

Progetto per il corso di  
Basi di dati  
A.A. 2021-2022  
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Andrea Di Matteo, Giacomo Di Palma, Silvia Festa

# Indice

<b>Indice</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduzione</b>	<b>5</b>
1.1 Visione di insieme . . . . .	5
1.2 Fasi della progettazione . . . . .	5
<b>2 Analisi delle specifiche</b>	<b>6</b>
2.1 Area generale . . . . .	6
2.1.1 Struttura di un edificio . . . . .	6
2.1.2 Rischio . . . . .	8
2.1.3 Glossario dei termini dell'Area generale . . . . .	9
2.2 Area costruzione . . . . .	11
2.2.1 Informazioni generali di progetto edilizio . . . . .	11
2.2.2 Area relativa ai materiali . . . . .	11
2.2.3 Stadi di avanzamento e gestione del personale . . . . .	13
2.2.4 Area monitoraggio . . . . .	14
2.2.5 Dati registrati dai sensori e memorizzazione . . . . .	16
2.2.6 Glossario dei termini dell'Area Costruzione . . . . .	17
2.3 Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni . . . . .	21
2.3.1 Stato dell'edificio . . . . .	21
2.3.2 Calamità . . . . .	21
2.3.3 Danni . . . . .	22
2.3.4 Glossario dei termini dell'area analisi del rischio e monitoraggio dei danni . . . . .	23
<b>3 Progettazione concettuale tramite un diagramma Entità-Relazione</b>	<b>24</b>
3.1 Area generale . . . . .	24
3.1.1 Struttura di un edificio . . . . .	24
3.1.2 Dizionario dei dati (Entità) . . . . .	25
3.1.3 Dizionario dei dati (Associazioni) . . . . .	26
3.1.4 Regole di vincolo . . . . .	27
3.1.5 Regole di derivazione . . . . .	28
3.1.6 Documentazione dello schema ER . . . . .	29
3.1.7 Area relativa ai rischi . . . . .	47
3.1.8 Dizionario dei dati (Entità) . . . . .	47
3.1.9 Dizionario dei dati (Associazioni) . . . . .	48
3.1.10 Regole di vincolo . . . . .	48
3.1.11 Documentazione dello schema ER . . . . .	50
3.2 Area Costruzione . . . . .	59
3.2.1 Informazioni generali di progetto edilizio e area materiali . . . . .	59
3.2.2 Dizionario dei dati (Entità) . . . . .	59
3.2.3 Dizionario dei dati (Associazioni) . . . . .	61
3.2.4 Regole di vincolo . . . . .	63
3.2.5 Regole di derivazione . . . . .	65
3.2.6 Documentazione dello schema ER . . . . .	65
3.2.7 Stadio di avanzamento e gestione del personale . . . . .	84
3.2.8 Dizionario dei dati (Entità) . . . . .	85
3.2.9 Dizionario dei dati (Associazioni) . . . . .	86
3.2.10 Regole di vincolo . . . . .	87

3.2.11	Regole di derivazione . . . . .	88
3.2.12	Documentazione dello schema ER . . . . .	88
3.2.13	Area monitoraggio . . . . .	97
3.2.14	Dizionario dei dati (Entità) . . . . .	97
3.2.15	Dizionario dei dati (Associazioni) . . . . .	98
3.2.16	Regole di vincolo . . . . .	99
3.2.17	Regole di derivazione . . . . .	99
3.2.18	Documentazione dello schema ER . . . . .	99
3.3	Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni . . . . .	109
3.3.1	Dizionario dei dati (Entità) . . . . .	109
3.3.2	Dizionario dei dati (Associazioni) . . . . .	109
3.3.3	Regole di vincolo . . . . .	110
3.3.4	Regole di derivazione . . . . .	110
3.3.5	Documentazione dello schema ER . . . . .	110
<b>4</b>	<b>Ristrutturazione del diagramma ER</b>	<b>115</b>
4.1	Eliminazione delle generalizzazioni . . . . .	115
4.1.1	Area generale . . . . .	115
4.1.2	Area Costruzione . . . . .	117
4.2	Eliminazione degli attributi multivалore . . . . .	123
4.3	Eliminazione degli attributi composti . . . . .	124
<b>5</b>	<b>Individuazione di operazioni interessanti sui dati</b>	<b>125</b>
5.1	Tavola dei volumi . . . . .	125
5.2	Lettura della topologia di un edificio . . . . .	133
5.2.1	Descrizione . . . . .	133
5.2.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	133
5.2.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	133
5.2.4	Tavola degli accessi . . . . .	134
5.3	Calcolo del punto cardinale di finestre e portefinestre . . . . .	138
5.3.1	Descrizione . . . . .	138
5.3.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	138
5.3.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	138
5.3.4	Tavola degli accessi . . . . .	139
5.4	Calcolo del costo di uno stadio di avanzamento . . . . .	140
5.4.1	Descrizione . . . . .	140
5.4.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	141
5.4.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	141
5.4.4	Tavola degli accessi . . . . .	144
5.4.5	Ridondanza . . . . .	149
5.5	Calcolo della data di fine di uno stadio di avanzamento . . . . .	156
5.5.1	Descrizione . . . . .	156
5.5.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	156
5.5.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	156
5.5.4	Tavola degli accessi . . . . .	156
5.6	Lettura dei materiali che non sono ancora stati usati (magazzino) . . . . .	158
5.6.1	Descrizione . . . . .	158
5.6.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	158
5.6.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	158
5.6.4	Tavola degli accessi . . . . .	158
5.6.5	Ridondanza . . . . .	159

5.7	Stima del valore di un edificio . . . . .	162
5.7.1	Descrizione . . . . .	162
5.7.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	163
5.7.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	163
5.7.4	Tavola degli accessi . . . . .	164
5.8	Stima della più probabile causa di un danno . . . . .	169
5.8.1	Descrizione . . . . .	169
5.8.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	170
5.8.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	170
5.8.4	Tavola degli accessi . . . . .	171
5.8.5	Ridondanza . . . . .	173
5.9	Calcolo della busta paga . . . . .	177
5.9.1	Descrizione . . . . .	177
5.9.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	177
5.9.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	177
5.9.4	Tavola degli accessi . . . . .	178
5.10	Addetti ad un lavoro in una specifica data . . . . .	179
5.10.1	Descrizione . . . . .	179
5.10.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	180
5.10.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	180
5.10.4	Tavola degli accessi . . . . .	181
5.11	Inserimento di una misurazione . . . . .	183
5.11.1	Descrizione . . . . .	183
5.11.2	Porzione di diagramma interessata . . . . .	184
5.11.3	Tavola dei volumi dell'operazione . . . . .	184
5.11.4	Tavola degli accessi . . . . .	184
<b>6</b>	<b>Traduzione dello schema concettuale nel modello logico relazionale</b>	<b>186</b>
6.1	Modello logico . . . . .	186
6.1.1	Area generale . . . . .	186
6.1.2	Area relativa ai rischi . . . . .	187
6.1.3	Area Costruzione . . . . .	188
6.1.4	Area gestione del personale . . . . .	189
6.1.5	Area monitoraggio . . . . .	190
6.1.6	Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni . . . . .	190
6.2	Ridenominazione attributi . . . . .	191
6.2.1	Area Generale . . . . .	192
6.2.2	Area relativa ai rischi . . . . .	193
6.2.3	Area Costruzione . . . . .	193
6.2.4	Area gestione del personale . . . . .	195
6.2.5	Area monitoraggio . . . . .	196
6.2.6	Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni . . . . .	196
<b>7</b>	<b>Analisi delle dipendenze funzionali</b>	<b>198</b>
7.1	Area Generale . . . . .	199
7.2	Area Costruzione . . . . .	202
7.3	Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni . . . . .	207

<b>8 Funzionalità ausiliarie</b>	<b>209</b>
8.1 Calcolo delle aree colpite da un evento calamitoso e relativa gravità . . . . .	209
8.2 Stato dell'edificio . . . . .	211
8.2.1 Dannni . . . . .	211
8.2.2 Alert . . . . .	213
8.2.3 Sprechi . . . . .	213
8.2.4 Stato Generale . . . . .	214
<b>9 Implementazione delle funzionalità di analisi dei dati</b>	<b>215</b>
9.1 Consigli di intervento . . . . .	215
9.2 Stima dei danni . . . . .	216
9.3 Custom Analytics . . . . .	217

# 1 Introduzione

## 1.1 Visione di insieme

Si intende realizzare un database a supporto del sistema informativo di Smart Buildings, impresa che lavora nell'ambito edilizio le cui attività principali sono:

- Costruzione di edifici
- Ristrutturazione di edifici
- Monitoraggio di edifici attraverso l'utilizzo di sensori
- Miglioramento della sicurezza attraverso la valutazione del rischio e manutenzione predittiva

## 1.2 Fasi della progettazione

La progettazione del Database in questione si articolerà nelle seguenti fasi:

1. Analisi delle specifiche;
2. Progettazione concettuale tramite un diagramma entità-relazione;
3. Ristrutturazione del diagramma entità-relazione;
4. Individuazione di operazioni interessanti sui dati;
5. Analisi delle prestazioni delle operazioni individuate;
6. Miglioramento della performance tramite introduzione di ridondanze;
7. Traduzione dello schema concettuale nel modello logico relazionale;
8. Analisi delle dipendenze funzionali ed eventuale normalizzazione dello schema;
9. Scrittura di uno script MySQL che crei il database e lo popoli;
10. Implementazione delle funzionalità di analisi dei dati;

## 2 Analisi delle specifiche

### 2.1 Area generale

In questa area sono contenute le informazioni riguardanti:

1. Struttura e collocazione geografica degli edifici
2. Tipo di territorio e relativi rischi

#### 2.1.1 Struttura di un edificio

Di seguito sono riportate le specifiche fornite:

*"Un edificio (esistente<sup>1</sup> o da realizzare)<sup>2</sup> è caratterizzato da un'area geografica dove ha/avrà sede, da una tipologia (casa unifamiliare, condominio, eccetera), e da una topologia che ne definisce dettagliatamente la struttura. Un edificio ha uno o più piani e ha una pianta per ogni piano. La pianta è il poligono<sup>3</sup> ottenuto da una sezione orizzontale dell'edificio all'altezza del piano. Ogni piano può essere suddiviso in vani; ogni vano ha una larghezza e una lunghezza massime, e un'altezza massima. L'altezza può non essere la stessa<sup>4</sup> in tutti i punti del locale: è il caso dei piani mansardati. Il perimetro di un locale non è necessariamente quadrato o rettangolare<sup>5</sup>. Un vano è adibito a una o più funzioni (camera, bagno, magazzino, eccetera). Più vani di un piano, e, più in generale, di un edificio, possono essere adibiti a una stessa funzione. Per esempio, una abitazione civile può avere più camere, un fabbricato industriale può avere più magazzini. La pianta di ogni piano deve essere memorizzata nel database in un'opportuna forma di rappresentazione. L'insieme delle piante di tutti i piani definisce la topologia<sup>6</sup> dell'edificio. Ogni vano<sup>7</sup> ha uno o più punti di accesso, solitamente<sup>8</sup> porte, archi, o aperture senza serramenti. Un punto di accesso permette di accedere a un vano da un altro vano, dall'esterno, o anche da una parte esterna collegata all'edificio<sup>9</sup>. Per esempio, un vano può avere un terrazzo (o balcone) annesso, al quale si accede da una portafinestra. Un vano può anche<sup>10</sup> avere una o più finestre. Finestre e portefinestre sono orientate verso un punto cardinale. Porte e portefinestre hanno una forma che, per semplicità, si suppone rettangolare.<sup>11</sup> Le dimensioni di porte e portefinestre, e la loro ubicazione nel vano devono essere memorizzate nel database."*

Note e osservazioni sul testo:

1. Un edificio (costruito da Smart Buildings o preso in carico per lavori di ristrutturazione) si considera esistente dall'istante in cui tutti i lavori di costruzione sono terminati.
2. Devono essere previste due categorie di edificio: esistenti o da realizzare, risulta quindi necessario memorizzare dei dati che permettano di distinguere tra queste due categorie.
3. La pianta di un piano deve essere un poligono (definizione: "regione finita del piano delimitata da una poligonale piana chiusa" - Enciclopedia Treccani), questo significa che le mura devono necessariamente essere approssimabili con dei segmenti. Non sono ammessi ad esempio mura curve. Per identificare univocamente un segmento è sufficiente definire un sistema di assi cartesiani e memorizzare gli estremi del segmento rispetto al sistema di riferimento individuato.

4. Non è sufficiente memorizzare una sola altezza per vano.
5. Non è sufficiente memorizzare solo lunghezza, larghezza e baricentro del vano. E' necessario avere dati relativi a tutte le mura che formano il perimetro di ogni vano.
6. Memorizzando opportunamente le piante di ogni piano di un edificio diventa superfluo salvare ulteriori informazioni riguardanti la topologia dell'edificio: questa è infatti ottenibile come insieme di tutte le piante dell'edificio.
7. Non esistono dunque vani senza punti di accesso.
8. "Solitamente" indica che devono essere memorizzabili anche tipologie di aperture differenti da quelle citate.
9. E' necessario suddividere gli accessi in tre categorie differenti: accessi tra due vani, dall'esterno della proprietà ad un vano e tra un vano e una parte esterna.
10. Sono ammessi vani privi di finestre.
11. Non sono ammesse finestre con forme diverse da quella rettangolare.

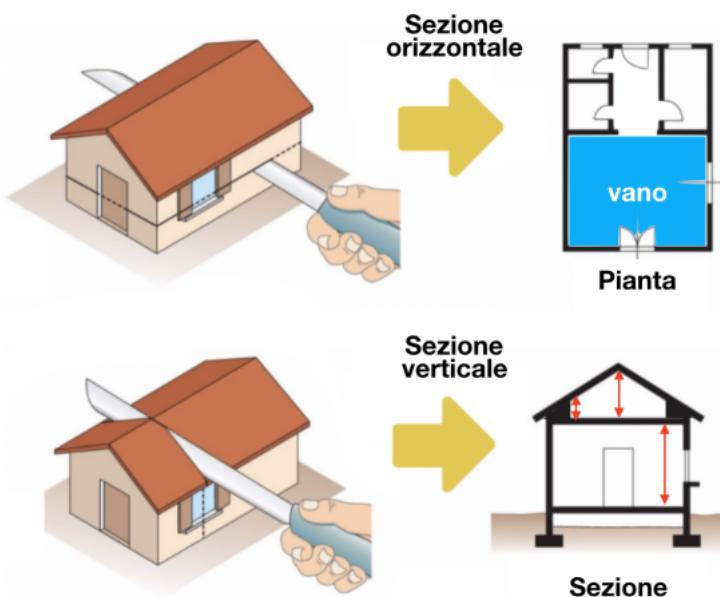


Figura 1: Esempio di sezione di un edificio

### **2.1.2 Rischio**

Di seguito sono riportate le specifiche fornite:

*"Ogni area geografica è soggetta a rischi sismici e/o idrogeologici<sup>1</sup>. Per ogni area, deve quindi essere disponibile l'insieme di rischi ai quali è soggetta<sup>2</sup>. Per ogni rischio, relativamente a ciascuna area geografica, il database deve anche memorizzare un coefficiente di rischio<sup>3</sup>. I coefficienti di rischio in genere non sono statici. Per esempio, a seguito di modificazioni del territorio dovute alla costruzione di edifici, paratie, ponti e così via, i coefficienti di rischio possono cambiare. È necessario che il database mantenga tutti i valori dei coefficienti di rischio di ciascuna area geografica, anche quando questi cambiano. Ciò consente di poter usare i dati dei coefficienti di rischio per aiutare a determinare le potenziali cause di eventi calamitosi che si verificano in una determinata area geografica.<sup>4</sup>"*

Note sul testo:

1. Questi non sono gli unici tipi di rischio possibili, altri tipi di rischio potrebbero essere ad esempio rischio d'incendio o frana.
2. E' necessaria un'operazione che restituisca l'insieme dei rischi ai quali un'area è soggetta.
3. In fase di progettazione dovrà essere formulata una scala adeguata per esprimere il coefficiente di rischio.
4. I rischi ai quali un'area geografica è soggetta sono spesso legati al tipo di territorio che la caratterizza, è dunque interessante memorizzare per ogni area geografica il tipo di territorio in modo da poter effettuare analisi statistiche e previsioni.

