

NOTA TECNICA
Caratterizzazione sedimenti da dragare del Porto di ANCONA
A cura di ISPRA

La Convenzione per l'“**Approfondimento tecnico-scientifico sulle criticità locali riscontrate nell'applicazione del DM 173/2016 e prima applicazione pilota per una classificazione dei sedimenti coinvolti nella realizzazione di una futura banchina rettilinea nel porto di Ancona**”, sottoscritta il **21/04/2020**, ha coinvolto ISPRA, ARPAM, Università Politecnica delle Marche e Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale, ed aveva per oggetto la collaborazione istituzionale per una attività di ricerca e di approfondimento tecnico nell'ambito del Porto di Ancona, per identificare possibili elementi di criticità “locale” nell'applicazione del DM 173/2016, e per individuare percorsi e metodologie di indagine da esportare successivamente in un più vasto ambito nazionale.

In questo senso, la collaborazione è stata finalizzata ad approfondire il quadro di caratterizzazione chimico, fisica ed ecotossicologica dei fondali del Porto di Ancona e per rappresentare in modo complessivo la qualità ambientale dei sedimenti portuali in accordo a quanto previsto dall'Allegato Tecnico al DM 173/2016.

Con riferimento alle precedenti campagne di caratterizzazione dei sedimenti da movimentare per la costruzione della banchina 27 del Porto di Ancona da cui si evinceva una pessima qualità dei sedimenti (classi di qualità D ed E), si è avviato un percorso di approfondimento sulla caratterizzazione chimico-ecotossicologica ottenuta, principalmente attribuita alle risposte ecotossicologiche dei saggi della 3 tipologia su elutriato, così come attualmente previsto dal vigente Allegato tecnico al DM173/2016.

Nel caso in questione, è stato utilizzato il test di embriotossicità condotto con l'ostrica *Crassostrea gigas*, e la matrice sottoposta alla valutazione ecotossicologica è stata l'elutriato testato tal quale (100%), preparato entro 14 giorni dalla data di campionamento. In accordo con il protocollo standard US EPA (1991) quattro parti di acqua di mare filtrata sono state combinate in peso con una parte di sedimento, dopo agitazione, la fase liquida è stata raccolta e centrifugata (20 min, 1200 xg). Subcampioni di surnatante sono stati congelati e utilizzati nei vari test, in modo da impiegare sempre lo stesso campione nel corso dei vari esperimenti, per garantire la confrontabilità fra i dati sperimentali in caso di ripetizione del saggio in periodi diversi.

Poiché è noto che l'ammonio interferisce significativamente con la corretta esecuzione del saggio di embriotossicità, è stata effettuata una misura preliminare dell'ammonio negli elutriati prima di procedere con il saggio.

Per ogni campione di elutriato lo ione ammonio è stato successivamente determinato come azoto ammoniacale e i risultati sono stati espressi in mg/L di ione ammonio (NH₄⁺), riportati in **tabella 1**.

Nei campioni di elutriato in cui le concentrazioni di ammonio sono risultate superiori a 4 mg/L (valore soglia per l'idoneità della prova), tale composto è stato eliminato prima dell'esecuzione del saggio di embriotossicità, essendo questo il valore massimo per condurre la prova in maniera corretta e senza interferenze, parimenti a quanto indicato in specifici protocolli metodologici per l'esecuzione dei saggi biologici previsti in applicazione della norma (Saggio di embriotossicità con *Paracentrotus lividus* - Quaderno ISPRA n.11/2017). Per questa serie di operazioni e trattamenti preliminari la norma rimanda infatti alla coerenza con le singole metodologie tecniche di riferimento (Allegato Tecnico al DM173/16 – paragrafo 2.3.1).

L'eliminazione dell'ammonio dai campioni acquosi di elutriato è stata effettuata sfruttando la diminuzione della solubilità dell'ammoniaca in acqua al diminuire della pressione e all'aumentare della temperatura, con un metodo sperimentale messo a punto dall'Università Politecnica delle Marche.

