



Il Project Management nelle costruzioni in edilizia ed infrastrutture

12 ottobre 2024 - Cerveteri

Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni

**Tempi e Costi in ambiente BIM
(4D e 5D)**

Modello As Built per il Facility Management (6D)

Ing. Leonardo Bonamoneta

*Presidente Commissione Project Management – Civile e ambientale
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma*



IL CRONOPROGRAMMA

1. Le origini del Cronoprogramma
2. D.P.R. n. 554/1999 - Art. 35, 36 e 42
3. Regolamento contratti pubblici D.P.R. n. 207/2010 - Art. 40
4. Codice dei contratti pubblici D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. - Art. 23 co. 7 e co. 8
5. Codice dei contratti pubblici D.Lgs. 31/03/2023 n.36 - Art. 43
6. Allegato 1.7, Sez. 2 - Art. 3 co. 3 DIP **UNI ISO 21502:2021**
7. Allegato 1.7, Sez. 2 - Art. 18 - Cronoprogramma del PFTE
8. Allegato 1.7, Sez. 3 - Art. 30, co. 1 - Cronoprogramma del PE
9. Allegato 1.7, Sez. 3 - Art. 30, co. 3, 4, e 5 – **UNI ISO 21500 Project Management**
10. Allegato 1.9 - Art.1, co.11
11. Allegato 11.14 - Art. 1, co.2, lettera l) – Attività e compiti del DL
12. BIM per il Facility Management



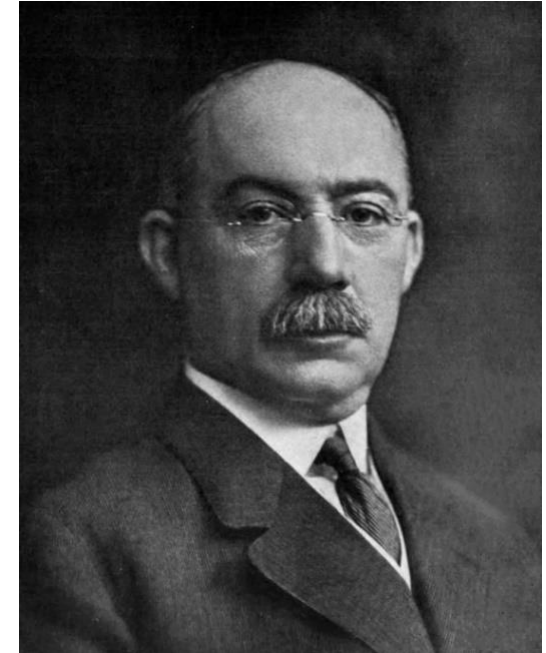
Diagramma di Gantt

Henry Laurence Gantt

20 maggio 1861 – 23 novembre 1919

Il diagramma di Gantt è uno **strumento grafico** per la rappresentazione sull'asse temporale delle attività che concorrono al completamento di un progetto, permettendone così la programmazione ed il controllo dell'avanzamento.

Realizzò la prima versione del grafico nel 1917.



La pianificazione, la programmazione ed il successivo monitoraggio e controllo veniva effettuata manualmente.



Diagramma di Gantt

WBS	NOME ATTIVITÀ	DURATA	INIZIO	FINE	MAGGIO				GIUGNO					LUGLIO			
					18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Fase	28 giorni	03-05-21	30-05-21													
1.1	Attività	14 giorni	03-05-21	16-05-21													
1.1.1	Obiettivo	7 giorni	03-05-21	09-05-21													
1.1.2	Obiettivo	7 giorni	10-05-21	16-05-21													
1.2	Attività	21 giorni	10-05-21	30-05-21													
1.2.1	Obiettivo	14 giorni	10-05-21	23-05-21													
1.2.2	Obiettivo	7 giorni	24-05-21	30-05-21													
2	Fase	63 giorni	31-05-21	01-08-21													
2.1	Attività	42 giorni	31-05-21	11-07-21													
2.1.1	Obiettivo	21 giorni	31-05-21	20-06-21													
2.1.2	Obiettivo	21 giorni	20-06-21	11-07-21													
2.2	Attività	49 giorni	14-06-21	01-08-21													
2.2.1	Obiettivo	28 giorni	14-06-21	11-07-21													
2.2.2	Obiettivo	21 giorni	12-06-21	01-08-21													



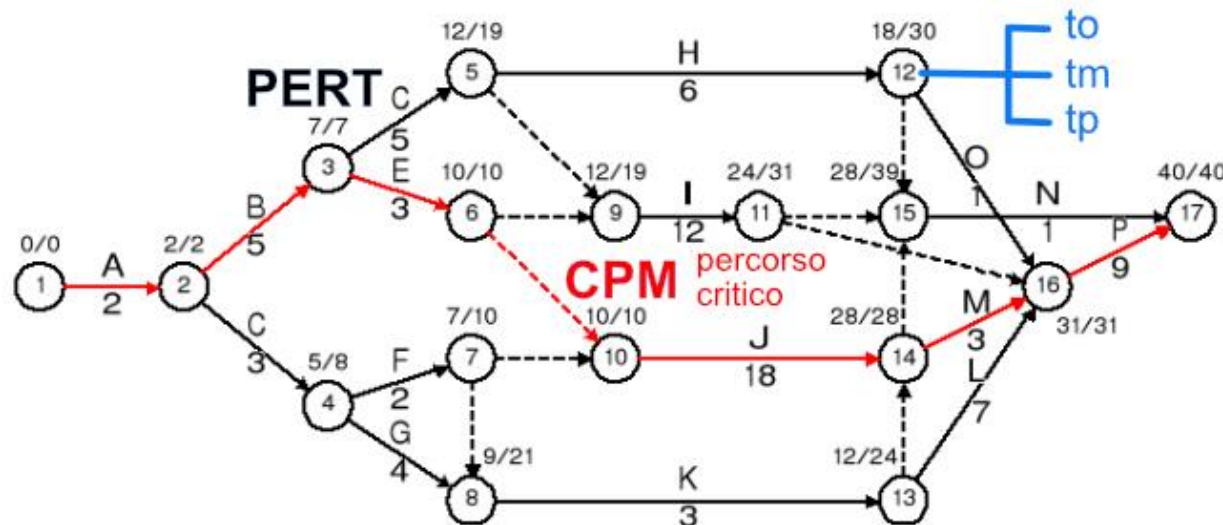
Grafico Pert

Programmazione reticolare

Project Evaluation and Review Technique (tecnica di revisione e della valutazione del programma).