### 2.1.3 Glossario dei termini dell'Area generale

termine	descrizione	sinonimi	collegamenti
Edificio	costruzione edilizia destinata ad uso abitativo o a particolari attività	fabbricato, abitazione, casa	area geografica, topologia, piano, costruzione di un edificio, progetto edili-zio, stato di un edi-ficio
Area geografica	porzione di territorio di ampiezza circa un km <sup>2</sup> indentificata univocamente dalle coordinate del suo centro	area, zona, luogo	edificio, rischio, evento calamitoso, modifica del terri-torio
Topologia	descrizione det-tagliata di un edificio, ottenuta come insieme delle piante di tutti i piani dell'edificio		edificio, pianta
Piano	spazio compreso tra un pavimento ed il soffitto sovrastante		pianta, vano, piano mansardato, solaio
Pianta	rappresentazione in scala di una sezione orizzontale di un piano		piano, vano
Vano	spazio coperto deli-mitato da ogni lato da pareti	ambiente, locale	piano, pianta, sof-fitto, pavimento
Piano mansardato	piano ottenuto all'interno di un tetto a due spioventi	mansarda	piano
Punto di accesso	apertura con o sen-za serramenti che consente di accede-re ad un vano da un altro vano, dal-l'esterno, o da una parte esterna colle-gata al vano	ingresso, porta	porta, arco, porta-finestra, vano, ter-razzo
Terrazzo	elemento architet-tonico a sbalzo, cal-pestabile, connesso ad uno o più vani di un edificio	balcone	punto di accesso, vano

Rischio	possibilità che una calamità colpisca una specifica area geografica		area geografica, evento calamitoso, coefficiente di rischio
Coefficiente di rischio	valore numerico stimato da un esperto che definisce l'entità del rischio associato ad una calamità per una specifica area geografica		rischio
Evento calamitoso	evento capace di modificare aree geografiche e arrecare danno agli edifici		area geografica, rischio, danno
Modifica del territorio	ogni attività che comporta una trasformazione morfologica e funzionale di un territorio	modifica del territorio	area geografica

## 2.2 Area costruzione

### 2.2.1 Informazioni generali di progetto edilizio

Sono riportate di seguito le specifiche fornite:

*"Un progetto edilizio prevede di costruire da zero un edificio o modificare la struttura<sup>1</sup> di un edificio già esistente. In entrambi i casi, il progetto edilizio ha un codice, una data di presentazione, una data di approvazione<sup>2</sup>, una data d'inizio, e una stima della data di fine. Un progetto edilizio complessivamente consiste nell'insieme dei lavori da realizzare. Esempi di lavoro sono la posa delle fondazioni dell'edificio, il posizionamento dei solai, delle pavimentazioni, la costruzione di mura portanti o di separazione<sup>3</sup>, oppure, nel caso di edifici in cemento armato, la realizzazione di pilastri o la colatura del calcestruzzo armato per la realizzazione di pavimentazioni e solai, eccetera. Per ogni lavoro, è previsto l'utilizzo di uno o più materiali, con cui realizzare un lavoro o una sua fase.<sup>4</sup> Un materiale ha un nome, un codice lotto, il nome del fornitore, e la data di acquisto. Ogni materiale ha anche un costo che può essere al chilo (o quintale) oppure espresso in metri quadrati<sup>5</sup>, come nel caso delle piastrelle per la copertura delle pavimentazioni. I dettagli sui materiali saranno descritti nel paragrafo successivo."*

Note e osservazioni sul testo:

1. Esistono due tipi diversi di progetto edilizio: progetti di costruzione e progetto di ristrutturazione.
2. Potrebbe essere utile conservare nel database anche progetti presentati e respinti in fase di approvazione. Sarà quindi necessario memorizzare dati sullo stato di approvazione del progetto per poter distinguere i progetti in fase di revisione dai progetti respinti.
3. È necessario distinguere le mura portanti dalle mura di separazione ed imporre vincoli diversi per lo spessore.
4. Deve essere possibile utilizzare più materiali nello stesso lavoro o anche nella stessa fase di lavoro.
5. Per ciascun materiale è necessario memorizzare un'unità di misura standard alla quale fa riferimento il costo unitario.

### 2.2.2 Area relativa ai materiali

Di seguito sono riportate le specifiche fornite:

#### *Intonaco*

*"L'intonaco è un materiale usato per rivestire le mura. Oltre a fornire una protezione ha anche uno scopo estetico<sup>1</sup>. L'intonaco è una malta composta da una parte indurente che ingloba sabbia. Una parete ha tipicamente<sup>2</sup> tre strati di intonaco. Ogni strato ha uno spessore, ed è caratterizzato da un tipo di intonaco potenzialmente<sup>3</sup> diverso dagli altri strati. Tipi di intonaco usati nelle costruzioni includono, per esempio, premiscelati, a calce e cementizi. Le informazioni sull'intonaco usato per ogni parte dell'edificio devono essere memorizzate nel database."*

### **Mattoni**

*"I mattoni hanno soltamente<sup>4</sup> una forma a parallelepipedo<sup>5</sup> e possono essere realizzati usando vari materiali. Il più diffuso materiale è il laterizio, argilla che acquista resistenza e il classico colore "rosso mattone" tramite un processo di preparazione e cottura. Molto diffusi sono anche i mattoni in calcestruzzo. I mattoni possono essere pieni, oppure avere un'alveolatura<sup>6</sup>, cioè una trama di fori interni che possono semplicemente essere vuoti o contenere un materiale isolante. Vi sono diverse alveolature. Il database deve contenere le informazioni dei vari mattoni esistenti e dare la possibilità di inserire nuove tipologie di mattoni, caratterizzati da materiali, dimensioni e alveolature non definite a priori. Le informazioni relative ai mattoni usati per ogni parte dell'edificio devono essere memorizzate nel database."*



Figura 2: Esempio di alveolatura di mattone

### **Piastrelle e pietre**

*"Gli edifici (o parti di essi)<sup>7</sup> possono anche essere realizzati in pietra, oppure esserne ricoperti a scopo decorativo. Le pavimentazioni vengono invece sempre ricoperte<sup>8</sup> usando piastrelle, oppure lastre di legno, per realizzare le pavimentazioni in parquet. Le piastrelle sono composte da un materiale, hanno un disegno (naturale o stampato) e una dimensione. Generalmente sono quadrate, ma esistono anche piastrelle rettangolari, esagonali, eccetera. Per semplicità, si può supporre che la forma di una piastrella sia sempre un poligono regolare<sup>9</sup>. Le piastrelle vengono "posate", cioè fissate a terra, tramite l'uso di un materiale adesivo. Fra una piastrella e l'altra può o meno essere lasciato dello spazio in cemento, detto "fuga". La larghezza della fuga è pressoché costante<sup>10</sup> su tutta la pavimentazione realizzata da una determinata tipologia di piastrella. Le informazioni relative alle piastrelle usate per ogni parte dell'edificio<sup>11</sup> devono essere memorizzate nel database. Le pietre sono usate per ricoprire le mura oppure per realizzarle. Se usate per ricoprire una parete, un soffitto o un muro in genere, occorre che il database contenga le informazioni per determinare quali mura della casa sono ricoperte da pietra, che tipo di pietra è, quali sono la superficie media e il peso medio delle pietre usate su quella parete, e qual è la loro disposizione. Le informazioni relative alle pietre usate per ogni parte dell'edificio devono essere memorizzate nel database."*

### **Altri materiali**

*"Il database deve prevedere la memorizzazione di altri materiali non descritti precedentemente, rendendo così possibile una loro caratterizzazione in termini di dimensioni, costo e costituzione<sup>12</sup>. Si deve quindi pensare a una*

*rappresentazione generale<sup>13</sup> del materiale, alla quale poter ricorrere nel caso si debba memorizzare un particolare materiale (magari di pregio) che non ricada fra quelli per i quali è stato già previsto uno specifico formato di memorizzazione.”*

Note e osservazioni sul testo:

1. E' necessario memorizzare informazioni riguardo le caratteristiche estetiche dell'intonaco.
2. Gli strati di intonaco su una parete non sono necessariamente tre.
3. Non si deve escludere che sia usato lo stesso tipo di intonaco per strati diversi.
4. I mattoni possono in generale avere forme diverse ma comunque approssimabili con un parallelepipedo.
5. Per ricostruire la geometria di un parallelepipedo è sufficiente memorizzare larghezza, lunghezza ed altezza.
6. E' necessario trovare un' adeguata forma di rappresentazione per memorizzare i diversi tipi di alveolatura dei mattoni.
7. Qualunque parte di un edificio potrebbe potenzialmente essere costruita o ricoperta in pietra.
8. Ogni pavimento possiede una pavimentazione. Non possono inoltre esistere pavimentazioni realizzate in materiali diversi dalle lastre di legno e dalle piastrelle (ad esempio non sono ammesse pavimentazioni in pietra).
9. Per ricostruire in modo esatto la forma di un poligono regolare è sufficiente memorizzare il numero di lati e, a scelta, la lunghezza di lato oppure la misura della superficie.
10. E' sufficiente, per ogni pavimentazione, memorizzare la dimensione media della fuga
11. I pavimenti non sono le uniche parti di edificio che possono essere ricoperte in piastrelle (è ad esempio possibile ricoprire mura in piastrelle).
12. Per costituzione si intende la materia prima principale che costituisce il materiale.
13. I materiali non devono essere limitati a quelli descritti dettagliatamente.

### **2.2.3 Stadi di avanzamento e gestione del personale**

Di seguito sono riportate le specifiche fornite:

*”Un progetto edilizio si articola in stadi di avanzamento. Per ogni stadio di avanzamento, il database deve memorizzare la data d'inizio, una stima della data data di fine, i lavori svolti in tale stadio di avanzamento, il loro costo (Il costo di un lavoro dipende dai materiali utilizzati e dalla manodopera), il/i responsabile/i dei lavori, il/i capo/i cantiere,<sup>1</sup> il gruppo di lavoratori che vi lavorano. Relativamente a tutta la durata di uno stadio di avanzamento, devono essere memorizzati nel database i turni di lavoro<sup>2</sup> di ogni capo cantiere e di ogni lavoratore, cioè i giorni della settimana e gli orari di lavoro<sup>3</sup>. Ogni capo cantiere può monitorare un numero massimo di lavoratori. Quindi, anche per ragioni di sicurezza, durante un turno non possono lavorare più di un certo*

*numero di lavoratori contemporaneamente. Se vi sono più capi cantiere, il database deve contenere i lavoratori diretti da ciascuno. Durante l'inserimento dei turni nel database, dovranno inoltre essere implementati dei meccanismi che impediscono l'inserimento di turni che violano il numero massimo di lavoratori contestuali in ogni ora della giornata, o in cui il numero di lavoratori coordinati da un capo cantiere superi il numero massimo di lavoratori coordinabili, che può essere diverso dipendentemente dall'esperienza del capo cantiere<sup>4</sup>. Per ogni turno, devono essere memorizzati i lavori<sup>5</sup> che ogni lavoratore deve eseguire, e per quante ore. Non è detto, infatti, che un lavoratore svolga lo stesso lavoro continuativamente per tutta la durata di un turno. Uno stadio di avanzamento si conclude quando tutti i lavori dai quali è composto sono portati a termine. La data di completamento di uno stadio di avanzamento può essere diversa da quella stimata. In questo caso, lo stadio di avanzamento avrà un costo superiore alla somma dei costi<sup>6</sup> dei singoli lavori che lo compongono.”*

Note e osservazioni sul testo:

1. E' possibile che più capi cantiere o più responsabili dei lavori coordinino uno stesso lavoro a causa dell'alternarsi dei turni. Tuttavia si suppone che in ogni istante, ciascun lavoro sia diretto da un solo capo cantiere e supervisionato da un solo responsabile dei lavori.
2. Per semplicità di gestione del personale si suppone che tutti i turni inizino e finiscano all'ora esatta.
3. Ogni lavoratore assunto dall'impresa deve avere un contratto di lavoro che ne stabilisca i turni settimanali, intesi come orari e giorni di lavoro.
4. Ad ogni capo cantiere assunto deve essere associato un valore numerico che rappresenti il suo grado di esperienza.
5. In ogni istante deve essere possibile ricostruire a quale lavoro sta lavorando ciascun dipendente (operaio, capo cantiere e responsabile dei lavori).
6. Sarà necessario stabilire delle regole per calcolare il costo aggiuntivo di uno stadio di avanzamento nel caso in cui la data di conclusione superi quella stimata.

#### 2.2.4 Area monitoraggio

Di seguito sono riportate le specifiche fornite:

*“Il monitoraggio dinamico degli edifici viene utilizzato sempre più frequentemente per determinare il loro livello di sicurezza, e costituisce un valido supporto alle indagini classiche. Quest'area del database contiene i dati misurati dai sensori installati sull'edificio<sup>1</sup>, i quali misurano continuativamente<sup>2</sup> grandezze fisiche<sup>3</sup> che sofisticati algoritmi di intelligenza artificiale possono elaborare al fine di effettuare la stima dei danni a seguito di eventi calamitosi (terremoti, esondazioni, ecc.), o per prevedere<sup>4</sup> i danni di un'eventuale calamità, tramite simulazioni. Attraverso l'analisi dei dati acquisiti (soprattutto accelerazioni e velocità angolari), è possibile risalire ai valori dei principali parametri, detti parametri modali dell'edificio. Questi valori permettono di conoscere il comportamento dinamico (movimento) dell'edificio a seguito di vibrazioni, al fine di stimare le trazioni, torsioni ecc., a cui sono sottoposte le varie parti dell'edificio, per esempio, quelle più importanti per la stabilità<sup>5</sup>. ”*

Note e osservazioni sul testo:

1. Serve un sistema di riferimento adeguato per ricostruire la posizione esatta dei sensori.
2. Per ogni sensore installato sarà necessario stabilire una frequenza di campionamento.
3. E' necessario decidere quali siano le grandezze fisiche di maggiore interesse per il monitoraggio ed utilizzare sensori adeguati per misurarle.
4. Le previsioni saranno effettuate sulla base degli eventi passati.
5. E' necessario valutare quali siano le parti più importanti per la stabilità di un edificio.

### ***Sensori***

*"I moderni edifici, di cui Smart Buildings mantiene le informazioni, sono costruiti in ottica di sicurezza e sostenibilità<sup>1</sup>, e sono dotati di numerosi sensori che permettono il monitoraggio di varie grandezze. Queste grandezze includono<sup>2</sup> le temperature esterne e interne, l'umidità esterna e interna, il livello di precipitazioni giornaliere, le sollecitazioni accelerometriche tri-assiali , e le sollecitazioni dovute a torsione, misurate tramite giroscopi tri-assiali . Accelerometri e giroscopi sono capaci di misurare le sollecitazioni causate dal carico dei solai, da fenomeni di movimentazione del sottosuolo, e da eventi sismici. Altri sensori usati sono quelli di posizione. Questi sensori hanno solitamente due estremità e sono utili per misurare gli spostamenti murari. Per esempio, in caso di crepe, le due estremità del sensore sono fissate alle parti di parete separate dalla crepa. In questo modo, la larghezza dell'incrinatura muraria è costantemente monitorata in modo da poter intervenire<sup>3</sup>, per esempio tramite l'installazione di giunti, quando la larghezza supera una soglia di pericolo.<sup>4</sup> I vari tipi di sensori possono essere posizionati in molteplici parti dell'edificio. Ogni parte di un edificio può potenzialmente essere d'interesse<sup>5</sup> per il monitoraggio. Il database deve rendere contenere l'esatta posizione dei sensori di un edificio."*

Note e osservazioni sul testo:

1. I dati misurati dai sensori devono essere utilizzati anche per valutare gli sprechi energetici.
2. Le grandezze monitorate "includono" quelle citate ma non devono necessariamente essere limitate ad esse.
3. Devo essere previsti dei lavori specifici per il ripristino di danni.
4. La soglia di pericolo deve essere stimata da un esperto al momento dell'installazione del sensore in quanto questa non dipende solamente dalla tipologia di sensore ma anche dalla specifica parte di edificio monitorata.
5. Non esistono parti di edificio sulle quali non è possibile installare sensori.
6. I sensori devono poter essere installati su ogni parte edificio esistente.

### 2.2.5 Dati registrati dai sensori e memorizzazione

Di seguito sono riportate le specifiche:

*"Un sistema di monitoraggio dinamico sfrutta i sensori, e il DBMS per la memorizzazione delle registrazioni nel database e la conseguente diagnosi strutturale (o stima) effettuata da una procedura di back-end. Una registrazione comprende i valori misurati da ogni sensore. Le registrazioni si possono eseguire a intervalli regolari<sup>1</sup>, possono essere registrate in continuo (magari a basse frequenze di campionamento), oppure possono essere avviate quando determinati livelli di soglia vengono superati, con riferimento al punto in cui il sensore è posizionato.<sup>2</sup> Le registrazioni sono memorizzate abbinandole al corrispondente timestamp. Ogni<sup>3</sup> punto dell'edificio in cui si posiziona un sensore è caratterizzato da una soglia di sicurezza decisa da un esperto e memorizzata nel database. Per esempio, un sensore di distanza posizionato in corrispondenza di una determinata crepa muraria potrebbe avere un valore di soglia di 1 cm, superato il quale<sup>4</sup> viene generato un alert. Gli alert, una volta generati, sono memorizzati in un'apposita area del database. Un alert è caratterizzato dal sensore che lo ha generato, da un timestamp, e dal valore misurato."*

Note e osservazioni sul testo:

1. In tal caso è necessario scegliere un'opportuna frequenza di campionamento.
2. La soglia di sicurezza non è una caratteristica propria del sensore ma dipende anche da altri fattori.
3. Non possono esistere sensori installati per i quali non sia prevista alcuna soglia di sicurezza.
4. Gli alert devono essere generati solo dopo il superamento dei valori di soglia, questo significa che una misurazione che coincide con il valore di soglia non deve generare un alert.

