efre·fesr
Südtirol · Alto Adige
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale

EUROPEAN UNION

AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

Investimenti a favore della crescita e dell'occupazione FESR 2014-2020

Investitionen in Wachstum und Beschäftigung EFRE 2014-2020

FESR LEGNATTIVO

REPORT Milestone 5.4
Materiale informativo per training/coaching

Partner | Projektpartner

eurac research

Fraunhofer ITALIA

ATRIUM

Contatto | Kontakte: Riccardo Pinotti || riccardo.pinotti@eurac.edu

Contatto | Kontakte: Roberto Lollini || roberto.lollini@eurac.edu

Fraunhofer ITALIA

FRAUNHOFER ITALIA – INNOVATION ENGINEERING CENTER IEC

CORSI DI FORMAZIONE E ATTIVITÁ DI COACHING

CORSI DI FORMAZIONE E ATTIVITÁ DI COACHING

Paola Penna, Gabriele Pasetti Monizza

Fraunhofer Italia Research – Innovation Engineering Center
Bolzano, Alto Adige

Indice

1 Introduzione 5

2 Il pacchetto informativo per l'ottimizzazione del processo di produzione . 6
2.1 Analisi del processo di produzione 6
2.2 Struttura del pacchetto informativo 7
2.2.1 L'ottimizzazione del flusso informativo 7
2.2.2 Analisi guidata di un caso studio 8

3 Attività di formazione e coaching promosse sul territorio 10
3.1 Workshop con aziende della filiera delle costruzioni in legno 10
3.2 Il modulo formativo per l'iniziativa Off-Site Accademy 12

4 Allegati 14

1 Introduzione

La presente relazione illustra sinteticamente i contenuti sviluppati nell'ambito del pacchetto di lavoro WP2 - Comunicazione del progetto EFRE-FESR 1117 LegnAttivo. Nello specifico, si illustrano i risultati dei contenuti sviluppati per la Milestone M5.4 - Elaborazione di un pacchetto informativo sui risultati del progetto da utilizzare per la formazione specifica indirizzata alle aziende, nell'ambito del pacchetto di lavoro WP5 - Analisi dei costi per il ciclo di vita, modelli di business; ed i contenuti promossi nelle attività previste per la milestone M2.5 - Corsi di formazione e attività di coaching nell'ambito del pacchetto di lavoro WP2 - Comunicazione.
In una prima parte si illustreranno i contenuti del pacchetto informativo sulla base degli sviluppi delle attività di ottimizzazione del processo produttivo del sistema di facciata LegnAttivo. Successivamente si illustreranno le attività di formazione e coaching promosse sul territorio per la tematica di ottimizzazione digitale dei processi.

2 Il pacchetto informativo per l'ottimizzazione del processo di produzione

2.1 Analisi del processo di produzione

Le analisi condotte nell'ambito del pacchetto di lavoro WP5 - Analisi dei costi per il ciclo di vita, modelli di business, rilevano un assetto complesso della catena del valore per la produzione di sistemi prefabbricati di facciata.
Ipotizzando una struttura di processo in un ambiente Engineer to Order (EtO), secondo la classificazione di Wortmann[1] (1983), ossia un ambiente che struttura il business industriale attraverso un prodotto altamente personalizzato per il cliente finale e che richiede la progettazione e/o la reingegnerizzazione del prodotto per ciascun ordine, l'assetto complessivo della catena del valore può essere rappresentato come una sequenza seriale di macro-processi: dalla progettazione su misura del prodotto sino alla posa in opera e fase di esercizio (e manutenzione) del prodotto installato.

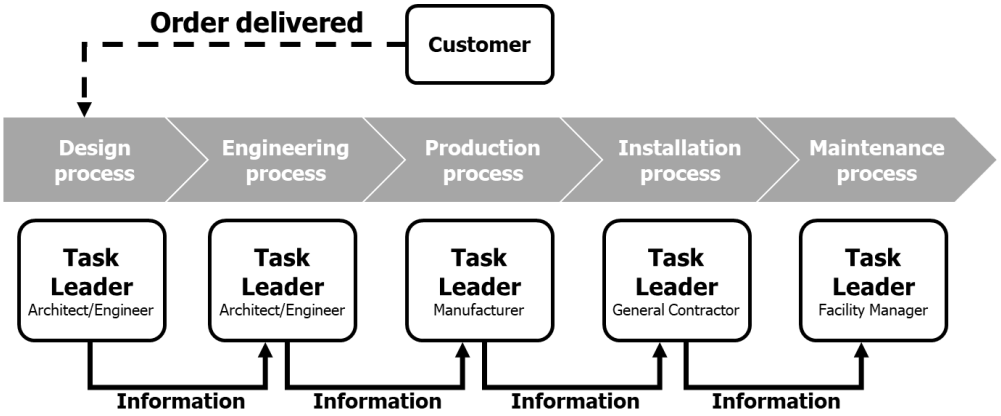


Fig. 1 - Sequenza seriale dei macro-processi nella catena del valore in un ambiente EtO

I macro-processi presentano generalmente un responsabile di processo diverso, indipendentemente che tali processi siano completamente internalizzati o meno dall'industria di riferimento. Questa frammentazione delle figure porta inevitabilmente ad una frammentazione delle informazioni e ad una generazione di errori, che rappresentano potenzialmente la maggiore fonte di spechi ed inefficienze nell'industria delle costruzioni in generale.
Sulla base di queste considerazioni, l'ottimizzazione del processo non può limitarsi all'ottimizzazione di pure operazioni di trasformazione della materia (dalla materia prima al prodotto installato in opera), per le quali si può fare riferimento ai metodi di ottimizzazione adottati in ambito di industria manifatturiera (es. LEAN Production), ma deve necessariamente ampliare il proprio raggio di azione all'ottimizzazione anche del flusso informativo che governa e regola le operazioni di trasformazione della materia.
Il progetto EFRE-FESR 1117 LegnAttivo ha sviluppato un'ottimizzazione del processo in tale direzione, focalizzandosi sull'ottimizzazione digitale del flusso informativo nelle prime fasi della catena del valore tra i macro-processi di progettazione, ingegnerizzazione e produzione (per ulteriori approfondimenti si rimanda al paragrafo che illustra in dettaglio le attività previste per la milestone M5.2 - Linee guida ottimizzazione del

[1] Wortmann, J. C. (1983). A classification scheme for master production schedule. Efficiency of manufacturing systems. New York: Plenum Press. Available from https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4475-9_10.

processo produttivo, nell'ambito del pacchetto di lavoro WP5 - Analisi dei costi per il ciclo di vita, modelli di business).

2.2 Struttura del pacchetto informativo

Alla luce delle analisi condotte nelle attività previste per la milestone M5.2 - Linee guida ottimizzazione del processo produttivo, il pacchetto informativo è stato strutturato per sensibilizzare i destinatari sull'importanza strategica del flusso informativo, suggerendo loro metodologie, strumenti e tecnologie per operare un'ottimizzazione del processo agendo sull'intera catena del valore.
Il pacchetto informativo si struttura così in due parti principali: 1. una prima parte di contenuto didascalico per informare i destinatari sulle metodologie, gli strumenti e le tecnologie disponibili; 2. una seconda parte di un esercizio applicato attraverso l'analisi guidata di un caso studio, grazie al quale i destinatari potessero affrontare le problematiche legate ad un'ottimizzazione del flusso informativo e sperimentare l'applicazione di alcune metodologie illustrate nella prima parte.

2.2.1 L'ottimizzazione del flusso informativo

Questa parte si prefigge di informare i destinatari sulle metodologie, gli strumenti e le tecnologie disponibili per operare un'ottimizzazione del processo agendo sull'intera catena del valore. Il contenuto didascalico è strutturato attraverso un percorso ad aree tematiche, con riferimenti specifici alla filiera del legno per costruzioni, che analizzano diversi aspetti del problema:

1. Ottimizzare il processo in un'ottica di industrializzazione delle costruzioni
   Questa area tematica illustra le opportunità e le sfide di una trasformazione del settore delle costruzioni da un assetto basato su maestranze ed artigianato verso un assetto strutturato secondo un'ottica industriale e di prefabbricazione off-site.

2. L'introduzione ai metodi LEAN
   Nella visione di un'industria delle costruzioni, il passaggio ad un assetto industriale introduce la possibilità di applicare ed operare un'ottimizzazione del processo basato su metodi LEAN.

3. Limiti dell'applicazione diretta dei metodi LEAN
   I metodi LEAN soffrono limiti di applicazione in una catena del valore complessa come quella dell'industria delle costruzioni, profondamente diversa dall'industria manifatturiera, ambito in cui nascono tali metodi. Da questi limiti nasce la necessità di un ampliamento dei metodi LEAN verso un'analisi allargata anche al flusso informativo.

4. Genesi ed evoluzione del sistema informativo dell'industria delle costruzioni
   Il sistema informativo nell'industria delle costruzioni sta vivendo un profondo cambiamento dovuto alla rivoluzione digitale che sta vivendo la società contemporanea. Grazie alle nuove tecnologie si cerca di introdurre un sistema informativo unificato, universale e condiviso che prevenga la generazione di errori e, conseguentemente, di sprechi e inefficienze.

5. La gestione efficiente della complessità
   L'introduzione di un sistema informativo digitale permette una gestione efficiente delle complessità di prodotto (inteso come intero edificio o come

sistema costruttivo) che permette all'industria delle costruzioni di sfruttare le potenzialità delle tecnologie proprie della rivoluzione digitale. Attraverso l'analisi di casi studio è possibile individuare la necessità di una profonda riorganizzazione e strutturazione sia delle risorse umane, sia del processo a flusso informativo.

6. Il caso studio del progetto LegnAttivo
   Quest'ultima area tematica illustra in dettaglio i risultati del caso studio sviluppato nel progetto EFRE-FESR 1117 LegnAttivo, introducendo i metodi, gli strumenti e le tecnologie utilizzate nell'ambito delle attività previste per la milestone M5.2 - Linee guida ottimizzazione del processo produttivo.

Alla presente relazione si allegano le presentazioni a supporto del percorso ad aree tematiche per la divulgazione dei contenuti didascalici.

2.2.2 Analisi guidata di un caso studio

L'introduzione di un sistema informativo unificato, universale e condiviso richiede una profonda riorganizzazione e strutturazione sia delle risorse umane, sia del processo che governa il flusso informativo. Questa riorganizzazione non è generalizzabile in un approccio unificato, ma richiede interventi mirati e personalizzati per non stravolgere un processo consolidato da anni di esperienza, e per non generare interruzioni nelle attività quotidiane, che genererebbero più problemi che benefici. Appare evidente che gli interventi per l'ottimizzazione del processo debbano essere intrapresi come un percorso di trasformazione progressiva. Il percorso di trasformazione deve essere attentamente pianificato, individuando priorità ed ambiti di intervento in un quadro di ottimizzazione complessiva del processo.
A supporto di questa delicata fase, si è elaborato un esercizio applicato che invita i destinatari ad analizzare un caso studio sulla base della loro esperienza pregressa e immaginando che il problema dovesse essere affrontato dalla loro azienda. Il caso studio è l'introduzione di un nuovo prodotto nel proprio sistema produttivo, un sistema di facciata in legno prefabbricata per il risanamento energetico del patrimonio edilizio esistente, pianificando la ristrutturazione del processo e mappando il flusso informativo necessario alla realizzazione del nuovo prodotto.

