



iMPIANTISTICA

italiana

Organo ufficiale dell'Associazione Nazionale di Impiantistica Industriale ANIMP



GRANDI EVENTI
Protagonisti a confronto
al 48° Convegno Nazionale
ANIMP-UAMI

HYDROGEN OFFSHORE
Baseload Power Hub:
First of its kind
at a MW scale

ASSOCIAZIONI
IPMA, l'impegno
per promuovere
il project management



***i* Focus**

**Componentistica e servizi
per l'impiantistica**

ENEXIO Service

Sommario

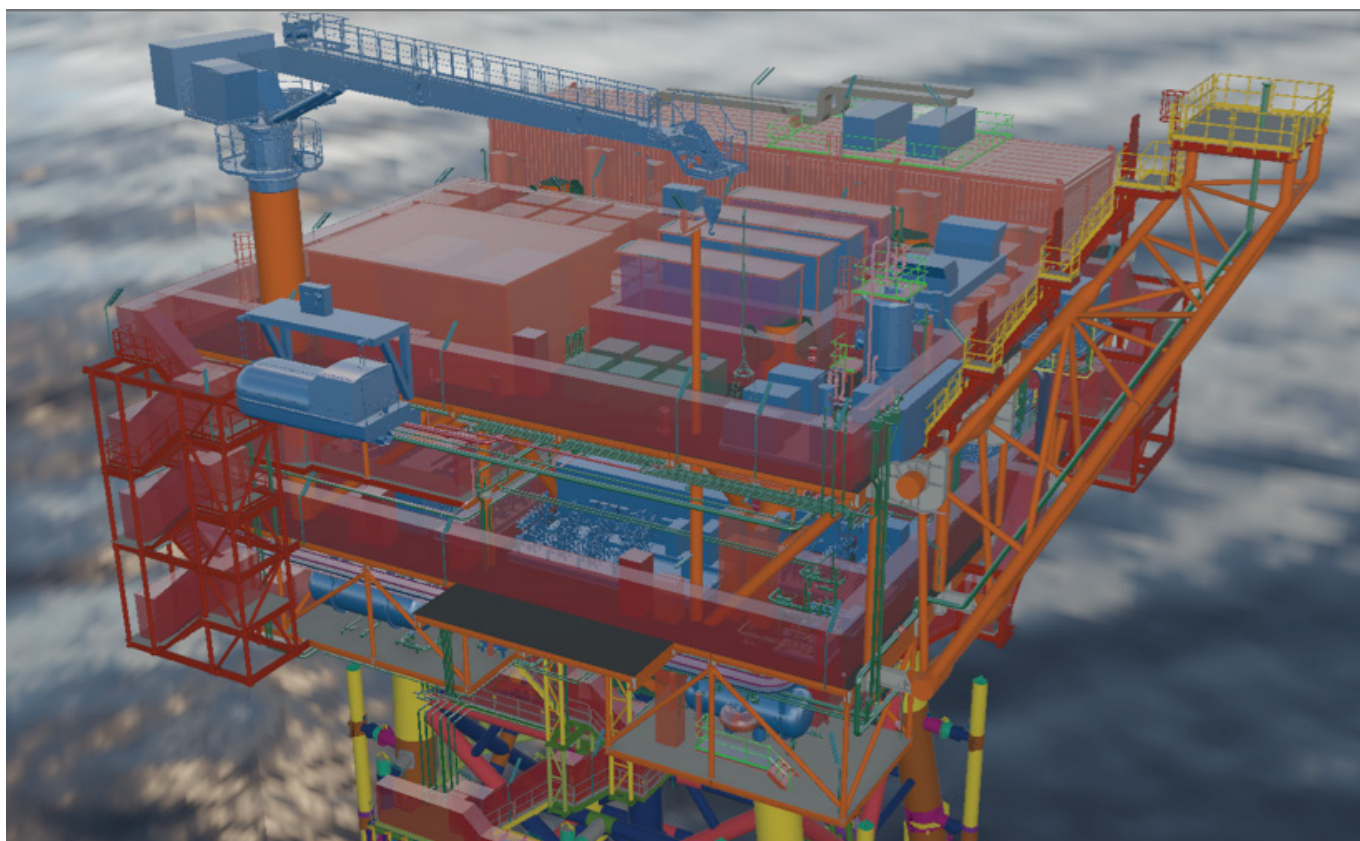
5/2023



Enexio Service

- 11 EDITORIALE**
Sezione Componentistica,
un nuovo slancio per le grandi sfide
sui mercati di tutto il mondo
Marco Pepori,
Vice Presidente e Delegato
Sezione Componentistica
ANIMP
- 14 48° CONVEGNO NAZIONALE
ANIMP UAMI**
Grandi protagonisti a confronto
Daslav Brkic, Direttore editoriale
Impiantistica italiana
- 18 HYDROGEN OFFSHORE**
Baseload Power Hub:
First of its kind at a MW scale
Maria Kalogera - Innovation Manager Hollandse
Kurst Nord, CrossWind
Fabio Iarocci - Deputy Chief Commercial
& Development Off cer, Rosetti Marino SpA
Claudia Giunchi - BLPH Project Engineer,
Rosetti Marino SpA
Fokko Jan (FJ)
Ploeger - Commercial Manager
North Sea region, Rosetti Marino SpA
- 22 ASSOCIAZIONI**
IPMA, ANIMP e IPMA Italy:
governare e promuovere la diffusione
del project management
Antonio Calabrese, Professore Associato
di Gestione degli impianti industriali e
Direttore dell'International Executive Master
in Project Management, Politecnico di Milano
Roberto Mori, Docente di project,
risk e contract management
- 29 ORGANIZATIONAL CHANGES**
Engineering and R&D,
The Path to New Sources of Value
Daniel Suter, Partner, Zurich
Peter Hanbury, Partner, San Francisco
Caitlin Sweeney, Partner, Los Angeles
Shintaro Okuno, Partner, Tokyo
Bain & Company
- 34 SCELTE PROGETTUALI**
Nuovo approccio per la "concept
selection" di impianti di processo
Alessandro Bollini, Divisione Energy
Systems, Det Norske Veritas
Arturo Bellezza, Development Project
Manager, Eniprogetti
Guido J.L. Micheli, Politecnico di Milano
Attilio Bertolotti, Eniprogetti
Antonio Calabrese, Politecnico di Milano
- 44 GIURISPRUDENZA**
Clauseole di limitazione ed esclusione
della responsabilità
Claudio Perrella, Partner
Alessandro Paci, Senior Associate
RP Legal & Tax
- 50 SOLUZIONI INTEGRATE**
Fincantieri, leader nei prodotti
e servizi per l'impiantistica
Francesco Malavasi, Ingegnere
di Sviluppo Business del Service Turbogeneratori
Riccardo Ghio, R&D Engineer
Direzione Sistemi e Componenti
Meccanici, Fincantieri
- 59 TECNOLOGIE & BUONE
PRATICHE**
La nuova frontiera
della sicurezza sul lavoro
Claudio Botta, Client Market Leader,
settore Industry
Roberto Bresciani, Product Manager
della piattaforma Cruisenet
Mario Tripari, Senior Director, Consulting
NTT DATA
- 65 FOCUS**
Componentistica e servizi
per l'impiantistica
- 81 SERVIZI IDRICI**
Ozono e filtrazione biologicamente
attiva, un nuovo approccio
economicamente vantaggioso
Luca Fervari, Direttore Generale dell'Hub EMEA
De Nora Water Technologies
- 85 CONTRACTS**
Construction Disputes:
How to resolve them?
Avv. Alessandra Lavino, Partner Bentley & Clark
- 91 EFFICIENZA DI PROCESSO**
Raffinazione e misure radiometriche:
interventi nel coking ritardato
Marco Tescari, Project Specialist, EPC, Oil&Gas,
Chemical Key Customers - VEGA Italia
- 94 CHALLENGES**
Asset information - the foundation
of Digital Transformation
Richard Irwin, Senior Product Marketer
for AssetWise Operational Analytics
Frederik Verhoef, Advancement Director,
Bentley Infrastructure Cloud
Bentley Systems
- 101 GREEN ENERGY**
Underground hydrogen storage
Ugur Ünal, Global Segment Manager
Hydrogen & LNG R. STAHL Schaltgeräte GmbH
- 106 INFRASTRUTTURE**
Revamping di una conca storica:
l'ingegneria a servizio della comunità
Andrea Pivato, Key Account Manager e
rappresentante italiano, Divisione Hydropower
Hydac International
- 110 SERVIZI TECNICI**
L'evoluzione del Gruppo TPS
nel settore dell'Oil&Gas
Francesca Benvenuti, Engineering Manager,
Divisione Oil&Gas - Satiz
- 115 AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**
Manutenzione 4.0, Righi Smart Service
Mauro Righi, fondatore Righi Elettroservizi S.p.A.
- 118 CASE HISTORY**
Alleanze strategiche, diversificazione
e servizi integrati per il comparto energetico
Renato Carlo Velli, consulente di direzione
aziendale del Gruppo Allied
- 123 FORMAZIONE**
Programma Corsi ANIMP

Nuovo approccio per la “concept selection” di impianti di processo



