CONSTRUCTABILITY COME BEST PRACTICE

Intervengono:

- ***Fausto Chiaruttini, Tecnimont***
- ***Paolo Cremonini, Fagioli***
- ***Andrea Iacobelli, Technip Energies***
- ***Ezio Sabbato, Saipem***

WEBINAR

1 DICEMBRE 2021

AGENDA

► OBIETTIVI ATTESI DALL'APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI CONSTRUCTABILITY

- LA CONSTRUCTABILITY COME METODOLOGIA DI REALIZZAZIONE DEL CONCETTO DI «CONSTRUCTION ORIENTED ENGINEERING»
- PRINCIPI DI COSTRUCTABILITY
- LA CONSTRUCTABILITY COME STRUMENTO PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE

► IMPOSTAZIONE DELLA CONSTRUCTABILITY

- SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE
- UN ESEMPIO DI SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE: STRUTTURE PRE-ASSIEMATE

► TECNICHE DI CONSTRUCTABILITY

- L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE
- SISTEMI INNOVATIVI PER IL TRASFERIMENTO DELLE INFORMAZIONI DALL'INGEGNERIA E PROCUREMENT AL CANTIERE
- ESEMPI DI TECNICHE DI COSTRUIBILITÀ APPLICATE AI TRASPORTI ED AI SOLLEVAMENTI PESANTI

► VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY

- VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI
- MONITORAGGIO E MISURAZIONE DELL'EFFICACIA DELLA CONSTRUCTABILITY DI UN PROGETTO

► OBIETTIVI ATTESI DALL'APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI CONSTRUCTABILITY

LA CONSTRUCTABILITY COME METODOLOGIA DI REALIZZAZIONE DEL CONCETTO DI «CONSTRUCTION ORIENTED ENGINEERING»

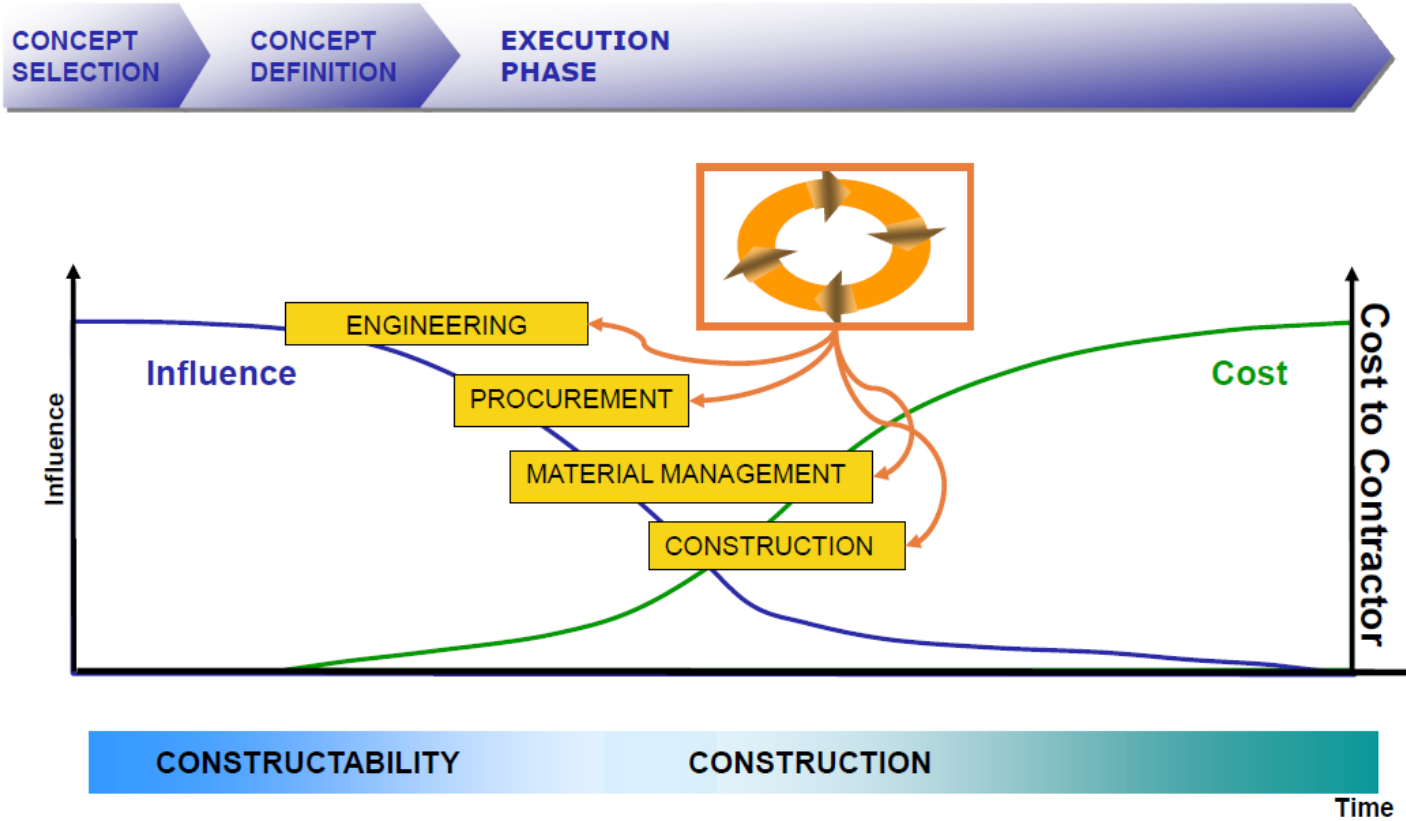
- I principali fattori che influenzano il successo dei progetti di costruzione sono il superamento dei costi e il superamento del tempo. Questi fattori sono dovuti principalmente al mancato o errato coordinamento tra le tre funzioni di un progetto EPC (Engineering, Procurement & Construction).

La Constructability è la tecnica adottata per superare questi fattori dannosi.

L'industria in passato tendeva a separare le singole funzioni coinvolte nei progetti mediante la messa a punto ogni singola funzione per minimizzarne i costi. La messa a punto delle singole funzioni, tuttavia, non produce un progetto di maggior successo. La costruibilità integra queste funzioni e così facendo è lo strumento più potente che può essere utilizzato sui progetti.

QUANDO?

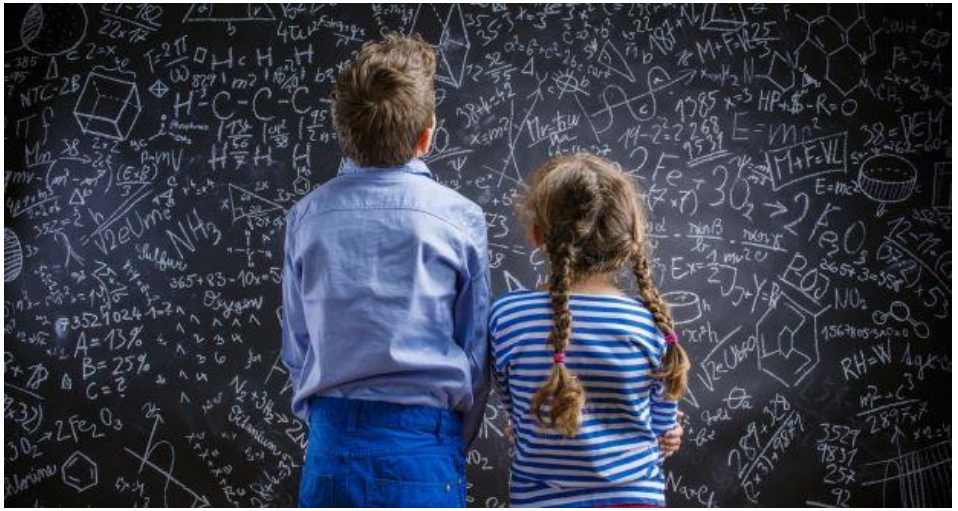
La Constructability dovrebbe essere applicata alla fase iniziale del progetto e considerata come l'obiettivo più importante in tutte le fasi del processo di costruzione.



i massimi benefici si ottengono quando vengono coinvolte nelle prime fasi del ciclo di vita di un progetto le persone con conoscenze ed esperienza nella costruzione

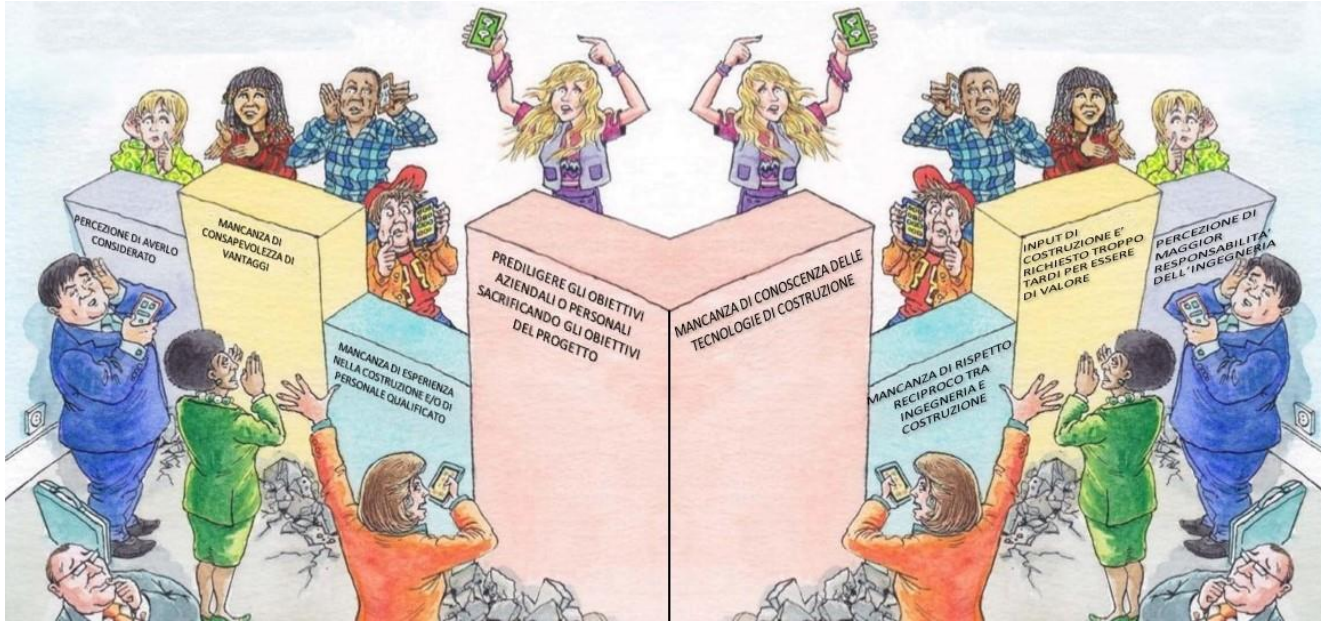
CONDIVISIONE CONTINUA DI INFORMAZIONI TRA INGEGNERIA E COSTRUZIONE

Molti dei problemi di progettazione che poi si ripercuotono sui metodi di esecuzione del progetto sono causati da informazioni poco chiare o mancanti, dalla inadeguatezza nella qualità delle informazioni fornite o dalla mancanza generale di coordinamento del progetto con la Costruzione.



I progettisti e la Costruzione devono migliorare la qualità delle informazioni scambiate durante le fasi del Progetto, utilizzando le persone giuste al momento giusto.

FATTORI CHE IMPEDISCONO LA CONSTRUCTABILITY



Barriere dell'Ingegneria

- Percezione di averlo considerato
- Mancanza di consapevolezza di vantaggi
- Mancanza di esperienza nella costruzione e/o di personale qualificato
- Prediligere gli obiettivi aziendali o personali sacrificando gli obiettivi del progetto
- Mancanza di conoscenza delle tecnologie di costruzione
- Mancanza di rispetto reciproco tra Ingegneria e Costruzione
- Percezione di una maggiore responsabilità dell'Ingegneria
- L'input di costruzione è richiesto troppo tardi per essere di valore

PRINCIPI DI CONSTRUCTABILITY

I Principi (o Concetti) di costruibilità sono idee o suggerimenti che possono migliorare le prestazioni di un progetto. Queste idee possono essere generate da qualsiasi disciplina da chiunque per qualsiasi aspetto del progetto.

Questi concetti identificano i modi in cui la conoscenza e l'esperienza di costruzione può essere utilizzata più efficacemente durante le fasi di ingegneria e di approvvigionamento

- PROGRAMMAZIONE
- OTTIMIZZAZIONE DELLA PROGETTAZIONE
- STANDARDIZZAZIONE DELL' INGEGNERIA
- SPECIFICHE
- MODULARIZZAZIONE
- ACCESSIBILITA'
- AMBIENTE
- COMMISSIONING E START-UP
- OTTIMIZZAZIONE DEGLI APPROVVIGIONAMENTI
- COMUNICAZIONE
- PERICOLI

CONSTRUCTABILITY come Best Practice

PROGRAMMAZIONE

I programmi di progettazione e approvvigionamento devono essere sensibili alle esigenze di costruzione

SPECIFICHE

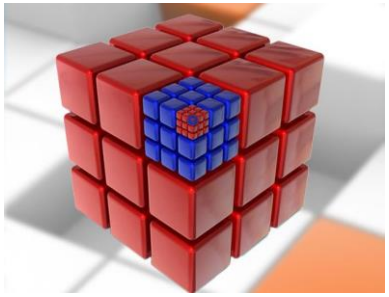
L'efficienza della costruzione deve essere considerata parte integrante della selezione e dello sviluppo delle specifiche

OTTIMIZZAZIONE DELLA PROGETTAZIONE

Il Grado di preparazione dell'ingegneria e i dettagli di ingegneria devono essere ottimizzati per facilitare la costruzione efficiente

MODULARIZZAZIONE

La progettazione di Moduli / packages / item pre-assemblati / item pre-fabbricati devono essere massimizzati per facilitare i requisiti di costruzione



STANDARDIZZAZIONE DELL' INGEGNERIA

La CONSTRUCTABILITY è migliorata quando gli elementi di progettazione sono standardizzati o ripetibili

ACCESSIBILITA'

La progettazione deve facilitare l'accesso per il personale, i materiali, le apparecchiature e le necessità dei Test

CONSTRUCTABILITY
come Best Practice

AMBIENTE

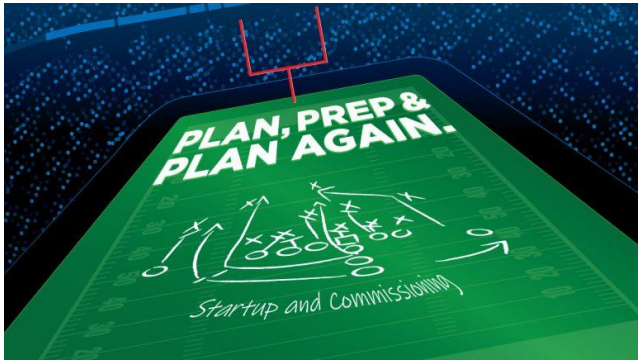
La progettazione deve facilitare la Costruzione in condizioni ambientali avverse

OTTIMIZZAZIONE DEGLI APPROVVIGIONAMENTI

Gli approvvigionamenti devono essere ottimizzati per facilitare la costruzione

COMMISSIONING E START-UP

La sequenza di progettazione e costruzione dovrebbe facilitare il Commissioning e lo Start Up del sistema



PERICOLI

Gli aspetti significativi relativi a Sicurezza del site, Salute e rischi ambientali devono essere identificati e considerati durante la progettazione e l'approvvigionamento

COMUNICAZIONE

La comunicazione deve facilitare/promuovere una Costruzione efficiente

LA CONSTRUCTABILITY COME STRUMENTO PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE

L'applicazione delle tecniche di Constructability si propongono di:

- ✓ Facilitare il Team work, dare spazio alla creatività,
- ✓ Incoraggiare lo sviluppo di nuove idee e approcci innovativi
- ✓ Garantire l'integrazione di tutti gli stakeholders nello sviluppo del progetto dalle fasi iniziali fino al suo completamento.