Il grafico PERT è uno strumento grafico che individua le attività sui segmenti e le date di inizio e fine sui nodi (AOA - Activities On Arrows) con stima delle durate in maniera probabilistica (t_o - t_m - t_p)

Tecnica adottata dal US Navy Special Projects Office nel 1958 per il progetto del missile Polaris a bordo del sottomarino nucleare USS George Washington.





UGM-27 Polaris



La complessità del programma missilistico Polaris (1960) ha portato allo sviluppo di nuove tecniche di gestione dei progetti, tra cui la **Programma di valutazione e revisione tecnica (PERT)** per sostituire la più semplice metodologia del **diagramma di Gantt**.



[VIDEO](#)

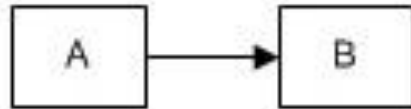


Tecnica PDM/CPM

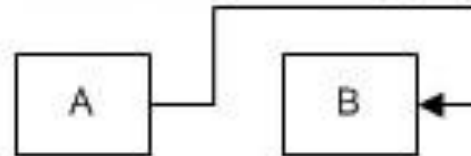
Precedence Diagram Method – Diagramma con il metodo delle precedenze e percorso critico.

Il grafico PDM/CPM è uno strumento grafico che individua le attività sui nodi mentre i segmenti rappresentano i vincoli di precedenza (AON - Activities On Nodes) con stima delle durate in maniera deterministica (Waterfall)

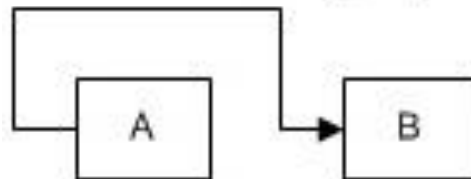
Finish To Start (FS)



Finish To Finish (FF)



Start To Start (SS)



Start To Finish (SF)





Tecnica PDM/CPM

EARLY START

Riepilogo informazioni per 'Proget1'

Data inizio: gio 10/10/24 Data corrente: gio 10/10/24

Data fine: gio 10/10/24 Data stato: N.D.

Programma da: Data inizio progetto Calendario: Standard

Tutte le attività cominciano il più presto possibile. Priorità: 500

Campi personalizzati organizzazione

Reparto:

Nome campo personalizzato	Valore
Reparti progetti	

? Statistiche...

LATE START

Riepilogo informazioni per 'Proget1'

Data inizio: gio 10/10/24 Data corrente: gio 10/10/24

Data fine: gio 10/10/24 Data stato: N.D.

Programma da: Data fine progetto Calendario: Standard

Tutte le attività cominciano il più tardi possibile. Priorità: 500

Campi personalizzati organizzazione

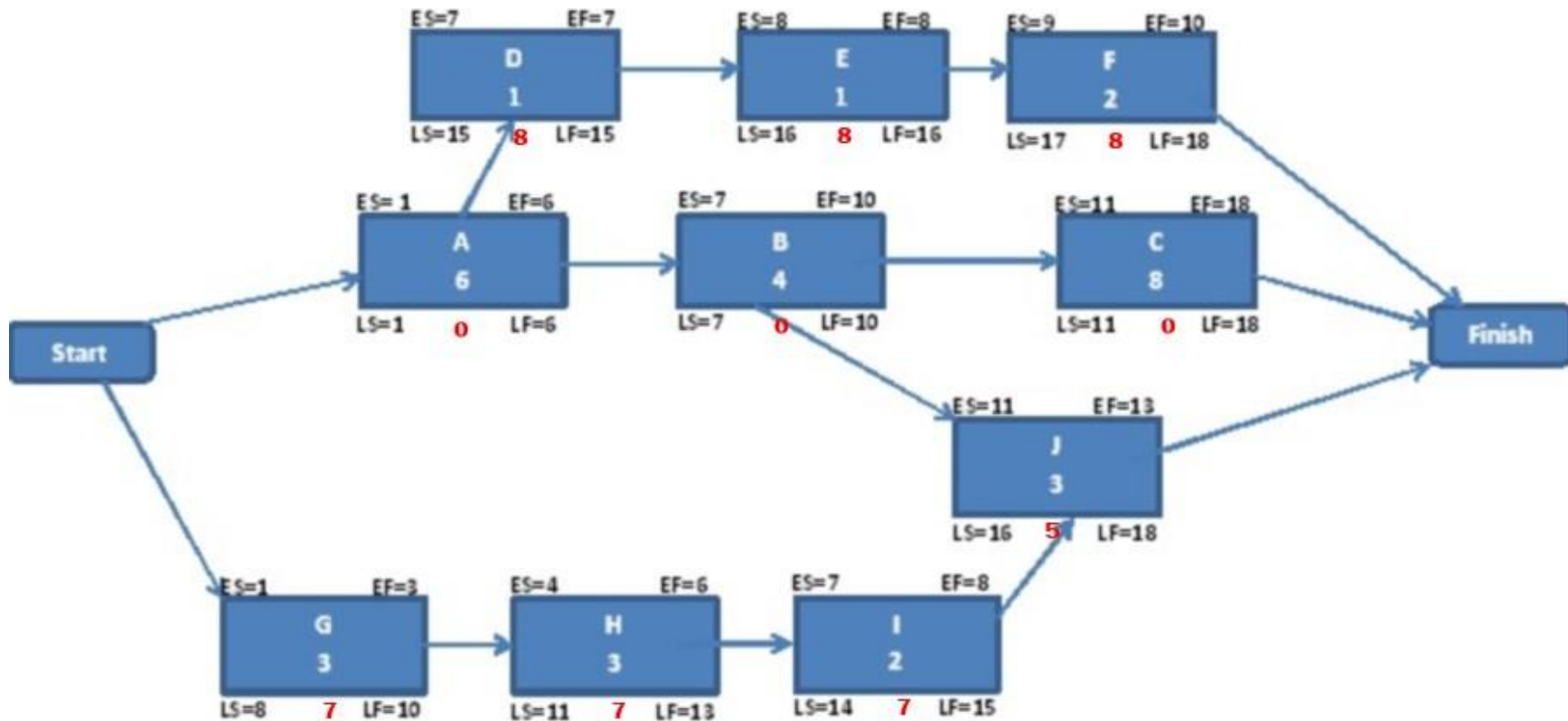
Reparto:

Nome campo personalizzato	Valore
Reparti progetti	

? Statistiche... OK Annulla



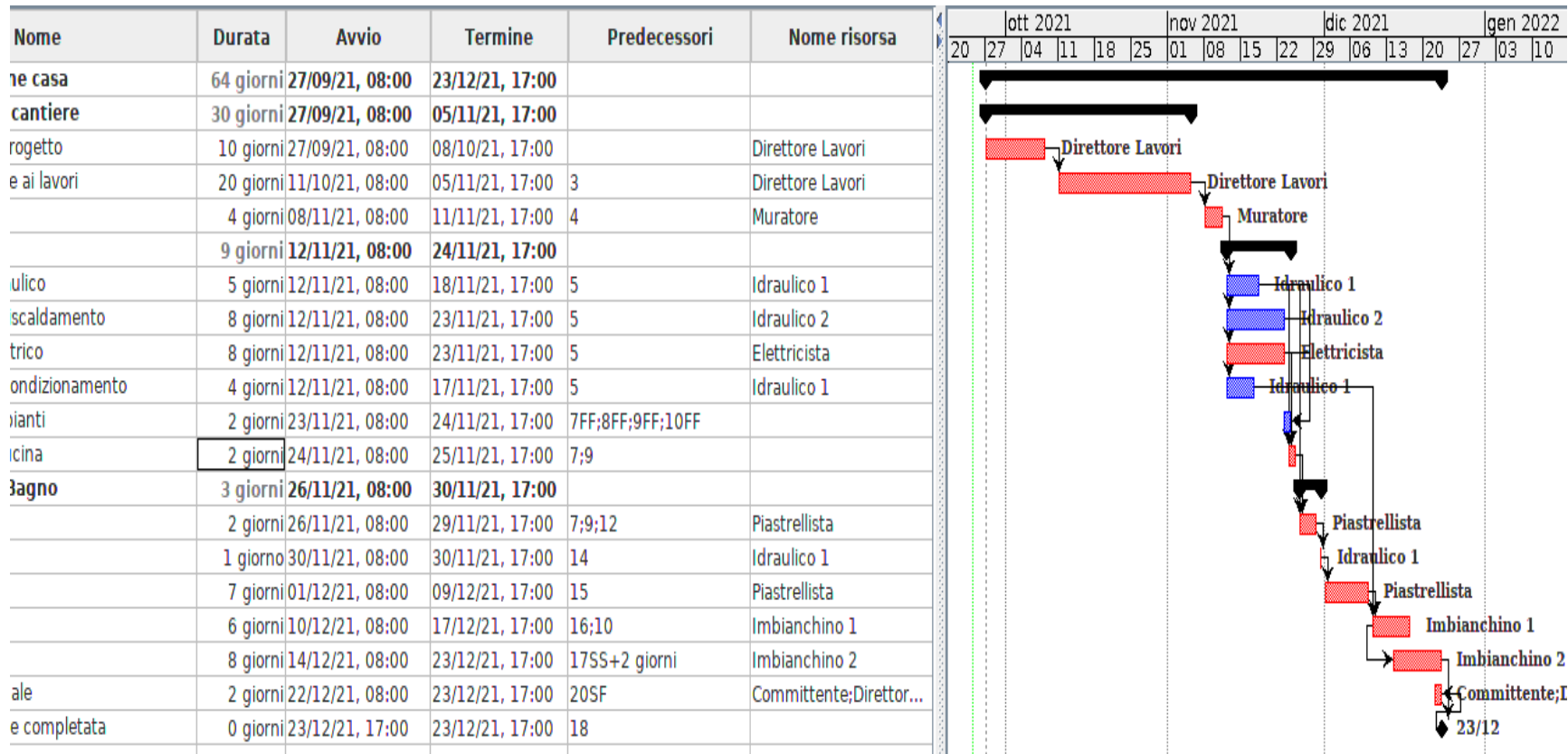
Tecnica PDM/CPM





Tecnica PDM/CPM

Precedence Diagram Method – Diagramma con il metodo delle precedenze e percorso critico.





D.P.R. n. 554/1999 Art.35 co. 1

Art. 35 co. 1

1. **Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni** e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare....

Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti:

a) relazione generale;

...

g) **computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;**

h) **cronoprogramma;**

i) elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi;

l) quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie

m) schema di contratto e capitolato speciale di appalto.



D.P.R. n. 554/1999 Art. 36 co.3 lettera a) e b)

Art. 36 co. 3 lettera a) e B)

3. La relazione generale dei progetti riguardanti gli interventi complessi di cui all'articolo 2, comma 1, lettere h) ed i), è corredata:

a) **da una rappresentazione grafica di tutte le attività costruttive suddivise in livelli gerarchici dal più generale oggetto del progetto fino alle più elementari attività gestibili autonomamente** dal punto di vista delle responsabilità, dei costi e dei tempi; (**Definizione di WBS**)

b) da un diagramma che rappresenti graficamente la pianificazione delle lavorazioni nei suoi **principali aspetti di sequenza logica e temporale**, ferma restando la prescrizione all'impresa, in sede di capitolato speciale d'appalto, dell'obbligo di presentazione di un programma di esecuzione delle lavorazioni riguardante tutte le fasi costruttive intermedie, con la indicazione dell'importo dei vari stati di avanzamento dell'esecuzione dell'intervento alle scadenze temporali contrattualmente previste. (**Diagramma di Gantt**)



D.P.R. n. 554/1999 Art.42

Art. 42 co. 1, 2, 3 e 4 *Cronoprogramma*

1. **Il progetto esecutivo è corredato dal cronoprogramma delle lavorazioni**, redatto al fine di stabilire in via convenzionale, nel caso di lavori compensati a prezzo chiuso, l'importo degli stessi da eseguire per ogni anno intero decorrente dalla data della consegna.
2. Nei casi di appalto-concorso e di **appalto di progettazione esecutiva ed esecuzione, il cronoprogramma è presentato dall'appaltatore unitamente all'offerta.**
3. Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.
4. **Nel caso di sospensione o di ritardo dei lavori per fatti imputabili all'impresa, resta fermo lo sviluppo esecutivo risultante dal cronoprogramma.**



