

# **POLITECNICO DI TORINO**

Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica



**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile**

Tesi di Laurea Magistrale

## **FSE: La gestione delle emergenze nell'edilizia scolastica**

### **Relatori**

Prof. Roberto Vancetti

Prof.ssa Anna Osello

Ing. Emiliano Cereda

### **Candidato**

Audrey Di Claudio

Anno accademico 2019/2020



# Abstract

---

Secondo il *“XVI Rapporto sulla sicurezza delle scuole - 2018”* ad opera di Cittadinanzattiva, basato su dati ufficiali del MIUR (Ministero dell’istruzione, dell’università e della ricerca), circa il 90% delle scuole sul territorio Italiano è dotato del Documento di valutazione dei rischio e il 71% è in possesso del Piano di emergenza. Si sarebbero inoltre rilevate diffuse e frequenti prove di evacuazione con percentuali diverse in base al possibile rischio. Stando a questi dati, si attesta che l’88% delle scuole italiane svolge delle prove di evacuazione incentrate sul rischio sismico, l’80% sul rischio incendio, l’8% su quello idrogeologico e il 2% su quello vulcanico. Il fatto però che il 71% delle scuole sia dotato di un Piano di emergenza, non assicura che quest’ultimo documento sia stato opportunamente redatto e integrato con tutte le informazioni necessarie per una corretta gestione dell’emergenza. Di conseguenza, seppur le prove di evacuazione risultino essere effettuate con regolarità in tutte le scuole, confermandosi come uno dei dati con percentuale più alta all’interno del rapporto, non è possibile affermare con certezza che siano correttamente svolte. Si rifletta sul fatto che, durante la prova di evacuazione tutta la popolazione scolastica si ritrova a seguire le indicazioni riportate all’interno del piano di emergenza e di evacuazione e di conseguenza, se quest’ultimo risulta carente o addirittura obsoleto, invece che ridurre il pericolo e mettere in sicurezza persone, beni e ambiente, rischia di aggravare una situazione già di per sé incerta.

A partire da questi presupposti il presente lavoro di tesi si pone l’obiettivo di formulare una metodologia che sia in grado di migliorare ed ottimizzare i piani di emergenza e di evacuazione, che possa essere facilmente ripetibile ed applicabile a qualsiasi edificio scolastico situato sul territorio nazionale. Partendo, quindi, dall’analisi dei contenuti minimi che dovrebbero essere presenti all’interno di un piano di emergenza, viene proposto un format generico in grado di fornire delle semplici linee guida, adattabile il più possibile a qualsiasi caso reale e fruibile sia per la redazione di un piano di emergenza per un edificio ex novo, sia per l’aggiornamento e l’ottimizzazione di piani già esistenti.

Il passo successivo è quello di verificarne l’applicabilità ad un caso reale, in particolare per quanto riguarda la tematica dell’esodo degli occupanti in caso di incendio. Attraverso i dati ricavati dal monitoraggio di una prova di evacuazione, svoltasi secondo il piano esistente, e l’utilizzo di un software di simulazione di esodo, si è posto come obiettivo il confronto tra il caso reale e un caso critico di progetto al fine di migliorare il piano esistente. Dal Confronto delle diverse simulazioni si è dunque arrivati al progetto di un nuovo piano di evacuazione ottimizzato per il caso studio preso in esame.

# Abstract

---

*(Abstract in English)*

According to the "*XVI Rapporto sulla sicurezza delle scuole - 2018*" written by Cittadinanzattiva and based on official data of the MIUR (Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca), about 90% of the schools on the Italian territory are in possession of the risk assessment Document and 71% are in possession of the Emergency Plan. There are also widespread and recurring evacuation tests with different percentages based on the possible risk. According to these data, it is certified that 88% of the Italian schools carry out evacuation tests focused on seismic risk, 80% on fire risk, 8% on hydrogeological one and 2% on volcanic risk. The fact, however, that 71% of schools have an Emergency Plan, does not guarantee that the latter document has been properly drawn up and integrated with all the indispensable information to a correct emergency management. Therefore, although the evacuation tests take place regularly in all schools, confirming itself as one of the data with the highest percentage in the report, it is not possible to affirm with certainty that they are accurately carried out. About that, during the evacuation test, the entire school population follows the indications incorporated in the emergency and evacuation plan, if the latter is inadequate or even obsolete, as a result, instead of reducing the danger and securing people, goods and the environment, it risks to worsen the situation.

Starting from these assumptions, the current thesis work aims to designate a methodology that would be able to improve and optimize emergency and evacuation plans, which could be easily repeatable and applicable to any school building located on the national territory. Therefore, starting from the analysis of the minimum contents that should be presented in an emergency plan, a generic format is proposed that can provide simple guidelines, adaptable as much as possible to any real case and accessible both for the drafting of an emergency plan for a new building and to update and optimize the already existing plans.

The next step is to verify its applicability to a real situation, especially what concerns the issue of the exodus of occupants in a case of fire. Through the data obtained from the monitoring of an evacuation test, carried out according to the existing plan, and the use of an exodus simulation software, the comparison between the real case and a critical project case was set as an objective in order to improve the existing plan. From the comparison of the different simulations, a new improved evacuation plan was therefore developed for the examined case study.

# Indice

<b>ABSTRACT</b>	<b>I</b>
<b>INDICE</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE</b>	<b>XI</b>
<b>METODOLOGIA</b>	<b>3</b>
<b>PIANIFICAZIONE INCENDI AMBITO EDILIZIA SCOLASTICA</b>	<b>9</b>
<b>2.1 NORME DI SICUREZZA NEGLI EDIFICI SCOLASTICI</b>	<b>9</b>
2.1.1 D.M. 26/08/92	10
2.1.2 D.M. 03/08/15	11
2.1.3 D.M. 03/08/15 APPLICATO ALLA PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA DEGLI EDIFICI SCOLASTICI	14
<b>PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA</b>	<b>19</b>
<b>3.2 OBIETTIVI DEL PIANO DI EMERGENZA</b>	<b>20</b>
<b>3.3 MODELLO DI PIANO DI EMERGENZA</b>	<b>20</b>
3.2.1 GENERALITÀ	21
3.2.2 ORGANIZZAZIONE DELL'EMERGENZA	25
3.2.3 PROCEDURE DI EMERGENZA E DI EVACUAZIONE	27
3.2.4 NORME DI COMPORTAMENTO IN BASE AL TIPO DI EMERGENZA E MANSIONE	29
3.2.5 PRESIDANTI ANTINCENDIO	30
3.2.6 REGISTRO DELLE EMERGENZE	31
<b>RILIEVO E MODELLAZIONE</b>	<b>33</b>
<b>4.1 RACCOLTA DELLA DOCUMENTAZIONE E ATTIVITÀ DI SOPRALLUOGO</b>	<b>33</b>
4.1.1 RACCOLTA DOCUMENTAZIONE	33
4.2.2 SOPRALLUOGO E INDIVIDUAZIONE DELLE POSTAZIONI DI MONITORAGGIO	34
4.2.3 PREPARAZIONE MATERIALE PROVA DI EVACUAZIONE	38
<b>MONITORAGGIO PROVA DI EVACUAZIONE</b>	<b>43</b>
<b>5.1. PROVA DI EVACUAZIONE</b>	<b>43</b>
<b>5.2. ACQUISIZIONE DEI DATI DELLA PROVA DI EVACUAZIONE</b>	<b>44</b>

5.2.1 L'INTERAZIONE TRA EDIFICIO E PERSONE	44
5.2.2 RILIEVO INFORMAZIONI DI TIPO QUANTITATIVO	46
5.2.3 RILIEVO INFORMAZIONI DI TIPO QUALITATIVO	57
<b><u>SIMULAZIONE DI ESODO REALE</u></b>	<b>63</b>
<b>6.1 VALUTAZIONE SCENARI DI ESODO</b>	<b>63</b>
<b>6.2 MODELLAZIONE DI ESODO</b>	<b>64</b>
<b>6.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI</b>	<b>78</b>
6.3.1 VALUTAZIONE DEI TEMPI DI COMPLETAMENTO	79
<b><u>SIMULAZIONE DI ESODO DI PROGETTO</u></b>	<b>85</b>
<b>7.1 VALUTAZIONE SCENARI CRITICI DI ESODO</b>	<b>85</b>
<b>7.2 MODELLAZIONE DI ESODO</b>	<b>87</b>
<b>7.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CRITICHE – ATTUALE P.E.</b>	<b>95</b>
7.3.1 VALUTAZIONE DEI TEMPI	95
<b>7.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI CRITICHE – NUOVO P.E.</b>	<b>100</b>
7.4.1 VALUTAZIONE DEI TEMPI	102
<b>7.5. CONFRONTO</b>	<b>104</b>
<b><u>PIANO DI EVACUAZIONE</u></b>	<b>107</b>
<b>8.1 PROGETTAZIONE DELL'ESODO SECONDO D.M. 03/08/15</b>	<b>107</b>
<b>8.2 PROGETTO PIANO DI EVACUAZIONE</b>	<b>122</b>
<b>8.3 IL BIM PER LA PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA</b>	<b>125</b>
<b><u>CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI</u></b>	<b>129</b>
<b><u>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</u></b>	<b>131</b>
<b><u>SITOGRAFIA</u></b>	<b>132</b>
<b><u>LEGISLAZIONE VIGENTE</u></b>	<b>133</b>
<b><u>NORMATIVA TECNICA</u></b>	<b>133</b>
<b><u>ALLEGATI</u></b>	
<b><u>ALLEGATO I – MODELLO PIANO DI EMERGENZA</u></b>	
<b><u>ALLEGATO II – SCHEDE PROVA DI EVACUAZIONE</u></b>	

**ALLEGATO III – TABELLE SIMULAZIONI DI ESODO REALE**

**ALLEGATO IV – TABELLE SIMULAZIONI DI ESODO DI PROGETTO**

**ALLEGATO V – PIANTE PIANO DI EVACUAZIONE**



## Indice delle figure

---

Figura 1 – Workflow	3
Figura 2 – Inquadramento scuola primaria “Aurora” e la scuola secondaria di I grado “Ettore Morelli”	5
Figura 3 – Pianta piano terra, in verde scuola secondaria di I grado, in azzurro scuola primaria	6
Figura 4 - Pianta primo piano, in verde scuola secondaria di I grado, in azzurro scuola primaria	6
Figura 5 - Pianta secondo piano, in verde scuola secondaria di I grado, in azzurro scuola primaria	6
Figura 6 – Struttura del codice prevenzione incendi	12
Figura 7 – Attività n. 67 DPR 151/2011	15
Figura 8 – G.3-5: Profilo di rischio Rvita per alcune tipologie di destinazione d’uso	15
Figura 9 – Classificazione in base al numero di occupanti	16
Figura 10 – Tabella S.4-6: Affollamento specifico o criteri per topologia di attività	17
Figura 11 – Fasi della valutazione dei piani di emergenza e di evacuazione	19
Figura 12 – Estratto dati identificativi della scuola (Allegato I)	22
Figura 13 - Estratto tabella distribuzione e localizzazione della popolazione scolastica (Allegato I)	23
Figura 14 – Estratto tabella studenti con BES (Allegato I)	24
Figura 15 – Estratto di tabella dei luoghi a rischio (Allegato I)	24
Figura 16 – Estratto classificazione emergenze interne ed esterne (Allegato I)	25
Figura 17 - Estratto tabella squadra di Prevenzione Incendi (Allegato I)	26
Figura 18 – Estratto tabella squadra di evacuazione (Allegato I)	26
Figura 19 – Estratto tabella squadra Pronto Soccorso (Allegato I)	27
Figura 20 – Estratto tabella ubicazione cassetta del pronto soccorso (Allegato I)	27
Figura 21 – Estratto tabella comunicazione mediante campanella	28
Figura 22 – Estratto tabella numeri enti esterni di pronto intervento (Allegato I)	29
Figura 23 – Estratto tabella aree di raccolta esterne (Allegato I)	29
Figura 24 – Estratto tabella aree di raccolta interne (Allegato I)	29
Figura 25 – Estratto tabella dei dispositivi antincendio (Allegato I)	30
Figura 26 – Estratto tabella punti di inertizzazione d’istituto (Allegato I)	30
Figura 27 – Estratto pianta primo piano scuola secondaria di I grado	35
Figura 28 - Estratto pianta primo piano scuola primaria “Aurora” del flusso di movimento	35
Figura 29 – Individuazione e codifica della postazione	36

Figura 30 – Foto scattata con un telefono dotato di fotocamera standard (scala B)	37
Figura 31– Foto scattata con un telefono dotato di una fotocamera con grandangolo (scala B)	37
Figura 32 – Esempio fronte scheda identificativa postazione di monitoraggio	39
Figura 33 – Esempio retro scheda identificativa postazione di monitoraggio	39
Figura 34 – Legenda icone strumenti e info presenti nelle schede	40
Figura 35 – Esempio pianta primo piano con individuazione delle postazioni	42
Figura 36 – Pianta piano terra con codifica	45
Figura 37 – Pianta piano primo con codifica	45
Figura 38 – Pianta piano secondo con codifica	45
Figura 39 – Tentativo di azionamento del sistema di allarme	57
Figura 40 – 5C che si dirige verso il corpo scala D	58
Figura 41 – 1A che si dirige verso il punto di raccolta	58
Figura 42 – Esodo della classe 1B	59
Figura 43 – Esodo HC_1 verso lo spazio calmo	60
Figura 44 – Caduta dell’Insegnante di sostegno nel tentativo di raggiungere l’uscita di emergenza	60
Figura 45 – Esodo 1F	61
Figura 46 – Esodo HC_1	61
Figura 47 – Insegnante della 3A recupera i moduli di evacuazione	62
Figura 48 – Importazione del modello in formato IFC	65
Figura 49 – Estrazione dei pavimenti, delle porte e delle scale	66
Figura 50 - Inserimento degli occupanti	68
Figura 51 – Estratto di tabella contenente i parametri del movimento dei bambini durante l’evacuazione	70
Figura 52 – Percorso della bambina presa in esame per il calcolo del valore di velocità	71
Figura 53 – Percorso della bambina presa in esame, in pianta	72
Figura 54 – Esempio di settaggio del profilo “Alunni B_A”	72
Figura 55 – Elenco delle azioni che possono essere svolte da un occupante	73
Figura 56 – Esempi di behaviours	73
Figura 57 – Esempio di Movement group assegnato alla 1A della scuola primaria	74
Figura 58 - Pianta piano terra, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario Reale	75
Figura 59 – Pianta piano primo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario Reale	75
Figura 60 – Pianta piano secondo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario Reale	75
Figura 61 – Esempio avvio della simulazione	78
Figura 62 - Esempio risultato della simulazione lanciata	78
Figura 63 - Schema semplificato della caratterizzazione di RSET	82
Figura 64 – Scenario Reale riferito all’intero edificio – Grafico occupanti/tempo	83
Figura 65 – Scenario Atteso riferito all’intero edificio – Grafico occupanti/tempo	84
Figura 66 - Scenario Ottimizzato riferito all’intero edificio – Grafico occupanti/tempo	84

Figura 67 – Esempio di assegnazione del $t_{pre}$	90
Figura 68 - Pianta piano terra, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario critico 1	91
Figura 69 – Pianta piano primo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario critico 1	91
Figura 70 – Pianta piano secondo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario critico 1	91
Figura 71 – Esodo Uscita C_5 – Scenario critico 1	96
Figura 72 – Esodo uscita D – Scenario critico 4	97
Figura 73 – Scenario critico 1 riferito all’interno edificio – Grafico occupanti/tempo	100
Figura 74 – Scenario critico 1 riferito all’intero edificio – Grafico occupanti/tempo	104
Figura 75 – Confronto dei valori di densità per la scala D – Attuale P.E. vs Nuovo P.E.	106
Figura 76 - Tabelle S.4-1 e S.4-2 del C.P.I. 2015	108
Figura 77 –Tabella S.4-3 del C.P.I. 2015	108
Figura 78 – Tabelle G.3-1 e G.3-2 del C.P.I 2015	109
Figura 79 – Tabella S.4-6 del C.P.I 2015	110
Figura 80 – Tabella S.4-8 del C.P.I. 2015	113
Figura 81 – Illustrazione S.4-2 del C.P.I 2015	113
Figura 82 – Estratto pianta piano terra evidenziante le uscite dipendenti	114
Figura 83 – Tabella S.4-10 del C.P.I. 2015	115
Figura 84 – Tabella S.4-11 C.P.I. 2015	116
Figura 85 – Tabella S.4-12 del C.P.I. 2015	119
Figura 86 – Esempio di piano di evacuazione	123
Figura 87 - Layout del sistema d'esodo	124
Figura 88 – Legenda simboli del layout del sistema d’esodo	125



## Indice delle tabelle

---

Tabella 1 – Schema evidenziante le nuove modalità di applicazione del D.M. 03/08/15	13
Tabella 2 – Profili professionali personale ATA	22
Tabella 3 – Presenze all'interno dei due plessi al momento dell'evacuazione	44
Tabella 4 - Dati prova di evacuazione scuola primaria, ricavati dalle riprese video	48
Tabella 5 - Dati prova di evacuazione scuola secondaria di I grado, ricavati dalle riprese video	49
Tabella 6 – Sincronizzazione delle riprese di monitoraggio della prova di evacuazione	52
Tabella 7 – Tempi di esodo scuola primaria	53
Tabella 8 – Tempi di esodo scuola secondaria	54
Tabella 9 – Tempi massimi di evacuazione	56
Tabella 10 - Codifica dei colori assegnati per piano e per plesso	67
Tabella 11- Codifica dei colori assegnati alle classi	67
Tabella 12 – Calcolo velocità media dei bambini di prima e seconda elementare	72
Tabella 13 – Scale e Uscite assegnate alle classi della scuola primaria, nei diversi scenari	76
Tabella 14 - Scale e Uscite assegnate alle classi della scuola secondaria, nei diversi scenari	77
Tabella 15 - Confronto tempi massimi di esodo, per uscita, dei tre diversi scenari, scuola primaria	79
Tabella 16 – Confronto tempi di completamento dei tre diversi scenari, casi particolari, scuola primaria	79
Tabella 17 – Confronto tempi massimi di esodo, per uscita, dei tre diversi scenari, scuola secondaria	80
Tabella 18 – Confronto tempi di completamento dei tre diversi scenari, casi particolari, scuola secondaria	80
Tabella 19 – Confronto valore di RSET di ogni scenario, scuola primaria	82
Tabella 20 – Confronto valore di RSET di ogni scenario, scuola secondaria	83
Tabella 21- Determinazione del $t_{pre}$ scuola primaria	88
Tabella 22 – Determinazione del $t_{pre}$ scuola secondaria	89
Tabella 23 – Scale e Uscite assegnate alle classi della scuola primaria, nei diversi scenari	92
Tabella 24 – Numero degli occupanti inseriti nelle simulazioni	95
Tabella 25 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 1	95
Tabella 26 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 2	96
Tabella 27 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 3	96

Tabella 28 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 4	97
Tabella 29 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 5	98
Tabella 30 – Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 1	99
Tabella 31 – RSET scenario critico 1, scuola primaria – Attuale P.E.	100
Tabella 32 - RSET scenario critico 1, scuola secondaria – Attuale P.E.	100
Tabella 33 - Scale e Uscite assegnate – Nuovo P.E.	101
Tabella 34 - Tempi massimi di esodo, per tipologia di uscita, scenario critico 1 – Scuola primaria - Nuovo P.E.	102
Tabella 35 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 1 – Scuola secondaria - Nuovo P.E.	102
Tabella 36 – RSET scenario critico 1 – Nuovo P.E.	103
Tabella 37 – Valori di RSETper ogni scenario	104
Tabella 38 – Profilo di rischio $R_{vita}$	110
Tabella 39 - Affollamento scuola primaria	111
Tabella 40 – Affollamento scuola secondaria di I grado	112
Tabella 41- Affollamento totale scuola primaria	114
Tabella 42 - Affollamento totale scuola secondaria di I grado	114
Tabella 43 – Calcolo lunghezza d’esodo – Scuola primaria	115
Tabella 44 - Calcolo lunghezza d'esodo corridoio cieco - Scuola primaria	115
Tabella 45- Calcolo lunghezza d'esodo - Scuola secondaria di I grado	116
Tabella 46 - Calcolo lunghezza d’esodo corridoio cieco - Scuola secondaria di I grado	116
Tabella 47- Calcolo larghezza minima delle vie d’esodo orizzontali – Scuola primaria	117
Tabella 48 – Calcolo larghezza minima delle vie d’esodo orizzontali – Scuola secondaria di I grado	118
Tabella 49 - Calcolo larghezza minima delle vie d’esodo verticali – Scuola primaria	120
Tabella 50- Calcolo larghezza minima delle vie d’esodo verticali – Scuola secondaria di I grado	121

## Introduzione

---

Quando si pensa ad una scuola, è importante che essa non venga concepita come un semplice luogo fisico, un edificio all'interno del quale insegnanti e docenti si incontrano per svolgere una mera attività didattica. Ogni scuola deve, invece, assurgere a simbolo di una conoscenza che si trasmette da una generazione all'altra, un riferimento sociale di grande significato identitario, al pari di quello che può assumere il municipio o un luogo di culto. In altre parole, la scuola rappresenta lo specchio della nostra comunità: è la principale infrastruttura fisica ed ideale del nostro Paese, nella misura in cui è presente su tutto il territorio nazionale e riveste un ruolo nodale nell'avvicinare le istituzioni ai cittadini, coltivando ciò che viene definito come capitale umano, sociale e immateriale. Questi ultimi tre elementi, in particolare, sono quelli sui quali il nostro paese deve investire, scommettendo sulle potenzialità e corroborando quelle capacità che le nuove generazioni conservano. Proprio alla luce di queste funzioni fondamentali che la scuola riveste, bisogna allora sottolineare l'importanza di quelle figure che, ogni giorno, svolgono un lavoro silenzioso con abnegazione e passione: gli insegnanti. Dopo la famiglia, essi sono le persone che incidono di più nella formazione dei ragazzi e possono, dunque, essere considerati a giusto titolo il cuore pulsante della scuola insieme agli alunni stessi. Il loro ruolo non è solo quello di trasmettere conoscenza, ma anche di educare e preparare i ragazzi ad affrontare le sfide che possono insorgere durante il percorso, fornendo loro un metodo assimilabile ad una *forma mentis* che li aiuti a ragionare anche nei momenti di crisi. Eppure, nonostante il ruolo così importante che queste figure esercitano nella vita delle giovani generazioni, non sempre sono poste nelle giuste condizioni per farlo. Questa circostanza si realizza perché, seppur esistano delle scuole all'avanguardia, ve ne sono tuttavia molte che svolgono il proprio ruolo educativo all'interno di locali che necessitano urgenti interventi di manutenzione, mentre tante altre si trovano in affitto in spazi non sempre idonei. Se, quindi, gli insegnanti hanno il dovere di istruire e formare i ragazzi, il compito dello Stato è quello di fornire luoghi confortevoli e sicuri affinché tale attività si possa svolgere nella maggiore tranquillità possibile. A tal fine, rivestono un ruolo cardinale lo studio, la progettazione e la realizzazione di infrastrutture che rispettino i criteri di sicurezza, ne consentano il mantenimento nel tempo e ne favoriscano il rispetto quotidiano, per garantire l'incolumità di quanti ne usufruiscono. Alla luce di ciò, risulta quanto mai necessario un intervento atto all'ampliamento e alla messa in sicurezza delle costruzioni adibite ad utilizzo scolastico. Tuttavia, ciò non basta ed è importante che queste tecniche architettoniche ed ingegneristiche siano affiancate ad una corretta e pronta preparazione rispetto alla gestione dell'emergenza, in particolar modo attraverso

## Introduzione

l'istruzione della popolazione su quanto potrebbe accadere. A questo scopo si è mosso anche il Servizio Sismico Nazionale che, in collaborazione con il Ministero dell'istruzione, dell'Università e della Ricerca, il MIUR, ha fornito a tutte le scuole sul territorio nazionale del materiale informativo-divulgativo ed educativo sul rischio sismico e antincendio preventivo. A partire da queste premesse, risulta allora chiaro come, per poter affrontare nel modo più opportuno i diversi casi di emergenza a cui potrebbero essere soggetti gli edifici scolastici, ci si debba avvalere di un piano di emergenza inteso come l'insieme delle misure straordinarie che possono ridurre eventuali danni.

Questo progetto di tesi ha rappresentato, dunque, l'opportunità di entrare in stretto contatto con quella che è la realtà attuale circa la sicurezza antincendio degli edifici scolastici, nella misura in cui si è avuta la possibilità verificare il corretto funzionamento di un piano di emergenza nella realtà attraverso il monitoraggio della prova di evacuazione del caso studio e avvalendosi della metodologia BIM. L'osservazione di un caso reale ha reso possibile riscontrare in maniera diretta diverse criticità riguardanti sia il livello di conoscenza e formazione delle persone coinvolte circa i contenuti del piano di emergenza, sia l'organizzazione e la logistica del piano stesso. Pertanto, proprio al fine di trovare delle soluzioni alle criticità e ovviare alle problematiche evidenziate nel caso studio, si è cercato di creare un modello che potesse essere uno spunto e, allo stesso tempo, un canone di riferimento per tutti coloro che lavorano nell'ambito della sicurezza antincendio e, nello specifico, degli edifici scolastici. A conclusione di quanto esposto si può affermare, dunque, che lo studio affrontato all'interno di questo progetto di tesi, proponendosi come modello generale per un'applicazione specifica, vuole porsi alla base di quelli che saranno gli sviluppi futuri nell'ambito della sicurezza antincendio, all'interno di un orizzonte temporale nel quale le nuove tecnologie, come quella già sperimentata del BIM, svolgeranno un ruolo sempre più centrale.

# Capitolo 1

## Metodologia

Il processo di realizzazione del presente studio ha previsto una serie di fasi consequenziali e tra loro interdipendenti che sono state analizzate approfonditamente nel corso dei vari capitoli di questa tesi e sintetizzate, in maniera più chiara e concisa, nel seguente schema metodologico.

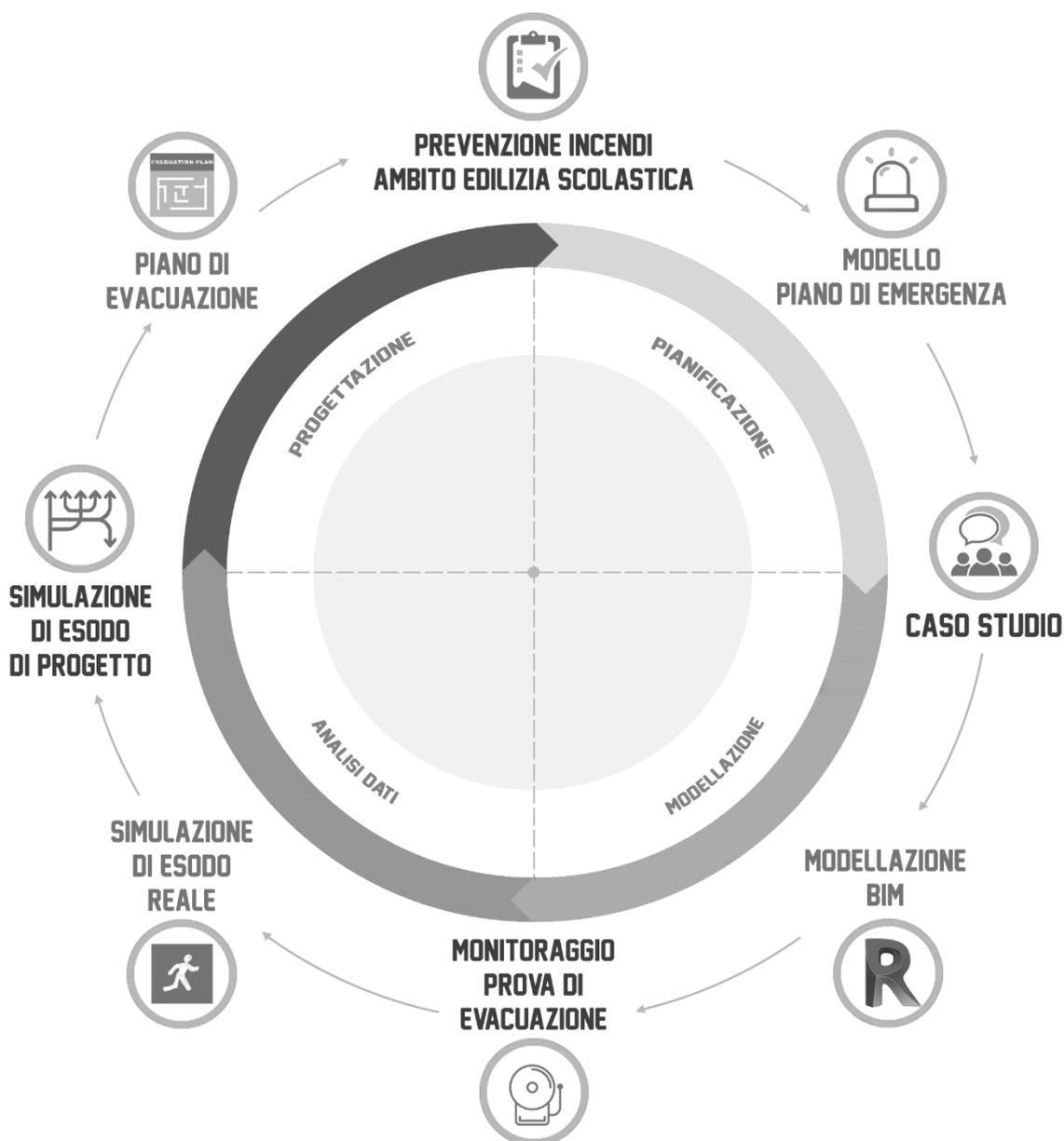


Figura 1 – Workflow

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di giungere alla formulazione dello schema oggetto di osservazione, nella misura in cui scandisce le fasi di una metodologia in grado sia di migliorare ed ottimizzare i piani di emergenza e di evacuazione, sia di essere facilmente replicabile ed applicabile ad un qualsiasi edificio scolastico situato sul territorio nazionale. Nell'immagine precedente, dunque, è stato schematizzato l'*iter* progettuale che ha permesso di conseguire questo traguardo che, a sua volta, ha mirato a raggiungere quel grado di versatilità e generalità tali da poter essere adottato per altre strutture scolastiche. Lo schema, di tipo ciclico, individua 4 macro fasi della progettazione, di seguito analizzate più nel dettaglio.

### 1 Pianificazione

In questa prima fase, di natura molto più teorica rispetto al resto de lavoro, è stata fatta un'introduzione sull'importanza che la **prevenzione incendi in ambito scolastico** ricopre al giorno d'oggi. Si è partiti, dunque, da un'introduzione e un approfondimento sulle normative vigenti, premessa prescrittiva fondamentale al fine di comprendere come la loro applicazione sia imprescindibile alla formulazione di un **modello di piano di emergenza** e di evacuazione tale da fornire delle linee guida, tanto per la redazione di un piano *ex novo*, quanto per l'aggiornamento o l'ottimizzazione di quelli esistenti.

### 2 Modellazione

In questa seconda fase, ha giocato un ruolo fondamentale l'Istituto Comprensivo Statale "Torino II". L'istituto, comprensivo di tre ordini di scuola, tra i quali si annoverano una scuola dell'infanzia, una primaria e una secondaria di I grado, attualmente risulta composto dai seguenti plessi:

- Scuola dell'infanzia di Via Beinasco;
- Scuola primaria "G. Parini";
- Scuola primaria "Aurora";
- Scuola secondaria di I grado "Ettore Morelli".

In fase di modellazione sono stati presi in esame, come **caso studio**, la scuola primaria "Aurora" e la scuola secondaria di I grado "Ettore Morelli", situate entrambe in Via Antonio Cecchi 16-18 nel quartiere Aurora di Torino. A tal proposito, e per una maggiore comprensione del seguente lavoro di tesi, è stato ritenuto opportuno riportare un inquadramento generale delle due scuole.



Figura 2 – Inquadramento scuola primaria “Aurora” e la scuola secondaria di I grado “Ettore Morelli”<sup>1</sup>

I due plessi sono situati in un complesso di 3 edifici comunicanti mediante due corpi scala. Si tratta di un edificio realizzato negli anni '70 formato da una struttura a telaio in calcestruzzo armato, con involucro verticale in muratura, in cui si alternano mattoni a facciavista e mattoni rivestiti da pannelli di alluminio. La copertura è a falde con pendenze diverse. Come suggerisce anche il rilievo fotografico, il complesso si sviluppa su tre piani fuori terra ed uno interrato. I due corpi scala, che collegano tra loro i tre edifici, fungono anche da ingresso. Oltre ai tre corpi al cui interno si articola l'intera attività scolastica, troviamo annesso un quarto edificio comunicante tramite una zona filtro. Quest'ultimo, nello specifico, contiene una palestra e una piscina che, però, non sono di competenza delle scuole, ma sono ad esclusivo uso occasionale per le attività sportive programmate. Per una maggiore comprensione della suddivisione degli spazi dei due plessi, sono state riportate delle piante, non in scala, in cui i tre corpi principali degli edifici sono stati denominati mediante la sigla C.1, C.2 e C.3, mentre i 4 corpi scala, che collegano il piano terra con i piani superiori, sono stati denominati scala A, scala C.B, scala C.C e scala D.

<sup>1</sup>Fonte:<https://earth.google.com/web/@45.08584784,7.6826455,234.38794446a,121.67815514d,35y,93.4941889h,59.9996253t,0r>

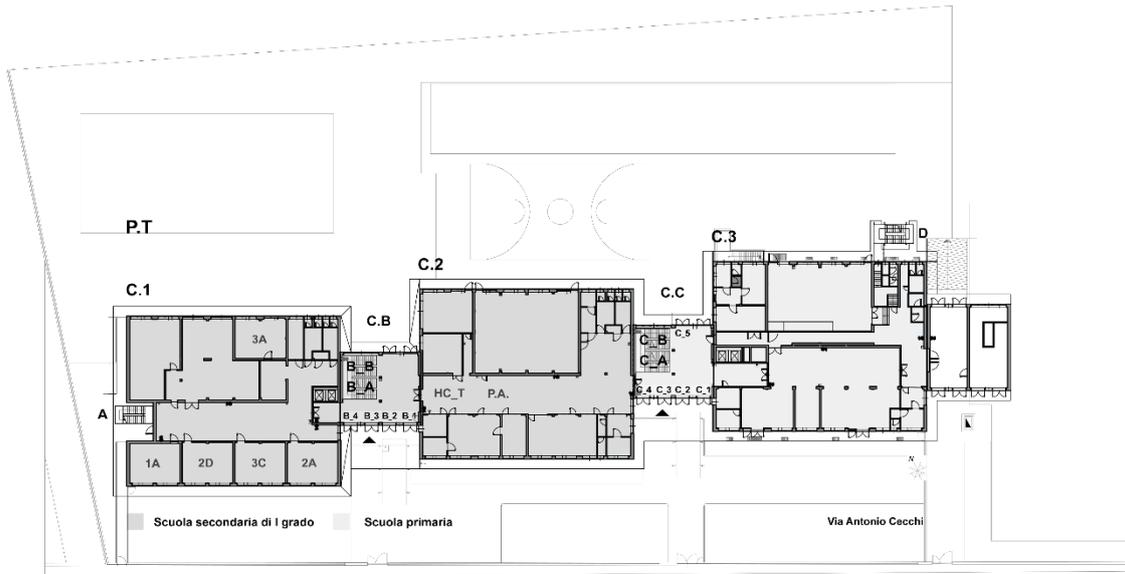


Figura 3 – Pianta piano terra

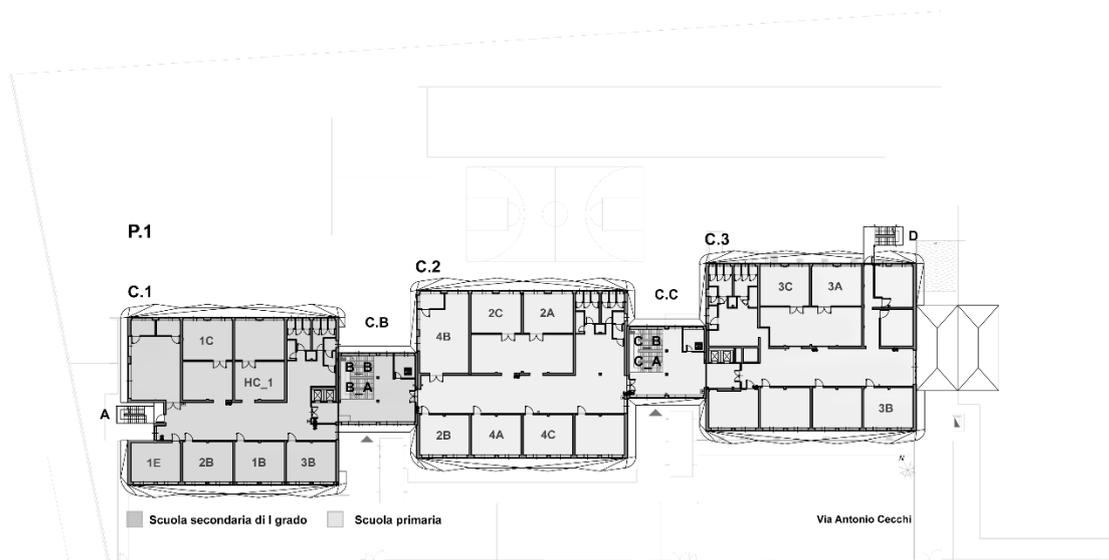


Figura 4 - Pianta primo piano

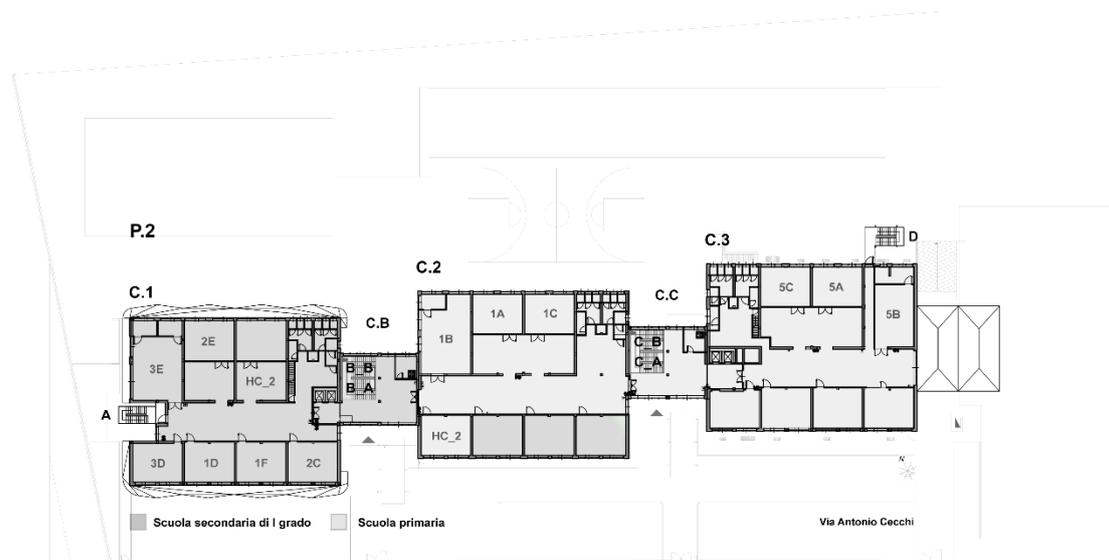


Figura 5 - Pianta secondo piano

## Capitolo 1 – Metodologia

Per quanto riguarda la destinazione d'uso degli spazi interni, per la scuola primaria "Aurora", sono presenti:

- 15 aule
- 1 laboratorio musicale
- 1 laboratorio scientifico
- 1 laboratorio audiovisivo
- 2 laboratori informatici
- 1 laboratorio linguistico
- 1 laboratorio teatrale - psicomotricità
- 1 laboratorio artistico - grafico
- 1 laboratorio ludico - manuale (multifunzionale)
- 1 Aula Magna dotata di sistema di proiezione, audio Dolby Surround e LIM
- 1 spazio, con relativi servizi, adibito a mensa.

Per quanto riguarda la scuola secondaria di I grado "Ettore Morelli":

- 16 aule
- 1 laboratorio musicale
- 1 laboratorio audiovisivo
- 1 laboratorio informatico
- Vari spazi multifunzionali utilizzabili per attività linguistiche o di recupero
- 1 Aula Magna dotata di sistema di proiezione e LIM
- Spazi adibiti a mensa, con relativi servizi.

In questa fase di modellazione la metodologia BIM (*Building Information Modeling*) si è rivelata essere di fondamentale importanza, in quanto ha permesso di affrontare una progettazione di tipo integrata. Infatti, il **modello BIM** già esistente, realizzato attraverso il *software Revit*, si è rivelato essere la base imprescindibile da cui partire per l'analisi effettuata sulle due scuole. L'utilizzo di questo modello, unito alla collaborazione con l'istituto comprensivo statale "Torino II", ha permesso di raccogliere informazioni pertinenti al piano di emergenza e di evacuazione, grazie anche ad una serie di incontri con l'R.S.P.P. (Responsabile del servizio di prevenzione incendi), la Dirigente scolastica e le Vicepreside dei due plessi. Le informazioni raccolte sono poi state utilizzate per la programmazione del **monitoraggio della prova di evacuazione**, obbligatoria da legge. Dalle registrazioni della prova, dunque, sono stati ricavati i tempi e i comportamenti dell'intera popolazione scolastica, dati sui quali è stata effettuata un'analisi critica i cui risultati, a loro volta, sono stati riportati all'interno del seguente lavoro.

### 3 Analisi dati

In questa fase intermedia, attraverso l'utilizzo di un software di simulazione di esodo, sono stati utilizzati i dati ricavati dal monitoraggio della prova di evacuazione, al fine di

ricreare delle **simulazioni di esodo reale** da cui estrapolare, successivamente, dati qualitativi e quantitativi. Dunque, sulla base di questi, sono state impostate delle **simulazioni di esodo progetto**, in cui sono stati messi a confronto due piani di evacuazione: il primo coincidente con quello attualmente in uso; il secondo, invece, frutto di una proposta di progetto coadiuvata ed integrata da una serie di accorgimenti e correzioni volti ad ottimizzare quello attuale.

### **4 Progettazione**

La metodologia proposta trae le proprie conclusioni in quest'ultima fase di progettazione, nella quale si è proceduto a verificare la correttezza del **piano di evacuazione** attraverso la normativa introdotta in fase di pianificazione. In aggiunta alla realizzazione del piano di evacuazione, è stato creato un modello di layout di sistema d'esodo che potesse fungere da spunto e modello per le altre scuole.

Infine, ricollegandosi al concetto e alla realizzazione di una progettazione integrata, dunque attraverso la metodologia BIM, si è ritenuto opportuno pensare al possibile implemento del modello già esistente con le informazioni ottenute dalla progettazione del piano di emergenza e di evacuazione del caso studio.

## Capitolo 2

### Pianificazione incendi ambito edilizia scolastica

---

Il complesso di edifici che ha come scopo quello di ospitare e favorire lo svolgimento della multiforme attività scolastica, quindi di ogni ordine e grado, viene indicato con la locuzione “edilizia scolastica”. Oltre alla costruzione nel suo complesso, questa include anche gli spazi legati alle attività strettamente connesse a quella dell’insegnamento, come palestre, locali amministrativi, servizi e aree circostanti.

In Italia la formulazione di normative dirette alla diffusione, all’ampliamento e al miglioramento dell’istruzione, ha seguito una rivalutazione in considerazione dei problemi edilizi che potessero insorgere di conseguenza. Nel corso degli anni molte scuole pubbliche dei grandi centri sono state ubicate in proprietà appartenenti ad enti e associazioni, in vecchie residenze gentilizie e in abitazioni private, mentre, quelle dei centri più piccoli, come ad esempio di periferia e delle campagne, sono state situate in abitazioni obsolete o edifici abbandonati o fatiscenti. Se ne evince quanto, dunque, piuttosto che adottare interventi finanziari atti a realizzare edifici adatti allo scopo, si prediligevano invece locali improvvisati.

Alla luce di questi precedenti nel passato, oggi risulta, dunque, di fondamentale necessità un intervento atto all’ampliamento e alla messa in sicurezza delle costruzioni ad uso scolastico. Intervento che andrebbe combinato ad una corretta e pronta gestione dell’emergenza attraverso l’istruzione della popolazione su quanto potrebbe accadere. A tal fine si è mosso anche il Servizio Sismico Nazionale che, in collaborazione con il MIUR (Ministero dell’istruzione, Università e Ricerca), ha fornito a tutte le scuole sul territorio nazionale materiale informativo-divulgativo ed educativo sul rischio sismico e antincendio preventivo.

In tal senso, per poter affrontare nel modo più opportuno i diversi casi di emergenza a cui potrebbero essere soggetti gli edifici scolastici, ci si avvale di un piano di emergenza inteso come l’insieme delle misure straordinarie che possano ridurre eventuali danni. Per la redazione di tale piano, per quanto riguarda gli edifici scolastici, si fa riferimento alle norme riportate nei successivi paragrafi.

#### 2.1 Norme di sicurezza negli edifici scolastici

Lo scopo delle vigenti normative, in termini di sicurezza dell’edilizia scolastica, è quello di garantire salute e sicurezza, oltre che per gli studenti, anche per il personale dipendente operante fuori e dentro l’edificio scolastico. In effetti, in tema di edilizia scolastica, vengono applicate le stesse norme che valgono per un qualsiasi altro luogo

di lavoro. Al tal fine è quindi necessario operare a livello educativo, andando a promuovere comportamenti consapevoli e sicuri, una maggiore sensibilità rispetto ai rischi nei quali si potrebbe incorrere e una più completa formazione per saperli fronteggiare.

I successivi paragrafi riportano nel dettaglio i principali riferimenti normativi che trattano della sicurezza in ambito scolastico.

### 2.1.1 D.M. 26/08/92

Il Decreto Ministeriale 26/08/92 *“Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”* ha come oggetto la sicurezza antincendio negli edifici e nei locali che sono adibiti ad uso scolastico, di qualsiasi tipo, ordine e grado, al fine di tutelare l’incolumità delle persone e salvaguardare i beni contro il rischio di incendio. È la prima norma di prevenzione incendi destinata all’edilizia scolastica, del tutto innovativa dal punto di vista della gestione della sicurezza nella misura in cui introduce, per la prima volta, la redazione di un piano di emergenza con l’obbligo di verificarlo e testarlo almeno due volte nel corso dell’anno scolastico, attraverso prove di evacuazione adeguatamente monitorate. Con questo Decreto Ministeriale vengono affidati nuovi compiti e nuovi ruoli, sia al titolare della scuola che agli studenti, ai professori, al personale docente e non, ai quali si richiede una conoscenza dello spazio che occupano quotidianamente e dei corretti atteggiamenti da adottare in caso di pericolo.

Per quanto riguarda la redazione del Piano di emergenza, concernente l’edilizia scolastica, i punti più importanti trattati dal decreto sono i seguenti:

- Classificazione delle scuole;
- Spazi a rischio specifico;
- Sistemi di allarme.

#### **Classificazione delle scuole<sup>2</sup>**

La classificazione delle scuole prevista dal D.M. 26/08/92 avviene in relazione alla presenza contemporaneamente effettiva degli alunni e del personale docente e non docente, secondo i seguenti tipi:

- **Tipo 0:** scuole con numero di presenze contemporanee fino a 100 persone;
- **Tipo 1:** scuole con numero di presenze contemporanee fino da 101 a 300 persone;
- **Tipo 2:** scuole con numero di presenze contemporanee fino da 301 a 500 persone;
- **Tipo 3:** scuole con numero di presenze contemporanee fino da 501 a 800 persone;

---

<sup>2</sup> Fonte : D.M. 26/08/92

- **Tipo 4:** scuole con numero di presenze contemporanee fino da 801 a 1.200 persone;
- **Tipo 5:** scuole con numero di presenze contemporanee oltre le 1.200 persone.

### Spazi a rischio specifico<sup>3</sup>

Rientrano tra gli spazi a rischio specifico le seguenti aree:

- Spazi per esercitazioni;
- Spazi per depositi;
- Servizi tecnologici;
- Spazi per l'informazione e le attività parascolastiche;
- Autorimesse;
- Spazi per servizi logistici (mense, dormitori).

### Sistemi di allarme

In ogni scuola deve essere previsto un sistema di allarme in grado di avvertire gli occupanti presenti in caso di pericolo. Il comando del sistema deve essere posto in un locale costantemente presidiato durante il regolare funzionamento della scuola. Per le scuole di tipo 0-1-2 il sistema di allarme può coincidere con il medesimo impianto a campanelli usato normalmente, a patto che sia convenuto un particolare suono di riconoscimento. Diversamente, per quanto riguarda le scuole ricadenti nelle restanti tipologie bisogna prevedere un impianto di altoparlanti.

#### 2..1.2 D.M. 03/08/15

Il Decreto Ministeriale 03/08/15 *“Norme tecniche di prevenzione incendi”* e D.M. 18 /10/19 *“Modifiche e riscrittura del codice 2015”*, nasce con lo scopo di disporre un testo unico che possa raggruppare le diverse regole tecniche verticali già esistenti, andando a semplificarne l'applicazione.

### Obiettivi del progetto di semplificazione

Gli obiettivi principali del Codice di Prevenzione Incendi sono i seguenti:

- Disposizione di un testo unico in grado di raggruppare tutte le norme tecniche verticali (RTV) in circolazione;
- Semplificazione delle regole di prevenzione incendi;
- Adozione di regole meno prescrittive e più prestazionali;
- Individuazione di regole sostenibili, proporzionate al rischio reale, capaci di garantire un pari livello di sicurezza;
- Revisione delle norme VVF in modo tale che trattino solo di *“antincendio”*;
- Maggiore flessibilità e possibilità di scelta delle diverse soluzioni;

---

<sup>3</sup> Fonte : D.M. 26/08/92

- Utilizzo di metodi dell'ingegneria antincendio.

### Struttura del provvedimento

L' Allegato I "Norme tecniche di prevenzione incendi" del Codice di Prevenzione Incendi, si suddivide in 4 sezioni che disciplinano l'intero iter progettuale:

Sezioni del Codice
<b>G - Generalità</b> Principali fondamenti per la progettazione della sicurezza antincendio applicabili a tutte le attività soggette
<b>S - Strategie</b> Misure antincendio di prevenzione, protezione e gestione applicabili a tutte le attività
<b>V - Regole tecniche verticali</b> Specifiche indicazioni per alcune tipologie di attività, che possono essere in aggiunta, ad integrazione o in sostituzione di quelle della sezione S
<b>M - Metodi</b> Metodologie innovative per la progettazione antincendio, volte alla risoluzione di specifiche problematiche tecniche della progettazione antincendio

Figura 6 – Struttura del codice prevenzione incendi<sup>4</sup>

Come si evince dallo schema, la sezione Metodi (M) contenuta all'interno del codice di prevenzione incendi è una sezione specifica che favorisce l'utilizzo dei metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio. Quest'ultima è una disciplina che, attraverso l'applicazione di metodi scientifici, prende in esame il problema della scelta delle misure di sicurezza atte alla salvaguardia delle persone, dei beni e dell'ambiente dagli effetti dell'incendio. Questo metodo viene anche definito di tipo "prestazionale" e si contrappone all'ordinario metodo "prescrittivo" caratterizzante le regole tecniche.

Nello specifico:

- **Approccio prescrittivo:** è una semplice applicazione delle regole tecniche con lo scopo di ottenere la sicurezza antincendio. Alla base di esso troviamo il processo di valutazione del rischio stabilito dal normatore, il quale impone la realizzazione del livello minimo di sicurezza opportunamente fissato attraverso misure specificatamente prescrittive. Tuttavia, se da un lato l'approccio risulta di facile applicazione per il progettista che non deve eseguire l'analisi del rischio, d'altro canto non sempre risulta la scelta più opportuna per determinate situazioni.

---

<sup>4</sup> Fonte: Vancetti R. (2019). Materiale didattico del corso di Ingegneria della sicurezza antincendio

- **Approccio ingegneristico:** anche noto come approccio di tipo prestazionale in quanto il progettista definisce le prestazioni da raggiungere e ne verifica l’ottenimento. Diversamente dal primo metodo, questo richiede una serie di valutazioni e considerazioni preliminari che cambiano caso per caso. La maggiore flessibilità/versatilità di questo approccio permette di intervenire in quelle situazioni in cui la norma non risulta applicabile, ottimizzandone i sistemi di protezione attiva e/o passiva inseriti nel progetto e, di conseguenza, massimizzandone il rapporto costi/benefici. Diversamente i costi e i tempi della progettazione si dilatano e si rivela fondamentale un sistema di gestione della sicurezza che permetta il mantenimento nel tempo delle condizioni di progetto.

### Modalità di applicazione del D.M. 03/08/15

Il Decreto del Ministero dell’Interno del 12 aprile 2019 “*Modifiche al decreto 3 agosto 2015, recante l’approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell’articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139*” introduce importanti modifiche al Decreto del Ministero dell’Interno del 3 agosto 2015 con decorrenza 20 ottobre 2019, visto in precedenza. Le modifiche in questione prevedono l’eliminazione del “doppio binario” per la progettazione antincendio per quanto riguarda le attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco. Inoltre è previsto l’inserimento di ulteriori elementi quali:

- Ampliamento del campo di applicazione<sup>5</sup>;
- Obbligo dell’utilizzo del codice di prevenzione incendi per la progettazione delle attività “non normate”.

L’ampliamento del campo di applicazione del D.M. 03/08/15 riguarda l’introduzione delle attività da 19 a 26, 69,72 e 73. Per quanto concerne invece l’obbligo dell’utilizzo del codice di prevenzioni incendi, il decreto lo rende cogente in alcune situazioni. In base alla tipologia di attività (soggetta e non) all’esistenza di regole tecniche verticali o orizzontali e in base alle diverse progettazioni possibili, la tabella seguente schematizza quelle che, ad oggi, sono le vie percorribili per la progettazione antincendio.