La Constructability si sviluppa in fasi sequenziali:

- ➢ Acquisizione delle informazioni sul progetto
- ➢ Confronto con progetti analoghi e applicazione delle Lesson Learned da altri progetti
- ➢ Raccolta delle idee creative ed innovative
- ➢ Definizione e Consolidamento delle metodologie di costruzione
- ➢ Stesura dei piani d'azione per l'implementazione della costruzione

La Constructability porta con se i seguenti vantaggi:

- ✓ Integrazione della Costruzione nello sviluppo dell'ingegneria e procurement per un "Safe Construction Driven Project"
- ✓ Dettagliata e sistematica individuazione di rischi di costruzione
- ✓ Identificazione di risparmi potenziali
- ✓ Consolidamento del know-how aziendale

► IMPOSTAZIONE DELLA CONSTRUCTABILITY

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

LOGISTICA

Ogni volta che si dovrà realizzare un Progetto il primo aspetto da considerare è la Logistica, quindi:

- Località dove si deve realizzare il lavoro
- Percorsi di Accessi al cantiere
- Campi, Uffici, utilities necessari
- Sistemi di Comunicazione e Gestione ed Immagazzinamento Dati
- Aree Stoccaggio, Prefabbricazione e Pre-assiemaggio dei Materiali
- Stoccaggio e Rifornimento del Combustibile per i mezzi
- Attrezzature per la Costruzione

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

TRASPORTI

I trasporti sono una voce di preventivo molto importante da considerare, sia per le persone che per i materiali, perchè possono presentarsi Situazioni fra le più disparate.

I trasporti in alcuni casi possono essere una voce di spesa molto onerosa e attenzione a sottovalutarla, si può arrecare un grave danno economico alla commessa e pertanto

guai a sbagliare!

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

TRASPORTI TERRESTRI

TRASPORTI FLUVIALI

TRASPORTI ECCEZIONALI

TRASPORTI AEREI

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Problematiche da valutare

Le problematiche/difficoltà che devono essere esaminate e valutate prima di elaborare un preventivo di lavoro si possono suddividere in:

- Difficoltà Logistiche
- Difficoltà Naturali e Ambientali
- Sicurezza e Difficoltà Sociali:

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

- **Difficoltà Logistiche:**
  - Realtà con poca o senza popolazione
  - Mancanza di accessi e viabilità
  - Dipendenza del trasporto aereo, marittimo e fluviale
  - Mancanza di comunicazioni e servizi varii
  - Necessità di accampamenti

- **Difficoltà Naturali e Ambientali:**
  - ✓ Esposizione ad intense precipitazioni
  - ✓ Lavori al di sopra di 2.000 - 4.000 mslm
  - ✓ Grandi pendii e precipizi
  - ✓ Attraversamenti di fiumi impetuosi
  - ✓ Piogge straordinarie
  - ✓ Esposizioni a temperature rigide/sottozero
  - ✓ Terreni con geologia instabile
  - ✓ Protezione dell'Ambiente
  - ✓ Archeologia
  - ✓ Reperti bellici

- **Sicurezza e Difficoltà Sociali:**
  - ✓ Comunità indigene
  - ✓ Richieste delle Comunità locali
  - ✓ Furti e atti vandalici
  - ✓ Guerriglieri e sequestri
  - ✓ Zone di guerra
  - ✓ Epidemie
  - ✓ Infestazioni

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Heavy Transport Study

Lo studio dei Trasporti Pesanti (Heavy Transport Study) deve essere condotto se si deve trasportare apparecchi o strutture dal peso superiore a 100 tons.

La principale problematica di questi trasporti è che non sempre si può fare riferimento a standards univoci, ma ogni trasporto ha normalmente un suo studio dedicato.

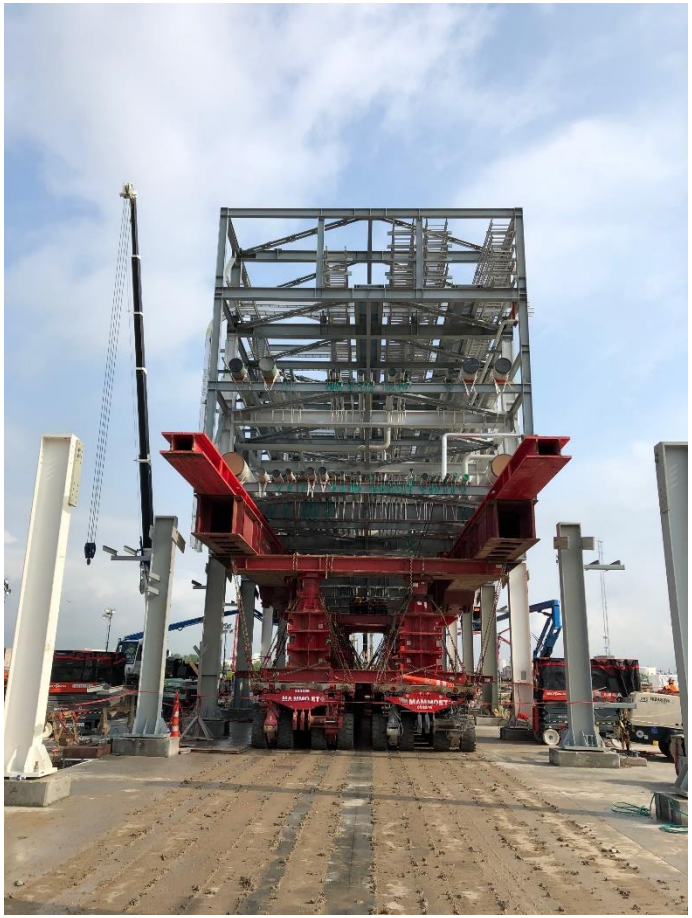
Analisi del percorso viene eseguito per l'apparecchio più grande e pesante.

Quando il Progetto raggiunge la fase operativa, lo studio dei trasporti dettagliato va fatto da una società specializzata per tali attività: Heavy Transporter Company.

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

SPMT

Source: Adgas Project



Source: Baytown Project

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

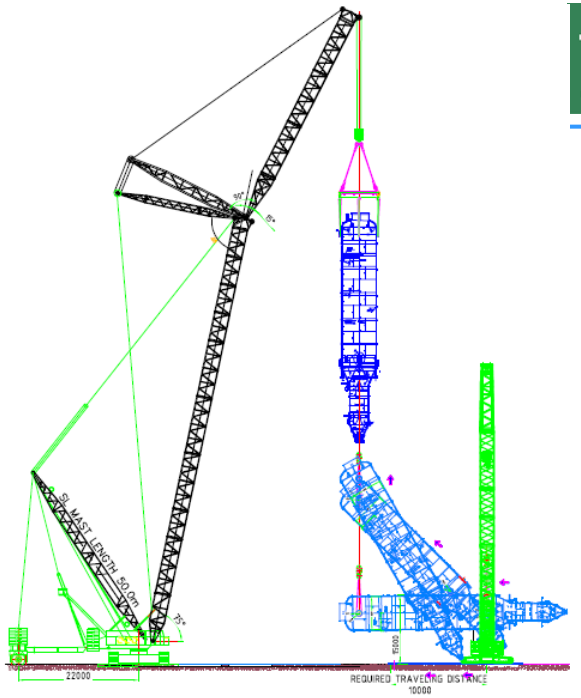
SOLLEVAMENTI

Nei cantieri si intendono sollevamenti quelle attività che richiedono l'uso di attrezzature particolari per installare apparecchiature o strutture di peso elevato oppure anche non necessariamente elevato, ma ad elevazioni e/o sbracci notevoli.

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, A TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Heavy Lifting - Overview

Durante le prime fasi del progetto, è importante analizzare le attività di sollevamento pesante.
Tali attività tipicamente comportano la movimentazione e l'installazione di apparecchiature pesanti e di grandi dimensioni (OS/HL) il cui peso supera le 100 tonnellate.



Vengono forniti studi di sollevamento dedicati per identificare:

- le metodologie di installazione più economiche e semplici, senza compromessi sulla sicurezza,

- qualsiasi attività di pre-sollevamento (ad es. preparazione del sito, pre-vestizione)

- eventuali impatti sui lavori circostanti e sulle sequenze di montaggio

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Le apparecchiature normalmente utilizzate per i sollevamenti pesanti sono le seguenti:

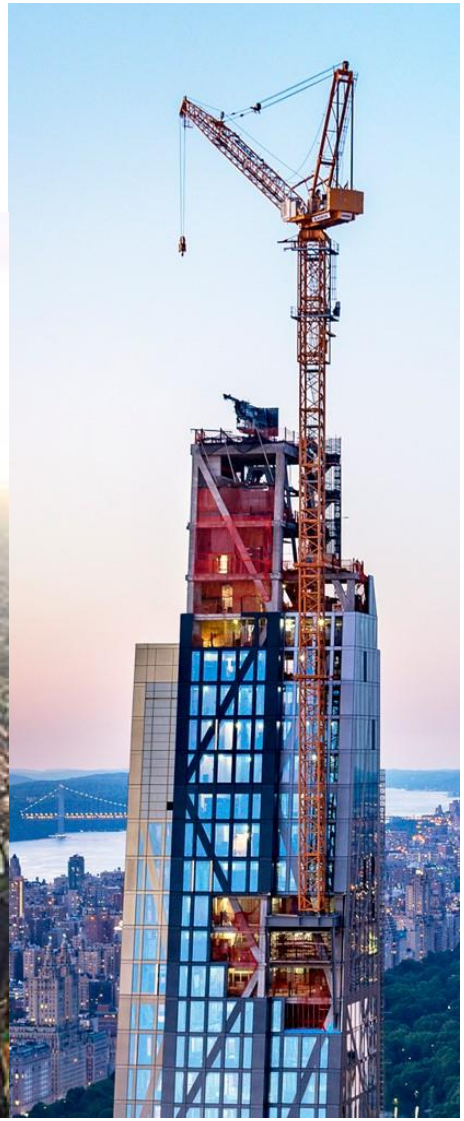
- Heavy Cranes
- Tower Cranes
- Lifting Towers
- Skidding System
- Gantry Cranes
- Strand Jacks
- Climbing Jacks

Nelle pagine seguenti sono mostrati alcuni esempi per ciascuna categoria.

Source: Baytown Project

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Tower Cranes



SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Heavy Cranes

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Lifting Towers

La torre di sollevamento è un sistema estremamente resistente di supporto per l'uso degli Strand jacks. E' stato disegnato specificatamente in forma modulare per facilità di assemblaggio, erezione e trasporto nel mondo. Grazie alla sua indiscussa versatilità come struttura di supporto temporanea, la Torre di Sollevamento può essere usata in differenti modi per garantire un risparmio economico nel sollevamento

Source: PDH Kallo Project

Source: Habshan 5 Project – 1650 ton Absorber

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Skidding System

Source: Opal Project

Il sistema skidding è progettato per caricare e spostare item orizzontalmente da una posizione all'altra.

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Gantry Cranes

Source: Fagioli

Il sistema Gantry cranes è un telaio di sollevamento idraulico mobile, semovente, ad altezza variabile. I carroponti sono progettati per funzionare su superfici lisce (piastre in acciaio o binari). Un meccanismo di spostamento laterale permette di traslare il carico dando al sistema la capacità di muovere il carico nelle 3 direzioni.

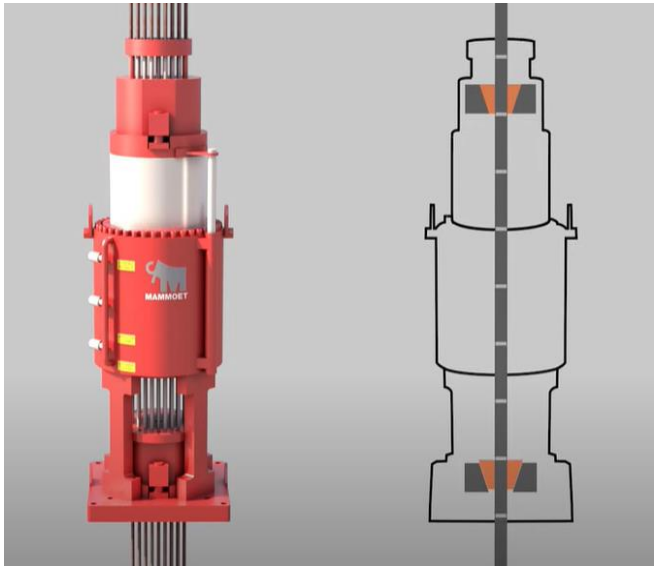
SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Jacking System

Già da molti anni e sempre più frequentemente Sono utilizzati sistemi idraulici a martinetti, chiamati generalmente "jacking system", come quelli utilizzati per il sollevamento delle campate del ponte nuovo di Genova. Combinando, attraverso una centralina idraulica, diversi di questi martinetti si possono sollevare ben oltre le 1.000 Ton.

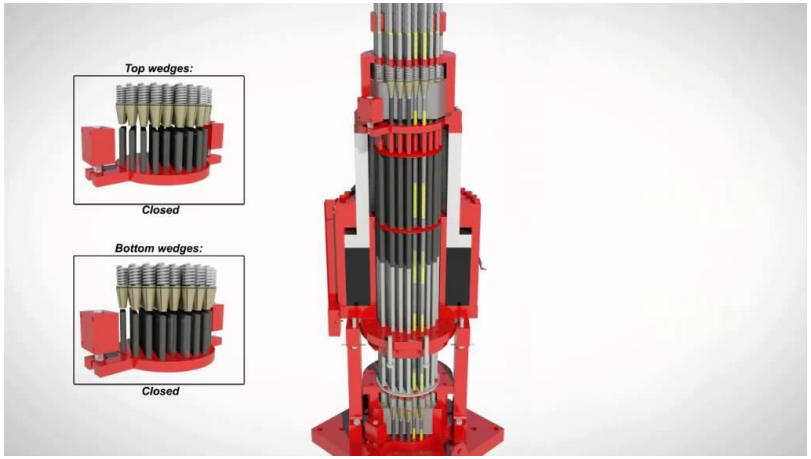
Strand Jacks

Source: Fagioli



Source: Mammoet

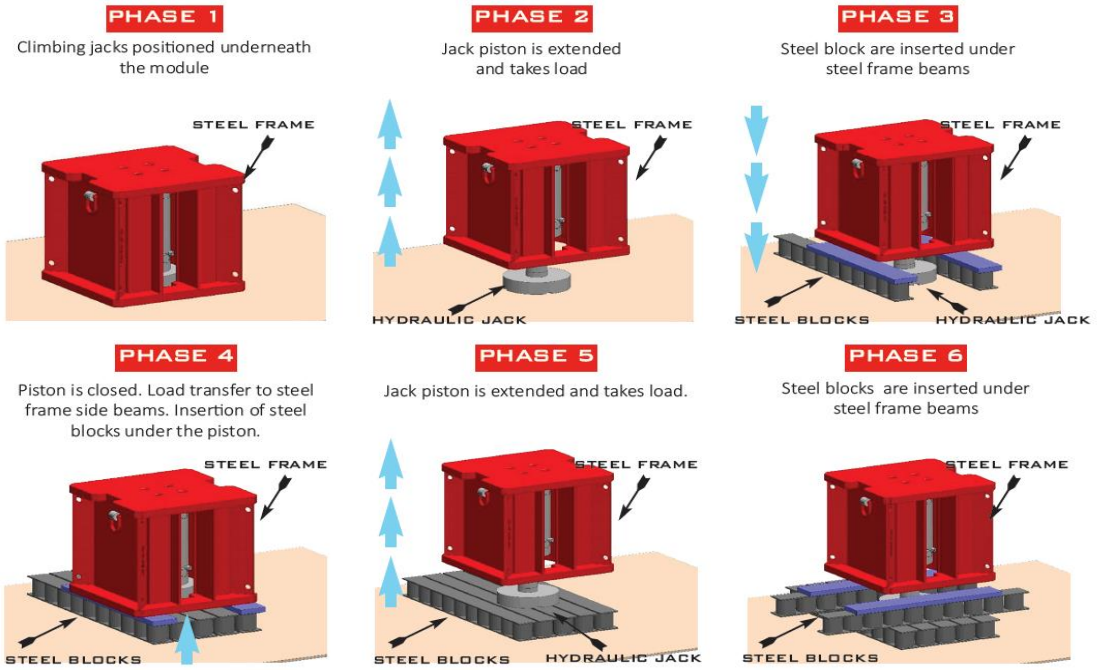
SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE



SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Climbing Jacks

Source: Fagioli



Il sistema "climbing jack" (capacità fino a 200 ton) consente il sollevamento o l'abbassamento di carichi su lunghe distanze in fasi, determinate dalla corsa dei martinetti. Il sistema è alimentato da un motore dimensionato per alimentare contemporaneamente tutti i martinetti collegati nel sistema. l'operatore alla consolle può controllare ogni singolo martinetto. Ogni martinetto è in grado di spingere e/o tirare ed è montato su un telaio in acciaio collegato ad esso mediante viti imbullonate sulla piastra superiore della struttura.

