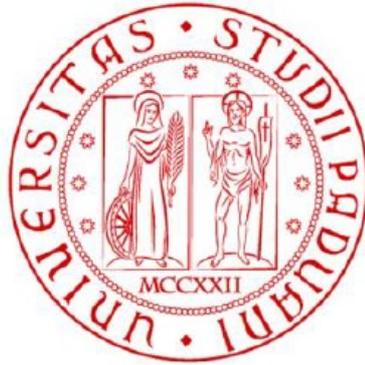


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**



**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLA  
SICUREZZA CIVILE E INDUSTRIALE**

**Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria della Sicurezza Civile e  
Industriale**

**Procedure di gestione per criticità ambientali  
in un cantiere**

***Relatore: Prof.ssa Anna Mazzi***

***Laureando: ANTONINO LARDARA***

**ANNO ACCADEMICO 2020 – 2021**

*A mamma e papà*

## Sommario

Capitolo 1.....	1
Introduzione .....	1
1.1 Il settore delle costruzioni e la sua rilevanza per ambiente e sicurezza sul lavoro.....	1
1.2 Il problema dei rifiuti da demolizione e l'obiettivo dell'economia circolare.....	2
1.3 Analisi di letteratura .....	5
1.4 <i>Obbiettivi del lavoro di tesi</i> .....	6
Capitolo 2.....	8
Presentazione del caso studio.....	8
2.1 Incide Engineering S.r.l. ....	8
2.2 Caso studio: cantiere “ Palazzo Roccabonella” .....	10
Capitolo 3.....	14
Materiali e Metodi .....	14
3.1 PSC, POS e interviste al CSE.....	14
3.2 Piano di Sicurezza e Coordinamento.....	15
3.3 Piano Operativo di Sicurezza.....	17
3.4 Intervista al personale: confronto con il CSE.....	18
3.5 Sistema di gestione ambientale: ISO 14001.....	20
3.6 Criterio di significatività .....	21
Capitolo 4.....	26
Risultati.....	26

<b>4.1 Valutazione significatività aspetti ambientali per le fasi di cantiere</b> .....	26
<b>4.2 Procedure di mitigazione</b> .....	35
4.2.1 <i>Rifiuti</i> .....	35
4.2.2 <i>Propagazione polveri</i> .....	39
4.2.3 <i>Inquinamento acustico</i> .....	41
4.2.4 <i>Limitazione mobilità</i> .....	43
<b>4.3 Valutazione delle prestazioni</b> .....	47
4.3.1 <i>Audit interno</i> .....	48
4.3.2 <i>Applicazione Check-list</i> .....	53
<b>Capitolo 5</b> .....	59
<b>Discussioni e conclusioni</b> .....	59
<b>5.1 Difficoltà emerse</b> .....	59
<b>5.2 Utilità dello studio</b> .....	60
<b>5.3 Conclusioni</b> .....	61
<b>Ringraziamenti</b> .....	63
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	64
<b>SITI WEB</b> .....	65

# Capitolo 1

## Introduzione

### **1.1 Il settore delle costruzioni e la sua rilevanza per ambiente e sicurezza sul lavoro**

La questione ambientale rappresenta uno dei temi più dibattuti negli ultimi anni. Tantissime sono le ricerche che hanno dimostrato come l'uomo e le sue attività abbiano condizionato notevolmente l'ecosistema, mentre numerose sono le prove che indicano che la continua sottovalutazione del problema rischia di condurre l'umanità sul punto di non ritorno. Per fortuna le organizzazioni mondiali stanno capendo quanto importante sia l'ambiente e come solo una gestione improntata alla sua sostenibilità possa impedire la nascita di problemi di ampiezza globale.

Naturalmente le attività compiute dall'uomo non sono tutte impattanti per l'ambiente allo stesso modo. Fra quelle che causano un maggior impatto troviamo sicuramente il settore delle costruzioni. Infatti, progettare e costruire un edificio o una qualsiasi tipologia di impianto comporta la valutazione di diversi aspetti ambientali, come ad esempio la produzione di rifiuti, emissione di sostanze in atmosfera ed utilizzo di materie prime. Tutto ciò può essere tenuto sotto stretta osservazione applicando un sistema di gestione.

I sistemi di gestione, infatti, rappresentano gli strumenti adatti per ottimizzare le prestazioni relative alla qualità, all'ambiente e alla sicurezza a cui punta un'organizzazione. L'insieme di procedure e regole contenute nelle norme atte ad implementare i sistemi di gestione e valide a livello internazionale, consentono di raggiungere obiettivi fondamentali come la soddisfazione del cliente, il miglioramento continuo delle prestazioni e la capacità di dimostrare a terzi le proprie competenze.

Se ciò viene applicato ad un cantiere, il risultato è evidentissimo, poiché essi sono tra i luoghi di lavoro più pericolosi sia dal punto di vista ambientale che della sicurezza. Infatti, secondo i dati raccolti dall'Inail nel 2018 gli infortuni accertati nel settore delle costruzioni sono stati 30.174. A confermare l'alta rischiosità dei cantieri è la gravità dei casi: sempre nel 2018,

infatti, circa il 27% dei decessi avvenuti in occasione di lavoro nell'industria e servizi (115 su 432) è avvenuto nei cantieri.

Dal punto di vista ambientale invece sono molte le variabili che possono condizionare il contesto in cui si trova il cantiere. Basti pensare al rischio corso dal suolo, o dalla propagazione di polveri e rumore, o anche dall'emissione di certe sostanze utilizzate per determinate lavorazioni. Inoltre l'aspetto più importante relativo all'impatto ambientale dei cantieri riguarda la produzione di rifiuti. L'Ispra afferma che addirittura il 43% dei rifiuti speciali prodotti in Italia ha origine proprio dal settore delle costruzioni e demolizioni, ovvero più di 143 milioni tonnellate che se mal gestite possono naturalmente comportare un grave problema per l'ambiente. Ciò dovrebbe spingere le imprese all'adozione di un'economia circolare in grado di concepire i rifiuti come una vera e propria risorsa.

## **1.2 Il problema dei rifiuti da demolizione e l'obiettivo dell'economia circolare**

I rifiuti prodotti in un cantiere vengono denominati Rifiuti da Costruzione e Demolizione (rifiuti CD). Nell'Unione europea, essi rappresentano più di un terzo di tutti i rifiuti generati e questo lo rende uno dei settori meno sostenibili. Proprio per questo l'Europa sta indirizzando le organizzazioni a gestire meglio questo aspetto. La Direttiva 2008/98/CE, infatti, ha dato un compito importante da rispettare negli ultimi anni. Nell'articolo 12 si afferma che "entro il 2020 la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale di rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi, sarà aumentata almeno al 70 % in termini di peso".

All'interno della direttiva sopracitata i rifiuti vengono distinti in due macrocategorie:

- Rifiuti Pericolosi, ovvero quelli che hanno le seguenti caratteristiche: esplosivo, comburente, facilmente infiammabile, irritante, nocivo, tossico, cancerogeno, corrosivo, infettivo, tossico per la riproduzione, mutageno, che a contatto con acqua, aria o acido sprigionano gas tossici o molto tossici, sensibilizzante, suscettibile, dopo l'eliminazione, di dare origine in qualche modo ad un'altra sostanza (art.3 comma 2, Allegato III);

- Rifiuti Non Pericolosi, ovvero tutti quelli che non ricadono nella definizione precedente. Essi rappresentano la percentuale maggiore dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Come affermato in un recente studio (S. Di Corato, 2018) “La Direttiva 2008/98/CE dovrebbe aiutare l’Unione europea ad avvicinarsi a una “società del riciclaggio”, cercando di evitare la produzione di rifiuti e di utilizzare i rifiuti come risorse, secondo i principi dell’economia circolare, sollecitando misure volte a garantire la separazione alla fonte, la raccolta e il riciclaggio dei flussi di rifiuti prioritari e favorendo la costituzione di reti di riutilizzo e di riparazione, l’uso di strumenti economici, di criteri in materia di appalti e di obiettivi quantitativi.

Anche in Italia l’argomento che riguarda l’ambiente è stato messo sempre più al centro dell’attenzione. Il D.lgs. 152/06, ovvero il Testo Unico in materia ambientale, raccoglie tutte le norme in materia di tutela ambientale e gestione dei rifiuti. Passo importante all’interno del decreto è l’art. 179, che stabilisce una gerarchia in ordine di priorità di ciò che costituisce la migliore opzione ambientale. Ovvero, la gestione dei rifiuti avviene nel rispetto della seguente gerarchia:

- a) prevenzione;
- b) preparazione per il riutilizzo;
- c) riciclaggio;
- d) recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia;
- e) smaltimento.

La modalità di gestione dei rifiuti CD più scelta in Italia, seppur sia la soluzione meno preferibile, è quella di smaltirli direttamente in discarica. Questo perché l’attività di riciclo è condizionata dalla forte disomogeneità dei rifiuti CD.

Occorre quindi che le organizzazioni percorrano la strada che porti verso un modello economico ideale per attuare delle strategie di minimizzazione dei rifiuti, ovvero la *Circular Economy* (CE). Essa, proprio come definito dal sito del Parlamento Europeo (<https://www.europarl.europa.eu/portal/it>), “è un modello di produzione e consumo che implica condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo dei materiali e prodotti esistenti il più a lungo possibile”.

In questo modo si estende il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo. Una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali di cui è composto vengono infatti reintrodotti, laddove possibile, nel ciclo economico. Così si possono continuamente riutilizzare all'interno del ciclo produttivo generando ulteriore valore.

I principi dell'economia circolare contrastano il tradizionale modello economico lineare, fondato invece sul tipico schema "estrarre, produrre, utilizzare e gettare". Il modello economico tradizionale, infatti, dipende dalla disponibilità di grandi quantità di materiali ed energia facilmente reperibili e a basso prezzo.

Riuscire ad applicare il modello della CE al settore delle costruzioni e più in particolare ad un cantiere, permetterebbe di ottenere grossi vantaggi considerando le quantità di materie prime che sarebbero risparmiate e il valore che assumerebbero le tonnellate di rifiuti prodotti se venissero riqualificate.



**Figura 1.1** – Schema economia circolare

### 1.3 Analisi di letteratura

Negli ultimi anni gli studi relativi alla gestione ambientale dei cantieri sono aumentati, soprattutto quelli focalizzati sulla gestione dei rifiuti CD i quali rappresentano l'aspetto più critico per quanto riguarda il settore delle costruzioni. In particolare da diversi studi si evince come l'applicare il modello LCA (*life cycle assessment*), che segue le linee guida della ISO 14040, sia un valido strumento per far fronte al problema dei rifiuti.

Un'analisi condotta su 51 edifici residenziali in Italia (Michele Paleari et al, 2015), che ha visto l'applicazione del modello LCA, ha evidenziato l'elevata preponderanza dei materiali inerti come materiale da scarto, pari a circa il 97% del totale. Il reimpiego di essi direttamente in sito consente la riduzione di 25 volte dei consumi di energia rinnovabile, minori emissioni di gas e climalteranti e minore uso del suolo. Risulta quindi evidente che il tema degli impatti ambientali dipendono dalle modalità di gestione dei rifiuti inerti, per i quali è necessario diffondere pratiche di riciclo upcycling per la produzione, ad esempio, di calcestruzzi.

Naturalmente tutto questo è ostacolato dai bassi costi di smaltimento in discarica e dal facile reperimento di materie prime che non invogliano le imprese italiane ad eseguire una corretta gestione dei rifiuti di cantiere. Un altro studio ha evidenziato come lo Stato italiano necessiti di un decreto che disciplini la sola materia legata alla gestione dei rifiuti CD (Di Corato, 2018), infatti attualmente vi sono solamente dei criteri che vincolano la materia in ingresso in cantiere, piuttosto che i materiali di risulta generati. Un nuovo decreto in Italia potrebbe imporre l'obbligo per i progettisti di redigere un report tecnico da presentare insieme al permesso di costruire, che contenga determinate informazioni, come ad esempio il volume totale dei rifiuti che si produrranno, stabilendo e giustificando le quantità dirette in discarica e le quantità da riciclare, oppure indicando le operazioni di riutilizzo e valorizzazione lasciando il conferimento in discarica come ultima soluzione. A livello locale, inoltre, le legislazioni regionali potrebbero condizionare l'ottenimento del permesso di costruire sancendo un deposito cauzionale che funga da garanzia finanziaria per la corretta gestione dei rifiuti CD prodotti in cantiere. Le autorità regionali possono determinare l'ammontare di denaro da depositare in modo proporzionale alle quantità di rifiuti stimate nel piano di gestione.

Guardando sempre al problema in Italia, è stata analizzata la gestione dei rifiuti CD nella regione Campania (S. Iodice et al. 2021), considerando, fra i vari scenari, anche l'applicazione di una pratica che può nettamente migliorare l'impatto ambientale di un cantiere, ovvero la *demolizione selettiva*. I risultati hanno mostrato che l'implementazione

della demolizione selettiva comporti dei vantaggi ambientali, ma allo stesso tempo costi più elevati. Infatti, la demolizione selettiva è significativamente più costosa rispetto a quella convenzionale, ovvero circa 6,2 €/t contro 1,2 €/t.