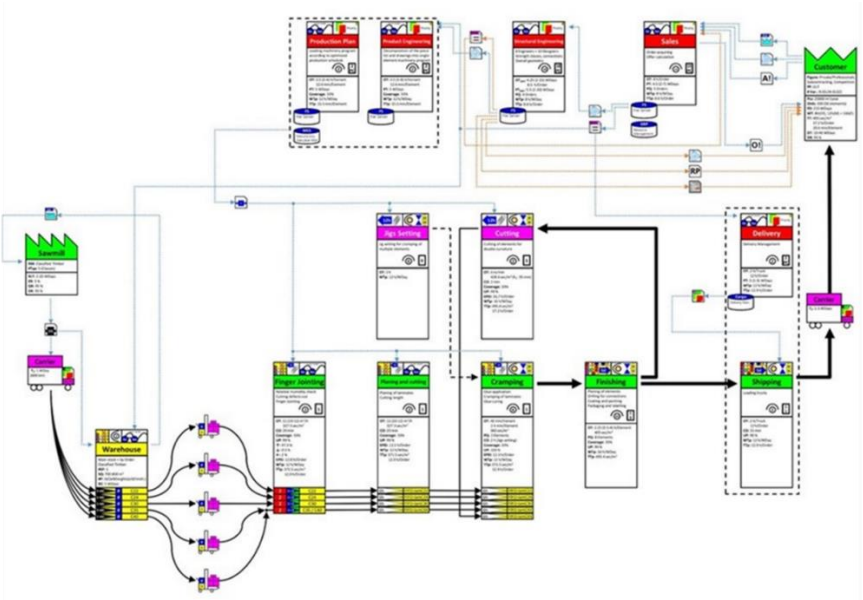


Fig. 2 - Esempio di mappatura del flusso informativo

La mappatura ci si è avvalsi della tecnica del Value Stream Mapping, con riferimento alla simbologia del Value Stream Engineering così come definito da Schweizer[1] (2013), opportunamente modificata per le esigenze dell'esercizio applicato. La mappatura si svolge attraverso i seguenti punti principali:

1. Identificare un sistema tecnologico di risanamento
   Configurare una tecnologia di prodotto sulla base di famiglie tipologiche identificando gli obiettivi e le finalità che il nuovo prodotto dovrà soddisfare.

2. Identificazione di una filiera industriale tipo
   Sulla base di una tecnologia di prodotto e di un template di processo fornito ai partecipanti, si identificano i task del processo industriale, ossia i soggetti principali del sistema informativo digitale che si vuole definire.

3. Identificazione del flusso informativo
   Identificazione delle tipologie e dei formati del contenuto informativo tra i vari task di processo, ossia gli oggetti del sistema informativo digitale che si vuole definire.

4. Definizione di una strategia digitale per il sistema informativo del processo industriale
   Definizione delle tecniche e delle strategie per governare il sistema informativo e le interdipendenze tra soggetti ed oggetti del sistema informativo.

5. Discussione plenaria dei risultati tra i partecipanti alla sessione di lavoro

I destinatari acquisiscono, attraverso l'analisi guidata di un caso studio supportati da una tecnica di mappatura, le competenze base per la definizione preliminare di una strategia di trasformazione digitale di un flusso informativo a supporto di un processo produttivo.

[1] Schweizer, W. (2013) Wertstrom Engineering - Typen- und variantenreiche Produktion. Berlin: epubli.

3 Attività di formazione e coaching promosse sul territorio

Le attività di formazione e coaching a favore delle imprese locali previste nella milestone M2.5 nell'ambito del pacchetto di lavoro WP2 - Comunicazione, sono state articolate attraverso due eventi principali: 1. un workshop con coinvolgimento diretto di aziende della filiera delle costruzioni in legno interessate ai contenuti del progetto e 2. un intero modulo formativo all'interno dell'iniziativa Off-Site Accademy.
La struttura degli eventi è stata sviluppata sulla base dei contenuti del pacchetto informativo prodotto per la Milestone M5.4 - Elaborazione di un pacchetto informativo sui risultati del progetto da utilizzare per la formazione specifica indirizzata alle aziende, nell'ambito del pacchetto di lavoro WP5 - Analisi dei costi per il ciclo di vita, modelli di business. I contenuti sono stati adattati nella forma e nel livello di approfondimento per adattarsi al target ed alla durata di ogni specifico evento.
Gli eventi si sono tenuti in forma interamente da remoto in conformità alle normative per la prevenzione alla diffusione dell'infezione da COVID-19.

3.1 Workshop con aziende della filiera delle costruzioni in legno

Il primo evento, nella forma di un workshop dal titolo "Gestione digitale dei processi nel risanamento energetico dell'esistente" e della durata di 4 ore, si è svolto in data 23/03/2021. I destinatari dell'evento sono stati principalmente: progettisti, imprese di costruzioni, carpentieri e costruttori di case in legno, sistemi di fissaggio e serramentisti.
Il programma dell'evento è stato suddiviso in due parti:

1. Parte frontale
   Questa parte si prefiggeva di informare e di sensibilizzare i destinatari sui sistemi di facciata in legno prefabbricata per il risanamento energetico del patrimonio edilizio esistente, con riferimento diretto ai contenuti sviluppati nell'ambito del progetto EFRE-FESR 1117 LegnAttivo. I temi affrontati si sono focalizzati principalmente:

   - Status-quo mercato dell'industria costruzioni
   - Barriere normative e legislative al risanamento energetico
   - Trasformazione digitale ed automazione dei processi
   - Il risanamento attraverso soluzioni prefabbricate: best-practices
   - Tecnologie del legno applicate al risanamento energetico

2. Parte interattiva in gruppo di lavoro
   In questa parte si sono invitati i destinatari a collaborare in una sessione plenaria di lavoro attraverso l'analisi guidata di un caso studio così come definito al paragrafo precedente. I destinatari si sono confrontati con i seguenti compiti:

   - Identificare un sistema tecnologico di risanamento
   - Identificare le informazioni chiave dell'edificio esistente
   - Definire una filiera tipo
   - Definire un sistema di produzione
   - Identificare una strategia di sistema informativo digitale

I destinatari hanno espresso la loro soddisfazione per i temi discussi e hanno contribuito in modo proficuo al lavoro in gruppo, evidenziando anche i limiti della metodologia utilizzata per lo svolgimento della parte interattiva. I limiti emersi durante il lavoro in gruppo hanno permesso al gruppo di ricerca di affinare la metodologia per poter offrire negli eventi successivi un format più attento alle esigenze ed alle capacità del gruppo di destinatari.

Fig. 3 – Identificazione di un sistema tecnologico di risanamento

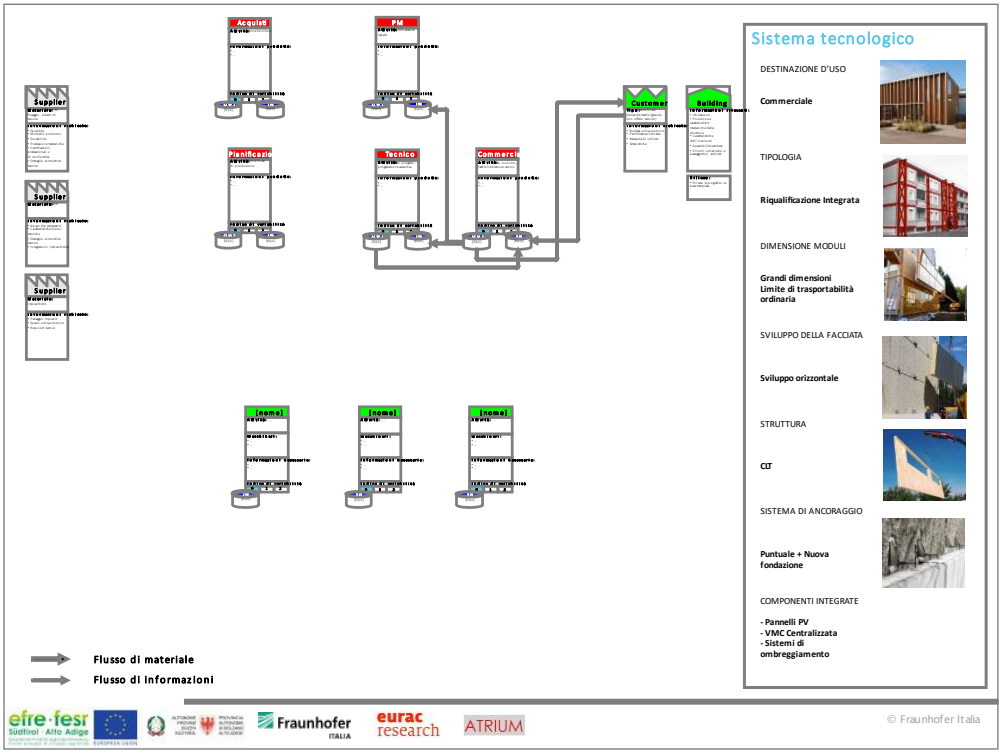


Fig. 4 – Mappatura del processo e del flusso informativo necessario alla realizzazione del nuovo prodotto

3.2 Il modulo formativo per l'iniziativa Off-Site Accademy

Il secondo evento, nella forma di un modulo formativo all'interno dell'iniziativa Off-Site Accademy, si è tenuto in data 21/10/2021, occupando una giornata intera di lavoro. I destinatari dell'evento sono stati gli iscritti all'iniziativa dell'Accademy, provenienti principalmente dal nord-est Italia.
In conformità ai contenuti del pacchetto informativo prodotto per la Milestone M5.4 - Elaborazione di un pacchetto informativo sui risultati del progetto da utilizzare per la formazione specifica indirizzata alle aziende, e sulla base dell'esperienza maturata durante lo svolgimento del workshop con aziende della filiera delle costruzioni in legno, il programma dell'evento è stato suddiviso in due parti:

1. Sessione tecnica frontale
   Questa parte si prefiggeva di informare e di sensibilizzare i destinatari sui sistemi di facciata in legno prefabbricata per il risanamento energetico del patrimonio edilizio esistente, con riferimento diretto ai contenuti sviluppati nell'ambito del progetto EFRE-FESR 1117 LegnAttivo. I temi affrontati si sono focalizzati principalmente:

   - Costruzioni prefabbricate per il risanamento
   - Ottimizzazione dei processi di produzione in ottica LEAN
   - Design for Manufacturing and Assembly
   - Esempi di automazione digitale per l'efficientamento dei processi

2. Sessione interattiva
   In questa parte si sono invitati i destinatari a collaborare in quattro gruppi di lavoro distinti durante una sessione di workshop per la digitalizzazione e industrializzazione nei processi di prefabbricazione
   Sulla base dell'esperienza maturata durante lo svolgimento del workshop con aziende della filiera delle costruzioni in legno, questa parte è stata rivista, fornendo ai destinatari un template precompilato che avesse già definito: il sistema tecnologico di risanamento ed il processo di produzione, richiedendo ai destinatari di integrare le informazioni mancanti che ritenessero necessarie. Questa struttura ha permesso ai gruppi di lavoro di concentrarsi maggiormente sulla definizione del flusso informativo, permettendo di raggiungere un livello maggiore di dettaglio nei risultati al termine della sessione di lavoro. I destinatari si sono confrontati così con i seguenti compiti:

   - Identificazione di una filiera industriale tipo
   - Identificazione del flusso informativo
   - Definizione di una strategia digitale per il sistema informativo del processo industriale
   - Discussione plenaria dei risultati di ciascun gruppo di lavoro

   I destinatari hanno dovuto confrontarsi con i seguenti quesiti chiave:

   A. Identificare le informazioni chiave di ogni task
      - Quali informazioni rilevanti devono essere conosciute?
      - Che informazioni deve fornire la committenza?
      - La committenza deve fornire informazioni tecniche specifiche (necessita di un supporto tecnico esterno)?
      - Quali informazioni sono essenziali per realizzare il prodotto?
      - Quali informazioni sono necessarie per lo svolgimento di ogni singolo task di produzione?

B. Definire una filiera informativa tipo
   - Chi sono i destinatari di ciascuna informazione?
   - Da chi si ricevono le informazioni richieste e/o necessarie?

C. Identificare una strategia di sistema informativo digitale
   - Quali formati di informazione sono previsti (per ogni singolo task)?
   - Quali formati hanno interdipendenze tra loro? Di che tipo?
   - Quali strategie di automazione si possono introdurre?
   - Quali sistemi informativi sono compatibili?
   - Quali tecnologie sono necessarie per l'implementazione dei sistemi informativi individuati?

I destinatari hanno espresso la loro soddisfazione per i temi discussi e hanno contribuito in modo proficuo al lavoro in gruppo, raggiungendo risultati che hanno soddisfatto pienamente le aspettative dei gruppi di lavoro.