Tabella 1 Valori di NH₄⁺. In grassetto è evidenziata la concentrazione di NH₄⁺ maggiore di 4 mg/L.

| Stazione | Livello | NH ₄ ⁺ mg/L | Stazione | Livello | NH ₄ ⁺ mg/L | Stazione | Livello | NH ₄ ⁺ mg/L |
|----------|-----------|--------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------|------------|-----------|--------------------------------------|
| S01 | 0-50 | 10.7 | S05 | 0-50 | 14 | S09 | 0-50 | 18 |
| | 50-100 | 14 | | 50-100 | 20.6 | | 50-100 | 24 |
| | 100-200 | 6.2 | | 100-200 | 6.8 | | 100-200 | 14 |
| | 200-400 | 4.8 | | 200-400 | 1.9 | | 200-400 | 1.4 |
| | 400-600 | 1.2 | | 400-600 | 1 | | 400-600 | 1.8 |
| | 600-700 | 1.3 | | 600-700 | 0.8 | | 600-700 | 8.2 |
| S02 | 0-50 | 8.8 | S06 | 50-100 | 4.9 | S10 | 0-50 | 17.6 |
| | 50-100 | 13.7 | | 100-200 | 3.7 | | 50-100 | 7.1 |
| | 100-200 | 9 | | 200-400 | 0.9 | | 100-200 | < 0.2 |
| | 200-400 | 2.2 | | 400-600 | 0.6 | | 200-400 | 0.8 |
| | 400-600 | 0.9 | | 600-800 | 0.4 | | 400-600 | 1 |
| | 600-800 | 1.4 | | 800-1000 | 0.4 | | 600-800 | 1.2 |
| | 800-1000 | 1.6 | | 1000-1150 | 0.6 | | 800-1000 | 0.7 |
| | 1000-1150 | 1.1 | | 1150-1200 | 2.2 | | 1000-1100 | 2.3 |
| S03 | 0-50 | 7.9 | S07 | 0-50 | 5.2 | S11 | 0-50 | 22.4 |
| | 50-100 | 12.3 | | 0-50 | 14.9 | | 50-100 | 31 |
| | 100-200 | 2 | | 50-100 | 23.7 | | 100-200 | 15.7 |
| | 200-400 | 1 | | 100-200 | 12.8 | | 200-400 | 1 |
| | 400-600 | 1.1 | | 200-400 | 1.1 | | 400-600 | 0.8 |
| | 600-700 | 0.8 | | 400-600 | 1 | | S12 | 0-50 |
| S04 | 0-50 | 6 | 600-650 | 1.5 | 50-100 | 5.2 | | |
| | 50-100 | 7 | S08 | 0-50 | 10.3 | 100-200 | | 10.8 |
| | 100-200 | 6.2 | | 50-100 | 8.1 | 200-400 | | 1.8 |
| | 200-400 | 4 | | 100-200 | 4.9 | 400-600 | 1.1 | |

| | | | | | |
|-----------|------------|-----------|-----|----------|----------|
| 400-600 | 4.4 | 200-400 | 1.1 | 600-800 | 0.9 |
| 600-800 | 0.8 | 400-600 | 0.4 | 800-900 | 0.8 |
| 800-1000 | 0.7 | 600-800 | 0.3 | 900-1100 | 9 |
| 1000-1150 | 0.9 | 800-1000 | 0.4 | | |
| 1300-1500 | 2.2 | 1000-1150 | 3.1 | | |

La classificazione ecotossicologica ai sensi dell'Allegato tecnico, elaborata per tutti i campioni di sedimento (85 campioni) dopo il trattamento di eliminazione dell'Ammonio, è risultata Assente o Bassa, ad eccezione di 21 campioni che hanno evidenziato un livello di pericolo ecotossicologico Medio e di solo 6 campioni dove il livello di pericolo ecotossicologico è stato confermato Alto.