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Analisi dei Critical lifting

Nella selezione delle apparecchiature bisogna tenere in considerazione la fattibilità tecnica, tempistiche, aspetti logistici, risparmio sui costi..

La scelta della gru è fondamentale, impatta su tempi e costi.

A volte è necessario anche 1 anno per il booking di una gru cingolata.

Quale è la soluzione migliore?

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Analisi dei Critical lifting

Gru Telescopica All Terrain	
Vantaggi	Svantaggi
Mob / Demob più veloce ed economico	Meno capacità a raggio più lungo
Non richiede lunghe attività di montaggio in cantiere e viceversa	Non è possibile spostarsi con il carico
Il carico della gru viene trasferito a terra solo dagli stabilizzatori	

Gru cingolata Crawler crane	
Vantaggi	Svantaggi
Maggiore capacità a raggio più lungo utilizzando il Superlift	Tempi di Mob/Demob più lunghi e costosi (molti pezzi pesanti)
Possibilità di spostarsi con il carico	Attività di montaggio al site in posizione
	Richiede una preparazione del terreno specifica

Ring Crane	
Vantaggi	Svantaggi
Mob/Demob di tutte le parti in sagoma (in linea di principio tutti container da 12 mt)	Può solo ruotare e non muoversi con il carico
Gru molto robusta con una grande capacità	Può essere riposizionata solo in alcune configurazioni
Meno GBP (pressione al suolo) rispetto a una gru cingolata	Richiede una particolare preparazione del terreno
	Richiede molto spazio per il posizionamento / montaggio

Tower Lift	
Vantaggi	Svantaggi
Mob/Demob di tutte le parti in sagoma (in linea di principio tutti container)	È in una posizione fissa
Gru molto robusta con una grande capacità	Richiede fondazioni speciali
	In caso di configurazione molto alta necessita di tiranti di guida
	Potrebbe esserci la necessità di un collaudo in opera

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

PIANI DI SOLLEVAMENTO

Per i sollevamenti più critici (dimensione, posizionamento finale, peso), ma anche in generale per quelli minori, si devono elaborare i piani di sollevamento.

Generalmente essi riportano una vista in pianta con tutti gli ingombri della gru, del pezzo da sollevare, delle parti esistenti e le aree eventualmente da segregare.
Una sezione riporta tutti i dati relativi alla lunghezza del braccio, lo sbraccio, il peso da sollevare e la portata della gru.

Importanti e necessari sono anche i dettagli di imbragaggio con indicazione eventuale del baricentro.

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

PIANO DI SOLLEVAMENTO

Requisiti minimi che un piano di sollevamento deve contenere sono:

1. **OGGETTO DEL SOLLEVAMENTO** (Società coinvolte, Dimensioni e peso del carico, Dati di tiro, etc)
2. **UBICAZIONE** (Descrizione dell' area, Layout Di Cantiere)
3. **MEZZI IMPIEGATI** (Gru principale, Gru secondaria, Gru di servizio, Piattaforma aerea, Camion con gru, Trasporti)
4. **PERSONALE COINVOLTO NELLE OPERAZIONI DI SOLLEVAMENTO**
5. **IMBRAGHI ED ATTREZZATURE DI SOLLEVAMENTO** (Modalita e punti d'imbrago, lmbraghi ed attrezzature utilizzate, Moda/ita di montaggio e smontaggio de/le attrezzature di sollevamento, Certificati de/le attrezzature impiegate)
6. **CONFIGURAZIONE ED ALLESTIMENTO DEI MEZZI**
7. **SEQUENZA OPERATIVA** (Piazzamento e allestimento, Sollevamento, Posa, Disallestimento, Programma dei lavori)
8. **CHECK LIST**
9. **CONDIZIONI LIMITE METEO** (Vento eccessivo, Scarsa visibilità, Precipitazioni eccessive)
10. **ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI**
11. **ANALISI, CON IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI; VALUTAZIONE DEL RISCHIO E DEFINIZIONE DELLE MISURE E PRESCRIZIONI DI SICUREZZA**

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

UN ESEMPIO: Strutture metalliche pre-assiemate

Una delle aree di sviluppo delle analisi di costruibilita' molto importante e' la valutazione dei vantaggi derivanti dal preassimaggio delle strutture metalliche anzicche' procedure al loro montaggio marca per marca:

Metodologia applicabile sia per piccolo strutture che per porzioni di grandi strutture anche molto complesse

VANTAGGI:

SAFETY
Reduced working at height

SCHEDULE

PRODUCTIVITY
Works at height are reduced

SIMULTANEOUS WORKFRONTS
Start erection of structural steel during civil works

HEAVY LIFTS OPTIMIZED
Erection of Equipment and Structural Steel with same crane and same crews

SVANTAGGI:

PLANNING
Additional planning effort required from Project early phases and involvement of Construction Subcontractor

AREA AVAILABILITY
Availability of Staging area for Pre-assembly

TRANSPORTATION and RIGGING
Extra cost, Field routing constraints

ENGINEERING COST
- Additional design
- Increase of quantities

POST-ORDER
Early delivery of structural steel in lots 100% feasible

L'impostazione delle strutture preassiemate deve essere fatta gia' dale prime sessioni di Costruibilita' per indirizzarene l'ingegneria

In caso contrario il preassiemaggio delle strutture sarà limitato a:

- Piccoli portali e assiemaggi definiti durante la costruzione per facilitare il montaggio
- Piccoli moduli definiti poco prima dei montaggi per velocizzare la costruzione e risolvere problemi contingenti

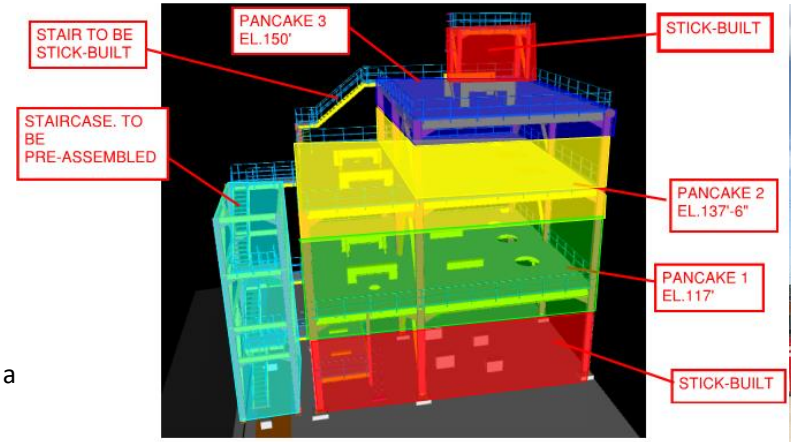
SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Pancake Approach:

Extensive preassembly of steel structure by levels by means of fully preassembled floors (pancakes) completed with:

- Structural Steel;
- Gratings;
- Chequered Plates;
- Handrails;
- Minor equipment;
- Optimized scaffolding;

Stairway is fully preassembled a Stick Built steel is minimized.



The pancake approach allows to maximize the Opportunities of Steel Structure Preassembly.

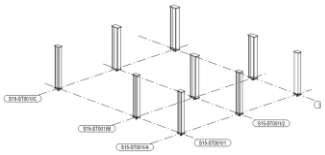
However, also challenges are maximized, and commitment of Project Team Management is necessary.

In Particular:

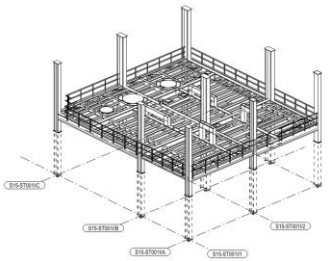
1. Civil Works and Steel Structures Works become "fully" uncoupled: Opportunity of paving before start of Mechanical works.
2. Heavy Lift Campaign Optimization: Pancakes and equipment are erected in sequence by the same crew using the same high-capacity crane already present on Site for other heavy equipment.

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

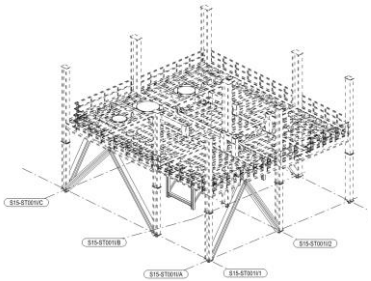
Here it is shown the complete conceptual erection procedure for a process structure designed using the pancake approach for structural steel preassembly



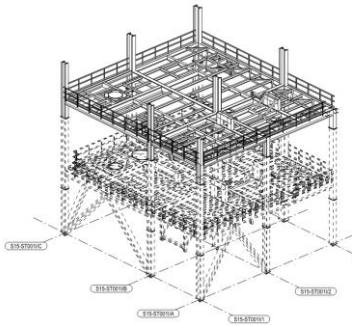
1. Stick Built Base Columns



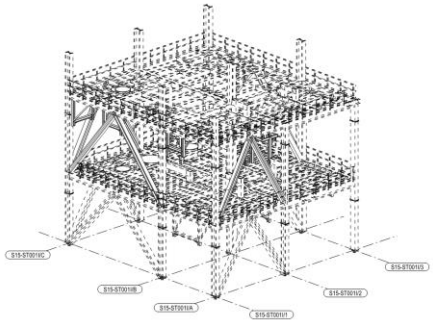
2. First Pancake Installation



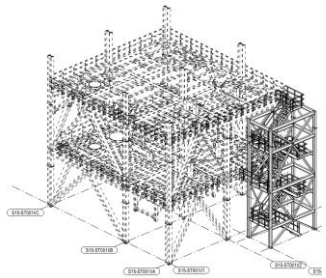
3. Bracings Stick Built



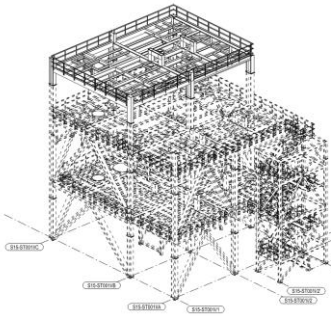
4. Second Pancake Installation



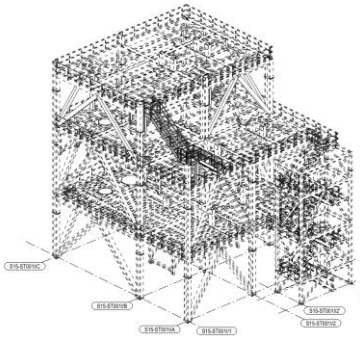
5. Bracings Stick Built



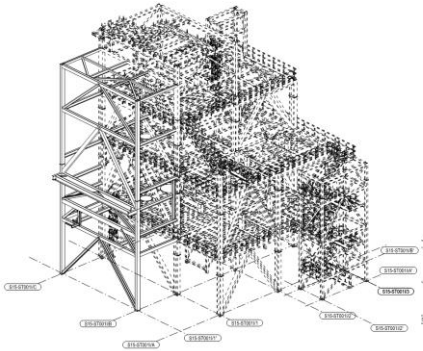
6. Pre-assembled stairway installation



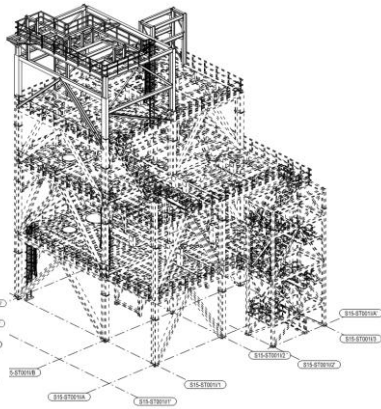
7. Third Pancake Installation



8. Bracings Stick Built



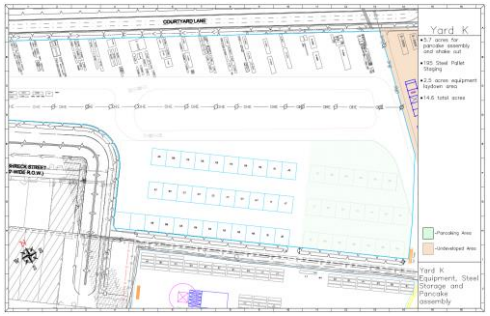
9. Complete Stick Built



10. Complete Stick Built

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

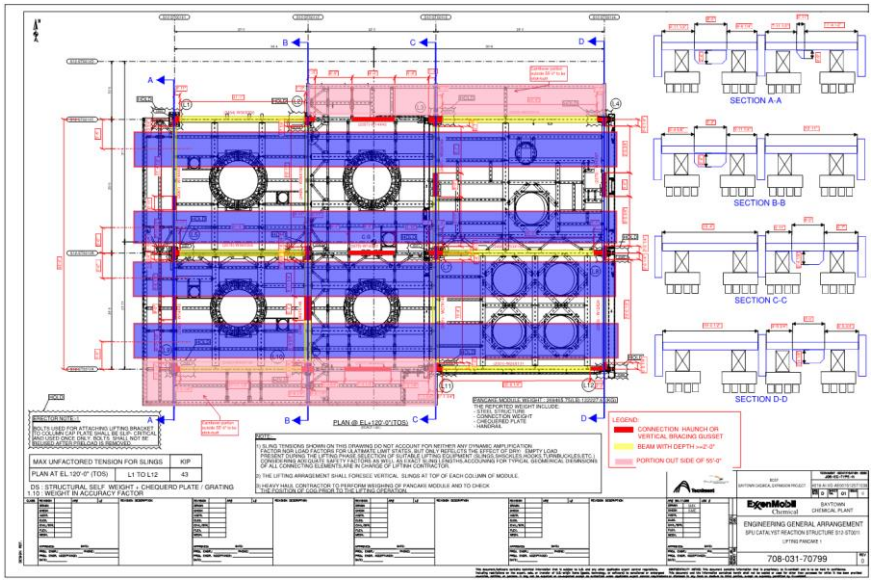
- **Pre-assembly Area:**



SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

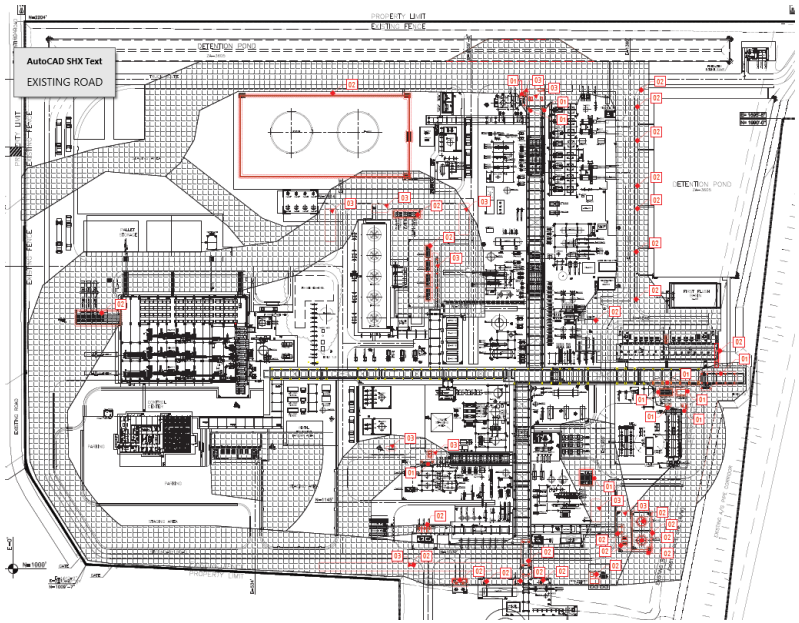
- **Transportation of Pancakes with SPMTs:**

During Design phase, modules are checked for SPMT Transportation and lifting



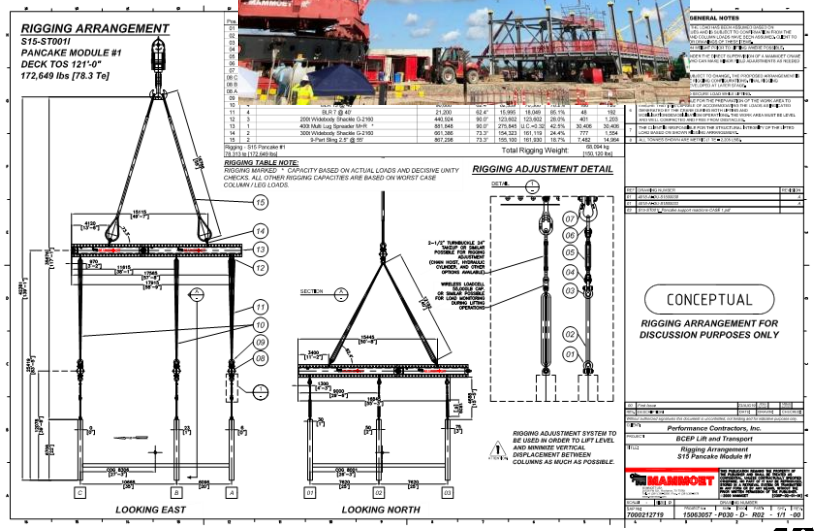
SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Routing Study and Leave out Plan:



FOUNDATION MARK LEGEND	
1	FOUNDATION TO BE BURIED UNDER TRANSPORT PATH. LEAVE OUT ANCHOR BOLTS ONLY.
2	FOUNDATION TO BE HELD. LEAVE OUT FULL FOUNDATION.
3	MONITORS, PIVs, STUB UPS, ETC. ABOVE GRADE. BLIND AT HDPE FLANGE.