La demolizione selettiva oggi è ancora poco utilizzata proprio perché richiede dei non indifferenti costi di mano d'opera. Consiste nel separare gli elementi riutilizzabili e quelli non riutilizzabili o per allontanare sostanze inquinanti. La tipologia di rifiuti che interessano la demolizione selettiva riguarda legno, vetro, metalli, plastica e inerti. I vantaggi naturalmente spaziano dalla riduzione dei costi di trasporto e dei rifiuti conferiti in discarica, al recupero di materiale omogeneo di qualità accettabile e minor consumo di materie prime. Un esempio di quanto questa pratica possa essere vantaggiosa è rappresentato dall'Allianz Stadium, terminato nel 2011. Lo stadio è frutto di scelte di economia circolare: è nato, infatti, dal recupero e riutilizzo di materiale derivato dalla demolizione di strutture esistenti. Per l'impianto furono recuperati materiali dismessi del vecchio stadio "Delle Alpi", reimpiegandoli nel nuovo cantiere. Si parlava di 40mila metri cubi di calcestruzzo, frantumati e impiegati come sottofondo alla base del nuovo impianto, 5000 tonnellate di acciaio, 2000 metri quadrati di vetro e 300 tonnellate di alluminio. L'impiego di materie prime fu ridotto quindi a livelli molto elevati. (<http://economiecircolare.confindustria.it/>).

Infine è stato dimostrato in una recente applicazione (F. Roffi, 2013) che trattando un cantiere di modeste dimensioni, che rappresenti le caratteristiche della maggior parte dei siti di costruzione e in cui si sono individuati gli impatti dalla fase di cantierizzazione in poi, si contribuisca in modo significativo a ridurre gli impatti all'interno e all'esterno del cantiere adottando le giuste misure di mitigazione. Tutto questo può essere fatto prevedendo l'applicazione di un sistema di gestione ambientale in un cantiere, il quale, rappresentando un sito produttivo, può essere pianificato e gestito secondo il modello PDCA (*plan-do-check-act*).

#### **1.4 Obiettivi del lavoro di tesi**

L'obiettivo del presente elaborato sarà quindi proprio quello di analizzare le criticità ambientali in un cantiere preso come caso studio, valutando la significatività degli aspetti ambientali derivati dalle varie attività svolte al suo interno, con il fine di verificare che le misure di mitigazione adottate siano adeguate e proponendone delle altre che potrebbero essere utilizzate in seguito. Ciò verrà fatto partendo da due documenti il cui scopo non è

legato alla valutazione ambientale del cantiere, ma bensì legati alla sicurezza del cantiere, ovvero PSC e POS. Ciò permetterà di capire se è possibile effettuare una valutazione ambientale partendo da questi due documenti, obbligatori per qualsiasi cantiere, anche in fase preliminare, ovvero prima della fase di cantierizzazione.

Infine, con l'obiettivo di seguire il più possibile le linee guida per l'implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale, verranno costruite delle check-list che saranno utilizzate durante un audit interno svolto all'interno del cantiere, con lo scopo di monitorare le misure e strumenti di mitigazione adottati.

# Capitolo 2

## Presentazione del caso studio

### 2.1 Incide Engineering S.r.l.

Il presente studio è stato svolto presso Incide Engineering S.r.l, una società di ingegneria costituita nel 1998 dalla volontà di un gruppo di professionisti di consolidata esperienza nella progettazione civile e industriale, provenienti da importanti realtà del settore. La società nasce con lo scopo di progettare strutture in acciaio, attività ancora oggi viene effettuata in modo prevalente rispetto a tutte le altre.

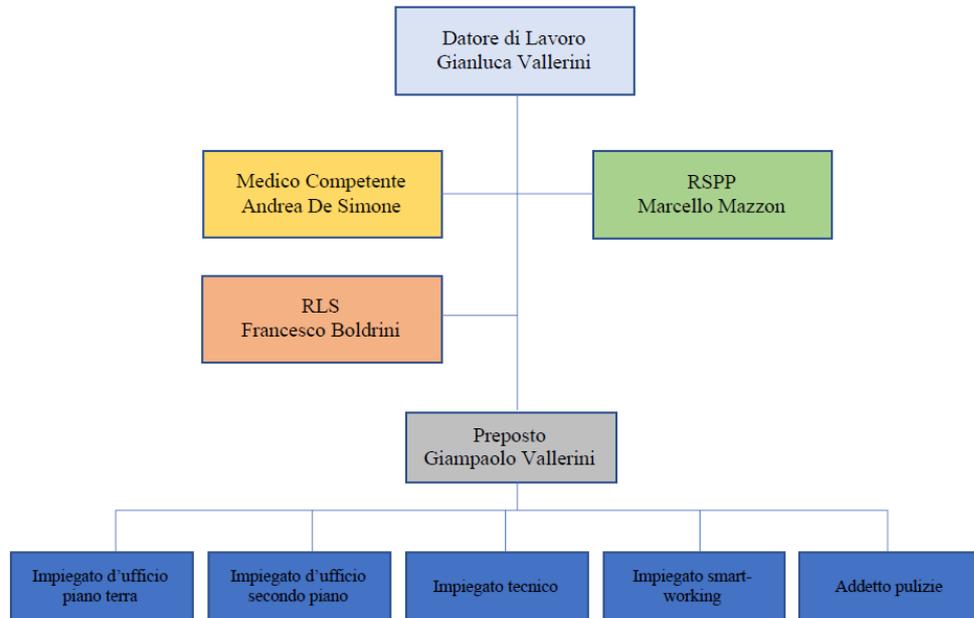
Tra le altre attività di progettazione e servizi di ingegneria offerti da Incide troviamo:

- Progettazione civile nel campo architettonico, strutturale e impiantistico
- Calcoli strutturali ad elementi finiti
- Progetti industriali
- Direzione Lavori
- Coordinamento della Sicurezza
- Consulenze

I settori operativi in cui opera sono:

- Aeroporti;
- Aziende Aeronautiche;
- Impiantistica industriale;
- Settori Energia ed Oil & Gas;
- Direzione e Commerciale;
- Sanità;
- Residenziale;

L'attività di Coordinamento della sicurezza è stata fondamentale ai fini dello studio, poiché è stato grazie ad essa e ad uno dei suoi responsabili di poter analizzare e studiare il cantiere e le sue operazioni svolte al suo interno.



**Figura 2.1** – Organigramma Incide

Il Coordinamento della Sicurezza include la redazione, in fase progettuale, di Piani di Sicurezza e di Coordinamento che fungono da strumento di prevenzione per le organizzazioni che si occuperanno delle varie lavorazioni svolte nei cantieri. Durante la realizzazione delle opere, il Coordinamento della Sicurezza assicura la corretta applicazione dei dispositivi riguardanti la sicurezza dei lavoratori e verifica che vengano applicate le prescrizioni normative in materia.



**Figura 2.2** – Operatori che lavorano in sicurezza

I committenti di Incide sono per la maggior parte imprese e in parte minori società d'ingegneria e progettazione. Attualmente essi sono all'incirca l'80% italiani e il 20% esteri. Per quanto riguarda l'Italia, i committenti sono concentrati prevalentemente nel Centro Nord. La società ha sede operativa in Via S. Francesco 91, nel centro di Padova.

Incide ha inoltre implementato un sistema di gestione della qualità secondo i requisiti della ISO 9001, il quale dimostra la capacità di accrescere la soddisfazione del cliente tramite l'applicazione efficace del sistema stesso e di applicare i processi per miglioramento continuo e l'assicurazione della conformità dei requisiti suddetti.

Le informazioni riguardanti tutti gli altri servizi e progetti offerti da dall'azienda sono reperibili dal sito internet (<https://www.incide.it/>).

## **2.2 Caso studio: cantiere “ Palazzo Roccabonella”**

Il caso studio a cui farà riferimento l'elaborato riguarda il cantiere presso il complesso denominato “Palazzo Roccabonella”, la cui progettazione integrata (architettura, strutture ed impianti) e il coordinamento della sicurezza sono stati curati da Incide Engineering S.r.l.

Il Palazzo è vincolato, essendo un edificio storico ricadente all'interno del centro storico di Padova. Esso, infatti, è situato in Via San Francesco n. 37 – 39 – 41 – 43 – 45 – 47 – 49, angolo vicolo Santa Margherita. L'edificio ha già subito degli interventi di restauro e ristrutturazione in passato.

L'intervento ha come fine quello di ricavare nel palazzo delle unità abitative di grande pregio, al cui interno vi è un giardino. Rappresenta una opera importante da compiere poiché si tratta di recuperare un edificio di oltre 600 anni.



**Figura 2.3** – Complesso Roccabonella – Giardino interno

L'obiettivo del restauro inoltre è quello di tenere basso il consumo energetico e l'emissione di inquinanti, che deve corrispondere anche ad una riduzione dei costi. Fondamentale, visto il luogo in cui è situato il complesso, mantenere una certa impronta ambientale.

Infatti molta attenzione è stata posta al contenimento acustico, sia delle dotazioni impiantistiche interne ed esterne, sia delle reti distributive che delle reti di scarico.



**Figura 2.4** – Complesso Roccabonella – Facciata principale

Facendo riferimento al cronoprogramma il complesso è stato suddiviso in più blocchi: Edificio A, B, C-D, F-E,G ed ai fini dello studio si prenderanno in considerazione le attività svolte all'interno del solo Edificio A.

Le lavorazioni che vengono effettuate all'interno del cantiere per macro-fasi sono:

- Opere strutturali;
- Opere in cartongesso;
- Impianti elettrici e meccanici;
- Pavimentazioni;
- Serramenti;
- Ascensori;
- Opere di Pittore;
- Opere di fabbro;
- Sistemazioni esterne.

Ai fini dello studio è stato consentito l'approfondimento di documenti fondamentali concernenti la sicurezza del cantiere, in particolare PSC e POS. È stato fornito anche il fascicolo dell'opera, il quale contiene informazioni utili riguardo la sicurezza dei lavoratori relativa a lavorazioni successive che verranno effettuate sull'opera, come ad esempio sui lavori di manutenzione.

Come accennato in precedenza l'area di cantiere s'inserisce nell'ambito territoriale urbano del Comune Padova:



**Figura 2.5** – Posizione Complesso Roccabonella

L'accesso alle aree di cantiere avviene attraverso via San Francesco, che è una strada a traffico limitato ed è stato valutato correttamente in funzione dell'interferenza con la pubblica circolazione.

In prossimità del cantiere si trovano attività commerciali in grado di fornire servizi primari per i lavoratori e inoltre sono presenti edifici di particolare interesse storico culturale di particolare riguardo storico architettonico.

Informazioni più dettagliate riguardo le attività svolte all'interno del cantiere verranno date nei capitoli successivi, in cui ne verrà effettuata un'analisi ambientale.

# Capitolo 3

## Materiali e Metodi

### 3.1 PSC, POS e interviste al CSE

L'analisi di letteratura effettuata nel Capitolo 1 ha consentito di capire in generale quali problematiche esistono nel settore delle costruzioni. Ma per entrare nel dettaglio all'interno di un cantiere, in questo caso del complesso Roccabonella, è stato necessario utilizzare due documenti fondamentali per la sua gestione, ovvero PSC e POS. Tramite l'utilizzo di questi due strumenti è stata effettuata la prima fase di conoscenza del cantiere, infatti è stato possibile comprendere come esso è fatto, l'organizzazione al suo interno, le procedure di sicurezza e lavoro. Inoltre hanno permesso di mettere in luce quelli che sono, almeno dal punto di vista documentale e teorico, i possibili aspetti ambientali significativi e i relativi impatti.

Il terzo strumento fondamentale ai fini dello studio ha riguardato le varie interviste al CSE. Esse, infatti, hanno permesso di affinare l'identificazione degli aspetti ambientali e la loro relativa valutazione, in quanto si è interagito direttamente con una figura pienamente informata sulle dinamiche interne al cantiere.

Quindi POS e PSC hanno permesso di apprendere le informazioni sul cantiere in via preliminare e dedurre i possibili impatti. Le successive interviste hanno consentito di completare l'identificazione di aspetti e impatti ambientali e, attraverso i giudizi del CSE, di applicare la valutazione degli aspetti tramite i criteri di significatività che saranno enunciati in seguito.

Infine, importante per lo studio è capire se PSC e POS consentono una valutazione quantomeno preliminare degli aspetti ambientali. Questo può rappresentare un grosso risultato, in quanto si arriverebbe alla conclusione che questi due documenti consentono di analizzare dal punto di vista ambientale il cantiere ancora prima dell'inizio delle lavorazioni e soprattutto quando, per un generico evento, si ha l'impossibilità di effettuare un sopralluogo nel cantiere stesso.

