

NAVE DISSALATRICE CON GESTIONE CIRCOLARE DELLA SALAMOIA

Analisi tecnico-economica — Isole Eolie e Lipari

31 maggio 2026

NOTA METODOLOGICA — La presente analisi esclude lo scenario di dispersione della salamoia in navigazione. Vengono valutati esclusivamente scenari di gestione circolare con impatto ambientale marino nullo o quasi nullo, coerentemente con i vincoli UNESCO e Natura 2000 delle Isole Eolie.

VANTAGGIO STRUTTURALE — I TECNICI DI IMPIANTO SONO PARTE DELL'EQUIPAGGIO Su un impianto fisso a terra ogni intervento di manutenzione richiede che un tecnico specializzato raggiunga l'isola via aliscafo o traghetto. D'inverno, con il molo chiuso anche per giorni, questo è semplicemente impossibile. Il costo del tecnico non è una voce fissa: si cumula a ogni intervento. Su una nave il personale tecnico specializzato è parte dell'equipaggio permanente. Il costo è incluso nella voce 'equipaggio e manutenzione' e non varia al variare del numero di interventi. Questo rende il confronto con gli impianti fissi ancora più favorevole di quanto le tabelle già mostrino.

1 Quantificazione della domanda idrica

1.1 — Le quattro isole minori

Isola	Residenti	mc/anno	Picco estivo mc/g	mc/anno totale
Alicudi	50-100	2.700-5.500	50-80	8.000-10.000
Filicudi	~200	~11.000	400-500	50.000-60.000
Panarea	~200	~11.000	600-800	35.000-45.000
Stromboli	~400	~22.000	600-800	60.000-70.000
Totale	~950	~47.000	~1.650-2.200	155.000-190.000

1.2 — Il 50% del fabbisogno di Lipari

Il ruolo di Lipari nell'analisi. Il dissalatore esistente di Lipari produce ordinariamente circa 4.100 mc/giorno (sceso a 1.900 mc/giorno nell'avaria del dicembre 2025). Il fabbisogno reale dell'isola — 12.793 residenti permanenti, fino a 20.000 persone in estate — è stimato tra 6.000 e 8.000 mc/giorno. La nave dissalatrice non sostituisce l'impianto esistente: **ne copre il 50% del fabbisogno in affiancamento, garantendo ridondanza e continuità anche in caso di avaria.**

Parametro	Valore	Fonte
Residenti permanenti Lipari	12.793	Wikipedia 2025
Picco turistico estivo	fino a 20.000	Wikipedia 2025
Produzione ordinaria dissalatore	~4.100 mc/giorno	Giornale di Lipari, dic. 2025
Produzione in avaria dic. 2025	~1.900 mc/giorno	Giornale di Lipari, dic. 2025
50% fabbisogno → quota nave	3.000-4.000 mc/giorno	Calcolo
mc/anno quota nave (50% Lipari)	1.100.000-1.460.000 mc/anno	Calcolo

1.3 — Domanda totale combinata

Componente	mc/giorno	mc/anno
4 isole minori	420-520	155.000-190.000
50% fabbisogno Lipari	3.000-4.000	1.100.000-1.460.000
TOTALE	~3.500-4.500 mc/giorno	~1.250.000-1.650.000 mc/anno

2 Dimensionamento della nave

Parametro	Valore	Note
Produzione media	3.500-4.500 mc/giorno	Media annua
Picco estivo	6.000-7.000 mc/giorno	Luglio-agosto
Taglia ottimale	5.000-6.000 mc/giorno	Copertura picco + margine
Salamoia prodotta (recovery 45%)	~6.100-7.300 mc/giorno	~1 mc salamoia per mc acqua
Personale tecnico di impianto	Parte dell'equipaggio	Costo fisso incluso — non variabile per intervento

3

Scenario B — Doppia stiva + MLD + saline di Trapani

La nave produce acqua dolce (stiva 1) e concentra parzialmente la salamoia a bordo tramite tecnologia MLD (Minimal Liquid Discharge), riducendone il volume del 60-70%. La salamoia concentrata viene stivata (stiva 2) e trasportata alle saline di Trapani (~120 km), dove viene processata per il recupero di NaCl, Mg(OH) \blacksquare e altri minerali. Il residuo finale viene restituito al mare a salinità normale — **impatto marino quasi zero**. Modello già operativo: ResourSEAs, progetto SEArcularMINE, Trapani e Tenerife.