Applicando i criteri di integrazione ponderata delle risultanze chimiche e d ecotossicologiche di cui al D.M. n. 173/16, è stato possibile ottenere la classe qualitativa dei campioni di sedimento, riportata in tabella 2. Rispetto agli 85 campioni considerati, 54 sono risultati di classe A, 4 di classe B, 21 di classe C e 6 di classe D, evidenziando una situazione nettamente migliorativa rispetto alle caratterizzazioni dei medesimi sedimenti effettuate negli anni precedenti non considerando l'effetto aggiuntivo dell'Ammonio.

Tabella 2. Classificazione di qualità dei sedimenti della Banchina 27 – Porto di Ancona.

| Stazione | Profondità | Livello di pericolo ecotossicologico | % Elutriato | Livello di pericolo chimico | % Pelite | Classe di qualità del materiale |
|----------|------------|--------------------------------------|-------------|-----------------------------|----------|---------------------------------|
| S01 | 0-50 | MEDIO | 12.0 | HQc(L2) <= Basso | 76.6 | C |
| | 50-100 | ASSENTE | 10.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 64.2 | A |
| | 100-200 | ASSENTE | 43.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 46.5 | A |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 45.1 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 90.1 | HQc(L2) <= Trascurabile | 37.9 | A |
| | 600-700 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 30.9 | A |
| S02 | 0-50 | MEDIO | 68.6 | HQc(L2) <= Basso | 71.7 | C |
| | 50-100 | ALTO | 42.7 | HQc(L2) <= Basso | 76.9 | D |
| | 100-200 | MEDIO | 72.7 | HQc(L2) <= Basso | 39.1 | C |
| | 200-400 | ASSENTE | 62.3 | HQc(L2) <= Trascurabile | 33.8 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 67.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 40.9 | A |
| | 600-800 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 39.1 | A |
| | 800-1000 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 36.3 | A |

| Stazione | Profondità | Livello di pericolo ecotossicologico | % Elutriato | Livello di pericolo chimico | % Pelite | Classe di qualità del materiale |
|-----------|------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------|---------------------------------|
| | 1000-1150 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 40.7 | A |
| S03 | 0-50 | MEDIO | 0.0 | HQc(L2) <= Basso | 77.4 | C |
| | 50-100 | ALTO | 58.1 | HQc(L2) <= Basso | 68.5 | D |
| | 100-200 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 44.7 | A |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 36.9 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 30.1 | A |
| | 600-700 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 37.3 | A |
| S04 | 0-50 | ALTO | 54.1 | HQc(L2) <= Basso | 69.2 | D |
| | 50-100 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 67.5 | C |
| | 100-200 | ASSENTE | 17.2 | HQc(L2) <= Trascurabile | 59.4 | A |
| | 200-400 | ASSENTE | 25.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 33.7 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 65.5 | HQc(L2) <= Trascurabile | 35.8 | A |
| | 600-800 | ASSENTE | 75.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 31.6 | A |
| | 800-1000 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 33.1 | A |
| | 1000-1150 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 37.0 | A |
| 1300-1500 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 93.7 | A | |
| S05 | 0-50 | ALTO | 56.0 | HQc(L2) <= Basso | 82.6 | D |
| | 50-100 | ALTO | 66.6 | HQc(L2) <= Basso | 82.8 | D |
| | 100-200 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 35.7 | A |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 32.7 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 34.1 | A |
| | 600-700 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 36.1 | A |
| S06 | 0-50 | ASSENTE | 0.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 84.0 | A |
| | 50-100 | ASSENTE | 0.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 41.1 | A |
| | 100-200 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 61.6 | A |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 26.1 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 38.8 | A |

