



OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.



Consorzio per il Centro
Interuniversitario di Biologia Marina ed
Ecologia Applicata "G. Bacci"

**TERMINALE GALLEGGIANTE DI
RIGASSIFICAZIONE
FSRU - TOSCANA**

ALLEGATO 1

Attività del Terminale durante il IV anno di monitoraggio



Rev.0	12/03/2018	Prima emissione	Giulia Miniati	Monica Giannetti	Monica Giannetti
Rev.	Data	Descrizione della Revisione	Preparato da	Verificato da	Approvato da

Con il presente documento si intende fornire una breve descrizione del Terminale “FSRU Toscana”, delle sezioni impiantistiche principali di cui si compone (Figura 1) e degli impianti ausiliari di servizio presenti a bordo (Figura 2). Unitamente a questo si intende rispondere al primo punto delle prescrizioni contenute nei Provvedimenti direttoriali n. 100 del 4 aprile 2017 e n. 277 del 28 settembre 2017, conformemente a quanto deciso durante la riunione tenutasi con ISPRA in data 25/5/2017, stante il quale si richiede di *“mantenere un record accurato di tutte le attività del Terminale durante i monitoraggi”*.

Pertanto, con riferimento al IV anno di monitoraggio eseguito come da Piano di monitoraggio approvato e formato da 4 campagne svoltesi tra il 2016 ed il 2017 (Autunno 16, Inverno 17, Primavera 17 ed Estate 17), vengono riportate in Tabella 1 le specifiche modalità operative del Terminale in corrispondenza dei periodi di attività effettuate in campo. Per quanto concerne la definizione delle modalità operative del Terminale si rimanda a quanto esplicitato in Tabella 2.

Tabella 1 - Differenti modalità operative del Terminale in corrispondenza dei periodi di monitoraggio (IV anno)

CAMPAGNA	DATA	Stato terminale ⁽¹⁾	CAMPAGNA	DATA	Stato terminale ⁽¹⁾
Autunno (16)	08/11/2016	Zero send-out	Inverno (17)	22/03/2017	Plant off - tank cold
Autunno (16)	09/11/2016	Zero send-out	Inverno (17)	23/03/2017	Zero send-out
Autunno (16)	10/11/2016	Zero send-out	Inverno (17)	24/03/2017	Zero send-out
Autunno (16)	11/11/2016	Holding mode	Inverno (17)	25/03/2017	Zero send-out
Autunno (16)	12/11/2016	Zero send-out	Inverno (17)	26/03/2017	Zero send-out
Autunno (16)	13/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	23/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	14/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	24/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	15/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	25/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	16/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	26/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	17/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	27/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	18/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	28/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	19/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	29/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	20/11/2016	Zero send-out	Primavera (17)	30/05/2017	Holding mode
Autunno (16)	21/11/2016	Zero send-out	Primavera (17) ⁽²⁾	31/05/2017	Unloading
Autunno (16)	22/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17) ⁽²⁾	01/06/2017	Unloading
Autunno (16)	23/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	02/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	24/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	03/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	25/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	04/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	26/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	05/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	27/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	06/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	28/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	07/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	29/11/2016	Plant off - tank cold	Primavera (17)	08/06/2017	Holding mode
Autunno (16)	30/11/2016	Plant off - tank cold	Estate (17)	31/08/2017	Holding mode
Inverno (17)	21/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	01/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	22/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	02/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	23/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	03/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	24/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	04/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	25/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	05/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	26/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	06/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	27/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17) ⁽²⁾	07/09/2017	Unloading

CAMPAGNA	DATA	Stato terminale ⁽¹⁾	CAMPAGNA	DATA	Stato terminale ⁽¹⁾
Inverno (17)	28/02/2017	Plant off - tank cold	Estate (17) ⁽²⁾	08/09/2017	Unloading
Inverno (17)	01/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	09/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	02/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	10/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	03/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	11/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	04/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	12/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	05/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	13/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	06/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	14/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	07/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	15/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	08/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	16/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	09/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	17/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	10/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	18/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	11/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	19/09/2017	Holding mode
Inverno (17)	12/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	20/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	13/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	21/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	14/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	22/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	15/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	23/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	16/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	24/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	17/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	25/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	18/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	26/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	19/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	27/09/2017	Zero send-out
Inverno (17)	20/03/2017	Plant off - tank cold	Estate (17)	28/09/2017	Plant off - tank cold
Inverno (17)	21/03/2017	Plant off - tank cold			

NOTE: ⁽¹⁾ Rappresenta lo stato prevalente all'interno del giorno.