Regolamento contratti pubblici

D.P.R. n. 207/2010 - Art.40

Art. 40 co. 1, 2 e 3

1. Il progetto esecutivo è corredato dal cronoprogramma delle lavorazioni. **Il cronoprogramma è composto da un diagramma che rappresenta graficamente la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, nei suoi principali aspetti dal punto di vista della sequenza logica, dei tempi e dei costi.** Il cronoprogramma è redatto al fine di stabilire in via convenzionale, nel caso di lavori compensati a prezzo chiuso, l'importo degli stessi da eseguire per ogni anno intero decorrente dalla data della consegna, nonché ai fini di quanto previsto dall'articolo 171, comma 12.
2. Nei casi di cui all'articolo 53, comma 2, lettere b) e c), del codice, **il cronoprogramma è presentato dal concorrente unitamente all'offerta.**
3. Nel calcolo del tempo contrattuale deve tenersi conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole.



Codice dei contratti pubblici D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. – (Decreto Correttivo 56/2017)

Art. 23 co. 7 e 8

7. **Il progetto definitivo** individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla stazione appaltante e, ove presente, dal progetto di fattibilità; **il progetto definitivo contiene**, altresì, tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni e approvazioni, nonché la quantificazione definitiva del limite di spesa per la realizzazione e del **relativo cronoprogramma**...
8. **Il progetto esecutivo**, redatto in conformità al progetto definitivo, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo previsto, **il cronoprogramma coerente con quello del progetto definitivo, e deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale che ogni elemento sia identificato in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo.**



Codice dei contratti pubblici

D.Lgs. 31/03/2023 n.36 - Art. 43 co. 1

Art. 43 co. 1 – Metodi e strumenti di gestione informative digitale delle costruzioni

1. **A decorrere dal 1° gennaio 2025**, le stazioni appaltanti e gli enti concedenti **adottano metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni** per la progettazione e la realizzazione di opere di nuova costruzione e per gli interventi su costruzioni esistenti per importo a base di gara **superiore a 1 milione di euro**. La disposizione di cui al primo periodo non si applica agli interventi di ordinaria e straordinaria manutenzione, a meno che essi non riguardino opere precedentemente eseguite con l'uso dei suddetti metodi e strumenti di gestione informativa digitale.



Codice dei contratti pubblici

D.Lgs. 31/03/2023 n.36 - Art. 43 co. 4 lettera c)

Art. 43 co. 4 lettera c) – *Allegato I.9*

4. Nell'allegato I.9 sono definiti:

- a) le misure relative alla formazione del personale, agli strumenti e alla organizzazione necessaria;
- b) i criteri per garantire uniformità di utilizzazione dei metodi e strumenti digitali per la gestione dell'informazione;
- c) **le misure necessarie per l'attuazione dei processi di gestione dell'informazione supportata dalla modellazione informativa**, ivi compresa la previsione dell'interoperabilità dell'anagrafe patrimoniale di ciascuna stazione appaltante o ente concedente con l'archivio informatico nazionale delle opere pubbliche;
- ...
- f) **Il contenuto minimo del capitolato informativo** per l'uso dei metodi e degli strumenti di gestione informativa digitale



Allegato I.7, Sez. 1 - Art. 3 co. 3 - DIP

Documento di Indirizzo alla Progettazione

UNI ISO 21502:2021

Allegato I.7 - Art. 3 co. 3

3. **Il DIP**, oltre ai contenuti stabiliti, **può contenere**, in materia di digitalizzazione dei processi e di modellazione informativa, ulteriori **referimenti alla fase esecutiva, anche con riferimento alla pianificazione e gestione della realizzazione prevista** dalla norma **UNI ISO 21502:2021** e dalla norma UNI ISO 31000.



Allegato I.7, Sez. 2 - Art. 18

Cronoprogramma del PFTE

(Progetto di Fattibilità Tecnico Economica)

Allegato I.7 - Art. 18 co. 1 e 2

1. In coerenza con quanto previsto nel documento di indirizzo alla progettazione, **il cronoprogramma rappresenta, mediante diagramma lineare, lo sviluppo temporale della attività di progettazione, di affidamento e di esecuzione dei lavori (suddivisi per macro-categorie).** Per ciascuna di tali attività, il cronoprogramma indica i tempi massimi previsti per lo svolgimento.
2. **E' facoltà della stazione appaltante richiedere, all'interno dell'eventuale capitolato informativo, la modellazione informativa digitale c.d. "4D" e "5D", che tiene in conto gli aspetti cronologici e quelli relativi alla contabilizzazione dei lavori,** in coerenza con quanto previsto dall'allegato II.14 al codice.



Allegato I.7, Sez. 3 - Art. 30

Cronoprogramma del PE (Progetto Esecutivo)

Allegato I.7 - Art. 30 co. 1

1. **Il progetto esecutivo è corredato del cronoprogramma, costituito da un diagramma che rappresenta graficamente, in forma chiaramente leggibile, tutte le fasi attuative dell'intervento**, ivi comprese le fasi di redazione del progetto esecutivo, di approvazione del progetto, di affidamento dei lavori, di esecuzione dei lavori, nonché di collaudo o di emissione del certificato di regolare esecuzione dei lavori, ove previsti secondo la normativa in materia, e per ciascuna fase indica i relativi tempi di attuazione. **Il cronoprogramma, inoltre, riporta, in particolare, la sequenza delle lavorazioni che afferiscono alla fase di esecuzione dei lavori, con la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, e per ciascuna lavorazione rappresenta graficamente i relativi tempi di esecuzione e i relativi costi.**



Allegato I.7, Sez. 3 - Art. 30, co. 3, 4, e 5 UNI ISO 21500 - Project Management

Allegato I.7 - Art. 30 co. 3

3. Nei casi in cui i **lavori siano affidati sulla base del progetti di fattibilità**, secondo quanto previsto dal codice, **il cronoprogramma è presentato dal concorrente insieme con l'offerta.**