Tabella 1 – Schema evidenziante le nuove modalità di applicazione del D.M. 03/08/15

Tipologia di attività		Progettazione di nuove attività	Progettazione di modifiche/ampliamenti di attività esistenti
Attività soggette	Senza RTV	Solo Codice (D.M. 03/08/15)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codice (D.M. 03/08/15) per modifica e/o ampliamento o all’intera attività</li> <li>• In caso di incompatibilità del codice con l’esistente, allora regole tecniche tradizionali oppure applicazione del codice all’intera attività</li> </ul>
	Con RTV	Si può scegliere tra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codice (D.M. 03/08/15)</li> <li>• Regole tecniche</li> </ul>	

<sup>5</sup> Vengono aggiunte alcune delle attività dell’allegato I al DPR 151/2011 che non comparivano in precedenza

<b>Attività non soggette</b>	Il Codice prevenzione incendi (D.M. 03/08/15) può essere applicato come riferimento con esonero dall'applicazione delle regole tradizionali
------------------------------	---

Da un'analisi della tabella emerge come la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) del codice di prevenzione incendi sarà dunque l'unico riferimento progettuale per 42 delle 80 attività soggette che sono incluse all'interno dell'Allegato I del D.P.R. n. 151 del 01/08/11. Diversamente, nel caso delle attività soggette che sono dotate di Regole Tecniche Verticali rimane la possibilità di scelta tra l'applicazione del Codice di Prevenzione Incendi e le relative RTV. Le attività soggette dotate di RTV per le quali risulta possibile l'applicazione del Codice di Prevenzione Incendi sono le seguenti:

- Aree a rischio specifico;
- Aree a rischio atmosfere esplosive;
- Vani degli ascensori;
- Uffici;
- Alberghi;
- Autorimesse;
- Scuole;
- Attività commerciali.

### 2.1.3 D.M. 03/08/15 applicato alla pianificazione dell'emergenza degli edifici scolastici

Come accennato nel paragrafo precedente, l'Allegato I del D.P.R. n. 151 del 01/08/11 riporta un elenco di 80 attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi che vengono raggruppate in 3 categorie:

- Categoria A: comprende tutte le attività con un livello di complessità limitato, dotate di Regola Tecnica Verticale;
- Categoria B: comprende tutte sia le attività della categoria precedente con un livello di complessità maggiore, che le attività sprovviste di una regolamentazione specifica;
- Categoria C: comprende le attività con un alto livello di complessità.

Tra le 80 attività elencate le scuole ricadono in sessantasettesima posizione.

N.	ATTIVITÀ (DPR 151/2011)	CATEGORIA		
		A	B	C
67	Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; <sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Asili nido con oltre 30 persone presenti.	Fino a 150 persone	- Oltre 150 e fino a 300 persone; - Asili nido	Oltre 300 persone
<b>Equiparazione con le attività di cui all'allegato ex DM 16/02/82</b>				
85	Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie e simili per oltre 100 persone presenti			
<b>Principali differenze fra le attività di equiparazione</b>				
La nuova attività introduce, fra quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi, gli "asili nido con oltre 30 persone presenti".				

Figura 7 – Attività n. 67 DPR 151/2011<sup>6</sup>

In seguito alla pubblicazione del D.M. 07/08/17, la sezione V dell'allegato al D.M. 03/08/15 è stata integrata della Regola Tecnica Verticale denominata V7 e reca disposizioni di *prevenzione incendi riguardanti edifici scolastici o locali adibiti ad attività scolastica di ogni ordine, grado e tipo, collegi e accademie, con affollamento superiore a 100 occupanti*. Di conseguenza, per questa tipologia di attività, è possibile l'applicazione della relativa RTV o, in alternativa, del Codice di Prevenzione Incendi.

Analizziamo ora le informazioni principali estrapolabili dal Codice Prevenzione Incendi e dalla sezione V7, necessarie per la pianificazione dell'emergenza di un edificio scolastico.

### G.3 Determinazione dei profili di rischio delle attività

Nel paragrafo G.3.2.2 del D.M. 03/08/15, la tabella G.3-5 evidenzia il tipo di Rischio Vita per quanto riguarda le palestre scolastiche, le aule scolastiche e i laboratori scolastici.

Tipologie di destinazione d'uso	R <sub>vita</sub>
Palestra scolastica	A1
Autorimessa privata	A2
Ufficio non aperto al pubblico, sala mensa, aula scolastica, sala riunioni aziendale, archivio, deposito librario, attività commerciale all'ingrosso	A2-A3
Laboratorio scolastico, sala server	A3
Attività produttive, attività artigianali, impianti di processo, laboratorio di ricerca, magazzino, officina meccanica	A1-A4
Depositi sostanze o miscele pericolose	A4
Galleria d'arte, sala d'attesa, ristorante, studio medico, ambulatorio medico	B1-B2
Autorimessa pubblica	B2

Figura 8 – G.3-5: Profilo di rischio R<sub>vita</sub> per alcune tipologie di destinazione d'uso<sup>7</sup>

<sup>6</sup>Fonte : [http://www.vigilfuoco.it/allegati/PI/RegoleTecnicheXAttivita/COORD\\_DM\\_26\\_08\\_1992.pdf](http://www.vigilfuoco.it/allegati/PI/RegoleTecnicheXAttivita/COORD_DM_26_08_1992.pdf)

<sup>7</sup> Fonte : D.M. 03/08/15

## V.7.2 Classificazioni

Le attività scolastiche possono essere classificate sia in funzione del numero di occupanti, che della massima quota dei piani dell'edificio che contiene l'attività scolastica.

### Classificazione in relazione al numero di occupanti

**OA:**  $100 < n \leq 300$  occupanti;

**OB:**  $300 < n \leq 500$  occupanti;

**OC:**  $500 < n \leq 800$  occupanti;

**OD:**  $800 < n \leq 1200$  occupanti;

**OE:**  $n > 1200$  occupanti .

*Figura 9 – Classificazione in base al numero di occupanti<sup>8</sup>*

### Classificazione in base alla massima quota dei piani

**HA:**  $h \leq 12$  m;

**HB:**  $12 \text{ m} < h \leq 24$  m;

**HC:**  $24 \text{ m} < h \leq 32$  m;

**HD:**  $32 \text{ m} < h \leq 54$  m;

**HE:**  $h > 54$  m.

*Figura 5 – Classificazione in base alla massima quota<sup>9</sup>*

### Classificazione delle aree dell'attività

La RTV 7 esegue inoltre una classificazione delle aree presenti all'interno degli edifici scolastici<sup>10</sup>:

- **TA:** locali destinati ad attività didattiche e spazi comuni;
- **TM:** depositi o archivi di superfici lorda maggiore di  $25 \text{ m}^2$  e carico di incendio specifico;
- **TO:** locali con affollamento  $>100$  persone;
- **TK:** locali ove detengono o trattino sostanze o miscele pericolose o si effettuino lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione; locali con carico di incendio specifico  $q_f > 1200 \text{ MJ/m}^2$ ;

---

<sup>8</sup> Fonte : D.M. 03/08/15

<sup>9</sup> Fonte : D.M. 03/08/15

<sup>10</sup> Fonte : D.M. 03/08/15

- **TT:** locali in cui siano presenti quantità significative di apparecchiature elettriche ed elettroniche, locali tecnici rilevanti ai fini della sicurezza antincendio;
- **TZ:** altre aree.

#### S.4 Esodo: affollamento

Nella sezione V7, il paragrafo V.7.4.4 fa riferimento al Capitolo S.4 del Codice di Prevenzione Incendi, per quanto riguarda il massimo affollamento consentito e la progettazione dell'esodo.

Nello specifico, all'interno del Capitolo S.4, che contiene tutte le informazioni necessarie per una corretta progettazione dell'esodo, il paragrafo S.4.6.2 contiene le indicazioni per il calcolo del massimo affollamento per compatimento. La tabella S.4-6 fornisce i valori di densità di affollamento o criteri per alcune tipologie di attività.

Tipologia di attività	Densità di affollamento o criteri
Luoghi di pubblico spettacolo senza posti a sedere	1,2 persone/m <sup>2</sup>
Aree per mostre, esposizioni, manifestazioni varie di intrattenimento a carattere temporaneo	
Aree adibite a ristorazione	0,7 persone/m <sup>2</sup>
<b>Aree adibite ad attività scolastica e laboratori (senza posti a sedere)</b>	<b>0,4 persone/m<sup>2</sup></b>
Sale d'attesa	
Uffici aperti al pubblico	
Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	
Aree di vendita di <i>medie e grandi</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	0,2 persone/m <sup>2</sup>
Aree di vendita di attività commerciali al dettaglio senza settore alimentare	
Sale di lettura di biblioteche, archivi	
Ambulatori	0,1 persone/m <sup>2</sup>
Uffici non aperti al pubblico	
Aree di vendita di attività commerciali all'ingrosso	
Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con specifica gamma merceologica non alimentare	
Civile abitazione	0,05 persone/m <sup>2</sup>
Autorimesse	2 persone per veicolo parchato
Degenza	1 degente e 2 accompagnatori per posto letto
<b>Aree con posti a sedere o posti letto (es. sale riunioni, aule scolastiche, dormitori, ...)</b>	<b>Numero posti</b>
Altre attività	Numero massimo presenti (addetti + pubblico)

Figura 10 – Tabella S.4-6: Affollamento specifico o criteri per tipologia di attività<sup>11</sup>

Nella figura sono state evidenziate le aree adibite ad attività scolastica e laboratoriale per le quali si considera una densità di affollamento pari a 0,4 persone/m<sup>2</sup> e le aree con

<sup>11</sup> Fonte: D.M. 03/08/15

posti a sedere o posti letto (aule scolastiche) per le quali, invece, si adotta il criterio del numero di posti. La somma del numero di posti a sedere per aula e dei metri quadri delle altre aree, moltiplicati per la densità, fornisce il valore di affollamento massimo da prendere in considerazione nella progettazione e nella pianificazione dell'esodo.

Le informazioni estrapolate dal Codice di Prevenzione Incendi sono dunque fondamentali per la pianificazione e la progettazione dell'emergenza, in quanto fungono da linee guida per la stesura del piano di emergenza ed evacuazione di cui tutte le scuole devono essere dotate. Purtroppo, però, ad oggi, non esiste un modello generico a cui i progettisti possano fare riferimento per essere sicuri che non vengano tralasciati aspetti fondamentali della progettazione. Per questo motivo nel successivo Capitolo verrà spiegato e proposto un format di piano di emergenza ed evacuazione che possa fornire una corretta base di partenza per tutte le scuole sul territorio nazionale, pur sempre riferendosi al Codice di Prevenzioni Incendi.

## Capitolo 3

# Pianificazione dell'emergenza

---

I piani di emergenza ed evacuazione permettono di gestire nel migliore dei modi situazioni critiche che possano mettere in pericolo persone, beni e ambienti. Tuttavia, è pur vero che non è sempre facile individuare le situazioni pericolose e prevederne le possibili ripercussioni. Per questo motivo, il piano di emergenza deve essere uno strumento versatile che, oltre a considerare nel dettaglio tutti i fattori che caratterizzano l'attività dell'uomo, deve prendere in considerazione anche l'evoluzione degli eventi accidentali e risultare abbastanza flessibile per poter essere applicato nel caso in cui la situazione contingente non sia del tutto coincidente con quella prevista. Data quindi la complessità del fenomeno da analizzare, è necessario che i piani di emergenza e di evacuazione siano il più dettagliati possibile ma, allo stesso tempo, anche di facile comprensione, al fine di poter essere utilizzati da tutti.

A tal proposito, l'intento di questo capitolo è stato proprio quello di individuare, raccogliere ed analizzare nel modo più dettagliato e poliedrico possibile, delle linee guida che permettano di redigere un piano di emergenza e di evacuazione che possa, a sua volta, essere considerato un modello di base per tutte le scuole del territorio nazionale.



Figura 11 – Fasi della valutazione dei piani di emergenza e di evacuazione<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Fonte: Jona S. – Mutani G., Linee guida per i piani di emergenza ed evacuazione per edifici civili, storico-artistici ed industriali, Piemonte, Regione Piemonte

### 3.2 Obiettivi del piano di emergenza

Come già affermato in precedenza, il piano di emergenza ha lo scopo di ridurre i danni che potrebbero insorgere in caso di situazioni critiche. Ovvero, è uno strumento organizzativo che contiene delle misure, delle procedure e delle azioni che devono essere attuate in caso di emergenza.

In particolare, viene riportato di seguito l'elenco degli obiettivi alla base di un piano di emergenza:

- Permettere il soccorso delle persone;
- Mettere in sicurezza delle persone dalla fonte di pericolo;
- Prevenire eventuali ulteriori incidenti generati dalla situazione iniziale;
- Prevenire e limitare i danni all'edificio scolastico e all'ambiente circostante;
- Isolare l'area accidentata;
- Assicurarsi che ci sia un corretto coordinamento interno con i servizi di emergenza esterni;
- Attuare misure contenitive dei danni, cercando di riportare il più rapidamente possibile la situazione alla condizione di normale attività.

### 3.3 Modello di piano di emergenza

Nella stesura di un piano di emergenza ogni fase di intervento deve rispettare alcuni criteri, tra i quali:

- Precisione: i compiti e le modalità per fronteggiare ogni fase del piano, le responsabilità e i ruoli, devono essere definiti in maniera dettagliata;
- Chiarezza e concisione: tutte le procedure devono essere facilmente comprensibili a tutte le persone chiamate alla gestione dell'emergenza;
- Flessibilità: il piano deve potersi adattare in caso di variazione delle condizioni ipotizzate;
- Verifica, revisione e aggiornamento: le procedure di emergenza devono poter essere verificabili, adattabili in caso di modifiche delle condizioni ambientali e, se la situazione lo necessita, ridefinite per renderle compatibili con la nuova conformazione.

Infine, è necessario uno studio approfondito e dettagliato delle figure disponibili per far fronte alle situazioni di emergenza, attraverso l'individuazione di soggetti a cui assegnare specifici compiti in relazione alle capacità di ognuno e attraverso uno specifico percorso formativo. Nei seguenti paragrafi verranno analizzati più nello specifico gli elementi considerati, attraverso la proposizione di linee guida che permettano l'elaborazione di un piano di emergenza applicabile ad ogni specifica realtà. Il modello completo è stato riportato come Allegato I del presente lavoro di tesi.

### 3.2.1 Generalità

#### **Dati identificativi della scuola**

Al fine di poter avere una chiara e immediata conoscenza dell'ambiente scolastico e del contesto in cui si trova, la prima parte del piano di emergenza deve contenere una serie di informazioni che individuino, analizzino e sviluppino i seguenti aspetti:

- Dati di identificazione della scuola;
- Caratteristiche dell'edificio scolastico;
- Individuazione e identificazione delle aree a rischio specifico;
- Individuazione e identificazione dei possibili rischi connessi con il contesto territoriale;
- Rilevazione e indicazione della distribuzione dell'intera popolazione scolastica;
- Identificazione delle situazioni ad alta vulnerabilità.

Queste informazioni possono essere riportate mediante l'uso di tabelle, schemi, grafici o brevi relazioni descrittive, a discrezione di chi ne effettua la compilazione. In questo caso, per l'impostazione del modello del piano di emergenza, sono state privilegiate delle rappresentazioni sintetiche per non incorrere a difficoltà indotte da una proposizione prolissa. Gli elementi identificativi sono stati, dunque, organizzati attraverso l'uso di schede riassuntive facilmente compilabili e, quindi, adattabili alle specifiche realtà. Di seguito si riporta un estratto dei dati identificativi della scuola, che ne permettono l'univoca identificazione come all'interno di una sorta di "carta d'identità" del fabbricato.

## Capitolo 3 – Pianificazione dell'emergenza

Anno scolastico	
Scuola/Istituto	
Indirizzo	
N. studenti	
N. docenti	
N. non docenti (ATA) <sup>1</sup>	
N. altre persone presenti <sup>2</sup>	
Ente proprietario della scuola	
Dirigente Scolastico (D.S.)	
Ente Proprietario dell'edificio	
Responsabile dei Servizi di Prevenzione e Protezione (R.S.P.P.)	
Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (R.L.S.)	
Medico competente <sup>3</sup>	
Coordinatore per la gestione dell'emergenza	
Coordinatore del primo soccorso	
Eventuali collaboratori esterni	
Visitatori (ipotizzati)	
Alto	

Figura 12 – Estratto dati identificativi della scuola (Allegato I)

Ai fini del lavoro, è importante ricordare che il Decreto del Ministro della Pubblica Istruzione 19 Aprile 2001 n. 75 suddivide il personale amministrativo tecnico e ausiliario (ATA) in diverse figure professionali raggruppate in quattro aree, come mostra la seguente tabella.

Tabella 2 – Profili professionali personale ATA

Aree	Profili professionali	Scuola
A	<b>CS</b> Collaboratore scolastico	Tutte le scuole
AS	<b>CR</b> Collaboratore scolastico addetto all'azienda agraria	Istituti agrari
B	<b>AA</b> Assistente amministrativo	Tutte le scuole
	<b>AT</b> Assistente tecnico	Scuole secondarie di II grado
	<b>CU</b> Cuoco	Convitti/educativi
	<b>IF</b> Infermiere	Convitti/educativi
	<b>GU</b> Guardarobiere	Convitti/educativi
D	<b>DSGA</b> Direttore dei servizi generali ed amministrativi	Tutte le scuole

### Caratteristiche generali dell'edificio scolastico

La conoscenza dell'articolazione dell'edificio in ogni sua parte rappresenta un'ulteriore informazione cruciale del piano. In questo caso è necessaria una breve descrizione dell'istituto scolastico elaborata attraverso una risposta rispetto a ciascuno dei seguenti indicatori:

- Ubicazione;
- Anno di costruzione;
- Tipologia;
- Numero di piani fuori terra;
- Numero di piani interrati o seminterrati;
- Area esterna complessiva;
- Uso dei locali;
- Altro.

A completare questa parte è sufficiente disporre di una documentazione cartografica recante piante aggiornate dell'edificio in scala, sulle quali siano riportate le seguenti informazioni:

- Destinazioni d'uso;
- Ubicazione delle uscite di emergenza;
- Ubicazione dei luoghi sicuri;
- Individuazione (colorata) dei percorsi di fuga;
- Ubicazione delle attrezzature antincendio (idranti, estintori, ecc.);
- Individuazione delle aree di raccolta esterne (colorati o con lettera);
- Indicazione della segnaletica di sicurezza;
- Individuazione dell'interruttore elettrico generale di piano e generale.

### Distribuzione e localizzazione della popolazione scolastica

Al fine di individuare facilmente il numero e la distribuzione di tutte le persone presenti nell'edificio scolastico, viene proposta una specifica tabella estratta dall'Allegato I.

PIANO	STUDENTI (1)	DOCENTI	NON DOCENTI (ATA)	ALTRE PERSONE PRESENTI	TOTALE

Figura 13 - Estratto tabella distribuzione e localizzazione della popolazione scolastica (Allegato I)

La conoscenza di questa distribuzione rappresenta un dato utile per la progettazione e la gestione del piano nella misura in cui risulta strettamente connessa all'articolazione dell'edificio e, dunque, facilita anche l'intervento dei soccorritori in caso di emergenza.

### Capitolo 3 – Pianificazione dell'emergenza

La sintesi di questi dati in una sola scheda permette di avere un immediato quadro complessivo da poter riferire agli Enti di soccorso, se necessario. A tal proposito, è stata proposta anche una tabella incentrata sulla distribuzione degli studenti con BES (Bisogni educativi speciali), elaborata nell'ottica di assicurare una conoscenza più approfondita della presenza e della posizione degli studenti più vulnerabili.

STUDENTI CON DISABILITA'		NUMERO	PIANO	AULA	TOTALE
DSA	Dislessia				
	Disgrafia				
	Disortografia				
	Discalculia				
Disabilità intellettiva					
Sviluppo					
Linguaggio					
Apprendimento					
Attenzione e comportamentali					
Affettivo relazionale					
Motoria					
Ipovisione					
Ipoacusia					
Sordità grave					
Cecità					
Stranieri con disabilità					
<b>TOTALE</b>					

Figura 14 – Estratto tabella studenti con BES (Allegato I)

#### Identificazione delle aree ad alta vulnerabilità

Viene definita come “un’area ad alta vulnerabilità” uno spazio con una maggiore propensione al rischio e, di conseguenza, un luogo in cui una pronta ed efficace risposta in caso di emergenza potrebbe risultare difficoltosa. Questa circostanza potrebbe essere dovuta alla presenza di persone non correttamente informate e formate alla gestione di situazioni di crisi, oppure a cause di carattere ambientale. L'individuazione di queste aree permette di adottare provvedimenti maggiormente prudenziali e considerazioni più mirate in fase di progettazione.

LUOGHI A RISCHIO	UBICAZIONE	NUMERO
Magazzini		
Laboratori		
Centrale termica		
Biblioteca		
Cucina		
Mensa		
Impianti Sportivi		
Parcheggio		
(Altro)		

Figura 15 – Estratto di tabella dei luoghi a rischio (Allegato I)

### 3.2.2 Organizzazione dell'emergenza

#### Classificazione delle emergenze

Dopo aver individuato le aree ad alta vulnerabilità, gli ambienti a rischio specifico e la distribuzione delle persone all'interno dell'intero edificio, è possibile elencare delle tipologie di emergenza che potrebbero interessare il fabbricato e la popolazione al suo interno. Viene proposta una classificazione in relazione alla provenienza, se interna o esterna, e all'evento alla base dell'emergenza.

EMERGENZE INTERNE	EMERGENZE ESTERNE
Incendio	Incendio
Ordigno esplosivo	Attacco terroristico
Allagamento	Alluvione
Emergenza elettrica	Evento sismico
Fuga di gas	Emergenza tossico-nociva/ambientale esterna
Sversamento sostanze chimiche	(Altro)
Infortunio/malore	
Esplosione	
(Altro)	

Figura 16 – Estratto classificazione emergenze interne ed esterne (Allegato I)

#### Localizzazione del centro di coordinamento

Il centro di coordinamento è un luogo appartenente al complesso scolastico in cui vengono prese decisioni circa le modalità di coordinazione delle emergenze. L'indicazione, all'interno del piano, di informazioni riguardanti l'ubicazione, il numero di telefono e l'evacuazione nell'area di raccolta, permettono di mantenere i contatti sia con le autorità esterne ma anche di ridurre i tempi di segnalazione dell'emergenza.

#### Composizione della squadra di emergenza

All'interno dell'edificio scolastico è obbligatoria la presenza di figure pronte ad intervenire in caso di emergenza. Queste figure, oltre ad avere un ruolo ben specifico, ricevono una formazione mediante dei corsi di durata variabile che possono prevedere sia una parte teorica che una parte pratica. Le figure che compongono la squadra di emergenza sono i componenti della squadra di Prevenzione Incendi, quelli della squadra Evacuazione e, per finire, quelli del Pronto Soccorso.

#### Squadra di Prevenzione Incendi

In caso si dovesse verificare un incendio è necessario che si conoscano i nominativi delle persone competenti a gestire una situazione tale. Per questo motivo, nel piano è stata riportata una tabella contenente le informazioni principali di ognuno.

## Capitolo 3 – Pianificazione dell'emergenza

N.	NOMINATIVO	TEL.INTERNO	PIANO	CORSO		PATENTIVO VVF (data)	NOTE
				Ente	Ore		
1							
2							
3							

Figura 17 - Estratto tabella squadra di Prevenzione Incendi (Allegato I)

### Squadra di evacuazione

Nell'Allegato I sono state elencate le figure responsabili all'evacuazione in caso di emergenza, ossia coloro che andranno a costituire la squadra di evacuazione. In questo modo è possibile garantire uno standard di efficienza dato dal contributo di tutti. Per essere sicuri che questa sia una buona strategia gestionale è necessario, tuttavia, affiancare ad essa un'opera di sensibilizzazione sull'emergenza. Inoltre, per garantire l'attendibilità di queste informazioni, è necessario compilare la tabella non appena siano state nominate le figure e aggiornarla ogni anno, o comunque all'incorrere di cambiamenti.

INCARICO	FIGURA	NOMINATIVO	TEL.	SOSTITUTO	TEL.
Emanazione ordine di evacuazione	Coordinatore dell'emergenza				
Diffusione ordine di evacuazione	Addetto segreteria o non addetto				
Chiamata di soccorso	Addetto Segreteria				
Responsabile dell'evacuazione della classe	Docente o non docente				
Studente apri-fila 1a	Studente				
Studente chiudi-fila 1a	Studente				
Studenti di soccorso 1a	Studente				
Responsabile centro di raccolta esterno Colore lettera	Addetto Segreteria o Docente				
Interruzione energia elettrica/gas Piano	Non Docente di piano				
Controllo operazioni di evacuazione Piano	Non Docente di piano				
Verifica giornaliera degli estintori/ uscite e luci di emergenza/ Piano	Non Docente di piano				
Controllo chiusura apertura cancelli esterni	Non Docente di piano				
(Altro)					

Figura 18 – Estratto tabella squadra di evacuazione (Allegato I)

### Squadra di Pronto Soccorso

Per stabilire il numero minimo necessario di soccorritori, si considerano le persone contemporaneamente presenti all'interno dell'edificio e le diverse tipologie di rischio. Ad ogni modo, per ciascuna figura dovranno sempre essere presenti dei sostituti di pari competenze.

## Capitolo 3 – Pianificazione dell'emergenza

n.	NOMINATIVO	TEL. INTERNO	PIANO	CORSO		NOTE
				Ente	Ore	
1						
2						
3						

Figura 19 – Estratto tabella squadra Pronto Soccorso (Allegato I)

In ultimo, ma non per importanza, si ricordi che, ai sensi dell'art.2 del D.M. 388/03, tutti gli edifici scolastici devono essere dotati di attrezzatura di pronto soccorso quale:

- Cassetta di pronto soccorso, custodita in un luogo consono, facilmente accessibile e individuabile con appropriata segnaletica. La cassetta deve essere dotata all'interno di un contenuto di base, eventualmente da integrare in base ai rischi riscontrati o su indicazione del medico competente, se presente;
- Un sistema di comunicazione efficace per attivare il più rapidamente possibile il sistema di emergenza del Servizio Sanitario Nazionale.

L'ubicazione e il contenuto della cassetta di pronto soccorso devono essere opportunamente segnalati all'interno del piano. Di seguito un estratto della tabella proposta all'interno dell'Allegato I.

CASSETTA DEL PRONTO SOCCORSO		CONTROLLO CONTENUTO	NOMINATIVO
N.	Ubicazione	Data	

Figura 20 – Estratto tabella ubicazione cassetta del pronto soccorso (Allegato I)

### Esercitazioni – Prove di evacuazione

In questo paragrafo vengono fornite indicazioni circa il corretto svolgimento delle prove di evacuazione e la loro funzione di verifica del piano di evacuazione. Infatti, è fondamentale che queste non vengano concepite come semplici obblighi da portare a termine due volte l'anno, ma che siano percepite come l'opportunità e lo spunto per un costante miglioramento del piano che è a garanzia della sicurezza di ciascuno.

#### 3.2.3 Procedure di emergenza e di evacuazione

##### Compiti della Squadra di Evacuazione per funzione

In questa sezione del piano di emergenza e di evacuazione vengono elencate le figure chiave in caso di emergenza e, di ciascuna, viene fornito nel dettaglio un indice dei rispettivi compiti. In caso di plessi con carenza di dotazione organica, non è da escludersi la possibilità che vengano assegnati più ruoli alla stessa persona. Ne consegue, logicamente, che in tal caso sarà da prendere in considerazione l'autonomia di movimento di cui dispongono i vari attori: essi potrebbero, ad esempio, essere vincolati alle classi e, dunque, non essere nella condizione di adempiere correttamente ai compiti di altre figure. All'interno del modello (Allegato I), per una maggiore chiarezza, ogni figura è dotata di una scheda contenente l'elenco delle sue mansioni. Le schede contenute all'interno del modello sono le seguenti:

## Capitolo 3 – Pianificazione dell'emergenza

- Scheda 1 – Compiti del coordinatore delle emergenze;
- Scheda 2 – Responsabili dell'area raccolta;
- Scheda 3 – Responsabile chiamata di soccorso;
- Scheda 4 – Responsabile dell'evacuazione della classe;
- Scheda 5 – Responsabile di piano;
- Scheda 6 – Studenti Apri-fila, Chiudi-fila e di soccorso.

### Compiti della Squadra di Evacuazione per funzione

Come anticipato, i pericoli che possono incorrere sono molteplici, di diversa portata e possono dipendere da una serie di variabili esogene difficilmente prevedibili e non controllabili dall'azione antropica. Tuttavia, risulta evidente come, nella classificazione delle emergenze interne agli edifici scolastici riportata precedentemente, si trovi al primo posto il rischio incendio. Alla luce di tale evidenza, nel piano di emergenza devono essere forniti, in un paragrafo a parte, disposizioni circa le norme di comportamento e le procedure da adottare in caso questo si dovesse verificare.

### Sistema di comunicazione emergenze

Il sistema di comunicazione delle emergenze è fondamentale per assicurare una pronta risposta da parte della popolazione scolastica in caso di emergenza. Esso, infatti, rappresenta il modo più rapido per segnalare la presenza di un pericolo e, se necessario, innescare l'evacuazione generale.

#### Avvisi con campanella

In caso di uso della campanella, è necessario stabilire un suono che sia riconoscibile da tutti e diverso dal funzionamento ordinario. Di seguito viene riportato un esempio di comunicazione mediante campanella estratto dal modello (Allegato I).

SITUAZIONE	SUONO CAMPANELLA	RESPONSABILE ATTIVAZIONE	RESPONSABILE DISATTIVAZIONE
<b>Inizio emergenza</b>	Intermittente 2 secondi	In caso di <b>evento interno</b> chiunque si accorga dell'emergenza In caso di <b>evento esterno</b> il Coordinatore Emergenze	Coordinatore Emergenza
<b>Evacuazione generale</b>	Continuo	Coordinatore Emergenza	Coordinatore Emergenza
<b>Fine emergenza</b>	Intermittente 10 secondi	Coordinatore Emergenza	Coordinatore Emergenza

*Figura 21 – Estratto tabella comunicazione mediante campanella*

#### Comunicazione a mezzo di altoparlante

Un'alternativa all'uso della campanella è la comunicazione mediante altoparlante. In questo caso viene lanciato, da parte del coordinatore per le emergenze, un chiaro messaggio preregistrato sullo stato dell'emergenza.

### Comunicazione telefoniche

In caso di segnalazione di un'emergenza, per essere sicuri di trasmettere il corretto messaggio al coordinatore delle emergenze, è possibile indicare nel piano un messaggio standardizzato, da riferire in tali casi.

### **Enti esterni di pronto intervento**

Una volta riscontrato, da parte del coordinatore delle emergenze, un effettivo pericolo che richiede un intervento esterno, egli valuterà l'ente da contattare. Per facilitare questo passaggio, nel piano vengono riportati i principali numeri degli enti esterni di pronto intervento.

EVENTO	CHI CHIAMARE	N. TELEFONICO
Attentato, Ordine Pubblico	CARABINIERI	112
	POLIZIA DI STATO	
Incendio, esplosione, crollo, allagamento	VIGILI DEL FUOCO	112
Infortunio, malore	PRONTO SOCCORSO	112
Avvelenamento	CENTRO ANTIVELENAMENTI TORINO	
Guasto elettricità	ENEL	

Figura 22 – Estratto tabella numeri enti esterni di pronto intervento (Allegato I)

### **Aree di raccolta**

Sia all'interno che all'esterno dell'edificio devono essere individuate delle aree di raccolta che, come suggerisce il nome, rappresentano dei luoghi sicuri in cui attendere l'arrivo dei soccorsi, opportunamente individuati secondo le diverse ipotesi di rischio.

AREA DI RACCOLTA			
Piano	Classe	Descrizione e ubicazione dell'area	Colore o lettera

Figura 23 – Estratto tabella aree di raccolta esterne (Allegato I)

AREA DI RACCOLTA INTERNA			
Piano	Classe	Descrizione e ubicazione dell'area	Colore o lettera

Figura 24 – Estratto tabella aree di raccolta interne (Allegato I)

### 3.2.4 Norme di comportamento in base al tipo di emergenza e mansione

In questa sezione del piano di emergenza e di evacuazione si evidenziano, attraverso delle schede, i comportamenti corretti da adottare in base al tipo di emergenza e mansione a ciascuno assegnata. Di seguito viene riportata una lista delle schede contenute all'interno del modello (Allegato I):

- Scheda 1 – Norme per l'evacuazione;
- Scheda 2 – Norme per l'incendio;
- Scheda 3 – Norme per emergenza sismica;
- Scheda 4 – Norme per emergenza elettrica;

### Capitolo 3 – Pianificazione dell'emergenza

- Scheda 5 – Norme per segnalazione della presenza di un ordigno;
- Scheda 6 – Norme per emergenza tossica o che comporti il confinamento;
- Scheda 7 – Norme per allagamento;
- Scheda 8 – Norme per i genitori.

Dato l'argomento trattato in questa tesi, le schede analizzate si limitano a quelle dei comportamenti per l'evacuazione e per l'incendio. I comportamenti proposti all'interno di questi moduli non sono da ritenersi di validità assoluta. Infatti, si ricorda che il modello vuole fornire delle linee guida utili alla stesura di un piano di emergenza applicabile ai diversi casi reali, ma può, se necessario, essere modificato in ogni sua parte.

#### 3.2.5 Presidi antincendio

Per conoscere i diversi presidi antincendio presenti all'interno dell'edificio, nel piano deve essere riportato un elenco contenente non solo le informazioni circa la loro ubicazione ma, ancora più importante, i rapporti circa l'avvenuto controllo semestrale degli stessi. In questo modo si cerca di ovviare alla dimenticanza di effettuarli.

UBICAZIONE	MEZZI DI ESTINZIONE	TIPO	CONTROLLO SEMESTRALE (nome della ditta)	VARIE

Figura 25 – Estratto tabella dei dispositivi antincendio (Allegato I)

#### Punti di inertizzazione d'istituto

Altrettanto importante risulta la consapevolezza dell'ubicazione dei punti di inertizzazione, fondamentale sia per coloro che hanno dimestichezza con l'edificio poiché ci lavorano ma, soprattutto, per gli Enti soccorritori che, in questo modo, possono rispondere prontamente all'emergenza.

PUNTI DI INERTIZZAZIONE	UBICAZIONE	SEGNALETICA DI RIFERIMENTO	SEGNALETICA PRESENTE
QUADRO ELETTRICO GENERALE			
INTERCETTAZIONE ACQUA			
INTERCETTAZIONE GAS			
INTERCETTAZIONE ASCENSORE			

Figura 26 – Estratto tabella punti di inertizzazione d'istituto (Allegato I)

### 3.2.6 Registro delle emergenze

In quest'ultima sezione del piano di emergenza devono essere riportate le informazioni riguardanti le prove di evacuazione. In aggiunta a ciò, è stata inserita una voce facente riferimento alla richiesta di una descrizione dell'ubicazione e delle modalità di innesco dell'allarme utilizzato per la prova di evacuazione. Questo perché, come verrà mostrato nel capitolo 5, durante il monitoraggio della prova di evacuazione delle scuole oggetto di studio, è stata riscontrata una difficoltà nell'avviare l'allarme che, a sua volta, ha portato ad un ritardo della prova di circa 20 minuti. Sia ben chiaro che, in caso si fosse verificato in una situazione di reale emergenza, sarebbe stato sufficiente rompere il vetro protettore del pulsante di allarme e premerlo manualmente. In occasione delle prove di evacuazione, però, per alcuni sistemi di allarme, viene fornita una chiave che permette di azionare il pulsante senza dover rompere il vetro. Nel caso in esame, tuttavia, essendoci stato un recente cambio del personale ATA, nessuno era a conoscenza delle modalità di utilizzo di questa chiave e, pertanto, se fossero state presenti delle indicazioni all'interno del piano di emergenza, non si sarebbe verificata questa situazione.

### **Applicazione del modello ad un caso studio**

Giunti a questo punto, risulta chiaro come la creazione di un modello in grado di fornire delle linee guida per la redazione e la progettazione di un piano di emergenza e di evacuazione abbia l'intento di permettere una facile applicazione dello stesso ai diversi edifici scolastici sul territorio nazionale che necessitano di un piano *ex novo* o, semplicemente, di una modifica o di un aggiornamento di quello di cui dispongono. In questa ottica, si comprende come il fatto di poter sperimentare l'applicazione di parte del modello ad un caso reale, grazie alla collaborazione con una scuola di Torino, si sia rivelato la pietra d'angolo di questo lavoro di tesi.



## Capitolo 4

### Rilievo e modellazione

---

Il lavoro svolto e trattato nei precedenti capitoli trova la sua applicazione nell'Istituto Comprensivo Statale TO II. Attraverso una stretta collaborazione con le figure dirigenziali di questo istituto è stato possibile raccogliere tutte le informazioni necessarie circa il piano di emergenza e di evacuazione e verificarne l'applicabilità attraverso il monitoraggio di una delle due prove di evacuazioni obbligatorie, svoltesi nel periodo di Novembre. L'attenta analisi dei risultati riportati dalla prova, unita alle conoscenze dell'istituto e del piano di emergenza, hanno permesso di individuare, costruttivamente, le criticità dei processi di progettazione, formazione e informazione all'emergenza. La presenza di queste criticità è stata, infatti, la base di partenza di uno studio finalizzato alla realizzazione di un metodo ripetibile, che avesse lo scopo di aggiornare e ottimizzare al meglio il piano di emergenza di un qualsiasi edificio scolastico sul territorio italiano. Le informazioni circa la creazione di questo modello verranno trattate nei futuri capitoli.

#### 4.1 Raccolta della documentazione e attività di sopralluogo

##### 4.1.1 Raccolta documentazione

L'intero progetto è stato reso possibile grazie alla collaborazione della Dirigente Scolastica dell'Istituto Comprensivo Statale Torino II. L'intento del primo incontro con la D.S., è stato quello di informarla, attraverso una breve esposizione, circa gli argomenti che sarebbero stati trattati all'interno della tesi, e di esporle una panoramica della documentazione necessaria e delle figure che sarebbero state coinvolte. Oltre alla Dirigente Scolastica, all'incontro hanno preso parte il responsabile tecnico del Comune di Torino, che ha funto da tramite tra il Politecnico di Torino e l'Istituto Comprensivo Statale Torino II, il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) dell'intero Istituto e, infine, il Politecnico di Torino. L'adesione al progetto da parte della D.S. ha permesso la pianificazione di una serie di incontri, svoltisi tutti nella sede della Scuola primaria "Aurora", con l'RSPP e le responsabili dei due plessi presi in esame. A seguito di questi sono state raccolte le informazioni necessarie al rilievo e alla modellazione della scuola tramite la metodologia BIM, quali:

- Piano di emergenza,
- Piano di evacuazione;
- Disposizione delle aule e degli altri spazi connessi all'attività scolastica;
- Distribuzione della popolazione scolastica;
- Comportamenti adottati in caso di emergenza con particolare riferimento al caso incendio;

- Corsi di formazione in materia di sicurezza.

Tali informazioni sono risultate di fondamentale importanza per la preparazione e il monitoraggio di una delle due prove di evacuazione che ha coinvolto i due plessi nel mese di Dicembre 2019. Per poter effettuare le riprese all'interno della scuola durante la prova di evacuazione, è stata firmata una "*Dichiarazione liberatoria per fotografie e riprese video*", che consentisse l'uso di immagini e riprese audio-video esclusivamente per questo lavoro di tesi.

### 4.2.2 Sopralluogo e individuazione delle postazioni di monitoraggio

Per poter monitorare al meglio una prova di evacuazione, si è reso necessario effettuare una serie di sopralluoghi nei plessi da prendere in esame, al fine di verificare la correttezza delle informazioni a disposizione. Per primo si è effettuato una verifica di corrispondenza rispetto alle planimetrie fornite della disposizione delle aule e quella delle varie uscite di sicurezza, così come della loro effettiva fruizione. Successivamente si è passati allo studio dei flussi di movimento che si andrebbero a generare durante la prova da parte dell'intera popolazione scolastica. La conoscenza dei flussi, quindi in particolare delle zone occupate dagli alunni, i docenti e il personale amministrativo, ha permesso l'ottimizzazione del posizionamento della strumentazione necessaria al monitoraggio della prova di evacuazione. La logica alla base del posizionamento dei dispositivi è stata quella di inserirli unicamente in zone in cui è atteso il passaggio di almeno una classe, tralasciando quelle invece con afflusso nullo. Si è andati alla ricerca dei punti con maggiore rischio di affollamento, per essere sicuri di riprendere le zone più critiche. In questo modo si è concentrata la distribuzione degli apparecchi in particolari zone, come a ridosso delle porte di accesso ai corpi scala, nei corpi scala stessi e, per finire, presso le uscite di emergenza, sempre facendo attenzione a non interferire con il normale svolgimento della prova.

Di seguito vengono riportate più nel dettaglio le fasi fondamentali che hanno permesso la conoscenza dell'esatto numero di dispositivi e di operatori necessari al monitoraggio della prova oggetto di esame.

#### **1 Verifica disposizione delle aule all'interno dell'edificio**

Nel caso analizzato sono state riportate sulle diverse piante della scuola, estrapolate dal modello Revit, i nomi e la collocazione delle aule per ogni corpo e per ogni piano. Si riporta, di seguito, un estratto di pianta della scuola secondaria di I grado in cui sono state evidenziate in grigio le aule occupate dalle classi. Inoltre, in pianta sono stati riportati i nomi delle aule presenti sul piano.

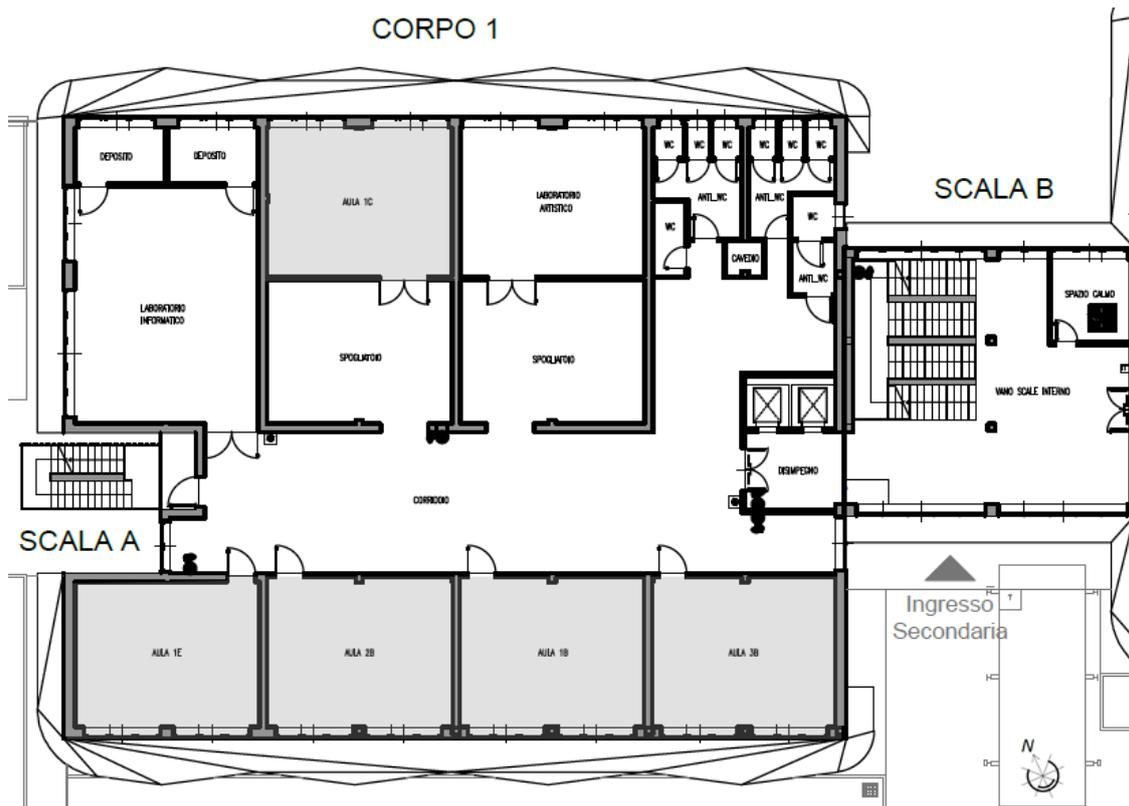


Figura 27 – Estratto pianta primo piano scuola secondaria di I grado

## 2 Analisi del flusso di movimento

Sulla base delle informazioni forniteci dalle Vicedirigenti dei due plessi e dalla disposizione delle aule, è stata creata una pianta evidenziante il flusso di movimento che si sarebbe generato durante la prova di evacuazione. Il percorso a partire da ogni aula è rappresentato in pianta attraverso una linea verde che rende evidenti, con un rapido colpo d’occhio, le informazioni circa le zone con afflusso nullo e quelle che, al contrario, hanno una maggiore concentrazione di affollamento. Viene riportato di seguito un esempio di pianta dei percorsi di esodo.



Figura 28 - Estratto pianta primo piano scuola primaria "Aurora" del flusso di movimento

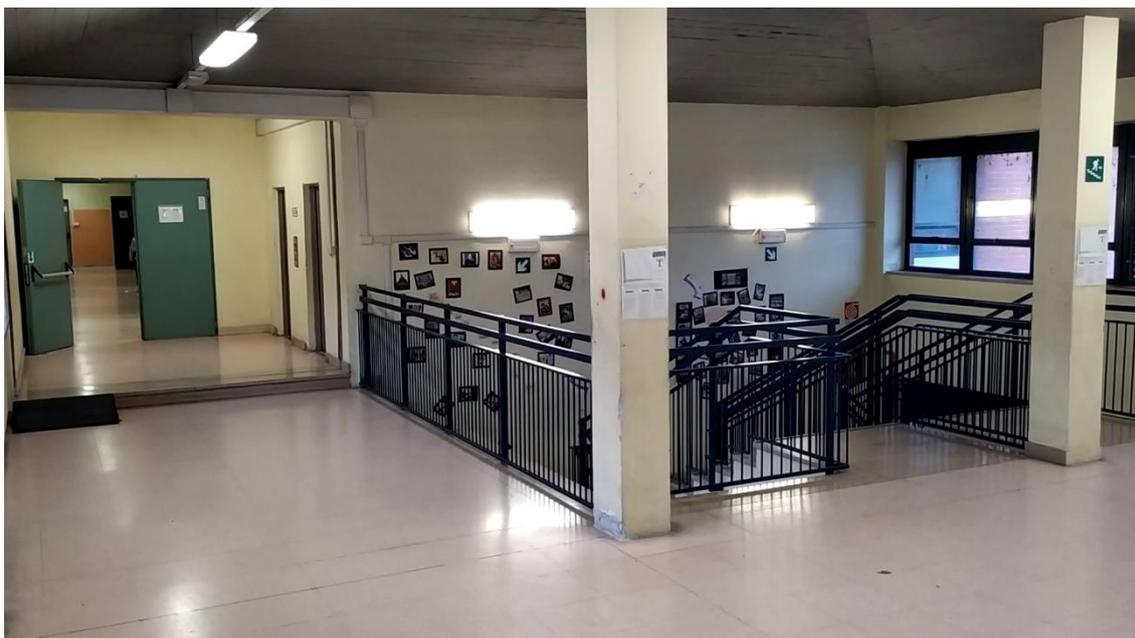
Dalla *Figura 28* si può notare l'utilizzo di due diversi tipi di linee per la rappresentazione del flusso. La linea continua indica il percorso delle classi che si dovranno recare verso le uscite di emergenza situate al piano terra, diversamente le linee tratteggiate rappresentano i percorsi degli alunni affetti da disabilità anche temporanee e che, al contrario, non dovranno avvalersi delle scale, ma bensì si dovranno recare nello spazio calmo situato nel corpo scala del primo e del secondo piano. Da una prima osservazione della pianta, notiamo rapidamente che l'affollamento maggiore sarà atteso nel corpo scala C in coincidenza con la presenza di alunni affetti da una disabilità incapacitante l'utilizzo delle scale. Di conseguenza, ciò che si evince dalla lettura dello schema è la necessità del posizionamento di uno o più dispositivi nel corpo scala C, tali da avere una visuale di ripresa abbastanza ampia per poter includere le porte di collegamento tra il corpo 2 e la scala C, le scale e contemporaneamente la porta dello spazio calmo. Diversamente, nel corpo 3, dato il limitato afflusso delle classi, si è ritenuto potesse essere sufficiente un unico dispositivo in grado di riprendere contemporaneamente la porta di collegamento con il corpo scala C e il corridoio comunicante con la scala D.

### 3 Posizionamento dei dispositivi

In seguito all'analisi eseguita sulle piante, come osservato nel punto precedente, sono stati individuati i punti "critici" in cui andare a posizionare i dispositivi di ripresa. Dopo aver stilato una lista preliminare dei dispositivi minimi necessari, è stato compiuto un primo sopralluogo per testare l'esatta posizione di ognuno. In questa fase, non essendo ancora sicuri dell'effettivo materiale a disposizione, sono stati effettuati diversi test di visuale di ripresa, in seguito analizzati per valutarne l'efficacia. Dopo aver assegnato ad ogni postazione un codice di riconoscimento, di cui si discuterà nel successivo paragrafo, sono state scattate una serie di foto come testimonianza dell'esatta posizione assunta dall'operatore o dal materiale di supporto. In seguito viene riportato un esempio di una postazione in cui, in occasione del primo sopralluogo, sono state effettuate due diverse foto riprendenti la medesima visuale, al fine di poter testare l'ampiezza della fotocamera.



Figura 29 – Individuazione e codifica della postazione



*Figura 30 – Foto scattata con un telefono dotato di fotocamera standard (scala B)*



*Figura 31– Foto scattata con un telefono dotato di una fotocamera con grandangolo (scala B)*

Dal confronto delle due figure si nota subito come nella prima il dispositivo non sia in grado di riprendere la porta dello spazio calmo, a differenza della seconda, per la quale si è scelto un diverso dispositivo dotato di grandangolo. Dopo aver verificato la pianta riportante il flusso di movimento dell'intera popolazione scolastica, si è scelto dunque di utilizzare il secondo dispositivo, data la presenza su quel piano di bambini con necessità di raggiungere lo spazio calmo durante la prova di evacuazione.

#### **4 Verifica dei dispositivi e degli operatori disponibili**

In questa fase del rilievo, l'obiettivo principale è stato quello di assicurarsi della disponibilità e del tipo di materiale di ripresa, ma anche degli operatori volontari per la prova. In questo senso il tutto è stato reso possibile grazie alla collaborazione del

## Capitolo 4 – Rilievo e modellazione

Politecnico di Torino e, in particolare, del laboratorio di ricerca e didattica coordinato dalla prof.ssa Anna Osello “*drawing TO the future*”. Su un totale di 23 postazioni, tre non richiedevano nessun tipo di supervisione, mentre per le restanti hanno dato disponibilità per la prova 20 operatori, mettendo anche a disposizione i propri dispositivi personali. Questi sono stati distribuiti per coprire tutte le postazioni della scuola primaria, di quella secondaria di I grado e dello spazio esterno. Per quanto riguarda il materiale utilizzato viene di seguito elencato.

Scuola primaria “Aurora”:

- 1 Fotocamera 360°;
- 6 GoPro;
- 4 Telefoni cellulari;
- 4 Cavalletti;
- 1 Selfie stick.

Scuola secondaria di I grado “Ettore Morelli”:

- 1 Fotocamera 360°;
- 2 GoPro;
- 3 Telefoni cellulari;
- 2 Telefoni cellulari con grandangolare;
- 1 Reflex;
- 1 Cavalletto;
- 1 Selfie stick.

Area esterno:

- 5 Telefoni cellulari.

### 4.2.3 Preparazione materiale prova di evacuazione

Per facilitare la gestione del monitoraggio della prova, ad ogni operatore è stata fornita una scheda in formato A4, frutto del lavoro delle fasi precedentemente spiegate, contenente le specifiche indicazioni circa la propria postazione. La scheda ha permesso a tutti i presenti di poter raggiungere facilmente il posto assegnato pur non avendo nessuna familiarità con l’edificio, in quanto nessuno vi si era mai recato prima. In questo modo ognuno è stato in grado di collocare e settare i vari dispositivi in totale autonomia, con un considerevole risparmio di tempo. Si riporta di seguito, come esempio esplicativo, una delle ventitré schede identificative realizzate appositamente per il monitoraggio della prova di evacuazione. Il fronte della scheda è stato diviso in quattro parti, al fine di rendere il più immediata possibile la lettura delle informazioni necessarie a ciascuno. Sul retro invece, è stata riportata una pianta riassuntiva di tutte le postazioni del piano di riferimento, per avere una maggiore visione d’insieme dell’edificio. Di seguito si riporta una spiegazione delle quattro parti di cui è composto il fronte della scheda A4.