## 2.2.6 Glossario dei termini dell'Area Costruzione

Termino	Descrizione	Descrizione	Collegamenti
Costruzione di un edificio	processo di realizzazione fisica di una struttura architettonica	realizzazione di un edificio	edificio, lavoro, progetto edilizio
Progetto edilizio	insieme di tutti i lavori utili alla realizzazione di un edificio	progetto, realizzazione	edificio, costruzione di un edificio, stadio di avanzamento
Lavoro	qualsiasi opera edilizia che modifichi un edificio esistente o porti alla realizzazione di un nuovo edificio	opera	fase di lavoro, ri-strutturazione, costruzione di un edificio, stadio di avanzamento, responsabile dei lavori, ri-strutturazione, lavoro di rifacimento
Fase di lavoro	attività o gruppo di attività specifiche che si concentrano su una singola parte di edificio	fase	lavoro
Fondazione	struttura alla base di un edificio che ne trasmette il peso al terreno	fondamenta	edificio, cemento armato
Solaio	struttura orizzontale piana che costituisce la copertura e il sostegno dei piani intermedi di un edificio		soffitto, pavimento, piano
Pavimentazione	qualsiasi forma di copertura della superficie superiore di un solaio		pietra, solaio, piastrella, fuga, lastra di legno
Muro portante	muro il cui compito e' quello di sostenere il carico dell'edificio e trasferirlo alle fondazioni		muro di separazione, edificio, pietra, piastrella
Muro di separazione	muro atto a separare due vani	muro divisorio	muro portante, edificio, pietra, piastrella
Materiale	materiale edile usato per la costruzione di un edificio	materiale edile	intonaco, mattoni, piastrelle, pietre, calcestruzzo, cemento

Intonaco	materiale di rivestimento per le pareti dallo scopo sia estetico che protettivo composto da una malta indurente che ingloba sabbia		parete, materiale
Mattone	materiale edile in laterizio o calcestruzzo, per lo più in forma di parallelepipedo, pieno o cavo, usato nelle opere murarie		muro, parete, materiale, alveolatura di mattone
Alveolatura di mattone	trama di fori interni che possono essere semplicemente vuoti o contenere un materiale isolante	alveolatura	mattone
Pietra	roccia compatta impiegata nella realizzazione di edifici o la loro ricopertura a scopo decorativo		pavimentazione, parete, muro portante, muro di separazione
Piastrella	elemento architettonico ceramico o in pietra utilizzato prevalentemente per il rivestimento di pavimentazioni e pareti		fuga, pavimentazione
Lastra di legno	pannello in legno adoperato nella realizzazione di pavimentazioni in parquet	lastra, parquet	pavimentazione
Fuga	spazio lasciato fra una piastrella e le sue adiacenti in una pavimentazione		piastrelle, pavimentazione
Muro	elemento verticale di un edificio che ha il compito di separare vani fra di loro e dall'esterno		parete
Parete	superficie laterale di un muro		muro, intonaco, pietre, piastrelle

Soffitto	superficie inferiore di un solaio	palco	solaio
Pavimento	superficie superiore di un solaio		solaio
Ristrutturazione	insieme di lavori atti a modificare un edificio o una sua parte	lavori di ristrutturazione, modifica, modifica della struttura	edificio, lavoro
Stadio di avanzamento	fase di progresso di un progetto edilizio		progetto edilizio, lavoro
Capo cantiere	soggetto che coordina i lavori all'interno di un cantiere edile		lavoratore, stadio di avanzamento, turno di lavoro, grado di esperienza
Lavoratore	soggetto che esegue mansioni prevalentemente manuali atte alla realizzazione di un lavoro edilizio	operario	capo cantiere, cantiere, stadio di avanzamento, turno di lavoro
Responsabile dei lavori	figura che sovrintende alla realizzazione dei lavori		lavoro, cantiere, turno di lavoro
Turno di lavoro	periodo in cui il dipendente si trova sul luogo di lavoro	turno, orario di lavoro	lavoratore, capo cantiere, responsabile dei lavori
Grado di esperienza	valore numerico associato all'esperienza di un capo cantiere relativo ad una specifica scala		capo cantiere
Cantiere	luogo confinato nel quale vengono effettuati lavori edili		stadio di avanzamento, lavoratore, capo cantiere, responsabile dei lavori
Sensore	dispositivo di vario tipo che rileva i valori di una grandezza fisica e li trasmette ad un sistema di elaborazione o controllo		mura, pareti, pavimentazione, solaio
Spostamenti mura-ri	spostamento delle mura dalla loro posizione iniziale		crepa, soglia di sicurezza

Crepa	fenditura che si forma su una superficie muraria come ad esempio pareti o soffitti a seguito di eventi calamitosi		parete, soglia di sicurezza, spostamenti murari
Soglia di sicurezza	valore numerico entro il quale la misura registrata da un sensore di una particolare grandezza fisica è da considerarsi normale	soglia, valore di soglia	sensore, spostamenti murari
Alert	segnale di allarme generato da una procedura di backend a seguito del superamento della soglia di sicurezza da parte di una misurazione	allarme, segnale di allarme	sensore, soglia di sicurezza, stato di un edificio

## 2.3 Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni

### 2.3.1 Stato dell'edificio

Di seguito sono riportate le specifiche:

*Sulla base dei valori misurati da tutti i sensori,<sup>1</sup> l'edificio si trova in uno stato. Lo stato dell'edificio non dipende esclusivamente dai valori misurati dai sensori durante l'ultima registrazione, ma anche dall'evoluzione<sup>2</sup> che ha caratterizzato i valori misurati dai sensori. Si può quindi affermare che non esiste un'unica definizione dello stato di un edificio. Gli studenti possono fornire una formulazione dello stato dell'edificio facendo riferimento alle conoscenze di acquisite nei corsi di Fisica e ai concetti precedentemente esposti in questo documento in termini di sensori, punti critici di un edificio, e corrispondenti valori di soglia. Lo stato di un edificio può essere infine rappresentato come un insieme di valori o come unico valore aggregato, opportunamente formulato. Nella documentazione, dovrà essere brevemente spiegata la formulazione di stato dell'edificio che gli studenti hanno realizzato. Dipendentemente dallo stato dell'edificio, una procedura lato server deve consigliare gli interventi<sup>3</sup> da effettuare su un edificio per ripristinare, consolidare o aumentare il livello di sicurezza dell'edificio.*

Note e osservazioni sul testo:

1. Tutti i sensori installati sull'edificio contribuiscono a determinare lo stato dell'edificio sia quelli installati per il monitoraggio dei danni sia quelli installati per scopi più generici
2. Per poter valutare l'evoluzione dei dati misurati è necessario conservare nel database, alcuni o tutti, i valori rilevati nel passato dai sensori.
3. Al fine di poter consigliare i lavori di intervento più adeguati per ripristinare uno stato ottimale è necessario che la funzionalità “stato dell'edificio” non restituiscia solo un valore generico sulle condizioni della struttura, ma permetta di individuare con esattezza eventuali situazioni critiche.

### 2.3.2 Calamità

Specifiche fornite:

*Un evento calamitoso è caratterizzato da un tipo (sisma, esondazione, eccetera), una data di accadimento, un livello di gravità, e un'area geografica colpita. Il livello di gravità è direttamente proporzionale alla vicinanza alla posizione in cui la calamità avviene. Per esempio, in caso di terremoto, il massimo livello di gravità<sup>1</sup> si ha in prossimità dell'epicentro. Il livello di gravità decresce man mano che ci si allontana. Lo stesso vale per altri eventi calamitosi, allagamenti, detonazioni causate da fughe di gas, eccetera. Gli eventi calamitosi sono memorizzati nel database. Il livello di gravità è automaticamente calcolato in base ai valori misurati dai sensori degli edifici appartenenti all'area geografica colpita dalla calamità. Ovviamente, l'area geografica colpita<sup>2</sup> da una calamità deve essere opportunamente memorizzata nel database. Il database deve avere una procedura lato server che stima il livello di gravità nei vari punti dell'area geografica colpita, sulla base di un semplice modello che usa i dati dei sensori posizionati sugli edifici. La definizione del modello è una scelta progettuale degli studenti. Tale modello deve essere presentato nella documentazione consegnata insieme al progetto.*

Note e osservazioni sul testo:

1. Il livello di gravità di un evento calamitoso non è una proprietà intrinseca dell'evento: uno stesso evento calamitoso può avere livelli di gravità diversi in ciascuna zona colpita a seconda della distanza dall'epicentro.
2. E' necessario adottare un sistema di rappresentazione adeguato per memorizzare le aree geografiche

### 2.3.3 Danni

Specifiche fornite:

*"A seguito di un evento calamitoso, per esempio un terremoto, ogni edificio può subire danni più o meno gravi. Fenomeni calamitosi caratterizzati da una bassa energia non arrecano gravi danni, né lasciano evidenti segni sugli edifici. Tuttavia, seppur lievi, questi eventi possono arrecare danni che costituiscono il preludio di un progressivo degrado delle strutture<sup>1</sup>, di cui si deve necessariamente tenere traccia.<sup>2</sup> Per ogni danno, il database deve memorizzare la parte di edificio coinvolta (o le parti)<sup>3</sup>, il tipo di danno (crollo, crepa, cedimento, allagamento, e così via) e l'entità del danno. Alcuni danni minori richiedono lavori di ripristino e/o consolidamento della sicurezza, o l'installazione di nuovi sensori per il monitoraggio delle conseguenze lasciate all'edificio. L'installazione di un nuovo sensore deve essere memorizzata nel database assieme alla data di installazione, al tipo di sensore, alla parte di edificio sulla quale il sensore è stato posizionato, al tipo di danno, e condizione di tale danno al momento dell'installazione del sensore. Per esempio, se a seguito di un lieve sisma si è formata una crepa longitudinale larga 1 mm su una parete in muratura, la condizione di tale crepa sarà monitorata nel tempo, e non saranno effettuati interventi fintantoché la larghezza della crepa non supererà la soglia<sup>4</sup> di pericolo, come descritto in Sezione 2.3.5. Questo scenario è mostrato in Fig. 3, dove due sensori di distanza permettono di monitorare la crepa in orizzontale e anche lo scivolamento verticale della parete. I danni di maggiore entità richiedono invece veri e propri lavori di rifacimento che possono anche comprendere la demolizione e ricostruzione di intere parti di un edificio. I lavori previsti a seguito di un danno di maggiore entità ricadono nei lavori descritti nella Sezione 2.3"*

Note e osservazioni sul testo:

1. I danni causati da un evento calamitoso non si limitano a quelli immediatamente rilevabili ma possono manifestarsi anche molto tempo dopo
2. Deve essere possibile ricostruire se il degrado di una struttura è influenzato o meno da un evento calamitoso manifestatosi nel passato.
3. Un danno può coinvolgere più parti di un edificio.
4. I danni lievi prevedono lavori di intervento solamente dopo il superamento di una soglia di pericolo

#### **2.3.4 Glossario dei termini dell'area analisi del rischio e monitoraggio dei danni**

Stato di un edificio	funzione che esprime la percentuale di sicurezza e solidità di un edificio in un dato istante	stato	edificio
Calamità	specifica tipologia di evento calamitoso		area geografica, edificio, rischio, evento calamitoso
Danno	alterazione fisica o estetica di un edificio o una sua parte che può influire sulla sua stabilità		edificio, evento calamitoso
Lavoro di ripristino o consolidamento	intervento che ha lo scopo di recuperare le caratteristiche strutturali originali di un edificio o di una sua parte	manutenzione, restauro	danno, stato di un edificio
Installazione di un sensore	fissaggio di un sensore ad una parte di un edificio e stima della soglia di sicurezza	installazione	sensore
Lavoro di rifacimento	intervento di ristrutturazione di un edificio o di una sua parte che prevede la rimozione e sostituzione di parti danneggiate	rifacimento	lavoro

### 3 Progettazione concettuale tramite un diagramma Entità-Relazione

#### 3.1 Area generale

##### 3.1.1 Struttura di un edificio

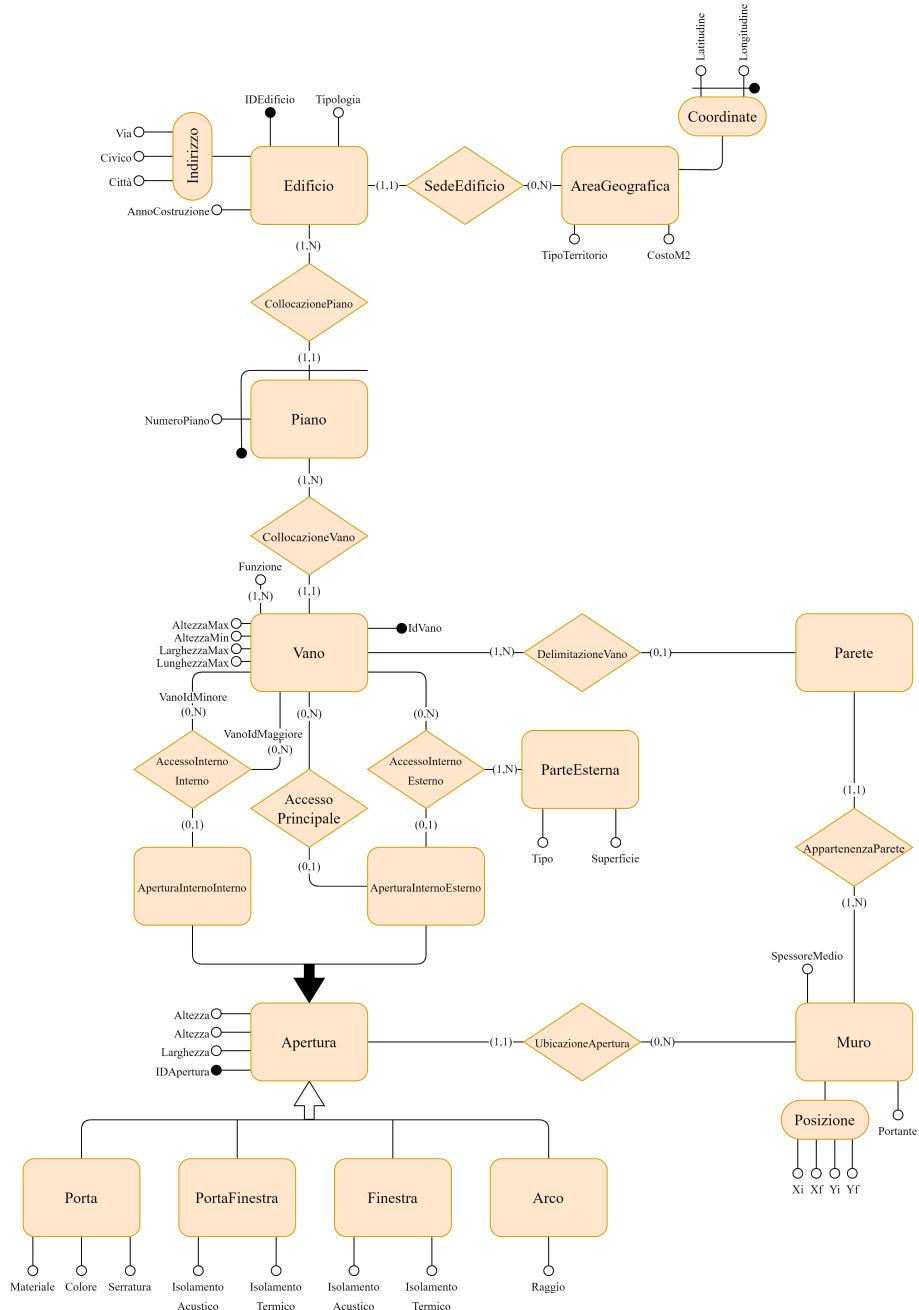


Figura 3: Schema non ristrutturato dell'area struttura di un edificio

### 3.1.2 Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Edificio	Opera in muratura destinata ad uso abitativo o a particolari attività	IdEdificio (INT), AnnoCostruzione (DATE), Tipologia (VARCHAR(50)), Citta (VARCHAR(50)), Civico (INT), Via (VARCHAR(50))	IdEdificio
AreaGeografica	Porzione di territorio di ampiezza circa pari ad 1 km <sup>2</sup>	Latitudine (FLOAT), Longitudine (FLOAT), TipoTerritorio (VARCHAR(50)), CostoM2 (FLOAT)	Latitudine, Longitudine
Piano	Spazio compreso tra un pavimento ed il soffitto sovrastante	NumeroPiano (INT)	NumeroPiano, IDEdificio (Esterno)
Vano	Spazio coperto delimitato da ogni lato da pareti	IdVano (INT), Funzione (VARCHAR(50)), LunghezzaMax (FLOAT), LarghezzaMax (FLOAT), AltezzaMax (FLOAT), AltezzaMin (FLOAT)	IdVano
Muro	Elemento architettonico il cui compito principale è quello di separare i vani tra di loro e dall'esterno	Portante (TINY-INT), Spessore-Medio (FLOAT), Xi (FLOAT), Yi (FLOAT), Xf (FLOAT), Yf (FLOAT)	IdParte (Ereditato)
Parete	Superficie laterale di un muro	Esterna (TINY-INT), Punto-Cardinale (VARCHAR(2))	IdParte (Ereditato)
ParteEsterna	Parte di un edificio non completamente coperta accessibile da uno o più vani di un edificio	Tipologia (VARCHAR(50)), Superficie (FLOAT)	IdParte (Ereditato)
AperturaInterno-Interno	Apertura di vario genere che connette due vani		IDApertura (Ereditato)

AperturaIntern-Esterno	Apertura di vario genere che connette un vano ed una parte esterna		IDApertura (Ereditato)
Apertura	Interruzione di un muro che mette in comunicazione un vano con un altro vano o con l'esterno	IdApertura (INT), Larghezza (FLOAT), Altezza (FLOAT), Tipologia (VAR-CHAR(50))	IDApertura
Porta	Specifico tipo di apertura che permette il passaggio da un vano ad un altro o ad una parte esterna	Materiale (VAR-CHAR(50)), Colore (CHAR(6)), Serratura (VAR-CHAR(50))	IDApertura (Ereditato)
Finestra	Specifico tipo di apertura che permette il passaggio di luce o aria tra un vano e l'esterno	IsolamentoAcustico (INT), Isolamento-Termico (INT)	IDApertura (Ereditato)
Portafinestra	Specifico tipo di apertura che permette il passaggio da un vano ad una parte esterna dell'edificio	IsolamentoAcustico (INT), Isolamento-Termico (INT)	IDApertura (Ereditato)
Arco	Specifico tipo di apertura caratterizzata da una parte superiore di forma ricurva	Raggio (FLOAT)	IDApertura (Ereditato)

### 3.1.3 Dizionario dei dati (Associazioni)

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
SedeEdificio	Associazione di ciascun edificio con l'area geografica che ne è sede	Edificio, AreaGeografica	
CollocazionePiano	Associazione di un piano con l'edificio al quale appartiene	Edificio, Piano	
CollocazioneVano	Associazione di un vano con il piano al quale appartiene	Piano, Vano	
DelimitazioneVano	Associazione di una parete con il vano che delimita	Parete, Vano	

AppartenenzaParete	Associazione di una parete con il muro al quale appartiene	Parete, Muro	
AccessoInterno-Interno	Associazione di una apertura con i vani che questa collega	Vano, Vano, AperturaInternoInterno	
AccessoInterno-Esterno	Associazione di una apertura con il vano e la parte esterna che questa collega	Vano, ParteEster- na, AperturaInter- noEsterno	
UbicazioneApertura	Associazione di una apertura con il muro sul quale è ubicata	Apertura, Muro	
AccessoProprieta	Associazione di un vano con una apertura che permette l'accesso al vano dall'esterno della proprietà	Vano, AperturaIn- ternoEsterno	

### 3.1.4 Regole di vincolo

#### Business Rules

- Non può essere inserito un piano in un edificio se non è già stato inserito il piano precedente quando “NumeroPiano”  $\geq 0$  o il piano successivo quando “NumeroPiano”  $\leq 0$
- Il punto cardinale di una parete deve essere compatibile con l’orientamento del muro
- “AnnoCostruzione” di “Edificio” non può essere maggiore rispetto all’anno corrente
- Per una stessa area geografica un indirizzo deve esistere unico
- In uno stesso “Piano” di uno stesso “Edificio” non possono essere inserite mura con stesse coordinate del punto di inizio (“Xi”, “Yi”) e di fine (“Xf”, “Yf”) o invertite.