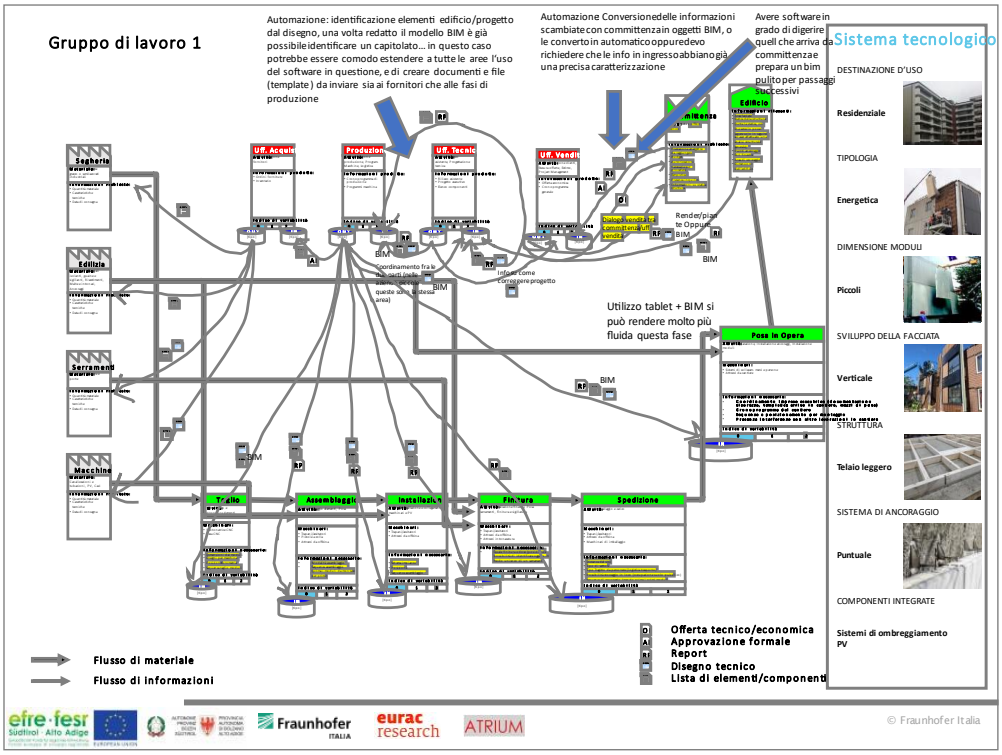


Fig. 5 - Esempio di risultato da un gruppo di lavoro della sessione interattiva

4 Allegati

1. Estratto delle presentazioni a supporto del percorso ad aree tematiche per la divulgazione dei contenuti didascalici, prodotto per la Milestone M5.4 - Elaborazione di un pacchetto informativo sui risultati del progetto da utilizzare per la formazione specifica indirizzata alle aziende, nell'ambito del pacchetto di lavoro WP5 - Analisi dei costi per il ciclo di vita, modelli di business.

1. Ottimizzazione dei processi di produzione in ottica LEAN
2. Design for Manufacturing and Assembly
3. Esempi di automazione digitale per l'efficientamento dei processi
Fonte: Unsplash, Michele Bitetto

2

Fonte: Lo Scaligero - erewhon.ticonuno.it, Pubblico dominio, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3472295

3

Fonte: collections.vam.ac.uk, Pubblico dominio

4

Fonte: Unsplash, Edegar Girardet

5

6

Industrializzazione

≠

Prefabbricazione

≠

Standardizzazione

Industrializzazione, prefabbricazione e standardizzazione nelle costruzioni **non sono sinonimi**; è altresì ragionevole affermare che l'industrializzazione **è una condizione** necessaria alla prefabbricazione che, a sua volta, **governa** la standardizzazione.

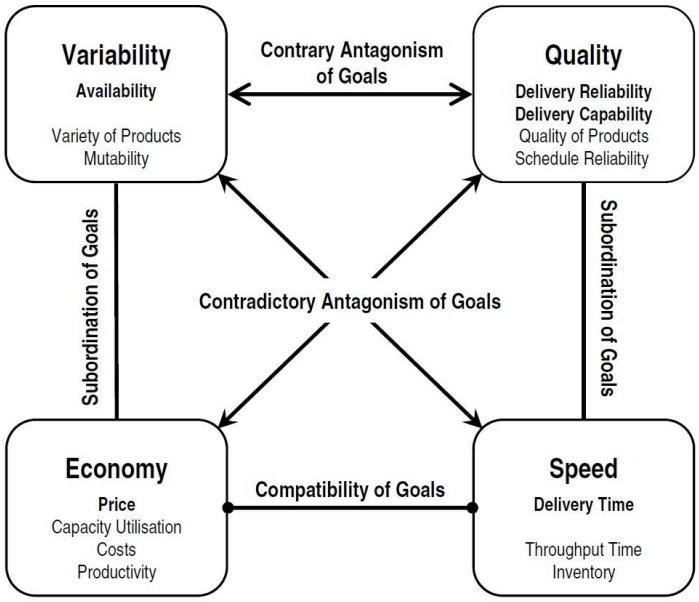
7

OVERSIZE
OVERSIZE
LOAD AHEAD
ISUZU
Fonte: rdcnewsadvice.wpengine.com

8

KUKA
Fonte: Unsplash, Lenny Kuhne

9

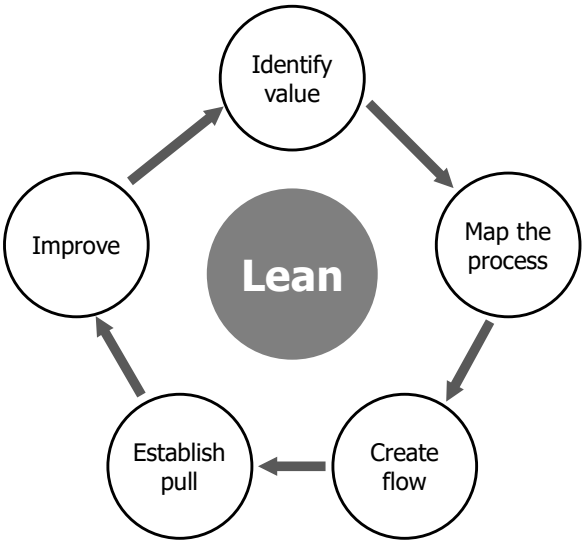


Fonte: K. Erlach

La lean manufacturing nasce nel contesto di una ricerca di un **equilibrio di compromesso** nel modello industriale classico, nato con Ford nel 1913.

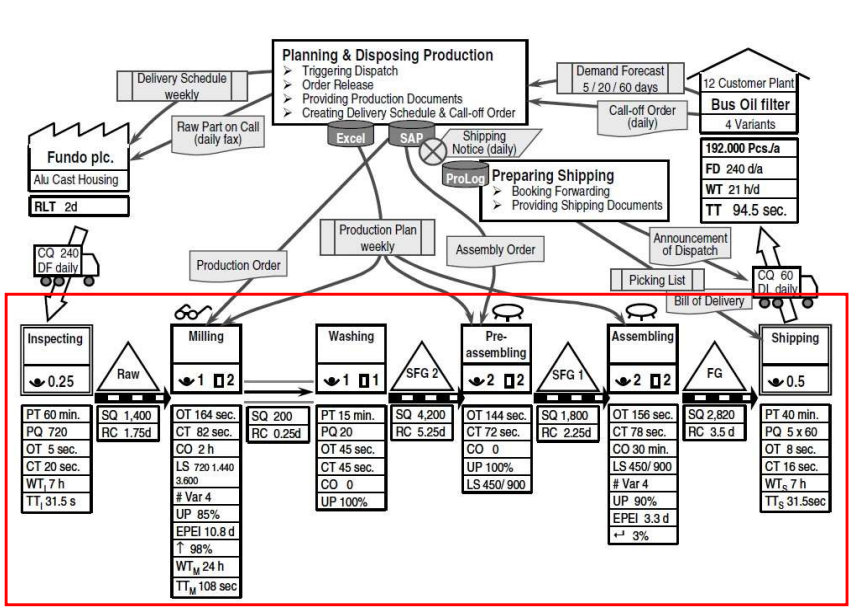
Ideata negli anni '40 per opera della Toyota. Anche se il moderno temine «Lean» è stato coniato da John Krafcik nel 1988.

10

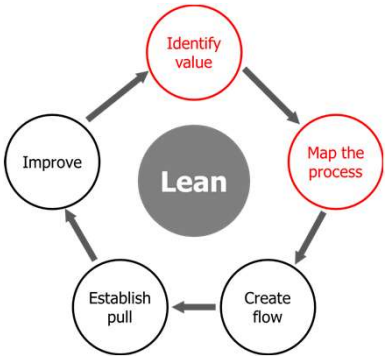


L'approccio lean si fonda su 5 fasi e 3 principi principali che mirano alla riduzione degli sprechi (muda – in giapponese letteral. «disonore») e alla capacità di governare e far crescere **i fattori di successo del prodotto**.

11

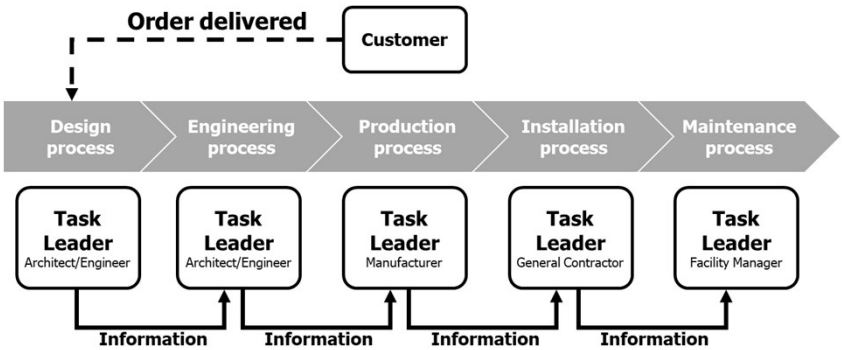


Fonte: K. Erlach



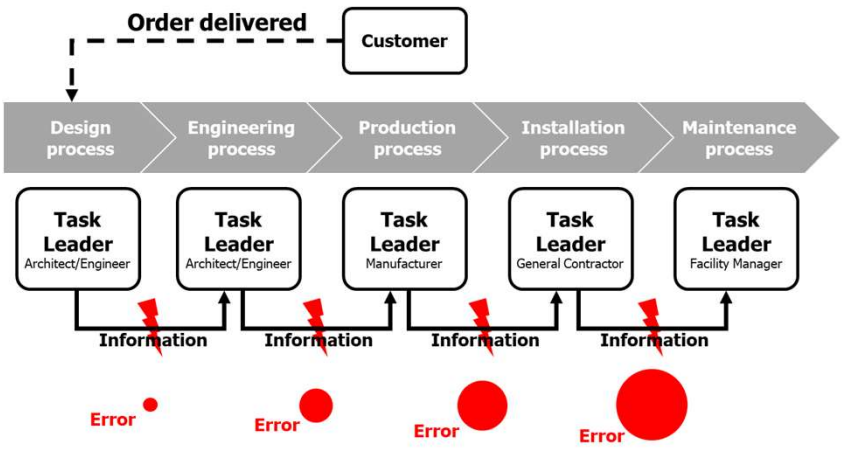
Il concetto di «valore» come soggetto principale della metodologia di lean management **è profondamente differente** tra l'industria manifatturiera e quella delle costruzioni.

12



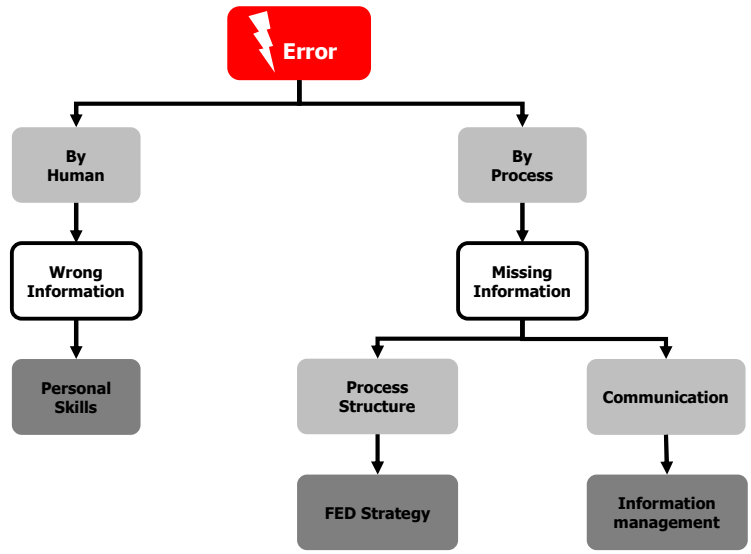
L'industria delle costruzioni offre un **prodotto** (edificio) **unico** per ogni commessa, quasi prototipale. Essa può essere definita, secondo la classificazione di Wortmann, come un'industria E.T.O. (Engineer to order).

