Cold Ironing | Genova

Case History

D B A PROGETTI
A DBA Group Company

Cold Ironing: elettrificazione della banchina dei Bacini di Carenaggio del Porto di Genova

Cold Ironing: Shore-side electricity for use by ships at berth in Bacini di Carenaggio in Port of Genoa

1. Introduzione

Il sistema di **alimentazione delle navi da terra** è descritto con il termine "**Cold Ironing**" e rappresenta una misura efficace per l'ambiente in quanto **elimina totalmente gli inquinanti locali** (porto e aree circostanti) **e il rumore a bassa frequenza** prodotto dai gruppi di generazione delle navi che si propaga a lunghe distanze.

In molte realtà, infatti, l'area portuale è prossima e spesso integrata all'interno del tessuto urbano della città.
Una nave da crociera attraccata ad una banchina in 10 ore produce una quantità di anidride carbonica CO_2 pari a 25 automobili di media cilindrata in un anno, immettendo nell'aria diversi altri inquinanti (monossido di azoto NOx, ossido di zolfo SOx, composti organici volatili, particolato atmosferico, monossido di carbonio CO).

Inoltre l'assorbimento di energia di una grande nave da crociera è circa equivalente a quello di una città di 80.000 abitanti.

1. Introduction

*The **ship power supply system from the ground** is described as: "**Cold Ironing**" and it represents an effective measure for the environment as it totally **eliminates local pollutions** (port and surrounding areas) and the low frequency noise that propagates over long distances made by ships power generating modules.*

In many several realities, as a matter of fact, port area is close and often it is incorporated within the urban fabric of the city.
A cruise ship moored at a quay produces in 10 hours an amount of carbon dioxide CO_2 equal to 25 mid-size cars in a year, emitting several other pollutants in the air (nitrogen monoxide NOx, sulphur dioxide SOx, volatile organic compounds, atmospheric particulate matter, carbon monoxide CO).

Moreover the energy required for a big cruise ship is approximately equivalent to that of a city of 80.000 inhabitants.

2. Il quadro normativo

La Raccomandazione della Commissione Europea 2006/339/EC pur non avendo alcun valore coercitivo, promuove la realizzazione di infrastrutture per il Cold Ironing.

La normativa tecnica di riferimento per la realizzazione degli impianti Cold Ironing è la IEC8005-1: "Design Standard for Shore to Ship Power".

La riduzione delle emissioni da parte delle navi è oggetto della Direttiva Europea 2005/33/EC che impone l'utilizzo di nafte a basso contenuto di zolfo (<1,5%).

2. Regulatory framework

The 2006/339/EC European Commission Recommendatio, even if it does not have a coercive value, promotes the realization of infrastructures for Cold Ironing.

The reference standard for the realization of Cold Ironing plants is IEC8005-1: "Design Standard for Shore to Ship Power".

The reduction of emissions by the ships is subject to the European Directive 2005/33/EC, which requires low-sulphur naptha (<1,5%).

3. L'infrastruttura per il Cold Ironing

La figura 1, tratta dal rapporto europeo "Service contract on ship emissions: assignment, abatement and market-based instruments - Task 2a: Shore-Side Electricity", mostra schematicamente **l'architettura necessaria all'alimentazione delle navi**.

Gli elementi che costituiscono il sistema (con riferimento ai numeri della figura sottostante) sono:

1. Cabina di allacciamento alla rete nazionale in media tensione o sottostazione di trasformazione connessa alla rete di alta tensione;
2. Distribuzione in cavo di media tensione all'interno dell'area portuale;
3. Cabina di conversione 50 Hz -> 60 Hz;
4. Distribuzione ai punti di allacciamento delle navi;
5. Sistema di connessione navi;
6. Quadro allacciamento e di interfaccia di bordo;
7. Trasformatore MT/BT a bordo;
8. Rete di distribuzione della nave.

Elementi fondamentali dell'infrastruttura sono il **sistema di connessione banchina nave** (5) e il **sistema di conversione 50 Hz -> 60 Hz** (3).

Le caratteristiche del sistema elettrico di terra per l'alimentazione delle diverse tipologie di navi sono specificate in dettaglio da IEC 80005-1, pubblicata nel 2012.