#### Vincoli intrarelazionali

- **Vincoli di tupla**
  - “SpessoreMedio” di “Muro” deve assumere valori diversi in funzione dell’attributo “Portante”:
    1.  $40 \leq \text{SpessoreMedio} \leq 70$  per le mura portanti
    2.  $15 \leq \text{SpessoreMedio} \leq 30$  per le mura di separazione
  - “Raggio” di “Arco” deve assumere valori  $\geq \text{“Larghezza”} / 2$
  - In “AperturaInternoInterno” “VanoIdMaggiore” deve assumere valore  $>$  di “VanoIdMinore”
- **vincoli di dominio**

- “Civico” di “Edificio” ha un formato prefissato: 6 cifre seguite da 1 lettera o nessuna
- “SpessoreMedio” di “Muro” deve assumere un valore strettamente positivo
- “Altezza” di “Apertura” deve assumere un valore strettamente positivo
- “Larghezza” di “Apertura” deve assumere un valore strettamente positivo
- “Colore” di “Porta” può essere composto solo da cifre esadecimali
- “IsolamentoAcustico” e “IsolamentoTermico” di “Finestra” e “PortaFinestra” possono assumere come valore gli interi tra 0 e 10
- “Superficie” di “ParteEsterna” può assumere valori strettamente positivi
- “LarghezzaMax”, “LunghezzaMax”, “AltezzaMax”, “AltezzaMin” di “Vano” possono assumere valori strettamente positivi

- **Vincoli interrelazionali**

- “Tipologia” di “Apertura” nel caso in cui l’apertura appartenga ad una delle entità figlie predefinite deve assumere i seguenti valori:
  1. “portafinestra” per “Portafinestra”
  2. “porta” per “Porta”
  3. “arco” per “Arco”
  4. “finestra” per ”Finestra”

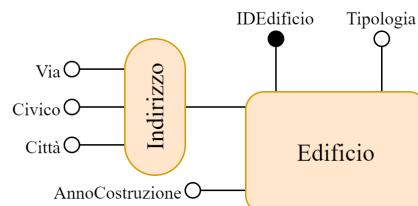
### 3.1.5 Regole di derivazione

- Punto cardinale di finestra/portafinestra: corrisponde al punto cardinale della parete esterna appartenente al muro sul quale la finestra/portafinestra è ubicata.
- Pianta di un piano: insieme di tutte le mura appartenenti ad un piano.
- Topologia di un edificio: insieme di tutte le piante di tutti i piani.
- Superficie di vano: corrisponde all’area del poligono chiuso formato dalle pareti che delimitano tale vano
- Valore complessivo di un edificio: corrisponde alla somma del costo dell’immobile considerata la sua superficie (superficie dell’immobile \* costo al metro quadro medio) più il costo legato ai materiali di pregio

### 3.1.6 Documentazione dello schema ER

#### Entità

##### Edificio



Un edificio è identificato per mezzo di un ID progressivo (“IdEdificio”) ed è caratterizzato da un indirizzo (“Indirizzo”), una tipologia (“Tipologia”) e dall’anno di costruzione (“AnnoCostruzione”).

“Indirizzo” è un attributo composto formato da “Città”, “Via” e “Civico” che permette di individuare in modo univoco la collocazione di un edificio all’interno della propria area geografica. E’ possibile che in aree geografiche diverse gli indirizzi si ripetano, pertanto “Indirizzo” (senza l’aggiunta di altri attributi) non può essere una chiave di “Edificio”, l’indirizzo risulta invece essere unico all’interno di ciascuna area geografica esiste quindi un vincolo che impedisce l’inserimento di edifici con stesso indirizzo all’interno della medesima area geografica. Per l’identificazione di “Edificio” è possibile scegliere tra un’identificazione interna (per mezzo di un id progressivo) ed un’identificazione esterna (usando una chiave esterna formata dall’attributo composto “Indirizzo” e dalle “Coordinate” dell’area geografica all’interno della quale l’edificio ha sede). E’ stato scelto di adottare la prima soluzione in quanto essa rende l’identificazione più immediata (la prima soluzione richiede un unico attributo come chiave primaria mentre la seconda soluzione ne richiederebbe 5 di cui 2 esterni).

“IdEdificio” è un identificatore numerico auto incrementale.

“Città” è un attributo di tipo varchar(50) senza vincoli di dominio che indica la città all’interno della quale l’edificio è situato.

“Via” è un attributo di tipo varchar(70) senza vincoli di dominio.

“Civico” è un attributo di tipo int, questo può assumere solo valori positivi.

“AnnoCostruzione” è un attributo di tipo int che indica l’anno in cui l’edificio è stato completato (non quello in cui sono iniziati i lavori di costruzione), questo può assumere valore null nel caso in cui l’edificio non sia ancora esistente (lavori di costruzione non ancora iniziati oppure edificio in fase di costruzione). La presenza dell’attributo

“AnnoCostruzione” permette sia di distinguere fra edifici esistenti e non (come richiesto da specifiche) sia di condurre analisi statistiche sul deterioramento degli edifici nel tempo.

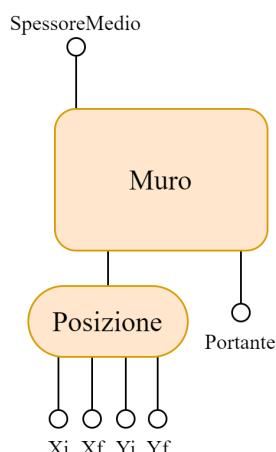
L’attributo “AnnoCostruzione” non è ridondante in quanto, se non fosse presente, sarebbe possibile stimare solamente l’anno di costruzione di edifici interamente costruiti da Smart Buildings ma non di edifici presi in carico dall’azienda per ristrutturazioni (saranno ovviamente necessari controlli di consistenza per quanto riguarda gli edifici interamente costruiti da Smart Buildings). Affinché le date di completamento degli edifici (AnnoCostruzione) non siano date stimate nel futuro è previsto un vincolo che impedisce l’inserimento di interi maggiori del valore dell’anno in corso al momento dell’inserimento.

“Tipologia” è un attributo di tipo varchar(50) che permette di classificare un fabbricato in base alla presenza di determinate caratteristiche dimensionali, funzionali ed organizzative,

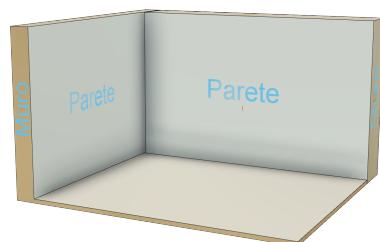
per non limitare la possibilità di definire nuove tipologie di edificio ritenute di interesse dall'azienda non sono stati previsti vincoli sul dominio di questo attributo; esistono tuttavia alcune categorie consigliate di cui riportiamo le caratteristiche distinte:

- Casa unifamiliare: edificio caratterizzato dalla presenza di una singola unità abitativa.
- Condominio: edificio caratterizzato dalla presenza di più unità immobiliari con caratteristiche comuni come la pianta o la suddivisione in vani di un piano.
- Fabbricato industriale: edificio solitamente caratterizzato da grandi dimensioni e ampi vani modulabili.
- Edificio storico: edificio dall'importante valore storico-culturale, è solitamente caratterizzato da una grande complessità e dalla numerosa presenza di dettagli architettonici.

## Muro



Un Muro è una struttura muraria verticale che può avere funzione portante oppure divisoria. E' importante distinguere il muro dalle pareti: all'interno di questo database indichiamo infatti con "Parete" ciascuno dei due rivestimenti esterni del "Muro" visibili dall'interno dei vani o dall'esterno dell'edificio (pareti esterne).



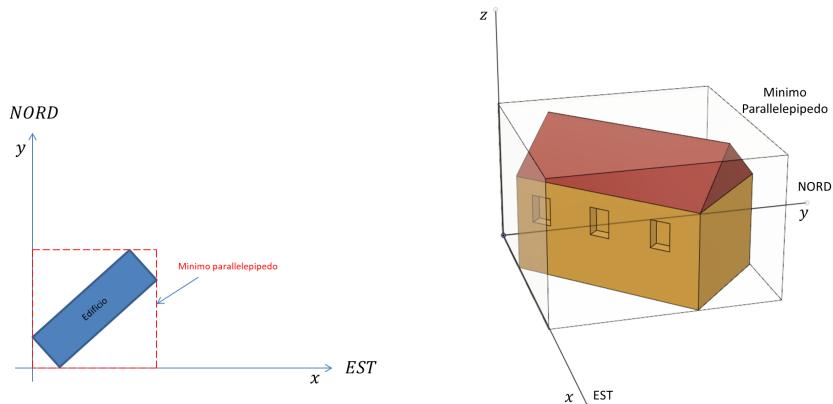
Le mura possono essere interne (nel caso in cui separino due vani) oppure esterne (nel caso in cui separino un vano dall'esterno). Potremmo pensare ad un attributo che esprima questa proprietà, questo risulterebbe tuttavia ridondante in quanto per sapere se un muro è interno o esterno è sufficiente controllare se esiste o meno una parete esterna che gli appartiene.

Un Muro è identificato per mezzo di un id progressivo (“IdParte”) ed è caratterizzato dalle coordinate dei suoi estremi (“Xi”, “Yi”, “Xf”, “Yf”) da uno spessore medio (“SpessoreMedio”) e dall’essere portante oppure di separazione (“Portante”).

“Muro” eredita la propria chiave primaria “IdParte” dall’entità “ParteEdificio”, della quale è figlia. Per quanto riguarda geometria e ubicazione, è possibile approssimare il muro ad un segmento del quale sono memorizzati gli estremi: gli attributi (“Xi”, “Yi”) e (“Xf”, “Yf”) rappresentano le coordinate di punto di inizio e punto di fine del muro.

Questi attributi sono di tipo float (il valore è da interpretarsi in metri) e fanno riferimento ad un sistema di coordinate unico per l’intero edificio, così da poter ricostruire la posizione relativa di mura collocate su piani diversi.

Si sceglie come sistema di riferimento un sistema orientato in modo tale che l’asse y punti verso NORD e l’asse x verso EST, come origine degli assi si sceglie il vertice a SUD-OVEST del minimo parallelepipedo orientato con lati paralleli agli assi che contiene interamente l’edificio.

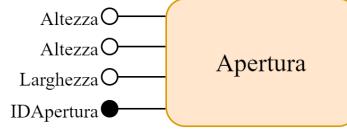


“SpessoreMedio” è un attributo di tipo float sempre positivo che indica lo spessore medio (in cm) del muro che non necessariamente coincide con lo spessore misurabile in ogni punto del muro: è infatti possibile che ci siano delle irregolarità, specialmente in corrispondenza di punti di congiunzione con altre mura. Due mura si considerano adiacenti nel caso in cui condividono esattamente un vertice. Esiste un vincolo di consistenza che impone che sullo stesso piano non siano presenti pareti con stesse coordinate (altrimenti risulterebbero sovrapposte).

Un muro può essere portante oppure di separazione, per distinguere i due tipi di muro è stato previsto l’attributo “Portante” di tipo tinyint: il valore 1 corrisponde ad un muro portante, il valore 0 ad un muro di separazione. È definito un vincolo per cui lo spessore delle mura portanti deve essere compreso tra i 40 e i 70 cm, mentre quello delle mura di separazione tra i 15 e i 30 cm.

L’attributo “NomeParte” ereditato da “ParteEdificio”, per parti dell’edificio che siano anche mura, deve assumere come valore “Muro”.

## Apertura



Con “Apertura” si indica un’interruzione di un muro che mette in comunicazione un vano con un altro vano oppure con l’esterno. Come richiesto da specifiche, si suppone che tutte le aperture abbiano forma rettangolare (ad eccezione degli archi per i quali sarà chiarito in seguito il significato di altezza e larghezza). Per salvare la geometria di un’apertura saranno quindi sufficienti gli attributi “Altezza” e “Larghezza”.

Per l’identificazione dell’apertura è stato utilizzato un progressivo “IdApertura”.

Le aperture si suddividono in due categorie: “ApertureInternoEsterno” che connettono l’ambiente interno con l’esterno dell’edificio oppure della proprietà (come ad esempio finestre o porte d’ingresso) e “ApertureInternoInterno” che mettono in comunicazione due vani (come ad esempio archi o porte di collegamento tra vani).

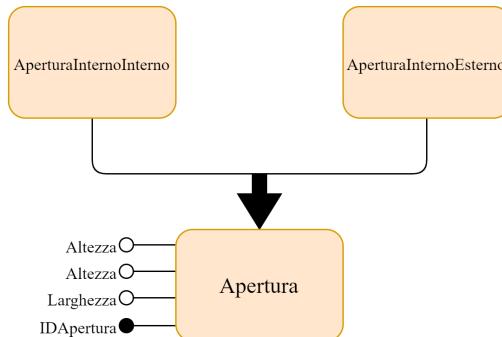
Ogni apertura deve necessariamente appartenere ad una delle due categorie appena descritte, pertanto apertura sarà generalizzazione totale di “ApertureInternoEsterno” e “ApertureInternoInterno”. È stato deciso di introdurre questa generalizzazione, invece che un semplice attributo perché le due categorie partecipano in associazioni differenti.

Le aperture possono essere di diverse tipologie con caratteristiche strutturali molto differenti, pertanto apertura sarà generalizzazione anche di queste.

Sono state individuate come tipologie d’interesse per l’azienda: “Porta”, “PortaFinestra”, “Finestra” e “Arco”; questa generalizzazione resta comunque parziale, così da poter introdurre altre aperture di tipologie diverse da quelle predefinite.

L’attributo “Tipologia” è una stringa (varchar(50)) con un vincolo per il quale se un’occorrenza di “Apertura” ricade in una delle entità figlie, il valore dell’attributo deve coincidere con il nome dell’entità figlia in cui ricade. “Altezza” e “Largezza” sono attributi di tipo float, sempre positivi, da interpretarsi come dimensioni in cm.

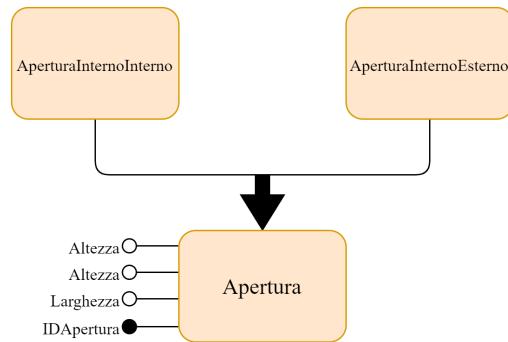
## AperturaInternoInterno



Con aperture Interno-Interno si intendono tutte quelle aperture che connettono due vani di un edificio, fanno parte di questa categoria ad esempio porte di collegamento tra vani o archi. “AperturaInternoInterno” è un’entità figlia della generalizzazione “Apertura” dalla

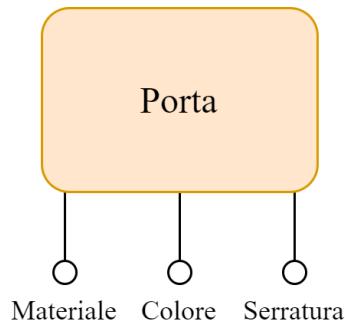
quale eredita la chiave primaria “IdApertura”. Tra le aperture Interno interno sono previste sia aperture che costituiscono punti di accesso sia aperture che non costituiscono punti di accesso.

#### **AperturaInternoEsterno**



Con aperture Interno-Esterno (“AperturaInternoEsterno”) si intendono tutte quelle aperture che connettono un vano con una parte esterna dell’edificio (“ParteEsterna”) oppure con l’esterno della proprietà, fanno parte di questa categoria ad esempio le finestre. “AperturaInternoEsterno” è un’entità figlia della generalizzazione “Apertura” dalla quale eredita la chiave primaria “IdApertura”. tra le aperture Interno-Esterno sono previste sia aperture che costituiscono punti di accesso, come le porte di ingresso o le portefinestre, sia aperture che non costituiscono punti di accesso, come ad esempio le finestre.