Allegato I.7, Sez. 3 - Art. 30, co. 3, 4, e 5 UNI ISO 21500 - Project Management

Allegato I.7 - Art. 30 co. 4

4. **Per i lavori complessi** di cui all'articolo 2, comma 1, lettera d), dell'allegato 1.1 al codice, **è, inoltre, predisposto, sulla base del computo metrico estimativo** di cui all'articolo 31, **un modello di controllo e gestione del processo di realizzazione dell'intervento attraverso l'utilizzo della metodologia di cui alla norma UNI ISO 21500** relativa alle strutture analitiche di progetto, secondo la seguente articolazione:
- a) sistema delle esigenze e dei requisiti a base del progetto;
 - b) **elementi che compongono il progetto;**
 - c) **elenco completo delle attività da svolgere ai fini della realizzazione dell'intervento;**
 - d) **definizione delle tempistiche di ciascuna delle attività**



Allegato I.7, Sez. 3 - Art. 30, co. 3, 4, e 5 UNI ISO 21500 - Project Management

Allegato I.7 - Art. 30 co. 5

5. **A tale modello** di controllo e gestione del processo di realizzazione dell'intervento **può essere associato l'utilizzo di metodi e strumenti di gestione informativa digitale** delle costruzioni di cui **all'articolo 43 del codice**, nonché di tecniche specifiche di gestione integrata dell'intervento.

Programma Lavori XLS

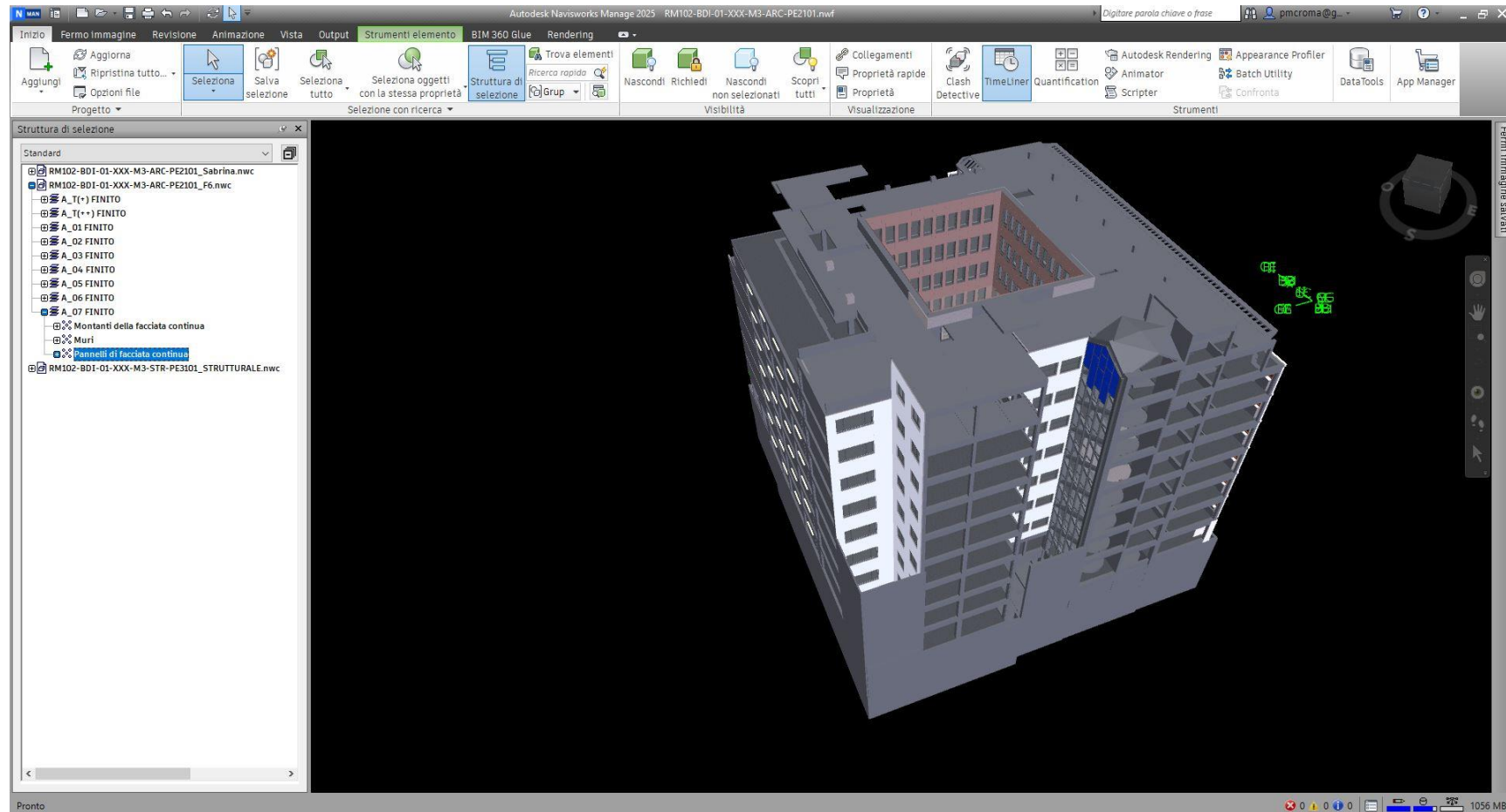
					Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio
ID	Descrizione WBS	Inizio	Fine	gg									
1	IMPIANTO CANTIERE	27/06/24	06/07/24	9									
2	DECESPUGLIAMENTO - ABBATTIMENTO ALBERI	07/07/24	20/07/24	12									
3	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI	17/07/24	25/07/24	8									
4	SCAVI E RINTERRI												
5	Scavo di Sbancamento	01/07/24	12/10/24	90									
6	Scavo a sezione obbligata impianti	15/10/24	20/11/24	32									
7	Rinterrti	05/08/24	25/08/24	18									
8	Formazione rilevati stradali	01/07/24	10/08/24	36									
9	NUOVE STRADE e PARCHEGGI												
10	Stabilizzazione fondazioni strtdali	10/08/24	30/10/24	70									
11	Formazioni drenaggi	02/09/24	15/10/24	38									
12	Formazione marciapiedi (cigli e fondazioni)	20/09/24	15/11/24	49									
13	Pachetto Binder + Tappeto	25/10/24	25/12/24	53									
14	Finitura marciapiedi	01/12/24	15/01/25	39									
15	Strade e percorsi pedonali	05/11/24	10/01/25	58									
16	SOTTOSERVIZI												
17	Cabine Elettriche	25/10/24	15/01/25	71									
18	Impianto illuminazione pubblica	10/10/24	01/01/25	72									
19	Impianto ricariche elettriche	15/10/24	10/01/25	76									
20	Impianto idrico	01/10/24	29/10/24	25									
21	Impianto irrigazione	25/11/24	15/01/25	45									
22	Impianto rete acque meteoriche	20/10/24	15/01/25	75									
23	FINITURE												
24	Tappeto erboso	15/12/24	20/01/25	31									
25	Messa a dimora piante	01/12/24	15/01/25	39									
26	Installazione suppellettili	10/01/25	20/01/25	9									
27	Posa recinzione	15/11/24	10/01/25	49									
28	SMOBILITAZIONE CANTIERE	20/01/25	26/01/25	6									

