

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile



TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**Pianificazione operativa di cantiere e utilizzo del
Lean Construction applicato al «45 Grimaldi» di Monaco**

Relatore:

Prof. Fabio Manzone

Correlatori:

Ing. Gabriel Toupet

Ing. Adinani M'madi

Azienda:

VINCI CONSTRUCTION MONACO

Candidato:

Liberto Bonaccorso

ANNO ACCADEMICO 2019/2020

SOMMARIO

ABSTRACT	6
1 INTRODUZIONE	7
1.1 Premessa e scopo del lavoro	7
2 IL PROCESSO EDILIZIO	10
2.1 Sequenza e Organizzazione delle fasi	10
2.2 Articolazione del Processo Edilizio	14
3 ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE	16
3.1 Il cantiere.....	16
3.2 Principi generali di organizzazione del cantiere.....	18
3.3 Fasi Operative	23
4 PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE OPERATIVA DI CANTIERE	25
4.1 Il Life Cycle Project Management.....	26
4.2 La Pianificazione.....	33
4.3 La Programmazione	35
4.4 Input della Programmazione.....	37
4.5 Output della Programmazione.....	38
4.5.1 Analisi del progetto e studio del wbs	41
4.5.2 Metodi di Gantt e Pert.....	43
5 IL LEAN MANAGEMENT	51
5.1 Origini del Lean Management.....	51
5.2 Principi e obiettivi generali.....	53
5.3 Metodologie del Lean Management.....	56
5.3.1 Metodo del valore aggiunto e del valore non aggiunto..	56
5.3.2 L'eliminazione degli sprechi durante le lavorazioni	57
5.3.3 Metodo del Last Planner System.....	58
6 CASO STUDIO: IL PROGETTO 45 GRIMALDI	64
6.1 Vinci Construction France (VCF)	64
6.1.1 Vinci Construction Monaco (VCM)	66

6.2	<i>Identificazione e scopo dell'opera</i>	69
6.3	<i>Descrizione del contesto</i>	70
6.4	<i>Il Progetto</i>	72
6.4.1	<i>Prove geotecniche</i>	85
6.4.2	<i>Aspetti operativi di cantiere</i>	91
6.4.2.1	<i>descrizione delle lavorazioni in cantiere</i>	91
6.4.2.2	<i>Organizzazione di cantiere</i>	96
6.4.2.3	<i>Controllo qualità delle lavorazioni</i>	102
6.4.3	<i>Realizzazione del témoin</i>	108
6.4.4	<i>Il Bim del progetto</i>	111
7	IL LEAN MANAGEMENT SUL "45 GRIMALDI" DI MONACO	121
7.1	<i>Realizzazione del Cronoprogramma dei lavori</i>	121
7.2	<i>Programmazione e applicazione del Lean Management dei lavori</i>	122
7.2.1	<i>Applicazione del Last Planner System</i>	122
7.2.3	<i>Studio del Micro Zoning</i>	126
7.2.4	<i>Realizzazione del Cronoprogramma geo temporale dei lavori</i>	135
7.2.5	<i>Pilotaggio del Lean (Construction) Management in cantiere</i>	137
7.3	<i>Risultati ottenuti</i>	144
7.4	<i>I vantaggi riscontrati</i>	161
	CONCLUSIONI	163
	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	165
	RINGRAZIAMENTI	168

ABSTRACT

Questo studio di tesi applica la metodologia collaborativa del Lean Construction al progetto “45 Grimaldi” di Monaco, targato Vinci Construction. Vengono infatti organizzati e gestiti i processi che vanno dalla fase decisionale di pianificazione e programmazione alla fase di realizzazione e pilotaggio di tutte le lavorazioni. Si da prova di come questa metodologia viene applicata ad un progetto reale. In particolare, l’elaborato ha come obiettivo l’analisi e la possibilità di migliorare tutte le prestazioni che mirano a ridurre i tempi, soddisfare il cliente e mostrare come questa possa essere utilizzata per la gestione delle operazioni operative di cantiere, diminuendo gli sprechi. La stessa analisi riporta i vantaggi dei risultati dell’andamento delle lavorazioni di alcune settimane, periodo nel quale è stato affrontato lo studio.

Il lavoro analizza, altresì, diversi aspetti di pianificazione operativa e organizzazione di cantiere e si concentra sulla metodologia Lean, comparandola con gli output di programmazione classici che vengono utilizzati ancora oggi.

This thesis applies the Lean Construction methodology to the case study of the Vinci Construction’s project ‘45 Grimaldi’ situated in Monaco. The goal is to examine how productivity and efficiency of the current construction project may be achieved through successful implementation of Lean techniques, by keeping the work on track to see how the project works are progressing.

Results from this study indicate that there are several benefits associated with employment of Lean construction over a period of three weeks, in which the study was conducted; it can be shown how this set of operating methods have helped create maximum value by emphasising the consideration of customer’s needs, employee involvement and reducing waste and waits.

Finally, this study compares Lean methods to other traditional construction ones and emphasise the implementation of the former than the latter.

KEYWORDS: *Lean Thinking, Lean Construction, Construction Management, Last Planner System, Construction site, Productivity, Cooperation, Waste reduction, Time saving, Monaco.*

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Lo scrivente, dopo aver affrontato l'esperienza Erasmus, in mobilità verso l'estero, presso l'Università francese "Polytech Sophia Antipolis" di Nizza, ha sfruttato l'opportunità di svolgere il tirocinio curriculare presso l'azienda estera "VINCI CONSTRUCTION MONACO", che milita a livello internazionale nel campo dell'ingegneria delle costruzioni, in modo da poter iniziare a comprendere come funzionino nel mondo del lavoro alcuni aspetti da lui studiati solo dal punto di vista teorico, quindi mettendo in pratica i frutti dei suoi anni di studio.

L'azienda estera di Ingegneria civile-edile "VINCI CONSTRUCTION MONACO" ha partecipato e vinto il bando di gara della città di Monaco-Monte Carlo del Principato di Monaco, ottenendo il permesso di costruire, per conto della "SCI TIRANNO" rappresentata dal Sig. Eric Segond, la super struttura "Le 45 Grimaldi". Il progetto, seguito dallo scrivente, riguarda la costruzione di un edificio di 15 piani in super struttura, adibito ad appartamenti di lusso. Lo stesso edificio appoggia le sue fondamenta su 7 piani interrati, di cui 6 per i parcheggi con annesso ascensore monta veicoli e un ultimo per ospitare una zona commerciale/uffici.

La costruzione di questo nuovo progetto permette la riqualificazione della zona urbana, con la possibilità di espandere la popolazione monegasca. La vicinanza della stazione di Monaco-Monte Carlo rende questo edificio un punto cardine e strategico per poter arrivare in pochi minuti alla città di Nizza o spostarsi rapidamente nella Regione della Côte d'Azur. Durante il suo tirocinio curriculare presso il cantiere del Principato, lo scrivente ha ricoperto il ruolo di "Conducteur de Travaux", avendo l'opportunità di seguire diversi aspetti di questo progetto, lavorando su tutta la parte della direzione dei lavori, della pianificazione e gestione di cantiere e su tutte le opere secondarie e di completamento tecnico, come impermeabilizzazioni, infissi, ascensori, ascensori monta veicoli, impianti elettrici, acquisendo il controllo di opere di finitura e qualità dei materiali. Tramite il Team di progettazione, guidato dal Direttore d'Operazione, Ingegnere Gabriel Toupet, lo stesso è riuscito a immergersi nella progettazione, pensando a diverse soluzioni progettuali, anche in ambito economico, potendo acquisire così un'esperienza

lavorativa completa. Durante questa esperienza, lo scrivente ha seguito in particolar modo lo studio del Lean Construction, affiancando esperti del settore e per questo motivo ha deciso di svolgere la tesi di laurea magistrale su questo argomento.

La tesi è stata impostata in modo tale da sottolineare l'importanza estrema della pianificazione di cantiere all'interno di un progetto che racchiude tutte le tematiche della progettazione integrale. Con questo studio di tesi vengono toccati con mano molti aspetti di organizzazione, di gestione e programmazione dei lavori, che durante le attività di una costruzione devono essere obbligatori e chiari, affinché si raggiunga il miglior risultato possibile. Si analizza il Life Cycle Management delle attività di pianificazione e programmazione, che comprende tutti i passaggi essenziali che sono presenti prima, durante e alla fine di ogni tipo di progetto da dover affrontare, quindi realizzare. Verranno utilizzati, attraverso il caso studio tutti i metodi per organizzare al meglio le varie attività di lavoro all'interno di un cantiere, sfruttando l'opportunità di comprendere il funzionamento della programmazione e della pianificazione tramite il Lean (Construction) Management. Attraverso questo studio, infatti, si arriva a comprendere come regolarizzare le squadre, i fornitori e tutti gli attori che operano all'interno del cantiere, facendo in modo che non ci siano blocchi, causati da ogni tipo di imprevisto e/o problematiche. Questa metodologia collaborativa permetterà di eliminare gli sprechi durante le lavorazioni e arrivare tempestivamente alla realizzazione e alla consegna dei lavori, mettendo al centro l'obiettivo di soddisfare il cliente. Il pilotaggio del cronoprogramma e le varie metodologie presenti all'interno del Lean sono stati punto di riferimento per consegnare il prima possibile il "valore aggiunto" al cliente. Attraverso questa filosofia è stato possibile seguire tutte le fasi di realizzazione, in maniera attiva, inculcando la filosofia a tutti gli attori che partecipano alla progettazione, perché appunto collaborativa.

I principi generali di organizzazione di cantiere, sono stati trattati nei prossimi capitoli, per avere in chiaro quanto lavoro c'è all'interno di un cantiere e come questo possa essere modificato, anche in corso d'opera. Il numero elevato di modifiche che può subire un progetto nella fase di realizzazione con le diverse

soluzioni, pensate per risolvere un problema o per soddisfare le richieste del committente per ogni singola lavorazione e gli aspetti di diverso campo applicativo di cui il progetto è composto, sono divenute prassi durante le fasi di cantierizzazione. La metodologia del Lean interviene su quest'ultime, cercando di rispettare i tempi di consegna.

Per affrontare questo percorso, allo scrivente, è stata utile la sua personale conoscenza della lingua francese, maturata e approfondita durante i mesi di studio svolti a Nizza, per comprendere tutti gli aspetti della progettazione e della vita di cantiere in équipe.

2 IL PROCESSO EDILIZIO

2.1 SEQUENZA E ORGANIZZAZIONE DELLE FASI

Il processo edilizio è la sequenza organizzata di fasi e sottofasi che portano dal rilevamento dell'esigenza della committenza-utenza di un bene edilizio al loro soddisfacimento attraverso la progettazione, la produzione, la costruzione e la gestione del bene stesso. È analisi e sviluppo di tutte le attività necessarie per svolgere una progettazione, andando a rispettare i requisiti prefissati. Bisogna considerare anche la sua unicità, ossia considerare il processo come risultato di operazioni uniche che non possono essere realizzate nella medesima forma per replicare il progetto in un altro contesto.

Le principali finalità del processo edilizio si riducono sinteticamente al soddisfacimento delle esigenze del committente, che si rispecchiano con questi principi:

- Rispetto dei tempi
- Rispetto dei costi
- Rispetto delle qualità attese
- Fare economia del progetto/processo, cercando di raggiungere gli obiettivi con il minimo sforzo
- Rispetto del processo di pianificazione istituito in fase di programmazione

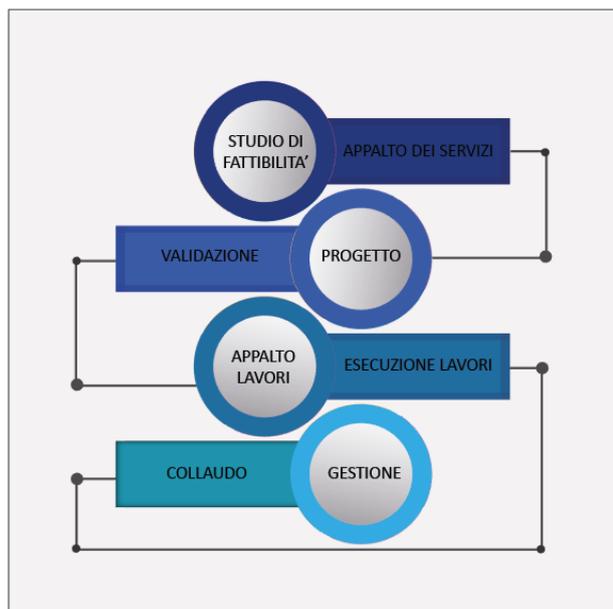


Figura 1: Sequenza logica del processo edilizio, fonte 0

Come si vede dalla figura, possiamo descrivere la sequenza logica del processo edilizio che si articola suddividendosi in diverse fasi presenti nella interconnessione di diversi momenti. Nella prima, troveremo di certo lo Studio di Fattibilità, che, come dice la parola stessa, ci fa intendere se si hanno le buone attendibilità per la realizzazione del progetto. Per comprendere meglio di cosa stiamo parlando, questa fase si andrà a suddividere in:

- Studio di fattibilità economica
- Studio di fattibilità tecnica

La prima interessa le analisi delle risorse economiche a disposizione dalla committenza per poter realizzare il progetto.

La seconda, analizza tutte le norme tecniche riportate sul Piano Regolatore Generale (PRG).

La fase di Progetto inizierà solo dopo aver effettuato la gara di Appalto dei Servizi, gara che ha come oggetto una prestazione professionale, in cui possono parteciparvi aziende e/o studi tecnici professionali che hanno determinate caratteristiche. Questi ultimi, infatti, verranno classificati con un punteggio detto "SOA", che indica la posizione che l'impresa ha acquistato con i lavori svolti

precedentemente. Con L'Appalto dei Servizi, verrà scelta la squadra del team di progettazione, composto da diversi professionisti che ricoprono ruoli differenti e che hanno competenze diverse a seconda del settore.

Il Progetto viene diviso in tre livelli a seconda della fase in cui ci troviamo:

- Progetto preliminare
- Progetto definitivo
- Progetto esecutivo

Quello di tipo preliminare è un progetto che potrebbe essere assimilato ad una fase di studio di fattibilità, in quanto serve per verificare la fattibilità dell'opera, quindi capire se possiamo passare ad una fase un po' più importante come quella del Progetto Definitivo. Quest'ultimo è necessario per ottenere tutte le autorizzazioni ed è quindi rivolto agli enti che hanno la facoltà di esprimersi su quanto consegnato a verifica; in questa fase, il progetto potrà essere, quindi, revisionato dai Vigili del Fuoco, dall'ASL e dal Comune di cui fa parte in manufatto e/o l'opera di cui stiamo portando avanti. Dopo questi due passaggi, finalmente, si arriverà all'ultima fase del progetto, ovvero la fase di Progetto Esecutivo, fase in cui lo stesso sarà molto più dettagliato rispetto alle fasi precedenti. Il documento di progetto esecutivo, infatti, dovrà aver affrontato tutti gli aspetti della progettazione e per poter essere pronto ad andare in appalto, dovrà essere chiaro, trasparente e leggibile a tutti. Questo tipo di Progetto rappresenta l'ingegnerizzazione di tutti gli interventi previsti nelle precedenti fasi di progettazione e rappresenta il livello più tecnico dell'intera progettazione. Per entrare nel dettaglio, possiamo dire che il Progetto Esecutivo ha bisogno di una serie di elaborati per agevolare il suo intero sviluppo:

- Relazione generale;
- Relazioni specialistiche di tipo geologico, geotecnico, idrologico e idraulico;

- Elaborati grafici, anche relativi alle opere strutturali, agli impianti ed alle opere di risanamento ambientale;
- Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- Piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- Piani di sicurezza e coordinamento;
- Computo metrico estimativo definitivo;
- Quadro economico e Cronoprogramma dei lavori;
- Elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- Schema di contratto tra stazione appaltante e impresa esecutrice;
- Capitolato speciale d'appalto delle lavorazioni e delle prescrizioni di natura tecnica da adottare.

Analizzati tutti gli aspetti che evidenziano le caratteristiche della progettazione esecutiva, con il RUP (Responsabile Unico di Procedimento) si definisce un termine entro il quale il gruppo di progettazione porterà a termine la documentazione necessaria, programmando periodicamente incontri per valutare lo stato di avanzamento del progetto e le eventuali difficoltà riscontrate al fine di porre possibili azioni di intervento.

La Validazione è un passaggio precedente alla gara di appalto. Quest'ultima ha come obiettivo quello di verificare la congruità tecnico/economica del progetto stesso. Sviluppato il Progetto esecutivo, la validazione viene svolta dal RUP (Responsabile Unico di Procedimento) che seguirà l'intero processo edilizio. Lo stesso, predispone la Determina Dirigenziale a contrattare con la quale si approva il Progetto esecutivo e si dà mandato al Servizio Contratti di indire la gara di appalto.

L'esecuzione dei Lavori è affidata all'appaltatore o all'impresa esecutrice. Qui è presente l'ufficio di direzione lavori, che è sua volta costituito da:

- Direttore dei lavori (DL)
- Direttori operativi
- Ispettore di cantiere

- Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione dei lavori (CSE)
- Direttore tecnico

Il Direttore dei lavori è il capo dell'ufficio direzioni lavori e collabora con i direttori operativi, che non sono obbligati a stare in cantiere, ci saranno per le strutture, il terreno e gli impianti e possono essere un numero illimitato. L'ispettore di cantiere ha l'obbligo di stare in cantiere quotidianamente e verifica, ad esempio, se le forniture di materiali sono conformi ai requisiti richiesti. Il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) è la persona che fa rispettare il Piano di Sicurezza e coordinamento (PSC), che viene redatto dal Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione dell'opera (CSP). Questa figura può essere ricoperta dal Direttore dei lavori, da un Direttore operativo o dallo stesso CSP. Infine, vi è poi il direttore tecnico che è il responsabile di tutte le imprese impegnate in cantiere ed è di fondamentale importanza per la garanzia della corretta applicazione delle misure di sicurezza.

2.2 ARTICOLAZIONE DEL PROCESSO EDILIZIO

Il Processo edilizio è uno sviluppo e un'analisi di tutte le attività necessarie per svolgere una progettazione, rispettando i requisiti prefissati e richiesti dalla committenza. Quando parliamo di articolazione del processo edilizio, significa tener presente la sua unicità, ossia considerare il processo come un risultato di operazioni uniche che non possono essere realizzate nella medesima forma, per replicare il progetto in un altro contesto. Possiamo vedere il processo edilizio, anche come un sistema processuale che viene suddiviso in tre sotto-processi, in modo da andare a definire quali sono gli attori e determinare quali sono gli elaborati necessari per poter proseguire con la corretta costruzione di un'opera. Questi tre sotto-processi verranno in seguito legati ad un ulteriore quarto sotto-processo, chiamato di Controllo. Quest'ultimo è un processo continuo che viene svolto durante tutto il percorso di progettazione di un determinato bene, in modo da assicurare la rispondenza dei requisiti e delle norme previste.

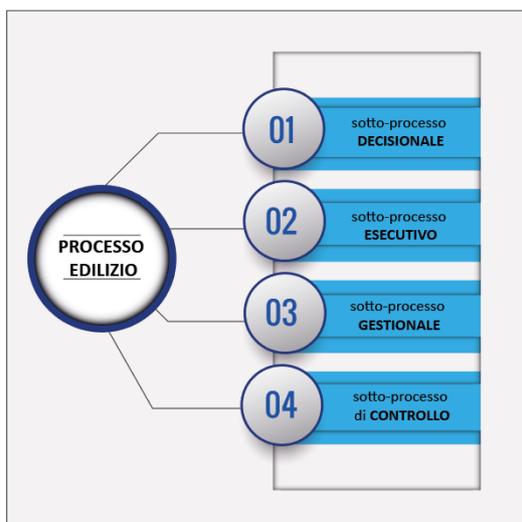


Figura 2: Articolazione del processo edilizio, fonte 0

Per concludere questo capitolo riguardante lo svolgimento integrale del Processo edilizio, possiamo dire che è, quindi, una sequenza di fasi organizzata nel tempo, che ha come finalità e obiettivo quello di arrivare al soddisfacimento delle esigenze e dei requisiti richiesti dal committente, con lo scopo di ottimizzare e ridurre i costi, i tempi e l'impatto ambientale. Il progetto deve avere, quindi, delle caratteristiche di completezza che rispettino un quadro economico della soluzione progettuale, facendo in modo che si abbiano tutti i presupposti necessari per avere una durabilità dell'opera nel tempo, minimizzando i rischi e attribuendo adeguatezza dei prezzi unitari, il tutto rispettando la sicurezza e le regole previste dalla normativa vigente. Cosa importante, infine, è dare una continuità all'opera una volta realizzata, applicando interventi di manutenibilità durante la sua vita utile, attraverso il Piano di Manutenzione dei lavori.

3 ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE

La pianificazione è la previsione e la definizione delle modalità operative che consentono di passare dal progetto al prodotto, ottimizzando i tempi, i costi e le risorse. Viene definita anche come una sequenza logica di eventi che sono interconnessi tra loro, che avviene in due momenti della progettazione: in fase progettuale e in fase operativa di cantiere.

La pianificazione progettuale va a individuare i legami spazio-temporali delle attività, della sicurezza, della manutenzione e della pianificazione finanziaria del committente. Quella di tipo operativa comprende tutti i necessari alla messa in opera dei componenti e alla realizzazione dei manufatti.

Con la pianificazione è necessario conoscere nel dettaglio il progetto e tutti gli ingredienti che lo compongono

3.1 IL CANTIERE

Il cantiere è un luogo di lavoro temporaneo e può essere definito come un'opera provvisoria o transitoria la cui durata, funzionale alla realizzazione dell'opera di ingegneria, è pari al decorso dei lavori. Esso è il luogo in cui si effettuano lavori di ingegneria civile, lavori edili tra cui: lavori di demolizione, costruzione, manutenzione, ristrutturazione, ripristino, conservazione e risanamento, rinnovamento o smantellamento delle opere fisse, permanenti o temporanee, in muratura, in legno, in cemento armato, in metallo o in altri materiali. Sono, inoltre, lavori edili gli scavi e il montaggio e lo smontaggio degli elementi prefabbricati che vengono utilizzati per la realizzazione di diverse opere, come riportato nell'allegato X del Testo Unico sulla Sicurezza sui luoghi di Lavoro (TUSL).



ALLEGATO X

*Elenco dei lavori edili o di ingegneria civile
di cui all'articolo 89 comma 1, lettera a)*

1. I lavori di costruzione, manutenzione, riparazione, demolizione, conservazione, risanamento, ristrutturazione o equipaggiamento, la trasformazione, il rinnovamento o lo smantellamento di opere fisse, permanenti o temporanee, in muratura, in cemento armato, in metallo, in legno o in altri materiali, comprese le linee elettriche e le parti strutturali degli impianti elettrici, le opere stradali, ferroviarie, idrauliche, marittime, idroelettriche e, solo per la parte che comporta lavori edili o di ingegneria civile, le opere di bonifica, di sistemazione forestale e di sterro.

2. Sono, inoltre, lavori di costruzione edile o di ingegneria civile gli scavi, ed il montaggio e lo smontaggio di elementi prefabbricati utilizzati per la realizzazione di lavori edili o di ingegneria civile.

Figura 3: Stralcio dell'Allegato X del TUSL, fonte 3

All'interno del cantiere, vi sono in genere contenuti gli impianti, i macchinari, i depositi, le costruzioni provvisorie e quanto altro occorra per il compimento dell'opera da realizzare. Il cantiere può essere definito di diversa tipologia:

- Cantiere temporaneo
- Cantiere mobile
- Cantiere fisso
- Cantiere evoluto

Il cantiere si dice "temporaneo" quando, una volta realizzata l'opera, completa il suo corso, viene rimosso e probabilmente spostato e riutilizzato per l'esecuzione di un nuovo manufatto in un luogo diverso, mutando connotazione e specificità. Viene definito temporaneo quando la sua durata è limitata nel tempo.

Il cantiere si dice di tipo "mobile", quando segue lo sviluppo dell'opera. È un tipo di cantiere che, per le particolari caratteristiche dell'opera che si realizza, necessita che l'impianto si sposti progressivamente nel tempo, prima che il manufatto si realizzi. Ad esempio, un cantiere idraulico o un cantiere stradale.

Il cantiere si dice “fisso” se permane stabilmente nello stesso luogo per tutta la durata dei lavori.

Il cantiere si dice “evoluto” quando il progetto viene realizzato con software e con strumentazioni particolari e montato in cantiere con tecnologie sempre più avanzate. Il processo costruttivo va gestito, con strumenti e tecnologie (capitolati, software, etc.) con un’integrazione completa tra progetto e cantiere, tra realizzatori e progettisti. L’uso di programmi BIM è essenziale, per comprendere l’integrità del progetto e andare a conoscere in maniera diretta le problematiche che possono verificarsi in fase di realizzazione con quelle studiate in fase di progettazione. E’ caratterizzato da una complessa fase di gestione dal principio alla fine; è più complesso da gestire rispetto al cantiere tradizionale, ma permette di ottenere delle tolleranze minori proprio perché tutto è stato già programmato fin dalla fase ideativa.

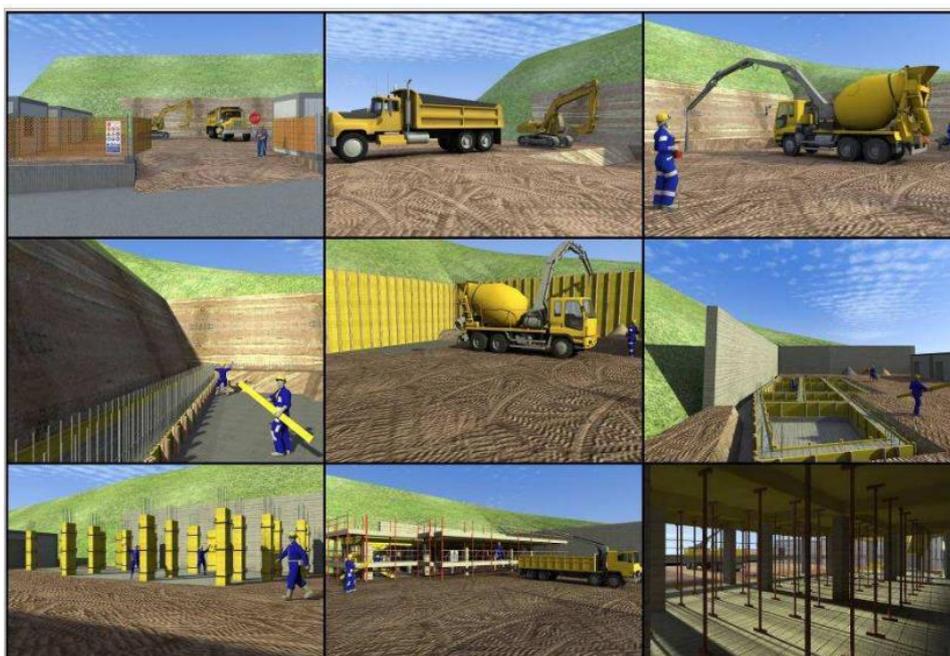


Figura 4: Simulazione in cantiere delle lavorazioni tipo in fase di realizzazione tramite l’ausilio del BIM, fonte 5

3.2 PRINCIPI GENERALI DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

Organizzare il cantiere significa pianificare, allocare tutte le risorse necessarie nel tempo all’esecuzione dei lavori e regolarne l’impiego, in relazione alle opere da eseguire, alle condizioni ambientali, ai vincoli esistenti e all’evoluzione dei lavori.

Il cantiere è “la fabbrica” dove vengono realizzate le opere da costruire, che comprende l’area operativa e le aree di supporto, dove vengono dislocati tutti gli impianti, gli apprestamenti e infrastrutture che servono per la realizzazione dell’intervento.

Per organizzare un cantiere, quindi per conoscere tutti i passaggi da dover effettuare, bisogna conoscere nel dettaglio le fasi e i bisogni del cliente attraverso l’acquisizione del processo edilizio.

Per la realizzazione di ogni opera di ingegneria civile e edile, occorre, in primo luogo, avere una buona organizzazione, in modo tale da poter eseguire tutte le lavorazioni nelle migliori condizioni possibili di sicurezza e rispetto dell’ambiente, tenendo presente nello stesso tempo la massima economia nel rispetto dei tempi e dei costi per realizzare la costruzione. Attraverso una giusta e corretta organizzazione del cantiere si avranno delle misure di prevenzione per la tutela dei lavoratori, così come delle attrezzature e dei macchinari installati in cantiere. Una buona organizzazione permette uno svolgimento delle lavorazioni che si trasforma, come già ribadito, in un gran risparmio economico.

L’organizzazione di un cantiere dovrà essere studiata e pensata in funzione a una sequenza logica, presente all’interno del processo di costruzione di un’opera o di un manufatto di ingegneria edile da dover realizzare. Questa organizzazione dovrà definire tutte le attrezzature, tutte le zone di stoccaggio e di deposito dei materiali e le aree di lavorazione e transito, cercando di analizzare, anche dal primo momento, tutti gli aspetti e i processi che avverranno in fasi successive, per facilitare la vita all’interno dello stesso cantiere. In questa fase è necessario andare a prendere in conto il susseguirsi delle operazioni, analizzando i diversi aspetti:

- Modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- Modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali;
- Viabilità principale di cantiere;
- Dislocazione delle zone di carico e scarico;
- Zone di deposito attrezzature;

- Zone di stoccaggio dei materiali e dei rifiuti;
- Zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione;
- Protezioni o misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno e/o contro quelli trasferibili all'esterno;
- Dislocazione degli impianti di cantiere;
- Dotazione e dislocazione dei servizi igienico- assistenziali;
- Protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area cantiere di linee aeree o conduttore sotterranee;
- Impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- Impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- Gestione del cantiere in relazione all'organizzazione prevista per i servizi di pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori.

LEGENDA			
-----	RECINZIONE		DEPOSITO PONTEGGI
	PARCHEGGIO		DEPOSITO CASSEFORMI
	ACCESSO PEDONALE		DEPOSITO MACCHINARI
	ACCESSO MEZZI		DEPOSITO ATTREZZATURE
	PERCORSI BOB - CAT		DEPOSITO D.P.I.
	PARAPETTO DI PROTEZIONE		STOCCAGGIO RETE ELETTRICITÀ
	MENSA (locale uso refettorio)		STOCCAGGIO LEGNAME
	STOCCAGGIO LATERIZI, SOLAI PIGNATTE		STOCCAGGIO FERRO PER CARPENTERIA
	STOCCAGGIO SACCHI DI CEMENTO O SIMILARI		CARTELLI DI CANTIERE
	STOCCAGGIO MATERIALI SCIOLTI		PERCORSO MEZZI
	STOCCAGGIO MATERIALI DI RISULTA		PONTEGGIO
	BETONIERA		MOLAZZA
	BANCO FERRAIOLI		LINEA ELETTRICA
	CESOIA		ALLACCIO RETE ELETTRICA
	SEGA CIRCOLARE		QUADRO PRINCIPALE
	UFFICI		DISPERSORI DI TERRA
	CASSETTA PRONTO SOCCORSO		LINEA IDRICA
			UTILIZZATORI LINEA IDRICA
			ALLACCIO RETE FOGNANTE
			SERVIZI IGIENICI E SPOGLIATOI

Figura 5: Legenda tipo di cantiere, fonte 6

Tutti questi aspetti, secondo l'art. 3 del D.P.R. 222/2003, abrogato dall' art. 304 del d.lgs. n. 81 del 2008 e introdotto dall'articolo 146 del d.lgs. n. 106 del 2009, dovranno essere scrupolo e pensiero della persona incaricata, che svolge l'attività professionale di coordinatore per la progettazione, facendo in modo che tutto

questo si possa realizzare per definire l'opera che integra le molteplici discipline del mondo delle costruzioni. Il coordinatore della progettazione effettuerà un'analisi di tutti gli elementi caratteristici, tramite relazione tecnica e illustrativa dell'organizzazione del cantiere e l'elaborazione di molteplici elaborati grafici, come ad esempio il Layout di cantiere. L'obiettivo di organizzare il cantiere rimane sempre quello di eliminare e/o ridurre i rischi derivanti dal lavoro. Per rimarcare quanto detto, in base all'art. 304 del decreto legislativo n°81 del 2008, "i datori di lavoro delle imprese esecutrici, durante l'esecuzione dell'opera, osservano le misure generali di tutela presenti nel Testo Unico della Sicurezza e curano, ciascuno per la parte di competenza, in particolare:

- a) il mantenimento del cantiere in condizioni ordinate e di soddisfacente salubrità;
- b) la scelta dell'ubicazione di posti di lavoro, tenendo conto delle condizioni di accesso a tali posti, definendo vie o zone di spostamento o di circolazione;
- c) le condizioni di movimentazione dei vari materiali;
- d) la manutenzione, il controllo prima dell'entrata in servizio e il controllo periodico degli impianti e dei dispositivi, al fine di eliminare i difetti che possono pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- e) la delimitazione e l'allestimento delle zone di stoccaggio e di deposito dei vari materiali, in particolare quando si tratta di materie e di sostanze pericolose;
- f) l'adeguamento, in funzione dell'evoluzione del cantiere, della durata effettiva da attribuire ai vari tipi di lavoro o fasi di lavoro;
- g) la cooperazione tra datori di lavoro e lavoratori autonomi;
- h) le interazioni con le attività che avvengono sul luogo, all'interno o in prossimità del cantiere."



Figura 6: Fornitura essenziale per l'organizzazione e l'allestimento di un cantiere, fonte 7

La gestione e l'organizzazione dei cantieri sono legate alla necessità di creare una maggiore continuità tra fase del progetto e fase del cantiere. La difficoltà nel gestire i lavori di cantiere è indotta nel passaggio che va dal progetto alla realizzazione. L'attenzione all'aspetto costruttivo deve iniziare in seguito, dalla fase di progetto, per poter programmare la realizzazione il cantiere.

I tecnici devono riappropriarsi del controllo della fase esecutiva entrando nel merito delle scelte tecnologiche e della sicurezza. Per governare la complessità del cantiere è necessario, quindi, inseguire con tenacia il lavoro multidisciplinare in team, che offre un maggior controllo del sistema; è importante conoscere gli strumenti disponibili per la gestione del cantiere.

Il progettista deve prevedere le giuste realizzabili procedure di esecuzione, al fine di evitare che quanto progettato sia effettivamente e concretamente eseguibile, anche sotto l'aspetto logistico. Una previsione errata o sottovalutata è facile che comporti difficoltà che talvolta diventano ardue da superare.

3.3 FASI OPERATIVE

In un cantiere le fasi operative sono quelle fasi che guidano il progetto dall'inizio al termine dei lavori. Durante la costruzione di un manufatto bisogna prevedere moltissime tematiche che accompagneranno i progettisti e le varie squadre operative presenti in cantiere per tutto il progetto.

Le fasi operative sono:

- La configurazione del cantiere
- La pianificazione e la programmazione delle attività del cantiere
- Gli aspetti amministrativi e contabili del cantiere
- Il controllo, la qualità e la sicurezza del cantiere

Per configurazione del cantiere si intende interpretare il progetto tecnico, verificando eventuali integrazioni e valutando la congruenza tra progetto, specifiche proposte ed il budget complessivo per l'individuazione dei materiali e delle tecnologie da impiegare. In questa fase, si andrà a definire il rilievo e il tracciamento dell'opera da realizzare.

La Pianificazione e la programmazione delle attività di cantiere, stabilisce le fasi tecniche dei lavori, definendo i fabbisogni (umani e tecnici) e la tempistica di esecuzione. Con questa fase si definisce il piano di approvvigionamento delle forniture e si determinano i piani di lavoro e distribuzione dei compiti del personale e dei mezzi di produzione assegnati, valutando periodicamente lo stato di avanzamento dei lavori.

Gli aspetti amministrativi e contabili di cantiere con i quali si adottano tecniche di preventivazione e rilevazione dei costi delle singole lavorazioni in rapporto alle specifiche di budget. Applicano tecniche di computo metrico dell'opera edile realizzata e traducono i lavori di realizzazione e messa in opera dei manufatti edilizi in dati economici.

Fase di enorme importanza è la fase di controllo, qualità e sicurezza del cantiere. Qui si riconoscono i rischi di sicurezza relativi all'ambiente di lavoro, cercando di

prevenire ogni pericolo e si definiscono procedure standard per i controlli delle lavorazioni in fase di esecuzione, nel rispetto del piano generale di sicurezza.

FASI OPERATIVE	AZIONI	RISULTATO ATTESO
<i>1. Configurazione cantiere edile</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Lettura del progetto tecnico - Elaborazione di varianti e modifiche al progetto originario - Scelta dei materiali e delle soluzioni tecniche da adottare - Tracciamento dell' opera edile 	Progetto tecnico del cantiere edile operativamente specificato
<i>2. Pianificazione attività del cantiere edile</i>	<ul style="list-style-type: none"> - redazione di un piano di tecnico operativo dei lavori - organizzazione del personale diretto e dei subappaltatori - elaborazione di un piano di approvvigionamento delle materie prime - verifica periodica dello stato di avanzamento lavori 	Piano organizzativo elaborato e gestito nel rispetto degli standard e della tempistica definiti dal progetto
<i>3. Amministrazione Contabile cantiere</i>	<ul style="list-style-type: none"> - preventivazione di spesa - redazione del computo metrico - contabilizzazione dei costi - verifica della corretta gestione economica 	Libri contabili redatti nel rispetto della normativa vigente e risorse adeguatamente impiegate
<i>4. Controllo qualità e sicurezza del cantiere edile</i>	<ul style="list-style-type: none"> - controllo qualità dell'opera edile realizzata - controllo degli indici di pericolosità e rischio del cantiere edile - elaborazione del piano operativo della sicurezza in relazione al piano generale - verifica della congruenza tra piano operativo del cantiere e quello dei subappaltatori - verifica del rispetto degli standard di sicurezza nel cantiere. 	Cantiere gestito nel rispetto degli standard di qualità e sicurezza

Figura 7: Azioni e risultati attesi dalle Fasi operative, fonte 9

4 PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE OPERATIVA DI CANTIERE

La pianificazione operativa si lega alla fase di programmazione operativa durante la fase di appalto, ove ci saranno tutti quei piani ed elaborati per poter completare una gara di appalto. Questi due rami della cantierizzazione hanno come obiettivo quello di definire tutte le modalità e le tecniche operative utilizzate per la trasformazione del progetto in prodotto. Nel dettaglio, questa fase di pianificazione e programmazione operativa di progetto riporta e redige:

- Piani economici finanziari
- Piani di sicurezza
- Piani di manutenzione e gestione
- Cronogrammi delle attività di lavoro

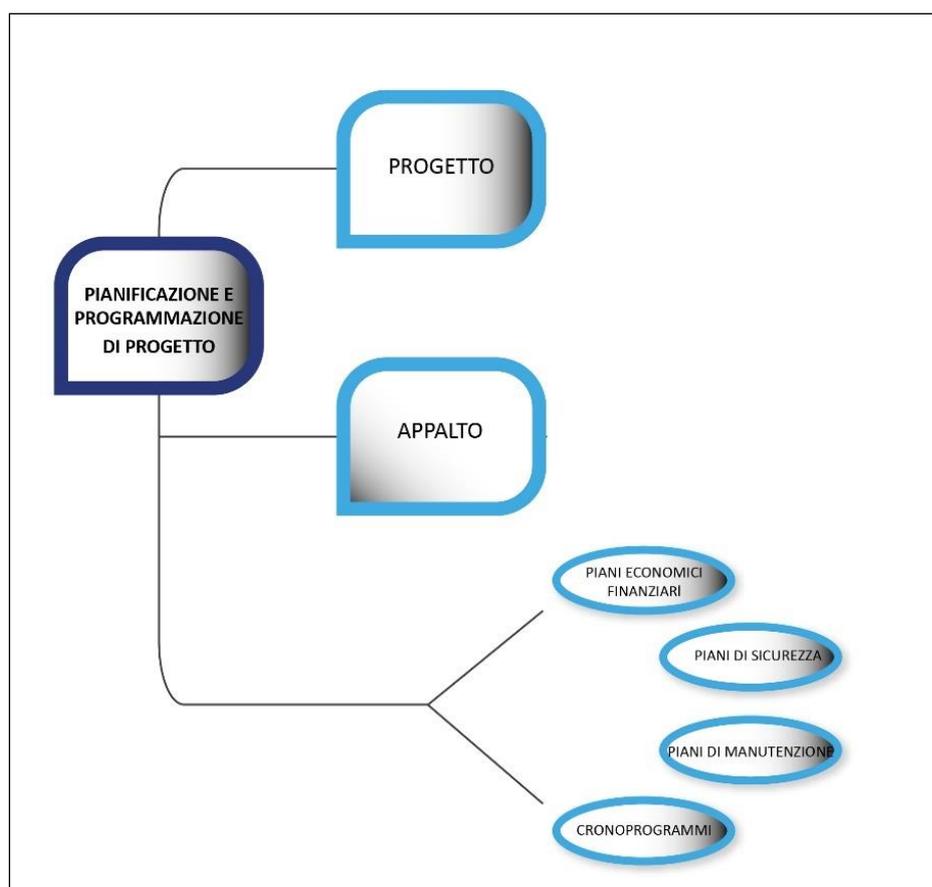


Figura 8: Schema esempio di pianificazione e programmazione in fase di progetto, fonte 0

Durante le fasi di pianificazione e programmazione di un sito, bisogna conoscere tutti gli aspetti all'interno del contesto del quale stiamo operando come: la parte del contesto tecnologico, quella ambientale, quella operativa e la parte del contesto produttivo; tutti elementi importanti che influenzano la riuscita e la crescita di un determinato progetto su cui stiamo lavorando.

Quando si parla di contesto tecnologico, si parla di tutti i materiali che si andranno a utilizzare per la struttura, della qualità degli stessi, che si lega alla resistenza e alla duttilità e delle tecniche edilizie adottate. L'ambiente rappresenta il luogo in cui si trova il sito di cantiere, rappresenta, quindi, l'area geografica, politica o sociale dello stesso. Potrebbe influenzare lo stesso layout di cantiere per la viabilità o per gli accessi, o anche essere determinante per via delle condizioni meteorologiche nella scelta dei materiali. Infine, le fasi operativo e produttivo rappresenteranno poi, il contesto che riguarda gli aspetti costruttivi del progetto. Qui, si inseriscono le capacità delle aziende locali nel realizzare o meno un'opera architettonica, tutte le parti della realizzazione che si legano in seguito alla programmazione, iniziando con l'insediamento e la scelta dalle squadre di operai presenti al giorno, continuando con tutte le imprese presenti nello stesso tempo in cantiere e di tutti i materiali necessari e reperibili per la costruzione.

4.1 IL LIFE CYCLE PROJECT MANAGEMENT

Il Project Cycle Management (PCM) è la metodologia e l'insieme di strumenti che la Commissione europea ha introdotto agli inizi degli anni '90 per garantire una maggiore efficacia dei progetti e dei programmi e anche un miglioramento complessivo dei meccanismi di gestione dei programmi stessi. Questo tipo di metodologia è possibile applicarla in diversi ambiti, quindi, in diversi tipi di lavoro. Questo strumento è un metodo che agevola la vita di un progetto, seguendolo partendo dalla fase iniziale e arrivando al suo completamento.

Come già detto, indipendentemente dal tipo di ambito su cui possiamo lavorare, il PCM è un metodo che garantisce sempre gli stessi obiettivi:

- diffondere il concetto dell'integrazione delle competenze nella progettazione;
- dare corpo alla pratica della concertazione;
- abituare gli attori della progettazione a pensare in termini di "problemi" e soluzioni, non di "mancanza di".

Di assoluta importanza è che, essendo uno strumento a carattere ciclico, che ha un inizio e una fine, consente di sottoporre il progetto a verifica continua, potendo apportare modifiche o miglioramenti anche a fase progettuale già iniziata. Il Life Cycle Project Management si suddivide nelle seguenti fasi:

1. Concept;
 2. Pianificazione;
 3. Programmazione;
 4. Controllo;
 5. Chiusura.
1. Il concept, è la fase iniziale del lavoro da svolgere, include l'identificazione di nuove opportunità, lo sviluppo di una proposta e la negoziazione di un contratto. L'avvio, che può portare all'inizio di un progetto, può essere a sua volta specificato da una domanda di mercato, una specifica richiesta di un cliente, un'innovazione tecnologica che richieda un progetto, un adempimento legale, o altro. La fase di concept è un momento di ideazione dell'opera dove il committente deve conoscere le risorse di cui avrà bisogno per la realizzazione dei lavori. A seconda della tipologia dell'opera, infatti, deve sapere se sarà necessario designare il coordinatore in fase di progettazione, capire quante imprese saranno presenti per poter realizzare l'opera architettonica di suo interesse.
- A supporto del committente, che non abbia le dovute capacità tecniche e conoscenze normative, deve intervenire il progettista, il quale dovrà prospettare al cliente tutti gli adempimenti necessari, anche per non incorrere in spiacevoli sanzioni. In Francia, per esempio, per avere maggior

supporto alla progettazione integrale di tutto il processo edilizio, ci sono diverse figure che parteciperanno alla fase del concept, ma anche a tutte le altre fasi che saranno elencate di seguito. Infatti, il committente, che viene nominato Maître d'ouvrage (MOA), sarà affiancato, oltre che dal progettista (Maître d'oeuvre), anche da un suo consigliere personale (Assistente a la matrise d'ouvrage), che sarà sempre un ingegnere o un architetto con conoscenze normative e tecniche di progettazione.

2. La fase di pianificazione ci permette di avere una visione globale dello sviluppo del progetto in modo da far rispettare, per quanto possibile, soprattutto i tempi e i costi programmati. Possiamo dire che la stessa pianificazione, programma e rispetta diversi punti di un progetto; pertanto, possiamo avere una:

- Pianificazione delle risorse
- Pianificazione della stima e dei costi
- Pianificazione dei ricavi
- Pianificazione della qualità

La pianificazione delle risorse determina quali sono le risorse fisiche e in quali quantità siano necessarie per lo svolgimento delle attività di lavoro del progetto. Questa fase deve essere strettamente coordinata con la stima dei costi, poiché ha l'obiettivo di ottimizzare l'impiego delle risorse disponibili.

Con la pianificazione della stima e dei costi si andranno a conoscere nel dettaglio tutti i costi e quindi si arriverà ad avere un budget complessivo totale al fine di prevedere in anticipo i costi del progetto prima della realizzazione.

Il budget complessivo potrà essere di diverso tipo:

- Strategico: che stima i costi approssimativi per decidere un'allocatione di massima dei fondi disponibili;
- Di massima: in base alle informazioni analizzate, definisce il prezzo di vendita e si realizza il preventivo dell'offerta;

- Di dettaglio: individua i costi a livello più congiunto a fronte di ciascuna risorsa individuata sulle varie attività.

In questa fase si potranno elaborare dei piani economici-finanziari, piani volti a garantire la presenza, durante tutto lo svolgimento del processo, delle risorse economiche e dei mezzi necessari per portarlo a termine. In questa fase potremmo quindi parlare di una pianificazione di tipo economica, in cui avviene una comparazione tra costi e ricavi, stabilendo se l'intervento del progetto conviene farlo o no e di una pianificazione finanziaria, cioè della necessità di denaro da dover utilizzare per lo svolgimento del progetto.

Questa fase interesserà a due soggetti: il committente e l'impresa. Il committente analizzerà le voci di composizione del budget, cercando di verificare la propria disponibilità, se ha la possibilità di fare investimenti o di richiedere finanziamenti. Lo stesso, stabilisce scadenze di fabbisogno di denaro, può fare un piano di ammortamento con la banca e può accedere a fondi o incentivi. Per fare tutto questo, per la maggior parte dei casi, il committente si affida a una squadra di personale specializzato in materia. L'impresa (in questo caso si consideri un'impresa di costruzioni) definisce il fabbisogno di risorse tecniche e operative e stila delle scadenze in base all'installazione del cantiere e dei noleggi delle macchine presenti in cantiere, in base agli ordini dei materiali e ai costi della mano d'opera. La figura del committente e quella dell'impresa sono due figure che intervengono in momenti distinti dell'intero processo; il primo lo vedremo infatti in una fase di progettazione decisionale, il secondo in una fase di appalto dei lavori.

Se analizziamo il grafico riportato di seguito, possiamo vedere come i ricavi sono rappresentati da una retta che passa per l'origine degli assi: infatti, se la produzione è nulla, i ricavi sono nulli, successivamente i ricavi crescono in maniera proporzionale al crescere della quantità prodotta e venduta. Nella costruzione del grafico si ipotizza che tutta la quantità prodotta sia anche venduta.