Rigging Arrangement:



SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

Installation Sequence

SCELTE DI INGEGNERIA MIRATE ALLA COSTRUZIONE, AL PROCUREMENT, AL TRASPORTO / MOVIMENTAZIONE E ALL'INSTALLAZIONE

- Vantaggi del pre-assiemaggio

  - Riduzione delle lavorazioni in quota con riduzione dei rischi correlati
  - Opportunità di lavorare entro il limite di obbligo di safety harness facilitando il movimento
  - Possibilità di lavorare liberamente nelle attività civili evitando onerose richieste di SIMOPS
  - Possibilità di eseguire simultaneamente i montaggi a diverse elevazioni
  - Possibilità di inserire sempre dall'alto con facilità apparecchi tra i diversi livelli
  - Riduzione della immobilizzazione di gru per il montaggio stick-built delle strutture

- Valutazione del vantaggio

  Considerando che con questa metodologia si incrementa l'efficienza e si riducono i tempi persi per l'attesa di materiali fuori sequenza, si può stimare un risparmio di circa il 20% delle ore spese rispetto al montaggio stick-built tradizionale (marca per marca). Inoltre si risparmia la gru ed i menlift di servizio al montaggio delle strutture pezzo a pezzo. Per il sollevamento dei pancakes si usa una gru normalmente presente per montare gli apparecchi in essi installati, quindi con minimo costo aggiuntivo.

- Svantaggi e criticità

  - ✓ Necessità di prevedere questa metodologia all'inizio della progettazione strutturale
  - ✓ Incremento di impegno dell'ingegneria
  - ✓ Necessità di attento studio di costruibilità per prevedere i trasporti ed i sollevamenti
  - ✓ Necessità di gru di adeguata capacità
  - ✓ Necessità di area a tiro di gru o, in alternativa, necessità di impiegare SPMT (*Self-Propelled Modular Transporters)* per il trasporto.

► **TECNICHE DI CONSTRUCTABILITY**

L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE

➢ Modello 3D al centro della progettazione

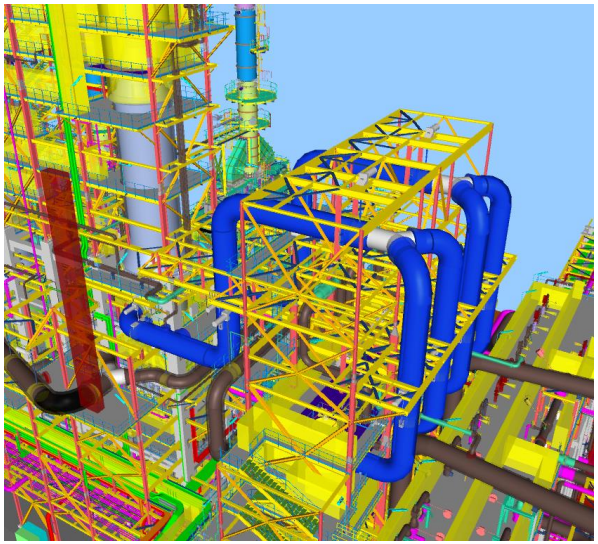
- Quando ci si trova in presenza di installazioni complesse risulta essenziale fare studi dettagliati di costruibilità in stretto coordinamento con l'ingegneria per identificare le criticità di montaggio che possono essere mitigate con adeguate soluzioni ingegneristiche e appropriate piani di montaggio.

- Oggigiorno la soluzione di queste problematiche è molto facilitata dalla possibilità di fare **simulazioni con l'uso del modello 3D** con il quale si possono poi preparare Method Statements dettagliati per guidare la costruzione e facilitare la sequenza di montaggio in cantiere.

- Si possono anche mostrare le sequenze delle attività evidenziando i prerequisiti al montaggio e le criticità come le strutture metalliche che in taluni casi debbono essere montate secondo specifiche sequenze per permettere l'installazione degli equipmens e del piping di grosso diametro.

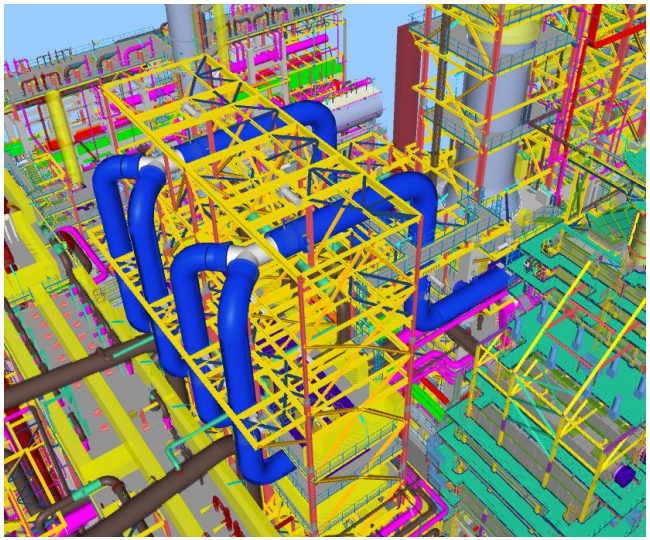
- Come esempio di tale approccio si presenta uno studio fatto per un cantiere attualmente in esecuzione dove si è analizzato il montaggio di line dai 24" fino agli 80" in configurazioni decisamente complesse.

L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE

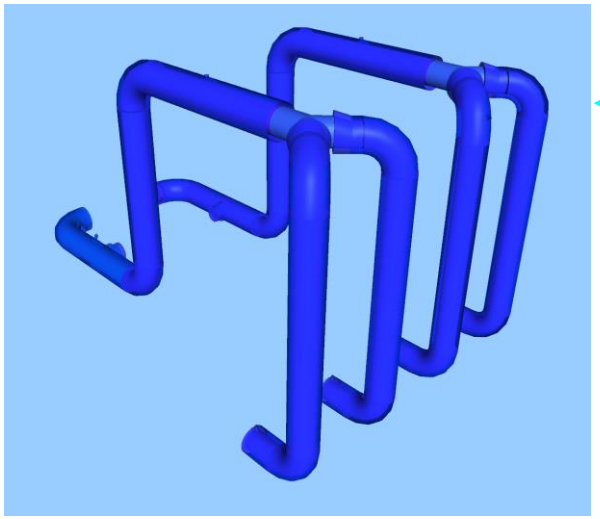


ISO VIEW OF LINE 58"-P-9110001-(1)-1B03HH15X-K

ISO VIEW OF LINE 58"-P-9110003-(1)-1B03HH15X-K

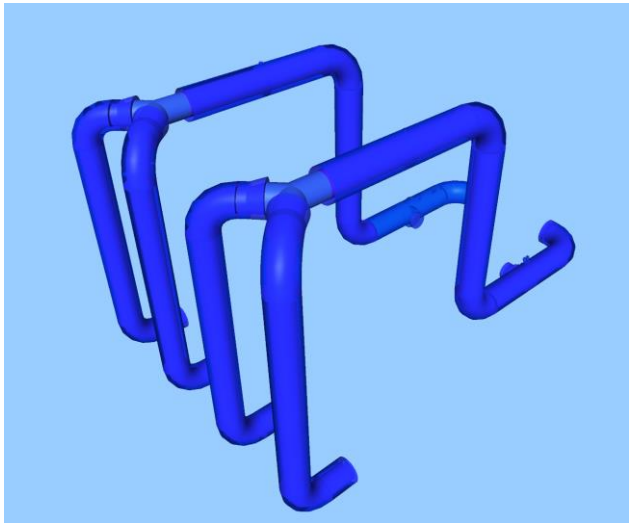


L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE

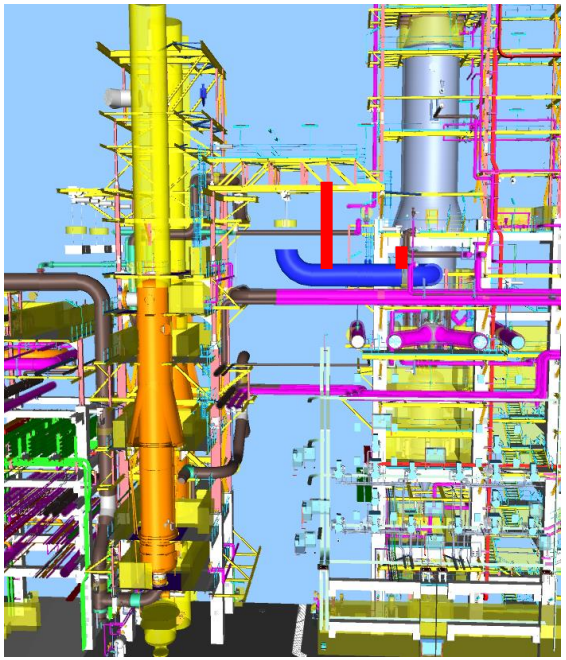


ISO VIEW OF LINE 58"-P-9110001-(1)-1B03HH15X-K

ISO VIEW OF LINE 58"-P-9110003-(1)-1B03HH15X-K



L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE



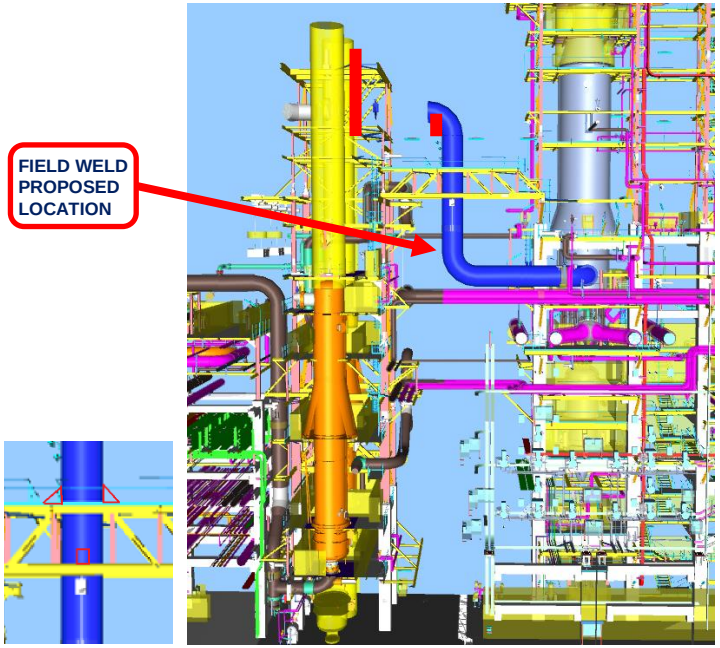
VERTICAL SPOOL WILL BE DROPPED THROUGH THE STRUCTURE.

TEMPORARY SUPPORT WILL BE PROVIDED TO ALLOW THE RESTING OF THE SPOOL.

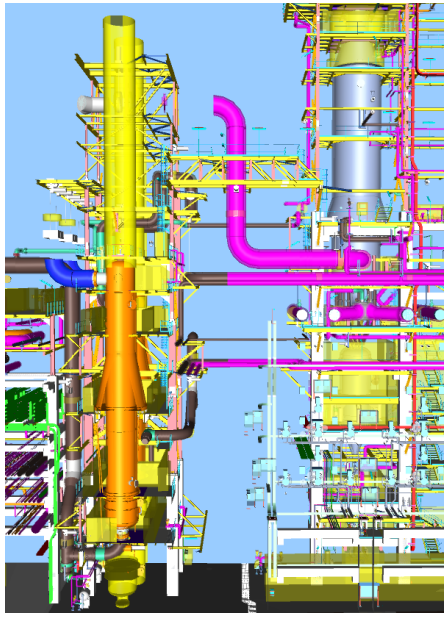
FIELD WELD TO BE PROVIDED AFTER SPOOL INSTALLATION TO KEEP INSTALLED PIPE STABLE

IN THIS SERIES OF SLIDES IT IS SHOWN THE SEQUENCE OF SPOOL INSTALLATION

THE FIRST SPOOL WILL BE INSTALLED CONSIDERING TEMPORARY SUPPORT , BEING THE LINE SUPPORTED BY SPRING HANGERS.
RED LINES IDENTIFIES TEMPORARY SUPPORT TO BE PROVIDED.

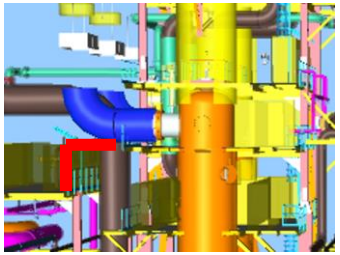


L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE



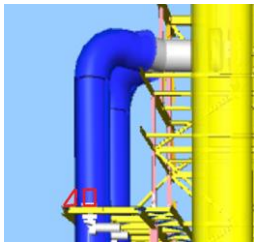
VERTICAL SPOOL WILL BE DROPPED THROUGH THE STRUCTURE.

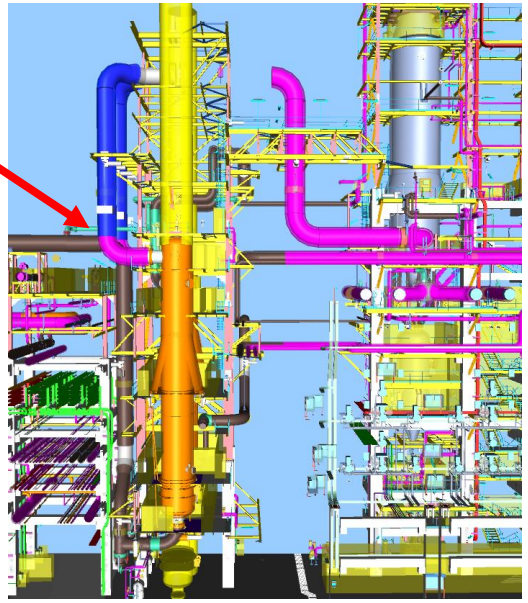
TEMPORARY SUPPORT WILL BE PROVIDED TO ALLOW THE RESTING OF THE SPOOL.