IN



NWC Associazione Elementi

[VIDEO](#)

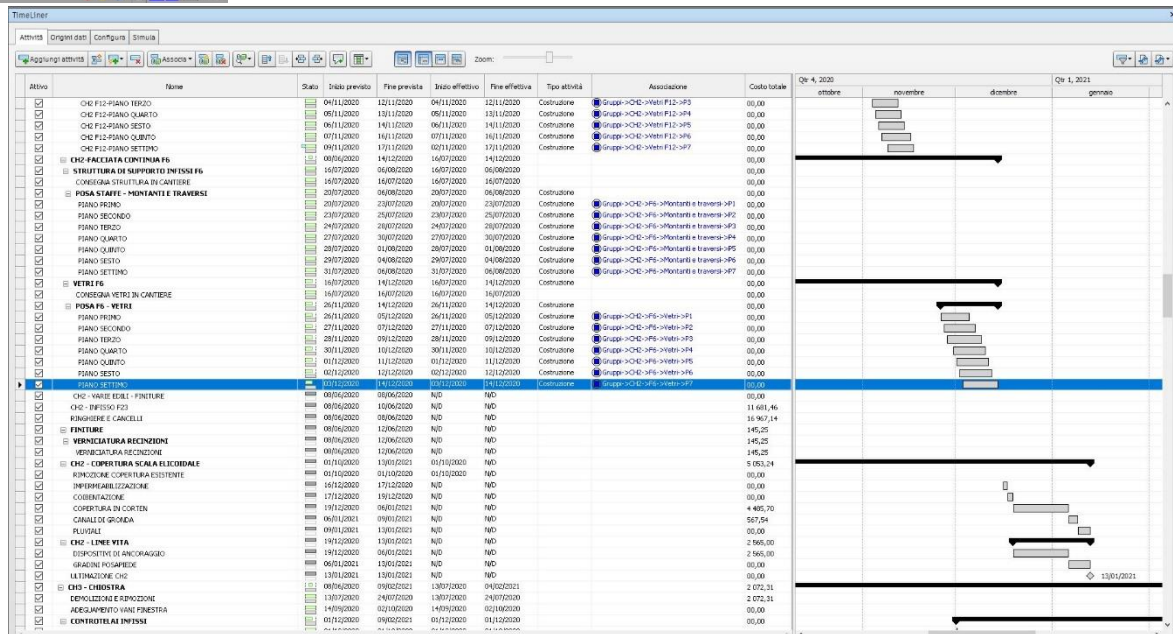


Ing. Leonardo Bonamoneta

Tempi e Costi in ambiente BIM (4D e 5D)

12/10/2024

pag. 26





Allegato 1.9 - Art.1, co.11

Allegato 1.9 - Art.1, co.11 – Direzione Lavori

11. **Il coordinamento, la direzione e il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione dei contratti pubblici, possono essere svolti mediante l'utilizzo dei metodi e degli strumenti di gestione informativa digitale.** A questo fine, se il direttore dei lavori non è in possesso delle competenze necessarie, all'interno del suo ufficio è nominato un coordinatore dei flussi informativi. Per il collaudo finale o la verifica di conformità, l'affidatario consegna il modello informativo dell'opera realizzata per la successiva gestione del ciclo di vita del cespite immobiliare o infrastrutturale. La verifica di questo modello rientra fra le attività di collaudo e di verifica di conformità.



Allegato Il.14 – Direzione dei lavori e direzione dell'esecuzione dei contratti.

Art. 1 - Attività e compiti del DL

co. 2. Sono attribuiti al Direttore dei Lavori i seguenti compiti:

