

6 – IL CANTIERE NAVALE. IMPIANTI E TECNOLOGIE

6.1 – Evoluzione degli impianti e della tecnologia

6.2 – Mission, volume e performance

6.3 – Organizzazione e struttura impiantistica

6.4 – Layout: esempi reali a confronto

6.5 – Automazione e robotica. Esempi

6.6 – Piano di miglioramento e piano degli investimenti

6.7 – Best practice, benchmark e performance



Cantiere Navale Triestino

U. Flumiani

The Cantiere Navale Triestino

The « *Cantiere Navale Triestino* » was founded in the year 1907.

The choice of the ground in which it had to rise up was made taking into account the numerous factors necessary to suit a modern Establishment of this kind, and on the shores and marshes of the Gulf of Panzano, then waste ground, Chevalier Callisto Cosulich, the promoter of this great undertaking, saw the most favourable conditions for its development. In fact, the proximity of the port of Trieste and the easy communication with same, both by land and sea, allow of rapid communication with the neighbouring City and the industries with which the Shipyard has frequent exchanges of traffic and relations, and enables ships putting into the largest port of the Adriatic to carry out docking and repairs in the Shipyard of Monfalcone without deviating much from their regular commercial route. Again from the point of view of communications, Monfalcone, important railway junction at which converge the arteries Trieste - Venice - (Rome) - Turin, Vienna - (Trieste) - Venice, and Trieste - Gorizia - (Munich), offers important facilities for the transport of material and for exchanges of every kind, permitting the shortest and fastest journeys between the Shipyard and the largest European industrial centres.

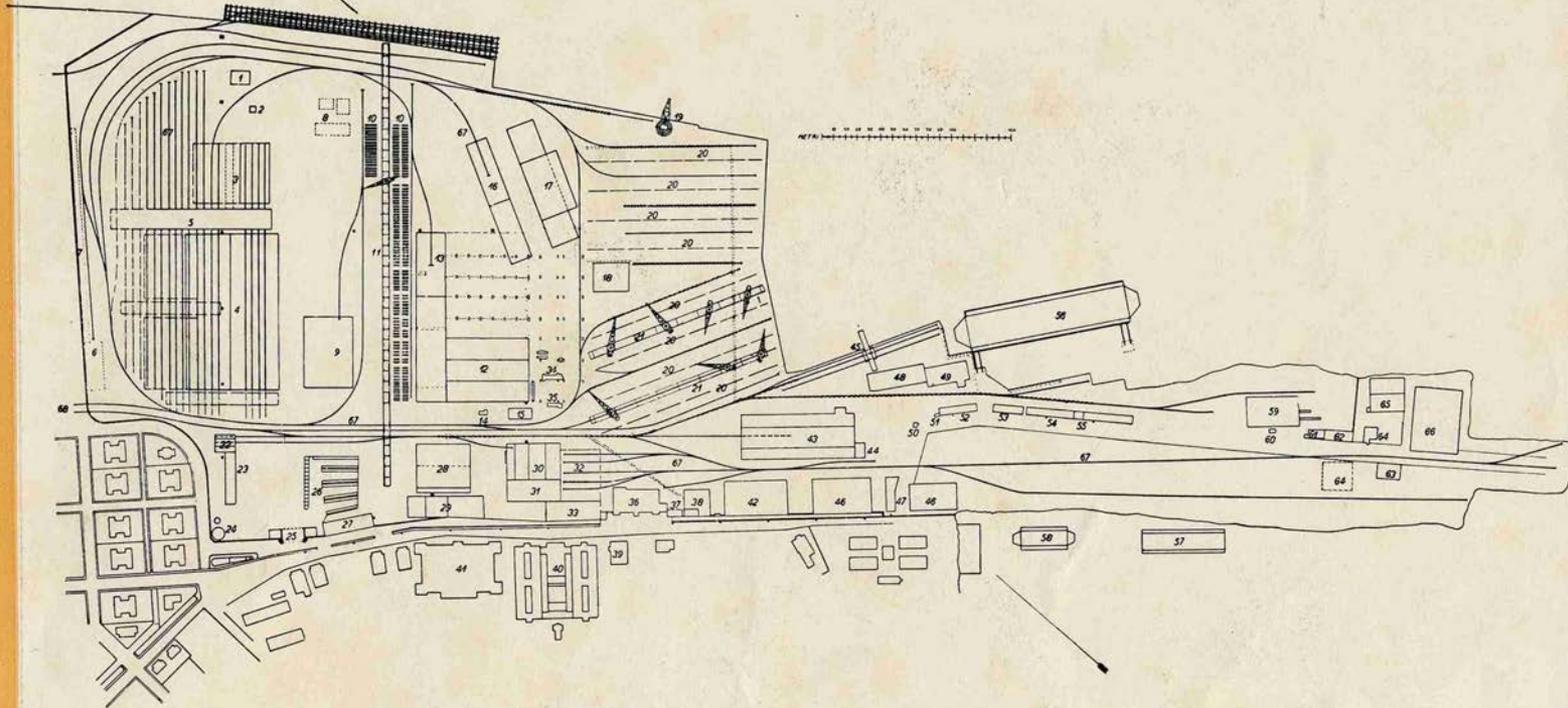
The Shipyard is actually linked up by its own private standard gauge line with the Station « Ronchi dei Legionari » on the direct Trieste - Venice Line of the State Railways, so that goods coming from any place can arrive in the waggon, without transhipment, in the inside of the Establishment and, running over the internal system of permanent way, can reach the precise department of the Shipyard for which they are destined.

The position chosen for the foundation of this great Establishment presented other advantages: the extent of ground available for future extensions so as to fit it for technical improvement and the development of production; the topographical configuration of the beaches, protected from heavy seas, which makes it possible to carry out launches in any kind of weather and to fit out the vessels alongside the wharves of the Shipyard itself.



The Monfalcone
Shipyard.

Il layout del Cantiere Navale Triestino nel 1932



- 1 Centrale di trasformazione.
- 2, 3, 4, 5, 32 Officine materiale ferroviario.
- 6, 7, 8, 10, 16, 29, 30, 46, 53, 54, 62 Depositi materiali.
- 9 Fonderie.
- 11, 21 Ponti-gru.
- 12, 13, 34, 35 Officina navale e Sala per il tracciato.
- 15 Capi d'arte gruppo acciaio.

- 17 Officina ordinate.
- 18 Centrale idro-pneumatica.
- 29 Gru portata 100 Tonn.
- 20 Scali.
- 22 Rimessa locomotive.
- 23 Garage.
- 24 Torre d'acqua.
- 25 Ingresso principale.
- 26 Custodia biciclette.

- 27 Scuole - Ricreatorio - Asilo.
- 28 Officina fucinatori.
- 31 Officina meccanica.
- 33 Officina carpentieri.
- 36 Direzione.
- 38 Centrale termoelettrica.
- 40 Bagni e Teatro.
- 41 Mensa operai.
- 42 Officina falegnami.

- 43, 44, 47 Officine elettromeccaniche.
- 45 Gru d'allestimento.
- 48 Officina tubisti.
- 49 Officina Bacini carenaggio.
- 52 Officina pittori.
- 55 Officina velai.
- 56-58 Bacini carenaggio.
- 59 Segheria.
- 63-66 Officine aeronautiche.

PIANTA DEL CANTIERE.

6.1 - Evoluzione degli impianti e della tecnologia

- ❑ Gli impianti di un Cantiere navale sono il risultato di una evoluzione nel tempo e, nel caso della cantieristica italiana ed europea, di una storia centenaria.
- ❑ In questa storia è cambiato tutto: il mercato, le navi da costruire, la mission produttiva, il modello produttivo, la dimensione, gli impianti, la tecnologia, il posizionamento industriale e competitivo nel confronto con gli altri Paesi produttori.
- ❑ Nella sua evoluzione la cantieristica ha mantenuto il carattere di industria di base, promotrice per effetto moltiplicatore dello sviluppo industriale di un'area, di un territorio, di un Paese; settore terminale di attività economiche di vari settori, sia “tradizionali” che tecnologicamente avanzati, connotata da attività “labour intensive”.
- ❑ Proprio perché il Lavoro, il suo costo e la prestazione, accanto al know-how, alla cultura cantieristica, al saper fare le navi, alla dimensione economico-finanziaria, costituiscono i fattori principali della competitività, la cantieristica negli anni ha avuto molte riorganizzazioni e ristrutturazioni, con assetti produttivi oggi molto differenti da quelli del passato.

- ❑ La produzione di navi tradizionali, di navi a “scaffale”, ripetute in larga serie, si è spostata verso i paesi capaci di organizzarla al meglio, dal punto di vista tecnologico e prestazionale, come il Giappone prima e la Korea poi, oggi la Cina, diventata il maggior produttore mondiale.

- ❑ **All’Europa è rimasta la produzione d’elite, di navi complesse, dove conta il know-how, la gestione della complessità organizzativa e produttiva, il supporto di un sistema produttivo evoluto e prestazionale, la qualità e lo stile, non il costo del lavoro o la produzione di massa tipica dei Cantieri asiatici. Oggi la cantieristica europea vive una nuova centralità con la produzione di navi passeggeri.**

- ❑ Gli impianti, il layout, la logistica sono stati orientati e continuamente ottimizzati a questo tipo di produzione, ma i punti di forza e di debolezza di un Cantiere sono condizionati anche dalla sua storia.

- ❑ Per questo si è voluto aprire la lezione con il **Cantiere Navale Triestino** riportando le ragioni per le quali è stato insediato a Monfalcone: quei punti di forza costituiscono tuttora criteri e fattori di successo, pur in un contesto di sostenibilità industriale e sociale fortemente cambiato nel tempo.

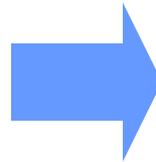
- ❑ Quelle che un tempo erano aree poco abitate nei dintorni dell'insediamento cantieristico sono diventate aree fortemente urbanizzate; la città, al contrario del passato, spesso incombe sull'insediamento industriale, non solo nella cantieristica, ne limita l'operatività e lo sviluppo: la fabbrica deve fare i conti con tutto ciò e trovare il punto di equilibrio, non solo industriale - accanto ai mestieri e alle professionalità tradizionali convivono professionalità legate alle più evolute tecnologie - ma anche sociale, perché la manodopera non è più autoctona ma è una molteplicità ampia di nazionalità, quindi di culture e di abitudini che modificano l'esistente assetto sociale;
- ❑ Ora si affronterà il tema degli impianti e della tecnologia senza far riferimento a questi aspetti che coinvolgono la **responsabilità sociale d'azienda**, ma dobbiamo tener presente che questi fattori influenzano sempre più le scelte industriali e imprenditoriali in termini di sostenibilità del **modello produttivo** e delle **relazioni con il contesto sociale territoriale**.

6.2 - Missione, volume e performance

- Sia che si affronti il tema dell'assetto produttivo di un cantiere con un foglio bianco davanti, un nuovo cantiere, sia che si intervenga in un cantiere organizzato e da migliorare, vanno definiti ed elaborati i seguenti fondamentali aspetti:
 - ✧ Mission
 - ✧ Modello e ciclo produttivo
 - ✧ Dimensionamento
 - ✧ Best practice, Benchmark e performance

Esempio di “Missione, volume e performance”

Missione Produttiva



Navi da crociera da 50.000~80.000 TSL

Volume Produttivo

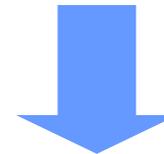


1.5 ÷ 1 NAVI / Anno

Dimensione di Riferimento

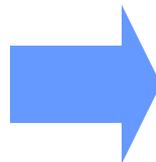
Assetto :

- Tecnologico
- Logistico
- Organizzativo



~ 1.750 ore/000 Anno (-230 h/000)
pari a ~ 105.000 tslc / Anno (+ 20.000 tslc)

Performance



da 23.5 a 16.5 ore / tslc
Riduzione 2+4 mesi lead time
bacino / banchina

6.3 – Organizzazione e struttura impiantistica

La mission ed il volume produttivo influenzano:

- ❖ La strutture organizzativa, la cui evoluzione e complessità è pari a quella del prodotto,
- ❖ La struttura impiantistica e tecnologica, che a sua volta evolve in funzione del modello di processo produttivo e delle scelte di make or buy.

In passato il cantiere era caratterizzato da una struttura produttiva che prevedeva:

- ✧ Officine di scafo
- ✧ Officine per i manufatti di allestimento, quali tubi, condotte, forgiati, valvole, quadri elettrici, mobili di arredamento, etc.
- ✧ Scali e/o bacini, con più linee di produzione e molteplici diversificate commesse ed attività
- ✧ Banchine di allestimento
- ✧ Magazzini limitati per prodotti finiti

e quasi esclusivamente risorse di manodopera propria.

L'evoluzione del Cantiere "storico"...

- ❑ Nel cantiere odierno, immerso in un tessuto industriale aperto, evoluto, esteso e complesso, tutto ciò che si può trovare sul mercato specialistico dei manufatti e delle produzioni viene acquistato o viene concentrato in siti produttivi specialistici di co-proprietà per ridurre i costi di trasformazione e concentrare e ottimizzare gli investimenti e gli acquisti.
- ❑ Tutto ciò ha portato alla dismissione di aree produttive tradizionali e alla loro riconversione per attività concentrate su ciò che non si trova in maniera conveniente sul mercato.
- ❑ Si sviluppa la produzione non più su linee parallele ma su monolinea, laddove la dimensione del bacino o delle commesse non sono tali da poter utilizzare la contemporaneità.
- ❑ Si sono creati molti spazi logistici, dato il notevole ricorso alla subfornitura e all'appalto, in presenza quindi di numerosi subcontractors e di notevoli quantità di materiali da imbarcare per commesse quali le navi passeggeri.
- ❑ I magazzini si sono organizzati viepiù in outsourcing coinvolgendo fornitori convenzionati.

IN DEFINITIVA IL CANTIERE E' DIVENTATO UN GRANDE ASSEMBLATORE

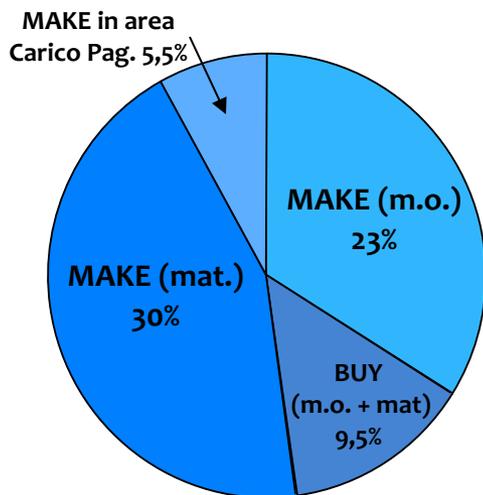
- ❑ Il **Modello produttivo**, tipico in particolare nella Costruzione di navi passeggeri e più ancora nelle attività di Riparazione Navale, è caratterizzato da una “filiera industriale” che prevede, nell’ambito di una ben definita strategia aziendale e di identificazione delle competenze/attività proprie (“core competences”), il ricorso esteso all’appalto e alla subfornitura con lo scopo di:
 - ✧ Mantenere una struttura interna agile e flessibile soprattutto dedicata al coordinamento delle attività, al commissioning, al rapporto con il Cliente e con gli Enti di Classe;
 - ✧ Garantire il mantenimento dei programmi produttivi e l’efficiente impiego delle risorse interne, a fronte anche di possibili oscillazioni dei carichi di lavoro;
 - ✧ Ottenere elevati standard di efficienza e di performance produttiva a costi contenuti e controllati;
 - ✧ Garantire la disponibilità di manodopera per le lavorazioni di medio/basso contenuto professionale,
 - ✧ Integrare tutta la filiera produttiva del cantiere nel proprio sistema di pianificazione e di qualità.

- ❑ Questo modello produttivo viene adottato non solo dai Cantieri maggiori ma anche dalle società cantieristiche minori, nelle quali il ricorso all’outsourcing è ancora più esteso verso forniture “chiavi in mano” e coinvolge anche la fase di ingegneria.

I valori di riferimento del processo produttivo(WBS: Cruise)

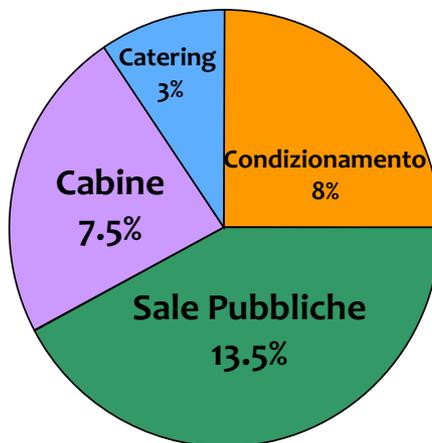
PIATTAFORMA

68%

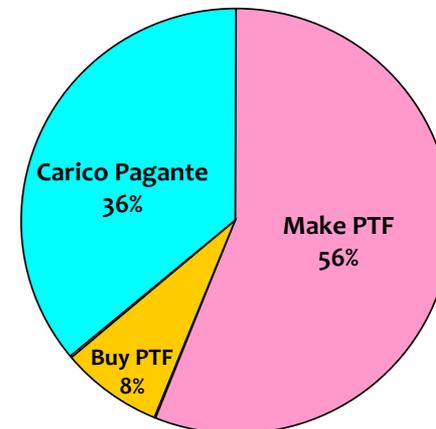


CARICO PAGANTE

32%



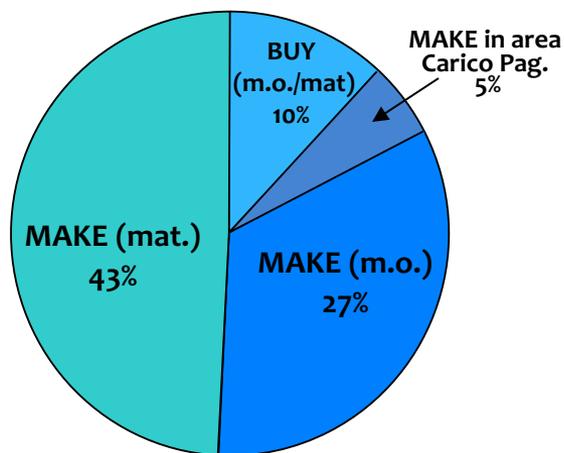
Manodopera (in %)



I valori di riferimento del processo produttivo(WBS: Ferry)

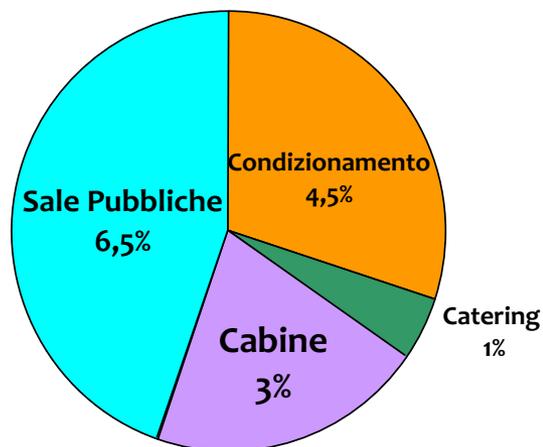
PIATTAFORMA

85%

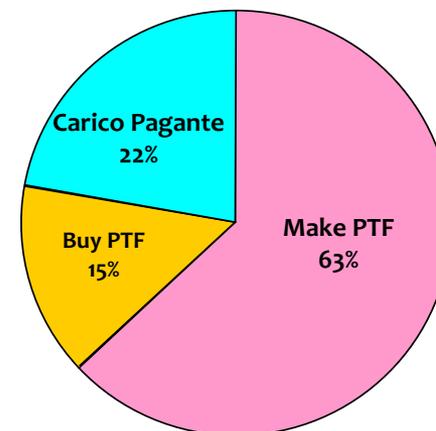


CARICO PAGANTE

15%



Manodopera (in %)

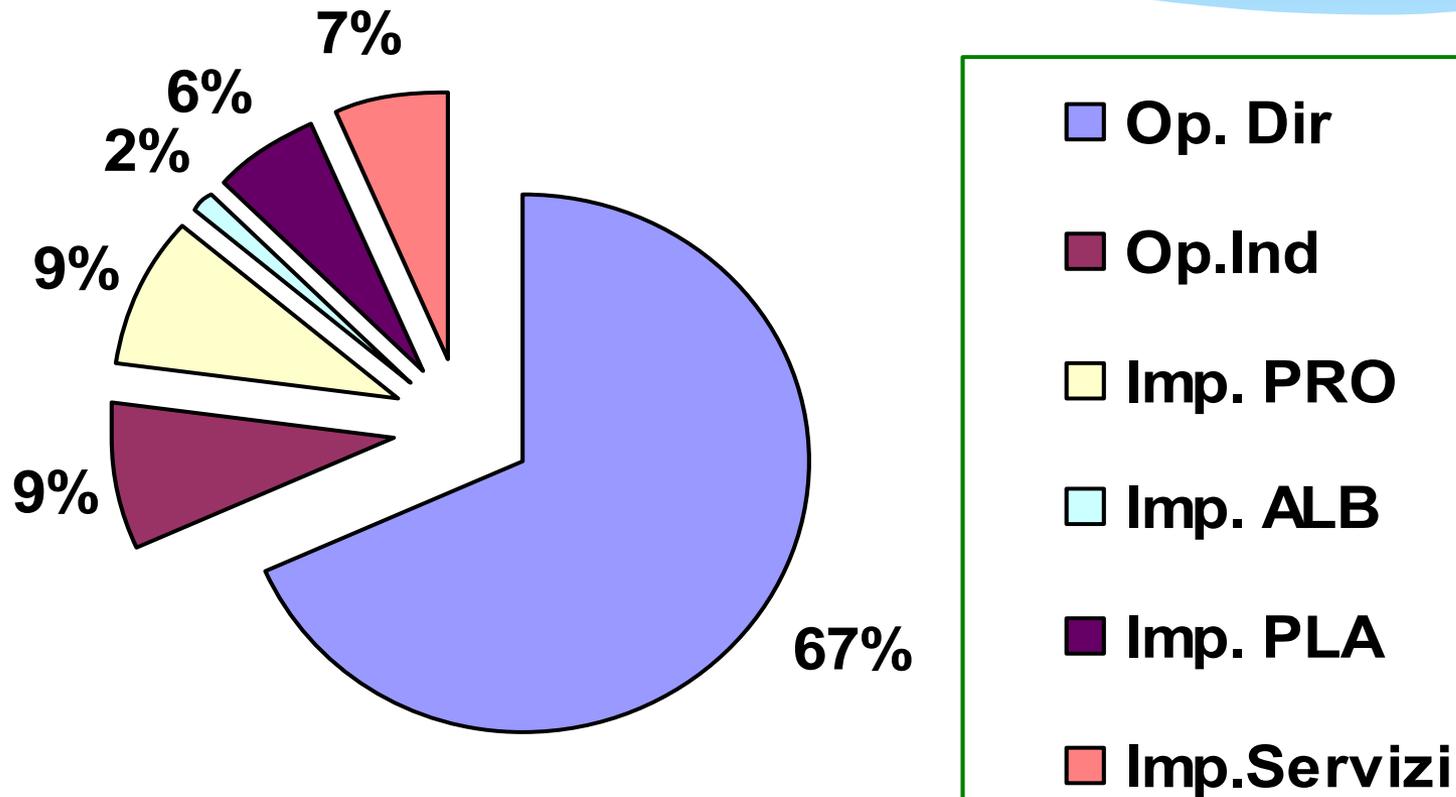


Esempio di Indicatori standard produttivi e organizzativi

| CENTRI | COMM | Anno | ore/mgl | |
|---------|-------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | INT. | EST. |
| MAS | 340 | 510 | 410 <i>(260 op.)</i> | 100 |
| MTG/SCA | 180 | 270 | 210 <i>(130 op.)</i> | 60 |
| MTG/ALL | 140 | 210 | 130 <i>(80 op.)</i> | 80 |
| MTG/ASS | 125 | 185 | 120 <i>(70 op.)</i> | 65 |
| BOR | 385 | 575 | 300 <i>(180 op.)</i> | 275 |
| | 1170 | 1750 | 1170 <i>(720 operai)</i> | 580 <i>(315 operai)</i> |

DIMENSIONE
PRODUTTIVA

Esempio di distribuzione standard delle risorse professionali



La struttura impiantistica viene riorganizzata con i seguenti criteri:

- ❑ Le Officine scafo sono concentrate nella prefabbricazione dei blocchi con largo ricorso a tecnologie automatizzate e robotizzate; la lavorazione dei componenti che prevedono taglio a controllo numerico e curvatura, assiemaggio di sottoassiemi viene tendenzialmente acquisita in outsourcing;
- ❑ Le aree di premontaggio e di preallestimento vengono ampliate ed attrezzate con potenti mezzi di sollevamento e movimentazione per ridurre al minimo il lead time o periodo di montaggio in bacino: queste aree devono essere dimensionate in maniera paragonabile a quelle del bacino;
- ❑ Lo scalo/bacino di montaggio dello scafo e di prosecuzione delle attività di allestimento diventa un'area logisticamente e impiantisticamente integrata con quella di premontaggio;

- ❑ Le tradizionali officine di prefabbricazione dei manufatti di allestimento (tubi, Condotte, carpenterie, etc.) si sono trasformate, con il decentramento di queste lavorazioni, in spazi logistici a disposizione per la manipolazione dei materiali da imbarcare e punti di appoggio a terra dei fornitori e dei subappaltatori che concorrono alla costruzione della nave;
- ❑ Le banchine di allestimento, in passato poco più che ormeggio di navi in completamento finale di breve tempo, a loro volta in spazi logistici per attività di lungo periodo.
- ❑ Notevoli spazi sono dedicati agli uffici e ai servizi non solo per il personale delle funzioni interne (progettazione, supervisione, controllo produzione, etc.) ma anche per il personale degli Armatori e degli Enti di Classifica e dei subappaltatori;

❑ I problemi legati alla gestione e alla sicurezza delle persone sul posto di lavoro e alla sicurezza in generale (safety&security) assumono importanza e carattere strutturale nell'organizzazione del lavoro a terra e a bordo nave.