## Porta



l'entità “Porta” indica uno specifico tipo di apertura ritenuta di particolare interesse perché dotata di caratteristiche proprie non comuni a tutte le aperture, pertanto “Porta” è un’entità figlia della generalizzazione “Apertura” dalla quale eredita la chiave primaria (“IdApertura”), gli attributi riguardanti la geometria (“Altezza” e “Larghezza”) e la “tipologia”.

L’attributo “tipologia” ereditato da “Apertura”, per aperture che siano anche porte, deve assumere come valore “Porta”.

L’entità porta possiede come attributi specifici “Materiale”, “Colore” e “Serratura”. Tali proprietà non sono esplicitamente richieste da specifiche pertanto è stata lasciata la possibilità che questi attributi assumano valore NULL nel caso in cui l’azienda non intendesse memorizzare queste informazioni.

Questi attributi sono stati aggiunti perché è stato ritenuto che potessero costituire informazioni rilevanti per conoscere in modo più dettagliato le caratteristiche strutturali ed estetiche degli edifici costruiti.

“Colore” è un attributo di tipo char(6) con un formato predefinito: per identificare in modo univoco i colori è stato deciso di usare la loro rappresentazione esadecimale pertanto la stringa che indica il colore sarà espressa nel seguente formato:

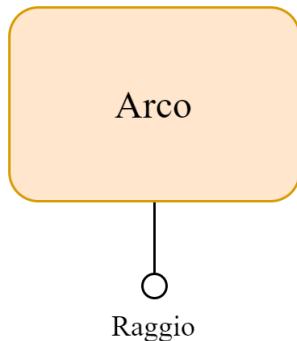
**RRGGBB**

dove R (rosso), G (verde) e B (blu) sono cifre esadecimali che specificano l’intensità di ciascuno dei tre colori. Questo attributo anche se non da alcuna informazione di tipo strutturale può essere utile nel caso in cui l’azienda intendesse fare un’analisi di mercato prima di ordinare nuove porte.

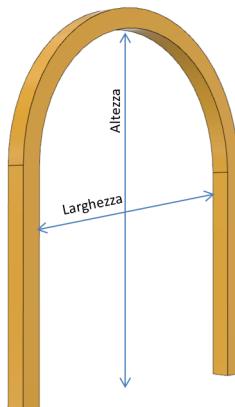
“Materiale” è un attributo di tipo varchar(50) che indica il materiale di cui la porta è costituita, esempi di valori che questo attributo può assumere sono “vetro opaco”, “vetro trasparente”, “alluminio”, “legno di rovere”, “legno di abete” ecc., per flessibilità non è stato imposto alcun vincolo sul dominio di questo attributo.

“Serratura” è un attributo di tipo varchar(50) senza vincoli di dominio che indica il tipo di serratura della porta.

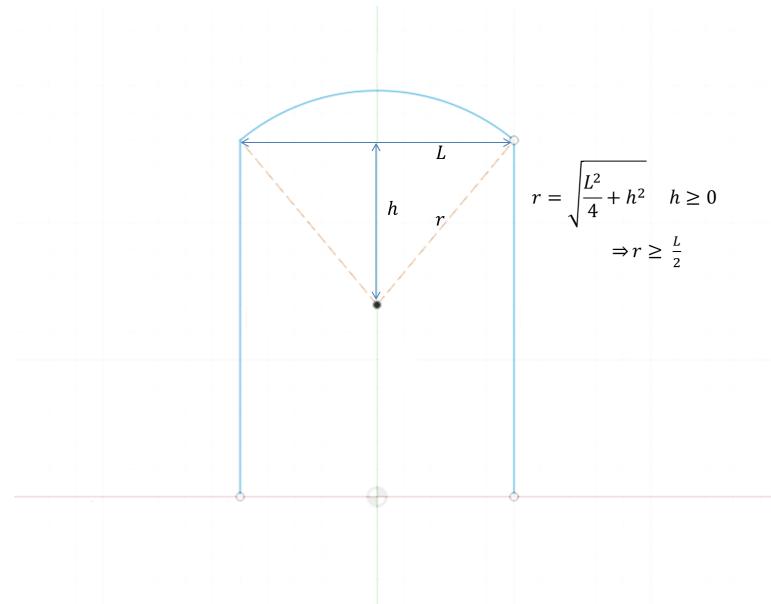
## Arco



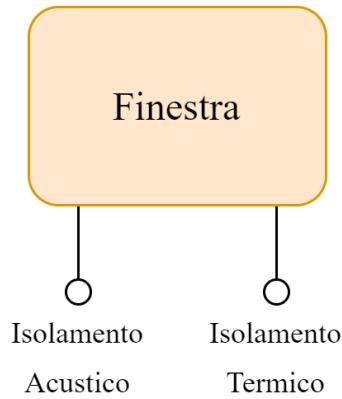
Un arco è una tipologia di apertura priva di serramenti spesso utilizzata per connettere vani interni di un edificio, “Arco” è pertanto un’entità figlia della generalizzazione “Apertura” da cui eredita la chiave primaria “IdApertura”, gli attributi relativi alla geometria (“Altezza” e “Larghezza”) e la “Tipologia” il cui valore nel caso di aperture che siano anche archi deve coincidere con “Arco”.  
per quanto riguarda gli archi la larghezza e l’altezza sono da considerarsi come altezza e larghezza massima ovvero quelle del minimo rettangolo che inscrive l’arco.



Il “Raggio” infine ci permette di definire in modo univoco la geometria dell’arco, consentendo di memorizzare anche archi che non terminino con un semicerchio (se assumessimo di memorizzare solo archi di questo tipo  $\text{raggio} = \text{larghezza}/2$  quindi non sarebbe necessario un attributo per il raggio).  
“Raggio” è un attributo di tipo float che indica l’ampiezza del raggio dell’arco misurata in cm, non tutti i valori sono ammissibili per questo attributo: questo attributo deve avere un valore non inferiore a metà di tale larghezza.



**Finestra**



L'entità “Finestra” indica uno specifico tipo di apertura ritenuta di particolare interesse perché dotata di caratteristiche proprie non comuni a tutte le aperture, pertanto “Finestra” è un’entità figlia della generalizzazione “Apertura” dalla quale eredita la chiave primaria (“IdApertura”), gli attributi riguardanti la geometria (“Altezza” e “Larghezza”) e la “Tipologia”.

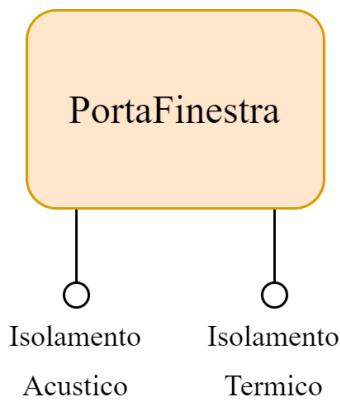
L’attributo “Tipologia” ereditato da “Apertura” per aperture che siano anche finestre deve assumere come valore “Finestra”.

Gli attributi caratteristici di una finestra sono il grado di isolamento acustico (“IsolamentoAcustico”) ed il grado di isolamento termico (“IsolamentoTermico”), entrambi questi attributi sono di tipo int e si misurano su una scala da 0 a 10 (sono vietati altri valori), dove con 10 si indica il grado di isolamento massimo e con 0 il minimo. Questi attributi non sono esplicitamente richiesti da specifiche quindi è ammesso l’uso del valore NULL nel caso in cui l’azienda non intendesse salvare queste informazioni tuttavia è stato ritenuto che potessero essere di interesse in quanto l’isolamento termico può contribuire

alla prevenzione di danni causati dall'umidità e il grado di isolamento acustico contribuisce nel determinare il valore di un immobile.

Una finestra è inoltre orientata verso un punto cardinale, è stato scelto di non aggiungere un attributo per mantenere questa informazione in quanto già deducibile a partire dall'orientamento della parete esterna appartenente al muro sul quale la finestra è ubicata.

## PortaFinestra

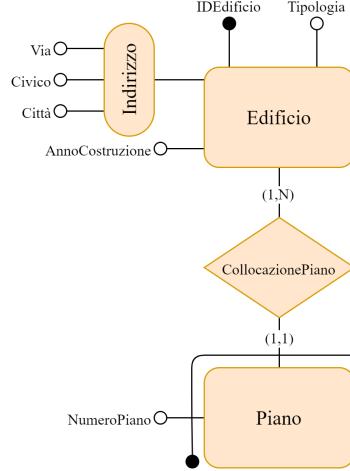


Una portafinestra è un'apertura utilizzata per collegare un vano con una parte esterna connessa all'edificio come ad esempio un balcone o un giardino, “Portafinestra” è un’entità figlia della generalizzazione “Apertura” da cui eredita la chiave primaria “IdApetrura”, gli attributi relativi alla geometria (“Altezza” e “Larghezza”) e la “Tipologia” il cui valore, nel caso di aperture che siano anche portafinestre, deve coincidere con “Portafinestra”.

Gli attributi caratteristici di una portafinestra sono il grado di isolamento acustico (“IsolamentoAcustico”) ed il grado di isolamento termico (“IsolamentoTermico”), entrambi questi attributi sono di tipo int e si misurano su una scala da 0 a 10 (sono vietati altri valori), dove con 10 si indica il grado di isolamento massimo e con 0 il minimo. questi attributi non sono esplicitamente richiesti da specifiche quindi è ammesso l’uso del valore NULL nel caso in cui l’azienda non intendesse salvare queste informazioni, è stato tuttavia ritenuto che potessero essere di interesse in quanto l’isolamento termico può contribuire alla prevenzione di danni causati dall’umidità e il grado di isolamento acustico contribuisce nel determinare il valore di un immobile.

Una finestra è inoltre orientata verso un punto cardinale, è stato scelto di non aggiungere un attributo per mantenere questa informazione in quanto già deducibile a partire dall’orientamento della parete esterna appartenente al muro sul quale la portafinestra è ubicata.

## Piano

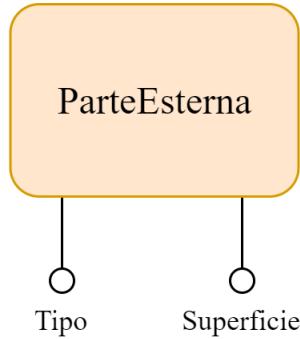


Un Piano viene identificato per mezzo di una chiave esterna che comprende l'id dell'edificio a cui il piano appartiene (“IdEdificio”) e il numero di piano (“NumPiano”).

“NumPiano” è un attributo di tipo int senza vincoli di dominio (sono ammessi anche valori negativi nel caso di piani interrati). Questo attributo è soggetto a un vincolo di inserimento che impedisce di inserire un piano nel caso esista già un piano con lo stesso numero di piano nel medesimo edificio oppure nel caso in cui non siano stati già definiti tutti i piani inferiori (nel caso di “NumPiano”  $j = 0$ ) oppure superiori (nel caso di “NumPiano”  $j = 0$ ). In questo modo sarà possibile inserire i piani solamente in ordine ma avremo la certezza che in ogni istante il database sia in uno stato consistente.

“Piano” non ha altri attributi, è però possibile risalire alle altre proprietà attraverso associazioni e operazioni implementate, come ad esempio la funzionalità che permette di ricostruire la pianta del piano

## ParteEsterna



Con “ParteEsterna” si indica una parte dell’edificio appartenente alla proprietà, non completamente coperta, connessa ad un vano dell’edificio per mezzo di un’apertura. “ParteEsterna” è un’entità figlia della generalizzazione “ParteEdificio” da cui eredita la

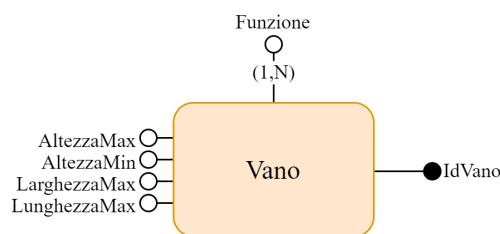
chiave primaria “IdParte” e l’attributo “NomeParte” che nel caso di parti di edificio che siano anche parti esterne deve assumere il valore “Parte esterna”.

Una “ParteEsterna” è inoltre caratterizzata da un tipologia (“Tipologia”) e da una superficie (“Superficie”).

“Tipologia” è un attributo di tipo varchar(50), alcuni esempi di valori che questo attributo può assumere sono: “balcone”, “giardino”, “portico”, “corte”, “patio” ecc., tuttavia per flessibilità il dominio non è stato limitato con dei valori predefiniti.

“Superficie” è un attributo di tipo float sempre positivo da interpretarsi come il valore, misurato in m<sup>2</sup>, della superficie della parte esterna.

### Vano



Un vano viene identificato per mezzo di un Id progressivo (“IdVano”) ed è caratterizzato da una larghezza ed una lunghezza massime (“LarghezzaMax”, “LunghezzaMax”), un’altezza massima (“AltezzaMax”), un’altezza minima (“AltezzaMin”), una superficie (“Superficie”) ed una o più funzioni (“Funzione”).

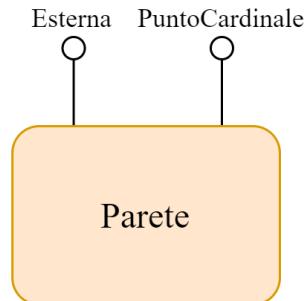
“idVano” è un progressivo di tipo int automaticamente generato all’inserimento di un nuovo vano.

“LarghezzaMax”, “LunghezzaMax”, “AltezzaMax”, “AltezzaMin” sono attributi di tipo float, sempre positivi, da interpretarsi come valori misurati in metri relativi alle grandezze caratteristiche di ciascun vano.

“Superficie” è un attributo di tipo float da interpretarsi come la superficie del vano espressa in m<sup>2</sup>.

Ciascun vano è adibito a una più funzioni, “Funzione” è dunque un attributo multivaleore di tipo varchar(50) senza vincoli di dominio.

### Parete



Ogni “Muro” degli edifici di Smart Buildings ha due rivestimenti esterni, ognuno di questi rivestimenti viene chiamato “Parete”.

“Parete” è un’entità figlia della generalizzazione “ParteEdificio” e, in quanto tale, ne eredita la chiave primaria “IdParte” e l’attributo “NomeParte” il cui valore, per ogni parte edificio che sia anche una parete, deve coincidere con “Parete”.

Una parete è caratterizzata da un punto cardinale (“PuntoCardinale”) e dall’essere esterna o meno (“Esterna”).

“Esterna” è un attributo di tipo tinyint che vale 0 nel caso in cui la parete in questione sia interna e 1 nel caso in cui questa sia esterna.

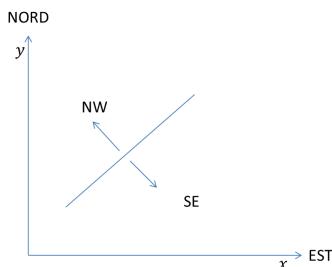
“PuntoCardinale” è un attributo di tipo varchar(2) che può assumere i soli valori predefiniti: “N”, “NE”, “E”, “SE”, “S”, “SO”, “O”, “NO”. Questo attributo è utile per distinguere le due pareti appartenenti ad uno stesso muro.

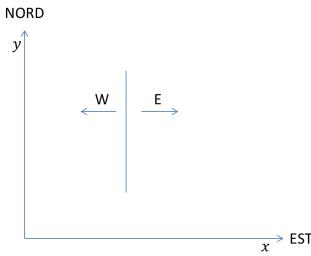
L’attributo “PuntoCardinale” delle pareti esterne è inoltre usato per ricostruire il punto cardinale di finestre e portefinestre.

Il valore dell’attributo è univocamente determinato a partire dal versore perpendicolare al muro su cui si trova la parete, con verso uscente dalla parete; formalmente si possono suddividere i  $360^\circ$  in 8 sottoinsiemi adiacenti di ampiezza  $45^\circ$  e far corrispondere a ciascuno di questi uno dei valori che “PuntoCardinale” può assumere:

- $[337.5^\circ, 360^\circ[$  U  $[0^\circ, 22.5^\circ[$  : N
- $[22.5^\circ, 67.5^\circ[$  : NE
- $[67.5^\circ, 112.5^\circ[$  : E
- $[112.5^\circ, 157.5^\circ[$  : SE
- $[157.5^\circ, 202.5^\circ[$  : S
- $[202.5^\circ, 247.5^\circ[$  : SW
- $[247.5^\circ, 292.5^\circ[$  : W
- $[292.5^\circ, 337.5^\circ[$  : NW

Esiste infine un vincolo che impone che il punto cardinale di una parete sia compatibile con il coefficiente angolare del muro a cui tale parete appartiene (calcolato nel sistema di coordinate definito per “Muro”) e che non esistano due pareti con stesso punto cardinale appartenenti al medesimo muro.





## Associazioni

### SedeEdificio



“SedeEdificio” associa a ciascun edificio (“Edificio”) l’area geografica (“AreaGeografica”) all’interno della quale esso ha sede.

La cardinalità di “Edificio” in “SedeEdificio” è (1,1):

la minima è 1 perché un edificio ha sempre sede (attuale o futura) in un’area geografica; la massima è 1 perché un edificio ha sede in una sola area geografica.

La cardinalità di “AreaGeografica” in “SedeEdificio” è (0,N):

la minima è 0 perché in una area geografica potrebbe non avere sede alcun edificio; la massima è N perché in un’area geografica potrebbero potenzialmente avere sede molteplici edifici.

### CollocazionePiano



“CollocazionePiano” associa ciascun piano (“Piano”) all’edificio (“Edificio”) a cui esso appartiene.

La cardinalità di “Edificio” in CollocazionePiano è (1,N):

la minima è 1 perché un edificio ha sicuramente almeno un piano;

la massima è N perché un edificio potrebbe potenzialmente avere più piani.

La cardinalità di Piano in CollocazionePiano è (1,1):

la minima è 1 perché un piano appartiene sempre ad un edificio;

la massima è 1 perché un piano può appartenere ad un solo edificio.