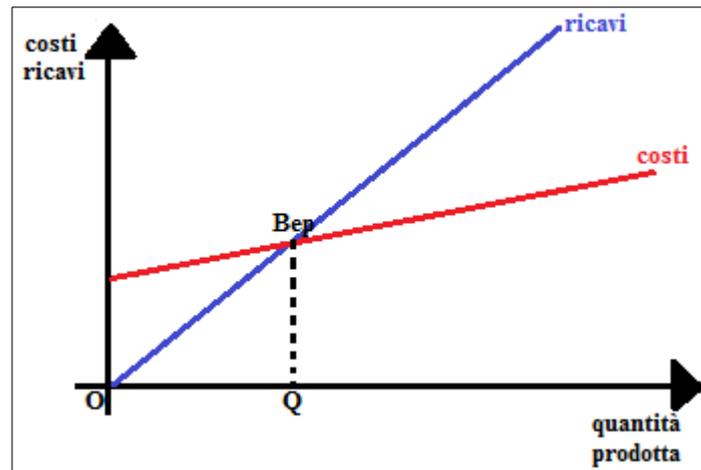


Figura 9: Digramma redditività, fonte 10

La retta (in rosso) che esprime i costi totali e la retta (in azzurro) che esprime i ricavi totali si incontrano in un punto denominato Bep ovvero Break Event Point che significa punto di rottura. In questo punto, la quantità prodotta Q , permette di ottenere una situazione di equilibrio, ovvero i ricavi conseguiti sono esattamente uguali ai costi totali sostenuti. Se la produzione è inferiore rispetto a Q , l'impresa opera in perdita, cioè sostiene più costi rispetto ai ricavi che consegue. Se la produzione è maggiore rispetto a Q , l'impresa consegue un profitto, cioè consegue dei ricavi superiori rispetto ai costi che sostiene. Per questa ragione, l'area situata a sinistra del punto Bep è detta area delle perdite, mentre l'area alla sua destra è detta area dei profitti.

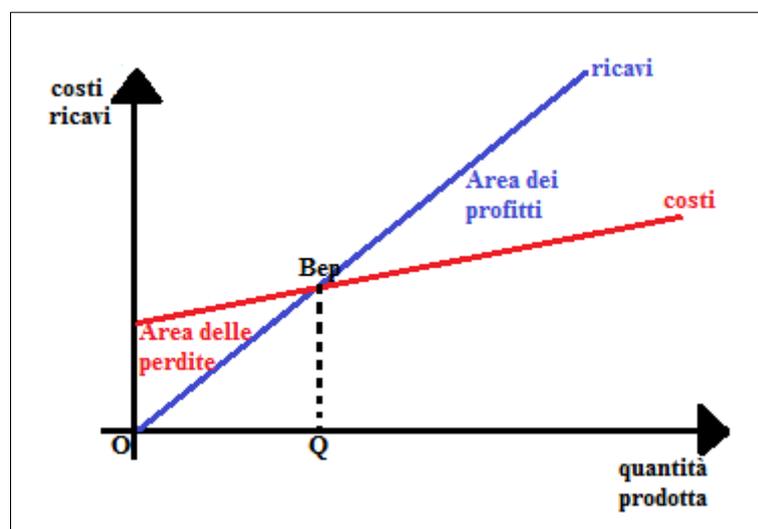


Figura 10: Digramma redditività (area delle perdite e area dei profitti), fonte 10

La pianificazione dei ricavi permette di sapere in anticipo quali sono i periodi di fabbisogno/eccedenza di cassa. Graficamente la pianificazione dei ricavi viene rappresentata su un piano cartesiano avente per ascissa il tempo e per ordinata gli importi in euro dei ricavi. La sovrapposizione, sullo stesso piano cartesiano, della curva risultante dalla pianificazione dei ricavi e quella risultante dalla pianificazione dei costi, consente di visualizzare il margine di contribuzione in fase di chiusura della commessa e durante lo svolgimento delle attività. Se si ipotizza che i costi di ogni attività abbiano una distribuzione lineare nel tempo, è immediato sull'asse temporale del diagramma di Gantt, costruire il grafico degli sbilanci di cassa, che permette di capire in tempo quale sia la necessità di avere denaro. Attraverso questo grafico si riescono a capire quali sono i costi e/o i ricavi riferiti al committente o all'impresa in un lasso di tempo.

La pianificazione della qualità, invece, permette di descrivere, tramite una relazione tecnica descrittiva e attraverso delle tavole grafiche, la qualità dell'intero processo che arriva alla realizzazione del progetto.

3. La fase di programmazione ha l'obiettivo di costruire un modello rappresentativo attendibile dello sviluppo di un progetto. Per fare questo, esistono diverse tipologie di strumenti da poter utilizzare: il diagramma a barre di Gantt, il Pert, il Critical Path Method, ecc., ognuna delle quali costituisce uno strumento che permette al coordinatore della progettazione e ai vari ingegneri che operano in fase di realizzazione, di esercitare un'azione di verifica e coordinamento.

4. Il controllo permette di operare un confronto delle performance di progetto con quanto pianificato, al fine di intraprendere le necessarie misure correttive, qualora venissero riscontrate delle differenze significative. Permette di fare in modo che il progetto riesca costantemente a rientrare in una qualità di progetto assoluta. Questo tipo di controllo può avvenire in una fase di studio e progettazione, prima che arrivi in fase di operabilità della realizzazione o appunto in fase realizzativa, quando ci saranno dei controlli del costruito. Quest'ultimo è un controllo molto più puntiglioso, in quanto la realizzazione sbagliata già avvenuta di una determinata opera da realizzare, potrà portare delle modifiche di

piano economico e di tempo, per poter correggere eventuali scostamenti in base a quanto pianificato.

5. La chiusura del progetto è la fase in cui viene consegnato il progetto, si procede alla risoluzione di tutte le pendenze contrattuali, amministrative e burocratiche. La fase di chiusura di un progetto, insieme alla fase di avviamento, è una delle fasi più critiche del ciclo di vita. Accade spesso che le risorse siano già impegnate su una commessa successiva e tendano ad alleggerire il proprio coinvolgimento nella commessa in chiusura. In questi casi il ruolo del project manager risulta fondamentale.

Il piano di progetto è un documento che stabilisce le modalità di esecuzione, monitoraggio e controllo del progetto. Ha l'obiettivo di documentare le decisioni di pianificazione e di programmazione, di facilitare la comunicazione tra le varie parti interessate e documentare la baseline approvata in merito all'ambito, ai costi e alla schedulazione del progetto. Per ripercorrere quanto detto, il tutto viene riportato tramite lo schema sottostante.



Figura 11: Pianificazione di un progetto per mezzo delle quattro macro-fasi, fonte 13

Anteriormente l'arrivo delle fasi già elencate, bisogna capire che ancora prima di definire e stilare una programmazione e pianificazione del PCM, devono essere definiti i requisiti del progetto, attraverso la preparazione di uno studio di fattibilità corredato da un'analisi costi/benefici. Questo tipo di studio/analisi, verrà fatto dalla squadra di management, che una volta deciso di partecipare alla gara di

appalto, eseguirà un'analisi del contratto e delle esigenze richieste per il progetto da dover svolgere, valutando l'opportunità di dover partecipare al bando singolarmente o mediante un'equipe temporanea di imprese. Una volta aggiudicata la gara di appalto, quindi, avute le autorizzazioni per poter svolgere il progetto secondo norma di legge, la direzione dell'azienda sarà chiamata a firmare il contratto e quindi a rispettare quanto rappresentato nel progetto proposto.

4.2 LA PIANIFICAZIONE

La pianificazione è la previsione e la definizione delle modalità operative che consentono di passare dal progetto al prodotto, ottimizzando i tempi, i costi e le risorse. Viene definita anche come una sequenza logica di eventi che sono interconnessi tra loro, che avviene in due momenti della progettazione: quello progettuale e quello di tipo operativo di cantiere.

La pianificazione progettuale o di progetto, va a individuare i legami spazio-temporali delle attività, della sicurezza, della manutenzione e della pianificazione finanziaria del committente. La stessa accompagnerà il progetto dalla fase progettuale alla fase di realizzazione ed esecuzione dei lavori.

Con la pianificazione è necessario conoscere approfonditamente il progetto e tutti gli ingredienti che compongono l'edificio da dover realizzare. Una volta definite le caratteristiche di progetto, si può andare a definire la pianificazione operativa di cantiere, che comprende tutti i piani necessari alla messa in opera dei componenti e alla realizzazione dei manufatti. Questa viene studiata attraverso:

- Un'analisi dettagliata delle soluzioni progettuali proposte;
- Una scomposizione dell'oggetto edilizio nelle sue singole parti costituenti.

La medesima scomposizione verrà fatta sulla base di tre livelli:

1. Prestazionale e Funzionale:

serve ad individuare tutti i sistemi tecnologici presenti, cioè tutti quei componenti e manufatti che materializzano il progetto, come, ad esempio, la copertura, le pareti esterne o i tramezzi dell'edificio.

2. Tecnologica e Merceologica:

in questa fase la scomposizione diviene merceologica, andando a studiare la tecnologia adottata per ogni classe di elementi precedentemente individuata. Si possono assegnare così tutte le caratteristiche tecniche, morfologiche, dimensionali o anche i tipi di materiale da utilizzare.

3. Correlata all'Elenco Prezzi:

ogni elemento sarà abbinato alla rispettiva analisi del prezzo, del prezzo unitario. Si studieranno i quantitativi necessari di risorse importanti per il progetto. Questo tipo di scomposizione consente anche una redazione del computo metrico e della stima dei lavori, di individuare la Work Breakdown Structure (capitolo 5.3) da porre a base della successiva programmazione dei lavori.

Attraverso La pianificazione operativa di cantiere, quindi, si analizzeranno diverse tematiche importanti, che seguiranno tutto il progetto, come:

- Suddivisione delle attività in fase di costruzione;
- Elementi utilizzati per la costruzione;
- Individuazione delle squadre di lavoro;
- Scelta delle attrezzature e dei materiali.

4.3 LA PROGRAMMAZIONE

La programmazione la vediamo molto negli '50, attraverso le tecniche gestionali con cui si affrontarono problemi di gestione aziendale di diverso tipo, soprattutto nel campo aerospaziale. Inseguito, grazie al forte sviluppo economico degli anni '60 in tutta Europa e specialmente in Italia, si è avuta una ricaduta innovativa nel settore edile e civile. Da allora la programmazione è divenuta una funzione di primo piano per la gestione di grandi progetti e non solo, ma anche per importanti processi di trasformazione.

La programmazione dei lavori, oggi la vediamo tra i documenti obbligatori di contratto in quanto viene richiamata dal Piano di Sicurezza e Coordinamento, dal D.P.R. 555/1999 artt. n°39-40 che ci parlano dei cronoprogrammi e dei Piani di Sicurezza e Coordinamento e dalla Legge L. 109/1994.

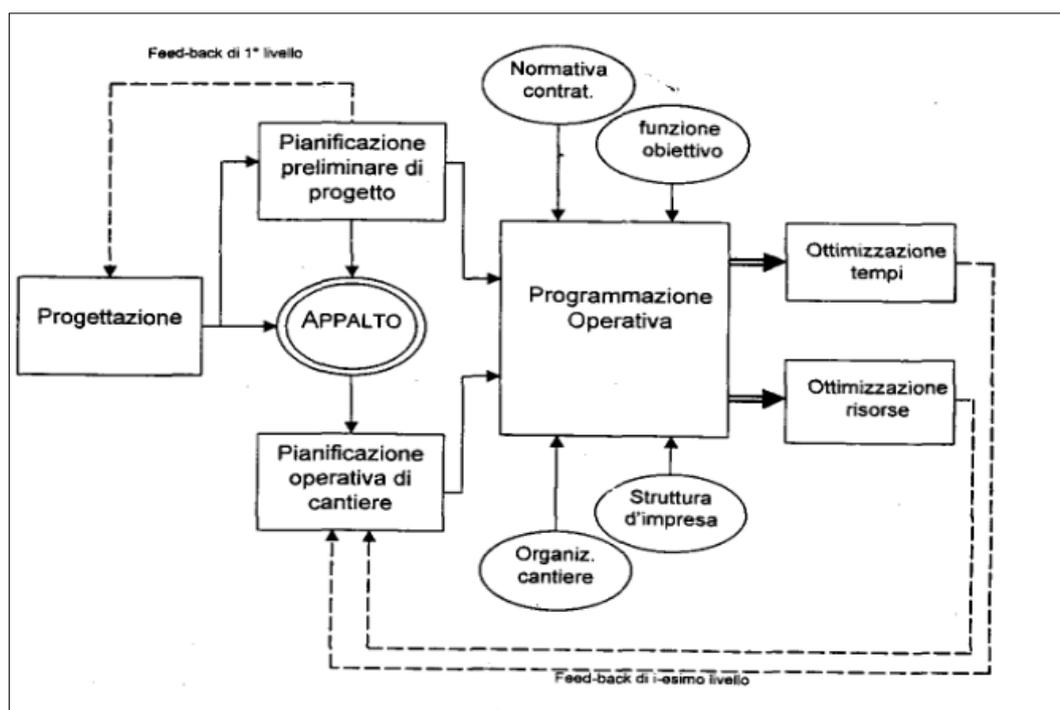


Figura 12: Schema logico della programmazione operativa, fonte 15

La programmazione operativa è un'organizzazione temporale di tutte le attività. Vi sono due tipi di programmazione:

- La programmazione gestionale del processo edilizio

- La programmazione operativa di cantiere

La prima avviene nel sotto-processo esecutivo e stabilisce il programma dei lavori sotto delle scadenze temporali fissate, definendo dei piani di progetto. È associata ad un project manager che verifica l'andamento del progetto e gli elaborati. La seconda avviene dopo la fase di appalto dei lavori e definisce la durata delle fasi di costruzione. Collega un calendario alla pianificazione delle attività, ottenendo così un cronoprogramma de lavori.

Lo scopo della programmazione è quello di determinare le tappe intermedie e le mete finali dell'opera da dover realizzare, con le relative specificazioni e modalità per il raggiungimento degli obiettivi, definendo:

- In quanto tempo;
- Con quali mezzi;
- Con quali punti di riferimento;
- Con quali alternative in casi di intoppi si raggiunge il problema.

Per programmare si intende:

- Determinare le relazioni funzionali, operative e temporali dell'intero progetto;
- Assegnare a ciascuna attività, delle risorse necessarie cercando di distribuirle nel tempo;
- Stabilire le date di inizio e di completamento del progetto di ogni attività inserita.

La programmazione deve garantire il soddisfacimento dei requisiti di qualità del prodotto e del processo, nel rispetto della sicurezza dei lavoratori.

Una buona programmazione sopperisce alla eterogeneità e agli aspetti tipicamente negativi del comparto, col fine di integrare efficacemente i diversi contributi. Questa attività richiede competenze in diversi settori tecnici e capacità di gestione della commessa, procedura facile ed intuitiva che permette di tenere

costantemente sotto controllo l'andamento del cantiere, con metodi di project management che consentono di sviluppare le informazioni necessarie per strutturare e definire gli input della programmazione, cercando di arrivare al raggiungimento degli obiettivi, nel rispetto della sicurezza e della qualità.

4.4 INPUT DELLA PROGRAMMAZIONE

La programmazione operativa si sviluppa a partire dai piani operativi analitici, con le loro descrizioni in fasi, le sequenze logico-temporali e le interrelazioni che bisogna eseguire per fare in modo che si arrivi a una buona riuscita dell'opera.

L'input principale della programmazione operativa di cantiere è costituito dai piani operativi che con le loro interrelazioni e sequenze logico-temporali, consentono una elaborazione analitica della programmazione delle attività costruttive.

È possibile individuare tre fondamentali categorie di input per eseguire la programmazione di un intervento di tipo edilizio:

1. Individuazione delle attività;
2. Definizione e attribuzione di tempi e costi alle attività;
3. Creazione delle interdipendenze o concatenazioni tra le attività.

Per attività si intende qualsiasi momento significativo dell'intervento preso in esame. Una volta individuate le attività, alcune costituiranno i punti cardine dell'intervento stesso, altre costituiranno i momenti rilevanti delle fasi decisionali, operative e di controllo dello stesso intervento. Queste attività devono essere:

- Omogenee per tipo di complessità;
- Omogenee per tipo di risorse ed attrezzature coinvolte;
- Omogenee per entità di tempi e di costi;
- Riconoscibili all'interno del cantiere, fondamentali per stabilire l'avvenuto inizio dell'attività;
- Devono corrispondere a una o più fasi presenti nei piani operativi (piani di montaggio);

- Devono corrispondere a una o più voci del computo metrico estimativo;

Ad ogni attività della programmazione bisogna attribuire le voci del computo metrico che costituisce premessa per eseguire la contabilità dei lavori e ottenere previsioni attendibili dei flussi di cassa, in base ai quali aggiornare i piani finanziari redatti durante le fasi decisionali e progettuali.

Per ogni attività bisogna indicare l'attività che precede, secondo la sequenza logica e funzionale. Le concatenazioni possono essere, quindi, di due tipi:

- Concatenazioni tecniche;
- Concatenazioni di programma.

Le concatenazioni tecniche sono vincolanti e sono dovute dalla scelta della procedura, della tecnologia costruttiva o dalla metodologia del fare il progetto.

Le concatenazioni di programma, invece, sono di tipo non vincolante e possono essere modificate con scelte successive per ottimizzare i tempi e i costi. Quest'ultime dipendono dall'operatore di programmazione.

Ad ogni attività vengono attribuiti tempi e risorse, e ciò può notare questo in particolare all'interno dei piani di montaggio. I fattori principali condizionanti sono la struttura tecnica, economica e organizzativa dell'impresa, l'organizzazione generale del cantiere e i limiti inderogabili di tempo per il completamento dell'intervento.

4.5 OUTPUT DELLA PROGRAMMAZIONE

Gli Output della programmazione sono le elaborazioni che fuoriescono dopo lo studio degli input che abbiamo già visto. Attraverso dei softwares, riusciamo ad inserire i dati da noi studiati in fase antecedente e in maniera interattiva, riusciremo, sempre tramite il software, a fornire in output elaborati contenenti dati e diagrammi.

Il programma più idoneo dovrà essere comunicato agli operatori interessati che sono: il committente, il progettista, il direttore dei lavori e l'impresa.

Le tecniche di rappresentazione dei dati della programmazione sono fondamentalmente quattro:

- Tabelle di tempificazione delle attività che si affidano a diverse rappresentazioni, in base al diagramma utilizzato;
- Istogrammi o curve di impiego delle risorse;
- Diagrammi di GANTT;
- Diagrammi di PERT-CPM.

La tempificazione delle attività in un progetto è un aspetto di fondamentale importanza per la realizzazione degli obiettivi da dover portare a termine. Attraverso le tabelle di tempificazione, che possono essere sviluppate tramite diversi diagrammi, come quello di Gantt e/o di Pert, si riesce a visualizzare una sequenza logica di tutte le attività da dover svolgere durante la progettazione e la realizzazione di un'opera.

Gli istogrammi, o le curve di impiego delle risorse, sono un altro metodo per rappresentare la programmazione e lo svolgimento delle azioni. Può esser tratto direttamente dal Diagramma di Gantt. Il grafico rappresenta e riporta per ciascuna risorsa il carico giornaliero e gli eventuali sovraccarichi (overloads). È la base per la ricerca di una maggior equa distribuzione delle risorse (ottenuta facendo slittare le attività non critiche). La redistribuzione è ottenuta ponendo in primo luogo un vincolo alla terminazione del progetto o all'acquisizione di ulteriori risorse.

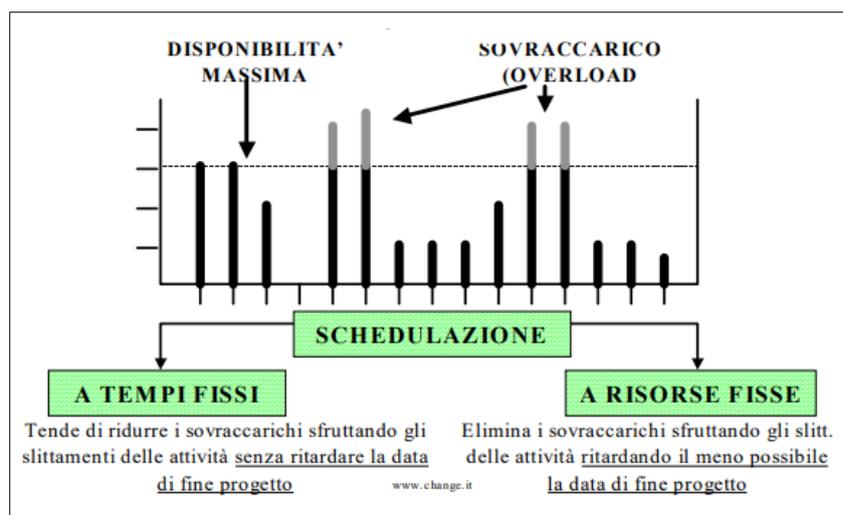


Figura 13: Istogramma delle risorse

I diagrammi di GANTT e gli istogrammi delle risorse sono ottimali per la rappresentazione della distribuzione delle risorse e delle attività rispetto al tempo. A differenza, I diagrammi di PERT-CPM si rifanno direttamente alle tecniche di tipo reticolare ed evidenziano, in maniera tabellare e grafica, le durate e le concatenazioni fra le attività.

Tramite questa tesi, si andrà ad analizzare nelle pagine seguenti, un'altra tecnica di studio, metodologia e per alcuni filosofia, che analizza, organizza e facilita la programmazione dei lavori. Parliamo del Lean Management, che controlla nel dettaglio tutte le lavorazioni che si devono effettuare, cercando di evitare intoppi e problematiche di tempo che possono esserci in fase di realizzazione. Tramite lo studio del Lean Construction, viene messo al centro del progetto il cliente e il risultato che vuole ottenere, cercando di eliminare gli sprechi e arrivare direttamente al risultato finale. Si riesce a programmare e a gestire il cantiere grazie all'ausilio di ogni azienda che lavora al progetto (ad esempio azienda addetta alla pitturazione, azienda addetta al piastrellamento, ecc.) in quanto questa metodologia fa in modo che tutti i protagonisti del progetto ci partecipino in maniera attiva. Ogni attività che si deve svolgere, dalla fase iniziale alla fase finale dei lavori, viene decisa e guidata dal Lean, che entra nel dettaglio di ogni lavorazione.

Questo tipo di programmazione dettagliata, verrà analizzata tramite il caso studio del progetto 45 Grimaldi di Monaco, dove io stesso ho avuto l'opportunità di utilizzare questa nuova metodologia all'interno di un vero e proprio cantiere.

4.5.1 ANALISI DEL PROGETTO E STUDIO DEL WBS

WBS sta per "Work Breakdown Structure", che in italiano significa "Struttura di suddivisione del lavoro". La prima cosa da fare quando andiamo ad analizzare un progetto in tutti i suoi aspetti, quindi, quando arriviamo a programmare lo sviluppo e la pianificazione dello stesso, è quella di stilare un'analisi di tutti gli interventi da dover effettuare tramite l'ausilio della WBS. Per far sì che il progetto riesca e venga fuori, è necessario che i Project Manager sappiano come scomporre il progetto e, quindi, a loro volta, come strutturare una WBS.

La Work Breakdown Structure è una scomposizione gerarchica di tutte le attività da svolgere in cantiere. Una volta applicata la tecnica di decomposizione con la quale otteniamo le "foglie" della struttura (work packages), queste possono essere tradotte in attività. Per far sì che il progetto riesca e venga fuori, ciò è necessario. Questa scomposizione del lavoro è in sostanza progettata per aiutare a suddividere in diverse "fasi gestibili" un progetto, in modo da essere controllato e stimato in maniera efficace.

Con questo tipo di studio, si arriva ad avere un'organizzazione del progetto accurata, che gestisce i punti di controllo e quelli più importanti del progetto. Consente una stima più accurata dei costi, dei rischi e dei tempi, poiché studiati in fase antecedente e aiuta a spiegare l'ambito di progetto alle parti interessate (clienti, fornitori, amministrazione, Comune, etc.).

Il diagramma WBS inizia con una singola casella o un altro elemento grafico, solitamente posizionato in alto, che va a rappresentare l'intero progetto. Il progetto viene, quindi, suddiviso in componenti principali con attività o elementi correlati elencati sotto di essi. In generale, i componenti superiori sono i risultati finali, mentre gli elementi di livello inferiore sono le attività che portano a creare i risultati finali.

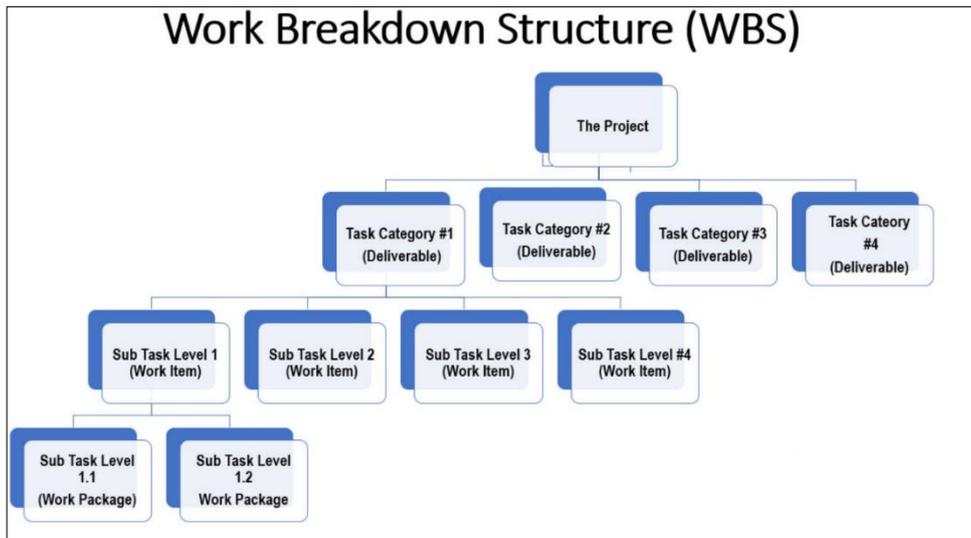


Figura 14: Diagramma WBS con fasi e sottofasi, fonte 25

Di seguito viene riportato un esempio di Work Breakdown Structure che va a definire la programmazione generale da cui poter partire prima di iniziare le fasi di progetto e quindi, in questo caso, le realizzazioni in cantiere. Questo diagramma è il punto di riferimento iniziale, che ci permette di visualizzare un programma grafico, non dettagliato, delle sequenze di lavoro per definire gli obiettivi del progetto.

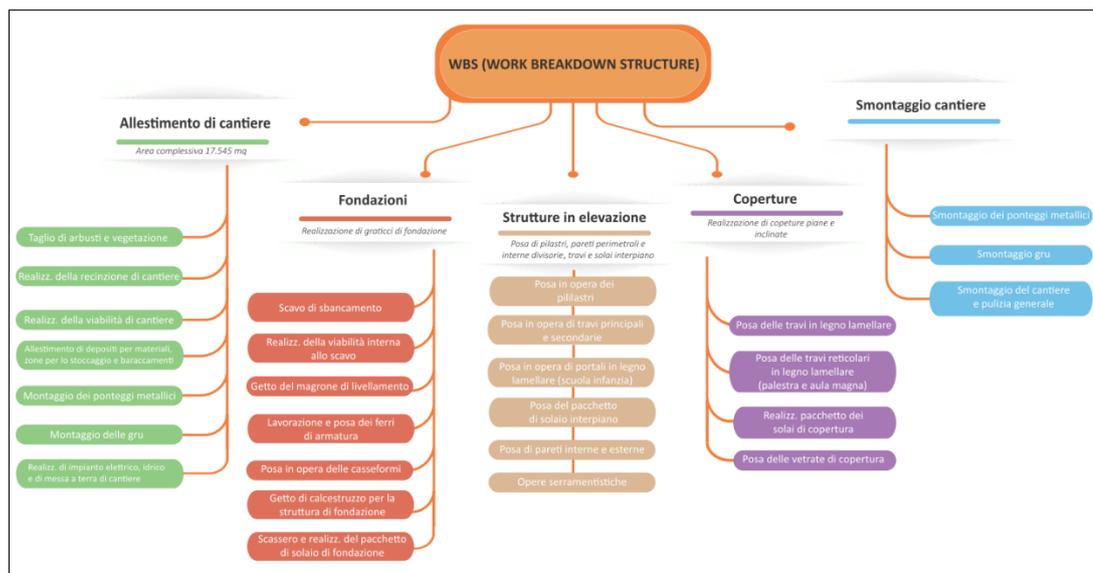


Figura 15: Esempio di WBS di un progetto tipo, fonte personale (Esame Progettazione Integrale)

In questo esempio, il progetto, che è al servizio di una costruzione di tre fabbricati realizzati contemporaneamente, è stato suddiviso in cinque parti principali, in cui ogni livello successivo comporta una definizione più dettagliata del lavoro.

4.5.2 METODI DI GANTT E PERT

Una delle tecniche più utilizzate per la rappresentazione della programmazione e forse tra le più semplici è sicuramente il metodo di Gantt. In onore all'ingegnere statunitense Henry G. Gantt, che lo sviluppò intorno al 1917, quando si occupava delle forniture dell'esercito americano, il metodo è uno strumento di controllo e pianificazione del processo di produzione, che permette di ben sequenziare e visualizzare le varie attività da svolgere all'interno di un diagramma temporale che utilizza delle barre come rappresentazione della durata delle attività stesse. Infatti, lo stesso metodo oggi è conosciuto come il metodo del "diagramma a barre". È un utile strumento di comunicazione per tutto il team che deve comprendere in maniera univoca la tempistica del progetto.

La struttura del metodo di Gantt si basa su due assi ortogonali: lungo l'asse verticale sono elencate tutte le attività delle lavorazioni nelle quali è scomposta la Wbs (Work breakdown structure), sull'asse orizzontale compare la variabile temporale e quindi i tempi di realizzazione del progetto (ore, giorni, settimane, mesi). Per realizzare un diagramma di Gantt, occorre definire le attività necessarie per completare il progetto, stimare il tempo necessario e specificare i legami logici tra le attività.

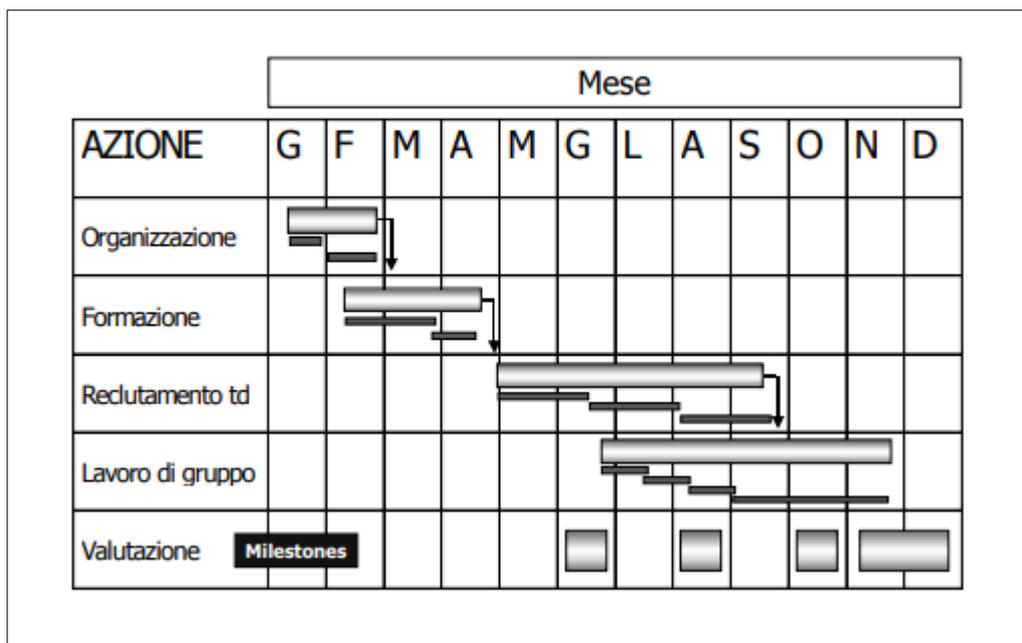


Figura 16: Struttura generale del diagramma di Gantt

Il diagramma di Gantt ha l'obiettivo di rappresentare le schedule di un progetto, dove per schedule si intende uno schema semplificato delle attività con indicati l'inizio e la fine dei vari eventi. Lo studio di questo strumento ci permette:

- di determinare la sequenza esatta delle attività lavorative;
- di determinare il tempo totale (minimo) necessario per la realizzazione dei lavori;
- avere un'illustrazione grafica dello stato di avanzamento lavori;
- di stabilire quali attività possono essere svolte contemporaneamente.

Dalla figura della struttura base del diagramma di Gantt, si può notare che, tramite questo diagramma, si visualizzano molto bene le sovrapposizioni delle attività. Questo ci consente di capire, una volta inserite le varie attività da svolgere, se siamo nei tempi richiesti dalla committenza o dall'equipe di progettazione per svolgere i lavori. Queste attività, in base alle esigenze, come già detto, possono essere modificabili in corso d'opera per facilitare le lavorazioni. Le relazioni logiche che ci sono tra le varie attività andranno a definire il tipo di legame che può esistere.

Abbiamo diversi tipi di legami:

- Fine-inizio;
- Inizio-inizio;
- Fine-fine;
- Inizio- fine.

La relazione fine-inizio (FI) è la più comune e frequente. Essa pone la condizione tra l'inizio dell'attività B e la fine dell'attività A. L'attività che segue (B), non può iniziare prima del termine dell'attività che precede (A).



Figura 17: Relazione fine-inizio, fonte 1

La relazione inizio-inizio (II) pone la condizione di due attività distaccate (C e D) che debbano iniziare nello stesso momento. Questo vincolo consente la sovrapposizione, eventualmente parziale, delle attività come per esempio la posa del magrone e la preparazione delle armature.

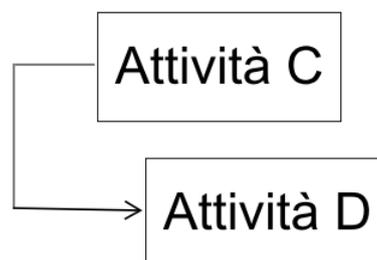


Figura 18: Relazione inizio-inizio, fonte 1

Il legame di fine-fine (FF) pone la condizione sul termine delle attività (E e F) considerate. Permette un risparmio di tempo sul totale, in quanto consente la sovrapposizione.

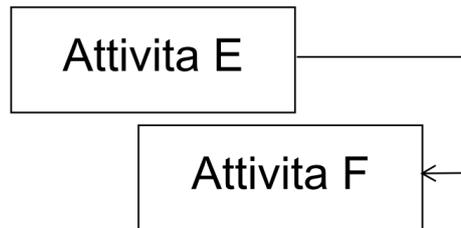


Figura 19: Relazione fine-fine, fonte 1

Il legame di inizio-fine (IF) pone il vincolo di successione tra l'inizio dell'attività che precede (G) e la fine dell'attività che segue (H). Con questo tipo di vincolo, l'attività H non è legata all'attività G.

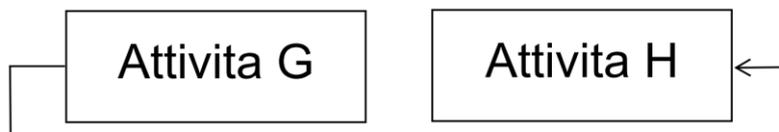


Figura 20: Relazione inizio-fine, fonte 1

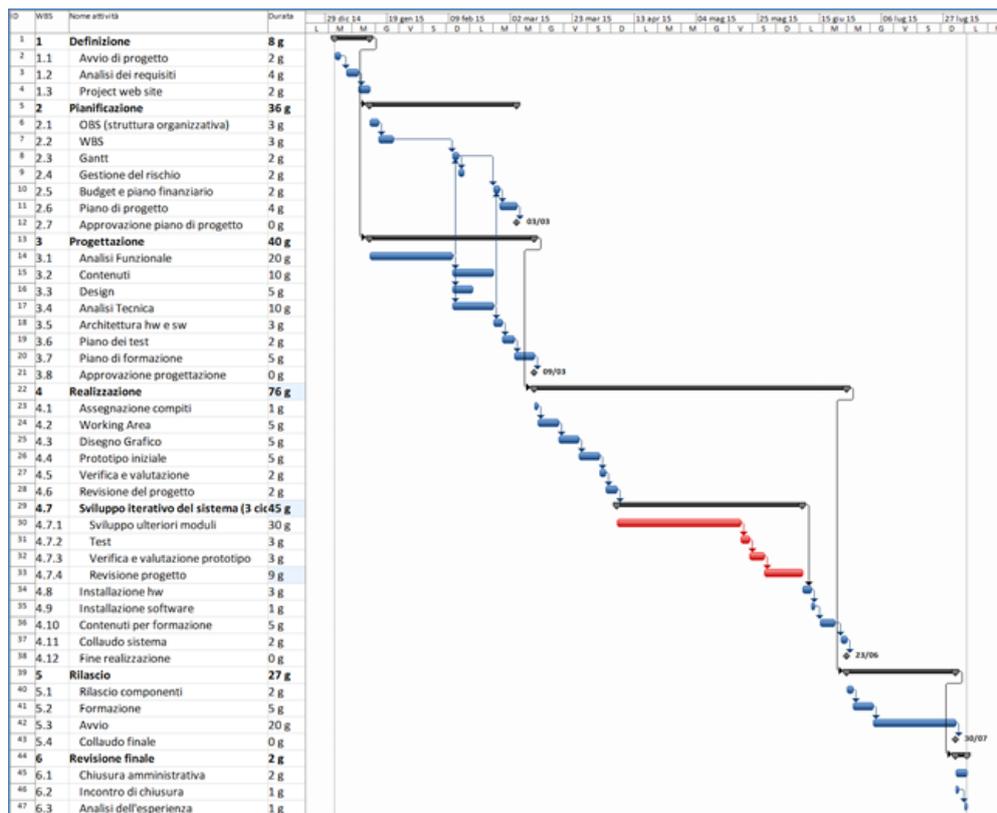


Figura 21: Esempio di diagramma di Gantt complessivo con sovrapposizione delle attività, fonte personale

Infine, si può dire che, per avere un buon risultato di programmazione generale, è più corretto utilizzare il diagramma di Gantt utilizzando la variabile temporale della settimana, in quanto non è troppo dettagliata come quando si utilizza il giorno, né troppo generalista come quando si usa il mese o l'anno.

Se si attribuisce ad ogni attività il valore economico (euro), si otterrà una curva ad "S", dove sull'asse dell'ascisse è posizionato il tempo, mentre sull'asse delle ordinate i costi, ossia il prezzo versato dal committente all'impresa per quella determinata attività.

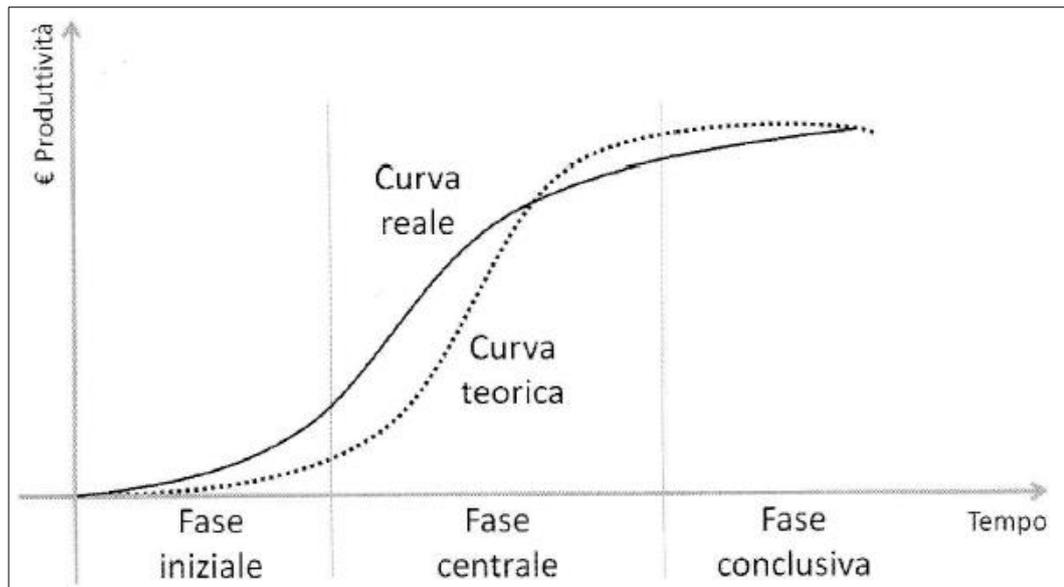


Figura 22: Esempio di curva ad S con indicazioni delle variazioni economiche nel tempo, fonte 0

La fase iniziale rappresenta il tempo che va dall'installazione del cantiere fino alla realizzazione delle fondazioni. Il prezzo di queste opere risulta essere basso, in quanto i costi per l'installazione del cantiere e per gli scavi non sono eccessivi. La fase centrale è la più produttiva, in quanto il cantiere è in piena evoluzione e rappresenta il tempo trascorso dalla realizzazione delle fondazioni fino all'ultimazione delle opere murarie e di tutte le opere secondarie dell'edificio. Le opere di finitura e gli arredi saranno inserite nella fase conclusiva. I costi cominciano a ridursi gradualmente fino a fermarsi con il termine dei lavori.

Da questo diagramma si deduce come l'andamento della curva ad S sia rappresentativo dello sviluppo dei ricavi nel tempo:

- la produttività in fase iniziale è bassa, il costo è basso;
- la produttività e a regime, aumenta il costo;
- si riassopisce verso la fine poiché ci avviciniamo alla fine dei lavori.

Il metodo di PERT sta per "Program Evaluation Review Technique", una metodologia sviluppata dalla Marina Militare nel 1957 per gestire il programma di missili. Attraverso questo metodo è facile indentificare le attività che devono essere eseguite in sequenza e quelle che possono essere eseguite

contemporaneamente. Nel diagramma di PERT, il progetto viene tracciato su un diagramma di flusso in cui i nodi sono scadenze o punti cardine e le frecce rappresentano attività dipendenti. Questo metodo, detto a tre valori, permette di far uscire tre tipi di scadenze diverse: la più breve (stima ottimale), la più realistica (stima probabile) e la stima pessimistica, in caso di fermi/problematiche.

Per il metodo di PERT, le elaborazioni/fasi che vengono compiute sono:

- generazione del reticolo P.E.R.T. sulla base delle "antecedenze" fissate per le attività;
- tempificazione di ogni singola attività;
- determinazione della durata dell'intervento, l'individuazione del cammino critico.

Il diagramma di PERT è una rappresentazione grafica di un programma di progetto che riesce a farci intuire le scadenze prevedibili, la definizione di un ordine ben preciso di tutte le attività da dover svolgere e rende esplicite le dipendenze tra le varie fasi.

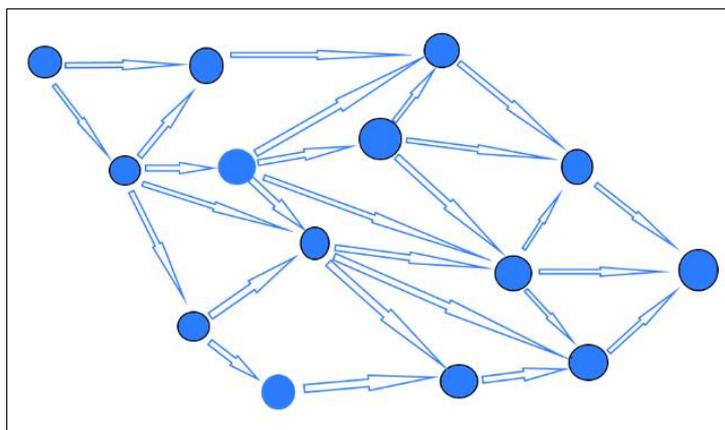


Figura 23: Schema di diagramma di PERT, fonte 17

Nella figura riportata, la pianificazione viene mostrata come una diagramma reticolare, in cui le attività sono rappresentate dai nodi in blu, che possono essere rappresentati o tramite un cerchio o tramite dei rettangoli e definiscono le attività di maggiore importanza da dover effettuare. Le linee direzionali, semplici frecce che chiamiamo vettori, illustrano le sequenze delle attività.

5 IL LEAN MANAGEMENT

Il Lean Management, o gestione snella, è la gestione aziendale ottenuta tramite l'applicazione dei principi del Lean Thinking e del Toyota Production System. È un miglioramento continuo per creare valore al cliente interno ed esterno aumentando la competitività, attraverso la gestione dei processi aziendali e la riduzione degli sprechi. Questa filosofia può essere applicata a qualsiasi organizzazione in qualsiasi settore. Sebbene le origini provengano dall'industria automobilistica, i principi e le tecniche di Lean Thinking sono oggi trasferiti a molti settori come vendita al dettaglio, grande distribuzione, sanità, edilizia, servizi finanziari e pubblica amministrazione, richiedendo spesso solamente un piccolo adattamento sulla base delle specifiche esigenze e attività. L'applicazione del pensiero snello interessa, non solo i processi interni all'azienda, ma si estende alle attività di fornitura, di produzione e di distribuzione.

In edilizia il Lean Management viene anche chiamato Lean Construction ed è un nuovo metodo di gestione e organizzazione per progetti di diversa tipologia e questo coinvolge ciascun professionista delle costruzioni, in modo da ottimizzare la competitività economica, fermare gli sprechi e migliorare le consegne. Il Lean mette al centro della metodologia l'obiettivo principale di soddisfare le esigenze del cliente e inizia il processo andando a strutturare il cantiere e, quindi, la composizione del team di progettazione. Con questo, la performance globale del progetto ottiene un miglioramento continuo coinvolgendo tutto il personale e i fornitori. Per l'applicazione del Lean, ci sarà bisogno di alcuni metodi di gestione e pilotaggio, che saranno trattati nelle pagine successive.

5.1 ORIGINI DEL LEAN MANAGEMENT

Le origini del Lean Management si basano sul Toyota Production System (TPS) sviluppato da Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Sakichi Toyoda, Kiichirō Toyoda negli anni 40. Tra il 1800 e 1910 il sistema di produzione era organizzato secondo le logiche tipiche dell'artigianato: caratterizzato da bassi volumi di produzione,

elevata varietà di prodotti, da unicità, scarsa divisione del lavoro e basso coordinamento, avendo a sua volta un'assenza di forme di automazione.

Più tardi, tra il 1910 e il 1950 una nuova forma di capitalismo è emersa in seguito alla concentrazione del capitale industriale e finanziario in grandi imprese. In queste grandi imprese industriali cominciò a diffondersi la produzione in serie e su larga scala nota come fordismo. Il modello sviluppato da Ford fu da ispirazione per il sistema di produzione adottato da Toyota negli anni 40 che lo perfezionò per rispondere alle necessità di flessibilità della produzione e una disponibilità di infrastrutture.

Sotto la guida dell'ingegnere capo Taichii Ohono, Toyota sviluppò il TPS (Toyota Production System), un sistema di produzione guidato dai principi di lotta agli sprechi e di miglioramento continuo, caratterizzato da una automazione limitata e flessibile, dalla polifunzionalità degli operatori e da una integrazione a rete.