## Capitolo 4 – Rilievo e modellazione

**Codice identificativo:** 1  
**E\_P1\_01**

Scuola: Primaria  
Piano: Primo  
Zona: Corpo 3



**Posizione** 3



**Strumenti e info** 2

-  GoPro (Emi 2)
-  Cavalletto (h=2,04; asse 35cm)
-  Operatore (Emiliano)

**Visuale ripresa** 4



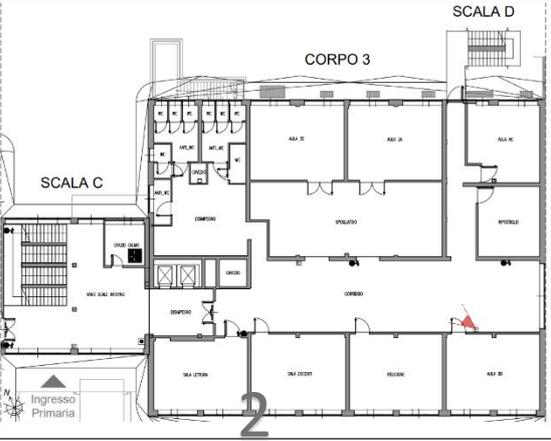


Figura 32 – Esempio fronte scheda identificativa postazione di monitoraggio

### Pianta Piano Primo

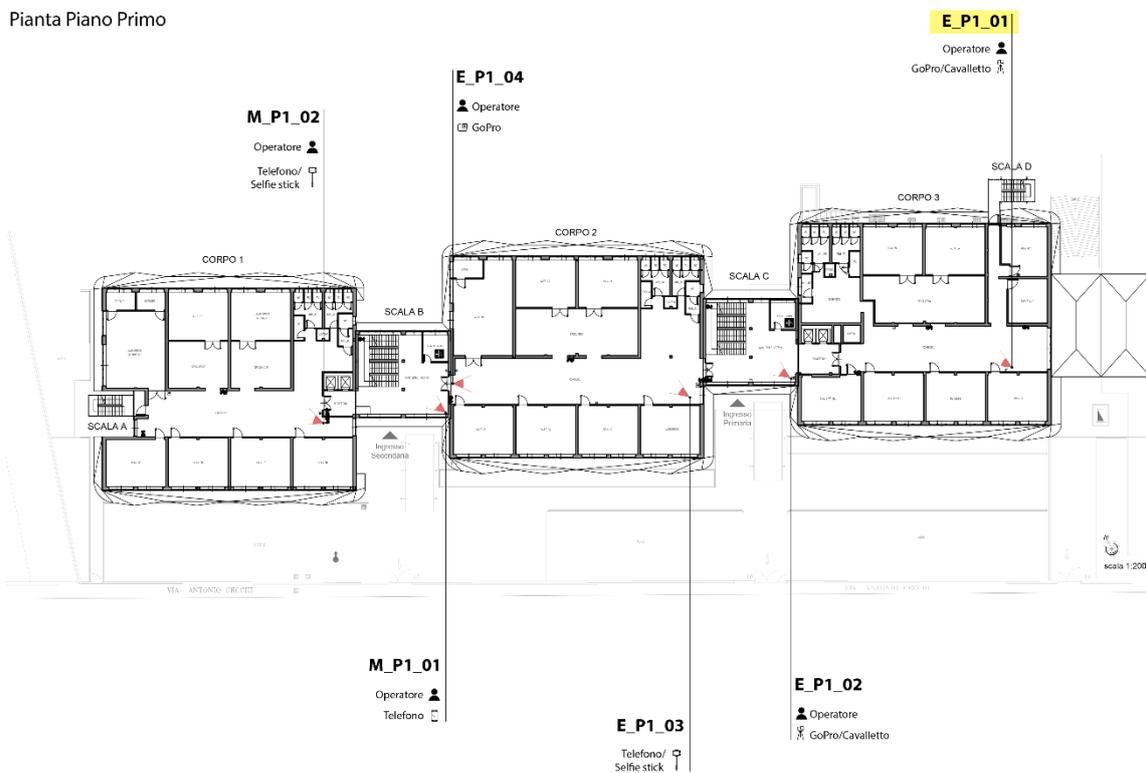


Figura 33 – Esempio retro scheda identificativa postazione di monitoraggio

## 1 Codice identificativo

Ad ogni scheda e, quindi, ad ogni postazione, è stato assegnato un codice, diviso in tre parti, che ne permettesse l'univoca identificazione.



Lo stralcio di pianta inserito all'interno del codice identificativo fa riferimento al piano e al corpo della postazione della scheda. Il cono ottico rosso evidenzia la posizione esatta in cui l'operatore deve posizionarsi e l'angolatura di ripresa, mentre, la planimetria aerea in alto a destra fornisce una visione d'insieme dei 3 edifici e ne evidenzia il corpo di riferimento.

## 2 Strumenti e info

La sezione della scheda identificata dal simbolo con la rotellina riporta tutte le informazioni utili circa i dispositivi da utilizzare per la postazione con quel codice identificativo e l'eventuale necessità della presenza o meno di un operatore che ne verifichi il corretto funzionamento durante la prova, o che semplicemente funga direttamente da supporto al dispositivo.

Dispositivi	 GoPro	 Reflex	 Cellulare	 Cellulare grandangolo	 360
Supporti	 Cavalletto	 Selfie stick			
Operatore	 Nome operatore				

Figura 34 – Legenda icone strumenti e info presenti nelle schede

### 3 Posizione

Nella terza porzione della scheda sono state riportate alcune foto scattate durante i diversi sopralluoghi effettuati nell'ottica di facilitare l'operatore, non familiare con l'edificio, al posizionamento dei dispositivi. In questo modo, oltre a ridurre notevolmente i tempi di installazione del materiale, si è ridotto di molto l'errore, poiché le immagini hanno fornito all'operatore dei punti di riferimento che gli confermassero la correttezza della posizione assunta.

### 4 Visuale ripresa

Ultimo punto della scheda, fondamentale per la successiva analisi dei dati raccolti dalla prova di evacuazione, è la visuale di ripresa. Infatti, per ogni dispositivo utilizzato nelle diverse postazioni, durante il corso dei sopralluoghi, sono state scattate diverse immagini dell'inquadratura di ripresa. In alcuni casi sono state effettuate delle riprese cambiando di poco la posizione del dispositivo. Questa operazione si è resa necessaria per assicurarsi che durante la prova di evacuazione non ci fossero punti ciechi di ripresa e che, quindi, non si rischiasse di perdere preziose informazioni circa i tempi e i comportamenti dell'esodo degli occupanti.

Infine, come anticipato, oltre alle schede in formato A4, ad ogni operatore è stata fornita una pianta del piano di sua competenza in formato A3. Si rimanda, per la consultazione di queste, all'Allegato II del presente lavoro di tesi. Poiché l'edificio si sviluppa su tre piani, sono stati prodotti tre diversi elaborati, contenenti informazioni circa tutte le postazioni presenti sullo stesso piano. In questo modo, l'operatore è stato messo al corrente anche dell'ubicazione delle postazioni situate nella sua stretta vicinanza e ha potuto, dunque, essere di supporto qualora qualcuno non fosse in possesso delle proprie schede.



Figura 35 – Esempio pianta primo piano con individuazione delle postazioni

## Capitolo 5

# Monitoraggio prova di evacuazione

---

Per poter verificare il corretto funzionamento di un piano di emergenza, le prove di evacuazione rappresentano un importante strumento. Attraverso queste è infatti possibile valutare il livello di conoscenza e formazione delle persone coinvolte. La prima prova di evacuazione dell'anno accademico 2019/2020, che ha interessato la scuola primaria "Aurora" e la scuola secondaria di I grado "Ettore Morelli", è stata svolta durante la mattinata del 4 Dicembre 2019. Il monitoraggio di questa prova è stata l'occasione per identificare i punti di forza e le criticità su cui intervenire. In effetti, le telecamere collocate all'interno e all'esterno della struttura, hanno avuto come obiettivo quello di rilevare i comportamenti dei presenti e le interazioni con il contesto circostante. Questo metodo di rilievo, trattato nel capitolo precedente, ha permesso un approfondito studio analitico delle dinamiche che si instaurano in occasione di una prova di evacuazione. Nei successivi paragrafi sono stati riportati i diversi dati estrapolati dalla lettura delle registrazioni effettuate.

### 5.1. Prova di evacuazione

Le scuole coinvolte in questa prova, come già detto in precedenza, sono state 2, per un totale di 565 persone tra alunni, docenti e personale ATA. Per essere sicuri di ottenere risultati più attendibili, è stato dato preavviso della prova esclusivamente alle persone direttamente coinvolte nell'organizzazione della stessa, lasciando quindi ignari gli studenti e la maggior parte dei docenti. La sequenza temporale degli eventi ha seguito quanto ci si sarebbe aspettati dalla prova di evacuazione, ad eccezione della fase iniziale in cui sono stati riscontrati problemi per quanto riguarda l'attivazione dell'allarme di emergenza in uno dei due plessi, di cui tratteremo in seguito. Per quanto riguarda il sistema di allarme, essendo i due plessi comunicanti ma del tutto indipendenti dal punto di vista del piano di emergenza, ci si è accordati sull'orario di inizio per far sì che i due plessi si riversassero all'esterno contemporaneamente. Durante la prova tutti i presenti hanno attuato le misure di evacuazione raggiungendo il luogo sicuro ad essi designato, secondo le indicazioni del rispettivo piano di evacuazione. Subito dopo lo svolgimento della prova, sono state archiviate, in un'unica cartella, tutte le registrazioni effettuate. Ad ognuna di esse è stato assegnato una codifica decisa in fase di pianificazione della prova, per evitare che i file si confondessero o andassero persi. Successivamente sono state visionate singolarmente le riprese, al fine di estrapolarne le informazioni necessarie. Per fare ciò il primo passo è stato quello di sincronizzare i video tra di loro, che altrimenti avrebbero dato una lettura tempi diversa. Per sincronizzarli è stato sfruttato il suono iniziale della campanella di allarme, che appunto ha segnato l'istante 0 della prova.

## 5.2. Acquisizione dei dati della prova di evacuazione

Nel complesso, l'acquisizione delle registrazioni ha consentito di analizzare il comportamento umano dei soggetti direttamente coinvolti. In questa fase vengono approfonditi alcuni aspetti principali:

- La presentazione di dati numerici;
- Le indicazioni sui comportamenti delle persone, anche in interazione con la struttura;
- La modalità di organizzazione di una simulazione di evacuazione non annunciata.

Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati è stata progettata una specifica metodologia di rilievo dei dati di interesse durante l'esercitazione. Dalle registrazioni effettuate attraverso le 23 postazioni distribuite lungo i due plessi e lungo lo spazio esterno, sono state estrapolate informazioni di tipo quantitativo, per quanto riguarda i tempi di movimento delle persone coinvolte, e di tipo qualitativo per quanto riguarda i comportamenti tenuti.

### 5.2.1 L'interazione tra edificio e persone

Come anticipato, la prova di evacuazione ha coinvolto 15 classi per quanto riguarda la scuola primaria "Aurora" e 16 per la scuola secondaria di I grado "Ettore Morelli", distribuite in tre edifici e per un totale di 565 occupanti tra bambini, docenti e personale ATA.

Tabella 3 – Presenze all'interno dei due plessi al momento dell'evacuazione

Tipologia di occupante	Primaria	Secondaria	Totale per tipologia
	N.	N.	
Studenti	280	216	496
Docenti	23	19	42
Studenti disabili	4	7	11
Docenti di sostegno	4	3	7
ATA	2	7	9
Totale per plesso	313	252	
Totale prova	565		

L'edificio contenente i due plessi è stato organizzato con la seguente codifica:

- C.1, C.2, C.3: codice assegnato ai 3 corpi comunicanti tra loro di cui è composto l'edificio, ospitanti le aule e gli altri spazi strettamente connessi all'attività scolastica;
- C.B, C.C: codice assegnato ai corpi scala interni all'edificio che permettono il passaggio da un corpo dell'edificio all'altro;
- A, C\_A, C\_B, B\_A, B\_B, D: codice riferito alle scale;
- B\_1/2/3/4, C\_1/2/3/4/5: codice riferito alle uscite di emergenza.

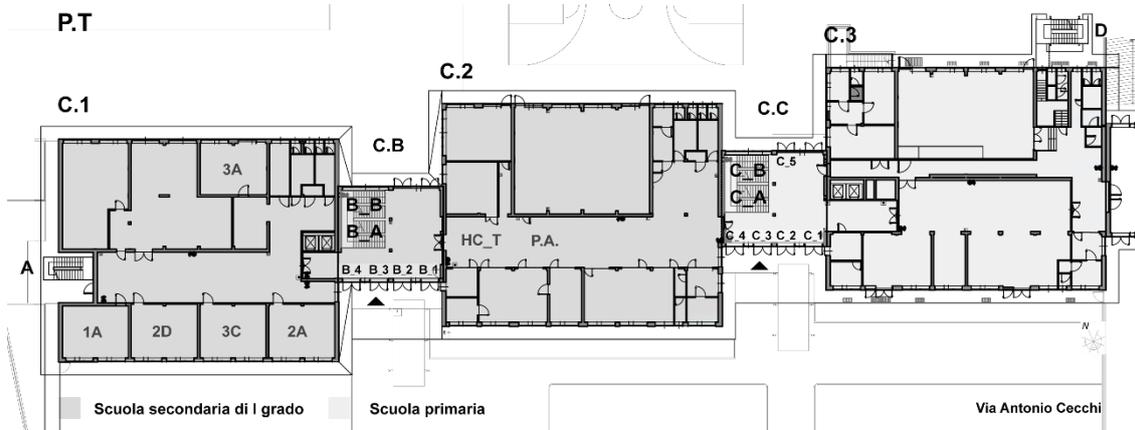


Figura 36 – Pianta piano terra con codifica

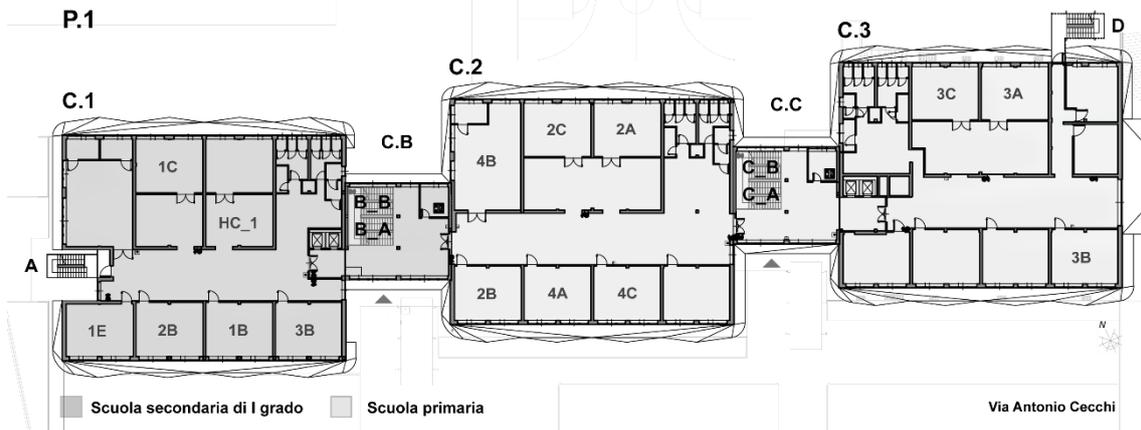


Figura 37 – Pianta piano primo con codifica

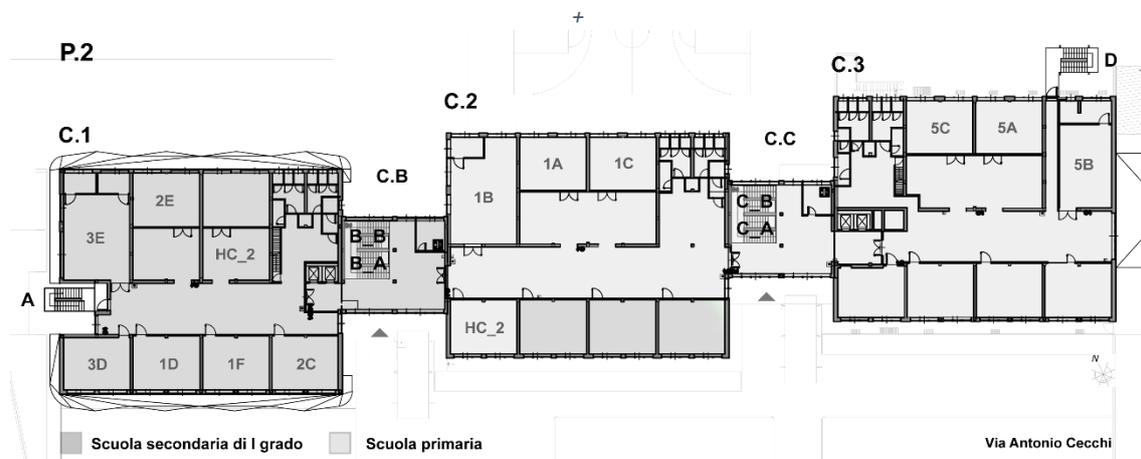


Figura 38 – Pianta piano secondo con codifica

Le piante qui esposte, oltre a riportare la codifica precedentemente illustrata, forniscono informazioni circa la collocazione e il nome delle aule occupate. Inoltre, attraverso l'utilizzo di due tonalità di grigio, è stata fatta una distinzione delle zone di pertinenza della scuola primaria, nella sfumatura più chiara, e quelle della scuola secondaria di I grado, più scura. Al secondo piano nel corpo 2, si nota la presenza di tre aule della scuola secondaria di I grado collocate però in un corpo di appartenenza alla scuola primaria. Pur essendo queste utilizzate esclusivamente per breve tempo durante le ore scolastiche, in quanto impiegate come aule di religione, di alfabetizzazione o come magazzino, in caso di emergenza gli eventuali occupanti fanno riferimento al piano di evacuazione della scuola primaria.

Le modalità di deflusso di entrambi i plessi, in generale hanno seguito la seguente dinamica:

- Al suono della campanella di allarme ogni classe si è raggruppata davanti alle aule, creando una fila più o meno compatta, e ha aspettato indicazioni da parte dei docenti presenti. È stato riscontrato come gli alunni più piccoli, in particolare di prima e di seconda della scuola primaria, seppur più lentamente, hanno evacuato l'edificio in maniera più ordinata e rispettando, fino all'uscita di emergenza, la fila e le indicazioni ricevute. Questo comportamento trae spiegazione nel fatto che i bambini più piccoli hanno una maggiore propensione all'ascolto e al rispetto delle regole.
- Al cenno dell'insegnante, quasi ogni classe si è diretta verso l'uscita di emergenza stabilita dal piano di evacuazione.

### 5.2.2 Rilievo informazioni di tipo quantitativo

Dall'analisi delle registrazioni sono stati ricavati diversi dati quantitativi che hanno permesso sia il calcolo dei tempi di pre-movimento di ogni singolo occupante, che il calcolo del tempo complessivo impiegato per evacuare l'intero edificio.

Di seguito vengono elencati i parametri di maggiore rilevanza analizzati per lo scopo.

#### **Numero di studenti effettivi**

Per ogni classe di ogni piano sono stati contati gli studenti presenti, in modo tale da poter avere un'idea complessiva del numero di persone presenti durante la prova. Questo dato è stato poi utile nella fase successiva di simulazione dell'esodo secondo il caso reale.

#### **Numero dei doceti**

Come per gli studenti è stato effettuato anche un conto totale dei docenti presenti per ogni classe.

#### **Numero personale ATA**

Allo stesso modo, è stato rilevato il conto del personale amministrativo tecnico e ausiliario presente.

### **Primo/Ultimo**

Per ogni classe è stata annotata una descrizione del primo e dell'ultimo attore ad uscire dall'aula. Questa informazione si è rivelata di grande utilità per riuscire a riconoscere le classi nei vari video e poterle seguire più facilmente lungo il percorso di esodo.

### **Scale**

Secondo il piano di evacuazione ad ogni classe è stata assegnata una precisa uscita di emergenza e, nel caso della scuola primaria, anche una precisa scala da utilizzare per raggiungerla. Si è quindi verificato, dalle registrazioni, il corretto utilizzo di ognuna, facendo un confronto tra il piano di evacuazione (P.E.) e le scale effettivamente imboccate.

### **Uscita finale**

Questo indicatore è servito al confronto tra le prescrizioni indicate nel piano di evacuazione circa le indicazioni delle uscite e ciò che realmente è avvenuto.

### **Moduli**

Alla fine dell'evacuazione, una volta raggiunto il luogo sicuro designato per ogni classe, tutti i docenti hanno dovuto compilare un "Modulo di evacuazione". Ad ogni classe è stato chiesto di conservarne una copia in un luogo facilmente accessibile per poterlo prendere durante l'evacuazione. Questo controllo è servito a verificare il corretto comportamento dei docenti durante la prova.

### **Oggetti personali**

Con questo indicatore ci si è riferiti al numero di studenti o docenti che, durante la prova, si sono fermati per prendere la giacca prima di uscire dall'aula.

### **Porta classe**

Con questo dato è stato rilevato l'intervallo di tempo intercorso tra il momento in cui il primo studente della classe ha varcato la soglia della porta e quello in cui l'ultimo ha evacuato l'aula.

### **Porta scale**

Sono stati computati i tempi del primo e dell'ultimo ad aver oltrepassato la porta antipanico di accesso al corpo scala.

### **Exit**

Questo indicatore, invece, fa riferimento alla registrazione del tempo intercorso tra il primo e l'ultimo occupante ad aver lasciato l'edificio attraverso l'uscita di emergenza.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei dati appena esposti, sia per la scuola primaria che per quella secondaria di I grado.

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

Tabella 4 - Dati prova di evacuazione scuola primaria, ricavati dalle riprese video

Primaria												
P.	Classe	Corpo	N. Stud.	N. Doc.	ATA.	Primo/ Ultimo	Scale		Uscita finale		Moduli	Oggetti personali
							P.E.	Eff.	P.E.	Eff.		
T	ATA1	C.2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
T	ATA2	C.2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
T	HC_T	C.2	1	1	-	1. Ins. Sost. 2. Bambina	-	-	-	C_3	NO	-
T	1A	C.3	23	3	-	1. Ins.1 2. Ins.2	-	-	-	Sala riunioni	NO	-
1	4C	C.2	18	1	-	1. Ins. 2. Bambina	C_B	C_B	C_5	C_5	SI	-
1	2A	C.2	15	1	-	1. Ins.1 2. Bambina	C_A	C_A	C_3	C_2/3	NO	-
1	4A	C.2	21	1	-	1. Bambini 2. Ins.1	C_B	C_B	C_5	C_5	SI	-
1	2C	C.2	17	2	-	1. Ins.1 2. Ins. 2	C_A	C_A	C_3	C_2/3	SI	-
1	4B	C.2	16	1	-	1. Ins.1 2. Bambino	C_B	C_B	C_5	C_5	SI	-
			1	1	-	3. Ins.2 4. Bambino	-	-	-	Spazio calmo	NO	-
1	2B	C.2	17	2	-	1. Ins.1 2. Ins.2	C_A	C_A	C_3	C_3	NO	-
1	3B	C.3	21	2	-	1. Ins.1 2. Ins. 2	D	D	D	D	SI	1
1	3C	C.3	19	2	-	1. Ins.1 2. Ins.2	C_B	C_B	C_5	C_5	SI	1
1	3A	C.3	18	1	-	1. Ins.1 2. Bambino	D	D	D	D	SI	1
2	HC	C.2	2	2	-	1. Bambina 2. Ins. Sost.1	C	C_B	C	C_5	NO	-
					-	3. Bambino 4. Ins. Sost.2					NO	1
2	1C	C.2	18	1	-	1. Ins. 2. Bambino	C_A	C_A	C_4	C_2/3	SI	-
2	1B	C.2	18	1	-	1. Ins. 2. Bambina	C_A	C_B	C_4	C_5	SI	-
2	5B	C.3	21	1	-	1. Bambina 2. Ins.	D	D	D	D	NO	-
2	5A	C.3	18	2	-	2. Ins. 1 3. Ins. 2	D	D	D	D	SI	8
2	5C	C.3	20	2	-	1. Ins. 1 2. Ins. 2	C_B	D	C_5	D	SI	2

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

Tabella 5 - Dati prova di evacuazione scuola secondaria di I grado, ricavati dalle riprese video

Secondaria											
P.	Classe	Corpo	N. Stud.	N. Doc.	ATA.	Primo/ Ultimo	Scale		Uscita finale	Moduli	Oggetti personali
							P.E.	Eff.			
T	ATA2	C.1	-	-	1	ATA 2	-	-	-	-	-
T	P.A.	C.2	-	5	-	P.A.	-	-	B_2	-	-
T	HC_T	C.B	1	1	-	1. Ins.Sost. 2. Ragazzo	-	-	B_2	-	1
T	3C	C.1	19	1	-	1. Ragazzo 2. Ins. 1	-	-	B_4	SI	10
T	1A	C.1	17	2	-	1. Ins.1 2. Ins.2	-	-	A	SI	-
T	2D	C.1	20	1	-	1. Ins.1 2. Ragazza	-	-	A	SI	-
T	2A	C.1	15	1	-	-	-	-	-	-	-
1	1E	C.1	13	1	-	1. Ins. 2. Ragazza	A	A	A	SI	2
1	2B	C.1	13	2	-	1. Ins. 2. Ragazzo	A	A	A	SI	3
1	HC_1	C.1	5	1	-	1. Ins.Sost. 2. Ragazzo	B	A	A	NO	4
1	1C	C.1	16	2	-	1. Ins.1 2. Ins.2	A	A	A	SI	4
1	1B	C.1	17	2	-	1. Ragazzo 2. Ins.2	B	B_A	B_2	SI	-
1	3B	C.1	13	1	-	1. Ins.1 2. Ragazzo	B	B_A	B_2	SI	8
1 (T)	3A	C.1	15	1	-	1. Ragazzo 2. Ins.1	B	B_A	B_2	NO	-
			-	1	-	3. Ins.2	B	B_A	B_4	SI	-
2	ATA1	C.1	-	-	1	ATA 1	-	-	-	-	-
2	HC_2	C.1	1	1	-	1. Ragazza 2. Ins. Sost.1	-	-	Spazio calmo	NO	-
2	3D	C.1	18	1	-	1. Ragazza 2. Ins.1	A	A	A	SI	7
2	1D	C.1	15	1	-	1. Ins. 1 2. Ragazzo	A	A	A	SI	1
2	2E	C.1	16	1	-	1. Ins.1 2. Ragazzo	A	A	A	SI	4
2	1F	C.1	13	1	-	1. Ins.1 2. Ragazzo	B	B_B	B_2	SI	1
2	2C	C.1	11	1	-	1. Ins.1 2. Ragazzo	B	B_A	B_2	SI	-
2	3E	C.1	22	1	-	-	-	-	-	-	-

Nella *tabella 4* e nella *tabella 5*, sono state evidenziate con due tonalità differenti di grigio alcune classi: in particolare, il grigio chiaro è stata utilizzato per segnalare una classe che al momento della prova non si trovava nella sua aula; diversamente, con quello scuro sono state evidenziate le classi che, durante la prova, non hanno rispettato il piano di evacuazione.

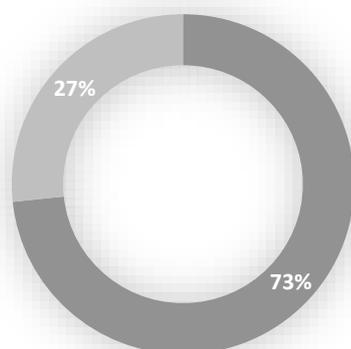
Per quanto riguarda la **scuola primaria**:

- **1A:** al momento della prova di evacuazione la classe si trovava nella sala riunioni al piano terra per un'attività motoria. Durante la lezione tutti i bambini si sono dovuti togliere le scarpe quindi, al suono della campanella di emergenza, sono usciti scalzi dall'uscita prevista dal piano di emergenza per quello spazio, cioè dalle porte della sala riunioni comunicanti direttamente con l'esterno.
- **1B:** secondo il piano di evacuazione questa classe avrebbe dovuto prendere la scala C\_A al posto della C\_B. Questa modifica ha portato la 1B a prendere l'uscita C\_5 al posto della C\_4, raggiungendo così il punto di raccolta sul cortile retrostante l'edificio, anziché sul fronte.
- **5C:** Analogamente alla 1B anche questa classe ha sbagliato uscita di emergenza e, invece di prendere le scale più vicini, come da piano, si è diretta verso la scala D.

Per quanto riguarda la **scuola secondaria di I grado**:

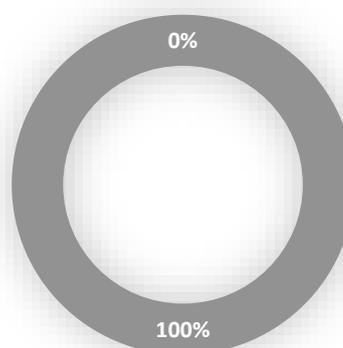
- **HC\_1:** da piano di evacuazione l'Insegnante di sostegno e i suoi studenti si trovavano in un'area del corpo 1 per cui era previsto l'esodo verso la scala B. Diversamente, durante la prova, si sono diretti verso la scala esterna A.
- **1F:** questa classe, pur avendo preso correttamente la scala B\_B ed essere arrivata al piano terra, è però uscita sul cortile retrostante l'edificio attraverso una porta non segnalata sul piano di evacuazione come uscita di emergenza. Accortasi dell'errore, l'Insegnante è rientrata per dirigersi verso il cortile sul fronte.
- **2A:** durante la prova di emergenza la classe si trovava in palestra per l'ora di educazione fisica.
- **3A:** prima della prova di evacuazione la classe si trovava al secondo piano nel laboratorio artistico per la lezione di educazione artistica. Al momento del suono della campanella di evacuazione la classe stava rientrando verso l'aula situata al piano terra.
- **3E:** al momento della prova la classe non era presente nell'edificio.

**Modulo di evacuazione  
scuola primaria**



■ Insegnanti con modulo ■ Insegnanti senza modulo

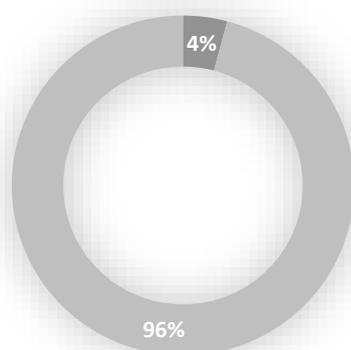
**Modulo di evacuazione  
scuola secondaria**



■ Insegnanti con modulo ■ Insegnanti senza modulo

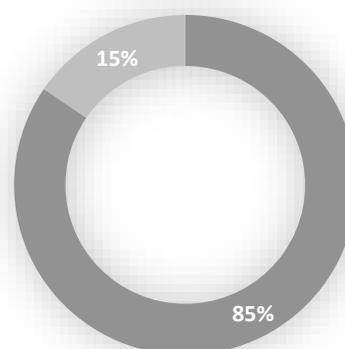
Come evidenziato dai due grafici, per quanto riguarda la scuola primaria, su 15 classi 11 si sono ricordate di prendere i moduli di evacuazione affissi sulla porta dell'aula, mentre 4 si sono dirette verso l'uscita sprovviste. Diversamente, nella scuola secondaria, tutte le classi presenti avevano i moduli in mano mentre si dirigevano verso l'uscita di emergenza. Per quanto riguarda, però, gli Insegnanti di sostegno che si trovavano nella aule HC, nessuno di loro durante la prova ha preso i moduli, probabilmente perché non previsto nel piano di emergenza di entrambi i plessi.

**Oggetti personali  
scuola primaria**



■ Occupanti con giacca ■ Occupanti senza giacca

**Oggetti personali  
scuola secondaria**



■ Occupanti con giacca ■ Occupanti senza giacca

In questi grafici sono state evidenziate le percentuali degli occupanti che, durante la prova, hanno preso il giubbino con il rischio di rallentare l'esodo della classe. Per quanto riguarda la scuola primaria notiamo come la percentuale è nettamente più bassa rispetto a quella riscontrata nella scuola secondaria di I grado. In effetti, nella primaria, solamente 13 occupanti, tra studenti e insegnanti, su 313 hanno raggiunto il punto di raccolta con la giacca. Una spiegazione potrebbe essere quella che vi è una diretta proporzionalità tra l'età dello studente e la maggiore tendenza a seguire le regole che gli vengono imposte. Diversamente per la scuola secondaria, 45 occupanti su 291 totali sono usciti con la giacca, dimostrando che i ragazzi hanno una tendenza maggiore a prendere iniziative proprie.

Come già esposto in precedenza, dalle riprese sono stati ricavati tutti i tempi degli occupanti, dal momento in cui hanno varcato la porta della stanza in cui si trovavano, fino a quello in cui hanno superato l'uscita di emergenza. Per fare ciò è stato necessario effettuare un'operazione di sincronizzazione di tutti i video, in quanto ognuno è stato azionato in un momento diverso. Per la sincronizzazione è stato scelto il suono della campanella che ha segnato il tempo 0 della prova. Di seguito riportiamo la tabella di sincronizzazione delle riprese.

Tabella 6 – Sincronizzazione delle riprese di monitoraggio della prova di evacuazione

Codifica ripresa	Allarme ON
	[min]
ES_01_(PE)	00:55
ES_02_(PE)	00:51
ES_03_(PE)	00:12
ES_04_(PE)	00:57
ES_05_(PE)	00:45
E_PT_01_(PE)	01:09
E_PT_02_(PE)	00:13
E_P1_01_(PE)	00:51
E_P1_02_(PE)	04:44
E_P1_03_(PE)	01:15
E_P1_04_(PE)	00:00
E_P2_01_(PE)	01:07
E_P2_02_(PE)	19:48
E_P2_03_(PE)	00:50
E_P2_04_(PE)	00:55
M_PT_01_(PE)	00:11
M_PT_03_(PE)	00:14
M_PT_04_(PE1)	01:32
M_P1_01_(PE)	01:48
M_P1_02_(PE)	01:54
M_P2_01_(PE)	00:45
M_P2_02_(PE)	01:11

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

Tabella 7 – Tempi di esodo scuola primaria

Primaria													
P.	Classe	Corpo	N. Stud.	N. Doc.	ATA.	Scale	Uscita	Porta classe		Porta scale		Exit	
						Eff.	Eff.	Primo	Ultimo	Primo	Ultimo	Primo	Ultimo
T	ATA1	C.2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
T	ATA2	C.2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
T	HC_T	C.2	1	1	-	-	C_3	-	-	-	-	00:08	
T	1A	C.3	23	3	-	-	Sala riunioni	-	-	-	-	00:35	01:44
1	4C	C.2	18	1	-	C_B	C_5	00:08	00:22	00:30	00:37	01:08	01:16
1	2A	C.2	15	1	-	C_A	C_2/3	00:20	00:30	00:39	00:52	01:28	01:46
1	4A	C.2	21	1	-	C_B	C_5	00:09	00:21	00:57	01:09	01:29	01:41
1	2C	C.2	17	2	-	C_A	C_2/3	00:15	00:33	00:46	00:55	01:32	01:46
1	4B	C.2	16	1	-	C_B	C_5	00:19	00:30	01:18	01:27	02:07	02:22
			1	1		-	Spazio calmo					01:21	
1	2B	C.2	17	2	-	C_A	C_3	00:27	00:34	01:07	01:16	02:10	02:23
1	3B	C.3	21	2	-	D	D	00:33	00:48	-	-	01:33	01:53
1	3C	C.3	19	2	-	C_B	C_5	00:15	00:28	00:24	00:37	00:47	01:08
1	3A	C.3	18	1	-	D	D	00:17	00:29	-	-	00:55	01:14
2	HC	C.2	2	2	-	C_B	C_5	00:07		01:25		01:44	
					-			00:15		01:48		02:06	
2	1C	C.2	18	1	-	C_A	C_2/3	00:27	00:39	00:36	01:09	01:29	01:47
2	1B	C.2	18	1	-	C_B	C_5	00:38	01:04	01:02	01:24	01:45	02:06
2	5B	C.3	21	1	-	D	D	00:10	00:23	-	-	01:14	01:31
2	5A	C.3	18	2	-	D	D	00:13	00:26	-	-	01:55	02:15
2	5C	C.3	20	2	-	D	D	00:16	00:44	-	-	02:18	02:37

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

Tabella 8 – Tempi di esodo scuola secondaria

Secondaria													
P.	Classe	Corpo	N. Stud.	N. Doc.	ATA.	Scale	Uscita	Porta classe		Porta scale		Exit	
						Eff.		Primo	Ultimo	Primo	Ultimo	Primo	Ultimo
T	ATA2	C.1	-	-	1	-	-	-	-	-	-		
T	P.A.	C.2	-	5	-	-	B_2	-	-	-	-	00:32	00:37
T	HC_T	C.B	1	1	-	-	B_2	00:15		-	-	00:21	
T	3C	C.1	19	1	-	-	B_4	00:26	00:59	-	-	00:51	01:29
T	1A	C.1	17	2	-	-	A	-	-	-	-	00:45	-
T	2D	C.1	20	1	-	-	A	-	-	-	-	-	01:25
T	2A	C.1	15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	1E	C.1	13	1	-	A	A	-	-	00:54	01:01	01:25	01:37
1	2B	C.1	13	2	-	A	A	-	-	00:45	00:51	01:14	01:24
1	HC_1	C.1	5	1	-	A	A	00:28	00:41	01:01	01:08	01:45	01:45
1	1C	C.1	16	2	-	A	A	00:22	00:33	00:31	00:43	00:50	01:12
1	1B	C.1	17	2	-	B_A	B_2	00:09	00:29	00:34	00:44	01:04	01:15
1	3B	C.1	13	1	-	B_A	B_2	00:17	00:24	00:23	00:30	00:52	01:02
1	3A	C.1	15	1	-	B_A	B_2	-	-	-	-	00:16	00:32
			-	1	-	B_A	B_4	-	-	-	-	01:01	
2	ATA1	C.1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	HC_2	C.1	1	1	-	-	Spazio calmo	00:33		00:49		01:10	
2	3D	C.1	18	1	-	A	A	00:14	00:49	00:42	00:58	01:39	01:53
2	1D	C.1	15	1	-	A	A	00:20	00:56	00:58	01:10	01:57	02:10
2	2E	C.1	16	1	-	A	A	00:23	01:39	01:38	01:48	02:15	02:30
2	1F	C.1	13	1	-	B_B	B_2	00:19	00:29	00:50	00:59	01:35 01:50	01:45 02:02
2	2C	C.1	11	1	-	B_A	B_2	00:07	00:38	00:41	00:58	01:17	01:43
2	3E	C.1	22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nella *tabella 7* e nella *tabella 8*, riportanti i tempi di esodo delle due scuole, sono stati evidenziati in grigio le classi e i tempi massimi di evacuazione per ogni tipologia di uscita. I codici utilizzati per identificare i corpi dell'edificio, le scale e le uscite di emergenza, fanno riferimento al *paragrafo 5.2.1* e, in particolare, alle *Figure 36-37-38*.

Per quanto riguarda la scuola primaria, il suo piano di evacuazione prevede che le prime e le seconde debbano utilizzare la scala C\_A e come uscita finale quella coincidente con l'ingresso principale dell'edificio. Diversamente, alle terze, alle quarte e alle quinte è stata riservata la scala C\_B, con uscita verso il cortile retrostante. Fanno eccezione le classi situate nel corpo C.3, che da piano sono state divise in due, una metà delle quali è stata indirizzata verso la scala D e l'altra verso il corpo scala C. Inoltre, sempre considerando il piano di evacuazione, gli insegnanti sono tenuti a dare la precedenza alle classi con bambini più piccoli nel caso in cui questi abbiano già intrapreso le scale o si stiano dirigendo verso esse. Analizziamo più nel dettaglio le classi che hanno impiegato il maggior tempo ad evacuare, facendo una distinzione per ogni uscita:

- **Uscita D:** è l'uscita più a destra tra tutte, con la scala situata all'esterno che porta al punto di raccolta situato sul cortile retrostante l'edificio. Dal monitoraggio se ne evince che la 5C, tra tutte quelle che hanno adoperato la stessa scala, è stata la classe ad aver impiegato il maggior tempo, 157s in totale. Questo perché, oltre ad essere situata al secondo piano, il più alto, risultava essere anche la più distante dall'uscita. Inoltre, una volta presa la scala D, si è dovuta fermare sul pianerottolo del primo piano, per dare la precedenza alle classi con bambini più piccoli.
- **Uscita C\_3:** è l'uscita coincidente con l'ingresso principale della scuola primaria e porta al punto di raccolta sul cortile frontale che si affaccia su Via Cecchi. Tra le classi situate al primo piano, con evacuazione tramite la scala C\_A, la 2B risulta essere la classe più lontana. Pur non essendo però la più distante in assoluto, in quanto non situata al secondo piano, si è comunque rivelata quella che ha impiegato il maggior tempo tra tutte a raggiungere il punto di raccolta, 143s in totale. Questo perché, prima di poter prendere la scala C\_A, ha dovuto dare la precedenza a tutte le altre aule situate sullo stesso piano che, a loro volta, hanno dovuto dare precedenza alla 1C proveniente dal secondo piano, in quanto classe con bambini più piccoli.
- **Uscita C\_5:** è l'uscita che porta al punto di raccolta situato sul cortile retrostante l'edificio. Analogamente alla 2B, anche la 4B risulta essere la classe più lontana dal corpo scala C, tra quelle situate al primo piano. Anche in questo caso, prima di poter raggiungere la scala C\_B, la classe ha dovuto dare la precedenza a tutte le altre presenti sullo stesso piano che, a loro volta, hanno dovuto dare la precedenza alle classi dei più piccoli provenienti dal secondo piano. Per questo motivo la 4B si rivela essere la classe che ha impiegato il maggior tempo tra tutte a raggiungere l'uscita C\_5, 142s in totale.

Nel caso della scuola secondaria di I grado, il piano di evacuazione prevede che metà delle aule presenti del corpo 1 debbano dirigersi verso l'uscita A, mentre la metà restante debba utilizzare l'uscita B. Pur differenziate entrambe le uscite portano allo stesso luogo sicuro, situato nel cortile frontale che dà su Via Cecchi. Diversamente da quanto accade per la scuola primaria, qui le classi non sono tenute a dare la precedenza in base alla fascia d'età, ma semplicemente danno la precedenza a chi ha già intrapreso il percorso di uscita. Analizziamo più nel dettaglio le classi che hanno impiegato il maggior tempo ad evacuare, facendo una distinzione per ogni uscita:

- **Uscita A:** è l'uscita più a sinistra tra tutte, con la scala situata all'esterno che conduce al punto di raccolta precedentemente indicato. In questo caso, la 2E risulta essere la classe che ha impiegato il tempo maggiore a raggiungere l'uscita finale, in quanto la più lontana tra tutte, essendo al secondo piano. Il tempo di completamento è stato di 150s in totale.
- **Uscita B\_2:** è l'uscita coincidente con l'ingresso principale della scuola secondaria, che porta al punto di raccolta su Via Cecchi. In questo caso è stata la 1F la classe ad impiegare il maggiore tempo per l'evacuazione, 122s in totale. Questo per due principali motivi: il primo, analogo a quello che ha coinvolto la 2E, è che risulta essere la classe più lontana all'uscita B, essendo situata al secondo piano. L'altro motivo è stato dettato, invece, dall'insegnante della classe che, una volta raggiunto il piano terra, si è diretta verso il cortile retrostante, attraverso una porta non figurante nel piano di evacuazione come uscita di emergenza. Per questo motivo, una volta resasi conto dell'errore, è rientrata con tutti gli alunni per dirigersi verso l'uscita corretta.

Il tempo di evacuazione è inteso come la differenza tra l'istante in cui viene dato l'allarme e quello in cui l'ultima persona abbandona l'edificio. Considerando nullo il tempo di rilevazione e di allarme, in quanto si prende in esame il caso di una prova di evacuazione, di seguito è stata riportata una tabella riassuntiva dei tempi massimi di evacuazione facente una distinzione per scuola, classe e uscita.

Tabella 9 – Tempi massimi di evacuazione

Scuola	Classe	Uscita	P.	Tempi massimi di evacuazione
				[s]
Primaria	2B	C_3	1	143
	4B	C_5	1	142
	5C	D	2	157
Secondaria	2E	A	2	150
	1F	B_2	2	128

### 5.2.3 Rilievo informazioni di tipo qualitativo

Come già evidenziato, l'attenta analisi delle registrazioni ha consentito di effettuare delle considerazioni qualitative della prova. Si è osservato come, subito dopo il suono dell'allarme di emergenza, la maggior parte dei docenti e degli studenti abbiano risposto prontamente alla situazione. In alcun caso si sono verificati casi di panico ma, al contrario, gli studenti sono stati molto attenti alle indicazioni ricevute dai docenti e, in alcuni casi, si sono dimostrati loro stessi fonte di supporto per l'insegnante, dando consigli sull'uscita verso cui dirigersi. Al suono dell'allarme tutti gli studenti appartenenti alla stessa classe hanno assunto un comportamento a *cluster* (per gruppi omogenei formati da componenti delle singole classi), raggruppandosi davanti alle loro aule, in maniera più o meno compatta. Come sottolineato in precedenza, i bambini più piccoli, in particolare le prime e le seconde della scuola primaria, hanno dimostrato un maggiore rispetto della fila e si sono diretti verso l'uscita in maniera ordinata e prevalentemente in silenzio. Diversamente, i ragazzi della scuola secondaria si sono spostati in maniera più caotica.

Di seguito sono state estrapolate delle immagini dalle riprese, come esempio di quanto già esposto prima e come dimostrazione di particolari comportamenti di alcune classi.

### Scuola primaria

#### Segnale di allarme



Figura 39 – Tentativo di azionamento del sistema di allarme

Inizialmente la prova di evacuazione era stata fissata, per entrambi i plessi, alle 9:30 del mattino. L'orario è stato però posticipato di circa 20 minuti poiché il personale ATA, incaricato dell'innesco del segnale di allarme, della scuola primaria, non era a conoscenza della modalità di avvio dell'allarme. Questa situazione, seppur sia stata

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

risolta in un tempo assai ridotto, ha necessitato il coinvolgimento di diverse figure, tra cui le responsabili e il personale ATA di entrambi i plessi, l'RSPP e la Dirigente Scolastica. L'evento ha evidenziato una criticità del piano di emergenza, in particolare per quanto riguarda la formazione e l'informazione circa i compiti del personale scolastico.

### 5C - Comportamento *social affiliation*



Figura 40 – 5C che si dirige verso il corpo scala D

La 5C è la classe che durante la prova di evacuazione invece di dirigersi verso il corpo scala B, come da piano di emergenza, si è diretta verso la scala D, nonostante fosse la più lontana. Questo comportamento può essere spiegato attraverso il termine *social affiliation*, nella misura in cui è determinato dalla natura dei rapporti di tipo affettivo o di responsabilità di un soggetto nei confronti di altri. Per questo motivo, è molto probabile che l'Insegnante della 5C, vedendo tutti i suoi colleghi dirigersi verso la scala D abbia scelto di prendere la stessa uscita.

### 1A – Esodo senza scarpe

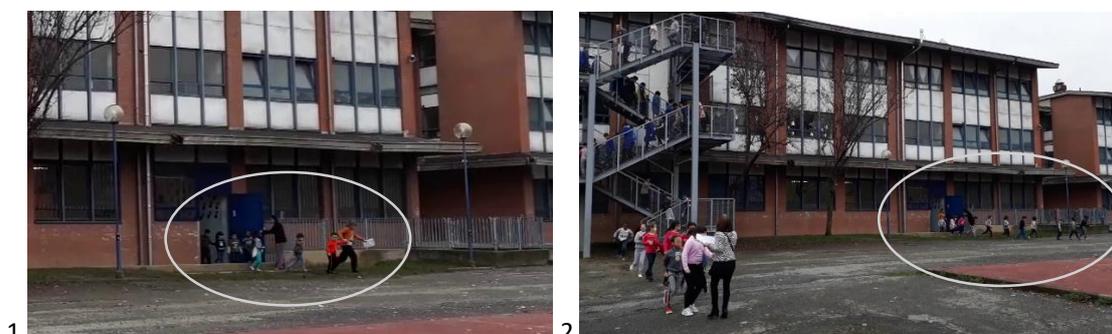


Figura 41 – 1A che si dirige verso il punto di raccolta

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

Al momento della prova la 1A si trovava al piano terra nella sala riunioni, intenta a svolgere un'attività motoria per cui non era previsto l'uso delle scarpe. Le insegnanti presenti, al suono della campanella, hanno dimostrato un comportamento corretto, facendo uscire i bambini scalzi e aiutandoli a raggiungere il punto di raccolta all'esterno, mantenendo la porta di emergenza aperta. Dalle immagini si nota inoltre la fila compatta creata e rispettata dai bambini.

### 1B – Uscita di emergenza sbagliata

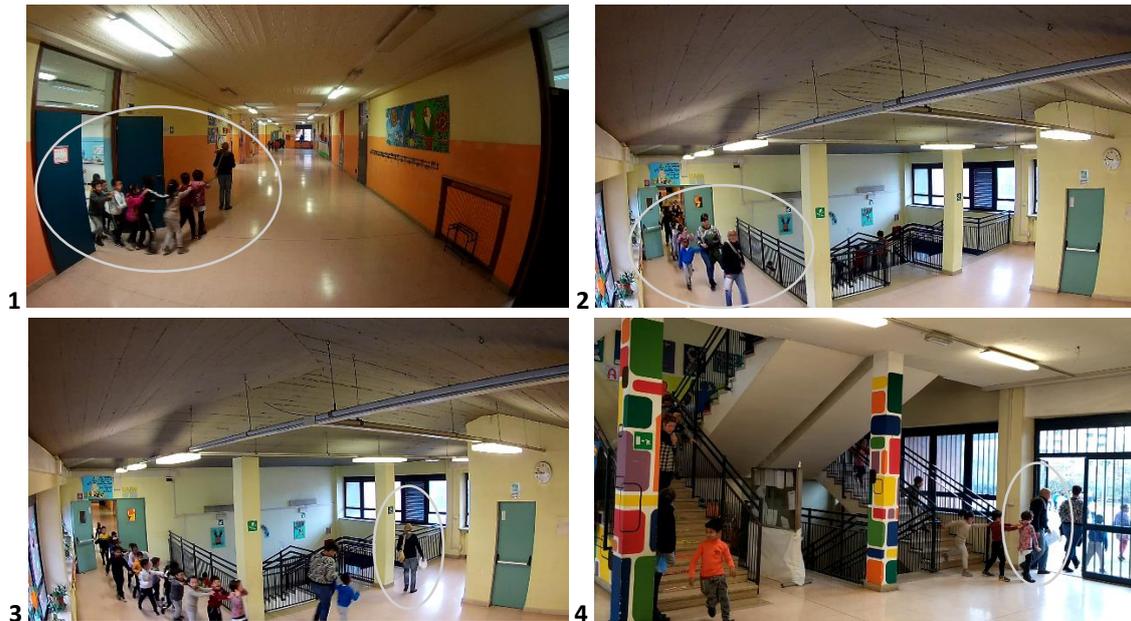


Figura 42 – Esodo della classe 1B

La Figura 42 mostra l'esodo della 1B. La terza immagine evidenzia, in particolare, l'esatto momento in cui l'Insegnante intraprende la scala C\_B invece della C\_A, come indicato da piano. Questo cambio di scala lo porta poi, come si nota nell'immagine 4, a dirigersi erroneamente verso l'uscita C\_5, cioè verso il punto di raccolta situato nel cortile retrostante l'edificio, piuttosto che verso l'uscita C\_4, come da piano. Anche qui è possibile notare la fila compatta dei bambini di prima.

### HC\_1 – Utilizzo dello spazio calmo



Figura 43 – Esodo HC\_1 verso lo spazio calmo

La Figura 43 mostra l'esodo dell'insegnante di sostegno della 4B con il suo alunno. Questi inizialmente rimangono in fila con gli altri alunni della 4B, quando poi arrivano in prossimità delle scale, si separano e raggiungono lo spazio calmo.

### HC\_T – Caduta durante la prova

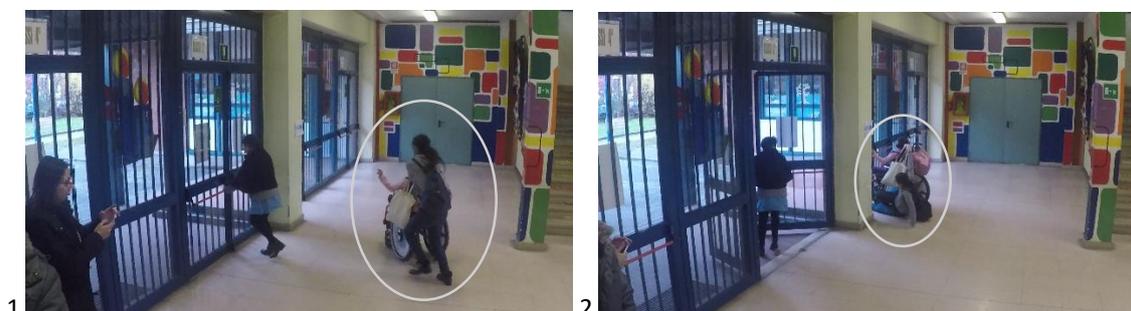


Figura 44 – Caduta dell'Insegnante di sostegno nel tentativo di raggiungere l'uscita di emergenza

Prima dell'attivazione del segnale di emergenza, l'insegnante di sostegno, evidenziata nell'immagine, si trovava già al piano terra in prossimità dell'uscita di emergenza, in attesa che arrivasse la madre della sua alunna per riportarla a casa. Non appena è iniziata la prova, l'insegnante si è diretta correndo verso l'uscita ancora chiusa, portando con sé anche la bambina. Tuttavia, nel tentativo di rallentare per poter aprire la porta, è scivolata cadendo a terra. Quanto successo offre la uno spunto di riflessione sull'importanza del rispetto delle direttive di sicurezza riportate nel piano di emergenza.

## Scuola secondaria

### 1F – Uscita di emergenza sbagliata



Figura 45 – Esodo 1F

Nelle immagini è stata evidenziata l'insegnante della 1F. Come già evidenziato in precedenza, si nota come nel momento in cui arriva al piano terra, invece di dirigersi verso l'uscita di emergenza situata a destra, come da piano, conduce la classe verso il cortile esterno retrostante, passando dalla porta immediatamente alla sua sinistra. Subito dopo essere uscita, alcuni suoi alunni le fanno notare l'errore e, di conseguenza, rientra per raggiungere il punto di raccolta designato. I fattori che potrebbero averla condotta in errore sono molteplici, il primo dei quali sicuramente riguarda la carenza di conoscenza del piano di evacuazione. Il secondo potrebbe essere la vicinanza della porta alla sua sinistra e il fatto che fosse leggermente aperta ed, infine, la presenza di altre classi raggruppate nel cortile retrostante appartenenti alla scuola primaria.

