



ASSOCIAZIONE DI INGEGNERIA OFFSHORE E MARINA

STUDI DI AGGIORNAMENTO SULL'INGEGNERIA OFF-SHORE E MARINA

"Nuove tecnologie, Nuove applicazioni, Nuove normative"



28 e 29 novembre 2016
Università degli Studi di Salerno
Ordine degli Ingegneri di Salerno
Ordine dei Geologi della Campania



COMITATO ORGANIZZATORE

- Eugenio Pugliese Carratelli (epc@unisa.it)
Elio Ciralli (elio.ciralli@cirallistudio.com)
Alberto Moroso (alberto.moroso@mososotarita.it)
Annapaola Fortunato (annapaola.fortunato@ordineingsa.it)
Elisabetta Romano (ing.romano@libero.it)
Daniela Colombo (daniela.colombo@cesi.it)
Mariano Buccino (buccino@unisa.it)
Fabio Dentale (fdentale@unisa.it)

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

- Ferdinando Reale Angela Di Leo

COMITATO SCIENTIFICO

- Renata Archetti Alberto Lamberti
Eugenio Pugliese Carratelli Mario Calabrese
Elio Ciralli Roberto Tomasicchio
Lorenzo Cappiotti Carlo Lorenzoni
Alberto Moroso Antonio Scamardella
Mariano Buccino Fabio Dentale



EnvirTech

- Felice Arena
Elena Valentino
Giovanni Besio
Giovanni Ferreri
Attilio Tolomeo

Advertisement for DHI water environment models including LITPACK, MIKE 21, MIKE 3, and MWM. Includes images of coastal erosion and offshore structures.



CON IL PATROCINIO DI:



Provincia di SALERNO
www.provincia.salerno.it



CON I RINGRAZIAMENTI A:



GUARDIA COSTIERA



Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Salerno



SEED
Sanitary Environmental
Engineering Division



ASPETTI AMBIENTALI DEGLI INTERVENTI DI DRAGAGGIO: UN CASO STUDIO

Studi di aggiornamento sull'ingegneria off-shore e marina
«Nuove tecnologie, Nuove applicazioni, Nuove normative»

Sale «De Angelis» Ordine degli Ingegneri Provincia di Salerno
29 ottobre 2016



prof. ing. Vincenzo Belgiorno



Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Salerno



SEED

Sanitary Environmental
Engineering Division



Il dragaggio in ambito portuale

DRAGAGGIO AMBIENTALE
DRAGAGGIO

La rimozione del sedimento dai fondali marini mediante draghe convenzionali di tipo «meccanico» o «idraulico» o, più raramente, con sistemi di dragaggio «idrodinamico».

Finalità: Mantenimento della corretta funzionalità operativa dei porti

Utilizza le migliori tecnologie disponibili integrate con opportune misure di mitigazione degli effetti sull'ecosistema.

Finalità: Minimizzazione della risospensione dei sedimenti e dell'incremento della torbidità



Coast Best, 2016

Potenziali impatti



Potenziali impatti

Durante il complesso insieme delle attività di dragaggio si possono verificare alterazioni sia sul comparto fisico sia su quello biologico

Comparto abiotico

- **Morfodinamica e
Caratteristiche del Fondo**
- **Colonna d'acqua**

Comparto biotico

- **Comunità bentoniche**
- **Catena trofica**

Potenziali impatti

Comparto abiotico

- **Morfodinamica e Caratteristiche del Fondo**
- *Colonna d'acqua*

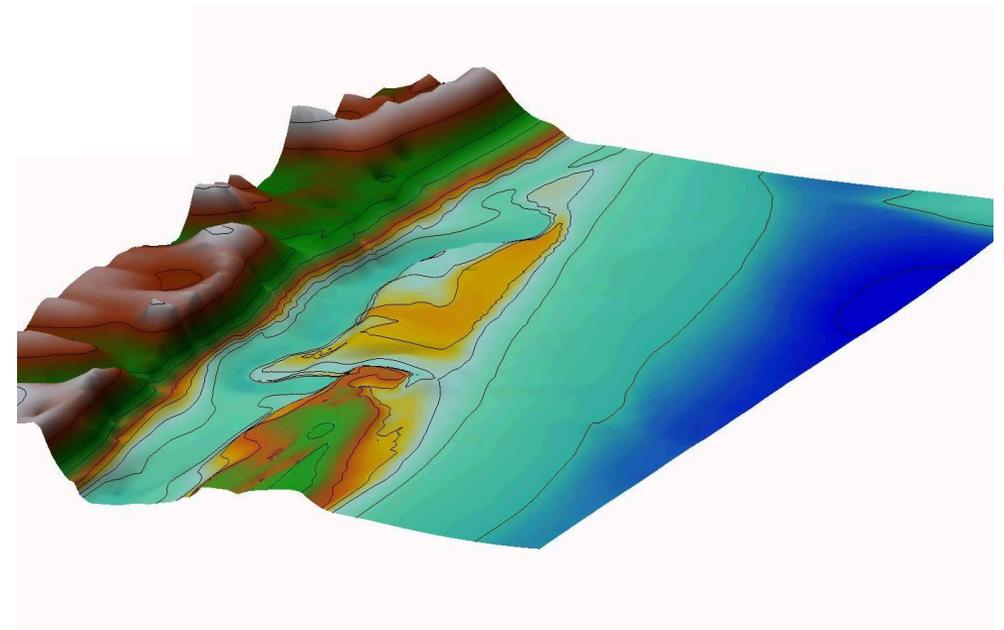
Comparto biotico

- *Comunità bentoniche*
- *Catena trofica*

- Modificazione dell'assetto morfologico e batimetrico dell'area con la creazione di forme depresse ed alterazione della tessitura dei sedimenti superficiali.

I tempi di recupero delle depressioni generate dalle attività di dragaggio dipendono da:

- tipo di draga utilizzata;
- assetto morfologico dell'area circostante (fondo sub-pianeggiante o aree a sand-banks o ridges);
- natura del sedimento (ghiaia o sabbia);
- stabilità del fondo;
- locali condizioni idrodinamiche (regime ondometrico e correntometrico).



Newell *et al.*, 1998; Birklund e Wijsman, 2005; SANDPIT, 2005; ICRAM, 2006, Manap and Voulvoulis, 2016

Potenziali impatti

Comparto abiotico

- *Morfodinamica e Caratteristiche del Fondo*
- *Colonna d'acqua*

Comparto biotico

- *Comunità bentoniche*
- *Catena trofica*

La **diffusione dei contaminanti** nei mezzi fluidi in fase liquida può dipendere da diversi parametri quali:

- ✓ le correnti;
- ✓ la solubilità del contaminante;
- ✓ il livello di contaminazione;
- ✓ età della contaminazione.

- Aumento della torbidità associata alla **risospensione dei sedimenti con possibile rilascio di contaminanti**;
- Diminuzione della concentrazione di ossigeno disciolto nella colonna d'acqua;
- Variazione della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua;
- Mobilizzazione dei contaminanti associati alle particelle in sospensione;
- Solubilizzazione di contaminanti in seguito al cambiamento delle condizioni chimico-fisiche del sedimento.

Flotron et al., 2005; ICRAM, 2006; Xia and Wang 2008; Perianez 2015; Zebracki et al., 2016

Potenziali impatti

Comparto abiotico

- *Morfodinamica e Caratteristiche del Fondo*
- *Colonna d'acqua*

Comparto biotico

- **Comunità bentoniche**
- *Catena trofica*

I tempi di recupero delle comunità dragate risultano piuttosto variabili e strettamente dipendenti da:

- tipo di habitat;
- composizione granulometrica del sedimento;
- grado di idrodinamismo;
- durata delle operazioni di dragaggio;
- dimensioni dell'area dragata.

- Parziale o completa rimozione delle comunità bentoniche per effetto sia dell'alterazione del substrato (granulometria, stabilità del sedimento e resistenza al taglio) sia della siltazione del sedimento messo in sospensione;
- Aumento della torbidità che influisce sui processi fotosintetici degli organismi autotrofi;
- Modificazioni del substrato con aumento della componente fangosa, che influisce sul reclutamento delle larve e sul loro insediamento sul substrato.



