMESSA

L'elaborato è stato redatto sulla base delle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere*, commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello Studio di Preliminare Ambientale (SPA), in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti e approccio metodologico ed a quanto determinato a valle dell'analisi di rischio sito specifica.

Il documento descrive il Progetto di Monitoraggio relativamente alle componenti Rumore, Atmosfera ed acque di falda.

2 RUMORE

Le attività previste dalla fase di cantierizzazione sono piuttosto limitate sia nel tempo che nell'impiego di mezzi e macchinari.

Dalle osservazioni esposte relativamente al clima acustico, già presentate in fase di Studio preliminare ambientale si evince che l'impatto dato dallo svolgersi delle lavorazioni sarà contenuto e la presenza del cantiere altererà il clima acustico soltanto localmente in corrispondenza delle abitazioni poste a ridosso della spiaggia e delle attività commerciali e turistico-ricettive a ridosso dell'area verde, pertanto, del futuro cantiere. In funzione di ciò, sarà previsto il monitoraggio della componente rumore in tutte le fasi: Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

Il monitoraggio in Ante Operam servirà sia per verificare la bontà delle considerazioni esposte in precedenza e dettagliate nello Studio Preliminare Ambientale, sia per permettere, prima dell'inizio dei lavori, la realizzazione di uno studio di impatto acustico, ai sensi della legge 447/95, che tenga conto del clima acustico misurato durante il monitoraggio e di mezzi, macchinari e barriere antirumore che saranno effettivamente impiegati dall'impresa esecutrice dei lavori, così da poter fornire un quadro che sia il più possibile rappresentativo delle reali condizioni che saranno create dal cantiere. Inoltre, tale monitoraggio costituirà il quadro di riferimento per i successivi monitoraggi.

In fase di Corso d'Opera si verificherà la correttezza di quanto previsto e l'effettivo impatto in relazione al monitoraggio eseguito in Ante Operam. Eventuali superamenti imprevisti potranno essere gestiti ricorrendo ad adeguate misure di riduzione dell'impatto acustico e/o al rafforzamento delle misure mitigative adottate. Inoltre, saranno garantite le misure di mitigazione tipiche delle cosiddette buone pratiche di cantiere.

Infine, in fase di Post Operam si verificherà il ripristino delle condizioni ante operam, ovvero l'effettivo impatto ridotto sui ricettori (non sensibili) posti a ridosso delle aree interessate dalla realizzazione dell'opera, vista la poca significatività dal punto di vista acustico delle opere in progetto.

3.1 Ubicazione punti di monitoraggio

Per quanto riguarda l'ubicazione, verranno effettuate delle misurazioni per mezzo di

fonometri in 3 diversi punti di seguito individuati (Figura 1):

1. In prossimità dell'edificio posto al civico 166 di via Messina Marina;
2. In prossimità dell'attività turistico ricettiva "Hotel Villa D'Amato";
3. In prossimità dell'edificio posto al civico 204 di via Messina Marina.

Il valore di calibrazione per lo studio di impatto acustico sarà determinato in ciascuno dei 3 punti previsti, prima dell'inizio dei lavori, così da ricalcolare il differenziale per la fase di Corso d'Opera.



Figura 1 - Ubicazione dei punti di monitoraggio del rumore

3.2 Parametri descrittivi

Il monitoraggio dovrà essere effettuato con apposito fonometro per la misurazione del rumore negli ambienti esterni, conforme alla normativa CEI EN 61672 (2003) da tecnici competenti in acustica ai sensi dell'art. 21 del D.lgs. 17/02/2017. Le misure saranno eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, nebbia e/o neve, e velocità del vento inferiore a 5 m/s, posizionando il microfono, provvisto di cuffia antivento, su apposito supporto ad una altezza di circa 1,5 m dal piano di calpestio e ad una distanza di almeno 1 m da elementi riflettenti (schermi, facciate edifici ecc.), secondo quanto riportato nell'allegato B del D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Le misure acustiche saranno effettuate e sottoscritte, ai sensi dell'art. 2, comma 6 della L. n. 447/95, da un Tecnico Competente in Acustica Ambientale