### HC\_1 – Uscita sbagliata



Figura 46 – Esodo HC\_1

## Capitolo 5 – Monitoraggio prova di evacuazione

Anche qui notiamo un fenomeno di *social affiliation*. In effetti, è molto probabile che l'Insegnante di sostegno, vedendo tutti i suoi colleghi dirigersi verso la scala A, abbia scelto di prendere la stessa uscita. A trarla maggiormente in errore, è stato l'insegnante della 2C che, vedendo la sua titubanza, l'ha esortata a seguirlo.

### 3A - Distacco dell'insegnante per recuperare il modulo di evacuazione



Figura 47 – Insegnante della 3A recupera i moduli di evacuazione

Prima della prova di evacuazione la 3A si trovava al secondo piano nel laboratorio artistico, per la lezione di educazione artistica. Al momento del suono della campanella di evacuazione, la classe stava rientrando verso la propria aula situata al piano terra, trovandosi dunque nel corpo scala C.B. Mentre il resto della 3A si è diretta verso l'uscita di emergenza, uno dei due insegnanti è andato a recuperare il modulo di evacuazione che si trovava nell'aula a piano terra.

## Capitolo 6

# Simulazione di esodo reale

---

Per un'elaborazione efficace dei dati ottenuti dal monitoraggio della prova di evacuazione, che vanno dai tempi di pre-movimento e di raggiungimento dell'uscita finale, all'esame dei comportamenti adottati da ogni classe, si è fatto ricorso ad un software di simulazione dell'esodo. Grazie a quest'ultimo, si è potuto ricreare, il più fedelmente possibile, un caso che rispecchiasse la realtà. Se per poter verificare il corretto funzionamento di un piano di emergenza, le prove di evacuazione rappresentano un importante strumento, allo stesso modo, le simulazioni sviluppate virtualmente si rivelano essere un mezzo di supporto fondamentale alla sua progettazione, nella misura in cui sono utili al miglioramento e all'ottimizzazione della trasposizione del piano stesso nella realtà. In effetti, una delle maggiori criticità dei piani di emergenza risiede proprio nelle modalità di verifica, data la difficoltà nel prevedere se e come funzionerà in concreto. Le uniche risorse a disposizione sono allora delle prove effettuate in modo "credibile" che, seppur inevitabilmente si discostino dalla situazione reale di emergenza, possono tuttavia esserne considerate un'ottima approssimazione. Lo scopo di questo e dei successivi capitoli, è stato dunque quello di analizzare e confrontare diversi scenari critici ai quali sono stati successivamente applicati due piani di evacuazione differenti: il primo già adottato dalle scuole e il secondo progettato per ottimizzarne l'evacuazione. Per tutti gli scenari sono stati inseriti come dati di input quelli ricavati dal monitoraggio della prova di evacuazione poiché, sulla base di quanto prima affermato, sono ciò che più si avvicina ai risultati che si potrebbero ottenere da un vero caso di emergenza. Nello specifico, in questo capitolo, sono state impostate tre diverse simulazioni facenti riferimento al caso reale, successivamente utilizzate nel capitolo 7 come base per degli scenari critici.

### 6.1 Valutazione scenari di esodo

Durante la prova di evacuazione, descritta nel capitolo 5, è emerso come alcune classi, di entrambe le scuole, abbiano sbagliato uscita di emergenza, e come altre, invece, si trovassero in aule diverse dalla loro per lo svolgimento di attività speciali o, addirittura, non fossero nemmeno presenti all'interno dell'edificio. Per questo motivo sono state prodotte tre distinte simulazioni la cui descrizione dettagliata viene fornita nei paragrafi di seguito.

#### **Scenario Reale**

Il primo scenario è stato settato con una configurazione fedele alla realtà. I tempi, i comportamenti, il numero e la posizione degli occupanti, la scelta delle uscite di

emergenza, sono stati modellati con lo scopo di ottenere un'esatta replica di quanto avvenuto durante la prova di evacuazione.

### **Scenario Atteso**

Proprio lo scenario reale ha funto da base di partenza per lo sviluppo di quello che viene definito come scenario "atteso", in cui sono stati corretti gli errori riscontrati durante la prova di evacuazione. Nello specifico, a tutte le aule è stata assegnata l'uscita di emergenza prevista dal piano di evacuazione, lasciando inalterati i tempi di pre-movimento, i comportamenti iniziali e le velocità.

### **Scenario Ottimizzato**

Infine, in questo ultimo scenario, basato su quello atteso, sono state aggiunte le classi che, durante la prova di evacuazione, non si trovavano all'interno dell'edificio, mentre sono state riposizionate nelle loro aule quelle che stavano svolgendo attività speciali. Questo ricollocamento è risultato necessario perché la mancanza di alcuni studenti o la loro dislocazione in zone diverse, rappresenta un caso speciale, che non rispecchia quello comune. In effetti, nell'ottica di una proiezione più generica, si è prevista la presenza contemporanea di tutte le classi, di entrambi i plessi, ognuna nella propria aula. Così come per gli insegnanti di sostegno e i loro studenti che, nel caso più generico, svolgono attività nelle aule di sostegno.

## **6.2 Modellazione di esodo**

### **Interoperabilità**

L'intera progettazione degli edifici contenenti i due plessi scolastici è stata sviluppata mediante la metodologia BIM (*Building Information Modeling*), attraverso il software Autodesk Revit 2020. Il BIM è un processo basato sulla costruzione di modelli parametrici 3D al fine di pianificare, progettare, costruire e gestire gli edifici in modo più efficiente. Questa tecnica ha permesso di ottenere un modello tridimensionale e un database corrispondente che contenesse una serie di informazioni di diverso carattere. Il trasferimento di dati BIM, tra diversi software, è in generale possibile attraverso l'esportazione del modello Revit, in formato IFC (*Industry Foundation Classes*). Infatti, i file IFC sono in grado di includere anche dati di diversa natura, come ad esempio riguardanti i solai, le porte e le scale. Il software di modellazione che si è scelto per la simulazione dell'esodo è stato Pathfinder, della casa Thunderhead. Nello specifico, Pathfinder è un simulatore di esodo che include un'interfaccia utente integrata a dei risultati animati 3D. Attraverso l'utilizzo di una mesh triangolata 3D, è possibile ricostruire la geometria del modello e, di conseguenza, rappresentare con precisione i dettagli geometrici e le curve. Questa triangolazione, inoltre, facilita il movimento continuo delle persone in tutto il modello. Avendo, dunque, a disposizione il modello BIM dell'intero edificio, si è proceduti all'esportazione del file Revit in formato IFC per poi poterlo importare all'interno di Pathfinder.

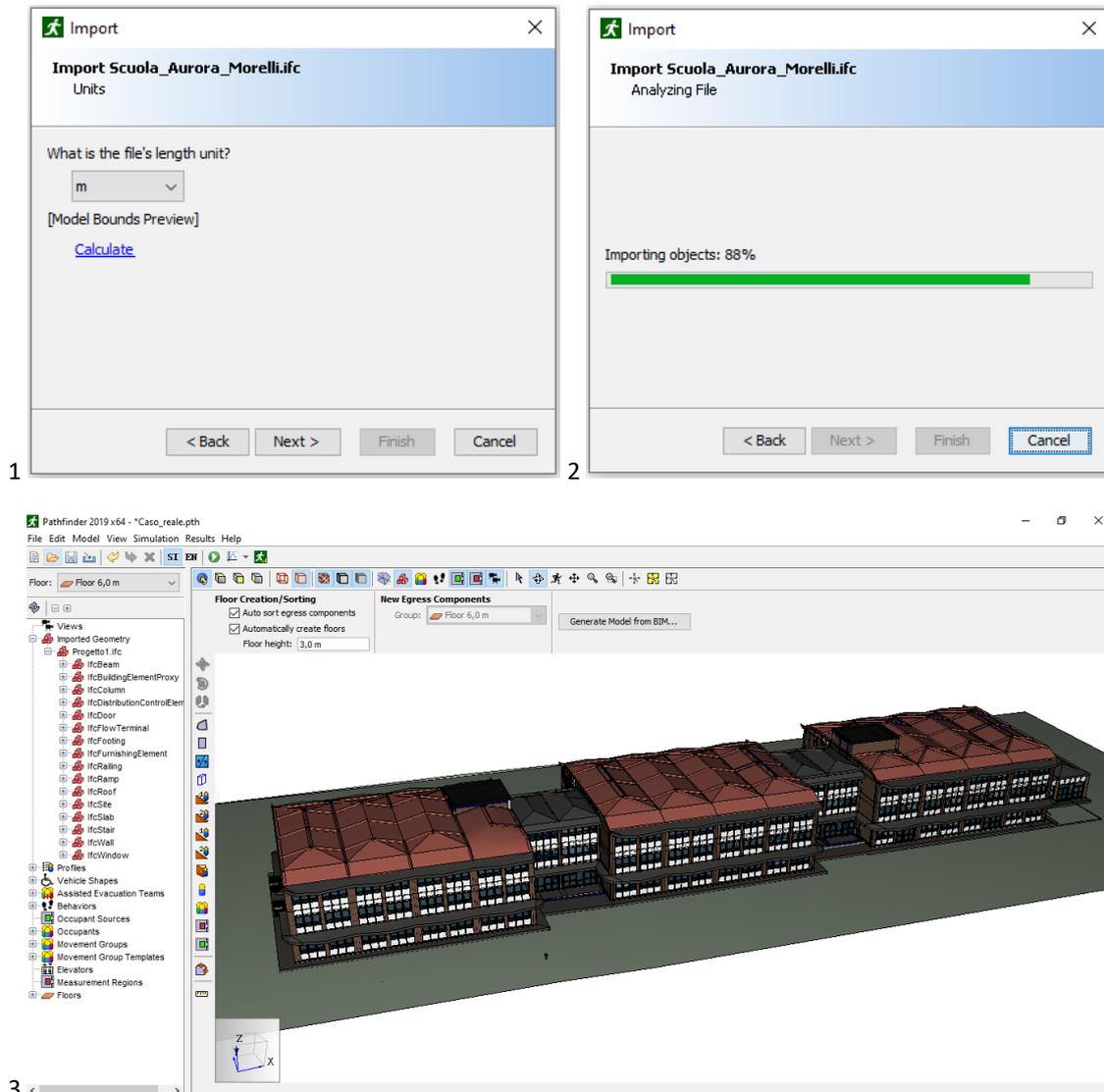


Figura 48 – Importazione del modello in formato IFC

### Semplificazione del modello geometrico importato

Una volta ottenuto il modello su Pathfinder, è stato necessario rimuovere oggetti non necessari nella geometria importata, situati all'interno della categoria "IfcBuildingElementProxy". Questi elementi sono stati generati a causa di una suddivisione errata delle stanze e la loro eliminazione ha permesso una migliore visualizzazione nella vista dei risultati.

### Estrazione di pavimenti, porte, scale e rampe

La fase successiva è stata quella di estrarre automaticamente i pavimenti, le porte, le scale e le rampe, selezionando dal menù del modello *“Generate Model from BIM”*. Pertanto, dopo aver eliminato dal modello estratto gli oggetti non necessari per la simulazione, si è passati alla fase successiva: l’inserimento degli occupanti.

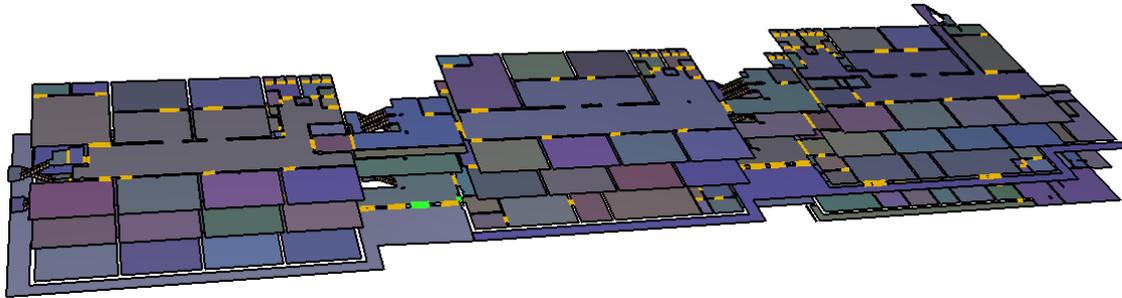


Figura 49 – Estrazione dei pavimenti, delle porte e delle scale

### Occupanti

Al fine di definire il percorso di ogni occupante verso l’uscita di emergenza, le impostazioni predefinite di Pathfinder hanno permesso di utilizzare una combinazione di parametri che hanno incluso:

- Il tempo di coda ad ogni porta della stanza in cui si trova l’occupante;
- Il tempo di percorrenza per ogni stanza;
- Il tempo stimato per raggiungere, da ogni porta, l’uscita;
- La distanza già percorsa nella stanza.

Gli occupanti rispondono dinamicamente ai cambiamenti delle code, all’apertura e alla chiusura delle porte e alle variazioni di velocità dovute alla presenza di ostacoli lungo il percorso. Il progettista può modificare i pesi dei parametri di default per modificare il comportamento degli occupanti. In alternativa, agli occupanti possono essere assegnati degli obiettivi specifici o delle uscite specifiche. Dopo aver ultimato il modello geometrico e funzionale, si è passati dunque all’inserimento e alla caratterizzazione degli occupanti. La collocazione di questi ultimi è stata operata sulla base del numero effettivo di persone rilevate, all’interno dell’edificio, al momento della prova di evacuazione. Per una maggiore comprensione della divisione delle due scuole, ad ogni piano è stato assegnato un colore, permettendo così di distinguere tra gli spazi di competenza della scuola primaria e quelli della scuola secondaria di I grado. Inoltre, è stato assegnato un colore diverso agli occupanti di ogni classe, nella tonalità del piano a cui fanno riferimento, per rendere più distinguibili i loro movimenti durante la simulazione.

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

Tabella 10 - Codifica dei colori assegnati per piano e per plesso

	Piano	Codice	RGB	-
Primaria	P.T	FFE353	255-227-83	
	P.1	FFA752	255-167-82	
	P.2	FF2733	255-39-51	
Secondaria	P.T	96CA9B	150-202-155	
	P.1	5E71F5	94-113-245	
	P.2	9572B7	149-114-183	
Esterno	T	8F7D90	143-125-144	

Tabella 11- Codifica dei colori assegnati alle classi

Scuola primaria				Scuola secondaria di I grado			
Classe	Codcie	RGB		Classe	Codcie	RGB	
1A(P)	FFFF99	255-255-153		1A(S)	3BFC00	59-252-0	
1B(P)	FF9997	255-153-151		1B(S)	57ABFF	87-171-255	
1C(P)	FF8467	255-132-103		1C(S)	4FFFFFF	79-255-255	
2A(P)	FFF3D3	255-243-211		1D(S)	D5B6F9	213-182-249	
2B(P)	FFE6B4	255-230-180		1E(S)	4E1DFF	78-29-255	
2C(P)	FFCC7F	255-204-127		1F(S)	FF5AF3	255-90-243	
3A(P)	FF7734	255-119-52		2A(S)	32511B	50-81-27	
3B(P)	FF6E09	255-110-9		2B(S)	7140FF	113-64-255	
3C(P)	FF766A	255-118-106		2C(S)	FF19F7	255-25-247	
4A(P)	FF5506	255-85-6		2D(S)	5EA65C	94-166-92	
4B(P)	FF9746	255-151-70		2E(S)	D441E3	212-65-227	
HC_4B(P)	FF9746	255-151-70		3A(S)	40007F	64-0-127	
4C(P)	FFD168	255-209-104		3A_Ins(S)	40007F	64-0-127	
5A(P)	FF0040	255-0-64		3B(S)	6E51FF	110-81-255	
5B(P)	C70000	199-0-0		3C(S)	5E9940	94-153-64	
5C(P)	9A0000	154-0-0		3D(S)	B551BD	181-81-189	
HC_2(P)	FFD9D5	255-217-213		3E(S)	A66594	166-101-148	
HC_2A(P)	FFD9D5	255-217-213		ATA2(S)	FFFFFF	255-255-255	
HC_2B(P)	FFD9D5	255-217-213		P.A(S)	4F8C72	79-140-114	
HC_TA	FFFFA3	255-255-163		HC_T(S)	51E1CF	81-225-207	
HC_TB	FFFFA3	255-255-163		HC_1(S)	70B4B9	112-180-185	
ATA1	FFFFFF	255-255-255		HC_2	FFE3D1	255-227-209	
ATA2	FFFFFF	255-255-255		ATA1(S)	FFFFFF	255-255-255	

Per quanto riguarda la loro disposizione, in particolare nel primo scenario, gli occupanti sono stati collocati nell'esatta posizione occupata durante la prova di evacuazione, al momento del suono della campanella di allarme. Si noti, in particolare, la posizione della classe 3A, che, al momento dell'inizio, della prova si trovava nel corpo scala C.B.

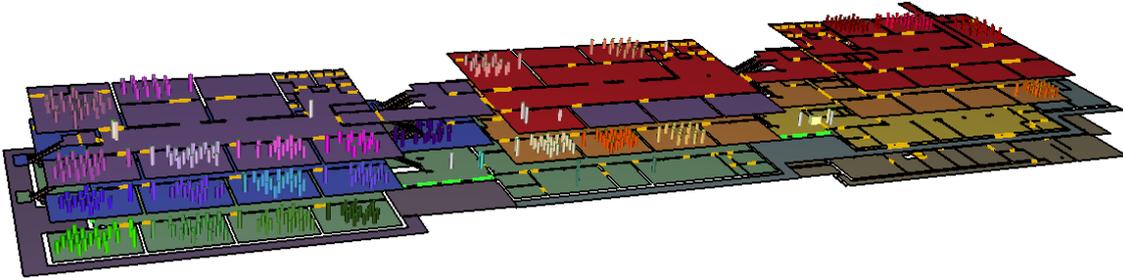


Figura 50 - Inserimento degli occupanti

### Caratterizzazione degli occupanti

Pathfinder permette la personalizzazione della popolazione di persone inserite all'interno del modello, andando ad agire sui *profiles* (profili) e i *behaviors* (comportamenti) di ognuno. Le modifiche apportate al profilo comportano cambiamenti legati alle dimensioni, alle velocità di marcia e alle restrizioni circa l'uso di scale e uscite di emergenza. Analogamente, nell'operare sui cambiamenti, si agisce sugli obiettivi di uscita, sui tempi di attesa e sul passaggio in determinati punti. Segue un'analisi più specifica riferita al caso in esame.

#### **Profiles**

Le macro categorie di profili di occupanti previsti nel seguente caso studio, sono state le seguenti:

- Alunno;
- Docente;
- Alunno disabile;
- Docente di sostegno;
- ATA.

Di seguito, sono stati elencati i parametri presi in considerazione nella modellazione dei diversi profili.

#### Uscita e scale

Per quanto riguarda gli alunni e i docenti, è stato necessario creare tanti profili quante fossero le uscite di emergenza. Questo perché, ad ogni occupante, è stata assegnata una scala e un'uscita da prendere durante la simulazione, coerentemente a quanto previsto nel piano di evacuazione di ciascuna scuola.

Nello specifico:

- **Alunni A:** profilo degli alunni con esodo tramite l'uscita o la scala A.
- **Alunni B\_A:** profilo degli alunni con esodo tramite l'uscita o la scala B\_A.
- **Alunni B\_B:** profilo degli alunni con esodo tramite l'uscita o la scala B\_B.
- **Alunni C\_A:** profilo degli alunni con esodo tramite l'uscita o la scala C\_A.
- **Alunni C\_B:** profilo degli alunni con esodo tramite l'uscita o la scala C\_B.
- **Alunni D:** profilo degli alunni con esodo tramite l'uscita o la scala B\_A.
- **Alunni disabili:** profilo privo di particolari restrizioni riguardanti le scale o l'uscita di emergenza da prendere.
- **Docenti A:** profilo dei docenti con esodo tramite l'uscita o la scala A.
- **Docenti B\_A:** profilo dei docenti con esodo tramite l'uscita o la scala B\_A.
- **Docenti B\_B:** profilo dei docenti con esodo tramite l'uscita o la scala B\_B.
- **Docenti C\_A:** profilo dei docenti con esodo tramite l'uscita o la scala C\_A.
- **Docenti C\_B:** profilo dei docenti con esodo tramite l'uscita o la scala C\_B.
- **Docenti D:** profilo dei docenti con esodo tramite l'uscita o la scala B\_A.
- **Docenti di sostegno:** profilo privo di particolari restrizioni riguardanti le scale o l'uscita di emergenza da prendere.
- **ATA:** profilo privo di particolari restrizioni riguardanti le scale o l'uscita di emergenza da prendere.

### Geometria

A tutti gli occupanti sono stati lasciati i valori di geometria e ingombro predefiniti dal sistema, ovvero un diametro pari a 45,58 cm e un'altezza pari a 1,82 m. Fanno eccezione gli occupanti ricadenti nel profilo "Alunni" ai quali è stata assegnata un'altezza di 1,20 m al fine di renderli riconoscibili nella visualizzazione degli occupanti "Mostra come cilindri". Infine, per quanto concerne il profilo "Alunni disabili", essendo su sedia a rotelle, è stato assegnato un ingombro maggiore, pari a 0.76 cm.

### Velocità

Come notato dalle registrazioni alcuni bambini hanno un'andatura più lenta rispetto alla rimanente popolazione scolastica. Per determinare una stima dei valori di velocità da assegnare in caso di emergenza, è stata fatta una ricerca degli studi esistenti che trattano questa tematica. Un primo riscontro è stato ottenuto dall'analisi della norma ISO/TR 16738:2009 "Fire-safety engineering – Technical information on methods for evaluating behaviours and movement of people" in cui, nell'Allegato G paragrafo G.3, Nelson e Mowrer forniscono un valore di velocità di percorso su superfici orizzontali pari a 1,19 m/s. Questo valore, riferendosi esclusivamente ad occupanti adulti, è stato assegnato ai profili dei Docenti e del personale ATA. Tuttavia, non è stato trovato nessun riferimento nella ISO/TR 16738:2009 sulla velocità degli occupanti con età compresa tra 6 e 14 anni, per questo l'attività di ricerca si è rivolta a quegli studi esistenti nella

letteratura mondiale che riportassero valori maggiormente utili perché più affini agli obiettivi preposti. A tal proposito, è stato trovato uno studio condotto da Aldis Run Larusdottir e Anne S. Dederichs del Dipartimento di Ingegneria Civile della Technical University of Denmark, denominato “*A Step Towards Including Children’s Evacuation Parameters and Behavior in Fire Safe Building Design*”. Quest’ultimo sostiene che, nonostante la popolazione del mondo occidentale sia caratterizzata tra il 15% e il 20% da bambini di età compresa tra 0 e 14 anni, le informazioni riguardanti questa parte di popolazione sono spesso trascurate nella progettazione della sicurezza antincendio, anche in caso di edifici scolastici. In effetti, la maggior parte degli studi che si occupano del comportamento adottato in caso di evacuazione, sono incentrati sulla messa in sicurezza degli adulti. Pertanto esistono ancora pochi dati riguardanti un modello che descriva la velocità di marcia, il flusso o la densità dei bambini di tenera età. Lo scopo dello studio condotto da Larusdottir e Dederichs è, dunque, quello di avvicinare la comunità della sicurezza antincendio all’inclusione dei bambini nella progettazione della stessa attraverso l’introduzione di parametri di movimento e di un modello empirico che descriva l’evacuazione dei bambini. Tra i parametri indagati risultano la velocità e il flusso sulle scale, attraverso le porte, nonché il rilevamento degli allarmi antincendio automatici e la necessità o meno di aiuto durante l’evacuazione. Dallo studio è stata estrapolata la tabella che riassume i parametri precedentemente discussi.

<b>Parameter</b>		<b>Children 0–2 years</b>				<b>Children 3–6 years</b>			
<b>Flow (pers/s)</b>		$0.031 D^2 + 0.399 D$				$0.039 D^2 + 0.622 D$			
		<b>Mean (m/s)</b>	<b>Min. (m/s)</b>	<b>Max. (m/s)</b>	<b>SD (m/s)</b>	<b>Mean (m/s)</b>	<b>Min. (m/s)</b>	<b>Max. (m/s)</b>	<b>SD (m/s)</b>
<b>Walking</b>	<b>Plane</b>	0.60	0.30	0.98	0.17	0.84	0.42	1.36	0.25
	<b>Stair 1</b>	-	-	-	-	0.58	0.25	1.40	0.31
	<b>Stair 2</b>	-	-	-	-	0.38	0.29	0.48	0.07
	<b>Stair 3</b>	-	-	-	-	0.13	0.08	0.33	0.06
<b>Running</b>	<b>Plane</b>	1.14	0.90	1.80	0.30	2.23	0.83	3.24	0.64

Figura 51 – Estratto di tabella contenente i parametri del movimento dei bambini durante l’evacuazione<sup>13</sup>

Si noti subito come lo studio ha interessato bambini in una fascia di età compresa tra 0 e 6 anni e, di conseguenza, come non sia stato possibile utilizzare tali valori nelle simulazioni di esodo. Tuttavia, si è pensato di adoperare lo stesso metodo adottato nello studio, al fine di recuperare il valore di velocità in maniera empirica dalle riprese della prova di evacuazione. Il risultato che si è riscontrato da questa trasposizione ha svelato che i bambini di età compresa tra 8 e 14 anni assumevano la stessa andatura dell’insegnate, diversamente, quelli di 6 e 7 anni, avevano una velocità minore. Pertanto, agli alunni dalla terza elementare in poi, è stata assegnata la stessa velocità degli adulti, derivante dalla norma ISO/TR 16738:2009, mentre, il valore assegnato ai bambini di

<sup>13</sup> Fonte: Aldis Run Larusdottir – Anne S. Dederichs, *A Step Towards Including Children’s Evacuation Parameters and Behavior in Fire Safe Building Design*, Denmark, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

prima e di seconda è stato ricavato dallo studio del percorso di una bambina che, prima dell'inizio della prova, si è diretta in bagno mantenendo un'andatura normale. Poiché nel piano di emergenza viene esattamente specificato che l'esodo deve avvenire mantenendo la calma e senza correre, la bambina in questione si è rivelata perfetta per lo scopo.

Di seguito sono state riportate, in sequenza, le foto scattate al percorso effettuato dalla bambina per recarsi in bagno, dalla sua aula. Inoltre, è stata inserita la pianta del piano in cui si trovava al momento della prova, il secondo in questo caso, sul quale sono stati evidenziati i punti di partenza e di arrivo. Si noti come, per tutto il tratto iniziale  $L_1$ , si sia mantenuta vicina al muro, per poi tagliare verso il bagno nel tratto  $L_2$ .

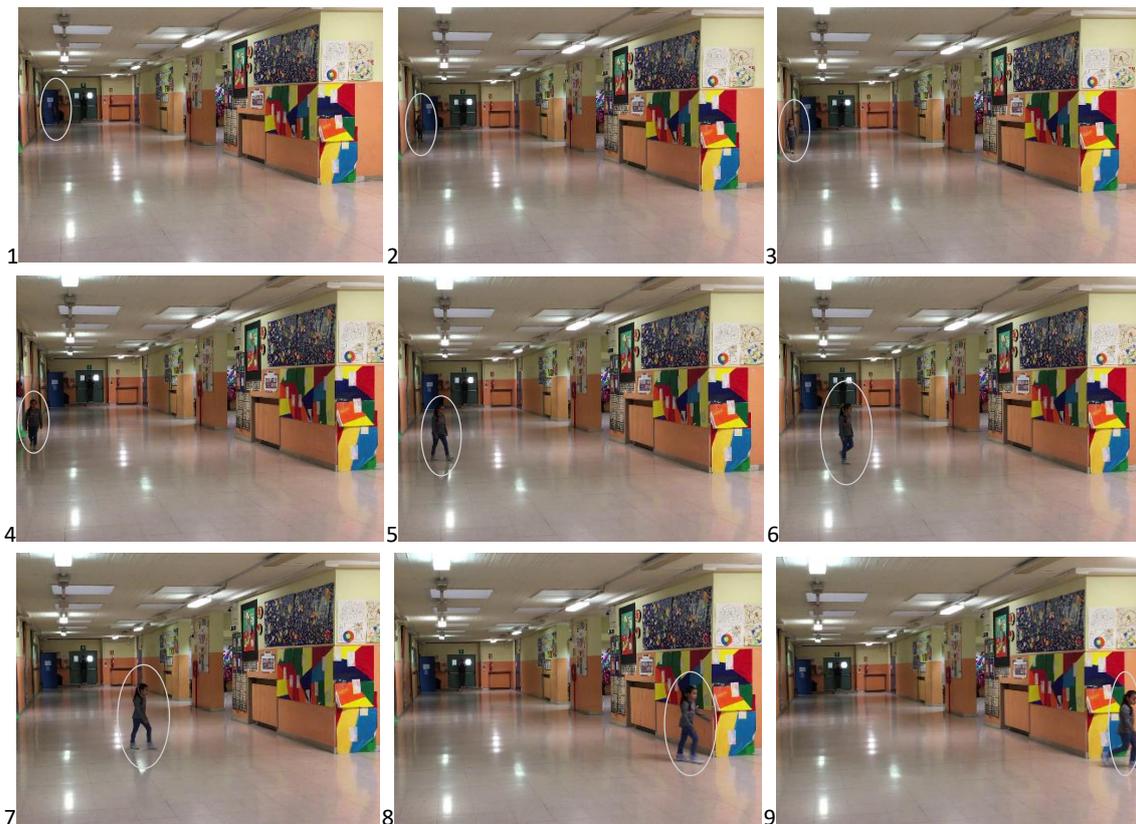


Figura 52 – Percorso della bambina presa in esame per il calcolo del valore di velocità



### Behaviours

Tramite i “behaviours” vengono settati gli aspetti comportamentali, ovvero la sequenza di azioni che gli occupanti svolgono prima di dirigersi verso l’obiettivo finale che, in questo caso, può essere riconosciuto nell’uscita di emergenza o nel raggiungimento dello spazio calmo, per quanto riguarda alcuni Insegnanti di sostegno.

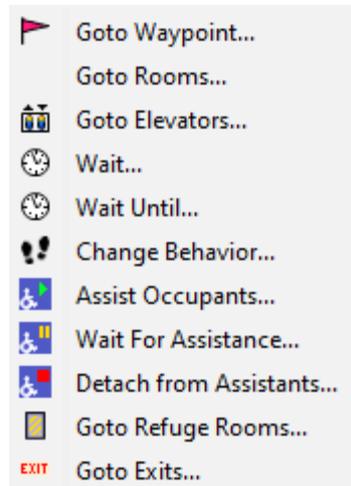


Figura 55 – Elenco delle azioni che possono essere svolte da un occupante

Al fine di ricreare nel minimo dettaglio la prova di evacuazione che ha interessato i due plessi, i comportamenti sono stati modellati seguendo criteri diversi, assegnando azioni quali “Goto Waypoint” per portare l’occupante a dirigersi verso un punto specifico, “Wait” o “Wait Until”, designanti gli ordini di aspettare un determinato tempo o di attendere fino ad un certo tempo preimpostato. Inoltre, per quanto riguarda gli alunni con necessità di assistenza da parte di un docente, sono state assegnate azioni quali “Assist Occupants” all’insegnante che deve assistere e “Wait for Assistance”, all’alunno che necessita assistenza. Per finire, mediante l’azione “Go to exit”, è stata specificata l’uscita o le uscite da poter prendere, escludendo le altre.

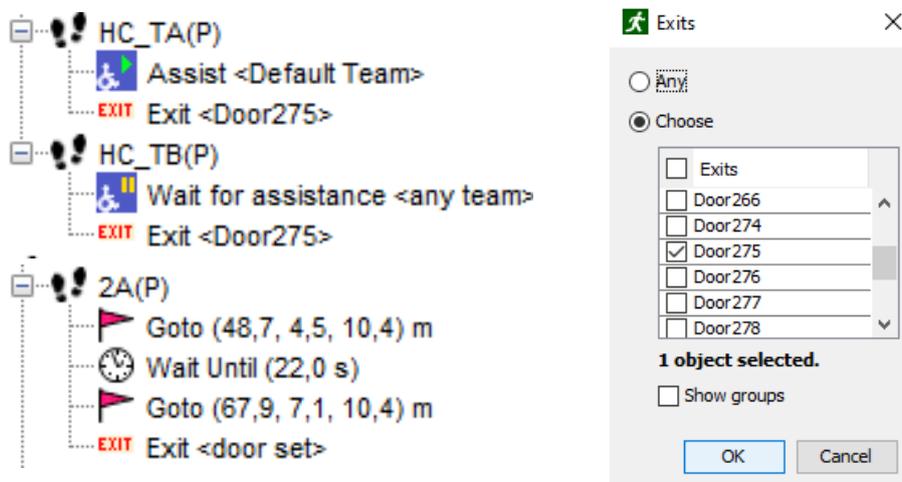


Figura 56 – Esempi di behaviours

## Movement Groups

I gruppi di movimento permettono di mettere in contatto studenti, o altri tipi di occupanti, in gruppi che si cercheranno a vicenda e manterranno una distanza minima tra di loro. Questi gruppi possono essere creati impostando un profilo di leader per le evacuazioni. In caso un membro dovesse essere troppo lontano, gli altri occupanti appartenenti allo stesso gruppo, possono disconnettersi e rallentare per permettere al membro che si è allontanato, di raggiungerli. Per il caso in esame, ad ogni classe è stato assegnato un movimento di gruppo, settando una distanza massima di 2 m e impostando un leader da seguire.

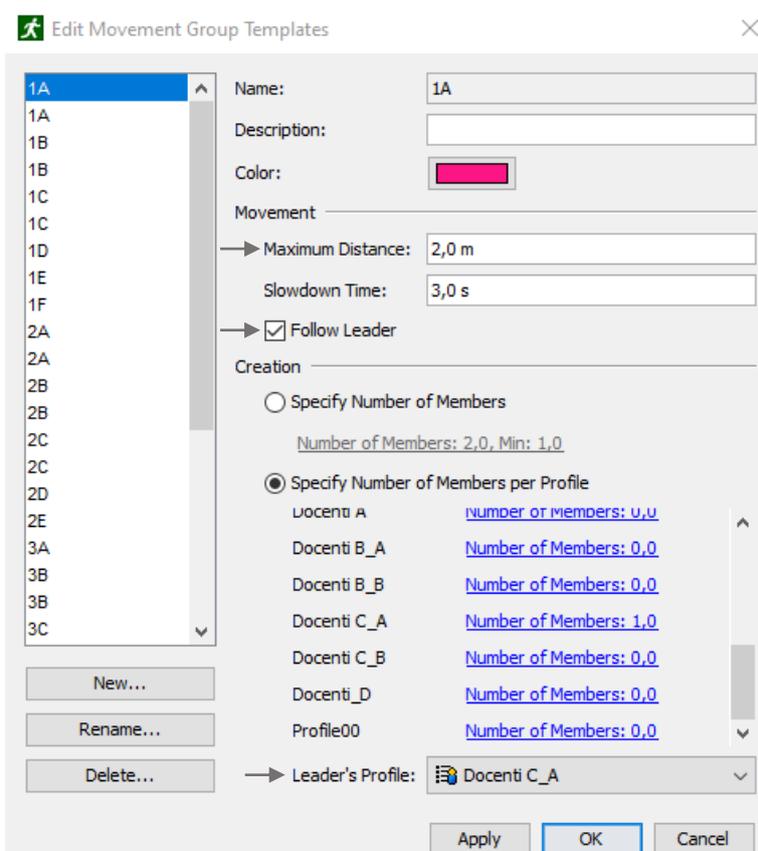


Figura 57 – Esempio di Movement group assegnato alla 1A della scuola primaria

Non per tutte le classi è stato scelto come leader il docente referente: questo perché, durante la prova di evacuazione, alcune di esse erano guidate da uno studente apri-fila, dando così la possibilità all'insegnante di controllare che tutti si muovessero insieme.

## Quadro sinottico degli scenari

Per una maggiore comprensione della disposizione e dell'assegnazione delle scale e delle uscite, ad ogni classe e, per ogni scenario, sono state riportate delle piante di esempio, leggibili attraverso la codifica illustrata nei capitoli precedenti. Inoltre, sono state inserite delle tabelle riassuntive circa le impostazioni dei tre scenari di esodo reale.

Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

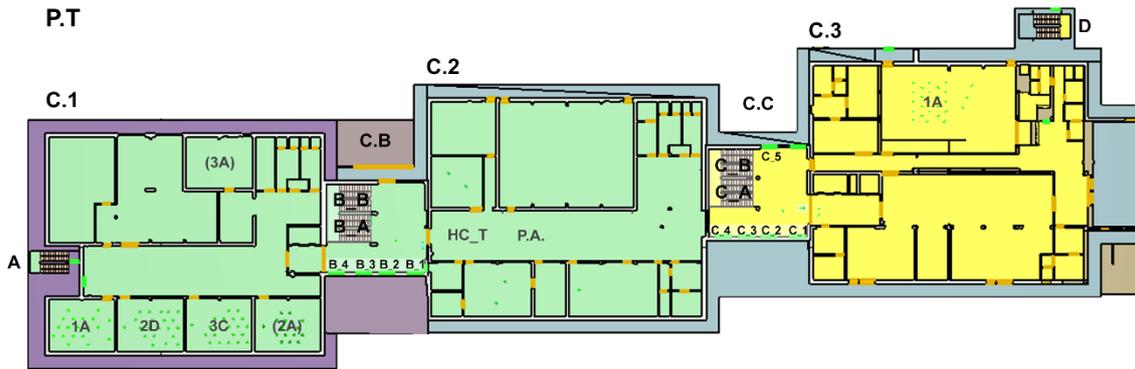


Figura 58 – Pianta piano terra, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario Reale

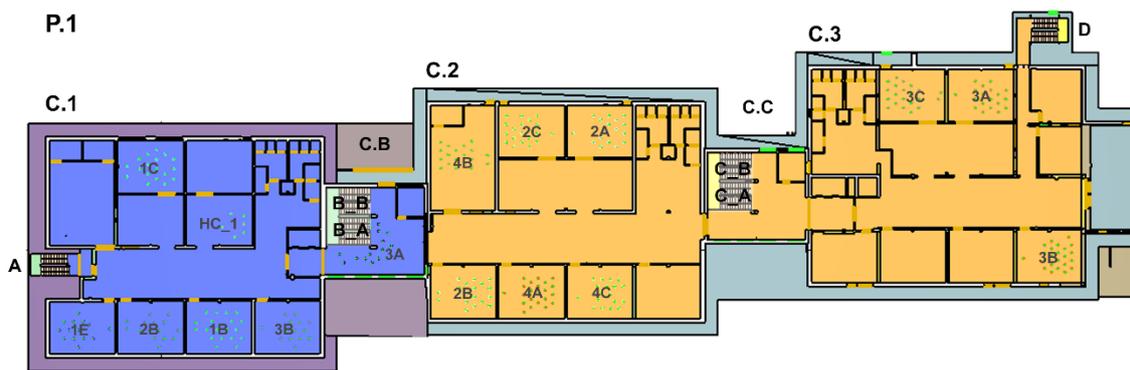


Figura 59 – Pianta piano primo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario Reale

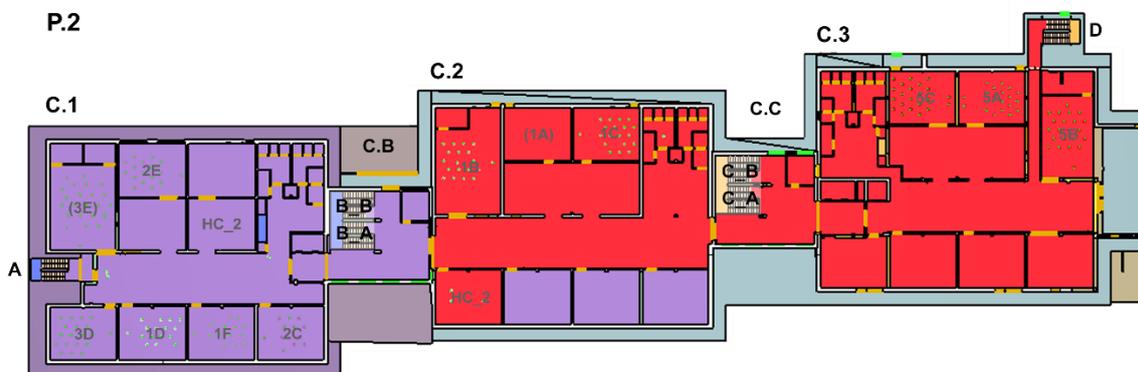


Figura 60 – Pianta piano secondo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario Reale

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

Tabella 13 – Scale e Uscite assegnate alle classi della scuola primaria, nei diversi scenari

Scuola primaria													
Dati Input					Scenario Reale			Scenario Atteso			Scenario Ottimizzato		
Classe	C.	N. Stud.	N. Doc.	N. ATA	P.	Scale	Uscita	P.	Scale	Uscita	P.	Scale	Uscita
1A	C.3	23	3	-	T	-	Sala riunioni	T	-	Sala riunioni	2	C_A	C_1
1B	C.2	18	1	-	2	C_B	C_5	2	C_A	C_1	2	C_A	C_1
1C	C.2	18	1	-	2	C_A	C_2/3	2	C_A	C_2/3	2	C_A	C_1
2A	C.2	15	1	-	1	C_A	C_2/3	1	C_A	C_2/3	1	C_A	C_2
2B	C.2	17	2	-	1	C_A	C_2	1	C_A	C_2	1	C_A	C_2
2C	C.2	17	2	-	1	C_A	C_2/3	1	C_A	C_2/3	1	C_A	C_2
3A	C.3	18	1	-	1	D	D	1	D	D	1	D	D
3B	C.3	21	2	-	1	D	D	1	D	D	1	D	D
3C	C.3	19	2	-	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5
4A	C.2	21	1	-	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5
4B	C.2	16	1	-	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5
HC_4B		1	1	-		-	Spazio calmo		-	Spazio calmo		-	Spazio calmo
4C	C.2	18	1	-	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5	1	C_B	C_5
5A	C.3	18	2	-	2	D	D	2	D	D	2	D	D
5B	C.3	21	1	-	2	D	D	2	D	D	2	D	D
5C	C.3	20	2	-	2	D	D	2	C_B	C_5	2	C_B	C_5
HC_2	C.2	1	1	-	2	C_B	C_5	2	C_B	C_5	2	C_B	C_5
HC_2A	C.2	-	1	-	2	C_B	C_5	2	C_B	C_5	2	C_B	C_5
HC_2B	C.2	1	-	-		C_B	C_5		C_B	C_5		C_B	C_5
HC_TA	C.C	1	-	-	T	-	C_2	T	-	C_2	T	-	C_2
HC_TB	C.C	-	1	-	T	-	C_2	T	-	C_2	T	-	C_2
ATA1	C.C	-	-	1	T	-	-	T	-	-	T	-	-
ATA2	C.C	-	-	1	T	-	-	T	-	-	T	-	-

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

Tabella 14 - Scale e Uscite assegnate alle classi della scuola secondaria, nei diversi scenari

Scuola secondaria di I grado													
Dati Input					Scenario Reale			Scenario Atteso			Scenario Ottimizzato		
Classe	Corpo	N. Stud.	N. Doc.	N. ATA	P.	Scale	Uscita	P.	Scale	Uscita	P.	Scale	Uscita
1A	C.1	17	2	-	T	-	A	T	-	A	T	-	A
1B	C.1	17	2	-	1	B_A	B_2	1	B_A	B_2	1	B_A	B_2
1C	C.1	16	2	-	1	A	A	1	A	A	1	A	A
1D	C.1	15	1	-	2	A	A	2	A	A	2	A	A
1E	C.1	13	1	-	1	A	A	1	A	A	1	A	A
1F	C.1	13	1	-	2	B_B	B_2	2	B_B	B_2	2	B_B	B_2
2A	C.1	15	1	-	-	-	-	-	-	-	T	-	B_4
2B	C.1	13	2	-	1	A	A	1	A	A	1	A	A
2C	C.1	11	1	-	2	B_A	B_2	2	B_A	B_2	2	B_A	B_2
2D	C.1	20	1	-	T	-	A	T	-	A	T	-	A
2E	C.1	16	1	-	2	A	A	2	A	A	2	A	A
3A	C.1	15	2	-	1	B_A	B_2	1	B_A	B_2	T	-	B_4
						B_A	B_4		B_A	B_4			
3B	C.1	13	1	-	1	B_A	B_2	1	B_A	B_2	1	B_A	B_2
3C	C.1	19	1	-	T	-	B_4	T	-	B_4	T	-	B_4
3D	C.1	18	1	-	2	A	A	2	A	A	2	A	A
3E	C.1	22	1	-	-	-	-	-	-	-	2	A	A
ATA2	C.1	-	-	1	T	-	-	T	-	-	T	-	-
P.A.	C.1	-	5	-	T	-	B_2	T	-	B_2	T	-	B_2
HC	C.B	1	1	-	T	-	B_2	T	-	B_2	T	-	B_2
HC	C.1	5	1	-	1	A	A	1	B_A	B_2	1	B_A	B_2
HC	C.1	1	1	-	2	-	Spazio calmo	2	-	Spazio calmo	2	-	Spazio calmo
ATA1	C.1	-	-	1	2	-	-	2	-	-	2	-	-

Nelle tabelle riportate sono state evidenziate, in grigio, le classi che, nelle varie simulazioni, hanno subito delle modifiche circa le uscite finali, o che sono state aggiunte poiché non presenti durante la prova.

Dunque, dopo aver configurato i vari parametri fisici e comportamentali degli occupanti esposti in precedenza, sono state lanciate le tre simulazioni di esodo reali.

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

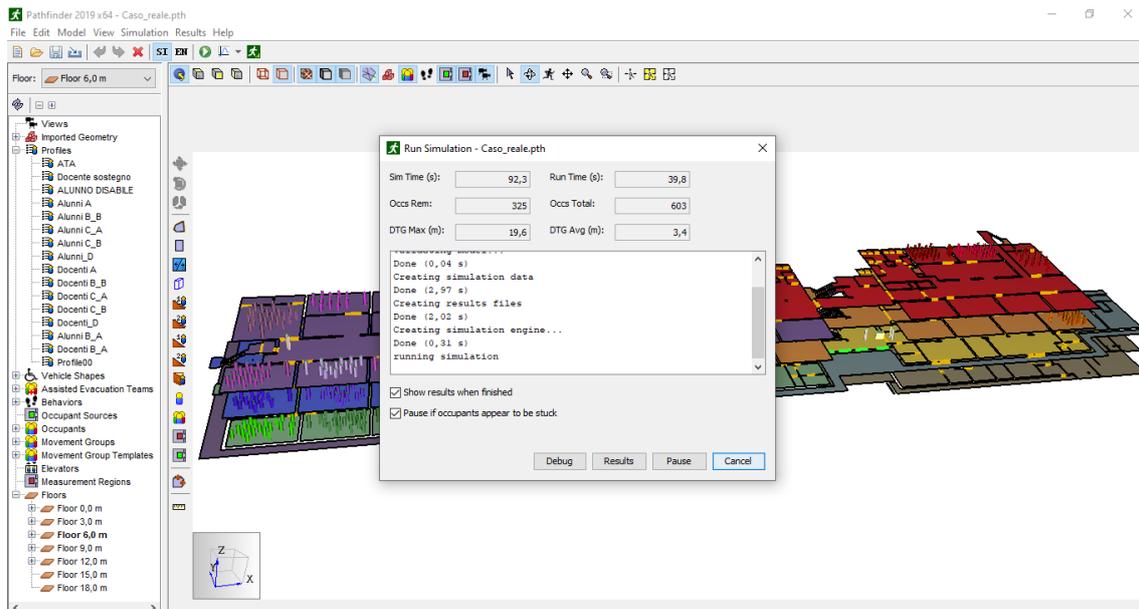


Figura 61 – Esempio avvio della simulazione

### 6.3 Risultati delle simulazioni

Al termine dell'avvio delle simulazioni, il software ha restituito diverse tipologie di output, successivamente analizzate per trarne alcune considerazioni.

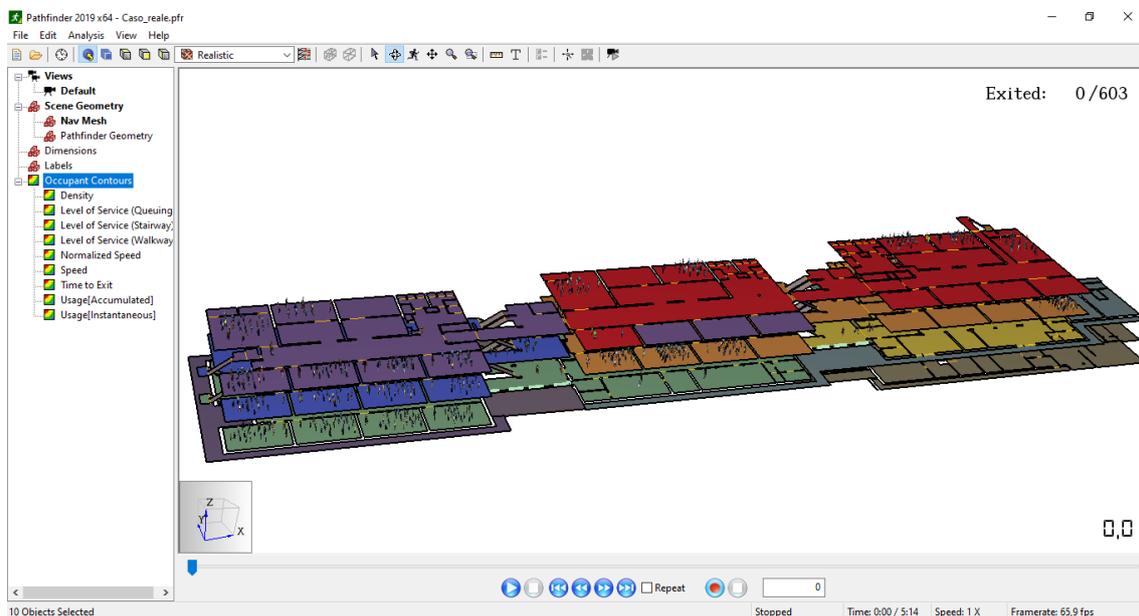


Figura 62 - Esempio risultato della simulazione lanciata

Nell'Allegato III – *Tabelle simulazioni di esodo reale* del presente lavoro di tesi, sono stati riportati tutti risultati dei tempi di completamento, massimi e minimi, di ogni classe appartenenti ai due piani.

### 6.3.1 Valutazione dei tempi di completamento

Terminate le simulazioni, nelle tabelle successive sono stati riassunti i tempi massimi di completamento per ogni tipologia di uscita. Inoltre, è stato operato un confronto dei tempi delle classi che sono state aggiunte o che sono state ricollocate nelle loro aule nelle simulazioni. Infine è stato determinato il valore di RSET di ogni plesso.

#### Scuola primaria

Tabella 15 - Confronto tempi massimi di esodo, per uscita, dei tre diversi scenari, scuola primaria

Scuola primaria							
Classe	Uscita	Scenari					
		S. Reale		S. Atteso		S. Ottimizzato	
		P.	t <sub>max</sub> [s]	P.	t <sub>max</sub> [s]	P.	t <sub>max</sub> [s]
2B(P)	C_2	1	147,3	1	162,8	-	-
1B(P)	C_1	-	-	-	-	2	192,6
4B(P)	C_5	1	152,8	1	157,4	1	159,9
5C(P)	D	2	186	-	-	-	-
5B(P)	D	-	-	2	164,8	2	164,8

Nello specifico:

- **Uscita C\_1:** nello scenario ottimizzato si nota un significativo aumento del tempo massimo di completamento per quanto riguarda il raggiungimento delle le uscite coincidenti con l'ingresso della scuola primaria. Questo aumento è dovuto al fatto che, nell'ultimo scenario, la classe 1A è stata ricollocata nella propria aula situata al piano secondo. Di conseguenza, l'aumento del t<sub>max</sub> è dovuto all'aggiunta di una classe usufruente della scala C\_A, con conseguenti rallentamenti e obblighi di precedenza per le altre classi.
- **Uscita C\_5:** nonostante l'aggiunta della 5C, situata al secondo piano, non sono stati riscontrati particolari aumenti di tempo di completamento: questo perché, al momento di impegnare la scala C\_B, la classe ha trovato il percorso libero e, di conseguenza, non ha generato sostanziali rallentamenti delle altre classi.
- **Uscita D:** dopo aver riassegnato alla 5C l'uscita corretta, i tempi di completamento dell'uscita D sono diminuiti come previsto.

Tabella 16 – Confronto tempi di completamento dei tre diversi scenari, casi particolari, scuola primaria

Scuola primaria							
Classe	Uscita	Scenari					
		S. Reale		S. Atteso		S. Ottimizzato	
		P.	t <sub>max</sub> [s]	P.	t <sub>max</sub> [s]	P.	t <sub>max</sub> [s]
1A(P)	Sala riunioni	T	38,1	T	38,1	-	-
	C_1	-	-	-	-	2	154,9

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

Poiché al momento della prova di evacuazione la 1A si trovava a piano terra nella sala riunioni, intenta a svolgere una lezione di attività motoria, nei primi due scenari sono stati riscontrati dei tempi di completamento molto bassi. Diversamente, nello scenario ottimizzato, essendo stata ricollocata nella sua aula al secondo piano, è stato rilevato un ragionevole aumento di tempo, comprensibilmente dovuto all'aumento della distanza da percorrere.