### CollocazioneVano



“CollocazioneVano” associa ciascun vano (“Vano”) al piano (“Piano”) a cui esso appartiene.

La cardinalità di “Piano” in “CollocazioneVano” è (1,N):

la minima è 1 perché un piano ha sicuramente almeno un vano;

la massima è N perché un piano può potenzialmente avere più vani.

La cardinalità di “Vano” in “CollocazioneVano” è (1,1):

la minima è 1 perché un vano appartiene sicuramente ad un piano di edificio;

la massima è 1 perché un vano può appartenere ad un solo piano di edificio.

### **DelimitazioneVano**



“DelimitazioneVano” associa ciascun vano (“Vano”) alle pareti (“Parete”) che lo delimitano.

La cardinalità di “Vano” in “DelimitazioneVano” è (1,N):

la minima è 1 perché un vano ha sicuramente una parete che lo delimita;

la massima è N perché un vano può potenzialmente essere delimitato da più pareti.

La cardinalità di Parete in DelimitazioneVano è (0,1):

la minima è 0 perché una parete può non delimitare alcun vano (caso delle pareti esterne);

la massima è 1 perché una parete può delimitare al più un vano.

### **AppartenenzaParete**



“AppartenenzaParete” associa ogni parete (“Parete”) al muro (“Muro”) a cui essa appartiene.

La cardinalità di “Muro” in “AppartenenzaParete” è (1, N):

ogni muro ha esattamente due pareti la cardinalità è stata scritta in questo modo per attenersi alle regole di notazione.

La cardinalità di “Parete” in “AppartenenzaParete” è (1, 1):

la minima è 1 perché una parete appartiene sempre ad un muro;

la massima è 1 perché una parete può appartenere ad un solo muro.

### **UbicazioneApertura**



“UbicazioneApertura” associa ciascuna apertura (“Apertura”) al muro (“Muro”) sul quale essa è ubicata.

La cardinalità di “Apertura” in “UbicazioneApertura” è (1,1):

la minima è 1 perché una apertura è sempre ubicata su un muro;

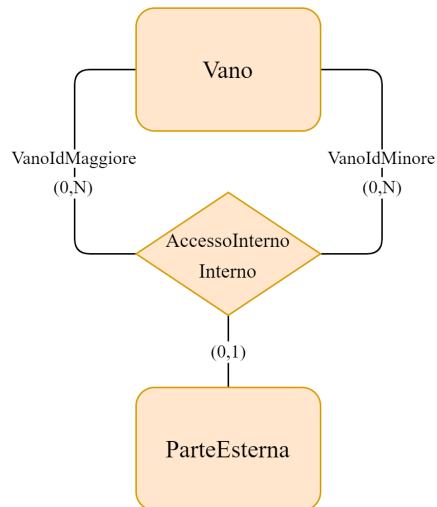
la massima è 1 perché una Apertura può essere ubicata su un solo muro.

La cardinalità di “Muro” in “UbicazioneApertura” è (0,N):

la minima è 0 perché su alcune mura potrebbero non essere ubicate aperture;

la massima è N perché su un muro possono potenzialmente essere ubicate più aperture.

### AccessoInternoInterno



“AccessoInternoInterno” associa un’apertura interno-interno (“AperturaInternoInterno”) ai due vani (“Vano”) che essa connette. Sono stati introdotti i ruoli “VanoIdMaggiore” e “VanoIdMinore” per evitare che fosse possibile inserire due occorrenze di “AccessoInternoInterno” per ogni apertura (con i vani invertiti di ordine). E’ definito un vincolo che impedisce di inserire i due vani in modo errato.

La cardinalità di “Vano” come vano di Id maggiore (“VanoIdMaggiore”) in “AccessoInternoInterno” è (0,N):

la minima è 0 perché un vano potrebbe non avere un punto di accesso che lo connette ad un vano di id minore rispetto al proprio (potrebbe essere connesso solo a vani di id maggiore oppure solamente a parti esterne come nel caso dei garage);

la massima è N perché un vano può potenzialmente avere più punti di accesso verso vani di id minore rispetto al proprio. La cardinalità di “Vano” come vano di Id minore (“VanoIdMinore”) in “AccessoInternoInterno” è (0,N):

la minima è 0 perché un vano potrebbe non avere un punto di accesso verso un vano di id maggiore rispetto al proprio (potrebbe essere connesso solo a vani di id minore oppure solamente a parti esterne);

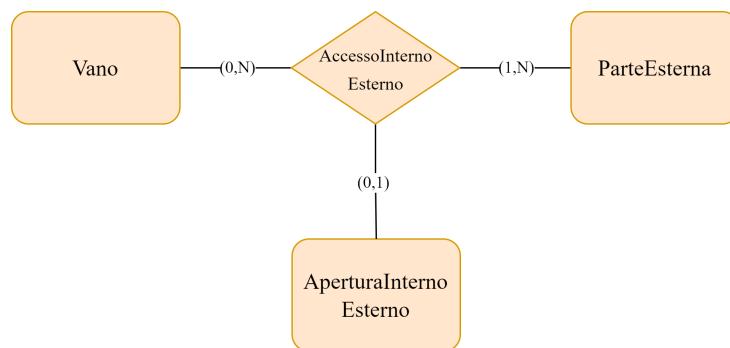
la massima è N perché un vano può potenzialmente avere più punti di accesso verso vani di id maggiore rispetto al proprio.

La cardinalità di “AperturaInternoInterno” in AccessoInternoInterno è (0,1):

la minima è 0 perché una “AperturaInternoInterno” non costituisce necessariamente un punto di accesso tra due vani

la massima è 1 perché una AperturaInternoInterno può costituire al più un punto di accesso da un vano ad un altro vano.

### AccessoInternoEsterno



“AccessoInternoEsterno” associa un’apertura interno-esterno (“AperturaInternoEsterno”) al vano (“Vano”) ed alla parte esterna (“ParteEsterna”) che essa connette.

La cardinalità di “Vano” in “AccessoInternoEsterno” è (0,N):

la minima è 0 perché un vano potrebbe non avere accessi verso una parte esterna dell’edificio;

la massima è N perché un vano potrebbe potenzialmente avere più accessi verso parti esterne dell’edificio.

La cardinalità di “ParteEsterna” in “AccessoInternoEsterno” è (1,N):

la minima è 1 perché una ParteEsterna deve avere almeno un punto di accesso;

la massima è N perché una parte esterna può potenzialmente avere più punti di accesso.

La cardinalità di “AperturaInternoEsterno” in “AccessoInternoEsterno” è (0,1):

la minima è 0 perché non tutte le aperture interno-esterno costituiscono un punto di accesso (ad esempio le finestre sono aperture interno-esterno che non costituiscono punti di accesso)

la massima è 1 perché quando un accesso interno esterno forma un punto di accesso da un vano interno ad una parte esterna può costituire al massimo un singolo punto di accesso.

### AccessoProprieta



“AccessoProprieta” associa un vano (“Vano”) all’apertura interno-esterno (“AperturaInternoEsterno”) che lo connette con l’esterno della proprietà.

La cardinalità di “Vano” in “AccessoProprieta” è (0,N):  
la minima è 0 perché un vano può non avere punti di accesso verso l'esterno della proprietà;  
la massima è N perché è possibile che un vano abbia due o più accessi verso l'esterno della proprietà.

La cardinalità di “AperturaInternoEsterno” in “AccessoProprieta” è (0,1):  
la minima è 0 perché una apertura interno-esterno potrebbe non costituire un punto di accesso verso l'esterno della proprietà;  
la massima è 1 perché una apertura interno-esterno costituisce al massimo un punto di accesso verso l'esterno della proprietà.

### 3.1.7 Area relativa ai rischi

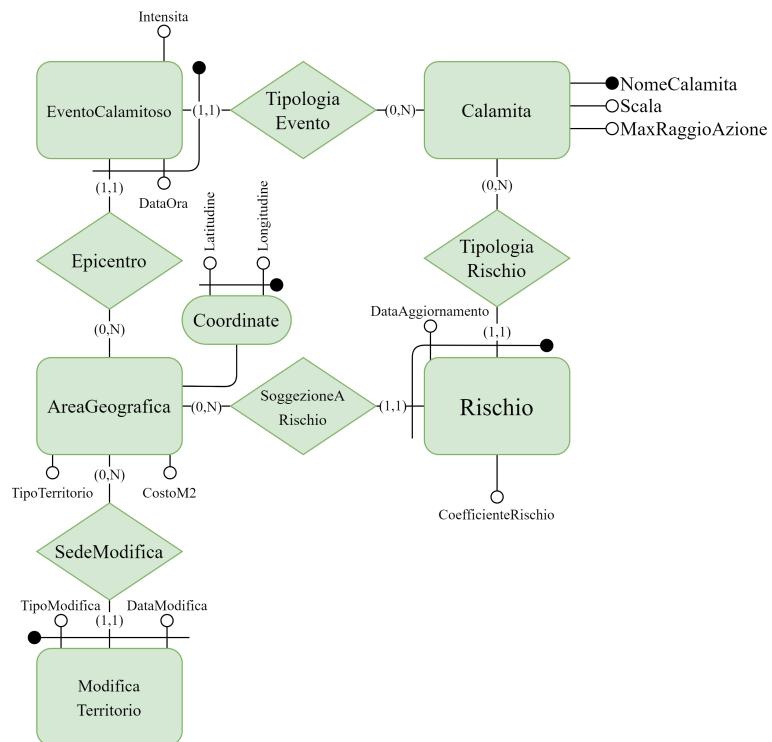


Figura 4: Schema non ristrutturato dell'area relativa ai rischi

### 3.1.8 Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
EventoCalamitoso	Evento capace di arrecare danno agli edifici e modificare aree geografiche	Intensita (FLOAT), DataOra (TIME-STAMP)	DataOra, NomeCalamita (Esterno), Latitudine (Esterno), Longitudine (Esterno)
Calamita	Tipologia di evento calamitoso di interesse per l'azienda	NomeCalamita (VARCHAR(50)), Scala (VARCHAR(50)), MaxRaggioAzione (FLOAT)	NomeCalamita
Rischio	Possibilità che una calamità colpisca una specifica area geografica	CoefficienteRischio (FLOAT), DataAggiornamento (DATE)	DataAggiornamento, NomeCalamita (Esterno), Latitudine (Esterno), Longitudine (Esterno)

AreaGeografica	Area di estensione prossima a 1 km <sup>2</sup> delimitata da meridiani e paralleli terrestri	Latitudine (FLOAT), Longitudine (FLOAT), TipoTerritorio (VARCHAR(20)), CostoM2 (FLOAT)	Latitudine, Longitudine
ModificaTerritorio	Attività che comporta una trasformazione morfologica o funzionale di una area geografica	TipoModifica (VARCHAR(50)), DataModifica (DATE)	TipoModifica, DataModifica, Latitudine, Longitudine

### 3.1.9 Dizionario dei dati (Associazioni)

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
Epicentro	Associazione di ogni evento calamitoso con il relativo epicentro	EventoCalamitoso, AreaGeografica	
SedeModifica	Associazione di ogni modifica del territorio con l'area geografica in cui ha sede	AreaGeografica, ModificaTerritorio	
TipologiaEvento	Associazione di ogni evento calamitoso con la rispettiva calamità	Calamita, EventoCalamitoso	
TipologiaRischio	Associazione di ogni rischio con la rispettiva calamità	Calamita, Rischio	
SoggezioneARischio	Associazione di ogni area geografica con i rischi a cui è soggetta	AreaGeografica, Rischio	

### 3.1.10 Regole di vincolo

#### Business Rules

- “DataOra” di “EventoCalamitoso” non può assumere valori posteriori a current\_timestamp
- “DataAggiornamento” di “Rischio” non può assumere valori successivi a current\_date

#### Vincoli intrarelazionali

##### • vincoli di dominio

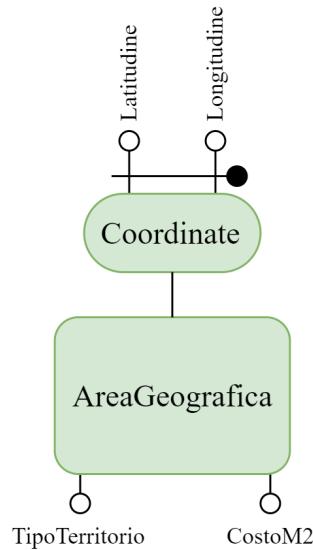
- “Latitudine” e “Longitudine” di “AreaGeografica” possono assumere valori con precisione fino al centesimo di grado
- “Latitudine” può assumere valori che variano da -90 a +90

- “Longitudine” può assumere valori che variano da -180 a +180
- “TipoTerritorio” di “AreaGeografica” può assumere valori predefiniti che sono: “costiero”, “montuoso”, “boschivo”, “desertico”, “glaciale”, “lacustre”, “fluviale”, “pianeggiante”, “collinare”, “paludososo”
- “CostoM2” di “AreaGeografica” può assumere valori strettamente positivi
- “MaxRaggioAzione” di “Calamita” può assumere valori strettamente positivi
- “CoefficienteRischio” di “Rischio” può assumere valori nell’intervallo [0;5[

### 3.1.11 Documentazione dello schema ER

#### Entità

##### AreaGeografica



È da considerarsi “AreaGeografica” una zona di estensione circa pari ad 1km<sup>2</sup> identificata univocamente attraverso le coordinate (latitudine e longitudine) del suo centro. Per fare in modo che ogni punto della superficie terrestre ricada all’interno di una ed una sola area geografica, è stato scelto di suddividere la superficie terrestre in zone con lati paralleli ai paralleli e ai meridiani terrestri.

Per ottenere aree geografiche dell’ordine di grandezza di un 1 km<sup>2</sup> (la superficie delle zone necessariamente varia al variare della latitudine) è stato scelto di limitare la precisione di latitudine e longitudine alla seconda cifra dopo la virgola: un grado di longitudine all’equatore equivale circa 111.3 km, un grado di latitudine all’equatore corrisponde a circa 110.5 km; quindi 0,01° (sia di latitudine che di longitudine) all’equatore corrispondono a circa 1.11 km, generando una superficie di circa 1.2 km<sup>2</sup>.

Sono previsti meccanismi di arrotondamento automatico nel caso di inserimento di latitudini e longitudini con un numero di cifre decimali superiore a due: la scelta adottata in questo caso è stata di effettuare un arrotondamento piuttosto che un troncamento.

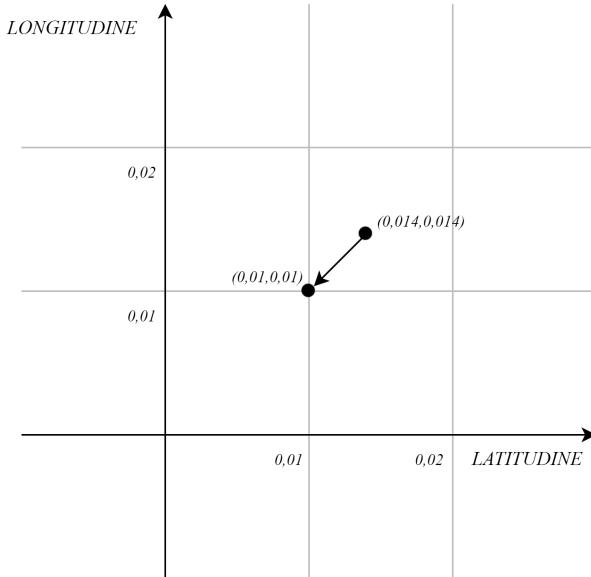


Figura 5: Esempio di approssimazione di Latitudine e Longitudine

Ciascuna area geografica è identificata dalle coordinate del suo centro (“Coordinate”), ed è caratterizzata da un tipo di territorio (“TipoTerritorio”) e dal costo medio al m<sup>2</sup> degli edifici situati al suo interno (“CostoM2”).

“Coordinate” è un attributo composto formato da “Latitudine” e “Longitudine”, questi hanno tipo float e non possono assumere valore NULL in quanto sono stati scelti come chiave primaria. I valori che l’attributo “Latitudine” può assumere variano tra -90° e +90°, come da convenzione i valori positivi rappresentano le Latitudini Nord, i negativi le Latitudini Sud; similmente per la “Longitudine” i valori ammissibili variano tra -180° e +180°, in questo caso valori positivi indicano longitudini Est e valori negativi Ovest. Il dominio è ristretto da un vincolo che permette di avere solamente due cifre significative dopo la virgola (valori con un numero maggiore di cifre significative dopo la virgola saranno automaticamente approssimati prima di essere memorizzati nel database).

“TipoTerritorio” è un attributo di tipo varchar(20), anche se non espressamente richiesto da specifiche, è stato introdotto per esprimere le caratteristiche morfologiche della regione, tali caratteristiche sono infatti d’interesse per l’analisi predittiva di eventuali rischi. Per permettere una migliore analisi, sono stati previsti dei valori predefiniti che l’attributo “TipoTerritorio” può assumere, questi sono: costiero, montuoso, boschivo, desertico, glaciale, lacustre, fluviale, pianeggiante, collinare, paludoso.

Dato che “TipoTerritorio” non era previsto da specifiche, è stato deciso di consentire l’utilizzo del valore NULL nel caso in cui l’informazione non dovesse essere reperibile, se ne sconsigliano fortemente altri usi in quanto ciò renderebbe meno accurate le funzionalità di analisi dei dati.

Il costo degli edifici, a parità di valore intrinseco dell’immobile (costo materiali, stato dell’edificio e complessità architettonica), può variare notevolmente in base all’area geografica in cui essi sono situati: l’attributo “CostoM2” è stato inserito per memorizzare questa informazione.