Sviluppo di una nuova metodologia basata sull'utilizzo dei dati storici e della modellazione 3D

Alessandro Bollini, Divisione Energy Systems, Det Norske Veritas

Arturo Bellezza, Development Project Manager, Eniprogetti

Guido J.L. Micheli, Politecnico di Milano

Attilio Bertolotti, Eniprogetti

Antonio Calabrese, Politecnico di Milano

La reputazione del settore Oil&Gas degli ultimi anni, l'aumento della concorrenza e una maggior attenzione alla *carbon neutrality* e al *time-to-market* hanno portato le owner company e i relativi EPC contractor a dover intraprendere un percorso di ottimizzazione generale dei processi di stima e lavoro con l'obiettivo di ottenere una riduzione e un efficientamento di costi e tempistiche. Questa situazione di incertezza ha posto l'attenzione sulla qualità della stima economica dell'investimento realizzata in fase di *feasibility*. Ottenere un'accuratezza iniziale attendibile equivale ad avere una migliore mitigazione dei rischi e di conseguenza una stima robusta degli indicatori di profitto. La ricerca qui presentata si rivolge ideal-

mente al progettista *Piping & Layout* esperto che realizza il design iniziale, di alto livello, per impianti di processo con l'obiettivo di realizzare, come risultato ultimo, una più affidabile stima economica di progetto. Il focus, in particolare, si concentra sull'individuare una metodologia che permetta di migliorare la stima tecnica in termini di robustezza e attendibilità al fine di ridurre il rischio di investimento, soprattutto in quei campi in cui ci sono un alto grado di vincolo, un elevato livello di complessità e la necessità di effettuare scelte in qualche modo vincolanti già nelle fasi preliminari, ovvero condizionando tutte le fasi successive, dal design alla costruzione.

Da sfondo agiscono la realizzazione e la narrazione della strategia che l'azienda sta mettendo in atto per ridurre il proprio Carbon Footprint, in termini di miglioramento delle tecnologie e di apertura a nuovi mercati, allo scopo di aumentare la competitività dell'azienda stessa accrescendo la fiducia dei principali stakeholder. In secondo luogo, la nuova spinta verso un aumento della produzione e dell'utilizzo di energia *green* impone alle imprese due vincoli: ridurre il più possibile il tempo che intercorre tra l'inizio del progetto e l'immissione del prodotto sul mercato e, al contempo, ridurre il Pay-Back-Time, al fine di anticipare il più possibile gli utili e di ridurre l'esposizione causata in buona misura dalla volatilità del mercato dell'energia prevista nel medio-lungo periodo e già in atto.

Alla necessità di sviluppare un metodo che permetta di ottenere il massimo in termini di accuratezza della stima e un'adeguata mitigazione dei rischi legati all'investimento una possibile risposta è offerta dallo sviluppo di un approccio dedicato all'ottenimento di una stima tecnica, da utilizzarsi come base per quella economica, basata sulla categorizzazione del volume totale in sotto-volumi organizzati secondo precise regole e sull'utilizzo organico dei dati storici. L'esempio proposto riguarda la topside di piattaforme offshore come esempio di problema caratterizzato da vincoli di ingombro e peso che si ripercuotono sulla scelta della soluzione realizzativa, che si divide in topside integrata o modulare, la quale a sua volta influisce drasticamente sull'installazione in termini sia economici sia di tempo e che, se messa in discussione in fasi avanzate di ingegneria, implica la revisione di quasi tutto il design. Lo sviluppo tridimensionale dell'impianto, inoltre, risulta essere un campo di prova molto interessante per la modellazione 3D in fase di *early engineering*.

La ricerca è prettamente orientata al punto di vista tecnico della stima e si articola nei seguenti passaggi fondamentali:

- la definizione della metodologia di acquisizione e trasferimento del know-how necessario allo sviluppo dell'approccio e delle caratteristiche delle informazioni da raccogliere;
- l'estrapolazione dello schema utilizzato per realizzare l'approccio, l'identificazione del modello di riferimento di ogni step, delle informazioni per alimentarlo e delle alternative disponibili per valutare i risultati attesi;

- l'identificazione dell'organizzazione e dell'utilizzo dei dati storici, dello spazio di applicazione della modellazione 3D e dell'import/export di informazioni nel/dal modello per facilitare l'attività di progettazione.