### Scuola secondaria I grado

Tabella 17 – Confronto tempi massimi di esodo, per uscita, dei tre diversi scenari, scuola secondaria

Scuola secondaria di I grado							
Classe	Uscita	Scenari					
		S. Reale		S. Atteso		S. Ottimizzato	
		P.	$t_{max}$ [s]	P.	$t_{max}$ [s]	P.	$t_{max}$ [s]
1F(S)	B	2	133,9	2	115,8	2	115,8
2E(S)	A	2	177,6	2	169,8	2	193,7

Nello specifico:

- **Uscita B:** rispetto allo scenario reale, notiamo una leggera diminuzione del  $t_{max}$  di completamento sia nello scenario atteso che in quello ottimizzato, conseguente alla correzione del comportamento della classe 1F, la quale, durante la prova di evacuazione, aveva sbagliato uscita allungando il percorso di esodo e, di conseguenza, protraendo il tempo di completamento.
- **Uscita A:** l'aumento del tempo di completamento, che si è riscontrato nello scenario ottimizzato, è dovuto all'aggiunta di due classi che, non essendo presenti nell'edificio durante la prova di evacuazione, hanno rappresentato un carico di affollamento in meno nella scala A.

Tabella 18 – Confronto tempi di completamento dei tre diversi scenari, casi particolari, scuola secondaria

Scuola secondaria di I grado							
Classe	Uscita	Scenari					
		S. Reale		S. Atteso		S. Ottimizzato	
		P.	$t_{max}$ [s]	P.	$t_{max}$ [s]	P.	$t_{max}$ [s]
HC_1(S)	A	1	135,3	1	-	1	-
	B		-		91,6		91,6
3A(S)	B_2	1	30,5	1	30,5	T	45,2
3A_Ins(S)	B_4		59,1		59,1		-
2A(S)	B_4	-	-	-	-	T	62,4
3E(S)	A	-	-	-	-	2	130,4

Da questo ulteriore confronto notiamo come si siano verificati dei cambiamenti di tempi per quanto concerne attori:

- **HC\_1:** nello scenario atteso, è stata assegnata all'insegnante di sostegno del primo piano, la corretta uscita di emergenza. Questo ha comportato, una diminuzione del tempo di completamento, dovuta ad una minor distanza da percorrere.
- **3A:** nel caso reale e atteso, la 3A ha ottenuto dei tempi molto bassi dovuti al fatto che, al suono della campanella, si trovava già in prossimità del corpo scala, ad eccezione del secondo insegnante che, andato a recuperare i moduli di evacuazione nell'aula a piano terra, ha impiegato quasi il doppio del tempo rispetto al resto della classe per raggiungere l'uscita di emergenza. Diversamente, nello scenario ottimizzato, l'aumento di tempo di completamento è dovuto alla ricollocazione dell'intera classe nell'aula di appartenenza a piano terra.
- **2A e 3E:** entrambe le classi, al momento della prova, non erano presenti all'interno dell'edificio e, di conseguenza, non hanno preso parte all'evacuazione. Per questo motivo compaiono esclusivamente nello scenario ottimizzato nel quale, come spiegato in precedenza, si è cercato di ricreare un quadro che fosse il più generico possibile.

### Determinazione del tempo richiesto per l'esodo RSET

Per ogni scenario è stato riportato il valore massimo di tempo di completamento, coincidente con quello di RSET, ovvero il tempo richiesto per permettere l'evacuazione in sicurezza dall'edificio. Il rapporto tecnico ISO/DTR 16738 :2009 lo definisce come la somma dei seguenti tempi:

- **t<sub>det</sub>:** corrisponde al tempo di rivelazione, fortemente dipendente dalla scelta progettuale del sistema di rivelazione;
- **t<sub>a</sub>:** corrisponde al tempo che intercorre tra la rivelazione dell'incendio e la diffusione dell'informazione agli occupanti;
- **t<sub>pre</sub>:** corrisponde al tempo necessario agli occupanti per svolgere una serie di attività che precedono il movimento vero e proprio verso il luogo sicuro.

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} + t_{trav} \quad [s]$$

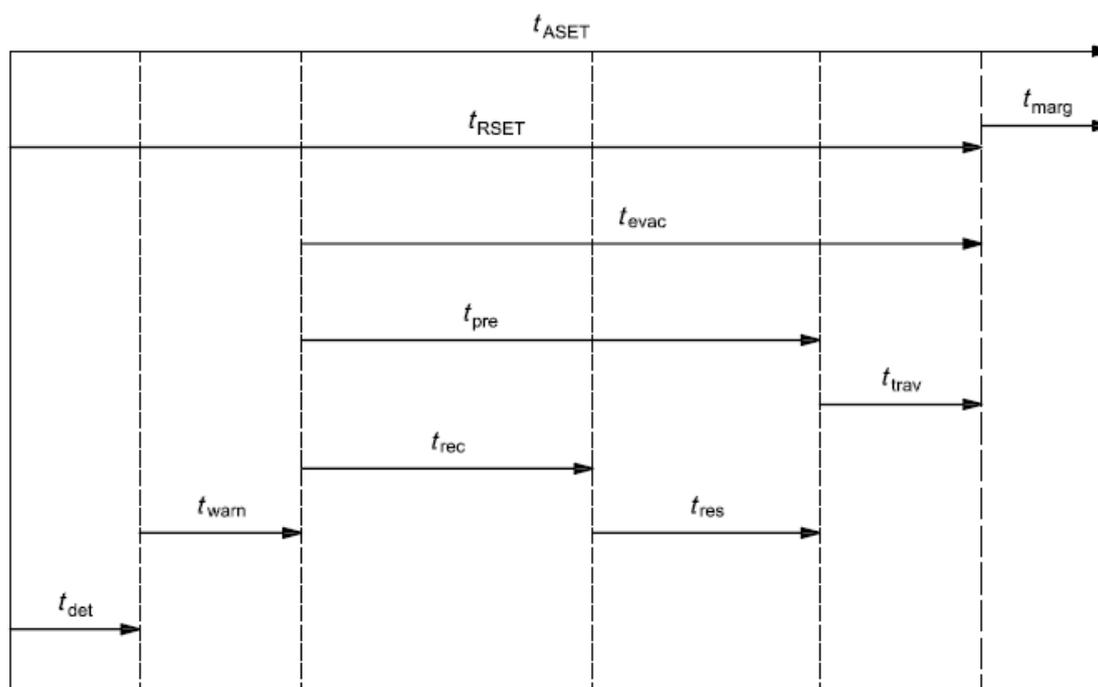


Figura 63 - Schema semplificato della caratterizzazione di RSET<sup>14</sup>

Generalmente, quindi, è corretto affermare che questi valori vengono ricavati dalle simulazioni impostando dei tempi di pre-movimento che, a loro volta, sono ricavati dalle tabelle fornite dall'ISO/DTR 16738:2009. Tuttavia, il progettista può assumere differenti valori sulla base di analisi più accurate. In questo caso, nello specifico, i tempi di pre-movimento di ogni classe sono stati ricavati direttamente dalle riprese della prova di evacuazione e, successivamente, inseriti nel modello di simulazione, ottenendo così, oltre ai valori di RSET, quelli del  $t_{tra}$ . Per quanto riguarda invece il  $t_{det}$  e il  $t_a$ , sono stati considerati nulli, in quanto riferiti ad una prova di evacuazione.

### Scuola primaria

Tabella 19 – Confronto valore di RSET di ogni scenario, scuola primaria

Scuola primaria							
Scenario	Classe	Uscita	P.	Tempi [s]			
				$t_{det}+t_a$	$t_{pre}$	$t_{tra}$	RSET
Reale	5C(P)	D	2	0	0,07	185,925	186
Atteso	5B(P)	D	2	0	0,08	164,725	164,8
Ottimizzato	1B(P)	C_1	2	0	25,00	167,60	192,60

<sup>14</sup> Fonte: ISO/DTR 16738 – Fire-safety engineering – Technical information on methods for evaluating behaviours and movement of people

## Capitolo 6 – Simulazione di esodo reale

Nello scenario ottimizzato il tempo di RSET risulta essere il maggiore tra i tre: questo valore trae spiegazione dal fatto che, nella simulazione, è stata aggiunta una classe al secondo piano, con conseguenti rallentamenti a danno della classe 1B.

### Scuola secondaria di I grado

Tabella 20 – Confronto valore di RSET di ogni scenario, scuola secondaria

Scuola secondaria di I grado							
Scenario	Classe	Uscita	P.	Tempi [s]			
				$t_{det+t_a}$	$t_{pre}$	$t_{tra}$	RSET
Reale	2E(S)	A	2	0	0,13	177,48	177,60
Atteso	2E(S)	A	2	0	0,05	169,75	169,80
Ottimizzato	2E(S)	A	2	0	83,68	110,03	193,70

Analogamente a quanto riscontrato per la scuola primaria, anche in questo caso, nello scenario ottimizzato, il tempo di RSET risulta essere il maggiore tra i tre, poiché sono state aggiunte 3 classi alla simulazione.

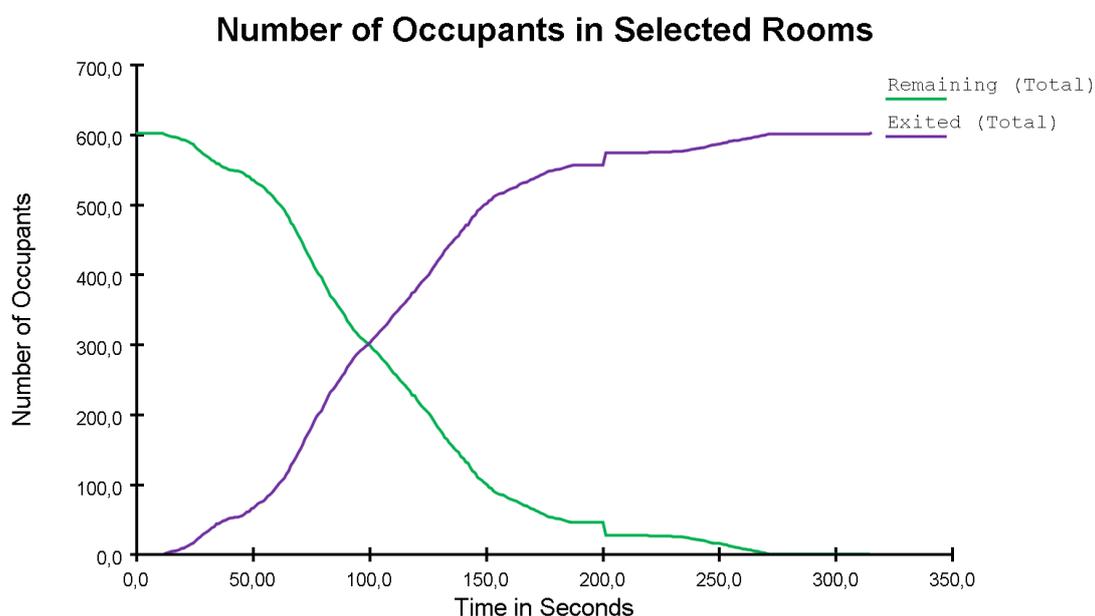


Figura 64 – Scenario Reale riferito all'intero edificio – Grafico occupanti/tempo

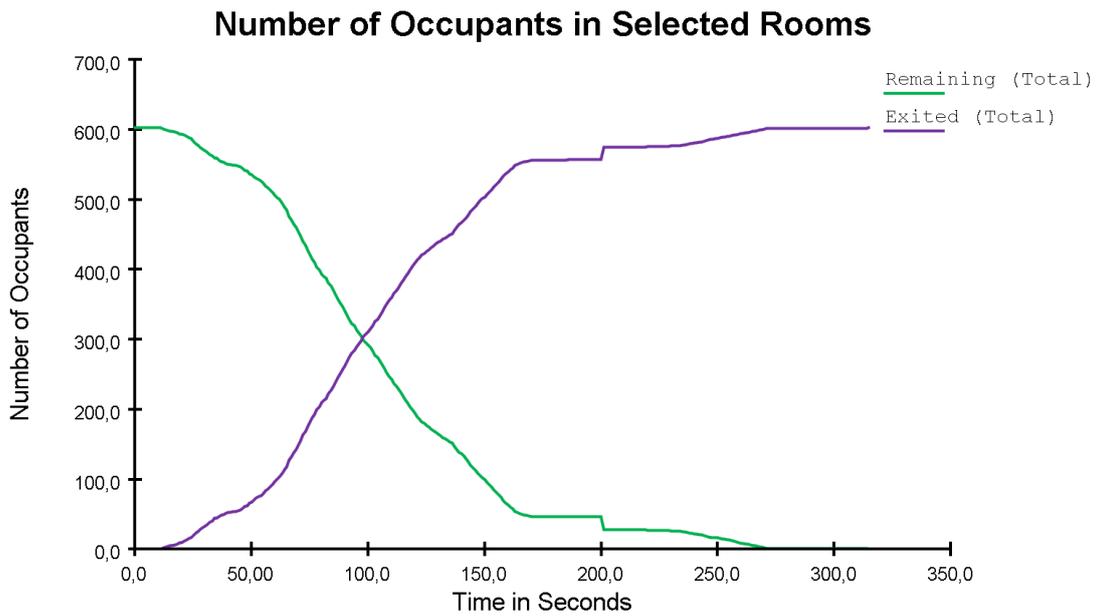


Figura 65 – Scenario Atteso riferito all'intero edificio – Grafico occupanti/tempo

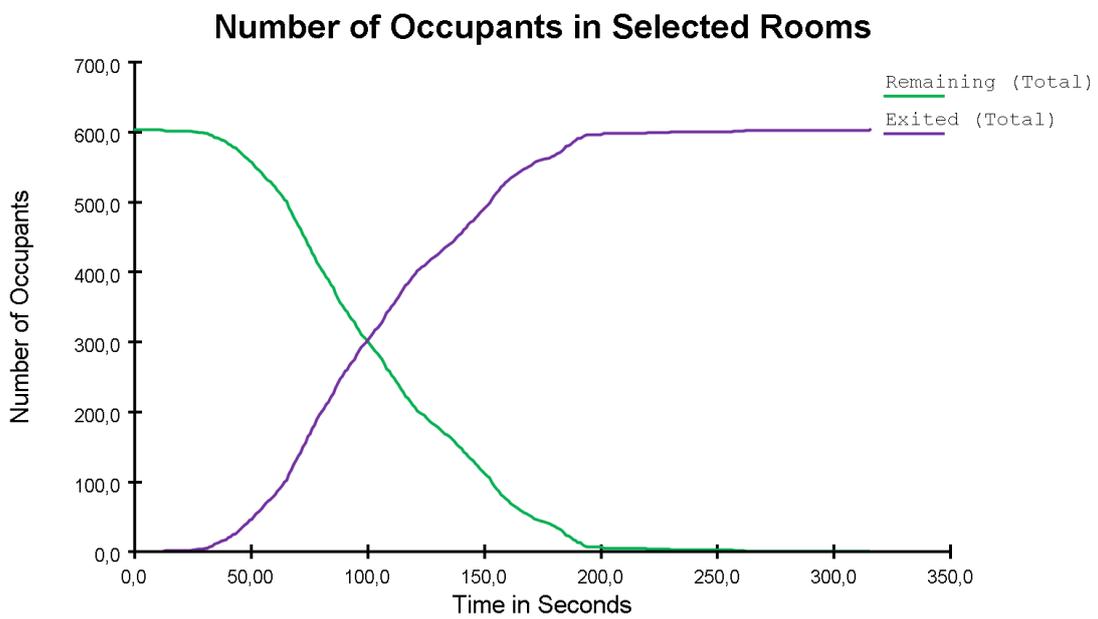


Figura 66 - Scenario Ottimizzato riferito all'intero edificio – Grafico occupanti/tempo

## Capitolo 7

# Simulazione di esodo di progetto

---

Lo scopo di questo capitolo è stato quello di individuare, per entrambi i plessi scolastici, gli scenari di esodo più critici, ai quali successivamente applicare due differenti piani di evacuazione: quello attualmente vigente e quello, invece, progettato per ottimizzarne l'esodo. Questo *modus operandi* ha permesso di osservare come il progetto del nuovo piano di evacuazione sia stato, in un certo senso, verificato direttamente sulle scuole prese in esame, attraverso una prova di evacuazione reale. Ciò che differenzia, infatti, questo lavoro deriva dal fatto che, generalmente, i piani di evacuazione vengono testati tramite software di simulazione di esodo che si avvalgono di parametri iniziali derivanti da rapporti tecnici o normative standard. In questo caso, invece, il monitoraggio della prova di evacuazione ha fornito i dati di partenza necessari per la creazione di una simulazione critica a cui poter applicare un piano di emergenza *ad hoc* del quale si è potuta verificare l'efficienza rispetto a quello già esistente. La base di partenza degli scenari critici, che verranno trattati nei prossimi paragrafi, è stato lo scenario ottimizzato analizzato nel precedente capitolo il quale, a suo volta, è basato sul caso reale.

### 7.1 Valutazione scenari critici di esodo

Per quanto riguarda la valutazione degli scenari critici, è stato necessario partire da uno studio preliminare del piano di evacuazione della scuola primaria. In effetti, mentre il piano della scuola secondaria di I grado rimane lo stesso di anno in anno, quello della scuola primaria, invece, varia in base all'alternanza della posizione delle classi. Essendo state individuate 5 presumibili configurazioni circa la possibile disposizione di queste, dovuta alla rotazione delle classi di anno in anno, sono stati riscontrati altrettanti piani di evacuazione. In particolare, la rotazione accennata precedentemente nasce dall'esigenza degli insegnanti di poter permanere nella stessa aula nel corso degli. Questo espediente è stato adottato poiché, mentre i docenti della scuola secondaria insegnano una o più materie generalmente a tutte le classi della stessa sezione, vale a dire prima, seconda e terza, quelli della scuola primaria seguono una sola classe, di una determinata sezione, dalla prima fino alla quinta. Per fare un esempio che possa rendere più chiaro quanto descritto: se considerassimo come campione la classe 1A di quest'anno, situata al secondo piano nel corpo 2, seguendo questa logica, l'anno prossima diventerebbe la 2A e così via. In questo modo, i bambini rimarrebbero nella stessa aula dal primo al quinto anno di scuola primaria e, conseguentemente, anche i loro insegnanti. Risulta allora chiaro come questa rotazione implichi cambiamenti anche nel piano di evacuazione dato che, come esposto nel precedente capitolo, i bambini di prima e di seconda hanno l'uso esclusivo della scala B\_A, mentre quelli di terza, quarta

e quinta, della scala B\_B. Ad esclusione, si ricordi però, delle classi situate in prossimità dell'uscita D che, quindi, sono tenute ad utilizzare le scale esterne. Riassumendo: prima di aver applicato allo scenario critico il nuovo piano di evacuazione ottimizzato, è stato necessario considerare i 5 diversi scenari critici della scuola primaria e selezionare il più critico in assoluto. Una volta individuato questo, è stata possibile l'applicazione e il confronto dei due diversi piani di evacuazione.

### Determinazione scenari critico

Lo scenario critico è quello che prevede il massimo numero di occupanti per aula. Di conseguenza, in tutte le classi è stato implementato il numero degli occupanti fino al raggiungimento di 25 alunni, più i relativi docenti. Di seguito sono stati elencati tutti gli scenari presi in considerazione.

#### **Scenario critico secondaria - Attuale P.E.**

Basato sullo scenario ottimizzato del precedente capitolo, in questo scenario sono stati considerati 25 alunni per aula, lasciando inalterata la disposizione delle classi. Come piano di evacuazione è stato applicato quello attualmente in uso.

#### **Scenario critico 1 primaria - Attuale P.E.**

Anche questo scenario è stato basato su quello ottimizzato del precedente capitolo, portando il numero di alunni per aula a 25 e lasciando sempre inalterata la disposizione delle classi. Come piano di evacuazione è stato applicato quello attualmente in uso.

#### **Scenario critico 2 primaria - Attuale P.E.**

In questo scenario è stata prevista una prima rotazione delle classi. Mantenendo inalterate le sezioni, le prime elementari sono state fatte diventare seconde e così via, andando ad implementare anche il numero di alunni per aula, 25 in totale. Come piano di evacuazione è stato applicato quello attualmente in uso.

#### **Scenario critico 3 primaria - Attuale P.E.**

In questo scenario è stata portata avanti la rotazione delle classi, iniziata nello scenario precedente. Mantenendo sempre inalterate le sezioni, le seconde sono, dunque, diventate terze elementari e così via, andando ad implementare anche il numero di alunni per aula, 25 in totale. Come piano di evacuazione è stato applicato quello attualmente in uso.

#### **Scenario critico 4 primaria - Attuale P.E.**

Mantenendo sempre inalterate le sezioni, le terze sono diventate quarte e così via e, ugualmente, il numero di alunni per aula è stato portato a 25. Come piano di evacuazione è stato considerato quello attualmente in uso.

#### **Scenario critico 5 primaria - Attuale P.E.**

In questo ultimo scenario è stata conclusa la rotazione delle classi iniziata nello scenario 1. Le quarte sono diventate quinte e così la progressione è avvenuta anche nelle restanti classi, mantenendo sempre inalterate le sezioni e andando ad implementare il numero di alunni per aula, 25 in totale. Come piano di evacuazione è stato applicato quello attualmente in uso.

### **Scenario critico secondaria - Nuovo P.E.**

Questo scenario è stato basato sullo “scenario critico secondaria – Attuale P.E.”, al quale è stato applicato il nuovo piano di evacuazione ottimizzato.

### **Scenario critico primaria - Nuovo P.E.**

Questo scenario è stato basato sullo “scenario critico primaria 1 – Attuale P.E.”, il quale si è rivelato essere, come mostrato nei seguenti paragrafi, lo scenario più critico in assoluto per quanto concerne la scuola primaria. A questo è stato applicato il nuovo piano di evacuazione ottimizzato.

## **7.2 Modellazione di esodo**

Avendo già a disposizione il modello di partenza su Pathfinder, si è proceduti alla modifica delle caratteristiche degli occupanti e alla loro implementazione all'interno dell'edificio. Per quanto riguarda i colori assegnati ai pavimenti e agli occupanti, per facilitarne la comprensione, questi sono rimasti gli stessi riportati nel capitolo 6.

### **Caratterizzazione degli occupanti**

#### ***Profiles***

Rispetto allo scenario ottimizzato del precedente capitolo, i profili degli occupanti sono rimasti gli stessi poiché nei modelli non sono state eliminate o aggiunte tipologie diverse di occupanti, rispetto a quelli già considerati. Lo stesso paradigma è stato applicato alle geometrie e alle velocità, che sono rimaste immutate nei diversi scenari.

#### ***Behaviours***

Come esposto nel capitolo precedente, i *behaviours* rappresentano la sequenza di azioni che gli occupanti svolgono prima di dirigersi verso l'obiettivo finale. Per ogni scenario è stato dunque necessario adattare i comportamenti in funzione della localizzazione delle classi. Inoltre, grazie ai dati estrapolati dal monitoraggio della prova di evacuazione e successivamente inseriti nelle simulazioni di esodo reale, sono stati calcolati i tempi di pre-movimento da assegnare ad ogni classe. Inoltre, coerentemente a quanto già approfondito, per quanto riguarda il calcolo dell'intervallo di tempo di pre-movimento della scuola primaria, si è tenuto conto del fatto che i bambini di prima e di seconda avessero una velocità inferiore rispetto agli altri. Di conseguenza, nella tabella seguente, è comprensibile il motivo per cui sia stata operata una distinzione tra le classi di prima e di seconda rispetto a quelle di terza, quarta, quinta. Con la stessa logica, inoltre, è stata

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

attuata un'ulteriore differenziazione per gli insegnanti di sostegno e i loro alunni. Per quanto riguarda, invece, la scuola secondaria, è stata compiuta una distinzione solo tra le classi e gli insegnanti di sostegno.

Tabella 21- Determinazione del  $t_{pre}$  scuola primaria

Dati input - Scenari critici – Scuola primaria												
Scenario reale						Scenari critici						
P.	Classe	Corpo	N. Stu.	N. Doc.	$t_{pre}$ [s]	$t_{pre,med.}$ [s]	Classi 1°/2°		Classi 3°/4°/5°		HC	
							$t_{pre,min}$ [s]	$t_{pre,max}$ [s]	$t_{pre,min}$ [s]	$t_{pre,max}$ [s]	$t_{pre,min}$ [s]	$t_{pre,max}$ [s]
T	ATA1	2	-	-	-	19	15	38	8	33	7	19
T	ATA2	2	-	-	-							
T	1A	3	23	3	35							
1	4C	2	18	1	8							
1	2A	2	15	1	20							
1	4A	2	21	1	9							
1	2C	2	17	2	15							
1	4B	2	16	1	19							
	HC_4B		1	1								
1	2B	2	17	2	27							
1	3B	3	21	2	33							
1	3C	3	19	2	15							
1	3A	3	18	1	17							
2	HC_T	2	1	1	-							
2	HC_2	2	2	2	7							
					15							
2	1C	2	18	1	27							
2	1B	2	18	1	38							
2	5B	3	21	1	10							
2	5A	3	18	2	13							
2	5C	3	20	2	16							

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

Tabella 22 – Determinazione del  $t_{pre}$  scuola secondaria

Dati input - Scenari critici – Scuola secondaria										
Scenario reale						Scenari critici				
P.	Classe	Corpo	N. Stu.	N. Doc.	$t_{pre}$ [s]	$t_{pre,med.}$ [s]	Classi		HC	
							$t_{pre,min}$ [s]	$t_{pre,max}$ [s]	$t_{pre,min}$ [s]	$t_{pre,max}$ [s]
T	-	1	-	-	-	20	7	26	15	33
T	P.A.	1	-	5	-					
T	HC	B	1	1	15					
T	3C	1	19	1	26					
T	1A	1	17	2	-					
T	2D	1	20	1	-					
T	2A	1	15	1	-					
T	3A	1	15	2	-					
1	1E	1	13	1	-					
1	2B	1	13	2	-					
1	HC	1	5	1	28					
1	1C	1	16	2	22					
1	1B	1	17	2	9					
1	3B	1	13	1	17					
2	HC	1	1	1	33					
2	3D	1	18	1	14					
2	1D	1	15	1	20					
2	2E	1	16	1	23					
2	1F	1	13	1	19					
2	2C	1	11	1	7					
2	3E	1	22	1	-					

Per rendere la simulazione il più realistica possibile, i  $t_{pre}$  delle classi e degli insegnanti HC sono stati calcolati dai i valori massimi e quelli minimi ricavati dal monitoraggio della prova di evacuazione e, dunque, dallo scenario reale del precedente capitolo. In questo modo, su Pathfinder è stato possibile assegnare ad ogni classe e, quindi, ad ogni occupante, un “*Initial Delay*”, ovvero un intervallo di tempo da aspettare prima di attivarsi. Infine, essendo stato applicato ad ogni classe un movimento di gruppo, impostando un profilo di leader da seguire durante la simulazione, tutti gli occupanti facenti parte lo stesso gruppo, hanno risposto con il medesimo tempo di pre-movimento del loro leader.

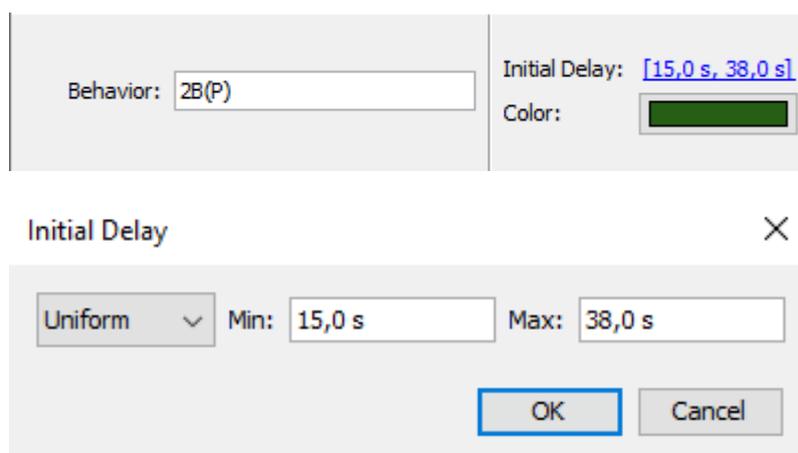


Figura 67 – Esempio di assegnazione del  $t_{pre}$

Nel caso della scuola secondaria di I grado, all'avvio della simulazione è stato fatto in modo che le classi dessero la precedenza a quelle che fossero uscite per prime dall'aula, ovvero quelle con  $t_{pre}$  inferiore. Diversamente, per la scuola primaria, oltre all'aver tenuto conto degli effettivi tempi di pre-movimento, è stato programmato che la precedenza fosse data in funzione dell'età, come previsto nel loro piano di evacuazione. Questo ha comportato l'assegnazione di azioni come "Wait" e "Wait Until", alle classi con  $t_{pre}$  maggiore.

### Quadro sinottico degli scenari

Per permettere una maggiore comprensione della disposizione e dell'assegnazione delle scale e delle uscite ad ogni classe e per ogni scenario, sono state riportate delle piante di esempio, con la codifica illustrata nei capitoli precedenti. Inoltre, sono state inserite delle tabelle riassuntive dei diversi scenari in esame, contenenti il numero di alunni per aula, il piano di riferimento e, per finire, le scale e le uscite assegnate. Dalle tabelle è facilmente evidente la rotazione delle classi nella scuola primaria che è stata applicata agli scenari esaminati. Nella fase di modellazione all'interno Pathfinder, piuttosto che spostare l'intera classe da un'aula all'altra, si è scelto di agire direttamente sulla modifica dei parametri. Di conseguenza agli occupanti è stato variato il nome del gruppo e, laddove necessario, la velocità, il profilo, i tempi di pre-movimento e l'obiettivo finale di uscita. Infine, è stata inserita una tabella riassuntiva che mostra il numero di occupanti per tipologia, per scuola e nella loro totalità.

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

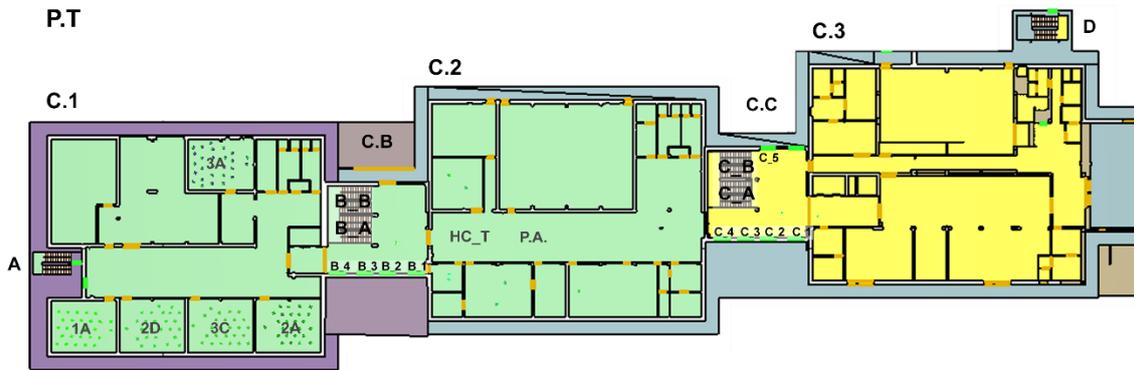


Figura 68 - Pianta piano terra, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario critico 1

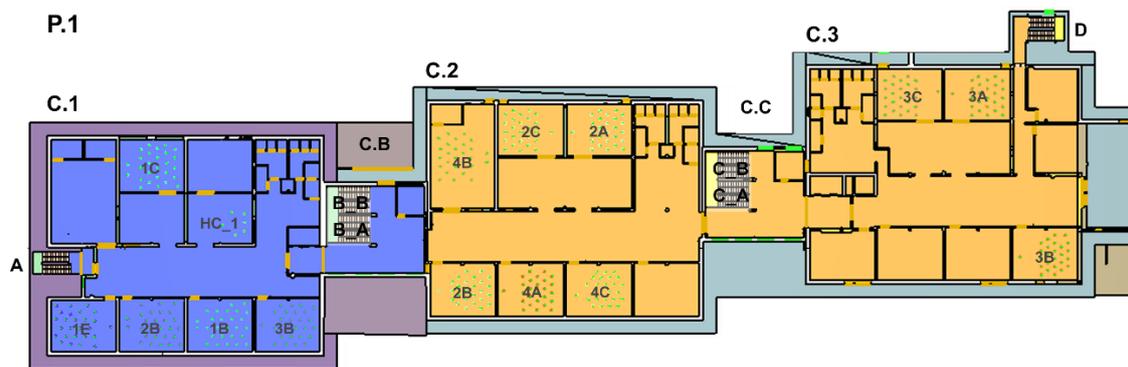


Figura 69 - Pianta piano primo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario critico 1

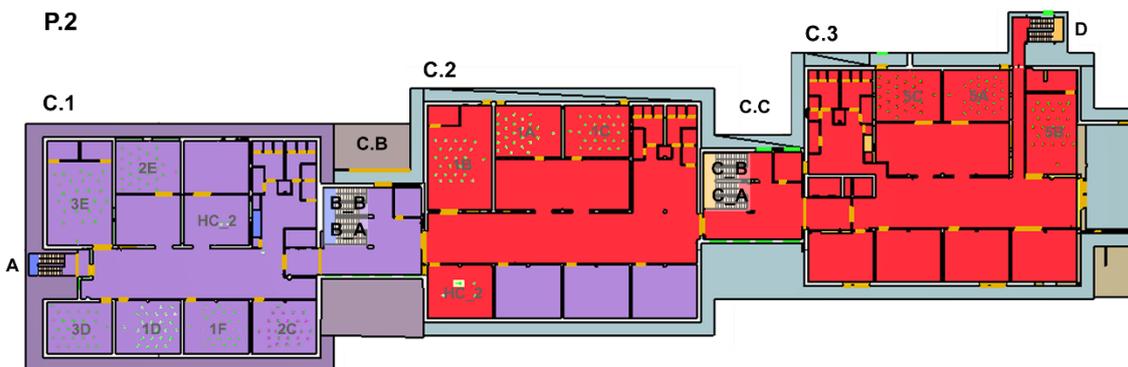


Figura 70 - Pianta piano secondo, con codifica, estrapolata da Pathfinder – Scenario critico 1

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

Tabella 23 – Scale e Uscite assegnate alle classi della scuola primaria, nei diversi scenari

Scuola primaria				
Scenario critico 1 - Attuale P.E.				
Behavior	Count	P.	Scale	Uscita
1A(P)	26	2	C_A	C_1
1B(P)	26	2	C_A	C_1
1C(P)	26	2	C_A	C_1
2A(P)	26	1	C_A	C_2
2B(P)	26	1	C_A	C_2
2C(P)	26	1	C_A	C_2
3A(P)	26	1	D	D
3B(P)	26	1	D	D
3C(P)	26	1	C_B	C_5
4A(P)	26	1		C_5
4B(P)	25		C_B	C_5
HC_4B(P)	2	1	-	Spazio calmo
4C(P)	26	1	C_B	C_5
5A(P)	26	2	D	D
5B(P)	26	2	D	D
5C(P)	26	2	C_B	C_5
HC_2(P)	2	2	C_B	C_5
HC_T	2	2	-	Spazio calmo
ATA1	1	T	-	-
ATA2	1	T	-	-

Scuola primaria				
Scenario critico 2 - Attuale P.E.				
Behavior	Count	P.	Scale	Uscita
2A(P)	26	2	C_A	C_2
2B(P)	26	2	C_A	C_2
2C(P)	26	2	C_A	C_2
3A(P)	26	1	C_B	C_5
3B(P)	26	1	C_B	C_5
3C(P)	26	1	C_B	C_5
4A(P)	26	1	D	D
4B(P)	26	1	D	D
4C(P)	26	1	C_B	C_5
5A(P)	26	1	C_B	C_5
5B(P)	25		C_B	C_5
HC_5B(P)	2	1	-	Spazio calmo
5C(P)	26	1	C_B	C_5
1A(P)	26	2	D	D
1B(P)	26	2	D	D
1C(P)	26	2		C_1
HC_2(P)	2	2	C_B	C_5
HC_T	2	2	-	Spazio calmo
ATA1	1	T	-	-
ATA2	1	T	-	-

Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

Scuola primaria				
Scenario critico 3 - Attuale P.E.				
Behavior	Count	P.	Scale	Uscita
3A(P)	26	2	C_B	C_5
3B(P)	26	2	C_B	C_5
3C(P)	26	2	C_B	C_5
4A(P)	26	1	C_B	C_5
4B(P)	26	1	C_B	C_5
4C(P)	26	1	C_B	C_5
5A(P)	26	1	D	D
5B(P)	26	1	D	D
5C(P)	26	1	C_B	C_5
1A(P)	26	1	C_A	C_1
1B(P)	25	1	C_A	C_1
HC_1B(P)	2		-	Spazio calmo
1C(P)	26	1	C_A	C_1
2A(P)	26	2	D	D
2B(P)	26	2	D	D
2C(P)	26	2	C_A	C_2
HC_2(P)	2	2	C_B	C_5
HC_T	2	2	-	Spazio calmo
ATA1	1	T	-	-
ATA2	1	T	-	-

Scuola primaria				
Scenario critico 4 - Attuale P.E.				
Behavior	Count	P.	Scale	Uscita
4A(P)	26	2	C_B	C_5
4B(P)	26	2	C_B	C_5
4C(P)	26	2	C_B	C_5
5A(P)	26	1	C_B	C_5
5B(P)	26	1	C_B	C_5
5C(P)	26	1	C_B	C_5
1A(P)	26	1	D	D
1B(P)	26	1	D	D
1C(P)	26	1	C_A	C_1
2A(P)	26	1	C_A	C_2
2B(P)	25	1	C_A	C_2
HC_2B(P)	2		-	Spazio calmo
2C(P)	26	1	C_A	C_2
3A(P)	26	2	D	D
3B(P)	26	2	D	D
3C(P)	26	2	C_B	C_5
HC_2(P)	2	2	C_B	C_5
HC_T	2	2	-	Spazio calmo
ATA1	1	T	-	-
ATA2	1	T	-	-

Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

Scuola primaria				
Scenario critico 5 - Attuale P.E.				
Behavior	Count	P.	Scale	Uscita
5A(P)	26	2	C_B	C_5
5B(P)	26	2	C_B	C_5
5C(P)	26	2	C_B	C_5
1A(P)	26	1	C_A	C_1
1B(P)	26	1	C_A	C_1
1C(P)	26	1	C_A	C_1
2A(P)	26	1	D	D
2B(P)	26	1	D	D
2C(P)	26	1	C_A	C_2
3A(P)	26	1	C_B	C_5
3B(P)	25	1	C_B	C_5
HC_3B(P)	2		-	Spazio calmo
3C(P)	26	1	C_B	C_5
4A(P)	26	2	D	D
4B(P)	26	2	D	D
4C(P)	26	2	C_B	C_5
HC_2(P)	2	2	C_B	C_5
HC_T	2	2	-	Spazio calmo
ATA1	1	T	-	-
ATA2	1	T	-	-

Scuola secondaria				
Scenario critico 1 - Attuale P.E.				
Behavior	Count	P.	Scale	Uscita
1A(S)	27	T	-	A
1B(S)	27	1	B_A	B_2
1C(S)	27	1	A	A
1D(S)	26	2	A	A
1E(S)	26	1	A	A
1F(S)	26	2	B_B	B_2
2A(S)	26	T	-	B_4
2B(S)	27	1	A	A
2C(S)	26	2	B_A	B_2
2D(S)	26	T	-	A
2E(S)	26	2	A	A
3A(S)	27	T	-	B_2
3B(S)	26	1	B_A	B_2
3C(S)	26	T	-	B_4
3D(S)	26	2	A	A
3E(S)	26	2	A	A
ATA2(S)	1	T	-	-
P.A(S)	5	T	-	B_2
HC_T(S)	2	T	-	B_2
HC_1(S)	2	1	B_A	B_2
HC_2	2	2	-	Spazio calmo
ATA1(S)	1	2	-	-

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

Tabella 24 – Numero degli occupanti inseriti nelle simulazioni

Tipologia di occupante	Primaria	Secondaria	Totale per tipologia
	N.	N.	
Studenti	375	400	775
Docenti	15	2	17
Studenti disabili	3	7	10
Docenti di sostegno	3	8	11
ATA	2	2	4
Totale per plesso	398	419	
Totale prova	817		

Dopo aver configurato i vari parametri fisici e comportamentali degli occupanti, come esposti in precedenza, sono state lanciate le diverse simulazioni.

### 7.3 Risultati delle simulazioni critiche – Attuale P.E.

Al termine delle simulazioni, per ogni scenario, sono stati analizzati i tempi di completamento massimi e minimi. Nei seguenti paragrafi sono stati estrapolati ed analizzati i valori più significati dalle tabelle riportate nell'Allegato IV – *Tabelle simulazioni di esodo di progetto* del presente lavoro di tesi.

#### 7.3.1 Valutazione dei tempi

##### Scuola primaria

Una prima valutazione dei tempi massimi di completamento è stata fatta per determinare quale tra i 5 scenari fosse il peggiore in assoluto.

##### Scenario critico 1

Tabella 25 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 1

Classe	Uscita	Scenario critico 1	
		P.	t <sub>max</sub> [s]
2B(P)	C_2	1	243,20
4A(P)	C_5	1	260
5A(P)	D	2	198,6

Aspetto negativo:

- **Uscita C\_5:** è il caso con il massimo tempo di completamento per quanto riguarda questa uscita. Il motivo risiede nel fatto che le classi situate al primo piano, che devono impegnare la scala C\_B, non riescono a raggiungere rapidamente l'uscita, in quanto bloccate da quelle che si dirigono verso la scala C\_A e che devono dare, a loro volta, la precedenza a chi arriva dal secondo piano.



Figura 71 – Esodo Uscita C\_5 – Scenario critico 1

Aspetto positivo:

- **Uscita D:** in questo scenario la scala D viene impegnata esclusivamente dalle quinte e dalle terze, che hanno velocità maggiore rispetto alle prime e alle seconde. Di conseguenza, è l'unico scenario ad avere un tempo di completamento così basso per quest'uscita.

### Scenario critico 2

Tabella 26 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 2

Classe	Uscita	Scenario critico 2	
		P.	$t_{max}$ [s]
2C(P)	C_2	2	199,80
5A(P)	C_5	1	232,95
4A(P)	D	1	209,3

Aspetto positivo:

- **Uscita C\_2:** in questo secondo scenario, le prime e le seconde si trovano sullo stesso piano, non rischiando, dunque, di trovare la scala C\_A già impegnata e, quindi, di doversi dare la precedenza tra loro, con il rischio di rallentare altre classi, come nello scenario precedente.

### Scenario critico 3

Tabella 27 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 3

Classe	Uscita	Scenario critico 3	
		P.	$t_{max}$ [s]
1A(P)	C_1	1	230,3
4B(P)	C_5	1	234,3
5A(P)	D	1	209,3

Aspetto negativo:

- **Uscita C\_1:** in questo scenario la 1A, prima di poter prendere la scala C\_A e raggiungere l'uscita, deve dare la precedenza alle classi che si trovano già sulle scale. Di conseguenza, oltre ad essere l'ultima classe a dirigersi verso l'uscita, blocca anche il passaggio alle altre classi che vogliono raggiungere la scala C\_B.

Scenario critico 4

Tabella 28 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 4

Classe	Uscita	Scenario critico 4	
		P.	t <sub>max</sub> [s]
2A(P)	C_2	1	217,60
5B(P)	C_5	1	233,30
3A(P)	D	2	213,20

Aspetto negativo:

- **Uscita D:** La 3A, proveniente dal secondo piano, nel momento in cui raggiunge il pianerottolo del primo, viene costretta a fermarsi per dare la precedenza alle prime, situate al piano inferiore. In questo scenario si riscontra il più alto tempo di completamento per quest'uscita, dovuto al fatto che le prime hanno una velocità minore rispetto alle terze provenienti dal secondo piano.

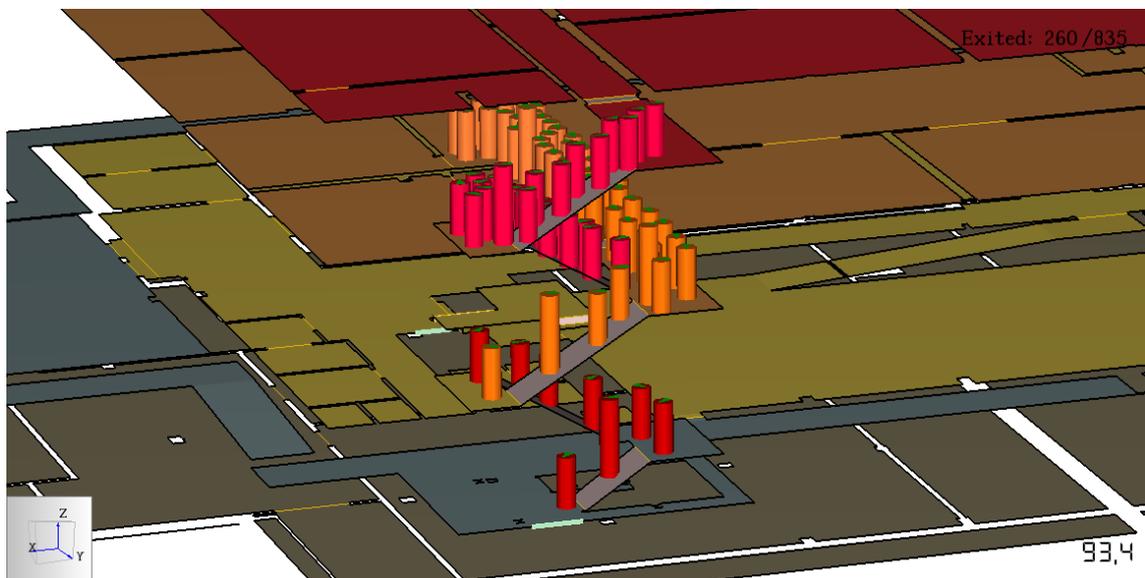


Figura 72 – Esodo uscita D – Scenario critico 4

Scenario critico 5

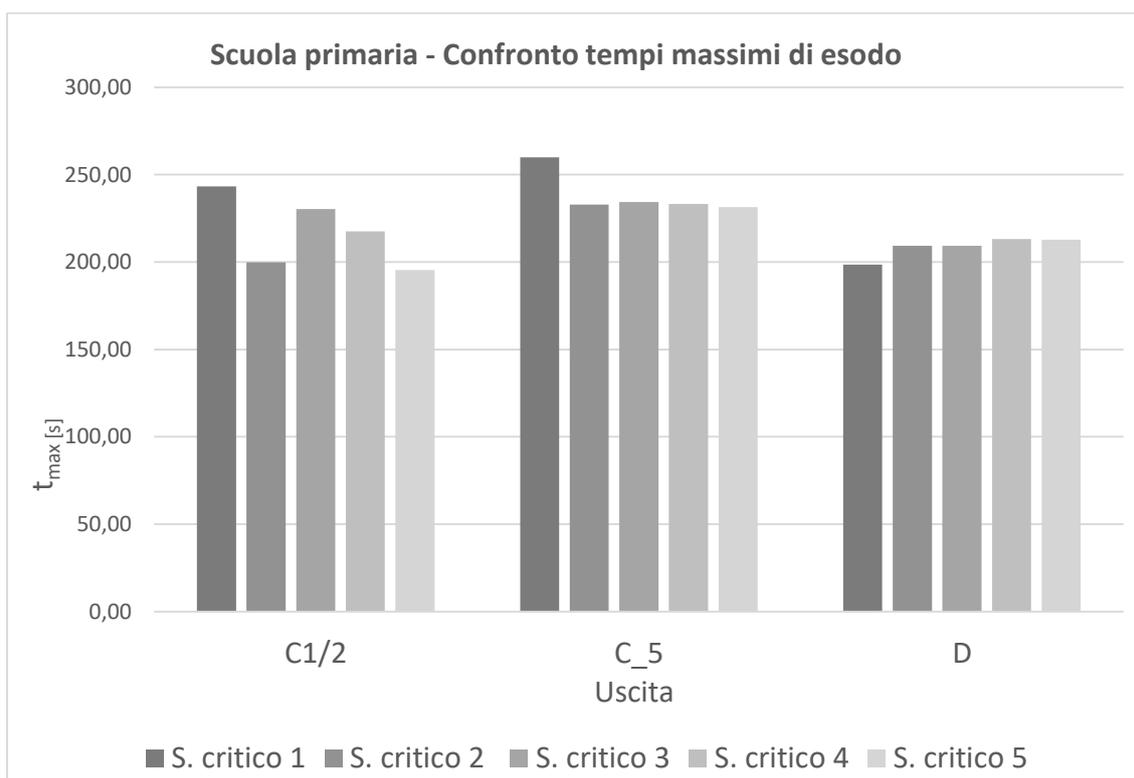
Tabella 29 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 5

Classe	Uscita	Scenario critico 5	
		P.	$t_{max}$ [s]
1B(P)	C_1	1	195,5
3A(P)	C_5	1	231,5
4A(P)	D	2	212,7

Aspetti positivi:

- **Uscita C\_1:** analogamente allo scenario critico 2, anche in questo caso, le prime e le seconde si trovano sullo stesso piano e, di conseguenza, non rischiano né di trovare la scala C\_A già impegnata, né di doversi dare la precedenza con il rischio di rallentare il passaggio ad altre classi.

Di seguito è stato riportato un istogramma riassuntivo delle tabelle precedenti, che mette a confronto, per ogni uscita e per i cinque scenari, i tempi massimi necessari per l'esodo.



Dall'analisi del grafico, e degli aspetti negativi e positivi riscontrati nei vari scenari, notiamo come lo scenario critico 1 si sia rivelato essere il peggiore tra i cinque.

## Scuola secondaria di I grado

### Scenario critico 1

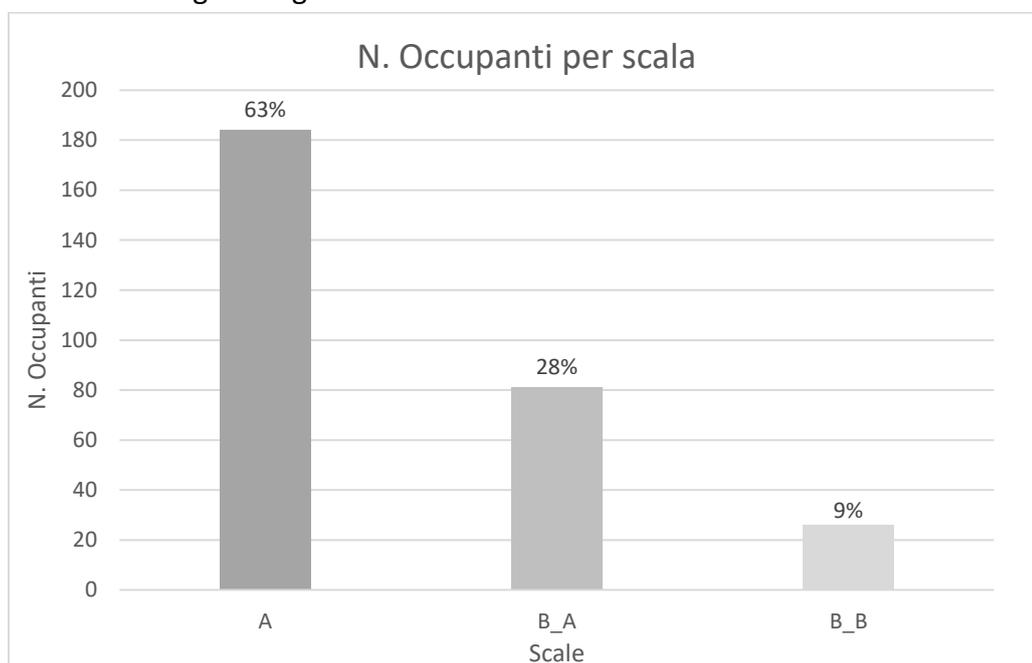
Tabella 30 – Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 1

Classe	Uscita	Scenario critico	
		P.	$t_{max}$ [s]
1D(S)	A	2	277,6
1F(S)	B	2	126,5

Aspetti negativi:

- Uscita A:** l'aspetto negativo evidenziato dalla simulazione risiede nel fatto che il tempo massimo di completamento per questa uscita risulta essere superiore di 2 minuti e mezzo rispetto all'uscita B. Questo episodio si verifica perché, nel piano di evacuazione attuale, è previsto che metà delle classi del primo e del secondo piano utilizzino l'uscita A in caso di emergenza, pur essendo l'uscita B dotata di due scale vicine.

Su 12 classi situate tra il primo e il secondo piano, 7 hanno utilizzato la scala A, 4 la scala B\_A e solo una quella B\_B. In termini di percentuale quanto espresso si traduce nel seguente grafico:



### **Determinazione del tempo richiesto per l'esodo RSET**

Nelle seguenti tabelle sono stati riportati i valori di RSET dello scenario critico 1 della scuola secondaria di primo grado e della scuola primaria, già evidenziato come il peggiore tra i cinque ipotizzati.

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

### Scuola primaria

Tabella 31 – RSET scenario critico 1, scuola primaria – Attuale P.E.

Scuola primaria - Scenario critico 1 – Attuale P.E.						
Classe	Uscita	P.	Tempi [s]			
			$t_{det+t_a}$	$t_{pre}$	$t_{tra}$	RSET
4A(P)	C_5	1	0	9,50	250,50	260,00

### Scuola secondaria

Tabella 32 - RSET scenario critico 1, scuola secondaria – Attuale P.E.