❑ **La configurazione fisica di un grande Cantiere costruttore è in conclusione oggi caratterizzata da:**

✧ Aree dedicate alla prefabbricazione dello scafo,

✧ Aree dedicate al premontaggio e montaggio dello scafo e al preallestimento,

✧ Aree dedicate all'allestimento a banchina e ai fornitori

✧ Aree di stoccaggio, logistiche e per servizi

✧ Aree per uffici

❑ *I requisiti che si richiedono per l'assetto impiantistico e per le lavorazioni di un Cantiere all'avanguardia rispettano i seguenti criteri generali:*

- ✧ **Piano di investimenti** a lungo termine focalizzato sulla mission, ovvero sul mix di prodotto pianificato
- ✧ Adozione di processi, di impianti e di tecnologie adeguati al mix di prodotto
- ✧ **Flusso lineare** dei processi produttivi, basati su aree tecnologiche omogenee con impiego esteso dell'automazione di processo
- ✧ **Ottimizzazione del layout** e degli spazi, percorsi e movimentazione dei manufatti contenuti,
- ✧ **Accuratezza** della programmazione delle attività, tempi di attraversamento brevi, esteso preallestimento
- ✧ **Accuratezza dei processi**, controllo dimensionale, qualità, approccio **“Qualità totale”**
- ✧ **Sostenibilità ambientale**
- ✧ **Adeguatezza governo e gestione motivazionale dell'ambiente di lavoro.**

Il Layout classico di un cantiere navale

**PREFABBRICAZIONE
BLOCCHI SCAFO**

**STOCCAGGIO MATERIALI E
PRE-ALLESTIMENTO BLOCCHI**

**PREMONTAGGIO SCAFO E
ALLESTIMENTO ANTICIPATO**

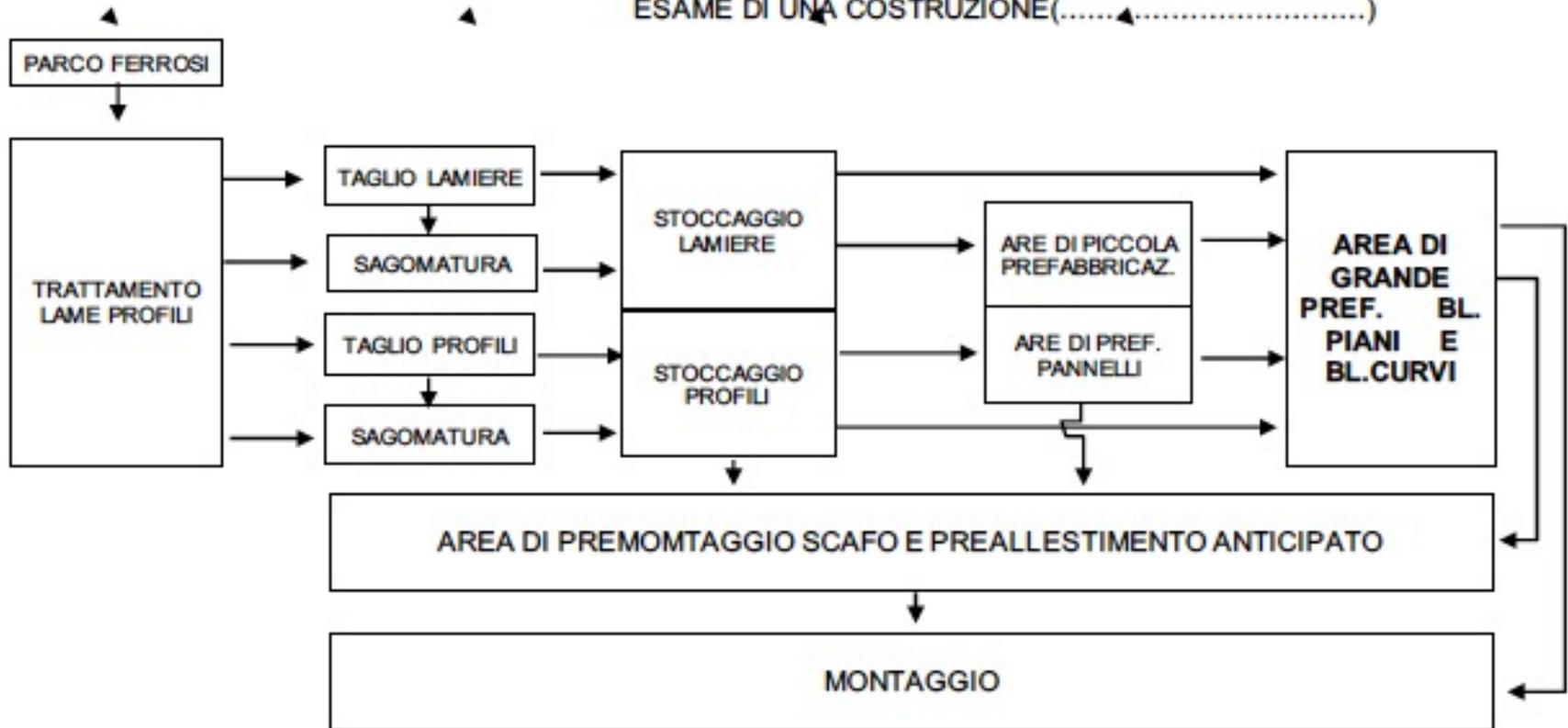
**MONTAGGIO SCAFO E
ALLESTIMENTO E ARREDAMENTO
NAVE**

**ALLESTIMENTO E
ARREDAMENTO FINALE
A BANCHINA**

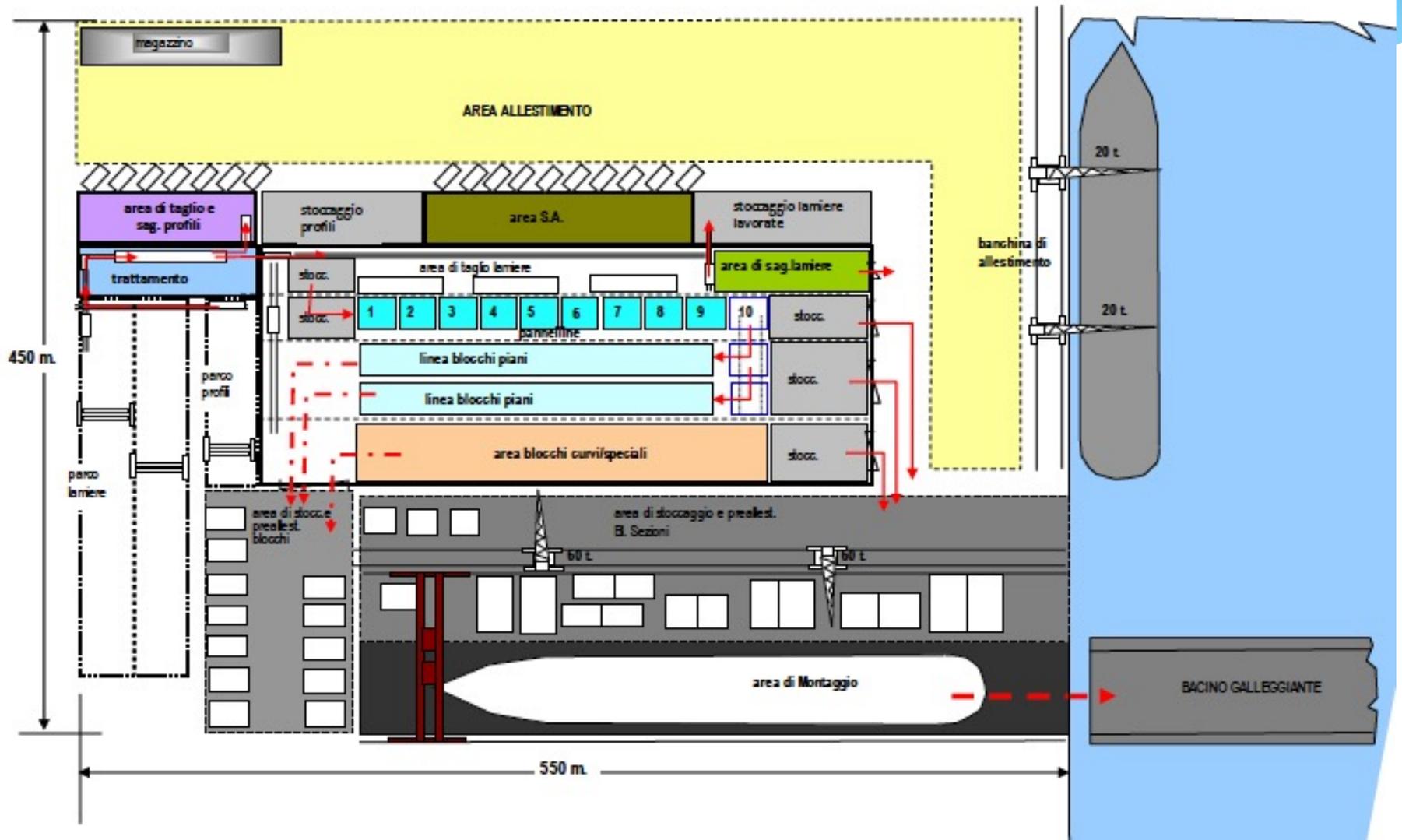
**UFFICI E SERVIZI
ALLE PERSONE**

**AREE LOGISTICHE-SERVIZI
AREE SUPPLIER E
SUBCONTRACTOR**

SCHEMA PROCESSO SCAFO/ALLESTIMENTO ESAME DI UNA COSTRUZIONE(.....)



Layout applicativo dello schema del processo scafo/allestimento

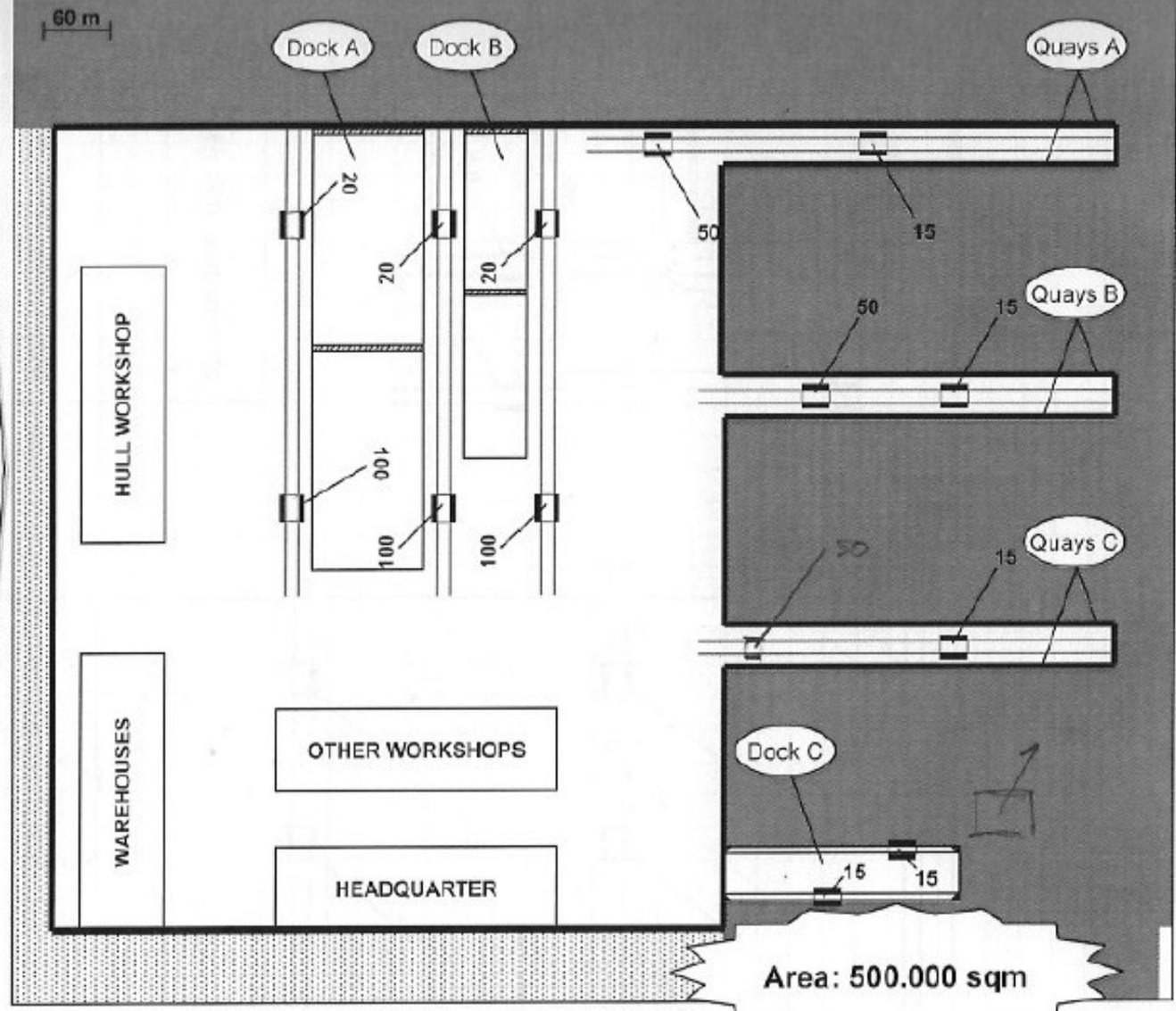


Esempio di layout di un Cantiere di riparazione navale

Main shipyard facilities

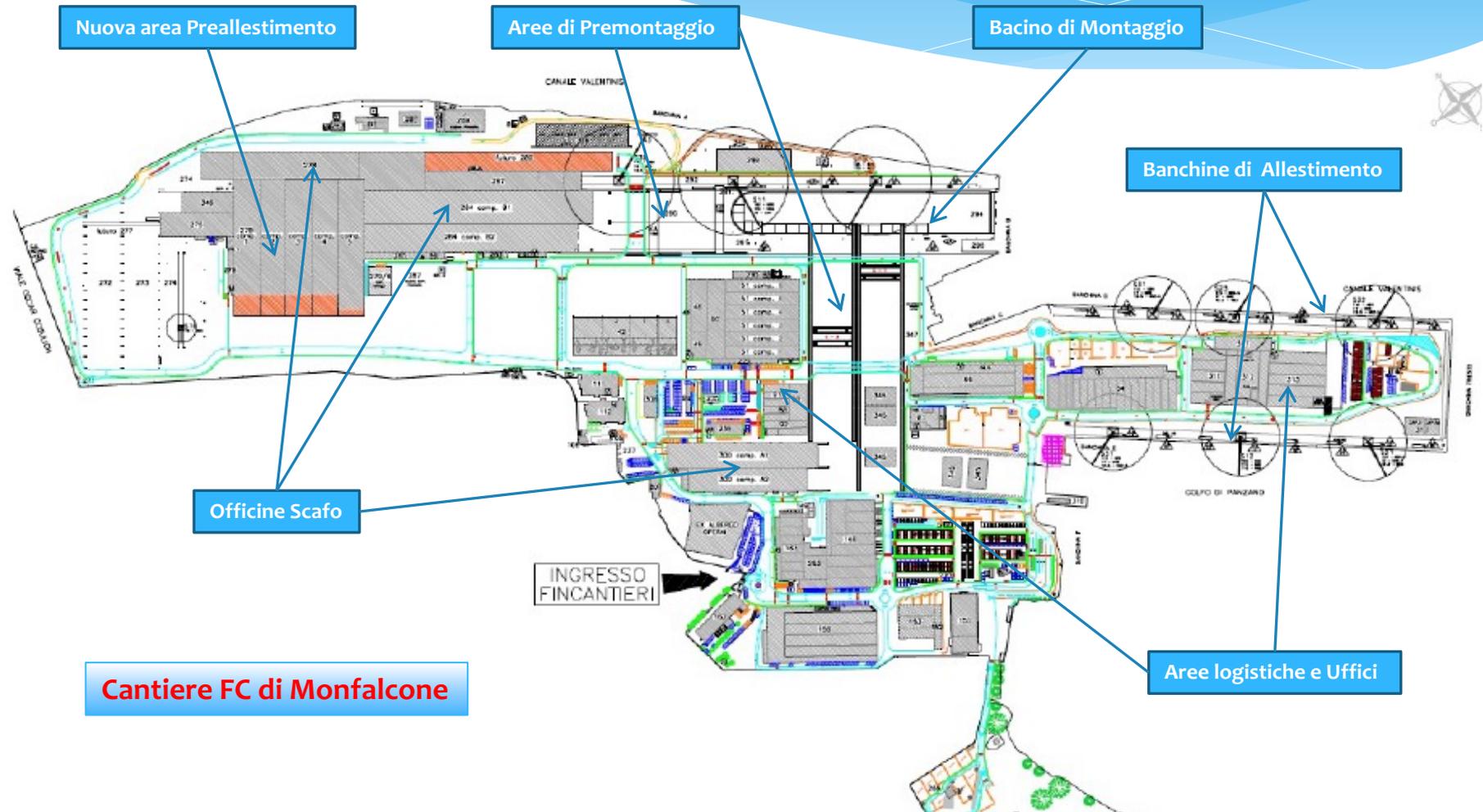
- 2 dry and 1 floating dock
- 6 quays
- Workshops / other facilities
 - Hull workshop
 - Mechanical workshop
 - Pipe workshop
 - Painting workshop
 - Electrical workshop
 - Service workshop
 - Light steel work workshop
 - Warehouses with customs areas
 - Treatment plant for 5000 t SLOP
 - Waste water treatment plant
 - Headquarters
 - Other services