Presentazione metodo e approccio

Il lavoro svolto parte dall'individuazione del livello di dettaglio tecnico necessario a supportare i metodi di stima economica tipicamente adottati, ne individua pro e contro e definisce il perimetro scelto per la ricerca effettuata. Successivamente, vengono presentati il framework metodologico definito per acquisire le informazioni necessarie e, infine, il metodo utilizzato per strutturare l'approccio e valutare i risultati attesi.

Confronto con le metodologie tipiche

Le tecniche utilizzate nella stima dei costi di investimento in caso di progetti finalizzati alla costruzione di un impianto sono principalmente basate sugli approcci di seguito riportati:

- *Approccio parametrico*: caratterizzato dall'essere rapido, ma impreciso, scala il costo di un impianto di riferimento in base alla potenzialità dell'impianto da realizzare e lo adegua alla località e all'anno di installazione previsti, secondo la nota relazione delle economie di scala:

$$C = C_0 \cdot \left(\frac{P}{P_0} \right)^m$$

- *Approccio fattoriale*: permette di ottenere il costo finale partendo da costi certi, tipicamente dei *main equipment* dell'impianto, attraverso fattori moltiplicativi e il mark-up. La stima dei fattori è basata sull'esperienza e sui risultati di progetti simili già realizzati (**Figura 1**)

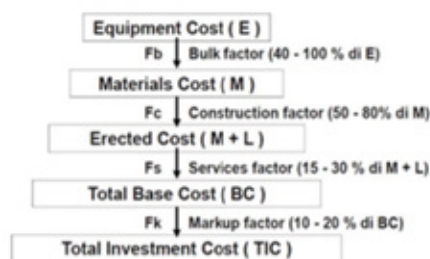


Figura 1 - Passaggi per il calcolo del costo totale di investimento nell'approccio fattoriale

- *Approccio analitico*: basato sullo sviluppo di una parte delle attività di ingegneria a supporto della stima. È possibile evidenziare due livelli di accuratezza:

za nell'applicazione di questo approccio.

I primi due approcci, validi per una stima più grossolana o in caso di impianti veramente simili, perdono in attendibilità nel momento in cui vengono imposti dei vincoli non riconducibili alle logiche utilizzate. Si pensi, per esempio, alla richiesta di inserire una quota parte di forza-lavoro locale oppure alla selezione di un mezzo di installazione: senza un approfondimento dedicato, che snatura le tecniche di cui sopra, il risultato ottenuto non è indicativo. Per questi motivi, la scelta migliore ricade tipicamente su un approccio analitico che, pur necessitando di un maggiore impiego di tempo, permette di tener conto di tutte le variabili in gioco.

L'approccio analitico è applicabile quando c'è la possibilità di investire maggior tempo e risorse al fine di sviluppare il progetto fino alle fasi di *basic* o *front-end engineering*: gli output che caratterizzano queste fasi, possibilmente affiancati da un'analisi di sensitività, consentono una stima economica accurata e una mitigazione dei rischi robusta. Lo svantaggio principale è la necessità di investire maggiori risorse in termini di tempo e di costo per la realizzazione dell'ingegneria e delle rilevazioni necessarie.

Un'alternativa all'approccio analitico puro sfrutta l'esperienza degli specialisti: sulla base degli input di progetto, tra cui le unità funzionali e i PFD adimensionali, e dei dati relativi a impianti simili si stimano le dimensioni totali e il peso del deck, mentre in parallelo è possibile sviluppare gli approfondimenti necessari a chiarire i vincoli esterni e il loro impatto sull'economia del progetto.

Lo scopo di questo approccio è di usare le informazioni disponibili per selezionare una tecnologia di riferimento e definire i costi totali attraverso una stima semi-analitica senza investire tutte le risorse necessarie nell'approccio analitico puro. Il risultato sarà, però, affetto da un certo grado di imprecisione e di incertezza, che talvolta non sono accettabili, soprattutto nel caso di condizioni al limite della profittabilità del progetto.

Quest'ultimo è il caso approfondito nella ricerca. Il risultato è un framework metodologico sviluppato a livello universitario in stretta collaborazione con l'impresa, basato su un approccio deduttivo al problema e guidato dalle competenze proprie dell'azienda; in quanto tale, il framework è generalizzabile e ampiamente utilizzabile.

Gli obiettivi della metodologia sono il miglioramento del processo di stima tecnica in termini di attendi-

bilità (una stima tecnica più robusta riduce in ultima analisi il rischio di investimento) e il contenimento delle tempistiche per realizzarla. Per fare ciò il focus è stato quello di definire un metodo per organizzare in maniera strutturata l'approccio da utilizzare e sfruttare in maniera organica i dati storici e il know-how disponibili in azienda. La soluzione proposta mira, pertanto, a ottenere un risultato più vicino a quello ottenibile con una stima analitica pura, ma partendo dai dati utilizzati tipicamente per selezionare la tecnologia di riferimento.

Presentazione del framework metodologico

Durante lo sviluppo di un nuovo approccio è importante considerare molti aspetti, spesso piuttosto specifici e legati alle discipline coinvolte. Per questo motivo, la strategia di acquisizione delle informazioni necessarie è da suddividersi in due fasi, che corrispondono a due livelli di approfondimento e a due metodi differenti.

Il framework metodologico proposto è stato sviluppato durante l'attività pratica svolta direttamente in azienda e formalizzato a conclusione della ricerca. Ciò ha permesso, in primis, di svolgere l'attività avendo delle linee-guida che non vincolassero eccessivamente gli sviluppi successivi della progettazione e, in secundis, di sviluppare uno schema concettuale ripetibile e applicabile in ambiti anche differenti rispetto a quelli del caso oggetto di studio. La **prima fase** proposta dalla metodologia consente di acquisire le informazioni necessarie a definire la situazione di partenza. L'attività si sviluppa su più fronti, sia di tipo tecnico sia organizzativo. Un esempio viene illustrato nel paragrafo relativo all'implementazione dell'approccio.

Questa fase, indispensabile per chi si avvicina senza esperienza specifica all'oggetto dello studio, è fortemente consigliata anche a chi è già esperto: rivedere e organizzare metodicamente i concetti di base, i documenti utilizzati e lo stato dell'arte in azienda consente di avere un'immagine ben definita della situazione e di attivare in anticipo i canali necessari alla ricerca del materiale utile.

La **seconda fase** si concentra sull'approfondimento specifico dei diversi argomenti e delle diverse discipline coinvolte. Per svolgere questa attività la scelta è caduta della realizzazione di interviste agli specialisti delle discipline coinvolte.