13



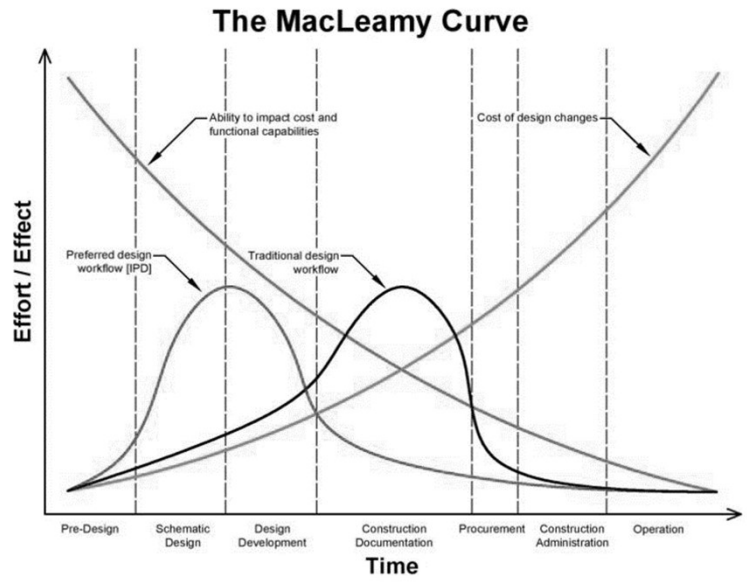
Il processo è strutturato secondo una rigida **sequenza seriale** che non previene **la propagazione degli errori**.

14



Gli errori posso essere dovuti ad una **mancanza di competenze o di comunicazione**.

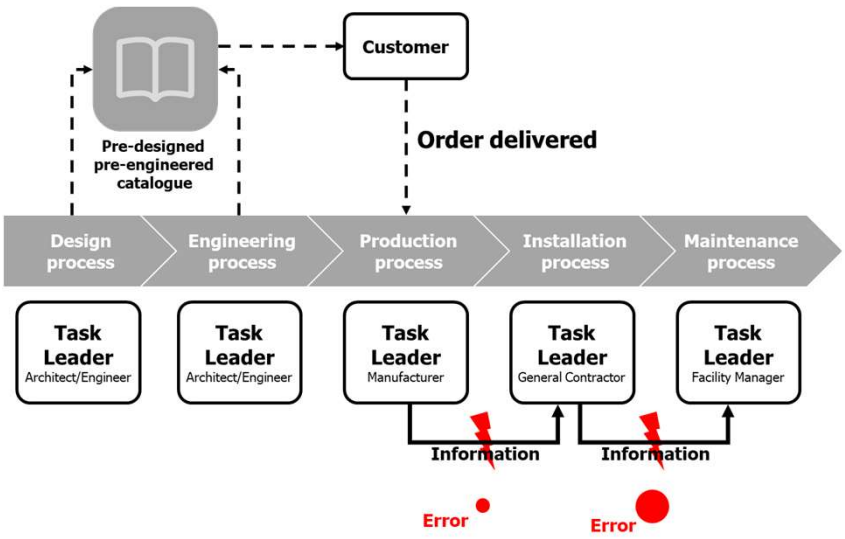
15



Fonte: R. Davies - C. Harty

La strategia del **Front-End Loading** (o Design) consiste nell'anticipare la definizione di informazioni strategiche permette un **maggiore controllo delle attività e dei costi in un secondo momento.**

16



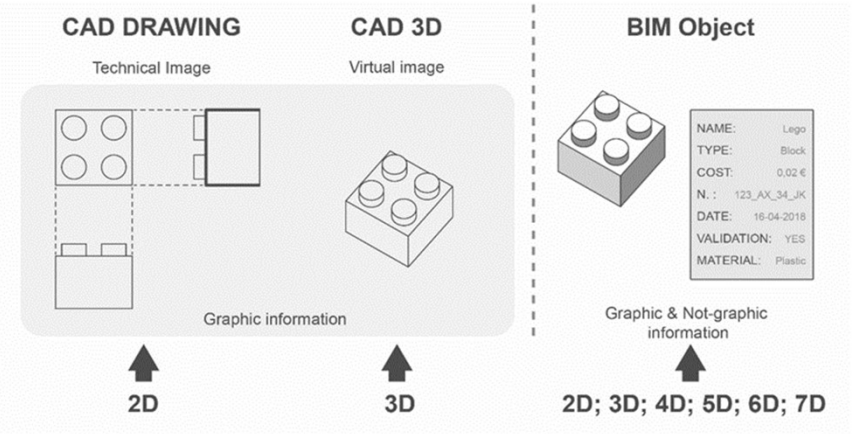
La prefabbricazione, a diversi livelli di standardizzazione di componenti, modifica la struttura del processo nel tentativo di trasformare **l'industria delle costruzioni in un MTO o ATO**.

17

18

L'avvento del Computer-Aided Design, grazie al software **Sketchpad** Ivan Sutherland nel **1963**, rende possibile sfruttare le capacità di un calcolatore per risolvere calcoli e problemi geometrici complessi.

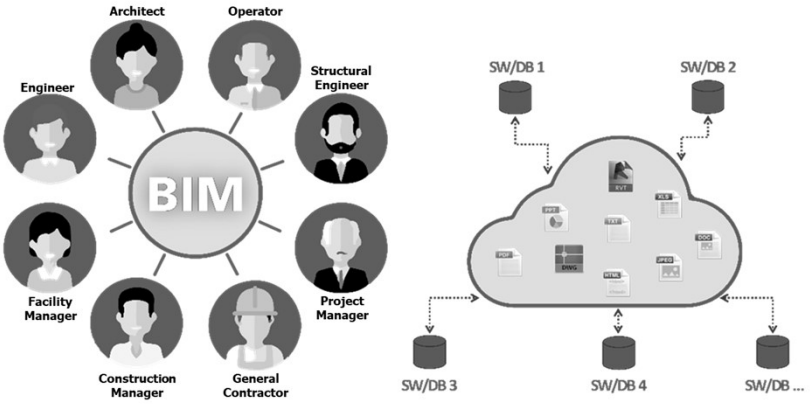
19



Il cambiamento tecnologico che sta vivendo l'industria delle costruzioni risiede nella modellazione delle informazioni per oggetti, il cosiddetto Building Information Modeling (BIM), nel quale **l'informazione gioca il ruolo principale**.

In un **modello BIM sono integrate sia le informazioni geometriche che quelle alfa-numeriche all'interno dello stesso ambiente di lavoro**.
Ciò avviene grazie ad una rappresentazione per oggetti o famiglie di essi (object-based).

20



Il Building Information Modeling è **definito dalla NBS** (National Building Specification) Britannica come:

*«un processo per la creazione e **la gestione delle informazioni** di un'opera attraverso il suo ciclo di vita. Uno dei risultati fondamentali di tale processo è il Building Information Model, la **descrizione digitale di tutti gli aspetti dell'opera costruita**. Questo modello si sviluppa sulla base delle informazioni che vengono inserite ed aggiornate collaborativamente nelle fasi principali del progetto».*

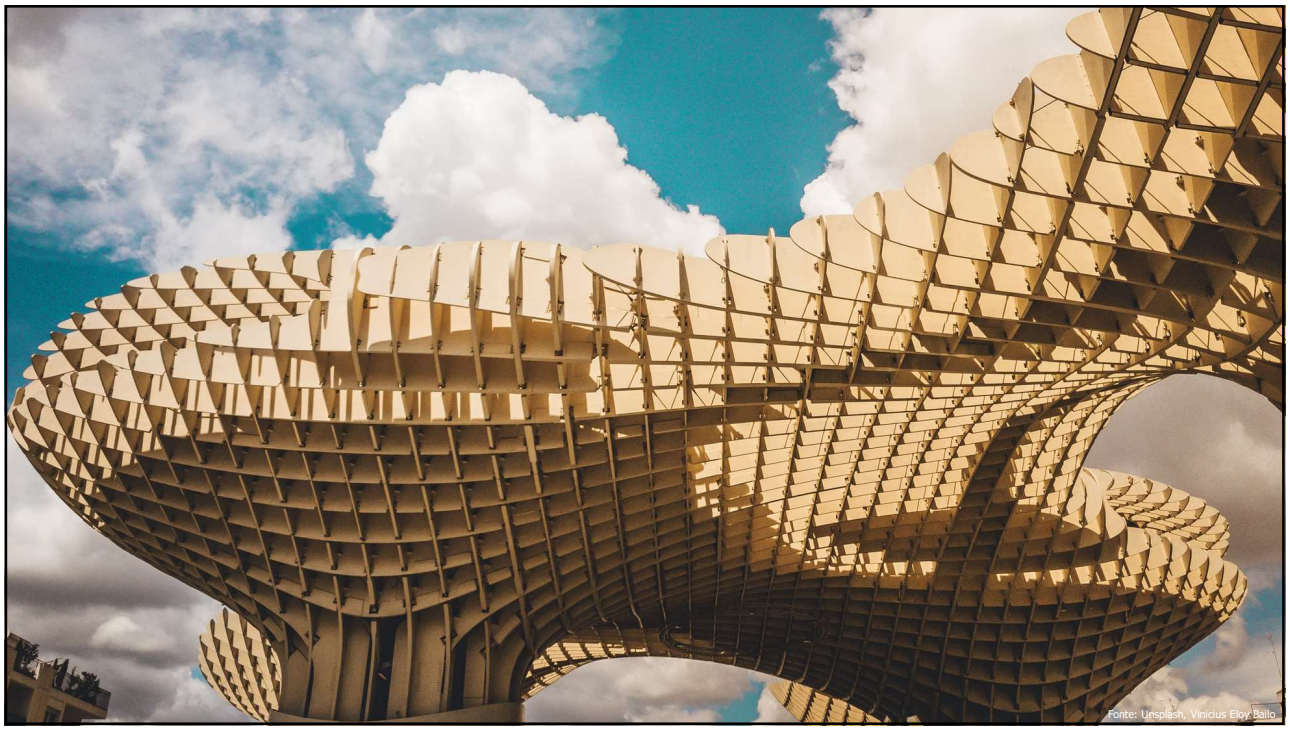
21

Descrittivo | **Parametrico** | **Procedurale**

CAD	**BIM**	**Computational**
Pura descrizione geometrica utilizzando tecniche di disegno tradizionali	Geometria + Informazioni attraverso una modellazione ad oggetti parametrici	Relazioni logiche di dati (parametri) che generano una soluzione informativa ad un problema di design

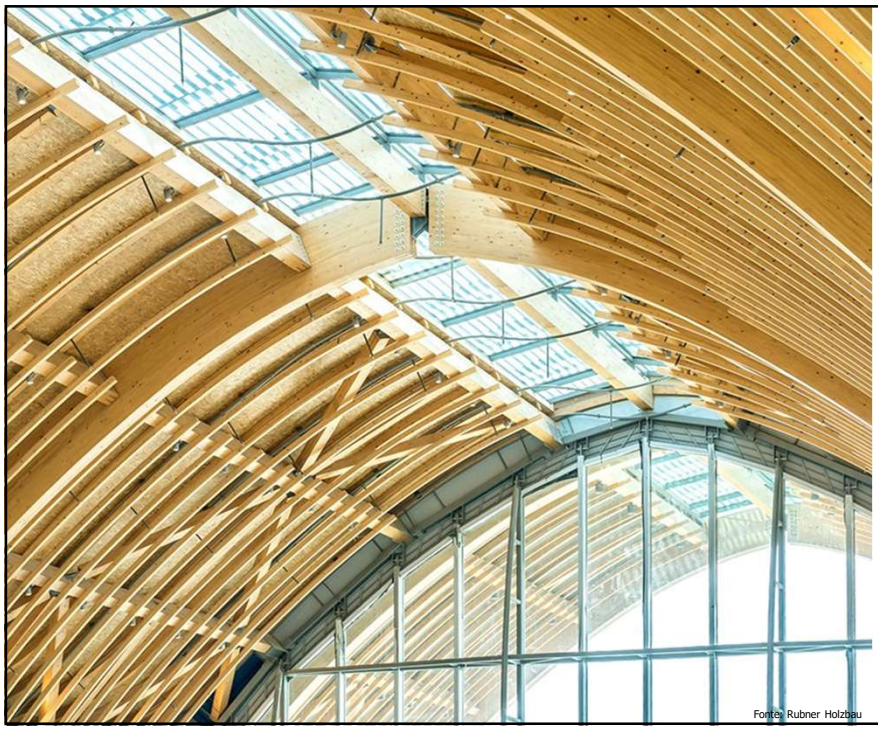
L'evoluzione verso tecniche computazionali è progressiva e **conforme all'evoluzione delle tecnologie associate alla rappresentazione dell'oggetto edilizio**.

