



Autorità di Sistema Portuale
del Mare di Sicilia Occidentale
Porto di Palermo,
Termini Imerese, Trapani,
Porto Empedocle

**Autorità di Sistema Portuale del
Mar di Sicilia Occidentale**
Via Piano dell'Ucciardone, 4 - 90100 - Palermo (PA)

PORTO DI TRAPANI. NUOVO TERMINAL CROCIERE PRESSO IL MOLO A T DEL PORTO DI TRAPANI. AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI INGEGNERIA RELATIVO ALLA REDAZIONE DEL PROGETTO DI VARIANTE LOCALIZZATA AL VIGENTE PRP AI SENSI DELL'ART. 14 DEL D.LGS. 232/2017 CHE MODIFICA L'ART. 22 DEL D.LGS. 169/2016 - CIG: 7894990FD6; CUP: I99119000020001



Il Responsabile del procedimento

Dott. Ing. Sergio La Barbera

Il Presidente dell'Autorità di Sistema Portuale

Dott. Pasqualino Monti

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



MODIMAR S.R.L.

Via Monte Zebio n°40 - CAP 00195 - Roma (RM)

Mandante



DUOMI S.r.l.

viale Lazio n°13- CAP 90144 - Palermo (PA)

Progettista Responsabile Integrazione prestazioni specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

PIANIFICAZIONE E PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE PORTUALI

Ing. Guglielmo Migliorino

INFRASTRUTTURE MARITTIME

Ing. Fabio Capozzi

PIANIFICAZIONE OPERE MARITTIME, TRAFFICI MARITTIMI E VAS

Ing. Paolo Contini

GEOTECNICA E STRUTTURE

Ing. Marco Migliorino

0	3 DICEMBRE 2020	EMISSIONE			
Rev.	Data	Descrizione	Eseguito	Controllato	Approvato

Titolo elaborato :

Studio del Fabbisogno Energetico

DATA	DESCRIZIONE	REG	PROG	DOC	N°	PRI	REV	SCALA
03/12/2020	EMISS. REVISIONE	R S	0 1	R E L	1 7	A	0	-



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	3
3. ASPETTI DI CARATTERE GENERALE	5
4. IL SISTEMA DEL PORTO DI TRAPANI	7
5. MISURAZIONE DELLE EMISSIONI DI CO ₂ DEL SISTEMA PORTUALE: LA "CARBON FOOTPRINT"	8
6. OPPORTUNITA' PER L'INSTALLAZIONE DI TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO ENERGETICO ALL'INTERNO DELL'AREA PORTUALE	10
6.1. TECNOLOGIE DA PROMUOVERE IN AMBITO PORTUALE	11
6.1.1. Pannelli fotovoltaici e solari	12
6.1.2. Illuminazione a led.....	12
6.1.3. Altre fonti di energia alternativa	13
6.1.4. Mobilità terrestre.....	15
6.1.5. Elettificazione delle banchine	16
6.1.6. Altre opportunità di riduzione delle emissioni di CO ₂	19
6.2. POSSIBILI SVILUPPI FUTURI	19

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli



1. PREMESSA

Lo scrivente raggruppamento temporaneo (RT) costituito da Modimar s.r.l. (mandatario) e DUOMI s.r.l. (mandante) è risultato aggiudicatario del servizio tecnico di redazione della Variante Localizzata del PRP del porto di Trapani finalizzata alla pianificazione di un nuovo terminal passeggeri

Nelle pagine viene analizzato il fabbisogno energetico del Porto di Trapani, basandosi sugli indirizzi tracciati all'interno delle "Linee guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale" (2017),

Nel documento, dopo i riferimenti al quadro normativo nazionale di settore, agli aspetti di carattere generale e agli obiettivi principali dei piani sulla tutela e sul risanamento dell'ambiente, è stato analizzato nel dettaglio l'attuale sistema energetico all'interno dell'ambito portuale, evidenziandone punti di forza e criticità.

Sulla base delle criticità, è stata ipotizzata l'installazione di nuove tecnologie volte al risparmio energetico e alla riduzione delle emissioni di CO₂.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il Decreto Legislativo 4 agosto 2016, n. 169 "Riorganizzazione, razionalizzazione e semplificazione della disciplina concernente le Autorità portuali di cui alla legge 28 gennaio 1994, n. 84, in attuazione dell'articolo 8, comma 1, lettera f), della legge 7 agosto 2015, n. 124" (modificato dal D. Lgs 13 dicembre 2017, n.232) prevede che le Autorità di Sistema Portuale promuovano la redazione del "*Documento di Pianificazione Energetica e Ambientale del Sistema Portuale*" (DEASP), sulla base delle Linee-guida adottate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Ai sensi dell'Art. 5 del D.Lgs. n. 169/2016, La pianificazione del sistema portuale deve essere rispettosa dei criteri di sostenibilità energetica ed ambientale, in coerenza con le politiche promosse dalle vigenti direttive europee in materia. A tale scopo l'Autorità di Sistema Portuale deve promuovere la redazione del documento di pianificazione energetica ed ambientale del sistema portuale con il fine di perseguire adeguati obiettivi, con particolare riferimento alla riduzione delle emissioni di CO₂.