Scuola secondaria - Scenario critico 1 - Attuale P.E.						
Classe	Uscita	P.	Tempi [s]			
			$t_{det+t_a}$	$t_{pre}$	$t_{tra}$	RSET
1D(S)	A	2	0	11,98	265,63	277,60

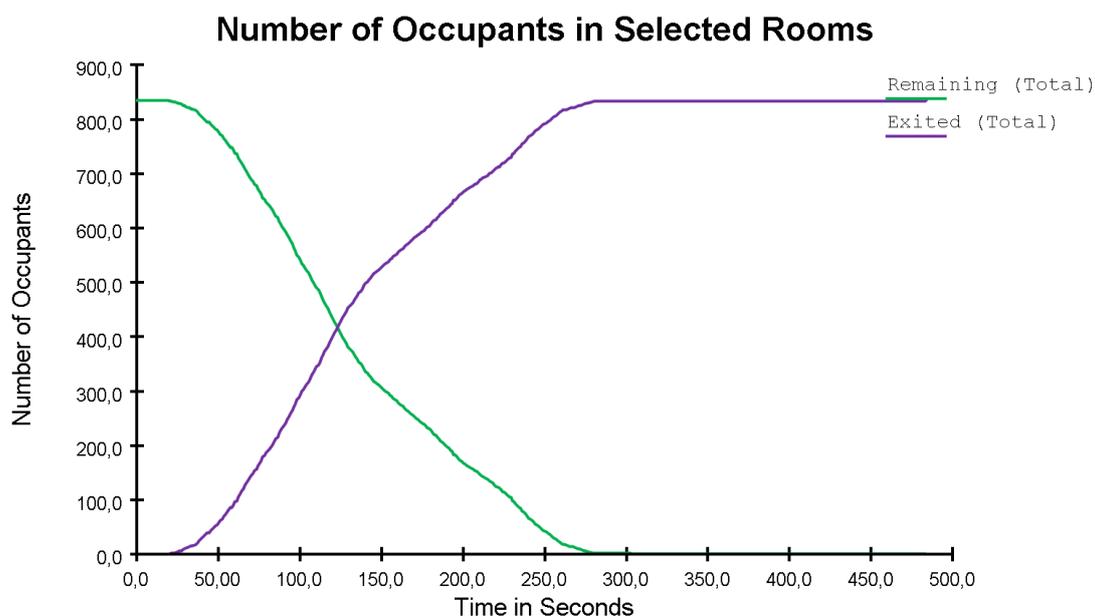


Figura 73 – Scenario critico 1 riferito all'interno edificio – Grafico occupanti/tempo

### 7.4 Risultati delle simulazioni critiche – Nuovo P.E.

Dopo aver analizzato i tempi di completamento massimi per le diverse uscite e gli aspetti negativi e positivi degli scenari più critici di entrambi i plessi, è stato ipotizzato un progetto di piano di evacuazione che ottimizzasse i tempi di esodo. Le modifiche sostanziali riguardanti la scuola secondaria di I grado hanno interessato l'assegnazione delle scale presenti all'interno dell'edificio. In effetti, si è andati ad agire sulla diminuzione dell'elevata percentuale di occupanti a cui è stata assegnata la scala esterna A nel piano attuale, cercando di portare il valore ad un terzo della popolazione scolastica totale. Diversamente, nel caso della scuola primaria, i principali problemi sono stati

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

ricontrati in prossimità del corpo scala B, in cui spesso le classi si sono ritrovate rallentate o bloccate a causa dalle file generate dalle altre classi in attesa di poter prendere le scale. Di conseguenza, si è cercato di ovviare al problema attraverso l'assegnazione di una scala di esodo per ogni piano, assicurando così alle classi appartenenti allo stesso piano, l'utilizzo immediato di questa. Di seguito sono state riportate delle tabelle riassuntive di quanto detto, riferite ai due plessi esaminati.

Tabella 33 - Scale e Uscite assegnate – Nuovo P.E.

Scuola primaria					
Scenario critico 1 - Nuovo P.E.					
Behavior	Count	P.	Corpo	Scale	Uscita
1A(P)	26	2	C.2	C_B	C_1/2
1B(P)	26	2	C.2	C_B	C_1/2
1C(P)	26	2	C.2	C_B	C_1/2
2A(P)	26	1	C.2	C_A	C_3/4
2B(P)	26	1	C.2	C_A	C_3/4
2C(P)	26	1	C.2	C_A	C_3/4
3A(P)	26	1	C.3	D	D
3B(P)	26	1	C.3	D	D
3C(P)	26	1	C.3	C_A	C_3/4
4A(P)	26	1	C.2	C_A	C_3/4
4B(P)	25	1	C.2	C_A	C_3/4
HC_4B(P)	2	1	C.2	Spazio calmo	-
4C(P)	26	1	C.2	C_A	C_3/4
5A(P)	26	2	C.3	D	D
5B(P)	26	2	C.3	D	D
5C(P)	26	2	C.3	C_B	C_1/2
HC_2(P)	2	2	C.2	C_B	C_1/2
HC_T	2	2	C.2	Spazio calmo	-
ATA1	1	T	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-

Scuola secondaria					
Scenario critico 1 - Nuovo P.E.					
Behavior	Count	P.	Corpo	Scale	Uscita
1A(S)	27	T	C.1	A	A
1B(S)	27	1	C.1	B_A	B_2/3
1C(S)	27	1	C.1	B_A	B_2/3
1D(S)	26	2	C.1	B_B	B_1
1E(S)	26	1	C.1	A	A
1F(S)	26	2	C.1	B_B	B_1
2A(S)	26	T	C.1	B	B_4
2B(S)	27	1	C.1	B_A	B_2/3
2C(S)	26	2	C.1	B_B	B_1
2D(S)	26	T	C.1	B	B_4
2E(S)	26	2	C.1	B_B	B_1
3A(S)	27	T	C.1	B	B_4
3B(S)	26	1	C.1	B_A	B_2/3
3C(S)	26	T	C.1	B	B_4
3D(S)	26	2	C.1	A	A
3E(S)	26	2	C.1	A	A
ATA2(S)	1	T	-	-	-
P.A(S)	5	T	C.2	B	B_4
HC_T(S)	2	T	C.2	B	B_4
HC_1(S)	2	1	C.1	B_A	B_2/3
HC_2	2	2	C.1	Spazio calmo	-
ATA1(S)	1	2	-	-	-

## Capitolo 7 – Simulazione di esodo di progetto

### 7.4.1 Valutazione dei tempi

Nell'Allegato IV – *Tabelle simulazioni di esodo di progetto* del presente lavoro di tesi, sono state riportate le tabelle complete recanti i tempi di completamento massimi e minimi dei due scenari analizzati. Di seguito, invece, si riportano i valori più significativi.

#### Scuola primaria

##### Scenario critico 1

Tabella 34 - Tempi massimi di esodo, per tipologia di uscita, scenario critico 1 – Scuola primaria - Nuovo P.E.

Classe	Uscita	Scenario critico	
		Nuovo P.E.	
		P.	$t_{max}$ [s]
4A(P)	C	1	241,3
1B(P)	C_5	2	195
5A(P)	D	2	198,6

Aspetti positivi:

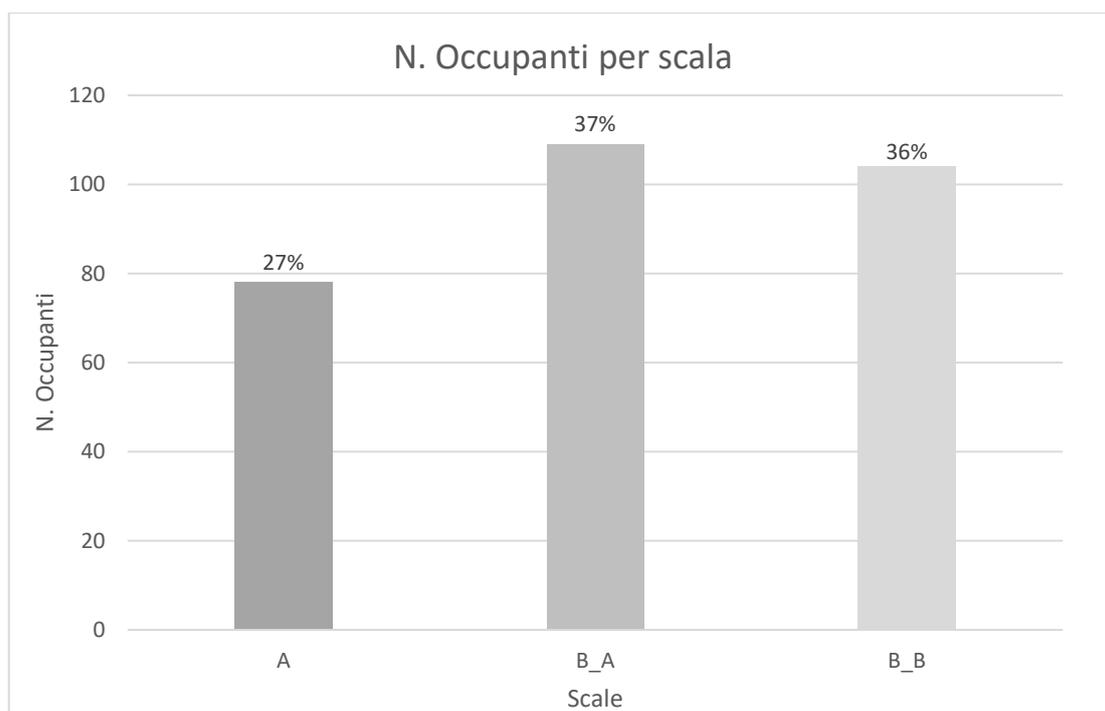
- **Uscita C\_5:** Le classi che devono raggiungere questa uscita, attraverso la scala B\_B, non rischiano più di dover dare la precedenza lungo le scale e, di conseguenza, il percorso verso l'uscita è molto più fluido.
- **Uscita D:** in questo scenario la scala D viene impegnata esclusivamente dalle quinte e dalle terze elementari che hanno una velocità maggiore rispetto alle prime e alle seconde. Di conseguenza, si ottiene un tempo di completamento relativamente basso.

Tabella 35 - Tempi massimi di esodo, per uscita, scenario critico 1 – Scuola secondaria - Nuovo P.E.

Classe	Uscita	Scenario critico	
		Nuovo P.E.	
		P.	$t_{max}$ [s]
3E(S)	A	2	145,2
1D(S)	B	2	170,2

Aspetto positivo:

- **Uscita B:** in questo scenario è stata proposta una redistribuzione dell'assegnazione delle scale. Il grafico di seguito riporta, per tipologia di scala, il numero di occupanti a cui è stata destinata quella scala secondo il nuovo P.E.. Questa nuova disposizione si ripercuote in maniera positiva sui tempi di completamento massimi.



### Determinazione del tempo richiesto per l'esodo RSET

Nelle seguenti tabelle sono stati riportati i valori di RSET dello scenario critico 1 della scuola secondaria di primo grado e della scuola primaria.

Tabella 36 – RSET scenario critico 1 – Nuovo P.E.

Scenario critico 1 - Nuovo P.E.							
Scuola	Classe	Uscita	P.	Tempi [s]			
				$t_{det}+t_a$	$t_{pre}$	$t_{tra}$	RSET
P.	4A(P)	C	1	0	27,85	213,45	241,30
	1B(P)	C_5	2	0	72,20	122,80	195,00
	5A(P)	D	2	0	32,30	166,30	198,6
S.	3E(S)	A	2	0	30,03	115,17	145,20
	1D(S)	B_B	2	0	14,58	155,63	170,20

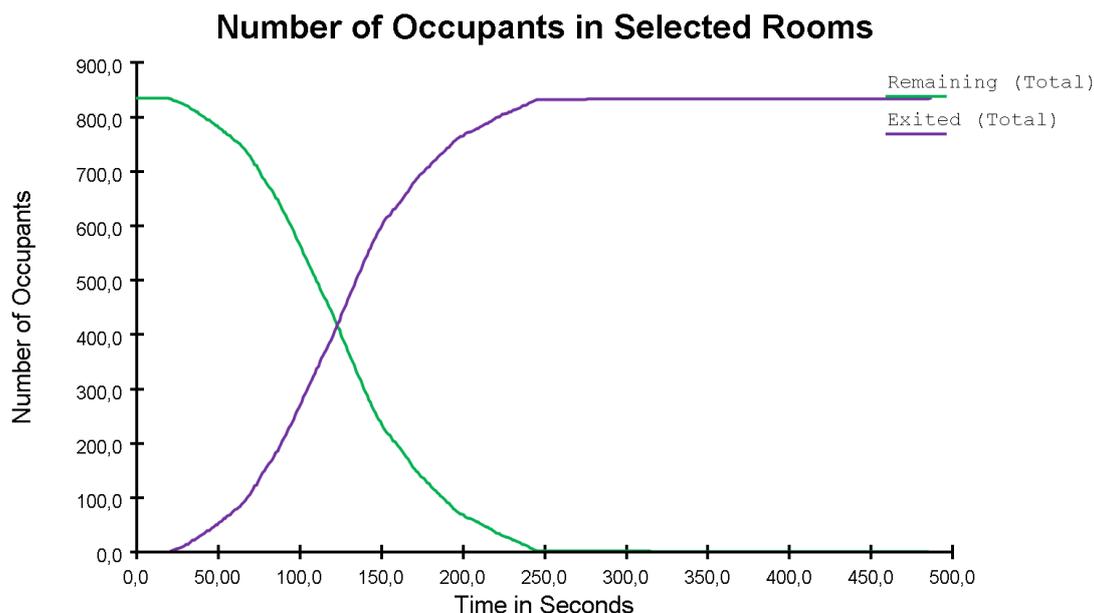


Figura 74 – Scenario critico 1 riferito all’intero edificio – Grafico occupanti/tempo

Nel paragrafo successivo, invece, sono stati messi a confronto i risultati ottenuti dallo scenario critico dell’attuale P.E. rispetto a quelli del nuovo P.E.

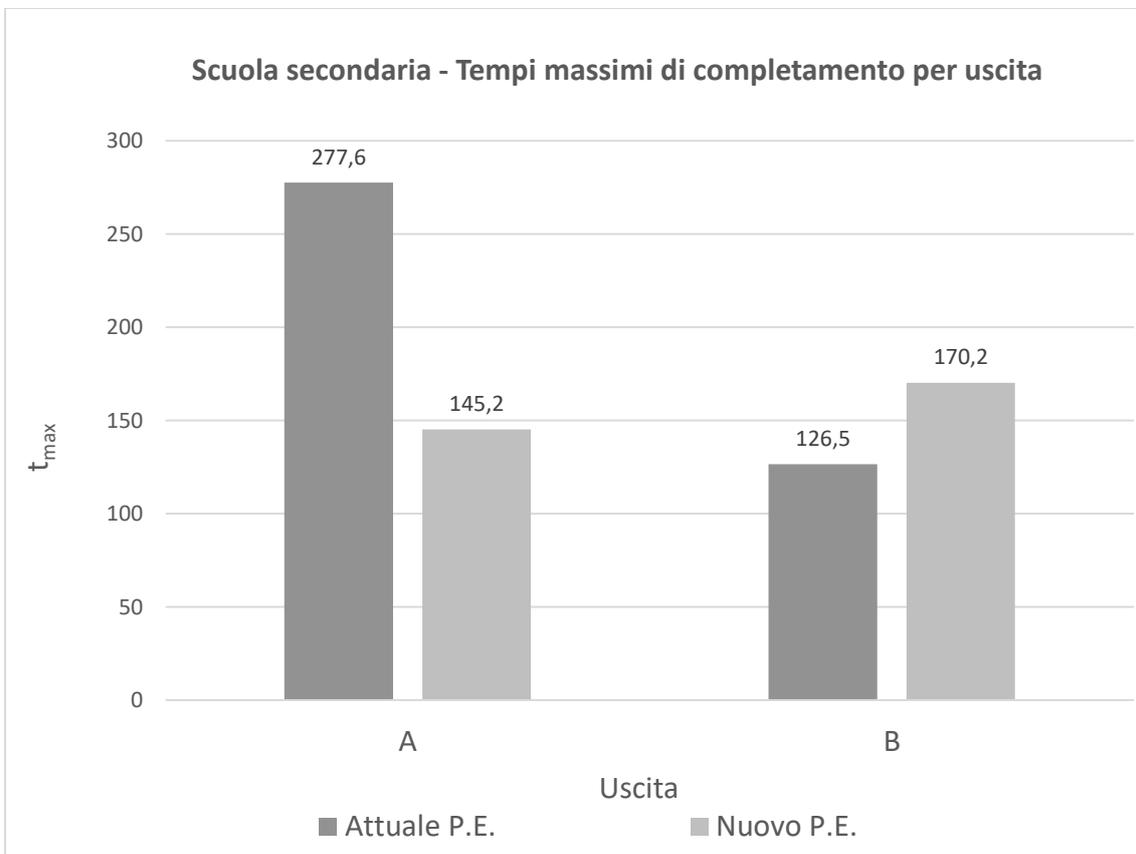
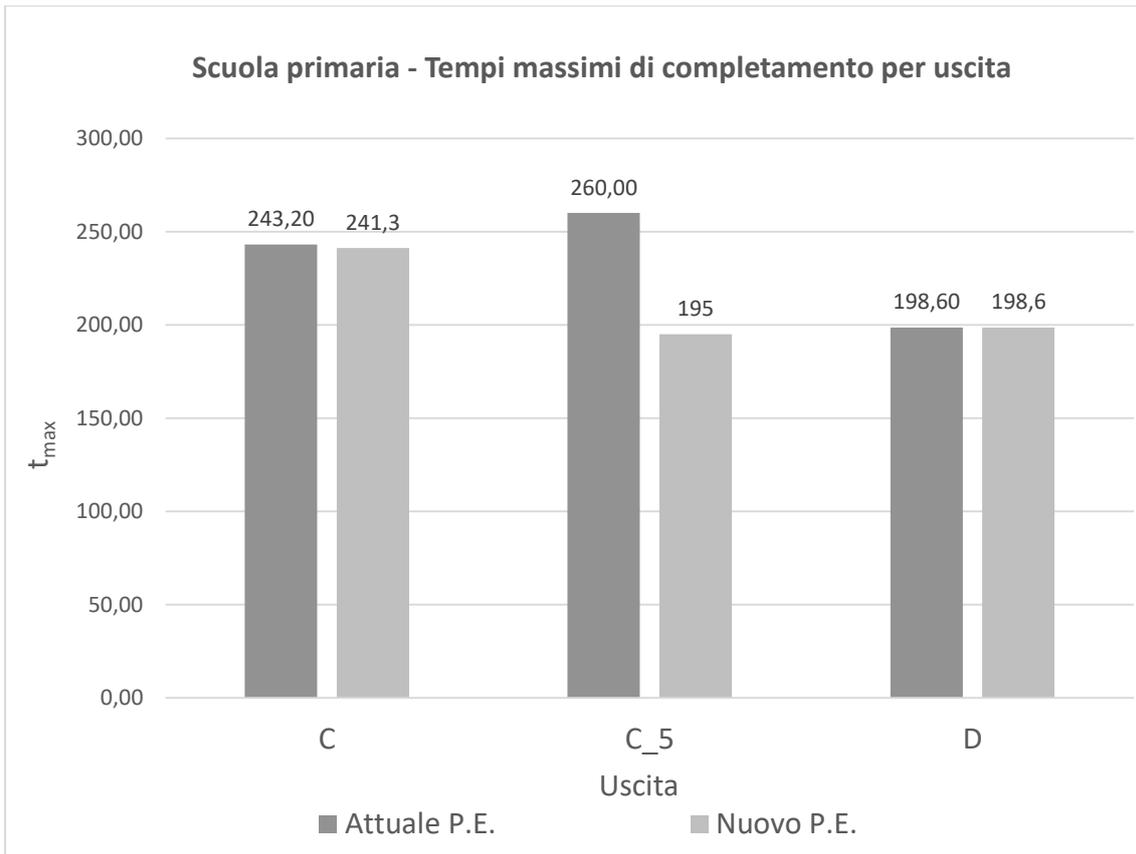
### 7.5. Confronto

Lo scopo del confronto è stato quello di valutare se il nuovo piano di evacuazione potesse essere considerato un’ottimizzazione del piano attuale. Oltre all’equiparazione dei i valori di RSET di entrambi gli scenari, sono state ponderate valutazioni di tipo qualitativo riguardanti i dati dinamici estrapolati da Pathfinder.

Tabella 37 – Valori di RSET per ogni scenario

Scenario critico 1 - Nuovo P.E.							
Scuola	Classe	Uscita	P.	Tempi [s]			
				$t_{det}+t_a$	$t_{pre}$	$t_{tra}$	RSET
P.	4A(P)	C	1	0	27,85	213,45	241,30
	1B(P)	C_5	2	0	72,20	122,80	195,00
	5A(P)	D	2	0	32,30	166,30	198,6
S.	3E(S)	A	2	0	30,03	115,17	145,20
	1D(S)	B_B	2	0	14,58	155,63	170,20

I tempi di RSET, sopra riportati, sono stati confrontati, nei grafici seguenti, con quelli ottenuti dallo scenario critico 1 a cui è stato applicato l’attuale piano di evacuazione.



Nel caso della scuola primaria, il risultato ottimale è stato ottenuto in concomitanza dell'uscita C\_5, con una diminuzione del valore di RSET di 65 s. Questo risultato è stato possibile grazie alla combinazione dei diversi accorgimenti adottati nel nuovo piano di evacuazione. In effetti, l'assegnazione di una scala per ciascun piano ha portato all'eliminazione del problema di dover dare la precedenza, lungo le scale, alle classi provenienti da piani diversi. Per quanto riguarda l'uscita D, invece, non sono state apportate modifiche al piano, in quanto è risultato essere già regolarmente funzionante così.

Nel caso della scuola secondaria, la redistribuzione dell'assegnazione delle scale, pensata nel nuovo piano di evacuazione, ha portato ad un riequilibrio dei tempi di completamento per le due diverse uscite, con il conseguente guadagno di 107 s sul valore totale dell'RSET.

### Valutazioni dei dati dinamici

A completamento della valutazione dei tempi, un parere importante sull'efficienza della progettazione dell'esodo ci è stato fornito dalla visualizzazione di dati dinamici degli occupanti, tra i quali la densità. Questo parametro indica, istante per istante, il livello di concentrazione presente nello spazio. Il risultato maggiormente rivelatore è stato ottenuto dal confronto dei blocchi scale dei due piani di evacuazione.

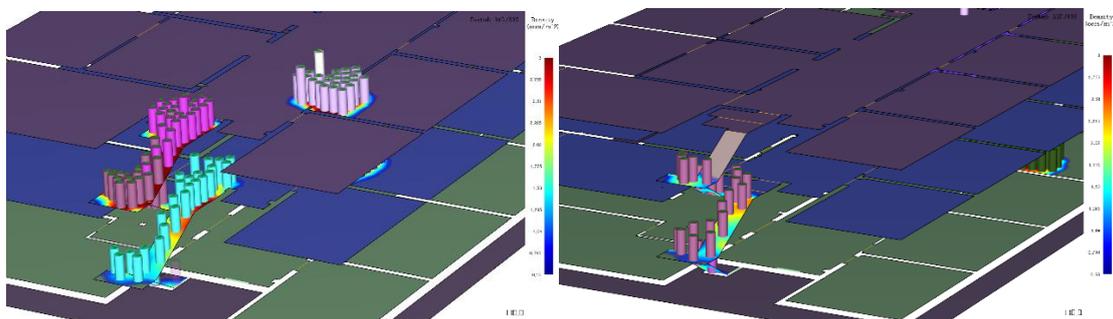


Figura 75 – Confronto dei valori di densità per la scala D – Attuale P.E. vs Nuovo P.E.

Dal raffronto delle due immagini si noti come, nella scala D, a parità di tempo, si raggiunga la maggiore quantità di occupanti nello scenario a cui è stato applicato il piano di evacuazione attuale, portando al raggiungimento di una densità superiore a 3 occupanti al m<sup>2</sup>. Diversamente avviene nel secondo scenario nel quale si arriva ad un valore massimo di 2,26 occupanti al m<sup>2</sup>.

Infine, si noti che, per quanto riguarda le restanti scale, non sono stati ottenuti risultati altrettanto significativi poiché non sono state effettuate modifiche circa il numero massimo di occupanti per scala.

## Capitolo 8

### Piano di evacuazione

---

Abbiamo osservato come nel capitolo precedente sia stato proposto e analizzato il progetto di un piano di evacuazione che rappresentasse l'ottimizzazione di quello attuale. Sebbene siano stati applicati strumenti della *Fire Safety Engineering* attraverso l'uso di simulazioni di esodo per il calcolo dei valori di RSET, dal punto di vista dell'esodo non è stata effettuata una vera e propria verifica di conformità della sezione M del Codice di Prevenzione Incendi. Questo perché non è stato effettuato un confronto tra i valori di RSET (*Required Safe Escape Time*), riscontrati nelle simulazioni, e quelli di ASET (*Available Safe Escape Time*) che indicano il tempo disponibile ovvero l'intervallo massimo di tempo sino a quando la struttura è in grado di garantire l'esodo agli occupanti senza che ne vengano alterate le condizioni ambientali.

Di conseguenza, per quanto riguarda l'esodo, nel seguente capitolo si è ritenuto necessario verificare la progettazione antincendio della proposta del piano di evacuazione mediante l'applicazione della strategia S.4 del D.M. 03/08/2015 "Codice di Prevenzione Incendi".

Infine, in base alle disposizioni derivanti dall'applicazione della strategia S.4, e in conformità con le linee guida esposte nel capitolo 3, sono state riportate le piante di evacuazione relative ai plessi oggetto di studio.

#### 8.1 Progettazione dell'esodo secondo D.M. 03/08/15

Al fine di poter verificare il piano di evacuazione proposto, mediante il D.M. 03/08/15, è stato necessario applicare alla progettazione antincendio i punti contenuti all'interno della strategia antincendio S.4, riferita all'esodo. Per fare ciò, di seguito, sono stati riportati i paragrafi più significativi.

##### **Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione - S.4.3**

La verifica del piano di evacuazione va effettuata attraverso l'analisi di ogni compartimento dell'edificio. Dunque, per far ciò, a ciascuno di essi è stato attribuito un valore di prestazione I, in quanto nel piano è previsto che l'esodo di tutti gli occupanti sia verso un luogo sicuro.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Esodo degli occupanti verso luogo sicuro
II	Protezione degli occupanti sul posto

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Tutte le attività
II	Compartimenti per i quali non sia possibile garantire il livello di prestazione I (es. a causa della dimensione del compartimento, ubicazione, tipologia degli occupanti o dell'attività ...)

Figura 76 - Tabelle S.4-1 e S.4-2 del C.P.I. 2015

#### Porte lungo le vie d'esodo - S.4.5.6

Si è rivelato altresì necessario verificare che tutte le porte installate lungo le vie di esodo fossero effettivamente identificabili e apribili da parte di tutti gli occupanti.

Caratteristiche locale	Caratteristiche porta		
	Occupanti serviti	Verso di apertura	Dispositivo di apertura
Locale non aperto al pubblico	$9 < n \leq 25$ occupanti		UNI EN 179
	$n > 25$ occupanti		UNI EN 1125
Locale aperto al pubblico	$n < 10$ occupanti	Nel verso dell'esodo	UNI EN 179
	$n \geq 10$ occupanti		UNI EN 1125
Area a rischio specifico	$n > 5$ occupanti		UNI EN 1125
Altri casi	Secondo risultanze dell'analisi del rischio		

Figura 77 –Tabella S.4-3 del C.P.I. 2015

Essendo la scuola un locale non aperto al pubblico, le porte delle aule devono essere provviste di dispositivi di apertura di tipo UNI EN 179, mentre le restanti porte, poste lungo le vie d'esodo, devono essere di tipo UNI EN 1125.

#### Uscite finali - S.4.5.7

Altrettanto necessario al fine di provare l'efficacia del piano di evacuazione è stato il fatto che le uscite finali fossero posizionate in modo da garantire l'evacuazione rapida degli occupanti verso un luogo sicuro, che fossero sempre disponibili, e che fossero contrassegnate da un cartello UNI EN ISO 7010-M001 o equivalente.

#### Segnaletica d'esodo ed orientamento - S.4.5.8

Il sistema d'esodo deve essere reso riconoscibile agli occupanti grazie all'apposita segnaletica d'esodo di tipo UNI EN ISO 7010 o equivalente. Inoltre l'indicazione deve essere adeguata alla complessità dell'edificio attraverso l'inserimento, in punti strategici di ogni piano, delle planimetrie semplificate evidenzianti sia la posizione del lettore sia il layout del sistema d'esodo contenente indicazioni secondo la norma ISO 23601 "Safety identification – Escape and evacuation plan sign". Si ricordi che, allo stesso modo, possono inoltre essere applicate indicazioni supplementari contenute nella norma ISO 16060 "Graphical symbol – Safety way guidance systems".

#### Illuminazione di sicurezza - S.4.5.9

Bisogna verificare che l'impianto di illuminazione di sicurezza posto lungo tutto il sistema delle vie d'esodo fino al luogo sicuro, qualora l'illuminazione risultasse insufficiente,

garantisca l'esodo degli occupanti. Questo in conformità rispetto alle indicazioni della norma UNI EN 1838 o equivalente.

**Profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento - S.4.6.1**

Per la determinazione del profilo  $R_{vita}$  entrano in gioco due fattori:

- $\delta_{occ}$ : caratteristiche prevalenti degli occupanti che si trovano nel compartimento antincendio;
- $\delta_{\alpha}$ : velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo  $t_{\alpha}$ , in secondi, impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW.

Nelle tabelle G.3-1 e G.3-2 del C.P.I., sono riportate le tabelle riportanti la classificazione dei fattori sopra descritti.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti $\delta_{occ}$		Esempi
<b>A</b>	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
<b>B</b>	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
<b>C [1]</b>	Gli occupanti possono essere addormentati:	
<b>Ci</b>	• in attività individuale di lunga durata	Civile abitazione
<b>Cii</b>	• in attività gestita di lunga durata	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
<b>Ciii</b>	• in attività gestita di breve durata	Albergo, rifugio alpino
<b>D</b>	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
<b>E</b>	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana

[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii

$\delta_{\alpha}$	Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio $t_{\alpha}$ [s]	Esempi
<b>1</b>	600 Lenta	Materiali poco combustibili distribuiti in modo discontinuo o inseriti in contenitori non combustibili.
<b>2</b>	300 Media	Scatole di cartone impilate; pallets di legno; libri ordinati su scaffale; mobili in legno; automobili; materiali classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1)
<b>3</b>	150 Rapida	Materiali plastici impilati; prodotti tessili sintetici; apparecchiature elettroniche; materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco.
<b>4</b>	75 Ultra-rapida	Liquidi infiammabili; materiali plastici cellulari o espansi e schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.

Figura 78 – Tabelle G.3-1 e G.3-2 del C.P.I 2015

Il profilo di rischio  $R_{vita}$  si determina per compartimenti e, di conseguenza, è stata riportata una tabella riassuntiva dei profili assegnati ai diversi compartimenti presenti nell'edificio.

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 38 – Profilo di rischio  $R_{vita}$

Profilo di rischio $R_{vita}$			
Compartimento	$\delta_{occ}$	$\delta_{\alpha}$	$R_{vita}$
Piano interrato	A	2	A2
C.1	A	2	A2
C.2	A	2	A2
C.3	A	2	A2
C.B	A	1	A1
C.C	A	1	A1
Archivio	A	2	A2
Sala riunioni	A	2	A2
Centrale termica	A	3	A3

Di questi compartimenti, sono stati presi in esame solo quelli direttamente connessi all'attività didattica, escludendo quindi il piano interrato e la centrale termica.

### Affollamento - S.4.6.2

Tipologia di attività	Densità di affollamento o criteri
Luoghi di pubblico spettacolo senza posti a sedere	1,2 persone/m <sup>2</sup>
Aree per mostre, esposizioni, manifestazioni varie di intrattenimento a carattere temporaneo	
Aree adibite a ristorazione	
<b>Aree adibite ad attività scolastica e laboratori (senza posti a sedere)</b>	0,4 persone/m <sup>2</sup>
Sale d'attesa	
Uffici aperti al pubblico	
Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	
Aree di vendita di <i>medie</i> e <i>grandi</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	0,2 persone/m <sup>2</sup>
Aree di vendita di attività commerciali al dettaglio senza settore alimentare	
Sale di lettura di biblioteche, archivi	
Ambulatori	0,1 persone/m <sup>2</sup>
Uffici non aperti al pubblico	
Aree di vendita di attività commerciali all'ingrosso	
Aree di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con specifica gamma merceologica non alimentare	
Civile abitazione	0,05 persone/m <sup>2</sup>
Autorimesse	2 persone per veicolo parchato
Degenza	1 degente e 2 accompagnatori per posto letto
<b>Aree con posti a sedere o posti letto (es. sale riunioni, aule scolastiche, dormitori, ...)</b>	Numero posti
Altre attività	Numero massimo presenti (addetti + pubblico)

Figura 79 – Tabella S.4-6 del C.P.I 2015

Per entrambi i plessi è stato calcolato l'affollamento per piano e per corpo.

Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 39 - Affollamento scuola primaria

Affollamento – Scuola primaria						
P.	Corpo	Locale	Sup.	Densità di affollamento	Affollamento	Affollamento totale per piano e per corpo
			[m <sup>2</sup> ]	[persone/m <sup>2</sup> ]	[numero]	[numero]
P.T	C.3	Guardiola	11,4	0,1	2	275
		Guardiola	10	0,1	1	
		Mensa	140	0,7	98	
		Sala riunioni	142	1,2	171	
		Preparazione pasti	28,2	0,1	3	
P.1	C.2	Aula	-	N. posti	26	149
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Laboratorio	46	0,4	19	
	C.3	Aula	-	N. posti	26	138
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Religione	46	0,4	19	
		Sala docenti	46	0,1	5	
Sala lettura		46	0,2	10		
P.2	C.2	Aula	-	N. posti	26	116
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Alfabetizzazione	46	0,4	19	
		Religione	46	0,4	19	
	C.3	Aula	-	N. posti	26	153
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Laboratorio musicale	43	0,4	18	
		Laboratorio informatico	46	0,4	19	
		Religione	46	0,4	19	
		Laboratorio d'arte	46	0,4	19	

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 40 – Affollamento scuola secondaria di I grado

Affollamento – Scuola secondaria di I grado						
P.	Corpo	Locale	Sup.	Densità di affollamento	Affollamento	Affollamento totale per piano e per corpo
			[m <sup>2</sup> ]	[persone/m <sup>2</sup> ]	[numero]	[numero]
P.T	C.1	Aula	-	N. posti	26	218,606
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Refettorio	126,6	0,7	88,606	
	C.2	Guardiola	11,5	0,1	2	100
		Segreteria	48,4	0,1	5	
		Segreteria	9,9	0,1	1	
		Presidenza	22,2	0,1	3	
		Sala professori	63,7	0,1	7	
		Infermeria	10,4	0,1	2	
		Vicepresidenza	35,5	0,1	4	
Sala riunioni	188,6	0,4	76			
P.1	C.1	Aula	-	N. posti	26	179
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Laboratorio informatico	73	0,4	30	
		Laboratorio artistico	46,4	0,4	19	
P.2	C.2	Aula	-	N. posti	26	175
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Aula	-	N. posti	26	
		Laboratorio HC	46,4	0,4	19	

## Progettazione dell'esodo – S.4.8

### Numero minimo di vie di esodo ed uscite indipendenti - S.4.8.1

La tabella S.4-8 del C.P.I. riporta il numero minimo di vie di esodo indipendenti, necessarie in funzione del profilo di rischio  $R_{vita}$  e dell'affollamento.

$R_{vita}$	Affollamento	Numero minimo
Qualsiasi	$\leq 50$ occupanti	1 [1]
A1, A2, Ci1, Ci2, Ci3	$\leq 100$ occupanti	
	$\leq 500$ occupanti	2
Qualsiasi	$\leq 1000$ occupanti	3
	$> 1000$ occupanti	4

[1] Sia comunque rispettata la massima lunghezza del *corridoio cieco* di cui al paragrafo S.4.8.2

Figura 80 – Tabella S.4-8 del C.P.I. 2015

I due plessi risultano separati dal punto di vista del piano di evacuazione di emergenza, per entrambi si riscontra un numero di affollamento minore di 1000 occupanti e, di conseguenza, si sono rivelate necessarie minimo tre vie di esodo indipendenti per ciascuno. Per “uscite indipendenti” si intende una coppia di vie di esodo orizzontali che conducono verso uscite distinte e per le quali si verifichi almeno una delle seguenti condizioni<sup>15</sup>:

- L'angolo formato dai percorsi rettilinei sia superiore a  $45^\circ$ ;
- Tra i percorsi esista una separazione di adeguata resistenza al fuoco dimensionata secondo i criteri del capitolo S.2 del C.P.I. 2015.

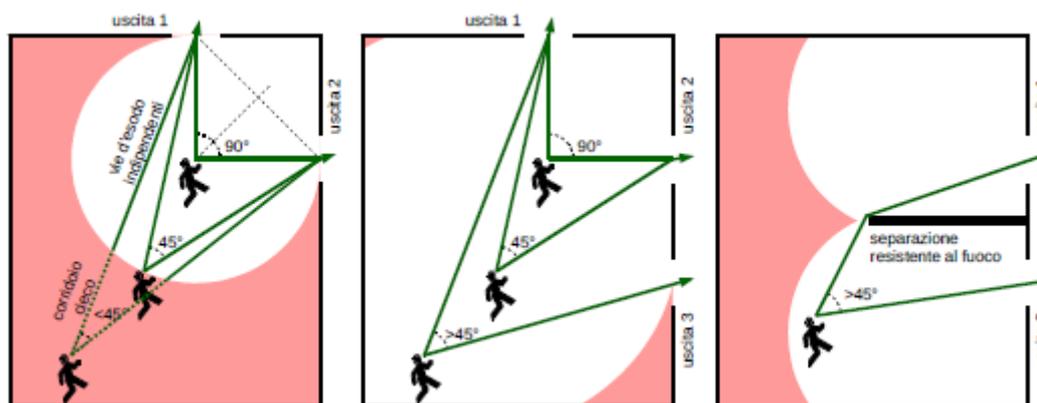


Figura 81 – Illustrazione S.4-2 del C.P.I. 2015

A questo proposito, le uscite della scuola secondaria C\_1, C\_2, C\_3 e C\_4, insieme a quelle della scuola primaria B\_1, B\_2, B\_3 e B\_4, sono state considerate dipendenti poiché l'angolo che si forma dai percorsi rettilinei è inferiore a  $45^\circ$ .

<sup>15</sup> Fonte: D.M. 03/08/15

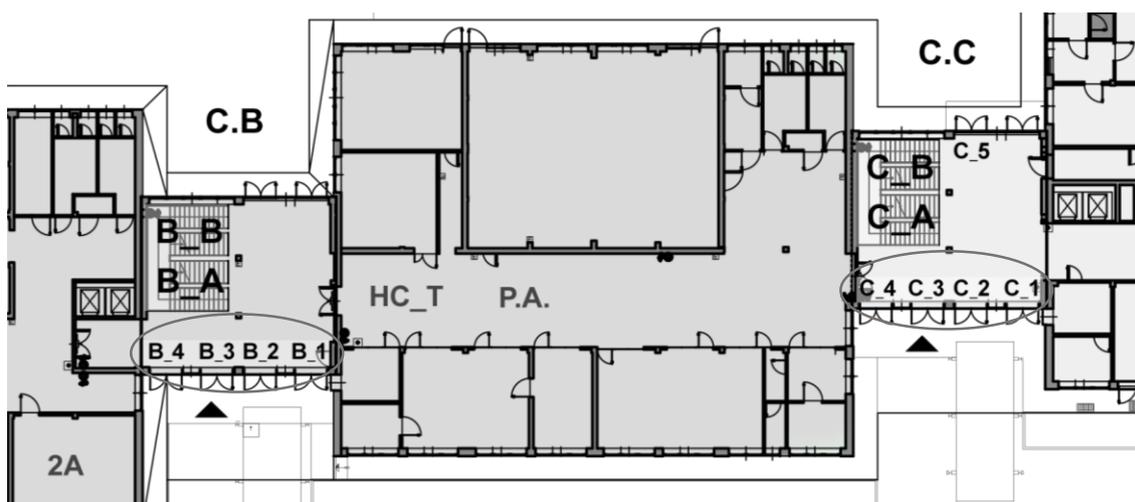


Figura 82 – Estratto pianta piano terra evidenziante le uscite dipendenti

Tabella 41- Affollamento totale scuola primaria

Scuola primaria		
P.	Corpo	Affollamento
P.T	C.3	275
P.1	C.2	149
	C.3	138
P.2	C.2	116
	C.3	153
Totale		831

Tabella 42 - Affollamento totale scuola secondaria di I grado

Scuola secondaria di I grado		
P.	Corpo	Affollamento
P.T	C.1	219
	C.2	100
P.1.	C.1	179
P.2	C.2	175
Totale		673

Entrambi i plessi superano un affollamento di 500 occupanti, di conseguenza sono da prevedere 3 uscite di emergenza indipendenti per ognuno.

#### Lunghezza d'esodo e dei corridoi ciechi – S.4.8.2

Per la verifica delle lunghezze d'esodo dei corridoi ciechi è stata utilizzata la tabella S.4-10 del C.P.I., la quale riporta i valori massimi di lunghezza in funzione del profilo di rischio R<sub>vita</sub>.

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

$R_{vita}$	Max lunghezza d'esodo $L_{es}$ [m]	Max lunghezza corrid. cieco $L_{cc}$ [m]	$R_{vita}$	Max lunghezza d'esodo $L_{es}$ [m]	Max lunghezza corrid. cieco $L_{cc}$ [m]
A1	70	30	<b>B1, E1</b>	60	25
<b>A2</b>	<b>60</b>	<b>25</b>	<b>B2, E2</b>	50	20
A3	45	20	<b>B3, E3</b>	40	15
A4	30	15	<b>C1</b>	40	20
D1	30	15	<b>C2</b>	30	15
D2	20	10	<b>C3</b>	20	10

I valori delle massime lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi di riferimento possono essere incrementati in relazione a *misure antincendio aggiuntive* secondo la metodologia di cui al paragrafo S.4.10.

Figura 83 – Tabella S.4-10 del C.P.I. 2015

Nel *paragrafo S.4.10 – Misure antincendio aggiuntive* del C.P.I., vengono date indicazioni per incrementare la massima lunghezza d'esodo di riferimento  $L_{es}$  e la massima lunghezza di corridoio cieco di riferimento  $L_{cc}$ . Con particolare riferimento alla lunghezza massima dei corridoi ciechi, è possibile incrementare tale valore almeno una porzione del corridoio cieco sia in via d'esodo protetta, a prova di fumo, esterna o mediante un fattore calcolato da tabella.

Tabella 43 – Calcolo lunghezza d'esodo – Scuola primaria

Lunghezza d'esodo - Scuola primaria					
Piano	Compartimento	Tratto tipo	Tratto massimo	Lunghezza massima	$L_{es}$
[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
P.T	Sala riunioni	Orizzontale	1-2	19,56	60
	C.3	Orizzontale	6-5	19,5	
P.1	C.2	Orizzontale	1-2-3-4-5-6-7-14	43,64	
	C.3	Orizzontale	1-17-2-4-5-6-7-8-9-15	39,54	
P.2	C.2	Orizzontale	1-2-3-4-5-6-7-14	43,64	
	C.3	Orizzontale	1-17-2-4-5-6-7-8-9-15	35,44	

Tabella 44 - Calcolo lunghezza d'esodo corridoio cieco - Scuola primaria

Lunghezza d'esodo corridoio cieco - Scuola primaria				
Piano	Compartimento	Tratto massimo	Lunghezza tratto massima	$L_{cc}$
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
P.T	Sala riunioni	1-2	19,56	25
	C.3	11-12	7,4	
P.1	C.2	1-2-3-4-5-6-7-14	43,64	
	C.3	12-17	8,2	
P.2	C.2	1-2-3-4-5-6-7-14	43,64	
	C.3	1-17	10,12	

Per quanto riguarda la scuola primaria, risultano verificate le tutte le lunghezze massime d'esodo, ma non i corridoi ciechi nel corpo 2 al primo e al secondo piano.

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 45- Calcolo lunghezza d'esodo - Scuola secondaria di I grado

Lunghezza d'esodo - Scuola secondaria di I grado					
Piano	Compartimento	Tipo tratto	Tratto massimo	Lunghezza massimo	L <sub>es</sub>
[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
P.T	Sala riunioni	Orizzontale	1-2	18,7	60
	Archivio	Orizzontale	3-4	8,6	
	C.1	Orizzontale	1-2-3-4-13	34,5	
	C.2	Orizzontale	12-11-10-9-6-7-8-17	37,86	
P.1	C.1	Orizzontale	1-2-3-4-5-6-7-14	33,4	
P.2	C.1	Orizzontale	1-2-3-4-5-6-7-14	33,4	

Tabella 46 - Calcolo lunghezza d'esodo corridoio cieco - Scuola secondaria di I grado

Lunghezza d'esodo corridoio cieco - Scuola secondaria di I grado				
Piano	Compartimento	Tratto massimo	Lunghezza massima	L <sub>cc</sub>
[-]	[-]	[-]	[m]	[m]
P.T	Sala riunioni	1-2	18,7	25
	Archivio	3-4	8,6	
	C.1	1-14	14,91	
	C.2	12-11-10-9-6-7-8-17	37,86	
P.1	C.1	1-2	11,25	
P.2	C.1	1-2	11,25	

Per quanto riguarda la scuola secondaria, risultano verificate le tutte le lunghezze massime d'esodo, ma non il corridoio cieco a piano terra nel primo corpo.

### Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali - S.4.8.2

Per il calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali  $L_o$ , come i corridoi, le porte, le uscite, è stata utilizzata la formula riportata nel C.P.I..

$$L_o = L_U \cdot n_o \quad [S.4-1]$$

Dove:

- $L_o$  = larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali [mm];
- $L_U$  = larghezza unitaria per le vie d'esodo orizzontali determinata dalla tabella S.4-11 in funzione del profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento [mm/persona];
- $n_o$  = numero totale degli occupanti che impiegano tale via d'esodo orizzontale.

$R_{vita}$	Larghezza unitaria [mm/persona]	$R_{vita}$	Larghezza unitaria [mm/persona]
A1	3,40	B1, C1, E1	3,60
A2	3,80	B2, C2, D1, E2	4,10
A3	4,60	B3, C3, D2, E3	6,20
A4	12,30	-	-

Figura 84 – Tabella S.4-11 C.P.I. 2015

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 47- Calcolo larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali – Scuola primaria

Scuola primaria							
P.	Corpo	Locale	Affollamento	Uscita	n <sub>0</sub>	L <sub>U</sub>	L <sub>0</sub>
			[numero]	[-]	[persone]	[mm]	[mm]
P.T.	C.3	Guardiola	2	C_1	193	3,8	733,4
		Guardiola	1	C_1			
		P.1	190	C_1			
		Preparazione pasti	3	C_1	182		691,6
		P.2	179	C_5			
		Mensa	98	E	98		372,4
		Sala riunioni	171	F	171		649,8
P.1	C.2	Aula	26	B	149	3,8	566,2
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Laboratorio	19				
	C.3	Aula	26	B	41		155,8
		Sala docenti	5				
		Sala lettura	10				
		Aula	26	D	97		368,6
		Aula	26				
		Religione	19				
P.2	C.2	Aula	26	B	116	440,8	
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Alfabetizzazione	19				
		Religione	19				
	C.3	Aula	26	B	63	239,4	
		Laboratorio musicale	18				
		Laboratorio informatico46	19				
		Aula	26	D	90	342	
		Aula	26				
Religione	19						
Laboratorio d'arte	19						

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 48 – Calcolo larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali – Scuola secondaria di I grado

Scuola secondaria di I grado							
P.	Corpo	Locale	Affollamento	Uscita	n <sub>0</sub>	L <sub>U</sub>	L <sub>0</sub>
			[numero]	[-]	[persone]	[mm]	[mm]
P.T	C.1	Aula	26	A	52	3,8	197,6
		Aula	26				
		Aula	26	B	441		1675,8
		Aula	26				
		Aula	26				
		Refettorio	89				
	C.2	Guardiola	2				
		Segreteria	5				
		Segreteria	1				
		Presidenza	3				
		Sala professori	7				
		Infermeria	2				
		Vicepresidenza	4				
	P.1 + P2	250	G	76	288,8		
Sala riunioni	76						
P.1	C.1	Aula	26	A	52	197,6	
		Aula	26				
		Aula	26	B	127	482,6	
		Aula	26				
		Aula	26				
		Laboratorio informatico	30				
		Laboratorio artistico	19				
P.2	C.2	Aula	26	A	52	197,6	
		Aula	26				
		Aula	26	B	123	467,4	
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Laboratorio HC	19				

La larghezza minima delle vie di esodo è garantita per ogni piano e per tutte le uscite, questo perché la larghezza  $L_0$  può essere suddivisa tra più percorsi, purché la larghezza minima sia maggiore di 900 mm. È questo il caso le uscite B\_1 e C\_1 sono formate da 4 porte di emergenza, ciascuna di 2000mm.

#### Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo verticali - S.4.8.6

Il risultato del calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo verticali  $L_V$ , avendo adottato come procedura d'esodo quella simultanea, deve essere tale da consentire l'evacuazione contemporanea di tutti gli occupanti in evacuazione da tutti i piani. La formula per il calcolo è la seguente:

$$L_V = L_U \cdot n_V \quad [S.4-2]$$

Dove:

- $L_V$  = larghezza minima delle vie d'esodo verticali [mm];
- $L_U$  = larghezza unitaria determinata dalla tabella S.4-12 in funzione del profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento e del numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale [mm/persona];
- $n_V$  = numero totale degli occupanti che impiegano tale via d'esodo orizzontale, provenienti da tutti i piani serviti.

$R_{vita}$	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale									
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05
<b>A2</b>	4,55	<b>4,00</b>	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15

I valori delle larghezze unitarie *devono* essere incrementati secondo le indicazioni della tabella S.4-13 in relazione all'alzata ed alla pedata dei gradini, alla tipologia di scala.  
**[F]** Impiegato anche nell'esodo *per fasi*

Figura 85 – Tabella S.4-12 del C.P.I. 2015

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

Tabella 49 - Calcolo larghezza minima delle vie d'esodo verticali – Scuola primaria

Scuola primaria							
P.	Corpo	Locale	Affollamento	Uscita	n <sub>v</sub>	L <sub>U</sub>	L <sub>V</sub>
			[numero]	[-]	[persone]	[mm]	[mm]
P.1	C.2	Aula	26	B	421	4	1684
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
	Laboratorio	19					
	C.3	Aula	26	B			
		Sala docenti	5				
Sala lettura		10					
P.2	C.2	Aula	26	B			
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Alfabetizzazione	19				
	Religione	19					
	C.3	Aula	26	B			
Laboratorio musicale		18					
Laboratorio informatico46		19					
P.1	C.3	Aula	26	D	187		748
		Aula	26				
		Aula	26				
		Religione	19				
P.2	C.3	Aula	26	D			
		Aula	26				
		Religione	19				
		Laboratorio d'arte	19				

Tabella 50- Calcolo larghezza minima delle vie d'esodo verticali – Scuola secondaria di I grado

Scuola secondaria di I grado							
P.	Corpo	Locale	Affollamento	Uscita	$n_v$	$L_U$	$L_V$
			[numero]	[-]	[persone]	[mm]	[mm]
P.1	C.1	Aula	26	A	104	4	416
		Aula	26				
P.2	C.2	Aula	26	A			
		Aula	26				
P.1	C.1	Aula	26	B	250	1000	
		Aula	26				
		Aula	26				
		Laboratorio informatico	30				
		Laboratorio artistico	19				
P.2	C.2	Aula	26	B			
		Aula	26				
		Aula	26				
		Aula	26				
		Laboratorio HC	19				

La larghezza minima delle vie di esodo è garantita per ogni piano e per tutte le uscite, questo perché la larghezza  $L_V$  può essere suddivisa in più percorsi, purché la larghezza minima sia maggiore di 1200 mm. È questo il caso della scala B e della scala C formate da due scale ciascuna con larghezza pari a 1400 mm.

#### Calcolo della larghezza minima delle uscite finali - S.4.8.8

Per il calcolo della larghezza minimi dell'uscita finale  $L_F$ , è stata utilizzata la seguente formula:

$$L_F = \sum_i L_{O,i} \cdot \sum_j L_{V,j} \quad [S.4-4]$$

Dove:

- $L_F$  = larghezza minima dell'uscita finale [mm];
- $L_{O,i}$  = larghezza della i-esima via d'esodo orizzontale che adduce all'uscita finale, come calcolata con l'equazione S.4-1 [mm];
- $L_{V,j}$  = larghezza della j-esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale, come calcolata con le equazioni S.4-2 e S.4-3, rispettivamente in caso di esodo simultaneo [mm];

Questo calcolo è stato già effettuato nella tabella del precedente paragrafo

#### Esodo in presenza di occupanti con disabilità - S.4.9

Nel prevedere la possibilità di presenza non occasionale di occupanti che non hanno sufficiente abilità per raggiungere autonomamente un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali, in tutti i piani dell'attività oggetto di studio, è stato previsto uno spazio calmo. Questo spazio deve essere contrassegnato con un cartello UNI EN 7010 – E024 o equivalente.

### 8.2 Progetto piano di evacuazione

Quanto ottenuto applicando la strategia S.4 al caso studio e i risultati ottenuti dalle simulazioni analizzate del precedente capitolo, ha permesso di verificare e confermare il piano di evacuazione. Nello specifico, per quanto riguarda la scuola secondaria di I grado, sono state mantenute le modifiche circa l'assegnazione delle scale presenti all'interno dell'edificio. In particolare, è stata diminuita la percentuale di occupanti a cui è stata destinata la scala esterna A nel piano attuale, nel tentativo di portare il valore ad un terzo della popolazione scolastica totale. La maggiore modifica ha coinvolto l'assegnazione delle scale B\_A e B\_B in quanto, per evitare che si creassero degli ingorghi o delle code dovute a classi che occupassero il passaggio in attesa che si liberassero le scale, è stato deciso di assegnare ad ogni piano l'uso esclusivo di una sola scala. In questo modo tutte le classi situate sullo stesso piano, una volta raggiunto il corpo scala, avrebbero trovato la via libera potendo così procedere con l'esodo senza essere d'intralcio alle classi dietro di loro.