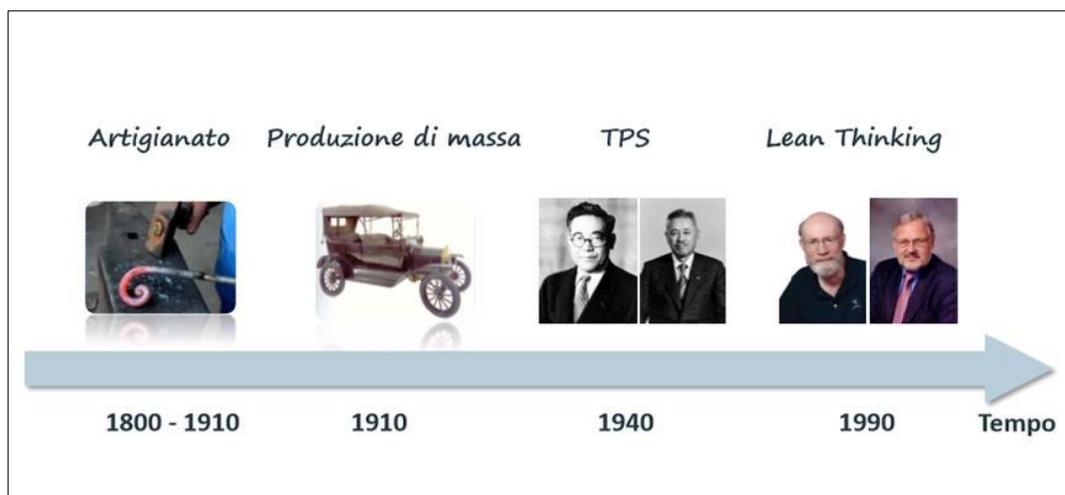


Figura 24: Linea del tempo: L'arrivo al Lean Thinking, fonte 18

Il termine "Lean" è divenuto popolare nel 1990 grazie al libro "La macchina che ha cambiato il mondo" di Womack Jones e Roos. Loro hanno illustrato, per la prima volta, le notevoli differenze tra il sistema produttivo occidentale e il TPS. Hanno definito gli elementi chiave che consentivano delle prestazioni superiori, e lo hanno definito "snello" perché il sistema produttivo giapponese ha permesso

di utilizzare meno di tutto: meno sforzo umano, meno investimento di capitali, strutture, meno scorte e tempo nella produzione, nello sviluppo del prodotto, nella fornitura e nella vendita.

5.2 PRINCIPI E OBIETTIVI GENERALI

Il Lean Management è una “cassetta degli attrezzi” con diverse tecniche per aumentare il benessere nelle organizzazioni.

Come già visto in precedenza, “Lean” vuol dire “creare valore senza spreco”. Si tratta fondamentalmente di un pacchetto di metodi mirati per l’ottimizzazione dei processi. Tutte le attività che non contribuiscono direttamente a creare “valore” nel senso di risultato atteso (prodotto/servizio) dal destinatario di una prestazione sono, quindi, possibilmente da evitare. Rientra in questa categoria qualsiasi forma di spreco organizzativo: tempi di attesa nei processi, regole e procedure poco efficienti, disordine dell’ambiente di lavoro. Il Lean Management non fornisce alcuna raccomandazione diretta sullo schema di struttura organizzativa, in quanto parte dall’idea base di un’organizzazione per processi orientata alla produzione a spreco zero di un risultato di prestazione percepito dal destinatario come una prestazione “di valore”.

Alla base del processo del Lean Management, quindi del Lean Thinking, risiedono dei concetti fondamentali che rivoluzionano la cultura e il modo di operare all’interno dell’azienda:

- **Attenzione al cliente:** la centralità del cliente è il punto di partenza e di arrivo di tutte le attività ed azioni introdotte dall’azienda nel trasferire, attraverso i propri prodotti e servizi, il valore che il cliente si attende. Il cliente non è solo quello finale, il cliente “interno” è ugualmente importante. Il flusso di informazioni parte dal cliente fino ad arrivare alla ricerca e sviluppo: il dialogo con il cliente è fondamentale per identificare i fabbisogni e definire il valore.
- **Il contributo delle persone:** “Saper fare azienda”, o saper fare bene le cose (concetto giapponese Monozukuri), è possibile solo partendo dalla capacità di gestire le persone (Hitozukuri): lo sviluppo e il sostegno della

competitività aziendale, con l'ottenimento di risultati significativi e duraturi, è possibile solamente con il continuo e costante allineamento del management e di tutte le persone che lavorano nell'azienda verso un obiettivo comune.

- Lotta agli sprechi: MUDA è il termine giapponese che può essere tradotto come spreco. I MUDA consistono in tutte le attività, che impegnano risorse ed energie, che non aggiungono valore al prodotto o al servizio e non danno quindi valore al cliente. Riconoscere gli sprechi è fondamentale per l'applicazione del Lean Thinking.
- Miglioramento continuo: KAIZEN in giapponese significa miglioramento continuo. Nessun processo è perfetto ma può essere sempre migliorato. Tutto il personale dell'azienda, top management, dirigenti, responsabili, fino agli operatori, deve partecipare al processo di miglioramento condividendo obiettivi comuni e definiti.

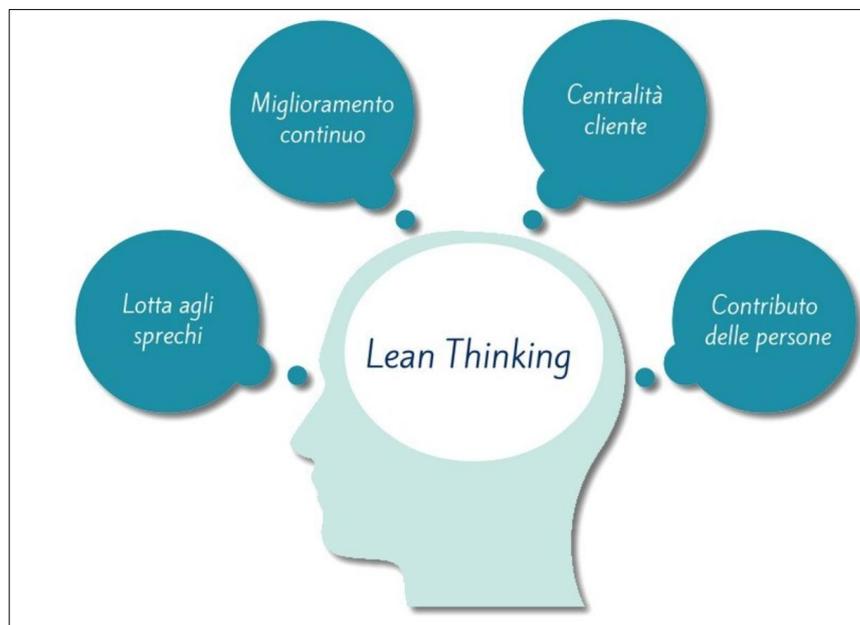


Figura 25: Principi sui cui si fonda il successo di un'organizzazione attraverso l'applicazione del Lean Management, fonte 18

- la definizione del valore dal punto di vista del cliente;

- la capacità di distinguere tra le attività che aggiungono valore per il cliente da quelle che non aggiungono valore, liberando ed impiegando meglio le risorse aziendali;
- ottenere una standardizzazione dei processi attraverso il continuo apprendimento.

L'intero processo descritto verrà effettuato attraverso un approccio collaborativo dei vari protagonisti del progetto. È una sorta di progettazione integrale che non è semplicemente coordinata e presenziata dai vari progettisti che partecipano all'avanzamento del progetto, è invece una vera e propria collaborazione che si fa con tutti gli attori tra cui gli operai e i fornitori delle varie aziende che collaborano per la fornitura dei materiali e alla riuscita di una buona riuscita dell'opera da realizzare.

Il Lean Management, applicato in edilizia, è un modo di progettare la produzione edilizia minimizzando lo spreco di tempo e i materiali e generando nel medesimo tempo la massima creazione possibile di valore. Organizzare le interazioni tra attività e i combinati effetti di dipendenza e variazione, attraverso l'applicazione del Last Planner System, è il primo obiettivo della Costruzione Lean, perché queste interazioni influenzano fortemente il tempo e i costi del processo.

Costruttore e fornitori devono essere coinvolti sin dalle fasi iniziali del progetto, con l'intento di garantire la massima integrazione delle lavorazioni. Attraverso questa filosofia ognuno svolge i suoi compiti in maniera organizzata e vi è sicuramente una riduzione degli sprechi abissale. Gli operai in cantiere hanno un miglioramento della produzione e non andranno a perdere del tempo inutile, che invece avviene nei classici cantieri dove non vi è questo approccio organizzativo. Altro elemento importante è sicuramente la riduzione dello stress da parte di tutti, in quanto ognuno sa che attività deve svolgere senza venire interrotto, poiché già definita in precedenza. Nessuno rimane fermo senza saper che fare

Grazie a questa metodologia, si riesce ad avere una visione globale dell'intero progetto da parte di tutti gli attori che partecipano allo stesso. Tramite le riunioni settimanali, infatti, ogni persona che lavora al progetto potrà riportare delle

decisioni importanti e tutti saranno al corrente di quanto accaduto. Cercare di ridurre gli sprechi, eliminando le problematiche o semplicemente organizzare meglio il lavoro è un'altro obiettivo importante, per riuscire a limitare le riprese nelle lavorazioni, riuscendo così ad avere un guadagno da parte di tutti.

5.3 METODOLOGIE DEL LEAN MANAGEMENT

5.3.1 METODO DEL VALORE AGGIUNTO E DEL VALORE NON AGGIUNTO

Per valore aggiunto si intende tutto quello che acquista il cliente. Per valore aggiunto possiamo intendere ad esempio il materiale che serve per la costruzione di un appartamento. Lo scopo finale è vedere il prima possibile questo valore aggiunto realizzato e, quindi, consegnare subito l'appartamento al cliente. Per valore non aggiunto, invece, si intendono tutti quei processi che durante le realizzazioni del valore aggiunto incidano in maniera negativa sulla realizzazione dello stesso. Il valore non aggiunto può essere definito il processo di lavorazione non corretto e lo spreco di tempo che incide sulla lavorazione complessiva. Risulta quindi fondamentale definire chiaramente il valore di uno specifico prodotto o servizio dalla prospettiva del cliente, così che si possa procedere alla rimozione passo dopo passo di tutte le attività a non valore per avere nello stesso tempo un buon profitto.

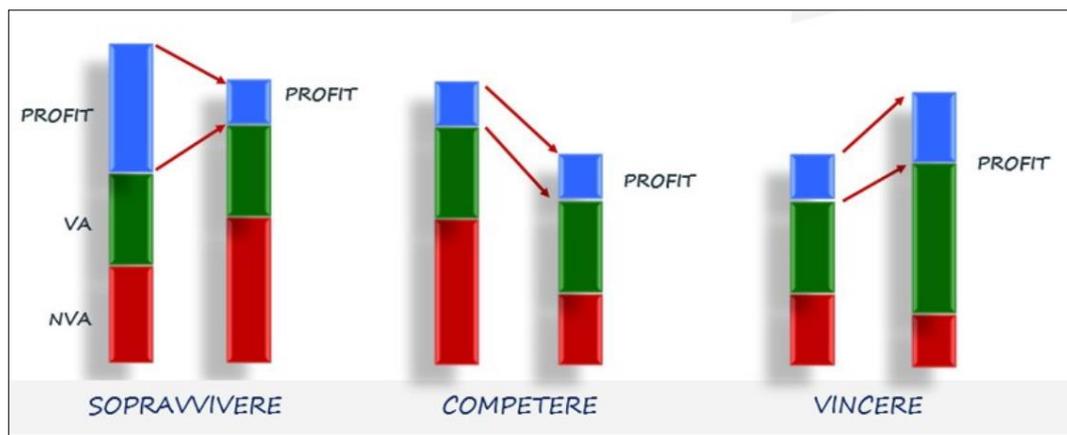


Figura 26: Diagrammi che mostrano il profitto, il valore aggiunto e gli sprechi, fonte 18

5.3.2 L'ELIMINAZIONE DEGLI SPRECHI DURANTE LE LAVORAZIONI

Se si considera la tipologia generale degli interventi costruttivi standard, i margini di miglioramento sono molto ampi. Secondo una ricerca di “The Economist”, settimanale d'informazione politico-economica di Londra, il mondo delle costruzioni paga sprechi di grande margine, quali:

- il 30% del tempo per riparazione errori
- il 60% del tempo lavorativo perso in attese
- il 10% di perdite per materiali errati o difettosi



Figura 27: I 9 sprechi nel mondo delle costruzioni, fonte 19

Attraverso questa filosofia, che può essere applicata su ogni tipo di progetto, riusciamo ad eliminare gli sprechi che possiamo trovare durante le lavorazioni. Per “eliminazione degli sprechi” si intende andare ad eliminare le perdite di tempo e impiegare le risorse necessarie, ottimizzando e migliorando l'intero processo. Il Lean Construction in cantiere viene applicato a partire dalla programmazione generale delle diverse mansioni da dover svolgere e portare a termine, fino al controllo e alla metodologia di lavoro che vi è tra le varie squadre di operai che esercitano i differenti compiti. L'eliminazione degli sprechi avviene andando ad applicare, tra i vari soggetti che ci lavorano, grande trasparenza riguardo alla conoscenza dell'impatto del lavoro di ciascuno sull'intero progetto, in modo da

sapere cosa tutti stanno facendo in quel determinato momento e quindi ognuno può organizzare le varie mansioni, in base all'organizzazione complessiva di tutti. Una cosa importante di questa metodologia è che arriva ad organizzare anche il piano di lavoro di un determinato cantiere e l'organizzazione tra le varie squadre. L'ordine in cantiere, la pulizia, la sistemazione corretta dei materiali da lavoro, l'organizzazione dello stesso lavoro la mattina insieme al caposquadra (che fa un resoconto delle lavorazioni da dover fare e quindi arrivare ad avere un obiettivo per eliminare ogni tipo di perdita di tempo), è sicuramente di grande impatto per riuscire ad eliminare gli sprechi.

Per riportare un esempio, immaginiamoci di lavorare in un cantiere con una squadra di 20 operai e almeno la metà di questi, quando utilizza un attrezzo da lavoro, alla fine della sua utilizzazione, non posa nella cassetta degli attrezzi lo stesso, ma in giro per il cantiere. È di logica natura, che successivamente quando un altro operaio avrà bisogno dello stesso materiale, non lo troverà stoccato all'interno della cassetta degli attrezzi, ma dovrà andare in giro per tutto il cantiere e/o nella zona in cui sta lavorando, solo per trovare il materiale di cui ha bisogno. Ecco, questo è sicuramente un esempio di grande perdita di tempo che può essere decisiva per andare a creare spreco.

5.3.3 METODO DEL LAST PLANNER SYSTEM

Si lega alle metodologie del Lean, il Last Planner System (LPS). LPS è un "sistema di controllo della produzione", in cui "l'ultimo pianificatore", colui che svolge il lavoro, (quindi Last Planner) è nella posizione migliore per informare sulla possibilità di lavori programmati. Il Last Planner si basa su quattro pilastri:

- Pianificazione partecipativa: colui che fa il lavoro è colui che fa le promesse (stimato in tempi e costi, qualità da consegnare e traguardi da raggiungere). Se una promessa non potesse essere mantenuta, non dovrebbe essere fatta. Il che implica che ogni attore ha la capacità di dire "NO NON POSSO"
- Una definizione, in modalità collaborativa, degli input e degli output forniti da ciascun gestore di gruppo, è richiesta per ciascun gruppo di

lavoro (per evitare inutili aspettative dovute a una scarsa comprensione dei requisiti e delle interdipendenze).

- L'ultimo pianificatore è direttamente responsabile del monitoraggio e del controllo del proprio lavoro. Se una promessa non può essere mantenuta, verrà creato un albero di cause (5 perché) per far fronte alle fonti di inquinamento e desincronizzazioni e impedire che diventino ricorrenti.
- Sono necessari frequenti incontri per condividere "ciò che resta da fare" in tempo reale al fine di adattarsi, collettivamente e allo stesso ritmo, agli inevitabili cambiamenti durante il progetto (l'impatto dei cambiamenti sugli input e le uscite sono quindi note a tutti, e questo continuamente).

Attraverso l'utilizzo di questo sistema, che è il principio base sul quale si lega il Lean Management, si riescono a soddisfare gli obiettivi di questo processo, che sono:

- Ridurre i tempi dell'operazione;
- Acquisire una buona organizzazione;
- Anticipare i problemi;
- Collaborare per trovare soluzioni;
- Coinvolgimento durante le realizzazioni delle mansioni;
- Migliorare le prestazioni del cantiere: sicurezza, qualità e produttività.

Ci sono tre differenze sostanziali rispetto a quanto abitualmente viene fatto nei cantieri:

1. Affidabilità delle operazioni : ogni attore che partecipa alla progettazione si prende l'impegno e la responsabilità di completare l'opera dichiarata nel Piano. Sul piano, infatti, vengono inserite solo le attività che siamo certi di realizzare, quantomeno al momento di redazione del piano stesso.

2. La visualizzazione: il cosiddetto Visual Management, dove in cantiere viene inserita una lavagna sulla quale vengono utilizzati dei post-it di diverso colore che rappresentano le diverse attività e lavorazioni da dover completare.

L'uso dei colori é un qualcosa di strategico, per riuscire a vedere la sequenza temporale delle differenti attività;

3. La verifica di quanto eseguito: é una sorta di monitoraggio di quanto effettivamente viene realizzato ogni settimana. Si tratta di un valore percentuale, per cui se a fine settimana si realizzano ad esempio metà dei pilastri di una determinata zona, la percentuale di promesse completate sarà pari al 50%.

Nelle pagine successive, l'applicazione di questa metodologia, affrontata per il progetto monegasco durante lo studio di questa tesi, verrà analizzata e detttagliata tramite il pilotaggio del sistema che é stato fatto in cantiere.

Come già visto, con l'ausilio del LPS si riesce a pilotare l'andamento delle lavorazioni e all'interno del planning viene inserito un tempo (riserva), in francese "Buffer" che permette di riprendere le lavorazioni critiche riscontrate durante il pilotaggio o slittare tutto il progresso operativo utilizzando i "giorni riserva". Ovviamente durante l'applicazione del Lean, si riuscirà a capire settimanalmente quante sono le lavorazioni critiche che potranno far parte di questo Buffer. Se queste ultime si riescono a svolgere prima, inserendole nelle settimane in corso, tanto di guadagnato, in quanto l'obbiettivo rimane sempre quello di non uscire fuori dal limite previsto, per assicurare la giusta consegna dei lavori, senza far slittare il processo.

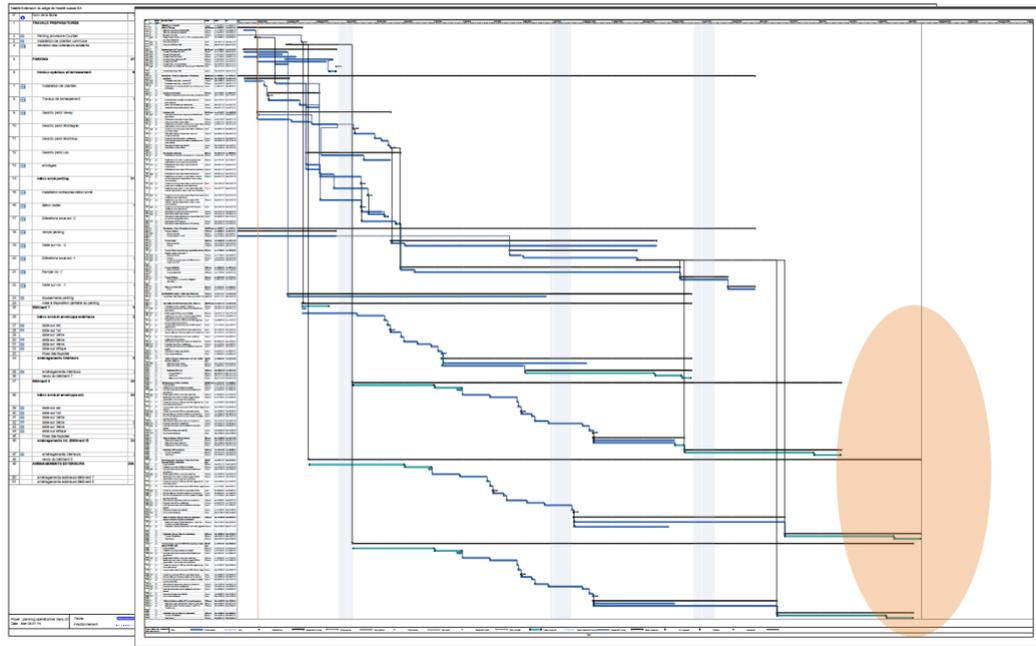


Figura 28: Planning con inserimento del tempo riserva per le lavorazioni critiche, fonte VCM

Con l'ausilio di questo margine finale che viene inserito, riusciremo ad avere un guadagno su tutto il progetto, rispetto a un semplice planning che svolge le criticità riscontrate durante le lavorazioni, blocca i vari processi e non ha un margine di riserva per eventuali slittamenti/riprese.

Come già visto, con un cronoprogramma classico, ogni attore che partecipa al progetto cerca di assicurare il suo intervento "nascondendo" la riserva all'interno del planning.



Figura 29: Andamento degli interventi e delle riserve durante le lavorazioni su un cronoprogramma classico

Creando un cronoprogramma senza riserva tra le lavorazioni, si mettono in comune tutte le operazioni da dover svolgere alla fine del progetto, creando un "Buffer" (Cuscinetto), che indica la sommatoria delle riserve in totale.



Figura 30: Andamento degli interventi con riserve alla fine delle lavorazioni che creano un "Buffer"

Altra differenza che si può notare tra un cronoprogramma classico e uno che utilizza l'applicazione del "Buffer", è che nel primo, per complessità o abitudine, gli incastri e i legami tra le lavorazioni non sono necessariamente ottimizzati, nel secondo, invece, gli stessi vengono ottimizzati, riuscendo ad avere un guadagno di tempo molto notevole, rispetto alla prima configurazione.



Figura 31: Cronoprogramma classico con gli innesti non ottimizzati e le riserve tra le lavorazioni che bloccano l'andamento



Figura 32: Cronoprogramma con Buffer che ottimizza gli innesti avendo un guadagno di tempo maggiore

Il Buffer è il margine delle lavorazioni che viene mutualizzato alla fine del cronoprogramma. Questo cuscinetto si pilota durante le riunioni, permettendo di prevedere se effettivamente si potrà rispondere alla domanda del cliente (consegna definitiva del cantiere) nei limiti di tempo stabiliti.

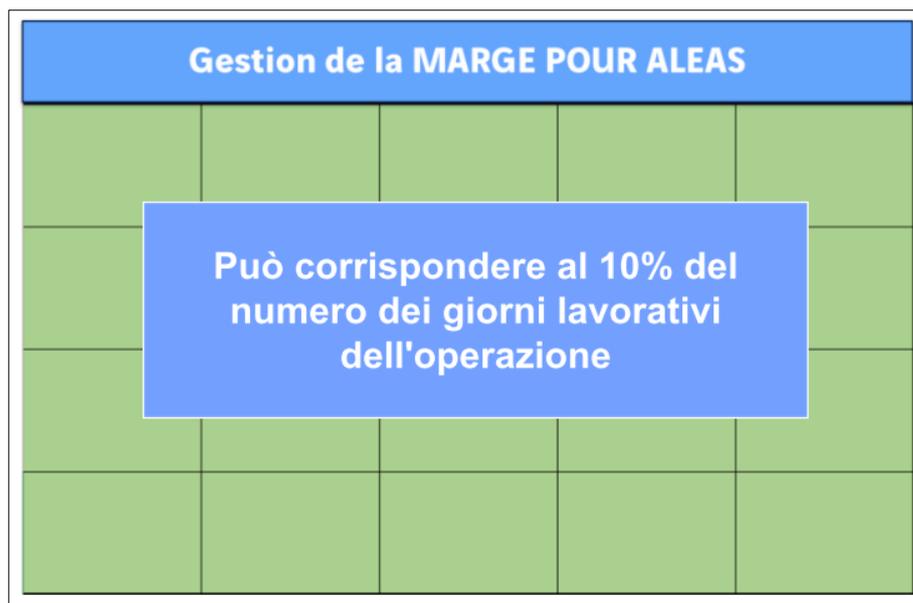


Figura 33: Tabella che gestisce il margine degli imprevisti (Buffer)

In questa tabella verranno inseriti, durante il pilotaggio, le lavorazioni critiche che saranno identificate grazie a un'adesivo di colore blu e della data di fine zona. Questo permette di:

- Monitorare le lavorazioni critiche;
- Fare la costante di ritardo di una lavorazione critica durante l'animazione di pilotaggio e prevedere di inserire o no le azioni di correzione;
- Condividere in maniera collaborativa la stessa visione di quelle che sono realmente le lavorazioni critiche.



Figura 34: Post-it che verrà inserito sulla tabella per gestire le criticità

6 CASO STUDIO: IL PROGETTO 45 GRIMALDI

6.1 VINCI CONSTRUCTION FRANCE (VCF)

VINCI CONSTRUCTION è la più grande azienda costruttrice di Francia, la prima d'Europa e la terza al mondo, specializzata in edilizia e ingegneria civile e conta oltre 700 aziende consolidate con un fatturato di 14,2 miliardi di euro nel 2018. I cantieri firmati VINCI oggi sono in Europa, in Africa e in Oceania e sono sinonimo di qualità delle operazioni costruttive. Questo è uno dei molteplici motivi per cui i clienti di ieri e di oggi decidono di investire insieme a questa squadra di assoluta completezza in questo settore.

I progetti guidati dalle squadre di VINCI Construction France, hanno segnato il panorama francese dal 1878, infatti i risultati della stessa azienda sono la firma di una società che offre la più ampia gamma di competenze nella progettazione, costruzione e ristrutturazione di edifici, programmi misti e isole urbane multifunzionali. Questa abilità di mastering le consente di accompagnare ogni cliente e creare valore sostenibile in tutte le fasi e in tutti gli aspetti del suo progetto. Oggi in Francia, Paese in cui la società è leader, Vinci Construction si trova davanti Bouygues Construction, Eiffage Construction, Fayat e Spie Batignolles su un mercato di circa 200 miliardi di euro di fatturato.



Figura 28 : Logo Vinci Construction France (VCF)

Dal 1° gennaio 2016 il gruppo VCF è diretto da Hugues Formentraux. La stessa è divisa in nove direzioni operazionali, cioè centri aziendali che intervengono nelle

varie regioni della nazione francese, riuscendo ad avere così una presenza globale sul tutto il territorio con un forte radicamento a livello regionale.

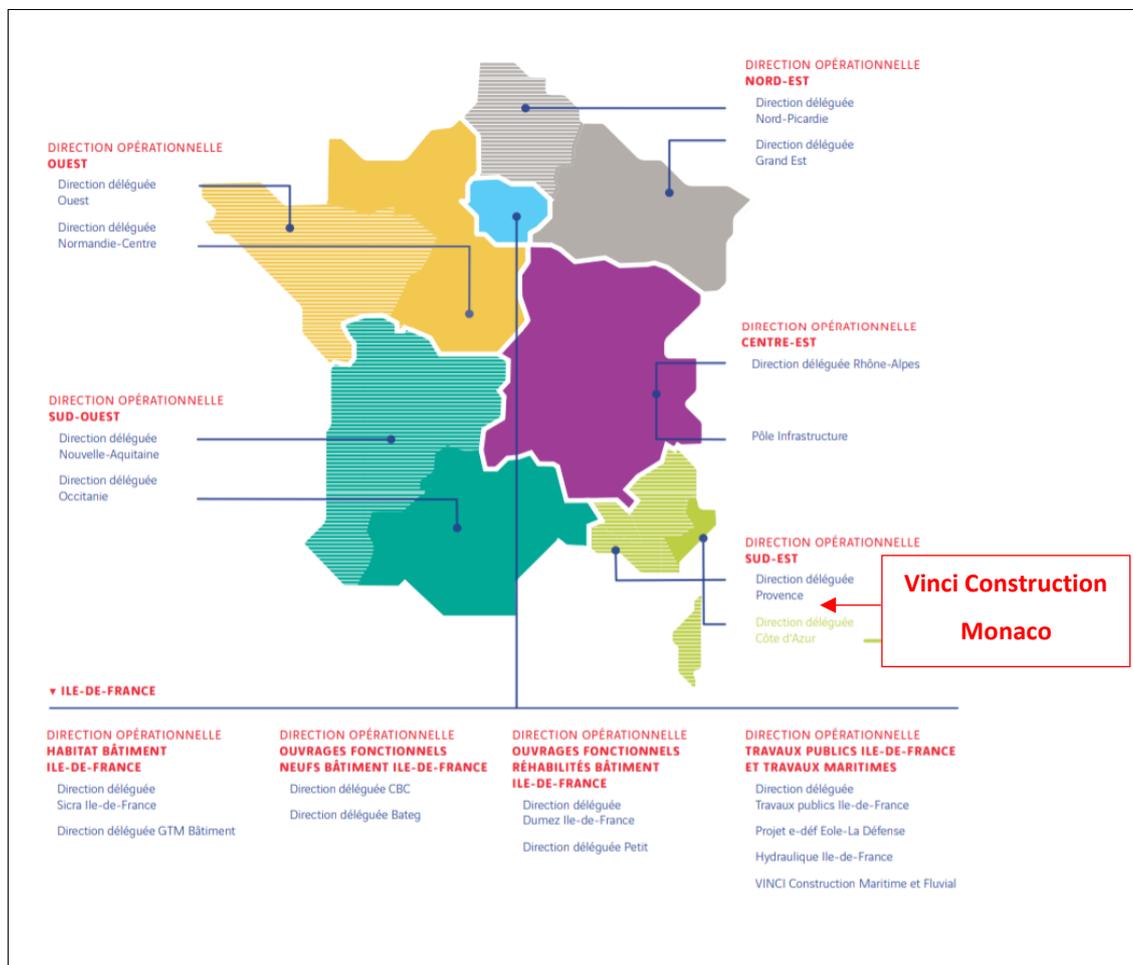


Figure 29: Centri operativi di Vinci Construction France, fonte Vinci Construction

Vinci Construction France è presente in molteplici settori della costruzione con competenze edilizie e immobiliari, di ingegneria civile e di altri settori specialistici. I dati del 2018 ci riportano che il gruppo francese, ha contato 19 900 collaboratori centralizzati in 361 impianti operativi che hanno permesso la realizzazione di 7 044 cantieri.

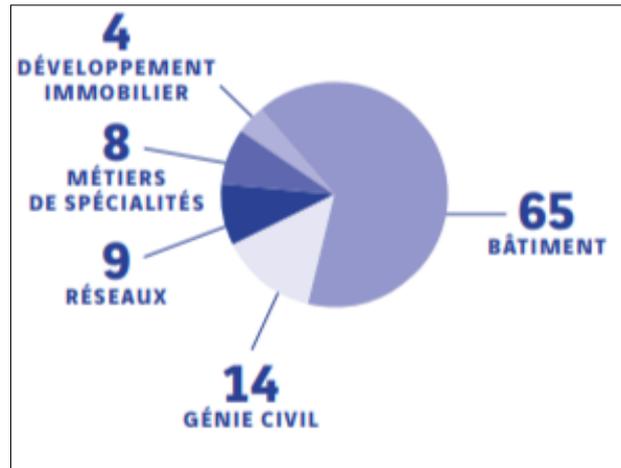


Figure 30: Ripartizione del fatturato (in %), fonte Vinci Construction

6.1.1 VINCI CONSTRUCTION MONACO (VCM)

Vinci Construction France, da molti anni lavora anche nel Principato di Monaco con la medesima metodologia e accuratezza. Nasce così Vinci Construction Monaco, che si lega all’equipe operativa Sud-Est di Francia, della direzione regionale Côte d’Azur.



Figure 31: Logo Vinci Construction Monaco (VCM)

La filiale del gruppo francese con sede a Monaco è il risultato del raggruppamento di tre entità storiche del gruppo Vinci Construction France (Figura 32). Grazie a questa fusione oggi Vinci riesce ad essere uno dei maggiori leader, nel settore di

opere pubbliche e private, su tutto il territorio monegasco così come nei comuni limitrofi.

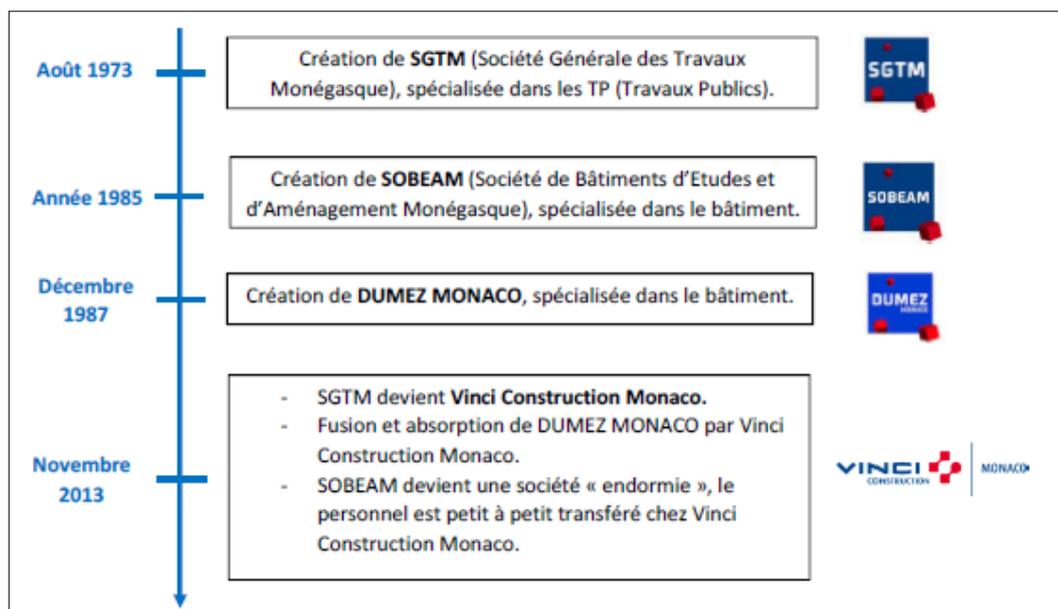


Figura 32: Storia della creazione di Vinci Construction Monaco (VCM), fonte VCM

L'azienda realizza dei progetti di riabilitazione di lusso, di edifici per abitazioni di lusso, opere di ingegneria civile e lavori pubblici (in particolare per lo Stato monegasco) e ancora grandi progetti strutturali, area urbanistiche e riqualificazione di intere zone.

- Al 31 dicembre 2018, Vinci Construction Monaco conta 86 dipendenti:
- 33 operai
- 16 ETAM (impiegati, Tecnici, Supervisor e Capi ufficio)
- 36 dirigenti
- 1 part-time

Da marzo 2019, la filiale è diretta dal Direttore Generale Lionel Dini.

La squadra di lavoro a cui è stato affidato il compito di realizzare il 45 Grimaldi è la seguente:

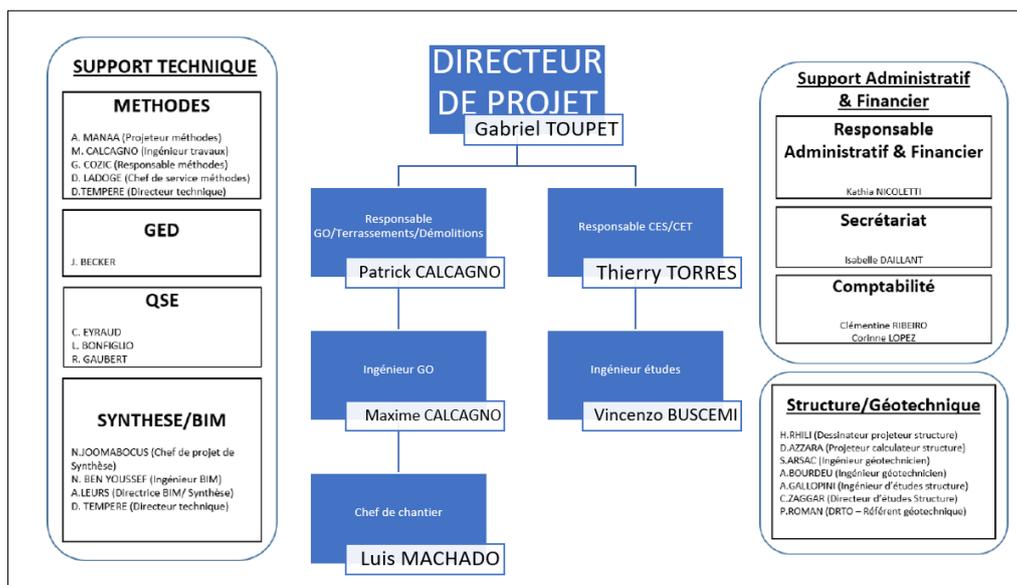


Figura 33: Organigramma del cantiere 45 Grimaldi, fonte VCM

Al vertice vi è il direttore del progetto all'interno del cantiere; ogni decisione in fase di realizzazione viene presa da lui. Ha il compito di svolgere diverse riunioni con il cliente, con i fornitori, prendere decisioni e fare in modo che i lavori rispettino una certa linea; è la persona che conosce a 360° il progetto nella sua completezza. Al suo fianco vi è il direttore dei lavori, nonché responsabile di tutte le opere strutturali, delle fondazioni e delle demolizioni e il responsabile CES/CET, cioè responsabile di tutte le opere secondarie e di completamento tecnico. A sua volta vi sono un ingegnere per tutte le opere strutturali (Ingénieur GO) e un ingegnere tecnico (Ingénieur étude) per tutte le fasi progettuali che arrivano in cantiere per la realizzazione. A guidare le squadre in cantiere, vi è, infine, il capocantiere che è la persona che ha le responsabilità degli ordini dei materiali, delle zone di stoccaggio e di tutte le squadre coinvolte nelle lavorazioni. A supporto della squadra vi è poi il supporto tecnico "Méthodes", che studia tutte le fasi di cantierizzazione prima della realizzazione e si lega agli ingegneri esperti di sicurezza e coordinamento per tutti i controlli che si dovranno fare durante diverse fasi delle lavorazioni. Altro aiuto molto importante è quello del supporto tecnico della Synthèse /BIM che gestisce il progetto dal punto di vista tecnico e collabora all'interno del cantiere con il responsabile di tutte le opere secondarie e di completamento tecnico (CES/CET) e con l'ingegnere études.

6.2 IDENTIFICAZIONE E SCOPO DELL'OPERA

L'oggetto di studio della presente Tesi di Laurea riguarda la costruzione di un immobile per appartamenti super lussuosi e spazi commerciali, situato in Rue Grimaldi a Monaco che si sta realizzando per conto della società SCI TIRANNO, rappresentata dal Sig. Eric Segond. L'edificio si eleva su 15 piani in elevazione in superstruttura, ospita 72 appartamenti di diversa superficie e si appoggia su 7 piani interrati (6 sono adibiti a parcheggio), su un'impronta al suolo di circa 1100 m². I lavori sono affidati in Tous Corps d'Etat (Opere strutturali, Opere di completamento Secondarie e opere di completamento Tecnico) à VINCI CONSTRUCTION MONACO e Il montante totale (tasse escluse) dei lavori, ad oggi risulta essere di 53 700 000€. Di questi, 50 700 000 € sono utilizzati in produzione propria e subappalto e 3 000 000 € per i fornitori interni a Vinci Construction France. In fase di studio di progetto di fattibilità Vinci ha avuto come concorrente, per l'appalto dei lavori, la ditta Satri, azienda costruttrice che opera a Monaco da diversi anni, per conto della famiglia Marzocco. La scadenza dell'operazione per la consegna dei lavori è di 48 mesi a partire da Luglio 2017.



Figura 34: Vista Sud-ovest dell'edificio da realizzare, fonte Vinci Construction Monaco, fonte 29

6.3 DESCRIZIONE DEL CONTESTO

L'edificio sorge su una delle strade principali della città monegasca e questo aumenta il valore dello stesso. Rue Grimaldi é una via di prestigio della città, in quanto si trova a due passi dalla stazione ferroviaria e a pochi minuti a piedi del Casino di Monte-Carlo e del Porto Hercule, famoso porto turistico del Principato, dopo il porto di Fontvieille che si trova ai piedi dal Palazzo della famiglia Reale. Nei dintorni del fabbricato sono presenti, come nel resto della città, negozi di lusso per abbigliamento e importanti centri per acquisto o noleggio di auto di prestigio. In basso possiamo notare la figura che indica la presenza dei cantieri attivi in questo momento nella città monegasca, firmati dal gruppo Vinci. Viene riportata

un'immagine che indica la superficie al suolo costruibile della zona da cantierizzare.



Figura 35 e 36: Individuazione del progetto insieme agli altri cantieri di Vinci Monaco, fonte VCM

Di particolare importanza è la collocazione del 45 Grimaldi, situato nel cuore della città di Monaco. La sua centralità sarà punto di riferimento per nuovi insediamenti commerciali e avvicinerà possibili fruitori come lavoratori o nuclei familiari.

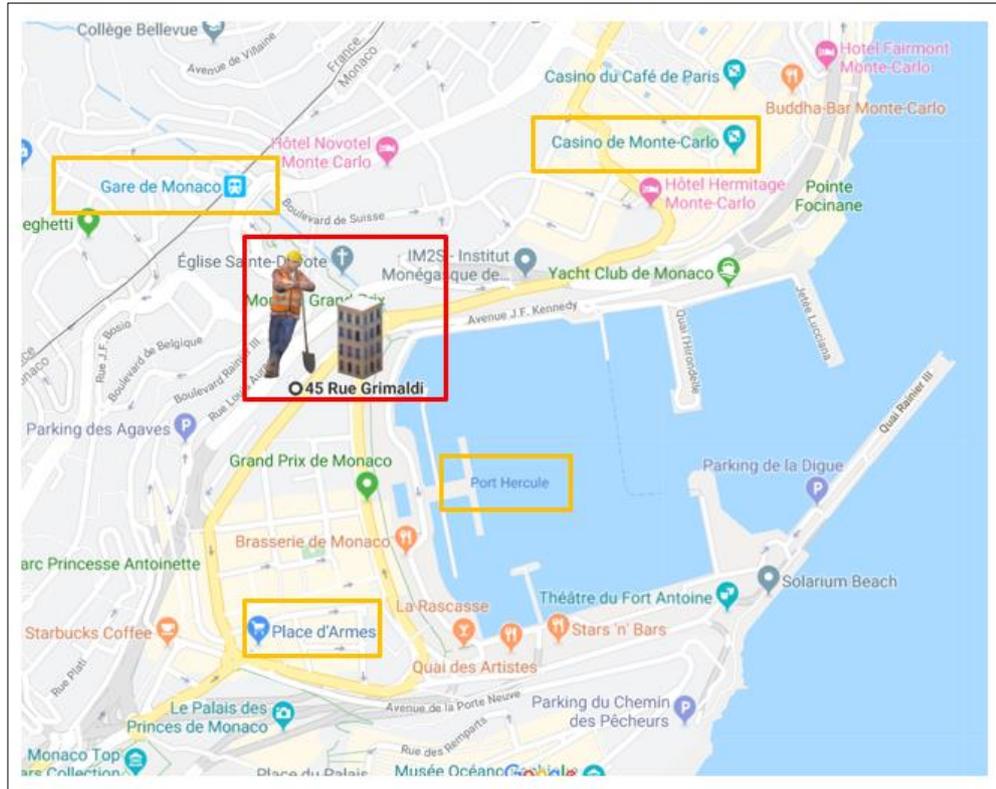


Figura 37: Individuazione dell'ambito di Progetto e dei punti strategici della città monegasca,

fonte personale

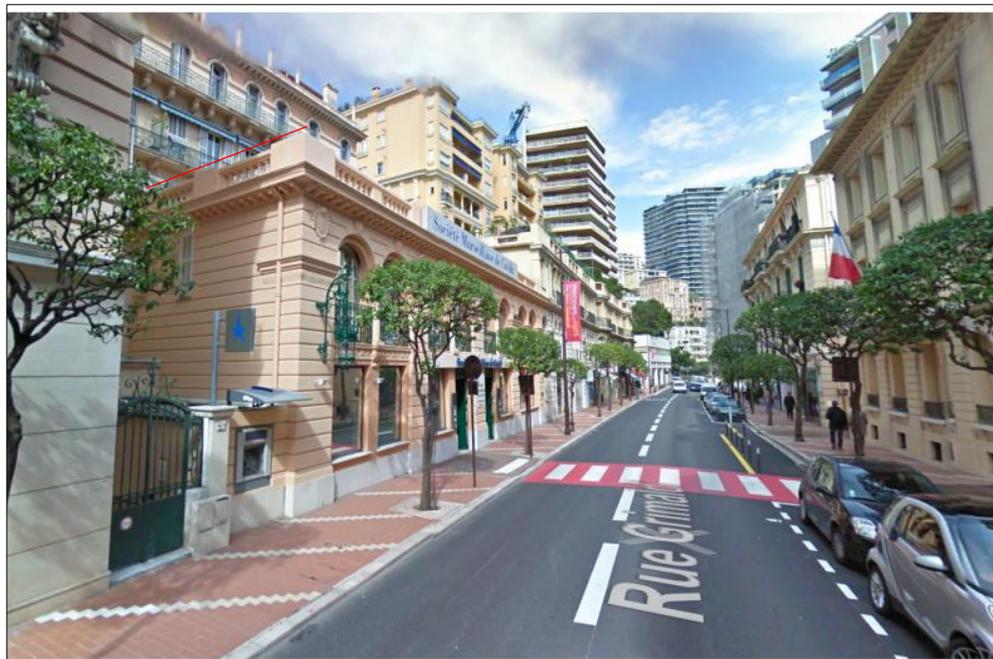


Figura 38: Vista della strada principale che affianca la zona di progetto, fonte VCM

6.4 IL PROGETTO

Prima dell'inizio dei lavori per la costruzione del "45 Grimaldi", fino a Giugno del 2017, nella medesima posizione vi era un edificio di quattro piani, che ospitava appartamenti dal primo al quarto piano e una banca al piano terra.

Dopo pochi mesi, il proprietario dell'ora 45 Grimaldi decide di comprare l'intero immobile, demolirlo e riqualificare l'intera zona con la costruzione di questo innovativo progetto, fabbricato di 15 piani costruito per appartamenti di lusso e zona commerciale. Nella prossima figura, possiamo notare la "storia" prima dell'insediamento del nuovo fabbricato; in arancione é evidenziato il vecchio immobile, nell'immagine a destra l'impronta al suolo dopo la demolizione e le opere di bonifica e risanamento del terreno. Nella stessa figura, in basso, si nota la zona di progetto con il complessivo contesto della capitale del Principato, percependo la difficoltà di operabilità delle operazioni da effettuare, visto lo spazio non ampio per un insediamento di cantiere. Essendo un cantiere cittadino, di non semplice realizzazione, nelle pagine seguenti saranno trattati gli aspetti di organizzazione e logistica dello stesso, con le soluzioni pensate e definite, per poter avere una buona sicurezza della zona e dell'intero vicinato.

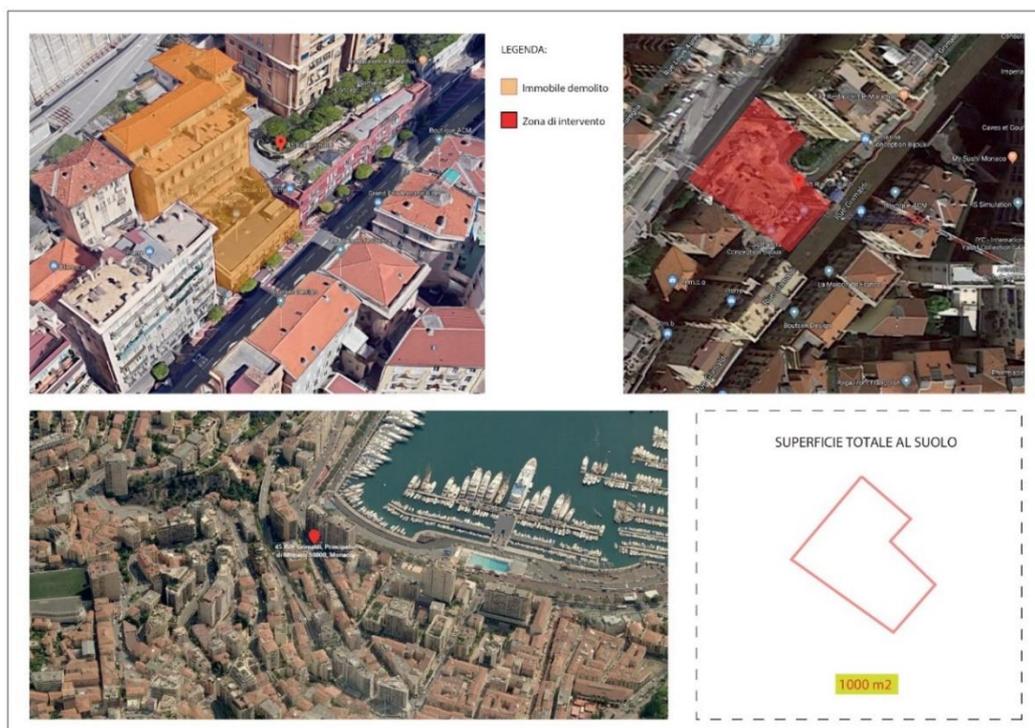


Figura 38: La storia del 45 Grimaldi, fonte personale

L'edificio è stato progettato dall'atelier d'architettura e interior design dell'architetto Frédéric Genin, che prende il nome di "ARCH". Lo studio di architettura e progettazione, insieme al suo staff successivamente ha consegnato il progetto alla VINCI Construction, impresa esecutrice che sta realizzando l'intero progetto.