⁽²⁾ In fase di nave affiancata le operazioni di monitoraggio marino vengono sospese come da Ordinanza n° 6/2014.

Tabella 2 - Definizione delle modalità operative del Terminale.

MODALITÀ OPERATIVA	DESCRIZIONE DELLA MODALITÀ OPERATIVA
<p align="center">Holding mode (impianto in funzione con send-out, cioè con invio di gas a terra)</p>	<p>È la modalità che si potrebbe definire di "normale operatività" e contempla l'attività di rigassificazione del Terminale in assenza di scarico di GNL da nave metaniera. La rigassificazione può essere effettuata con uno, due oppure tre vaporizzatori, in funzione della richiesta a terra di gas naturale, nel rispetto della massima capacità annua autorizzata, pari a 3,75 miliardi di Smc.</p>
<p align="center">Unloading (scarica da nave e send-out)</p>	<p>Caratterizzata dalla contemporanea presenza della nave metaniera che rifornisce GNL al Terminale e del send-out. Durante questa fase vi è una maggiore produzione di BOG rispetto alle altre modalità di gestione operativa del Terminale, dovuta alla movimentazione del GNL che viene controllato e recuperato tramite un macchinario dedicato (il BOG compressor), per essere poi ricondensato nel recondenser.</p>
<p align="center">Zero send-out (nessun invio di gas a terra)</p>	<p>Considera i periodi in cui non si svolge l'attività di rigassificazione all'interno del Terminale. In questo assetto, onde consentire il necessario mantenimento a temperatura criogenica di alcune parti dell'impianto (cisterne, modulo di rigassificazione), è necessario che un'esigua quantità di GNL venga fatta circolare all'interno del circuito per una portata complessiva di circa 50 mc/h; tuttavia, all'interno dei vaporizzatori non vi è alcun passaggio di GNL, e dunque non vi è immissione di gas naturale in rete. Tale condizione assorbe la maggior parte dei momenti transitori nella gestione dell'impianto (ad esempio la fase transitoria tra plant off e zero send-out e viceversa, ed il transitorio tra zero send-out e send-out).</p>
<p align="center">Plant off-tank cold (impianto fermo con i soli serbatoi "freddi")</p>	<p>Il Terminale in questa modalità funziona come stoccaggio del GNL, che resta all'interno dei serbatoi e non viene inviato al modulo di rigassificazione, che quindi risulta caldo. In questa modalità tutto il BOG formatosi nei serbatoi viene inviato al sistema di recupero tramite i compressori low-duty (LD), e viene bruciato in caldaia per produrre il vapore necessario alla produzione di energia elettrica per l'autosostentamento del Terminale.</p>

Si ricorda che, da un punto di vista ambientale, il Terminale risulta sempre operativo (a prescindere dalla modalità operativa in essere) per permettere l'auto-sostentamento del Terminale stesso da un punto di vista energetico, per garantire la vita a bordo e gestire le parti di impianto in funzione, oltre che per garantire la massima sicurezza a bordo.

Per maggior chiarezza si precisa che a bordo del Terminale "FSRU Toscana" sono presenti le seguenti sezioni principali (Figura 1):

- Sezione bracci di carico: 4 bracci di carico utilizzati per caricare il GNL (Gas Naturale Liquefatto) dalla nave metaniera al Terminale;
- Sezione di stoccaggio GNL: 4 serbatoi MOSS con relativo sistema di pompaggio del GNL;
- Sezione di Rigassificazione (modulo T16): il sistema di vaporizzazione è costituito da 3 vaporizzatori che usano acqua di mare come fonte di calore e propano come fluido riscaldante intermedio tra acqua e GNL;
- Impianto di produzione di energia elettrica per l'autosostentamento (non essendo il Terminale collegato alla rete nazionale): tale impianto si trova nella sezione sala macchine. La produzione di energia elettrica è assicurata dai seguenti generatori:

- N.2 turbogeneratori a vapore della potenza di 10 MW ciascuno;
- N.2 turbogeneratori a vapore della potenza di 3,35 MW ciascuno;
- N.1 generatore diesel da 3,35 MW (per alcune condizioni di non normale operatività);
- N.1 generatore diesel da 850 kW (per emergenza).