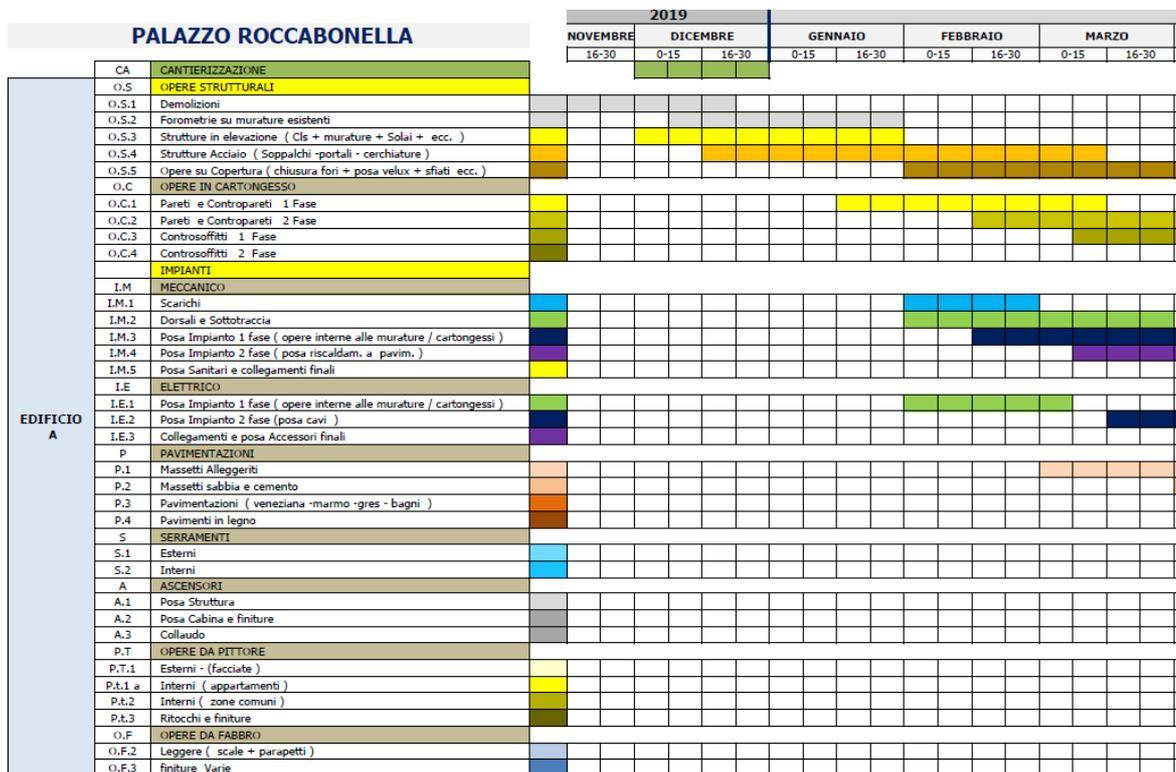
## **3.2 Piano di Sicurezza e Coordinamento**

Il PSC, redatto da Incide Engineering S.r.l. che oltre ad occuparsi del progetto architettonico ha anche curato l'aspetto relativo al coordinamento della sicurezza, è costituito da una relazione tecnica e prescrizioni correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione, atte a prevenire o ridurre i rischi. Esso è stato redatto dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione e la sua idoneità è stata successivamente controllata del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, che in questo caso coincidono.

Informazioni utili estrapolate dal PSC ai fini dello studio riguardano:

- Impatto ambientale;
- Fattori connessi all'area di cantiere;
- Fattori esterni all'area di cantiere;
- Rischi che le lavorazioni di cantiere possono comportare per l'area circostante;
- Caratteristiche tipologiche di recinzione ed ingressi;
- Viabilità interna ed esterna al cantiere;
- Zone di deposito di attrezzature, stoccaggio materiali e rifiuti;
- Valutazione dei rischi;
- Smaltimento rifiuti.

Inoltre al suo interno compare il Cronoprogramma delle lavorazioni svolte in cantiere. Esso è servito per identificare le varie attività che successivamente verranno analizzate per identificare gli aspetti ambientali ad esse legati.



**Figura 3.1** – Cronoprogramma Edificio A

Inoltre è uno strumento fondamentale per le imprese che operano in cantiere, poiché la diversità delle operazioni e dei compiti di tutti i lavoratori può generare difficoltà, specie se mancano azioni di formazione anche dal punto di vista ambientale oltre che da quello della sicurezza.

L'utilità di questo documento risulta essere quindi indispensabile ai fini dello studio, poiché permette di conoscere il contesto in cui è situato il cantiere preso in esame. Il PSC, nato con lo scopo di effettuare la valutazione dei rischi interferenziali che possono incontrare le imprese esecutrici, avrà anche una certa valenza dal punto di vista ambientale, e permetterà di estrapolare le informazioni e i dati relativi all'impatto ambientale generato dal cantiere. Più nello specifico si andranno ad analizzare i paragrafi relativi all'impatto acustico, alla viabilità esterna e interna del cantiere, all'area di deposito dei rifiuti e come vengono smaltiti questi ultimi, al rischio di propagazione di polveri ed ovviamente i paragrafi relativi alle misure di mitigazione adottate.

### **3.3 Piano Operativo di Sicurezza**

Il POS invece è stato redatto a cura di ciascun datore di lavoro delle imprese esecutrici, in riferimento al singolo cantiere interessato. La sua funzione è quella di descrivere le misure da mettere in atto all'interno del cantiere a tutela della salute dei lavoratori, inoltre in esso compare descrizione dell'attività di cantiere e delle modalità organizzative e dei turni di lavoro, l'elenco dei ponteggi, delle macchine e degli impianti utilizzati, l'elenco delle sostanze con relative schede di sicurezza, elenco dei DPI forniti ai lavoratori e documentazione relativa a informazione e formazione dei lavoratori.

L'obiettivo di suddetto documento ai fini dello studio è quello di fornire le informazioni dettagliate relative alle singole attività svolte. Tra i suoi vari contenuti ciò che interesserà sarà:

- la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'impresa esecutrice e dai lavoratori autonomi subaffidatari;
- la descrizione dell'attività di cantiere, delle modalità organizzative;
- l'elenco delle sostanze e miscele pericolose utilizzate nel cantiere con le relative schede di sicurezza;
- l'esito del rapporto di valutazione del rumore;
- l'individuazione delle misure preventive e protettive, integrative rispetto a quelle contenute nel PSC quando previsto;

Il piano operativo di sicurezza è un documento essenziale nella gestione di un'entità lavorativa in cantiere. La sua funzione è strettamente legata solo ed esclusivamente alla sicurezza dei lavoratori, ma nel presente studio verrà utilizzato per estrapolare delle informazioni relative all'impatto ambientale. Infatti, studiando ed analizzando le varie attività sarà possibile valutare se esse potranno essere fonte di un determinato aspetto ambientale, il quale sarà successivamente valutato in base alla sua significatività. Quindi, come lo è stato per il PSC, anche il POS, nel presente studio, avrà una "nuova" funzione, ovvero aiuterà a definire gli aspetti ambientali generati dalle attività di cantiere.

All'interno del POS, quindi, ciò che interesserà di più saranno le varie schede relative alla valutazione dei rischi generati dalle varie attività, al cui interno sono anche descritte tutte le misure preventive che verranno successivamente descritte nella parte relative alle procedure di mitigazione. Di seguito viene riportata una delle schede studiate a titolo di esempio.

<b>Rinterro di scavo manuale</b>	
<b>Categoria</b>	Scavi e rinterri
<b>Descrizione (Tipo di intervento)</b>	Rinterro eseguito a mano.
<b>Fattori di rischio utilizzati nella fase</b>	
<b>Attrezzature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pala</li> </ul>
<b>Rischi individuati nella fase lavorativa</b>	
Caduta dall'alto all'interno di scavi	Alto
Movimentazione manuale dei carichi	Medio
Polveri inerti	Alto
Proiezione di schegge e frammenti di materiale	Basso
Punture, tagli, abrasioni, ferite	Basso
Rumore	Medio
Vibrazioni	Medio
<b>Procedure</b>	
Protezione delle zone di transito I luoghi destinati al passaggio e al lavoro non devono presentare buche o sporgenze pericolose e devono essere mantenuti ordinati e puliti in modo da rendere sicuro il movimento ed il transito delle persone e dei mezzi di trasporto ed essere inoltre correttamente aerati ed illuminati nelle zone con scarsa luce.	
<b>Misure preventive e protettive</b>	
Vedi allegati nel presente fascicolo	
<b>Dispositivi di protezione individuale forniti ai lavoratori occupati in cantiere</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elmetto di protezione</li> <li>▪ Facciale con valvola filtrante FFP3</li> <li>▪ Gilet alta visibilità</li> <li>▪ Guanti antitaglio</li> <li>▪ Guanti per rischio chimico e microbiologico</li> <li>▪ Indumenti da lavoro</li> <li>▪ Scarpe di sicurezza</li> </ul>	

**Figura 3.2** – Scheda lavorazione: rinterro di scavo manuale

### **3.4 Intervista al personale: confronto con il CSE**

Un altro aspetto fondamentale per lo studio è stato interfacciarsi direttamente con il Coordinatore in fase di Esecuzione, il quale, avendo maturato una certa esperienza nel settore delle costruzioni, ha reso possibile identificare in modo più concreto e rapido gli aspetti ambientali legati alle attività svolte nel cantiere esaminato come caso studio.

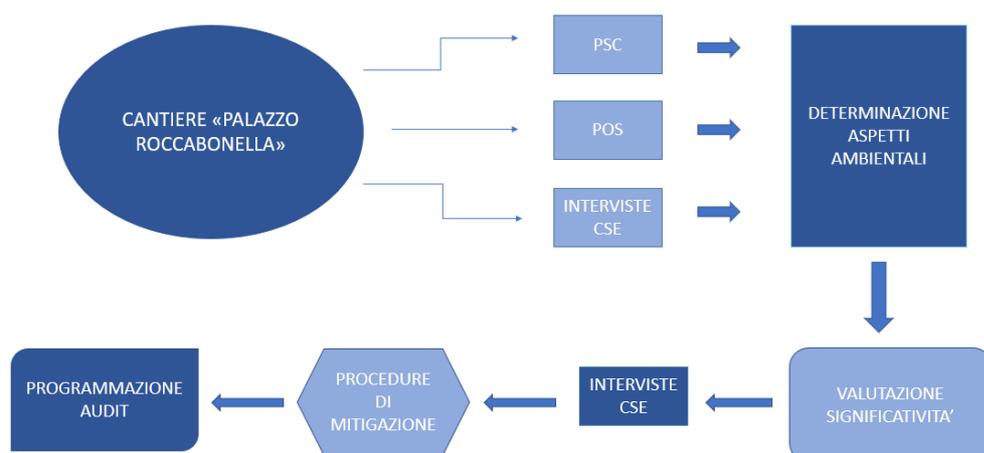
Il suo apporto è stato fondamentale, poiché molto addentrato alle attività di cantiere. Infatti, come evidenzia il D.lgs. 81/08, il CSE:

- Verifica, con opportune azioni di coordinamento e controllo, l'applicazione, da parte delle imprese esecutrici e dei lavoratori autonomi, delle disposizioni loro pertinenti contenute nel PSC e la corretta applicazione delle relative procedure di lavoro;
- Verifica l'idoneità del POS, adegua il PSC in relazione all'evoluzione dei lavori ed alle eventuali modifiche intervenute, valutando le proposte delle imprese esecutrici dirette a migliorare la sicurezza in cantiere.

L'obiettivo del confronto con il CSE riguarda in primis la determinazione degli aspetti ambientali, dato che possiede una conoscenza globale del cantiere. Inoltre il suo contributo verrà dato anche per la valutazione delle misure di mitigazione che verranno descritte nei capitoli successivi e che comprenderanno sia già quelle adottate e previste in fase di progettazione e sia quelle venute fuori proprio dal confronto con il CSE.

Il cantiere può essere associato ad un sistema molto complesso che rende complicato esaminare le variabili al suo interno. Proprio per questo motivo sarà fondamentale interfacciarsi con qualcuno che conosca al meglio le dinamiche che si muovono al suo interno.

Di seguito viene riportata una rappresentazione schematica che mette in evidenza le varie parti dello studio.



**Figura 3.3** – Schema dello studio

### **3.5 Sistema di gestione ambientale: ISO 14001**

Lo studio avrà simulato l'implementazione di un sistema di gestione ambientale nel cantiere applicando i requisiti definiti dalla ISO 14001.

La norma è strutturata in dieci capitoli che possono essere racchiusi in quattro fasi differenti, ovvero Plan, Do, Check e Act.

La fase di Plan, ovvero di pianificazione, consiste nell'attuare tutte quelle procedure che consentono l'identificazione degli aspetti ambientali dell'organizzazione andando a definire un criterio di valutazione della significatività di tali aspetti. Inoltre vanno anche definiti gli obiettivi ambientali e i programmi per raggiungerli, i quali dovranno essere coerenti con la politica ambientale definita dall'alta direzione.

Nella fase di Do, ovvero fase di attuazione, vengono attuate le procedure affinché la competenza, la formazione e la consapevolezza delle persone all'interno dell'organizzazione che incidono sugli impatti ambientali siano sempre adeguate. Inoltre si definisce una comunicazione efficace sia all'interno che all'esterno dell'organizzazione e si assicurano opportune procedure di controllo operativo, ovvero le attività e le operazioni relative agli aspetti ambientali risultati significativi.

La fase di Check prevede la verifica delle operazioni precedentemente descritte in modo da assicurare l'efficacia del sistema di gestione. Ciò può avvenire tramite sorveglianza e procedure che mirino al continuo monitoraggio dei risultati. Inoltre dovranno essere gestite le non conformità tramite azioni correttive.

Infine nella fase di Act si stabiliscono i criteri degli input e output che devono essere soddisfatti per dimostrare l'impegno dell'organizzazione per il miglioramento continuo.

Se, come detto nel paragrafo precedente, associamo il cantiere ad un sistema al cui interno vi sono tantissime variabili, risulta necessario andare a definire queste variabili. Esse sono sicuramente rappresentate da tutti i beni materiali e dalle lavorazioni che consentono di trasformare le materie prime in prodotto finito, ma anche quelle lavorazioni che comportano la produzione di scarti e rifiuti. Ma le variabili non si trovano solo ed esclusivamente all'interno del cantiere, infatti ricordiamo come il territorio che circonda il sito di costruzione possa influire sulle dinamiche del cantiere stesso attraverso le attività che si svolgono nelle zone limitrofe. Inoltre le lavorazioni svolte sono molto differenti fra di loro e vengono utilizzati macchinari differenti. L'insieme di tutte queste variabili rendono il sistema molto complesso e da qui nasce la difficoltà dell'andare a determinare in modo specifico tutti i rischi relativi alla sicurezza e, come nel caso del presente studio, gli aspetti ambientali.