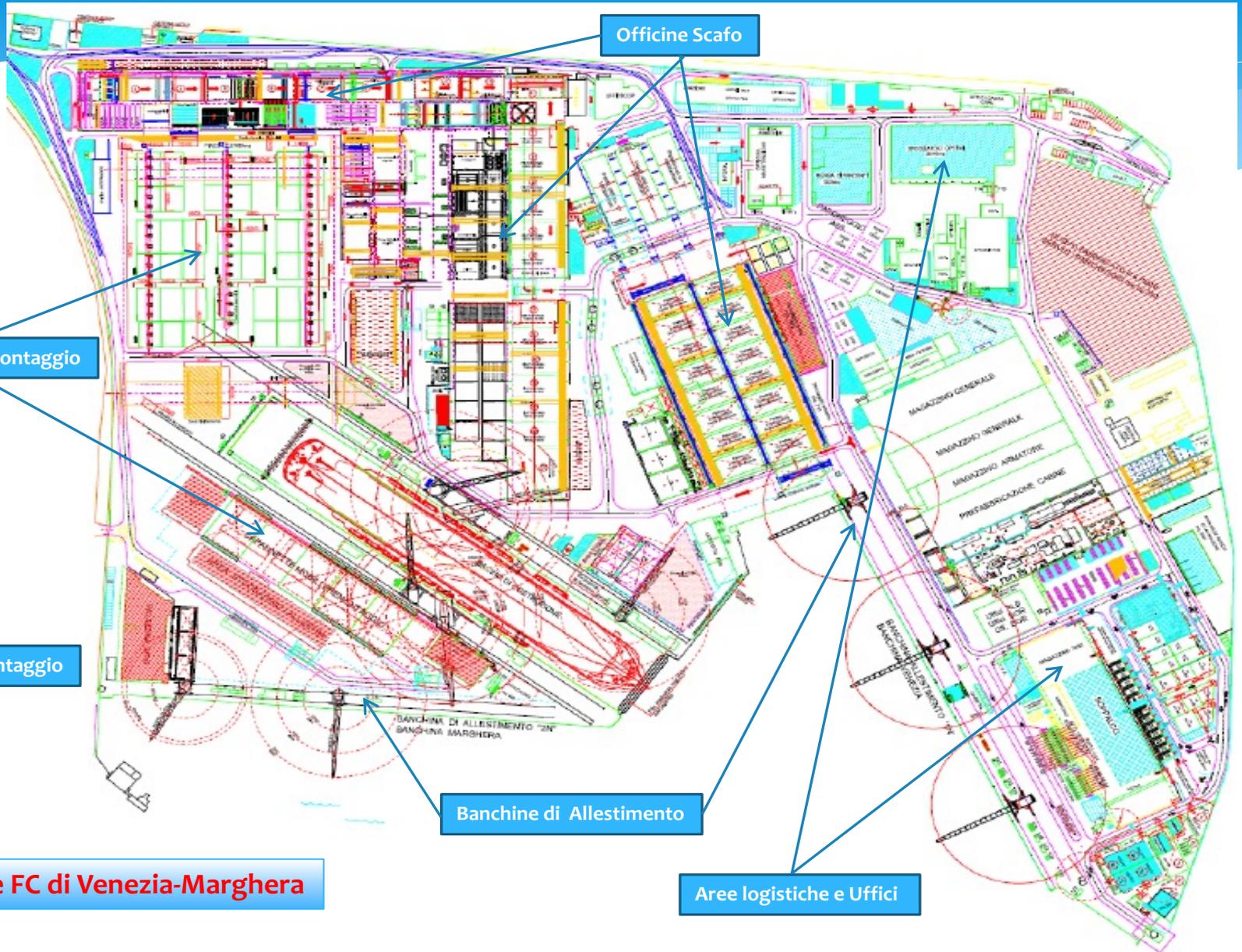
Shipyard layout



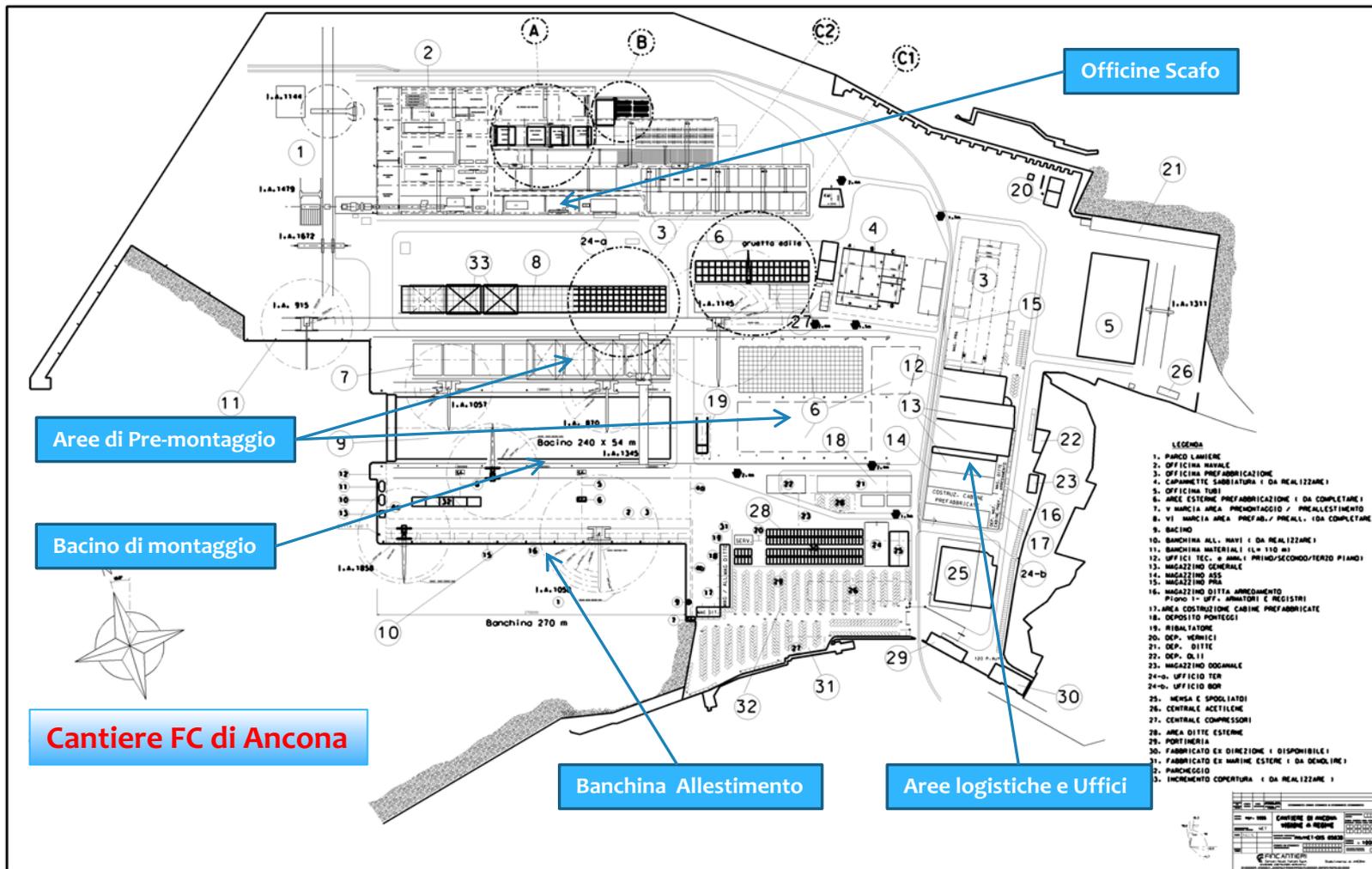


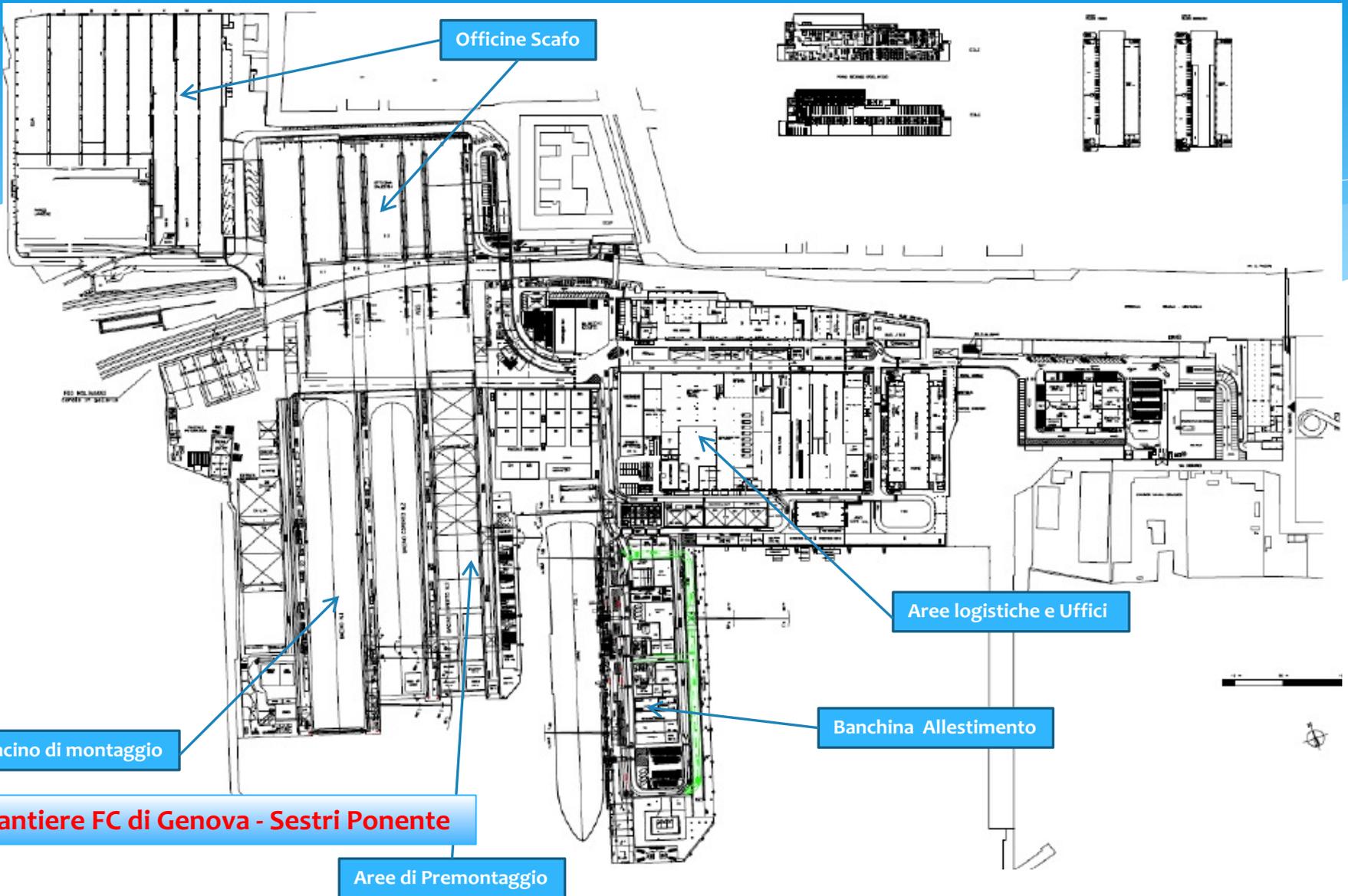
6.4 – Layout: esempi reali a confronto





Cantiere FC di Venezia-Marghera





Chantiers de l'Atlantique de Saint-Nazaire



Chantiers de l'Atlantique

I **Chantiers de l'Atlantique** (*Cantieri dell'Atlantico*) sono un'azienda francese attiva nel settore delle costruzioni navali. Essi si trovano nella città di Saint-Nazaire, lungo l'estuario della Loira. Essi si sono chiamati **Chantiers de l'Atlantique** dalla fondazione (nel 1955) al 1976 e poi nuovamente dal 2018, **Alstom marine** dal 1976 al 2006, **Aker Yards France** dal 2006 al 2008 e **STX France** dal 2008 al 2018; tuttavia, nell'uso comune del linguaggio, la denominazione *Chantiers de l'Atlantique* è stata utilizzata per riferirsi al sito dei cantieri navali sia per il periodo precedente al 1955 sia per il periodo tra il 1976 e il 2018.



Le chantier en quelques chiffres

Superficie : 100 hectares environ

Personnel : 2 700 personnes

Sous-traitance : Plus de 500 entreprises amenant jusqu'à 5 000 personnes sur site

Production de coque métallique : 65 000 t/an

Usinage de plus de 3 000 pièces par semaine

Pré-pré fabrication robotisée à l'aide de 4 îlots de robots de soudage

Aire de pré-montage de 1 200 m de long qui sera agrandie de 30% fin 2018

Capacité de levage : 1 Portique de 1 400 t, le plus grand d'Europe – 1 Portique de 700 t

Forme de montage : 900 x 63 m

Bassin d'armement : 450 x 95 m

Moyens de transport : 1x 210t, 2x 300t et 2x 500t

Depuis 2015, l'entreprise a par ailleurs mis en service des ateliers, nommés ANEMOS, entièrement dédiés aux marchés de l'offshore.

MV Werften

MV Werften is a Hong Kong–German shipbuilding company that operates three facilities in eastern Germany to construct cruise ships for parent company Genting Hong Kong.

The company was originated in Genting Hong Kong's purchase in April 2016 of three shipyards from Nordic Yards, located in Wismar, Stralsund, and Rostock-Warnemünde.^[1] The yards were initially combined with Lloyd Werft, previously purchased by Genting, to form the Lloyd Werft Group,^[2] but in July 2016 the three eastern ex-Nordic yards were organized into MV Werften, headquartered in Wismar and led by Jarmo Laakso.^[3]

MV Werften's largest shipyard is in Rostock, with 850,000 square metres (210 acres) of total space, of which 85,000 square metres (21 acres) is covered.^[1] When Genting Hong Kong purchased the yard, it had a single shipbuilding hall measuring 320 metres (1,050 ft) long by 54 metres (177 ft) wide, with an interior clearance of 80 metres (260 ft).^[1] In August 2017, construction began on a second hall, 385 metres (1,263 ft) by 99 metres (325 ft) by 24 metres (79 ft), to support construction of Global class ships by building large modules.^[1]

The Wismar shipyard is 560,000 square metres (140 acres) in size, of which 170,000 square metres (42 acres) is covered, and has a 340 metres (1,120 ft) by 67 metres (220 ft) by 72 metres (236 ft) building hall.^[1] The Stralsund yard is 340,000 square metres (84 acres), of which 90,000 square metres (22 acres) is covered, and has a 300 metres (980 ft) by 108 metres (354 ft) by 74 metres (243 ft) building hall.^[1]

"MV WERFTEN Starts Construction On The First Largest 204,000 Gross Ton Global Class Cruise Ship" (<https://www.marineinsight.com/shipping-news/mv-werften-starts-construction-on-the-first-largest-204000-gross-ton-global-class-cruise-ship/>). Marine Insight. 9 March 2018. Retrieved 13 March 2018.

WISMAR



560.000 m²
WERFTFLÄCHE



170.000 m²
WERFTFLÄCHE ÜBERDACHT



BAUDOCK
340 METER LÄNGE, 67 METER BREITE,
72 METER HÖHE



1.000 t
MAXIMALE
KRANKAPAZITÄT



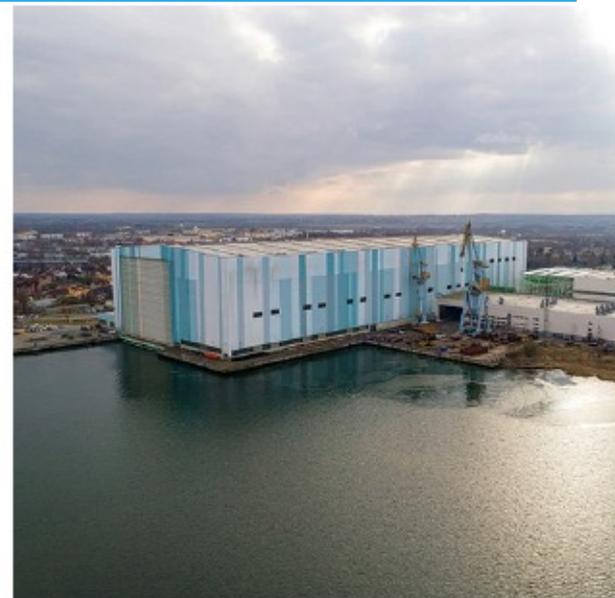
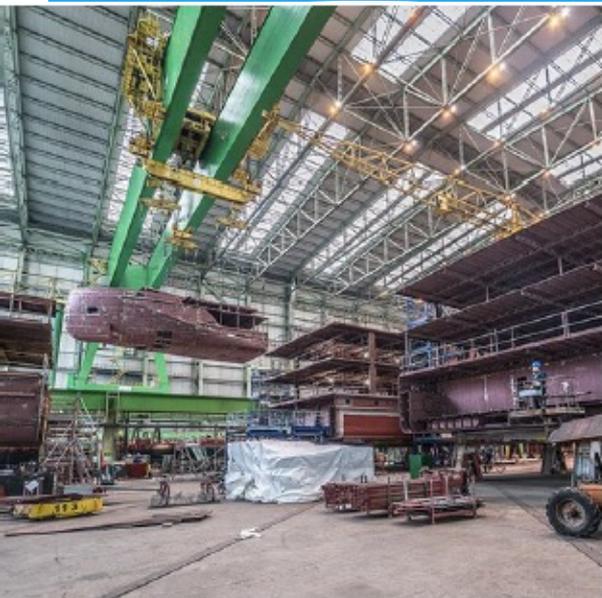
60.000 t
STAHL DURCHSATZ
PRO JAHR



KOMPAKTWERFT MIT OPTIMISIERTEN
PRODUKTIONSABLÄUFEN



WETTERUNABHÄNGIGE
PRODUKTION UND MONTAGE



ROSTOCK



850,000 m²
WERFTFLÄCHE



85,000 m²
WERFTFLÄCHE ÜBERDACHT



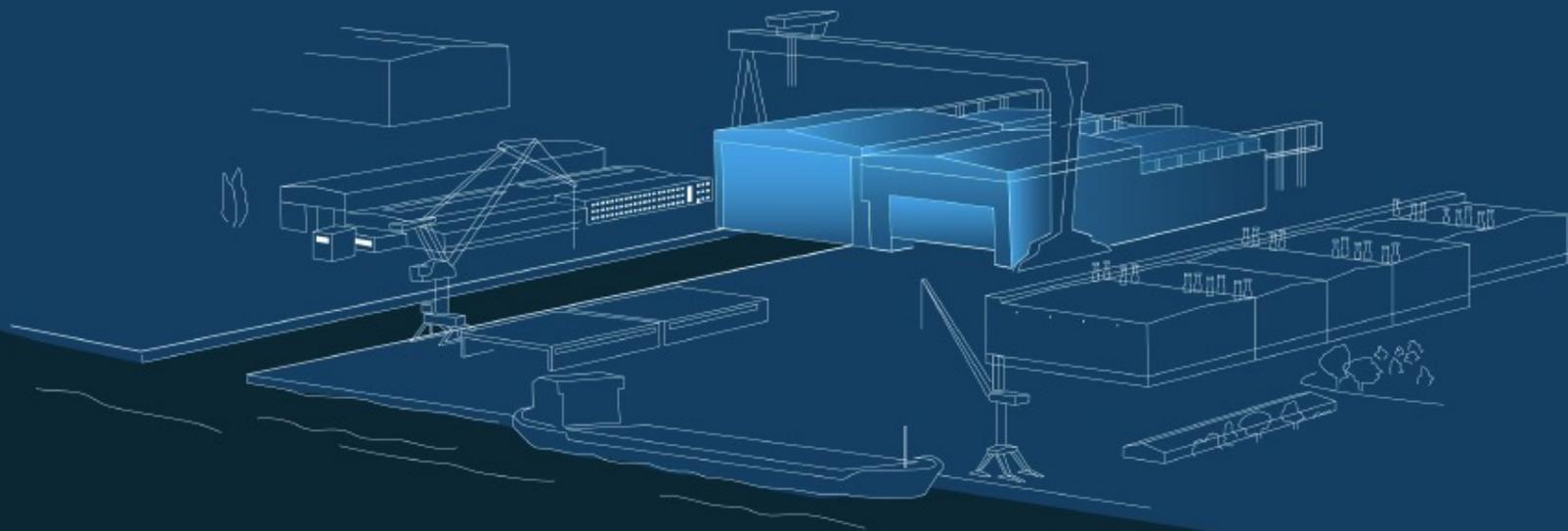
BAUDOCK
320 METER LÄNGE, 54 METER BREITE,
80 METER HÖHE



600 t
MAXIMALE
KRANKAPAZITÄT



55,000 t
STAHDURCHSATZ
PRO JAHR





STRALSUND



340.000 m²

WERFTFLÄCHE



90.000 m²

WERFTFLÄCHE ÜBERDACHT



BAUDOCK

300 METER LÄNGE, 108 METER BREITE,
74 METER HÖHE



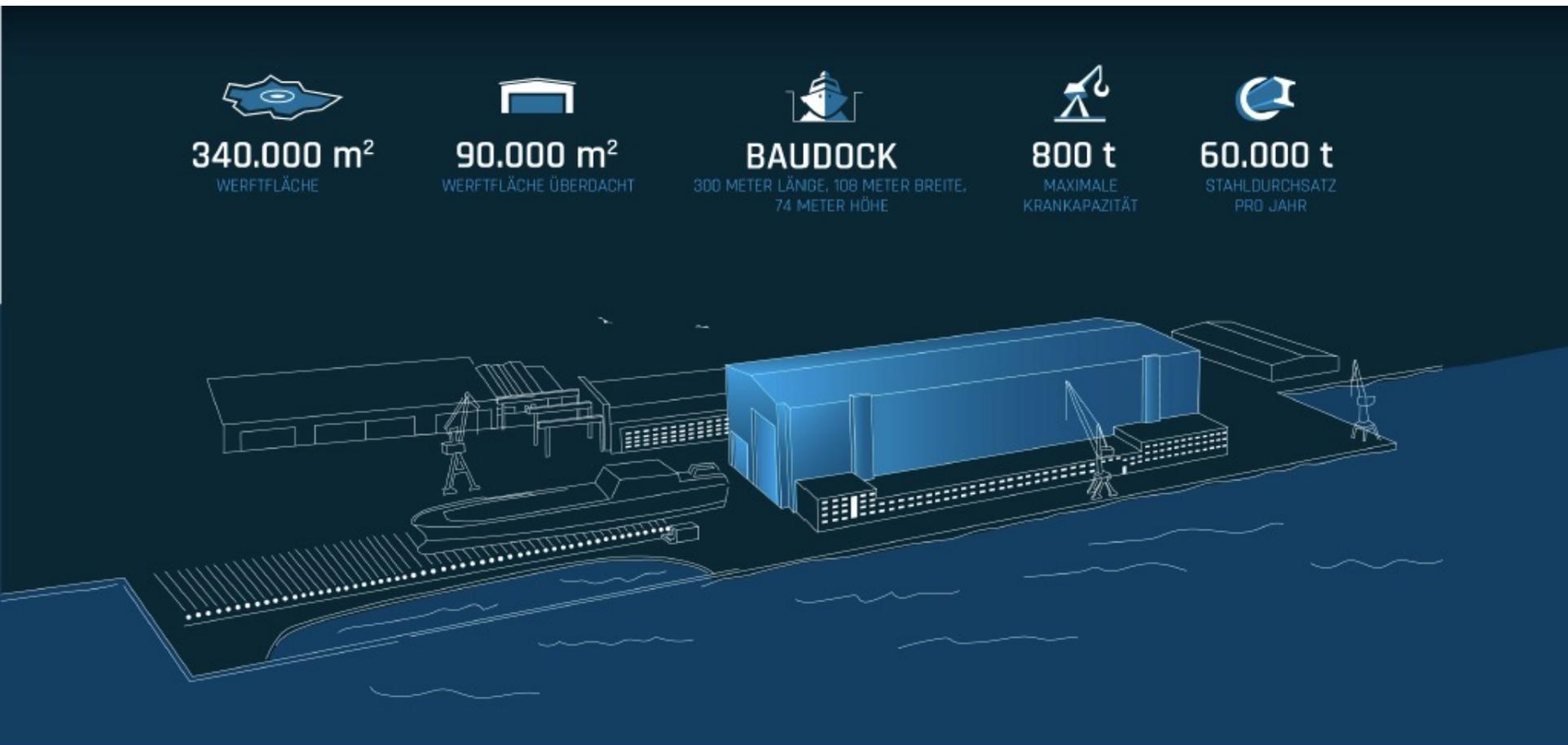
800 t

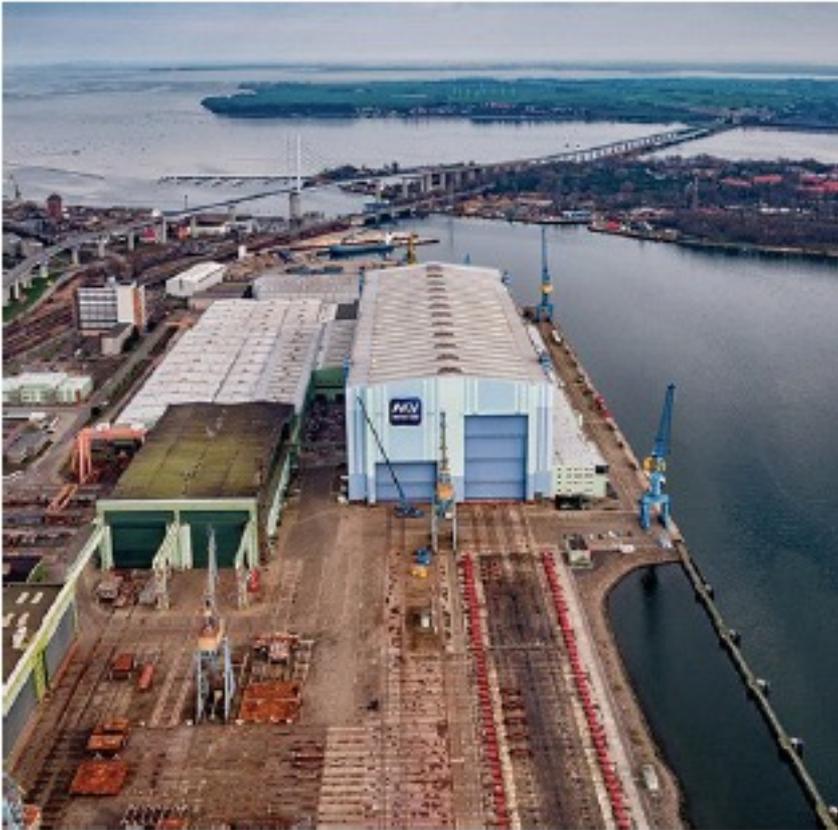
MAXIMALE
KRANKAPAZITÄT



60.000 t

STAHL DURCHSATZ
PRO JAHR

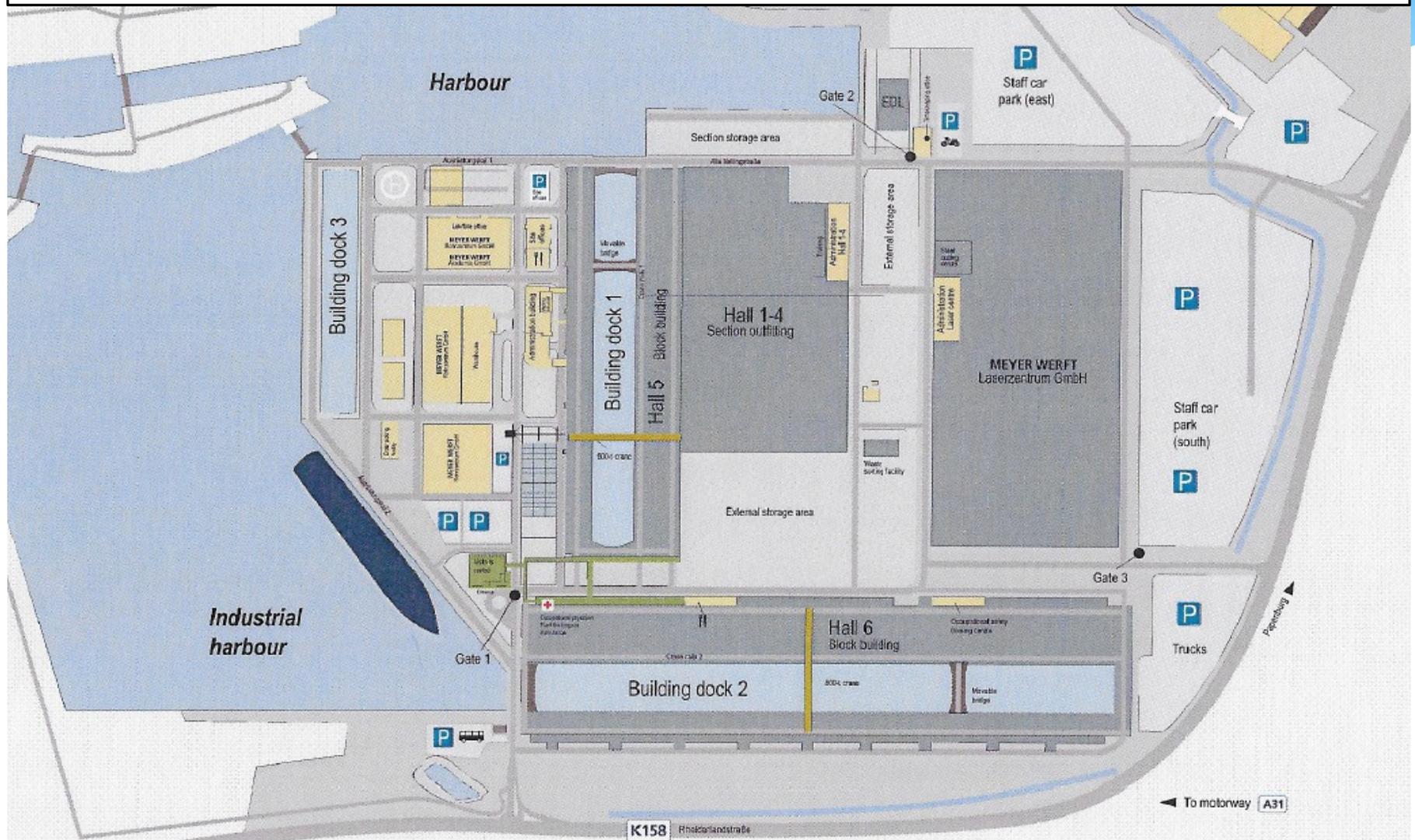


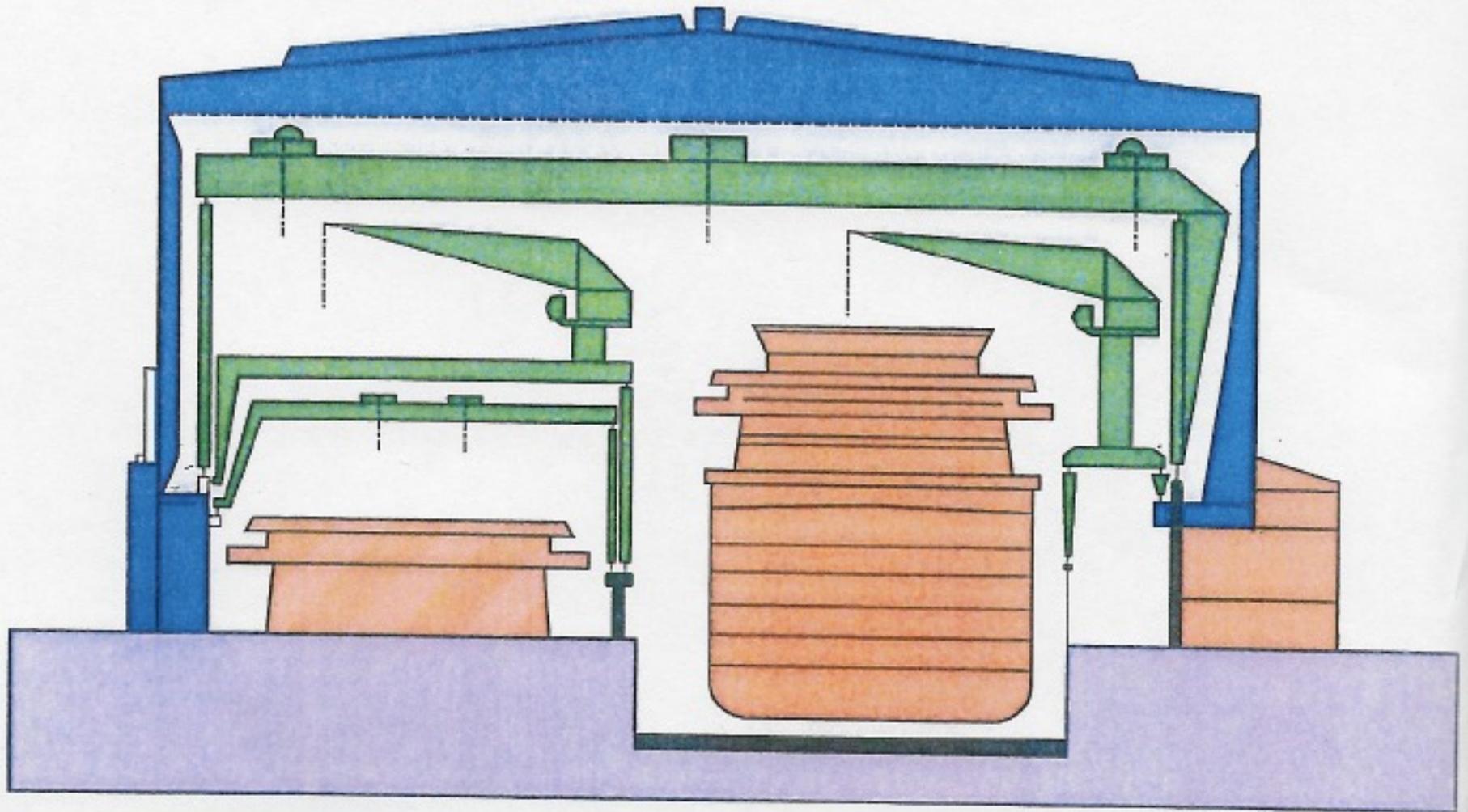


Il Cantiere tedesco Meyer Werft



Il layout del Cantiere Meyer Werft di Papenburg





Nuova impiantistica dello stabilimento Meyer Werft

Caratteristiche dell'investimento:

- Nuovo bacino coperto e nuova officina prefabbricazione per un investimento nell'ordine di grandezza di ~ 300 M DM
- L'incrementi di capacità produttiva, per lo scafo, è paragonabile alla capacità produttiva dello stabilimento di Monfalcone

Scelte strategiche

- Largo impiego della tecnologia laser-ibrido per la saldatura
- Impiego di lamiere e profili di dimensioni commerciali (10 m)
- Layout razionale che minimizza le necessità di trasporto semilavorati
- Adozione di sistemi automatici per la distribuzione

Vantaggi

Minor deformazione dei pannelli, riduzione dei costi di raddrizzatura e carpenteria

Massima produttività

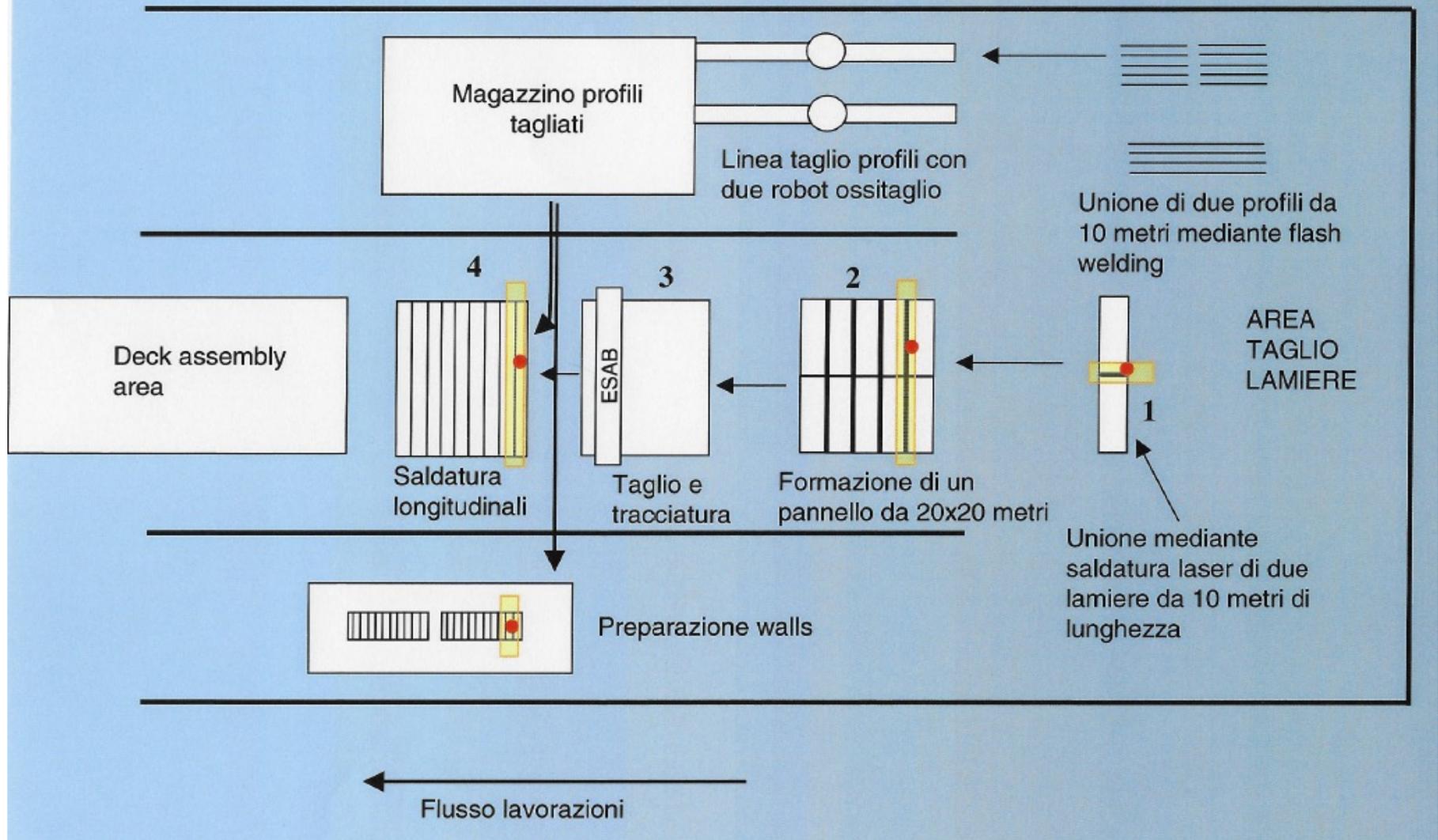
Unica tecnologia possibile per l'adozione di spessori ridotti (4 mm)

Riduzione dei tempi e dei costi di approvvigionamento

Riduzione costi per la logistica

Riduzione costi per la logistica

Meyer Werft Papenburg: schema funzionale dell'impiego della saldatura laser-ibrida alla linea di lavorazione dei pannelli piani di scafo



Made to measure: the fully automated panel line.





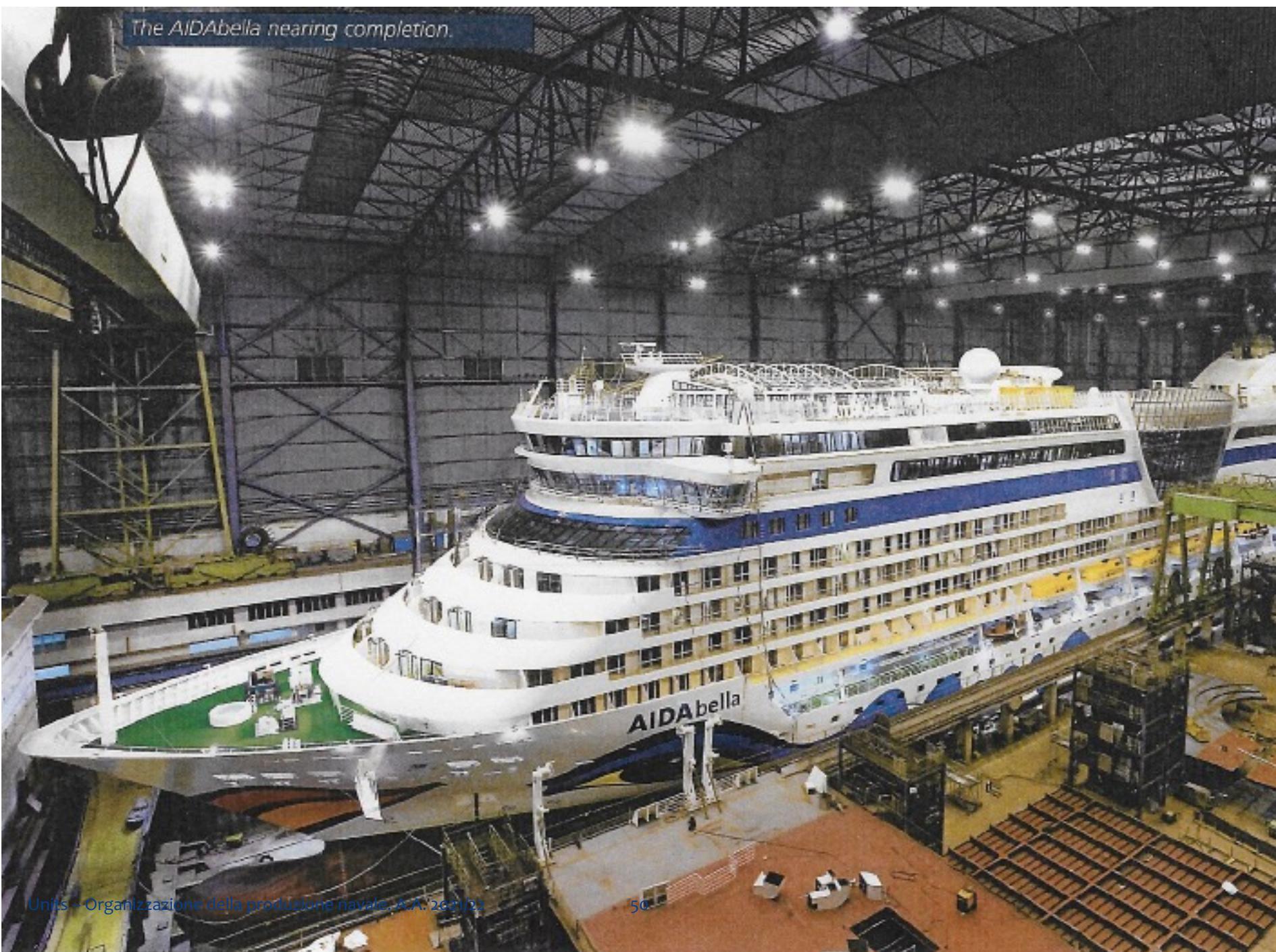
The blocks and sections are already equipped with cable systems, pipes, A/C shafts etc. to make great productivity progress.



Modular construction: units are put together in the mechanical engineering section, thus simplifying the overall production of the supply and disposal systems.



The AIDAbella nearing completion.

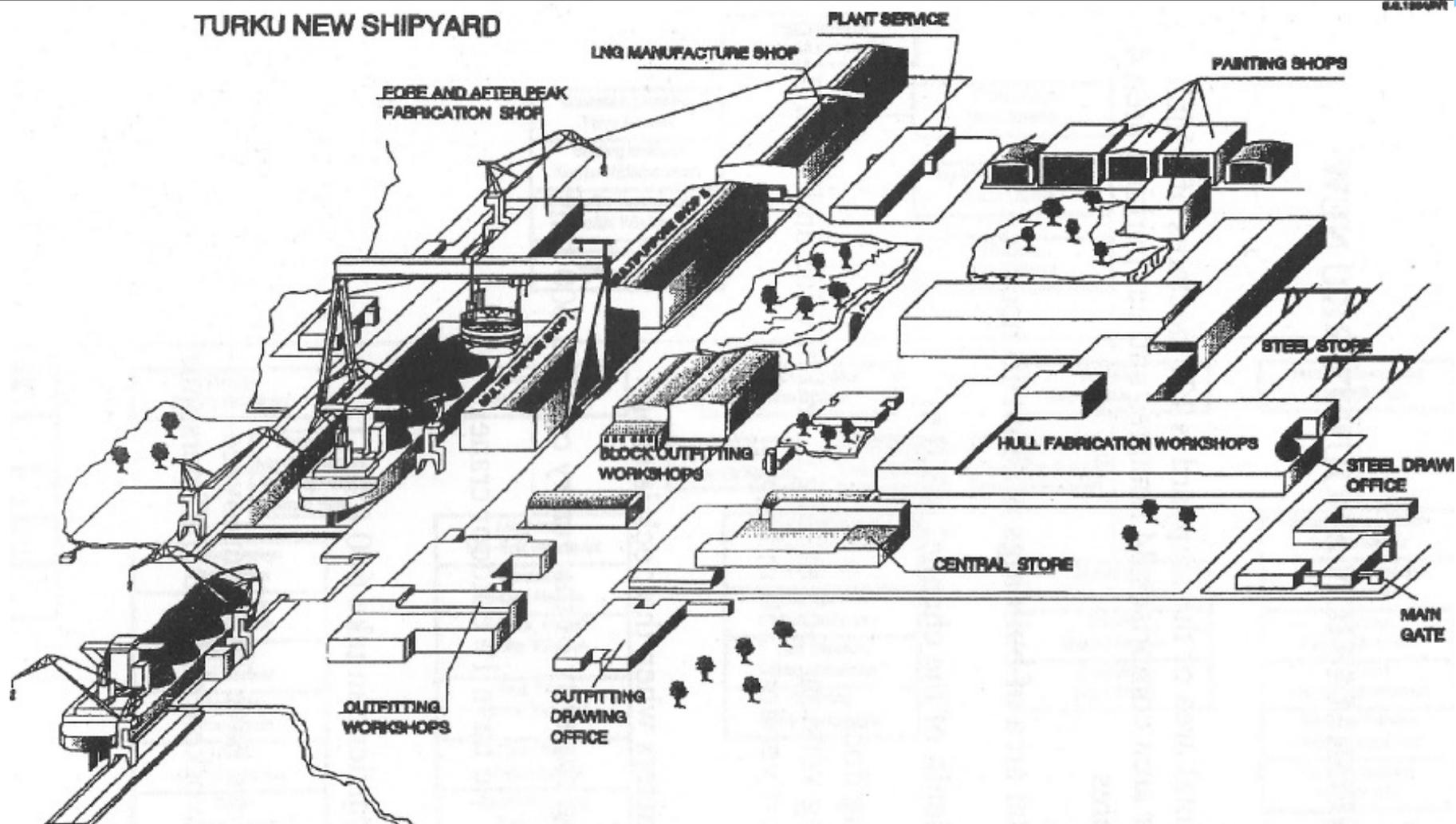


Meyer Werft Turku: oggi

The yard area is 144 hectares and it is equipped with a 365-metre-long dry dock and two bridge cranes with capacities of 600 and 1,200 tonnes



Il layout del Cantiere di Turku in Finlandia 20 anni fa, allora proprietà della società Kvaerner Masa Yard e successivamente della società coreana STX. Nel 2014 è stato acquisito da Meyer Werft



6.5 – Automazione e robotica. Esempi

- ❑ L'automazione è stata introdotta nei Cantieri negli anni '60 con le prime macchine di taglio lamiera e profilati a controllo numerico (CN) e con lo sviluppo dei sistemi CAD/CAM che ha permesso progressivamente di integrare le attività di progettazione assistita con quelle di lavorazione con i sistemi di programmazione assistita delle attività e delle macchine, con la logica di detenere il know-how di prodotto e di processo decentrando le attività lavorative meno “nobili”.

- ❑ L'automazione si è quindi estesa ai processi di saldatura e alle linee integrate di lavorazione quali:
 - ✧ Linee di prefabbricazione sottoassiemi (strutture elementari interne dello scafo)
 - ✧ Linee di prefabbricazione dei pannelli piani
 - ✧ Linee di prefabbricazione blocchi scafo piani e curvi
 - ✧ Linee di taglio lamiera e profilati
 - ✧ Linee di lavorazione tubi (magazzino automatico, taglio, curvatura, movimentazione)
 - ✧ Sistemi logistici di supporto alle lavorazioni di montaggio scafo.

□ Dall'automazione delle singole macchine operatrici si è passati all'automazione della manipolazione e della movimentazione dei manufatti, allo sviluppo dei controllori di linee/sistemi integrati, quali:

- ✧ Macchine per il posizionamento di componenti e strutture
- ✧ Carrelli per la movimentazione (AGV: Automated Guide Vehicle)
- ✧ Linee flessibili di lavorazione (FMS: Flexible Manufacturing System) con l'introduzione di robot di saldatura e di manipolazione
- ✧ Sistemi di programmazione dei robot di tipo parametrico e offline, integrando sempre più i processi di ingegneria e di fabbricazione (sistemi CAD/CAM/CAE) fino alla simulazione di processo.

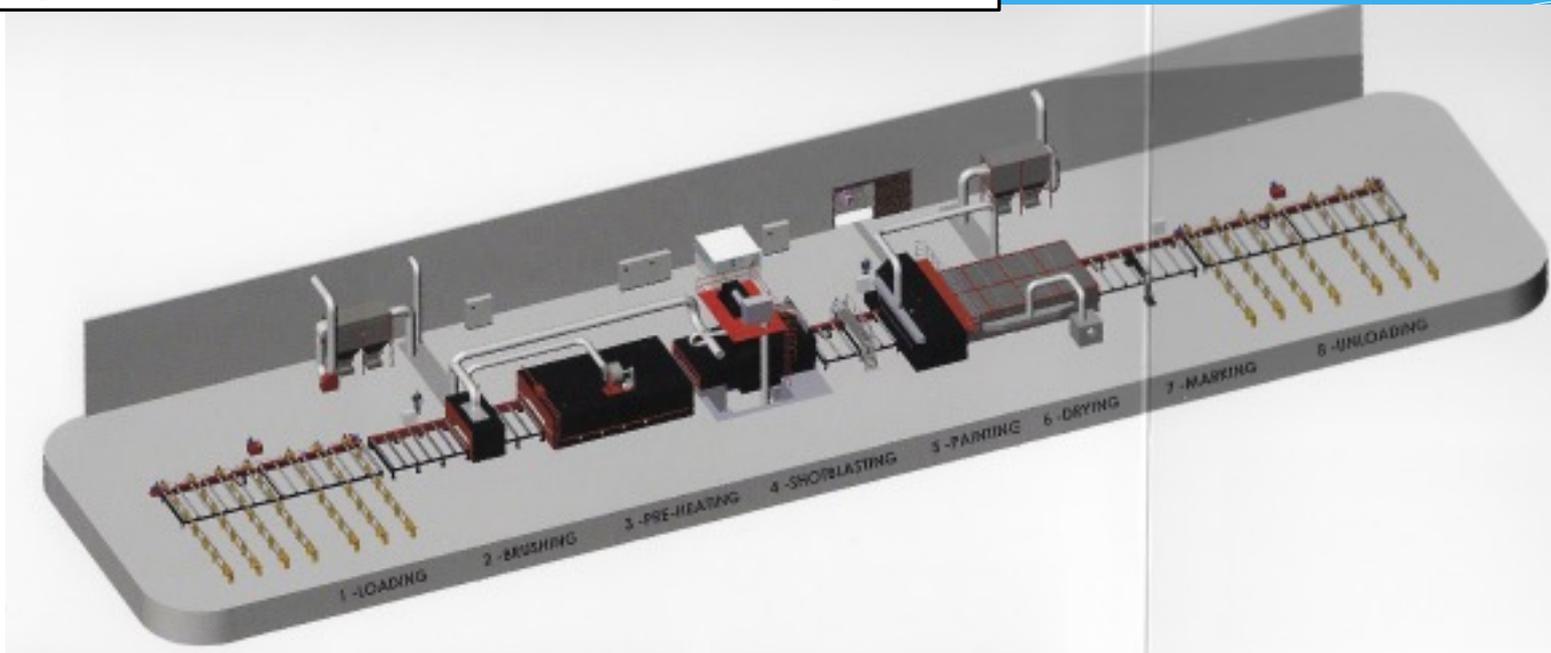
□ Gli investimenti in impianti con largo impiego dell'automazione si sono via via concentrati nell'area della produzione dello scafo, determinando anche scelte specifiche di make or buy e di production engineering, con decentramento delle lavorazioni a maggiore contenuto di manodopera e scarsamente automatizzabili.