Snyder, 1976; Auld e Schubel, 1978; Diaz *et al.*, 2004; ICRAM, 2006; Galiani *et al.*, 2016

Potenziali impatti

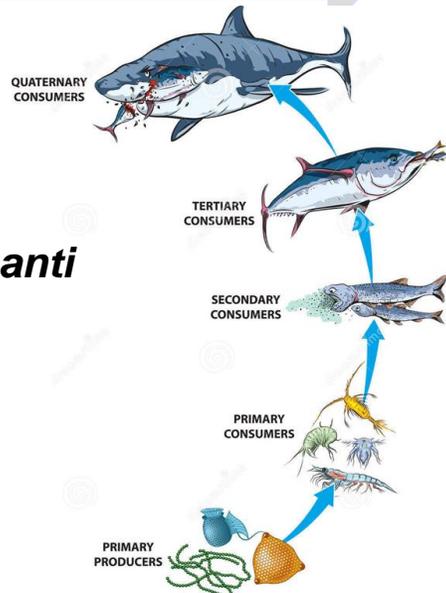
Durante il complesso insieme delle attività di dragaggio si possono verificare alterazioni sia sul comparto fisico sia su quello biologico.

Comparto abiotico

- *Morfodinamica e Caratteristiche del Fondo*
- *Colonna d'acqua*

Comparto biotico

- *Comunità bentoniche*
- **Catena trofica**



Biomagnificazione degli inquinanti nella catena trofica.

Plancton

- Fenomeni di abrasione e di intasamento dell'apparato branchiale ed inibizione della capacità fotosintetica.

Necton

- Le specie strettamente legate al fondo sia da un punto di vista trofico sia riproduttivo risultano più sensibili alle variazioni delle caratteristiche del fondo;
- Diminuzione degli organismi bentonici, con conseguente minor disponibilità di cibo nell'ambito della catena trofica;
- Rimozione del muco protettivo che ricopre il corpo a causa di fenomeni di abrasione ed occlusione dell'apparato branchiale;
- Riduzione della visione e della efficienza predatoria dovuta alla diminuzione della penetrazione della luce lungo la colonna d'acqua per effetto dell'incremento di torbidità;

Louis Berger Group, 1999; ICES, 2000; ICRAM, 2006; Le Blanc et al., 2015

Progetto del Piano di Monitoraggio ambientale



Obiettivo:

Verifica degli effetti attesi sulle diverse matrici ambientali interessate da tali attività e dell'efficacia delle eventuali misure introdotte per la loro mitigazione.

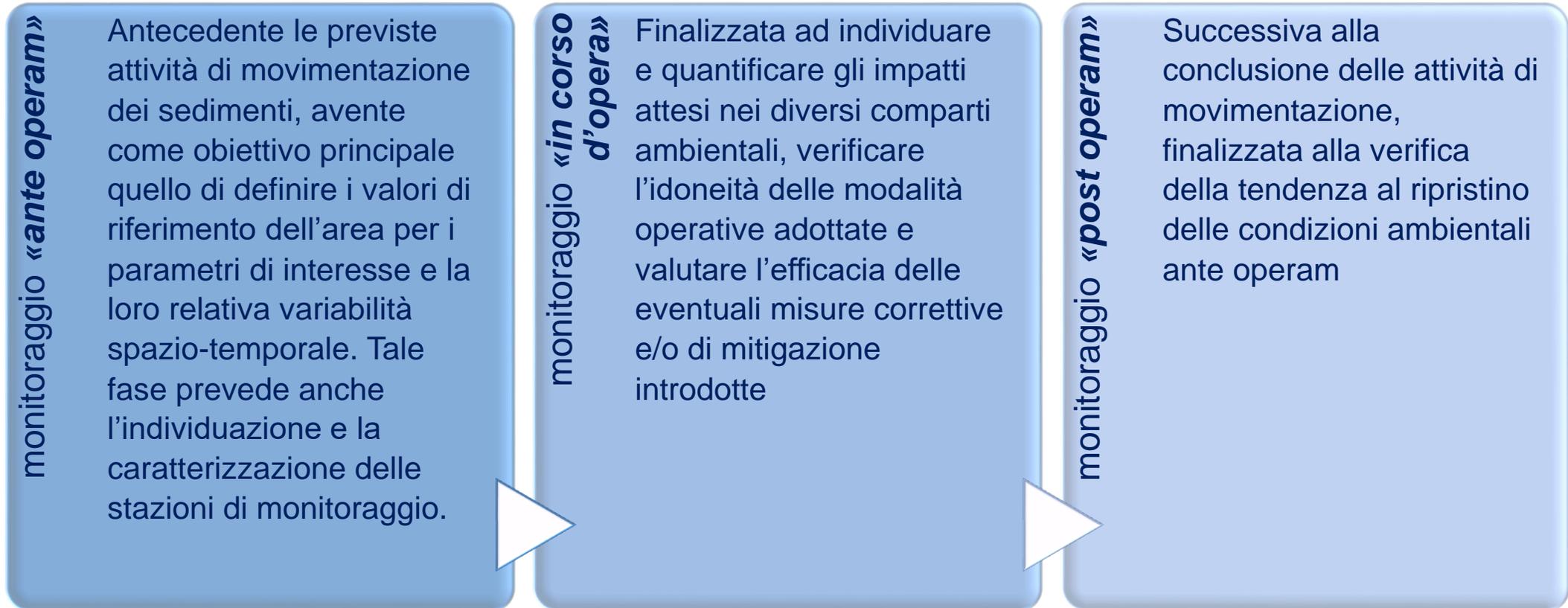
Scopi:

- ✓ Fornire criteri e strumenti per la valutazione degli impatti sulle diverse matrici ambientali, con particolare attenzione alle biocenosi bentoniche sensibili e/o di elevato pregio naturalistico;
- ✓ Verificare l'idoneità delle modalità operative adottate ai fini della minimizzazione degli effetti;
- ✓ Segnalare in tempo utile la necessità di introdurre eventuali misure correttive e/o di mitigazione in relazione agli impatti monitorati e/o alle modalità operative adottate, e valutarne l'efficacia eventualmente avvalendosi di modelli matematici;
- ✓ Verificare, dopo il completamento delle attività, la tendenza al ripristino delle condizioni iniziali nelle matrici ambientali oggetto del monitoraggio.



Progetto del Piano di Monitoraggio ambientale

Il piano di monitoraggio deve essere articolato in tre fasi distinte:



Progetto del Piano di Monitoraggio ambientale

Variabili

Stazioni di monitoraggio

Sistema integrato di stazioni «fisse» e «mobili», in corrispondenza delle quali acquisire i dati relativi a parametri fisico-chimici della colonna d'acqua e prelevare campioni per le diverse matrici da monitorare, nel corso di specifiche «campagne di indagine».

Devono essere posizionate in modo tale da:

- rilevare tutti i processi in corso connessi con gli impatti attesi e valutarne la significatività;
- controllare gli obiettivi sensibili individuati in relazione a tali impatti.

Frequenza di monitoraggio

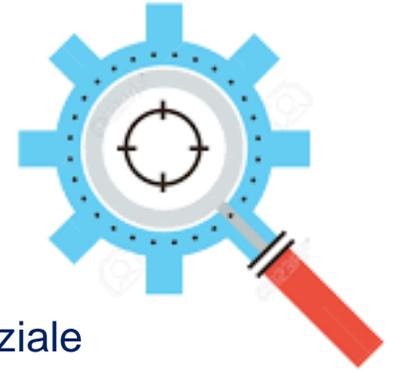
La frequenza delle attività di monitoraggio deve essere definita sulla base della qualità del materiale da movimentare, delle modalità e tempistica degli interventi e delle caratteristiche ambientali dell'area.

La frequenza delle indagini in corso d'opera deve essere maggiore nella fase iniziale ed in concomitanza di ogni nuova attività, per poi ridimensionarsi una volta comprese dinamiche ed entità dei processi in corso.