“CostoM2” è un attributo di tipo float sempre positivo che indica il costo medio al m<sup>2</sup> degli edifici situati in una determinata area geografica: questo valore rappresenta il costo base per un edificio in ottime condizioni (per condizioni ottime si intende che lo stato

generale dell'edificio deve essere compreso tra 81% e 90%). Per stimare il costo di un edificio non basta dunque moltiplicare il costo al metro quadro per la superficie dell'edificio: a questo valore devono essere aggiunti eventuali costi relativi a materiali di pregio utilizzati per la realizzazione e sottratte delle percentuali dovute possibili spese necessarie per il ripristino di uno stato ottimale dell'edificio.

# EventoCalamitoso

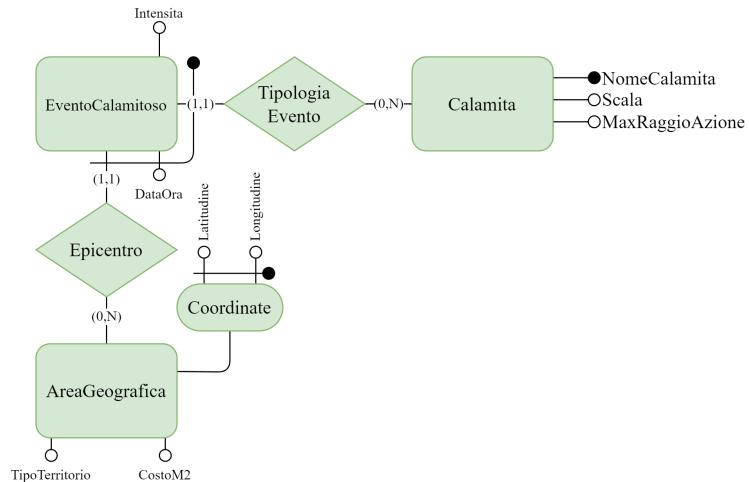


Figura 6: Esempio pratico di approssimazione di latitudine e longitudine

Smart Buildings tiene traccia degli eventi calamitosi (“EventoCalamitoso”) che si manifestano in aree geografiche d’interesse con lo scopo di trarne informazioni riguardanti la sicurezza delle sue strutture.

Un Evento Calamitoso ha un'intensità (“Intensità”) e viene identificato attraverso le coordinate del suo epicentro (“Latitudine” e “Longitudine” della relativa area geografica), il tipo di evento (“NomeCalamita”) ed il momento esatto in cui si è manifestato (“DataOra”). La chiave primaria è dunque una chiave esterna formata dall’attributo “DataOra”, dalla chiave di “AreaGeografica” (“Latitudine” e “Longitudine”) e dalla chiave di “Calamità” (“NomeCalamita”).

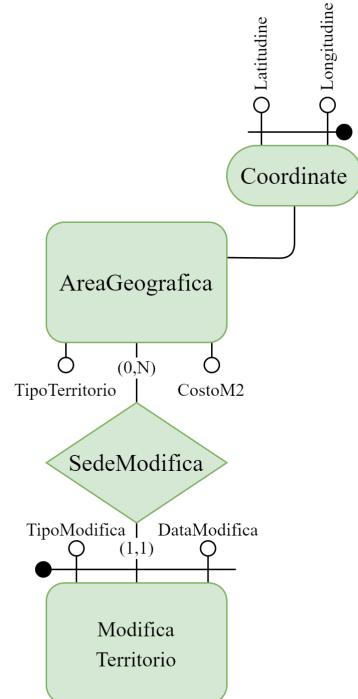
Smart Buildings opererà su un numero limitato di aree geografiche, per questo motivo un tentativo di stima degli attributi di “EventoCalamitoso”, attraverso i soli dati misurati dai sensori dell’azienda, risulterebbe poco accurato.

È stato dunque deciso di acquisire da fonti esterne i dati relativi a data, ora, tipo di evento, intensità, e coordinate dell'epicentro. Sarà necessario che, automaticamente o manualmente, queste informazioni vengano prelevate dalle banche dati delle autorità competenti e trasferite all'interno del Database aziendale.

Si consiglia di automatizzare questa procedura per evitare l'inserimento di dati inconsistenti. I dati misurati dai sensori saranno invece utilizzati per stimare il livello di gravità dell'evento calamitoso in ciascuna delle aree colpite, come richiesto da specifiche. "DataOra" è un attributo di tipo timestamp soggetto ad un vincolo che impedisce l'inserimento di eventi calamitosi non ancora avvenuti.

“Intensità” è un attributo di tipo float che rappresenta il livello di gravità intrinseco dell’evento calamitoso: si tratta di un valore numerico che non può essere NULL, da interpretarsi in modo diverso a seconda della tipologia di evento calamitoso registrato.

## ModificaTerritorio



Nel Database vengono memorizzate le modifiche del territorio (“ModificaTerritorio”) in quanto queste, nella maggior parte dei casi, causano una variazione dei coefficienti di rischio relativi all’area geografica nella quale vengono apportate.

Una modifica del territorio è caratterizzata da un tipo (“TipoModifica”), da una data (“DataModifica”) e dall’area geografica che ne è sede (chiave esterna composta da “Latitudine” e “Longitudine”).

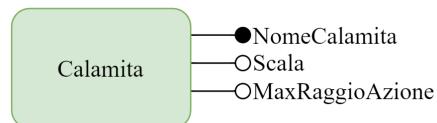
La chiave primaria deve necessariamente essere composta da tutti questi attributi (“TipoModifica”, “DataModifica”, “Latitudine”, “Longitudine”), è infatti possibile che lo stesso tipo di modifica avvenga all’interno della stessa area geografica in date differenti (ad esempio il rafforzamento degli argini di un fiume può verificarsi più volte in date differenti), che lo stesso tipo di modifica avvenga contemporaneamente in luoghi diversi oppure che nella stessa data vengano effettuate più modifiche di tipo diverso sullo stesso territorio.

“TipoModifica” è un attributo di tipo varchar(50) nel quale viene brevemente descritta la modifica apportata. Esempi di valori che questo attributo può assumere sono:

“Costruzione diga”, “Disbosramento area”, “Demolizione edificio”, ecc. Per flessibilità è stato scelto di non limitare il dominio ad un insieme di valori predefiniti, si invita dunque l’utente a prestare particolare attenzione al momento dell’inserimento di nuovi valori.

“DataModifica” è un attributo di tipo date che indica la data in cui la modifica è stata effettuata oppure per la quale è prevista. Questo attributo non è soggetto ad alcun vincolo che ne limiti il dominio, in modo da permettere la memorizzazione sia di modifiche già apportate al territorio che di modifiche previste per il futuro: modifiche con data antecedente alla current\_date sono da considerarsi già apportate, con data posteriore previste per il futuro.

## Calamita



L'entità “Calamita” contiene tutte le tipologie di evento calamitoso d'interesse per l'azienda. È importante distinguere una calamità (“Calamita”) da un evento calamitoso (“EventoCalamitoso”): all'interno del database si indica con “EventoCalamitoso” la manifestazione di una “Calamita” in una specifica area geografica ad uno specifico istante. La presenza di un record all'interno della tabella delle calamità non indica l'esistenza di un evento calamitoso relativo a quella calamità, ma solamente che tale calamità è rilevante per le indagini svolte da Smart Buildings.

Una calamità si identifica per mezzo del suo nome (“NomeCalamita”); per ogni calamità, dovranno essere inoltre memorizzati una scala di misura (“Scala”) ed un massimo raggio di azione (“MaxRaggioAzione”).

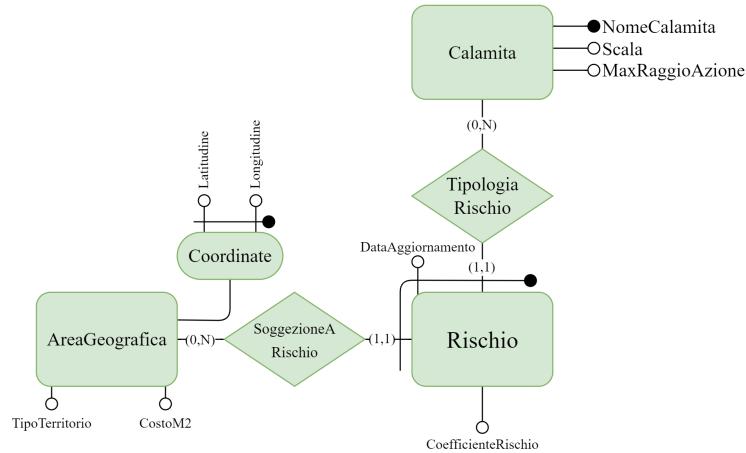
“NomeCalamita” è un attributo di tipo varchar(50) non soggetto a vincoli di dominio che è stato scelto come chiave primaria dell'entità.

Di seguito sono riportati esempi di valori che questo attributo può assumere, ritenuti di particolare interesse per l'analisi dei dati: “Terremoto”, “Esondazione fiume”, “Incendio”, “Tsunami”, “Ciclone”, “Valanga”, “Grandine”, “Inondazione”, “Tornado”, “Eruzione”.

“Scala” è un attributo di tipo varchar(50) che indica il nome della scala nella quale devono essere interpretati i valori di intensità (“Intensita”) degli eventi calamitosi

“MaxRaggioAzione” è un attributo di tipo float sempre positivo che indica il massimo raggio, espresso in km, entro il quale un evento calamitoso (relativo alla calamità specificata) può propagarsi a partire dalle coordinate del suo epicentro. Anche se non esplicitamente richiesto da specifiche, è stato deciso di memorizzare questa informazione in quanto necessaria per poter studiare la correlazione tra eventi calamitosi e danni osservati sugli edifici, pertanto questo attributo non può assumere valore NULL: in caso di informazione mancante sarà inserito il valore standard di 50 km.

## Rischio



Per ogni area geografica è necessario memorizzare tutti i rischi cui è soggetta o è stata soggetta nel passato.

Questa entità proviene dalla reificazione di un'associazione tra calamità (“Calamita”) ed area geografica (“AreaGeografica”). Un rischio è identificato dall’area geografica che interessa (“Latitudine”, “Longitudine”), dalla calamità cui fa riferimento (“NomeCalamita”) e dalla data di aggiornamento del coefficiente di rischio (“DataAggiornamento”), necessaria per tenere traccia di rischi variabili nel tempo: a seguito di modifiche del territorio, è infatti possibile che si osservino cambiamenti nei coefficienti di rischio relativi all’area geografica interessata.

L’identificatore scelto è dunque una chiave esterna formata dalla chiave di “AreaGeografica” (“Latitudine” e “Longitudine”), dalla chiave di “Calamità” (“NomeCalamita”) e dall’attributo “DataAggiornamento” che indica la data di aggiornamento del coefficiente di rischio.

“DataAggiornamento” è un attributo di tipo date soggetto ad un vincolo che impedisce l’inserimento di date successive alla current\_date.

“CoefficienteRischio” è un attributo di tipo float che può assumere valori nell’intervallo [0, 5[. Questa scelta permette di avere un numero elevatissimo di coefficienti diversi disponibili (limitato solo dalla precisione di macchina) e contemporaneamente di poter classificare i rischi in 5 classi sulla base della parte inferiore del valore dell’attributo:

- [0; 1[ → Classe 0: rischio molto lieve
- [1; 2[ → Classe 1: rischio lieve
- [2; 3[ → Classe 2: rischio intermedio
- [3; 4[ → Classe 3: rischio elevato
- [4; 5[ → Classe 4: rischio molto elevato

## Associazioni

### Epicentro



“Epicentro” associa un evento calamitoso (“EventoCalamitoso”) all’area geografica (“AreaGeografica”) che ne costituisce l’epicentro.

La cardinalità di “EventoCalamitoso” in “Epicentro” è (1, 1): la minima è 1 perché per ogni evento calamitoso esiste sicuramente un’area geografica che ne è epicentro; la massima è 1 perché ogni evento calamitoso ha epicentro in al più un’area geografica. La cardinalità di “AreaGeografica” in “Epicentro” è (0, N): la minima è 0 perché un’area geografica può non essere mai stata epicentro di un evento calamitoso; la massima è N perché è possibile che una stessa area geografica sia stata epicentro di più eventi calamitosi.

### SedeModifica



“SedeModifica” associa ogni modifica del territorio (“ModificaTerritorio”) all’area geografica (“AreaGeografica”) in cui questa è o sarà (nel caso di modifiche programmate) apportata.

La cardinalità di “ModificaTerritorio” in “SedeModifica” è (1, 1): la minima è 1 perché ciascuna modifica del territorio ha sicuramente sede in un’area geografica; la massima è 1 perché ciascuna modifica del territorio interessa al più un’area geografica. La cardinalità di “AreaGeografica” in “SedeModifica” è (0, N): la minima è 0 perché una zona può non essere mai stata sede di modifiche del territorio; la massima è N perché diverse modifiche del territorio possono aver interessato la stessa area geografica.

### TipologiaEvento



“TipologiaEvento” associa un evento calamitoso (“EventoCalamitoso”) che ha effettivamente avuto luogo con la calamità (“Calamita”) che ha caratterizzato l’evento.

La cardinalità di “EventoCalamitoso” in “TipologiaEvento” è (1, 1):  
ogni evento è una manifestazione fisica di uno ed un solo tipo di calamità.  
La cardinalità di “Calamita” in “TipologiaEvento” è (0, N):  
la minima è 0 perché una calamità può non essersi ancora manifestata (dando luogo ad un evento calamitoso) in nessuna delle aree di cui tiene traccia il database;  
la massima è N perché è possibile che si siano manifestati (in diverse aree o nella stessa) più eventi calamitosi dello stesso tipo, ovvero relativi alla stessa Calamità (“NomeCalamita”).

### SoggezioneARischio



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “Rischio”.  
Ogni area geografica può essere o meno soggetta al rischio che si verifichi una delle calamità prese in considerazione dalla base di dati aziendale.  
“SoggezioneARischio” serve per tenere traccia di tutti i rischi ai quali è o è stata soggetta una zona.  
La cardinalità di “Rischio” in “SoggezioneARischio” è (1, 1) perché per rischio si intende il rischio relativo ad una ed una sola area geografica.  
La cardinalità di “AreaGeografica” in “SoggezioneARischio” è (0, N):  
la minima è 0 perché un’area geografica può (teoricamente) non essere soggetta a nessun rischio (esempio: il caso in cui i coefficienti di rischio non siano ancora stati stimati da un esperto);  
la massima è N perché una zona può potenzialmente essere soggetta a più rischi.

### TipologiaRischio



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “Rischio”.  
“TipologiaRischio” associa una calamità (“Calamita”), con il rischio che questa si manifesti in un’area geografica (“Rischio”).  
La cardinalità di “Calamita” in “TipologiaDiRischio” è (0, N):  
la minima è 0 perché può accadere che nessuna delle aree geografiche sia sottoposta al rischio che si manifesti una particolare calamità;  
la massima è N perché è possibile che esistano più rischi (in aree diverse o anche nella stessa area ma con date di aggiornamento diverse) relativi alla stessa calamità.  
La cardinalità di “Rischio” in “TipologiaDiRischio” è (1, 1):  
ogni rischio fa riferimento ad una ed una sola calamità (proprio per come è stato definito “Rischio”).