Per ogni punto di misura individuato dovrà essere adottata la metodologia indicata nell'allegato B del D.M. 16.03.1998. Saranno determinate le seguenti grandezze acustiche:

- Andamento temporale del LA_{eq} con tempo di integrazione pari a 1 minuto;
- LA_{eq} per ogni ora di misura;
- Livelli statistici cumulativi L1, L5, L10, L90, L95, L99 per ogni ora;
- LA_{eq} sul periodo diurno (06-22);
- Presenza di componenti tonali ed impulsive.

3.3 Frequenza e durata dei monitoraggi

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori ante operam, si procederà poi alla misurazione del clima acustico nella fase di svolgimento delle attività di cantiere.

Verranno eseguite misure della durata di 1 giornata lavorativa, avendo cura che il monitoraggio venga effettuato in concomitanza con le lavorazioni principali e maggiormente fonti di rumore (movimentazione terra, realizzazione delle opere di consolidamento del fronte costiero, pavimentazione delle aree a parcheggio).

Ogni campagna di monitoraggio verrà quindi effettuata tramite fonometro che acquisirà in continuo per tutta la durata della giornata lavorativa.

Il monitoraggio verrà effettuato in n. 1 campagne in fase ante operam, su tutti e 3 i punti di misura, al fine di costituire la base di determinazione del rumore residuo da considerare nella valutazione del rispetto dei valori limite di immissione differenziale.

Durante il corso delle lavorazioni le misurazioni verranno eseguite con frequenza trimestrale per tutta la durata dei lavori su tutti i punti di monitoraggio.

In post operam, infine, il monitoraggio verrà eseguito con una sola campagna di misurazioni sei mesi dopo il fine lavori per la verifica del ripristino dei livelli sonori precedenti la realizzazione dell'opera.

Tabella 1 - frequenza e durata dei monitoraggi acustici

Fase	Frequenza	Durata
Ante Operam	una tantum	n. 1 campagna
Corso d'Opera	trimestrale	18 mesi
Post Operam	una tantum	6 mesi dopo la fine dei lavori

3.4 Metodologie

L'esecuzione dei rilievi avverrà a mezzo di fonometri (Figura 2), strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso.



Figura 2 – fonometro

I rilievi fonometrici saranno eseguiti in osservanza delle modalità prescritte dalla Legge quadro 447 del 26.10.1995, DPCM 1.3.91 e DPCM 14.11.97 e dal DM Ambiente 16 Marzo 1998, da un Tecnico Competente in Acustica. Le misure saranno eseguite con strumentazione di classe 1, conforme alle prescrizioni tecniche stabilite dall'Art. 2 del suddetto DM Ambiente 16 Marzo 1998. In ogni postazione di misura verrà rilevato il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato secondo la curva di normalizzazione A, per un intervallo di tempo adeguato a garantire stabilità della lettura strumentale e, di conseguenza, la piena significatività della misura. Saranno inoltre

acquisiti i livelli statistici più significativi per procedere al riconoscimento soggettivo e strumentale di eventuali componenti tonali e/o impulsivi presenti nel rumore ambientale. Nella fase di elaborazione dei dati saranno eliminati tutti i rumori atipici eventualmente registrati durante i rilievi fonometrici ed annotati all'atto delle misurazioni. I rilievi saranno condotti in condizioni meteorologiche adatte alla convalida dei risultati (cielo sereno e ventilazione scarsa).

3.5 Gestione situazioni critiche

In caso di superamenti dei valori limite di legge, le lavorazioni verranno interrotte, fino all'individuazione di soluzioni atte a riportare i valori al di sotto dei limiti. L'efficacia di tali soluzioni verrà verificata con l'esecuzione di un'ulteriore campagna di monitoraggio.