Adottare un SGA rappresenta sicuramente una soluzione capace di visualizzare il cantiere come un sistema meno complesso.

Il cuore dell'implementazione di un sistema di gestione ambientale che rispetti i requisiti della ISO 14001 riguarda sicuramente le seguenti attività:

- Analisi significatività degli aspetti ambientali;
- Misure di moderazione degli impatti
- Monitoraggio delle operazioni

Per prima cosa occorre quindi comprendere quali sono gli aspetti ambientali che caratterizzano l'attività dell'organizzazione o del processo che si vuole certificare.

Poiché le attività di cantiere dipendono molto dal contesto in cui si trova, è stato fondamentale interfacciarsi sia con il CSE, che avvalersi di documenti che permettessero l'analisi approfondita del sito, ovvero POS e PSC, proprio come detto nei paragrafi precedenti. Dalla combinazione di queste attività, è stato possibile determinare quali aspetti ambientali interessano il complesso immobiliare del "Palazzo Roccabonella".

Ovvero, considerando la tipologia delle opere che vengono eseguite ed il contesto in cui si colloca il cantiere, ci si aspetta che l'impatto ambientale sarà principalmente costituito da:

- Rumore prodotto dalle attrezzature necessarie per i diversi interventi e dagli automezzi utilizzati per le attività di trasporto e approvvigionamento di materiali;
- Emissione di polveri, dovute alle varie lavorazioni;
- Possibili interferenze con la circolazione e alla viabilità urbana, in conseguenza dell'ingresso e dell'uscita dei mezzi di trasporto da e per il cantiere;
- Produzione rifiuti CD.

### **3.6 Criterio di significatività**

La valutazione della significatività degli aspetti ambientali rappresenta uno dei punti più importanti nella creazione di un sistema di gestione ambientale. Molti studi hanno trattato questo argomento ed enunciato i vari aspetti che devono essere considerati nell'attribuzione del criterio di significatività. E in molti di essi è ricordato che l'organizzazione viene lasciata libera nel definire le modalità con cui si valuta la significatività, purché siano rispettate le caratteristiche fondamentali per stabilire i criteri, ovvero oggettività, indipendenza e ripetibilità. "Esempi di fattori da considerare per stabilire i criteri di significatività:

- I parametri di misurazione sono frequentemente o costantemente vicini ai limiti previsti di legge;

- Il sito è ubicato in zone prossime ad aree residenziali e/o altamente abitate
- Si fa utilizzo di sostanze particolarmente pericolose;
- L'organizzazione registra frequenti segnalazioni su un particolare impatto da parte dei propri interlocutori (dipendenti, comunità locali, pubblica amministrazione);
- L'organizzazione prevede che rientrerà in una legislazione più restrittiva per determinati parametri (es. Direttive Comunitarie in corso di recepimento)” (Mazzi A., 2019).

Quindi, analizzando le varie attività di cantiere estrapolate dal cronoprogramma presente nel PSC e confrontandosi con il CSE, vengono evidenziati gli aspetti ambientali, dei quali viene valutata la significatività.

Come criterio di significatività si farà riferimento a quello adottato per il SGA del *Parco Naturale di Montemarcello-Magra-Vara*, il quale, nel rispetto delle sue finalità istitutive e degli obiettivi fissati nel Piano di Parco, ha adottato dal 2006 una Politica Ambientale che fornisce all'intera organizzazione una guida per mantenere un Sistema di Gestione Ambientale aggiornato, efficiente ed efficace, per tendere al miglioramento continuo delle prestazioni ambientali (Tedeschi P., 2016). Il criterio di significatività consiste in una valutazione di sintesi, riferita ad ognuno degli aspetti ambientali individuati, attraverso l'utilizzo dei seguenti parametri:

- frequenza di accadimento (EA);
- gravità del danno (GD);
- conformità legislativa (CL);
- sensibilità della comunità/territorio (SC);
- frequenza attività comportanti il particolare rischio (FA).

La **frequenza di accadimento** è riferita alla prevedibilità del verificarsi di un guasto e/o anomalia che possa determinare conseguenze all'ambiente interno e/o esterno e alla salute delle persone. La **gravità del danno** derivante dall'incidente prende in considerazione il grado di permanenza dello stesso, sia in riferimento ai danni fisici, sia in riferimento al livello di assorbimento da parte dell'ecosistema del danno ricevuto. La **conformità legislativa** è intesa come applicazione da parte dell'impresa di quanto previsto da pertinenti leggi e regolamenti in materia ambientale. La **sensibilità** fa riferimento alle caratteristiche dell'ambiente circostante (presenza di ricettori particolari quali aree protette, ospedali, ecc.) e al grado di attenzione riservato agli impatti ambientali da parte della comunità (Enti locali, opinione pubblica, autorità, ecc.). La **frequenza attività** esprime il grado di continuità che

caratterizza l'esecuzione delle attività che possono provocare una conseguenza negativa sulle componenti ambientali, o indirettamente sulle attività produttive del sito, a prescindere dalla vulnerabilità e dalla sensibilità specifica del territorio (*Ente Parco Montemarcello-Magra*).

Il valore di significatività dell'impatto (SI) per ogni singolo aspetto preso in considerazione viene calcolato mediante l'utilizzo della formula:

$$SI = (EA + FA)GD + SC * GD + CL$$

Di seguito vengono riportate le tabelle descrittive dei parametri:

GD	Valore	Descrizione
Disastroso	5	Danni estesi irreversibili ad ambiente e persone
Molto grave	4	Danni circostanti al sito irreversibili ad ambiente e persone
Grave	3	Danni reversibili circostanti al sito ad ambiente e persone
Non grave	2	Danni di piccola entità circostante al sito ad ambiente e persone
Influente	1	Non comporta nessun danno ad ambiente e persone

**Tabella 3.1** – Parametro gravità del danno

SC	Valore	Descrizione
Sensibile	2	Comunità sensibile allo specifico problema
Non sensibile	0	Comunità non sensibile allo specifico problema

**Tabella 3.2** – Parametro sensibilità della comunità

CL	Valore	Descrizione
Non Conforme	6	Mancato rispetto di un requisito normativo
Conforme	3	Esistenza di requisiti normativi rispettati
Non applicabile	0	Non esiste specifico requisito normativo

**Tabella 3.3** – Parametro conformità legislativa

EA	Valore	Descrizione
Molto frequente	5	Facilità di riscontrare anomalie per tale aspetto
Frequente	4	Anomalia verificatasi almeno una volta negli ultimi 12 mesi
Possibile	3	Ipotizzabile accadimento in concomitanza di più fattori negativi
Occasionale	2	Negli ultimi 5 anni si è verificata tale anomalia
Eccezionale	1	Non comporta nessun danno ad ambiente e persone

**Tabella 3.4** – Parametro frequenza di accadimento

FA	Valore	Descrizione
Frequente	1	Attività eseguite più volte durante la settimana
Non frequente	0	Attività eseguite con cadenze pari ad 1 volta a settimana

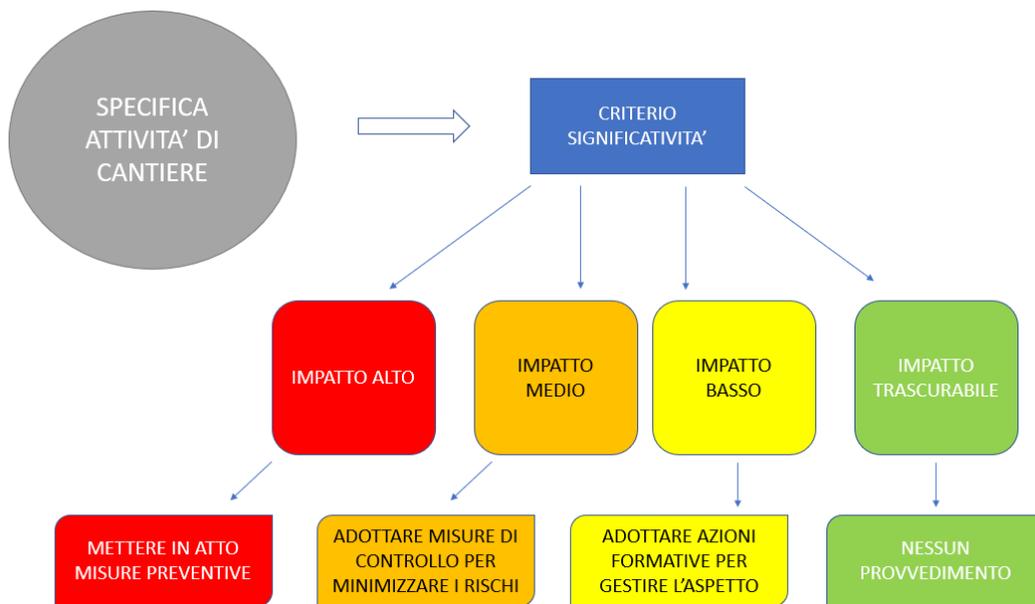
**Tabella 3.5** – Parametro frequenza attività

Ad ognuno dei parametri viene assegnato un valore che permetterà successivamente di determinare il livello di significatività (applicando la formula precedentemente descritta) relativo a quel determinato aspetto ambientale. Ciò permette di capire quanto un'attività possa incidere nell'ambiente circostante.

Valore	Livello significatività	Descrizione	Provvedimenti
$1 < SI \leq 4$	Impatto trascurabile	Impatto non significativo e difficilmente può aumentare in futuro	Non è necessario adottare nessun provvedimento
$4 < SI \leq 7$	Impatto basso	L'impatto relativo è tale da richiedere attività formative o di monitoraggio per la sua gestione.	Adottare azioni formative o di monitoraggio finalizzate alla gestione dell'aspetto ambientale
$7 < SI \leq 15$	Impatto medio	L'impatto relativo è tale da richiedere interventi per il suo controllo e la sua riduzione	Adottare opportuni sistemi di controllo, minimizzare le possibilità di esposizioni maggiori nel breve termine
$SI > 15$	Impatto alto	Vi sono impatti elevati con concrete probabilità di accadimento	Identificare e porre in atto misure per prevenire e controllare l'aspetto ambientale ed i relativi impatti

**Tabella 3.6** – Valori assunti da SI

L'obiettivo dell'applicazione del criterio di significatività è quindi quello di attribuire determinati livelli di impatto ai vari aspetti ambientali valutati tramite le analisi di PSC, POS ed interviste con il CSE. Questo permette all'organizzazione di visualizzare immediatamente le lavorazioni più pericolose per l'ambiente e quindi di trovare le giuste misure che abbattano tale impatto.



**Figura 3.4** – Schema valutazione significatività aspetti ambientali

Nel capitolo successivo verrà mostrato quindi, per ogni attività, il rispettivo livello di significatività e successivamente le misure di mitigazione adeguate a tale livello.

# Capitolo 4

## Risultati

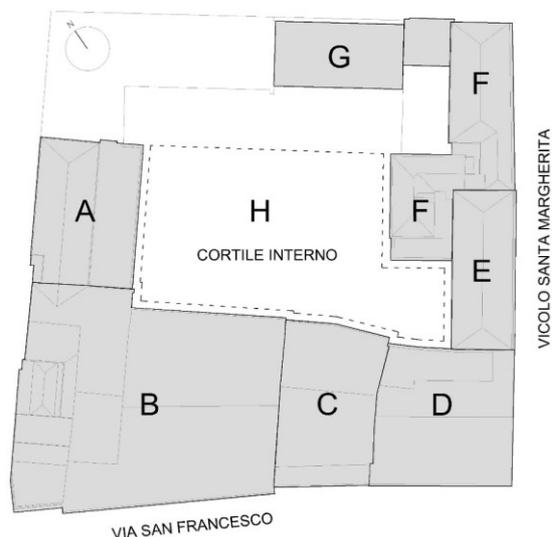
### **4.1 Valutazione significatività aspetti ambientali per le fasi di cantiere**

In questa fase lo scopo è raggiungere il primo degli obiettivi prefissati dallo studio, ovvero andare a determinare la significatività degli aspetti ambientali relativi alle singole attività di cantiere. Ciò viene effettuato seguendo le fasi di cantiere riportate nel cronoprogramma, mentre usufruendo contemporaneamente delle informazioni estrapolate da PSC, POS e dalle interviste con il CSE, vengono identificati i possibili aspetti ambientali.

La valutazione della significatività rappresenta uno dei passi più importanti nella creazione di un Sistema di Gestione Ambientale, poiché verranno valutati gli aspetti significativi, ovvero quelli in cui sarà necessario intervenire.

Sono state quindi create delle tabelle su un foglio di calcolo Excel relative alle attività svolte in cantiere. In esse compaiono, oltre alle attività, gli aspetti ambientali e i parametri che sono stati attribuiti ad ognuno di essi. I parametri ricordiamo essere stati enunciati nel paragrafo 3.3 relativo al criterio di significatività e sono stati scelti attraverso l'affiancamento al CSE, il quale, avendo maturato una certa esperienza nei cantieri, ha consentito un'attribuzione oggettiva.

Ai fini dello studio verranno valutati gli aspetti ambientali generati del solo edificio A, che tuttavia sono comuni al resto del complesso Roccabonella.