Le motrici dei turbogeneratori a vapore sono alimentate con vapore prodotto da due caldaie (potenza termica di 40 MWt ciascuna). Le caldaie sono alimentate, in tutte le condizioni operative del Terminale di cui alla Tabella 2, dal BOG (Boil Off Gas) prodotto nei serbatoi; in alcune condizioni di non normale attività, quali ad esempio malfunzionamenti, emergenze, manutenzione, e in caso di assenza di GNL all'interno dei serbatoi del Terminale per mancato arrivo di navi metaniere di approvvigionamento, per mantenere il Terminale in condizioni di sicurezza, le caldaie possono essere alimentate da Marine Gas Oil (MGO).

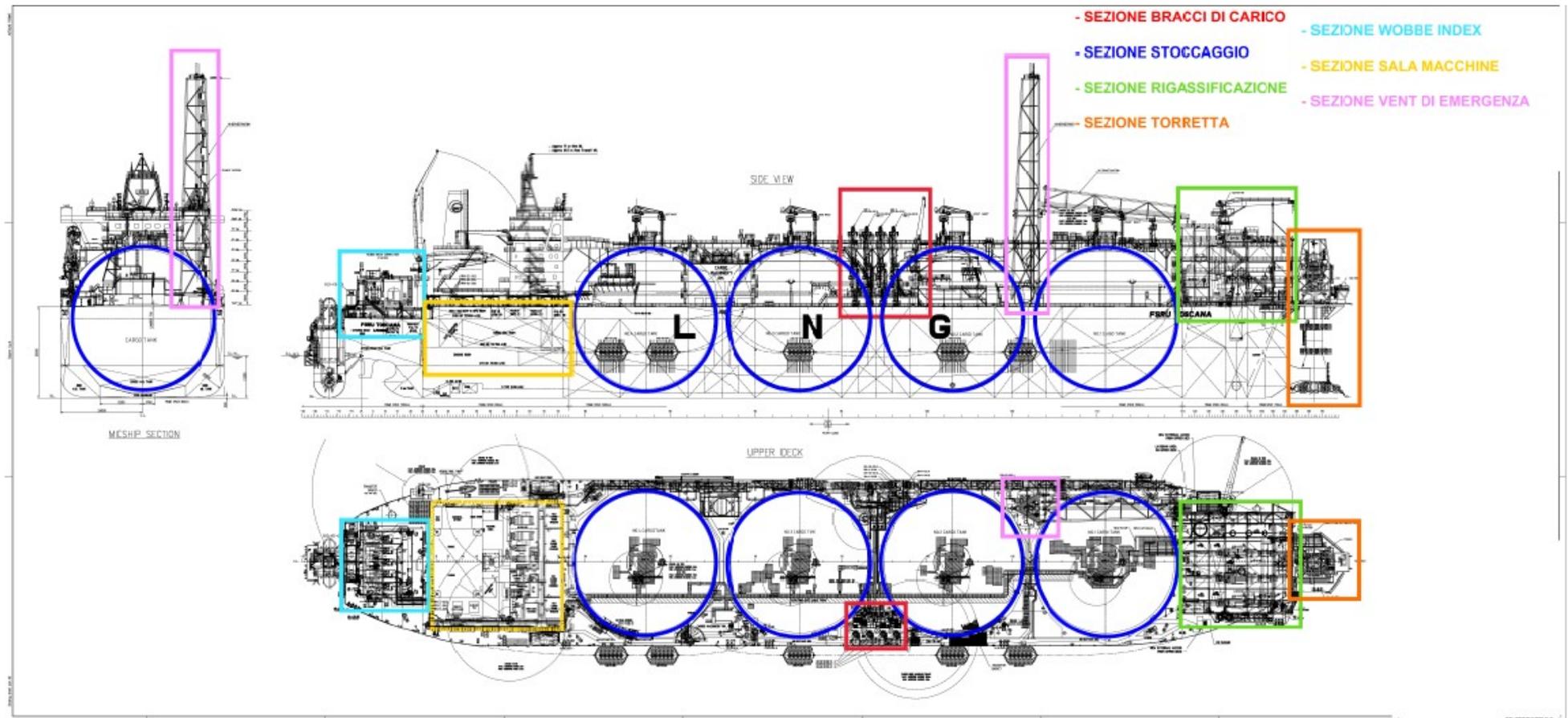


Figura 1 - Sezioni impiantistiche principali del Terminale di rigassificazione.

Le principali sezioni dell'impianto sono tra loro interconnesse tramite ulteriori impianti ausiliari di servizio (Figura 1-2):

- Sistema di circolazione acqua mare, tra cui di primaria importanza l'acqua di mare necessaria alla rigassificazione del GNL (flusso di 10.800 mc/h) prelevata dallo scoop presente in sala macchine, preriscaldata per condensare il vapore dell'impianto di produzione di energia elettrica ed inviata attraverso le pompe (posizionate anche esse in sala macchine) verso la prua del Terminale (sezione rigassificazione);
- Sistema di alimentazione delle caldaie (parte dell'impianto di produzione di energia elettrica) attraverso il BOG (Boil Off Gas: vapori di gas naturale) proveniente dallo stoccaggio di GNL;
- Sezione Torretta: sistema di ormeggio e invio del GN alla tubazione sottomarina attraverso i *riser* (tubazioni flessibili). Il sistema di ancoraggio del Terminale è realizzato attraverso un giunto meccanico snodato collegato ad ancore attraverso sei catene metalliche. Questa configurazione consente al Terminale di ruotare a 360°, mantenendo comunque sempre in posizione fissa le catene di ancoraggio;
- Sezione *Wobbe index*: impianto di produzione di azoto.