3 ATMOSFERA

Le attività previste dalla fase di cantierizzazione sono piuttosto limitate sia nel tempo che nell'impiego di mezzi e macchinari. Dall'osservazione di quanto esposto in fase di Studio Preliminare Ambientale, si evince che l'impatto dato dallo svolgersi delle lavorazioni sarà piuttosto contenuto e la presenza del cantiere incrementerà l'inquinamento atmosferico solo localmente. Inoltre, saranno garantite le misure di mitigazione tipiche delle cosiddette buone pratiche di cantiere, descritte nello Studio Preliminare Ambientale. Tuttavia, al fine di verificare la bontà delle modellazioni numeriche, verranno installate 4 centraline per il monitoraggio per i parametri più significativi determinati in fase di analisi di rischio sito specifica.

3.1 Ubicazione punti di monitoraggio

I punti dove saranno posizionate le centraline di rilevamento atmosferico sono di seguito riportate in Figura 3.



Figura 3 - Ubicazione dei punti di monitoraggio della qualità dell'aria

Esse saranno quindi collocate:

- A1 - in corrispondenza dell'attività turistico ricettiva con l'Hotel Villa D'Amato che ha una posizione baricentrica rispetto l'area di cantiere;
- A2 - In corrispondenza del sondaggio "sg9" dove dalle analisi ambientali svoltesi in fase di piano di caratterizzazione è stato determinato nella matrice ambientale di suolo profondo una elevata concentrazione di mercurio, per cui come previsto nell'analisi di rischio sito specifica si prevede una stazione di monitoraggio in tale punto per determinare, tra le altre l'eventuale presenza di vapori di mercurio;
- A3 - In prossimità dell'intersezione della via Messina Marine con la via Armando Diaz;
- A4 - In prossimità del fronte costiero all'altezza dell'Hotel Villa D'Amato.

3.2 Parametri descrittivi

Il monitoraggio da svolgersi per un periodo continuo di 3 giorni con cadenza mensile sarà volto alla determinazione dei parametri PM_{2,5}, PM₁₀, PST e NO_x, metalli pesanti, composti alifatici clorurati cancerogeni, idrocarburi policiclici aromatici, PCB, idrocarburi totali C_{≤12} e C_{>12} (Tabella 2).

Tabella 2 - Set di parametri per il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria

Parametro	udm	Limite
Particolato sospeso PM10	µg/m ³	50
Particolato sospeso PM2,5	µg/m ³	25
PST	µg/m ³	/
Ossidi di azoto (NOx)	µg/Nm ³	/
Metalli Pesanti	µg/Nm ³	/
Composti alifatici clorurati	µg/Nm ³	/
Idrocarburi policiclici aromatici	µg/Nm ³	/
PCB	ng/Nm ³	/
C _{≤12}	µg/Nm ³	/
C _{>12}	µg/Nm ³	/

I limiti da rispettare per le concentrazioni di tali inquinanti sono quelli contenuti nel D.lgs. 155/2010 e nei suoi allegati, eccetto per le polveri, i cui limiti in Italia non sono attualmente regolamentati. In tal caso si prenderanno in considerazione le raccomandazioni dell'INAIL, a sua volta basate su quelle dell'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in cui, i limiti per le concentrazioni aeree negli ambienti di lavoro si consiglia siano mantenute al di sotto di:

- 3 mg/m³ nel caso di frazione granulometrica respirabile (frazione in massa delle particelle inalate che giunge negli alveoli polmonari);
- 10 mg/m³ nel caso di frazione granulometrica inalabile (frazione in massa delle particelle aero-disperse totali che viene inalata attraverso il naso e la bocca).

Ad essi si andranno ad aggiungere le variabili meteo climatiche, in maggior numero possibile rispetto a quelle elencate di seguito, misurate in loco e/o da banche dati delle stazioni meteorologiche limitrofe:

- velocità e direzione del vento;
- pressione atmosferica;
- radiazione solare globale e diffusa;
- temperatura dell'aria;
- umidità relativa;
- precipitazioni atmosferiche.