Analogamente, la stessa scelta è stata fatta in relazione alla scuola primaria, anche in virtù del fatto che, in questo modo, sarebbero stati aboliti i cinque piani di evacuazione esistenti per fonderli in un unico. Invariata è rimasta, invece, l'evacuazione delle classi in prossimità della scala esterna D, che presentava già degli ottimi risultati in termini di densità di affollamento e di tempi massimi di completamento.

Nell'Allegato V - *Piante piano di evacuazione* sono state riportate le planimetrie in formato A3 contenenti il layout del sistema di esodo per favorire una maggiore comprensione di quanto esposto sino ad ora. Nella pianta in figura 86, in particolar modo, si noti l'esodo di entrambi i plessi, pur tuttavia ricordando che le due scuole dispongono di piani di emergenza distinti, con l'inevitabile conseguenza che anche i loro piani di evacuazione sono da considerarsi come tali, divisi e indipendenti.

## Capitolo 8 – Piano di evacuazione

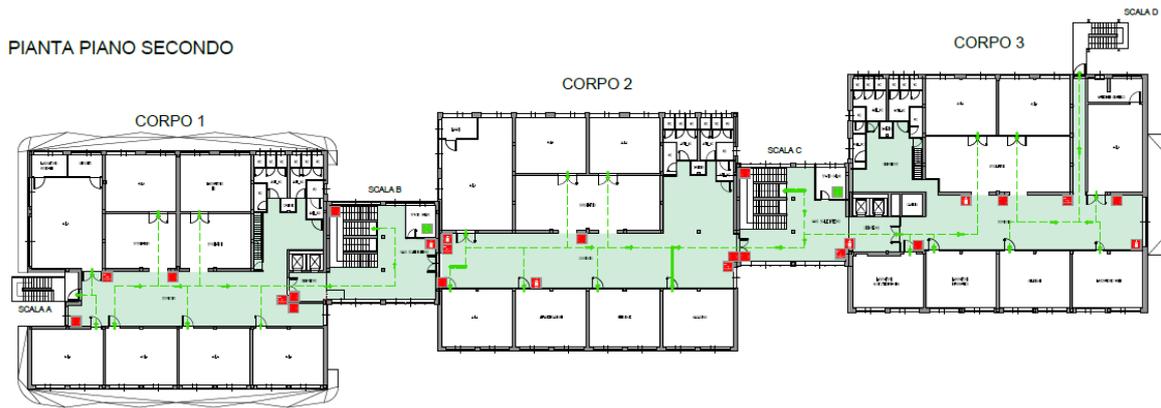


Figura 86 – Esempio di piano di evacuazione

Il passo successivo, nella progettazione e nella verifica del piano di evacuazione, è stato quello di creare le planimetrie semplificate da installare nei punti strategici di ogni piano delle due scuole e delle quali si riporta un esempio di seguito. L'obiettivo è stato quello creare un modello che contenesse tutte le informazioni richieste dal Codice di Prevenzione Incendi, al fine di fornire al progettista una base di partenza che non rischiasse di omettere dati importanti. Oltre al Codice di Prevenzione Incendi, per stabilire cosa debba essere indicato nelle planimetrie di emergenza e di evacuazione, si può utilizzare come riferimento anche il Decreto Ministeriale 10/03/1998 o la norma tecnica UNI ISO 23601:2014.



Figura 87 - Layout del sistema d'esodo

## 1 Piano

Questa parte del *layout* del sistema d'esodo è stata progettata per permettere al lettore di avere un'idea immediata del piano sul quale si trova e con lo scopo di fornirgli informazioni sul nome e la posizione dell'edificio stesso, oltre ai numeri di telefono da contattare in caso di bisogno.

## 2 Keyplan

In questa sezione del *layout* è stato inserito un *keyplan* dell'intero edificio che potesse far comprendere al lettore la sua posizione rispetto all'edificio nel suo complesso. Inoltre, il *keyplan* fornisce indicazioni sulla posizione di chi legge rispetto al fronte principale e, quindi, rispetto alla strada.

## 3 Planimetria

La parte principale di un piano di evacuazione è rappresentata dalla planimetria di esodo. Non necessariamente questa deve essere riprodotta in scala: in questo caso, ad esempio, è stata inserita fuori scala. In base alle disposizioni derivanti dall'applicazione della strategia S.4 e in conformità con le linee guida esposte nel capitolo 3, è fondamentale riportare su di essa le seguenti informazioni:

- Ubicazione delle uscite di emergenza;
- Ubicazione dei luoghi sicuri;
- Individuazione colorata dei percorsi di fuga;

- Ubicazione delle attrezzature antincendio (idranti, estintori, ecc.);
- Individuazione delle aree di raccolta esterne (colorati o con lettera);
- Indicazione della segnaletica di sicurezza;
- Individuazione dell'interruttore elettrico generale di piano e generale.

### 4 Legenda simboli

LEGENDA SIMBOLI	
 Estintore <i>Fire Extinguisher</i>	 Uscita di emergenza <i>Emergency Exit</i>
 Pulsante di allarme <i>Fire alarm</i>	 Via di esodo <i>Evacuation Route</i>
 Idrante <i>Fire Hose</i>	 Defibrillatore Automatico Esterno <i>Automated External Defibrillator</i>
 Pulsante di sgancio elettrico <i>Power shut-off</i>	 Spazio calmo <i>Safe Area</i>
 Cassetta di Primo Soccorso <i>First Aid Kit</i>	 Punto di raccolta <i>Assembly Area</i>

Figura 88 – Legenda simboli del layout del sistema d'esodo

In questa parte del *layout* è stata riportata la legenda dei simboli, al fine di facilitare al lettore la comprensione delle planimetrie in caso di emergenza. Il Codice di Prevenzione Incendi, nel paragrafo S.4.5.8, consiglia l'applicazione delle indicazioni contenute nella norma ISO 23601 "Safety identification – Escape and evacuation plan sign" per quanto riguarda la segnaletica d'esodo del *layout*.

### 5 In caso di emergenza

In questa parte del *layout* sono state riportate due informazioni importanti. La prima riguarda la posizione del lettore ed è segnalata dalla frase "Voi siete qui", come richiesto nel paragrafo S.4.5.8 del Codice di Prevenzione Incendi. La seconda, invece, afferisce alle le norme di comportamento da adottare in caso di emergenza e in caso di evacuazione conformemente alle prescrizioni riportate nel piano di emergenza.

### 8.3 Il BIM per la pianificazione dell'emergenza

Il BIM, come già esposto nei precedenti capitoli, rappresenta un processo interattivo di lavoro che offre la possibilità di creare un modello intelligente in grado di elaborare progressivamente una moltitudine di dati grafici e di altro genere, restituendo così risultati sempre aggiornati circa l'intero ciclo di vita della struttura. Avvalendosi di una serie di processi di comunicazione, miglioramento, simulazione e cooperazione, questa tecnica si pone lo scopo di raccogliere le informazioni che possono essere utili a chiunque sia coinvolto nel processo di elaborazione e verifica di un piano di emergenza. In altre parole, quella del BIM, è un metodologia che aggiunge alla progettazione ordinaria degli oggetti parametrici concepiti direttamente in 3D.

Sulla base di quanto esposto, risulta chiaro come, dunque, l'adozione di processi orientati al BIM, a servizio degli operatori del settore Sicurezza, andrebbe a semplificare molte delle attività richieste dal Legislatore, dando maggiore visibilità ai fattori di rischio e, di conseguenza, contribuirebbe ad un aumento del livello di Sicurezza nelle fasi operative. Nel caso della Prevenzione Incendi (PI) e, in particolare, per quanto concerne la gestione delle emergenze, l'applicazione della modellazione BIM, permetterebbe di avere accesso a quei parametri di progetto riguardanti il piano di emergenza e di evacuazione trattati nei paragrafi precedenti, verificandone costantemente e puntualmente quanto richiesto dai vincoli legislativi. Tra gli elementi utili inseribili nel modello troviamo:

- Individuazione delle vie di esodo e delle loro geometrie;
- Segnaletica di esodo e di orientamento;
- Illuminazione di sicurezza;
- Layout dei posti a sedere fissi e mobili;
- Individuazione dei compartimenti;
- Assegnazione di un profilo di rischi  $R_{vita}$  ad ogni compartimento;
- Calcolo dell'affollamento per ogni compartimento;
- Calcolo del numero minimo di vie d'esodo ed uscite finali;
- Calcolo delle lunghezze d'esodo e dei corridoi ciechi;
- Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali;
- Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo verticali;
- Calcolo della larghezza minima delle uscite finali;
- Individuazione dei luoghi sicuri;
- Inserimento delle planimetrie del sistema d'esodo;
- Inserimento della relazione del piano di emergenza.

### Applicazione dei parametri antincendio ad un modello

All'interno del modello di un edificio, è possibile individuare i compartimenti da cui esso è composto. Ognuno è costituito da una serie di locali con una determinata destinazione d'uso, perimetro e volume. Conoscendo la tipologia di attività e la superficie di ogni locale del compartimento, è possibile assegnare dei parametri circa l'indice di affollamento, reperibili dalla tabella S.4-6 del Codice di Prevenzione Incendi o da documenti tecnici emanati da organismi europei o internazionali, riconosciuti nel settore della sicurezza antincendio. In questo modo si potrebbe calcolare automaticamente l'affollamento di ogni singolo locale, di una porzione o di un intero piano e del compartimento totale. La conoscenza del numero degli occupanti permetterebbe di verificare le caratteristiche delle porte poste lungo le vie di esodo. Inoltre, mediante l'assegnazione di un profilo di rischio  $R_{vita}$  per ogni compartimento, è possibile calcolare e verificare la lunghezza massima d'esodo e quella dei corridoi ciechi.

L'applicazione di quanto detto, al modello esistente delle due scuole oggetto di studio, permetterebbe, qualora si volessero o si dovessero apportare delle modifiche al piano di evacuazione, di poterlo facilmente verificare e aggiornare. Potrebbe, inoltre, essere utile per orientare le squadre di soccorso durante l'emergenza, consentendo loro un più efficiente coordinamento.

Per quanto concerne il piano di emergenza, invece, oltre all'inserimento del documento opportunamente redatto nel modello, si potrebbe pensare di creare delle forme che possano rappresentare le figure aventi un ruolo cardine in caso di emergenza. A queste si potrebbero collegare delle schede elencanti i corretti comportamenti da adottare secondo il piano di emergenza di riferimento, per le diverse tipologie di emergenza.



## Capitolo 9

### Conclusioni e sviluppi futuri

---

Il lavoro di tesi svolto ha avuto come obiettivo quello di formulare una metodologia che potesse essere in grado di migliorare ed ottimizzare i piani di emergenza e di evacuazione e che, dunque, fosse facilmente replicabile ed applicabile ad un qualsiasi edificio scolastico situato sul territorio nazionale. A tal fine, si è cercato di proporre un *iter* progettuale da seguire con lo scopo di ridurre il più possibile i rischi esogeni legati all'attività dell'uomo in situazioni di pericolo come quella rappresentata da un incendio. Risulta coerente, pertanto, come tale metodologia sia stata declinata attraverso la proposta di un modello di piano di emergenza che, unito ad una buona informazione, formazione ed addestramento, rappresenta l'essenziale strumento da cui partire per limitare l'entità delle conseguenze di un evento incidentale, salvando la vita delle persone coinvolte e limitando il più possibile i danni che esso potrebbe generare.

In particolare, l'analisi del monitoraggio della prova di evacuazione, che ha interessato i plessi presi in esame, ha confermato come la presenza di un piano di emergenza e di evacuazione non garantisce in alcuno modo risultati soddisfacenti dal punto di vista dell'esodo e della gestione delle emergenze. Infatti, la carenza di informazioni o, più semplicemente, la mancanza di aggiornamenti sono stati alla base delle diverse criticità riscontrate. Seguendo questo paradigma, nell'elaborazione di un piano di evacuazione che potesse migliorare ed ottimizzare quello attuale, è emersa la necessità dell'utilizzo di strumenti di simulazioni di esodo in ogni fase della progettazione. Essi, infatti hanno restituito una risposta immediata circa l'efficacia delle misure adottate, permettendo così di personalizzare progressivamente il modello in base al caso specifico analizzato.

Infine, di fondamentale importanza in questo percorso di tesi, è stato il ruolo che ha rivestito la metodologia BIM, senza la quale non sarebbe stata possibile affrontare una progettazione integrata. L'utilizzo del BIM, nel campo dell'antincendio, valica il semplice ottenimento di un parere positivo da parte degli enti di controllo, ma permette, anzi, di accedere ad un flusso continuo di informazioni da parte di tutti gli attori facenti parte della progettazione, riducendo notevolmente i tempi e gli errori che si sarebbero potuti commettere impiegando una progettazione classica.

#### **Sviluppi futuri**

Se si guarda ad un orizzonte temporale di più ampio respiro all'interno del quale auspicare uno sviluppo futuro del lavoro qui svolto, risulterebbe indiscutibilmente interessante approfondire ancor più l'analisi dei metodi per la formazione e l'informazione del personale durante le emergenze, al fine di poter mettere a confronto

i risultati ottenuti dall'applicazione di due metodologie diverse. La prima, di tipo ordinaria, è quella che già viene o, almeno, dovrebbe essere effettuata in tutte le scuole e che si avvale degli ordinari corsi di formazione e studio delle normative. La seconda, invece, integrerebbe la prima avvalendosi di strumenti di realtà virtuale immersivi. In effetti, queste tecnologie stanno rappresentando sempre di più una nuova frontiera nel campo dell'edilizia e, in questo caso, si prestano efficacemente anche a favorire la progettazione antincendio. Attraverso l'utilizzo della realtà virtuale, i progettisti hanno, infatti, la possibilità di cogliere eventuali aspetti critici del modello di simulazione che, altrimenti, non emergerebbero. Per quanto riguarda il loro utilizzo come metodi di formazione, queste simulazioni potrebbero, infine, essere impiegate per ricreare diverse situazioni di emergenza richiedenti particolari azioni di risposta da parte dei soggetti coinvolti, non solo al fine di corroborare dei comportamenti virtuosi in risposta a questi eventi, ma anche per sensibilizzare rispetto alla fondamentale necessità di conoscere al meglio il piano di cui si dispone.

## Riferimenti bibliografici

---

- Tatano V. – Zenut S. (2005), *La redazione del piano di emergenza e di evacuazione nelle scuole*, Napoli, Sistemi editoriali Se
- D'Angelo N. – D'Angelo B. (2005), *La sicurezza nelle scuole*, Napoli, sistemi editoriali Se
- Ruggeri G. – Marinelli S. (1997), *Il piano di emergenza metodo, organizzazione, esempi*, Roma, Editoria professionale
- Jona S. – Mutani G., *Linee guida per i piani di emergenza ed evacuazione per edifici civili, storico-artistici ed industriali*, Piemonte, Regione Piemonte
- Cittadinanzattiva (2018), *XVI rapporto sulla sicurezza delle scuole, I cittadini e l'accesso alle informazioni*
- Vancetti R. (2019), *Materiale didattico del corso di Ingegneria della sicurezza antincendio in edilizia*
- Boyce - K. e McConnell - N. C. (2015), *A Study of Human Behaviour During Evacuation of Licensed Premises*, 6th International Human Behaviour in Fire
- Cereda E. (2019), *Strumenti di Fire Safety Engineering nella progettazione antincendio: dai modelli di simulazione dell'esodo alla virtual reality*
- Viale V. (2019), *La gestione della manutenzione dei presidi antincendio tramite la metodologia BIM*
- Minisini D. – Grimaz S. – McConnel N. – Tatano V. – Zanut S., *E.L'esperienza di una evacuazione non preannunciata durante una rappresentazione teatrale destinata a bambini delle scuole primarie*, Print-lab dipartimento di chimica fisica e ambiente, Università di studi di Udine
- Aldis Run Larusdottir – Anne S. Dederichs, *A Step Towards Including Children's Evacuation Parameters and Behavior in Fire Safe Building Design*, Denmark, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark
- Aldis Run Larusdottir (2013), *Evacuation of Children, Focusing on daycare centers and elementary schools*, Department of Civil Engineering, Technical University of Denmark
- M. Malizia, *Il Codice di prevenzione incendi*

## Sitografia

---

- <https://www.teknoring.com/news/ingegneria-civile/sicurezza-in-edilizia-scolastica-tutta-la-normativa/>
- <https://www.lavoripubblici.it/news/2019/04/ANTINCENDIO/21974/Codice-di-prevenzione-incendi-Modificato-da-un-nuovo-decreto-del-Ministero-dell-Interno>
- <https://www.puntosicuro.it/incendio-emergenza-primi-soccorso-C-79/prevenzione-incendi-C-85/soluzioni-conformi-del-codice-antincendio-per-le-scuole-AR-19202/>
- <http://usr.istruzione.lombardia.gov.it/istruzione/personale-ata/i-profili-professionali/>
- [https://www.edscuola.it/archivio/norme/decreti/dlvo626\\_94emergenze.pdf](https://www.edscuola.it/archivio/norme/decreti/dlvo626_94emergenze.pdf)
- <https://earth.google.com/web/@45.08584784,7.6826455,234.38794446a,121.67815514d,35y,93.4941889h,59.9996253t,0r>
- <https://www.ictorino2.edu.it/il-nostro-istituto>
- <http://www.drawingtothefuture.polito.it/>
- <http://www.comune.torino.it/>
- <https://www.thunderheadeng.com/2018/11/ifc-import-to-pathfinder-and-pyrosim/>
- <http://www.vigilfuoco.it/asp/home.aspx>
- <https://www.systemasrl.it/bim-to-hs-prevenzione-incendi-il-bim-nella-gestione-della-sicurezza-antincendio/>

## Legislazione vigente

---

- D.M. 26 agosto 1992 – Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.
- D. M. 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 - Vigili del Fuoco.
- D.M. 7 agosto 2017 - Ordine degli Architetti.
- D. M. 19 aprile 2001 - Atti Ministeriali MIUR.
- D. M. 15 luglio 2003, n. 388 - Regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale.

## Normativa tecnica

---

- ISO/DTR 16738 – *Fire-safety engineering – Technical information on methods for evaluating behaviours and movement of people*
- UNI EN 1125:2008 - *Accessori per serramenti - Dispositivi per le uscite antipanico azionati mediante una barra orizzontale per l'utilizzo sulle vie di esodo - Requisiti e metodi di prova*
- UNI EN 179:2008 - *Accessori per serramenti - Dispositivi per uscite di emergenza azionati mediante maniglia a leva o piastra a spinta per l'utilizzo sulle vie di fuga - Requisiti e metodi di prova*
- UNI EN ISO 7010:2012 - *Segni grafici - Colori e segnali di sicurezza - Segnali di sicurezza registrati*
- ISO 23601:2009- *Safety identification – Escape and evacuation plan sign*
- ISO 16060:2017 - *Graphical symbol – Safety way guidance systems*
- UNI EN 1838:2013 - *Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza*



## ALLEGATI

---



## Allegato I – Modello piano di emergenza

---



# Modello di redazione del piano di emergenza e di evacuazione nelle scuole

(Il seguente piano è frutto dello studio di piani di emergenza già esistenti, rielaborati ed integrati ai fini di creare un modello di riferimento. Per i riferimenti si rimanda in bibliografia)



# PIANO DI EMERGENZA ED EVACUAZIONE

## Sicurezza antincendio e gestione delle emergenze

*Decreto Ministeriale 03 agosto 2015*

*Decreto ministeriale 10 marzo 1998*

*D.L gs 81/08 e s.m.i*

### STATO DEL DOCUMENTO

REVISIONE	DATA	NATURA DELLA MODIFICA

Il Datore di lavoro	
Il Responsabile del servizio di prevenzione e protezione	
Il Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza	
L'Addetto al servizio di prevenzione e protezione	



# Indice

A - GENERALITA' .....	1
A1 - Identificazione e riferimenti generali.....	2
A2 – Caratteristiche generali dell’edificio scolastico.....	3
A2.1 - Planimetria delle aree interne ed esterne .....	3
A3 – Distribuzione e localizzazione della popolazione scolastica.....	3
A4 – Identificazione delle aree ad alta vulnerabilità .....	4
B – ORGANIZZAZIONE DELL’EMERGENZA .....	5
B1 - Obiettivi del piano.....	5
B2 – Informazione .....	5
B3 – Classificazione emergenze.....	5
B4 – Localizzazione del Centro di Coordinamento .....	6
B5 – Composizione della squadra di Emergenza.....	6
B6 – Esercitazioni – Prove di evacuazione.....	8
C – PROCEDURE DI EMERGENZA E DI EVACUAZIONE .....	9
C1 – Compiti della Squadra di Evacuazione per funzione .....	9
C2 – Compiti della Squadra di Prevenzione Incendi.....	11
C3 – Sistema di comunicazione emergenze .....	12
C4 – Enti esterni di pronto intervento.....	13
C5 – Chiamate di soccorso.....	13
C6 – Aree di raccolta.....	13
D – NORME DI COMPORTAMENTO IN BASE AL TIPO DI EMERGENZA E MANSIONE .....	15
E – PRESIDANTI ANTINCENDIO.....	17
E1 – Tabella ubicazione e utilizzo .....	17
E2 – Punti di inertizzazione d’istituto .....	17
F – REGISTRO DELLE EMERGENZE .....	18
F1 – Registro delle Esercitazioni Periodiche.....	18
F2 – Registro della Formazione e Addestramento .....	18
F3 – Registro Controlli e Manutenzione Periodiche.....	18
G - ALLEGATI .....	18



# A - GENERALITA'

## PREMESSA

Il Piano di Emergenza è l'insieme delle misure da adottare per fronteggiare situazioni critiche in modo da prevenire ulteriori intendent, ma anche per evitare e limitare danni alla salute dei lavoratori e di tutte le persone coinvolte nell'ambiente di lavoro. Al fine di ridurre il rischio di regioni non controllate che possono generarsi in seguito a situazioni imprevedibili, è fondamentale l'attuazione di una puntuale organizzazione. In particolare per ridurre l'effetto "Panico", che si può manifestare attraverso diverse risposte emotive quali timore e paura, oppressione, ansia fino ad arrivare a possibili convulsioni, manifestazioni isteriche. In questi casi è facile che le persone reagiscano in modo non controllato e irrazionale. Soprattutto se in presenza di tante persone, in una situazione di pericolo che sia presunta o reale, il panico si manifesta nei seguenti modi:

- Ansia generale, invocazione d'aiuto, urla, atti di disperazione;
- Istinto di autodifesa, tentativi di fuga a danno degli altri;
- Decadimento delle facoltà mentali quali l'attenzione, il controllo dei movimenti, le facoltà di ragionamento.

Sono proprio questi i comportamenti che rappresentano elementi di grave pericolo. Per far fronte e modificare i comportamenti elencati, è possibile preparare il sistema a far fronte ai pericoli che lo insidiano. Per questo un contributo fondamentale viene dato dal piano di emergenza.

Il seguente piano ha come finalità:

- La salvaguardia delle vite umane;
- La protezione dei beni;
- La tutela dell'ambiente.

Per assolvere a queste importanti funzioni risulta fondamentale che questo documento venga costantemente aggiornato e modificato ogni qualvolta vengano a mancare i requisiti per una corretta e rapida attuazione. Vi è l'obbligo di periodici test di cadenza almeno annuale, per verificarne la funzionalità e riscontrare eventuali errori o mancanze. Al Dirigente scolastico, o alla persona da lui delegata per iscritto, spetta il compito di assicurarsi che nel corso dell'esercizio non siano alterate le condizioni di sicurezza e sia applicato il piano di sicurezza, di emergenza e di evacuazione. In particolare:

- Le vie di uscita e di circolazione interne dovranno essere tenute sempre libere da qualsiasi materiale che possa ostacolare l'esodo delle persone e costituire pericolo per la propagazione di un incendio;
- All'interno della scuola dovrà essere effettuato un controllo prima dell'inizio di qualsiasi attività, circa la funzionalità del sistema di vie di uscita ed il corretto funzionamento degli impianti e delle attrezzature di sicurezza;
- Dovranno essere mantenuti efficienti gli impianti elettrici, in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti;
- In occasione di situazioni particolari saranno presi opportuni provvedimenti di sicurezza;
- Ove sarà previsto il divieto di fumare, per motivi di sicurezza, bisognerà farlo rispettare.

## A1 - Identificazione e riferimenti generali

(La seguente tabella va compilata per ogni plesso scolastico)

Tabella 1 - Dati identificativi della scuola

<b>Anno scolastico</b>	
<b>Scuola/Istituto</b>	
<b>Indirizzo</b>	
<b>N. studenti</b>	
<b>N. docenti</b>	
<b>N. non docenti (ATA) <sup>1</sup></b>	
<b>N. altre persone presenti <sup>2</sup></b>	
<b>Ente proprietario della scuola</b>	
<b>Dirigente Scolastico (D.S.)</b>	
<b>Ente Proprietario dell'edificio</b>	
<b>Responsabile dei Servizi di Prevenzione e Protezione (R.S.P.P.)</b>	
<b>Rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (R.L.S.)</b>	
<b>Medico competente <sup>3</sup></b>	
<b>Coordinatore per la gestione dell'emergenza</b>	
<b>Coordinatore del primo soccorso</b>	
<b>Eventuali collaboratori esterni</b>	
<b>Visitatori (ipotizzati)</b>	
<b>Alto</b>	

**N.B.** Le cariche di D.S., R.S.P.P., R.L.S., Medico competente, Coordinatore per la gestione dell'emergenza, Coordinatore del primo soccorso, sono da compilarsi successivamente dopo aver effettuato le nomine.

<sup>1</sup>Il Decreto del Ministro della Pubblica Istruzione 19 Aprile 2001 n. 75 suddivide il personale amministrativo tecnico e ausiliario (ATA) in diverse figure professionali raggruppate in quattro Aree: A, AS, B, D

<sup>2</sup> Qualsiasi altra figura

<sup>3</sup> In caso la Valutazione dei Rischi lo ritenga necessario

## A2 – Caratteristiche generali dell'edificio scolastico

(Descrizione dell'Istituto scolastico comprendenti le seguenti informazioni):

- Ubicazione
- Anno di costruzione
- Tipologia
- Numero di piani fuori terra
- Numero di piani interrati o seminterrati
- Area esterna complessiva
- Uso dei locali
- Altro

### A2.1 - Planimetria delle aree interne ed esterne

All'interno delle planimetrie, in allegato al Piano di emergenza ed evacuazione, sono riportate le indicazioni riguardanti le destinazioni d'uso dei vari locali di lavoro, oltre che agli impianti di sicurezza e antincendio, ai diversi dispositivi e tutti i percorsi d'esodo.

Nello specifico la documentazione cartografica riporta le seguenti informazioni:

- Destinazioni d'uso;
- Ubicazione delle uscite di emergenza;
- Ubicazione dei luoghi sicuri;
- Individuazione (colorata) dei percorsi di fuga;
- Ubicazione delle attrezzature antincendio (idranti, estintori, ecc.);
- Individuazione delle aree di raccolta esterne (colorati o con lettera);
- Indicazione della segnaletica di sicurezza;
- Individuazione dell'interruttore elettrico generale di piano e generale.

Le planimetrie di esodo sono appese nelle zone comuni e nelle aule.

## A3 – Distribuzione e localizzazione della popolazione scolastica

(Numero massimo ipotizzabile)

La valutazione del numero massimo di possibili utenti per piano e per edificio è utile al fine di una corretta e tempestiva gestione dell'emergenza.

Tabella 2 - Distribuzione e localizzazione della popolazione scolastica

PIANO	STUDENTI (1)	DOCENTI	NON OCENTI (ATA)	ALTRE PERSONE PRESENTI	TOTALE
<b>TOTALE</b>					

NOTE:

(1) Tabella 3 – Studenti con BES (Bisogni educativi speciali)

STUDENTI CON DISABILITA'		NUMERO	PIANO	AULA	TOTALE
DSA	Dislessia				
	Disgrafia				
	Disortografia				
	Discalculia				
Disabilità intellettiva					
Sviluppo					
Linguaggio					
Apprendimento					
Attenzione e comportamentali					
Affettivo relazionale					
Motoria					
Ipovisione					
Ipoacusia					
Sordità grave					
Cecità					
Stranieri con disabilità					
<b>TOTALE</b>					

**NOTE:**

## A4 – Identificazione delle aree ad alta vulnerabilità

Tabella 4 – Identificazione delle aree ad alta vulnerabilità

LUOGHI A RISCHIO	UBICAZIONE	NUMERO
Magazzini		
Laboratori		
Centrale termica		
Biblioteca		
Cucina		
Mensa		
Impianti Sportivi		
Parcheggio		
<b>(Altro)</b>		

AULE PARTICOLARI	UBICAZIONE	NUMERO
Aula magna attività collettive		
Aule con studenti disabili		
Aule ubicate in posizioni particolari con difficoltà di evacuazione		
<b>(Altro)</b>		

ALTRI RISCHI	UBICAZIONE	NUMERO
Sostanze tossiche		
Attrezzature particolari		
<b>(Altro)</b>		

**NOTE:**

## B – ORGANIZZAZIONE DELL'EMERGENZA

Il Dirigente Scolastico unitamente al Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione dell'Istituto, dispone le seguenti programmazioni per quanto riguarda la gestione dell'emergenza:

- Per la lotta antincendio, i sistemi di gestione dell'emergenza, il salvataggio, vengono mantenuti costanti i rapporti con i servizio pubblici;
- Saranno designati gli addetti della squadra antincendio, relativamente alle competenze ed alle caratteristiche dell'istituto;
- In merito ad eventuali esposizioni al pericolo ed alle misure necessarie da adottare per l'abbattimento di questo, verranno informati i lavoratori e gli studenti;
- Verrà predisposto un piano di evacuazione per il deflusso degli occupanti dall'edificio scolastico e programmate le relative prove di verifica;

### B1 - Obiettivi del piano

Il presente piano tende a perseguire i seguenti obiettivi:

- Affrontare l'emergenza fin dal primo insorgere per contenere gli effetti sulla popolazione scolastica;
- Pianificare le azioni necessarie per proteggere le persone sia da eventi interni che esterni;
- Coordinare i servizi di emergenza, lo staff tecnico e la Dirigenza;
- Fornire una base informativa didattica per la formazione di tutto il personale, degli studenti e dei loro genitori;

### B2 – Informazione

L'informazione agli insegnanti e agli studenti prevede degli incontri per l'acquisizione delle procedure e dei comportamenti individuati nel piano e lo studio di casi esemplari.

### B3 – Classificazione emergenze

Tabella 5 – Classificazione emergenze

<b>EMERGENZE INTERNE</b>	<b>EMERGENZE ESTERNE</b>
Incendio	Incendio
Ordigno esplosivo	Attacco terroristico
Allagamento	Alluvione
Emergenza elettrica	Evento sismico
Fuga di gas	Emergenza tossico-nociva/ambientale esterna
Sversamento sostanze chimiche	(Altro)
Infortunio/malore	
Esplosione	
(Altro)	

## B4 – Localizzazione del Centro di Coordinamento

**Ubicazione (aula/ufficio):**

**Numero di telefono:**

**Evacuazione nell'area di raccolta:**

E' qui che si svolgono le funzioni preposte per coordinare l'emergenza, tenere i contatti con le autorità esterne, decidere le azioni per affrontare l'emergenza e in caso di evacuazione è il punto di riferimento per le informazioni provenienti dalle aree di raccolta.

## B5 – Composizione della squadra di Emergenza

La squadra di Emergenza è composta da tre gruppi:

### 1 SQUADRA DI PREVENZIONE INCENDI

Tabella 6 – Nominativi squadra di prevenzione incendi

N.	NOMINATIVO	TEL. INTERNO	PIANO	CORSO		PATENTIVO VVF (data)	NOTE
				Ente	Ore		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

N. persone addestrate e formate alla Prevenzione Incendi \_\_\_\_\_.

In caso di personale dipendente da altri Enti (Provincia, Comune) richiedere le informazioni all'Ente di appartenenza.

*(Da allegare programma e attestati)*

### 2 SQUADRA DI EVACUAZIONE

Di seguito si riporta l'assegnazione degli incarichi.

Tabella 7 – Nominativi squadra di evacuazione

INCARICO	FIGURA	NOMINATIVO	TEL.	SOSTITUTO	TEL.
Emanazione ordine di evacuazione	Coordinatore dell'emergenza				
Diffusione ordine di evacuazione	Addetto Segreteria o non addetto				
Chiamata di soccorso	Addetto Segreteria				
Responsabile dell'evacuazione della classe	Docente o non docente				
Studente apri-fila 1a	Studente				
Studente chiudi-fila 1a	Studente				
Studenti di soccorso 1a	Studente				

Responsabile centro di raccolta esterno Colore lettera	Addetto Segreteria o Docente				
Interruzione energia elettrica/gas Piano	Non Docente di piano				
Interruzione energia elettrica/gas Piano	Non Docente di piano				
Interruzione energia elettrica/gas Piano	Non Docente di piano				
Controllo operazioni di evacuazione Piano	Non Docente di piano				
Controllo operazioni di evacuazione Piano	Non Docente di piano				
Controllo operazioni di evacuazione Piano	Non Docente di piano				
Verifica giornaliera degli estintori/ uscite e luci di emergenza/ Piano	Non Docente di piano				
Verifica giornaliera degli estintori/ uscite e luci di emergenza/ Piano	Non Docente di piano				
Verifica giornaliera degli estintori/ uscite e luci di emergenza/ Piano	Non Docente di piano				
Controllo chiusura apertura cancelli esterni	Non Docente di piano				
(Altro)					

N. persone complessive della squadra di evacuazione \_\_\_\_\_.

### 3 SQUADRA DI PRONTO SOCCORSO

<b>PRONTO SOCCORSO</b>	<b>COMPITI</b>
<b>Due unità per piano (Indicativamente). Abilitati dopo corso di formazione.</b>	Figure formate nell'attuazione delle misure di pronto soccorso, all'uso delle attrezzature minime per gli interventi di pronto soccorso e gli interventi di primo soccorso

Tabella 8 – Nominativi squadra di Prevenzione Incendi

n.	NOMINATIVO	TEL. INTERNO	PIANO	CORSO		NOTE
				Ente	Ore	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

N. persone addestrate e formate al Pronto Soccorso \_\_\_\_\_.

In caso di personale dipendente da altri Enti (Provincia, Comune) richiedere le informazioni all'Ente di appartenenza.

*(Da allegare programma e attestati)*

Tabella 9 – Cassetta del pronto soccorso

CASSETTA DEL PRONTO SOCCORSO		CONTROLLO CONTENUTO	NOMINATIVO
N.	Ubicazione	Data	

Ubicazione della camera di riposo (se presente) \_\_\_\_\_.

## B6 – Esercitazioni – Prove di evacuazione

Come già detto sono necessarie delle esercitazioni periodiche, almeno due volte all'anno. E fondamentale che vengano effettuate opere di informazione, come da programmazione, prima che avvenga un'esercitazione.

Pratiche per l'esecuzione delle prove:

- Effettuarle all'inizio e alla fine dell'anno scolastico;
- Effettuare una prova programmata e la successiva a sorpresa;
- Prevedere la presenza e la collaborazione della protezione civile o degli enti di soccorso locale, al fine di coinvolgerli nella realtà scolastica;
- Durante le esercitazioni, utilizzare l'impianto elettrico d'emergenza periodicamente al fine di verificarne la funzionalità.

Da queste prove rilevare e verificare:

- Miglioramento del tempo di completamento massimo per l'esodo dell'intero edificio, in confronto alla prova precedente;
- Funzionamento dell'organizzazione della prova, in funzione dei compiti, dei compiti, delle mansioni e delle reazioni umane.

## C – PROCEDURE DI EMERGENZA E DI EVACUAZIONE

### C1 – Compiti della Squadra di Evacuazione per funzione

#### **SCHEDA 1 - COMPITI DEL COORDINATORE DELLE EMERGENZE**

Ricevuta la segnalazione di "inizio emergenza" il Coordinatore dell'Emergenza attiva gli altri componenti della squadra e si reca sul posto segnalato.

- Valuta la situazione di emergenza e di conseguenza la necessità di evacuare l'edificio, attuando la procedura d'emergenza prestabilita.
- Dà ordine agli addetti di disattivare gli impianti di piano o generali.
- Dà il segnale di evacuazione generale e ordina all'addetto di chiamare i mezzi di soccorso necessari.
- Sovrintende a tutte le operazioni della squadra di emergenza interna e collabora con gli enti di soccorso al fine di pianificare efficacemente la strategia di intervento fornendo tutte le indicazioni necessarie
- Dà il segnale di fine emergenza

N.B. Nel caso in cui il Coordinatore dell'emergenza non sia il Capo d'Istituto, quest'ultimo deve essere reperibile in un luogo prestabilito per essere punto di riferimento per tutte le informazioni provenienti dal Coordinatore e dai responsabili dei punti di raccolta.

In caso di smarrimento di qualsiasi persona, prende tutte le informazioni necessarie e le comunica alle squadre di soccorso esterne, al fine della loro ricerca.

#### **SCHEDA 2 - RESPONSABILI DELL'AREA DI RACCOLTA**

All'ordine di evacuazione dell'edificio:

Per i non docenti:

- Si dirigono verso il punto di raccolta percorrendo l'itinerario previsto dalle planimetrie di piano;
- Acquisiscono, dai docenti di ogni classe, la presenza dei loro studenti; (nel caso qualche persona non risulti alla verifica, prendono tutte le informazioni necessarie e le trasmettono al Capo d'Istituto);
- Comunicano al Capo d'Istituto la presenza complessiva degli studenti;

Per i docenti:

- Effettuano l'evacuazione della loro classe, come previsto dalla procedura d'emergenza;
- Arrivati all'area di raccolta verificano la presenza dei loro studenti e la trascrivono nell'apposito modulo.

#### **SCHEDA 3 - RESPONSABILE CHIAMATA DI SOCCORSO - (PERSONALE ATA)**

All'ordine di evacuazione dell'edificio:

- Attende l'avviso del Coordinatore dell'emergenza per effettuare la chiamata dei mezzi di soccorso seguendo le procedure previste.
- Fornisce tutti i chiarimenti necessari all'Ente di soccorso ricevente accertandosi di essere stato correttamente inteso ripetendo eventualmente (o facendosi ripetere) le segnalazioni date.
- Si dirige verso l'area di raccolta seguendo l'itinerario prestabilito dalle planimetrie di piano.

#### **SCHEDA 4 - RESPONSABILE DELL'EVACUAZIONE DELLA CLASSE - DOCENTE**

##### All'insorgere di una emergenza:

- Contribuisce a mantenere la calma in tutta la classe in attesa che venga comunicato il motivo dell'emergenza.
- Si attiene alle procedure corrispondenti al tipo di emergenza che è stato segnalato.

##### All'ordine di evacuazione dell'edificio:

- Fa uscire ordinatamente gli studenti iniziando dalla fila più vicina alla porta; gli studenti procederanno in fila indiana tenendosi per mano senza spingersi e senza correre; uno studente assume la funzione di "apri-fila" e un altro quella di "chiudi-fila".
- Prende il registro delle presenze, con gli alunni si reca nell'area di raccolta e fa l'appello per compilare l'apposito modulo allegato al registro.

N.B. Nel caso di presenza di disabili, deve intervenire la persona designata per l'assistenza di tali alunni. I docenti facenti parte della squadra di emergenza verranno immediatamente sostituiti nelle procedure di evacuazione della classe.

#### **SCHEDA 5 - RESPONSABILE DI PIANO - (PERSONALE NON DOCENTE)**

##### All'insorgere di una emergenza:

- Individua la fonte del pericolo, ne valuta l'entità e suona la campanella di "inizio emergenza".
- Avverte immediatamente il Coordinatore dell'emergenza e si attiene alle disposizioni impartite.
- Toglie la tensione elettrica al piano agendo sull'interruttore nonché chiude la valvola di intercettazione del gas.

##### All'ordine di evacuazione dell'edificio:

- Se è addetto alla portineria apre i cancelli, li lascia aperti fino al termine dell'emergenza ed impedisce l'ingresso agli estranei.
- Favorisce il deflusso ordinato dal piano (eventualmente aprendo le porte di uscita contrarie al verso dell'esodo).
- Vieta l'uso delle scale, degli ascensori e dei percorsi non di sicurezza.
- Al termine dell'evacuazione del piano, si dirige verso l'area di raccolta esterna.

#### **SCHEDA 6 - STUDENTI APRI-FILA CHIUDI-FILA SOCCORSO**

##### All'ordine di evacuazione dell'edificio:

- Mantengono la calma, seguono le procedure stabilite e le istruzioni del docente.
- Gli Apri-fila devono seguire il docente nella via di fuga stabilita, guidando i compagni alla propria area di raccolta.
- I Chiudi-fila hanno il compito di verificare, da ultimi, la completa assenza di compagni nella classe evacuata e di chiudere la porta (una porta chiusa è segnale di classe vuota).

## C2 – Compiti della Squadra di Prevenzione Incendi

### INCENDIO DI RIDOTTE PROPORZIONI

1. Valutare se l'incendio può effettivamente essere spento, in breve tempo, con i mezzi di estinzione (estintori, naspi, idranti) disponibili. Non tentare l'operazione di spegnimento se non si è sicuri.

2. In caso affermativo, mentre almeno un operatore della squadra interviene con l'estintore più vicino, contemporaneamente l'altro operatore:

- Toglie la tensione elettrica al piano agendo sull'interruttore segnalato ed interrompe, se presente, il flusso del gas intervenendo sulle valvole di intercettazione;
- Procura almeno un altro estintore predisponendolo per l'utilizzo, mettendolo a distanza di sicurezza dal fuoco ma facilmente accessibile dal primo operatore;
- Allontana le persone, con precedenza a coloro che occupano gli ambienti più vicini al punto dell'incendio;
- Compartimenta la zona dell'incendio, allontana dalla zona della combustione i materiali combustibili in modo da circoscrivere l'incendio e ritardarne la propagazione.

3. Utilizzare gli estintori come da addestramento:

- Indossare i DPI dedicati (visiera, guanti protettivi, ecc.)
- Verificare la funzionalità dell'estintore attraverso una prima erogazione a ventaglio di sostanza estinguente dopodiché avanzare in profondità per aggredire il fuoco da vicino;
- Se si utilizzano due estintori contemporaneamente si deve operare da posizioni che formino, rispetto al fuoco, un angolo massimo di 90°;
- Operare a giusta distanza per colpire il fuoco con un getto efficace;
- Dirigere il getto alla base delle fiamme;
- Non attraversare con il getto le fiamme, agire progressivamente prima le fiamme vicine poi verso il centro;
- Non sprecare inutilmente le sostanze estinguenti (l'intervento con un estintore dura mediamente una decina di secondi per cariche ordinarie da 6kg).

4. Proteggersi le vie respiratore con un fazzoletto bagnato e gli occhi con gli occhiali.

5. Se non si riesce a controllare l'evento in breve tempo, attivare le procedure di chiamata ai Vigili del Fuoco e di evacuazione dell'Istituto.

**N.B.** Se si valuta che il fuoco è di piccole dimensioni si deve arieggiare il locale perché è più importante tenere bassa la temperatura dell'aria per evitare il raggiungimento di temperature pericolose per l'accensione di altro materiale presente e per far evacuare i fumi e gas responsabili di intossicazioni oltre ad evitare ulteriori incendi.

### INCENDIO DI VASTE PROPORZIONI

1. Avvisare i Vigili del Fuoco.

2. Il Coordinatore dell'emergenza dà il segnale di evacuazione della scuola.

3. Interrompere l'erogazione dell'energia elettrica e del gas il più a monte possibile.

4. Compartimentare le zone circostanti.

5. Utilizzare i naspi per provare a spegnere l'incendio e per mantenere a più basse temperature le zone circostanti.

6. La squadra allontana dalla zona della combustione i materiali combustibili in modo da circoscrivere l'incendio e ritardare la propagazione.

## RACCOMANDAZIONI FINALI

Quando l'incendio è domato:

- Accertarsi che non permangano focolai nascosti o braci;
- Arieggiare sempre i locali per eliminare gas o vapori;
- Far controllare i locali prima di renderli agibili per verificare che non vi siano lesioni a strutture portanti.

### Note Generali

Attenzione alle superfici vetrate: a causa del calore possono esplodere.

In caso di impiego di estintori a CO2 in locali chiusi, abbandonare immediatamente i locali dopo la scarica.

Non dirigere mai il getto contro la persona avvolta dalle fiamme, usare grandi quantità di acqua oppure avvolgere la persona in una coperta o in indumenti.

## C3 – Sistema di comunicazione emergenze

La comunicazione dell'emergenza avviene per mezzo di allarme sonoro, tramite campanella o altoparlante

### 1. Avvisi con campanella

L'attivazione della campanella è possibile da una serie di pulsanti dislocati ad ogni piano e contrassegnati.

Tabella 10 – Avviso di emergenza con campanella

SITUAZIONE	SUONO CAMPANELLA	RESPONSABILE ATTIVAZIONE	RESPONSABILE DISATTIVAZIONE

Tabella 11 – Esempio di sistema avviso di emergenza con campanella

SITUAZIONE	SUONO CAMPANELLA	RESPONSABILE ATTIVAZIONE	RESPONSABILE DISATTIVAZIONE
<b>Inizio emergenza</b>	Intermittente 2 secondi	In caso di <b>evento interno</b> chiunque si accorga dell'emergenza In caso di <b>evento esterno</b> il Coordinatore Emergenze	Coordinatore Emergenza
<b>Evacuazione generale</b>	Continuo	Coordinatore Emergenza	Coordinatore Emergenza
<b>Fine emergenza</b>	Intermittente 10 secondi	Coordinatore Emergenza	Coordinatore Emergenza

### 2. Comunicazione a mezzo altoparlante

Riservato al Coordinatore dell'Emergenza.

### 3. Comunicazione telefoniche

Digitando da qualunque apparecchio telefonico interno il numero \_\_\_\_\_ si attiva la comunicazione con il Coordinatore dell'emergenza, con commutazione automatica in segreteria. Colui che rileva l'emergenza deve comunicare il seguente messaggio:

“Sono al \_\_\_\_\_ piano, classe \_\_\_\_\_, è in atto una emergenza (incendio/tossica/\_\_\_\_\_) nell'area seguente \_\_\_\_\_, esistono / non esistono feriti.”

## C4 – Enti esterni di pronto intervento

Tabella 12 – Numeri da chiamare in caso di emergenza

EVENTO	CHI CHIAMARE	N. TELEFONICO
Attentato, Ordine Pubblico	CARABINIERI	112
	POLIZIA DI STATO	
Incendio, esplosione, crollo, allagamento	VIGILI DEL FUOCO	112
Infortunio, malore	PRONTO SOCCORSO	112
Avvelenamento	CENTRO ANTIVELENAMENTI	
Guasto elettricità	ENEL	
(Altro)		

## C5 – Chiamate di soccorso

Tra la scuola e gli Enti preposti deve essere definito un coordinatore perché sia organizzato il soccorso nei tempi più rapidi possibili in relazione all'ubicazione della scuola, delle vie di accesso, del traffico ipotizzabile nelle varie ore del giorno.

In caso di malore o infortunio

112 – Pronto Soccorso

"Pronto qui è la scuola \_\_\_\_\_ ubicata in \_\_\_\_\_  
è richiesto il vostro intervento per un incidente.  
Il mio nominativo è \_\_\_\_\_ il nostro numero di telefono è \_\_\_\_\_.  
Si tratta di \_\_\_\_\_(caduta, schiacciamento, intossicazione, ustione, malore, ecc.) la vittima è \_\_\_\_\_(rimasta incastrata, ecc.),  
(c'è ancora il rischio anche per altre persone)  
la vittima è \_\_\_\_\_(sanguina abbondantemente, svenuta, non parla, non respira)  
in questo momento è assistita da un soccorritore che gli sta praticando (una compressione della ferita, la respirazione bocca a bocca, il massaggio cardiaco, l'ha messa sdraiata con le gambe in alto, ecc.)  
qui è la scuola \_\_\_\_\_ ubicata in \_\_\_\_\_  
mandiamo subito una persona che vi aspetti nel punto (sulla strada davanti al cancello, all'ingresso generale della scuola, sulla via.....)  
Il mio nominativo è \_\_\_\_\_ il nostro numero di telefono è \_\_\_\_\_."

In caso di Incendio

112 – Vigili del Fuoco

"Pronto qui è la scuola \_\_\_\_\_ ubicata in \_\_\_\_\_  
è richiesto il vostro intervento per un principio di incendio.  
Il mio nominativo è \_\_\_\_\_ il nostro numero di telefono è \_\_\_\_\_.  
Ripeto, qui è la scuola \_\_\_\_\_ ubicata in \_\_\_\_\_  
è richiesto il vostro intervento per un principio di incendio.  
Il mio nominativo è \_\_\_\_\_ il nostro numero di telefono è \_\_\_\_\_."

## C6 – Aree di raccolta

Il Coordinatore dell'Emergenza è autorizzato a decidere l'evacuazione della scuola e ad attivare la campanella. Tutto il personale, deve raggiungere l'Area di Raccolta a ciascuno assegnata.

Sono individuate aree di raccolta all'interno ed all'esterno dell'edificio:

- Le aree di raccolta interne sono individuate in zone sicure adatte ad accogliere le classi in caso l'emergenza non preveda l'evacuazione.

- Le aree di raccolta esterne sono individuate ed assegnate alle singole classi, in cortili o zone di pertinenza, in modo da permettere il coordinamento delle operazioni di evacuazione ed il controllo dell'effettiva presenza di tutti.

Le aree di raccolta devono far capo a "luoghi sicuri" individuati tenendo conto delle diverse ipotesi di rischio.

Tabella 13 – Elenco Aree di raccolta

<b>AREA DI RACCOLTA</b>			
Piano	Classe	Descrizione e ubicazione dell'area	Colore o lettera

Tabella 14 – Elenco Aree di raccolta interne

<b>AREA DI RACCOLTA INTERNA</b>			
Piano	Classe	Descrizione e ubicazione dell'area	Colore o lettera

## D – NORME DI COMPORTAMENTO IN BASE AL TIPO DI EMERGENZA E MANSIONE

### **SCHEDA 1 – NORME PER L'EVACUAZIONE**

1. Interrompere tutte le attività
2. Lasciare gli oggetti personali dove si trovano
3. Mantenere la calma, non spingersi, non correre, non urlare

- A. Uscire ordinatamente incolonnandosi dietro gli Apri-fila.
- B. Procedere in fila indiana tenendosi per mano o con una mano sulla spalla di chi precede.
- C. Rispettare le precedenzae derivanti dalle priorità dell'evacuazione.
- D. Seguire le vie di fuga indicate.
- E. Non usare mai l'ascensore.
- F. Raggiungere l'area di raccolta assegnata.

#### IN CASO DI EVACUAZIONE PER INCENDIO RICORDARSI DI:

- Camminare chinati e di respirare tramite un fazzoletto, preferibilmente bagnato, nel caso vi sia presenza di fumo lungo il percorso di fuga.
- Se i corridoi e le vie di fuga non sono percorribili o sono invasi dal fumo, non uscire dalla classe, sigillare ogni fessura della porta, mediante abiti possibilmente bagnati; segnalare la propria presenza dalle finestre.

### **SCHEDA 2 - NORME PER L'INCENDIO**

#### Chiunque si accorga dell'incendio:

- Avverte la persona addestrata all'uso dell'estintore che interviene immediatamente;
- Avverte il Coordinatore che si reca sul luogo dell'incendio e dispone lo stato di preallarme. Questo consiste in:
  - Interrompere immediatamente l'erogazione di gas dal contatore esterno;
  - Se l'incendio è di vaste proporzioni, avvertire i Vigili del Fuoco ed eventualmente il Pronto Soccorso;
  - Dare il segnale di evacuazione;
  - Avvertire i responsabili di piano che si tengano pronti ad organizzare l'evacuazione;
  - Coordinare tutte le operazioni attinenti.

#### Se il fuoco è domato in 5-10 minuti il Coordinatore dispone lo stato di cessato allarme.

#### Questo consiste in:

- Dare l'avviso di fine emergenza;
- Accertarsi che non permangano focolai nascosti o braci;
- Arieggiare sempre i locali per eliminare gas o vapori;
- Far controllare i locali prima di renderli agibili per verificare che:
  - Non vi siano lesioni a strutture portanti,
  - Non vi siano danni provocati agli impianti (elettrici, gas, macchinari).
- Chiedere eventualmente consulenza ai Vigili del Fuoco, tecnici;
- Avvertire (se necessario) compagnie Gas, Elettriche.