Progetto del Piano di Monitoraggio ambientale

Elementi da monitorare

- ✓ Caratteristiche meteomarine e regime correntometrico specifici delle aree oggetto del monitoraggio (direzione ed intensità delle correnti);
- ✓ Caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (conducibilità, temperatura, pressione, ph, potenziale redox, concentrazione di ossigeno disciolto, concentrazione di nutrienti, clorofilla «a»);
- ✓ Livelli di torbidità in situ e concentrazione di solidi sospesi in colonna d'acqua; concentrazione dei contaminanti significativi sui diversi componenti della colonna d'acqua (tal quale, particellato, disciolto);
- ✓ Concentrazione dei contaminanti biodisponibili nei tessuti di organismi bioindicatori, selezionati in funzione delle caratteristiche ambientali dell'area di intervento, da abbinare eventualmente all'analisi di biomarkers per la valutazione precoce degli effetti;
- ✓ Struttura delle biocenosi bentoniche sensibili e/o di elevato pregio naturalistico potenzialmente influenzate dalle attività di movimentazione.



Misure di contenimento e mitigazione

- ✓ Tecniche di dragaggio ambientale idonee alla salvaguardia degli ecosistemi;
- ✓ Scelta di tecnologie che mirano al recupero del materiale;
- ✓ Scelta di una piattaforma fissa di trattamento dei sedimenti dragati, sottoposta a procedimenti autorizzativi e di controllo che operano al fine di limitare le emissioni;
- ✓ Gestione ambientale della piattaforma di trattamento e recupero, riguarda il consumo di energia, le emissioni, gli scarichi e l'uso della risorsa idrica;
- ✓ Sospensione delle attività di dragaggio durante quelle fasi in cui gli organismi sono più sensibili, ossia durante i periodi di deposizione e di reclutamento (OMOE, 1994; ICES, 2000) basandosi sul concetto di **environmental windows** (Dickerson et al., 1998) determinando un impatto accettabile sulle risorse biologiche;
- ✓ Utilizzo di barriere fisiche per limitare la diffusione della nube di torbida e/o ridurre le potenziali interazioni acqua-sedimento e la conseguente mobilitazione degli eventuali contaminanti presenti: **barriere di tipo strutturale** (palancole e sistemi modulari portatili); **barriere non strutturali** (silt curtains , completamente impermeabili, e silt screens , filtranti).



Progetto di dragaggio ambientale



• **Valutazioni preliminari**

• **Caratterizzazione**

• **Controllo in corso d'opera**

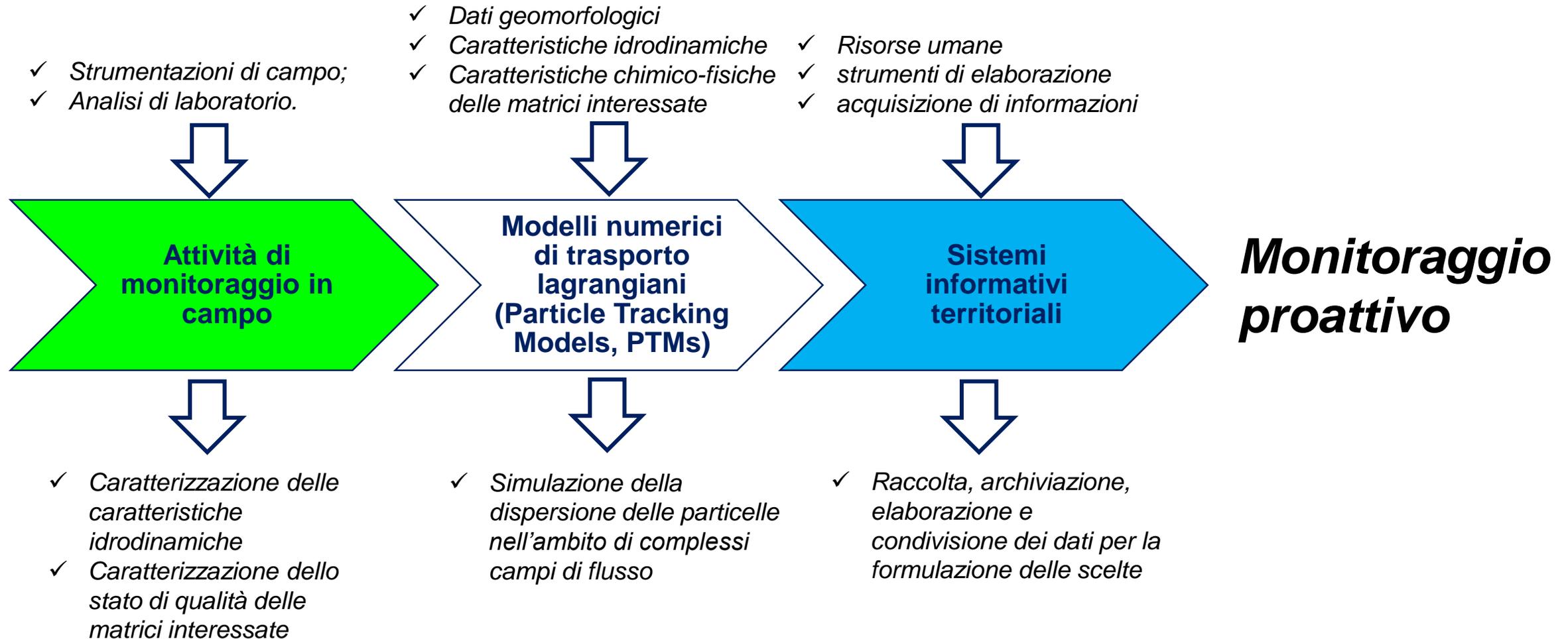
• **Monitoraggio**

Contenuti:

- ✓ Caratterizzazione dell'area da dragare;
- ✓ le metodologie prescelte per la gestione dei sedimenti dragati;
- ✓ i metodi di intervento e le misure previste per la mitigazione degli effetti attesi derivanti dalle modalità operative e gestionali prescelte;
- ✓ il **piano di monitoraggio** previsto per l'intero processo di movimentazione e gestione del sedimento;
- ✓ le modalità di verifica dei fondali dragati;
- ✓ il progetto di realizzazione di eventuali casse di colmata, vasche di raccolta o strutture di contenimento destinate ad accogliere il sedimento dragato o le singole frazioni dello stesso;
- ✓ le modalità di gestione dei sedimenti dragati a terra.

D.M. 15 luglio 2016 , n. 172

Studio dell'impatto



Il caso studio: Lavori di ammodernamento della banchina di ormeggio Molo Polisetoriale – Porto di Taranto



Descrizione generale dell'opera

Realizzazione di un impalcato su pali complanare ed in adiacenza all'esistente banchina a cassoni