**Figura 4.1** – Individuazione edifici complesso Roccabonella

CANTIERIZZAZIONE								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Trasporto in cantiere di automezzi e materiali	Limitazione mobilità	3	1	2	2	3	15	Impatto medio
Demarcazione area con parapetti, segnaletica e rampe di accesso	Consumo materie prime (legno)	3	1	1	0	0	4	Impatto trascurabile
Montaggio ponteggi perimetrali	Consumo materie prime (ferro, legno)	1	1	2	0	0	4	Impatto trascurabile

**Tabella 4.1** – Valutazione significatività aspetti ambientali Cantierizzazione

Le prime fasi del cantiere sono quelle che causano rallentamenti alla mobilità delle zone limitrofe. Infatti essa è una delle attività che comportano il maggior impiego di automezzi che portano il materiale in cantiere. La demarcazione dell'area e il montaggio del ponteggio inevitabilmente riducono lo spazio di mobilità dei passanti, ma che, come si vedrà in seguito, resta comunque garantito.

Si ricorda che il valore risultante della significatività è dato dall'equazione espressa nel capitolo 3, ovvero:

$$SI = (EA + FA)GD + SC * GD + CL$$

Dove:

- SI è la significatività dell'aspetto ambientale;
- EA è la frequenza di accadimento;

- GD rappresenta la gravità del danno;
- CL è la conformità legislativa;
- SC la sensibilità della comunità/territorio;
- FA è la frequenza delle attività comportanti il particolare rischio

I valori assunti dai vari parametri hanno un significato diverso l'uno dall'altro e naturalmente anch'essi sono stati riportati nel capitolo 3. Viene comunque effettuato un richiamo dei suddetti valori assunti dai vari paramentri.

GD	Valore	Descrizione
Disastroso	5	Danni estesi irreversibili ad ambiente e persone
Molto grave	4	Danni circostanti al sito irreversibili ad ambiente e persone
Grave	3	Danni reversibili circostanti al sito ad ambiente e persone
Non grave	2	Danni di piccola entità circostante al sito ad ambiente e persone
Influente	1	Non comporta nessun danno ad ambiente e persone

**Tabella 4.2** – Parametro gravità del danno

SC	Valore	Descrizione
Sensibile	2	Comunità sensibile allo specifico problema
Non sensibile	0	Comunità non sensibile allo specifico problema

**Tabella 4.3** – Parametro sensibilità della comunità

CL	Valore	Descrizione
Non Conforme	6	Mancato rispetto di un requisito normativo
Conforme	3	Esistenza di requisiti normativi rispettati
Non applicabile	0	Non esiste specifico requisito normativo

**Tabella 4.4** – Parametro conformità legislativa

EA	Valore	Descrizione
Molto frequente	5	Facilità di riscontrare anomalie per tale aspetto
Frequente	4	Anomalia verificatasi almeno una volta negli ultimi 12 mesi
Possibile	3	Ipotizzabile accadimento in concomitanza di più fattori negativi
Occasionale	2	Negli ultimi 5 anni si è verificata tale anomalia
Eccezionale	1	Non comporta nessun danno ad ambiente e persone

**Tabella 4.5** – Parametro frequenza di accadimento

FA	Valore	Descrizione
Frequente	1	Attività eseguite più volte durante la settimana
Non frequente	0	Attività eseguite con cadenze pari ad 1 volta a settimana

**Tabella 4.6** – Parametro frequenza attività

Viene richiamata anche la tabella in cui vengono riportate le valutazioni dei vari livelli di significatività.

Valore	Livello significatività	Descrizione	Provvedimenti
1 < SI ≤ 4	Impatto trascurabile	Impatto non significativo e difficilmente può aumentare in futuro	Non è necessario adottare nessun provvedimento
4 < SI ≤ 7	Impatto basso	L'impatto relativo è tale da richiedere attività formative o di monitoraggio per la sua gestione.	Adottare azioni formative o di monitoraggio finalizzate alla gestione dell'aspetto ambientale
7 < SI ≤ 15	Impatto medio	L'impatto relativo è tale da richiedere interventi per il suo controllo e la sua riduzione	Adottare opportuni sistemi di controllo, minimizzare le possibilità di esposizioni maggiori nel breve termine
SI > 15	Impatto alto	Vi sono impatti elevati con concrete probabilità di accadimento	Identificare e porre in atto misure per prevenire e controllare l'aspetto ambientale ed i relativi impatti

**Tabella 4.7** – Parametro frequenza attività

SCAVI E RINTERRI								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
<b>Scavi a sezione obbligata con mezzo</b>	Produzione rifiuti (terre di scavo)	3	1	4	2	3	27	Impatto alto
	Produzione polveri	5	1	3	0	0	18	Impatto alto
	Inquinamento acustico	2	1	2	2	3	13	Impatto medio
<b>Scavi a sezione obbligata a mano</b>	Produzione rifiuti (terre di scavo)	3	1	4	2	3	27	Impatto alto
	Produzione polveri	3	1	3	0	0	12	Impatto medio
	Inquinamento acustico	2	1	1	2	3	8	Impatto medio
<b>Rinterro con mezzi</b>	Produzione rifiuti (terre di scavo)	3	1	4	2	3	27	Impatto alto
	Produzione polveri	3	1	3	0	0	12	Impatto medio
	Inquinamento acustico	2	1	2	2	3	13	Impatto medio

**Tabella 4.8** – Valutazione significatività aspetti ambientali Scavi e Rinterri

Gli scavi e i rinterrati sono sicuramente tra le attività più impattanti a livello ambientale non solo per il complesso Roccabonella, ma per tutti i cantieri in generale in cui vengono effettuate queste tipologie di lavorazioni. Infatti, ad esempio, il valore attribuito al parametro EA (frequenza di accadimento in base all'esperienza), corrisponde a quello massimo possibile per quanto riguarda l'aspetto "produzione di polveri" negli scavi a sezione obbligata con mezzo. Ciò è dovuto al fatto che questa tipologia di attività permette facilmente alle polveri di propagarsi, causando un pericolo sia per i lavoratori impiegati nell'attività, ma anche per le aree limitrofe del cantiere. Questo è uno degli aspetti più comuni che è possibile riscontrare all'interno di un cantiere. Le misure, che verranno descritte in seguito, saranno fondamentali soprattutto per ridurre i rischi a cui sono soggetti i lavoratori, quali rischio seppellimento e sprofondamento, caduta dall'alto e appunto inalazione di polveri sottili.

Le polveri che causano l'impatto ambientale all'interno del cantiere del Palazzo Roccabonella sono:

- *Silice*: polveri miste, contenenti quote variabili di silice libera cristallina, possono prodursi durante varie lavorazioni, quali la preparazione di malte cementizie e calcestruzzi, nelle operazioni di sabbiatura delle facciate, nelle demolizioni, durante l'uso di strumenti vibranti su calce e calcestruzzo. L'inalazione di polveri miste, contenenti silice libera può causare malattie polmonari che vanno dalla bronchite cronica alla silicosi. Studi recenti indicano che la silice libera cristallina presenta effetti cancerogeni sul polmone, in particolare quando i materiali o i preparati che contengono silice cristallina vengono sottoposti ad azione meccanica (lavorazioni che implicano triturazione, macinazione, frantumazione);
- *Fibre minerali artificiali*: vengono impiegate come isolanti termoacustici la lana di vetro e di roccia. Queste fibre sono dotate di capacità irritante sulla cute e sulle prime vie respiratorie. Studi recenti indicano che le fibre ceramiche refrattarie presentano effetti cancerogeni e sono state classificate con la frase R49 "Può provocare il cancro per inalazione" nel D.M. 01.09.98. Nello stesso D.M. però le lane minerali, che hanno una composizione chimica diversa e certe caratteristiche (es. fibre di "grosso diametro"), non sono classificate cancerogene;

- *Polvere di legno*: i carpentieri e gli addetti alla posa in opera degli infissi e dei pavimenti in legno, sono esposti all'inalazione di polveri delle specie lignee utilizzate (pino, abete - classificati come legni teneri – castagno, faggio e altre specie lignee simili, legni esotici – classificati tutti come legni duri) spesso contaminate da conservanti del legno.
- *Cementi*: la presenza nel cemento del cromo ed in minor misura di altri metalli, è responsabile dell'insorgenza dell'eczema del muratore. È questa una malattia della pelle su base allergica estremamente frequente negli addetti all'edilizia.

Un altro aspetto molto importante da tenere in considerazione nelle fasi riguardanti gli scavi, è la produzione di rifiuti come terre da scavo.

DEMOLIZIONI								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Strutture in calcestruzzo e laterocemento	Produzione rifiuti	5	1	4	2	3	35	Impatto alto
	Inquinamento acustico	4	1	3	2	3	24	Impatto alto
	Produzione polveri	2	1	3	0	0	9	Impatto medio
Tramezzi	Produzione vibrazioni	1	1	1	0	3	5	Impatto basso
	Produzione rifiuti	5	1	4	2	3	35	Impatto alto
	Produzione polveri	2	1	3	0	0	9	Impatto medio
	Inquinamento acustico	1	1	1	2	3	7	Impatto basso
Forometriie su murature esisenti	Produzione vibrazioni	1	1	1	0	3	5	Impatto basso
	Produzione polveri	2	1	3	0	0	9	Impatto medio
	Inquinamento acustico	2	1	1	2	3	8	Impatto medio
	Produzione rifiuti	5	1	4	2	3	35	Impatto alto

**Tabella 4.9** – Valutazione significatività aspetti ambientali Demolizioni

FOROMETRIE								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Demolizione in breccia di muratura di qualsiasi	Produzione polveri	3	1	3	0	0	12	Impatto medio
	Inquinamento acustico	2	1	2	2	3	13	Impatto medio

**Tabella 4.10** – Valutazione significatività aspetti ambientali Forometrie

STRUTTURE IN CA E IN ELEVAZIONE								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Getti fondazione di cls e lavaggio mezzi	Consumo materie prime (acqua, leganti)	3	1	4	2	3	27	Impatto alto
	Inquinamento acustico	2	1	2	2	3	13	Impatto medio
Scale in cls armato gettate in opera	Consumo materie prime (ferro)	3	1	3	0	0	12	Impatto medio
	Inquinamento acustico	2	1	1	0	3	6	Impatto basso
Travi di collegamento in cemento gettato in opera	Consumo materie prime (ferro)	3	1	3	0	0	12	Impatto medio

**Tabella 4.11** – Valutazione significatività aspetti ambientali Strutture in CA e in Elevazioni

Demolizioni, forometrie e strutture in CA rientrano nella macro-fase delle opere strutturali. Ciò che emerge dalla valutazione della significatività associata agli aspetti di queste lavorazioni è l'alto impatto dovuto alla produzione di rifiuti. In particolare è stato già sollevato il problema nei confronti dei rifiuti prodotti in cantiere, di cui ovviamente ne è colpito anche il complesso Roccabonella. Ciò è dovuto al fatto che gli scarti della demolizione hanno quantità molto elevate e sono estremamente vari, poiché includono materiali in calcestruzzo armato, intonaci, metalli vari, vetro, legno, ed elementi di differente natura come gli arredi e i sanitari.

IMPIANTI								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Scarichi	Consumo materie prime (ferro)	1	1	1	2	0	4	Impatto trascurabile
	Inquinamento acustico	1	1	1	2	3	7	Impatto basso
Elektrico	Inquinamento acustico	2	1	1	0	3	6	Impatto basso

**Tabella 4.12** – Valutazione significatività aspetti ambientali Impianti

OPERE IN CARTONGESSO								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Preparazione cartongessi e lavorazioni connesse	Scarti di lavorazione	3	1	3	2	3	21	Impatto alto
	Produzione polveri	2	1	2	0	0	6	Impatto basso
	Inquinamento acustico	2	1	2	2	3	13	Impatto medio

**Tabella 4.13** – Valutazione significatività aspetti ambientali Opere in cartongesso

SERRAMENTI								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Montaggio infissi interni ed esterni	Produzione polveri	1	1	1	0	0	2	Impatto trascurabile
	Produzione vibrazioni	1	1	1	0	0	2	Impatto trascurabile

**Tabella 4.14** – Valutazione significatività aspetti ambientali Serramenti

IMPIANTI ELEVATORI								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Installazione ascensori	Inquinamento acustico	2	1	3	2	0	15	Impatto medio
	Energia elettrica	1	1	2	0	0	4	Impatto trascurabile

**Tabella 4.15** – Valutazione significatività aspetti ambientali Impianti elevatori

OPERE DA PITTORE								
Attività	Aspetto Ambientale	EA	FA	GD	SC	CL	Valore risultante	Significatività
Preparazione pitture diluite con acqua. Pulizia attrezzature superfici.	Consumo acqua	1	1	2	0	0	4	Impatto trascurabile
	Scarti di lavorazione	1	1	2	0	0	4	Impatto trascurabile

**Tabella 4.16** – Valutazione significatività aspetti ambientali Opere da pittore

Infine, per quanto riguarda le attività relative alla macro-fase degli impianti, ciò che emerge è che gli aspetti ambientali da esse generate risultano essere meno significativi. Naturalmente si evidenzia come anche in questo caso l'aspetto più significativo compare nella fase riguardante le opere in cartongesso. Questo è dovuto al fatto che il cartongesso è un materiale complicato da smaltire ed è classificato come rifiuto speciale, non pericoloso, un eccessivo scarto di questo materiale potrebbe comportare un impatto non poco irrilevante. L'analisi degli aspetti ambientali ha quindi confermato ciò che veniva già evidenziato nel PSC, ovvero che considerando la tipologia delle opere che vengono eseguite ed il contesto in cui si colloca il cantiere, l'impatto ambientale complessivo sarà principalmente costituito da:

- Produzione rifiuti CD.
- Emissione di polveri, dovute alle varie lavorazioni;

- Rumore prodotto dalle attrezzature necessarie per i diversi interventi e dagli automezzi utilizzati per le attività di trasporto e approvvigionamento di materiali;
- Possibili interferenze con la circolazione e alla viabilità urbana, in conseguenza dell'ingresso e dell'uscita dei mezzi di trasporto da e per il cantiere;

## **4.2 Procedure di mitigazione**

In questa fase vengono descritte le misure e gli strumenti di mitigazione degli impatti derivati dagli aspetti ambientali più significativi che sono emersi dall'analisi del paragrafo precedente.