3.1 — Flussi di materia

Flusso	Quantità giornaliera	Destinazione
Acqua dolce prodotta (RO base)	5.500 mc/giorno	Stiva 1 → isole
Salamoia grezza	6.700 mc/giorno	→ concentratore MLD
Acqua recuperata da MLD	+1.650 mc/giorno	Stiva 1 → isole
Acqua totale disponibile	~7.150 mc/giorno	Copre domanda + margine
Salamoia concentrata stivata	~2.350 mc/giorno	Stiva 2 → Trapani
Volume annuo a Trapani	~860.000 mc/anno	~860.000 tonnellate

3.2 — Analisi dei costi

Voce di costo	Importo annuo	Note
Ammortamento nave + MLD (35 M€ / 20 anni)	1.750.000 €/anno	Incluso sistema MLD a bordo
Energia (RO + MLD: ~8 kWh/mc × 0,25 €/kWh)	2.900.000 €/anno	Consumo aumentato da concentrazione
Equipaggio + tecnici impianto	1.000.000 €/anno	Tecnici specializzati a bordo — costo fisso, zero trasferte da terra
Trasporto brine Eolie-Trapani (3-5 €/t)	2.580.000-4.300.000 €/anno	Distanza ~120 km via mare
TOTALE COSTI	8.230.000-9.950.000 €/anno	

Voce di ricavo	Importo annuo	Note
NaCl (860.000 t × 3% × 60 €/t)	~1.550.000 €/anno	Sale industriale
Mg(OH) \blacksquare (860.000 t × 0,13% × 450 €/t)	~500.000 €/anno	Materia prima critica UE
TOTALE RICAVI MINERALI	~2.050.000 €/anno	

Risultato	Valore
Costo lordo annuo	8.230.000-9.950.000 €
Ricavi minerali	- 2.050.000 €
Produzione acqua annua	~1.900.000-2.200.000 mc
COSTO NETTO AL METRO CUBO — SCENARIO B	3,2-4,2 €/mc

4 Scenario C — Doppia stiva + ZLD completo a bordo

La nave adotta il sistema Zero Liquid Discharge completo: recupero idrico del 97%, nessuno scarico in mare. La salamoia viene concentrata fino a cristallizzazione, producendo sali secchi in volume pari a 1/10 della salamoia grezza. I prodotti — NaCl >99,9%, Mg(OH) \blacksquare >84%, CaCO \blacksquare >96% — vengono scaricati a terra in porto. Dati da sistema pilota validato (ScienceDirect 2024): 97% water recovery, consumo energetico 17,53 kWh/mc.

4.1 — Flussi di materia

Flusso	Quantità	Destinazione
Acqua dolce prodotta (RO + ZLD 97%)	~10.600 mc/giorno	Stiva 1 → isole
Sali secchi prodotti	~70-90 t/giorno	Stiva 2 → porto
Scarichi a mare	ZERO	Impatto marino = zero assoluto
Volume stiva 2 vs salamoia liquida	1/10 della brine grezza	Alta concentrazione

4.2 — Analisi dei costi

Voce di costo	Importo annuo	Note
Ammortamento nave + ZLD (55 M€ / 20 anni)	2.750.000 €/anno	ZLD aggiunge ~70% al costo nave
Energia (17,53 kWh/mc × 0,25 €/kWh)	6.525.000 €/anno	Fonte: ScienceDirect 2024
Equipaggio + tecnici impianto	1.200.000 €/anno	Tecnici a bordo — zero trasferte, zero impossibilità operative
Trasporto sali secchi (~86.000 t/anno)	~400.000 €/anno	Volume 1/10 della brine grezza
TOTALE COSTI	~10.875.000 €/anno	