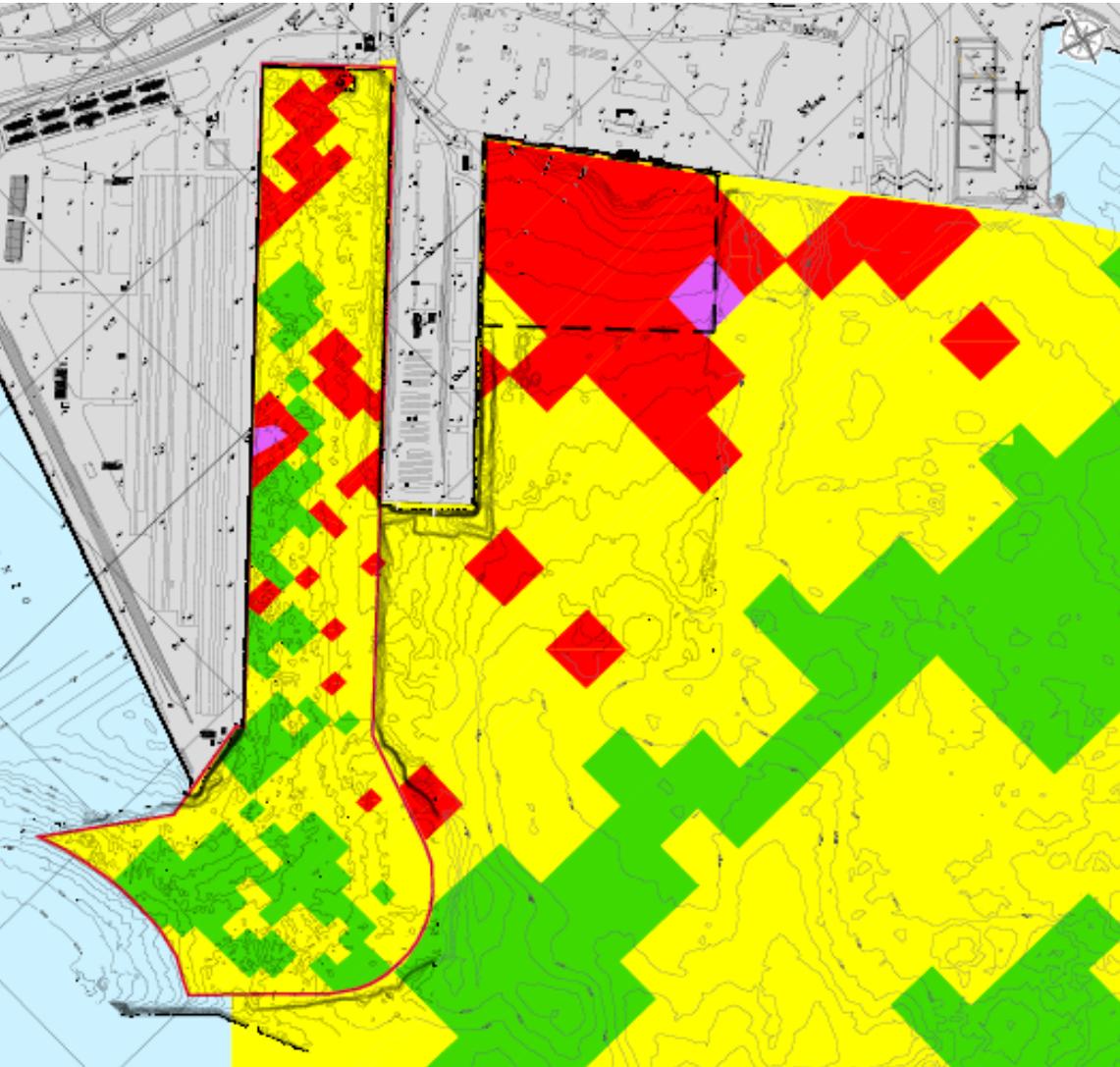


- ✓ Lunghezza della banchina in avanzamento: 1200 m
- ✓ Numero complessivo di pali a mare 463 (due allineamenti)
- ✓ Larghezza impalcato su pali di progetto: 10,30 m
- ✓ Spostamento del ciglio di banchina : 10,10 m
- ✓ Diametro pali: 1200mm
- ✓ Lunghezza media pali: 45,8/50,8 metri

Tecnologia di esecuzione dei pali

Trivellazione da terra (allineamento 1) o da mare (allineamento 2), previa vibroinfissione di lamierino metallico

I sedimenti dragati



CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI NELLO STRATO SUPERFICIALE (DA 0,00 A 0,50 m)

Zona di interesse

- ✓ Striscia antistante la banchina di dimensioni 1.200m x 20m

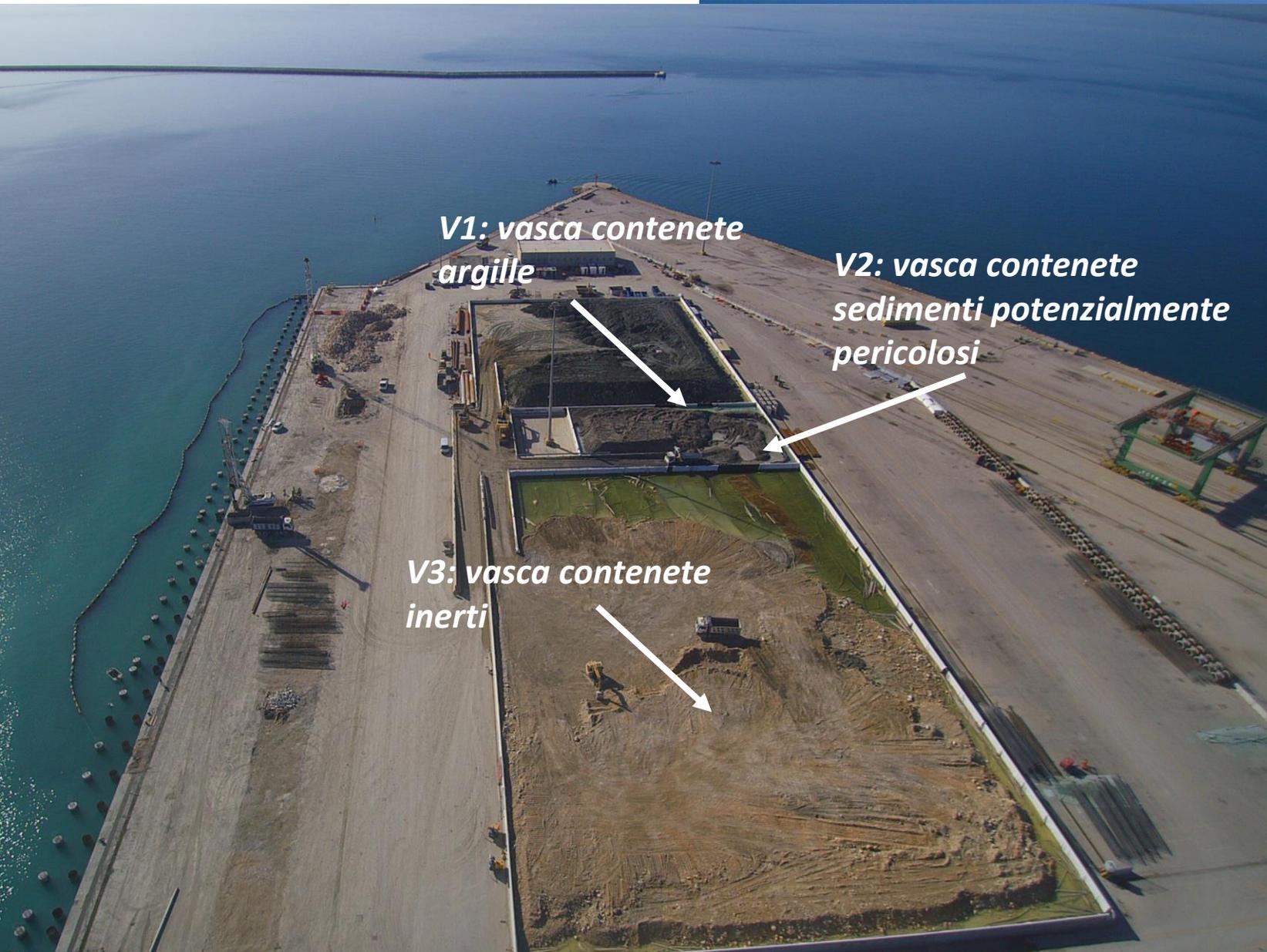
Caratterizzazione ambientale dei fondali

- ✓ Contaminazione limitata agli **strati superficiali** dei fondali (max 50 cm);
- ✓ Quota limite di dragaggio ambientale e tecnico pari a 15,50 m.

Sedimenti dragati

- ✓ Sedimenti “**viola**”: CER 17 05 05* - fanghi pericolosi (**608 m³**);
- ✓ Sedimenti **rossi, gialli e verdi** o non indagati: CER 17 05 06 - fanghi diversi da quelli di cui alla voce 17 05 05 (**8.439 m³**);
- ✓ Sedimenti dell’escavo di approfondimento tecnico dei fondali (**29.175,40 m³**).

Gestione dei sedimenti dragati



Attività di monitoraggio ambientale



Obiettivi

- ✓ Correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di individuare le componenti ambientali interessate da possibili criticità;
- ✓ Garantire, durante la realizzazione, la possibilità di porre in essere eventuali interventi di mitigazione;
- ✓ Verificare l'efficacia delle suddette misure di mitigazione.