Come da progetto francese, si riporta la stessa nomenclatura dei piani, per comprendere i termini abbreviati riportati nelle figure successive, che corrisponde alla seguente:

- **R-1** (Rez-de chaussée – 1 étage) : Primo piano interrato
- **Rdc** (Rez-de chaussée) : Piano terra
- **R+1** (Rez-de chaussée + 1 étage) : Piano primo
- **R+2** (Rez-de chaussée + 2 étages) : Piano secondo
- **R+3** (Rez-de chaussée + 3 étages) : Piano terzo

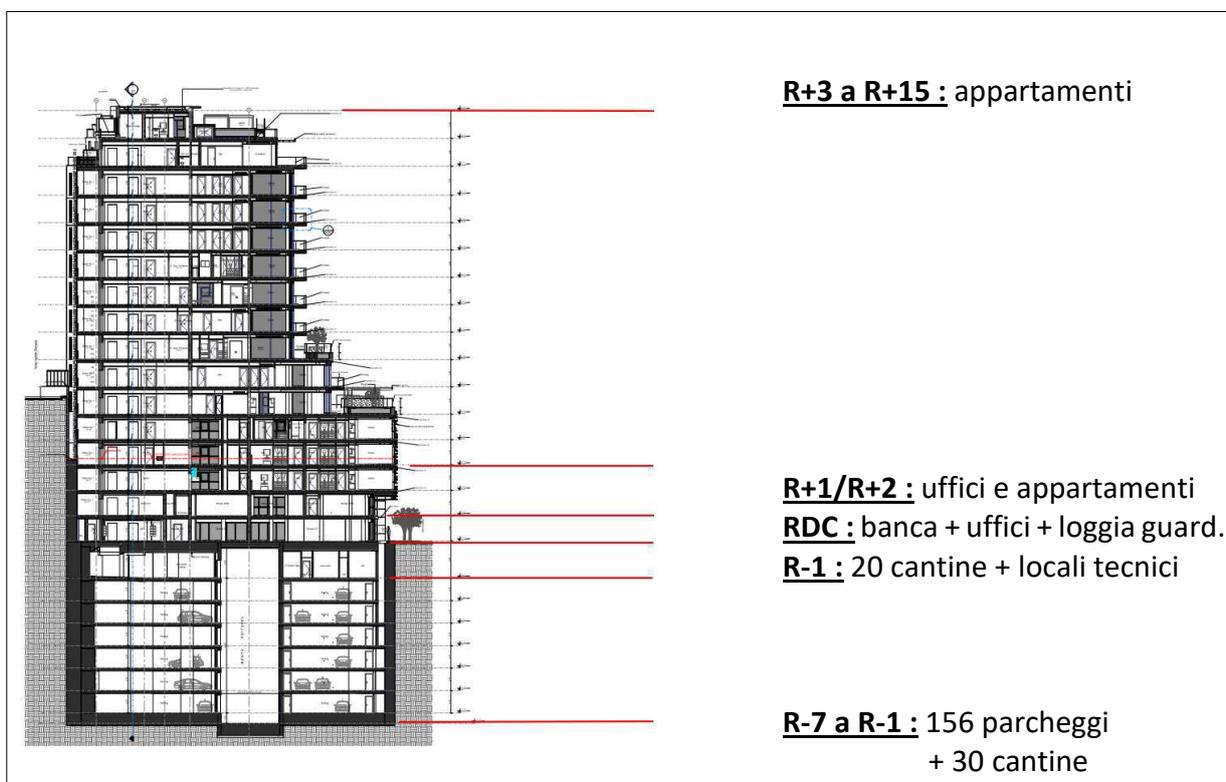


Figura 39: Ripartizione dei piani, fonte VCM

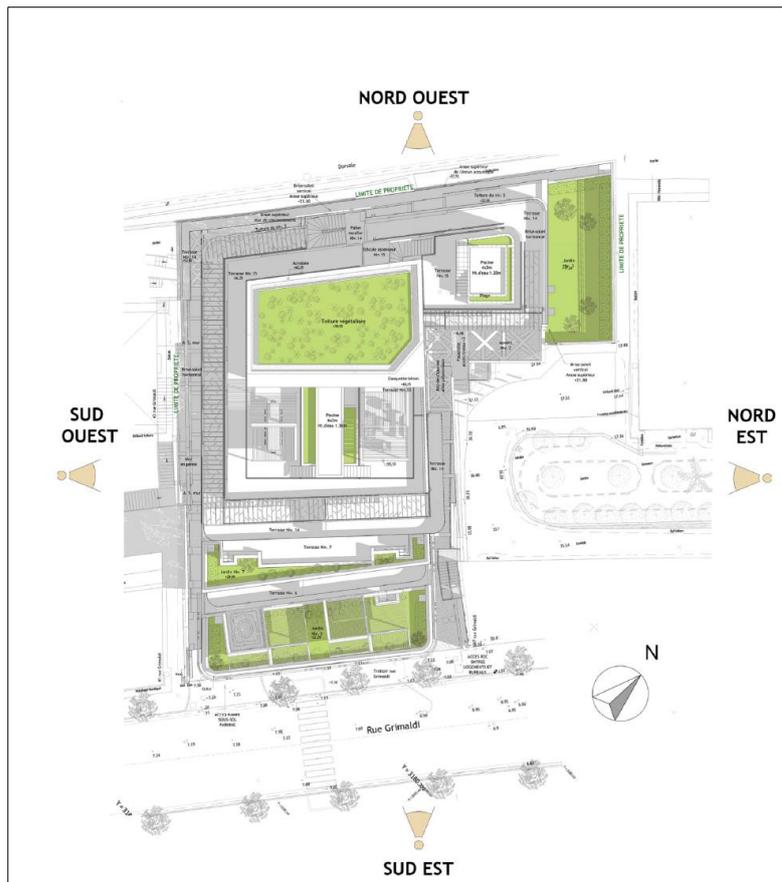


Figura 40: Planivolumetria del progetto, fonte VCM

Il progetto è stato pensato per portare nel centro della città innovazione tecnologica grazie ai materiali di prestigio che si sono utilizzati, inserendo allo stesso tempo equipaggiamenti ecosostenibili e spazi verdi che rendono l'intero corpo abitativo uno spazio ricreativo e rigenerativo.

Di particolare importanza è da sottolineare come il 45 Grimaldi è un progetto di assoluta autenticità. Durante le fasi di realizzazione, in diversi periodi, si effettuano controlli qualitativi, visti gli innumerevoli materiali, tra cui quelli di tipo innovativo-tecnologico che sono ancora in fase di studio. Questo per offrire all'intero contesto qualcosa di mai visto fin ora, come ad esempio il rivestimento che è stato proposto per le facciate dei primi piani dell'edificio.



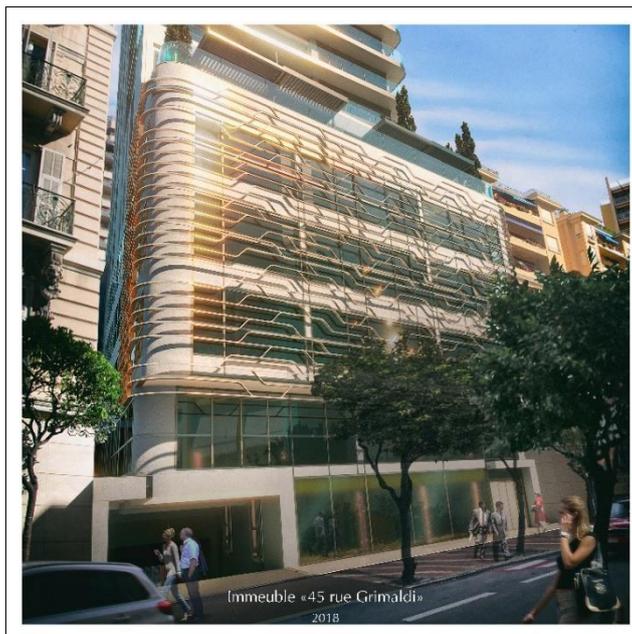


Figura 41: Vista delle staffe di sostegno per frangisole esterno da Rue Grimaldi, fonte 20

Sono stati pensati dei serramenti scorrevoli di grandi dimensioni a doppia anta e d'angolo (circa 800 mq). Per la facciata, il progetto di realizzazione, è stato affidato allo studio italiano di architettura "Giugiaro Architettura&Structures" che vestirà l'edificio grazie all'installazione di montanti e traversi con pressione esterna (1000 mq) con staffe di sostegno per frangisole esterno. Quest'ultimo realizzato in lamiera piegata e calandrata secondo il design pensato dall'atelier "Arch" di Monaco, che ha disegnato lo stesso progetto.

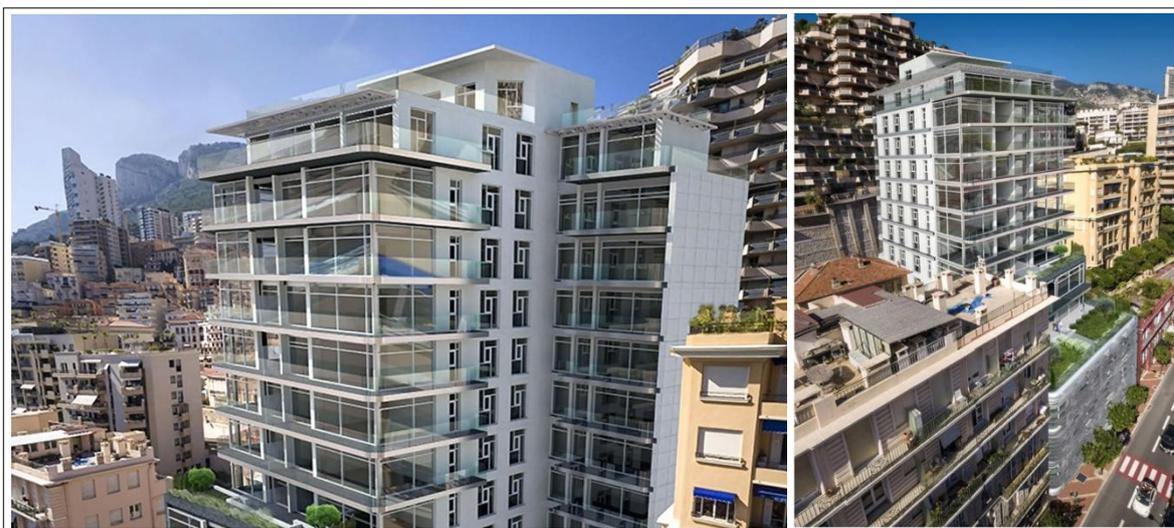


Figura 42: Vista dei serramenti scorrevoli da Rue Grimaldi, fonte 20

Di seguito verranno riportate delle piante architettoniche tipo, per comprendere la sistemazione dei parcheggi, dei vari locali e la differenza delle diverse tipologie di appartamento che troviamo tra i piani.

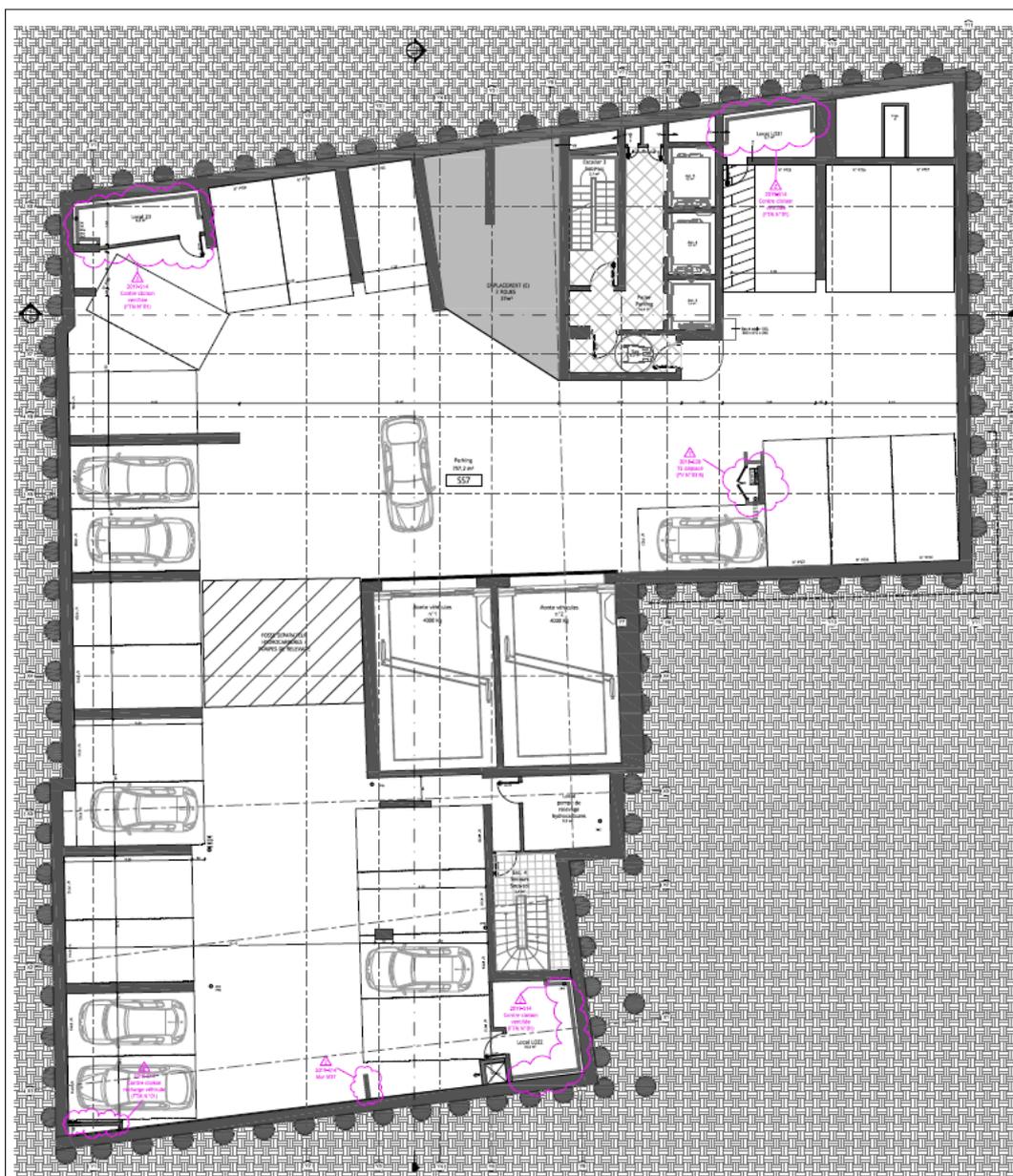


Figura 43: Pianta architettonica del settimo piano interrato

Questa è la pianta del settimo livello interrato che si ripete fino al secondo piano interrato (R-2). È una superficie di circa 1100 m² dove sono presenti 26 posti auto, due ascensori monta veicoli, 5 locali tecnici/cantine e zona di accesso agli ascensori (zona nord) e alle scale (zona sud e zona nord) per salire ai piani alti della struttura.

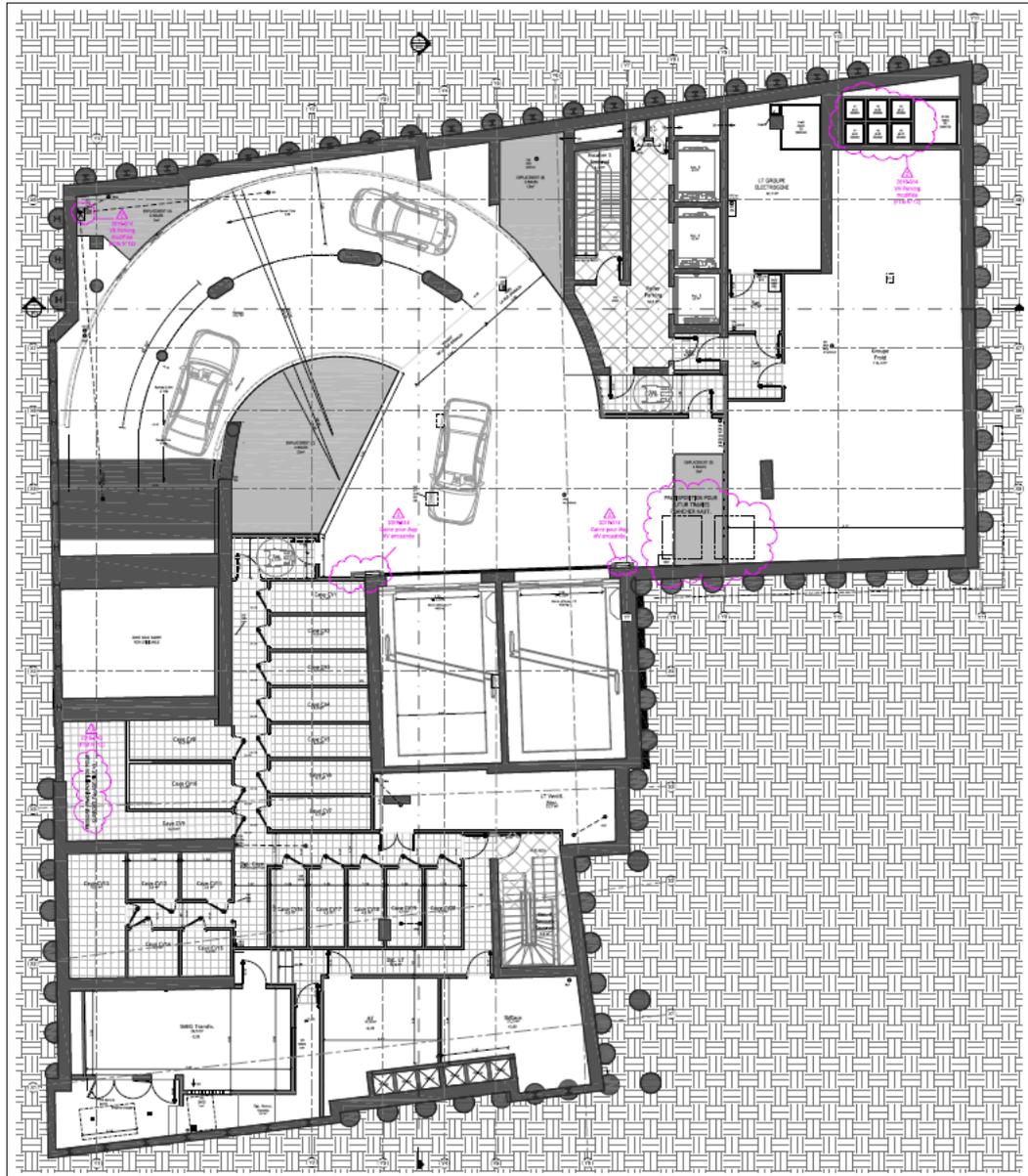


Figura 44: Pianta architettonica del primo piano interrato

In questa figura è rappresentata la pianta del primo piano interrato (R-1), piano di accesso ai parcheggi dei livelli inferiori, tramite ascensori monta veicoli (al centro della pianta) con capacità di carico di circa 3,5 tonnellate. In questo piano sono presenti i locali tecnici di tutte le opere di completamento tecnico che vanno a integrare la struttura dell'edificio.



Figura 45: Pianta architettonica, secondo livello (piano tipo per appartamenti di superficie monolocale)

Nella pianta del piano secondo vediamo l'inserimento di diversi monolocali con superficie che varia tra i 20 m² e i 40 m². In fase di progettazione è stato deciso questo tipo di soluzione, pensando alle migliaia di persone che giornalmente usufruiscono della città monegasca per poter lavorare. Nella zona nord dell'edificio, in alto a destra, sono, invece, stati inseriti degli spazi adibiti ad uffici. Questa tipologia di piano viene ripetuta fino al quarto piano, inserendo però al posto degli uffici, altri appartamenti. La zona commerciale, si trova al piano primo (R+1) e tutto il piano verrà utilizzato dalla vecchia banca che vi sorgeva.



Figura 46: Pianta architettonica, quinto piano (R+5)

Il piano quinto si presenta in maniera estremamente diversa rispetto ai piani inferiori, in quanto troviamo soltanto 2 monolocali con superficie molto simile di circa 60 m^2 , un trilocale nella zona nord di 156 m^2 e un appartamento che presenta 5 vani, di superficie di 320 m^2 con annessa terrazza, dove verrà inserita una spa e una cucina esterna e spazio giardino. La stessa pianta è ripetuta con medesima sistemazione dei locali anche al piano sesto (R+6), ad eccezione della terrazza.



Figura 47: Pianta architettonica, settimo piano (R+7)

Il settimo piano presenta una suddivisione della superficie con un monocale di 26 m², un bilocale di 98 m², un trilocale di 156 m² e un appartamento di 5 vani con annessa terrazza di 250 m². La stessa pianta è ripetuta con medesima sistemazione dei locali anche al piano ottavo (R+8) e al piano nono (R+9).



Figura 48: Pianta architettonica, decimo piano (R+10)

Nella pianta del decimo piano troviamo una ripartizione degli ambienti che si restringe. Qui sono presenti 4 tipologie di appartamento: un bilocale di 90 m², tre trilocali rispettivamente di 156 m², 140 m² e 145 m². Il disegno della struttura, in questo caso, è rivolto soprattutto a nuclei familiari numerosi, vista l'ampiezza delle superfici. La medesima pianta è ripetuta allo stesso modo anche all'undicesimo piano (R+11).

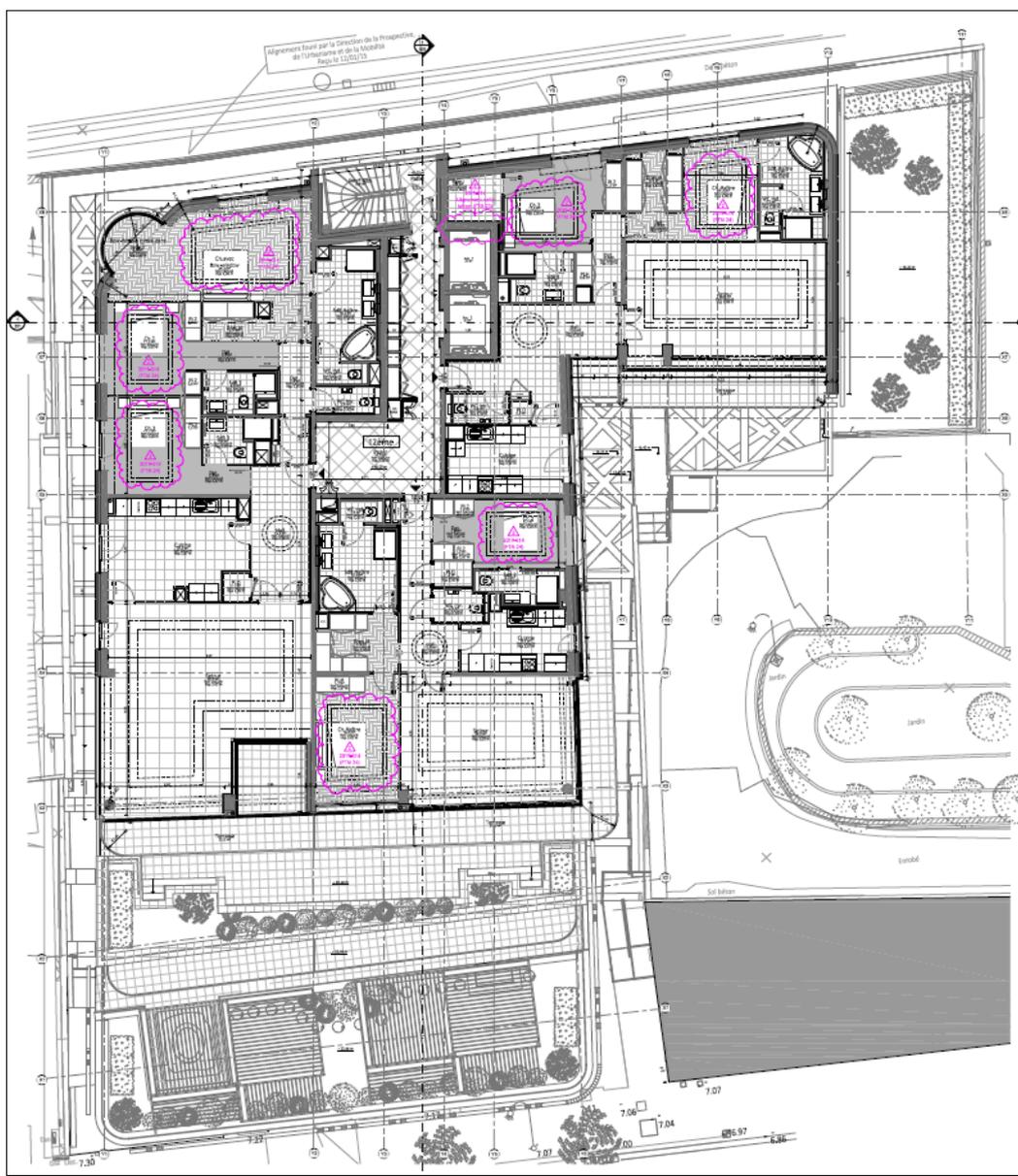


Figura 49: Pianta architettonica, dodicesimo piano (R+12)

Il dodicesimo piano presenta una suddivisione della superficie con un quadrilocale di 225 m² e due trilocali che insieme presentano una superficie di 310 m². La stessa pianta è ripetuta con medesima sistemazione dei locali anche al tredicesimo piano (R+13).

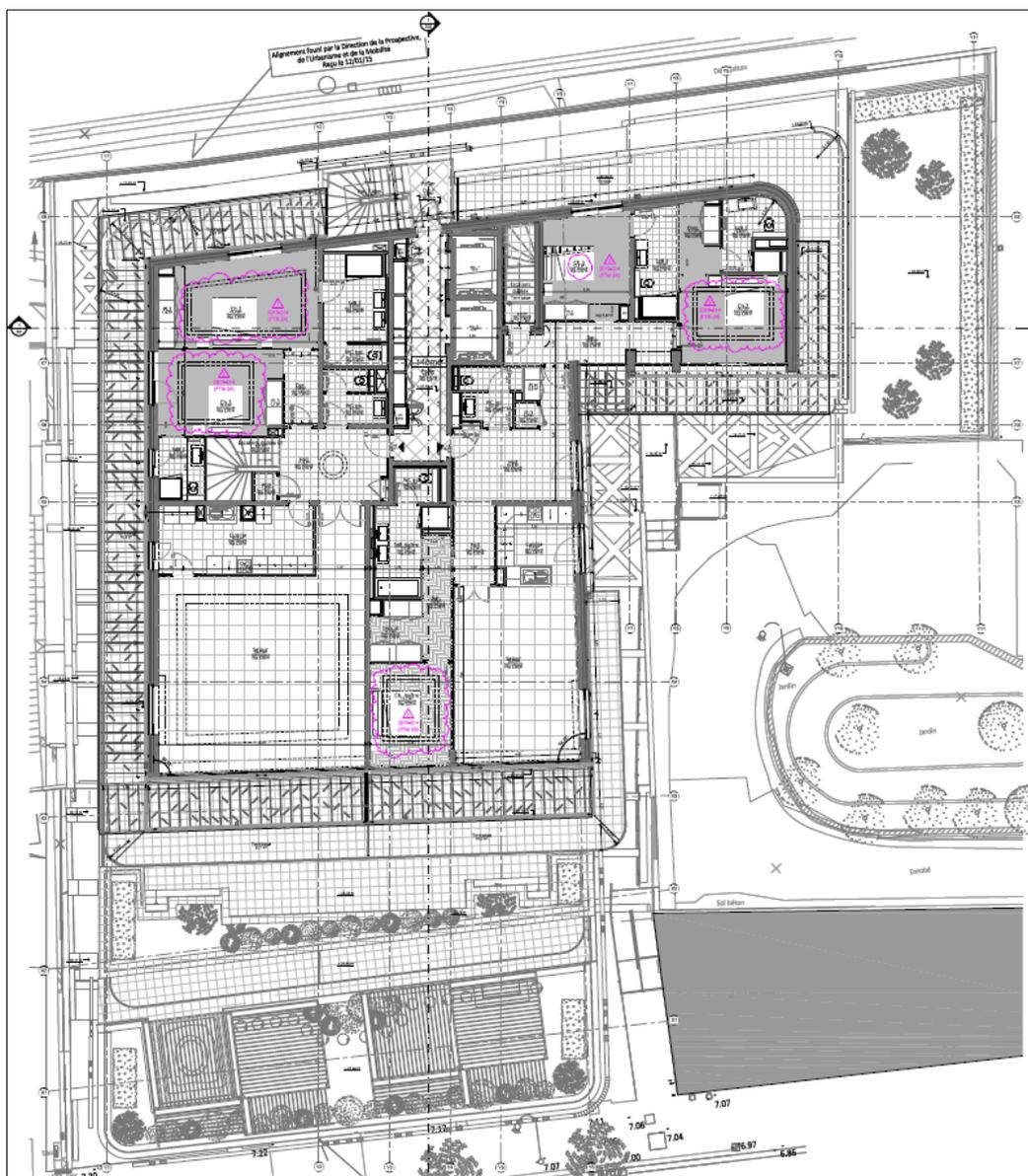


Figura 50: Pianta architettonica, quattordicesimo piano (R+14 duplex)

Infine, arriviamo all'ultima differente tipologia di appartamento o meglio la sola tipologia all'interno dell'edificio che si presenta sottoforma di duplex, ovvero due piani di sola unica e intera abitazione. Il piano R+14 è il piano più grande rispetto al successivo R+15 che si vede nella pagina seguente. Questo piano si presenta con una superficie di circa 550 m², nel quale vi sono 8 bagni, 1 soggiorno, 5 camere da letto e una cucina open space con annesso soggiorno.

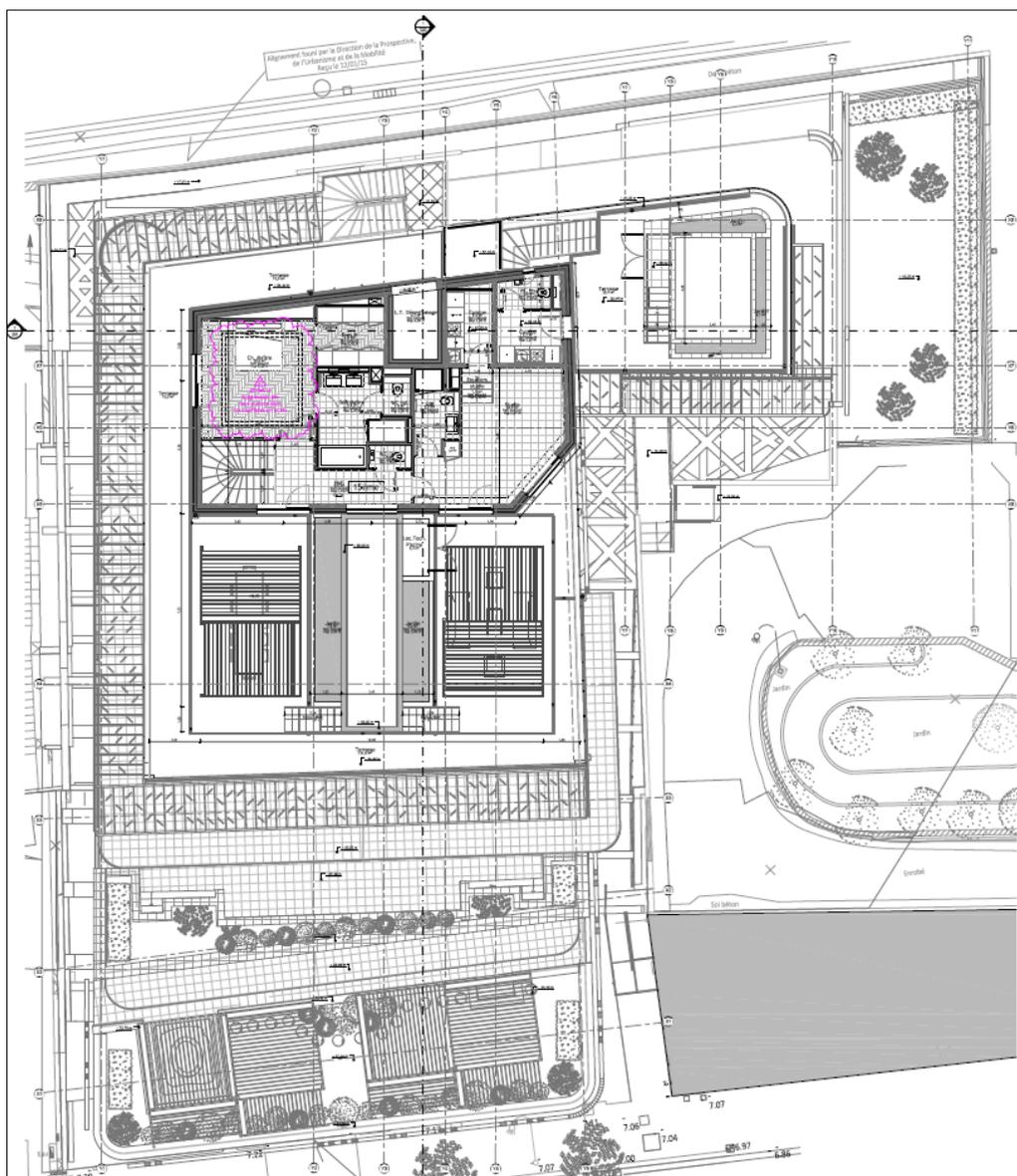


Figura 51: Pianta architettonica, quindicesimo piano (R+15 duplex)

L'ultimo piano, continuazione del quattordicesimo piano in duplex, è un piano molto particolare che presenta una camera da letto, 3 bagni, una cucina e uno studio personale. La parte della terrazza è la zona più ampia, dove sono collocate due piscine, una di queste di tipo jacuzzi e nella zona nord una parte di terrazza è dedicata alla vegetalizzazione (tetto giardino).

6.4.1 PROVE GEOTECNICHE

Prima di effettuare i disegni con le varie piante e le tecniche pensate, si sono effettuate le prove geotecniche che ci permettono di sapere che tipo di risposta ci da il terreno e se l'immobile pensato, con un peso di maggiore importanza rispetto al precedente, può essere realizzato. Tramite le prove geotecniche riusciamo a comprendere la storia del terreno, la sua "memoria" e le composizioni differenti del suolo, man mano che il terreno cambia con le sue stratigrafie. Una volta definite tutte le prove è facile distinguere la morfologia del terreno e capire, infine, se il terreno riesce a sopportare le sollecitazioni che si andranno a insediare.

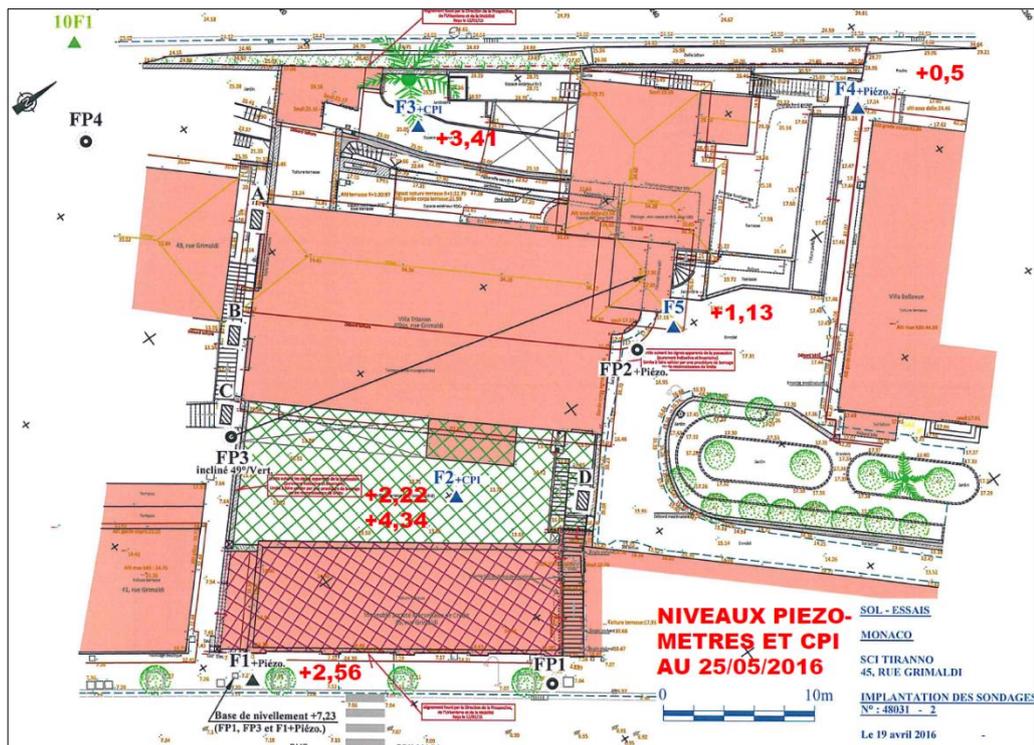
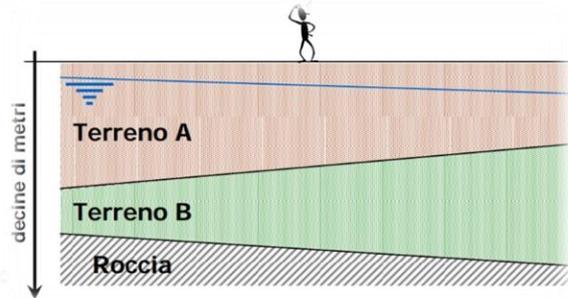


Figura 52: Planimetria che indica dove sono state fatti i fori per le prove di sondaggio in sito (F1, F2, F3, F4, F5)

Sono state effettuate diverse prove geotecniche, in questo caso delle prove di sondaggio in sito, che ci permettono di reperire attraverso dei provini indisturbati la vera natura del terreno sottostante e, quindi, di conoscere le proprietà fisiche e meccaniche. Queste prove hanno avuto una tempistica di quasi una settimana, in quanto sono stati effettuati diversi sondaggi con profondità differente che varia tra i 35 m e i 60 m, considerando che la media per effettuare un solo sondaggio di 50 m è di circa 2-3 giorni. Una volta effettuati questi fori, attraverso una macchina foratrice che ci permette di penetrare il terreno, vengono estrapolati diversi campioni di terreno che devono essere indisturbati per poter farli analizzare in laboratorio e avere delle risposte chiare della natura del terreno.

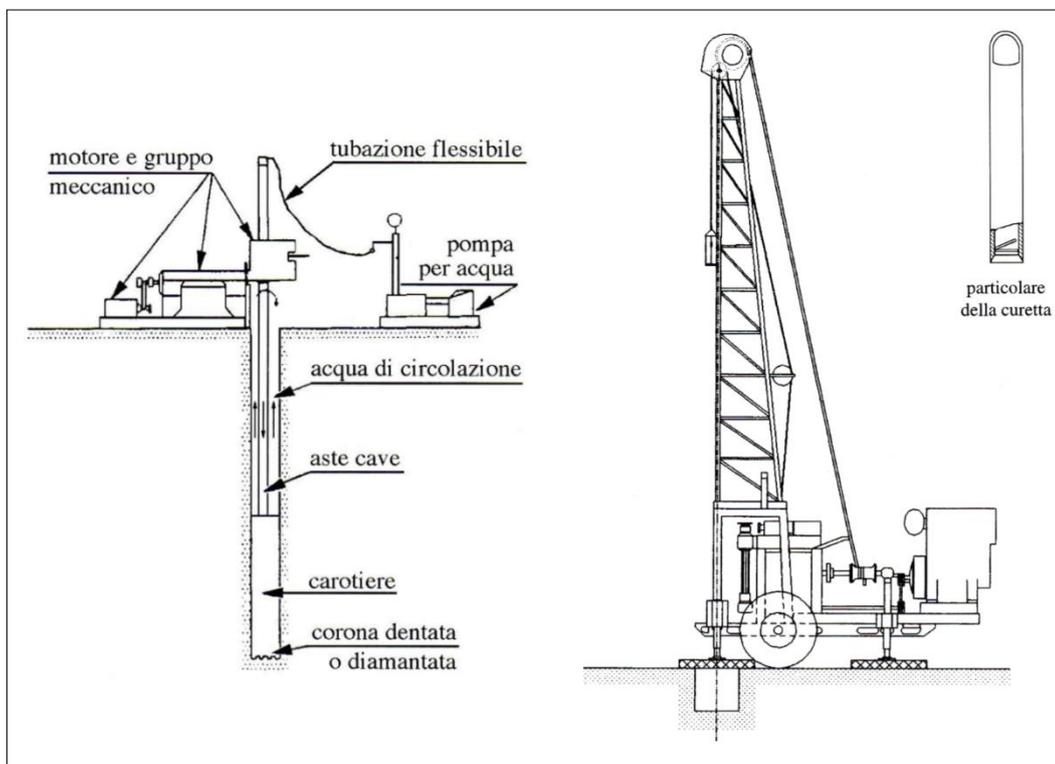


Figura 53: Esempi di attrezzatura per prove di sondaggio a rotazione (sinistra) e a percussione (destra), fonte 21

Di seguito verranno riportate delle schede ufficiali di alcuni dei fori analizzati riguardanti la diversa morfologia del terreno, delle prove granulometriche e dei

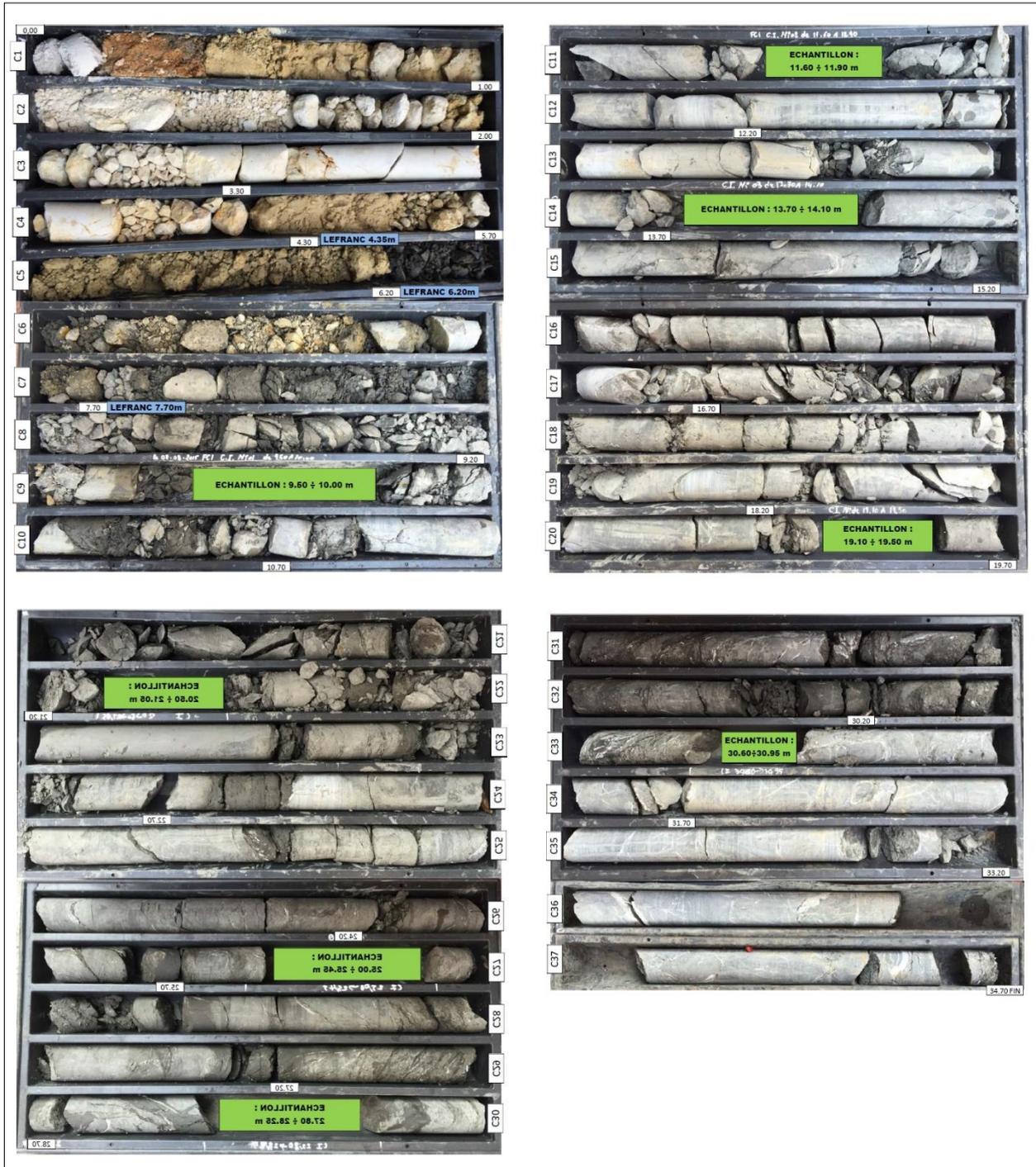


Figura 55: Foto dei campioni di terreno analizzati in laboratorio (Foro F1 fino a 34,70 m)

SOL-ESSAIS			460, Avenue Jean Perrin - 13851 AIX EN PROVENCE Cedex 3																		
ESSAIS DE LABORATOIRE			Tél. 04 42 39 74 85 - Télécopie 04 42 39 73 91																		
			MONACO (98) LE TRIANON 45, RUE GRIMALDI SE N°: 48031 Date : 01/09/2015																		
SONDAGES			IDENTIFICATION											ESSAIS MECANQUES							
N°	Prof.	Description géotechnique	Teneur en eau	Densité humide	Densité sèche	Densité des grains	Indice des vides	Degrés saturation	Valeur au bleu	Granulométrie	Liquidité	Plasticité	Ind. plasticité	Ind. consistance	Classification S. E. T. R. A	COMPRESSION SIMPLE	MODULE	CISAILEMENT	RECTILIGNE		
FC	METRES		W (%)	γ_h	γ_d	γ_s	e	Sr (%)			Wl (%)	Wp (%)	IP (%)	IC		Rc MPa	E MPa	C' MPa	ϕ °		
I	9,50	Marno-calcaire gris-foncé-noirâtre, ± compact, altéré, très fracturé notamment à 70°/H.	7,20	2,37	2,20		0,23	92													
	10,00																				
	11,60	Marno-calcaire grisâtre, compact.	5,60	2,47	2,34		0,16	98								19,7	3870				
	11,90																				
	13,70	Marno-calcaire grisâtre, ± compact, très fracturé à 70° et 90°/H.	7,80	2,40	2,23		0,21	99													
	14,10																				
	19,10	Marno-calcaire gris-foncé-noirâtre, ± compact, altéré, très fracturé.	10,5	2,31	2,09		0,29	97													
	19,50																				
	20,50	Argile limoneuse noirâtre, ± consistante, légèrement plastique, présence de nodules indurés.	18,0	2,07	1,75		0,54	90		+	50	22	28	1,14	A _{3m}						
	21,05		17,3	2,06	1,76		0,54	87										0,008	27		
	25,00	Marno-calcaire gris-foncé-noirâtre, ± compact, altéré, très fracturé notamment à 50°/H.	7,50	2,41	2,25		0,20	100													
25,45																					
27,80	Marno-calcaire gris-foncé, ± compact, très fracturé.	7,30	2,42	2,26		0,20	100														
28,25																					
30,50	Marno-calcaire à calcaire gris-foncé, compact, très fracturé notamment à 50°/H.	3,60	2,55	2,46		0,10	100														
30,95																					

Figura 56: Risultati della tipologia di terreno ritrovata

6.4.2 ASPETTI OPERATIVI DI CANTIERE

6.4.2.1 DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI IN CANTIERE

Vinci Construction è conosciuta per la sua attrazione verso i progetti complessi, il 45 Grimaldi non fa eccezione alla regola. Infatti, il programma del progetto, che riporta i bisogni del cliente, è stato definito e portato avanti senza alcun rischio, seppur il tempo requisito per effettuare la costruzione di questo colosso, è davvero molto breve. Inoltre, il progetto è chiuso in uno spazio ristretto, la mancanza di spazio è una delle principali problematiche operative che si sono riscontrate. La vicinanza con le abitazioni limitrofe non è molto d'aiuto, sia per la logistica di cantiere, che nelle pagine seguenti andremo ad analizzare, che per l'aspetto del terreno che è costantemente sottoposto a sollecitazioni, quindi potrebbe comportare ulteriore pericolo alla zona. Per questo motivo, per monitorare i cambiamenti e le risposte del terreno sono stati installati degli strumenti che captano i minimi movimenti del suolo, in modo da riuscire a comprendere ogni tipologia di problema che si potrebbe rilevare. A Nord e a Sud il progetto è delimitato da assi stradali molto frequentati; a Est e a Ovest si trovano edifici di civile abitazione. È pertanto necessario utilizzare ogni metro quadrato disponibile. Per poter stoccare e quindi immagazzinare il materiale, è stata gettata una piattaforma logistica e una mensola di 1,20 m a monte del cantiere.