22



24

25



Esempio applicato

Rubner Holzbau

26

Il legno lamellare (GLT - Glued Laminated Timber o glulam) è il più antico prodotto industriale della filiera del legno per costruzioni. Il suo obiettivo principale è quello di **superare i limiti meccanici** del legno massiccio e di incrementare **le dimensioni in opera** degli elementi.

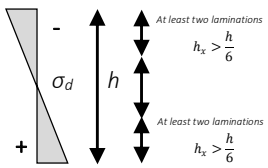
Si realizza incollando tra loro tavole selezionate (lamelle) così da poter **ridurre l'impatto dei difetti naturali** del materiale grezzo.

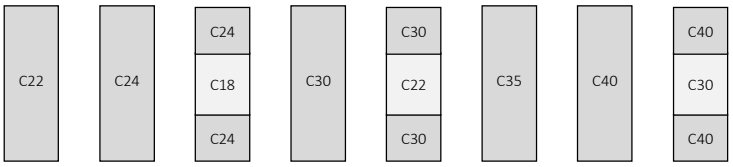
Fonte: woodproducts.fi

27

Considerando l'aumento di costo della materia prima, l'obiettivo principale è quello di **ridurre al massimo l'utilizzo di lamelle di alta qualità**.

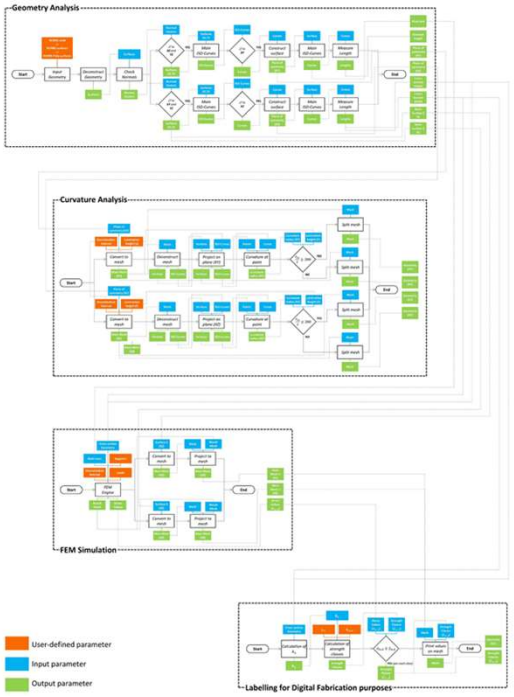
Strength [MPa]		GLT GL22h	GL24h	GL24c	GL28h	GL28c	GL30h	GL32h	GL32c
Lamination (EN 338 classes)									
Bending	$f_{m,g,k}$	*22.0*	*24.0*	*24.0*	*28.0*	*28.0*	*30.0*	*32.0*	*32.0*
|| Tensile	$f_{t,0,g,k}$	*17.6*	*19.2*	*17.0*	*22.3*	*19.5*	*24.0*	*25.6*	*19.5*
⊦ Tensile	$f_{t,90,g,k}$	*0.5*	*0.5*	*0.5*	*0.5*	*0.5*	*0.5*	*0.5*	*0.5*
|| Compressive	$f_{c,0,g,k}$	*22.0*	*24.0*	*21.5*	*28.0*	*24.0*	*30.0*	*32.0*	*24.5*
⊦ Compressive	$f_{c,90,g,k}$	*2.5*	*2.5*	*2.5*	*2.5*	*2.5*	*2.5*	*2.5*	*2.5*
Shear	$f_{v,g,k}$	*3.5*	*3.5*	*3.5*	*3.5*	*3.5*	*3.5*	*3.5*	*3.5*





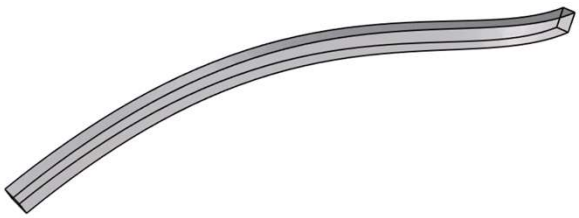
La norma **EN 14080** permette di ridurre l'utilizzo di lamelle di alta qualità solo con il realizzarsi di precise condizioni dipendenti dallo stato tensionale della sezione, altezza di laminazione, curvatura, etc. Si può comunque affermare che la riduzione **massima** che si può raggiungere sia pari al **66% in volume dell'elemento**.

28



Un algoritmo computazionale può calcolare in **modo discreto** la laminazione dell'elemento di legno lamellare, **utilizzando i metodi prescritti** dalla norma EN 14080

29



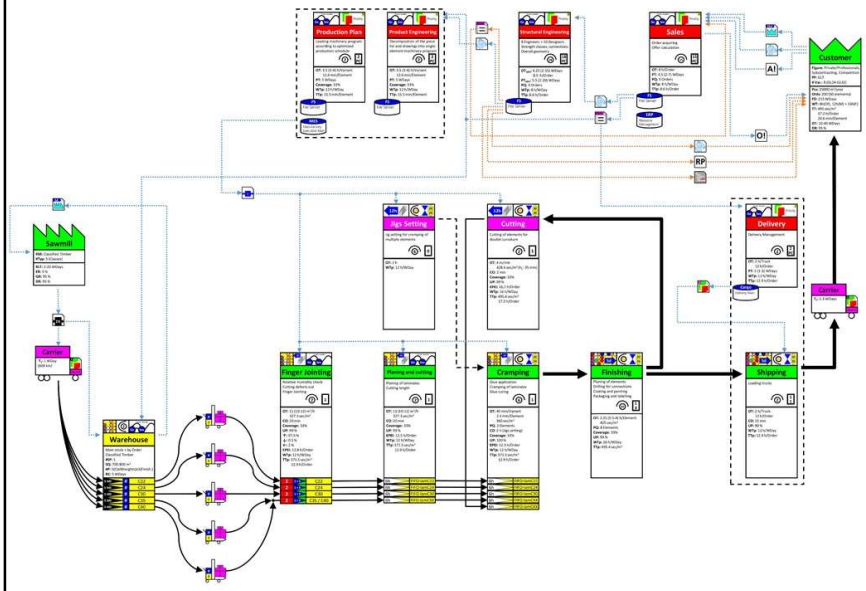
Secondo la norma EN 14080 l'elemento strutturale oggetto di calcolo dovrebbe essere un GL32h, ossia formato al **100% da lamelle di classe C40**.

A livello di calcolo puro la laminazione risulterebbe come segue:

Strength class (EN 338)	%
C14	*70.19*
C16	*5.62*
C18	*7.24*
C20	*1.90*
C22	*1.81*
C24	*1.71*
C27	*5.24*
C30	*2.19*
C35	*2.76*
C40	*1.33*

Se riducessimo la variabilità a 4 classi di resistenza avremmo: **20% di C27, 20% di C30, 30% di C35 e 30% di C40**.

30



La mappa del valore di Holzbau può essere rappresentata in modo sintetico come da figura.

31

L'azienda produce, come standard, 8 varanti di GLT dal GL24 al GL32, utilizzando sia una laminazione omogenea, sia una laminazione composta.

Il volume di vendita può essere approssimato a circa 25.000 m3 di GLT all'anno, attraverso una media di 200 ordini di 50 elementi per uno.

L'azienda è aperta 215 giorni all'anno con un unico turno da 8 ore per gli uffici, 12 ore in un turno e mezzo per la produzione e 16 ore per la finitura.

Il tempo di consegna medio varia tra i 10 ed i 40 giorni con un affidabilità del 95%.

$$TT = \frac{FD \cdot WT}{Pcs} = \frac{215 \cdot 16 \cdot 3600}{25000} = 495.4 \quad \left[\frac{sec}{m^3}\right]$$

$$TT = \frac{FD \cdot WT}{Pcs} = \frac{215 \cdot 16}{200} = 17.2 \quad \left[\frac{h}{order}\right]$$

$$TT = \frac{FD \cdot WT}{Pcs} = \frac{215 \cdot 16 \cdot 60}{200 \cdot 50} = 20.64 \quad \left[\frac{min}{element}\right]$$

Customer

Figure: Private/Professionals, Subcontracting, Competition
PF: GLT
 # Var.: 8 (GL24-GL32)

Pcs: 25000 m^3/year
Ords: 200 (50 elements)
FD: 215 WDays
WT: 8h(Of), 12h(M) + 16h(F)
TT: 495 sec/m^3
17.2 h/Order
20.6 min/Element
DT: 10-40 WDays
DR: 95 %

32

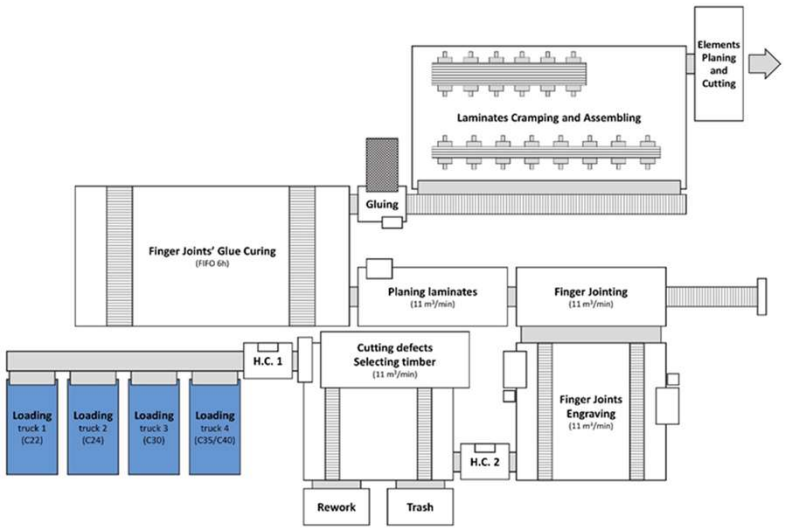
Il magazzino può ospitare dai 700-800 m3 di materiale, equivalente a circa un fabbisogno di 5 giorni lavorativi.

Il prodotto viene rigorosamente ordinato secondo le classi di utilizzo da due operatori per turno.

33

La logistica interna è basata interamente su muletti guidati da operatori.

34



Il sistema di produzione è governato dalla ri-classificazione delle tavole per la preparazione del taglio del giunto a pettine.

35

Il sistema di produzione è governato dalla ri-classificazione delle tavole per la preparazione del taglio del giunto a pettine.

36

I difetti e il materiale che non rispetta il corretto contenuto di umidità è riutilizzato per altri scopi (2% massimo), mentre il materiale difettoso è scartato (massimo 0,5%).

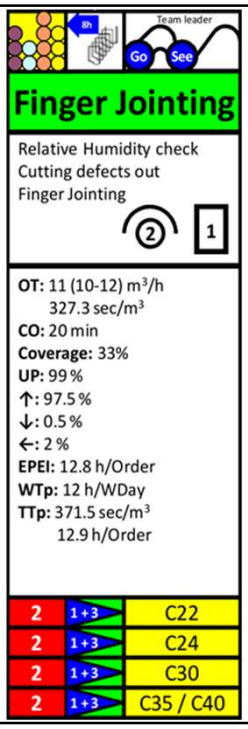
La macchina per il taglio del giunto a pettine lavora con una capacità tra i 10 ed i 12 m3 l'ora (327,3 sec/m3) e necessita di due operatori. Il Changeover Time è pari a 20 minuti per variante di prodotto.

Il numero medio di varianti per ordine è pari a 3, considerando che ogni cambiamento nello spessore o nella larghezza delle lamine e/o della loro composizione è da considerarsi una variante. In questo caso il tasso di copertura (Coverage) può essere considerato pari al 33%.