In particolare verranno descritte le misure che sono state adottate e previste già in fase di progettazione per limitare gli impatti causati dal cantiere che interessano il sito. Inoltre verranno proposte altre misure alternative di mitigazione degli impatti, nate da interviste al personale e da ricerche di letteratura. Lo scopo infatti è quello di avere un quadro più vasto relativo alle problematiche ambientali del cantiere e che permetta all'organizzazione di scegliere in futuro le misure più adatte. Viene inoltre sottolineato che, per quanto riguarda le misure proposte, non verrà tenuto conto dei costi che queste comporterebbero. Ciò è dovuto alla mancanza di dati relativi ai prezzi delle varie procedure e strumenti.

### ***4.2.1 Rifiuti***

Come è stato appreso dal paragrafo 3.2, uno degli aspetti ambientali più significativi riguarda la produzione di rifiuti e scarti da lavorazione.

All'interno del cantiere sono state localizzate le aree per il carico dei materiali di scarto e dei rifiuti. Naturalmente tali zone sono state evidenziate per mezzo di adeguata segnaletica sufficiente a indicare l'ingombro e lo spazio di manovra a servizio dei mezzi.

Inoltre le zone di sosta sono poste in modo da non intralciare i veicoli in movimento. Le manovre di accesso e uscita dalla zona di carico sono coordinate da un preposto che coordina anche le operazioni di movimentazione dei carichi.

I rifiuti destinati allo smaltimento in discarica vengono divisi per tipologia (identificazione tramite codice CER, come mostrato nelle foto di seguito) ed accessibili dai mezzi utilizzati per il trasporto ma non interferenti con le zone di lavorazione.



**Figura 4.2** – Cassoni con codice identificativo CER

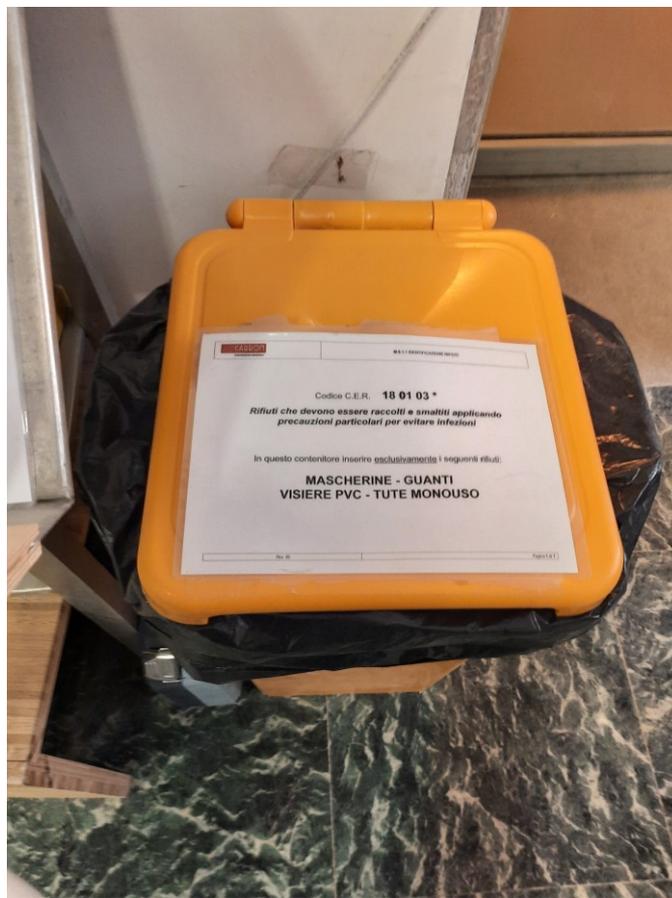


**Figura 4.3** – Cassoni con codice identificativo CER



**Figura 4.4** – Cassoni con codice identificativo CER

La distinzione dei rifiuti viene eseguita in modo dettagliato, separando naturalmente i vari materiali che sono costituiti principalmente da inerti, muratura, acciaio, cemento, legno, roccia, ferro arrugginito e cartongesso. È stato previsto anche un contenitore per i DPI utilizzati dai lavoratori previsti per l'emergenza COVID 19.



**Figura 4.5** – Cassoni con codice identificativo CER

Lo smaltimento di ciascun materiale avviene secondo le normative vigenti e in cantiere vengono conservati i documenti del corretto e avvenuto smaltimento (purtroppo non è stato dato il consenso per lo studio dei suddetti documenti). Sui contenitori impiegati per lo stoccaggio è chiaramente indicato il tipo di materiale da inserire, la capacità del contenitore per evitarne la fuoriuscita sia in cantiere che durante il trasporto, la discarica oppure l'azienda di recupero dove il materiale sarà stoccato.

Il monitoraggio dei rifiuti viene effettuato durante tutte le fasi di cantiere e con il coinvolgimento di tutto il personale affinché vi sia una corretta gestione relativa al recupero dei materiali scartati. Fondamentale è quindi coinvolgere le imprese appaltatrici e subappaltatrici poiché il miglioramento della gestione dei rifiuti e l'attuazione di una condotta improntata al rispetto ambientale deve avvenire da parte di tutti i soggetti che prendono parte alle lavorazioni.

Una strategia che potrebbe aiutare in futuro la gestione dei rifiuti e quindi permettere all'organizzazione di puntare verso un Economia Circolare è la *Demolizione Selettiva*, di cui si è già accennato all'interno del Capitolo 1. La difficoltà principale nell'applicare questa strategia riguarda in primis coinvolgere le imprese appaltatrici e subappaltatrici che

effettuano le lavorazioni in cantiere. Infatti occorre effettuare formazione e informazione a tutti i lavoratori che prendono parte alle attività per far sì che la demolizione selettiva venga effettuata in modo adeguato, poiché occorre separare gli elementi recuperabili da quelli non recuperabili, oppure quali di essi possono essere riutilizzati ma per un'altra funzione rispetto a quella originaria. Solo in questo modo è possibile valorizzare gli scarti ottenuti. Infine, un'altra problematica che può essere associata alla demolizione selettiva riguarda l'inevitabile allungamento della fase di demolizione, che a sua volta comporta un aumento del costo della manodopera.

#### *4.2.2 Propagazione polveri*

La propagazione e l'inalazione di polveri sottili è un problema serio e comune in molti cantieri. Naturalmente i primi che sono soggetti a tale rischio sono gli operatori, che devono necessariamente indossare i DPI adatti.

Potranno crearsi situazioni di sensibile rischio durante tutte le operazioni di cantiere e in particolare durante l'esecuzione degli scavi, delle demolizioni, nelle forometrie e nelle opere in cartongesso, proprio come mostrato nel paragrafo 3.2.

Per quanto riguarda le misure adottate nel complesso Roccabonella, il problema delle polveri viene risolto isolando l'area di cantiere interessata da lavorazioni particolarmente polverose dalle aree limitrofe e viene dotata di un adeguato sistema di ventilazione per lo smaltimento di polveri e fumi. Vengono forniti idonei dispositivi di protezione individuale (maschere e occhiali) con le relative informazioni sull'uso. Inoltre viene effettuata la bagnatura delle ruote dei mezzi che transitano all'interno del cantiere per evitare il sollevamento delle polveri.

Un'altra procedura che avrebbe aiutato a mitigare la propagazione di polveri riguarda la circolazione dei mezzi. Ad esempio limitandone il numero e la velocità (per es. 10 km/h) sicuramente si ridurrebbe il quantitativo di polvere sollevata dal terreno.

Infine uno strumento molto efficace che potrebbe essere usato anche per operazioni future riguarda l'utilizzo dei *cannoni nebulizzatori*.



**Figura 4.6** – Cannone nebulizzatore attivo

Infatti, grazie all'utilizzo di questi strumenti viene creato uno strato umido che blocca le polveri formatesi dalle varie attività sul suolo, impedendogli di sollevarsi. Il loro funzionamento è molto semplice. Infatti, il cannone libera delle microscopiche gocce d'acqua attraverso degli ugelli, che venendo a contatto con le particelle di polvere le depositano al suolo.

Essi sono strumenti molto utili, poiché contemporaneamente non permettono neanche la formazione di fenomeni come il ruscellamento o la creazione di pozze di fango. Verrebbe così a mancare la necessità di bagnare le ruote dei mezzi che transitano all'interno del cantiere.

Altri fattori positivi legati ai cannoni nebulizzatori riguardano l'alta visibilità del cantiere, che infatti resterebbe elevata a causa della non presenza di polveri sospese, e verrebbero ridotti i costi dell'acqua normalmente utilizzata per le tradizionali misure di abbattimento delle polveri. Inoltre sono semplici sia da installare che da manovrare, poiché non richiedono nessuno strumento di fissaggio con il terreno,

### 4.2.3 Inquinamento acustico

Il problema dell'inquinamento acustico interessa praticamente tutte le lavorazioni che riguardano le opere strutturali e rappresentano un pericolo più per i lavoratori che per l'area circostante al cantiere. Da quanto si evince dalla lettura del PSC e dall'intervista al personale, nel complesso Roccabonella vengono adottate misure di mitigazione verso tutte quelle attività che comportano l'esposizione prolungata al rumore di intensità compresa tra 85 e 87 dB, con particolare intensità per quanto attiene le fasi di impiego di macchine operatrici e quelle di installazione di elementi da tagliare a misura, adattare, ecc. Ovvero vengono utilizzati strumenti di lavoro appropriati, dotati di tutti i dispositivi di riduzione del rumore prodotto. Nell'utilizzo di nuovi macchinari viene sempre precedentemente valutata l'emissione di dB ed effettuata una manutenzione periodica. Inoltre essi sono conformi alle direttive CE in materia di acustica ambientale. Scontata è l'adozione di strumenti di protezione e prevenzione del rumore per i lavoratori, come previsto dal D. lgs. 81/08 e le postazioni di lavoro sono adeguatamente schermate.

Inoltre vi è la possibilità di rinviare l'esecuzione delle operazioni che comportano una maggior produzione di rumore ad orari diversi rispetto a quelli di attività del cantiere.

Le operazioni a terra che comportano una rumorosità elevata vengono opportunamente delimitate e segnalate.

Infine viene evitata la contemporaneità delle lavorazioni più rumorose, al fine di ridurre l'intensità prodotta all'interno del cantiere

Fortunatamente le attività svolte non disturbano per un tempo molto prolungato l'area circostante del cantiere. Ma qualora questo fenomeno si realizzasse, uno strumento da installare risulterebbe essere la *barriera mobile antirumore*, le cui capacità fonoassorbenti, il materiale di cui è costituita e il posizionamento assegnatogli, impedirebbero alle onde sonore di propagarsi in un'area estesa.



**Figura 4.7** – Barriera antirumore mobile

I vantaggi di questo strumento risultano essere facilmente evidenziabili. La barriera mobile antirumore, infatti, gode di un'installazione semplice e rapida, è removibile e si può riutilizzare più volte. Può essere destinata anche all'utilizzo in altri cantieri. È costituita da pannelli fonoisolanti posti su una base che non necessita di nessun fissaggio con il terreno e può essere spostata tramite l'ausilio di carrelli elevatori. Inoltre non richiede nessuna fonte di alimentazione elettrica.

#### 4.2.4 Limitazione mobilità

Questa problematica nasce all'inizio delle lavorazioni, ovvero con la fase di cantierizzazione, e si protrae per tutta la durata del cantiere. Questo è dovuto alla numerosa quantità di automezzi che per vari motivi devono raggiungere il cantiere, in particolare per l'approvvigionamento dei materiali e dei mezzi necessari per le operazioni.

Naturalmente questo problema varia molto fra un cantiere e l'altro. Il complesso Roccabonella, essendo situato nel centro storico di Padova, rischia di causare qualche rallentamento alla mobilità.



**Figura 4.8** – Posizione complesso Roccabonella nel centro storico

Infatti, via San Francesco, strada in cui si trova l'ingresso del cantiere, è molto stretta, e questo potrebbe causare un ingorgo soprattutto durante le ore diurne.



**Figura 4.9** – Autobetoniera in Via San Francesco



**Figura 4.10** – Ingresso del cantiere da Via San Francesco

La figura 4.9 mostra come la presenza dei mezzi necessari alle lavorazioni possano causare in problema per la mobilità.

Le aree di transito e di sosta degli automezzi sono state individuate in base alle loro specifiche funzioni:

- Vie di transito carraio;
- Sosta dei veicoli delle maestranze, sosta dei veicoli direzionali, sosta dei mezzi d'opera;
- Spazi di fermata per automezzi impegnati in fasi lavorative quali scarico e carico materiali;
- Fasce di accostamento alle zone di intervento e piazzole di manovra.