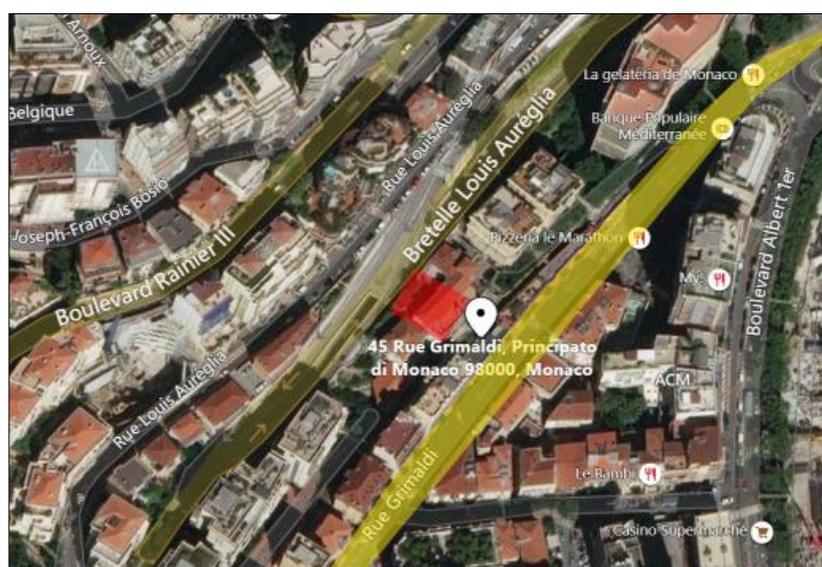


Figura 59: Viabilità con le stradi che circondano l'ambito di progetto

Il progetto realizzativo vede differenti parti operative che sono state effettuate subito dopo la demolizione del vecchio edificio che vi sorgeva. Sono stati effettuati:

- Demolizioni: 3200 m² di solaio + rivestimento acustico;
- Fondazioni speciali: 4308 ml di pali – 818 ml de micropali - 320 ml pareti chiodate - 371 ml tiranti provvisori – 1500 ml Tiranti di contenimento;
- Movimento terra: 30680 m³ – circa 1000 m² al suolo su 23 ml di altezza (Calcare fratturato/calcare);
- Muri controterra: 4920 m²;
- Opere murarie: 19376 m² Superficie Totale – 9832 m³ cemento (fuori parete) – 786560 kg acciaio.

Secondo l'Ordine di servizio, il tempo complessivo di esecuzione dell'operazione (opere strutturali e opere di completamento secondario) è di 48 mesi a decorrere dal 10 settembre 2017. Le differenti fasi inserite sul cronoprogramma dei lavori riguardano le seguenti attività:

- Opere di bonifica - Demolizione dell'edificio esistente: dal 03/07/2017 al 01/12/2017.



Figura 60 e 61: Opere di demolizione e bonifica del terreno, fonte Vinci Construction Monaco

- Fondazioni speciali: dal 13/12/2017 al 28/06/2018.

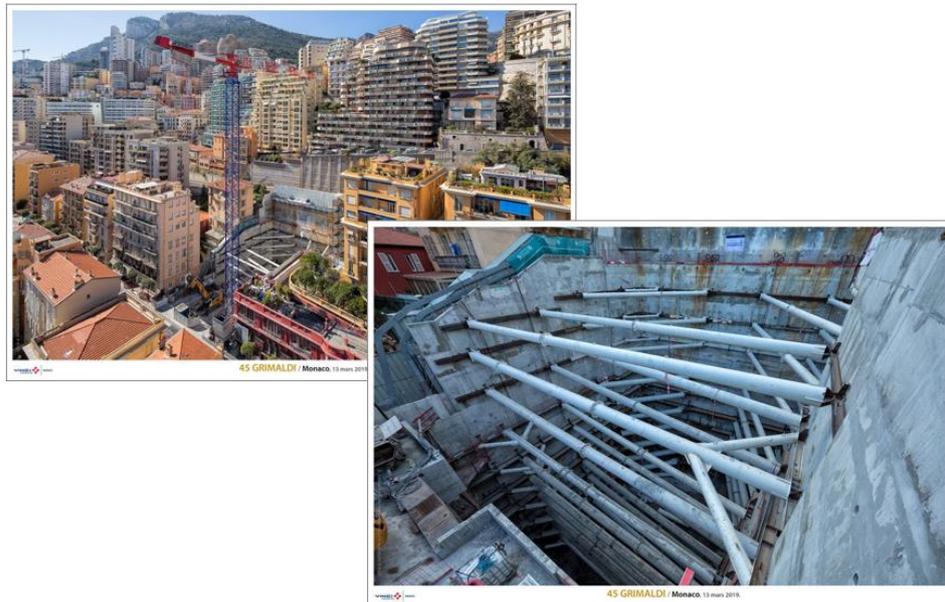


Figura 62 e 63: Installazione della platea – Punteroni di sostegno, fonte Vinci Construction Monaco

- Scavi - Movimento terra: dal 12/12/2017 a 02/2019.



Figura 64 e 65: Opere di scavo e movimento terra, fonte Vinci Construction Monaco

- Opere strutturali:
 - Opere in interrato: dal 21/03/2019 al 27/11/2019.
 - Opere in elevazione: dal 14/11/2019 al 13/10/2020.



Figura 66 e 67 Vista dei lavori in interrato e in elevazione, fonte Vinci Construction Monaco

- Opere di completamento secondario e tecnico: dal 01/12/2017 al 29/04/2021.



Figura 68 e 69: Vista delle opere secondarie del parcheggio – passaggio dei cavi elettrici prima del getto per il solaio, fonte Vinci Construction Monaco

- Consegna edificio completo: il 30/06/2021

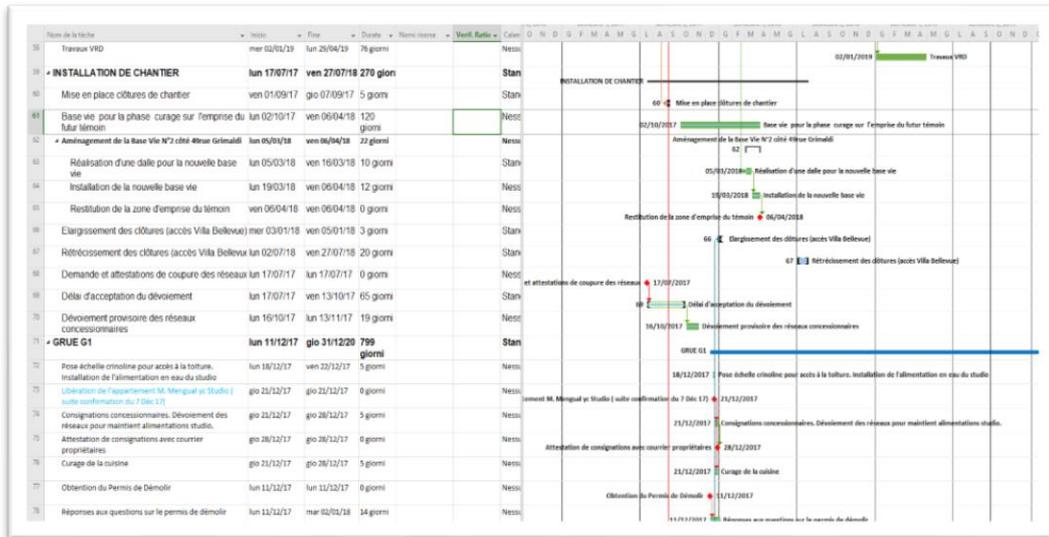


Figura 70: Stralcio del cronoprogramma delle lavorazioni del progetto 45 Grimaldi, fonte VCM

Libellé	Société	Logo
Entreprise générale	Vinci Construction Monaco	
Maîtrise d’Ouvrage	SEGOND IMMOBILIER Représentée par M. Éric SEGONG	
Assistance Maîtrise d’Ouvrage	ARTELIA	
Maître d’Œuvre	Cabinet ARCH	
Bureau d’Etude Structure	EXACT	
Bureau d’Etude Technique	BETEK	
Bureau de Contrôle	APAVE MONACO	
Etudes géotechniques	SOL ESSAIS	

Figura 71: Raffigurazione di tutte le aziende interessate alla realizzazione dell’opera, fonte VCM

6.4.2.2 ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE

Questa fase ci permette di avere una buona organizzazione per le lavorazioni da dover effettuare e si cerca di agevolare qualsiasi tipo di attività da dover fare grazie alla logistica dei vari spazi, rispettando costantemente le norme di sicurezza.

Il 45 Grimaldi è stato pensato come un cantiere che deve cambiare costantemente aspetto, vista la rapidità dei tempi a cui deve andare incontro. Come ogni altro tipo di cantiere che si evolve nel tempo, anche questo progetto cambia aspetto, avendo così diverse rappresentazioni del cantiere (layout) in base alle fasi e alle lavorazioni che si svolgono in un certo lasso periodo di tempo. Sono state selezionate delle fasi di organizzazione più salienti, che ci permettono di intuire a che punto si trova il cantiere e individuare la zona che si sta realizzando.

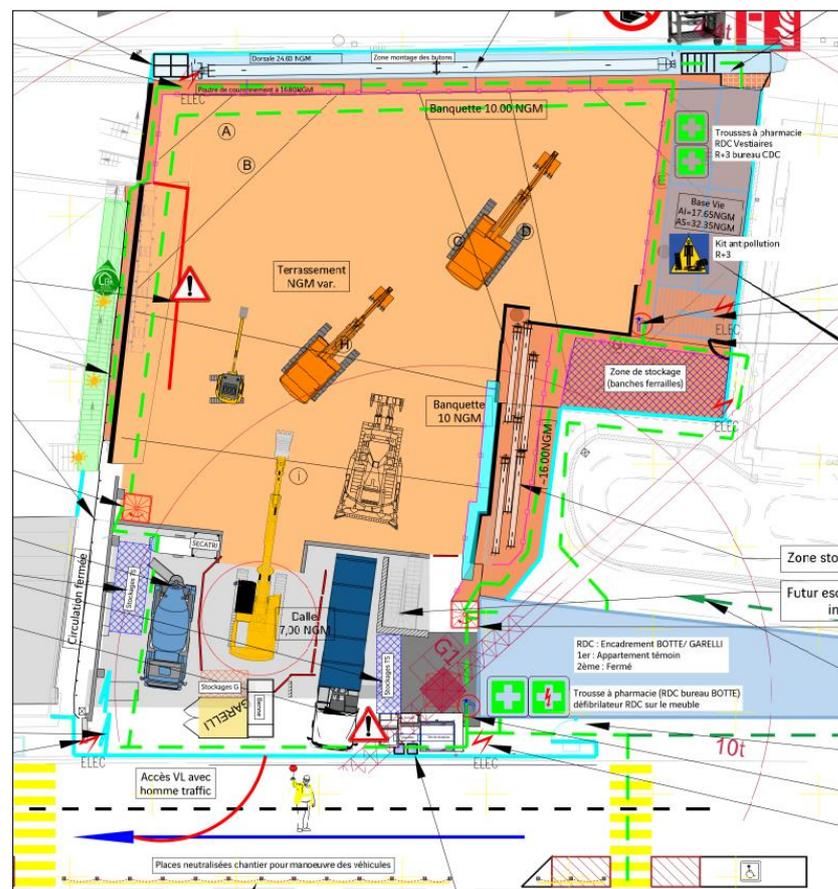


Figura 72: Layout di cantiere (fase 1), fonte VCM

del gruppo. Per il 45 Grimaldi avviene la stessa cosa, infatti nel layout di cantiere non troviamo più le baracche raffigurate e quindi gli uffici e le varie aree destinate agli operai, le troviamo al primo piano della struttura. L'accesso principale al cantiere avviene da Rue Grimaldi seguendo il percorso in rosso (che indica il percorso sicuro dove è possibile accedere senza dispositivi individuali di protezione) che ci farà da guida fino ai locali previsti per gli uffici o per gli spogliatoi. In questa fase non vi sono delle vere e proprie zone di stoccaggio, è appunto anche per questo motivo che si è deciso di adottare la metodologia del Lean Management. I camion con i materiali arrivano e successivamente stoccano all'interno della struttura già costruita. Il Lean andrà a gestire al meglio le zone di stoccaggio, monitorando e gestendo un cronoprogramma adatto a chi deve fornire il materiale, evitando intoppi e presenze di altri camion involontari.

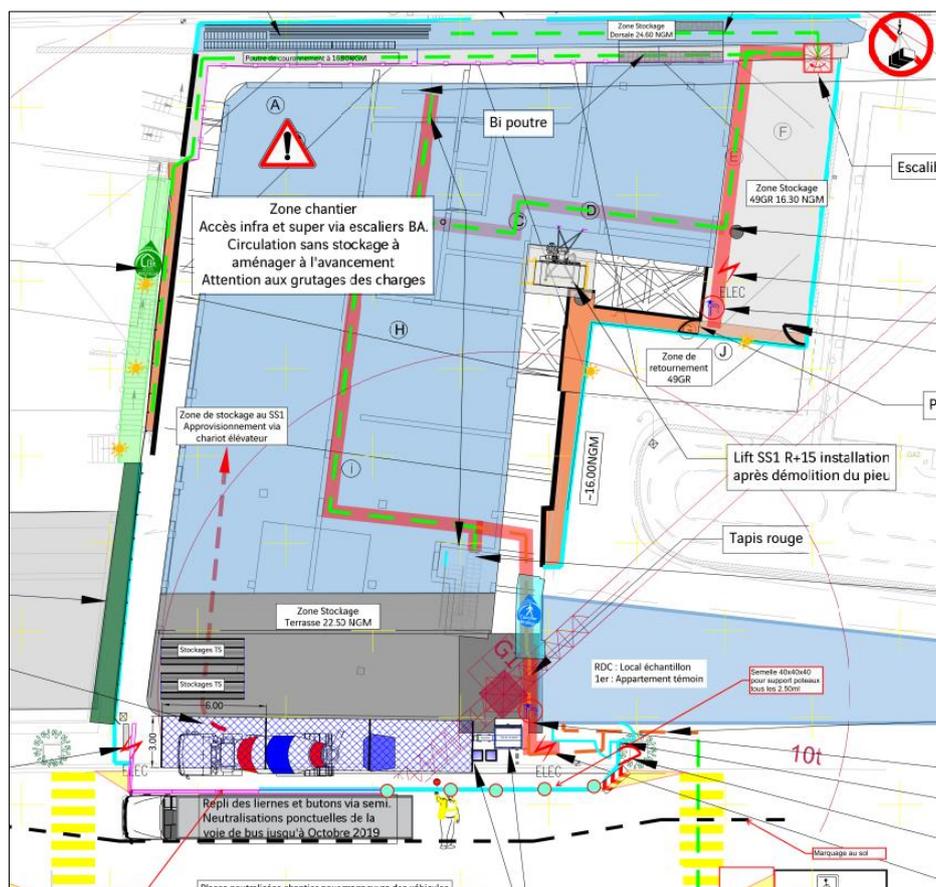


Figura 75: Layout di cantiere (fase 3), fonte VCM

Una volta seguito il percorso in rosso si arriverà, tramite le scale adiacenti alla gru, al piano primo (R+1). Da qui, continuando il percorso, è facile arrivare all'accesso degli uffici posizionati nella parte nord-est di questo piano. Si è optato per avere degli uffici openspace, poiché è una progettazione integrale quella che è stata affidata a Vinci. Ciò significa che oltre alla parte strutturale è stata affidata la progettazione e realizzazione di tutte le opere di completamento che ha bisogno l'edificio per renderlo fruibile. Tramite questa sistemazione è molto più facile collaborare con tutti i membri dell'equipe che hanno ruoli differenti. Nella parte del piano nord-ovest, è stata inserita una sala riunioni, torre di controllo dove verranno effettuate le riunioni del Lean Management ogni settimana per l'avanzamento dei lavori, visto il livello di dettaglio nel quale entra questo metodo. Le zone di stoccaggio, come si nota dallo spazio evidenziato in giallo, sono state inserite all'interno dello stesso edificio.

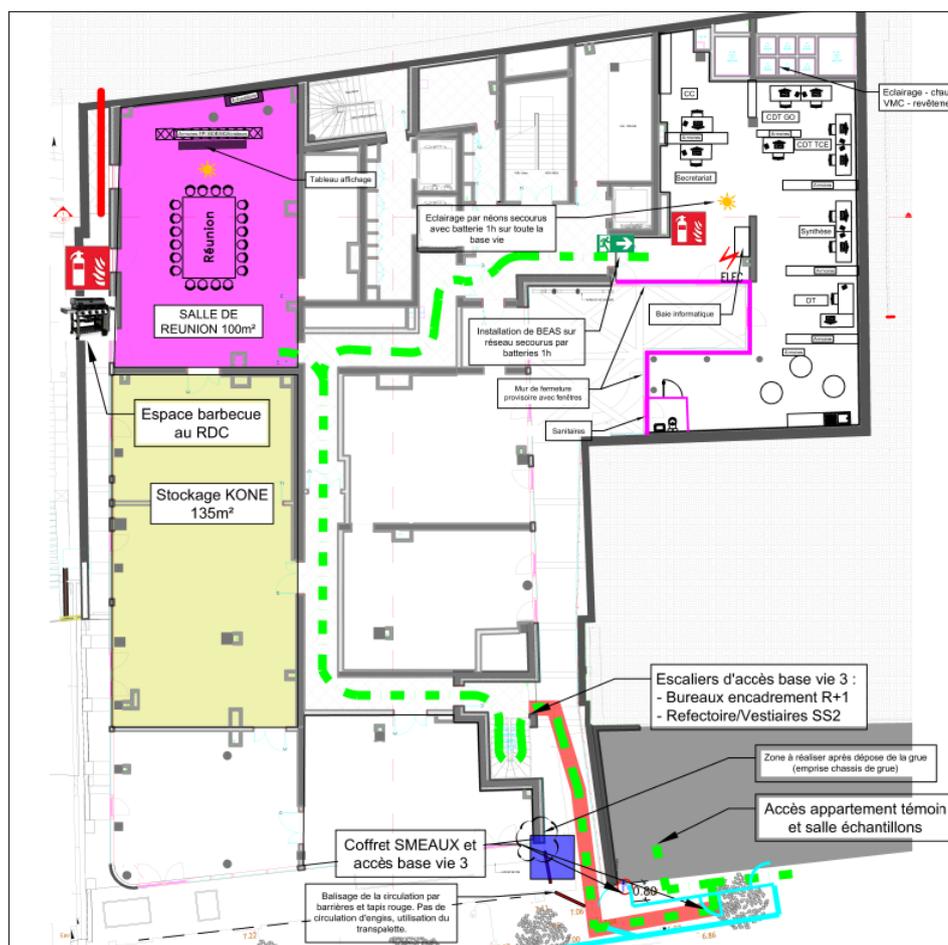


Figura 76: Sistemazione dei locali (piano R+1, fase 3), fonte VCM

Gli operai Vinci sono all'incirca 48, senza contare quelli che lavorano per altre aziende fornitrici. I locali per gli spogliatoi sono stati inseriti nella parte centrale di questo piano e li vediamo evidenziati in rosso tenue, da qui è possibile spostarsi nella zona del refettorio, dove gli stessi operai possono trascorrere momenti di pausa e/o di rinfresco. Nella zona in alto si è preferito inserire dei locali per i fornitori elettrici e fornitori idraulici, in modo da avere 12h al giorno la presenza di qualche esperto direttamente in cantiere, vista la complessità dell'opera da dover realizzare.

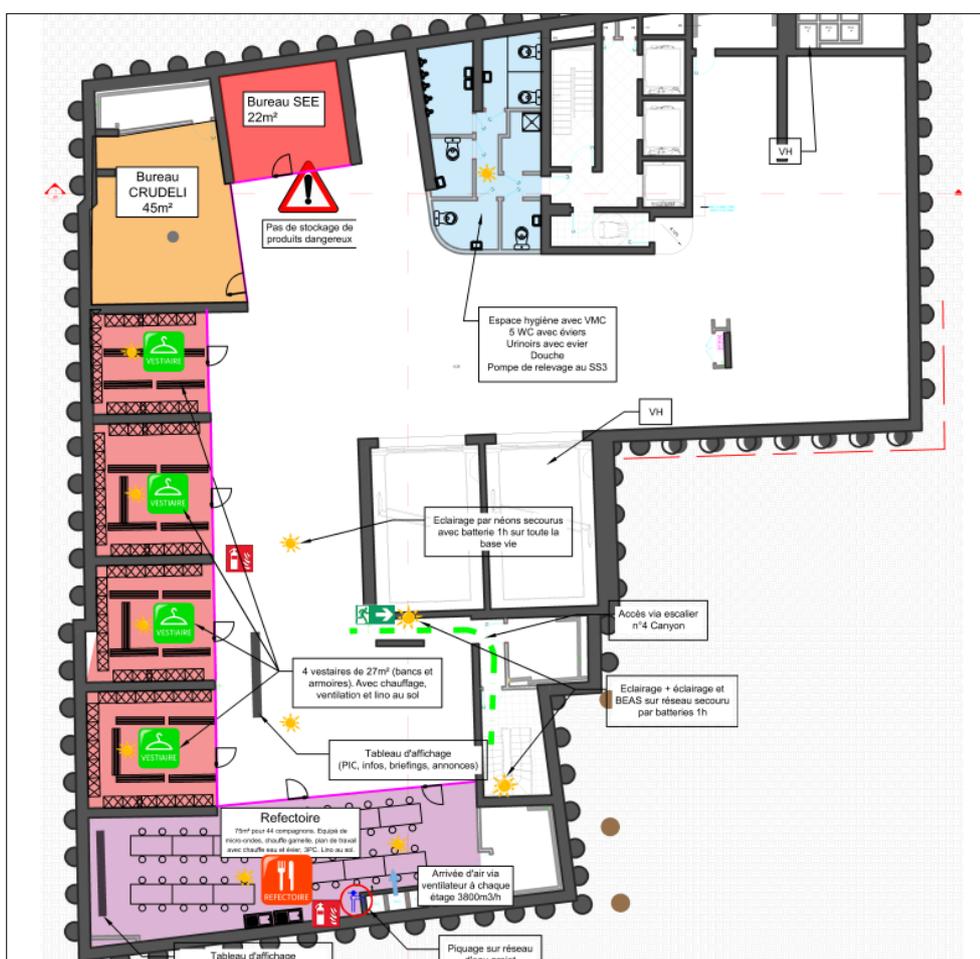


Figura 77: Sistemazione dei locali (piano R-2, fase 3), fonte VCM

6.4.2.3 CONTROLLO QUALITÀ DELLE LAVORAZIONI

Vista la configurazione e la logistica di cantiere che vi è in questo momento (Layout fase 3), per visualizzare l'andamento delle lavorazioni e avere un occhio sempre puntato sul cantiere 24h/24h, si è deciso di installare una microcamera che riesce a riportare tutto quello che avviene in cantiere e, quindi, avere un primo controllo qualitativo delle squadre di lavoro e di tutto quello che avviene sulla superficie in oggetto, stando comodi anche dalla postazione degli uffici. Questo tipo di installazione permette di avere anche un primo riscontro da parte del cliente che può effettivamente monitorare il suo cantiere, quindi vedere in che stato si trova, in qualsiasi momento della giornata. La microcamera installata è collegata a un server che a sua volta è legato al sito web dell'impresa e riesce a scattare una foto ogni 15/20 minuti, così da avere chiaro cosa succede in ogni lasso di tempo. Di seguito vengono riportate delle sequenze fotografiche che ci permettono di individuare le fasi di realizzazione e l'avanzamento delle lavorazioni operative che si effettuano passo dopo passo.



Figura 78: Fotografia del 27 ottobre 2019 (ore 19:58) – Realizzazione Piano primo, fonte Vinci Construction Monaco

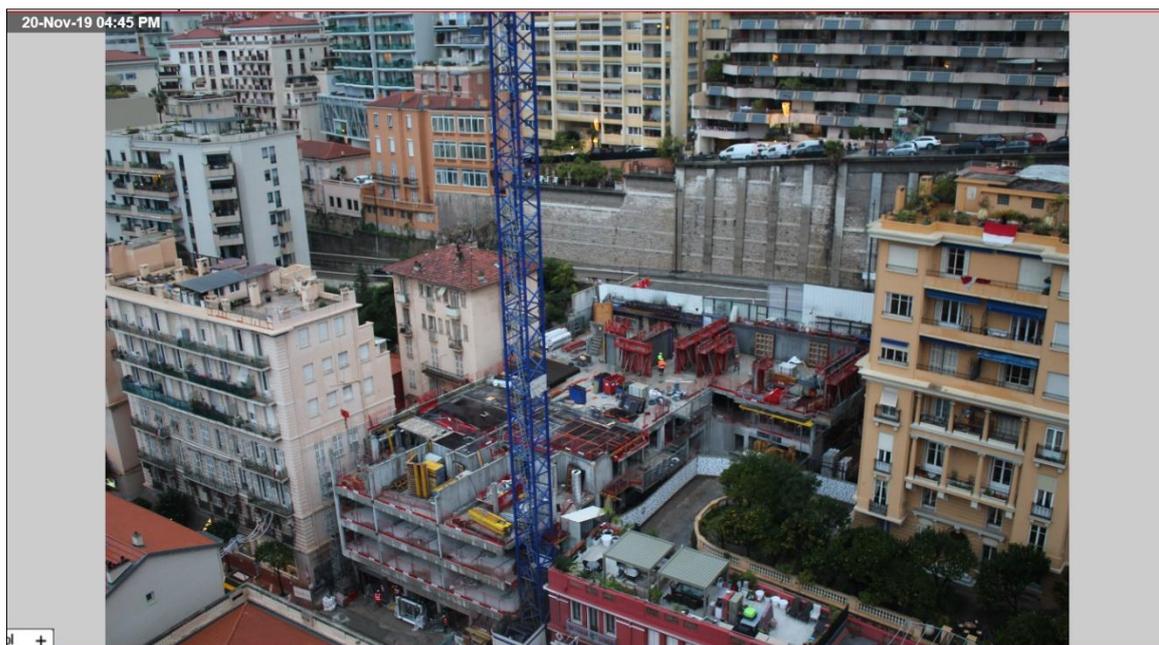


Figura 79: Fotografia del 20 novembre 2019 (ore 16:45) - Realizzazione Piano terzo e inizio piano quarto, fonte Vinci Construction Monaco



Figura 80: Fotografia del 20 dicembre 2019 (ore 10:40) - Realizzazione Piano quinto e inizio piano sesto, fonte Vinci Construction Monaco



Figura 81: Fotografia del 30 gennaio 2020 (ore 13:20) Realizzazione Piano ottavo e inizio piano nono, fonte Vinci Construction Monaco



Figura 82: Fotografia del 3 marzo 2020 (ore 08:40) Realizzazione Piano undicesimo e inizio piano dodicesimo, fonte Vinci Construction Monaco

Come già ribadito, il 45GR è un'opera destinata alla realizzazione di appartamenti di lusso su quasi tutti i piani della struttura e ogni dettaglio può fare la differenza. In questo cantiere, durante le fasi di realizzazione, vista la qualità estrema che bisogna rendere al cliente, si effettuano appunto, dei controlli di verifica di tutte le lavorazioni che vengono effettuate in maniera continua. L'impresa esecutrice Vinci Construction, in tutti i progetti che realizza, come anche in questo, effettua delle verifiche tramite delle schede di riferimento che ci aiutano durante tutte le fasi di operabilità della struttura, a capire e a vedere in maniera imminente quelli che possono essere i problemi o semplicemente a rimarcare le lavorazioni eseguite in maniera corretta ed esaustiva.

Le schede qualitative che si realizzano sono di due tipi:

- Fiche de contrôle (FDC);
- Fiche de non-conformité (FNC).

La prima tipologia di documento sottolinea, una volta fatti i controlli di una certa lavorazione effettuata, che gli stessi lavori che sono stati fatti dall'equipe in cantiere, sono stati effettuati in maniera corretta. Questo documento è una sorta di documentazione che attesta, quindi, che i controlli sono stati eseguiti correttamente. La seconda tipologia di scheda, si effettua subito dopo la prima, ma solo se si sono evidenziati dei problemi durante la fase di controllo. Questo significa che si andrà a sottoscrivere un documento di Fiche de non conformité (Documento di non conformità della lavorazioni) quando le lavorazioni sono state eseguite in maniera non conforme al piano esecutivo in base alla lavorazione che si fa a controllare.

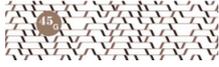
Ogni documento verrà verificato e visualizzato da tutte le aziende che collaborano al progetto, in modo da conoscere, in maniera reale, quelli che sono gli avanzamenti dell'opera in fase di realizzazione e quelli, che, invece, sono i problemi riscontrati e quindi argomento da rivedere nelle riunioni settimanali, qualora ci sia bisogno di consultazioni specialistiche e/o progettuali. Ciascuna scheda di controllo viene codificata, andando a inserire le seguenti informazioni:

- Data di avvenuto controllo;
- Codice del progetto sul quale si effettuano le verifiche qualitative;
- Lavorazione a cui si riferisce;
- Tipo di fase (se fase esecutiva o preliminare di progetto)
- Tipo di documento (FDC o FNC)
- Azienda che emette i controlli di verifica;
- Numero del documento codificato;
- Indice (che indica quante volte lo stesso documento è stato ripreso o modificato)
- Titolo che spiega la lavorazione verificata;

Queste informazioni vengono riportate, in modo da avere sempre sotto controllo ogni verifica effettuata e quindi poterla reperire e consultare in maniera imminente ogni qualvolta si vuole. Questi tipi di documenti, successivamente, vengono sottoscritti dall'ingegnere che ha operato i controlli e/o dal supervisore responsabile che attesta quanto descritto dal documento.

45/45Bis rue Grimaldi - PRINCEAUTE DE MONACO
ENSEMBLE IMMOBILIER

SCI TIRANNO - 45 RUE GRIMALDI
CONSTRUCTION D'UN ENSEMBLE IMMOBILIER
A USAGE MIXTE (LOGEMENTS/BUREAUX)



MAITRE D'OUVRAGE

SCI TIRANNO
Représenté par
Mr. Eric SEGOND
Gérant

17, boulevard de Suisse
98000 Monaco

Tel : +33(7) 92 05 35 77
Fax : +33(7) 92 05 35 78
E-mail : eric@lebaudun.com

ASSISTANT MAITRE D'OUVRAGE

Artelia

8, rue Saffroy Raymond
98000 Monaco

Tel : +33(7) 97 25 65
E-mail : laure.de.garab@artelia.com

ARCHITECTE DE CONCEPTION MAITRE D'OEUVRE

Agence ARCH - F.GENIN

8, rue Saffroy Raymond
98000 Monaco

Tel : +33(7) 92 05 94 44
Fax : +33(7) 92 05 66 76
E-mail : agence@archmonaco.net

BUREAU STRUCTURES

EXACT MONACO
4, rue des Ombres
MC 98000 Monaco

Tel : +33(7) 97 77 16 52
E-mail : contact@exact-monaco.com

BUREAU D'ETUDES TECHNIQUES

ESTERIS
"Les Jaurandres" Bloc 4
5, allée Guillaume Apollinaire
MC 98000 Monaco

Tel : +33(7) 93 25 18 69
Fax : +33(7) 97 77 89 60
E-mail : l.silvan@esteris-ingenierie.mc

BUREAU DE CONTROLE

opave
"Le Rue Fleuret"
1, rue de TENAO
MC 98000 Monaco

Tel : +33(7) 92 25 47 19
Fax : +33(7) 92 50 41 70
E-mail : monaco@opave.com

Date	Fiche de non-conformité – Réservations du					N° du document
20/11/19	PH R03					0023
Code d'office	Niveau	Lot	Phase	Type	Emetteur	Indice
45GR	R03	02	EXE	FNC	VCM	A

45B SCI TIRANNO - 45 RUE GRIMALDI
45 rue Grimaldi - PRINCEAUTE DE MONACO

FNC
Lot 1/02 - Gros oeuvre
Indice A du 20/11/19

TABLEAU DE SUIVI DES MODIFICATIONS DU DOCUMENT

Indice	Date	Modifications	Etat	Validé	Remarque
A	20/11/19	Première diffusion	LBO	TTO	

N° DE RESERVATIONS NON CONFORMES
8

NON REALISEE
4

NON CONFORMES AU PLAN COFFRAGE
4

A REALISER
1

Figura 83: Esempio del frontespizio del documento di controllo, fonte VCM

Durante questi mesi di lavoro, presso il cantiere monegasco, io stesso ho potuto toccare con mano tutte le fasi che portano fino ai controlli qualitativi delle opere e soo riuscito a dare un contributo attivo, migliorando le schede di riferimento sopra descritte. La miglioria apportata, integra le schede con l'aggiunta di una vista 3D che ci fa intuire in maniera imminente se le lavorazioni decise in fase di progettazione, quindi descritte sul modello tridimensionale dell'opera, vengono realizzate in maniera corretta o no. Tramite questo inserimento e tramite le foto delle realizzazioni effettuate è di facile comprensione al lettore, capire quelli che possono essere i problemi riscontrati.

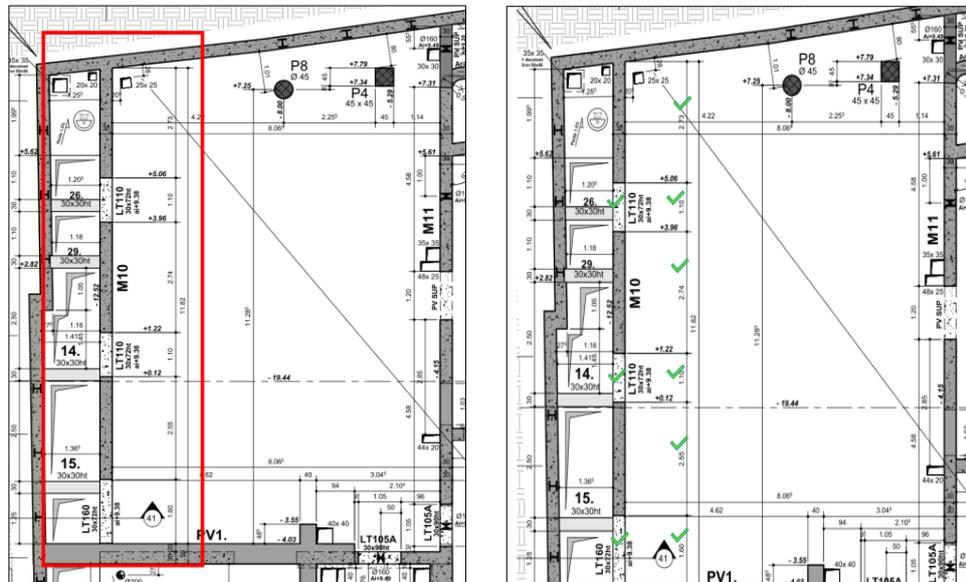


Figura 84: Esempio di alcuni controlli presi da una FDC, fonte VCM

TRAIT-NC		FICHE DE TRAITEMENT DE NON-CONFORMITE	
CHANTIER: 45G	ETABLIE PAR: LBO	DATE: 20/11/2019	FICHE NC N°: 0021
DESCRIPTION DE LA NON-CONFORMITE			
OUVRAGE CONCERNE: Mur NP - Coté Mur M1_R02		DOCUMENT(S) DE REFERENCE(S): 45GR-PH R+2-02-EXE-COF-VCM-0120-D (Dernier INDICE)	
<p>Plan Coffrage: Au 26/09/19 conforme à la maquette 3D</p>	<p>Vue maquette 3D: Au 05/08/19 Correct</p>	<p>Photo des réalisations :</p>	
<p>DESCRIPTION DES MESURES DE REPARATION OU D'INTERVENTION :</p> <p>La réservation sur la photo ne correspond pas au niveau de la hauteur mentionnée sur le plan exécutif. Elle a été placée à une ai+15.62m. La réservation doit être positionnée à une ai+15.78m.</p>		<p>ANALYSE DE CAUSES :</p> <p>Erreur d'exécution; mauvaise position.</p>	
		<p>A REALISER : (dashed yellow box)</p> <p>REALISEE : (solid red box)</p>	

Figura 85: Esempio di FNC che evidenzia un problema in fase di realizzazione, fonte VCM

6.4.3 REALIZZAZIONE DEL TÉMOIN

Témoin in francese significa “Testimone”. Durante le fasi di realizzazione dell’edificio, nei pressi della zona di cantiere si è realizzato, appunto, il “Témoin Logement”, cioè il testimone dell’appartamento. Questa idea del realizzare un modello di appartamento prima che effettivamente il cantiere prenda forma, nasce dal fatto di volersi confrontare in scala 1:1 con tutti i materiali selezionati in fase di studio di progettazione e quindi capire come effettivamente saranno gli appartamenti che il cantiere ospiterà nella sua struttura. Questa realizzazione permette, altresì, di potersi confrontare giornalmente con tutti i fornitori, capire le tecniche da dover utilizzare e far vedere al cliente (che vuole acquistare un appartamento) come sarà da lì a qualche mese la tipologia di appartamento sulla quale decide di investire. Con questa metodologia di lavoro, si riesce a vedere chiaramente cosa si sta realizzando e cosa importantissima e a toccare con mano i materiali selezionati già posati in opera.

Il 45 Grimaldi è un edificio di appartamenti extra luxe, dove ogni minima lavorazione è stata pensata per le esigenze e i bisogni delle persone che usufruiranno degli stessi. Di seguito vengono riportate delle immagini fotografiche dell'appartamento realizzato ancora prima che l'opera abbia preso forma. L'appartamento in questione è di tipologia bilocale; tutte le altre tipologie di appartamenti presenti nella struttura rispetteranno gli stessi materiali e le stesse finiture.

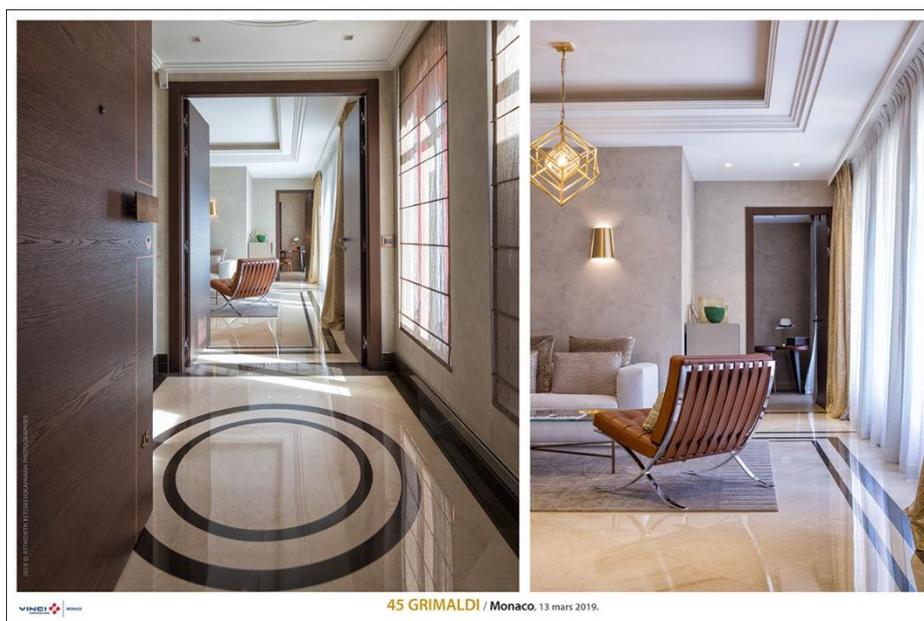


Figura 86: Vista dell'ingresso-Living room, fonte Vinci Construction Monaco



Figura 87: Vista Living room, fonte Vinci Construction Monaco

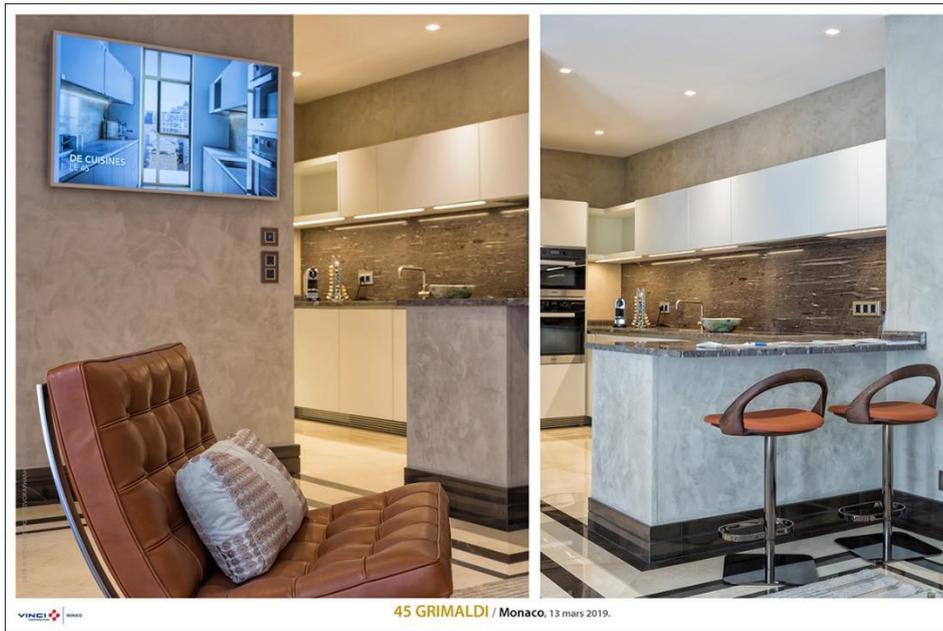


Figura 88: Vista della cucina, fonte Vinci Construction Monaco

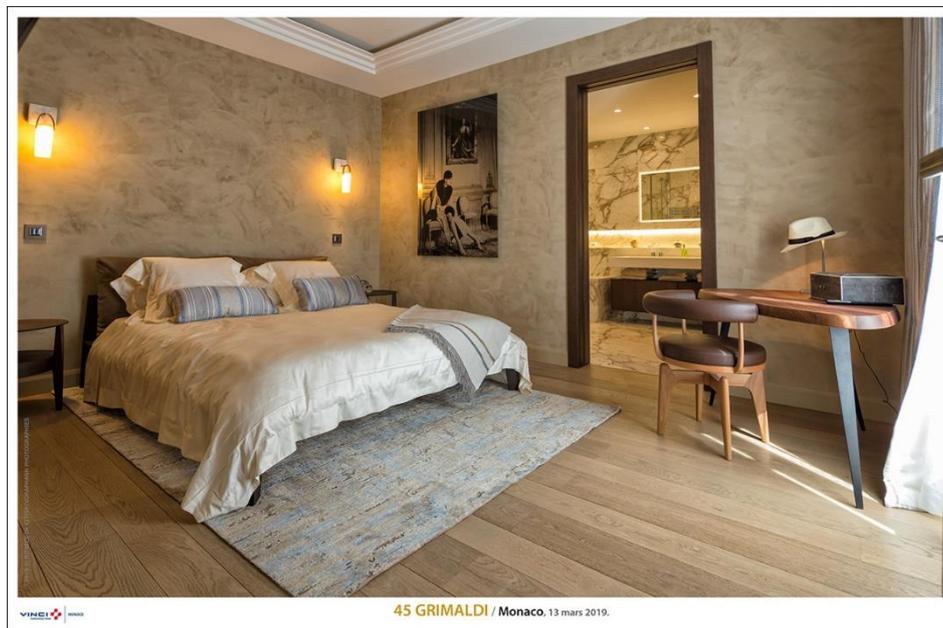


Figura 89: Vista della camera matrimoniale con bagno privato, fonte Vinci Construction Monaco

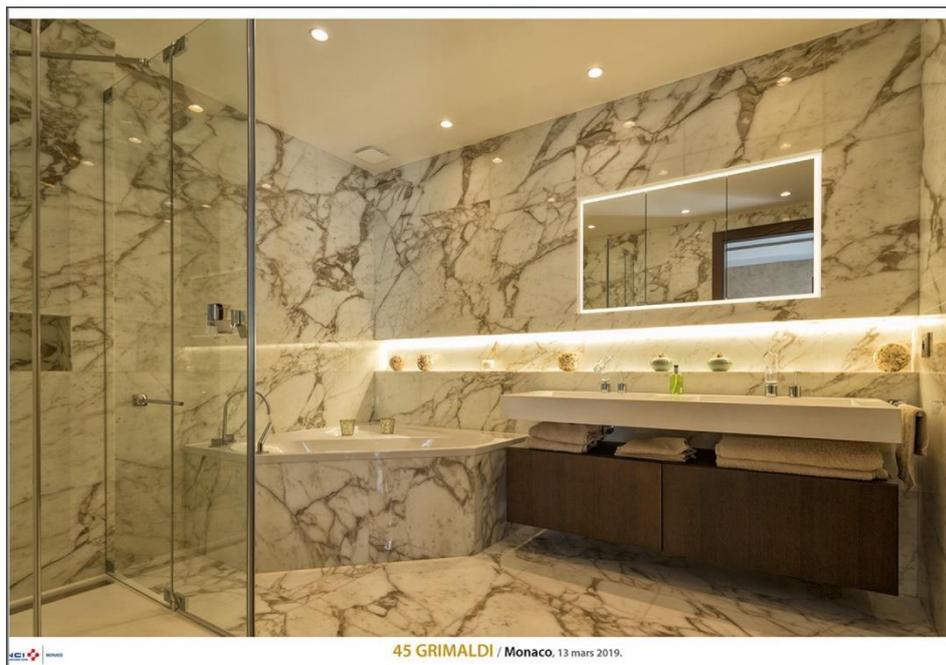


Figura 90: Vista della sala da bagno, fonte Vinci Construction Monaco

6.4.4 IL BIM DEL PROGETTO

Il BIM (Building Information Modeling) o modellizzazione delle informazioni (o dati) dell'edificio, è un metodo di progettazione e di condivisione di modelli numerici e parametrici 3D, che contengono informazioni relative all'opera che si sta progettando. Lo scopo di questa metodologia è quella di condividere tutte le informazioni durante le lavorazioni di una certa realizzazione e riuscire a tenere questi dati fino alla fine di tutti i processi, per poterli successivamente, in altre fasi, consultare in maniera rapida. Attraverso questo sistema di progettazione, che è una rappresentazione numerica di tutte le caratteristiche fisiche e funzionali di un edificio, si riesce a capire quali sono tutti gli elementi che compongono lo stesso, in maniera istantanea.

Per agevolare gli scambi dei dati e riuscire ad avere una collaborazione di tutti gli attori della progettazione e per comprendere la sistemazione e la posizione di ogni elemento strutturale e non, durante le fasi di realizzazione del 45 Grimaldi si utilizza questo tipo di strumentazione digitalizzata.