Questo approccio consente di capire a fondo e

| | |
|---|---|
| Numero di interviste | - singola - multiple |
| Frequenza (in caso di interviste multiple) | - periodica - continuativa |
| Tipologia | - spiegazione frontale (poche interazioni) - discussione / Q&A (molte interazioni) |
| Durata | - breve: da 20 minuti a 1,5 ore - lunga: fino a 3 ore |
| Numero di partecipanti | - 1 : 1 - 1 : 2 |

Tabella 1 - Caratteristiche delle interviste realizzate

senza deviazioni quali sono, secondo il punto di vista di ogni disciplina, i fattori principali da tenere in considerazione e, successivamente, di combinarli e integrarli in modo corretto.

Le interviste realizzate sono caratterizzate da una serie di fattori, riportati in **Tabella 1**. Per quanto riguarda i ruoli intervistati, dato che lo scopo delle interviste realizzate non era quello di fare un confronto, ma di raccogliere informazioni complementari, non è possibile ricondurre le domande e i principali punti trattati a uno schema predefinito.

Tra le discipline coinvolte, però, è raccomandabile individuarne una (o più) di riferimento. In particolare, se l'approccio è stato sviluppato partendo dalla suddetta disciplina, gli argomenti trattati con gli specialisti delle altre discipline saranno limitati a quanto necessario a supportare il lavoro intrapreso e possibilmente gestiti in modo da evidenziare i pro e contro dell'approccio dal loro punto di vista.

Strutturazione dell'approccio e della valutazione dei risultati attesi

Dopo aver illustrato l'approccio seguito per raccogliere le informazioni necessarie, si passa a quello utilizzato per definire il framework metodologico e valutare i risultati attesi.

Il primo passo è stato quello di inquadrare formalmente il nuovo approccio, stabilendone lo scopo e l'applicabilità, in termini sia della tipologia di impianto, sia della fase di ingegneria considerata. In questo modo si è potuto tracciare il perimetro generale, che consente di delineare quali possono essere le aspettative in termini di attendibilità e accuratezza dei risultati.

Dalla fase dell'ingegneria che si considera dipendono sia i documenti disponibili e richiesti tipicamente come input, sia quelli attesi in output. Gli output avranno un livello di attendibilità proporzionato alla fase scelta e influenzato dalla qualità degli input forniti.

In seconda battuta, il focus deve essere centrato sul metodo da utilizzare nello sviluppo della fase di ingegneria relativa al nuovo impianto. Se precedentemente l'approccio è stato definito macroscopicamente, si passa ora a considerarlo più nel dettaglio, definendo gli step necessari per passare dall'input iniziale all'output complessivo. Per ogni passaggio è necessario definire quali sono i relativi input e output in termini di informazioni necessarie e attese, che si traduce in documenti tecnici specifici, e determinare la procedura per processarli e ottenerli (**Figura 2**). In questo senso è opportuno definire come i dati storici verranno utilizzati a supporto della stima. Tale aspetto è fondamentale, ma si ritiene possa essere realizzato con approcci e strumenti differenti; pertanto, nella sezione successiva, si riporta solamente il caso applicativo.

Il terzo step è definire come valutare i risultati attesi. I livelli di valutazione sono due: qualitativo e quantitativo.

L'approccio qualitativo è necessario all'inizio

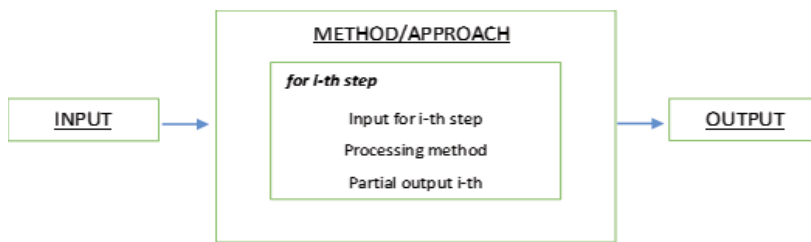


Figura 2 - Schema concettuale della procedura di sviluppo dell'impianto

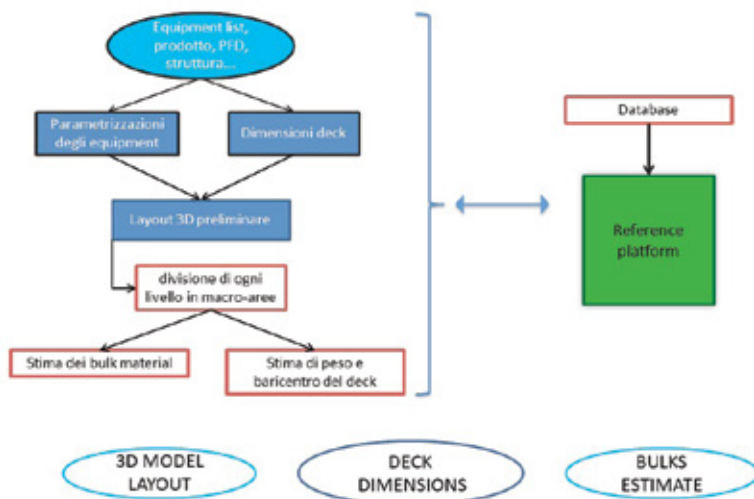


Figura 3 - Schema concettuale dell'approccio proposto

dell'attività, quando non è ancora possibile lavorare su risultati numerici. L'obiettivo, in questo caso, è orientare il focus sui fattori principali che influenzano la progettazione di un nuovo impianto sfruttando il know-how degli specialisti di disciplina e una semplice analisi dei dati ottenuti implementando il database (attività che consiste semplicemente nel raccogliere e organizzare i dati storici dei vari progetti secondo una logica univoca).

Una valutazione quantitativa è, invece, opportuna quando i risultati dei test di utilizzo dell'approccio, per esempio su progetti già realizzati e ripercorsi utilizzando il nuovo metodo, sono disponibili. In questo caso sarà possibile confermare o scartare le ipotesi fatte circa i risultati attesi, migliorare iterativamente i risultati della stima, ad esempio in termini di *allowance* associata a volumi e pesi, e validare l'efficacia dell'approccio o correggerne i difetti.

Implementazione

Dalla definizione del framework metodologico, e sulla base di quanto esposto riguardo alla struttura dell'approccio, si è poi passati alla sua applicazione a un caso reale.