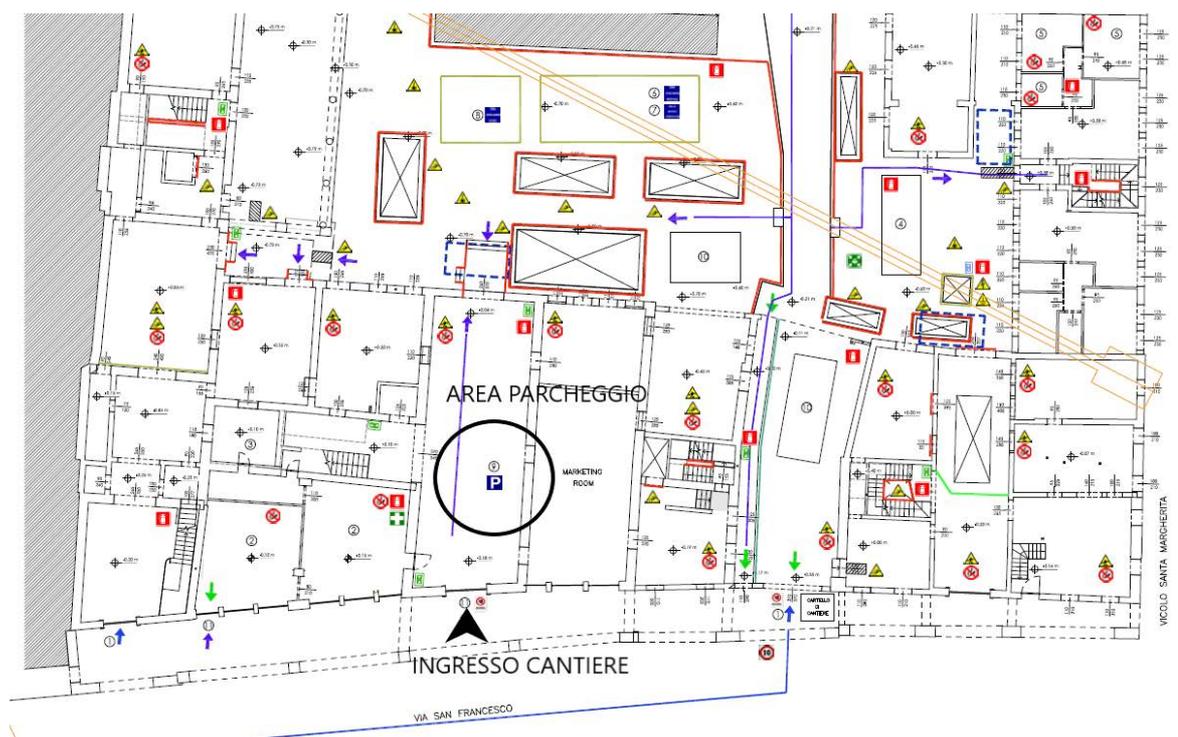
La viabilità interna al cantiere è stata resa tale da consentire l'agevole accesso da parte dei mezzi di trasporto, dei materiali e dei mezzi d'opera a tutte le zone di lavoro.

Per il transito contemporaneo di persone e mezzi è stato previsto uno spazio laterale di almeno 70 cm opportunamente delimitato con reti e/o transenne, destinato esclusivamente al passaggio di persone.

Le manovre degli automezzi sono sempre coordinate da un preposto e l'area interessata viene interdetta al passaggio di persone non addette ai lavori.

Inoltre è stato dato l'obbligo all'impresa affidataria, nei periodi caldi e secchi, di bagnare continuamente le vie di circolazione in modo da evitare l'innalzamento di polveri che impediscano lo svolgimento delle lavorazioni in atto e la visibilità per la circolazione e i mezzi.

Infine il cantiere dispone di una zona di parcheggio, come indicato nella planimetria di cantiere (figura x), in cui è consentita la sosta dei mezzi di trasporto in attesa di compiere operazioni di carico e scarico di materiali e forniture.



**Figura 4.11** – Individuazione parcheggio dalla planimetria

Una procedura idonea per ridurre la significatività di questo impatto potrebbe essere quella di redigere un piano dettagliato degli automezzi destinati alla sosta e al transito nel cantiere, in modo tale da ridurre il rischio di avere un eccesso di mezzi nello stesso arco temporale. Il piano inoltre dovrebbe prevedere il tracciamento dei percorsi più idonei per raggiungere il cantiere, la segnaletica idonea e pianificare i trasporti negli orari in cui è minore il rischio di creare ingorghi per il traffico nelle zone limitrofe del cantiere.

### **4.3 Valutazione delle prestazioni**

L'ultima parte prevede la pianificazione del monitoraggio degli impatti con l'obiettivo di verificare che le misure adottate rispettino la gestione ambientale del cantiere.

Come enunciato dalla ISO 14001 quindi l'organizzazione deve pianificare procedure di autovalutazione. L'azienda (in questo caso dovrebbero farlo anche le imprese appaltatrici e subappaltatrici) quindi si impegna ad utilizzare strumenti di monitoraggio ed effettuare registrazioni delle misure adottate per il miglioramento durante tutta la vita del cantiere.

In quest'ottica, risultano uno strumento valido gli audit interni. Essi, infatti, permettono di per monitorare e verificare l'effettiva attuazione dei sistemi di gestione da parte di un'organizzazione se sono pianificati nel modo corretto. Altri autori hanno dimostrato come “in ogni piano di audit dovrebbe essere indicato: la fase coinvolta (in riferimento a un documento che le identifica e descrive in dettaglio); il responsabile del controllo ambientale; la durata dell'audit; i soggetti coinvolti (anche esterni, come: enti pubblici, fornitori, casi particolari di clienti per cui si gestiscono attività in outsourcing, enti di certificazione). In base alla disponibilità e alle esigenze operative, viene stabilita una frequenza che dovrà essere rivalutata nel caso di aggiornamenti normativi, variazioni delle fasi operative o cambiamenti di responsabilità connessi allo svolgimento di fasi critiche già oggetto di audit al fine di: evitare che nel cambio di ruoli vengano commessi errori e/o mancanze; verificare che il lavoro sia stato eseguito correttamente. Per identificare le fasi critiche basta verificare se la fase in oggetto abbia un indice di rischio elevato, come definito in fase di identificazione e locazione degli indicatori ambientali da monitorare.” (E. Baresi, 2008).

### *4.3.1 Audit interno*

Un audit interno deve essere condotto dall'organizzazione in modo effettuare delle registrazioni periodiche all'interno del cantiere per verificare la mitigazione degli impatti ambientali. Serve quindi uno strumento immediato in cui indicare quale delle procedure e strumenti di mitigazione siano conformi e quali no. Questo può essere fatto ad esempio tramite l'ausilio di check list. Infatti, come definito in un recente studio "l'utilizzo di check list è da sempre una modalità pratica e facile per effettuare le ispezioni o gli audit (in generale, le verifiche) e dimostrare la conformità con norme di riferimento" (F. Roffi, 2013). Sono state costruite quindi delle liste di controllo in cui il responsabile dell'audit, il quale avrà le competenze necessarie per svolgere questo compito, riporterà se la conformità di una determinata procedura è rispettata e qualora questa condizione mancasse, proporrà immediatamente un'azione correttiva la cui funzione sarà risolvere la non conformità.

Le check list mostrate in seguito riguarderanno gli aspetti ambientali del cantiere preso come caso studio e gli strumenti di controllo che sono stati adottati per essi. Inoltre compariranno anche le misure che sono state proposte dal presente studio nel paragrafo 3.3

PROPAGAZIONE POLVERI				
STRUMENTI DI CONTROLLO	Conforme	Non conforme	Azioni correttive	Dettagli
La strada pubblica in cui vi è l'ingresso al cantiere, è sporca di fango?				
Il cannone nebulizzatore funziona correttamente?				
Il cannone nebulizzatore è stato posto nella posizione corretta?				
Il materiale pulverulento, viene irrorato?				
Sono presenti i DPI in cantiere?				
Gli operatori indossano i DPI?				
Vengono effettuate lavorazioni che causano polvere contemporaneamente?				
I mezzi che transitano all'interno e all'esterno del cantiere viaggiano a velocità limitata?				
Il ponteggio è provvisto di telo antipolvere?				
I materiali vengono protetti dalla polvere?				
il sistema che misura la qualità dell'aria è in funzione?				
Il ponteggio è provvisto di telo antipolvere?				

**Figura 4.12** – Check list produzione polveri

INQUINAMENTO ACUSTICO				
STRUMENTI DI CONTROLLO	Conforme	Non conforme	Azioni correttive	Dettagli
Gli strumenti utilizzati, sono dotati dei dispositivi di riduzione del suono?				
L'emissione di dB dei macchinari è stata misurata?				
La manutenzione periodica sul macchinari è stata effettuata?				
Il cannone nebulizzatore è stato posto nella posizione corretta?				
I mezzi sono conformi alla normativa CE in merito all'acustica ambientale?				
Le postazioni di lavoro vengono correttamente schermate?				
Gli operatori indossano i DPI?				
I DPI sono a norma?				
Le attività più rumorose vengono effettuate singolarmente?				
Le attività più rumorose vengono opportunatamente segnalate?				
Le barriere antirumore mobili sono state posizionate correttamente?				

**Figura 4.13** – Check list inquinamento acustico

LIMITAZIONE MOBILITA'				
STRUMENTI DI CONTROLLO	Conforme	Non conforme	Azioni correttive	Dettagli
Assenza problemi di mobilità in Via San Francesco				
L'ingresso in cantiere è visionato da un preposto				
Lo spazio laterale di 70 cm per il passaggio dei pedoni è consentito				
L'area è delimitata con reti e transenne				
Le manovre degli automezzi sono guidate da un preposto				
I limiti di velocità vengono rispettati				
La zona di parcheggio è idonea per gli automezzi coinvolti in cantiere				
Il piano di arrivo dei mezzi viene correttamente rispettato				
L'approvvigionamento viene effettuato nelle ore più consone al traffico				
La segnaletica è stata posizionata in modo corretto				

**Figura 4.14** – Check list limitazione mobilità

PRODUZIONE RIFIUTI				
STRUMENTI DI CONTROLLO	Conforme	Non conforme	Azioni correttive	Dettagli
Il registro di carico/scarico dei rifiuti è presente				
I cassoni sono posizionati in modo corretto				
Nei cassoni è presente il codice CER				
Gli operatori gettano i rifiuti nei contenitori corretti				
I rifiuti da demolizione vengono immediatamente separati in base al materiale				
La segnaletica per i mezzi che devono caricare i rifiuti è posta in modo corretto				
I rifiuti vengono condotti negli impianti prestabiliti				
Viene effettuata la separazione dai rifiuti recuperabili e non				
I lavoratori hanno ricevuto adeguata formazione in merito alla gestione dei rifiuti				
Viene confermata l'assenza di rifiuti abbandonati al suolo				

**Figura 4.15** – Check list produzione rifiuti

Ognuna delle Checklist deve essere accompagnata dalla firma del responsabile che sta eseguendo l'audit, indicando data e ora.

Nell'eventualità che si riscontrassero non conformità alle procedure, il responsabile ha il dovere di proporre soluzioni. Soluzioni che tuttavia devono essere economicamente sostenibili e che permettono di raggiungere gli obiettivi prefissati dall'organizzazione.

### 4.3.2 Applicazione Check-list

Poiché tutte le lavorazioni che hanno comportato la produzione di poveri e un maggior inquinamento acustico sono state già eseguite, le uniche check-list che è stato possibile compilare in cantiere hanno riguardato la produzione di rifiuti e la limitazione della mobilità. L'applicazione in cantiere è stata effettuata con uno degli addetti alla sicurezza, il quale ha permesso di valutare i punti più importanti dal punto di vista della sicurezza e dell'ambiente del cantiere. Di seguito si riportano le check-list compilate:

#### AUDIT DI CANTIERE

Cantiere COMPLESSO ROCCA BOLLERA

Località VIA S.FRANCESCO PADOVA

Data e ora Audit 25/6/21 - 14:00

Audit effettuato da ANTONINO LANDANA

Firma verificatore Antonino Landana

PRODUZIONE RIFIUTI				
STRUMENTI DI CONTROLLO	Conoscenza	Risultato	Azioni correttive	Dettagli
Il registro di carico/scarico dei rifiuti è presente				NON E' PRESENTE PER QUESTO CANTIERE
I cassoni sono posizionati in modo corretto	X			
Nei cassoni è presente il codice CER	X			
Gli operatori gettano i rifiuti nei contenitori corretti	X			
I rifiuti da demolizione vengono immediatamente separati in base al materiale	X			
La segnaletica per i mezzi che devono caricare i rifiuti è posta in modo corretto	X			
I rifiuti vengono condotti negli impianti prestabiliti	X			
Viene effettuata la separazione dai rifiuti recuperabili e non		X	PROGRAMMARE DEMOLIZIONE SELETTIVA	STRATEGIA NON PIANIFICATA IN FASE DI PROGGRAZ.
I lavoratori hanno ricevuto adeguata formazione in merito alla gestione dei rifiuti	X			
Viene confermata l'assenza di rifiuti abbandonati al suolo	X			

Figur4.16 – Check list compilata – Produzione rifiuti

LIMITAZIONE MOBILITA'				
STRUMENTI DI CONTROLLO	Conformità		Azioni correttive	Dettagli
	Conforme	Non conforme		
Assenza problemi di mobilità in Via San Francesco	X			
L'ingresso in cantiere è visionato da un preposto	X			
Lo spazio laterale di 70 cm per il passaggio dei pedoni è consentito	X			
L'area è delimitata con reti e transenne	X			
Le manovre degli automezzi sono guidate da un preposto	X			
I limiti di velocità vengono rispettati	X			
La zona di parcheggio è idonea per gli automezzi coinvolti in cantiere	X			VIENE TURBATA OCCORRENZA DEL SUOLO PUBBLICO
Il piano di arrivo dei mezzi viene correttamente rispettato	X			
L'approvvigionamento viene effettuato nelle ore più consone al traffico	X			
La segnaletica è stata posizionata in modo corretto	X			

### Note importanti

La presenza di materiale all'interno del giardino ha reso il passaggio complicato e pericoloso. Una volta regolato dall'ASPP è stata sgombrata dagli ostacoli.