Gli indirizzi riportati nel presente documento, aventi come obiettivo quello di promuovere l'implementazione di nuove tecnologie mirate all'efficientamento energetico all'interno del Porto di Trapani, costituiranno le basi per la redazione del "*Documento di Pianificazione Energetica e Ambientale del Sistema Portuale*" (DEASP).

Di tutte le Leggi che regolano il mercato elettrico, sia a livello nazionale che regionale, sono state richiamate solo quelle strettamente connesse alle attività e ai servizi svolti nell'ambito portuale.

Esse riguardano:

- l'acquisto di energia elettrica e la stipula di nuovi contratti di fornitura come utenti passivi;
- la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile o da cogenerazione e la conseguente immissione in rete o cessione ad altri utenti del porto;
- la costruzione di linee per il trasporto di energia;
- l'incentivazione di fotovoltaico, eolico e la cogenerazione ad alto rendimento.

Nello specifico si richiamano le seguenti leggi:

- la Legge 79/1999 (legge Bersani - Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica - GU n.75 del 31-3-1999) e s.m.i.;
- il Decreto Legislativo n.387 del 2003 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità - GU n.25 del 31-1-2004 - Suppl. Ordinario n. 17), che regola gli aspetti autorizzativi per la costruzione degli impianti da fonte rinnovabile;

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli



- la Delibera 578/2013 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e per il Gas (AEEG), che regola la produzione di energia nel contesto portuale;
- il Decreto Legge 91/2014 del 24 Giugno 2014 (Disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea - GU n.144 del 24-6-2014) e s.m.i., che condiziona fortemente lo sviluppo dei nuovi impianti di produzione di energia.

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

3. ASPETTI DI CARATTERE GENERALE

Le "Linee Guida per la redazione dei Documenti di Pianificazione Energetico Ambientale dei Sistemi Portuali DEASP", oltre a dare le indicazioni già sopra elencate, chiariscono i ruoli ed i compiti istituzionali dei soggetti coinvolti.

Per una corretta pianificazione energetica ed ambientale del porto, risulta necessario prevedere una gestione unica dell'energia elettrica, coordinata dall'Autorità di Sistema Portuale, in una visione di singola utenza integrata come "portgrid" o "microgrid portuale".

In attuazione al Regolamento d'uso, l'Autorità di Sistema Portuale svolge il ruolo di direzione dell'intera area e si obbliga ad eseguire tutte le attività necessarie al corretto funzionamento del porto e delle aree interne comuni facendosi carico, per esempio, dell'illuminazione, della gestione dei rifiuti, della manutenzione stradale, ecc.

Dall'altra parte anche gli operatori (o Concessionari) sono tenuti al rispetto delle norme generali di settore; è d'obbligo, infatti, attrezzare l'area per esercire le attività di proprio interesse, a proprie spese, fino al punto di interfaccia con l'impianto gestore.

L'Autorità di Sistema Portuale, quale ente pianificatore, ha comunque l'onere, nell'ambito delle previsioni del PRP, di stimare i possibili sviluppi dei fabbisogni di energia elettrica delle aree in concessione ai singoli operatori e di tutte le aree funzionali del porto e trasferire queste informazioni al Gestore Locale o Nazionale per consentire a questo di pianificare, a propria volta, lo sviluppo della rete per il soddisfacimento dei bisogni energetici dell'intera area.

L'evoluzione temporale dei fabbisogni energetici, articolata per aree funzionali del porto, dovrebbe tener conto delle future esigenze degli operatori e di quelle delle aree comuni (ad esempio illuminazione di nuovi piazzali, ecc.).

Per la gestione di energia elettrica in ambito portuale, vale quanto segue:

- L'energia elettrica può essere prodotta (da fonte rinnovabile o tradizionale) nell'area portuale e utilizzata in loco o immessa in rete.
- L'energia può essere prodotta da ogni operatore purché vengano rispettate le prescrizioni della Legge 79/1999 e s.m.i., del Decreto Legislativo n.387 del 2003 e quanto indicato nei piani di tutela e risanamento dell'ambiente definiti dal Friuli-Venezia Giulia (vedi § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).
- Il singolo operatore diviene produttore di energia o auto produttore (se ne auto-consuma almeno il 70%) con diritto di connessione alla rete elettrica: può connettersi alla rete in bt per potenze fino a 100 kW; per potenze superiori a 100 kW e fino a 6 MW sarà connesso alla rete in Media Tensione (MT). La rete, in entrambi i casi, viene gestita dal gestore di rete locale. Per potenze superiori a 6 MW e inferiori a 10 MW, viene stabilito puntualmente se il gestore nazionale o quello locale dovrà occuparsi della connessione,



mentre per potenze superiori a 10 MW la competenza ricade esclusivamente sul gestore nazionale.

- Il produttore di energia può autoconsumare la propria energia attraverso un Sistema Efficiente di Utenza (SEU), ai sensi dell'Art. 10, comma 2 del Decreto Legislativo 115 del 30 Maggio 2008 (Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE - GU n.154 del 3-7-2008) ed ai sensi della delibera 578 del 12 Dicembre 2013 (attuazione operativa della legge) dell'Autorità per l'Energia Elettrica e per il Gas (AEEG).

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli



4. IL SISTEMA DEL PORTO DI TRAPANI

Il porto di Trapani è situato all'estremità della costa occidentale della Sicilia, tra il Capo Boeo ed il Capo San Vito.