Voce di ricavo	Importo annuo	Note
----------------	---------------	------

NaCl >99,9%	~1.800.000-2.400.000 €/anno	Alta purezza
Mg(OH)■ >84%	~800.000-1.200.000 €/anno	Materia prima critica UE
CaCO■ >96% e CaSO■	~200.000-400.000 €/anno	Industria chimica
TOTALE RICAVI MINERALI	~2.800.000-4.000.000 €/anno	

Risultato	Valore
Costo lordo annuo	~10.875.000 €
Ricavi minerali	- 2.800.000-4.000.000 €
Produzione acqua annua	~2.100.000-2.500.000 mc
COSTO NETTO AL METRO CUBO — SCENARIO C	4,5-6,5 €/mc

5 Confronto con le soluzioni attuali



5.1 — Contratto Marnavi/Vetor 2026 (fonte verificata)

Determina Ministero della Difesa, 15 dicembre 2025. Proroga unilaterale — 14 navi cisterna — 1.400.000 mc/anno — corrispettivo: **€ 19.446.000 (€ 23.724.120 IVA inclusa)** — prezzo unitario: **13,89 €/mc**. Marnavi aveva richiesto 15,73 €/mc (adeguamento Istat): richiesta respinta.

5.2 — Tabella comparativa

Soluzione	€/mc	Costo annuo (1,45 M mc)	Impatto marino	Tecnici specializzati
Navi cisterna Marnavi/Vetor 2026	13,89 €	19.446.000 €	CO ₂ trasporto	N/A — solo trasporto
Dissalatori fissi siciliani (Fond. Univerde 2024)	~12 €	~17.400.000 €	Alto — salamoia fissa	Trasferita via aliscafo a ogni intervento
PNRR 4 isole Eolie	5-12 €	7-17 M€	Alto — senza ZLD	Trasferita via aliscafo a ogni intervento
Scenario B — Nave + MLD + saline	3,2-4,2 €	4,6-6,1 M€	Quasi zero	A bordo — costo fisso
Scenario C — Nave + ZLD	4,5-6,5 €	6,5-9,4 M€	Zero assoluto	A bordo — costo fisso

5.3 — Il risparmio dello Scenario B

Costo attuale (1.450.000 mc × 13,89 €/mc) = 20.140.500 €/anno Costo Scenario B (1.450.000 mc × 3,7 €/mc) = 5.365.000 €/anno 

Risparmio annuo stimato: ~ 14.775.000 €/anno Su 20 anni (vita utile nave): risparmio potenziale ~295 milioni di euro al netto dell'investimento iniziale di 35 M€. Nessun documento pubblico attesta che questa alternativa sia mai stata formalmente valutata.

6 Il brevetto Marnavi — analisi della disponibilità

6.1 — Cosa esiste e cosa protegge il brevetto

Brevetto per invenzione industriale rilasciato dall'UIBM in data 8 febbraio 2022, con titolarità esclusiva Marnavi S.p.A. Durata massima: 20 anni dal deposito (presumibilmente 2017-2018), scadenza intorno al 2037-2038. L'innovazione brevettata non è l'osmosi inversa — tecnologia standard da decenni. È la combinazione specifica di: produzione in navigazione + dispersione dinamica della salamoia tramite elica + piano di sicurezza dell'acqua certificato ISS per questa modalità operativa. Il CNR nella relazione istruttoria ha attestato: «La dissalazione in movimento consentirebbe di limitare alcuni impatti tipici degli impianti posti sulla terraferma o su piattaforme off-shore». Capacità documentata del prototipo: 5.000 mc/giorno. Versioni in sviluppo: 7.000, 9.000, 12.000 mc/giorno.

6.2 — Marnavi può costruire navi con recupero della salamoia?

La risposta è no — e per ragioni strutturali. Marnavi è una compagnia armatoriale specializzata nel trasporto di prodotti chimici. Ha sviluppato il prototipo di osmosi inversa a bordo in collaborazione con Protecno e università italiane, finanziato con fondi pubblici. Il brevetto protegge la produzione in navigazione e la dispersione dinamica della salamoia — non un sistema di recupero e concentrazione. Le tecnologie di recupero della salamoia — MLD, ZLD, cristallizzazione reattiva, precipitazione selettiva dei minerali — sono un campo completamente diverso, sviluppato da aziende specializzate come ResourSEAs, Metito, IDE Technologies. Richiedono competenze in ingegneria chimica, elettrochimica e cristallografia che non appartengono al profilo di un armatore.