L'analisi dei parametri meteorologici è indispensabile per comprendere le condizioni meteo-diffusive dell'atmosfera e per valutare, soprattutto nel breve periodo, l'effettiva incidenza delle emissioni di inquinanti generate dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera, stante le osservazioni riportate nell'analisi di rischio sito specifica, sulla qualità dell'aria ambiente in termini di livelli di concentrazione.

3.3 Frequenza e durata dei monitoraggi

Le centraline di misura garantiranno un monitoraggio mensile con almeno 3 giorni in continuo. Il monitoraggio dovrà avvenire, per ciascun punto, due settimane prima dell'avvio delle lavorazioni, in modo da avere dei valori di riferimento con cui confrontare le misurazioni in corso d'opera, e verrà interrotto un anno dopo la conclusione di tutte le lavorazioni (Tabella 3).

Tabella 3 - frequenza e durata dei monitoraggi in continuo dell'atmosfera

Fase	Frequenza	Durata
Ante Operam	una tantum	n. 1 campagna due settimane prima dell'inizio dei lavori
Corso d'Opera	mensile	18 mesi
Post Operam	trimestrale	Un anno dopo la conclusione dei lavori

3.4 Metodologie

La centralina di monitoraggio automatico verrà utilizzata per verificare l'andamento della qualità dell'aria con cadenza mensile per un periodo continuo di almeno 3 giorni (Figura 4). In questo caso, per il campionamento del particolato, saranno impiegati analizzatori che utilizzano metodi ottici con restituzione del dato in continuo.

Al fine di validare i dati, saranno adottare le procedure di assicurazione e controllo della qualità redatte da ARPA Sicilia in coerenza con il DM 30 marzo 2017 e, alla fine di ogni campagna, verranno trasmessi ad ARPA Sicilia i moduli compilati, previsti nelle procedure operative, riportanti le attività periodiche effettuate su ogni analizzatore. Sugli analizzatori degli inquinanti gassosi (NO₂, CO, SO₂, Benzene) la taratura sarà verificata trimestralmente e la strumentazione utilizzata per il monitoraggio degli inquinanti sopra riportati sarà certificata conforme al D.Lgs 155/2010.



Figura 4 - Esempi di modelli di centraline per il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria

4 AMBIENTE IDRICO

Per quanto riguarda le acque sotterranee, sono stati riscontrati superamenti delle relative CSC per gli analiti manganese, boro, solfati (Tab. 2 All. 5 – Titolo V- Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006) e dei limiti di riferimento per i cloruri (Allegato 3 al D.M. 05/02/98 e ss.mm.ii.).

4.1 Ubicazione punti di monitoraggio

Il presente piano di monitoraggio, così per come previsto nell'analisi di rischio sito specifica, prevede che vengano eseguite campagne di misurazione delle concentrazioni di sostanze inquinanti sulle acque di falda nei pozzetti dotati di piezometro (Figura 5), per la ricerca dei parametri contaminanti evidenziati in suolo e sottosuolo e che hanno dato esito di rischio per la risorsa idrica sotterranea, con particolare attenzione al punto di campionamento pz6 sul quale sono stati riscontrati alcuni superamenti, al fine di controllare l'andamento temporale, degli analiti che hanno mostrato superamenti dei limiti di legge ed ascrivibili ad una loro origine naturale.



Figura 5 - Ubicazione dei punti di monitoraggio della qualità dell'acqua

4.2 Parametri descrittivi

Il set analitico scelto per le acque di falda prevederà la ricerca dei seguenti parametri: Manganese, Boro, Solfati, Cloruri e le CSC di riferimento sono quelle riportate in Tabella 2, Allegato 5, Parte IV, Titolo V del D.lgs. 152/06 ss.mm.ii. e nell'Allegato 3 al D.M. 05/02/98 e ss.mm.ii, come riportato nella seguente tabella (Tabella 4):

Tabella 4 - Set di analiti da ricercare per il monitoraggio dell'acqua di falda

Parametri da ricercare	Valori limite
	(*CSC Tab.2, All.5, Parte IV, D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) (**Allegato 3 al D.M. 05/02/98 e ss.mm.ii.)
Manganese	*50 µg/l
Boro	*1000 µg/l
Solfati	*250 mg/l
Cloruri	**100 mg/l

Tutte le analisi saranno condotte utilizzando metodi di prova normati da laboratori accreditati ACCREDIA.