Con riferimento alla portualità ricompresa nel territorio regionale, va richiamata la classificazione dei porti come disciplinata dall'art. 4 della Legge 84/94, che individua il Porto di Trapani quale porto di Categoria II, classe I, ovvero Porto di interesse nazionale.

Il porto, che si estende su uno specchio acqueo di superficie complessivamente pari a oltre 600.000 m², può essere suddiviso planimetricamente in due zone:

- L'avamposto compreso tra il molo foraneo della Colombaia, l'isolotto della Colombaia, il Lazzaretto, la banchina Settentrionale lungo il viale Regina Elena, il Pontile Sanità e la scogliera del Ronciglio;
- Il porto operativo che si estende dal pontile Sanità fino alle banchine dell'Isolella.

Il Porto di Trapani dispone di circa 1.650 m di banchine che vengono utilizzate per le operazioni commerciali, per i traffici passeggeri (collegamenti con le isole minori ed i porti del Nord africa) e per il traffico crocieristico.

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

5. MISURAZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂ DEL SISTEMA PORTUALE: LA "CARBON FOOTPRINT"

Come descritto nei capitoli precedenti, lo studio ha lo scopo di valutare il fabbisogno energetico attuale e futuro dell'area portuale provando poi a definire una serie di soluzioni che consentano di ridurre l'impiego di energia primaria a parità di servizi offerti, privilegiando le tecnologie più attente all'ambiente.

Queste soluzioni possono essere suddivise in due tipologie:

- Energia da Fonti rinnovabili: pianificazione di interventi che prevedono opere, impianti, strutture, effettuati con il fine di migliorare l'efficienza energetica e ridurre gli effetti inquinanti (vedi § 6);
- Energia da Generatori Tradizionali: pianificazione di interventi che prevedano l'attuazione di misure tali da ottenere i medesimi risultati mediante una serie di regole e interventi prioritari e agevolati.

La valutazione dell'efficacia energetico-ambientale legata alle suddette soluzioni richiede la ricostruzione dei dati di consumo energetico e di emissioni di Gas ad effetto serra (GHG – green house gases), così come previsto dal D. Lgs 169/2016, all'art. 4 bis, comma 3 "intraprendere adeguate misure di monitoraggio energetico ed ambientale degli interventi realizzati, al fine di consentire una valutazione della loro efficacia", ai sensi del D.Lgs. 169/2016, art.4 bis, comma 3.

A tal proposito, si cita il progetto **CLIMEPORT**, già sperimentato in diversi porti, che rappresenta la fonte primaria per la conoscenza delle emissioni di gas ad effetto serra in porto. Consiste nella ricostruzione di un vero e proprio inventario dei gas serra, che tiene conto degli effetti delle seguenti tipologie di gas, identificate dalla Convenzione sui cambiamenti Climatici (UNFCCC): anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆), perfluorocarburi (PFCs) e trifluoruro di azoto (NF₃).

Il primo passo è quello di definire il campo d'indagine, all'interno del quale andrà poi condotto il monitoraggio delle emissioni. Oggetto del monitoraggio non solo sono gli edifici di proprietà e le parti comuni, interni nell'ambito portuale, ma anche le altre componenti ricadenti nel porto stesso (Terminali marittimi, viabilità portuale, ecc.).

Le emissioni considerate sono quelle dovute alle attività portuali specifiche, escludendo quelle connesse alle attività industriali non strettamente connesse al trasporto marittimo, anche se localizzate all'interno del porto. Questa esclusione è una semplice approssimazione prevista anche dalle "Linee Guida per la redazione dei Documenti di Pianificazione Energetico Ambientale dei Sistemi Portuali DEASP", ma che non esclude che il DEASP possa prevedere interventi che comprendano anche tali aspetti.

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli



Per quanto riguarda le navi, vengono presi in esame tutti i natanti di servizio (rimorchiatori, barche, etc.), mentre per quelle provenienti dal mare, viene valutato sia il consumo energetico in banchina, sia quello originato durante le manovre all'interno del porto. Inoltre, si può optare di escludere dal calcolo il consumo delle navi nella fase di avvicinamento oppure di porre, per questa, limitazioni di velocità.

La valutazione delle emissioni di GHG è riferita ad un periodo base specifico, generalmente coincidente con l'anno solare o finanziario, per rendere effettivamente verificabili i dati dell'inventario. Tuttavia, la scelta dell'anno di riferimento è importante ai fini della definizione degli obiettivi di riduzione dell'inventario di GHG.

A seguito della campagna di indagine, si ottiene il cosiddetto inventario dei GHG, la cui unità di misura è la CO₂ equivalente, che permette di rendere confrontabili gli effetti dei diversi gas, tenendo conto della loro diversa azione di diffusione della radiazione infrarossa e della loro capacità di persistere in atmosfera.

La normalizzazione avviene attraverso uno specifico indice denominato "Potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential - GWP)", che varia in funzione dell'estensione temporale sulla quale si vogliono considerare gli effetti climateranti (20, 100, 500 anni).

L'insieme delle fonti di emissioni genera l'impronta climatica (*carbon footprint*), che dà evidenza soltanto delle emissioni che hanno effetto sul cambiamento climatico.