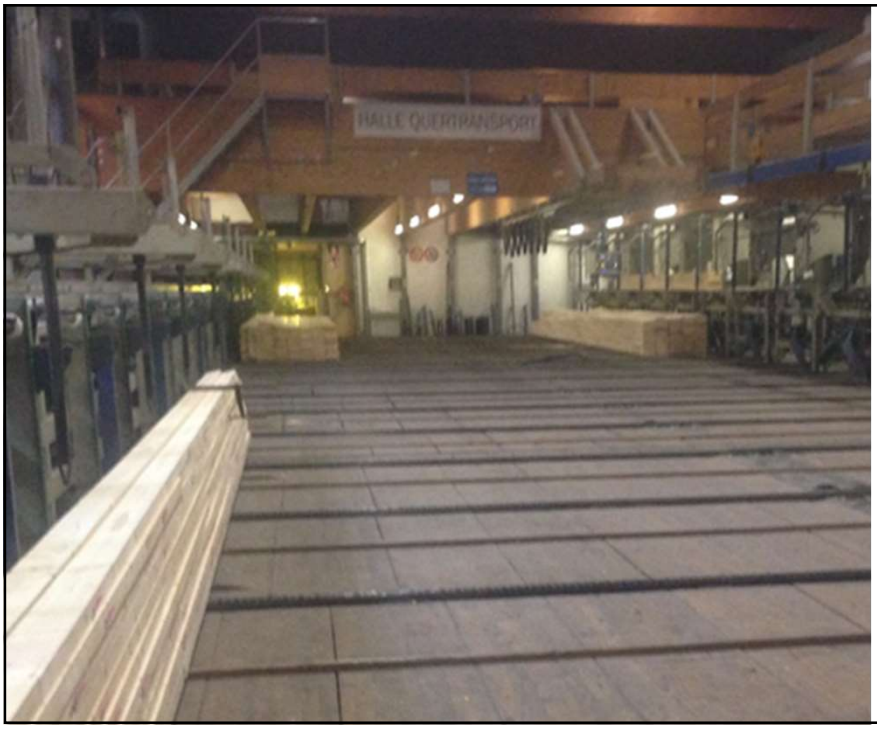
Il Takt Time di processo può essere calcolato come segue:

$$TT_p = \frac{FD \cdot WT_p}{Pcs_p} = \frac{215 \cdot 12 \cdot 3600}{25000} = 371.5 \quad \left[\frac{sec}{m^3}\right]$$

$$TT_p = \frac{FD \cdot WT_p}{Pcs_p} = \frac{215 \cdot 12}{200} = 12.9 \quad \left[\frac{h}{order}\right]$$



37



Una volta realizzato il giunto a pettine, le lamine sono piallate e tagliate prima di essere messe a riposo (6 ore) per l'asciugatura dell'incollaggio.

38

Non appena l'incollaggio del giunto a pettine è da considerarsi asciutto, alle lamine **viene apposto il collante ed esse sono sovrapposte nelle morse** a formare l'elemento strutturale finale.

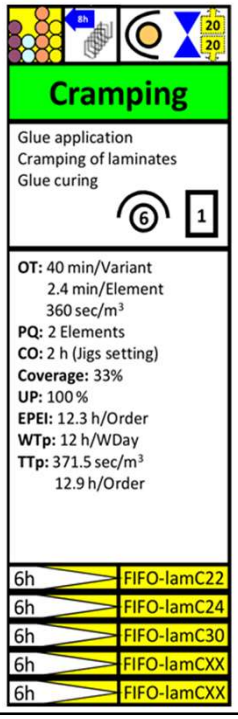
39

Questa operazione è eseguita da 6 operatori che lavorano in due gruppi per turni di 12 ore al giorno. La morsatura richiede 6 ore per l'asciugatura della colla.

Il Takt Time di processo è lo stesso dei passaggi precedenti. L'Operation Time è pari a 40 minuti per variante (360 sec/m3). Il Changeover Time è pari all'Operation Time necessario per settare le morse (2 h).

Il fattore EPEI può essere calcolato similmente al task precedente:

$$EPEI = \frac{\frac{Pcs_{ord} \cdot OT}{PQ} + \frac{CO}{Coverage}}{\#Res \cdot UP} = \frac{\frac{25000}{200 \cdot 2} \cdot \frac{360}{3600} + \frac{2}{0.33}}{1 \cdot 1} = 12.3 \quad \left[\frac{h}{order}\right]$$

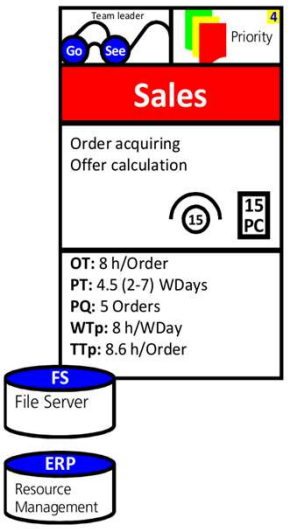


40

Il reparto vendite impiega circa 15 persone per 8 ore al giorno. L'Operation Time è pari a circa 8 ore per ordini, considerando l'elaborazione di 5 ordini in parallelo. Il Process Time totale varia dai 2 ai 7 giorni lavorativi.

Il Takt Time di processo può essere calcolato come segue:

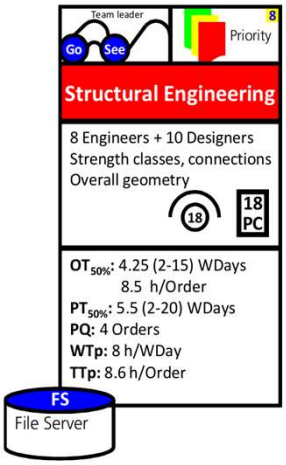
$$TT_p = \frac{FD \cdot WT_p}{Pcs_p} = \frac{215 \cdot 8}{200} = 8.6 \quad \left[\frac{h}{order}\right]$$



41

Su richiesta, l'azienda fornisce anche un servizio di calcolo strutturale per il dimensionamento dell'intera struttura (in media il 50% degli ordini trattati).

Il task impiega 8 ingeneri e 10 designers. Operation Time per ogni progetto varia da 2 a 15 giorni lavorativi per ordine in un processo parallelo di 4 progetti strutturali. L'Operation Time (50%) può essere stimato pari a 4,25 giorni per ordine (o 8,5 ore per ordine).

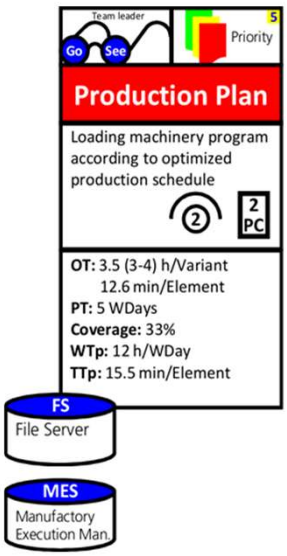


42

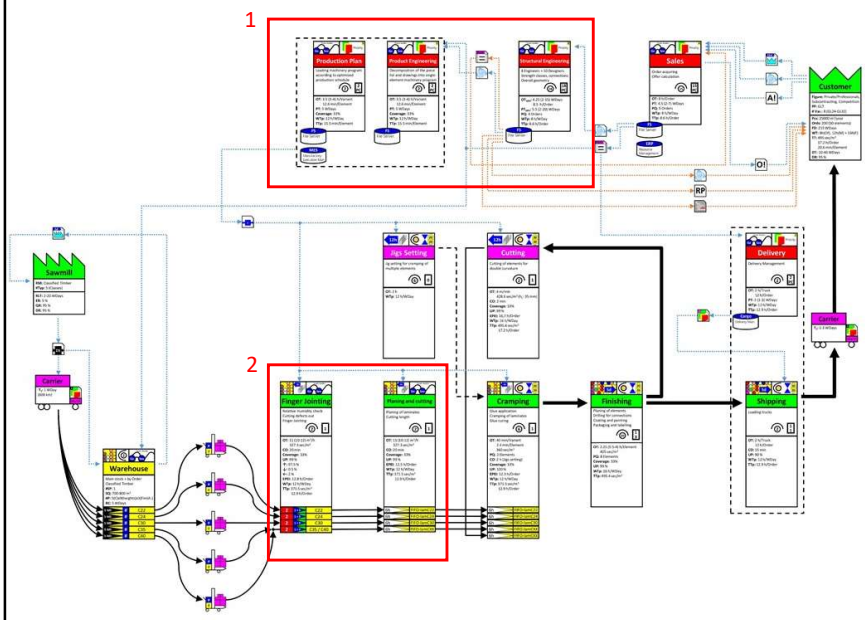
La pianificazione della produzione e l'ingegnerizzazione di prodotto sono effettuate dallo stesso team per cui i valori calcolati non possono essere distinti.

Il task impiega 2 operatori per 12 ore lavorative. L'Operation Time varia tra le 3 e le 4 ore (12,6 minuti per elemento strutturale). Il Process Time è di circa 5 giorni. Considerando le 12 ore lavorative, il Takt Time può essere così calcolato:

$$TT = \frac{FD \cdot WT}{Pcs} = \frac{215 \cdot 12 \cdot 60}{200 \cdot 50} = 15.5 \quad \left[\frac{min}{element}\right]$$



43



Holzbau ha un'organizzazione **solida e ben strutturata** per soddisfare la domanda da parte della committenza e per rispettare gli obiettivi di produzione.

Tuttavia adotta un alto livello di standardizzazione **limitando** la variabilità **a 3 classi** di elemento strutturale.

44

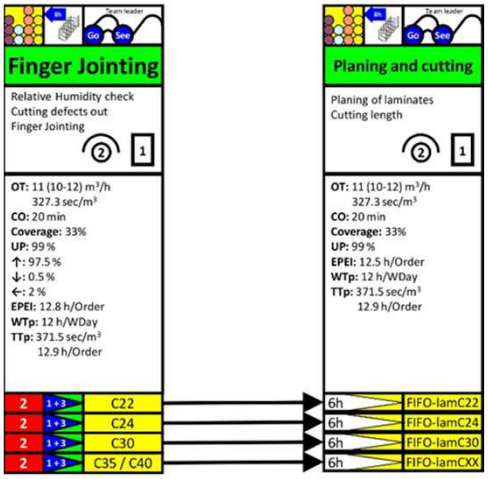
Per valutare la producibilità si deve calcolare il tempo operativo effettivo del primo task di processo che risulta:

$$OT_e = \frac{Pcs_{ord} \cdot OT}{\uparrow \cdot UP} = \frac{\frac{25000}{200} \cdot \frac{327.3}{3600}}{0.98 \cdot 0.99} = 11.7 \left[\frac{h}{order}\right]$$

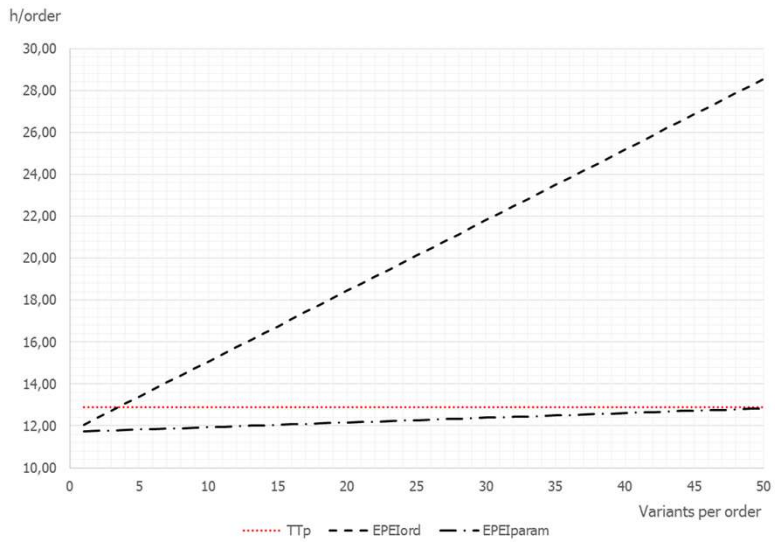
Questo tempo rappresenta il tempo necessario per produrre tutte le lamelle di un ordine. Da questo valore come differenza con il Takt Time è possibile calcolare il tempo massimo di changeover:

$$CO_{max} = \frac{TT_p - OT_e}{\#Var.} = \frac{(12.9 - 11.7) \cdot 3600}{50} = 86.4\ [sec]$$

Considerando che l'algoritmo impiega circa 8 secondi a calcolare la laminatura e ipotizzando che l'operatore impieghi circa 30 secondi a caricare i dati di taglio nella macchina, restano **48 secondi per poter cambiare il materiale grezzo** sui sistemi di carico ad inizio della linea.