SCHEDA 2 – NORME PER L'INCENDIO

SCHEDA 3 – NORME PER EMERGENZA SISMICA

SCHEDA 4 – NORME PER EMERGENZA ELETTRICA

SCHEDA 5 – NORME PER SEGNALAZIONE DELLA PRESENZA DI UN ORDIGNO

SCHEDA 6 – NORME PER EMERGENZA TOSSICA O CHE COMPORTI IL CONFINAMENTO

SCHEDA 7 – NORME PER ALLAGAMENTO

SCHEDA 8 – NORME PER I GENITORI

SCHEDA 9 – NORME PER I VISITATORI

SCHEDA 10 – NORME PER I VISITATORI

SCHEDA 11 – NORME PER LA RICREAZIONE

SCHEDA 12 – NORME PER EVENTI SPECIALI

SCHEDA 13 – NORME PER INCONTRI SCUOLA – CASA

SCHEDA 14 – NORME PER ATTACCO TERRORISTICO

SCHEDA 15 – NORME PER ASSISTENZA AI DISABILI IN CASO DI EVACUAZIONE

## E – PRESIDI ANTINCENDIO

### E1 – Tabella ubicazione e utilizzo

Tabella 15 – Ubicazione presidi antincendio

UBICAZIONE	MEZZI DI ESTINZIONE	TIPO	CONTROLLO SEMESTRALE (nome della ditta)	VARIE

#### Legenda:

<p><b>Mezzi di estinzione:</b>  <b>I = Idrante N = Naspo</b>  <b>M =Attacco Motopompa E = Estintore</b></p>	<p><b>Tipo:</b>  <b>P = Polvere H = Halon,</b>  <b>AC = Acqua CO<sub>2</sub> = Anidride carbonica</b>  <b>S = Schiuma</b></p>
---	---

### E2 – Punti di inertizzazione d'istituto

Tabella 16 – Punti di inertizzazione dell'istituto

PUNTI DI INERTIZZAZIONE	UBICAZIONE	SEGNALETICA DI RIFERIMENTO	SEGNALETICA PRESENTE
QUADRO ELETTRICO GENERALE			
INTERCETTAZIONE ACQUA			
INTERCETTAZIONE GAS			
INTERCETTAZIONE ASCENSORE			

## F – REGISTRO DELLE EMERGENZE

Il piano di emergenza va aggiornato periodicamente in funzione delle variazioni intervenute nella struttura, attrezzatura, organizzazione, n. di persone presenti.

### F1 – Registro delle Esercitazioni Periodiche

Esercitazioni periodiche: devono essere effettuate almeno due volte all'anno.

Tabella 17 – Registro Esercitazioni Periodiche

DATA ESERCITAZIONE	ENTE COADIUVANTE	N. PERSONE PRESENTI	N. PERSONE EVACUATE	TEMPO PREVISTO	TEMPO AFFETTIVO

(Descrizione della posizione e modalità di innesco dell'allarme per la prova di evacuazione)

### F2 – Registro della Formazione e Addestramento

L'esercitazione deve essere opportunamente preparata con il personale della scuola e gli studenti attraverso incontri o materiale scritto.

Tabella 18 – Registro formazione e addestramento

DATA	ARGOMENTO	N. ORE	FORMATORE	N. DOCENTI	N. NON DOCENTI	CLASSE/ SEZIONE	N. STUDENTI

### F3 – Registro Controlli e Manutenzione Periodiche

Da compilare da parte del Coordinatore dell'Emergenza e/o del RSPP quanto vengono rilevate, durante la normale attività, durante i controlli periodici o durante le esercitazioni, anomalie carenze o provvedimenti da adottare.

Tabella 19 – Registro Controlli e Manutenzione Periodiche

ARGOMENTO	DATA	PROBLEMA RILEVATO	SEGNALATO DA	MISURA DA ATTUARE	DATA DI ATTUAZIONE

## G - ALLEGATI

## Allegato II – Schede prova di evacuazione

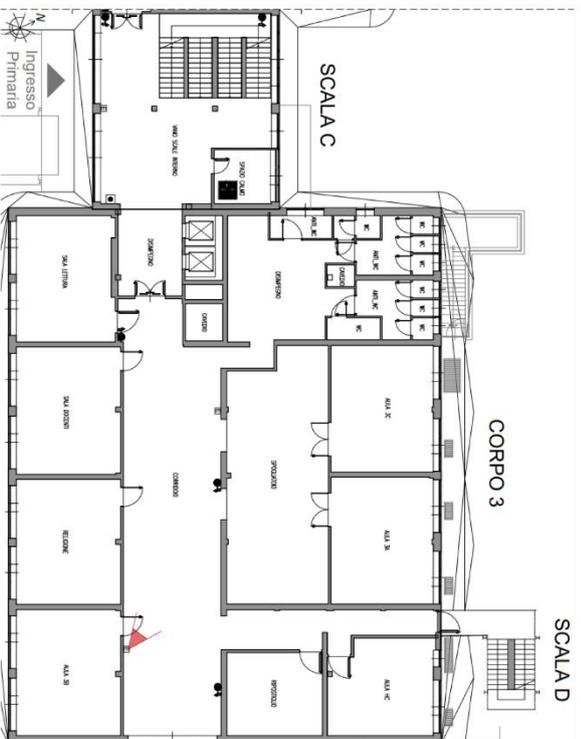
---





**Codice identificativo:**  
**E\_P1\_01**

Scuola: Primaria  
Piano: Primo  
Zona: Corpo 3



**Strumenti e info**

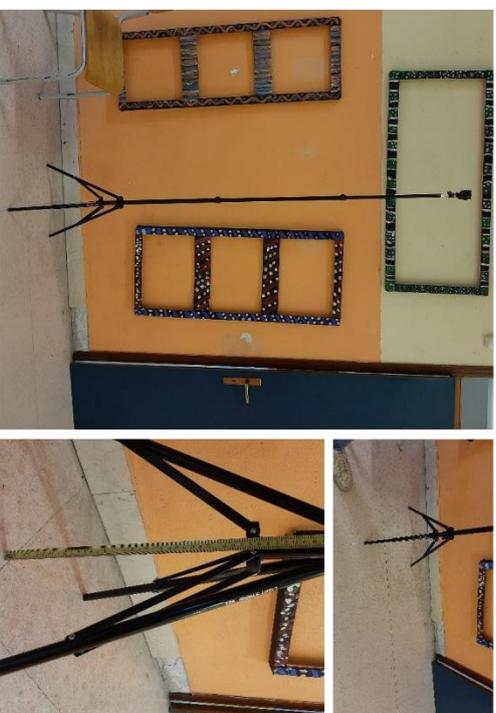
GoPro (Emi 2)

Cavalletto (h=2,04, asse 35cm)

Operatore (Emiliano)



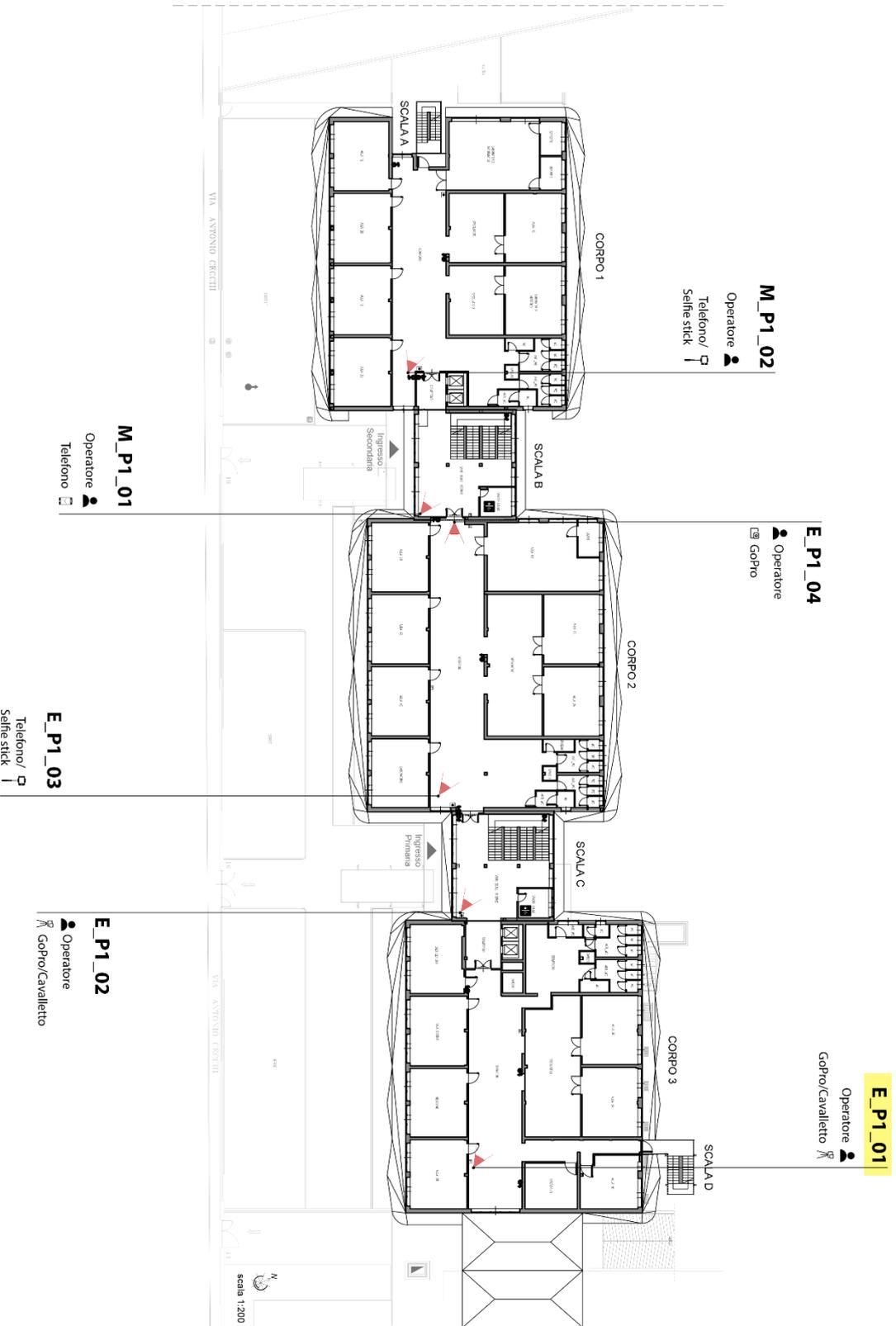
**Posizione**



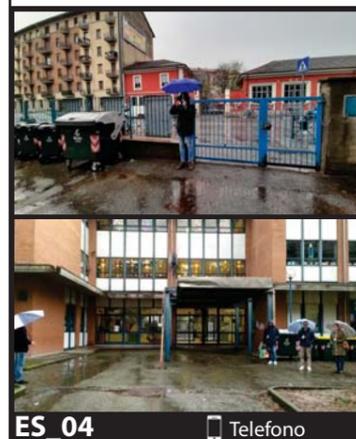
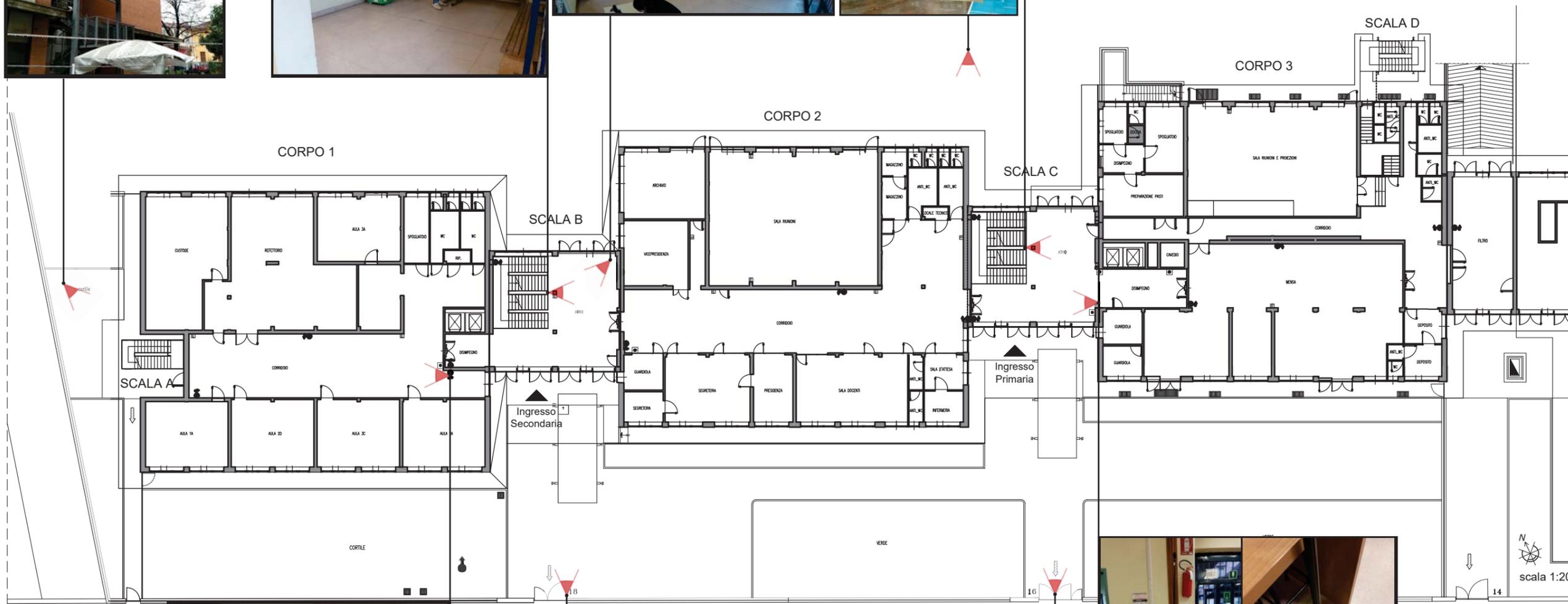
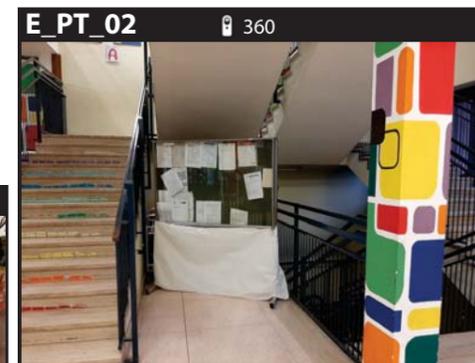
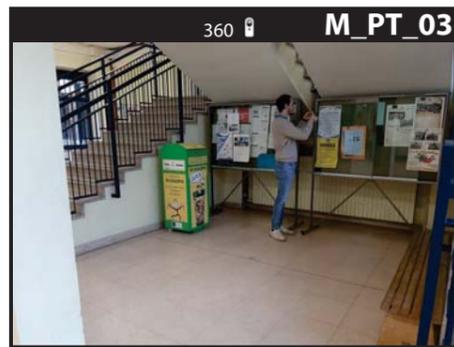
**Visuale ripresa**



# Pianta Piano Primo



# Pianta Piano Terra

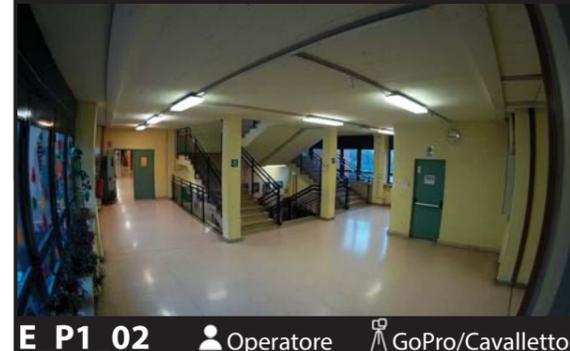
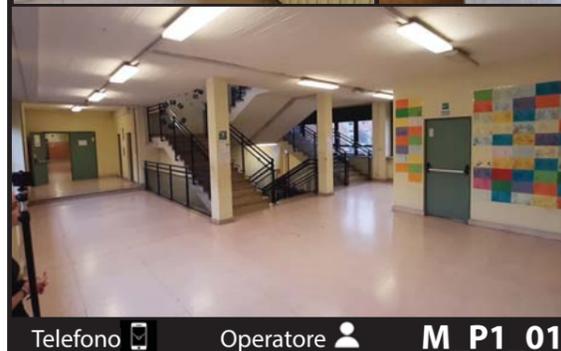
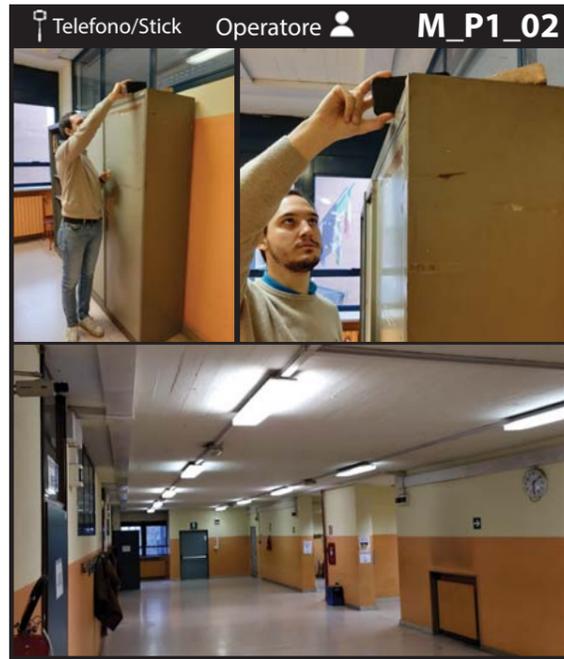


VIA ANTONIO CECCHI

scala 1:200



# Pianta Piano Primo









## Allegato III – Tabelle Simulazioni di esodo reale

---



## Tempi di completamento scuola primaria - Scenario reale

Scuola primaria									
Scenario Reale									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(P)	26	T	Sala riunioni	11,7	"00768"	38,1	"00006"	27,9	7
1B(P)	19	2	C_5	115,5	"00403"	140,8	"00040"	128,6	7,3
1C(P)	19	2	C_2/3	111,3	"00058"	126,8	"00043"	119,5	4,5
2A(P)	16	1	C_2/3	74,1	"00175"	93,3	"00172"	85	5,7
2B(P)	19	1	C_2	128,9	"00198"	147,3	"00185"	138,5	5,1
2C(P)	19	1	C_2/3	93	"00218"	110,4	"00215"	102,5	5,1
3A(P)	19	1	D	46,9	"00359"	75,7	"00344"	61,9	8,8
3B(P)	23	1	D	111,9	"00409"	160,3	"00323"	131,1	15,2
3C(P)	21	1	C_5	44,4	"00410"	71,9	"00380"	58,2	7,9
4A(P)	22	1	C_5	89,9	"00412"	112,4	"00252"	103,1	6,5
4B(P)	17	1	C_5	139,4	"00298"	152,8	"00290"	146,1	3,9
HC_4B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
4C(P)	19	1	C_5	67,8	"00278"	83	"00276"	76,7	4,4
5A(P)	20	2	D	124	"00079"	162,4	"00078"	144	11,1
5B(P)	22	2	D	79,3	"00407"	184,7	"00130"	101,1	24,7
5C(P)	22	2	D	154,5	"00099"	186	"00085"	169,4	9,2
HC_2(P)	2	2	C_5	112,1	"00770"	113,3	"00772"	112,7	0,6
HC_2A(P)	1	2	C_5	131,5	"00771"	131,5	"00771"	131,5	0
HC_2B(P)	1		C_5	135,6	"00773"	135,6	"00773"	135,6	0
HC_TA	1	T	C_2	11,1	"00841"	11,1	"00841"	11,1	0
HC_TB	1	T	C_2	12,9	"00842"	12,9	"00842"	12,9	0
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

## Tempi di completamento scuola primaria - Scenario Atteso

Scuola primaria									
Scenario Atteso									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(P)	26	T	Sala riunioni	11,7	"00768"	38,1	"00006"	27,9	7
1B(P)	19	2	C_1	129,2	"00403"	148,7	"00035"	139,7	5,2
1C(P)	19	2	C_2/3	110,9	"00058"	129,8	"00046"	120,2	5,4
2A(P)	16	1	C_2/3	73,5	"00175"	105,3	"00168"	90,3	9,4
2B(P)	19	1	C_2	144,4	"00198"	162,8	"00187"	154,3	5,4
2C(P)	19	1	C_2/3	98,3	"00218"	113	"00209"	106,3	3,6
3A(P)	19	1	D	46,9	"00359"	75,7	"00344"	61,9	8,8
3B(P)	23	1	D	114,7	"00767"	160,1	"00323"	131,6	14,1
3C(P)	21	1	C_5	44,4	"00410"	73,2	"00380"	58,3	8
4A(P)	22	1	C_5	101,7	"00412"	118,9	"00250"	111,5	5
4B(P)	17	1	C_5	136,6	"00298"	157,4	"00287"	148,4	6,5
HC_4B(P)	2	1	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
4C(P)	19	1	C_5	67,7	"00278"	102,3	"00261"	77,6	7,5
5A(P)	20	2	D	125,5	"00079"	157	"00074"	142,7	9,2
5B(P)	22	2	D	83,8	"00407"	164,8	"00123"	112,9	28
5C(P)	22	2	C_5	79,9	"00099"	100,8	"00090"	92,3	5,7
HC_2(P)	2	2	C_5	120	"00772"	121	"00770"	120,5	0,5
HC_2A(P)	1	2	C_5	120,4	"00771"	120,4	"00771"	120,4	0
HC_2B(P)	1		C_5	122,3	"00773"	122,3	"00773"	122,3	0
HC_TA	1	T	C_2	11,1	"00841"	11,1	"00841"	11,1	0
HC_TB	1	T	C_2	12,9	"00842"	12,9	"00842"	12,9	0
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

## Tempi di completamento scuola primaria - Scenario Ottimizzato

Scuola primaria									
Scenario Ottimizzato									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(P)	26	2	C_1	132,8	"00001"	154,9	"00004"	144,7	6,3
1B(P)	19	2	C_1	178	"00403"	192,6	"00040"	185,7	4
1C(P)	19	2	C_1	115,5	"00058"	133,9	"00046"	124,7	5,4
2A(P)	16	1	C_2	74	"00175"	107,3	"00168"	91	9,4
2B(P)	19	1	C_2	153	"00198"	177,8	"00187"	164,9	6,6
2C(P)	19	1	C_2	98,4	"00218"	113,7	"00209"	107,4	4,1
3A(P)	19	1	D	46,9	"00359"	75,7	"00344"	61,9	8,8
3B(P)	23	1	D	114,7	"00767"	160,1	"00323"	131,6	14,1
3C(P)	21	1	C_5	44,4	"00410"	73,2	"00380"	58,3	8
4A(P)	22	1	C_5	101,3	"00412"	117,2	"00246"	109,8	4,6
4B(P)	17	1	C_5	137,1	"00293"	159,9	"00295"	150	6,5
HC_4B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
4C(P)	19	1	C_5	67,7	"00278"	87,7	"00261"	76,6	5,2
5A(P)	20	2	D	125,5	"00079"	157	"00074"	142,7	9,2
5B(P)	22	2	D	83,8	"00407"	164,8	"00123"	112,9	28
5C(P)	22	2	C_5	79,8	"00099"	100,4	"00090"	92	5,9
HC_2(P)	2	2	C_5	117,7	"00770"	118,8	"00772"	118,3	0,6
HC_2A(P)	1	2	C_5	119	"00771"	119	"00771"	119	0
HC_2B(P)	1		C_5	120,3	"00773"	120,3	"00773"	120,3	0
HC_TA	1	T	C_2	11,1	"00841"	11,1	"00841"	11,1	0
HC_TB	1	T	C_2	12,9	"00842"	12,9	"00842"	12,9	0
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

## Tempi di completamento scuola secondaria - Scenario Reale

Scuola secondaria di I grado									
Scenario Reale									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(S)	19	T	A	63,3	"00433"	75	"00429"	69,5	3,5
1B(S)	19	1	B_2	67,1	"00569"	84,9	"00550"	75,4	5
1C(S)	18	1	A	36,3	"00614"	65,9	"00596"	50,5	8,5
1D(S)	16	2	A	136,7	"00663"	156,6	"00644"	147,3	5,8
1E(S)	14	1	A	76,6	"00523"	100,8	"00517"	90,4	6,8
1F(S)	14	2	B_2*	117,8	"00684"	133,9	"00672"	126,8	4,5
2A(S)	16	-	-	-	-	-	-	-	-
2B(S)	15	1	A	61,4	"00543"	85	"00540"	73,8	6,4
2C(S)	12	2	B_2	82	"00704"	93,9	"00765"	88,5	3,6
2D(S)	21	T	A	75,8	"00457"	90	"00453"	83,3	4,3
2E(S)	17	2	A	157,7	"00750"	177,6	"00747"	168	6,1
3A(S)	16	1	B_2	14,6	"00822"	30,5	"00825"	23	4,7
3A_Ins(S)	1		B_4	59,1	"00818"	59,1	"00818"	59,1	0
3B(S)	14	1	B_2	47	"00593"	66,8	"00576"	57,3	6,2
3C(S)	20	T	B_4	55,3	"00466"	74,7	"00462"	65,7	5,6
3D(S)	19	2	A	104,4	"00639"	131,7	"00620"	116,1	7,2
3E(S)	23	-	-	-	-	-	-	-	-
ATA2(S)	1	T	-	-	-	-	-	-	-
P.A(S)	5	T	B_2	31,8	"00838"	35	"00836"	33,3	1,1
HC_T(S)	2	T	B_2	24,9	"00826"	26,1	"00827"	25,5	0,6
HC_1(S)	6	1	A	127,3	"00830"	135,3	"00833"	130,8	2,9
HC_2	2	2	Spazio calmo	60,5	"00774"	62	"00775"	61,25	-
ATA1(S)	1	2	-	185,2	"00834"	185,2	"00834"	185,2	0

## Tempi di completamento scuola secondaria - Scenario Atteso

Scuola secondaria di I grado									
Scenario Atteso									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(S)	19	T	A	63,3	"00433"	75	"00429"	69,5	3,5
1B(S)	19	1	B_2	66,7	"00569"	87,7	"00568"	77,1	6,4
1C(S)	18	1	A	36,3	"00614"	77,6	"00600"	51,8	10,7
1D(S)	16	2	A	126,2	"00663"	146,4	"00661"	136,5	6,1
1E(S)	14	1	A	78,7	"00523"	102,8	"00511"	92,3	6,7
1F(S)	14	2	B_2	96,5	"00684"	115,8	"00676"	106,5	6,2
2A(S)	16	-	-	-	-	-	-	-	-
2B(S)	15	1	A	62,3	"00543"	92,7	"00527"	76,1	8,2
2C(S)	12	2	B_2	87,3	"00704"	97	"00765"	92,9	2,9
2D(S)	21	T	A	75,8	"00457"	90	"00453"	83,3	4,3
2E(S)	17	2	A	147,6	"00750"	169,8	"00747"	159,1	6,5
3A(S)	16	1	B_2	14,6	"00822"	30,5	"00825"	23	4,7
3A_Ins(S)	1		B_4	59,1	"00818"	59,1	"00818"	59,1	0
3B(S)	14	1	B_2	47	"00593"	65,8	"00583"	57,2	6,1
3C(S)	20	T	B_4	55,3	"00466"	74,7	"00462"	65,7	5,6
3D(S)	19	2	A	101,6	"00639"	125,1	"00621"	113,9	6,8
3E(S)	23	-	-	-	-	-	-	-	-
ATA2(S)	1	T	-	-	-	-	-	-	-
P.A(S)	5	T	B_2	31,8	"00838"	35	"00836"	33,3	1,1
HC_T(S)	2	T	B_2	24,9	"00826"	26,1	"00827"	25,5	0,6
HC_1(S)	6	1	B_2	85,2	"00831"	91,6	"00832"	89,2	2,1
HC_2	2	2	Spazio calmo	60,5	"00774"	62	"00775"	61,25	-
ATA1(S)	1	2	-	185,2	"00834"	185,2	"00834"	185,2	0

## Tempi di completamento scuola secondaria - Scenario Ottimizzato

Scuola secondaria di I grado									
Scenario Ottimizzato									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(S)	19	T	A	63,3	"00433"	75	"00429"	69,5	3,5
1B(S)	19	1	B_2	66,7	"00569"	87,7	"00568"	77,1	6,4
1C(S)	18	1	A	36,3	"00614"	62,1	"00596"	49,9	7,8
1D(S)	16	2	A	147,9	"00663"	171,6	"00662"	161,4	6,6
1E(S)	14	1	A	81,1	"00523"	100,4	"00505"	92	5,5
1F(S)	14	2	B_2	96,5	"00684"	115,8	"00676"	106,6	6,2
2A(S)	16	T	B_4	45,9	"00503"	62,4	"00498"	54,5	5,1
2B(S)	15	1	A	63,7	"00543"	93,4	"00540"	75,1	7,8
2C(S)	12	2	B_2	87,3	"00704"	97	"00765"	92,9	2,9
2D(S)	21	T	A	75,8	"00457"	87,4	"00453"	82	3,4
2E(S)	17	2	A	172,7	"00750"	193,7	"00733"	183,3	6,4
3A(S)	17	T	B_2	29,8	"00825"	45,2	"00820"	39	4,5
3B(S)	14	1	B_2	47	"00593"	65,8	"00583"	57,2	6,1
3C(S)	20	T	B_4	63,6	"00466"	79,3	"00462"	71,4	4,7
3D(S)	19	2	A	128	"00639"	166,9	"00630"	142,8	9,3
3E(S)	23	2	A	101,9	"00709"	130,4	"00780"	115,9	8,2
ATA2(S)	1	T	-	-	-	-	-	-	-
P.A(S)	5	T	B_2	31,8	"00838"	35	"00836"	33,3	1,1
HC_T(S)	2	T	B_2	24,8	"00826"	26,1	"00827"	25,5	0,7
HC_1(S)	6	1	B_2	85,2	"00831"	91,6	"00832"	89,2	2,1
HC_2	2	2	Spazio calmo	60,5	"00774"	62	"00775"	61,25	-
ATA1(S)	1	2	-	184,4	"00834"	184,4	"00834"	184,4	0

## Allegato IV – Tabelle Simulazioni di esodo di progetto

---



### Tempi di completamento scuola primaria - Scenario critico 1 – Attuale P.E.

Scuola primaria									
Scenario critico 1 - Attuale P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(P)	26	2	C_1	119,80	"00001"	144,90	"00004"	133	7
1B(P)	26	2	C_1	144,00	"00403"	175,30	"00039"	159	8,6
1C(P)	26	2	C_1	169,40	"00058"	196,90	"01099"	185	7,3
2A(P)	26	1	C_2	193,80	"00175"	218,50	"00164"	208	6,9
2B(P)	26	1	C_2	219,70	"00198"	243,20	"00183"	232	6,8
2C(P)	26	1	C_2	84,00	"00218"	118,90	"00202"	104	10,1
3A(P)	26	1	D	141,10	"00359"	169,90	"00353"	156	8,2
3B(P)	26	1	D	106,80	"00409"	139,90	"00322"	124	9,9
3C(P)	26	1	C_5	102,70	"00410"	125,90	"00365"	115	6,4
4A(P)	26	1	C_5	237,10	"00412"	260,00	"00243"	251	6
4B(P)	25	1	C_5	216,80	"00298"	244,90	"01059"	232	7,6
HC_4B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
4C(P)	26	1	C_5	123,20	"00278"	143,90	"00263"	134	5,4
5A(P)	26	2	D	169,20	"00079"	198,60	"00067"	185	8,5
5B(P)	26	2	D	63,10	"00407"	105,40	"00137"	85,2	12,6
5C(P)	26	2	C_5	68,20	"00100"	101,40	"00084"	87	10,1
HC_2(P)	2	2	C_5	103,00	"00772"	104,40	"00770"	104	0,7
HC_T	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

### Tempi di completamento scuola primaria - Scenario critico 2 – Attuale P.E.

Scuola primaria									
Scenario critico 2 - Attuale P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
2A(P)	26	2	C_2	126,80	"00001"	156,90	"00016"	143	8,1
2B(P)	26	2	C_2	152,10	"00403"	177,20	"00040"	166	6,3
2C(P)	26	2	C_2	175,70	"00058"	199,80	"00042"	189	6,9
3A(P)	26	1	C_5	156,50	"00175"	176,80	"00168"	167	6
3B(P)	26	1	C_5	177,10	"00198"	196,80	"00191"	188	5,7
3C(P)	26	1	C_5	78,00	"00218"	106,10	"00217"	94	8
4A(P)	26	1	D	182,40	"00359"	209,30	"00344"	197	7,9
4B(P)	26	1	D	68,40	"00409"	107,60	"00326"	88	11,3
4C(P)	26	1	C_5	106,40	"00410"	128,80	"00377"	119	6,4
5A(P)	26	1	C_5	211,00	"00412"	232,95	"00241"	224	5,6
5B(P)	25	1	C_5	196,80	"00298"	216,10	"01065"	207	5,4
HC_5B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
5C(P)	26	1	C_5	132,00	"00278"	155,50	"00275"	145	7,1
1A(P)	26	2	D	148,10	"00079"	183,10	"00063"	165	10,3
1B(P)	26	2	D	106,20	"00407"	146,40	"00133"	128	12
1C(P)	26	2	C_1	88,80	"00100"	130,60	"00084"	112	12,4
HC_2(P)	2	2	C_5	129,40	"00772"	130,70	"00770"	130	0,7
HC_T	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

### Tempi di completamento scuola primaria - Scenario critico 3 – Attuale P.E.

Scuola primaria									
Scenario critico 3 - Attuale P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
3A(P)	26	2	C_5	114	"00001"	141,90	"00014"	127	8,1
3B(P)	26	2	C_5	143	"00403"	163,20	"00393"	154	5,8
3C(P)	26	2	C_5	163	"00058"	182,30	"00057"	173	5,8
4A(P)	26	1	C_5	184	"00175"	213,80	"00170"	201	9
4B(P)	26	1	C_5	215	"00198"	234,30	"00185"	226	6
4C(P)	26	1	C_5	58,9	"00218"	87,80	"00206"	75	8,6
5A(P)	26	1	D	182	"00359"	209,30	"00344"	197	7,9
5B(P)	26	1	D	68,4	"00409"	107,60	"00326"	88	11,3
5C(P)	26	1	C_5	89,1	"00410"	113,40	"00378"	102	7,2
1A(P)	26	1	C_1	201	"00412"	230,30	"00260"	216	9
1B(P)	25	1	C_1	168	"00298"	199,70	"00296"	187	9,4
HC_1B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
1C(P)	26	1	C_1	130	"00278"	154,50	"01068"	144	7,3
2A(P)	26	2	D	148	"00079"	183,10	"00063"	165	10,3
2B(P)	26	2	D	106	"00407"	146,40	"00133"	128	12
2C(P)	26	2	C_2	86,9	"00100"	127,20	"00084"	110	12,4
HC_2(P)	2	2	C_5	138	"00772"	143,20	"00770"	141	2,4
HC_T	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

### Tempi di completamento scuola primaria - Scenario critico 4 – Attuale P.E.

Scuola primaria									
Scenario critico 4 - Attuale P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
4A(P)	26	2	C_5	114,90	"00001"	133,40	"00016"	124	5,2
4B(P)	26	2	C_5	132,90	"00403"	158,00	"00031"	146	6,7
4C(P)	26	2	C_5	155,20	"00058"	184,10	"00057"	170	7,8
5A(P)	26	1	C_5	183,00	"00175"	212,90	"00171"	200	8,7
5B(P)	26	1	C_5	211,60	"00198"	233,30	"01047"	224	6,2
5C(P)	26	1	C_5	60,20	"00218"	89,80	"00206"	77,1	9
1A(P)	26	1	D	151,20	"00359"	186,40	"00344"	169	10,2
1B(P)	26	1	D	106,80	"00409"	149,70	"00337"	129	12,7
1C(P)	26	1	C_1	96,80	"00410"	131,30	"01087"	117	10,3
2A(P)	26	1	C_2	191,2	"00412"	217,6	"00260"	205	7,7
2B(P)	25	1	C_2	157,8	"00298"	191,4	"00297"	177	9,8
HC_2B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
2C(P)	26	1	C_2	128,3	"00278"	151,2	"01069"	141	6,4
3A(P)	26	2	D	185,30	"00079"	213,20	"00063"	200	8
3B(P)	26	2	D	63,10	"00407"	104,90	"00129"	85	12,5
3C(P)	26	2	C_5	91,20	"00100"	114,00	"00098"	104	6,6
HC_2(P)	2	2	C_5	135,00	"00772"	136,70	"00770"	136	0,8
HC_T	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

### Tempi di completamento scuola primaria - Scenario critico 5 – Attuale P.E.

Scuola primaria									
Scenario critico 5 - Attuale P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
5A(P)	26	2	C_5	99,00	"00001"	125,40	"00016"	113	6,8
5B(P)	26	2	C_5	146,10	"00403"	169,50	"00024"	159	6,7
5C(P)	26	2	C_5	170,30	"00058"	190,00	"00053"	180	5,3
1A(P)	26	1	C_1	137,70	"00175"	170,80	"00163"	157	10,1
1B(P)	26	1	C_1	171,00	"00198"	195,50	"00194"	184	7,2
1C(P)	26	1	C_1	79,40	"00218"	114,60	"00206"	99,9	10,7
2A(P)	26	1	D	147,40	"00359"	185,30	"00341"	168	10,4
2B(P)	26	1	D	106,80	"00409"	150,40	"00337"	129	12,9
2C(P)	26	1	C_2	113,20	"00410"	135,10	"00364"	125	6,3
3A(P)	26	1	C_5	211,60	"00412"	231,50	"00253"	223	5,6
3B(P)	25	1	C_5	189,20	"00298"	212,90	"00297"	202	7,2
HC_3B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
3C(P)	26	1	C_5	125,10	"00278"	145,40	"00269"	136	5,8
4A(P)	26	2	D	183,90	"00079"	212,70	"00063"	199	8,1
4B(P)	26	2	D	63,10	"00407"	104,90	"00129"	85	12,5
4C(P)	26	2	C_5	68,20	"00100"	103,90	"00098"	86,8	10,1
HC_2(P)	2	2	C_5	123,90	"00772"	126,40	"00770"	125	1,3
HC_T	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

### Tempi di completamento scuola secondaria - Scenario critico 1 – Attuale P.E.

Scuola secondaria di I grado									
Scenario critico 1 - Attuale P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(S)	27	T	A	19,3	"01028"	42,1	"01019"	31,5	6,6
1B(S)	27	1	B_2	103,6	"00569"	124,4	"00557"	114,2	6,2
1C(S)	27	1	A	112,5	"00614"	145,6	"00908"	129,3	9,8
1D(S)	26	2	A	246,1	"00663"	277,6	"00661"	262,2	9,4
1E(S)	26	1	A	40,7	"00523"	77,6	"00507"	60,1	11
1F(S)	26	2	B_2	94,3	"00684"	126,5	"00674"	113,6	9,6
2A(S)	26	T	B_4	78,2	"00503"	99,3	"00491"	88,7	6,1
2B(S)	27	1	A	211,4	"00543"	244,9	"00539"	228,6	9,8
2C(S)	26	2	B_2	74,8	"00705"	99,8	"00699"	87,7	7,2
2D(S)	26	T	A	44,6	"00457"	68	"00447"	57	6,8
2E(S)	26	2	A	178	"00750"	210,2	"00742"	194,7	9,3
3A(S)	27	T	B_2	37,8	"00825"	67,5	"00819"	52,5	8,4
3B(S)	26	1	B_2	45,7	"00593"	75,9	"00942"	62,2	8,6
3C(S)	26	T	B_4	56,8	"00466"	78,8	"00462"	68,8	6,3
3D(S)	26	2	A	78,8	"00639"	111,4	"00993"	95,5	9,5
3E(S)	26	2	A	146,7	"00709"	179,2	"00777"	162,7	9,3
ATA2(S)	1	T	-	-	-	-	-	-	-
P.A(S)	5	T	B_2	35,3	"00839"	40,7	"00836"	38	2
HC_T(S)	2	T	B_2	38,6	"00827"	39,9	"00826"	39,2	0,7
HC_1(S)	2	1	B_2	98,9	"00831"	102,9	"00829"	101,3	1,4
HC_2	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1(S)	1	2	-	211,2	"00834"	211,2	"00834"	211,2	0

### Tempi di completamento scuola primaria - Scenario critico 1 – Nuovo P.E.

Scuola primaria									
Scenario critico 1 - Nuovo P.E.									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(P)	26	2	C_B	103,1	"00001"	137,9	"00004"	122,4	9,6
1B(P)	26	2	C_B	170,8	"00403"	195	"01092"	183,9	7,1
1C(P)	26	2	C_B	139,4	"00058"	171,4	"01099"	156,5	9,4
2A(P)	26	1	C_A	155	"00175"	182,1	"01031"	170,4	7,8
2B(P)	26	1	C_A	183	"00198"	208,8	"00195"	196,4	7,2
2C(P)	26	1	C_A	83,7	"00218"	117,5	"00211"	102,9	9,8
3A(P)	26	1	D	141,1	"00359"	169,9	"00353"	155,5	8,2
3B(P)	26	1	D	106,8	"00409"	139,9	"00322"	123,9	9,9
3C(P)	26	1	C_A	118,1	"00410"	135,1	"00378"	126,3	4,6
4A(P)	26	1	C_A	222,1	"00412"	241,3	"00260"	232,7	5,5
4B(P)	25	1	C_A	206,4	"00298"	221,4	"00297"	214,3	4,1
HC_4B(P)	2		Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
4C(P)	26	1	C_A	133,9	"00278"	153,5	"00274"	144,2	5,8
5A(P)	26	2	D	169,2	"00079"	198,6	"00067"	184,7	8,5
5B(P)	26	2	D	63,1	"00407"	105,4	"00137"	85,2	12,6
5C(P)	26	2	C_B	68,2	"00100"	101,3	"00097"	87	10,1
HC_2(P)	2	2	C_B	104,9	"00772"	107,7	"00770"	106,3	1,4
HC_T	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1	1	T	-	-	-	-	-	-	-
ATA2	1	T	-	-	-	-	-	-	-

### Tempi di completamento scuola secondaria - Scenario critico 1 – Nuovo P.E.

Scuola secondaria di I grado									
Scenario critico Secondaria_Nuovo PE									
Completion Times by Behavior [s]									
Behavior	Count	P.	Uscita	Min	Min_Name	Max	Max_Name	Avg	StdDev
1A(S)	27	T	A	19,3	"01028"	42,1	"01019"	31,5	6,6
1B(S)	27	1	B_A	79,5	"00569"	102,3	"00895"	91,7	6,8
1C(S)	27	1	B_A	102,9	"00614"	125,3	"00600"	114,5	6,3
1D(S)	26	2	B_B	150,2	"00663"	170,2	"00954"	161,5	5,5
1E(S)	26	1	A	40,7	"00523"	77,7	"00922"	60,2	11
1F(S)	26	2	B_B	100,8	"00684"	128,8	"00674"	115,3	8,3
2A(S)	26	T	B	115,8	"00503"	140	"00502"	129,1	7,1
2B(S)	27	1	B_A	125,9	"00543"	147,3	"00529"	137	6,3
2C(S)	26	2	B_B	66,4	"00705"	103,4	"00980"	86,1	10,6
2D(S)	26	T	B	92,1	"00457"	114,4	"00447"	103,3	6,2
2E(S)	26	2	B_B	128,1	"00750"	153,2	"00742"	140,3	7
3A(S)	27	T	B	37,8	"00825"	64,5	"00820"	52	7,6
3B(S)	26	1	B_A	46	"00593"	77	"00942"	62,8	8,8
3C(S)	26	T	B	66,1	"00466"	91,2	"00460"	79,1	7,4
3D(S)	26	2	A	78,9	"00639"	111	"00996"	95,3	9,5
3E(S)	26	2	A	112,5	"00709"	145,2	"00781"	129,2	9,6
ATA2(S)	1	T	-						
P.A(S)	5	T	B	31,1	"00838"	35,2	"00836"	33,2	1,3
HC_T(S)	2	T	B	21,5	"00827"	22,9	"00826"	22,2	0,7
HC_1(S)	2	1	B_A	73,9	"00829"	80,4	"00833"	77,4	2,2
HC_2	2	2	Spazio calmo	-	-	-	-	-	-
ATA1(S)	1	2	-	149,5	"00834"	149,5	"00834"	149,5	0

## Allegato V – Pianta piano di evacuazione

---



# PIANO DI EVACUAZIONE

## CORPO 1

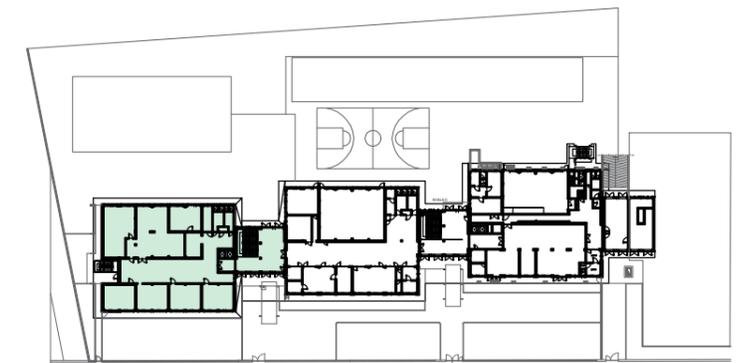


## PIANO PRIMO

S.S.P.G. "Ettore Morelli"  
Via Antonio Cecchi, n°18 Torino (TO)

Tel. 011854049  
Tel. 011852624

## KEYPLAN



Via Antonio Cecchi



### LEGENDA SIMBOLI

- |  |   |
|--|---|
|  Estintore<br>Fire Extinguisher                  |  Uscita di emergenza<br>Emergency Exit                                 |
|  Pulsante di allarme<br>Fire alarm               |  Via di esodo<br>Evacuation Route                                      |
|  Idrante<br>Fire Hose                            |  Defibrillatore Automatico Esterno<br>Automated External Defibrillator |
|  Pulsante di sgancio elettrico<br>Power shut-off |  Spazio calmo<br>Safe Area   |
|  Cassetta di Primo Soccorso<br>First Aid Kit     |  Punto di raccolta<br>Assembly Area                                    |

### Numero Unico Emergenza



 Voi siete qui  
You are here

### IN CASO DI EMERGENZA

- Telefonare al **numero unico di emergenza**
- Abbandonare il locale, richiudendo la porta alle proprie spalle

### IN CASO DI EVACUAZIONE

- Mantenere la calma
- Seguire le indicazioni riportate all'interno del piano di emergenza
- Abbandonare l'edificio attraverso l'uscita di emergenza designata
- Non utilizzare ascensori e montacarichi
- Raggiungere il punto di raccolta designato

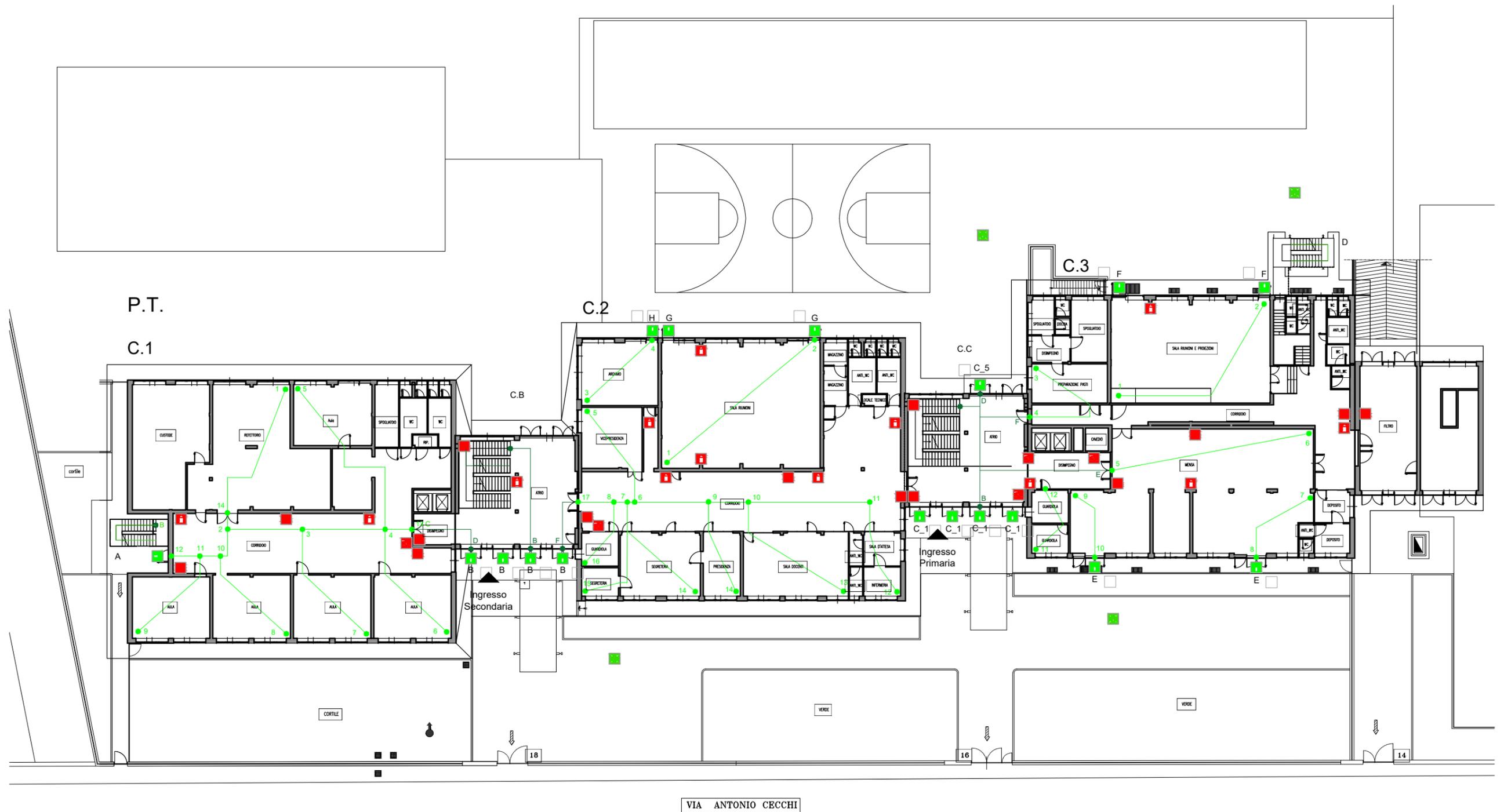
### IN CASE OF EMERGENCY

- Call the **single emergency number**
- Leave the room and close the door behind you

### EVACUATION PROCEDURES

- Stay calm, do not panic
- Follow instructions of emergency response staff
- Leave the building by the emergency exit
- Do not use elevators
- Proceed to the designed Assembly Area



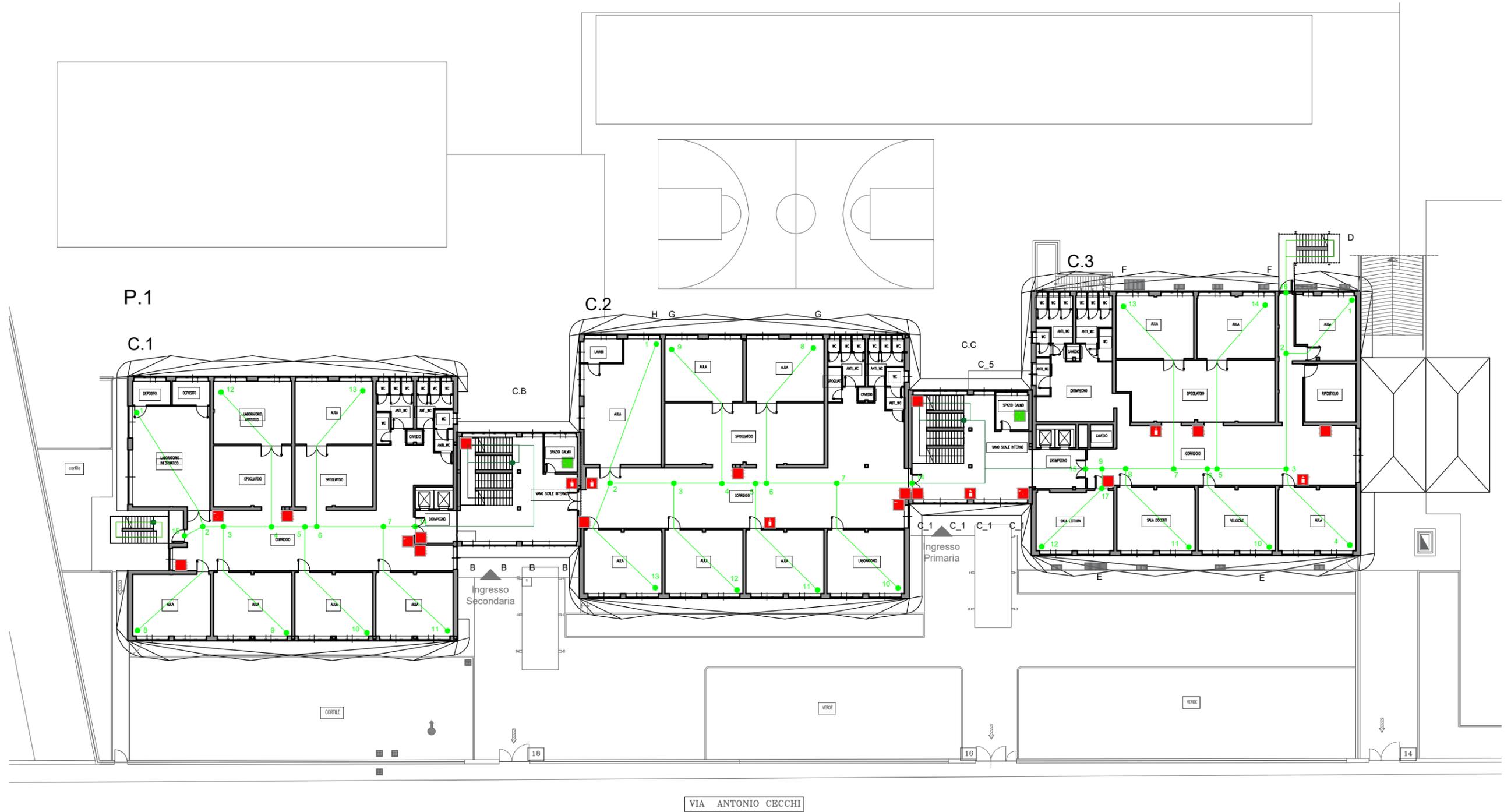


Tav 1 - Pianta Piano Terra - Verifica Strategia S.4 del C.P.I.

Scala 1:250











**Tav 3 - Pianta Piano Secondo - Verifica Strategia S.4 del C.P.I.**

**Scala 1:250**















**Tav 6 - Pianta Piano Secondo - Layout di Esodo**

**Scala 1:250**