6.3 — La struttura della partnership necessaria

Il modello Marnavi e il modello ResourSEAs sono complementari, non sostitutivi. Marnavi produce l'acqua. ResourSEAs riceve la salamoia concentrata alle saline e ne estrae i minerali. Sono due anelli di una catena che non ha ancora un integratore. Lo Scenario B presuppone una partnership tra tre soggetti: 1. Un armatore o cantiere che costruisce la nave con osmosi inversa e sistema MLD a bordo (Marnavi come possibile armatore della nave base) 2. ResourSEAs o equivalente che gestisce il recupero minerali alle saline di Trapani (~120 km) 3. Un ente pubblico che commissiona il servizio idrico integrato Marnavi può essere il fornitore della tecnologia di base e operatore della nave. Non può essere l'integratrice dell'intero sistema circolare.

Soggetto	Ruolo	Tecnologia	Stato
Marnavi S.p.A. — Napoli	Armatore + operatore nave Titolare brevetto produzione in navigazione	RO in navigazione Brevettata 2022	Prototipo operativo Nessun contratto attivo
Cantiere navale specializzato	Costruzione nave con MLD integrato	RO + MLD a bordo Nuova costruzione	Da individuare Tecnologia disponibile
ResourSEAs S.r.l. — Trapani/Cagliari	Recupero minerali da salamoia concentrata	Precipitazione selettiva Cristallizzazione reattiva	Dimostratore operativo Trapani + Tenerife

Ente pubblico committente (Ministero Difesa / Regione Siciliana)	Committente del servizio Idrico integrato	—	Nessuna gara bandita per questa soluzione
--	--	---	--

7 Conclusioni

LO SCENARIO B È LA SOLUZIONE RACCOMANDATA ✓ Copre il fabbisogno idrico delle 4 isole minori (155.000-190.000 mc/anno) ✓ Copre il 50% del fabbisogno di Lipari (1.100.000-1.460.000 mc/anno) garantendo ridondanza rispetto all'impianto fisso esistente ✓ Costo 3,2-4,2 €/mc — meno di 1/3 del costo attuale (13,89 €/mc) ✓ Impatto marino quasi zero — nessuno scarico in area UNESCO o Natura 2000 ✓ Genera ricavi da minerali (~2 M€/anno) riducendo ulteriormente il costo ✓ Modello circolare già dimostrato: ResourSEAs + saline Trapani ✓ Flessibile: si sposta dove serve, copre emergenze ✓ Non richiede VIA, VInCA, autorizzazioni Soprintendenza, espropri ✓ I tecnici specializzati sono parte dell'equipaggio: zero trasferte, zero costi variabili per intervento, zero impossibilità operative quando il molo è chiuso RICHIEDE una partnership tra tre soggetti: armatore (Marnavi o altro), specialista recupero salamoia (ResourSEAs), ente pubblico committente. Nessuna di queste tre componenti è attualmente assente dal mercato. Manca solo la volontà istituzionale di bandire una gara in questa direzione.

Fonti: Ministero della Difesa — determina 15 dicembre 2025 (contratto Marnavi/Vetor 2026, Shipping Italy, gennaio 2026). Fondazione Univerde — audizione Camera dei Deputati, 7 marzo 2024. ScienceDirect 2024 — sistema ZLD pilota (97% recovery, 17,53 kWh/mc). Nature Reviews Clean Technology 2025. ResourSEAs — SEArcularMINE Trapani e Tenerife (sito ufficiale). Marnavi S.p.A. — comunicati ufficiali 2020-2025, brevetto UIBM 08/02/2022. CNR — relazione istruttoria PON I&C; 2014-2020 (citata da Quotidiano del Sud, ottobre 2025). Protecno S.r.l. — documentazione tecnica progetto. Giornale di Lipari, dicembre 2025 — produzione dissalatore Lipari. Wikipedia 2025 — popolazione Comune di Lipari.