Nei seguenti paragrafi vengono quindi illustrati la raccolta del know-how, l'organizzazione dei dati storici e il ruolo della digitalizzazione nella realizzazione dell'approccio proposto, come riportato in forma schematica in **Figura 3**. Quanto riportato

| Fase | Argomenti trattati |
|------------------------------------|---|
| Avvicinamento alla materia | <ul style="list-style-type: none"> - tipologie di impianto e unità funzionali tipiche; - best practice & standard interni all'azienda; - normative e standard fondamentali; - principi base relative alle discipline coinvolte. |
| Gestione dei documenti | <ul style="list-style-type: none"> - identificazione dei documenti necessari; - identificazione del modo di processare i documenti; - definizione delle informazioni da estrarre; - definizione delle regole di archiviazione. |
| Contesto e perimetro del problema | <ul style="list-style-type: none"> - input and output richiesti per la fase di ingegneria analizzata; - attendibilità dei risultati (richiesta vs ottenuta); - importanza della fase nell'economia dell'intero progetto; - influenza delle altre discipline sull'attività della disciplina considerata. |
| Analisi della metodologia corrente | <ul style="list-style-type: none"> - schema della procedura <ul style="list-style-type: none"> ▪ Step principali ▪ Principi di base utilizzati nell'approccio - strengths and weaknesses <ul style="list-style-type: none"> ▪ tempo richiesto in attività senza valore aggiunto ▪ inefficienze ▪ mancanza di univocità dei dati a supporto della progettazione - strumenti a supporto del metodo <ul style="list-style-type: none"> ▪ database ▪ stime di coefficienti ▪ CAD - qualità dei risultati ottenuti <ul style="list-style-type: none"> ▪ omogeneità dei risultati ▪ attendibilità dei risultati ▪ ripetizioni ricorrenti di modifiche necessarie in fasi di progetto più avanzate ▪ mancanza di robustezza della soluzione scelta |

Tabella 2 – Informazioni generali acquisite

| | |
|------------|---|
| Discipline | <ul style="list-style-type: none"> - Piping & Layout - Health, Safety and Environment - Installazione e procedure offshore - Strutture - Meccanica - Processo - Digitalizzazione |
|------------|---|

Tabella 3 - Discipline interessate dallo studio

non ha la pretesa di essere esaustivo, ma semplicemente mira a esemplificare e chiarire il processo di implementazione della metodologia proposta.

Raccolta del know-how

Come scritto, la raccolta delle informazioni è una fase fondamentale. Sulla base del framework proposto sono state realizzate due fasi distinte.

In **Tabella 2** si riportano i passaggi chiave della prima fase, incentrata sulla definizione del background operativo e dello stato dell'arte in azienda, oltre ai principali argomenti trattati.

La seconda fase si concentra sull'approfondimento specifico dei diversi argomenti e delle diverse discipline coinvolte (**Tabella 3**). Come da metodologia, per svolgere questa attività le interviste agli specialisti delle discipline di interesse sono state svolte individualmente.

Questa scelta è risultata molto efficace, poiché ha permesso di focalizzarsi su un argomento specifi-

co in un determinato periodo di tempo e, se necessario, di approfondire, intervista dopo intervista, alcuni concetti o di integrare informazioni già raccolte che necessitavano di essere ampliate.

Le caratteristiche delle interviste realizzate sono riassunte dal punto di vista organizzativo nella **Tabella 1**. Per quanto riguarda i ruoli intervistati, invece, si tenga conto che l'approccio è stato sviluppato partendo dalla disciplina *Piping & Layout* e che, di conseguenza, gli argomenti trattati con gli specialisti delle altre discipline sono tipicamente circoscritti a quanto necessario a supportare il lavoro intrapreso, come evidenziato in **Tabella 4**.

Utilizzo dei dati storici e digitalizzazione

In parallelo allo sviluppo dell'approccio è necessario definire quali saranno gli strumenti a supporto. In questo caso ne sono stati individuati due: il database di dati storici e, in termini generali, i tools digitali.

| Disciplina | Argomenti trattati |
|-------------------------------------|--|
| Piping & Layout | <ul style="list-style-type: none"> - analisi volumetrica dell'impianto e panoramica della disciplina; - categorizzazione degli spazi e delle unità funzionali; - individuazione dei documenti richiesti e delle informazioni disponibili nella fase di ingegneria analizzata; - focus sulle caratteristiche della tipologia di impianto offshore scelto (struttura sommersa, struttura superiore, tipologia di fiaccola, fluido...). |
| Health Safety and Environment | <ul style="list-style-type: none"> - orientazione della piattaforma; - posizionamento delle macro-aree (sopravento vs sottovento); - requisiti HSE (vie di fuga, blast wall, filosofie di isolamento, aree di irraggiamento, area di movimentazione gru...) e tipologia di analisi effettuate. |
| Installazione e procedure of-fshore | <ul style="list-style-type: none"> - stima dei pesi e importanza nella selezione del mezzo di installazione; - baricentro e influenza sulle procedure di installazione (zavorramento); - considerazioni circa gli hook-up; - considerazioni circa il sollevamento in offshore. |
| Strutture | <ul style="list-style-type: none"> - panoramica sulle tipologie di piattaforme; - panoramica su struttura sommersa (jacket) e parte emersa (deck); - strutture primarie, secondarie, terziarie; - informazioni relative alle fasi iniziali di ingegneria. |
| Meccanica | <ul style="list-style-type: none"> - elenco componenti principali, pesi e dimensioni caratteristici; - sviluppo delle parametrizzazioni. |
| Processo | <ul style="list-style-type: none"> - process flow diagram; - principali requisiti di processo e relative unità funzionali; - unità di processo vs utility. |
| Digitalizzazione | <ul style="list-style-type: none"> - CAD 3D a supporto delle fasi iniziali di ingegneria: modellazione e gestione di pesi e baricentri; - implementazione delle parametrizzazioni in CAD 3D; - estrapolazione dati dai documenti e software a supporto del database; - estrazione dati dai modelli 3D esistenti. |

Tabella 4 - Argomenti trattati con gli specialisti delle discipline

| Livello di dettaglio | Classificazioni | Informazioni disponibili |
|----------------------|---|---|
| alto | <ul style="list-style-type: none"> - ISO (unità funzionale + item di riferimento) - livello/piano | <ul style="list-style-type: none"> - peso e parametri di processo - dimensioni principali |
| medio | <ul style="list-style-type: none"> - unità funzionale | <ul style="list-style-type: none"> - peso - dimensioni principali |
| basso | <ul style="list-style-type: none"> - n/a | <ul style="list-style-type: none"> - peso totale |

Tabella 5 - Esempio del livello di dettaglio delle informazioni disponibili per il piping

L'organizzazione dei dati storici a supporto del processo di stima, che consente di ottenere gli output finali, è strettamente legata allo sviluppo dei diversi step dell'approccio.

Ogni società ha tipicamente a disposizione una certa quantità di dati relativi ai progetti già realizzati, che, se opportunamente organizzati, possono essere un supporto oggettivo al processo di stima delle quantità tecniche utili alla successiva stima economica.