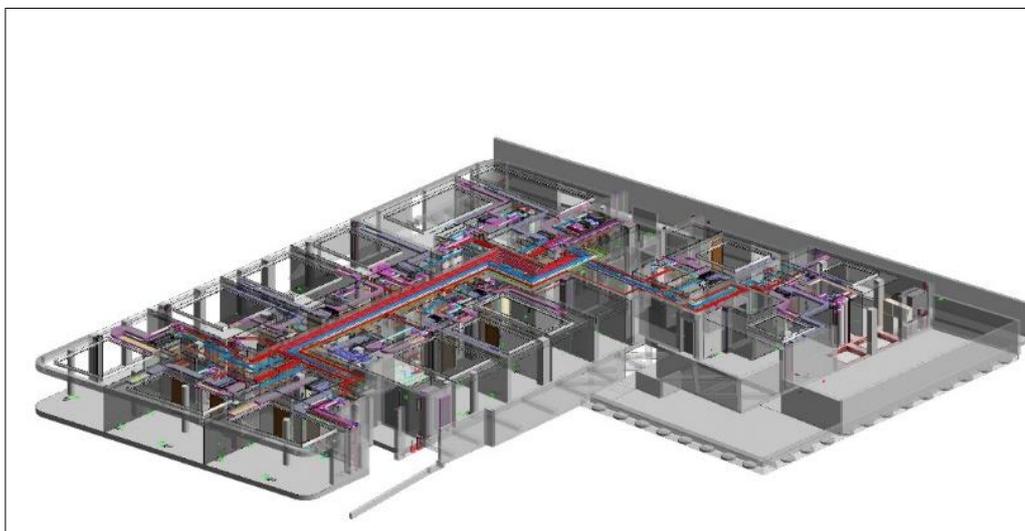


Figura 91: Vista 3D di uno dei piani dell'edificio, fonte VCM

Figura 90: Vista complessiva della costruzione 3D dell'edificio, fonte VCM

Da qualche anno, il BIM è divenuto obbligatorio per i nuovi progetti di costruzione da effettuare nel Principato di Monaco e per questo motivo anche il progetto di Vinci Construction è stato modellizzato. Lo stesso, in seguito, verrà inserito in quella che è la “maquette 3D” di tutto il Principato, proprio per conoscere ogni edificio presente in zona e agevolare a sua volta il permesso di costruzione.



A Monaco, infatti, l'ente che gestisce le domande di autorizzazione a costruire e/o demolire è la DPUM (Direzione della Prospettiva, dell'Urbanistica e della

Mobilità). Dal 2012 l'elenco dei documenti del fascicolo di richiesta di lavori è stato modificato. Infatti, nell'allegato 4 del fascicolo di domanda di permesso di costruzione, si ritrova all'articolo 9, corrispondente ai documenti che consentono di valutare l'inserimento del progetto nel suo ambiente, la domanda di documento seguente: « *une maquette numérique 3D modélisée au niveau architectural, représentant l'enveloppe extérieure des constructions projetées (superstructures, infrastructures et position des éventuels tirants) avec textures associées, ainsi qu'une maquette numérique 3D simplifiée, destinée à être insérée dans la maquette numérique 3D de la Principauté* ». Il documento monegasco che è riportato in lingua originale, in italiano e afferma che: « *un modello digitale 3D modellato a livello architettonico, che rappresenta l'involucro esterno delle costruzioni progettate (sovrastutture, infrastrutture e posizione degli eventuali tiranti) con texture associate, nonché un modello digitale 3D semplificato, destinata ad essere inserita nel modello digitale 3D del Principato*».

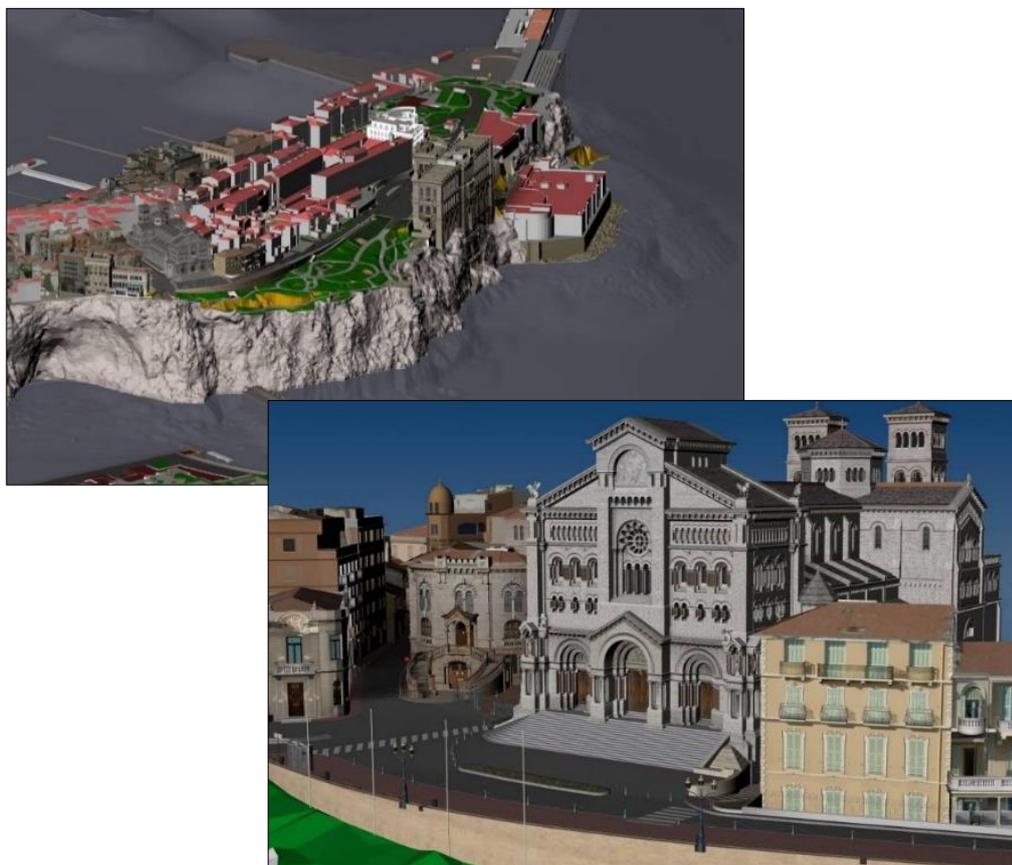


Figura 92: Vista del 3D numerico di Monaco, fonte 30

Per il progetto 45 Grimaldi, il protocollo BIM stabilisce che il software che deve essere utilizzato è Revit nella sua versione 2017. Poiché questi software non sono in genere compatibili con i precedenti, è importante che ogni azienda che collabora alla riuscita dello stesso progetto, utilizzi la stessa versione. Per quanto riguarda la condivisione dei modelli BIM, essa avviene tramite la piattaforma ConjectPM o tramite la piattaforma Autodesk BIM 360 TEAM.

Di seguito verranno riportate alcune viste dell'edificio per comprendere la tecnologia dei materiali e avere una visione generale della struttura e degli ambienti interni.



Figura 93 e 94:

**Viste sud-est e sud-ovest dell'edificio,
fonte VCM**

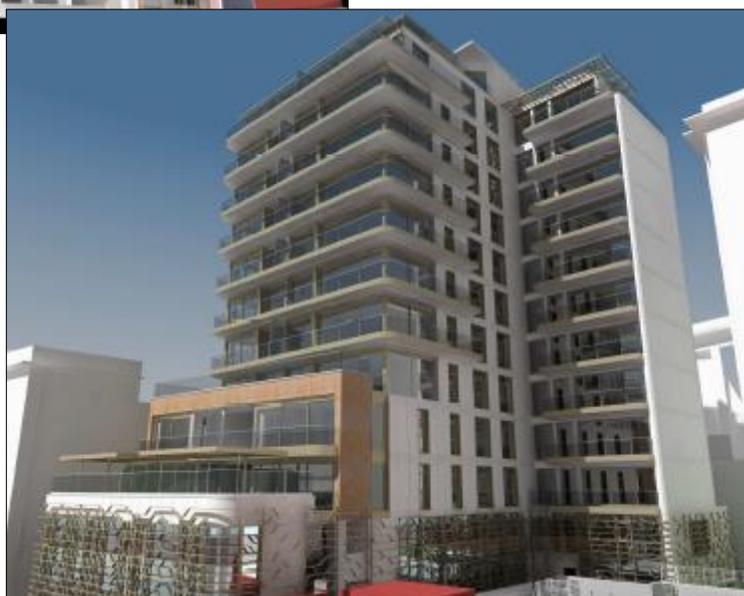




Figura 95: Vista della facciata da Rue Grimaldi, fonte VCM



Figura 96: Vista dell'edificio da Rue Grimaldi, fonte VCM



Figura 97: Vista dei vari piani con l'inserimento dei marmi per la pavimentazione, fonte VCM

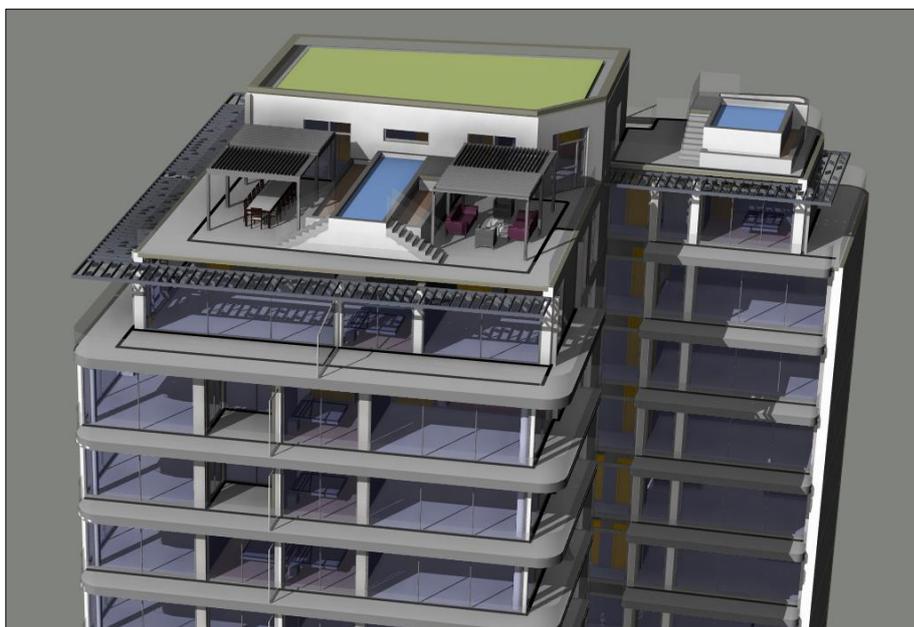


Figura 98: Vista del duplex con piscine, fonte VCM

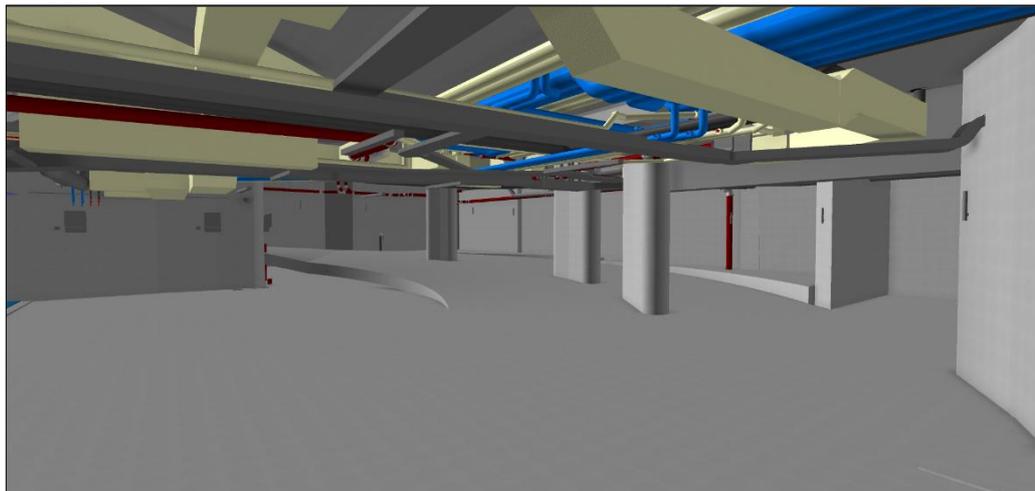


Figura 99: Vista della rampa al primo piano interrato che serve l'accesso agli ascensori montaveicoli, fonte VCM



Figura 100: Vista dei parcheggi presenti nei piani interrati, fonte VCM

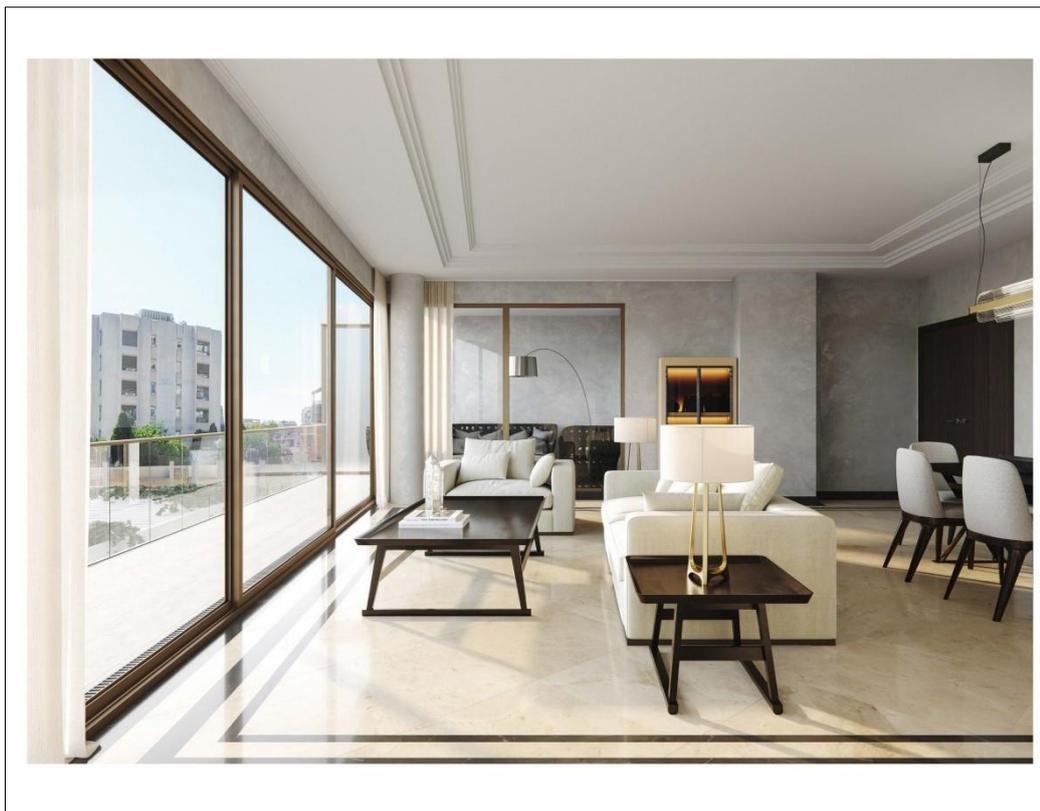


Figura 101: Vista interna dei rivestimenti di un appartamento (tipo bilocale, trilocale, quadrilocale), fonte 29

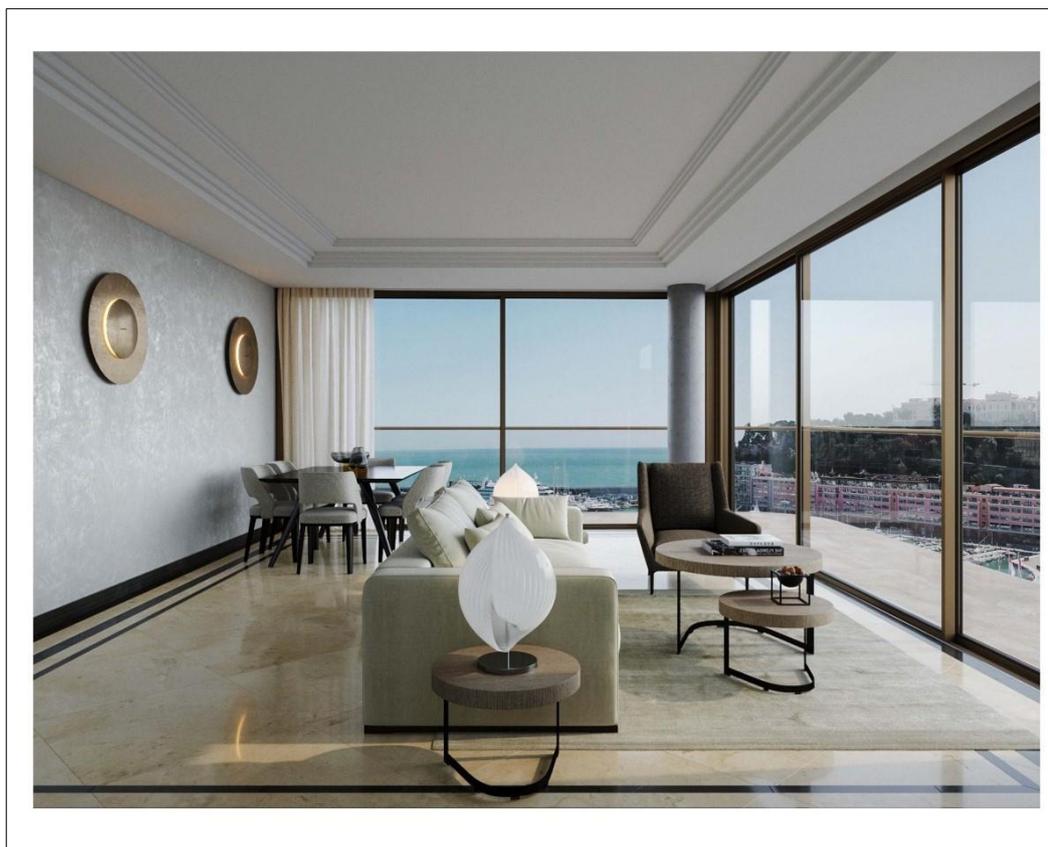


Figura 102: Vista interna dei rivestimenti di un appartamento con vista (tipo bilocale, trilocale, quadrilocale), fonte 29

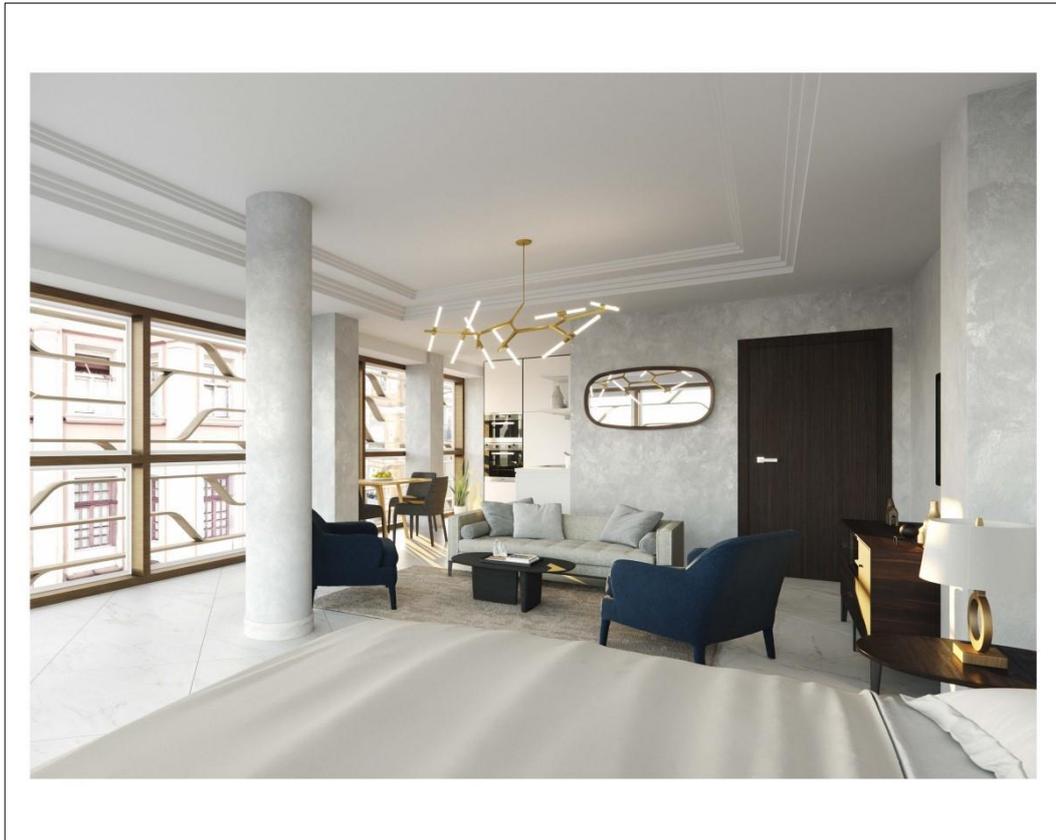


Figura 103: Vista interna dei rivestimenti di un appartamento (tipo monolocale), fonte 29

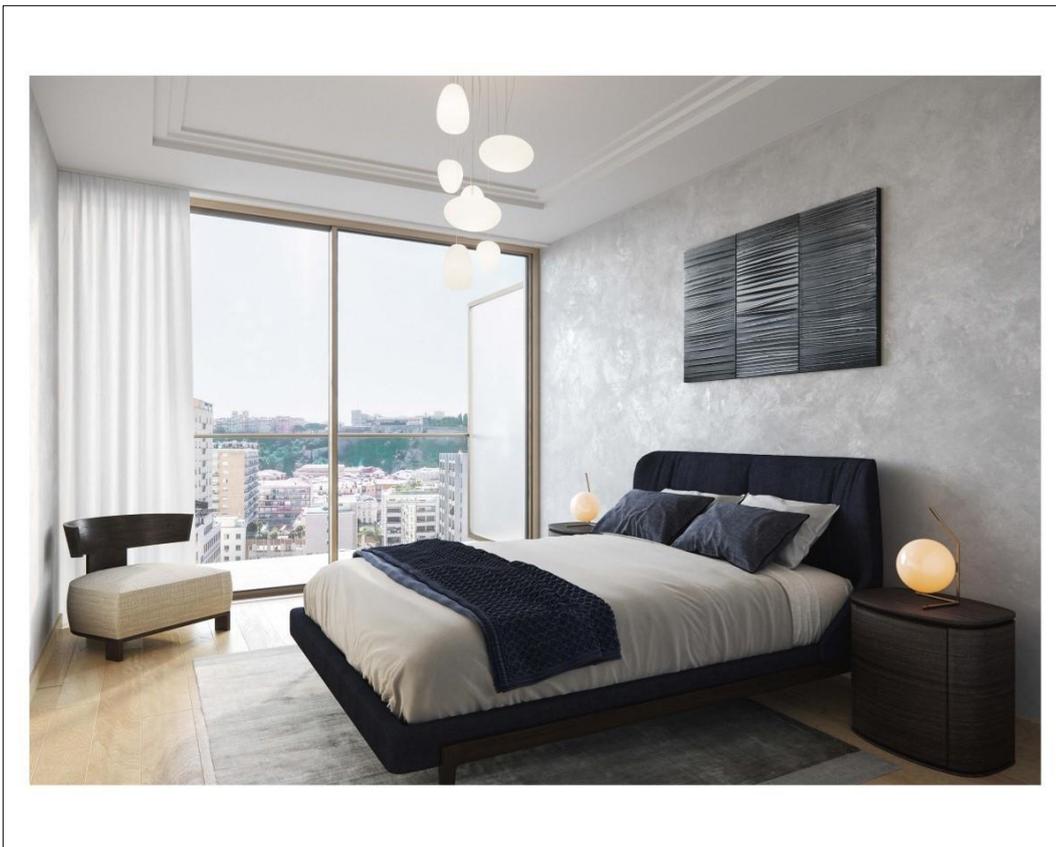


Figura 104: Vista della camera matrimoniale (tipo bilocale, trilocale, quadrilocale), fonte 29

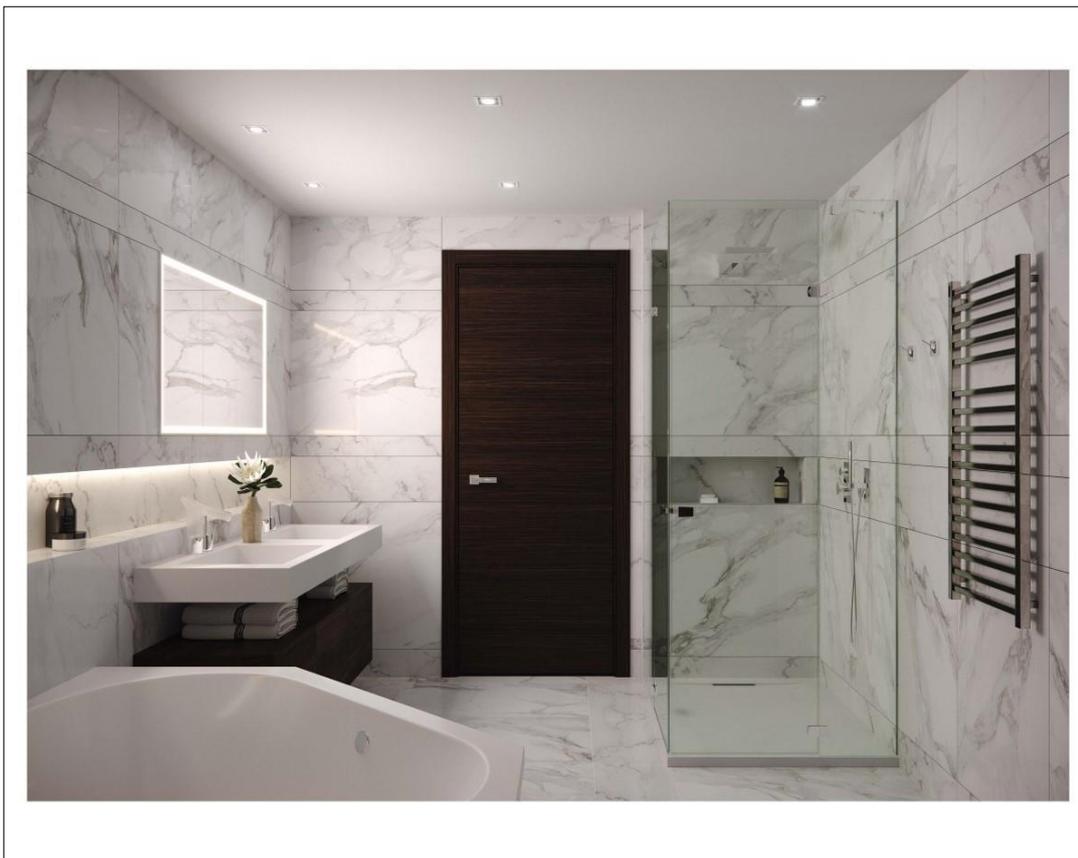


Figura 105: Vista della sala da bagno principale, fonte 29



Figura 106: Vista di uno dei corridoi che porta ai vari appartamenti, fonte VCM

7 IL LEAN MANAGEMENT SUL “45 GRIMALDI” DI MONACO

7.1 REALIZZAZIONE DEL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Prima di iniziare l'applicazione del Lean Management sul progetto 45 Grimaldi per la costruzione dell'immobile per appartamenti di lusso e annessi parcheggi, sono stati effettuati, dopo innumerevoli riflessioni, i lavori di pianificazione e programmazione che permettono di andare a definire i tempi, quindi, le date di inizio e di fine di ogni attività e tutte le lavorazioni che periodicamente vengono ripetute in cantiere.

Per definire il planning temporale di tutte le attività, è stato utilizzato il software Microsoft Project (MPS), uno dei programmi principali per poterlo estrapolare e poter così mettere su carta l'avvenire delle lavorazioni andando a pianificarle. Project è uno strumento per assistere tutti i progettisti e gli ingegneri esperti operazionali nella pianificazione per l'assegnazione delle risorse, per la verifica del rispetto dei tempi, per la gestione dei budget e dell'analisi dei carichi di lavoro.

In quanto risulta essere un progetto molto grande, con differenti mansioni da dover definire, per la realizzazione del cronoprogramma delle lavorazioni del 45 Grimaldi, sono state effettuate diverse riunioni con i vari Project Manager, in modo da poter mettere insieme lavorazioni di diverso calibro. Sul progetto 45 Grimaldi, che da questo momento chiameremo “45GR”, come codificato dall'azienda monegasca Vinci Construction Monaco, sono stati inseriti sul calendario di temporizzazione delle lavorazioni, diversi tipi di attività e di menzioni da dover effettuare che riprendono la parte strutturale (in francese Gros oeuvre) e la parte di completamento secondario e di completamento tecnico (in francese Tous Corps d'Etat).

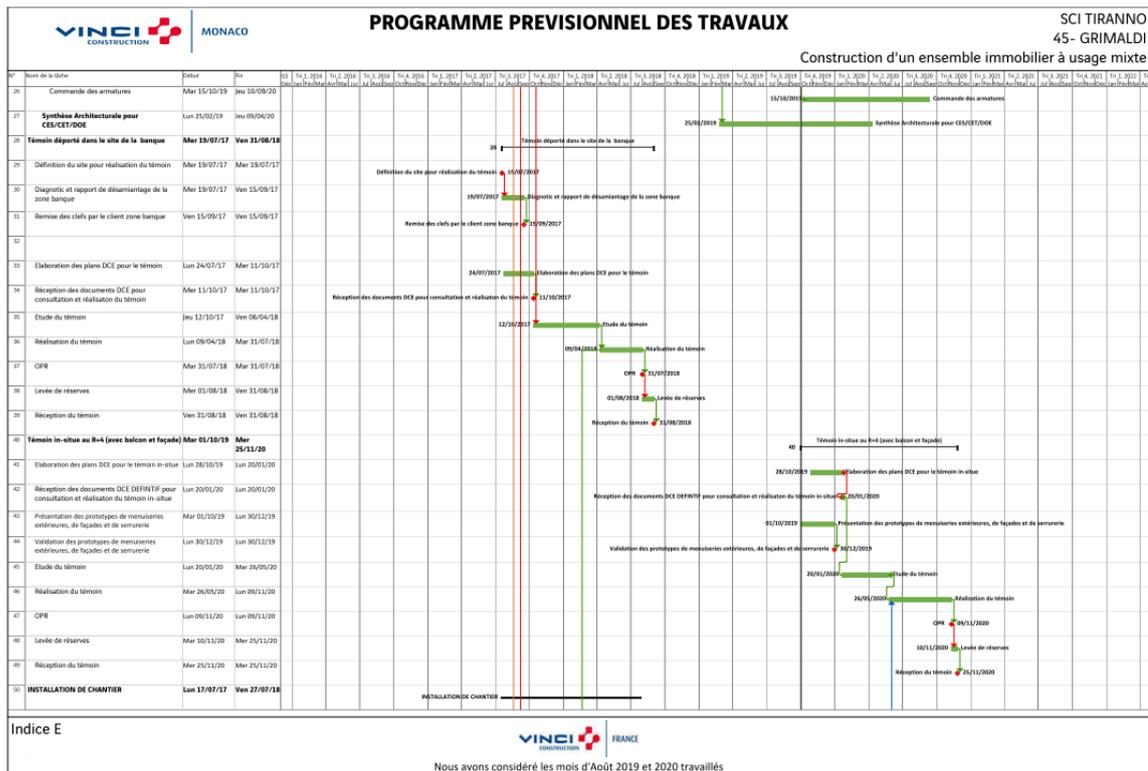


Figura 107: Parte del Cronoprogramma dei lavori, fonte VCM

7.2 PROGRAMMAZIONE E APPLICAZIONE DEL LEAN MANAGEMENT DEI LAVORI

7.2.1 APPLICAZIONE DEL LAST PLANNER SYSTEM

Dopo una prima programmazione effettuata attraverso il cronoprogramma dei lavori in generale, il Lean Management sente il bisogno di entrare ancor più nel dettaglio su tutte le mansioni da dover svolgere e per questo motivo inizia a programmare l'intero processo attraverso un approccio collaborativo dei vari protagonisti del progetto.

L'applicazione di questo processo, si lega a uno degli strumenti principali della nuova metodologia Lean: il Last Planner System (LPS). Anche nel Progetto del 45 Grimaldi, questa applicazione metodologica viene inserita per permettere un avanzamento dei lavori in maniera impeccabile, evitando le problematiche che con i classici metodi di programmazione si potevano riscontrare. Il Last Planner System non è uno strumento sviluppato in ambito manifatturiero, come la maggior parte

delle metodologie legate al Lean Management, elencate nei capitoli precedenti. È uno strumento sviluppato da professioni del mondo delle costruzioni, agli inizi degli anni '90, che vediamo menzionato per la prima volta in un documento inglese "UK Rethink Construction" del 1998, che poneva 5 obiettivi chiave di cambiamento, per migliorare il settore dell'edilizia:

- leadership impegnata;
- un focus sul cliente;
- processi e team integrati;
- un'agenda orientata alla qualità;
- impegno per le persone.

Il seguente approccio ha come scopo quello di migliorare la produzione nelle costruzioni rispetto ai tempi, alla consegna dei lavori e alla programmazione complessiva., migliorando sia la progettazione che la costruzione tramite una nuova forma di "schedulazione prevedibile" dei lavori. Gli stessi lavori, dovranno essere previsti e portati a termine, in modo trasparente, coinvolgendo tutti i soggetti della progettazione coinvolti. Attraverso la "Percentuale di Promesse Complesse" è possibile monitorare le lavorazioni portate a termine e l'andamento complessivo delle lavorazioni in cantiere.

Questo strumento, che in italiano viene chiamato "Sistema dell'ultimo pianificatore", permette di pianificare e gestire il progetto collaborativo della programmazione, andando a rispettare diversi punti che sono stati a loro volta rispettati, durante la realizzazione dello stesso, per il progetto monegasco e che di seguito verranno elencati.

7.2.2 GESTIONE DEL PROGETTO COLLABORATIVO

In questa prima fase, tutta la squadra degli ingegneri si è incontrata per creare insieme ai fornitori gli "standard", cioè le sequenze delle lavorazioni necessarie per realizzare subito quello che il cliente acquista (Valore aggiunto (VA)).



Figura 108: Riunione negli uffici di cantiere per la creazione degli standard delle lavorazioni da effettuare, fonte personale

Una volta effettuate le riunioni, insieme a tutti i fornitori si è creata una sequenza per le lavorazioni, in modo da agevolare le lavorazioni di tutti. Ognuno indica con precisione di quanti giorni ha bisogno per ogni lavorazione, in modo da organizzare le varie squadre che si susseguono e dover solo, in fase successiva, rispettare il plannig. Attraverso questo tipo di metodologia si andrà a migliorare radicalmente ogni processo di realizzazione.

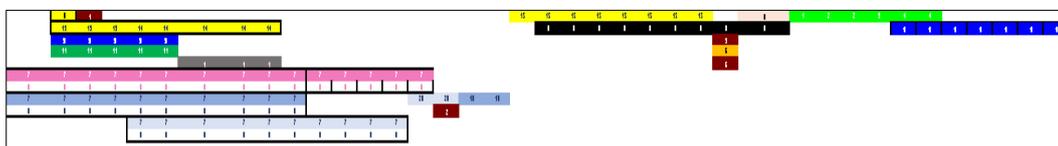


Figura 109: Creazione degli standard delle lavorazioni da effettuare, fonte VCM

Il Lean Management di questo progetto è stato utilizzato per tutti i lavori secondari e di completamento tecnico, per i piani in elevazione (dal R+2 al R+15), in quanto molteplici aziende sono presenti in cantiere per la riuscita di questa realizzazione.

Ogni azienda è stata associata a una casella di colore diverso e ognuna di queste dello stesso colore sarà numerata o codificata in base alle diverse lavorazioni che la stessa azienda dovrà effettuare.

Entreprise	Lot
?????	ESPACE VERT
BATIMER	STAFFEUR
CRUDELI	CVC
CRUDELI	PLOMBERIE
DWG	CUISINE
EDM MONACO	PIERRE DE FAÇADE
ONDERIE DE MONACO	VITRIER
GIUGIARO	Menuiserie extérieur
INSOBAT	INSOBAT Façade
INSOBAT	PEINTRE
INSOBAT	RIDEAU & VR
JEAN LEFEBRE	VRD
LAZER	AGENCEMENT INTERIEUR
LOGIPLAK	CLOISON
LOGIPLAK	Enduiseur
MCS	CHAPE
MOLTENI	Menuiserie intérieur
MONACO ETANCHEITE	ETANCHEITE
RAIMOND MONACO	BARDAGE
RAME	MEN INT
SARVADON	SERRURIER
SAVEMA	MARBRE
SEE	ELEC
VCM	CARRELAGE
VCM	contrôle
VCM	GO

Figura 110: Classificazione delle aziende fornitrici del progetto, fonte VCM

Queste sequenze, realizzate insieme ai protagonisti che partecipano in maniera attiva al progetto, successivamente in una fase 3, sono state applicate a una tipologia di cronoprogramma che scandisce le stesse lavorazioni entrando nel dettaglio giornaliero. Ogni azienda viene classificata con un colore differente e ogni colore verrà scandito sul cronoprogramma con diversi numeri, in base alle diverse lavorazioni che dovrà effettuare la stessa ditta.

SEE Electricité	
1	Chemin & Tirage câbles
2	Tirage câble gaines techniques
7	Incorpo en cloisons & doublage
8	Incorporations en plafond
9	Plancher chauffant salle de bain
10	Appareillage spots
11	Appareillage CFO / CFA
12	Sortie réseaux Toiture
13	Essais

Figura 111: Esempio di classificazione delle lavorazioni differenti che dovrà effettuare questo fornitore, fonte VCM

7.2.3 STUDIO DEL MICRO ZONING

Una volta realizzati gli standard in collaborazione con tutti i protagonisti attivi della pianificazione operativa, il progetto è stato diviso in diverse aree di lavoro, che vengono chiamate “Micro Zone”. L’obiettivo dell’impostazione delle aree di lavoro in piccole superfici è quello di riuscire ad avere innumerevoli vantaggi in fase di realizzazione, quali:

- In caso di problematiche / errori ci permette di correggerli prima di intervenire su altri spazi;
- Permette di gestire in maniera dettagliata le zone di stoccaggio;
- Consegna più rapida delle zone e quindi un primo parere qualitativo sull’operato da parte del cliente.

Il “micro zoning” delle aree di lavoro del 45 Grimaldi è stato pensato in modo da avere due zone di lavoro con superfici molto simili tra loro e poter dare alle squadre in cantiere lo stesso carico di lavoro e per ripetere la medesima configurazione tra i vari piani che seguono. È stata successivamente aggiunta una terza zona, in verde, che si ripete solo in alcuni piani, per le lavorazioni che verranno effettuate alla fine di tutte le altre. Questo perché le zone in verde si trovano in posizioni strategiche che possono servire per il passaggio dei materiali durante la realizzazione delle altre zone. In queste zone, infatti, è presente il lift (ascensore da cantiere per il trasporto dei materiali ai vari piani della struttura) e la gru a torre di tipo G1.

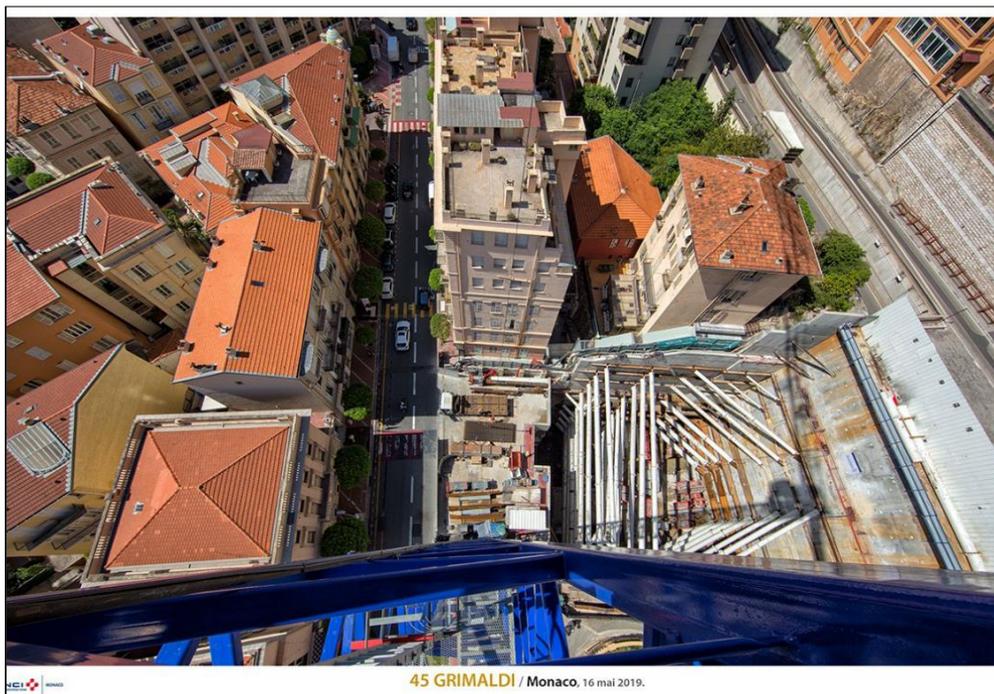


Figura 112: Vista dall'alto dalla Gru di tipo G1

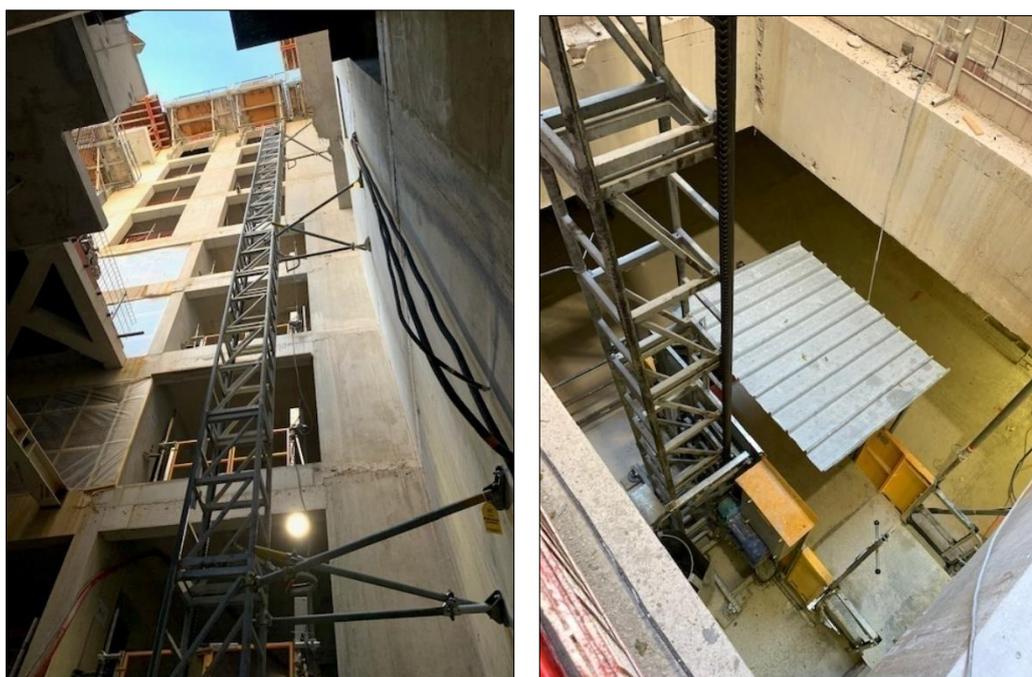


Figura 113: Vista dell'ascensore di cantiere "Lift" installato per agevolare il trasporto dei materiali nelle varie zone

Di seguito verranno riportate le diverse configurazioni dei piani per comprendere come si procederà alla realizzazione dell'edificio, seguendo la divisione delle zone di lavoro per l'esecuzione delle lavorazioni.