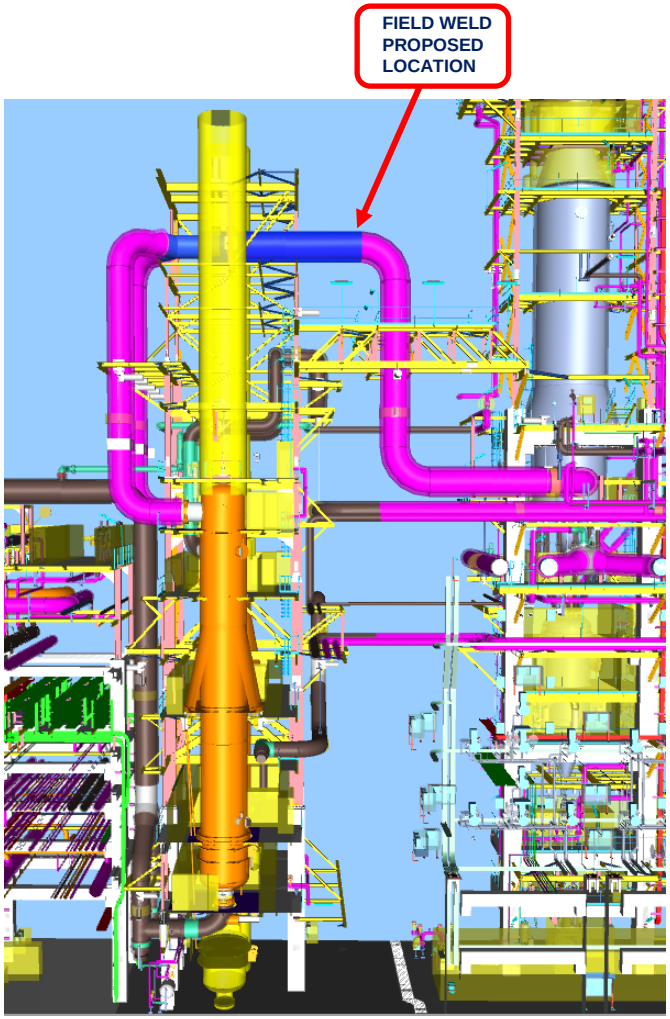
HORIZONTAL SPOOL CONNECTED TO NOZZLE WILL BE INSTALLED.

SUPPORT OF THE SAME CAN BE REALISED BY MEANS OF SCAFFOLD FROM NEARBY PIPE RACK TO HCFE STEEL STRUCTURE





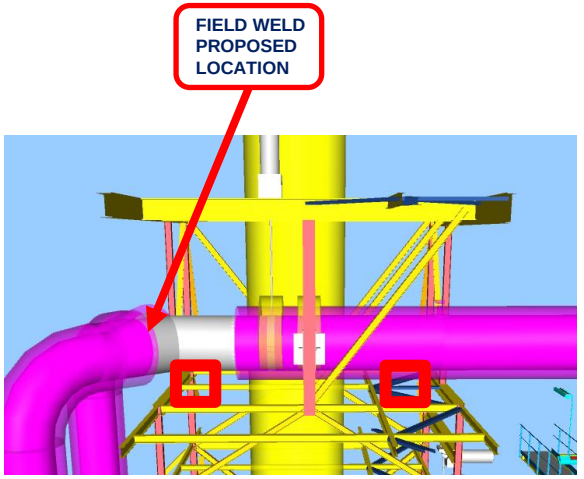
L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE



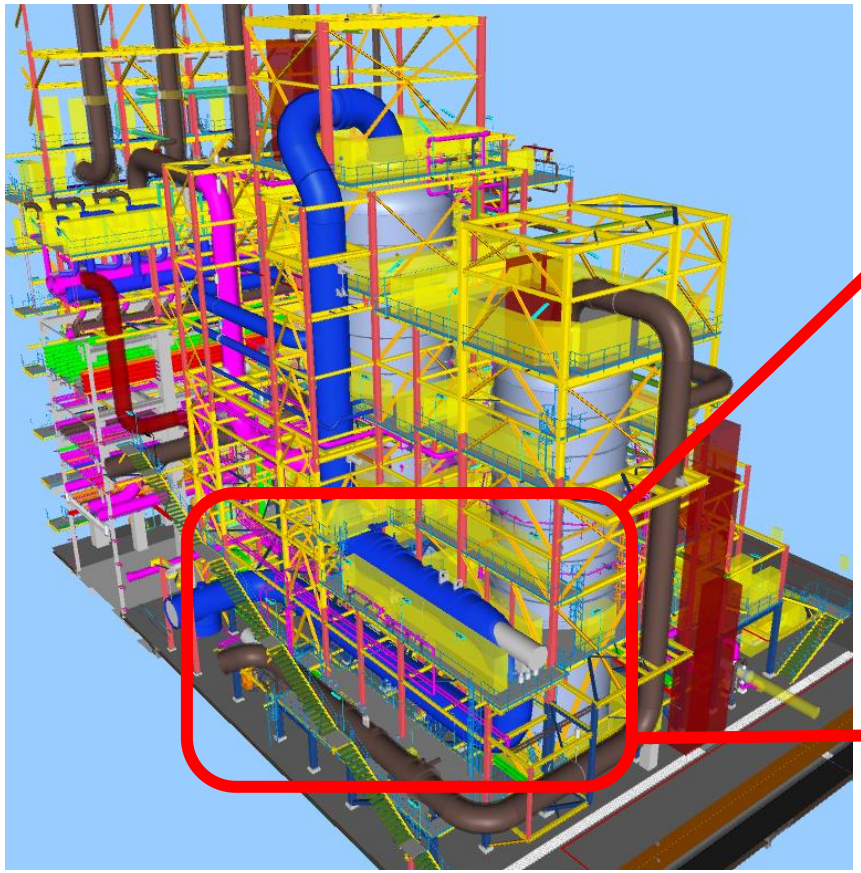
HORIZONTAL SPOOL CONNECTED THE TWO RISERS WILL BE DROPPED CONSIDERING TO LEAVE OPEN THE TOP PORTION OF HCFE STRUCTURE.

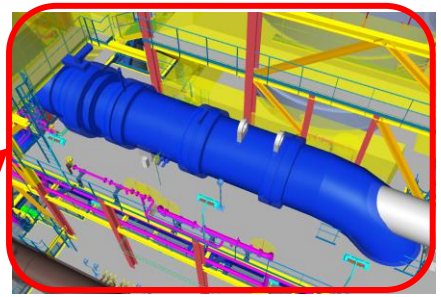
TEMPORARY SUPPORTS ARE TO BE PROVIDED FROM BELOW STEEL FRAME

FIELD WELD WILL COMPLETE THE LINE INSTALLATION

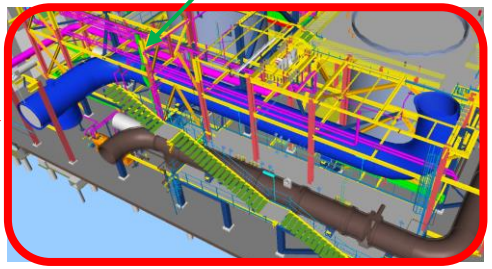


L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE

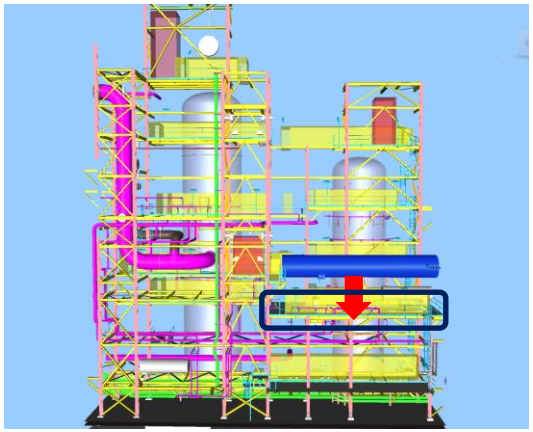


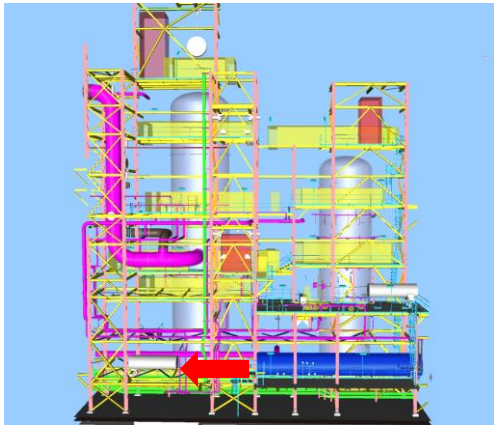


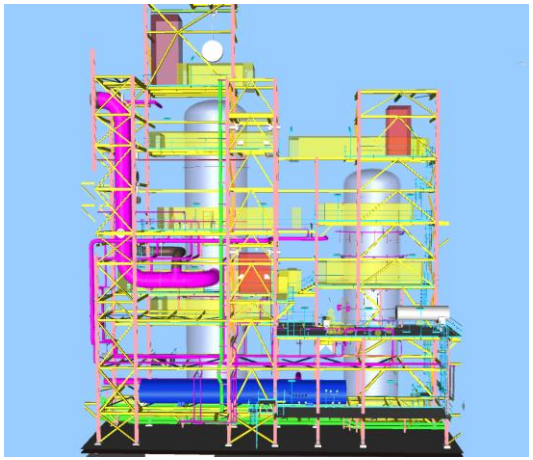
ON TOP HORIZONTAL ROUTING OF THE LINE FLANGED VALVES , BLIDS AND STRAINER ARE PRESENT, WHILE ON THE LOWER PORTION ONE FLANGED JOINT HAS BEEN ADDED



L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE







IN THIS SERIES OF SLIDES IT IS SHOWN THE SEQUENCE OF SPOOL INSTALLATION

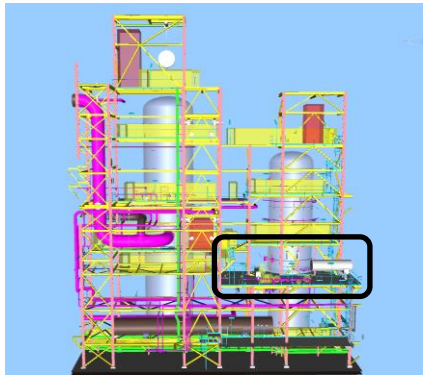
THE PORTION OF STRUCTURE IDENTIFIED IN THE CLOUD SHALL BE LEFT OPEN ALLOWING DROPPING OF LOWER HORIZONTAL SPOOL

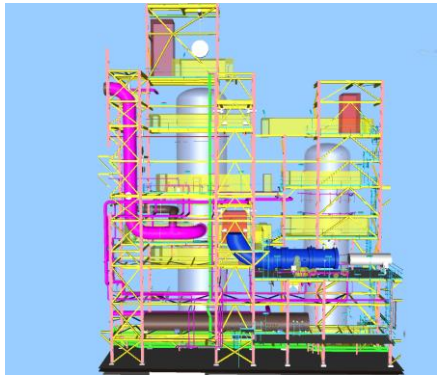
HORIZONTAL PORTION OF 80" LINE IS LIFTED AN PUT IN POSITION AT THE PROPER LOCATION.

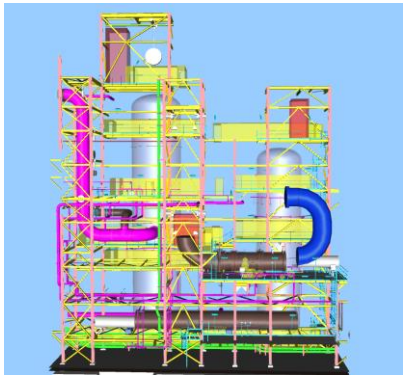
THIS ACTION IS PERFORMED CONSIDERING THE STRUCTURE OPEN AT THE HIGHER ELEVATION AS INDICATED IN SLIDE #1

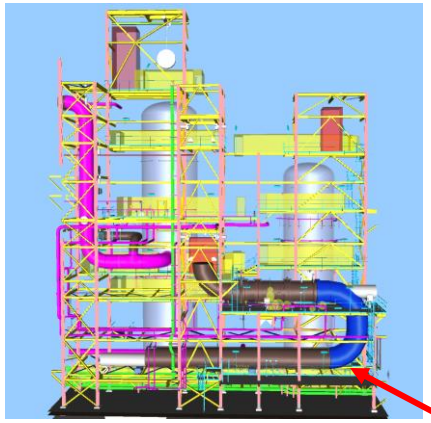
THE PIPE IS THEN PUSHED AND LOCATED BELOW THE STEEL STRUCTURE AS SHOWN IN SLIDE #3 IN FINAL POSITION

L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE







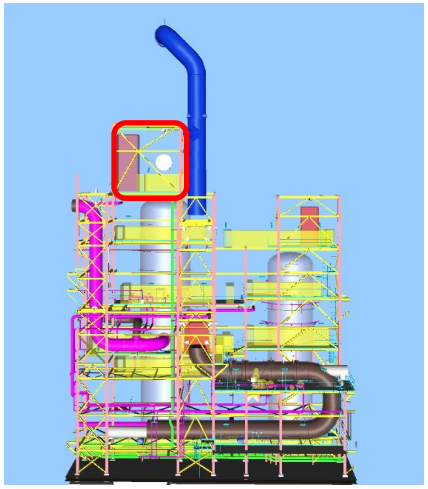


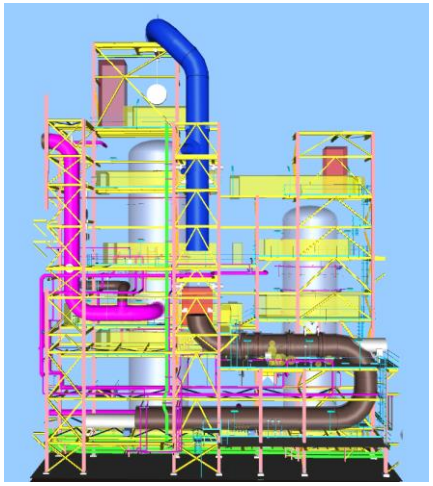
AFTER INSTALLATION OF LOWER STRAIGHT SPOOL STRUCTURE CAN BE CLOSED AND PLATFORM INSTALLATION CAN BE FINALIZED , PORTION HIGHLIGHTED IN THE CLOUD

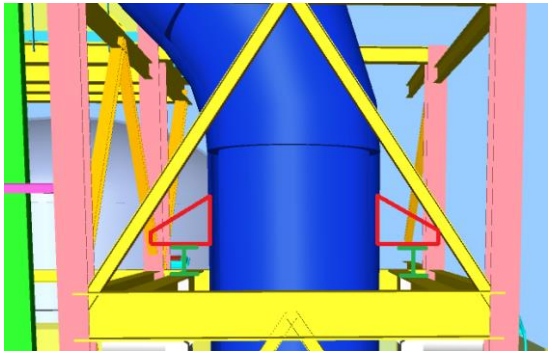
SERIES OF FLANGED SPOOLS CAN BE INSTALLED INCLUDING THE ONE WITH THE ELBOW POINTING UP ,WHICH WILL BE LATER CONNECTED WITH VERTICAL DOWN COMER

U SHAPE SPOOL WILL BE INSTALLED CONNECTING UPPER AND LOWER PORTION OF COMPRESSOR SUCTION LINE

L'UTILIZZO DEL MODELLO 3D PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DELLA COSTRUZIONE







VERTICAL DOWN COMER WILL BE DROPPED INTO THE STEEL TOWER, THIS IPOTHESIS IMPLIES A LIFTING OVER 60m FROM GROUND, BUT AT THE SAME TIME MINIMIZE THE FIELD WELDS TO BE PERFORMED; UPPER PART OF STEEL STRUCTURE IN RED CLOUD SHALL REMAINS OPEN TO ALLOW SPOOL DROP.