Si allegano eventuali foto delle conformità

**Figura 4.17** – Check list compilata - limitazione mobilità

Per quanto riguarda la parte relativa ai rifiuti è bene sottolineare che, poiché all'interno del cantiere vi è l'assenza di produzione di rifiuti pericolosi, il registro carico/scarico non è obbligatorio. Infatti, come detto dal T.U Ambientale (D. lgs 152/06 art. 190) "Sono esclusi dall'obbligo della tenuta dei registri di carico e scarico le attività di raccolta e trasporto di propri rifiuti speciali non pericolosi effettuate dagli enti e imprese produttori iniziali".

La non conformità riscontrata, invece, riguarda la separazione dei rifiuti da recuperabili a non. Questa non conformità si sarebbe risolta già in fase di progettazione, ad esempio prevedendo una strategia improntata al recupero di una grossa percentuale dei rifiuti da demolizione, ovvero la Demolizione Selettiva, come già spiegato nel paragrafo 4.2.1.

Non sono state riscontrate non conformità nella valutazione delle limitazioni alla mobilità. Un piccolo accenno va tuttavia fatto al luogo in cui stazionano gli automezzi. Essi, infatti, a causa del poco spazio a disposizione sia all'interno che all'esterno del cantiere, vengono parcheggiati direttamente in via San Francesco (come mostrato nella figura di seguito). Questo potrebbe comportare disagi per le persone che transitano lungo la via.



**Figura 4.18** – Check list compilata - limitazione mobilità

Infine, il sopralluogo ha permesso di verificare che tutte le misure programmate per ridurre gli impatti erano conformi. Infatti, è stato possibile verificare il contenuto dei cassoni e che gli automezzi presenti all'interno del cantiere rispettassero i limiti di velocità e che le loro manovre fossero guidate da un preposto, come mostrato nelle foto di seguito.



**Figura 4.19** – Contenuto cassone Cartongesso, codice CER 17.08.02



**Figura 4.20** – Contenuto cassone Imballaggi misti, codice CER 15.01.06



**Figura 4.21** – Viabilità all'interno del cantiere

# Capitolo 5

## Discussioni e conclusioni

### 5.1 Difficoltà emerse

Gli aspetti ambientali relativi ad un cantiere sono molteplici e i primi a subirne le problematiche sono gli operatori, i quali sono in prima linea nelle lavorazioni. Successivamente i rischi legati agli aspetti ambientali tendono a propagarsi all'esterno del cantiere, andando a colpire soggetti che abitano nei pressi del sito. Inoltre, bisogna tenere conto anche del contesto ambientale in cui è posizionato il cantiere, ovvero se rischia di contaminare il suolo, falde acquifere e corpi idrici ricettori siti nelle vicinanze. Un cantiere situato in un contesto cittadino sarà sicuramente causa di problemi legati al rumore, polvere e limitazioni della mobilità. Invece un cantiere situato in prossimità di riserve naturali avrà sicuramente impatti diversi. Capire quali aspetti considerare piuttosto che altri è compito dell'organizzazione.

Lo studio inizialmente si è concentrato proprio nel capire quali aspetti ambientali vengono generati dal complesso Roccabonella. La struttura operativa dell'elaborato si è fondata sull'ausilio di tre strumenti, ovvero PSC, POS ed interviste al personale, in particolare al CSE. PSC e POS sono stati fondamentali per capire il cantiere, le attività svolte a suo interno, i rischi ambientali e per capire quali dettagli affrontare nelle interviste con il CSE. Questi tre strumenti hanno quindi permesso di dedurre gli aspetti ambientali generati dal cantiere e che avrebbero avuto un certo impatto sulle zone limitrofe.

Successivamente è stata valutata la significatività degli aspetti ambientali adottando un determinato criterio, il quale, grazie alla collaborazione del CSE, è stato attribuito in maniera oggettiva. Le tabelle relative alla significatività degli aspetti ambientali che sono state costruite, possono rappresentare uno dei modi con cui l'organizzazione può valutare le problematiche delle attività svolte all'interno del cantiere attività per attività. Esse sono uno strumento rapido e di chiara lettura. La loro funzione è evidenziare le lavorazioni più impattanti indicando anche il livello di significatività. Naturalmente fondamentale è la scelta del criterio di significatività, passo che la norma ISO 14001 lascia ad indiscrezione dell'organizzazione, ma a cui chiede di rispettare oggettività, indipendenza e ripetibilità.

Per ogni aspetto ambientale significativo è necessario quindi individuare le giuste procedure di mitigazione. Le procedure descritte hanno riguardato misure e strumenti già adottate dall'organizzazione, mentre altre sono state proposte con lo scopo di essere prese in considerazione in futuro, poiché convenienti dal punto di vista dell'installazione e manovrabilità. Tuttavia è bene sottolineare che un punto debole dello studio è stato il non conoscere gli effettivi costi che avrebbe dovuto sostenere l'organizzazione con l'utilizzo di queste misure. Occorrerebbe quindi valutare nel dettaglio anche l'aspetto economico.

Durante lo studio, tuttavia, oltre non conoscere i costi di determinate misure e strumenti di mitigazione, sono emerse altre difficoltà. Una di esse ha riguardato la non concessione del registro carico/scarico dei rifiuti. Questo avrebbe certamente permesso di conoscere in modo ancora più dettagliato la tipologia dei rifiuti, risalendo alla loro quantità. Successivamente sarebbe stato anche possibile una valutazione economica sui materiali che si sarebbero potuti recuperare invece di destinarli direttamente in discarica.

Infine, l'ultima difficoltà, emersa a causa delle brevi tempistiche, ha riguardato l'applicazione sperimentale delle check list relative al monitoraggio delle misure di mitigazione. In particolare, sarebbe risultato ancora più utile ai fini dello studio compilare le check-list durante le diverse fasi del cantiere, in modo tale da verificare l'utilità di questi strumenti anche in momenti differenti delle attività. Anche questo aspetto ha naturalmente influito sullo studio, il quale avrebbe potuto avere un peso maggiore, dato che si sarebbero valutate anche le misure relative alla propagazione delle polveri e all'inquinamento acustico.

## **5.2 Utilità dello studio**

Considerando che Incide Engineering S.r.l. ha espresso la sua volontà nell'implementare lo standard ISO 14001 nelle proprie attività, lo studio ha rappresentato un piccolo passo verso la creazione di un sistema di gestione che possa essere applicato ai suoi cantieri. Naturalmente, poiché il settore delle costruzioni resta un ambito molto variegato, occorrerebbe effettuare diverse valutazioni per comprendere se il sistema illustrato in questo elaborato possa essere utile anche in altre tipologie di cantiere e in altri contesti. Infatti, poiché il complesso Roccabonella è situato all'interno di un centro storico di una città, è caratterizzato da aspetti ambientali che potrebbero risultare più o meno impattanti, per esempio, in una zona industriale, dove gli spazi sono molto più ampi. Stesso discorso

vale per le varie tipologie di cantiere. Ovvero interessante sarebbe valutare la significatività degli aspetti in un cantiere navale, in uno aeronautico e in uno impiantistico.

Il sistema illustrato, probabilmente si rivelerebbe ugualmente valido in molti dei casi considerati se vengono rispettate le condizioni di oggettività nell'attribuzione dei criteri della significatività relativi alla valutazione degli aspetti ambientali e se si scelgono le giuste procedure di mitigazione.

Infine si sottolinea che le misure e gli strumenti di mitigazione che sono stati proposti, non hanno tuttavia avuto impiego nel complesso Roccabonella, poiché, trattandosi di un cantiere già ben avviato e in prossimità della fase conclusiva, non si è ritenuto adeguato modificare i sistemi di sicurezza in corso d'opera.

### **5.3 Conclusioni**

Nel presente studio si è quindi discusso del problema degli impatti ambientali legati al settore delle costruzioni e dell'importanza di pianificare ed individuare i processi necessari a migliorare questo aspetto. Si è quindi simulata l'implementazione di un sistema di gestione ambientale con l'obiettivo di determinare la significatività degli aspetti ambientali e le misure e strumenti di mitigazione per i suddetti aspetti.

Analizzare gli aspetti ambientali di un progetto edilizio richiede uno studio avanzato sia che riguardi tutta la vita dell'opera, dalla sua progettazione sino alla dismissione. Lo studio, tuttavia, si è concentrato solo sulla fase di costruzione dell'opera, andando a sottolineare le problematiche ambientali che si creano in un cantiere edile situato nel centro città.

Implementare un sistema di gestione ambientale in un luogo di lavoro come i cantieri è sicuramente un processo complesso, dato che ci si deve confrontare con tanti attori ed organizzazioni. Se solo uno di essi non rispettasse quanto definito dal sistema di gestione verrebbe a mancare un pezzo della catena fondamentale che permette di raggiungere il miglioramento continuo.

Un aspetto importante emerso dallo studio ha riguardato la possibilità di estrapolare valide informazioni anche da documenti come PSC e POS, il che rappresenta un ottimo risultato. Infatti, entrambi i documenti consentono di effettuare una valutazione degli impatti ambientali ancora prima che si dia inizio al cantiere, risultando essere un ottimo strumento preventivo. Una valutazione consistente e dettagliata può quindi anche essere effettuata da

remoto, qualora emergessero problemi legati alla possibilità di effettuare sopralluoghi nel cantiere stesso.

In fase preventiva può essere stilata una lista dei possibili aspetti ambientali significativi e successivamente, una volta che il cantiere è allestito, verificare l'effettiva validità dell'analisi, poiché potrebbe essere stata sottovalutata qualche altra criticità nata a causa del contesto di quel determinato cantiere.

# Ringraziamenti

A conclusione dell'elaborato desidero ringraziare la professoressa Anna Mazzi, che in questi mesi mi ha guidato, con la sua disponibilità e pazienza, nella stesura della tesi, fornendomi consigli utili durante tutto il percorso.

Infine ringrazio l'arch. Giampaolo Vallerini, tutor che mi ha seguito durante il tirocinio presso Incide Engineering S.r.l., azienda in cui è stato condotto lo studio e senza il quale non si avrei potuto avere gli strumenti necessari per elaborare la tesi ed effettuare la visita in cantiere.

# BIBLIOGRAFIA

- Baresi E. 2008. *Audit ambientale. Esempio di applicazione operativa su come realizzare una linea guida*. Il Sole 24 ore, [https://www.enricobaresi.it/wp-content/uploads/2019/03/Articolo-sole24ore-TSA\\_Audit-Ambientali-2008-min.pdf](https://www.enricobaresi.it/wp-content/uploads/2019/03/Articolo-sole24ore-TSA_Audit-Ambientali-2008-min.pdf) (ultimo accesso 15/6/21).
- Di Corato S. 2018. *Buona pratica nella gestione di rifiuti da costruzione e demolizione. Confronto tra normative e metodologie in Italia e in Spagna*, pg. 19, 76. Produzione edilizia, Corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile, AA 2017/18. Disponibile nella pagina: <https://webthesis.biblio.polito.it/6808/> (ultimo accesso 15/06/2021).
- Iodice S., Garbarino E., Cerreta M., Tonini D., 2021. *Sustainability assessment of Construction and Demolition Waste management applied to an Italian case*. Waste Management, volume 128, pag 83-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.031>
- Mazzi A., 2020. *Sistema di gestione ambientale, requisiti ISO 14001 e Reg. EMAS*. Sistemi di gestione ambiente e sicurezza, Corso di laurea magistrale in Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale, AA 2019/20. Disponibile nella pagina: <https://elearning.unipd.it/dii/course/view.php?id=1806> (ultimo accesso 15/06/2021).
- Paleari M., Campioli A., 2015. *I rifiuti da costruzione e demolizione: LCA della demolizione di 51 edifici residenziali*. Ingegneria dell'ambiente, N. 4/2015, pag 61. DOI: <https://doi.org/10.14672/ida.v2i4.356>
- Roffi F., 2013. *L'impatto ambientale dei cantieri: linee guida alla redazione del Piano di gestione ambientale per il caso dell'ampliamento del plesso scolastico di Abbiategrasso (MI)*, pg. 264-265, 284. Produzione edilizia, Corso di laurea magistrale in Ingegneria

Edile/Architettura, AA 2012/13. Disponibile nella pagina:  
<https://amslaurea.unibo.it/id/eprint/5374> (ultimo accesso: 15/6/2021).

Tedeschi P. 2016. *Criteri di analisi della significatività*. Ente Parco Montemarcello-Magra,  
<https://www.parcomagra.it/certificazione-ambientale/> (ultimo accesso 15/6/2021).

## **SITI WEB**

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi>

<http://economiecircolare.confindustria.it/lo-stadio-nasce-dal-riciclo-scelta-green-che-taglia-i-costi/>

<https://www.incide.it/la-ristrutturazione-di-palazzo-roccabonella/>