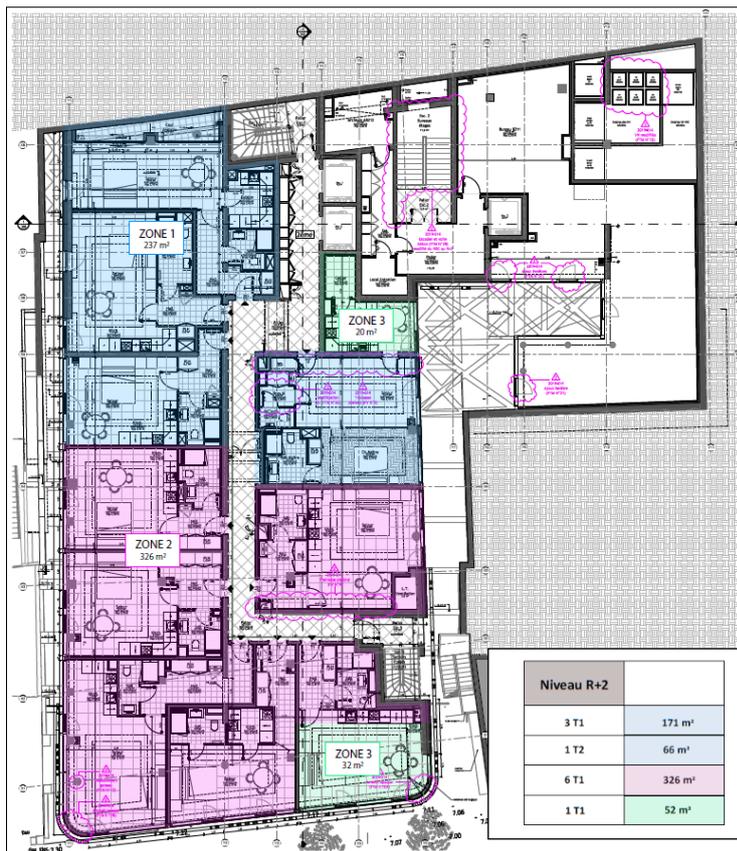


Figura 114: Divisione delle aree di lavoro del secondo piano (R+2)

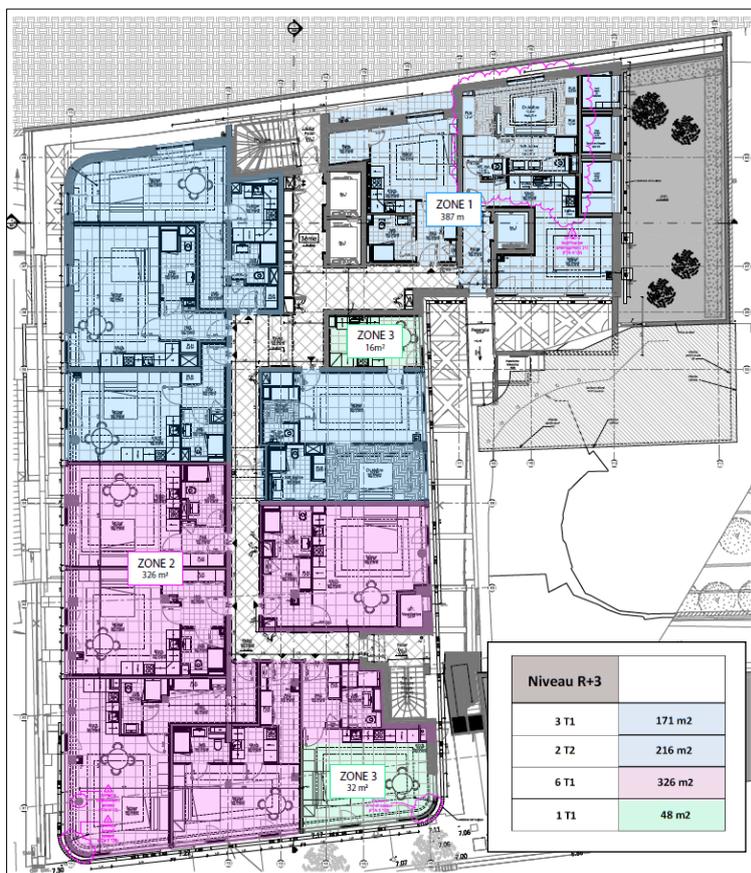


Figura 115: Divisione delle aree di lavoro del terzo piano (R+3)

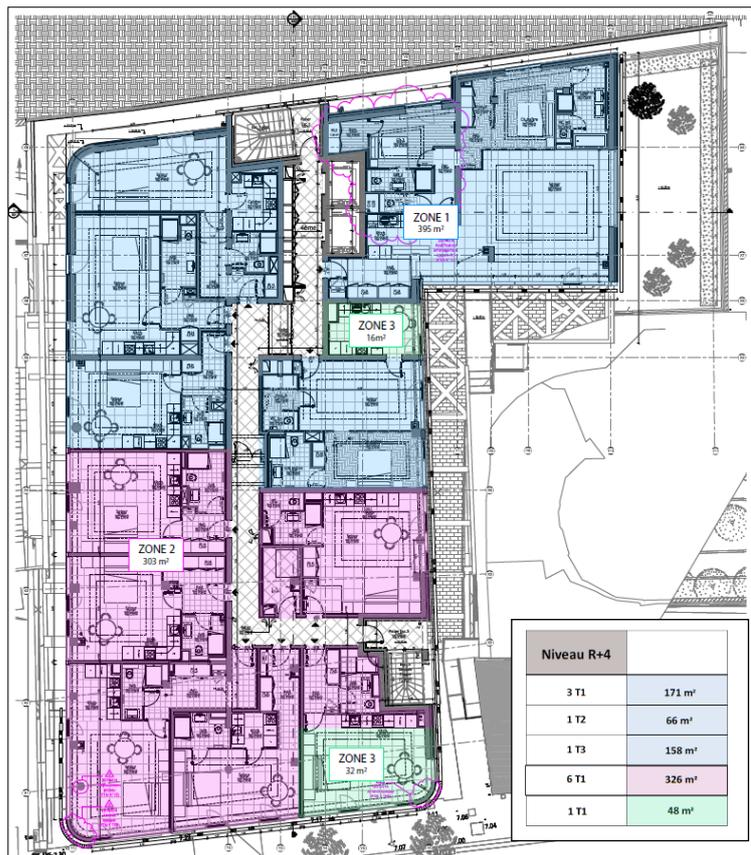


Figura116: Divisione delle aree di lavoro del quarto piano (R+4)

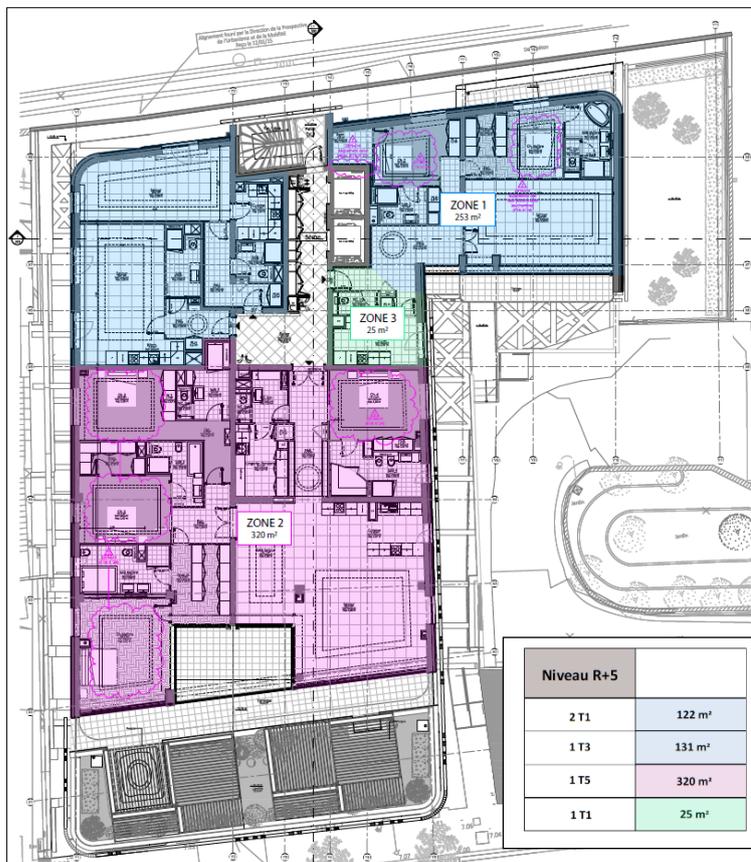


Figura 117: Divisione delle aree di lavoro del quinto piano (R+5)

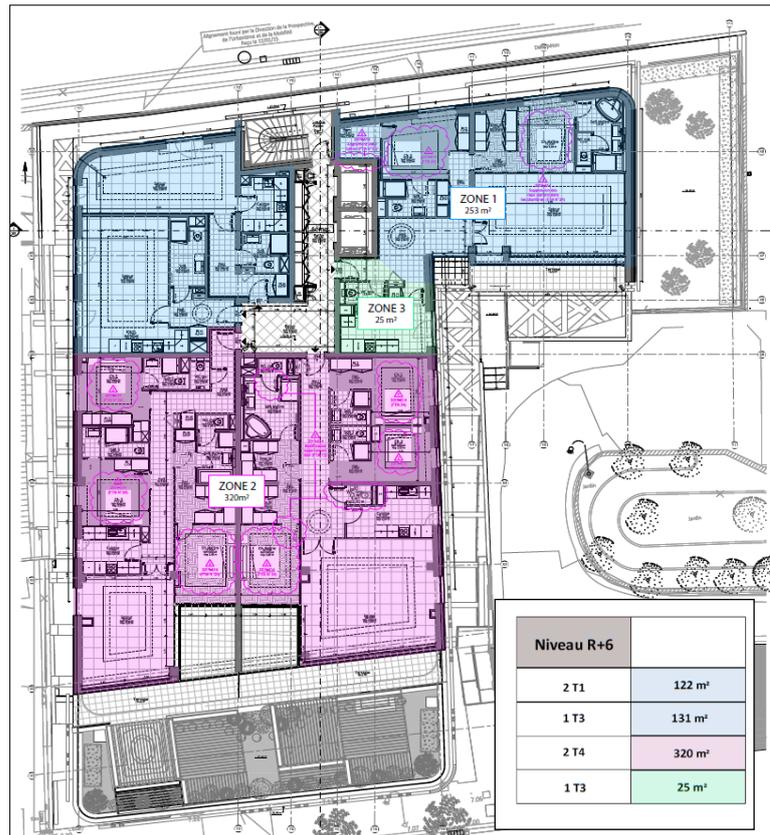


Figura 118: Divisione delle aree di lavoro del sesto piano (R+6)

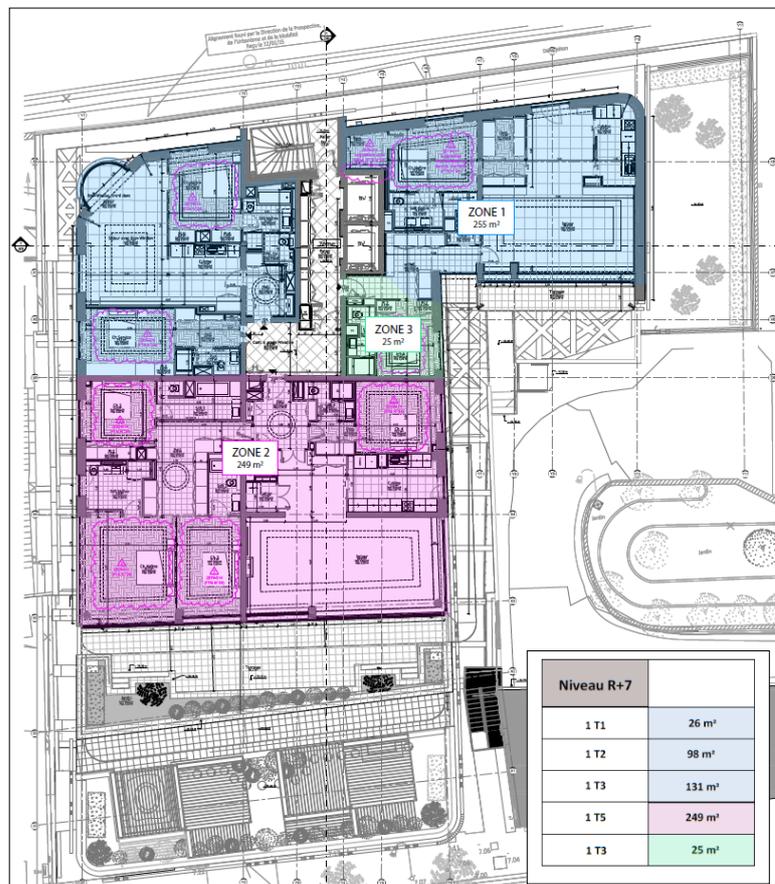


Figura 119: Divisione delle aree di lavoro del settimo piano (R+7)

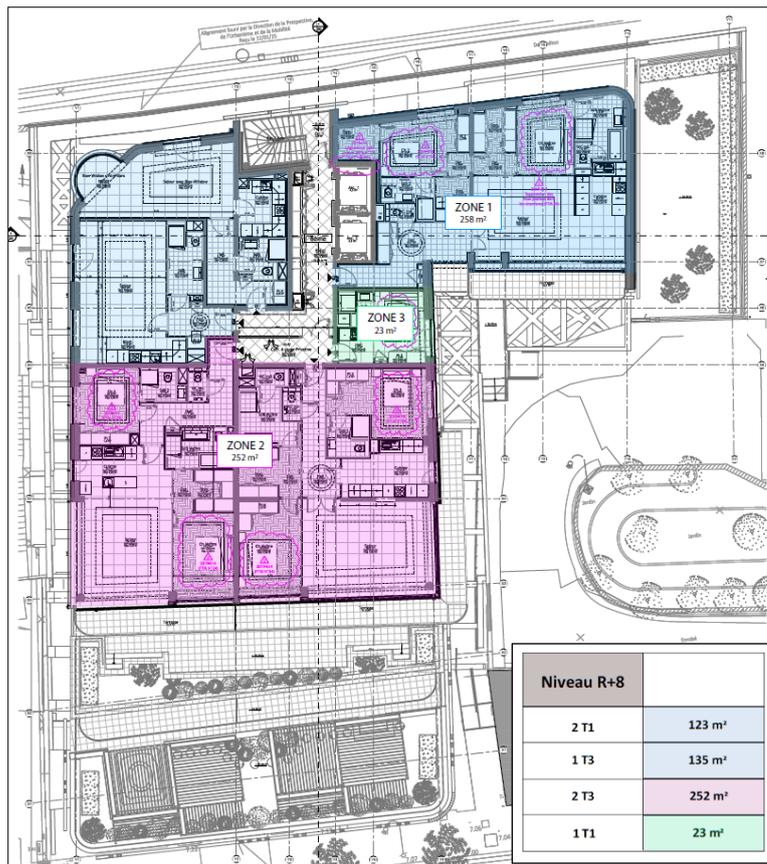


Figura 120: Divisione delle aree di lavoro dell'ottavo piano (R+8)

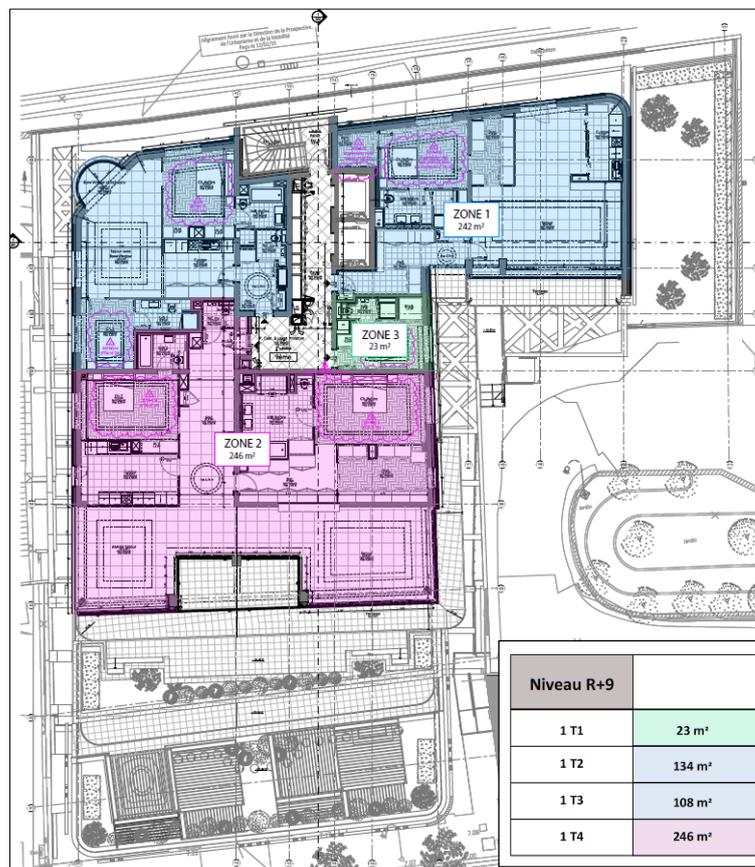


Figura 121: Divisione delle aree di lavoro del nono piano (R+9)

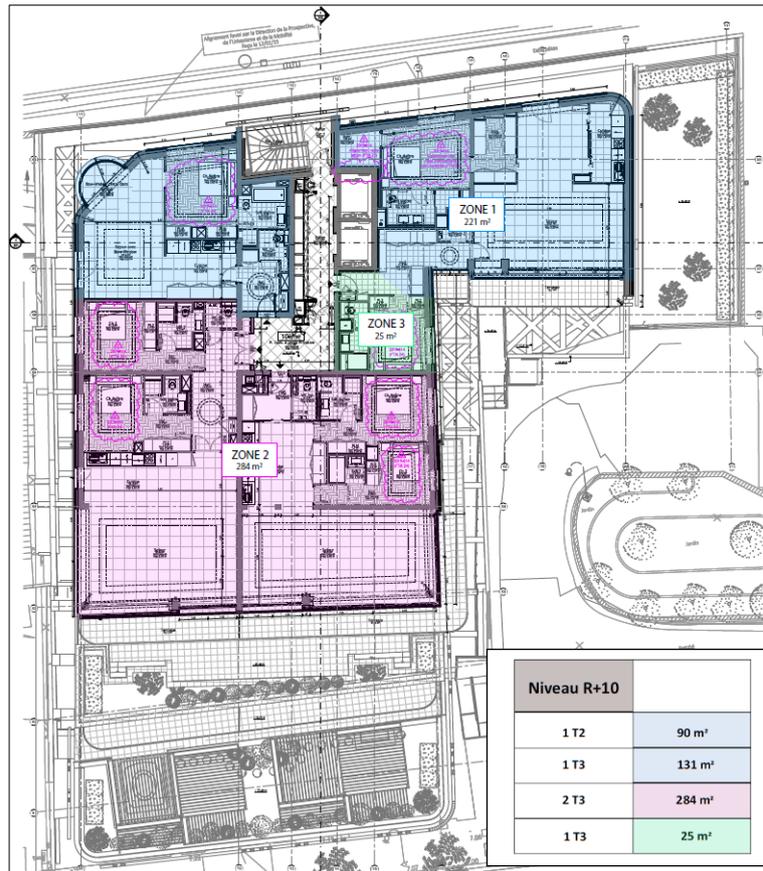


Figura 122: Divisione delle aree di lavoro del decimo piano (R+10)

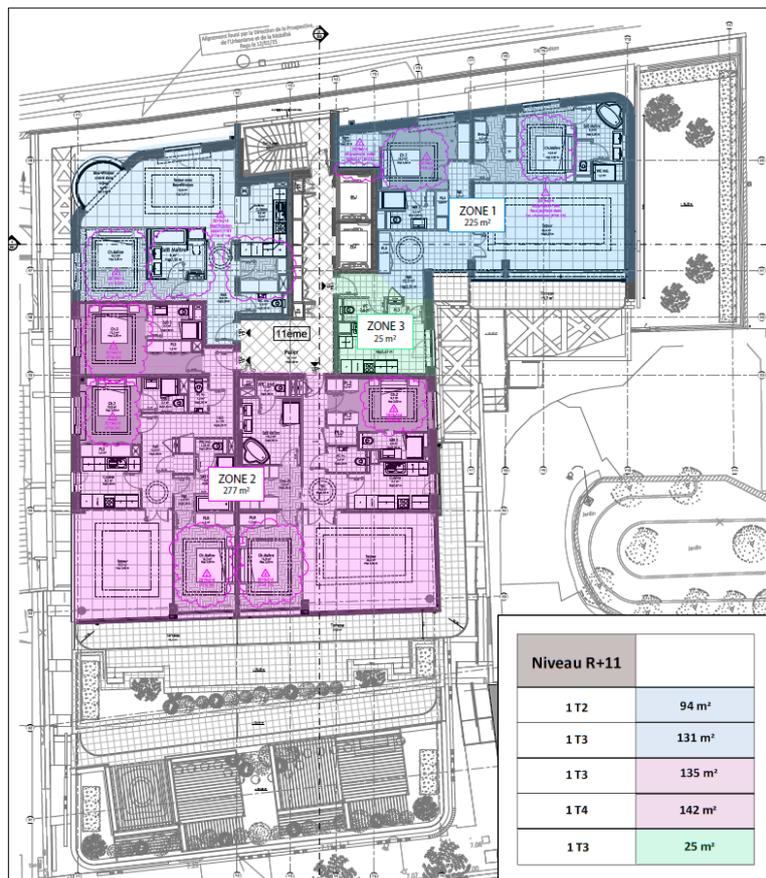


Figura 122: Divisione delle aree di lavoro dell'undicesimo piano (R+11)

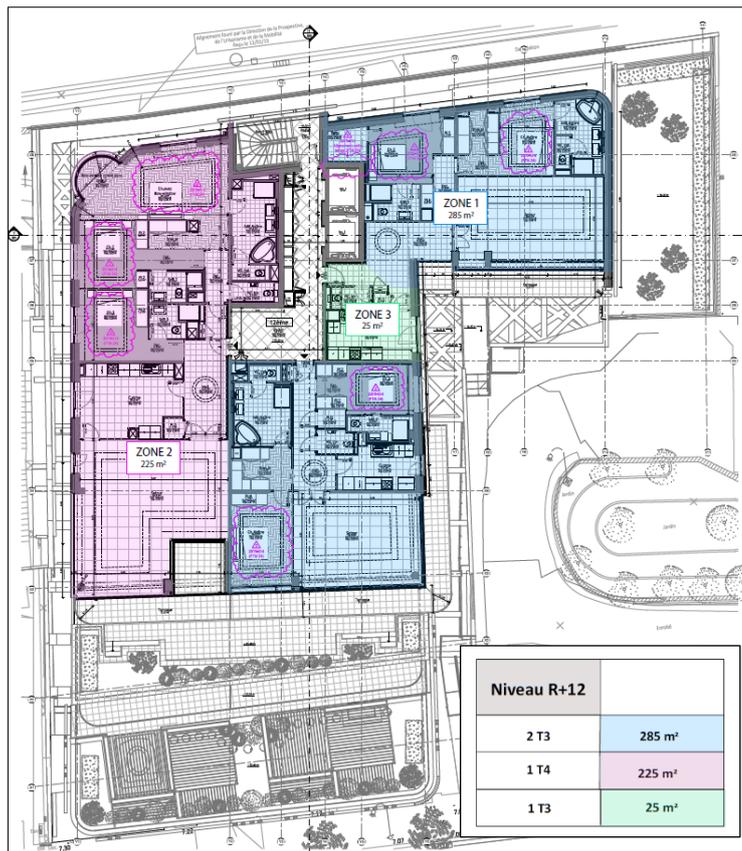


Figura 123: Divisione delle aree di lavoro del dodicesimo piano (R+12)

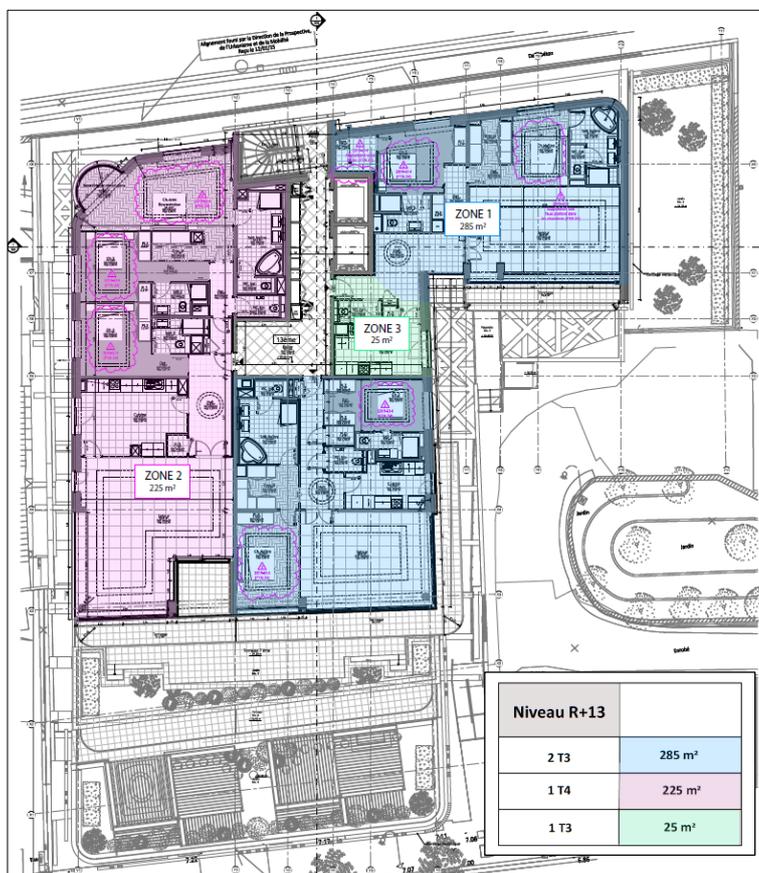


Figura 124: Divisione delle aree di lavoro del tredicesimo piano (R+13)



Figura 125: Divisione delle aree di lavoro del quattordicesimo piano (R+14 duplex)

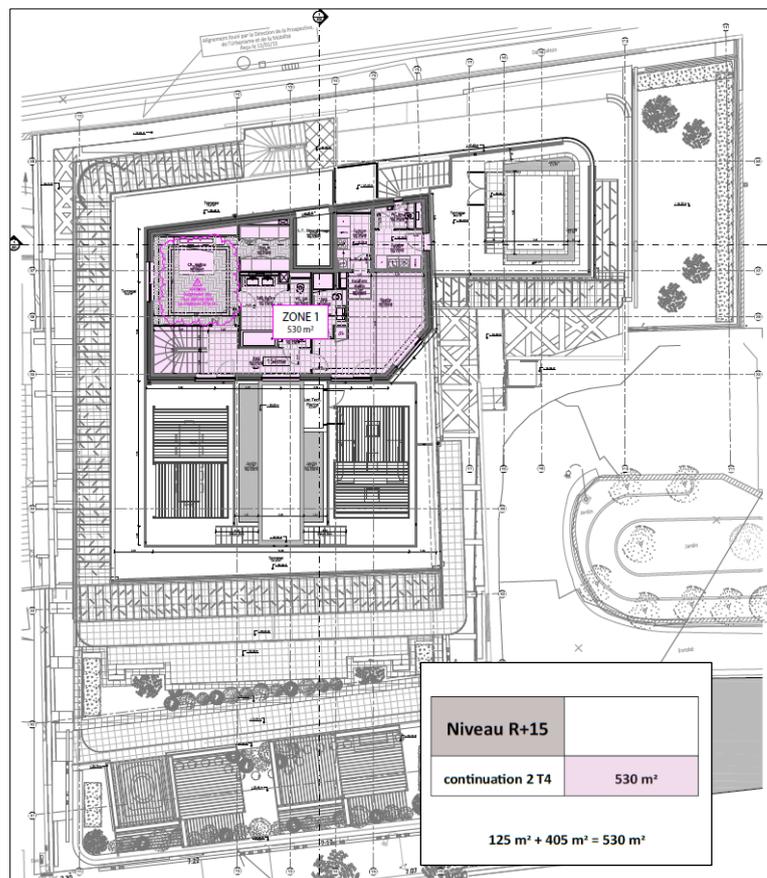


Figura 126: Divisione delle aree di lavoro del quindicesimo piano (R+15 duplex)

Come vediamo da queste piante, che rappresentano la suddivisione dello studio “micro zoning”, si è pensato di dividere le aree di lavoro in tre zone fino al tredicesimo piano (R+13), cercando sempre di avere delle superfici più o meno simili, fatta eccezione delle zone in verde, che come già ribadito sono delle aree che per scelta progettuale (per la presenza della gru e del lift di cantiere) si realizzeranno al termine delle altre zone. Il piano duplex (R+14 e R+15) verrà realizzato con una sola intera area (zona 1) per agevolare le lavorazioni e per riportare la medesima qualità lavorativa, tra i due piani, di una sola squadra e non di due.

7.2.4 REALIZZAZIONE DEL CRONOPROGRAMMA GEO TEMPORALE DEI LAVORI

La seconda fase di studio per l’applicazione del Lean (Construction) Management vede creare un planning, che passo dopo passo, riesce a seguire le attività di cantiere giornalmente. Per la creazione di questo progetto, si è realizzato un cronoprogramma di tipo geo temporale che prende il nome di “Planning Chemin de Fer” che letteralmente in italiano significa “Pianificazione Ferrovia”. Questo nome “ferrovia” deriva dal suo uso principale: pianificare il passaggio dei treni su un binario ferroviario. Il percorso di un treno in corsa è rappresentato da una diagonale, un treno fermo è rappresentato da un segmento verticale. Due linee di attraversamento indicano un incidente perché due treni si trovano nello stesso posto contemporaneamente.

Quest’ultimo è stato completato per i diversi piani, con le sequenze standardizzate delle lavorazioni che portano ad avere valore aggiunto (come già visto nella prima fase). Questo tipo di cronoprogramma, a differenza del Gantt, che viene utilizzato maggiormente durante la pianificazione e la programmazione di un progetto da dover realizzare, entra molto più nel dettaglio, permette di rappresentare meglio i vincoli legati alla posizione e consente di rappresentare graficamente l’avanzamento del progetto integrando il concetto di ritmo. Questo chemin de fer, menziona una rappresentazione del tempo sulle ordinate (in questo caso il tempo viene scandito alla giornata), sulla linea delle ascisse troveremo rappresentate le

mansioni di lavoro da dover realizzare e cosa più importante la localizzazione. Una volta effettuato lo studio del micro zoning, come è stato fatto e spiegato nel sotto capitolo precedente, in questa tipologia di cronoprogramma è possibile aggiungere, oltre che al luogo, anche la divisione delle stesse zone studiate, per entrare ancora più nel dettaglio e sapere quante squadre di lavoro sono presenti allo stesso tempo all'interno della stessa superficie da realizzare. Attraverso l'utilizzo di questo planning si è riusciti a comprendere la coattività delle diverse equipe che lavorano costantemente in cantiere, riuscendo a monitorare, in maniera completa, l'intero cantiere. Questa tipologia di lavorazione riduce sicuramente lo stress dei lavoratori e soprattutto degli ingegneri coordinatori, in quanto è tutto menzionato su questo piano e bisogna semplicemente seguire lo schema, che è stato precedentemente studiato alla giornata.

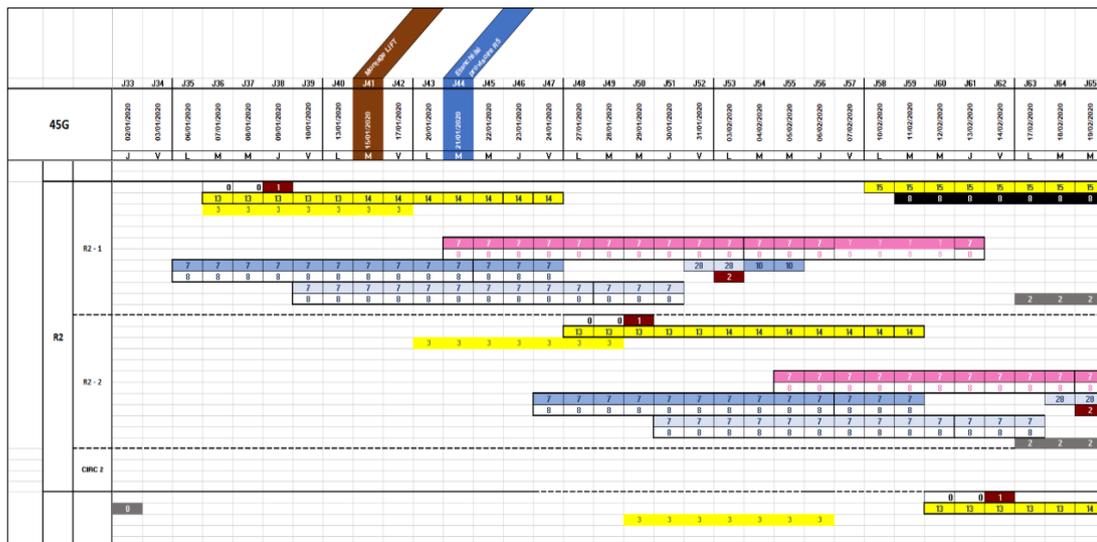


Figura 127: Planning “chemin de fer” del 45 Grimaldi, fonte VCM

7.2.5 PILOTAGGIO DEL LEAN (CONSTRUCTION) MANAGEMENT IN CANTIERE

Dopo aver effettuato l'inserimento di tutte le sequenze delle attività e dopo aver creato il cronoprogramma geo temporale, che da ritmo alle lavorazioni, si arriva a una terza fase di studio dell'Ultimo Pianificatore (LPS). In questo momento di programmazione si arriva a pilotare tutto il processo collaborativo. Il pilotaggio del 45 Grimaldi, avviene incontrandosi ogni settimana (il lunedì mattina per un'ora) con tutti i protagonisti del progetto (fornitori, ingegneri coordinatori, capi squadra e capi cantiere). Come già ribadito il Lean cerca di migliorare ogni attività svolta in cantiere attraverso la collaborazione di tutti e studia nel dettaglio anche i processi che avvengono direttamente sul terreno. Proprio per questo, è di grande importanza la partecipazione, alle riunioni di pilotaggio, anche dei capi squadra dei capi cantiere. Queste ultime figure professionali sono le stesse che vivono per 10h/12h al giorno il cantiere e possono effettivamente riportare tutti i tipi di problemi, di organizzazione e di blocchi che si possono riscontrare, durante le settimane programmate.



Figura 128: Riunione collaborativa di pilotaggio, Fonte Vinci Construction France

Per effettuare queste riunioni collaborative, è stato riportato il progetto dello stesso cronoprogramma, effettuato nelle fasi precedenti, andando a concentrarsi

solo su 3 settimane alla volta, riportando una gigantografia di 3 finestre (1 per ogni settimana). Si è deciso di concentrarsi su tre settimane per volta, in modo da poter avere sempre chiaro l'andamento delle lavorazioni della settimana antecedente (che troviamo a sinistra), e della settimana precedente (che troviamo sulla destra) in modo da riuscire a migliorarsi in maniera continua sui processi lavorativi. La settimana corrente è la settimana delle lavorazioni che si trova al centro, come nella fotografia riportata in basso.

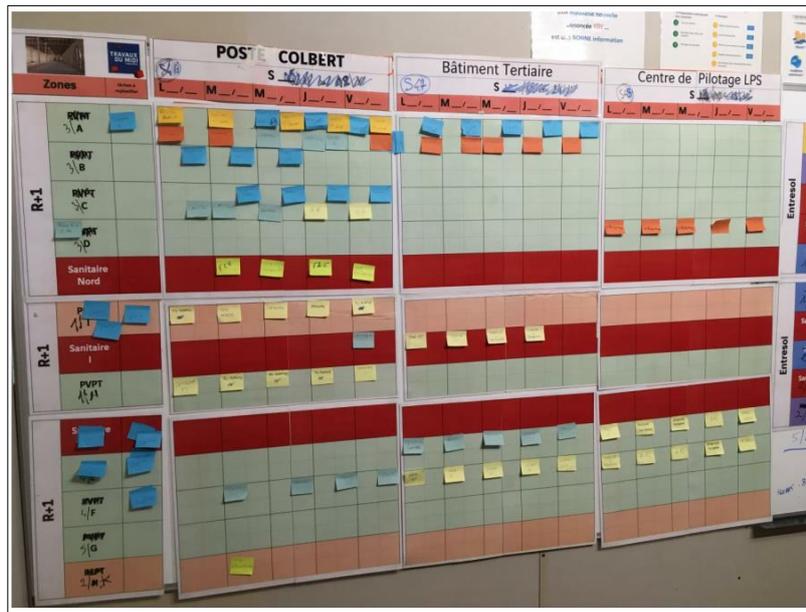


Figura 129: Vista complessiva su tre settimane

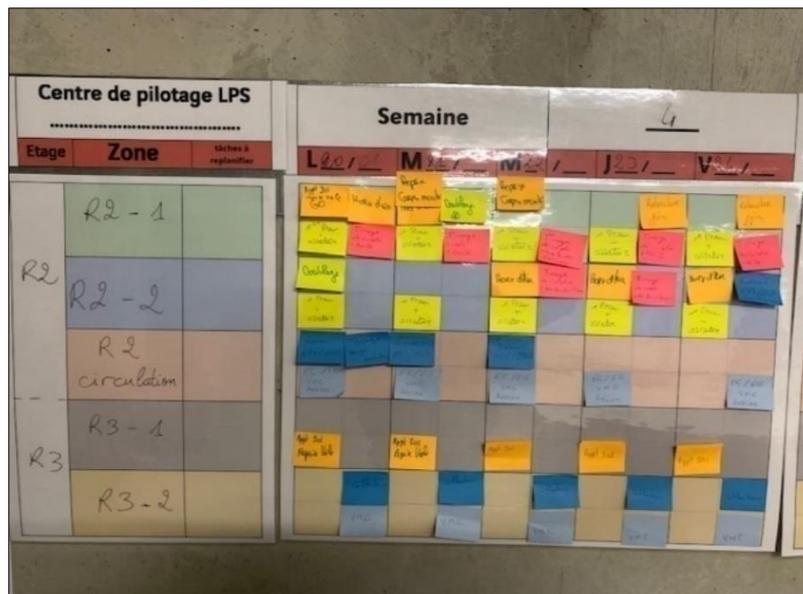
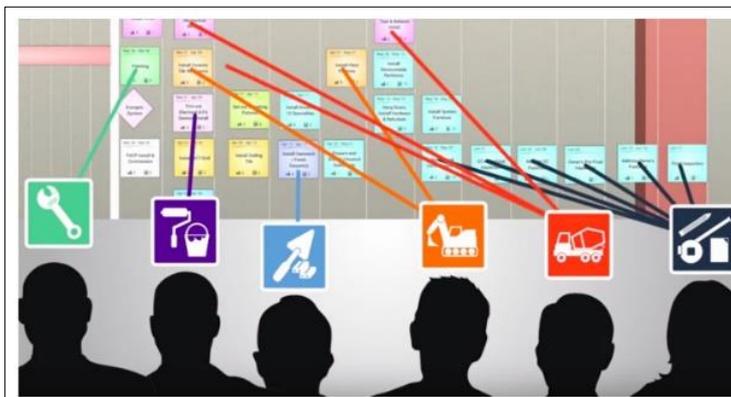


Figura 130: Vista di una sola settimana - a sinistra luogo e zona da realizzare, fonte personale

Una volta affissi questi grandi pannelli, che vedono sulla parte in alto evidenziati i giorni settimanali e a sinistra il luogo e la zona di lavorazione dove è necessario effettuare gli interventi operativi, bisogna iniziare a pilotare tutto il processo. Il pilotaggio è stato svolto da un ingegnere coordinatore di tutte le opere secondarie e di completamento tecnico (in quanto parliamo di programmazione inerenti questi aspetti) e da me, che svolgevo lo stesso ruolo. Il ruolo di questa persona ha il compito di animare la riunione e verificare che ognuno rispetti la propria manutenzione da dover svolgere, come riportato sul cronoprogramma. A questo punto ogni fornitore inizia a inserire il proprio post-it assegnato (colore che rispetta lo stesso codice applicato nella prima fase) dove sullo stesso scrive la lavorazione da effettuare.



In alto, Figura 131 : Assegnazione del colore ad ogni tipo di lavorazione, fonte 24

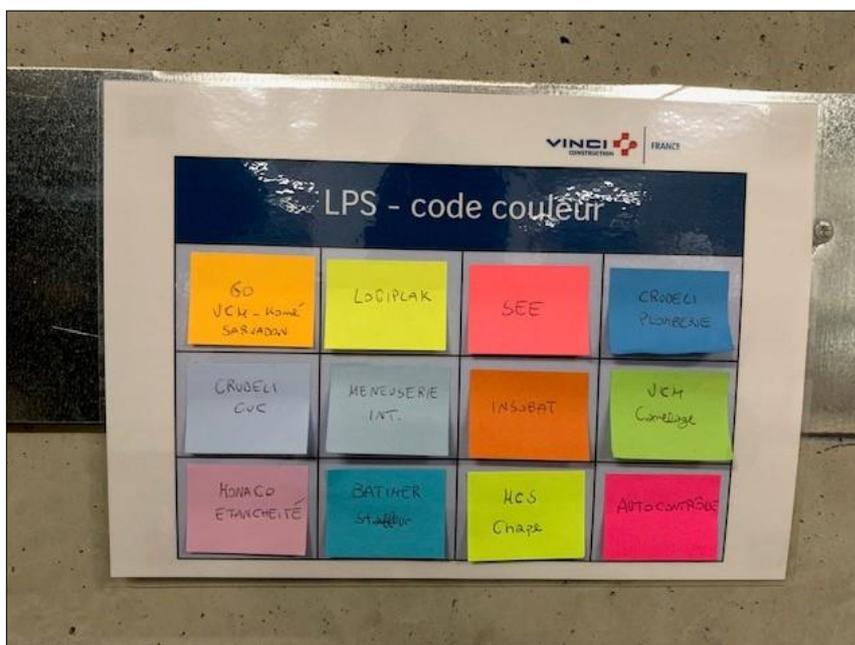


Figura 132 : Codice dei post-it che sono stati assegnati a ogni impresa fornitrice, fonte personale



Figura 133: Pilotaggio del Planning e inserimento delle lavorazioni da svolgere, fonte personale



Figura 134: Inserimento delle lavorazioni da svolgere, fonte personale

Subito dopo l’inserimento dei post-it su ogni casella presente in direzione dei giorni e delle zone di lavorazione, si inizia a guardare attentamente la disposizione degli stessi per comprendere i legami tra le varie lavorazioni e quindi tra diversi fornitori. Durante questa riunione, infatti, si decidono anche i modi su cui

Intervenire privilegiando, in base al caso, l'intervento di un'impresa o di un'altra insieme ad un'organizzazione dei materiali da stoccare. Questo metodo, infatti, può essere chiamato anche metodo "del tutti sanno", in quanto ogni fornitore, impresa, operaio e coordinatore ingegnere, sa cosa sta avvenendo in quella determinata zona, perché e come si sta realizzando. Una volta che il compito di lavoro viene completato, il progettista esecutivo ne dichiara la sua conclusione, così che il capocantiere o l'impresario del lavoro successivo possano assicurare che tale lavoro è stato completato secondo gli standard appropriati, e che il flusso dei lavori può proseguire.

Qualora ci fossero problematiche riscontrate durante le lavorazioni della settimana corrente, per la programmazione di questo progetto è stato deciso che la settimana precedente, durante il briefing del lunedì, si possa parlare e prendere decisioni, in maniera collaborativa di quelle che possono essere le problematiche, che successivamente vengono inserite all'interno di una tabella, fin quando non siano risolte. La tabella per i diversi problemi e fermi che potrebbero esserci si chiama la "Tabella dei punti di bloccaggio". Di seguito viene riportata la stessa tabella, con diverse problematiche che durante le settimane si sono riscontrate sul cantiere monegasco.

POINT BLOQUANT N°	DATE	ZONE	LIEU BLOQUÉ	DETAIL POINT BLOQUANT	ACTION	DATE BUTEE	REMARKS
1	13/01	R02	CVC	Plan d'alignement A01	LOGIPLAN	14/01	✓
2	14/01	R02	CVC	Plan d'alignement B02	MCI	15/01	
3	15/01	R02	CVC	Plan d'alignement C03	MCI	16/01	
4	16/01	R02	CVC	Plan d'alignement D04	MCI	17/01	
5	17/01	R02	CVC	Plan d'alignement E05	MCI	18/01	

Figura 135: Tabella dei "points bloquants", fonte personale

Questi punti di bloccaggio sono stati a sua volta evidenziati con un adesivo di colore rosso e con il numero che viene riportato e spiegato sulla tabella dei punti di bloccaggio, per ricordare a tutti che li vi è un problema.



Figura 136: Esempio di punto di bloccaggio evidenziato per una lavorazione, fonte personale

Lo stesso problema è stato descritto sulla medesima tabella, dove sono riportate due date: quella di inizio (cioè di quando è stato rilevato il problema) e quello di fine (cioè quando è stato risolto e quindi eliminato).

Per i punti di bloccaggio, si dovrà capire la natura stessa del problema. Per spiegarci meglio, si deve capire quali sono i problemi che hanno fatto in modo che si sia formato quel fermo. È stato così seguito lo schema sottostante, che indica appunto in che posizione andare a collocare il blocco.

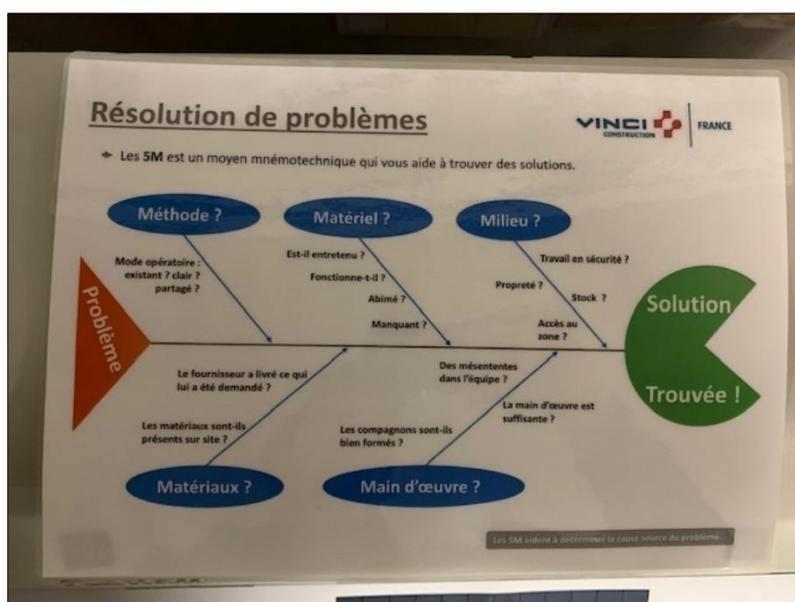


Figura 137: Tabella di risoluzione dei problemi, fonte personale

Attraverso questo schema di risoluzione dei problemi, ci si può interrogare su quali e su come possano essere. Questo schema in francese viene chiamato “lo “schema delle 5 M”:

- Méthodes (Metodologia);
- Matériel (Attrezzatura per le lavorazioni);
- Milieu (Ambientale);
- Matériaux (Materiali);
- Main d'œuvre (Mano d'opera).

Una volta trovata la natura del problema, questo viene discusso e successivamente risolto e quindi reinserito all'interno del planning (come mansione da dover svolgere). Qualora ci fossero problemi rilevanti, il post-it viene lasciato sullo schema e si andranno ad organizzare una o più riunioni (con chi di competenza) per sbloccare lo stesso.

Durante le riunioni sono stati inseriti dei problemi riguardanti la metodologia di lavoro e l'attrezzatura. Sono state effettuate delle riunioni e successivamente queste mansioni si sono risolte andando a sbloccare l'intero processo.

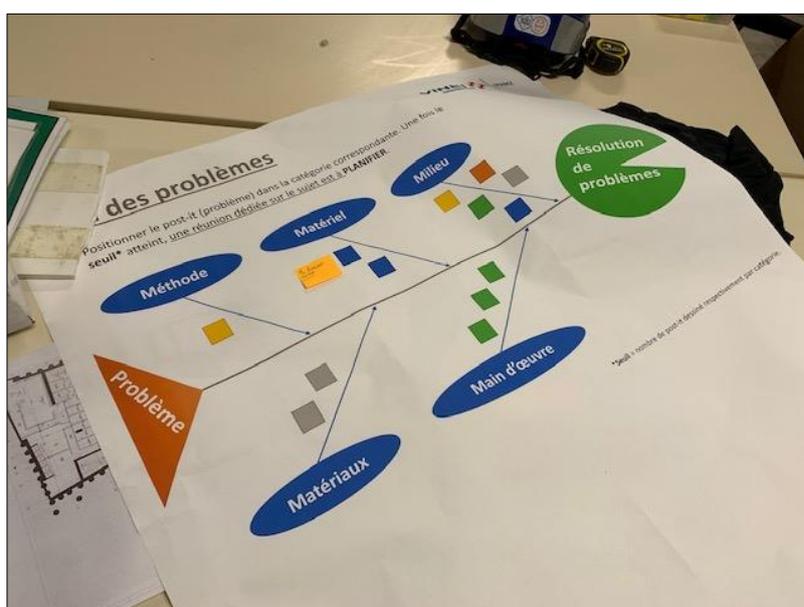


Figura 138: Inserimento dei punti di bloccaggio nelle categorie di riferimento, fonte personale

7.3 RISULTATI OTTENUTI

Per monitorare l'andamento delle lavorazioni del 45 Grimaldi si è utilizzato il Last Planner System che in italiano viene chiamato il modello "dell'Ultimo sistema Pianificatore", la cosiddetta PPC, che misura la "Percentuale di Promesse Completate", o la "Percentuale di Piano Completato". È un modello unico e semplice per valutare la qualità e il grado di magrezza legati al perseguimento della filosofia Lean in un progetto di costruzione. Un quadro standardizzato consente di combinare la valutazione qualitativa attraverso l'osservazione con l'analisi quantitativa.

Uno schema di valutazione categorizzato viene proposto all'interno dello stesso modello, per visualizzare e interpretare facilmente i risultati della valutazione:

- Grigio (100% / 110%): andamento OTTIMO delle promesse completate;
- Verde (60% / 100%): andamento BUONO delle promesse completate;
- Giallo (50% / 60%): andamento DISCRETO delle promesse completate;
- Arancione (0% / 50%): andamento SCARSO delle promesse completate (problema in corso, necessità di effettuare riunioni per comprendere la preoccupazione imminente).

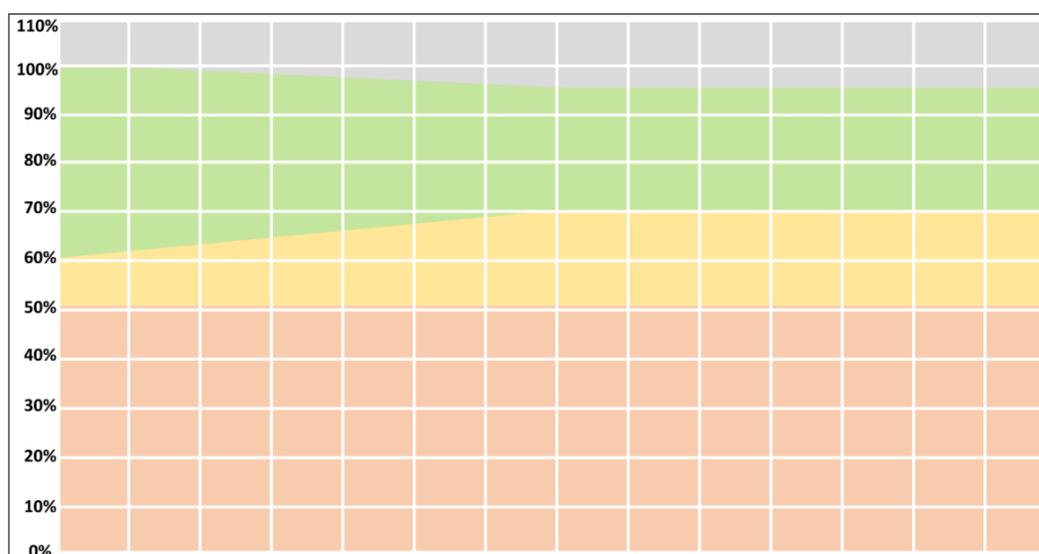


Figura 139: Schema di valutazione in percentuale delle promesse di lavoro completate, fonte 28

Alla fine di ogni settimana, prima di iniziare a programmare la settimana successiva, si fa un resoconto di tutte le lavorazioni che sono state chiuse, quindi portate a termine e quelle che invece no. Tutte le lavorazioni portate a termine, sono state conteggiate e a sua volta calcolate in base al:

- Numero di lavorazioni non effettuate;
- Numero di lavorazioni effettuate.