In tutte le quattro modalità operative, sopra descritte, ivi comprese quelle di mancato *send out* (*zero send out* e *plant off-tank cold*) gran parte delle sezioni/impianti risultano sempre attivi. Tra di essi troviamo:

- Prelievi di acqua mare e conseguenti scarichi idrici, compreso il prelievo e lo scarico dell'acqua mare necessaria alla rigassificazione, che rimane sempre attivo anche in condizioni di *zero send out* e *plant off-tank cold* come dichiarato in sede di AIA e VIA;
- Produzione di energia elettrica;
- Stoccaggio di GNL;
- Invio del BOG verso l'impianto di produzione di energia elettrica: sistema non attivo solo nelle condizioni di mancato GNL a bordo (situazione particolarmente anomala verificata solo all'arrivo del Terminale in Italia agosto 2013).

Le apparecchiature strettamente connesse all'attività di rigassificazione (es. vaporizzatori, alcune pompe ed i compressori), che risultano collocate nel modulo T16 posto fuori coperta (si veda Figura 1) danno, quindi, un contributo del tutto trascurabile in termini ambientali, sia dal punto di vista delle emissioni in aria e in acqua, sia da un punto di vista del rumore sottomarino.

Relativamente al sistema acqua di mare necessaria alla rigassificazione si evidenzia che l'unico parametro che differisce in base alla modalità operativa è la temperatura di scarico (il cloro attivo libero e la portata non sono invece influenzati dalla modalità operativa del Terminale); infatti, durante la rigassificazione tale acqua viene utilizzata come fluido di scambio nei vaporizzatori subendo un raffreddamento.

In particolare, si evidenzia come a fronte di un ΔT ($T_{uscita} - T_{ingresso}$) massimo attualmente autorizzato sia pari a -6 °C, il Terminale durante la rigassificazione nell'anno di esercizio investigato, il IV, ha mantenuto il ΔT entro un range compreso tra $+1$ e -5 , e mediamente pari a -1 .