❑ Accanto allo sviluppo di investimenti in automazione “hard” si sono sviluppati interventi di automazione “soft” per assistere le lavorazioni manuali con apparecchiature semiautomatiche, quali:

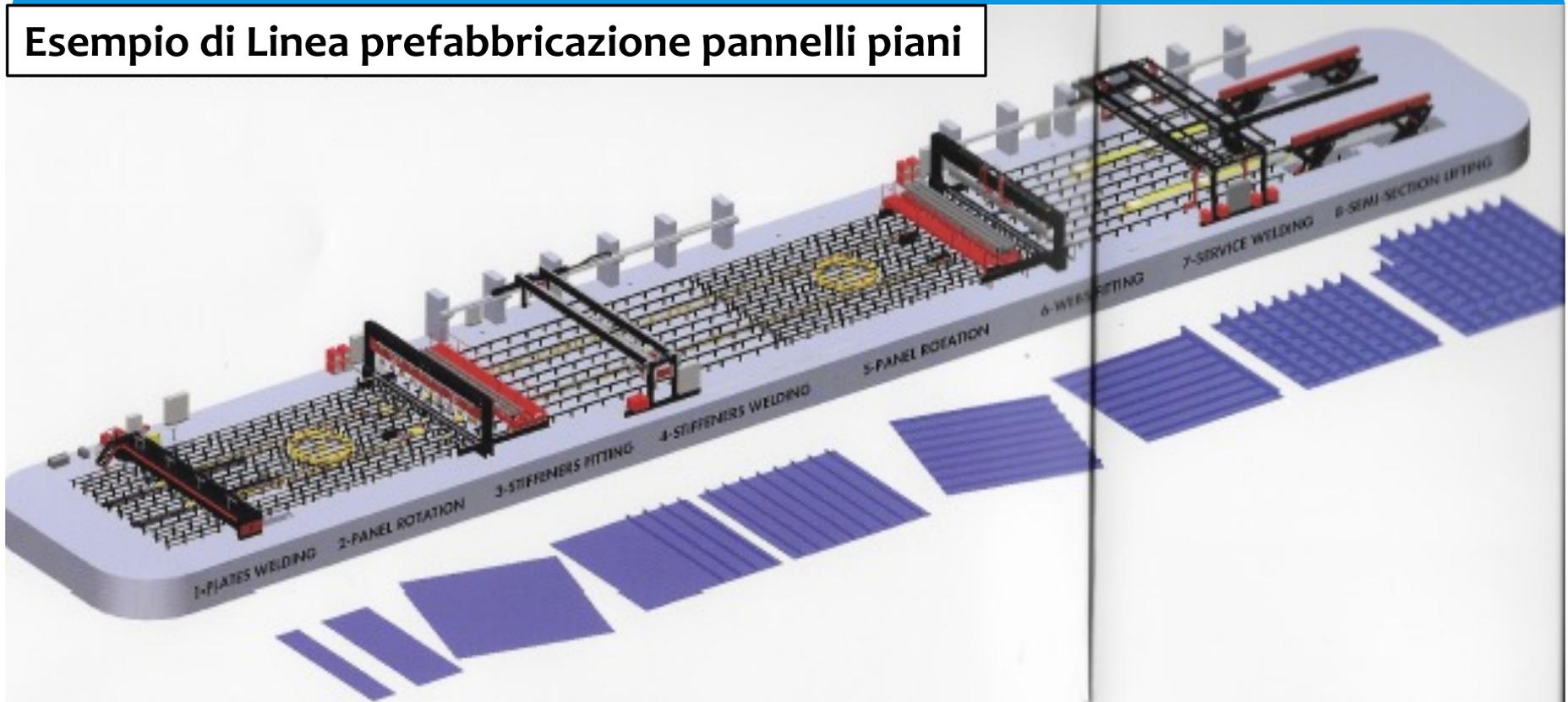
- ❖ Impianti semiautomatici di saldatura MIG/MAG, dotati di schede elettroniche di controllo in modo da facilitarne l’impiego, l’intercambiabilità, l’uso assistito dei parametri di saldatura nel rispetto delle WPS (Welding Process Schedule),
- ❖ Carrelli semoventi automatici o semiautomatici per taglio e/o per saldatura MIG/MAG, SAW (Submerged Arc welding) d’angolo e/o testa/testa,
- ❖ Portali logistici integrati su aree di lavorazione in assistenza ai lavoratori, dotati di servizi e di attrezzature idonee a facilitare le lavorazioni specifiche

❑ **Interventi comunque notevolmente concentrati nelle prefabbricazione dello scafo**

Esempio di Linea trattamento lamiere e profili



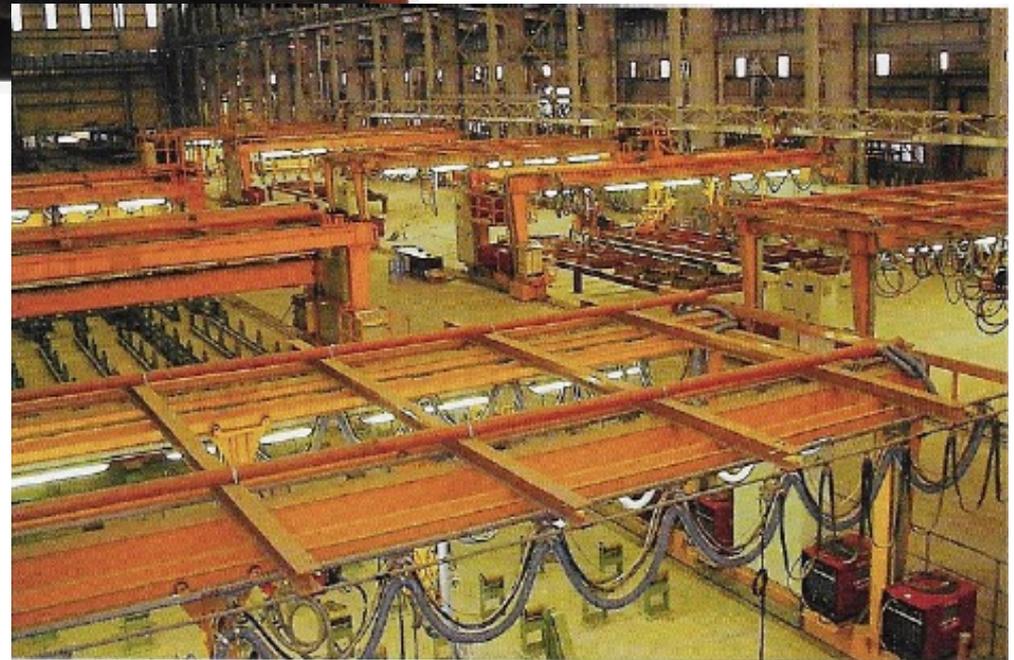
Esempio di Linea prefabbricazione pannelli piani



Cutting, Cleaning and Marking Gantry

- **position:** after panel forming areas;
- **purpose:** perfectly square panel, clean and mark the surface prior to profile positioning.





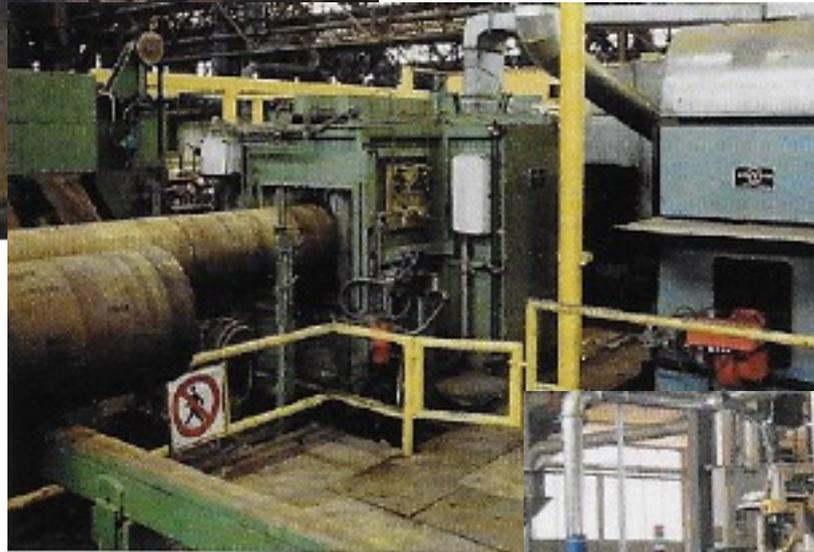
Pipe bending machine



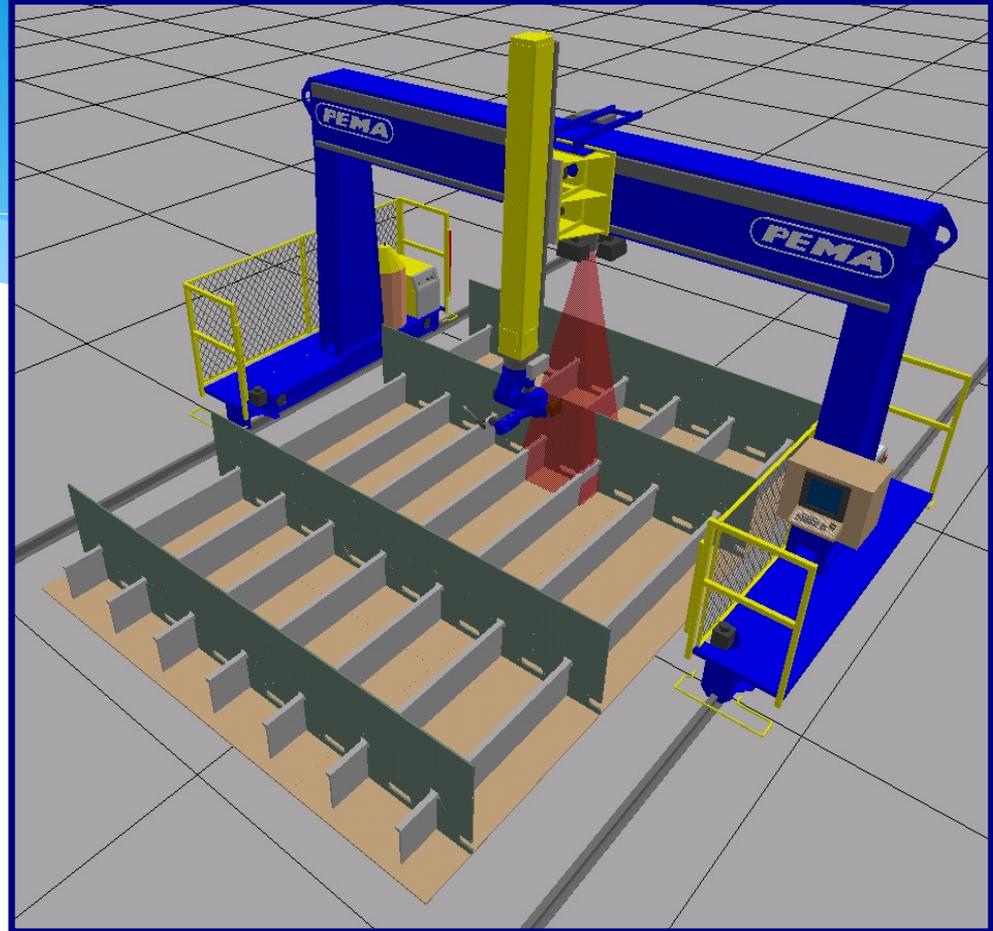
• Cutting machines

For Plates, Profiles, Pipes.



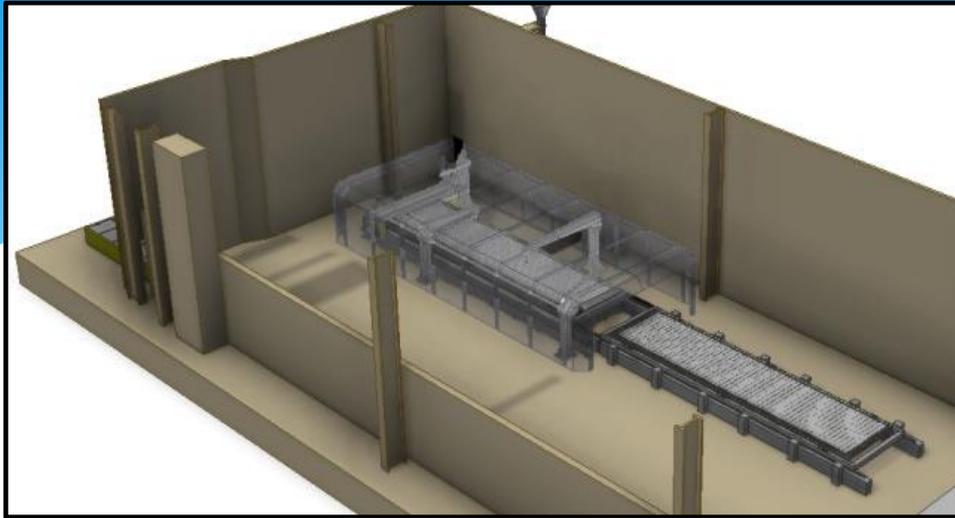


Processi tecnologici: Robotica ed automazione industriale

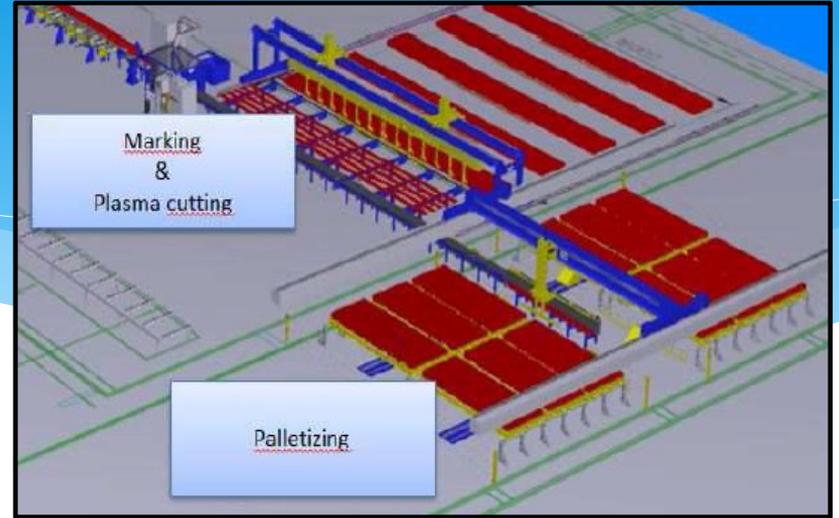


Costante aggiornamento tecnologico per efficientamento capacità operativa

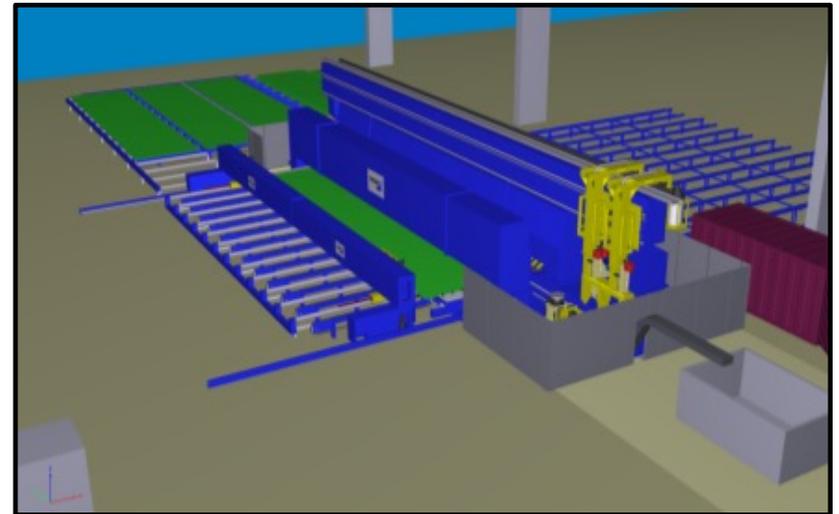
Processi tecnologici: taglio a C.N., saldatura laser ibrido, palletizzazione...



Plasma secco



Tagliaprofili



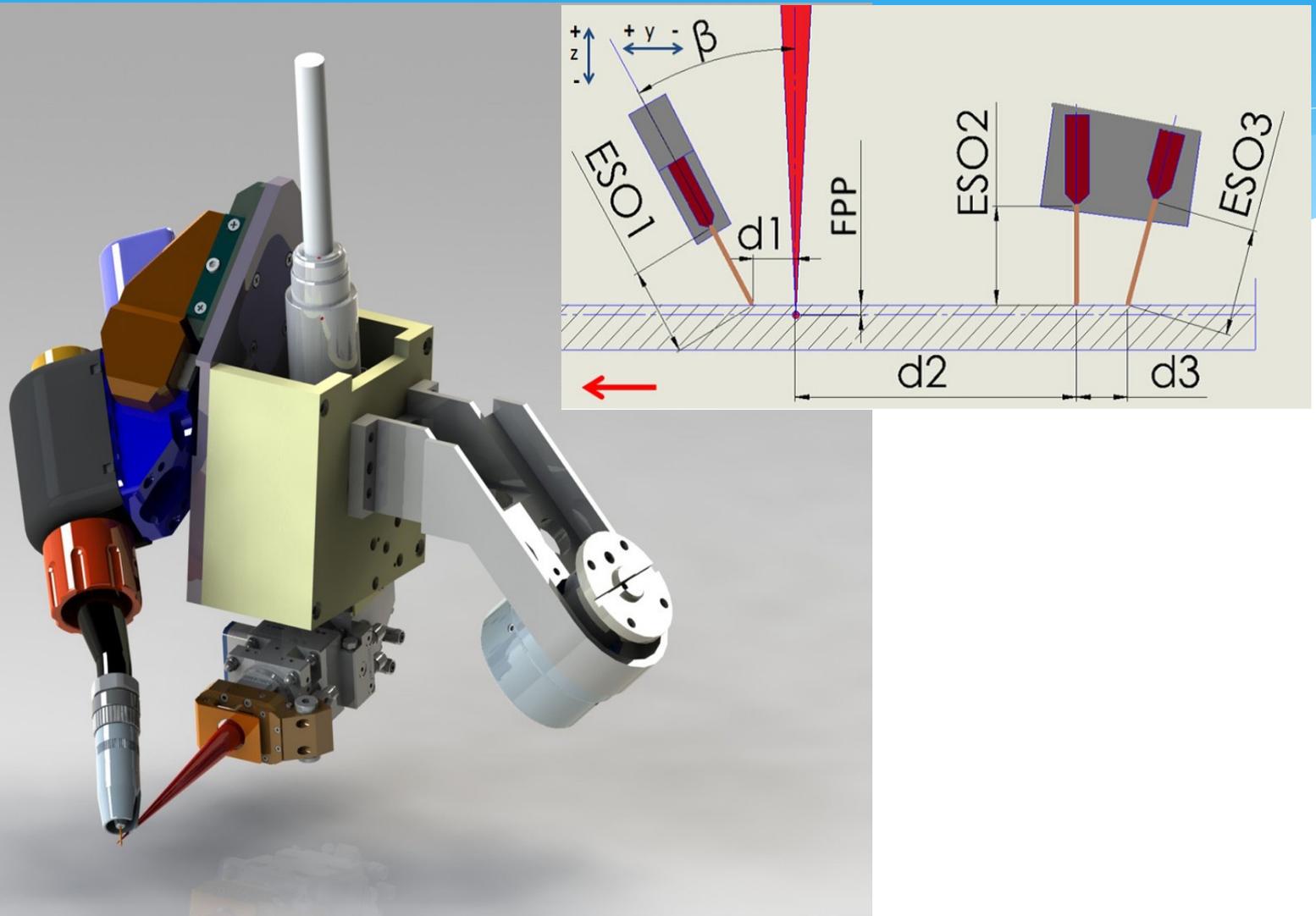
One Side Hybrid Laser welding machine

Robotized Welding Gantry

- **position:** end of the Panel Line;
- **purpose:** weld finishing.



Il sistema di saldatura LASER IBRIDO + MAG Tandem

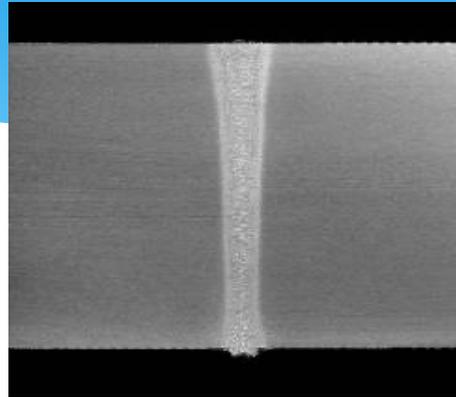


Processi di saldatura avanzati

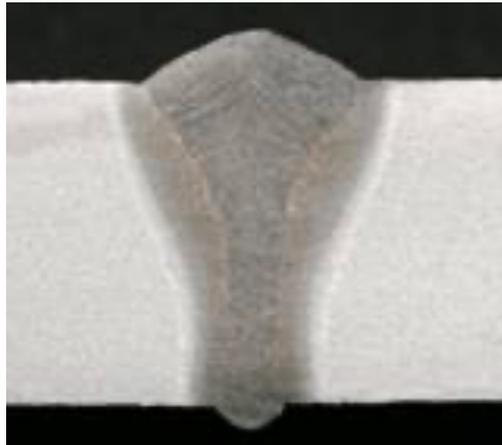
Macro di giunti T/T di diversi processi di saldatura



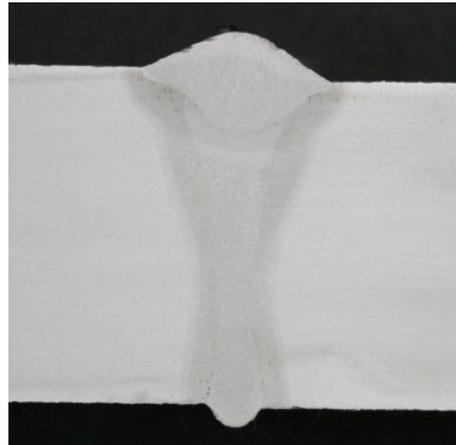
MIG - MAG



Laser



Laser ibrido



Laser ibrido + (MAG Tandem)

FINCANTIERI
Cantieri Navali Italiani S.p.A.

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)
ACCORDING TO EN ISO 15609-1
for welding procedure qualification according to UNI EN ISO 15614-1

MANUFACTURER **FINCANTIERI S.p.A.**

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION No. **4850-01** Date **05/december/2008**

WELDING PROCESS **111 SMAW** Type(s) **MANUAL**

WPQR REFERENCE **320 321** Date **28-08-2001**

WELD PREPARATION DETAILS/WELDING SEQUENCE

| Pass | Process | Diam mm | A | V | Travel Speed Cm/min |
|------|---------|---------|-------|-------|---------------------|
| I | 111 | 2.5 | 70-80 | 22-23 | 13 |
| R1 | 111 | 2.5 | 80-90 | 22-23 | 14 |

JOINT

Joint type **V JOINT** Method of preparation and cleaning **PLASMA CUT / OXY CUT**

Backing Tack welding

Backing material Weld preparation **GRINDING / CHIPPING**

Back gouging **GRINDING** Other **PRIMER / ROUGHNESS**

PARENT MATERIAL **WELDING POSITION**

Designation **S 355 J2 G3 EN 10025 - 2 (DH 36)** Position tested

Group(s) (CR ISO 15608) **1.2** to **1.2** Positions qualified **PA**

Thickness (mm) **3** Range **3** Branch angle

Outside diameter (mm) Range **> 500** Other

WELDING CONSUMABLES **ELECTRICAL PARAMETERS**

Designation **EN 499: E 46 4 B 42 HS** Type of current/Polarity **C.C. INVERSA**

Trade name **ESAB 48.50** Current range (A) **SEE TABLE**

Size (mm) **2.5** Arc voltage range (V) **SEE TABLE**

Flux Designation Mode of metal transfer

Flux Trade name Other

Throat thickness

SHIELDING GAS **PREHEAT/INTERPASS/PWHT**

Shielding composition Minimum preheat (°C) **AMBIENTE > 5° C**

Flow rate (l/min) Maximum interpass (°C) **100°**

Backing composition Preheat maintenance

Flow rate (l/min) PWHT temperature & time

..... Heating rate

..... Cooling rate

OTHER INFORMATION *For fully mechanized/robotic only.

Nozzle diameter (mm) *Oscillation

Tungsten electrode type *Stand off distance (mm)

Tungsten electrode diam. (mm) *Torch angle

Single or multiple electrodes **SINGLE** Travel speed (cm/min)

Multiple or single pass **SINGLE**

String or weave **STRING**

APPROVED BY
(stamp and signature)

6.6 – Piano di miglioramento e piano degli investimenti

- ❑ ***L'innovazione di processo*** è un'attività prioritaria e costante di un Cantiere che vuole mantenere e accrescere la propria capacità concorrenziale, in funzione della mission produttiva, del volume di produzione, delle strategie di produzione.

- ❑ A supporto di questa attività è necessario promuovere:
 - ✧ il costante aggiornamento sullo stato dell'arte e sull'evoluzione delle tecnologie disponibili nel mercato,

 - ✧ Il costante confronto e valutazione delle scelte della concorrenza e l'individuazione dei benchmark di riferimento,

 - ✧ L'integrazione con la Production Engineering intesa come industrializzazione del prodotto e miglioramento-innovazione del processo

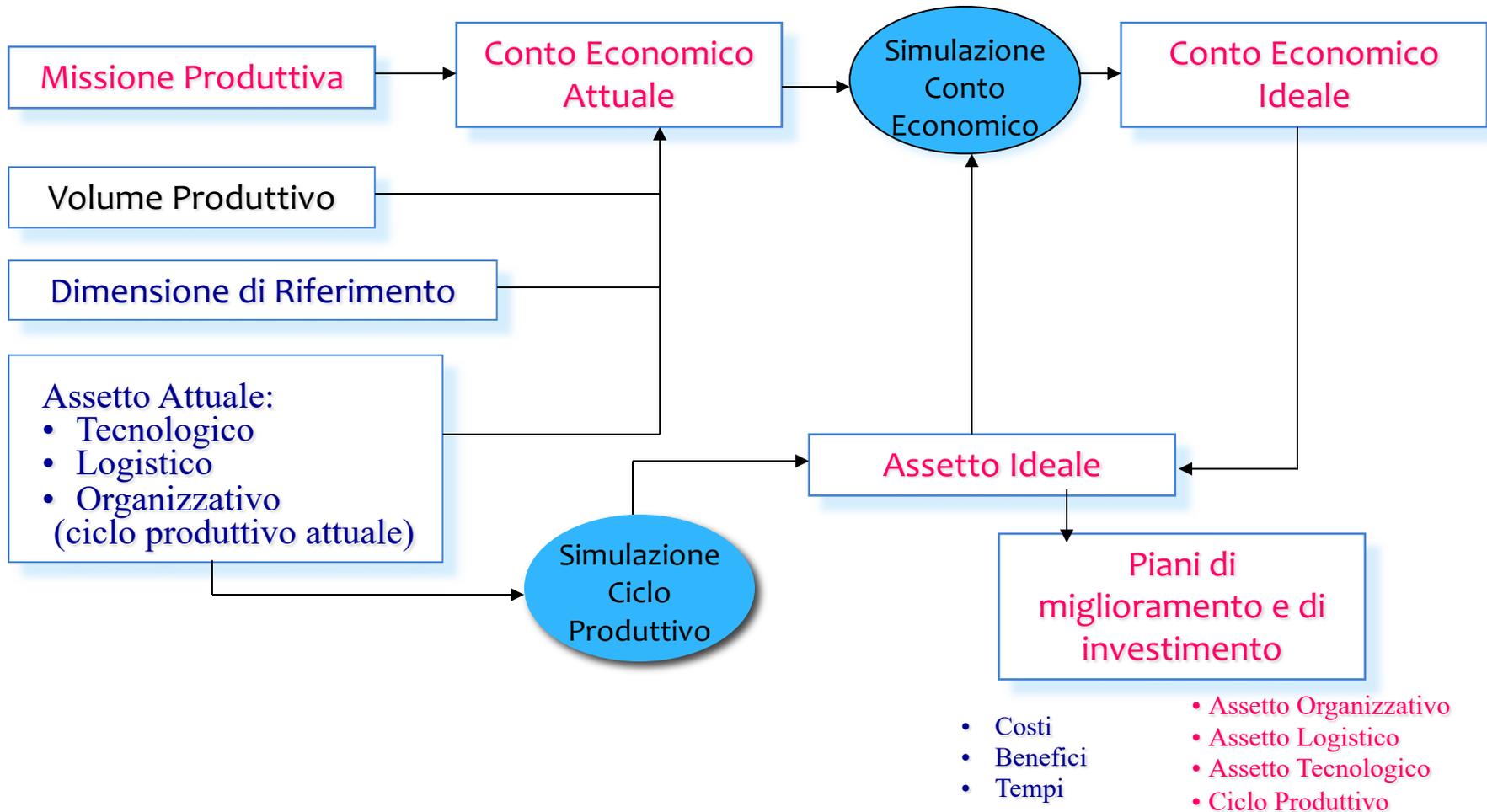
- ❑ Dal punto di vista operativo tutto ciò si traduce nell'elaborazione del **Piano degli investimenti** e del **Piano di miglioramento**, con impatto a livello di Commessa e di Cantiere.