3. Cold Ironing infrastructure

*Figure 1, taken from the European Report "Service contract on ship emissions: assignment, abatement and market-based instruments - Task 2a: Shore-Side Electricity", schematically shows the **ship power supply architecture**.*

The elements which constitute the system (referring to the picture below) are:

1. Electric Cab connected to the Medium Voltage national power grid, or Electric Substation connected to the High Voltage power grid;
2. Medium Voltage power line inside the port area;
3. 50 Hz -> 60 Hz conversion cab;
4. Power lines distribution to the ship power supply connection points;
5. Ship power supply connection system;
6. Power supply connection and on board interface panel;
7. On board MT/BT transformer;
8. Ship power grid.

*The **quay-ship connection system** (5) and the **50 Hz -> 60 Hz conversion system** (3) are the **essential elements** of the infrastructure.*

The characteristics of the ground power supply system referring to the different ship types are specified in detail in the IEC 80005-1 standard, published in 2012.

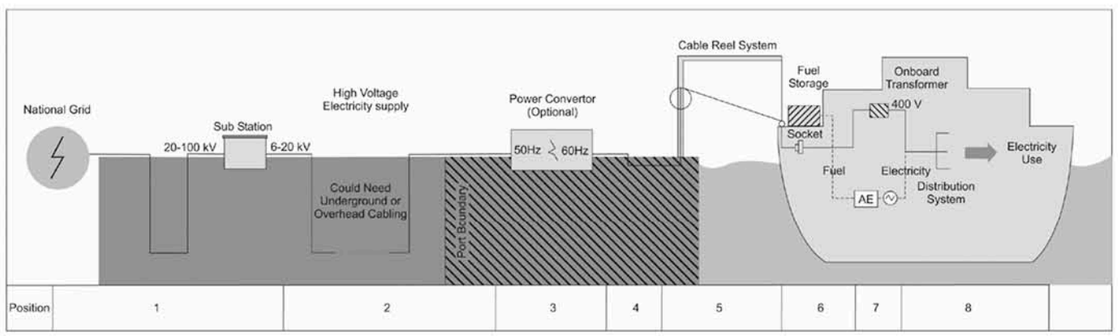

Fig.1 Infrastruttura di terra per l'alimentazione delle navi / *Ground infrastructure for ships power supply*

4. Il progetto esecutivo della elettrificazione delle Banchine Area Bacini e Riparazioni Navali

La progettazione definitiva è stata realizzata dai progettisti interni della Autorità Portuale di Genova (ora Ports of Genoa) nel 2010. La gara della progettazione esecutiva e della esecuzione dei lavori (appalto integrato) è stata bandita nel 2010 ed il contratto è stato affidato prima all'impresa SATREL SpA e poi all'impresa S.I.C.I. Srl.

La progettazione esecutiva dell'elettrificazione della banchina dei Bacini di Carenaggio di Genova è stata affidata nel 2011 a IGM Engineering e il Cold Ironing è entrato in servizio nel 2018.

IGM Engineering, oggi DBA Progetti, si è avvalsa della consulenza del Prof. Paolo Pinceti dell'Università di Genova.

Alimentare da terra le navi ormeggiate in porto o nei bacini è in generale complesso e richiede infrastrutture altamente tecnologiche. La complessità cresce ulteriormente per i porti europei, poiché la maggior parte delle apparecchiature elettriche delle navi è alimentata a 60Hz, mentre in Europa la rete elettrica è a 50 Hz. Questo rende **necessario inserire dispositivi che convertano la frequenza di rete da 50 a 60 Hz.**

Le esigenze di alimentazione elettrica di quest'area sono particolarmente complesse, in quanto è stato necessario prevedere l'alimentazione di carichi con caratteristiche molto diverse:

- Navi da crociera
  fino a 10 MW a 10 o 11 kV, 60 Hz
- Navi merci e traghetti
  4-5 MW a 6,6 kV, 50 o 60 Hz
  2 MW a 690 V, 50 o 60 Hz
  2 MW a 400 o 440 V, 50 o 60 Hz

È stato progettato **un sistema di alimentazione in grado di distribuire potenze molto elevate, dotato allo stesso tempo della massima flessibilità,** realizzando all'interno dell'area una doppia rete di distribuzione in media tensione (a 15 kV, 50 Hz e a 6,6/10/11 kV a 60 Hz). Il sistema riceve l'energia dalla nuova Cabina Primaria di Enel realizzata appositamente per alimentare l'area portuale, attraverso un cavo interrato che arriva nella cabina Ricevitrice (A), (figura 2).
Da questa si diparte la rete a 15 kV, 50 Hz, ed una linea verso la Cabina FV (B) dove è posizionato il convertitore di frequenza da cui è alimentata la rete a 60 Hz.