La norma UNI ISO 14064 specifica i principi ed i requisiti per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ed effetto serra (GHG) e della loro rimozione.

In linea generale, l'inventario di GHG deve garantire, ai sensi della UNI ISO 14064, il rispetto dei seguenti principi:

- **Pertinenza:** il risultato finale della valutazione deve rappresentare per tutti gli utenti una base comprensibile ed affidabile per le successive decisioni;
- **Completezza:** la completezza del rapporto sulla *carbon footprint* deve essere tale da comprendere tutte le sorgenti delle emissioni dell'Autorità all'interno dei confini prestabiliti;
- **Coerenza:** la coerenza nell'applicazione della metodologia è importante per ottenere una comparazione significativa delle informazioni relative ai gas serra nel corso degli anni;
- **Trasparenza:** tutti i dati riportati nel rapporto della *carbon footprint* devono essere documentati in modo inequivocabile e coerente, basandosi su verifiche certe. Eventuali assunzioni o previsioni si devono rendere pubbliche;
- **Accuratezza:** la quantificazione delle emissioni di gas serra deve essere quanto più possibile realistica, ossia il livello di incertezze deve essere ridotto quanto possibile.

6. OPPORTUNITA' PER L'INSTALLAZIONE DI TECNOLOGIE PER IL RISPARMIO ENERGETICO ALL'INTERNO DELL'AREA PORTUALE

La riduzione delle emissioni di CO₂ nei Sistemi Portuali può essere ottenuta attraverso l'impiego di svariate soluzioni quali, ad esempio:

- L'efficientamento degli edifici, sia per quel che attiene gli involucri che per gli impianti di climatizzazione e l'illuminazione installati;
- Il cambio del vettore energetico sia per le navi in banchina che per gli apparati ed i veicoli di servizio, andando nella direzione dell'elettrificazione in luogo dei combustibili, maggiormente inquinanti;
- L'efficientamento dei sistemi di movimentazione delle merci e delle persone;
- La realizzazione di impianti per la cogenerazione e la produzione di energia da fonti rinnovabili.

Tutti questi interventi rientrano nell'ottica di una pianificazione energetica a breve, medio e lungo termine tale da garantire elevate prestazioni di funzionalità, continuità ed ecosostenibilità del servizio energetico nell'ambito portuale, sulla base di un'analisi costi-benefici.

Gli interventi tendenti a ridurre le emissioni di CO₂ includono anche quelli che puntano all'elettrificazione dei consumi, sia per la maggiore efficienza dei motori elettrici rispetto a quelli termici nei veicoli e nelle altre utilizzazioni dirette, che per la maggiore convenienza del fattore di emissione di CO₂ dell'energia elettrica, rispetto a quella prodotta da motori a combustione.

Il caso più eclatante è rappresentato dalla realizzazione di sistemi per la fornitura di energia elettrica da terra alle navi in fase di stazionamento (*cold ironing* o *on-shore power supply*): questo accorgimento, infatti, riduce l'utilizzo dei motori a bordo nave, in funzione per produrre elettricità, considerato che l'autoproduzione di energia elettrica in nave è responsabile di una quota importante di emissioni di CO₂ dei porti. Pertanto, questo tipo di installazione, produce anche una forte riduzione delle emissioni degli inquinanti atmosferici (NO_x, SO_x, PM₁₀, etc.), maggiormente dannosi per la salute.

Oltre a questo, vi sono altri interventi che si possono attuare, per esempio la riorganizzazione del sistema di trasmissione, distribuzione ed utilizzo dell'energia elettrica, secondo i principi dello *Smartgrid – Port Grid*.

Gli obiettivi principali di un piano di gestione dell'energia elettrica, all'interno di un'area portuale, possono essere così sintetizzati:

- funzionalità tecnica;
- efficienza energetica;
- continuità del servizio;
- monitoraggio e controllo del diagramma di carico.

Il Piano dovrebbe basarsi sul cosiddetto criterio "**delle quattro L**", secondo cui il **CONSUMO** deve risultare:

- Livellato;
- Limitato;
- Localmente generato;
- Localmente utilizzato.

Un *consumo livellato* è conseguibile ottimizzando la durata di utilizzazione della potenza massima, mentre un *consumo limitato* è conseguenza del miglioramento dell'efficienza e dell'eliminazione degli sprechi. Il *consumo localmente (net zero) generato e utilizzato* si basa principalmente sull'autoconsumo dell'energia generata localmente.

Gli interventi che hanno l'obiettivo di costruire un'adeguata *portgrid*, descritti in maniera più dettagliata nei successivi paragrafi, devono concorrere a:

- pianificare una produzione combinata di energia termica/elettrica/CDZ, parchi eolici e fotovoltaici, impianti efficienti di illuminazione;
- configurare gli impianti con strutture flessibili e partizionabili;
- realizzare sistemi elettrici non convenzionali, livelli di tensione speciali mirati all'uso portuale, eventuali porzioni di rete in corrente continua, sistemi di ricarica dei veicoli elettrici, sistemi di accumulo-storage, parchi di alimentazione contenitori refrigerati, sistemi di alimentazione delle navi all'ormeggio (cold ironing).

Di seguito si illustrano i possibili interventi attuabili all'interno del Porto di Trapani per il risparmio energetico.