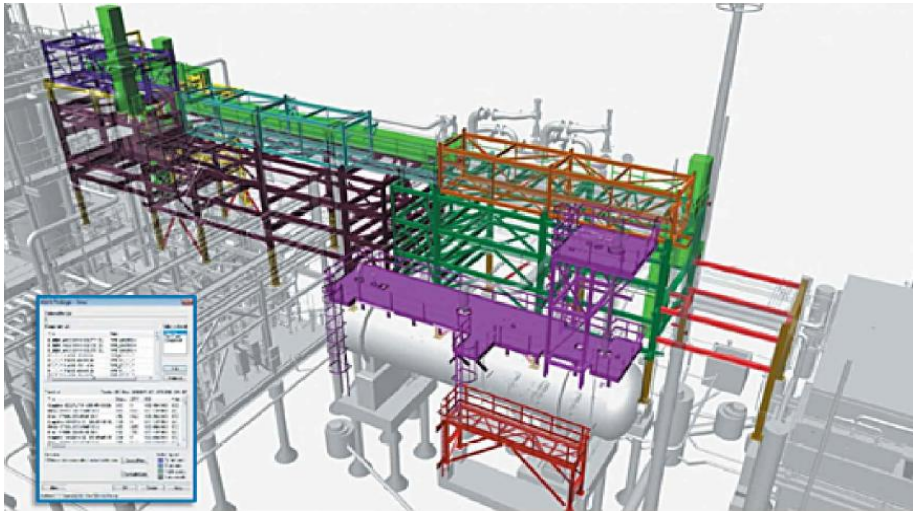
BEING THE SPOOL SUPPORTED BY MEANS OF SPRING SUPPORT ONLY , A TEMPORARY SUPPORT WILL BE PROVIDED BY MEANS OF LUGS AND SHIMMING BEAMS .

FIELD WELD TO ELBOW OF THE HORIZONTAL SPOOL CAN BE EXECUTED.

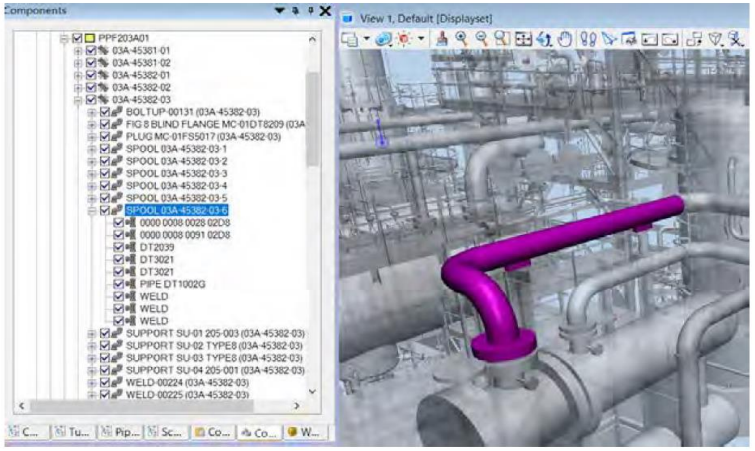
SPRING SUPPORT CAN BE SAFELY INSTALLED , AFTERWARDS TEMPORARY SUPPORT WILL BE REMOVED

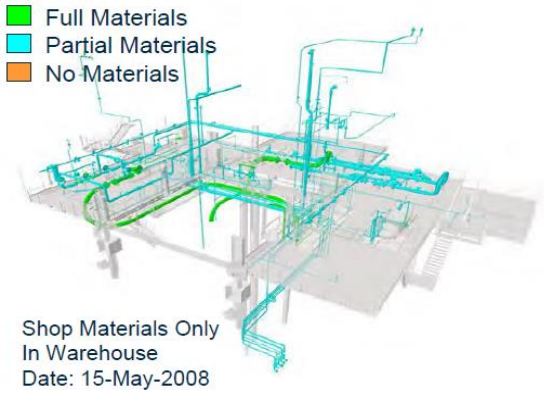
SISTEMI INNOVATIVI PER IL TRASFERIMENTO DELLE INFORMAZIONI DALL'INGEGNERIA AL PROCUREMENT AL CANTIERE

Feasibility Results Visualization on 3D model

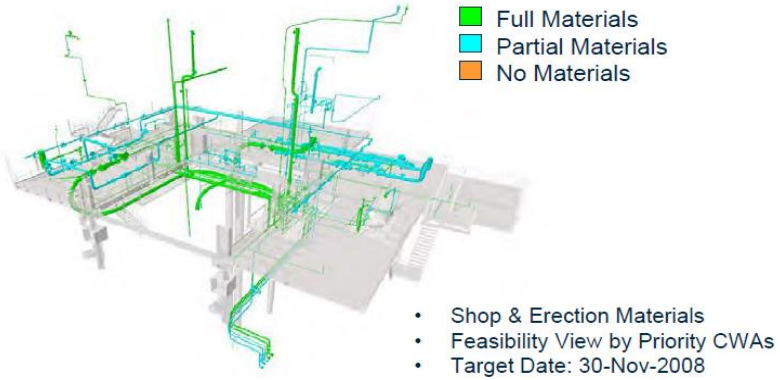


Spoolgen spooling viewable





Feasibility Run/Materials Forecast - Today



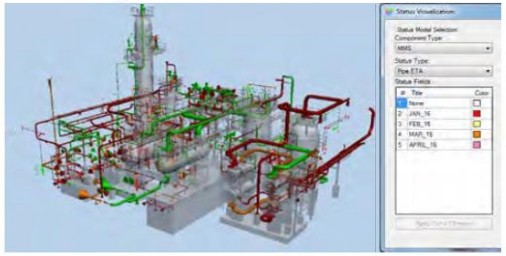
Feasibility Run/Materials Forecast - Six Months

SISTEMI INNOVATIVI PER IL TRASFERIMENTO DELLE INFORMAZIONI DALL'INGEGNERIA AL PROCUREMENT AL CANTIERE

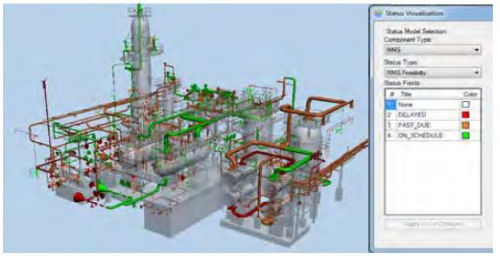
Workface Planning Results Visualization on 3D model

Equipment PO status

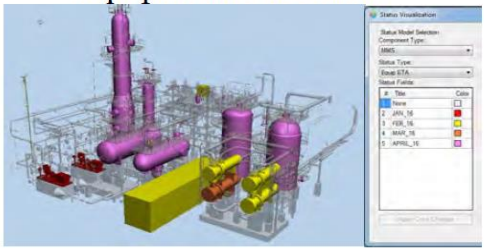
Pipe PO status



Material Feasibility – Look Ahead

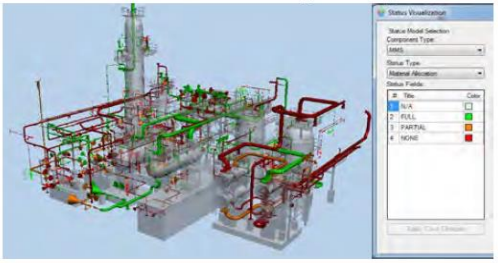


Equipment ETA status



Pipe ETA status

Material Allocation per Pipeline



SISTEMI INNOVATIVI PER IL TRASFERIMENTO DELLE INFORMAZIONI DALL'INGEGNERIA AL PROCUREMENT AL CANTIERE

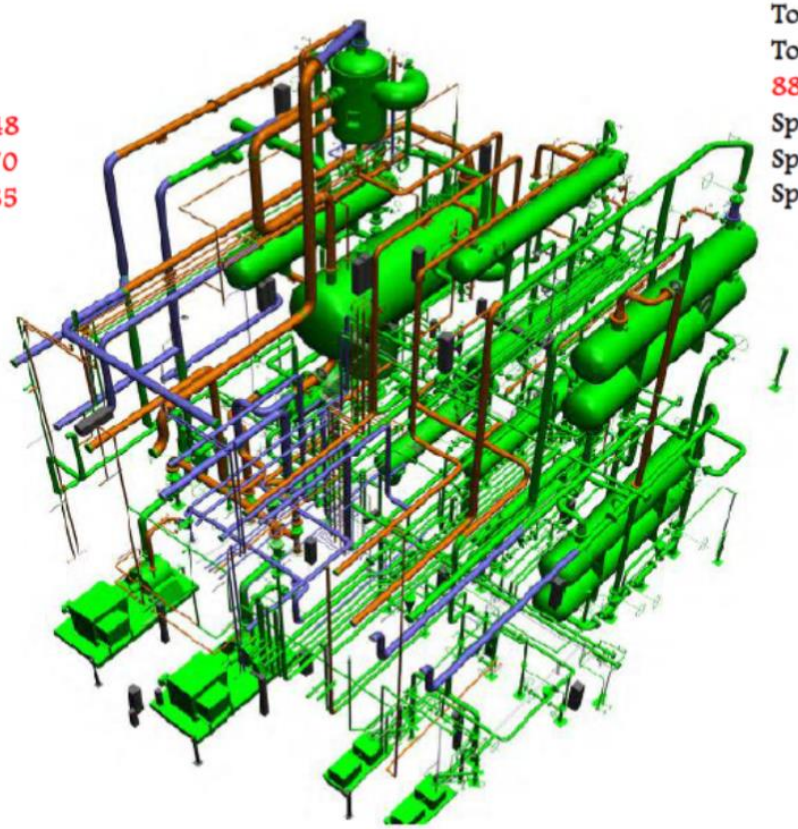
Workface Planning Results Visualization

Pipe
Total LN FT 6726
Total LN FT Installed 5548
Total LN FT Remaining 1178
82% Complete
LN FT Installed Weekending Feb 06: 548
LN FT Installed Weekending Jan 30: 270
LN FT Installed Weekending Jan 23: 385
AVG DIAM IN INSTALLED: 4.9
AVG DIAM IN NOT INSTALLED : 5.0

Total Spools 589
Total Spools Installed 517
Total Spools Remaining 72
88% Complete
Spools Weekending Feb 06: 48
Spools Weekending Jan 30: 20
Spools Weekending Jan 23: 30

Status Model Selection
Component Type:
Pipe
Status Type:
Pipe Install
Status Fields:

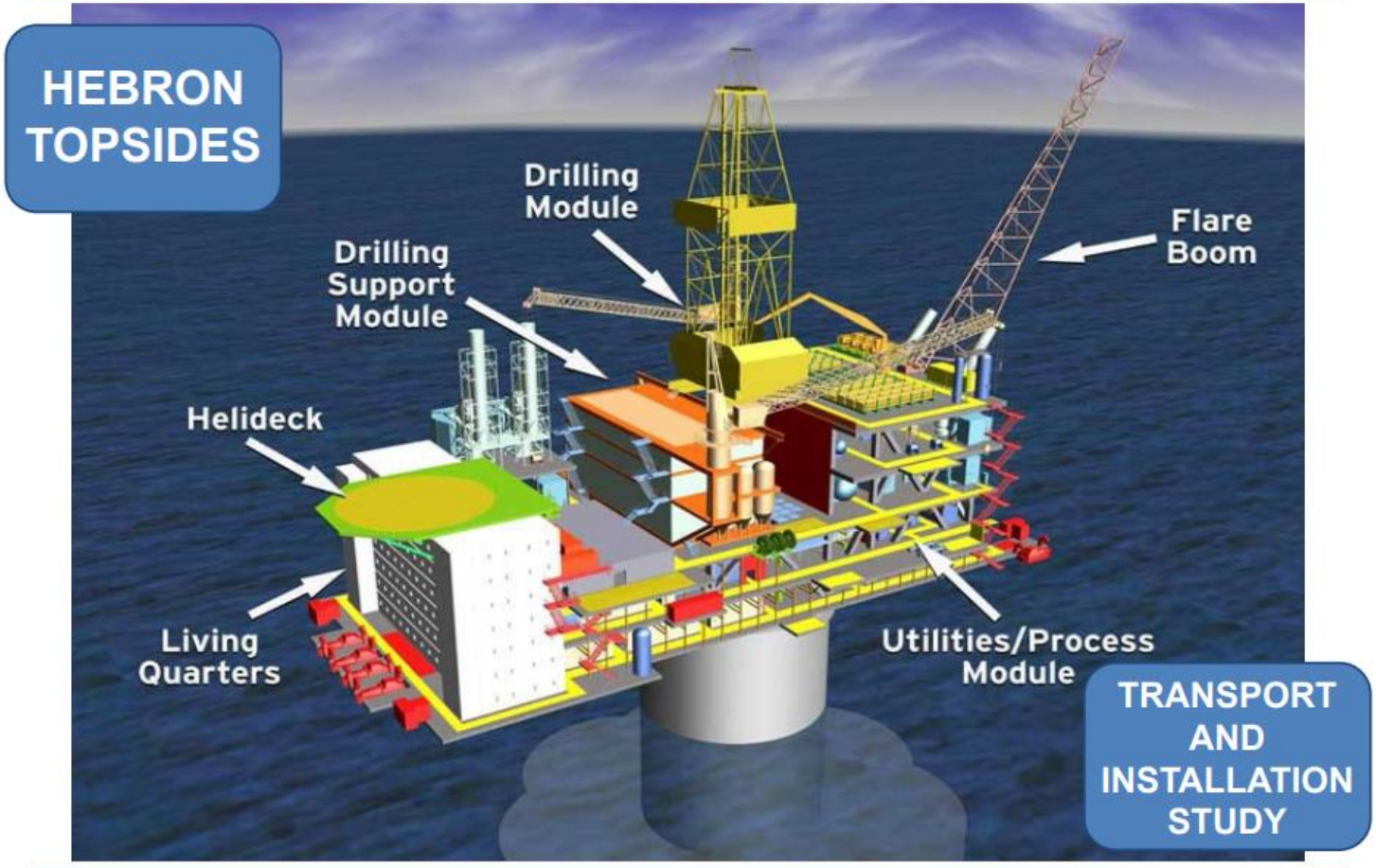
#	Title	Color
1	None	
2	Stage	
3	Erect	
4	Connect	
5	QC Walkdown	



Weekending February 06, 2016

ESEMPI DI TECNICHE DI COSTRUIBILITÀ APPLICATE AI TRASPORTI ED AI SOLLEVAMENTI PESANTI

ExxonMobil Hebron AkerSolutions



ESEMPI DI TECNICHE DI COSTRUIBILITÀ APPLICATE AI TRASPORTI ED AI SOLLEVAMENTI PESANTI

ILTT GENOVA — COMUNE DI GENOVA — FAGIOLI THE WORLD... OUR PASSION — RINA PERGENOVA

IL NUOVO PONTE DI GENOVA

► VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY

VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY

- **Il termine spiega implicitamente la priorità che deve essere data all'aspetto realizzativo e quindi la necessità di adattare le fasi precedenti al servizio della stessa.**

- **Di certo quanto più la constructability è spinta, tanto più la fase esecutiva viene protetta. Gli imprevisti incontrollabili non si evitano, ma gli effetti vengono mitigati dalla non sovrapposizione con quelli di una non adeguata preparazione delle attività.**

- **Definizione: «*l'uso ottimale della conoscenza ed esperienza in materia di pianificazione, progettazione, acquisti e operazioni di cantiere per raggiungere gli obiettivi generali del progetto*»**