Preliminarmente al campionamento dovrà essere eseguito uno spurgo di ogni piezometro, mediante pompa sommersa, a basso flusso, di un volume di acqua pari ad almeno 3 volte il volume di acqua contenuto nel piezometro ovvero allo stabilizzarsi dei seguenti parametri misurati con sonda multiparametrica (e riportati in appositi moduli di campo): pH, temperatura, conducibilità, potenziale redox, contenuto di ossigeno disciolto.

4.3 Frequenza e durata dei monitoraggi

Il monitoraggio verrà effettuato in n. 1 campagne in fase ante operam, mentre, durante il corso delle lavorazioni le misurazioni verranno eseguite con frequenza trimestrale per tutta la durata dei lavori. In post operam, infine, il monitoraggio verrà eseguito con cadenza trimestrale per il primo anno di esercizio dell'opera (Tabella 5).

Tabella 5 - frequenza e durata dei monitoraggi acqua di falda

Fase	Frequenza	Durata
Ante Operam	una tantum	n. 1 campagna
Corso d'Opera	trimestrale	18 mesi
Post Operam	trimestrale	Un anno dopo la fine dei lavori

4.4 Metodologie

Di seguito si riporta l'elenco delle metodiche da utilizzare (Tabella 6):

Tabella 6 – metodiche da utilizzare il monitoraggio dell'acqua di falda

Parametro	Metodo
Metalli (manganese, ferro, alluminio...)	UNI EN ISO 15587-1 2002 + UNI EN ISO 17294-2 2016 APAT -IRSA 3020 UNI EN ISO 11885:2009
Boro	UNI EN ISO 17294-2 :2016
Solfati (SO ₄)	APAT CNR IRSA 4020 Man 29/2003 APAT-IRSA CNR 29/2003 n.4150 - MS049.0CTV_0 (Lange LCK-654)
cloruri	APAT-IRSA 4020;
conducibilità	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003 UNI EN 27888:1995
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003 UNI EN ISO 10523 :2012
temperatura	APAT-IRSA 2100

Le attività di monitoraggio ambientale, concernenti sia le misure dei parametri chimico-fisici che gli esiti analitici dei campionamenti effettuati, saranno trasmessi al termine delle campagne effettuate con cadenza semestrale.

I risultati dovranno essere sintetizzati all'interno di un apposito documento tecnico contenente:

- descrizione dell'attività di controllo e monitoraggio;
- rilievo piezometrico;
- misure di campo;
- sintesi dei risultati analitici della campagna di monitoraggio.

5 CRONOPROGRAMMA DEI MONITORAGGI

ATTIVITA'	COMPONENTE	Corso d'Opera																		Post Operam				
		mesi																		anni		I°		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	trimestri	I	II	III
Atmosfera (centralina mobile)	Atmosfera																							
Rumore	Rumore																							
Acqua di Falda	Acqua																							
Report complessivo attività e risultati	--																							

6 STIMA COSTI MONITORAGGIO AMBIENTALE

ATTIVITA'	COMPONENTE	Costo Campagna	Corso d'Opera																		Post Operam					n. tot. Attività complessive	Costo Complessivo	
																					anni		I°					
			mesi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	trimestri	I	II	III	IV		
Atmosfera (centralina mobile)	Atmosfera	2 000,00 €																								24	48 000,00 €	
Rumore	Rumore	1 000,00 €																								6	6 000,00 €	
Acqua di Falda	Acqua	3 500,00 €																								10	35 000,00 €	
Report complessivo attività e risultati	--	2 000,00 €																								4	8 000,00 €	
																											TOT.	97 000,00 €