6.1. TECNOLOGIE DA PROMUOVERE IN AMBITO PORTUALE

Sfruttando le nuove tecnologie disponibili è possibile promuovere e favorire in ambito portuale l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia. Le migliori tecnologie disponibili in campo energetico e applicabili in questo ambito sono:

- installazione di pannelli fotovoltaici;
- installazione di pannelli solari;
- illuminazione a LED;
- utilizzo di mezzi elettrici;
- razionalizzazione, miglioramento dell'efficienza dei veicoli e uso di altri combustibili;
- elettrificazione delle banchine (cold ironing o OPS - Onshore Power Supply);
- utilizzo di fonti alternative (energia eolica, geotermica, del moto ondoso, ecc.).

Si riporta nel seguito una breve descrizione di soluzioni per il risparmio energetico e la produzione di energia da fonti alternative, interventi pratici e gestionali già adottati in altri porti

(nazionali ed internazionali), ed indicazioni sull'applicabilità di tali tecnologie al sistema portuale.

L'applicazione pratica e le soluzioni tecniche dipendono ovviamente dalle caratteristiche di ogni porto ed in parte dalla disponibilità dei singoli terminalisti ad adottare soluzioni più o meno sostenibili nelle aree da loro gestite.

6.1.1. Pannelli fotovoltaici e solari

Le soluzioni più frequentemente applicate per lo sviluppo sostenibile dei porti comprendono l'installazione di pannelli fotovoltaici e di pannelli solari per la produzione di energia e acqua calda.

Con questo tipo di soluzioni, si riducono le emissioni di CO₂ e gli assorbimenti dalla rete elettrica nazionale con riduzione dei consumi per l'intera infrastruttura portuali.

La tecnologia fotovoltaica è in grado di convertire direttamente l'energia solare in energia elettrica, attraverso le celle fotovoltaiche, che sono costituite da una piccola lastra di silicio, materiale semiconduttore che, per effetto del calore del sole, genera una tensione continua che fornisce energia elettrica. In base alla tipologia di accumulo dell'impianto fotovoltaico, si possono distinguere due categorie: ad isola, che accumulano energia tramite batterie ed in rete che tramite un inverter, commuta la corrente continua prodotta in corrente alternata.

La tecnologia alla base del solare termico invece permette la conversione diretta dell'energia solare in energia termica per la produzione di acqua calda, grazie ad un collettore solare al cui interno scorre un fluido che permette questa conversione. I collettori sono uniti tra loro per ottenere grandi quantità di acqua calda con temperature comprese tra i 50 °C ed i 160 °C ed accumulate in serbatoi per essere utilizzate all'occorrenza.

I pannelli fotovoltaici e/o solari possono essere installati sulle coperture degli edifici già esistenti e in quelli da realizzare (v. stazioni marittime del nuovo terminal passeggeri) e all'interno di aree di parcheggio dove può risultare vantaggiosa la costruzione di coperture su cui installare, appunto, pannelli fotovoltaici e/o solari (v. aree di parcheggio del nuovo terminal passeggeri).

6.1.2. Illuminazione a led

All'interno dell'area portuale, come precedentemente riportato, sono stati già installati impianti di illuminazione a LED in grado di garantire un miglioramento dell'efficienza energetica e di ridurre anche i costi, compresi quelli di manutenzione, essendo questa tecnologia capace di generare un risparmio pari a circa il 50% sui consumi rispetto ad una tradizionale.

Figura 1: Planimetria delle aree da destinare eventualmente all'installazione di pannelli fotovoltaici

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

6.1.3. Altre fonti di energia alternativa

Oltre all'implementazione di sistemi in grado di accumulare energia generata da fonti rinnovabili del sole, all'interno dall'area portuale potranno essere promosse installazioni diverse, in grado di convertire altre fonti, quali ad esempio quella eolica, in energia elettrica e/o termica. Vediamo nel dettaglio le possibili soluzioni alternative.

6.1.3.1. Energia eolica:

In linea generale, un impianto minieolico viene installato laddove le condizioni di vento nell'arco dell'anno siano tali da garantirne un adeguato funzionamento ed una produzione di energia tale da giustificare il costo dell'investimento.

In prima istanza, dovranno essere condotte indagini anemometriche su base almeno annuale, per valutare la frequenza ed l'intensità del vento: questo porterà a determinare la fattibilità dell'installazione e la sua tipologia.

Di fatto, il principio di funzionamento di una qualsiasi turbina eolica è molto semplice: una pala rotante, che rappresenta la "vela del sistema", che agisce come una barriera che si oppone al vento che, a sua volta, per effetto della sua intensità, costringerà la pala a ruotare dando origine all'energia cinetica

La progettazione di questo tipo di impianto deve pertanto tenere conto della direzione prevalente del vento ed anche dei fenomeni tipici delle zone costiere italiane, quali la brezza di mare diurna e la brezza di terra notturna, il cui schema logico è visibile nelle immagini seguenti.



Schema logico dei fenomeni tipici delle zone costiere

Una proposta potrebbe essere quella di realizzare un impianto mini-eolico lungo la diga foranea esistente o su quella di Piano.

L'energia prodotta potrà raggiungere la terra ferma mediante un sistema di cavi sotterranei, adagiati sui fondali del canale di accesso porto e, da lì, immessa direttamente in rete.