45



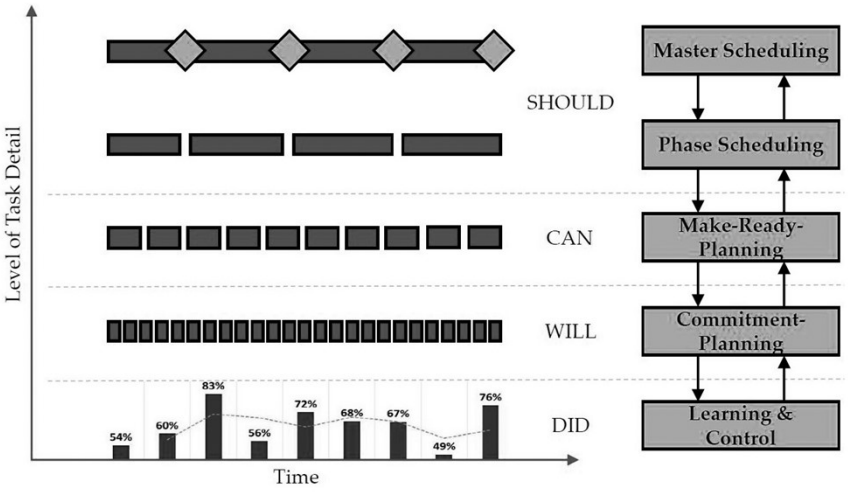
Agendo sulla logistica interna e senza cambiare il sistema di lavorazione, sarebbe possibile **annullare completamente il livello di standardizzazione** con benefici sia in termini di **efficienza** di utilizzo della materia prima sia di **efficacia** dei processi di automazione delle informazioni.

46

Esempio applicato

BIM2Field
Uno strumento per gestire il cantiere con metodi di lean construction

47



Il **Last Planner System** (LPS, di Herman Glenn Ballard) è una tecnica di Lean Construction per la gestione efficiente del cantiere

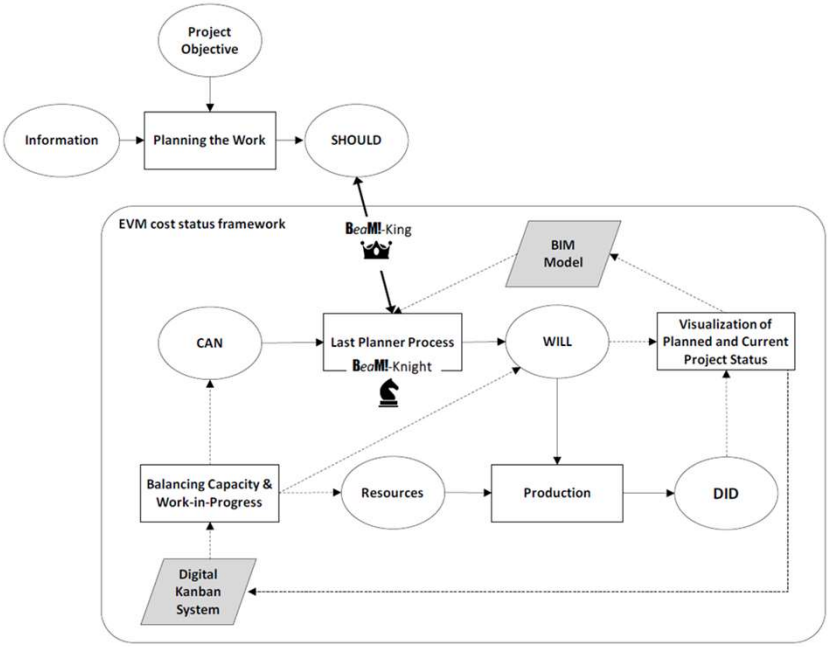
48

Nel contesto del progetto FESR 1086 - **BIM Simulation Lab**, si è sviluppato **un tool software** per l'applicazione del Last planner System **alla pianificazione di cantiere su base informativa BIM**

efre·fesr Südtirol · Alto Adige
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale
EUROPEAN UNION
AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE

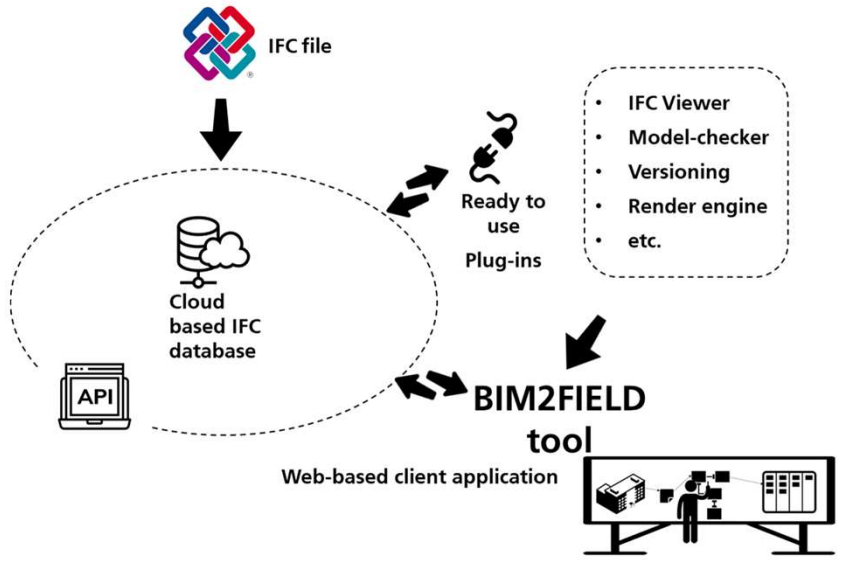
The project FESR 1086 BIM Simulation Lab [CUP: B51G17000270001] European Regional Development Fund (ERDF) of the Autonomous Province of Bolzano - Investments for growth and employment 2014 - 2020

49



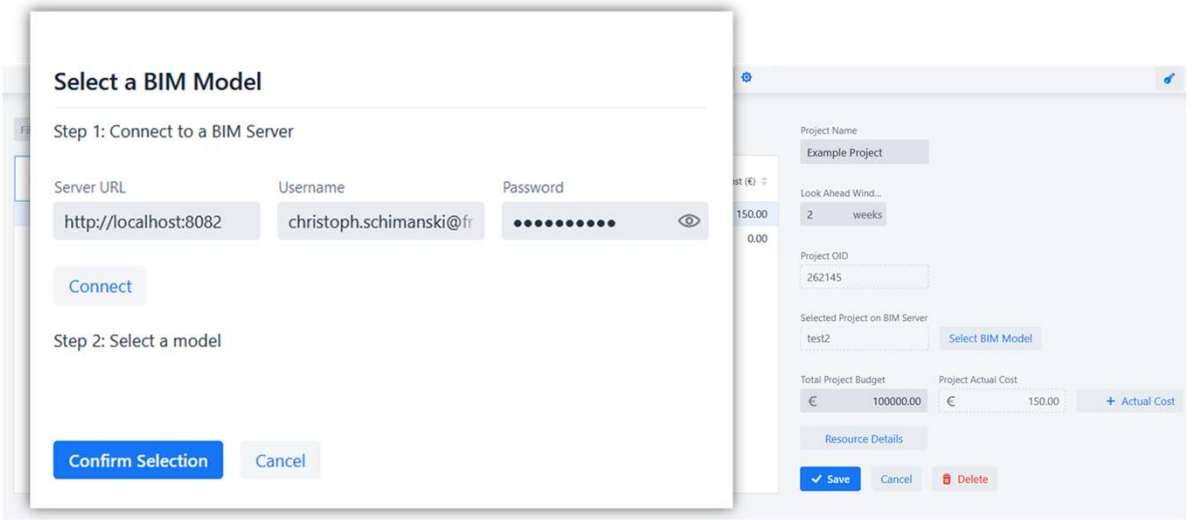
Il tool supporta lo svolgimento delle 5 fasi principali della tecnica, introducendo **due nuove figure chiave per la facilitazione verso la base informativa BIM**.

50



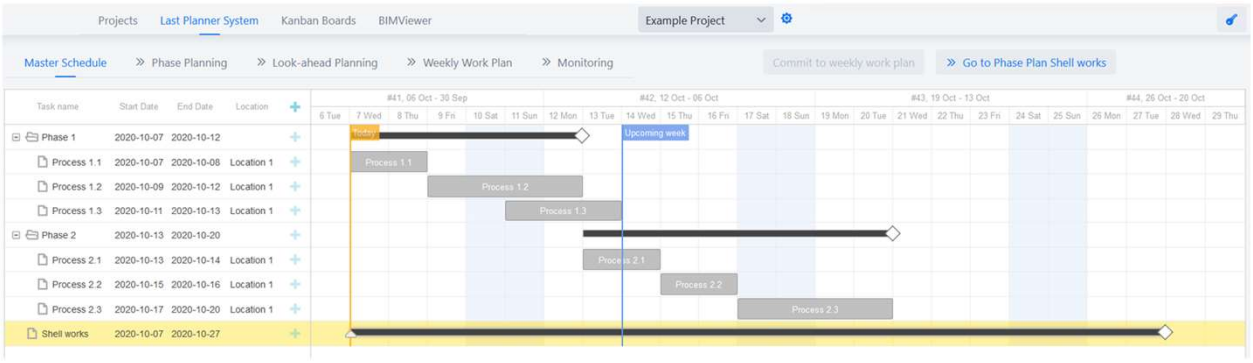
L'infrastruttura nasce su formato **aperto** ifc e permette lo scambio dati **bidirezionale** con il modello BIM.

51



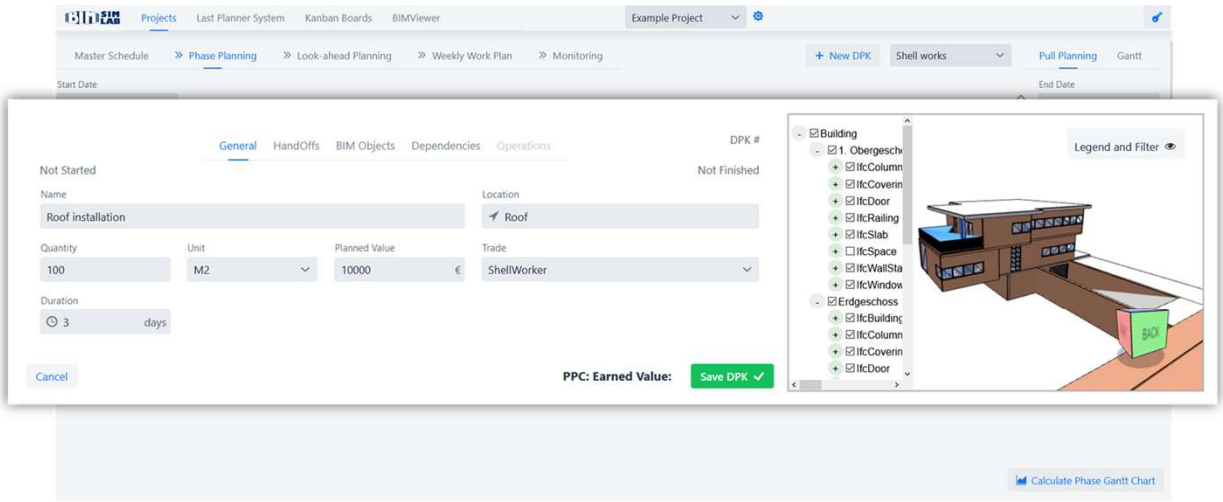
Il tool richiede un modello BIM da esecutivo ed il **cronoprogramma** generale dei lavori.