4. The executive project for electrification of the Banchine Area Bacini and Riparazioni Navali

The detailed planning phase was drawn up in 2010 by the internal designers belonging to the Autorità Portuale of Genoa (now Ports of Genoa). *The tender for the executive design and to carry out the work (consolidated contract) was carried out in 2010 and the contract was entrusted to SATREL company at first and then to S.I.C.I. Srl company.*

The executive design for the quay electrification of Bacini di Carenaggio in Genova was entrusted to IGM Engineering in 2011 and Cold Ironing started working in 2018.

IGM Engineering, today DBA Progetti, *has relied on the advice of Prof. Paolo Pinceti from Università di Genova.*

Generally, the power supply from the ground is rather complex for docked ships and it requires appropriate high-tech infrastructures. The complexity is even grows further for European ports, because most of the ships' electrical equipment is supplied with 60Hz, while in Europe the electricity network is at 50 Hz. For this reason, it is ***necessary to include frequency inverters from 50 to 60Hz.***

The power supply requirements are highly complex for this area, as it was necessary to design power supply for very different loads:

- *Cruise ships*
  until 10 MW at 10 or 11 kV, 60 Hz
- *Cargo ships and ferries*
  4-5 MW at 6,6 kV, 50 or 60 Hz
  2 MW at 690 V, 50 or 60 Hz
  2 MW at 400 or 440 V, 50 or 60 Hz

A double medium voltage distribution network was realized inside the area (at 15kV, 50Hz and at 6,6/10/11kV at 60Hz) for a ***power supply system able to provide very high electricity output and at the same time to ensure the maximum flexibility.*** *The system receives power from the new Enel electrical substation which has been built specifically to supply the port via through an underground cable from the Cabinet (A), figire 2).*
From this electrical substation the 15kV,50Hz network and a power line develop to the Cabinet FV (B) where the frequency inverter which supplies the 60Hz network is placed.

4.1. Convertitore di frequenza 50/60 Hz da 10 MW

Il convertitore di frequenza dei Bacini è stato installato in una cabina di nuova realizzazione.
Si tratta di un convertitore a IGBT, con front-end a diodi costituito da:

- trasformatore abbassatore a 4 secondari 15/2 kV da

4.1. Frequency inverter 50/60 Hz 10 MW

The frequency inverter installed in Area Bacini was placed in a new built cabinet.
It is an IGBT converter with a diode front-end, composed of:

- *15/2 kV 12 MVA transformer with 4 secondary windings.*

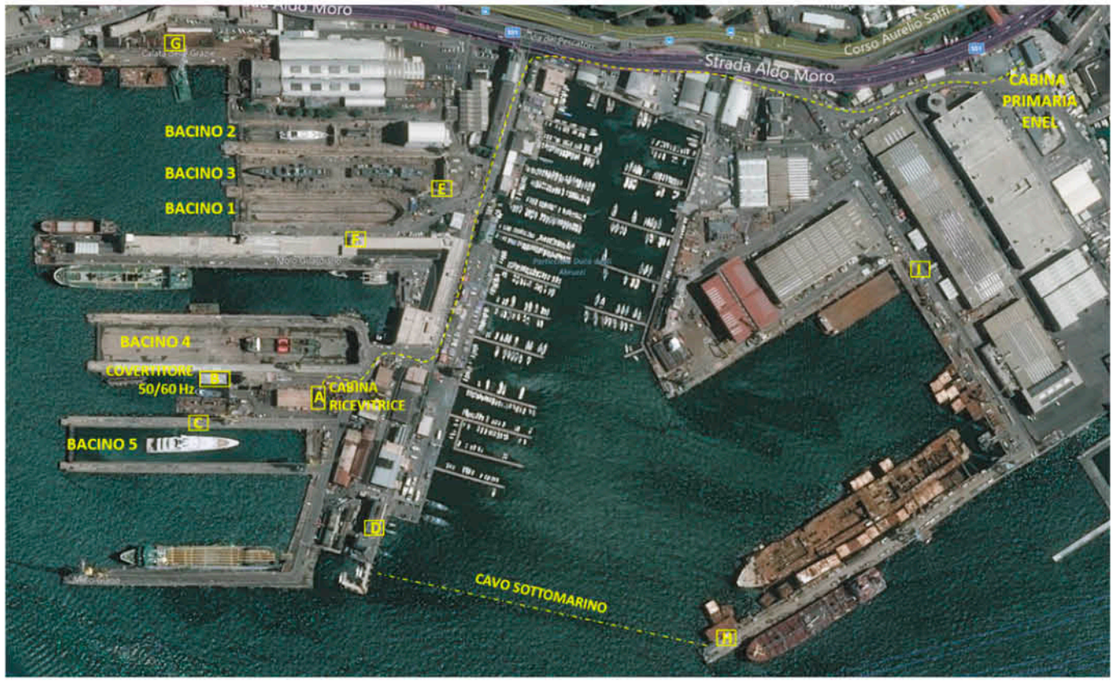

Fig. 2 Bacini Carenaggio Porto di Genova/ *Bacini Carenaggio Port of Genoa* *

12 MVA.
- convertitore modulare 4x2750 kVA.
- trasformatore elevatore con 4 avvolgimenti in ingresso dal convertitore a 2,75 kV ed un avvolgimento in uscita con uscite a 11/10/7 kV.

È stato progettato un sistema di alimentazione delle navi che possa:
- essere posizionato lungo tutto lo sviluppo delle banchine
- collegarsi ai punti di alimentazione MT predisposti al piede di tutte le banchine
- ricevere e connettere le spine delle navi che ne sono dotate (ro-ro, portacontainer)
- portare le spine all'altezza giusta per connettersi alle navi dotate di prese (navi da crociera)

4.2. Struttura per l'alimentazione delle navi

È stata progettata e realizzata la struttura carrellata mostrata nelle figure 3 e 4 della pagina accanto. Quando si deve alimentare una nave in bacino, la struttura è portata in posizione sulla banchina. Utilizzando il tamburo elettrificato nella parte posteriore si connettono due terne di cavi al punto di alimentazione al piede di banchina, insieme ai due conduttori di terra previsti dalla norma.

A seconda della tensione richiesta dalla nave ed impostata sul convertitore (6,6/10/11 kV), l'operatore seleziona i cavi o le prese da connettere. Un quadro MT nella cabina della struttura mobile consente di alimentare solo i cavi o le prese prescelte, sezionando tutti gli altri. La verifica della correttezza delle selezioni ed il controllo della sequenza di energizzazione è fatta da un PLC SIL1 a bordo della struttura mobile.

4.3. Sistema di supervisione e controllo SCADA

L'intero sistema elettrico è supervisionato e controllato da un controllore SCADA basato su una rete Ethernet in fibra ottica. In ogni cabina sono posizionati uno o più switch di tipo managed che connettono mediante

- Modular converter 4x2750 kVA.
- Transformer with 4 primary windings at 2,75 kV (from the modular converter) and a single secondary winding with 11/10/7 kV outlets.

A ship power supply system has been designed able enough to:
- Be placed along the whole quay area
- Be connected to the Medium Voltage connection points placed at the bottom of the quays
- Connect the electric plugs of the ships which are equipped with them (ro-ro, container ships)
- Take the electric sockets to the correct height for the connection to the ships equipped with plugs (cruise ships)

4.2. Structure for ships power supply

The movable structure, showed in the figures 3 and 4 on next page, has been designed and built. When a docked ship needs to be supplied, the structure is moved to the correct position in the quay. Two assemblies of three cables and the two ground wires required by the standard are connected to the power supply connection point placed at the bottom of the quay with a cable reel.

The operator selects the cables and the sockets to connect according to the voltage level required by the ship and set on the converter (6,6/10/11 kV). The Medium Voltage panel installed inside the cabinet placed on the movable structure allows to supply only the chosen cables and sockets, cutting off the others. The check of the correct selections and the control of the energisation sequence is made by a PLC SIL1 on board of the movable structure.

4.3. Monitoring and control SCADA system

The whole electrical system is monitored and controlled by the SCADA system, based on an Ethernet *optic fibre network. One or more managed type switches are located in each cabinet. The switches are*

doppino in rame (UTP 24AWG Cat.6) i vari dispositivi.
Presso gli uffici dell'Ente Bacini è presente la sala di controllo principale, dove l'operatore ha visione delle configurazioni dell'impianto e dell'assorbimento di carico mediante apposite pagine video e applicativi specifici.
Inoltre, sempre attraverso lo SCADA, è possibile riconfigurare tutti i relè di protezione sulle linee di MT in modo che possano passare dal funzionamento da 50 Hz a 60 Hz in modo automatico.

connected to the various devices by a copper pair (UTP 24AWG Cat.6).
The main control room is placed in the offices of Ente Bacini; the operator has a view of the system configurations and load absorption through specific video pages and specific applications. Furthermore, through the SCADA system it is possible to reconfigure all the protection relays installed in the Medium Voltage panels in order to switch automatically from the 50Hz configuration to the 60Hz configuration.