Un esempio concreto è quello già realizzato a Porto Corsini, frazione del Porto di Ravenna dove l'installazione del parco mini-eolico continua a produrre i suoi vantaggi.

I vantaggi, infatti, in termini di riduzione di emissioni per questo tipo di installazioni sono indubbi; per quel che attiene invece agli impatti ambientali derivanti da questo tipo di installazioni, vi è quello legato all'impatto visivo che rappresenta il punto debole per eccellenza nei percorsi autorizzativi del nostro Paese.

Nel caso del porto di Trapani si ritiene che i vincoli di tipo paesaggistico non consentono l'applicazione di questa tipologia di impianti.

6.1.3.2. Energia geotermica:

Le aree portuali si prestano alla realizzazione di impianti idrotermici che sfruttano la temperatura sub-superficiale degli specchi acquei per la produzione di energia.

Il mare rappresenta il serbatoio termico per eccellenza che, in accoppiamento alle pompe di calore, permette di ottenere grandi quantità di energia termica a bassa temperatura, fermo restando che l'area di installazione sia caratterizzata da buona circolazione idrica.

Gli impianti di tipo idrotermico si ripartiscono in due tipologie: impianti a circuito aperto o a circuito chiuso. La differenza risiede nell'utilizzo diretto o meno dell'acqua di mare. In sostanza l'acqua di mare può essere prelevata e re-immessa in seguito allo scambio di calore, oppure lo scambio può avvenire mediante un fluido circolante in uno scambiatore di calore che viene posizionato direttamente in mare. Buona parte dei costi sono determinati dalle opere civili indispensabili per la connessione degli impianti con la zona di utilizzo.

L'impiego di impianti a circuito aperto comporta la necessità di ridurre al massimo il biofouling al fine di ridurre danneggiamenti all'impianto e ridurre i costi di manutenzione. Diverse tecniche hanno permesso di ottenere nel tempo una riduzione della quantità di cloro da aggiungere alle acque utilizzate. Gli impianti a circuito chiuso non presentano questo svantaggio a causa della localizzazione degli scambiatori di calore direttamente in mare; questi possono essere posizionati ad una profondità di una decina di metri circa e possono essere facilmente inseriti anche lungo le banchine grazie alla struttura planare.

Al fine di valutare l'utilizzo di impianti idrotermici nelle aree portuali è necessario esaminare i fattori limitanti all'installazione, quali i:

- **fattori logistici:** l'area di utilizzo dell'energia termica prodotta non deve trovarsi a distanze troppo elevate rispetto allo specchio acqueo, per ridurre le opere necessarie al collegamento e quindi ridurre i costi di realizzazione;

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli



- **fattori realizzativi:** le installazioni a mare devono essere realizzate in modo da non risultare interferenti con l'operatività delle banchine e delle portuali;
- **fattori ambientali:** nel caso di impianti di elevata potenza ed in presenza di acque caratterizzate da scarsa circolazione, è necessario valutare l'effetto della presenza dell'impianto sui fattori ambientali caratteristici dello specchio acqueo.

6.1.3.3. Energia da moto ondoso

L'energia del moto ondoso riesce a sfruttare l'energia cinetica delle onde per la produzione di energia elettrica con un sistema denominato cimoelettrico. Gli impianti possono essere installati *offshore*, in mare aperto, *nearshore*, prossimo al litorale e *shoreline*, sul litorale.

La scelta del posizionamento dipende dalla rifrazione delle onde o dall'individuazione dei cosiddetti hot spots, punti specifici in cui si concentra l'energia.

Un impianto "shoreline" avrà dei costi di manutenzione ben ridotti ma, d'altro canto, la quantità di energia ricavabile risulta ben inferiore rispetto a quella generata da un dispositivo offshore.

Il primo passo è quello di individuare gli hot spots energetici della linea di costa così da sfruttare al meglio l'energia dal moto ondoso, limitando i costi di installazione e manutenzione.

I dispositivi che ricavano energia elettrica dal moto ondoso possono essere classificati anche in base al meccanismo di generazione elettrica. Si distinguono, quindi, colonne d'acqua oscillanti (Oscillating Water Columns), convertitori energetici costituiti da una camera d'aria in cui il livello d'acqua sale e scende con le onde del mare. Le onde fanno variare la pressione nella camera d'aria che generalmente aziona una turbina.

Il primo esempio di impianto OWC realizzato in Europa è quello presente sull'isola di Pico, nelle Azzorre (Portogallo): un impianto *shoreline* dalla capacità produttiva di 400kW. Un altro invece, connesso alla rete elettrica nazionale, è quello di Limpet, sito nell'isola di Islay, in Scozia, di potenza di circa 500 kW.

Pur presentando dei livelli di potenza media, sicuramente inferiori rispetto a siti oceanici (5÷15 kW/m in confronto a 40÷70 kW/m), il bacino del Mediterraneo riveste un'importanza strategica per lo sfruttamento di questa nuova fonte di energia rinnovabile.

6.1.4. Mobilità terrestre

Le attività portuali richiedono l'impiego di numerosi mezzi mobili quali gru, carrelli elevatori, carri, autocarri, ecc., che contribuiscono in modo non marginale sulle emissioni complessive dei porti.