Lo strumento che è stato ritenuto più efficace per svolgere questa funzione è il database, nel quale raccogliere e organizzare i dati necessari relativi ad ogni impianto disponibile.

Siccome al variare dell'applicazione le regole, gli standard e le necessità sono differenti, si riporta una linea-guida per l'impostazione del database invece del caso specifico.

La prima discriminante è il campo di applicazione. In particolare, la distinzione tra onshore e offshore

è definita dalla necessità di considerare la diversa organizzazione di *item* e *bulk material* dal punto di vista spaziale e documentale. Questo suggerisce la creazione di due database separati.

All'interno del database, la macro-organizzazione suggerita è la seguente:

- proprietà generali dell'impianto;
- geometria e dimensioni totali e delle aree specifiche;
- volumi e footprint di strutture, item, bulk, dummy volume relativi a ogni specifica area;
- pesi di strutture, item, bulk relativi ad ogni area specifica.

La struttura del database deve essere pensata assicurando la possibilità di aumentare le sezioni disponibili (per esempio, partendo da equipment e piping, deve essere immediato inserire una sezione analoga relativa ai bulk elettrici) e considerando il più alto grado di dettaglio possibile offerto dallo storico. È, infatti, più semplice predisporre l'archi-

| Macro-area | Tipo di servizio | Particolarità influenti |
|--|-----------------------------------|--|
| Processo | principale - processo | hazardous (posizionate sottovento) |
| Utility | ausiliarie rispetto al processo | not hazardous (posizionate sopravento) |
| Power generation & Emergency Diesel Generation | generazione di corrente elettrica | unità funzionali specifiche e customizzate |
| Electrical Building | sale tecniche | spazi definiti richiesti dalle discipline elettrica e strumentazione |
| Hook-Up | vari | procedure di installazione |

Tabella 6 - Esempio di suddivisione in macro-aree

tettura del database per ricevere i dati con il maggior dettaglio possibile e popolarlo con informazioni meno dettagliate rispetto a fare l'opposto.

In questo senso, in **Tabella 5** viene esemplificato il concetto di livelli di dettaglio differenti sfruttando il material take-off relativo ai componenti piping.

Nel paragrafo precedente si è fatto riferimento a delle "aree specifiche". Con questa espressione si intendono aree dedicate a un utilizzo specifico al quale corrispondono precisi requisiti di sicurezza e rischio che possono essere diversi per impianti onshore ed offshore.

In **Tabella 6** si riporta un esempio non vincolante di suddivisione dello spazio totale di un impianto offshore. Utilizzare questi blocchi per sviluppare la stima tecnica consente di affinare il risultato finale rispetto a considerare i valori aggregati.

Per quanto riguarda la digitalizzazione del processo di stima, ci sono due livelli da considerare.

Il primo è legato allo sviluppo del database, il secondo all'utilizzo dell'approccio.

Per quanto riguarda lo sviluppo del database, sono da considerare le seguenti linee guida:

- la ricerca e il confronto dei dati di due o più impianti devono essere semplici e organizzati in modo efficace, proponendo una serie di distinguo imprescindibili (per esempio, oil vs gas) e lasciando poi una certa flessibilità nell'inserimento dei dati di ricerca;
- per facilitare le operazioni di popolamento del

database occorre predisporre dei template customizzati che facilitino l'inserimento dei dati da parte dell'utente, soprattutto se quest'operazione non è automatizzabile. Per inserire le informazioni geometriche, per esempio, è consigliabile rappresentare lo schema a cui tutti gli impianti vengono ricondotti e utilizzarlo come schermata di input;

- per la ricerca e la fruizione dei dati, è preferibile utilizzare lo stesso schema per riportare i dati inseriti e generare grafiche di interesse, quali il footprint dell'impianto, la suddivisione in aree specifiche, la distribuzione dei pesi, le altezze (tipicamente in offshore), le aree di irraggiamento e via discorrendo. Dal punto di vista dell'applicazione dell'approccio, invece, il focus è da porre su quelle che sono le variabili e i fattori che caratterizzano l'impianto e che si interfacciano con i dati a disposizione.

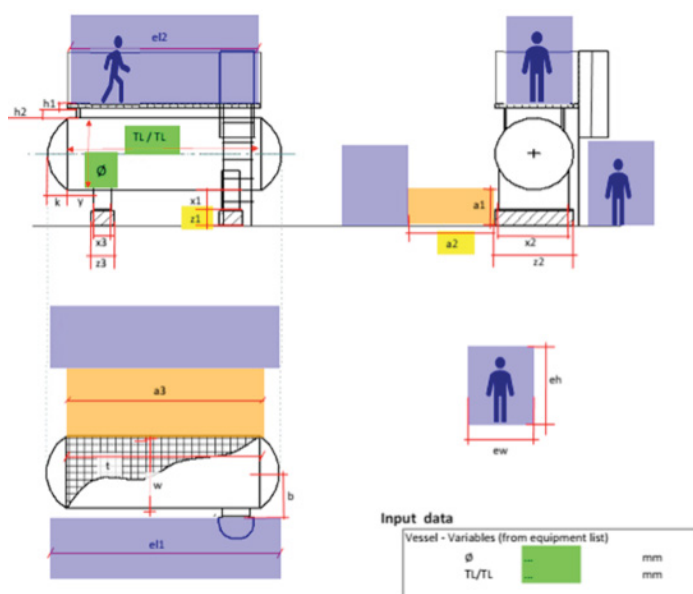
Siccome in questo caso l'approccio sfrutta la categorizzazione dei volumi, fondamentale soprattutto per gli impianti offshore dove lo sviluppo è nelle tre dimensioni, è stato ritenuto necessario utilizzare già nelle fasi iniziali di progettazione (*feasibility study* ed *early engineering*) dei sistemi CAD che prevedono la modellazione 3D supportata da librerie parametriche customizzabili (**Figura 4**).

I benefici legati a questa scelta sono molteplici e in particolare:

- si evidenziano la semplicità e la velocità di utilizzo: per esempio, inserendo pochi dati geometrici, ricevuti come input dai modelli parametrici inseriti, è possibile introdurre nel modello gli item contenuti in una equipment list senza doverli modellare singolarmente e avere un primo valore di confronto (come i volumi degli equipment) da utilizzare per selezionare gli impianti di riferimento nel database e altri valori indicativi utili ad altre discipline (per esempio, volume totale dei basamenti in cemento);
- una volta realizzato il primo layout, è possibile esportare i dati relativi ai volumi occupati dai modelli parametrici, organizzati in volumi reali e dummy (per esempio, relativi alle *escape way*, che devono sicuramente essere zone libere), al fine di affinare il confronto ed estrarre dal database le informazioni necessarie a completare la stima (per esempio, il volume atteso occupato dal piping).