- ❑ Il **Piano degli investimenti**, sempre in una logica evolutiva e a suo corollario, contiene anche gli interventi di **manutenzione straordinaria** degli impianti esistenti.

- ❑ Questo tipo di interventi, **gli investimenti e le manutenzioni straordinarie**, in quanto producono un arricchimento del patrimonio aziendale e un aumento del capitale investito, devono produrre valore per l'azienda e pertanto la loro convenienza deve essere valutata in termini di VAE(*) per l'arco di vita degli investimenti stessi.

(*) Valore Aggiunto Economico: nel caso degli investimenti è l'utile netto creato nell'arco di vita di un investimento diminuito del costo medio del capitale investito (ved. Cap. 8 successivo)

Lo schema operativo

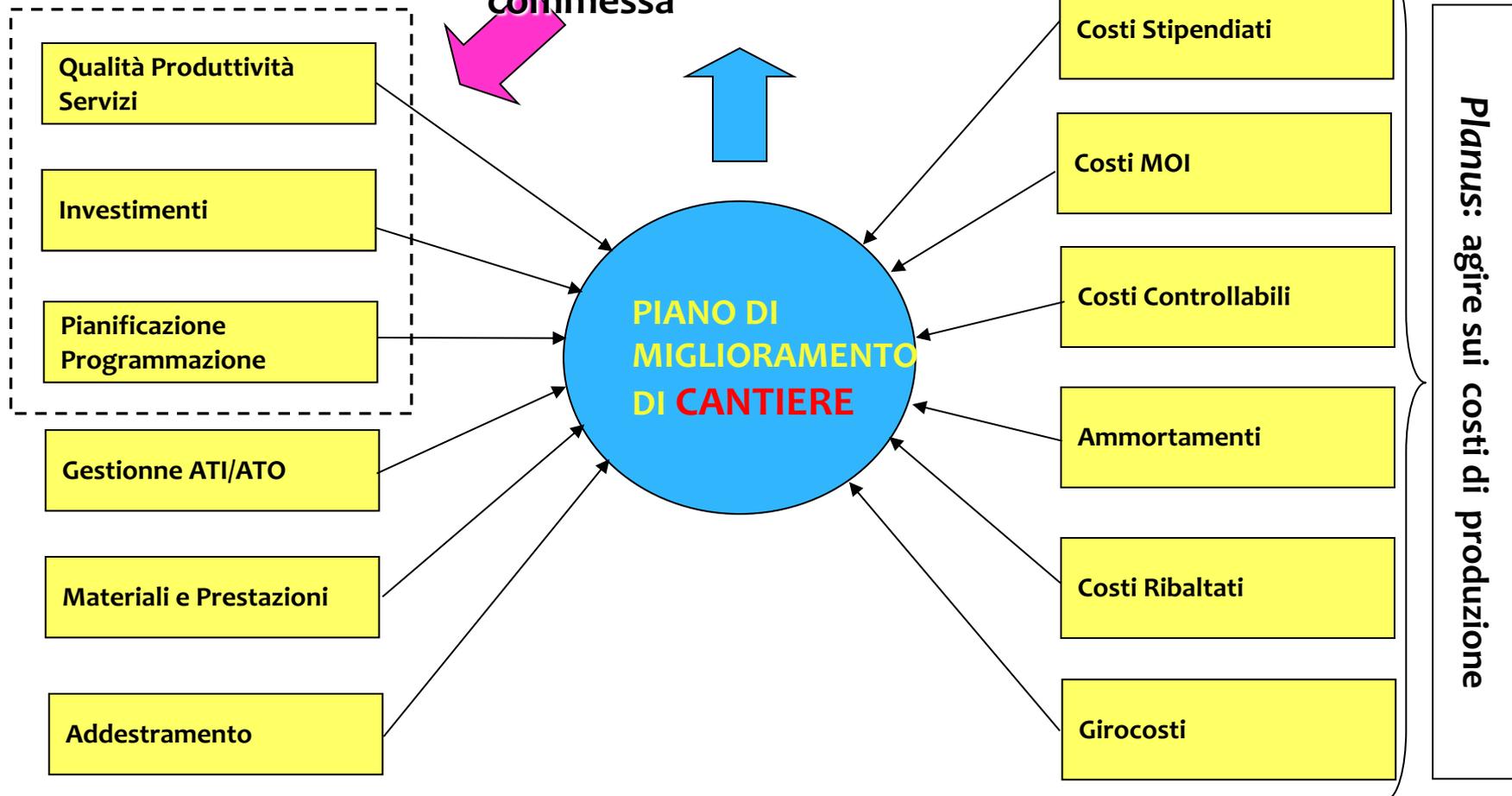


Schema logico di Piano di miglioramento del Cantiere

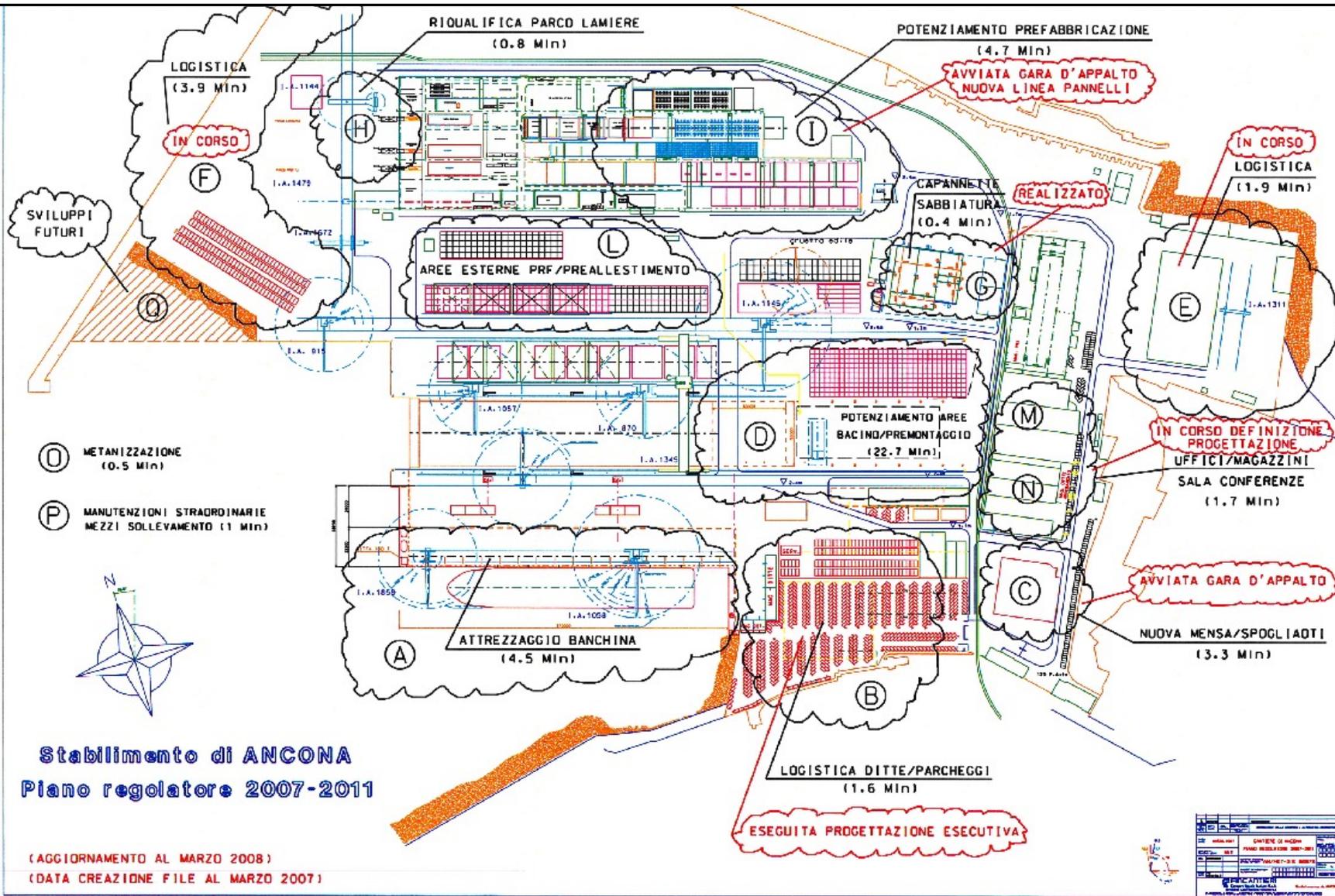
LEVE DI INTERVENTO

Piano di miglioramento di
commessa

VOCI DI COSTO



Esempio animato di Piano di miglioramento tecnologico del Cantiere



6.7 - Best practice, Benchmark e performance

- ❑ Le **Tonnellate di Stazza Lorda Compensata (TSLC)** o **Compensate Gross Tons (CGT)** con le quali si misura in maniera sufficientemente omogenea e confrontabile la **produzione annua media** possono essere utilizzate per misurare la **prestazione** (performance) di un Cantiere navale e quindi, in un processo di benchmark (prestazione ideale), confrontare tale prestazione con quella di altri cantieri concorrenti;
- ❑ Il confronto basato sulle **Best Practice** consente di individuare i punti di forza e di debolezza, fornendo quindi le informazioni utili per sostenere un processo di miglioramento delle prestazioni.
- ❑ Gli **indici di misura della performance**, secondo un metodo di misura della performance messo a punto da **First Marine International Ltd**, sono essenzialmente i seguenti:

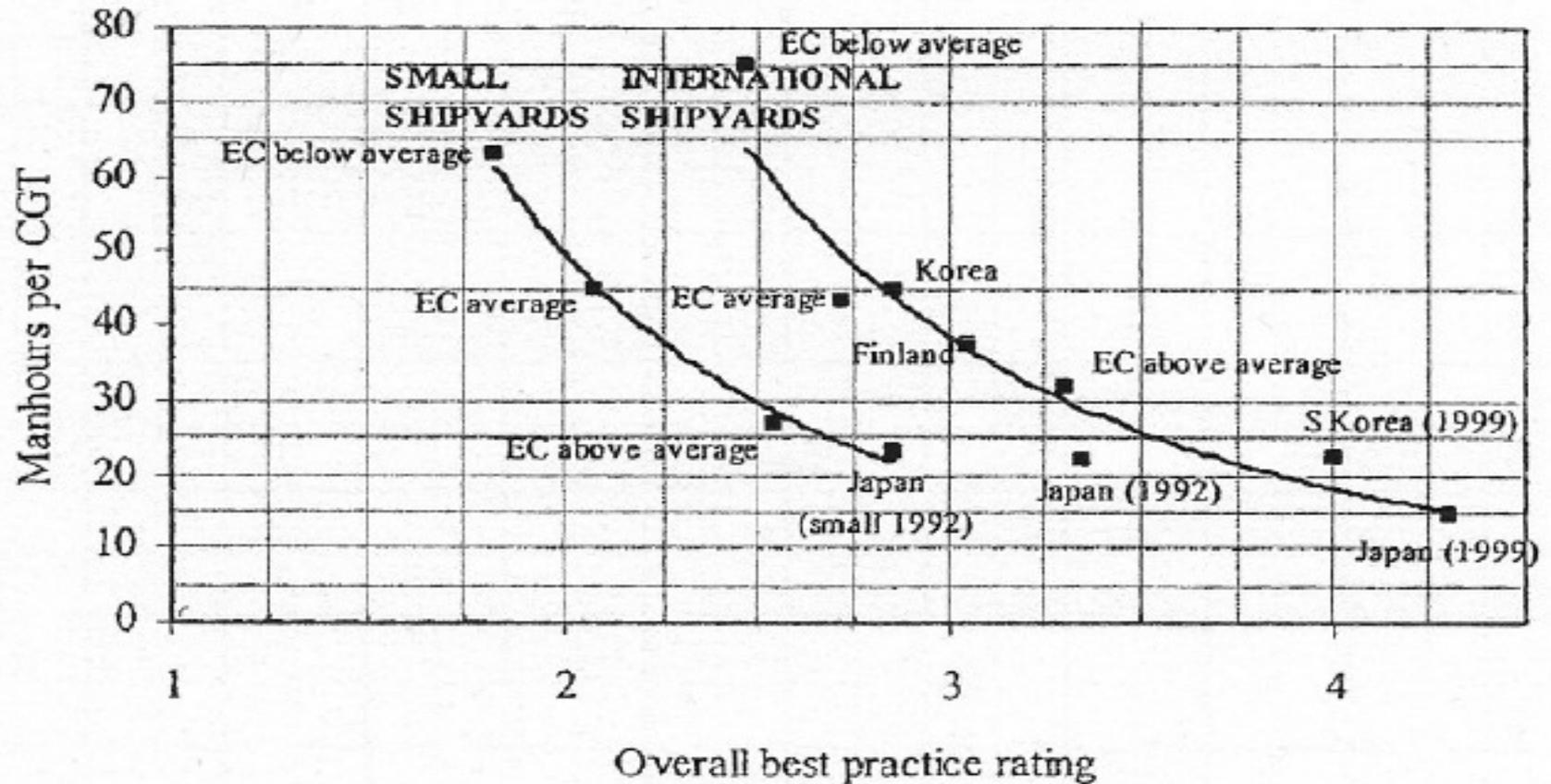
Indice di Produttività = Ore lavoro/TSLC

Indice di Competitività = Costo di trasformazione(*)/TSLC

(*) Il costo di trasformazione va inteso come somma di tutti i costi esclusi gli acquisti dei materiali: se riferito ad un valore di benchmark, va inteso come costo di break-even, cioè di pareggio.

International competitive performance (*)

BEST PRACTICE AND OUTPUT PERFORMANCE



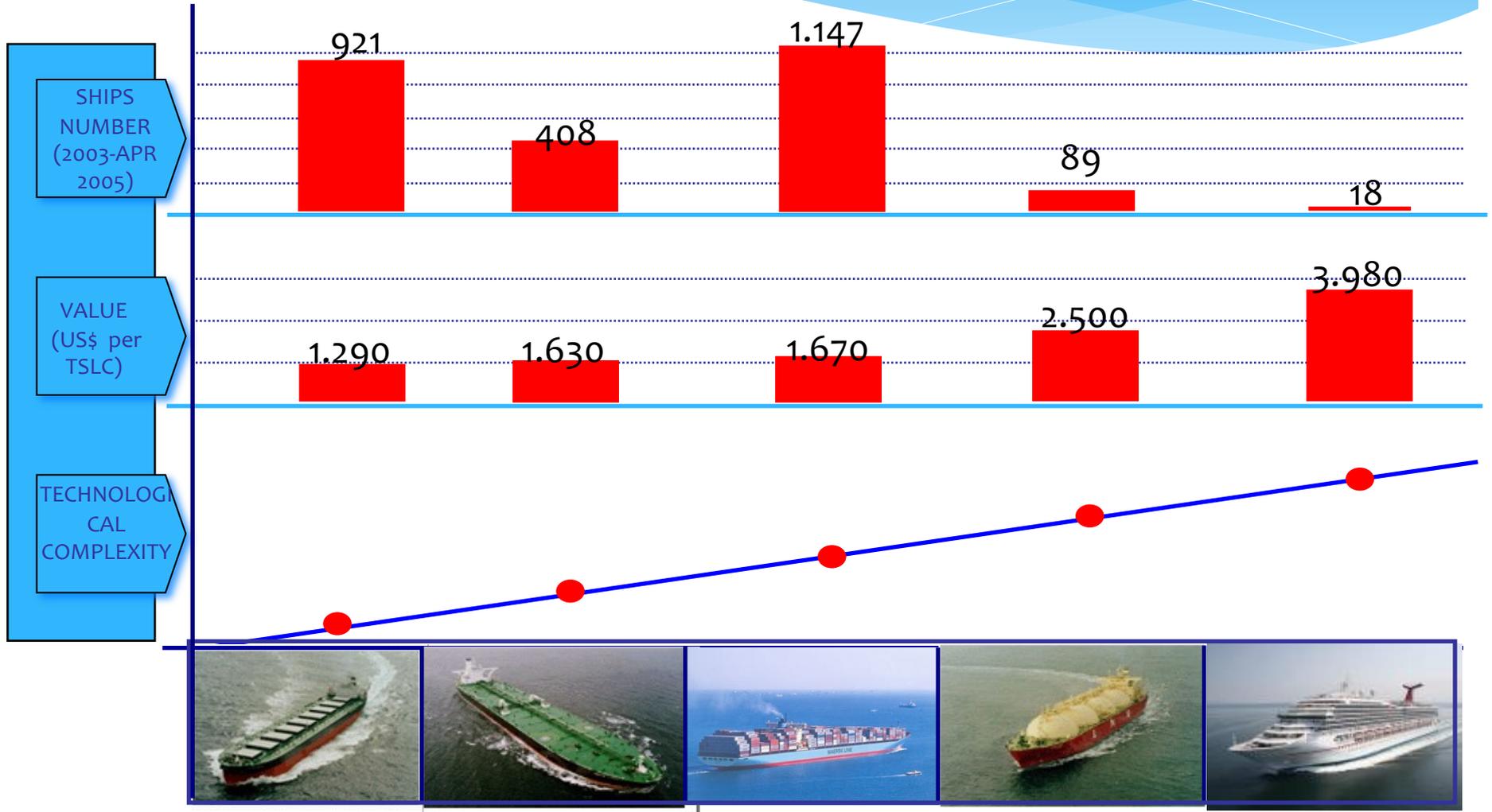
(*) Da uno studio commissionato dalla Comunità Europea a KPMG/FMI nel 2002

Costo di trasformazione di break-even

| Ship type | Added Value (\$/CGT) Year 2001 |
|----------------------|-----------------------------------|
| Cruise | 1,600 |
| Ro-ro | 750 |
| Bulker | 250 |
| Tanker | 450 |
| LNG | 730 |
| Container | 450 |
| Short sea/Specialist | 1,100 |

Nota.: Il valore del US\$ nel 2001 era mediamente del 10% superiore all' Euro

MERCHANT SHIPS (year 2005)



6.7.1 - Il metodo di valutazione First Marine International Ltd(*)

- ❑ Il sistema di benchmarking si basa sulla scelta di un minimo di 50 ad un massimo di 130 parametri di riferimento costituiti dai processi tecnologici ed operativi tipici di un cantiere navale, valutati in scala da 1 a 5, dove 5 rappresenta le migliori pratiche internazionali.
- ❑ In linea generale FMI prende in considerazione 10 processi operativi per ciascuno dei quali descrive i sottoprocessi significativi (aree tecnologiche omogenee) assegnandovi dei parametri di valutazione con il punteggio 1-5, formulato sulla base della propria esperienza derivante dal confronto con molti cantieri a livello mondiale.
- ❑ L'obiettivo, come detto, è identificare i punti di forza e di debolezza e fornire le informazioni necessarie per produrre un piano di miglioramento delle prestazioni guidato prioritariamente dalle esigenze di competizione del mercato.

(*) First Marine International (FMI) is the shipyard technology and marine market research Group of Royal HaskoningDHV.

FMI valuta l'assetto produttivo di un Cantiere in 5 livelli

Livello 1

Il Cantiere è caratterizzato da attrezzature, sistemi e tecnologie di base e metodi di lavoro obsoleti, tipiche dei cantieri navali dei primi anni '60, con molteplici linee di produzione (scali), gru di portata limitata e pochissima meccanizzazione; l'allestimento è in gran parte effettuato a bordo della nave dopo il varo. I sistemi operativi sono di base e manuali.

Livello 2

Cantieri moderni o nuovi della fine degli anni '60 e dei primi anni '70, con poche linee di produzione, anche un solo bacino di costruzione, gru più grandi e un certo grado di meccanizzazione. Viene applicato il computer per alcuni sistemi operativi e per il lavoro di progettazione. Rimane ancora significativamente inferiore alle norme del settore mondiale.

Livello 3

E' il modello di costruzione navale della fine degli anni '70, rappresentato dai cantieri nuovi o completamente rinnovati negli Stati Uniti, Europa, Corea del Sud e Giappone. Di norma un solo bacino o scalo di costruzione con gru di grande capacità, un alto grado di meccanizzazione nella produzione dello scafo e un uso più esteso dei computer in tutte le aree.

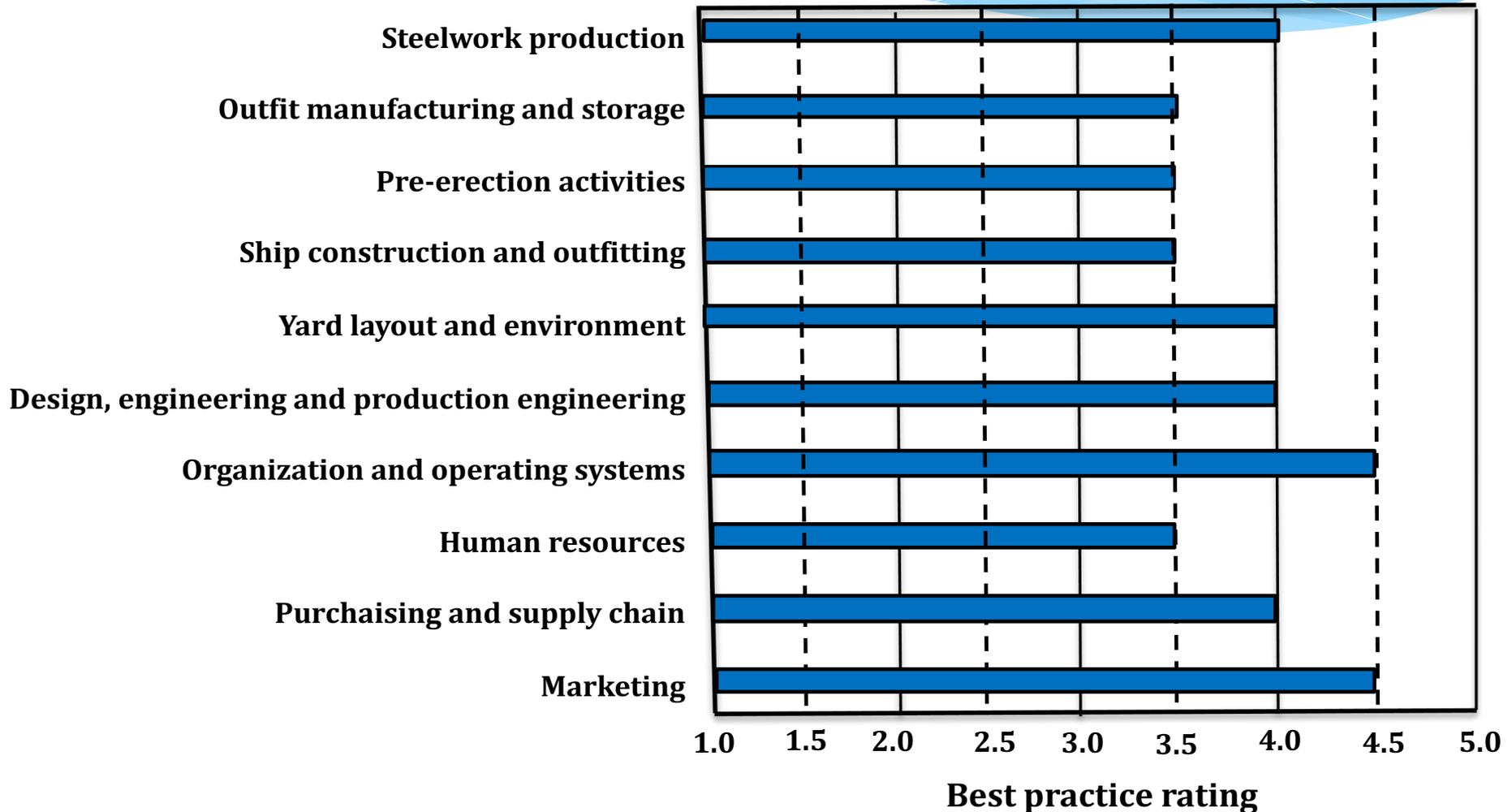
Livello 4

Si riferisce ai cantieri navali che hanno continuato a far avanzare la loro tecnologia negli anni '80. Generalmente un singolo dock, con una buona protezione ambientale, tempi di ciclo brevi, alta produttività, estensivo allestimento precoce e integrazione di scafo e allestimento, insieme a sistemi CAD / CAM e sistemi operativi completamente sviluppati. Questo livello è migliore delle medie del settore ma non è all'altezza degli standard più importanti.