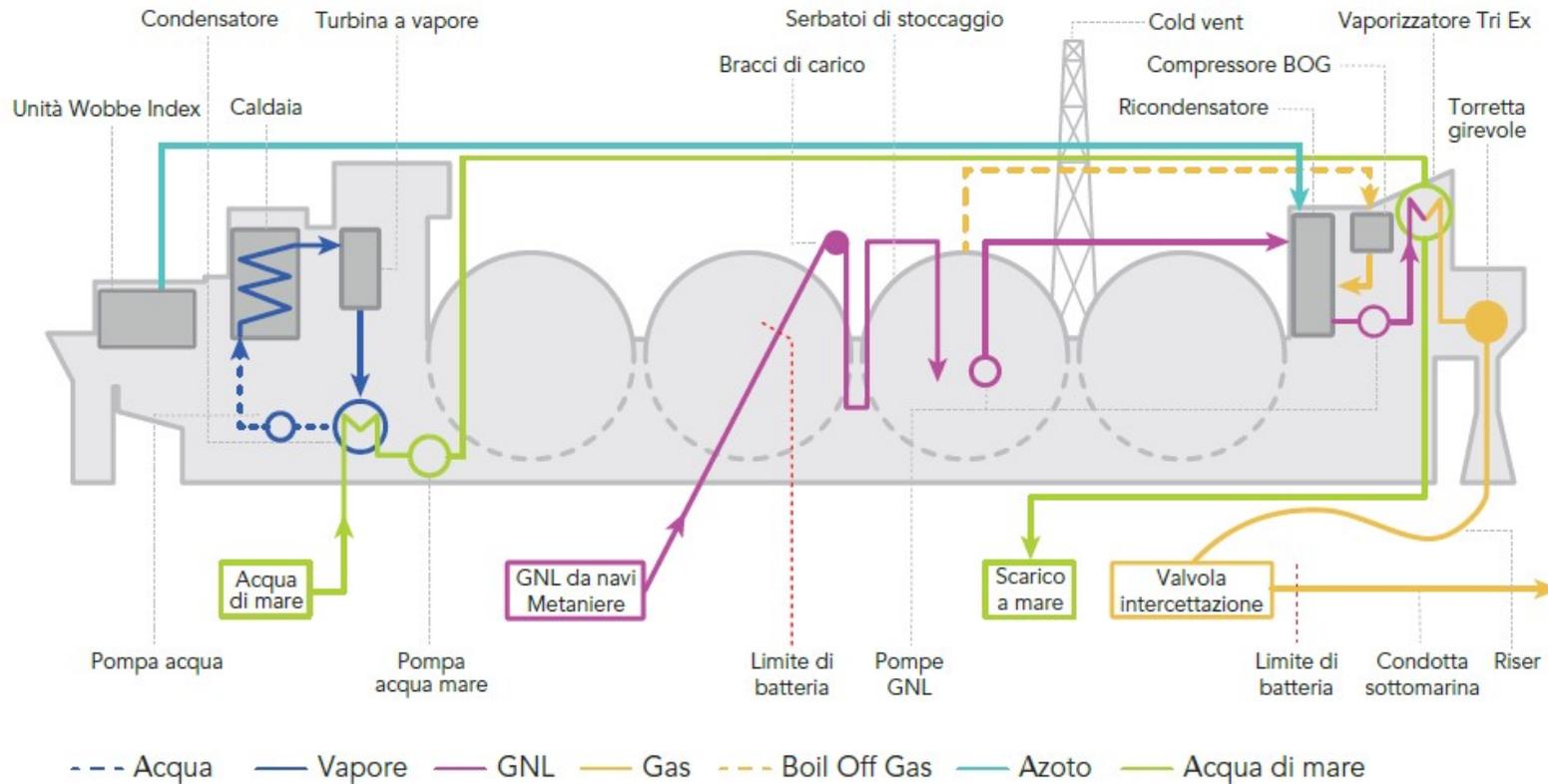


Figura 2 - Impianti ausiliari di servizio presenti sul Terminale di rigassificazione e relativi processi