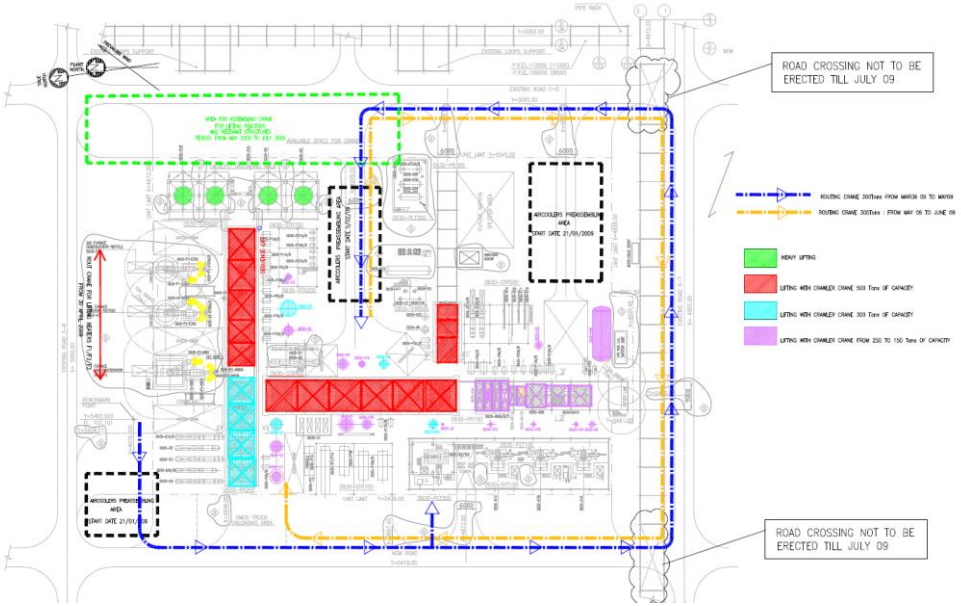
- **Tra i principali vantaggi:**
  - **Miglioramento della Sicurezza**
  - **Riduzione dei costi**
  - **Riduzione della durata complessiva del progetto**
  - **Anticipazione e prevenzione dei rischi di progetto**

Sono vantaggi provati, non teorici (CII – Construction Industry Institute)….. lo vedremo

VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

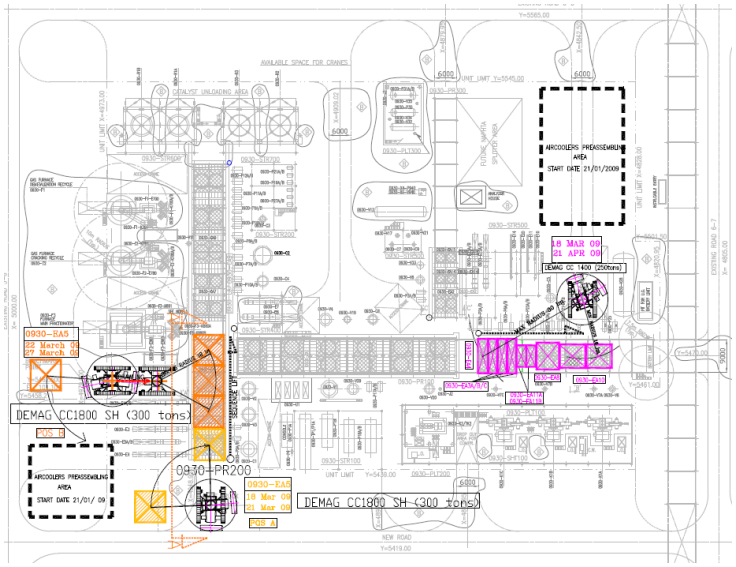
- La constructability, passando per la condivisione di spunti di expertise e lessons learned permette di ottimizzare aspetti tipicamente critici della costruzione, come per esempio la sequenza dei sollevamenti e l'uso degli spazi in cantiere.

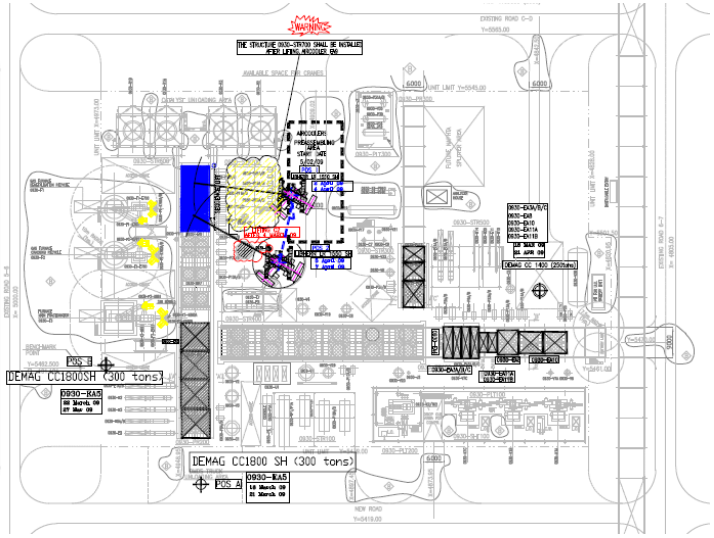
- Case study 1: poco spazio a disposizione / layout compatto e centralizzato / accessi limitati.
  - E e P si adattano (apparecchiature pre-assiemabili, consegne ad-hoc)
  - le aree on hold vengono de-criticizzate
  - l'uso delle main cranes è ottimizzato



VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

- **Lotto 1 di air-coolers**

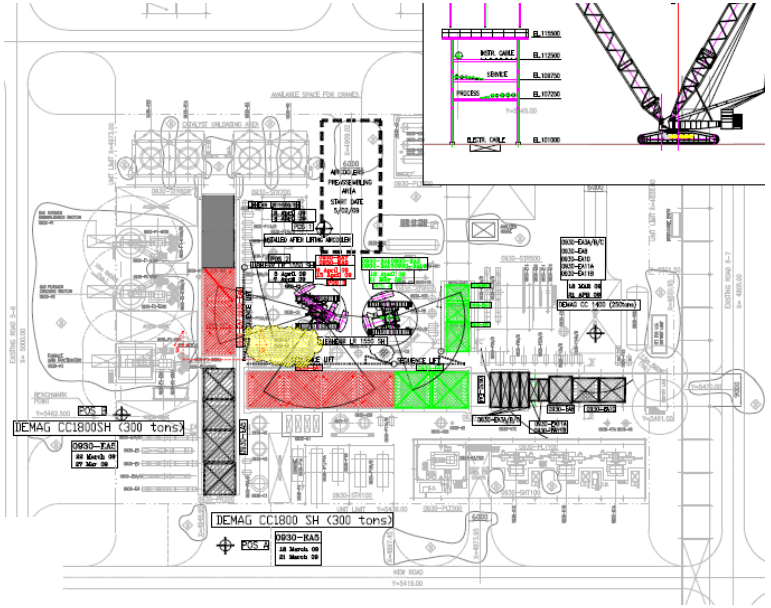


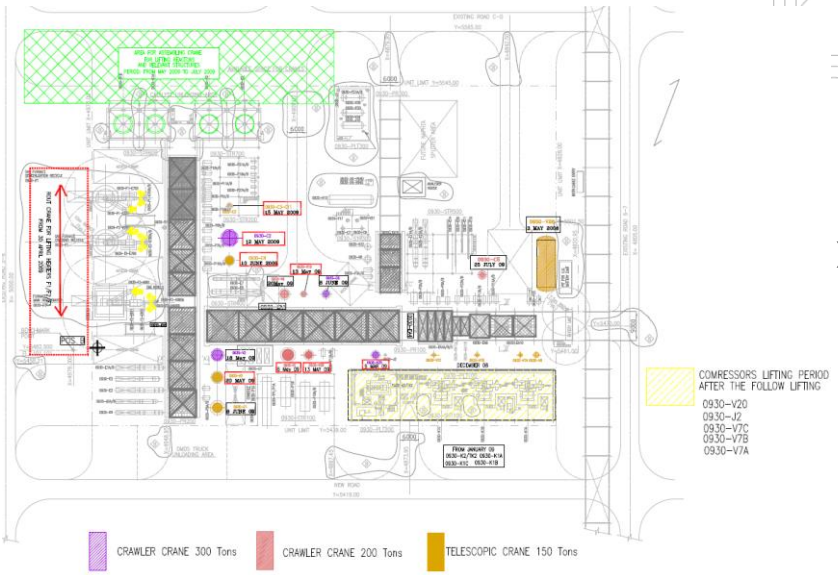


- **Lotto 2 di air-coolers**

VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

- **Lotto 3 di air-coolers**



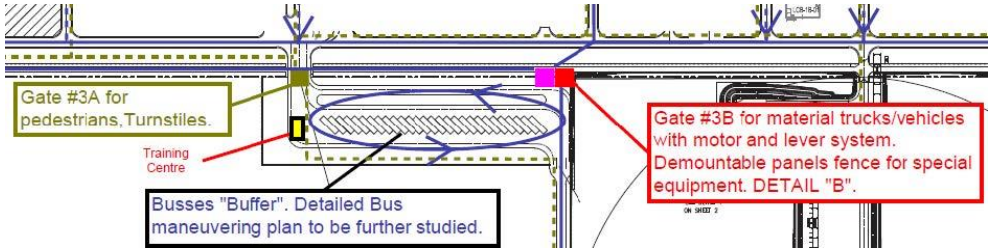


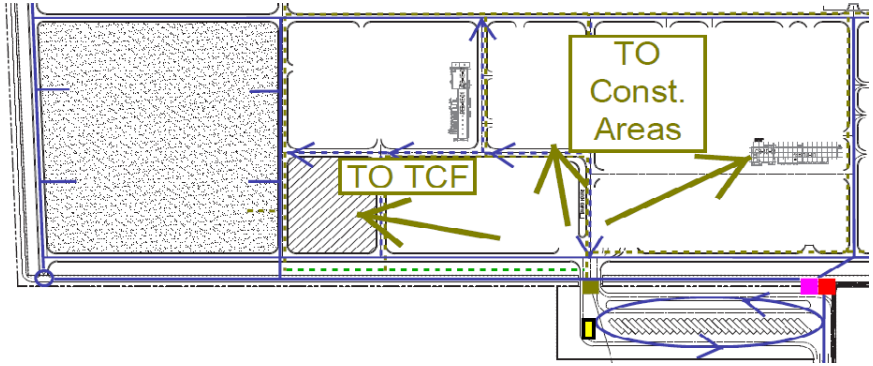
- **Altri equipment**

VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

- **La constructability, articolandosi sulla condivisione di informazioni e prospettive diverse, concede occasioni uniche per definire e selezionare la strategia ottimale per il progetto.**

- **Case study 2: il Cliente impone un unico ingresso centralizzato per minimizzare il disturbo delle unità in esercizio. Gli impatti sulla logistica e sulla Sicurezza sono notevoli e vanno risolti**



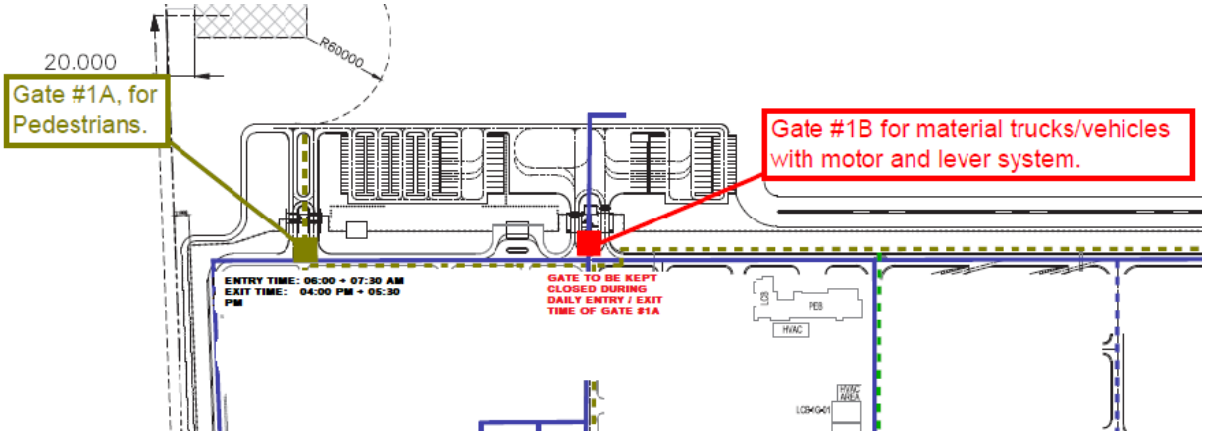


VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

- **In particolare c'era da gestire le interferenze forzate tra vie pedonali e carrabili.**

- **L'approccio puramente "tecnico" tendeva a considerare soluzioni alternative solo di tipo "hard":**
- **Ponti pedonali**
- **Semafori**
- **Barriere / protezioni / dissuasori**

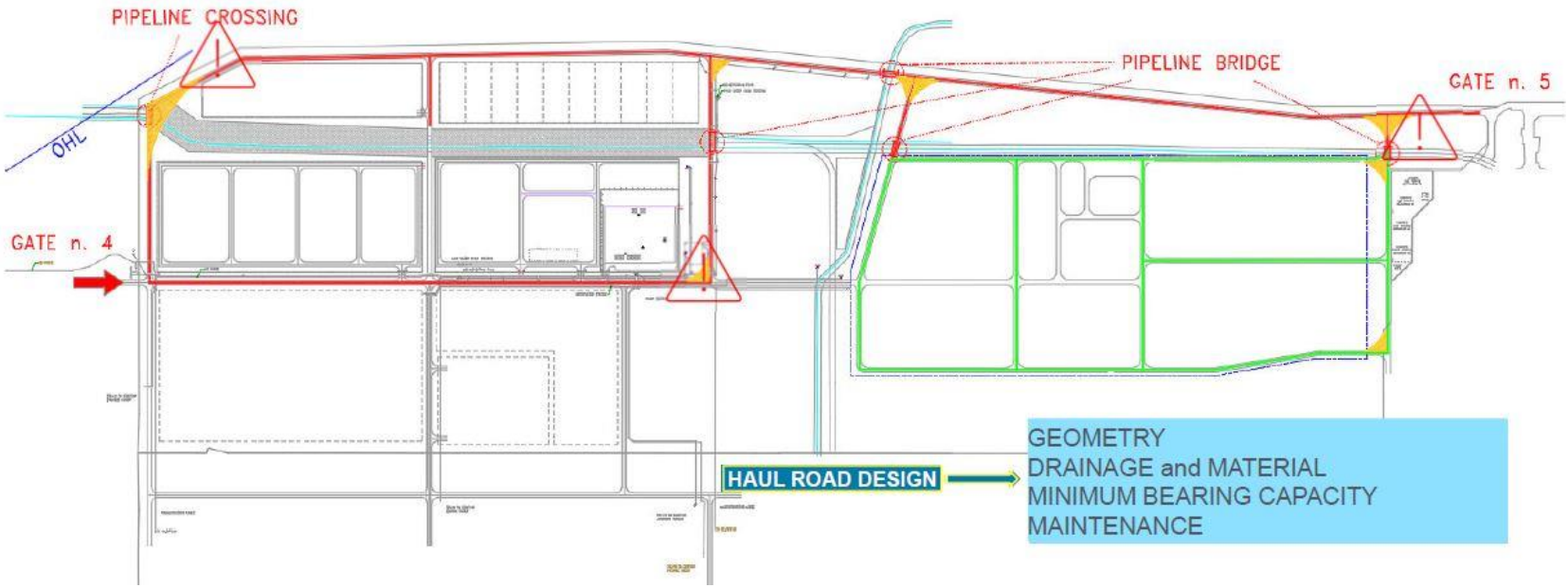
- **La pluralità di vedute ha rivelato invece una soluzione "soft" e sostanzialmente gratis: finestre temporali esclusive per l'ingresso e l'uscita del personale (e misure di traffic control aggiuntive)**



VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

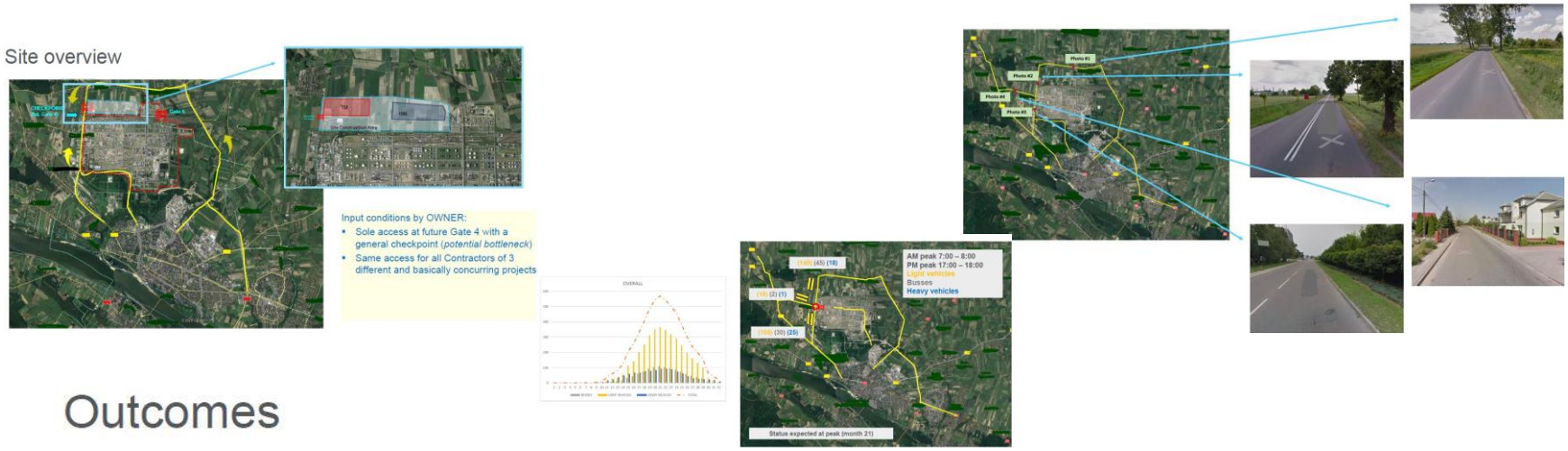
- **L'entità del beneficio che la constructability può iniettare nell'economia di un progetto cresce esponenzialmente con l'anticipo delle analisi e delle scelte. In qualche caso la differenza è sostanziale, anzi decisiva per la fattibilità dell'intero investimento**

- **Case study 3: constructability workshop fatto in fase di FEED per analizzare il piano di "early works" che un Cliente vuole mantenere – per vari motivi - nel suo scopo. Gli impatti su traffico ed efficienza per il progetto e per l'intera comunità civile erano stati, però, sottostimati...**



VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

- **L'analisi anticipata di aspetti apparentemente al contorno aiuta gli attori di un progetto ad iniziare in tempo processi che possono diventare critici (specie quando si devono ingaggiare "stakeholders" esterni)**



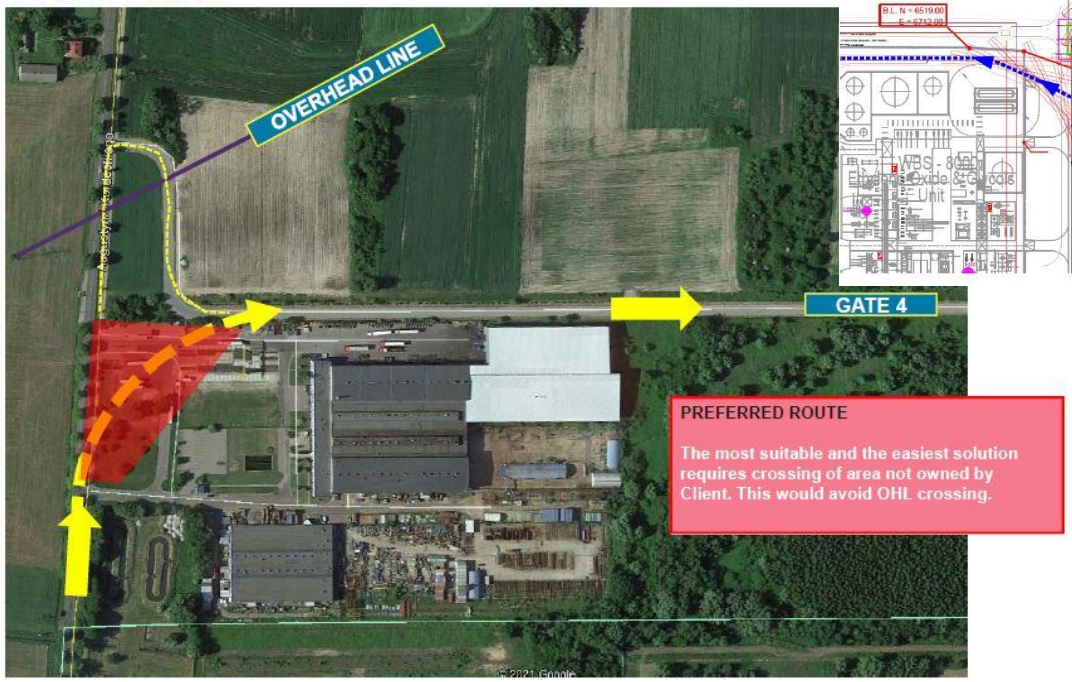
Outcomes

- Use of shuttle busses to/from site must be enforced
- Gate No. 4 will be a bottleneck: long queue for busses, trucks, etc. to stop for checking before accessing the gate. Additional analysis needed to find proper countermeasures (additional gate, shifts for access/ egress, etc.)
- Car parking designed for 100 spots: clearly insufficient. Switching yard cars / shuttle bus to be further investigated
- Safety Health and Environmental concerns for pedestrian walking, especially during winter season
- Security management at the gate (hopefully gates) to be centralized with other Contractor(s)
- Overhead HV power line interfering with oversized equipment at main entrance; access required for some critical items from gate 5
- The existing road network capacity might require for improvement works; topic to be tackled with Municipality

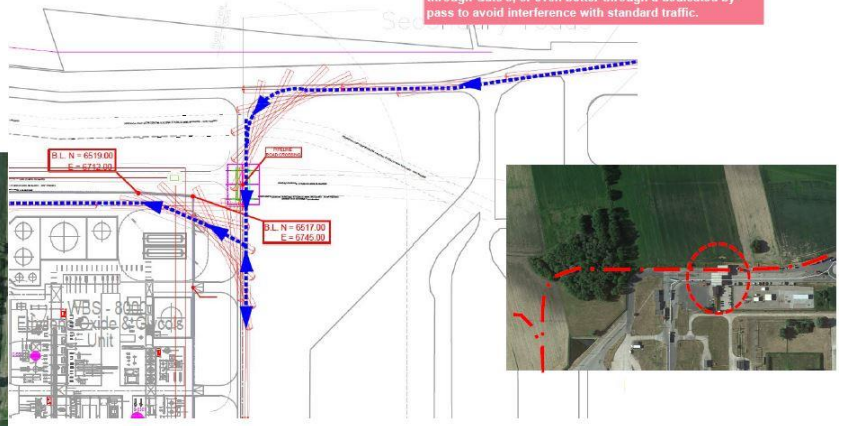
VANTAGGI DERIVANTI DALLA CONSTRUCTABILITY – APPLICAZIONE SU ESEMPI PRATICI

- **In questo caso, l'analisi comparata basata su costi / benefici (non solo puramente economici) di varie soluzioni ha convinto il Cliente a riconsiderare le proprie decisioni.**

SITE ACCESS GATE 4 -
PREFERRED



SITE ACCESS GATE 5 -
STRONGLY RECOMMENDED



MONITORAGGIO E MISURAZIONE DELL'EFFICACIA DELLA CONSTRUCTABILITY DI UN PROGETTO

La ricerca del miglioramento dell'efficacia dei progetti è stato di fatto il germe che ha generato, tra gli altri strumenti ormai parte del moderno Project Management, la constructability.

Il principio nasce nel 1986 come best practice cardine a cura del CII (Construction Industry Institute), fondato tre anni prima nell'Università di Austin, Texas.

I suoi 28 membri originari, Clienti, EPC contractors e imprese di costruzione, avevano deciso di dare seguito all'appello lanciato da uno studio del settore che chiamava a raccolta tutti i project stekeholders per cercare di guadagnare "cost effectiveness" e interrompere il trend di pesanti overrun che caratterizzava i recenti investimenti nel mercato degli USA.

Con il supporto di accademici, il CII emise una serie di linee guida e raccomandazioni, varando tra gli altri il principio di guidare le strategie di tutte le fasi di un progetto mettendo in priorità le necessità di Costruzione.

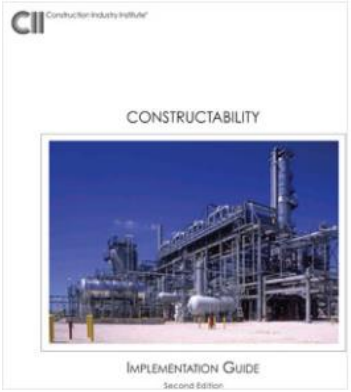
"Assicuratevi che le considerazioni dell'aspetto realizzativo vengano sempre incorporate in tutte le fasi di un progetto – fattibilità, design concettuale, ingegneria, acquisti e costruzioni."

("Constructability: A Primer" – CII, 1986)

MONITORAGGIO E MISURAZIONE DELL'EFFICACIA DELLA CONSTRUCTABILITY DI UN PROGETTO

A fine anni '90, CII pubblica la procedura d'implementazione dei principi di constructability, che ha rappresentato il riferimento principale per molte aziende nello sviluppo delle propri processi interni in materia, arricchita di tools, liste, spunti, formati, asserendo che la corretta implementazione del programma:

- ***"Riduce il costo totale di un progetto del 4.3%, in media***
- ***Riduce lo schedule generale di un progetto del 7.5%, in media***
- ***Migliora la qualità di un progetto (attraverso una migliore manutenibilità, affidabilità, operabilità)***
- ***Migliora gli impatti in materia di HSSE di un progetto***
- ***Minimizza rifacimenti e ri-pianificazioni in un progetto"***

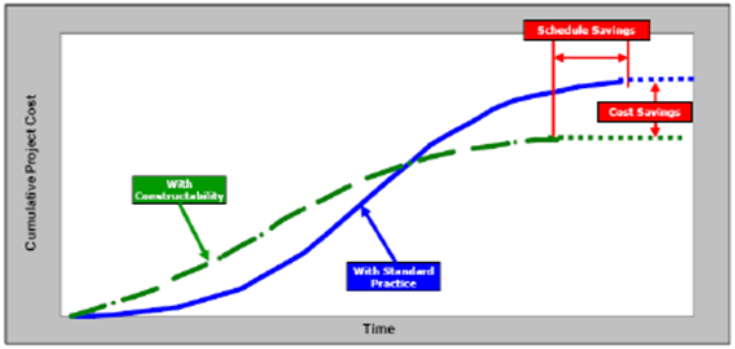


Poi nel 2006, in seconda emissione, sulla base di analisi di dati a consuntivo su centinaia di casi reali, alla domanda sull'effettivo ritorno a livello di costi e tempi di un'implementazione adeguata dei principi di constructability in un progetto risponde:

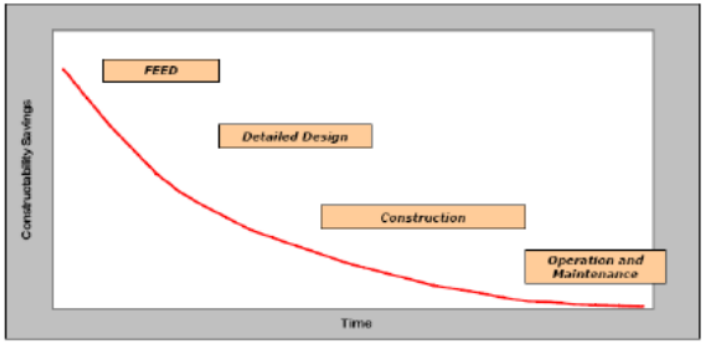
"Precedenti ricerche a cura del CII dimostrano riduzioni di costi variabili tra il 6% e il 23% e rapporti Benefici / Costi fino a 10, con significanti riduzioni di schedule. Uno dei casi analizzati nel presente documento, dettaglia una riduzione dei costi, misurata, del 9%, un rapporto Benefici / Costi pari a 13 e tempi generali d'esecuzione in linea con il programma considerato più aggressivo.
Questi benefici stabiliscono un importante motivo per perseguire sempre la constructability".

MONITORAGGIO E MISURAZIONE DELL'EFFICACIA DELLA CONSTRUCTABILITY DI UN PROGETTO

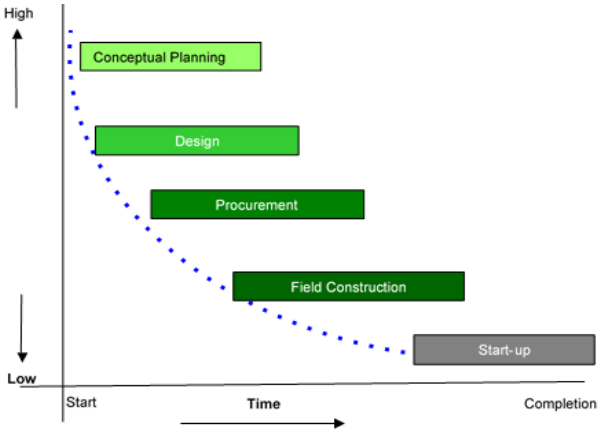
Il trend dei benefici vengono tipicamente resi in forma grafica come negli esempi che seguono:



Cost and schedule savings due to an early investment in Constructability Program



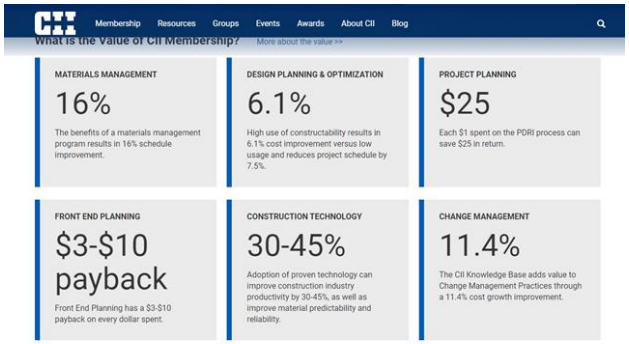
Ability to influence Constructability savings by Project phase



Ability to Influence Costs / Schedule over Project Life

MONITORAGGIO E MISURAZIONE DELL'EFFICACIA DELLA CONSTRUCTABILITY DI UN PROGETTO

I dati sull'effettiva efficacia dell'implementazione delle varie Best Practices continuano ad essere monitorati dal CII e mostrati sulla loro homepage come KPI.



Adesso per la cronaca, CII è un consorzio di più di 140 membri, tra i principali Clienti, Engineering Contractors, Costruttori e Atenei, organizzati in gruppi di lavoro, che continuano a raccogliere dati, condividere feedback e studiare sviluppi per le varie e riconosciute (CII) best practices, tra cui:

- Constructability
- Disputes Prevention & Resolution
- Lessons Learned
- Partnering
- Planning for Modularization
- Planning for Start-up
- Materials Management
- Advanced Work Packaging
- Benchmarking & Metrics
- Change Management
- Team Building
- Project Risks Assessment
- Zero Accidents Techniques (ZAT)
- Quality Management

CII dichiara che, su progetti "all sectors" e "heavy industry", se si ragiona in termini di risultati di Schedule Reduction, la corretta implementazione della Constructability è seconda solo a quella del Material Management, mentre se ci si riferisce a benefici di Cost Saving, arriva al 3° posto, dopo l'applicazione del Change Management e delle Z.A.T.
Insomma, sia che ci si trovi a gestire progetti "schedule driven" che "cost driven", la constructability resta ormai un processo indispensabile

CONSTRUCTABILITY:
ingegneria e procurement "Construction oriented"

Ing. FAUSTO CHIARUTTINI

Construction Director Constructability & Modularization / Tecnimont SpA

tel. cell. 335 65 95 820
e mail : f.chiaruttini@tecnimont.it

Ing. PAOLO CREMONINI

Vice President Strategic Development Fagioli SpA

tel. cell. 335 777 67 06
e mail : p.cremonini@fagioli.com

Ing. EZIO SABBATO
Construction Manager
COnstruction EXecution
E&C Onshore
Saipem S.p.A
tel. cell. 3286535495
e mail : ezio.sabbato@saipem.com

Ing. ANDREA IACOBELLI

Construction Section Head
Technip Italy S.p.A.

tel. cell. 3355387781
e mail:andrea.iacobelli@technipenergies.com

Per approfondimenti:

Corso CONSTRUCTABILITY:
Ingegneria e Procurement
“CONSTRUCTION ORIENTED”

16,17 e 18 Febbraio 2022 Ore 14.00 – 17.00
in remote training

Scopri di più sul sito animp al link:
Programma corsi 2022 - primo semestre (animp.it)