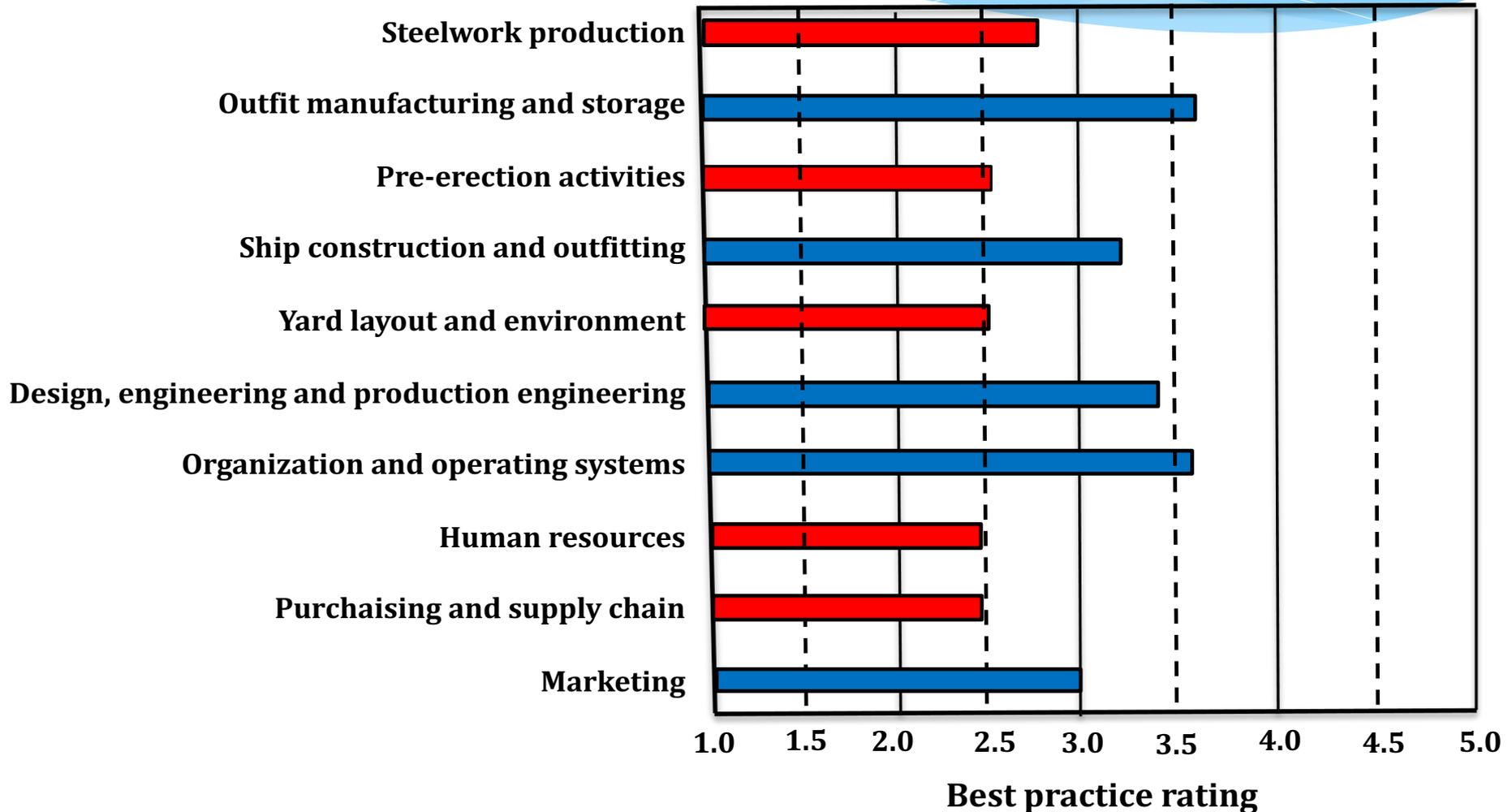
Livello 5

Rappresenta la tecnologia della costruzione navale all'avanguardia che si evolve dagli anni '90 in poi, con l'impiego dell'automazione e della robotica in aree in cui possono essere utilizzati efficacemente e mediante l'integrazione dei sistemi operativi, ad esempio, mediante l'uso efficace di CAD / CAM / CIM. Modello di produzione modulare nel design e nella produzione. Si caratterizza inoltre per l'accuratezza nei processi e da un'assicurazione di qualità pienamente efficace. In sintesi, l'uso all'avanguardia della tecnologia e i processi aziendali, i sistemi, la gestione e la forza lavoro leader del settore, verso il modello di Industria 4.0

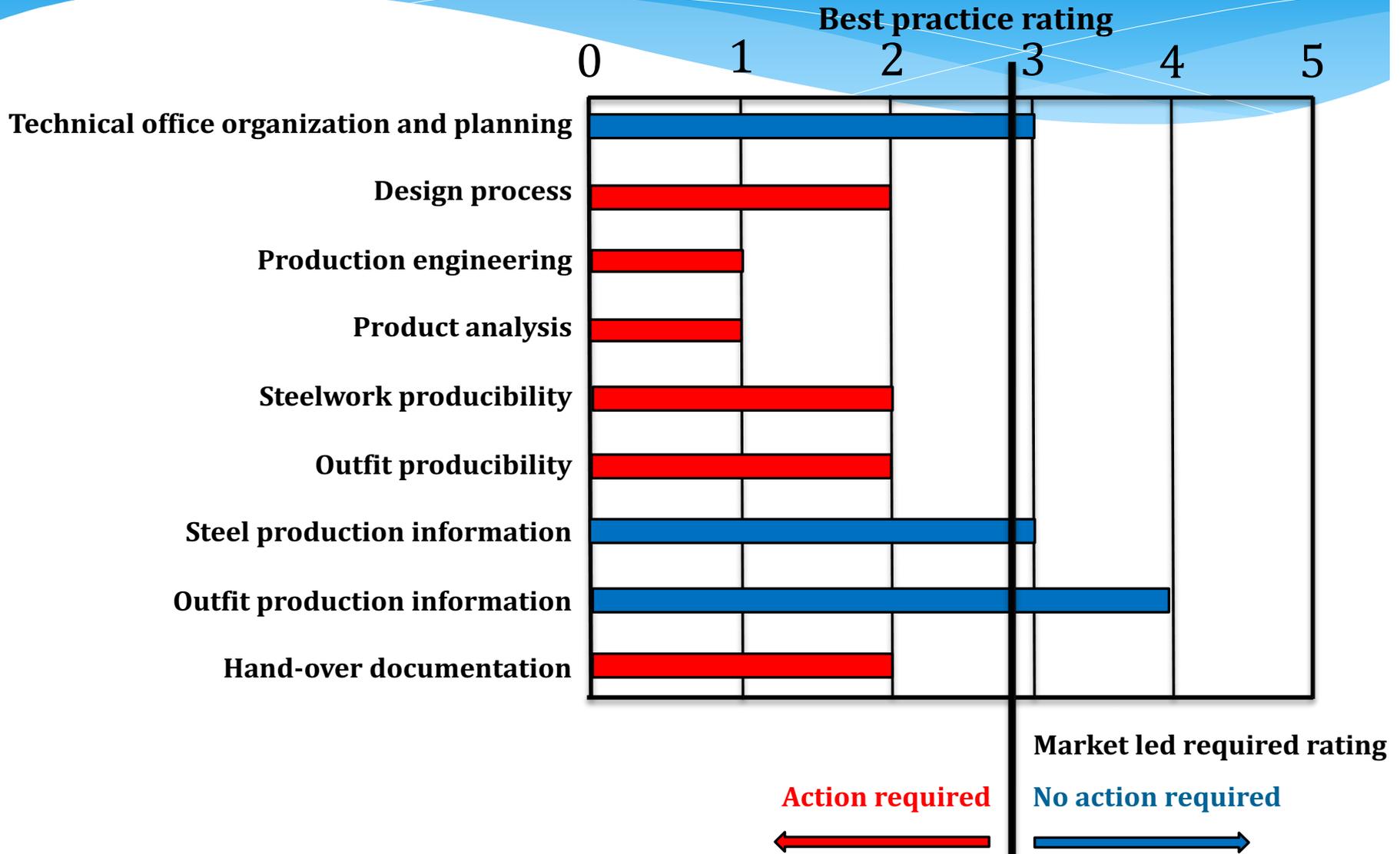
I processi che FMI usualmente esamina e valuta



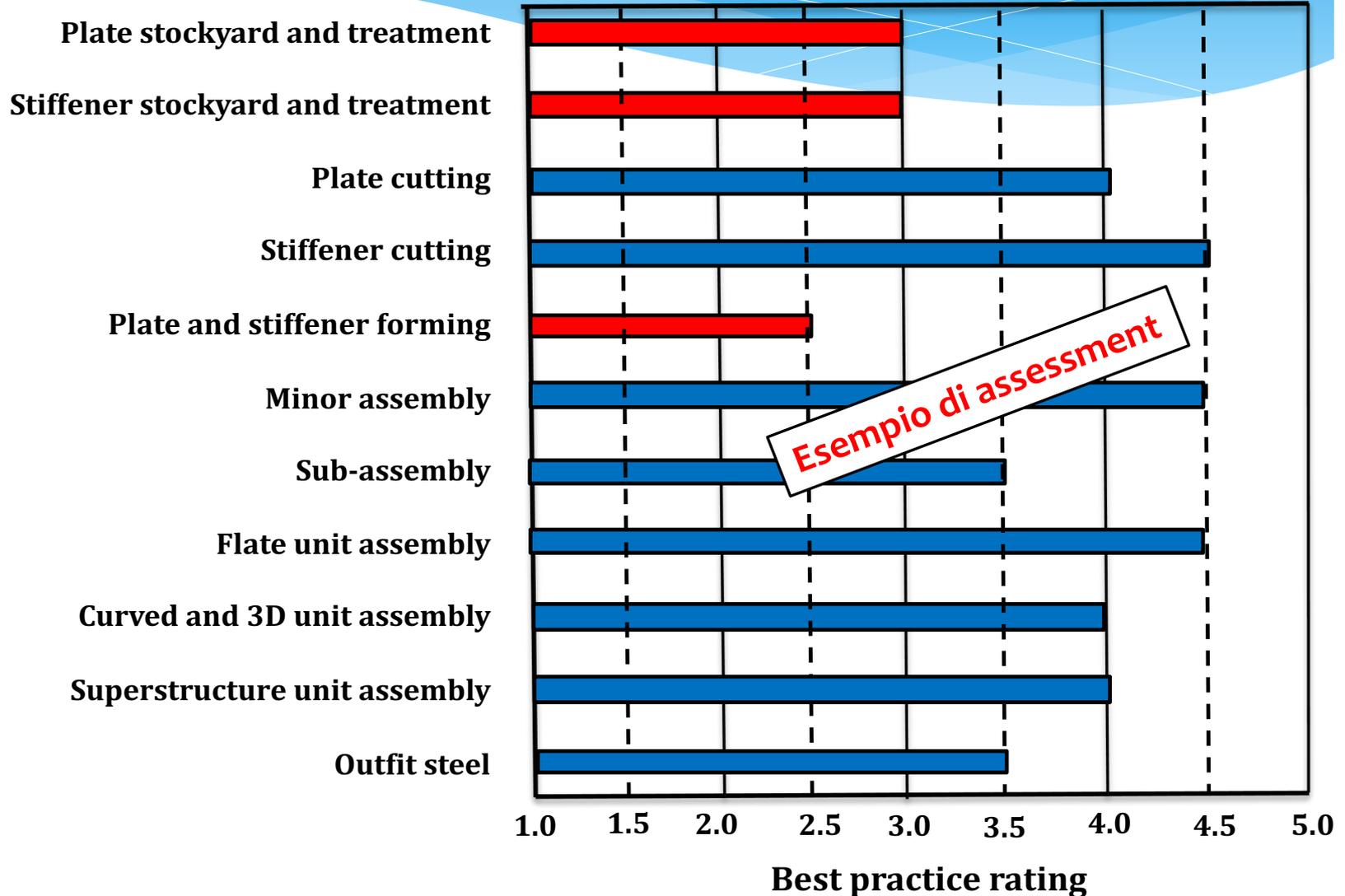
L'assessment di partenza



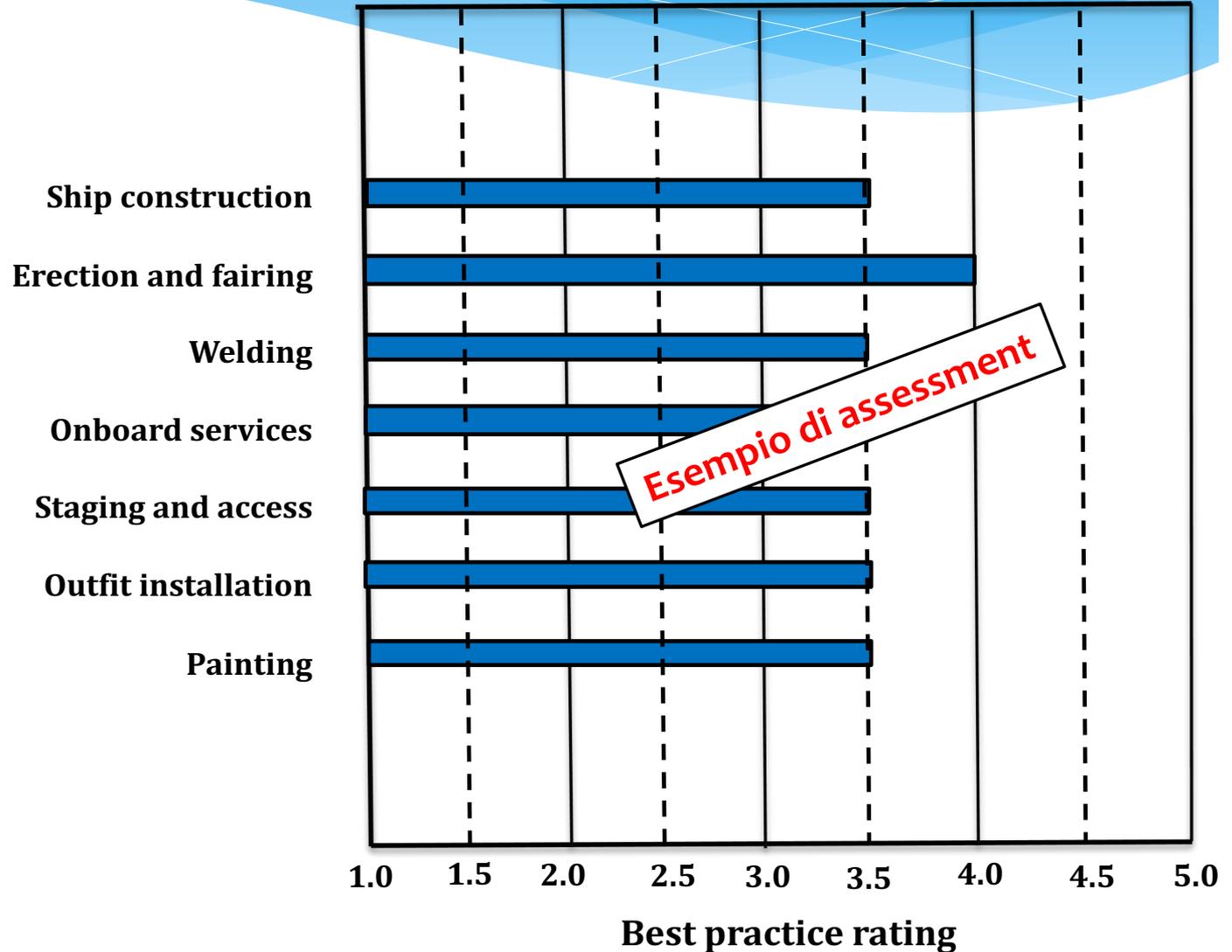
Identificare gli scostamenti nell'uso della best practice