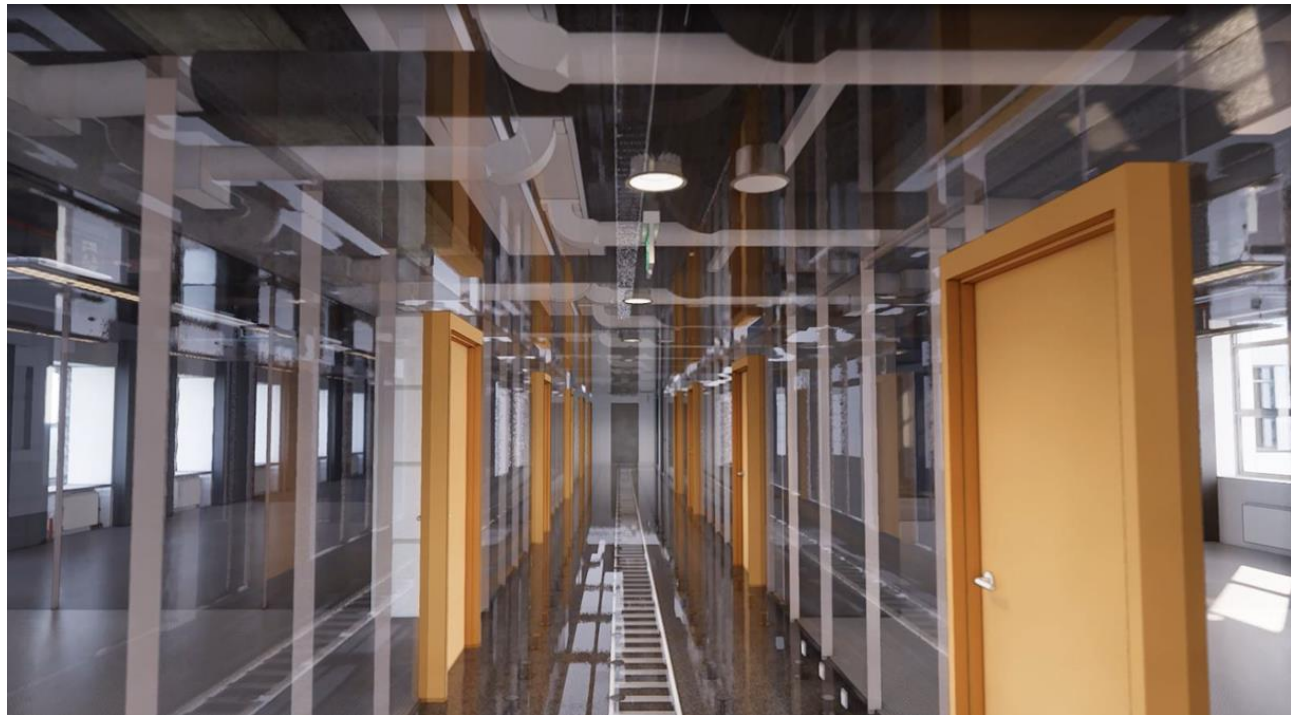
- i) **Controllare e verificare il rispetto dei tempi di esecuzione dei lavori** indicati nel cronoprogramma allegato al progetto esecutivo e successivamente **dettagliati nel programma di esecuzione dei lavori**. Quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'articolo 43 del codice e all'allegato I.9 al codice, **la direzione dei lavori si avvale di modalità di gestione informativa digitale delle costruzioni (BIM 4D e 5D);**
- u) Curare la costante verifica di validità del piano di manutenzione, dei manuali d'uso e dei manuali di manutenzione, modificandone ed **aggiornandone i contenuti a lavori ultimati (As Built)**. Quando si utilizzano i metodi e gli strumenti di cui all'art.43 del codice ed all'allegato I.9 al codice, il direttore dei lavori assicura la correlazione con i modelli informativi prodotti o aggiornati nel corso dell'esecuzione dei lavori sino al collaudo;



BIM per il Facility Management

Redazione del modello BIM per il Facility Management e la gestione delle interferenze di progetto.

[Video Facility Management\2 - INTERNO MEP TRASPARENZA.mp4](#)





BIM per il Facility Management

Connessione e controllo del modello BIM

Applicativo che consente istantaneamente di associare il modello BIM alla videocamera dei dispositivi portatili tramite Cloud





BIM per il Facility Management

Creazione del modello BIM per il Facility Management

INPUT

OUTPUT

Informazioni fornite dal Facility manager per individuare gli elementi architettonici e impiantistici:

- GEOREFERENZIAMENTO
- AREA/ZONA
- CATEGORIA/DISCIPLINA
- CODICE IDENTIFICATIVO
- DESCRIZIONE DELL'ELEMENTO

ELABORATI GRAFICI 2D



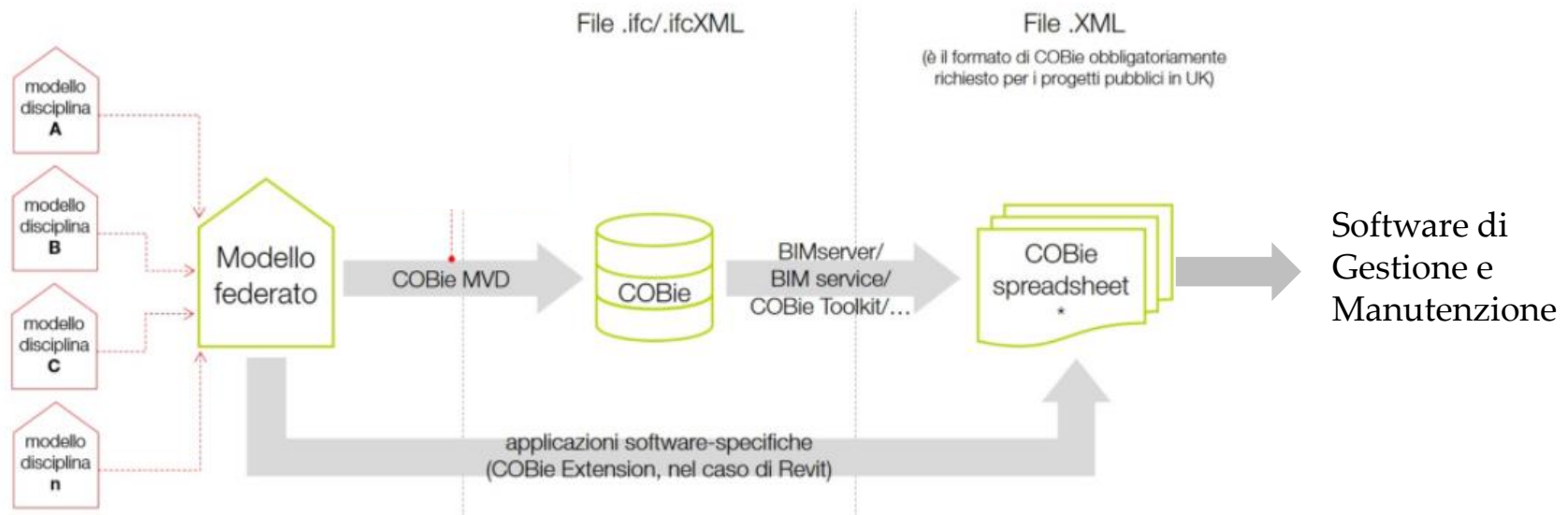
CODICE UNIVOCO DELL'ELEMENTO

SCHEDE TECNICHE



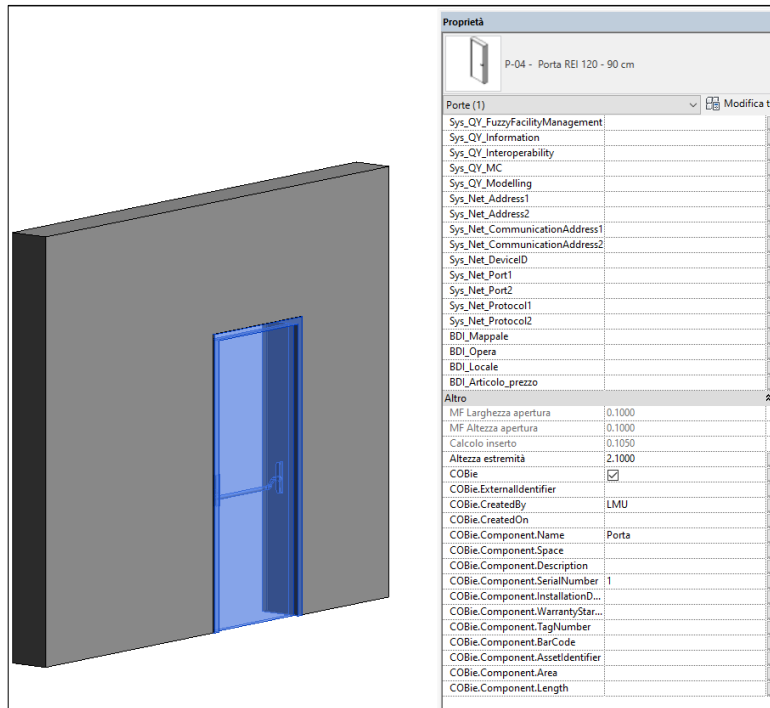
BIM per il Facility Management

COBie - Construction Operations Building Information Exchange



BIM per il Facility Management

Dal modello BIM al COBie spreadsheet



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	Name	CreatedBy	CreatedOn	typeName	Space	Description	estSystem	estObject	SerialNumber	InstallationDate	TagNumber	BarCode	AssetIdentifier	Area	Length		
1	Porta	LMU	09/09/2020	Porta- REI 120	A104	n/a	Autodesk Revit	1fcDoor	1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
	<	>	Instruction	Contact	Facility	Floor	Space	Zone	Type	Component	System	Assembly	Connection	Spare	Resource	Job	

BIM per il Facility Management

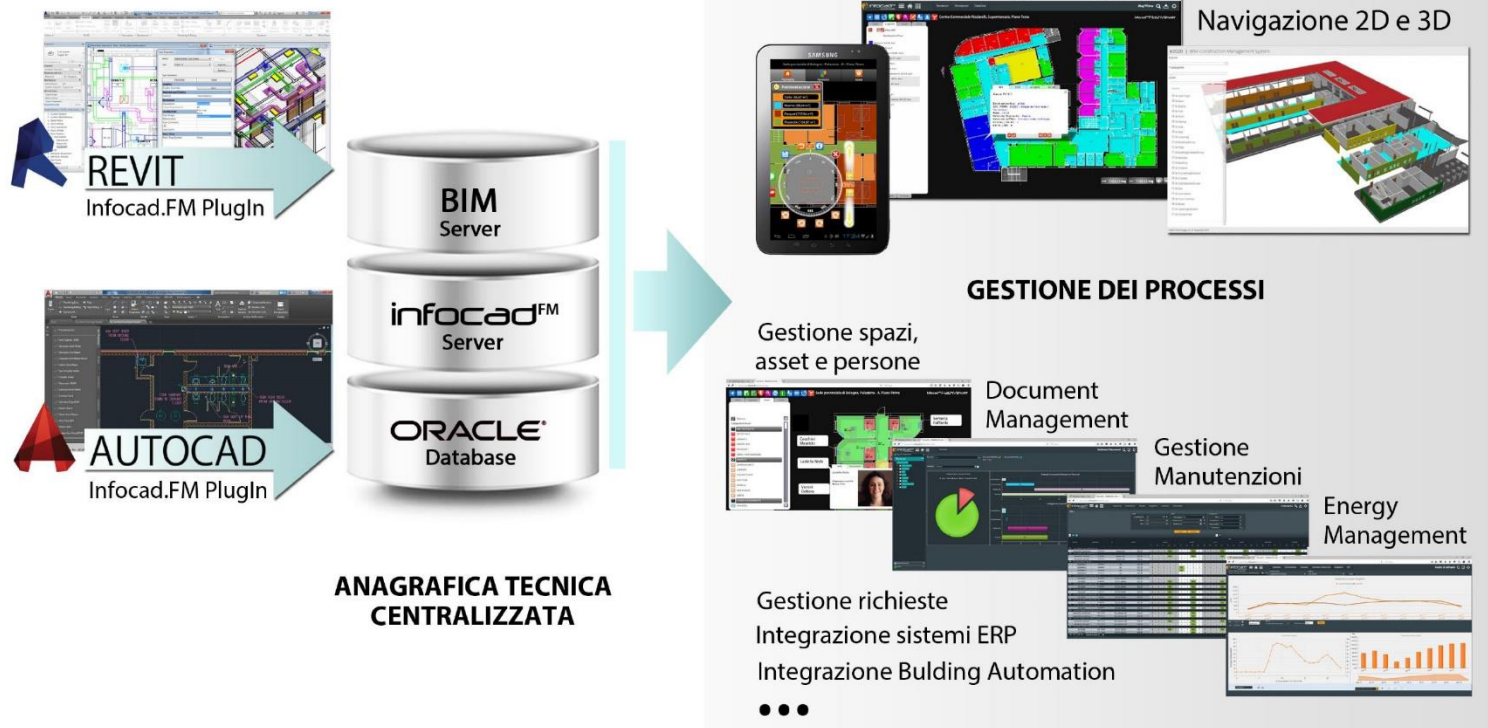
Software di gestione e manutenzione



BIM per il Facility Management

Integrazione BIM – Infocad

Costruzione di un sistema informativo di tutti i processi gestionali ed amministrativi





BIM per il Facility Management

INFOCAD - BIM

[Video Facility Management\3 - VIDEO BIM INFOCAD OK.mp4](#)





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Leonardo Bonamoneta

Tell: 348-7100725

pmcroma@gmail.com



Q U E S T I O N S & A N S W E R S