Comparti monitorati

- ✓ Comparto idrico
- ✓ Comparto atmosferico
- ✓ Clima acustico

Durata del monitoraggio

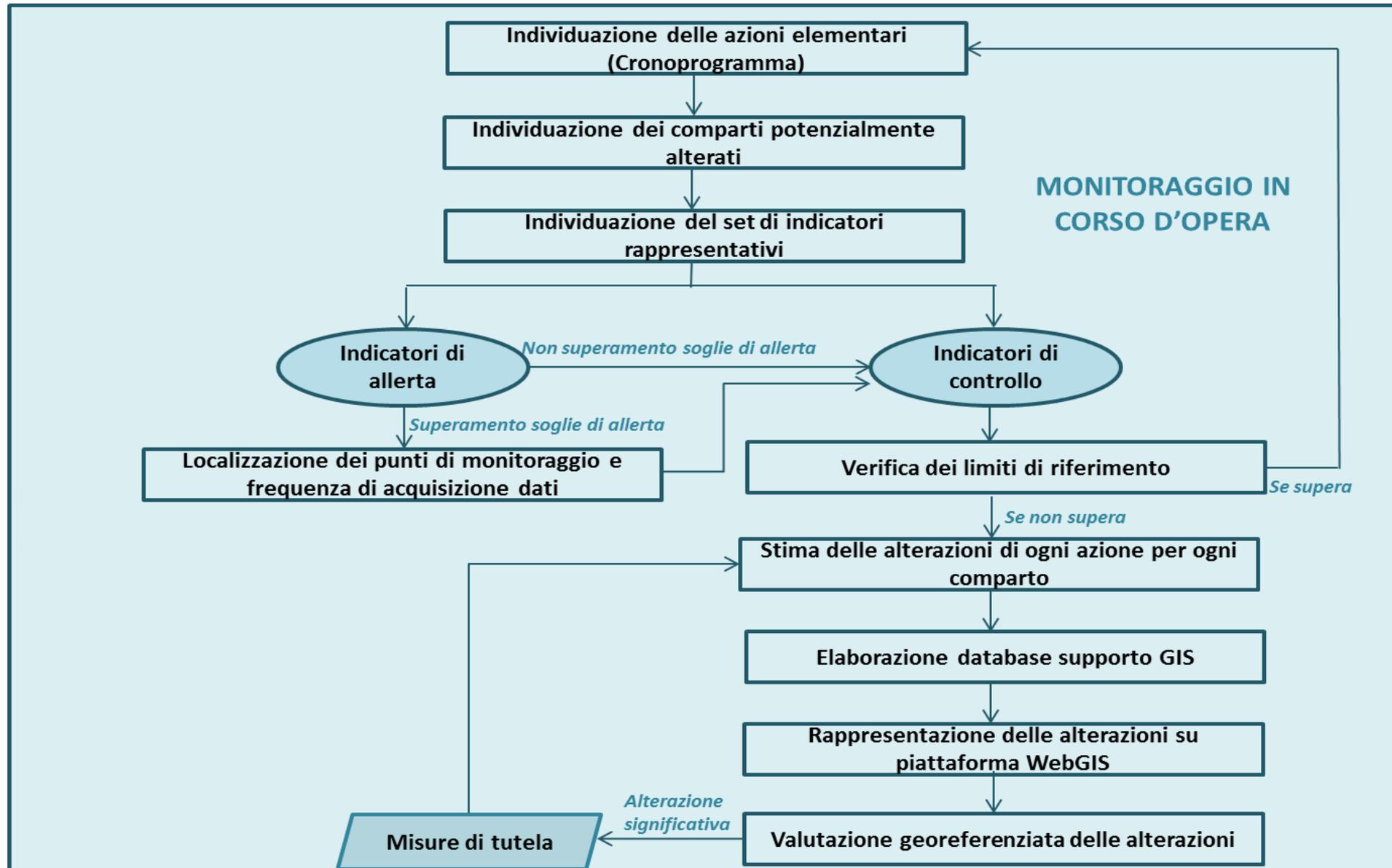
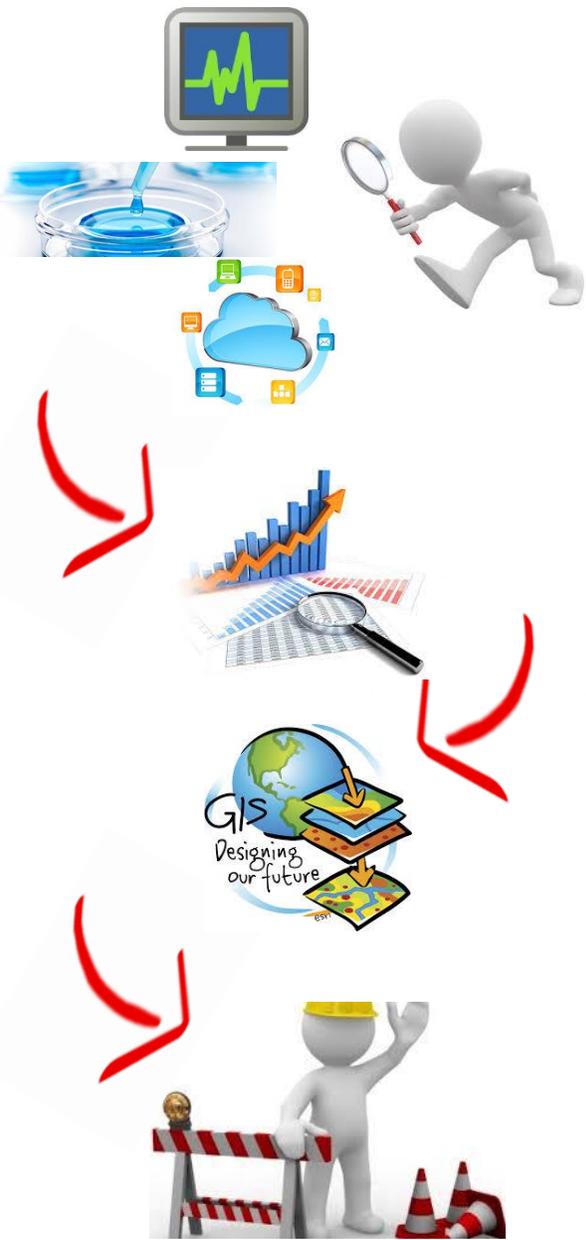


ANTE OPERAM
CORSO D'OPERA
POST OPERAM

durata 1 mese
durata 15 mesi
durata 12 mesi

febbraio - giugno 2015
31 luglio 2015 – in corso

Metodologia integrata di monitoraggio



Attività di monitoraggio ambientale



Comparto idrico

- ✓ n. 3 stazioni di monitoraggio continuo con sistema fisso in opera (**CF**);
- ✓ n. 3 punti di monitoraggio con campionamento periodico (**CM**);
- ✓ n. 1 punto di monitoraggio con campionamento periodico di sedimenti (**CS**);
- ✓ n. 1 punto di monitoraggio con campionamento periodico di sedimenti per la verifica della fauna macrozoobentonica (**CB**).

Comparto atmosferico

- ✓ n.1 stazione meteorologica (**SM**);
- ✓ n. 5 punti di monitoraggio, di cui uno con stazione fissa, per la caratterizzazione ed il controllo della qualità dell'aria (**AQ**).

Clima acustico

- ✓ n. 5 punti di monitoraggio per la caratterizzazione ed il controllo della clima acustico (**R**≡**AQ**).

Attività di monitoraggio ambientale

Comparto idrico

Frequenza di monitoraggio in corso d'opera

rilievo in continuo

Monitoraggio con sonda multi-parametrica e correntometro

bimestrale

Prelievo di campioni d'acqua per analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche

una volta nel corso d'opera

Accumulo nel biota

una volta nel corso d'opera

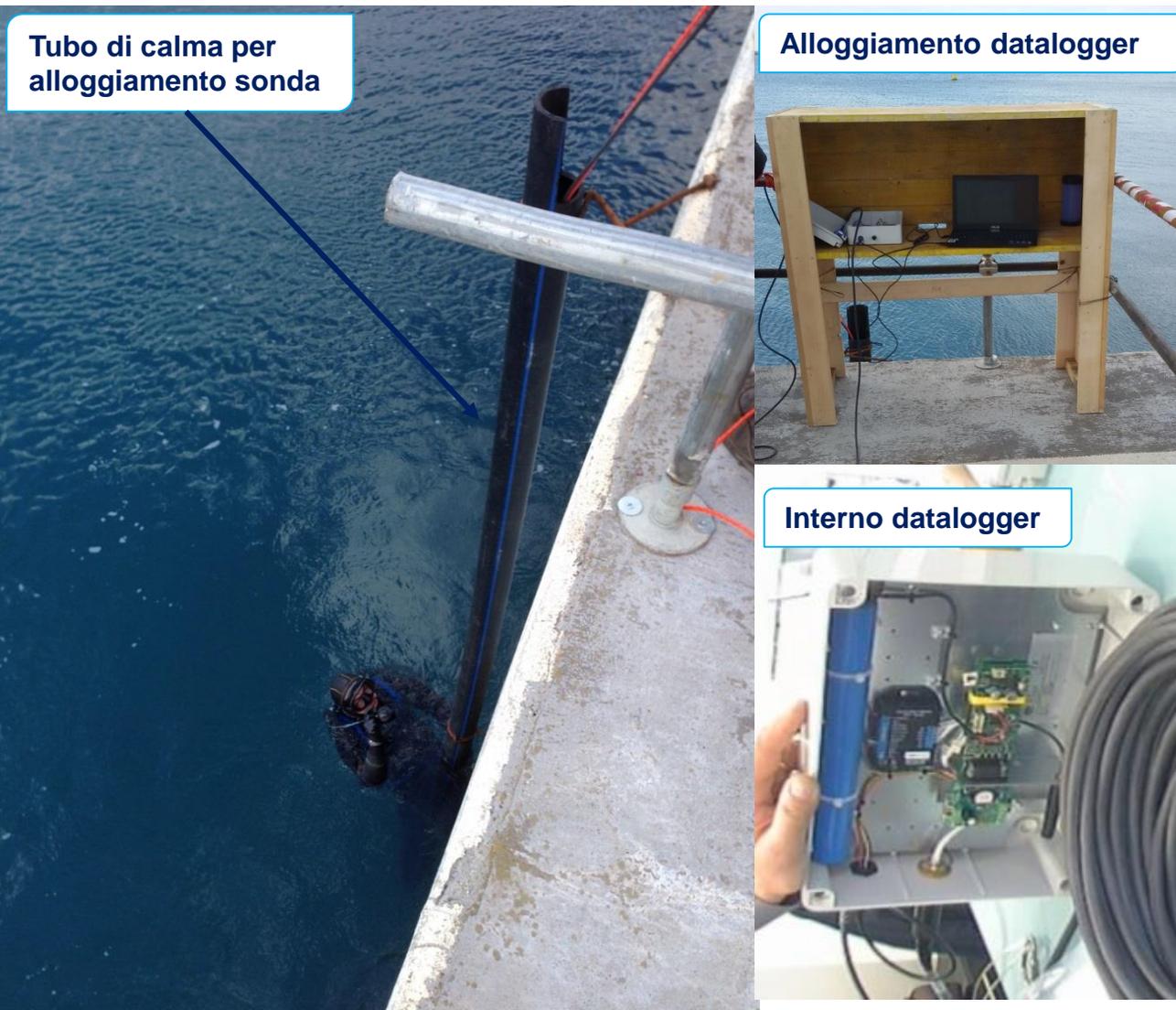
Prelievo di campioni di sedimenti per analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche

semestrale

Prelievo di campioni di sedimenti per il riconoscimento ed il conteggio dei macrozoobenthos

Comparto idrico

Monitoraggio della matrice *acqua* - Sonde multi-parametriche



Sono equipaggiate con **sonda multi-parametrica YSI-EXO 2** per il monitoraggio in continuo e la trasmissione dei dati da remoto.



Strumentazione

- ✓ n. 6 sensori;
- ✓ wiper centrale automatico;
- ✓ anti-fouling;
- ✓ cavi sonda;
- ✓ kit taratura;
- ✓ Modem Data Logger TUBE 300°;
- ✓ ANTube Software

Parametri monitorati

- ✓ Profondità;
- ✓ Torbidità;
- ✓ Temperatura;
- ✓ Potenziale redox;
- ✓ pH;
- ✓ Salinità (mediante conducibilità);
- ✓ Ossigeno disciolto.

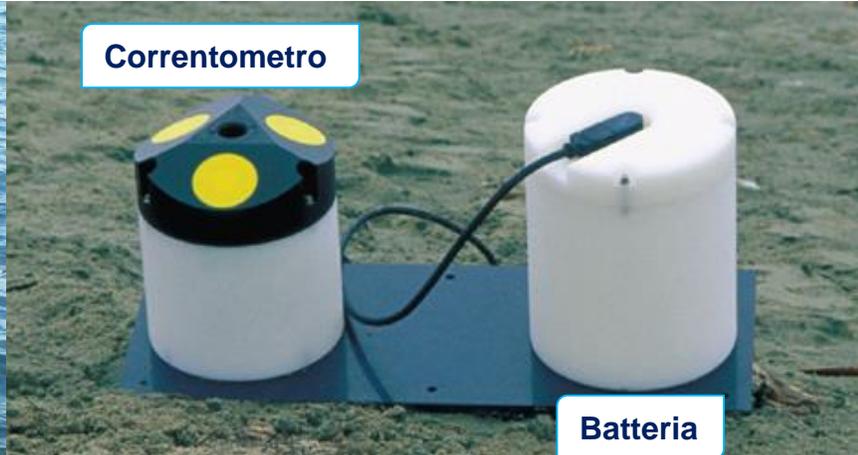
Comparto idrico

Monitoraggio della matrice *acqua* - Correntometri

Sostituzione batteria correntometro



Correntometro



Batteria



Base di fissaggio
correntometro

Strumentazione

- ✓ Correntometro acustico ad effetto Doppler;
- ✓ Acquisizione di profili verticali della velocità dell'acqua secondo **10 celle di profondità**;
- ✓ Sensore di pressione piezoresistivo integrato;
- ✓ Sensore di inclinazione della bussola a due assi;
- ✓ Sensore di temperatura sul perno in titanio a vista per una risposta rapida;
- ✓ Memoria interna (immagazzinamento di oltre 20.000 campioni);
- ✓ Software per l'acquisizione ed il processamento dei dati.

Parametri monitorati

- ✓ Velocità nelle tre dimensioni;
- ✓ Direzione delle correnti in gradi;
- ✓ Temperatura e pressione,
- ✓ Rapporto segnale/rumore detto anche SNR (Signal to Noise Ratio)

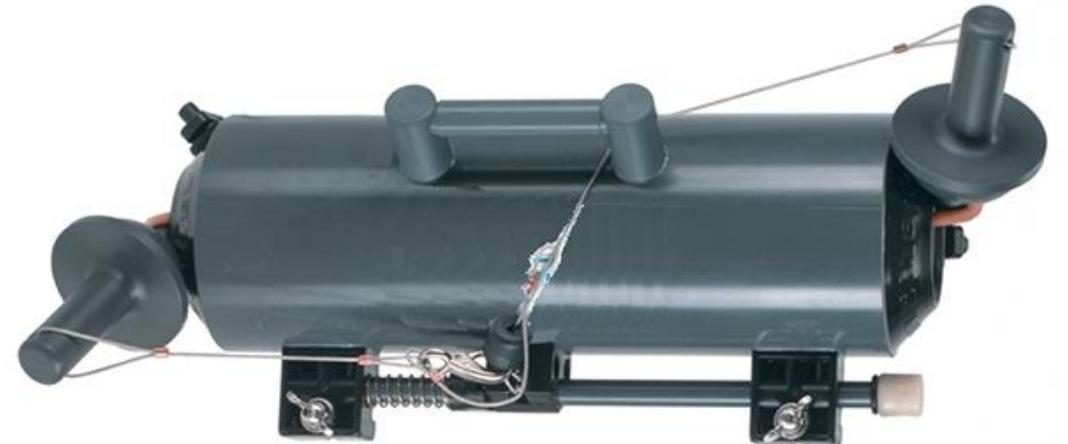
Comparto idrico

Il prelievo di campioni d'acqua



Modalità di campionamento

- ✓ Bottiglia Niskin (5 litri);
- ✓ Profondità di campionamento: 7 metri;
- ✓ Quantità prelevata per ciascun punto: 13 litri
- ✓ Entro 24 ore dal prelievo, tutti i campioni trasferiti in laboratorio.