La sostituzione progressiva con modelli a minore impatto, cioè mezzi a minor consumo di carburante, dotati di motore ibrido, a gas o motore elettrico, rappresenta un contributo significativo alla riduzione delle emissioni portuali.

In questo scenario, risulta importante che le Autorità Portuali incoraggino l'utilizzo dei mezzi a basso impatto mediante, per esempio, incentivi a favore degli operatori o installando stazioni di rifornimento, ecc.

Alcuni esempi internazionali sono quelli del:

- Porto di New York e del New Jersey che ha adottato solo veicoli ibridi per la propria flotta terrestre ed ha realizzato una serie di stazioni di rifornimento ad idrogeno, etanolo e GNG (gas naturale compresso) e biodiesel.
- Porto di Los Angeles che sta sperimentando l'uso di autocarri elettrici ed a cella combustibile per la movimentazione delle merci nell'area portuale;
- Porto di Vancouver, invece, ha limitato l'accesso solo ad autocarri rispondenti ad alcuni requisiti di carattere ambientale (Truck Licensing System).

Anche in ambito nazionale, i porti di Venezia e La Spezia, in collaborazione con Enel S.p.A., stanno valutando l'impiego di mezzi terrestri elettrici all'interno dell'area portuale per ridurre localmente le emissioni atmosferiche.

Una ulteriore misura gestionale potrebbe essere quella che prevede l'adozione di tecnologie specifiche capaci di effettuare lo spegnimento dei motori nei momenti di inattività (sistemi automatici di "arresto/avvio", batterie ausiliarie, generatori ausiliari ecc.).

Un altro sistema che può essere adottato è quello che prevede la realizzazione di una rete elettrica dedicata ai mezzi, mediante la quale viene fornita elettricità alla cabina di guida mentre l'autocarro è in attesa. Questo sistema, noto come TSE (Truck-Stop-Electrification), deve essere valutato sulla base della rete elettrica esistente e della capacità di apportare a queste modifiche quali integrazioni ed espansioni non solo fisiche ma anche dimensionali.

6.1.5. Elettrificazione delle banchine

Una strategia adottata nei porti più moderni per ridurre le emissioni di CO₂ è quella di dotare le banchine di sistemi di fornitura denominati, a livello internazionale, OPS (Onshore Power Supply) o anche Alternative Maritime Power (AMP), Cold Ironing, Shoreside Electricity.

Lo standard IEC/ISO/IEEE utilizza il termine High Voltage Shore Connection System (HVSC).

Come è noto, quando una nave è ormeggiata in porto, l'energia necessaria per le attività di carico e scarico, oltre che per le attività di bordo, è fornita da motori ausiliari (solitamente diesel) che costituiscono una significativa sorgente di emissione di anidride carbonica e di altri inquinanti.

PROGETTISTI: RTP

Capogruppo Mandataria



Mandante



Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche

Prof. Ing. Alberto Noli

L'utilizzo di OPS, o Cold Ironing, consente di affrontare il problema, risolvendolo, prevedendo che i natanti, una volta in porto, si allaccino ad una rete esistente, dimensionata secondo le esigenze e dalle caratteristiche elettriche rispondenti a quelle dei motori a bordo nave, così da azzerare le emissioni altrimenti prodotte nell'ambito portuale.

Una stima delle riduzioni delle emissioni è riportata nella tabella seguente.

Inquinante	Emissioni da motori ausiliari		Emissione OPS	% riduzione
	Intervallo	Media	Media	
NOx	15,3-109,5	42,4	41,09	97
SO2	0,62-4,44	1,72	1,72	0
VOC	0,52-3,71	1,44	1,36	94
PM	0,39-2.78	1,08	0,96	89

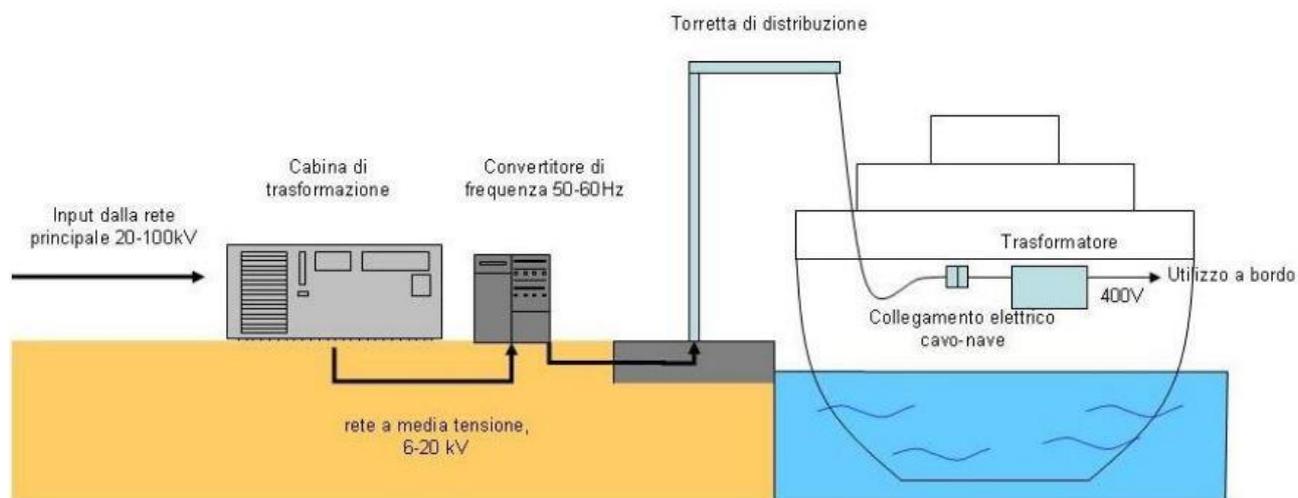
Il sistema OPS, come schematizzato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, prevede:

- la presenza, all'interno dell'area portuale, di una serie di cabine di trasformazione, collegate alla rete principale, che riducono la tensione da 20 a 6 kV;
- una distribuzione capillare della rete di media tensione che porti l'energia ai vari terminal;
- la presenza di convertitori di frequenza capaci di modificare la frequenza di rete, pari a 50Hz in frequenza pari a 60 Hz, tipica dei motori di bordo delle navi;
- la presenza, sulle banchine, di punti allaccio comandanti elettro-meccanicamente per permettere la connessione della nave alla rete;
- la presenza, a bordo nave, di tutta l'apparecchiatura necessaria a garantire l'allaccio alla rete e la trasformazione di tutte quelle grandezze elettriche, quali ad esempio la tensione, che deve necessariamente essere pari a 400 V affinché l'alimentazione sia di fatto possibile.

Oltre allo schema riportato in figura, esiste un altro sistema, di tipo mobile, che consente o la traslazione a terra, lungo la banchina, delle connessioni elettriche o, addirittura, il collegamento in mare grazie al montaggio/predisposizione dello stesso su imbarcazioni di servizio, offrendo quindi la massima flessibilità di impiego.

Alcuni produttori hanno sviluppato poi sistemi di alloggiamento delle unità OPS, sia fissi che semi-fissi, all'interno di container movimentabili da un'imbarcazione all'altra, che necessitano

solo dell'allacciamento alla rete in media tensione, mediante opportune apparecchiature installate a terra.



Tipico sistema di OPS

Oltre allo schema riportato in figura, esiste un altro sistema, di tipo mobile, che consente o la traslazione a terra, lungo la banchina, delle connessioni elettriche o, addirittura, il collegamento in mare grazie al montaggio/predisposizione dello stesso su imbarcazioni di servizio, offrendo quindi la massima flessibilità di impiego.

Alcuni produttori hanno sviluppato poi sistemi di alloggiamento delle unità OPS, sia fissi che semi-fissi, all'interno di container movimentabili da un'imbarcazione all'altra, che necessitano solo dell'allacciamento alla rete in media tensione, mediante opportune apparecchiature installate a terra.

L'utilizzo del sistema OPS, o Cold Ironing, rappresenta una soluzione innovativa la cui implementazione andrebbe comunque favorita. Tuttavia, nell'analisi di utilizzo, bisognerà tenere conto dei costi di realizzazione che talvolta non sono trascurabili per effetto dei necessari interventi sulla rete esistente e sui manufatti e/o apparecchiature dedicate all'alimentazione elettrica portuale.

I vantaggi sono comunque molteplici, legati soprattutto al contenimento delle esalazioni nocive e delle emissioni acustiche, fattori questi che hanno un'influenza rilevante sulla salute delle persone, soprattutto per quei porti che si trovano a distanza ravvicinata dai centri abitati.

Nella Variante Localizzata in oggetto tra gli obiettivi è stato inserito anche quello di promuovere l'elettrificazione della banchina del nuovo terminal passeggeri.

6.1.6. Altre opportunità di riduzione delle emissioni di CO₂

Altre soluzioni finalizzate alla riduzione delle emissioni di CO₂ potrebbero essere quelle di seguito elencate:

- **Infrastrutture di trasporto con potenziale di riduzione della CO₂:** centri intermodali o collegamenti ferroviari che consentano un maggior impiego di diverse modalità di trasporto rispetto a quello su gomma;
- **Impianti di generazione elettrica con fonti di scarto:** calore residuo di processi industriali, etc.;
- **Sistemi e software IT per la gestione del traffico marittimo** finalizzata alla prevenzione della congestione portuale che comporta picchi di consumo.

6.2. POSSIBILI SVILUPPI FUTURI

Sulla base delle soluzioni tecniche descritte nei paragrafi precedenti, tra le proposte compatibili con la realtà del Porto di Trapani si annoverano:

- L'installazione di pannelli fotovoltaici e/o solari sui tetti delle costruzioni esistenti e/o come copertura dei parcheggi delle automobili;
- L'elettificazione delle banchine;
- L'introduzione della tecnologia LED nel sistema di illuminazione;
- L'impiego di veicoli, più in generale di mezzi, di tipo elettrico;
- La produzione di energia mediante installazione di un impianto di produzione di energia da moto ondoso (OWC).

Per attuare queste proposte bisognerà analizzare, mediante monitoraggi, la situazione attuale, lo stato futuro e verificare che i requisiti minimi richiesti per l'installazione dei suddetti impianti siano tutti rispettati. Successivamente dovranno essere studiate tutte le soluzioni progettuali valutando gli aspetti non solo tecnici ma anche ambientali, individuando quelle che sono effettivamente realizzabili secondo un'analisi costi/benefici.