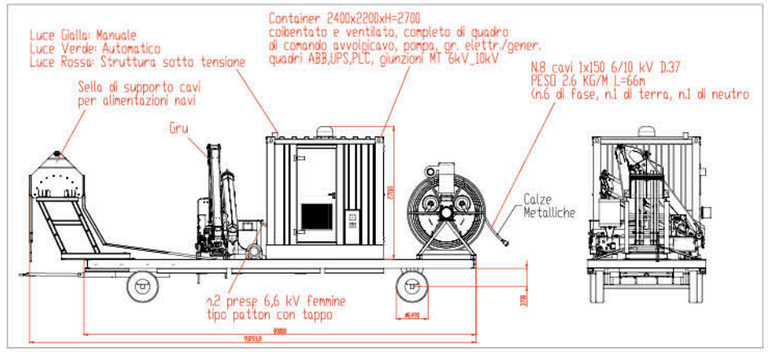

Fig. 3 Progetto struttura mobile / *Movable structure draft drawing* *

Fig. 4 Foto struttura mobile / *Movable structure picture*

* Immagini tratte da "L'elettrificazione delle banchine dei porti del Mar Ligure Occidentale", edita dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale

Soggetti coinvolti

Ing. Davide Sciutto | Ports of Genoa
stazione appaltante, progettazione definitiva, direzione lavori

Impresa S.I.C.I. Srl
impresa affidataria appalto integrato

IGM Engineering ora **DBA Progetti SpA**
progettazione esecutiva

Prof. Paolo Pinceti | Università di Genova
consulente specialistico per la progettazione esecutiva

Subjects involved

Ing. Davide Sciutto | Ports of Genoa
contracting authority, detailed design, construction supervision

Impresa S.I.C.I. Srl
general contractor

IGM Engineering** now **DBA Progetti Srl
executive design

Prof. Paolo Pinceti | University of Genoa
executive design specialist consultant

D B A PROGETTI
A DBA Group Company

DBA Progetti | Divisione Transport & Logistics

DBA Progetti è la società di architettura e ingegneria di **DBA Group**, holding attiva nei servizi a supporto della gestione del ciclo di vita delle Infrastrutture.
La divisione Transport & Logistics da oltre 20 anni opera nel **settore delle infrastrutture di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica sia in Italia che all'estero.**
È specializzata nei **servizi di ingegneria** connessi alle fasi di realizzazione e messa in servizio degli impianti di infrastrutture viarie stradali, autostradali, ferroviarie, portuali, commerciali, aeroportuali e sottostazioni Hv/Mv e reti di distribuzione dell'energia elettrica in alta e media tensione.
Grazie al supporto delle altre società del Gruppo, è anche in grado di offrire **servizi di consulenza ICT e soluzioni software personalizzate** per la gestione e l'ottimizzazione dei processi delle infrastrutture.

DBA Progetti | Transport & Logistics Division

*DBA Progetti is the architecture and engineering company of **DBA Group**, a holding company operating in services to support the lifecycle infrastructure management. For over 20 years the Transport & Logistics division has been operating in the **field of transport infrastructures and electricity distribution both in Italy and abroad.***
*Dba Progetti is specialized in the **engineering services** related to the construction and commissioning phases of road, motorway, railway, port, commercial, airport and HV / MV substations and high and medium voltage electricity distribution systems.*
*Thanks to the support of the other Group companies, Dba Progetti is also able to offer **ICT consulting services and customized software solutions** for the management and optimization of infrastructure processes.*

Progetto Grafico | QuintessenzaComunicazione.it | 03.19

DBA Progetti SpA
Viale Felissent, 20/D
31020 Villorba (TV) - Italy
+ 39 0422 318811
info@dbaprogetti.it | www.dbaprogetti.it
Resp. Transport&Logistics | Ing. Enrico Franzese
enrico.franzese@dbagroup.it

D B A PROGETTI
A DBA Group Company