Bottiglia Niskin

Comparto idrico

Analisi su campioni d'acqua

Caratterizzazione chimico-fisica delle acque

Parametri monitorati:

- ✓ SST (ISPRA APAT 2090 Man 29 2003)
- ✓ TOC (IRSA APAT 5040 Man 29 2003)
- ✓ Metalli (metodiche EPA 3005 e EPA 6010C)
- ✓ Idrocarburi C>12 (EPA 3510C1996 e EPA8015D 2003)
- ✓ IPA (EPA 3510 C 1996)
- ✓ PCB (EPA 8270 D 2007)
- ✓ Composti organo-stannici (UNI EN ISO 17353:2006)



Analisi microbiologiche (UFC/100 ml)

- ✓ Escherichia Coli



Manuali e linee guida 29/03 APAT IRSA CNR Met. 7040 C

- ✓ Enterococchi intestinali



Manuali e linee guida 29/03 APAT IRSA CNR Met. 7030 F

Analisi ecotossicologiche (% inibizione della crescita algale)

- ✓ Dunaliella tertiolecta



ISO 10253:2006 modificato ARPAT-CEDIF 1998

Comparto idrico

Analisi su matrice *acqua* - Protocollo Mussel Watch

I principali vantaggi offerti da un monitoraggio condotto mediante l'utilizzo di bioindicatori sono:

- ✓ valutazione del grado di contaminazione dell'area secondo una misura **“integrata nel tempo”** ;
- ✓ possibilità di evidenziare facilmente **gradienti di inquinamento** sia in senso spaziale che temporale;
- ✓ stima della **“biodisponibilità”** delle sostanze tossiche presenti nell'ambiente marino.



Impianto mitili



Dopo 4 settimane

Impianto mitili
per 4 settimane

Mineralizzazione
molluschi
sezionati

Analisi chimico-
fisiche

Metodologie analitiche di riferimento elaborate da ICRAM

Parametri monitorati:

- ✓ Metalli;
- ✓ IPA;
- ✓ Composti organo-stannici;
- ✓ Idrocarburi C>12

Comparto idrico

Il prelievo di campioni di *sedimenti*

Campionamento con carotiere



Benna Van Veen



Campionamento con benna Van Veen

Modalità di campionamento

- ✓ Metodica di riferimento APAT CNR IRSA;
- ✓ Benna di tipo Van Veen (capacità 5 litri) o carotiere;
- ✓ Prelievo della parte superficiale del sedimento marino (0-20 cm);
- ✓ Calata verticale sul fondale ad una velocità variabile tra 1 e 1,5 m/s;
- ✓ 3 prelievi per ciascun punto con successiva quartatura;
- ✓ quantità prelevata per ciascun punto: 3 kg

Comparto idrico

Analisi su campioni di **sedimenti**

Caratterizzazione chimico-fisica

Parametri monitorati:

- ✓ Umidità (APHA 2540G/12)
- ✓ Curva granulometrica (UNI EN 933-1+ISO 13320)
- ✓ Metalli (EPA 3051 + EPA 6010C)
- ✓ Idrocarburi C>12 (ISO 16703:2004)
- ✓ IPA (EPA3550C 2007+EPA8270D2007)
- ✓ PCB (EPA3550C 2007+EPA8082 A 2007)
- ✓ Composti organo-stannici
(ISO 23161:2009)



Analisi microbiologiche (UFC/100 ml)

- ✓ Escherichia Coli



Manuali e linee guida 29/03 APAT IRSA CNR Met. 7040 C

- ✓ Enterococchi intestinali



Manuali e linee guida 29/03 APAT IRSA CNR Met. 7030 F

- ✓ Spore di clostridi solfito riduttori



Rapporto Istisan 04/37

Analisi ecotossicologiche (% inibizione della crescita algale)

- ✓ Dunaliella tertiolecta



ISO 10253:2006 modificato ARPAT-CEDIF 1998

Comparto idrico

Analisi su campioni di **sedimenti** – **Analisi tassonomiche**

Riconoscimento e conteggio della **fauna macrozoo-bentonica**



22 phyla animalia



di cui 5 sono esclusivi della meiofauna
Gastrotrichi, Gnatostomulidi, Chinoridi, Loriciferi e Tardigradi

Campionamento dei sedimenti



Preparazione dei campioni

- ✓ sedimenti raccolti mediante tubi sterili per **6-7 cm di profondità**;
- ✓ miscelazione in soluzione di cloruro di magnesio ($MgCl_2$) al 7.0% per l'**anestetizzazione della microfauna** presente;
- ✓ fissaggio dei campioni di sedimento utilizzando una soluzione di formaldeide al 5%;
- ✓ estrazione della meiofauna presente mediante **procedura di decantazione**.



Analisi dei campioni estratti

- ✓ Identificazione per taxa e conta mediante analisi al binoculare/microscopio;
- ✓ Valutazione del grado di biodiversità attraverso gli indici di **Shannon-Weiner** e di **Simpson**.

Attività di monitoraggio ambientale

Comparto atmosferico

rilievo in continuo

**Monitoraggio
con cabina fissa**
(AQ2)

semestrale

**Monitoraggio
con laboratorio
mobile**
(AQ1 – AQ3 – AQ4 –
AQ5)

quadrimestrale

**Campionamento
VOCs**
(AQ1 – AQ3 – AQ4 –
AQ5)

rilievo in continuo

**Monitoraggio
parametri
meteoclimatici**
(SM)

Comparto atmosferico

Stazione meteo-climatica



*Conforme alle prescrizioni del WMO
(World Meteorological
Organization)
di Ginevra*

Strumentazione

- ✓ anemometro per la misura e rappresentazione di velocità e direzione del vento (DNA202, DNA212);
- ✓ termo igrometro (DMA672.1);
- ✓ pluviometro e radiometro;
- ✓ barometro (DQA240.1);
- ✓ datalogger (ELO105);
- ✓ schermo antiradiante (DYA233).

Parametri monitorati

- ✓ Umidità;
- ✓ Temperatura;
- ✓ Pressione;
- ✓ Irraggiamento solare;
- ✓ Direzione del vento;
- ✓ Velocità del vento;
- ✓ Precipitazioni

Comparto atmosferico



Cabina fissa (AQ2)

Analizzatore automatico per la misura in continuo CO (CO 32M)



Analizzatore automatico per la misura in continuo NOx (AC 32M)



Campionatore automatico sequenziale PM10



Campionatore automatico sequenziale PM2,5



Strumentazione

- ✓ Campionatore automatico sequenziale per la misura delle polveri PM10 (EN12341:1999);
- ✓ Campionatore automatico sequenziale per la misura delle polveri PM2,5 (EN12341:1999);
- ✓ Analizzatore automatico per la misura in continuo del monossido di carbonio (CO);
- ✓ Analizzatore automatico per la misura in continuo degli ossidi di azoto (NOx);
- ✓ Sistema di acquisizione ed elaborazione dati;
- ✓ Sistema di calibrazione automatico

Parametri monitorati

- ✓ PM2,5
- ✓ PM10
- ✓ CO
- ✓ NOx, NO, NO₂

Comparto atmosferico

Laboratorio Mobile

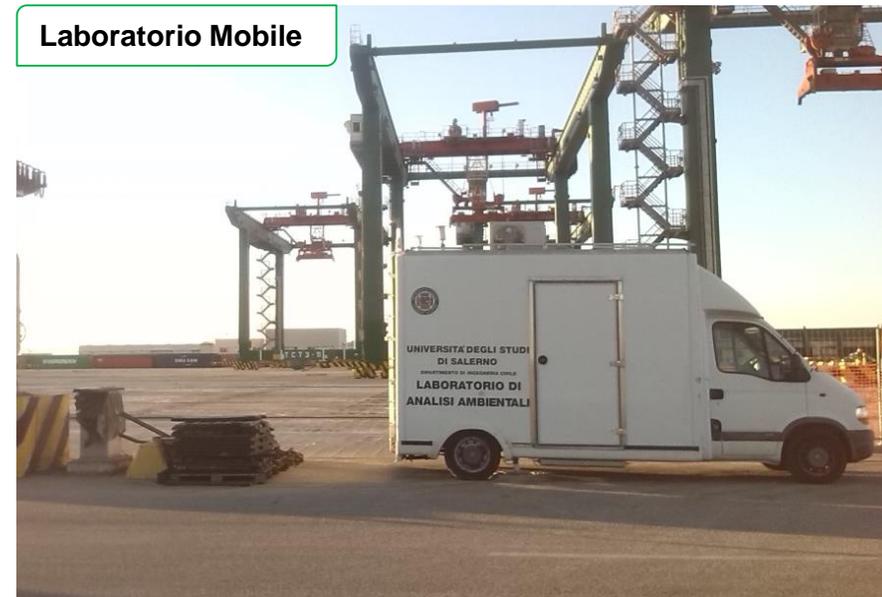
Analizzatori



Polverimetro



Laboratorio Mobile



Strumentazione

- ✓ Campionatore automatico sequenziale per la misura delle polveri PM10 (EN12341:1999);
- ✓ Campionatore automatico sequenziale per la misura delle polveri PM2,5 (EN12341:1999);
- ✓ Analizzatore automatico per la misura in continuo del monossido di carbonio (CO);
- ✓ Analizzatore automatico per la misura in continuo degli ossidi di azoto (NOx);
- ✓ Analizzatore automatico per la misura in continuo dell'anidride solforosa (UNI EN 14212:2012)

Parametri monitorati

- ✓ PM2,5
- ✓ PM10
- ✓ CO
- ✓ NOx, NO, NO₂

Comparto atmosferico

Campionamento VOCs - Canister

I composti organici volatili (VOCs) aerodispersi sono campionati mediante apparati passivi, utilizzati per prelevare direttamente un volume noto di aria nei punti individuati per il campionamento (canister).