Di conseguenza, il CAD di modellazione 3D scelto deve permettere di considerare il peso associato agli item inseriti e di aggiungere i pesi stimati associandoli a volumi fittizi. Questa funzione è molto utile soprattutto nel caso di impianti offshore: la corretta stima del peso totale e del baricentro della topside è fondamentale nella scelta del concept primario, che sta alla base delle successive fasi di

Figura 4 - Esempio di parametrizzazione di un serbatoio orizzontale



ingegneria, tra topside integrata o modulare. Le due soluzioni, infatti, vedono contrapporsi il costo dell'installazione delle topside integrate alla somma del costo di installazione dei moduli e della realizzazione delle connessioni in offshore tra i due moduli (*hook-up*).

Risultati attesi

Dal punto di vista operativo, l'utilizzo della metodologia proposta mira ad aumentare il focus sulle scelte progettuali e sulle attività che hanno maggior valore aggiunto, come la definizione del layout generale di un'area rispetto al disegnare il modellino di un item.

L'utilizzo organizzato dei dati storici, invece, ha due obiettivi: ottenere un output più uniforme e robusto rispetto a un utilizzo dei dati in maniera sparsa e permettere il trasferimento indiretto del know-how dal singolo progettista all'azienda.

L'applicazione dell'approccio mira a una serie di risultati che possono essere così riassunti:

- stima dei pesi e stima dei volumi a livello di macro-aree più affidabile;
- miglior valutazione del baricentro e del peso totale;
- valutazioni accessorie sulla base dei risultati (per esempio con riferimento al mezzo di installazione);
- stima economica con percentuale di errore compresa tra la semplice selezione della tecnologia e l'approccio analitico puro.

Queste informazioni, tracciando i limiti legati a peso e dimensioni della struttura "vestita", permettono, in ultima analisi, di selezionare il concept primario da adottare per la realizzazione della topside già in una fase iniziale di progetto.

Discussione e conclusione

La problematica di sviluppare un approccio più robusto per la realizzazione della stima economica di impianti di processo ha permesso di ottenere una metodologia utile all'acquisizione del know-how che ha i suoi punti di forza nella sua adattabilità e nella riproducibilità per casi analoghi e nuovi, in particolare da parte di aziende che hanno a che fare con complessità ed elevata incertezza nelle fasi iniziali di ingegneria dei loro progetti.

Questa metodologia permette di includere il contributo di discipline differenti, quindi punti di vista diversi, e di sfruttare e trasferire in maniera efficace il loro know-how intrinseco.

Tuttavia, è opportuno notare la presenza di alcuni punti critici che possono minare il successo dell'utilizzo di questa metodologia. In primis, forza e debolezza di questo approccio risiedono nella scelta di affrontare il problema da un punto di vista multidisciplinare sotto la direzione di una singola disciplina che risente dei vincoli imposti dalle altre: è evidente la necessità di una proficua collaborazione e di un'apertura tra discipline (e specialisti) diverse volte a rendere efficace l'implementazione e l'utilizzo dell'approccio. In secondo luogo, è fondamentale fare in modo che i dati siano raccolti

coerentemente con il modello definito e con il contributo umano per evitare il "garbage in - garbage out": quando questo non accade, i risultati sono di scarsa qualità e, di conseguenza, la stima è meno attendibile. La terza è legata alla disponibilità di dati storici e al metodo utilizzato per archivarli. Metodi non univoci di archiviazione dei progetti realizzati e la mancanza di dati già digitalizzati rallentano il processo di implementazione che segue la definizione dell'architettura dell'intero approccio.

Un ulteriore risultato è la naturale conseguenza dell'applicazione della metodologia descritta, che risulta nella definizione di un approccio differente per affrontare lo sviluppo delle fasi iniziali di ingegneria e della relativa stima economica con il supporto di una base concettuale solida, che trova i suoi fondamentali nell'esperienza diretta dell'azienda, in linea con standard e norme di riferimento.

Gli aspetti positivi sono molteplici. In primis, sfruttare i dati storici può essere interpretato come trasmettere il know-how degli specialisti di oggi e di ieri a quelli futuri e, come impatto a breve termine, facilita il lavoro quotidiano degli operatori: con lo stesso tempo a disposizione, il progettista si potrà concentrare sulla parte concettuale e su attività ad alto valore aggiunto invece di impiegare parte del tempo nella ricerca e nell'organizzazione delle informazioni necessarie o, in riferimento alle parametrizzazioni, nel disegno dei modelli dei diversi equipment.

L'approccio proposto, inoltre, risulta competitivo anche in termini di flessibilità e adattabilità: con alcune integrazioni o modifiche può essere adattato e customizzato per l'utilizzo nella progettazione di impianti onshore.

Dal punto di vista dell'utilizzo dei dati, come spiegato nel testo, lo strumento più idoneo per raccogliere e organizzare le informazioni è stato identificato nel database. Assumendo la disponibilità dei dati e che un buon metodo di archiviazione sia stato usato negli anni, l'implementazione del database permette di ottenere, in un tempo relativamente breve, uno strumento a supporto delle prime fasi di ingegneria che migliora attraverso il continuo inserimento degli ultimi progetti realizzati. Di certo, in caso di mancanza di un database preesistente o, nel caso peggiore, di documenti ben archiviati e di difficile accessibilità, il tempo e i costi necessari ad ottenere uno strumento utile aumentano notevolmente.

Un ulteriore punto di forza del database risiede nell'architettura proposta: non un sistema chiuso, ma una struttura modulare che ha l'obiettivo di separare il contributo di ogni disciplina. In questo modo è possibile procedere con un'implementazione graduale, concentrandosi prima sulle parti e sulle discipline essenziali per poi includere anche le altre allo scopo di affinare l'accuratezza delle stime dei volumi e dei pesi, bilanciando la gradualità d'implementazione con *allowance* definite coerentemente al livello di dettaglio raggiunto.

Guardando alla modellazione 3D, comprendente le informazioni relative ai pesi e al baricentro, è doveroso rimarcare i principali punti di forza: mo-

dellazione parametrica estesa ai volumi “dummy”, importazione ed esportazione di dati dal modello, gestione e controllo del peso e del baricentro totali.

In particolare, questi ultimi sono fattori fondamentali nella definizione del concept delle topside in ambito offshore poiché, se stimati correttamente, permettono di anticipare un confronto realistico tra i valori ottenuti e la capacità di installazione delle navi disponibili, con l'obiettivo di anticipare l'eventuale cambio di concept, da integrato a modulare, in una fase iniziale di ingegneria in cui le modifiche hanno una enorme influenza sui risultati, ma ad un costo minimo rispetto all'intero progetto.