52



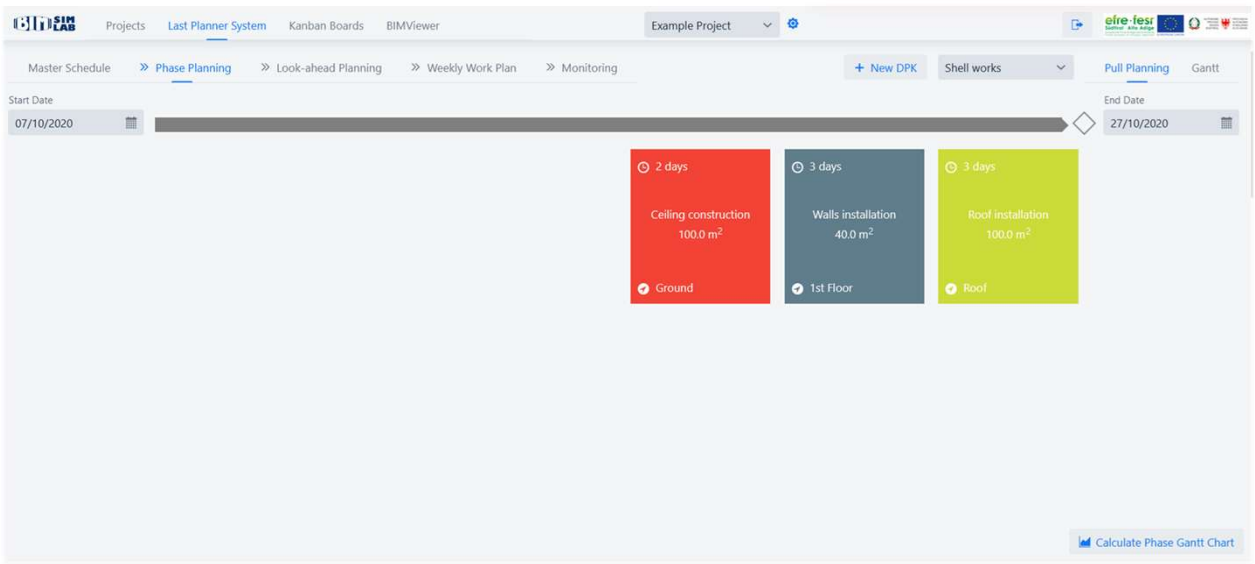
Partendo dal cronoprogramma generale, comincia **il processo iterativo di scomposizione e definizione delle fasi**.

53



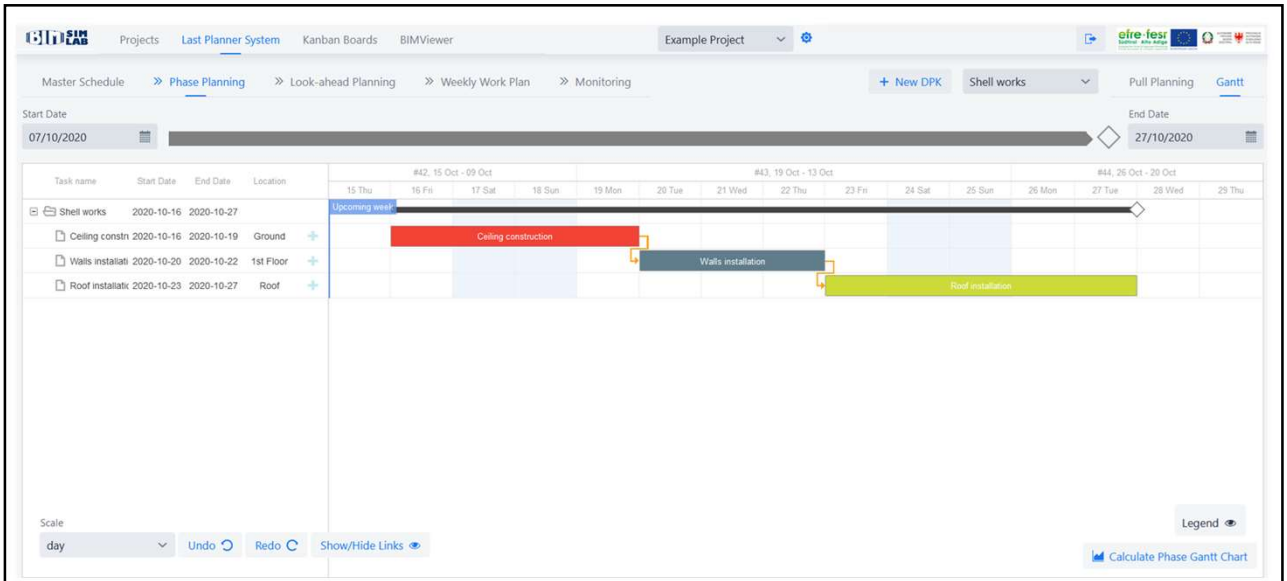
Le fasi sono definite collegando gli **oggetti BIM e le note canvas così come definite dai Last Planners**.

54



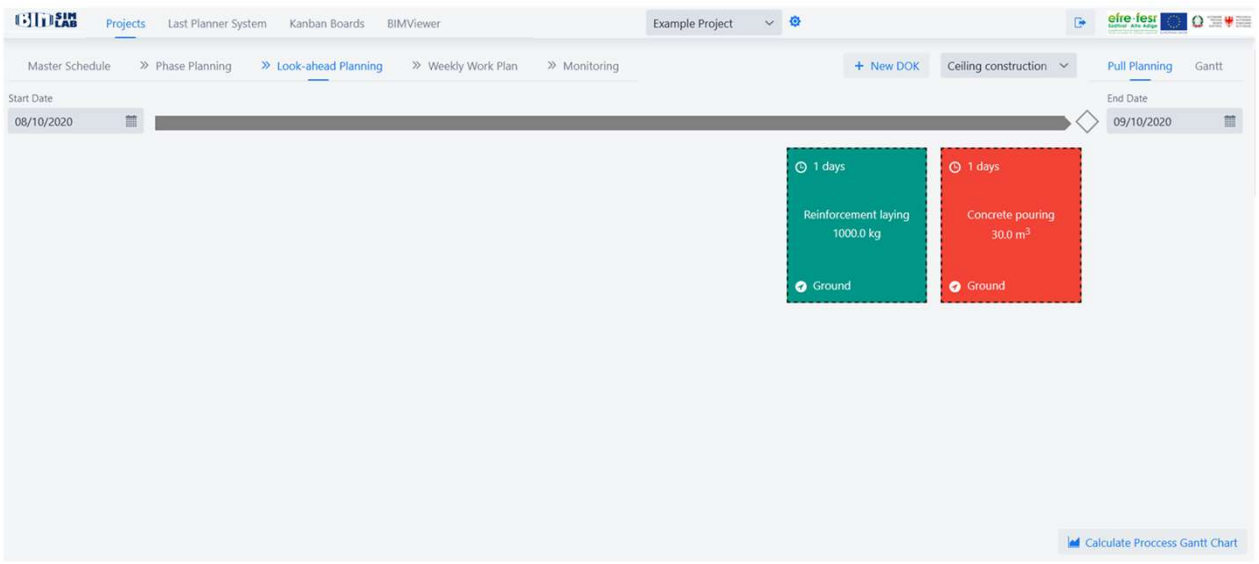
Le "Digital Process Kanban" funge da gemello digitale della Kanban Board tradizionale.

55



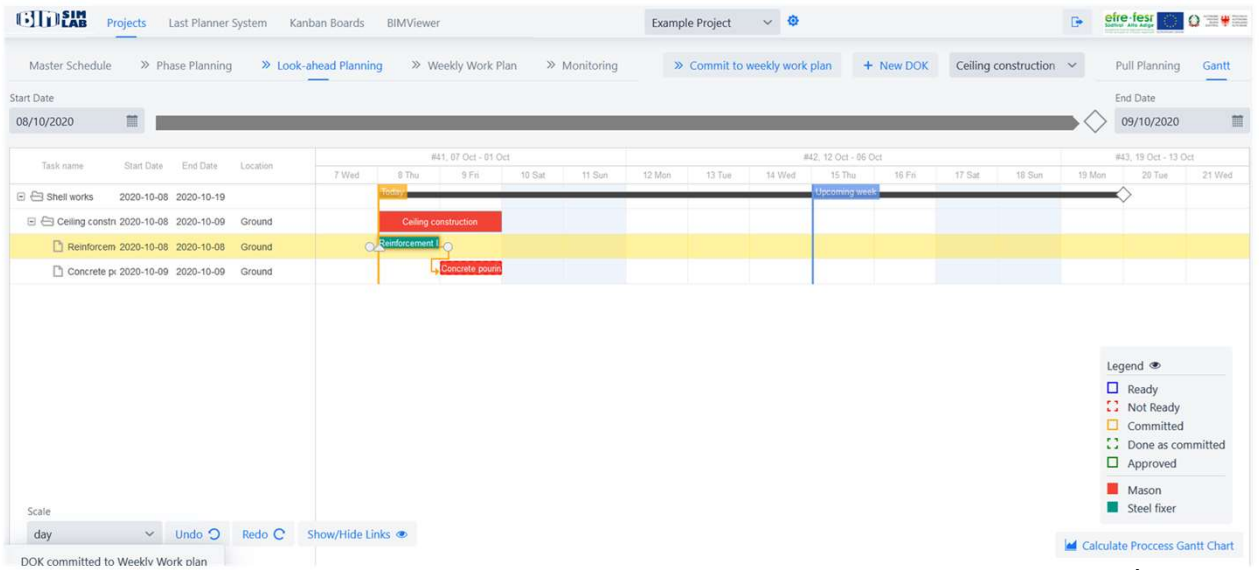
La pianificazione a fasi è riportata nel diagramma **Gantt principale** rispettando le **colorazioni** delle maestranze e le **dipendenze**.

56



Successivamente si applica una scomposizione delle fasi in task coerentemente alla **finestra di Look-ahead**.

57

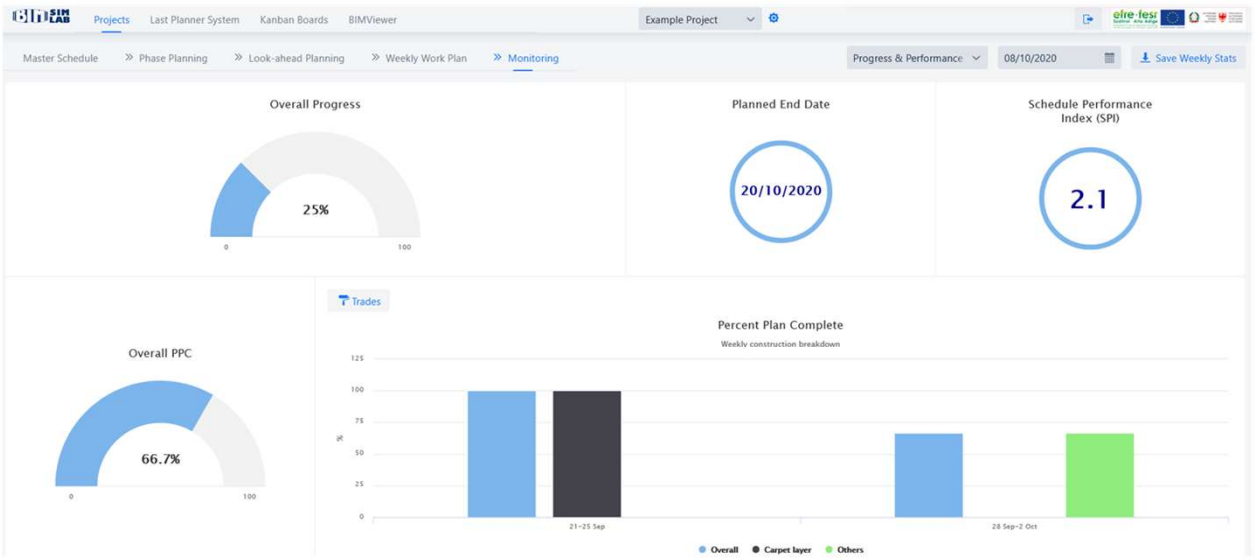


La pianificazione a task è riportata nel diagramma **Gantt principale** rispettando le **colorazioni** delle maestranze e le **dipendenze**.

58

È possibile visualizzare in qualsiasi momento **lo stato di una task** associata ad un oggetto BIM.

59



Il tool calcola anche in automatico specifici indicatori di performance utilizzati nella tecnica del **Last Planner System**.

60