| Stazione | Profondità | Livello di pericolo ecotossicologico | % Elutriato | Livello di pericolo chimico | % Pelite | Classe di qualità del materiale |
|----------|------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------|---------------------------------|
| | 600-800 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 16.9 | A |
| | 800-1000 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 36.9 | C |
| | 1000-1150 | ASSENTE | 27.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 34.5 | A |
| | 1150-1200 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) >= Basso e HQc(L2) <= Medio | 89.7 | B |
| S07 | 0-50 | MEDIO | 37.5 | HQc(L2) <= Basso | 80.1 | C |
| | 50-100 | BASSO | 17.7 | HQc(L1) >= Medio e HQc(L2) <= Basso | 87.3 | B |
| | 100-200 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 56.3 | C |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 33.4 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 33.7 | A |
| | 600-650 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 31.1 | A |
| S08 | 0-50 | ASSENTE | 46.5 | HQc(L2) <= Trascurabile | 81.3 | A |
| | 50-100 | ASSENTE | 0.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 30.7 | A |
| | 100-200 | ASSENTE | 0.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 59.0 | A |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 30.4 | A |
| | 400-600 | BASSO | 10.5 | HQc(L1) <= Basso | 41.1 | A |
| | 600-800 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 33.1 | A |
| | 800-1000 | BASSO | 86.2 | HQc(L1) <= Basso | 43.6 | A |
| | 1000-1150 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 92.7 | A |
| S09 | 0-50 | MEDIO | 52.6 | HQc(L2) <= Basso | 81.7 | C |
| | 50-100 | ASSENTE | 0.0 | HQc(L2) >= Basso e HQc(L2) <= Medio | 86.6 | B |
| | 100-200 | ALTO | 99.9 | HQc(L2) <= Basso | 68.4 | D |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 26.6 | A |
| | 400-600 | MEDIO | 99.1 | HQc(L2) <= Basso | 31.3 | C |
| | 600-700 | BASSO | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 16.1 | A |
| S10 | 0-50 | MEDIO | 24.5 | HQc(L2) <= Basso | 82.0 | C |
| | 50-100 | ASSENTE | 0.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 47.4 | A |
| | 100-200 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 58.7 | C |

| Stazione | Profondità | Livello di pericolo ecotossicologico | % Elutriato | Livello di pericolo chimico | % Pelite | Classe di qualità del materiale |
|----------|------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------|---------------------------------|
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 41.0 | A |
| | 400-600 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 38.4 | C |
| | 600-800 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 40.3 | A |
| | 800-1000 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 40.9 | C |
| | 1000-1100 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 93.4 | C |
| S11 | 0-50 | MEDIO | 42.4 | HQc(L2) <= Basso | 81.4 | C |
| | 50-100 | MEDIO | 24.6 | HQc(L2) <= Basso | 89.8 | C |
| | 100-200 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 69.5 | C |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 41.1 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 43.1 | A |
| S12 | 0-50 | BASSO | 84.8 | HQc(L1) >= Medio e HQc(L2) <= Basso | 82.0 | B |
| | 50-100 | MEDIO | 17.5 | HQc(L2) <= Basso | 11.0 | C |
| | 100-200 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 57.0 | C |
| | 200-400 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 30.4 | A |
| | 400-600 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 37.6 | A |
| | 600-800 | ASSENTE | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 9.5 | A |
| | 800-900 | MEDIO | 100.0 | HQc(L2) <= Basso | 29.6 | C |
| | 900-1100 | BASSO | 100.0 | HQc(L2) <= Trascurabile | 93.0 | A |

Questa metodologia ha permesso quindi di evidenziare come la presenza dell'Ammonio possa determinare un evidente peggioramento della qualità del sedimento e quanto sia necessario discriminare la reale tossicità rispetto all'applicazione diretta del saggio su elutriato, che in caso di concentrazioni elevate di ione ammonio, aveva mostrato negli studi pregressi in tutti i campioni risposte altamente tossiche e conseguentemente, una classificazione qualitativa generalmente scadente (classi C, D ed E).