Quanto evidenziato, per risultare efficace, deve essere supportato da alcune attività fondamentali. La prima è, sicuramente, mantenere aggiornato il database, alimentandolo con i progetti che vengono realizzati al fine di ampliare il campione disponibile e aggiornarlo con le più recenti soluzioni. La seconda è verificare, a progetto concluso, che la stima effettuata nello studio di fattibilità corrisponda, a meno dell'*allowance* prevista, alla spesa effettiva.

La terza è definire un benchmark che, assunto che il metodo sia corretto, permetta di valutare la bontà della stima e di evidenziare un errore in fase di input dai risultati ottenuti come output.

Un esempio può essere utilizzare come termine di confronto dei parametri caratteristici di costo totale riferiti al peso totale.

Dal punto di vista realizzativo, l'adattamento dell'approccio a un caso specifico richiede una serie di expertise e figure che principalmente possono essere così identificate:

- specialisti delle discipline coinvolte;
- specialista *Piping & Layout* già abile nella definizione del design iniziale;
- team di progetto;
- team di raccolta e organizzazione dati;
- team di realizzazione pratica dello strumento (tecnici informatici, disegnatore CAD, analisti);
- fornitore sistema CAD 3D customizzato.

In conclusione, lo studio evidenzia le potenzialità dell'utilizzo di una metodologia semplice per la revisione di una procedura esistente, e dell'impiego di strumenti, quali database e CAD 3D, altrettanto efficaci nell'introdurre un utilizzo sistematico del know-how intrinseco dell'azienda, contenuto nei suoi progetti realizzati, al fine di aumentare la robustezza del processo di stima tecnica e di selezione del concept primario in fasi iniziali di ingegneria senza una dilatazione delle tempistiche, con il risultato di ottenere una riduzione della componente di rischio dell'investimento grazie ad una valutazione economico-finanziaria più accurata.

In Memoria dell'Ing. Arturo Bellezza

La ricerca è stata sviluppata sotto la supervisione dell'Ing. Arturo Bellezza, prematuramente scomparso nel Gennaio 2023, a cui va il ricordo e l'affetto dei co-autori e di tutti i colleghi di Eni.

New approach to develop the concept selection for process plants

Under the conditions of ever-increasing uncertainty that characterize E&C companies, particular attention must be paid to the quality of the investment cost estimate made during the feasibility phase. Obtaining a reliable initial accuracy equates to having better risk mitigation and consequently a robust estimate of profit indicators. This study is aimed at the expert Piping & Layout designer who develops the initial, high-level design for process plants with the aim of creating, as the final result, a more reliable project cost estimate.

The study highlights the potential of using a simple methodology for the revision of an existing procedure, and of the use of tools, such as databases and 3D CAD, equally effective in introducing a systematic use of the company's intrinsic know-how, contained in its know-how of completed projects, in order to increase the robustness of the process of technical estimation and selection of the primary concept in initial engineering phases without an extension of the timescales. Ultimately, this will result in obtaining a reduction in the risk component of the investment thanks to a more accurate economic-financial evaluation.



Alessandro Bollini

Alessandro Bollini è laureato in Ingegneria Meccanica presso il Politecnico di Milano e ha svolto la ricerca presentata presso Eniprogetti in occasione della tesi di Laurea Magistrale. Dal 2020 lavora presso Det Norske Veritas (DNV) come Ingegnere Meccanico nell'ambito della verifica e certificazione di strutture e componenti nella divisione Energy Systems. Svolge principalmente analisi agli elementi finiti di strutture onshore e offshore, studi di protezione passiva di moduli offshore (FPSO) soggetti a carichi termici da fuoco e attività di verifica di progetto presso la sede italiana del gruppo.



Arturo Bellezza

Arturo Bellezza ha conseguito la laurea specialistica in Ingegneria Civile e Strutturale presso l'Università degli Studi della Calabria nel 2006. Ha lavorato per più di 10 anni in Saipem iniziando come specialista fino a ricoprire il ruolo di Technical Manager a progetto. Nel 2017 è entrato in Eniprogetti, la società di ingegneria di Eni, come Engineering Manager. Nel 2019 ha iniziato l'avventura del *Digital Execution Program* e ha contribuito alla creazione di un nuovo Dipartimento, di cui è diventato responsabile, che ha definito e implementato i tool digitali, trasversali a tutte le discipline, che sono diventati gli strumenti indispensabili per lo sviluppo dell'ingegneria dei progetti in società. Nel 2022 la sua passione per le nuove sfide lo ha portato in Congo per ricoprire il ruolo di Development Project Manager in Eni con l'obiettivo di realizzare un complesso finalizzato a produrre l'olio vegetale necessario ad alimentare le bio raffinerie di Eni.



Guido J.L. Micheli

Guido Jacopo Luca Micheli è Professore ordinario di Progettazione e Gestione di Impianti Industriali presso il Politecnico di Milano. E' membro della Direzione del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Gestionale del Politecnico di Milano e Delegato per Qualità, Accreditamenti e Rankings della POLIMI Graduate School of Management. I principali campi di ricerca e di consulenza sono legati alla gestione della sicurezza sul lavoro e all'ergonomia applicata, alla gestione dei rischi nella Supply Chain, all'efficienza industriale e all'ottimizzazione industriale. È autore di oltre 130 pubblicazioni a livello nazionale e internazionale e Associate Editor delle riviste Safety Science e Frontiers in Industrial Engineering.



Attilio Bertolotti

Attilio Bertolotti ha lavorato per più di 18 anni presso IDI (Ingegneria Degli Idrocarburi) come specialista Piping & Layout, sviluppando prettamente ingegneria di costruzione on/offshore. Nel 2007 è entrato in Tecnomare (oggi Eniprogetti), nel Dipartimento Piping & Layout, occupandosi di importanti progetti nell'ambito Oil& Gas, sviluppando dedicati Tools per l'ottimizzazione delle analisi di layout e gestioni materiali. Ha ottime competenze di costruzione, avendo collaborato alla realizzazione di impianti in fase di Construction.



Antonio Calabrese

Antonio Calabrese è Professore associato di Gestione degli Impianti industriali e Industrial Plants al Politecnico di Milano e Direttore dell'International executive Master in Project Management. Già Direttore MBA&EMBA e Corporate Education della POLIMI Graduate School of Management, collabora con università in Europa e Cina, è membro dell'IPMA Advisory Committee e del Comitato direttivo di IPMA Italy. È International Academic Advisor del *PM World Journal*. Nell'ingegneria industriale e gestionale si interessa di project, program e portfolio management con particolare riguardo a governance, gestione del rischio, pianificazione e controllo e stakeholder management, oltre che di progettazione e gestione degli impianti industriali.