Durata del campionamento: 24 ore per due giorni consecutivi



Strumentazione

- ✓ **Elemento campionatore**, valvola posta in testa al sistema (3), calibrato per far entrare l'aria di prelievo per un intervallo di tempo programmato (6-8-24 h);
- ✓ **Il sistema di prelievo** è dotato di una membrana (1) idonea a mantenere costante il flusso di aria in ingresso durante tutto il periodo di tempo impostato;
- ✓ Il campionatore è dotato di **manometro** (2) per la misura della pressione residua.

Parametri monitorati

- ✓ Circa 120 composti organici volatili (Volatile Organic Compounds, VOCs) tra cui benzene, toluene, cloroformio, metanolo, acetonitrile, etc.

Attività di monitoraggio ambientale

Clima acustico

Frequenza di monitoraggio in corso d'opera

- ✓ Monitoraggio con fonometro: mensile (durata 2 gg)

Strumenti per il monitoraggio

- ✓ Fonometro Larson Davis LD831

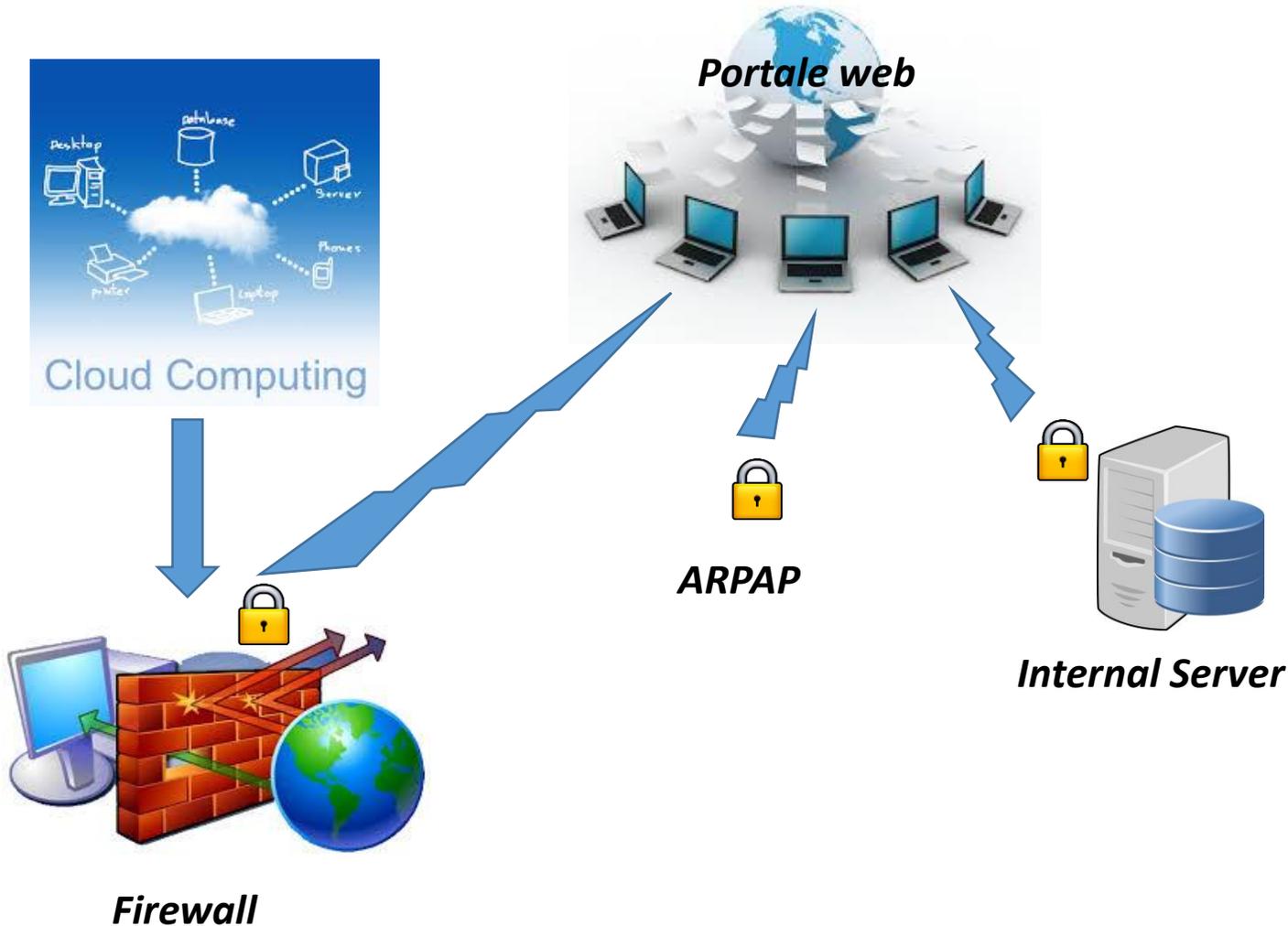


Parametri monitorati

- ✓ **Leq(A) orario sulle 24 ore**, con tempo di integrazione pari a 1 minuto;
- ✓ **Leq(A) sul periodo diurno** (06.00 – 22.00);
- ✓ **Leq(A) sul periodo notturno** (22.00 – 06.00);
- ✓ **livelli percentili**, calcolati sull'insieme dei dati rilevati: (L90, L50, L10, L5);
- ✓ **livelli Lmax e Lmin** relativi agli intervalli temporali di osservazione;
- ✓ **Time-history** del livello sonoro in dB(A) al fine della individuazione degli eventi e componenti tonali.

Attività di monitoraggio

Modalità della restituzione del dato



Piattaforma web condivisa per:

- ✓ Acquisizione in continuo dei dati registrati dalle strumentazione di campo;
- ✓ Upload periodico dei risultati analitici e dei verbali delle attività.

Tre differenti livelli di accesso:

- ✓ Pubblico;
- ✓ *stakeholder* su scala generale;
- ✓ ARPAP e Direzione Lavori.

Attività di monitoraggio

Modalità della restituzione del dato



[HOME](#) [METEO TARANTO](#) [GEOPORT MAP](#)



Osservazioni conclusive

- ✓ Procedure autorizzative degli interventi di dragaggio lunghe e complesse. Necessità di attenzione alla stratificazione delle prescrizioni nell'ambito delle attività di monitoraggio.
- ✓ Opportunità di definizione e condivisione della metodologia delle attività di monitoraggio con chiarezza degli obiettivi e dei limiti delle soluzioni prescelte.
- ✓ Disponibilità sul mercato di strumentazioni evolute, affidabili anche in medi periodi, ove mantenute. Possibilità di trasmissione dei dati in continuo e semicontinuo. Possibilità di arrivare a risultati avanzati integrando i dati in continuo con la modellazione.
- ✓ Utilizzo di sistemi GIS opportuno ed agevole con costi sostenibili, semplicità di interpello e garanzia per gli organismi di controllo.
- ✓ Attività di monitoraggio con oneri non trascurabili con la necessità di utilizzare personale specializzato. Attenzione in progettazione a prevedere solo cosa è effettivamente necessario. Competenze diverse in gioco.
- ✓ Necessità di interazione qualificata con l'ente di controllo.