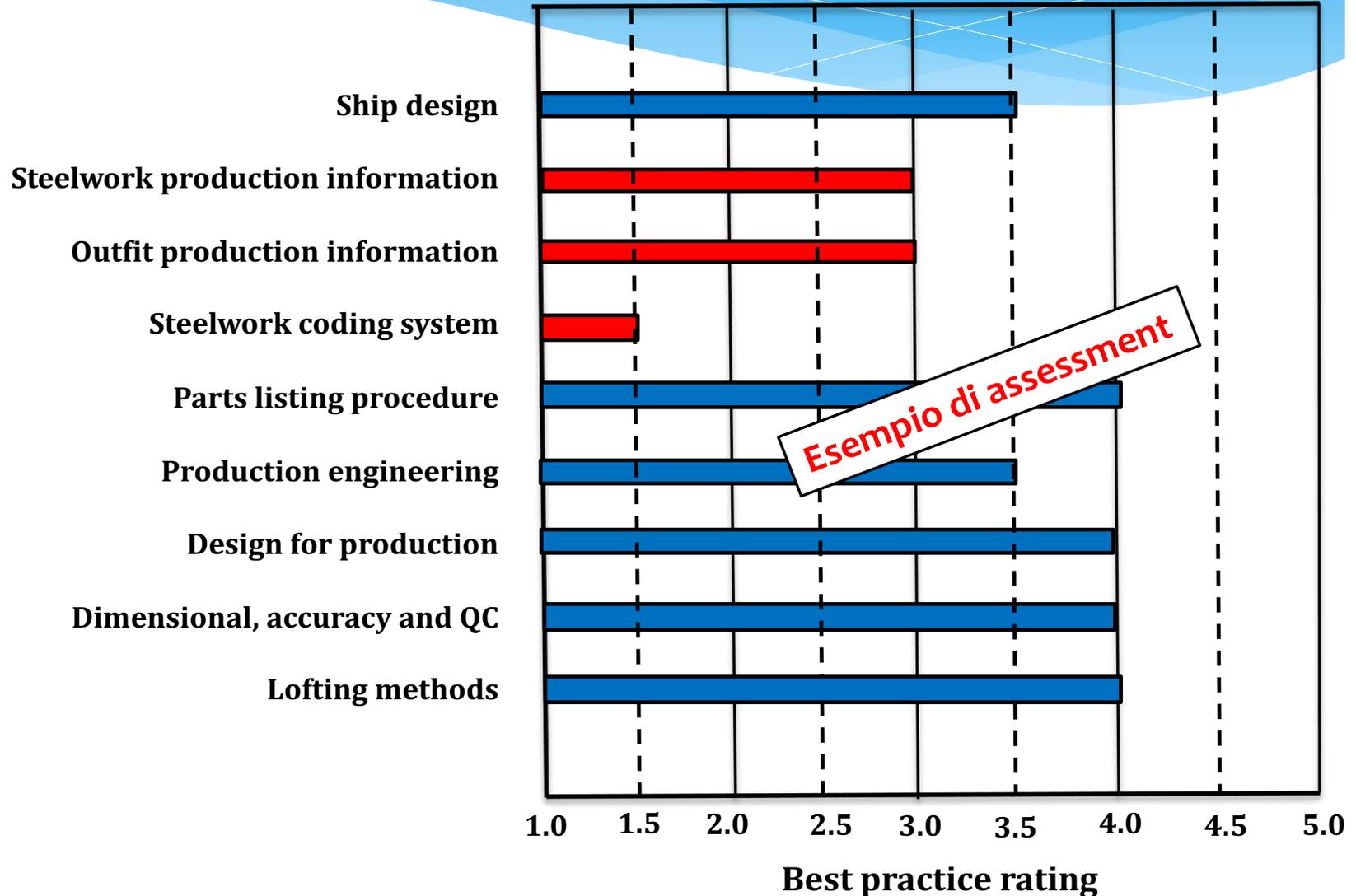
Steework production



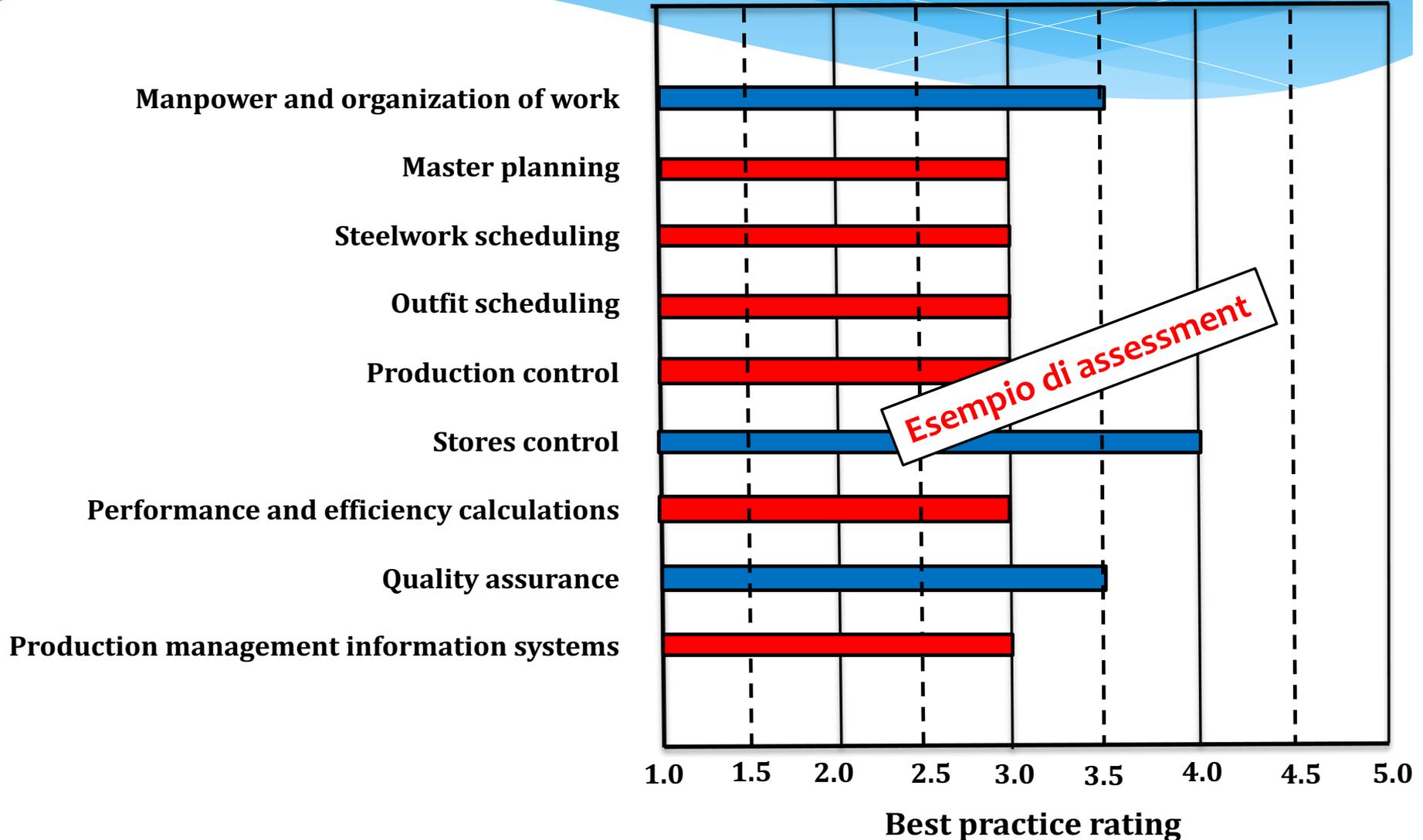
Ship construction and outfitting



Design, engineering and production engineering



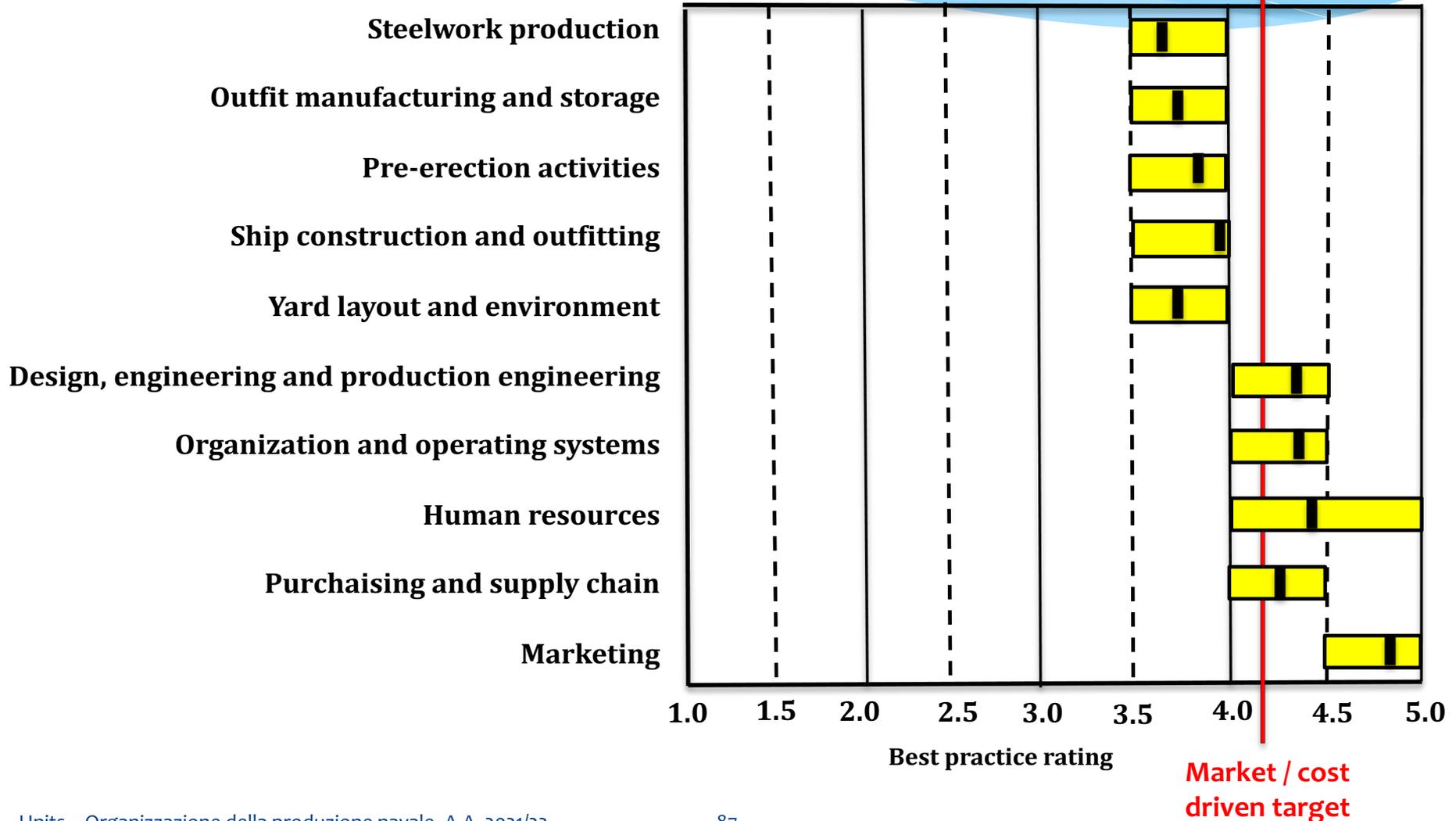
Organization and operating systems



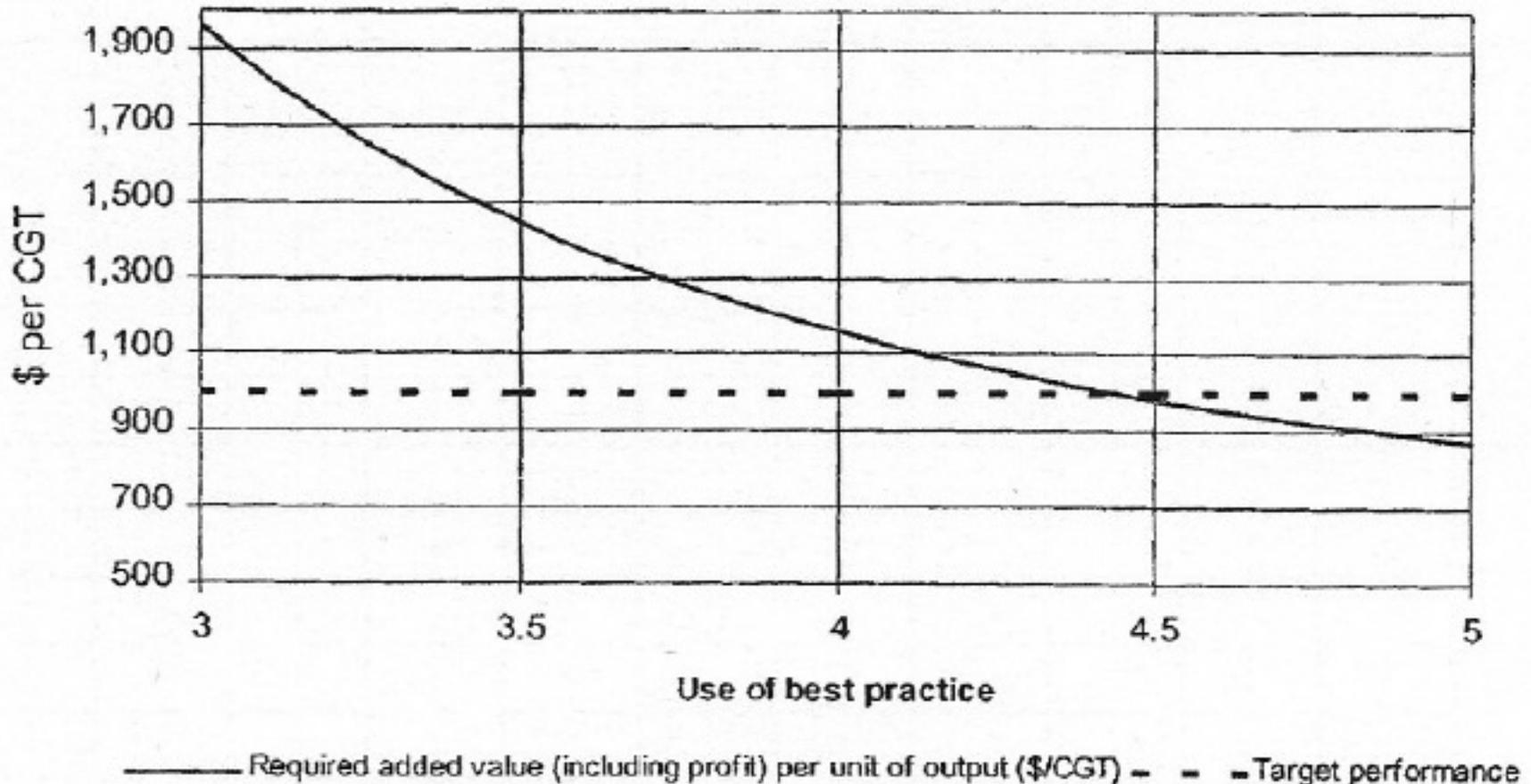
Bilanciamento dei Processi tecnologici e operativi

- ❑ Una valutazione di carattere generale sui processi tecnologici e operativi parte dalla considerazione che i livelli più alti di tecnologia non sono intrinsecamente "migliori".
- ❑ Le tecnologie più avanzate implicano spesso un costo elevato e la loro applicazione potrebbe non essere appropriata in termini di convenienza economica.
- ❑ E' efficace disporre invece di un equilibrio tecnologico tra tutti gli elementi al livello dettato dalla base dei costi del cantiere e dal mercato di riferimento e quindi non è necessario ottenere 5 punti per essere competitivi.
- ❑ In generale, avere aree isolate ad un livello significativamente più alto non va bene. Le aree adiacenti possono non supportare adeguatamente le aree a più alta tecnologia e quindi l'investimento nelle sole aree ad alta tecnologia da solo non può garantire il beneficio previsto.

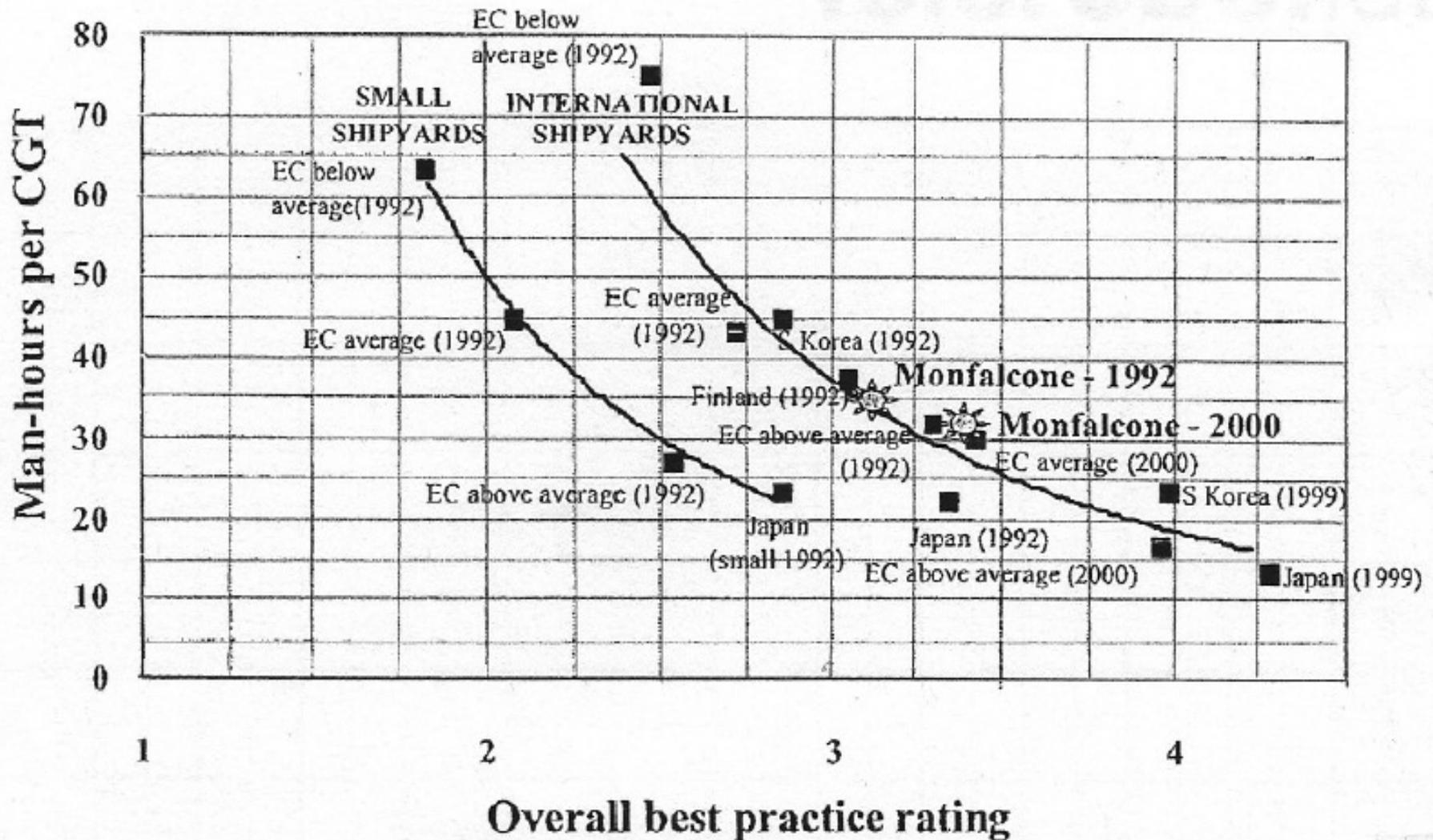
Balanced technology



La curva di benchmark che definisce l'obiettivo a cui tendere con l'uso della best practice, utilizzando le leve del **piano di miglioramento** dei processi e del **piano di investimenti** a medio termine e dopo aver fatto l'assessment della situazione di partenza



Il posizionamento del Cantiere di Monfalcone tra il 1992 e il 2000



Riprendiamo gli obiettivi dell'esempio riportato all'inizio della lezione...

Missione, volume e performance

Missione Produttiva



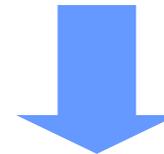
Navi da crociera da 50.000~80.000 TSL

Volume Produttivo



1.5 ÷ 1 NAVI / Anno

Dimensione di Riferimento

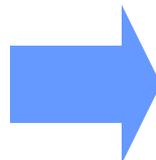


Assetto :

- Tecnologico
- Logistico
- Organizzativo

~ 1.750 ore/000 Anno (-230 h/000)
pari a ~ 105.000 tslc / Anno (+ 20.000 tslc)

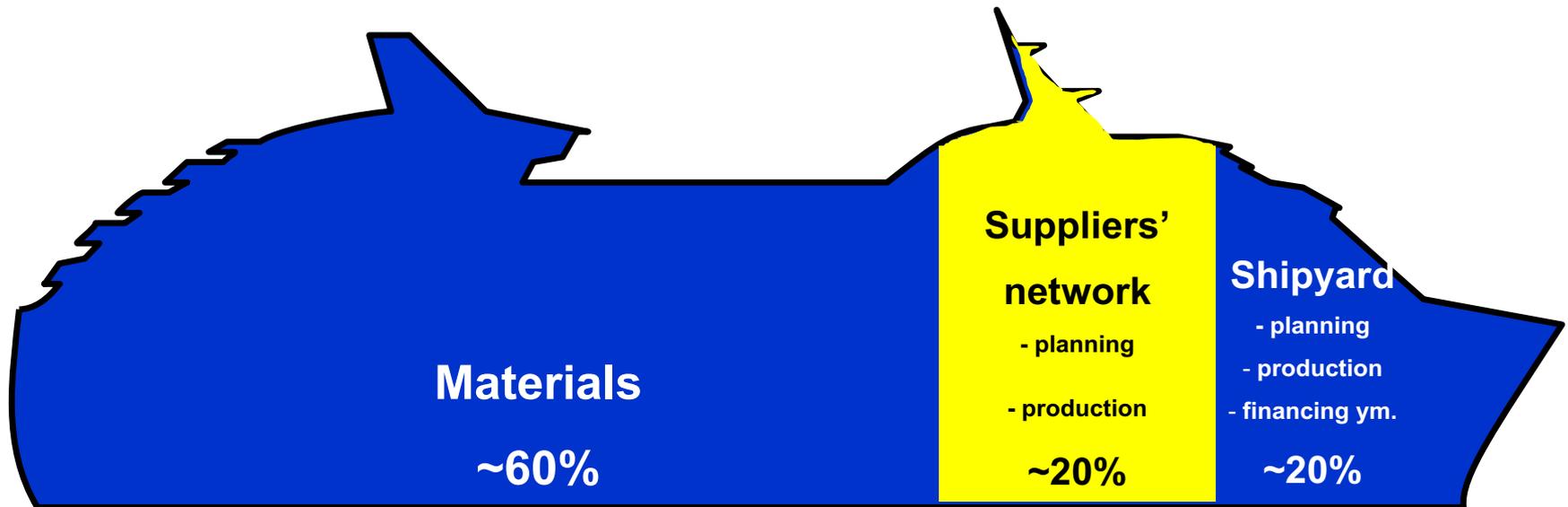
Performance



da 23.5 a 16.5 ore / tslc
Riduzione 2+4 mesi lead time
bacino / banchina

Ricordiamoci di questa informazione...

The make or buy structure of the Cruise ships



Facciamo un rapido calcolo del Valore Aggiunto di obiettivo:

- ❑ Se consideriamo anche la manodopera della parte “supplier” (20% come la parte Cantiere) possiamo, seppur grossolanamente ma al peggio, sostenere che:

Da 23,5 ore/TSLC → 47 ore/TSLC

Da 16,5 ore/TLC → 33 ore/TSLC

costringendo tutto il sistema produttivo a migliorare.

Altrimenti avremmo, senza il miglioramento dei Supplier:

Da 16,5 ore/TSLC → $16,5 + 23,5 = 40$ ore/TSLC

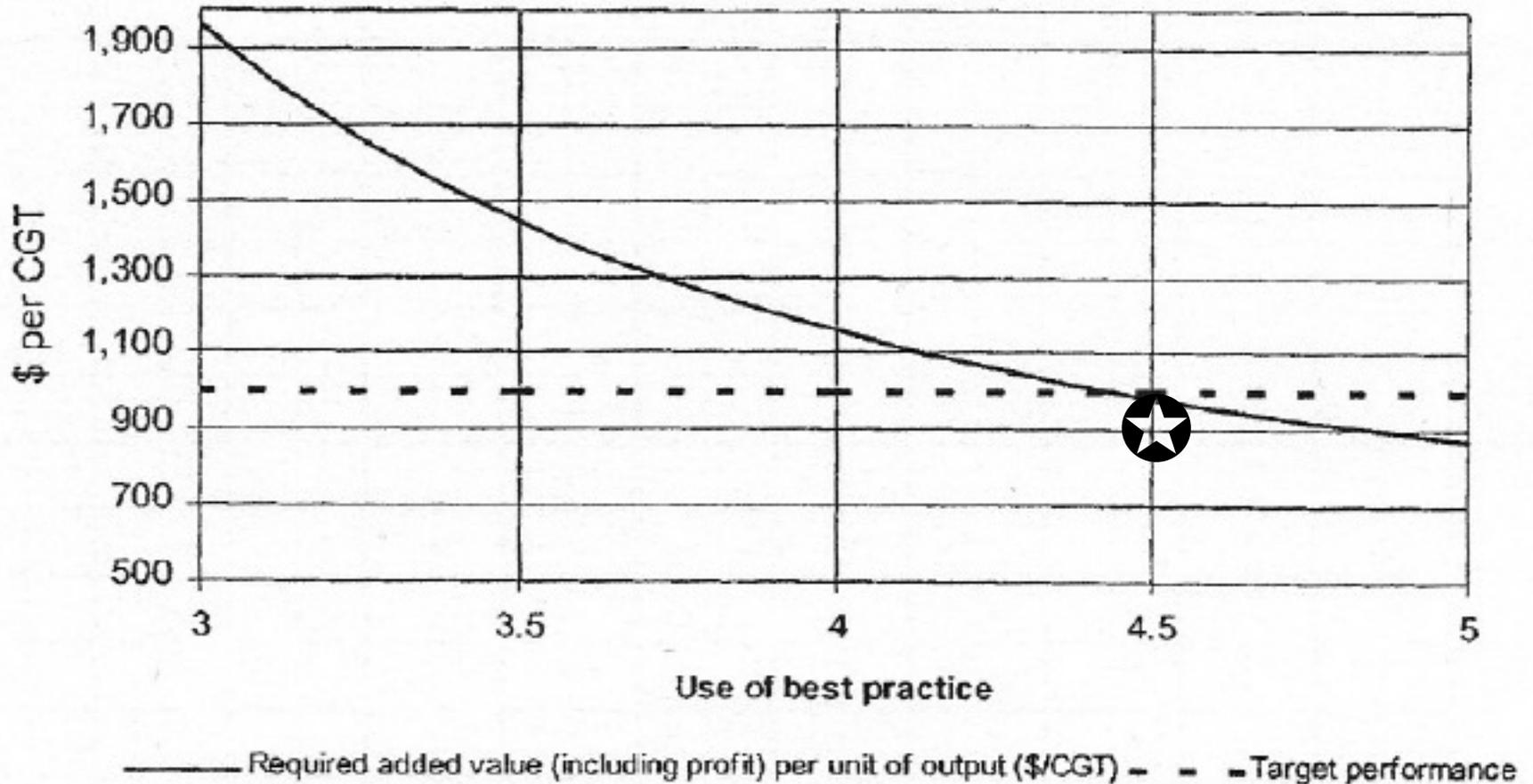
- ❑ Nell’anno **2000** la tariffa oraria era di circa **35 US\$**, mentre quella dei Supplier si poteva assumere pari a **20-25 US\$**. Quindi:

◆ **Situazione di partenza** $(23,5 \times 35 + 23,5 \times 25) \approx 1.400$ US\$/TSLC

◆ **Obiettivo minimo** $(16,5 \times 35 + 23,5 \times 25) \approx 1.170$ US\$/TSLC

◆ **Obiettivo di Benchmark** $(16,5 \times 35 + 16,5 \times 25) \approx 900$ US\$/TSLC

L'obiettivo di benchmark, da raggiungere utilizzando le leve del **piano di miglioramento** dei processi e del **piano di investimenti** a medio termine, ci indica qual è il livello di best practice corrispondente



6.7.2 - Le indicazioni dello Studio della C.E. del 1992

- ❑ Lo studio KPMG / FMI del 1992 sulla competitività dei cantieri navali europei ha identificato differenze significative nell'adozione delle migliori pratiche tra i cantieri CE e Far Eastem.

- ❑ Le caratteristiche che caratterizzano i performer superiori alla media e al di sotto della media in sette aree chiave dell'attività aziendale sono state estratte dal rapporto del 1992 e sono citate qui di seguito:
 1. Strategy and Management
 2. Marketing
 3. Purchasing
 4. Human Resources
 5. Design and Engineering
 6. Planning for production
 7. Production

- ❑ Per quanto riguarda i problemi di **strategia e gestione**, i cantieri sopra la media hanno un alto grado di attenzione su uno specifico mercato di riferimento, che si collega a chiari obiettivi e azioni di gestione in ciascuna area funzionale, mentre i cantieri inferiori alla media sottolineano la necessità di flessibilità e tendono a cercare di servire un certo numero di mercati diversi con un mix di singoli prototipi e piccole serie, il che rende problematico il coordinamento delle strutture organizzative e l'allocazione delle risorse ”.
- ❑ Sul **marketing**, i cantieri con le prestazioni più elevate tendono ad avere Clienti chiaramente identificati e mirati, hanno una politica di contatto proattivo con gli armatori, vedono il post-vendita come un'altra opportunità di contatto e non solo un costo e utilizzano le proprie risorse con un uso minimo di Agenti. I Cantieri sotto la media tendono ad essere totalmente reattivi alle richieste dei Clienti, considerano gli ordini come una tantum piuttosto che parte di una relazione di lungo termine con gli armatori, non hanno chiare priorità di sviluppo del prodotto e dispongono di pochissime risorse nelle vendite e nel marketing ”.

- ❑ Negli **Acquisti**, i Cantieri sopra la media tendono ad avere solo due o tre fornitori in ciascuna area, a operare con poche restrizioni di approvvigionamento e a perseguire economie di scala collaborando per gli acquisti con altri cantieri. I Cantieri sotto la media tendono ad operare con più vincoli imposti dalla loro scarsa conoscenza delle fonti di finanziamento esterne e utilizzano i tradizionali rapporti acquirente / venditore ".

- ❑ Nelle **Risorse umane**, le principali differenze tra i cantieri superiori e inferiori alla media sono in quattro aree chiave:
 - l'enfasi sull'aggiornamento delle competenze,
 - lo sforzo di ristrutturare la forza lavoro attraverso il reclutamento,
 - il grado di empowerment dei dipendenti, e
 - multi-skilling e re-skilling.

- ❑ Per quanto riguarda **la progettazione e l'ingegneria**, i Cantieri sopra la media hanno investito molto in sistemi e attrezzature CAD / CAM con un'attenta implementazione, la generazione sempre crescente di informazioni di produzione CAD / CAM con DNC links. I Cantieri sotto la media hanno fatto l'investimento ma l'attuazione è stata inefficace e non integrata con altre operazioni .
- ❑ Nella **pianificazione della produzione**, i cantieri più performanti hanno sistemi di pianificazione multi-level decentralizzati con output chiaramente definiti ad ogni livello, un approccio del pacchetto di lavoro all'organizzazione del lavoro, documentazione formale sulla strategia di costruzione, sistemi di controllo computerizzati e la messa in pre-produzione di package di parti. I cantieri sotto la media sono inefficaci in queste aree. ”

- ❑ In **Produzione**, i cantieri sopra la media adottano cicli di costruzione per massimizzare l'utilizzo delle strutture. Questo si basa sull'implementazione di concetti di workstation con flussi di processo chiaramente definiti, sequenze di costruzione superiori e tecniche semplificate di allestimento anticipato, mentre i cantieri al di sotto della media tendono a utilizzare un approccio sequenziale più tradizionale alla costruzione navale

6 - IMPIANTI E TECNOLOGIE

(Domande d'esame)

1. Quali sono i parametri e gli indicatori che servono a dimensionare produttivamente un Cantiere
2. Quali sono le differenze significative tra un Cantiere attuale e un cantiere storicamente tradizionale
3. Quali sono le differenze significative tra il Cantiere di Monfalcone e i cantieri di Mayer Werft e di Chantiers de l'Atlantique
4. Qual è il possibile e auspicabile campo di applicazione dell'automazione e della robotica in un cantiere navale
5. Quali sono i contenuti di un piano di miglioramento e di un piano degli investimenti in un cantiere navale
6. Come si può valutare la performance di un Cantiere in termini di benchmark e di best practice. Un esempio