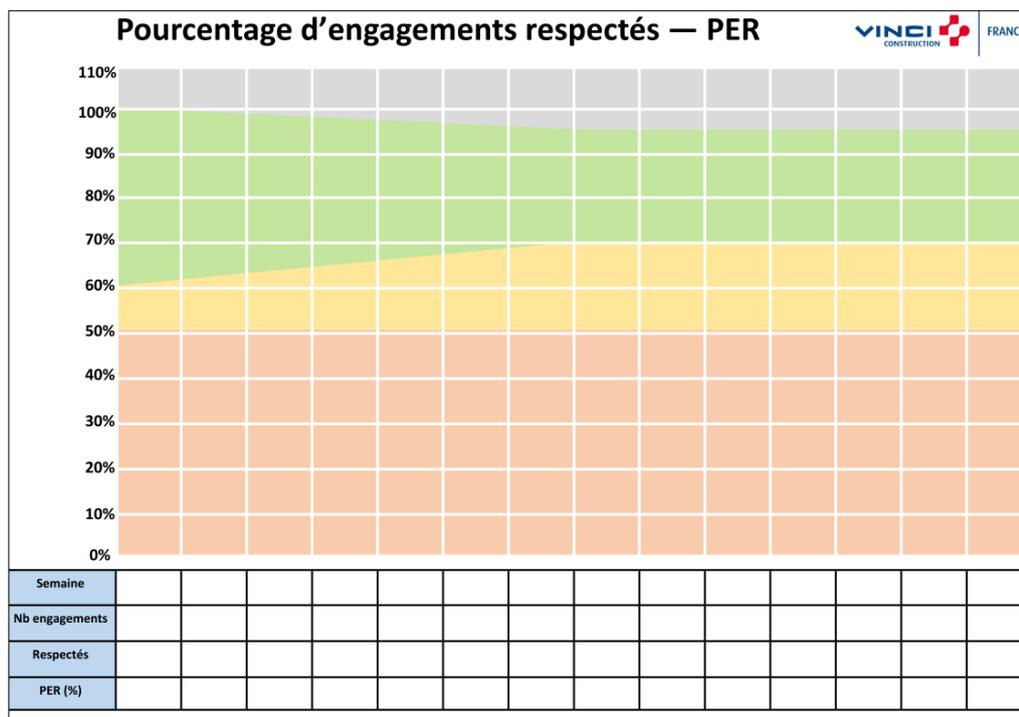


Figura 140: Schema di andamento delle lavorazioni con il risultato per ogni settimana

Dopo le settimane la tabella tirerà fuori la stessa tabella con l’analisi dell’andamento delle operazioni operative che si stanno svolgendo sul cantiere.

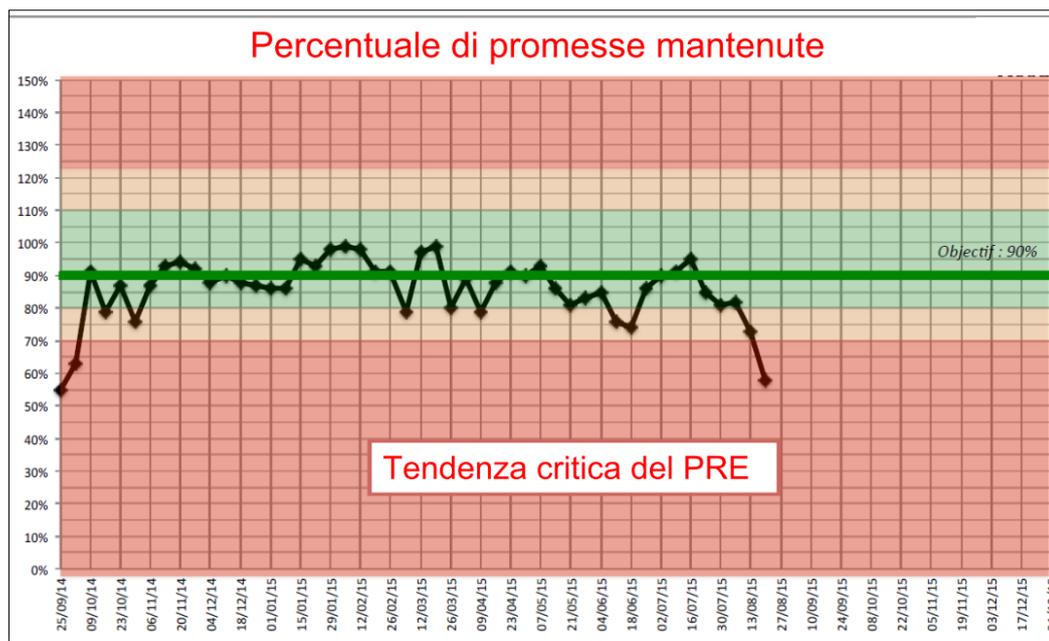


Figura 141: Esempio di andamento delle lavorazioni con il risultato per ogni settimana, fonte 26

Risultati ottenuti per la prima settimana:

Per la prima settimana il risultato che è venuto fuori è che il cantiere lavora in maniera buona con una percentuale dell'83%. Il risultato ottenuto indica che sono state completate tutte le lavorazioni operative e che 11 di queste non sono state realizzate per problemi incontrati durante le lavorazioni della prima e seconda zona o per mancanza di tempo.

La Tabella sottostante riporta le seguenti informazioni:

- Siamo nella settimana n°4 del cronoprogramma;
- Il numero di mansioni da effettuare (quindi il numero totale dei post-it) è di 65;
- Le mansioni portate a termine sono 54/65
- Le mansioni da dover riprendere la settimana successiva per mancanza di tempo sono 6
- Le mansioni da dover riprendere più tardi, dopo le riunioni che stabiliscono la natura del problema, quindi presenti nella tabella dei punti bloccanti sono 5.

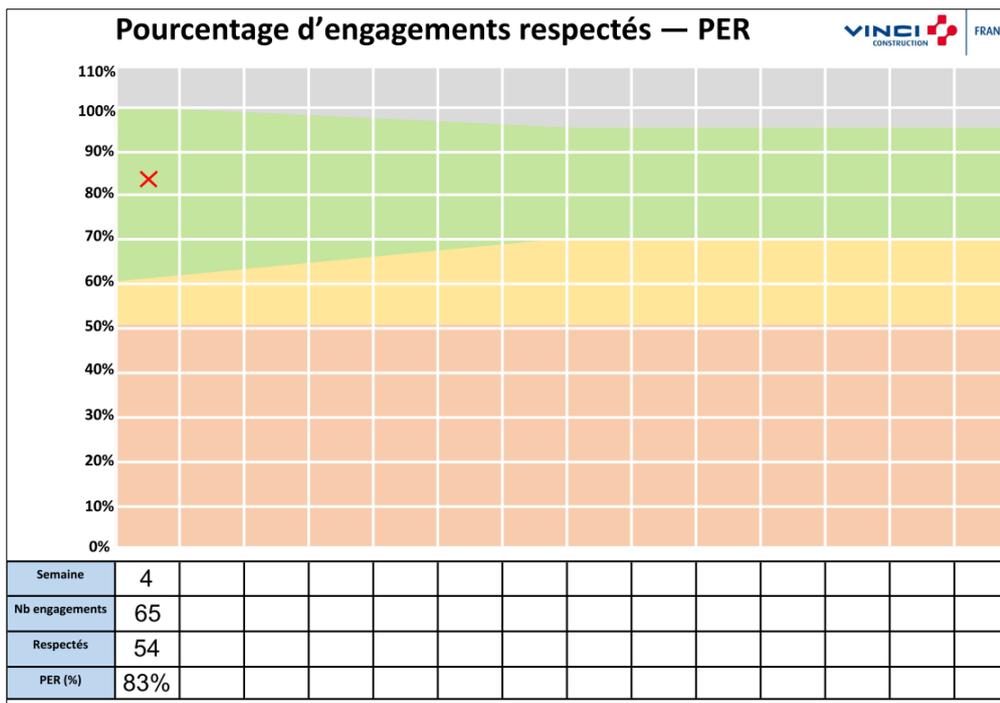


Figura 142: Tabella dei risultati della settimana numero 4



Figura 143: Grafico riportante l'andamento complessivo delle lavorazioni per la settimana numero 4

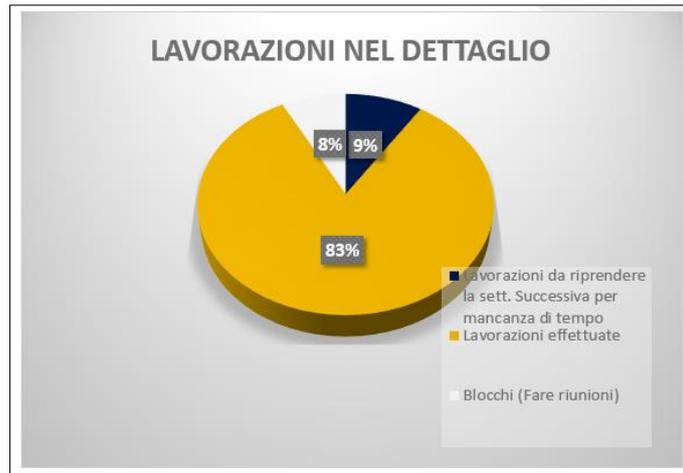


Figura 144: Grafico dell'andamento delle lavorazioni in dettaglio della settimana numero 4

I grafici riportati riportano l'andamento complessivo delle lavorazioni che risulta essere molto buono e le lavorazioni nel dettaglio per conoscere in termini di risultati quant'è la percentuale del margine delle lavorazioni non effettuate (da riprendere la settimana successiva o da inserire nella tabella dei punti di bloccaggio e cercare di inserirli in seguito).

Suivi des POINTS BLOQUANTS et des Plans d'Action							
N°	DATE	ZONE	STOP BLOQUE	DETAIL POINT BLOQUANT	ACTION	DATE RETOUR	RESULTAT
1	13/01	R2/CVC	Fibre isolant A1	LOGURAK		25/01	✓
2	13/01	R2/CVC	Fibre isolant A1	VCR		25/01	
3	13/01	R2/CVC	Fibre isolant A1	VCR		25/01	
4	13/01	R2/CVC	Fibre isolant A1	VCR		25/01	
5	13/01	R2/CVC	Fibre isolant A1	VCR		25/01	
6	13/01	R2/CVC	Fibre isolant A1	VCR		25/01	

Figura 145: Tabella dei punti di bloccaggio per la settimana numero 4

In alto viene indicata la tabella dei punti di bloccaggio, che indica le problematiche riscontrate per alcune lavorazioni, durante la settimana numero 4.

La tabella si presenta con le seguenti informazioni:

- Numero del problema che poi viene affisso sul planning generale per riconoscere il problema;
- Zona di lavoro sul quale é stato rilevato il fermo;
- Tipologia di lavorazione;
- Spiegazione del problema;
- Riferimento dell'impresa che deve effettuare la lavorazione;
- Data limite entro la quale si deve risolvere il problema perché potrebbe complicare le lavorazioni successive;
- Casella dove indicare se il problema é stato risolto o no.

Per la prima settimana i problemi riscontrati sono stati i seguenti:

PUNTO DI BLOCCAGGIO Sett. 4	DATA	ZONA DI LAVORO	TIPOLOGIA DI LAVORAZIONE	SPIEGAZIONE DEL PROBLEMA	IMPRESA INCARICATA	DATA LIMITE	PROBLEMA RISOLTO?
2	13/01/2020	R+2 zona 2	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa della posa dell'isolante al piano primo	LOGIPLAK	25/01/2020	
3	13/01/2020	R+2 zona 2	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa della posa dell'isolante al 1 piano int.	VCM	25/01/2020	
4	13/01/2020	R+3 zona 1	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa della posa dell'isolante al 1 piano int.	VCM	02/02/2020	
5	13/01/2020	R+2 zona 2	Impianto idraulico	In attesa delle modifiche di piano esecutivo degli appartamenti 304/305/306	VCM ---> ceinte/arch.	16/01/2020	
6	13/01/2020	R+2 zona 2	Cartongesso	In attesa di un'equipe supplementare	LOGIPLAK	22/01/2020	

Figura 146: Tabella recapitulativa dei punti di bloccaggio della prima settimana

I problemi ricavati sono stati, poi successivamente, inseriti e classificati all'interno dello schema della "5 M" per poter successivamente comprendere la natura del problema. A sua volta questi cinque punti di bloccaggio sono stati identificati, risolti tramite riunioni, reinseriti nella settimana successiva per poter essere realizzati. Qualora il risultato fosse stato diverso, quindi immaginiamo il 20% (cioè in una zona rossa), sarebbe stato di massima urgenza cambiare organizzazione delle squadre di lavoro, perché pochissime lavorazioni si sarebbero portate a termine.

Risultati ottenuti dopo due settimane:

Nella settimana numero 5 il cantiere lavora con una percentuale del 82%, mantendo invariato il risultato della settimana precedente.

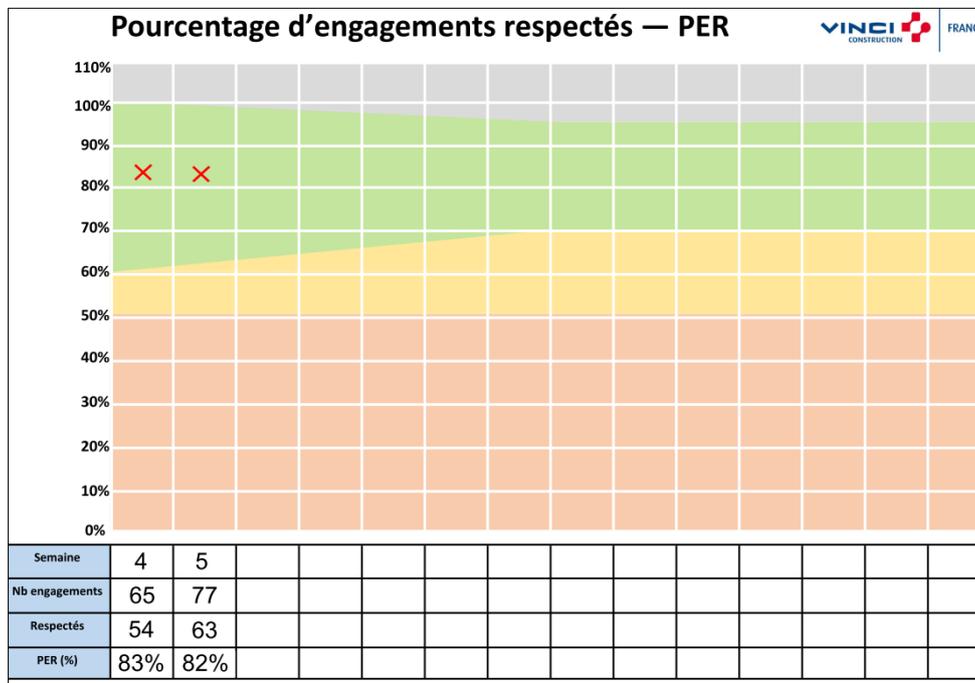


Figura 147: Tabella dei risultati della settimana numero 5

La Tabella riporta le seguenti informazioni:

- Siamo nella settimana n°5 del cronoprogramma;
- Il numero di mansioni da effettuare (quindi il numero totale dei post-it) è di 77;
- Le mansioni portate a termine sono 63/77;
- Le mansioni da dover riprendere la settimana successiva per mancanza di tempo sono 13;
- La mansione da dover riprendere più tardi, dopo le riunioni che stabiliscono la natura del problema, quindi presente nella tabella dei punti bloccanti é 1.

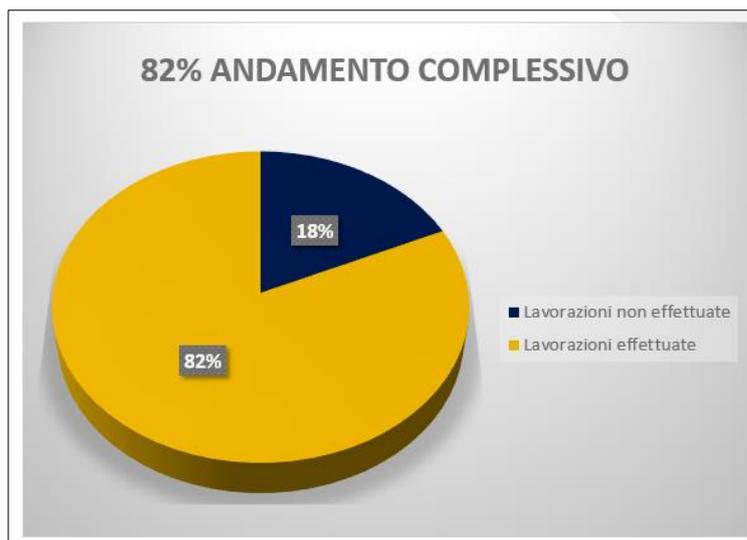


Figura 148: Grafico riportante l'andamento complessivo delle lavorazioni per la settimana numero 5

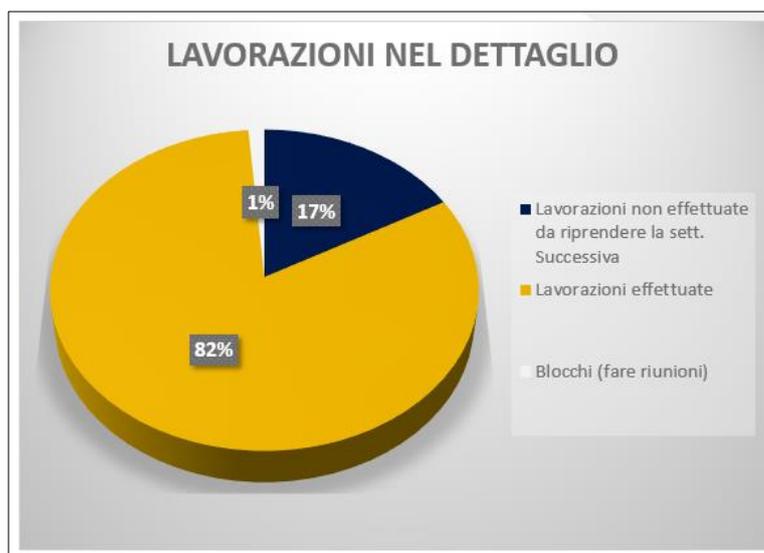


Figura 149: Grafico dell'andamento delle lavorazioni in dettaglio della settimana numero 5

I grafici riportati riportano l'andamento complessivo delle lavorazioni che risulta essere costante, come nella settimana precedente, e le lavorazioni nel dettaglio per conoscere in termini di risultati quant'è la percentuale del margine delle lavorazioni non effettuate (da riprendere la settimana successiva o da inserire nella tabella dei punti di bloccaggio e cercare di inserirli in seguito).

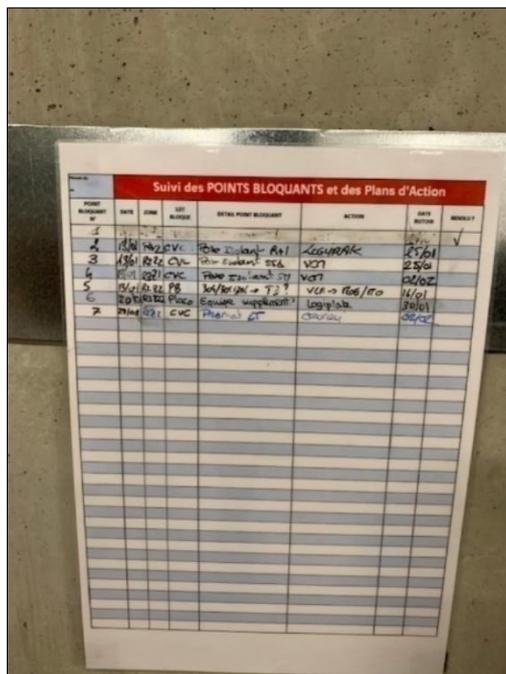


Figura 150: Tabella dei punti di bloccaggio per le settimana numero 4 e 5

PUNTO DI BLOCCAGGIO Sett. 4	DATA	ZONA DI LAVORO	TIPOLOGIA DI LAVORAZIONE	SPIEGAZIONE DEL PROBLEMA	IMPRESA INCARICATA	DATA LIMITE	PROBLEMA RISOLTO?
2	13/01/2020	R+2 zona 2	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa della posa dell'isolante al piano primo	LOGIPLAK	25/01/2020	✗
3	13/01/2020	R+2 zona 2	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa della posa dell'isolante al 1 piano int.	VCM	25/01/2020	✗
4	13/01/2020	R+3 zona 1	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa della posa dell'isolante al 1 piano int.	VCM	02/02/2020	✗
5	13/01/2020	R+2 zona 2	Impianto idraulico	In attesa delle modifiche di piano esecutivo degli appartamenti 304/305/306	VCM ---> ceinte/arch.	16/01/2020	✗
6	13/01/2020	R+2 zona 2	Cartongesso	In attesa di un'equipe supplementare	LOGIPLAK	22/01/2020	
7	29/01/2020	R+2 zona 2	Clima/Ventilazione/Riscaldamento	In attesa materiale Promat	CRUDELI	02/02/2020	

Figura 151: Tabella recapitulativa dei punti di bloccaggio della seconda settimana (in rosso)

Dalla seguente tabella si evince che già alcuni punti di bloccaggio, visti durante settimana numero 4, sono stati risolti; gli altri blocchi saranno risolti entro la data limite riportata in tabella.

Risultati ottenuti dopo tre settimane:

Nella settimana numero 6 il cantiere lavora con una percentuale del 77%, abbassando di poco il risultato delle settimane precedenti.

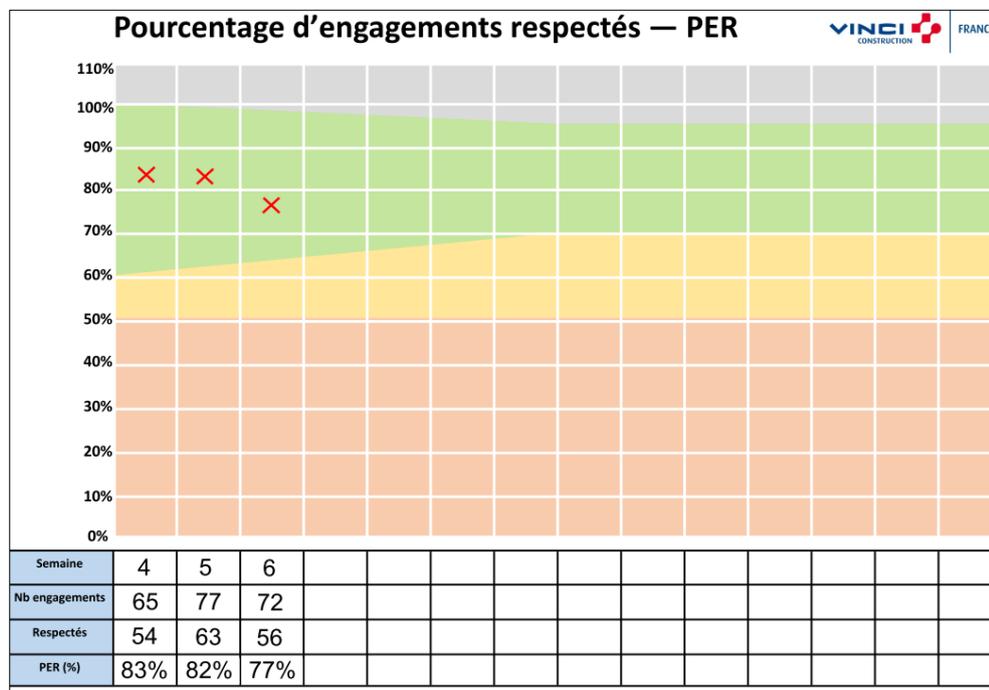


Figura 152: Tabella dei risultati della settimana numero 5

La Tabella riporta le seguenti informazioni:

- Siamo nella settimana n°6 del cronoprogramma;
- Il numero di mansioni da effettuare (quindi il numero totale dei post-it) è di 72;
- Le mansioni portate a termine sono 56/72;
- Le mansioni da dover riprendere la settimana successiva per mancanza di tempo sono 16;
- Non ci sono mansioni da dover riprendere più tardi, quindi presenti nella tabella dei punti bloccanti.

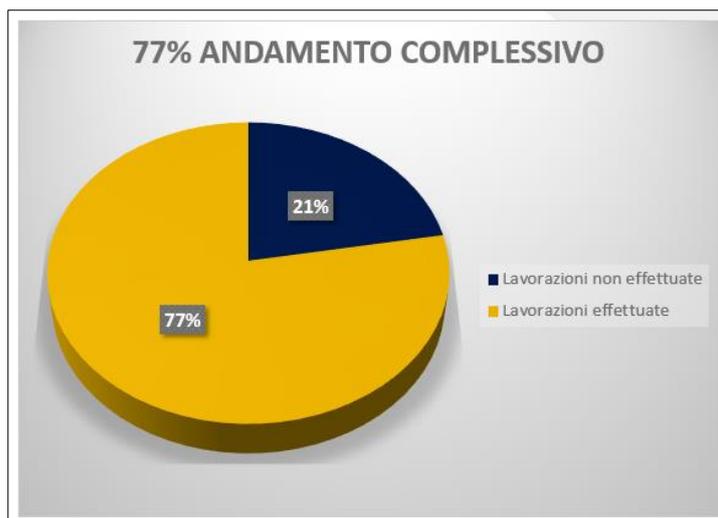


Figura 153: Grafico riportante l'andamento complessivo delle lavorazioni per la settimana numero 6



Figura 154: Grafico dell'andamento delle lavorazioni in dettaglio della settimana numero 6

I grafici riportati evidenziano l'andamento complessivo delle lavorazioni che risulta essere leggermente più basso con il 77% dell'andamento complessivo e le lavorazioni nel dettaglio per conoscere in termini di risultati quant'è la percentuale del margine delle lavorazioni non effettuate (in questo caso da riprendere la settimana successiva). Durante questa settimana, vi è stato un calo del 6% rispetto alle altre due settimane, per l'assenza di alcuni operai, causa influenza. Nella medesima settimana non si sono riscontrati dei problemi di bloccaggio, per questo non viene riportata la tabella che riporta gli stessi.

Una volta trovati i primi risultati delle prime tre settimane si è effettuata una verifica del Buffer. La stessa indica la riserva, che è stata inserita all'interno del planning, prima della consegna finale del progetto.

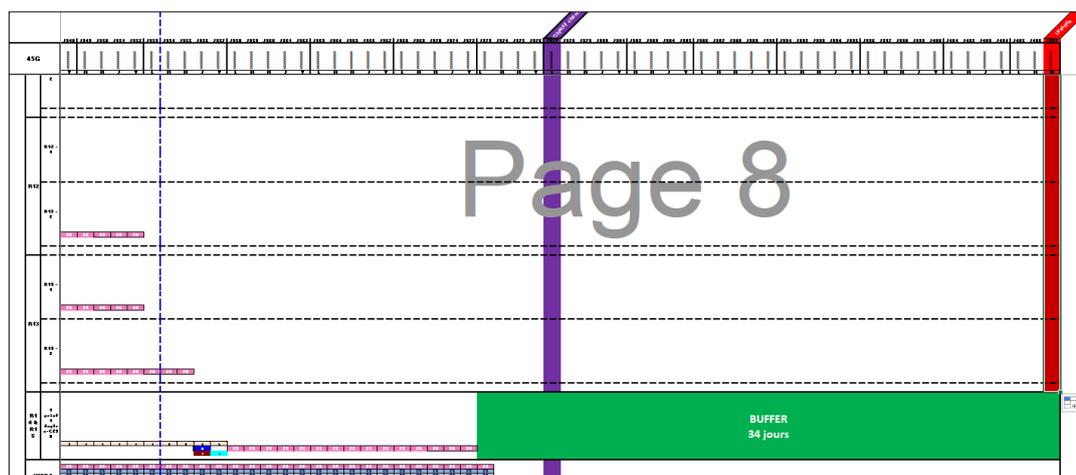


Figura 155: Cronoprogramma con inserimento del Buffer, fonte VCM

Come vediamo dal cronoprogramma in alto, per il 45 Grimaldi sono stati inseriti 34 giorni al massimo (in verde), giorni nei quali il progetto, quindi le lavorazioni, potranno essere slittate. A scadenza di questi 34 giorni, il progetto uscirà fuori dai termini di consegna (in rosso) e non rispetterà la stessa stabilita con il cliente.

Le lavorazioni, che durante il pilotaggio delle operazioni operative hanno delle criticità o portano problematiche generali, possono far slittare tutti i processi successivi alla stessa lavorazione e vengono inseriti all'interno di una tabella che viene chiamata "Marge Aléas", cioè "Margine Imprevisti".

In questa tabella ogni volta che si riscontrano dei problemi, quindi, si percepisce lo slittamento delle lavorazioni, viene inserito un post-it all'interno della casella (una per ogni giorno), così da avere sott'occhio i "giorni riserva" ancora a disposizione per continuare il progetto.

Risultati ottenuti dopo le prime tre settimane:

Per avere una visione ancora più dettagliata dell’andamento del cantiere, lo studio effettuato da me ha riportato i risultati di tutto il processo di pilotaggio, fino alla settimana numero 11. Il modo operativo rimane invariato, per questo motivo per i risultati seguenti non é stato specificato ogni dettaglio, ma si é solamente riportata la tabella complessiva che ci indica l’andamento con le percentuali di promesse di piano ottenute e portate a termine.

Di seguito viene riportata la tabella con l’andamento delle lavorazioni secondarie e di completamento tecnico del 45 Grimaldi.

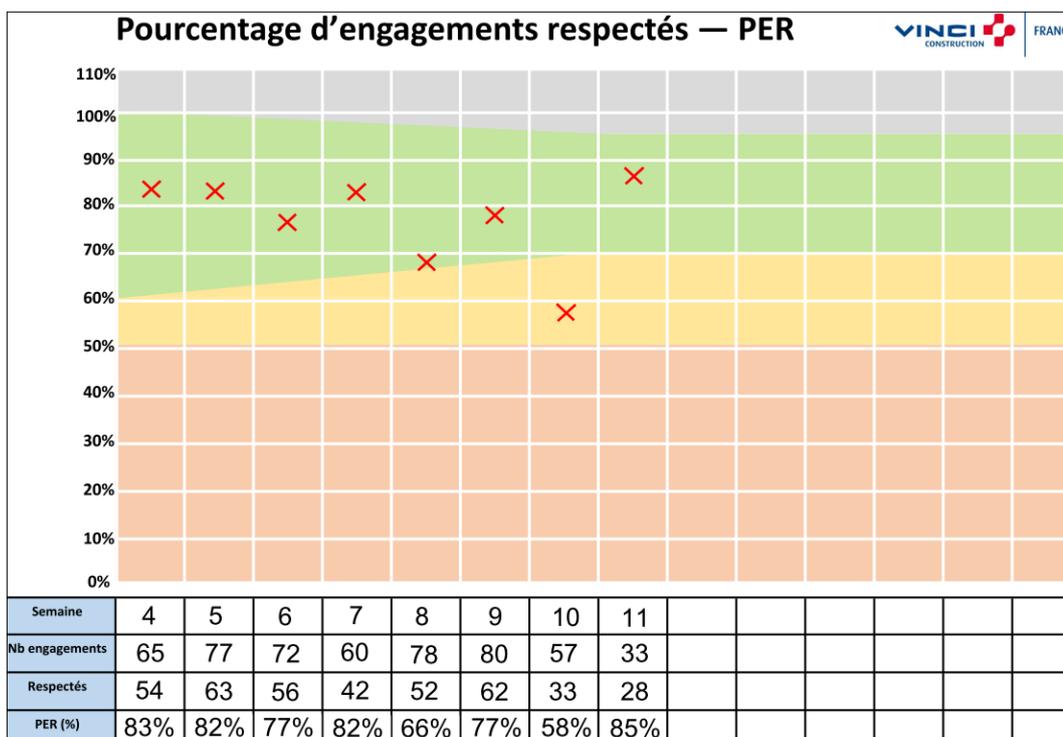


Figura 160: Tabella dei risultati di tutte le settimane analizzate

Per avere uno studio ancora più definito delle percentuali di promesse mantenute durante l’analisi dei lavori svolti in queste settimane, é stato inserito un grafico che indica il comportamento del cantiere. Dai risultati ottenuti si é potuto notare, che in queste settimane, il cantiere del 45 Grimaldi ha avuto un risultato complessivo delle lavorazioni del 76%, subendo dei cali improvvisi per

mancanza di personale (causa influenza). Un maggiore riscontro si é notato durante la settimana numero 10, settimana nella quale alcuni fornitori provenienti dall'Italia sono stati bloccati per via del Covid19, virus che si sta diffondendo in questo periodo.

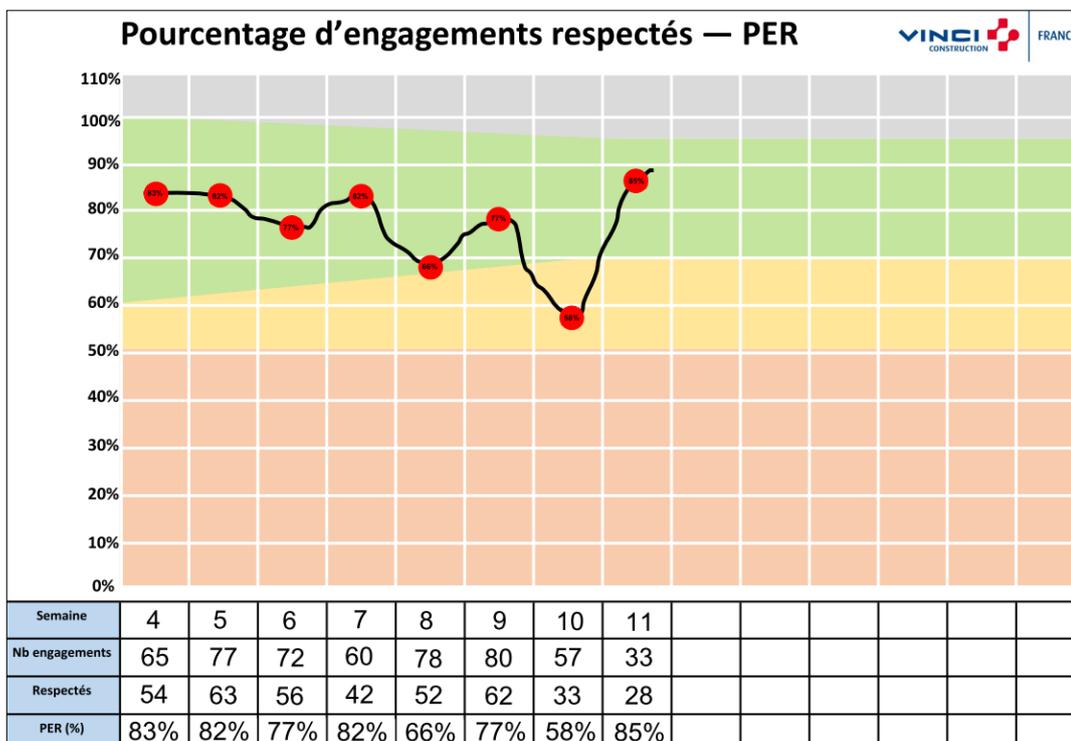


Figura 162: Tabella dei risultati delle settimane verificate e condotte

Limiti della tesi:

Durante questo lavoro di tesi sono stati riscontrati i risultati dell'andamento delle lavorazioni tramite il PER (Pourcentage d'engagements respectés) solo per alcune settimane, periodo in cui é stata analizzata e studiata la stessa metodologia. Per avere dei risultati "finali" effettivi si dovrà aspettare la fine delle lavorazioni totali (consegna degli appartamenti al cliente) e, quindi, comprendere se attraverso questo metodo collaborativo siamo riusciti a riscontrare vantaggio rispetto a un metodo "tradizionale". Quello che la tesi é riuscita a definire durante questi mesi, riscontrando innumerevoli vantaggi, sono i risultati dell'organizzazione e della gestione delle mansioni, riuscendo a monitorare ogni settimana con l'ausilio del Last Planner System e della collaborazione di tutti i fornitori.

7.4 I VANTAGGI RISCONTRATI

Si é potuto analizzare questo studio per poche settimane e si sono riscontrate delle migliorie determinanti sulle operazioni operative che si hanno in cantiere. Gli stessi vantaggi, riscontrati solo dopo tre settimane, sono molteplici. Sul cantiere del “45 Grimaldi” di Monaco, per i lavori strutturali é stata utilizzata un’impostazione classica di organizzazione e programmazione, tramite un cronoprogramma di tipo Gantt. Per tutte le opere secondarie e di completamento tecnico, invece, é stato usato un planning “Chemin de fer”, che utilizza l’approccio della metodologia del Lean Construction Management.

Sullo stesso progetto, pur essendo delle lavorazioni differenti, si sono notati diversi vantaggi attraverso l’applicazione di questa metodologia, quali:

- Comprendere in maniera dettagliata il cronoprogramma e riuscire a pilotarlo in maniera attiva e collaborativa;
- Riuscire ad avere una comunicazione diretta con tutti i capi squadra e capi cantiere inculcando la metodologia LPS “del tutti sanno cosa si sta facendo”;
- Anticipare i problemi e le criticità che durante il processo di realizzazione si sono riscontrate;
- Avere le equipe sempre impegnate e che rispettano le consegne indicate dal planning di cantiere;
- Risolvere i problemi in maniera collaborativa partecipando con attenzione a tutte le fasi di guida del Lean;
- Il Lavorare per microzone, comprendere se ci sono problematiche e non ripeterle nelle zone successive;

- Organizzare al meglio lo stoccaggio dei materiali, in base alla zona e al piano in cui si sta lavorando e non su tutto l'edificio;
- Cosegnare in maniera più rapida le stesse zone al cliente per un primo controllo qualitativo;
- Conoscere e monitorare l'andamento del cantiere tramite le percentuali che ci fanno capire quante lavorazioni vengono portate a termine e quante no;
- Riuscire ad anticipare i problemi, grazie all'inserimento di una tabella dei punti di bloccaggio che permettono di individuare i punti fermi;
- Avere un " margine di riserva" o "Buffer" per le criticità all'interno dello stesso cronoprogramma, per poter slittare le lavorazioni che si susseguono;
- Riuscire ad avere una riduzione degli sprechi e dei costi (tempo per riparare gli errori, tempo lavorativo perso in attese, perdite di tempo per materiali errati o difettosi, trasporti, sovrapproduzione, etc.).

CONCLUSIONI

La pianificazione e la programmazione di cantiere sono essenziali per preparare e impostare un'area da cantierizzare e permettono di arrivare a buona riuscita delle opere edilizie. Durante questi mesi sono riuscito ad avvicinarmi sempre di più a tutti gli aspetti operativi, in particolare all'uso di una nuova metodologia, che sempre più verrà richiesta ed utilizzata nei cantieri edili. La tesi, elaborata in Principato di Monaco, è riuscita, infatti, a farmi entrare in un mondo completamente nuovo, chiamato Lean Management. Attraverso questo studio, applicato al cantiere monegasco "45 Grimaldi", siamo riusciti a migliorare ogni attività in cantiere tramite la collaborazione di tutti i fornitori e degli stessi capi squadra e capi cantiere, portando dei benefici che si sono ottenuti grazie all'utilizzo del Last Planner System. Uno degli aspetti chiave che questa metodologia ha portato è stato quello di riuscire finalmente a dettagliare le lavorazioni alla giornata, pilotando il lavoro e concentrandosi su tre settimane alla volta; questo ci ha portato il beneficio di anticipare i problemi e di poter cambiare assetto al piano, per i blocchi incontrati, senza dover arrestare le varie equipe. Sullo stesso cantiere, dove ho avuto l'opportunità di lavorare per 7 mesi, sono riuscito a comprendere l'importanza di questa filosofia, monitorando in maniera attiva il pilotaggio delle lavorazioni attraverso l'ausilio del PPC e trovando soluzioni alle stesse ogni qualvolta si riscontravano dei problemi. Con il Lean Construction siamo riusciti ad avere una maggiore partecipazione da parte di tutti i fornitori, che ogni settimana partecipavano alle riunioni per riuscire a portare a termine il lavoro delle attività promesse sul piano.

La lavorazione con le micro-zone ci ha permesso di controllare al meglio le zone di stoccaggio, vista la mancanza delle stesse nel nostro cantiere in questa fase. Con questo, infatti, ogni fornitore è riuscito a stoccare direttamente il materiale, che da lì a qualche giorno sarebbe stato posato nelle diverse zone. Altro vantaggio riscontrato, lavorando con le micro-zone, è stata la possibilità di evitare la ripetizione di errori rilevati, nella successiva zona e consegnare le zone degli appartamenti in maniera più rapida per poter avere un resoconto immediato da parte del cliente. Con il Lean siamo riusciti a gestire al meglio le squadre di lavoro

direttamente sul terreno, organizzando le zone di lavoro con un certo ordine, che ha evitato di far fare Km al giorno in più ad ogni operaio, riuscendo a portare delle migliori prestazioni ed evitando le attese inutili.

Credo che questa metodologia riuscirà a cambiare al meglio il mondo delle costruzioni, vista la grande possibilità di cooperazione che ha con tutti gli approcci al progetto. Ogni cosa è organizzata e le informazioni sono più chiare per tutti; finalmente in cantiere tutti conoscono quello che si sta facendo, seguendo degli obiettivi e lavorando insieme all'integralità del progetto. Mi auguro che questa filosofia possa diventare un'abitudine per tutti i cantieri e i progetti di qualsiasi tipo; questo percorso di pianificazione collaborativa settimanale, che entra nel dettaglio, può portare solo dei benefici e dei miglioramenti continui.

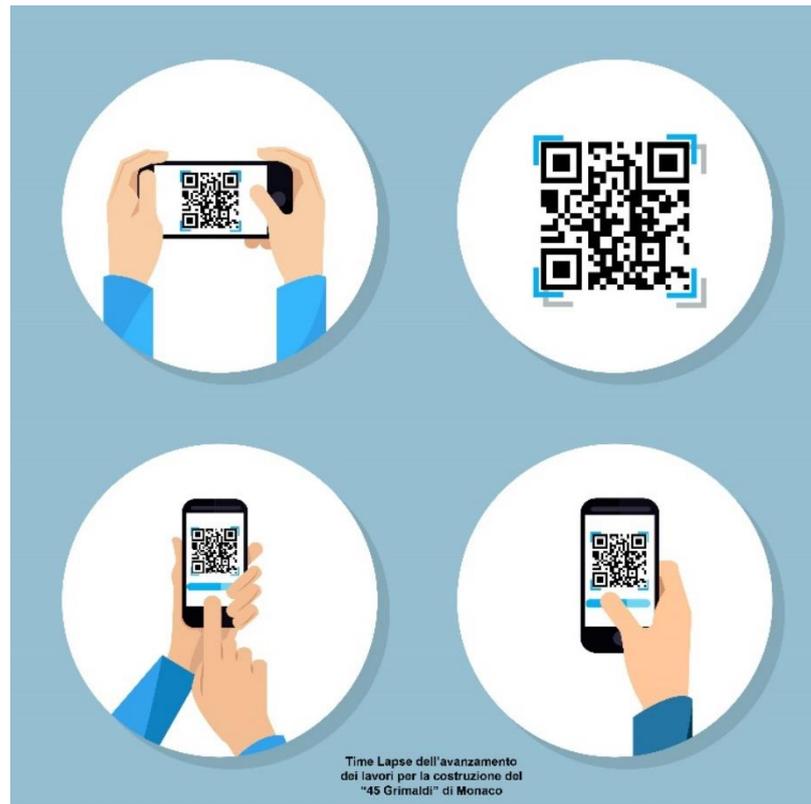
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 0) Manzone F. e Troiano D., *Pianificazione Operativa del cantiere-Teoria e Metodi nella produzione edilizia*, Torino, Levrotto & Bella, 2018.
- 1) Mariano B., *Cantieri Metodi e strumenti di gestione e organizzazione*, Roma, Legislazione tecnica s.r.l., 2011.
- 2) Font F. e Grua H., *Lean Construction - Optimiser coûts, qualité, sécurité et délais en mode collaboratif*, Dunod, 2008.
- 3) *Testo Unico sulla Sicurezza sui luoghi di lavoro (TUSL)*, Decreto legislativo 9 aprile 2008 n°81.
- 4) <http://www.comunecervia.it/comune/amministrazione-trasparente/attivita-e-procedimenti/tipologie-di-procedimento/dettaglio/redazione-e-approvazione-progetto-esecutivo.html>
- 5) https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/1464_2013_356_18432.pdf
- 6) <https://www.archweb.it>
- 7) <http://shop2.csnetwork.it>
- 8) <https://www.slideshare.net/studiosicurezza/117-organizzazione-del-cantiere>
- 9) https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/1464_2014_377_20360.pdf
- 10) https://www.dirittoeconomia.net/economia/imprese/diagramma_redditivita.htm
- 11) <https://www.teknoring.com/guide/guide-cantieri/le-sei-fasi-di-vita-del-cantiere/>
- 12) <https://www.pmi.it/impresa/business-e-project-management/articolo/3833/project-cycle-management-metodologia-per-progetti-ue.html>
- 13) <http://www.ilnuovocantiere.it/il-life-cycle-project-management/>
- 14) *La nuova legge quadro in materia di lavori pubblici*, Legge 11 febbraio 1994, n°104 (abrogata dall'articolo 256 del decreto legislativo n. 163 del 2006)

- 15) Alaimo G., *Lezione Programmazione Operativa- Organizzazione del cantiere con laboratorio*:<https://docplayer.it/5055897-Programmazione-operativa-organizzazione-del-cantiere-con-laboratorio.html>
- 16) [http://www.provincia.bz.it/bildung-sprache/weiterbildung/downloads/Manuale Project Management.pdf](http://www.provincia.bz.it/bildung-sprache/weiterbildung/downloads/Manuale_Project_Management.pdf)
- 17) <https://twproject.com/it/blog/quando-usare-il-diagramma-di-pert-un-progetto/>
- 18) <https://www.considi.it/lean-thinking/>
- 19) <https://carlobattisti.com/2012/05/12/lean-construction-management-in-berlin/>
- 20) <https://giugiarostructures.it/portfolio/45g-sci-tiranno/>
- 21) [http://oldwww.unibas.it/utenti/vassallo/Geot/6 indagini e campionamento_G.pdf](http://oldwww.unibas.it/utenti/vassallo/Geot/6_indagini_e_campionamento_G.pdf)
- 22) <https://www.leanconstruction.it/last-planner-system-un-approccio-alla-pianificazione/>
- 23) https://it.wikipedia.org/wiki/Costruzione_lean
- 24) <https://www.oedo-conseil.fr/qu-est-ce-que-le-lps-last-planner-system/>
- 25) <https://thealmanac.org/template-ideas/009-template-ideas-work-breakdown-structure-wbs-for-project/>
- 26) <https://www.imma-construction.com/>
- 27) <https://www.oedo-conseil.fr/qu-est-ce-que-le-lps-last-planner-system/>
- 28) <https://www.leanconstruction.it/wp-content/uploads/2017/10/REPORT-Last-Planner-System-Lean-Construction.pdf?x82384>
- 29) <https://www.archmonaco.net/>
- 30) https://www.lepoint.fr/high-tech-internet/monaco-en-3d-la-ville-numerique-25-05-2015-1931037_47.php

Allegato video:

Tramite questa tesi, lo scrivente ha realizzato, inoltre, un time lapse per il periodo durante il quale ha seguito i lavori per la realizzazione del cantiere del “45 Grimaldi”. Di seguito viene riportata un’immagine del QR CODE, ove è possibile scansionarla tramite dispositivo smartphone e poter accedere alla visualizzazione online.

**SCAN ME**

RINGRAZIAMENTI

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont fait de mon stage une expérience professionnelle très enrichissante.

Tout d'abord, je remercie Gabriel TOUPET, le Directeur de Projet du 45 Grimaldi de Monaco, pour m'avoir accueilli au sein de son équipe et m'avoir permis de travailler sur ce chantier très intéressant pour sept mois. Je le voudrais remercier pour sa disponibilité et ses précieux conseils qui m'a donné pendant ce parcours de stage et de Thèse.

Je voudrais également remercier Adinani M'madi, tutor de la Direction Opérationnelle de Marseille, qui a contribué à la bonne réussite de ce travail. Son aide et son support ont été fondamentaux pour guider mon analyse et ma réflexion. Merci pour m'avoir fait connaître la démarche du Lean Construction avec la planification et le pilotage collaboratif du planning, pour permettre d'améliorer les performances du chantier. Merci pour ta collaboration et professionnalisme. Bon courage pour les prochains projets !

Ringrazio il mio relatore, il Prof. Fabio Manzone, il quale si è reso oltremodo disponibile sin dal primo momento. Grazie per i chiarimenti nonostante la lontananza, per le importanti nozioni trasmesse e le motivazioni giuste datomi durante tutto il lavoro svolto.

Grazie all'impresa Vinci Construction Monaco, per avermi accolto e avermi dato la possibilità di "imparare sul campo" e allo stesso modo realizzare questo lavoro di Tesi.