## 3.2 Area Costruzione

### 3.2.1 Informazioni generali di progetto edilizio e area materiali

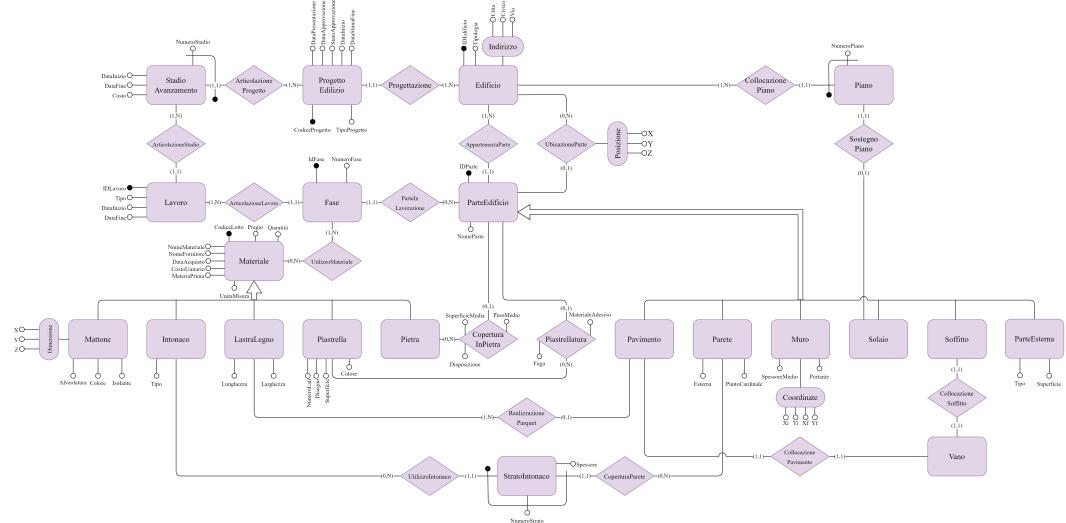


Figura 7: Schema non ristrutturato dell'area materiali e progetto edilizio

### 3.2.2 Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
ProgettoEdilizio	Insieme dei lavori da realizzare su di un edificio o una sua parte	CodiceProgetto (INT), TipoProgetto(CHAR(1)), StatoApprovazione (VARCHAR(12)), DataPresentazione(DATE), DataApprovazione (DATE), DataInizio (DATE), DataStimaFine (DATE)	CodiceProgetto
StadioDiAvanzamento	Fase di progresso di un progetto edilizio	NumeroStadio (INT), DataInizio (DATE), DataStimaFine (DATE), Costo (FLOAT)	NumeroStadio, CodiceProgetto (Esterno)

Lavoro	Qualunque opera edilizia che porti alla modifica di una parte di edificio esistente o alla costruzione di una nuova	IdLavoro (INT), Tipo (VARCHAR(50)), DataInizio (DATE), DataFine (DATE)	IdLavoro
Fase	Attività o gruppo di attività specifiche che si concentrano su una singola parte di edificio	NumeroFase (INT), IdFase (INT)	IdFase
Materiale	Lotto di materiale edile	CodiceLotto (INT), Quan-tita (FLOAT), NomeMateriale (VARCHAR(50)), Nomefornitore (VARCHAR(50)), UnitaMisura (VARCHAR(10)), MateriaPrimaPrin-cipale (VAR-CHAR(50)), CostoUnitario (FLOAT), Pre-gio (TINYINT), DataAqcuisto (DA-TE)	CodiceLotto
Piastrella	Lotto di piastrelle	NumeroLat (INT), Colore (CHAR(6)), Disegno (VAR-CHAR(8)), Super-ficie (FLOAT)	CodiceLotto (Ere-ditato)
LastraLegno	Lotto di lastre in le-gno	Lunghezza (FLOAT), Lar-ghezza (FLOAT)	CodiceLotto (Ere-ditato)
Pietra	Lotto di pietre		CodiceLotto (Ere-ditato)
Intonaco	Lotto di intonaco	Tipo (VAR-CHAR(50))	CodiceLotto (Ere-ditato)
StratoIntonaco	Strato di intonaco posato su di una parete	NumeroStrato (INT), Spessore (FLOAT)	CdiceLotto (Ester-no), IdParte (Ester-no)

Mattono	Lotto di mattoni	X (FLOAT), Y (FLOAT), Z (FLOAT), Alveolatura (VARCHAR(50)), Colore (CHAR(6)), Isolante (VARCHAR(50))	CodiceLotto (Ereditato)
ParteEdificio	Singola parte strutturale o funzionale di un edificio	IdParte (INT), NomeParte (VARCHAR(50))	IdParte
Pavimento	Pavimento di uno specifico vano		IdParte (INT) (Ereditato)
Soffitto	Soffitto di uno specifico vano		IdParte (INT) (Ereditato)
Parete	Superficie laterale di un muro	PuntoCardinale (VARCHAR(2)), Esterna (TINY-INT)	IdParte (INT) (Ereditato)
Muro	Elemento architettonico il cui compito principale è quello di separare i vani tra di loro e dall'esterno	Xi (FLOAT), Yi (FLOAT), Xf (FLOAT), Yf (FLOAT), SpessoreMedio (FLOAT), Portante (TINY-INT)	IdParte (INT) (Ereditato)
Solaio	Struttura orizzontale piana che costituisce la copertura e il sostegno dei piani intermedi di un edificio		IdParte (INT) (Ereditato)

### 3.2.3 Dizionario dei dati (Associazioni)

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
ArticolazioneProgetto	Associazione di uno stadio di avanzamento al rispettivo progetto edilizio	ProgettoEdilizio, StadioAvanzamento	
ArticolazioneStadio	Associazione di un lavoro al rispettivo stadio di avanzamento	StadioAvanzamento, Lavoro	
ArticolazioneLavoro	Associazione di una fase di lavoro al rispettivo lavoro	Lavoro, Fase	

ParteInLavorazione	Associazione di una fase di lavoro con la parte di edificio che questa coinvolge	Fase, ParteEdificio	
AppartenenzaParte	Associazione di una parte di edificio con l'edificio al quale appartiene	Edificio, ParteEdificio	
UbicazioneParte	Associazione di un edificio con tutte le parti di edificio ubicate su di esso	Edificio, ParteEdificio	X (FLOAT), Y (FLOAT), Z (FLOAT)
Progettazione	Associazione di un progetto edilizio con l'edificio che questo interessa	Edificio, ProgettoEdilizio	
UtilizzoMateriale	Associazione di una fase di lavoro con i lotti di materiale adoperati in tale fase	Materiale, Fase	
CoperturaInPietra	Associazione di un lotto di pietra con le parti di edificio che questo ricopre	Pietra, ParteEdificio	SuperficieMedia (FLOAT), PesoMedio (FLOAT), Disposizione (FLOAT)
Piastrellatura	Associazione di un lotto di piastrelle con le parti di edificio che questo ricopre	Piastrella, ParteEdificio	Fuga (FLOAT), MaterialeAdesivo (VARCHAR(50))
RealizzazioneParquet	Associazione di un pavimento con i lotti di lastre in legno adoperati per la realizzazione della pavimentazione in parquet	LastraLegno, Pavimento	
UtilizzoIntonaco	Associazione di uno strato di intonaco con il lotto di intonaco adoperato per la sua realizzazione	StratoIntonaco, Intonaco	
CoperturaParete	Associazione di una parete con i suoi strati di intonaco	StratoIntonaco, Parete	
SostegnoPiano	Associazione di un solaio con il piano a cui fa da sostegno	Solaio, Piano	

Collocazione-Soffitto	Associazione di un vano con il suo soffitto	Soffitto, Vano	
Collocazione-Pavimento	Associazione di un vano con il suo pavimento	Pavimento, Vano	

### 3.2.4 Regole di vincolo

#### Business Rules

- “NomeParte” di “ParteEdificio” nel caso in cui la parte di edificio appartenga ad una delle entità figlie predefinite deve assumere i seguenti valori:
  1. “parte esterna” per “ParteEsterna”
  2. “pavimento” per “Pavimento”
  3. “parete” per “Parete”
  4. “muro” per “Muro”
  5. “solaio” per “Solaio”
  6. “soffitto” per “Soffitto”
- “NomeMateriale” di “Materiale” nel caso in cui il materiale appartenga ad una delle entità figlie predefinite deve assumere i seguenti valori:
  1. “mattone” per ‘Mattone’
  2. “piastrella” per “Piastrella”
  3. “intonaco” per “Intonaco”
  4. “pietra” per “Pietra”
  5. “lastra legno” per “LastraLegno”
- Uno strato di intonaco può essere posato solo se è già presente sulla stessa parete lo strato di intonaco con “NumeroStrato” precedente
- “DataAcquisto” di “Materiale” non può assumere valori successivi a current\_date
- “TipoProgetto” di “ProgettoEdilizio” può assumere come valori solo “R” per ristrutturazione e “C” per costruzione
- “DataPresentazione” di “ProgettoEdilizio” non può assumere valori successivi a current\_date
- “DataApprovazione” di “ProgettoEdilizio” non può assumere valori successivi a current\_date
- Uno stadio di avanzamento può essere inserito all’interno di un progetto edilizio solo se è già presente uno stadio con “NumeroStadio” precedente
- Non possono essere inserite fasi di uno stesso lavoro con stesso “NumeroFase” inoltre una fase non può essere inserita finché non è presente una fase dello stesso lavoro con “NumeroFase” precedente

#### Vincoli intrarelazionali

- **Vincoli di tupla**

- Quando “Alveolatura” di “Mattone” è NULL anche “Isolante” deve essere NULL
- Quando “StatoApprovazione” di “ProgettoEdilizio” è “revisione” o “respinto” “DataApprovazione” deve essere NULL, quando “StatoApprovazione” è “approvato” “DataApprovazione” può assumere valori diversi da NULL
- “DataApprovazione” di “ProgettoEdilizio” deve essere successiva o uguale a “DataPresentazione”
- “DataInizio” di “ProgettoEdilizio” deve essere successiva a “DataApprovazione”
- “DataStimaFine” di “ProgettoEdilizio” deve essere successiva a “DataInizio”
- “DataStimaFine” di “StadioAvanzamento” deve essere successiva a “DataInizio”
- “DataFine” di “Lavoro” deve essere successiva a “DataInizio”

- **vincoli di dominio**

- “CostoUnitario” di “Materiale” può assumere solo valori strettamente positivi
- “Quantita” di “Materiale” può assumere solo valori strettamente positivi
- “X”, “Y”, “Z” di “Mattone” possono assumere solo valori strettamente positivi
- “Lunghezza” e “Larghezza” di “LastraLegno” possono assumere solo valori positivi
- “NumeroLati” di “Piastrella” è sempre un numero intero maggiore o uguale di 3
- “Colore” di “Piastrella” può essere formato solo da cifre esadecimali
- “Disegno” di “Piastrella” può assumere come unici valori “Naturale” o “Stampato”
- “NumeroStrato” di “StratoIntonaco” può assumere solo valori strettamente positivi
- “Spessore” di “StratoIntonaco” può assumere valori solo strettamente positivi
- “StatoApprovazione” di “ProgettoEdilizio” può assumere come valore solo: “Revisione”, “Respinto”, “Approvato”.
- “NumeroStadio” di “StadioAvanzamento” può assumere solo valori positivi
- “NumeroFase” può assumere solo valori strettamente positivi
- “Disposizione” di “CoperturaInPietra” può assumere solo 3 valori: “orizzontale”, “verticale”, “naturale”
- “PesoMedio” di “CoperturaInPietra” può assumere solo valori strettamente positivi
- “SuperficieMedia” di “CoperturaInPietra” può assumere solo valori strettamente positivi
- “Fuga” di “Piastrellatura” può assumere solo valori strettamente positivi

### Vincoli interrelazionali

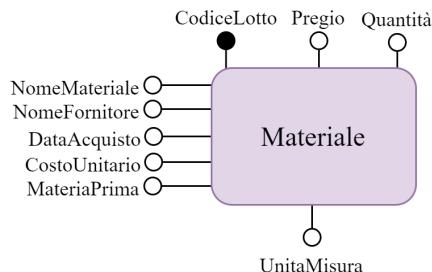
- Uno stesso materiale può essere utilizzato in più fasi purché queste appartengano allo stesso lavoro
- Ad un edificio può corrispondere un solo progetto di costruzione approvato
- Non possono fare parte di “UbicazioneParte” parti di edificio il cui “NomeParte” assume uno dei seguenti valori: “ParteEsterna”, “Pavimento”, “Parete”, “Muro”, “Soffitto”, “Solaio”

### 3.2.5 Regole di derivazione

- Costo di un lotto di materiale: corrisponde al prodotto tra il “CostoUnitario” e “Quantità” del lotto
- Misura del lato di una piastrella: corrisponde alla radice quadrata dell’area diviso un fattore che dipende dal numero di lati
- Data di fine di uno stadio di avanzamento: corrisponde alla massima “DataFine” dei lavori che compongono lo stadio di avanzamento quando tutti questi sono terminati, ovvero quando “DataFine” di tutti i lavori dello stadio sono diverse da NULL
- Costo dello stadio di avanzamento: corrisponde alla somma tra il costo di tutti i materiali impiegati in tutti i lavori che compongono lo stadio sommato al costo di tutti i dipendenti per tutti i lavori dello stadio
- Costo del lavoro: corrisponde alla somma tra il costo di tutti i materiali impiegati nel lavoro sommato al costo di tutti i dipendenti che hanno lavorato al lavoro

### 3.2.6 Documentazione dello schema ER

#### Materiale



Ogni occorrenza di questa entità rappresenta un lotto di materiale edile.  
Un lotto di materiale edile ha come chiave primaria un identificatore numerico progressivo di tipo int (“CodiceLotto”).

Ogni lotto di materiale edile è inoltre caratterizzato da un costo per unità (“CostoUnitario”), dal nome del materiale (“NomeMateriale”), da una data di acquisto (“DataAcquisto”), dal nome dell’impresa che lo fornisce (“NomeFornitore”), da una quantità (“Quantità”), da un’unità di misura (“UnitàMisura”), da una materia prima principale (“MateriaPrimaPrincipale”) e dal fatto di essere di prezzo o meno (“Precio”).  
“NomeMateriale” è un attributo di tipo varchar(50), esempi di valori che questo attributo può assumere sono: “Mattone”, “Intonaco” e “Piastrella”, per flessibilità non sono tuttavia previsti dei valori predefiniti.

“CostoUnitario” è un attributo di tipo float: si tratta di un valore numerico reale strettamente positivo da interpretarsi come il costo unitario del materiale espresso in euro e relativo all’unità di misura definita dall’attributo “UnitàMisura”.

“DataAcquisto” è un attributo di tipo date che rappresenta la data nella quale è stato acquistato il lotto.

Al fine di memorizzare solo materiali realmente acquistati dall’azienda è stato introdotto, per questo attributo, un vincolo che impedisce l’inserimento di valori NULL o posteriori rispetto alla current\_date (il database tiene infatti traccia di ordini già effettuati e non di

ordini programmati).

“NomeFornitore” è un attributo di tipo varchar(50) che indica il nome dell’impresa che fornisce il materiale.

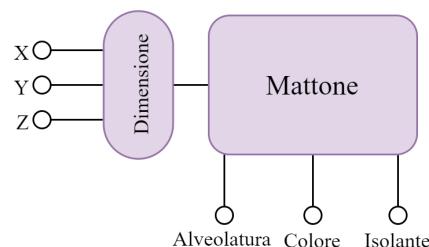
“MateriaPrimaPrincipale” è un attributo di tipo varchar(50) che rappresenta il nome della materia prima presente in percentuale maggiore nella composizione del materiale; alcuni esempi di valori che questo attributo può assumere sono: “Granito”, “Calce”, ”Ceramica”, “Betulla”.

“Pregio” è un attributo di tipo tinyint che indica se il materiale si tratta di un materiale di pregio (“Pregio” = TRUE) oppure no (“Pregio” = FALSE).

“Quantita” è un attributo di tipo float che può assumere solo valori strettamente positivi, esso rappresenta la quantità di materiale che compone il lotto misurata nell’unità di misura espressa dall’attributo “UnitàMisura”.

“UnitàMisura” è un attributo di tipo varchar(10) che esprime l’unità di misura nella quale è espressa la quantità di materiale presente nel lotto, questa può infatti variare da materiale a materiale ad esempio i materiali di copertura sono solitamente misurati in metri quadri, i materiali che non hanno una forma solida ben definita si misurano principalmente in kg oppure in lt.

## Mattone



Un mattone è una tipologia di materiale edile.

Un’occorrenza di mattone rappresenta uno specifico lotto di mattoni.

La chiave primaria di “Mattone” è “CodiceLotto”, ereditata dall’entità genitore “Materiale”.

I mattoni, come riportato da specifiche, hanno solitamente forma di parallelepipedo; deve tuttavia esistere un modo per memorizzare all’interno del database mattoni che non sono parallelepipedi in una opportuna forma di rappresentazione.

E’ importante che la forma di rappresentazione scelta non appesantisca l’inserimento di mattoni a parallelepipedo in quanto essi costituiscono una percentuale molto elevata dei mattoni inseriti.

E’ stato scelto in fase di progettazione di memorizzare tre dimensioni per ciascun tipo di mattone, queste coincideranno con le lunghezze massime lungo le tre dimensioni principali del mattone: nel caso di parallelepipedi sarà memorizzata la forma esatta del mattone, in qualunque altro caso sarà memorizzato il più piccolo parallelepipedo che contiene completamente il mattone.



Per memorizzare le tre dimensioni di un mattone sono usati gli attributi di tipo float “X”, “Y” e “Z”, sempre positivi, da interpretarsi come lunghezze misurate in cm.

Un mattone potrebbe inoltre non essere pieno ma avere una alveolatura (“Alveolatura”), ovvero una trama di fori interni.

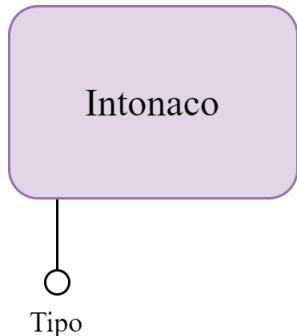
“Alveolatura” è un attributo di tipo varchar(50) che descrive brevemente il tipo di alveolatura, dato che solitamente un’alveolatura è caratterizzata da una forma geometrica che si ripete all’interno della trama, alcuni esempi di valori che può assumere questo attributo sono: “Esagono”, “Rettangolo”, “Quadrato”, “Rombo”. Questo attributo assume valore NULL nel caso in cui non sia presente un’alveolatura. L’alveolatura di un mattone, quando presente, può essere vuota oppure contenere un materiale isolante che aumenta l’isolamento termico e la resistenza del mattone.

Le informazioni riguardanti il tipo di isolante usato sono contenute nell’attributo “Isolante”.

“Isolante” è un attributo di tipo varchar(50) che rappresenta il nome del materiale isolante presente all’interno dell’alveolatura del mattone. Questo attributo può assumere valore NULL nel caso in cui non sia presente alcun tipo di isolante.

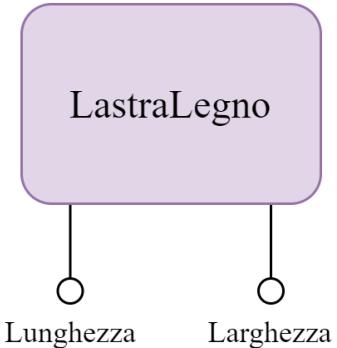
Esiste un vincolo che impone che nel caso in cui non sia presente un’alveolatura non può essere presente alcun tipo di isolante.

## Intonaco



Un'occorrenza di “Intonaco” rappresenta uno specifico lotto di intonaco. La chiave primaria di questa entità è l’identificatore numerico “CodiceLotto” ereditato dalla entità genitore “Materiale”. L’intonaco è una malta composta da un legante che ingloba sabbia. Questo può essere classificato in base al tipo di legante, è stato quindi aggiunto l’attributo “Tipo” di tipo varchar(50) per poter distinguere tra le varie categorie di intonaco, non sono presenti vincoli di dominio su questo attributo. Esempi di tipologie di intonaco sono: “intonaco a base di calce”, “intonaco a base di cemento”, “intonaco a base di gesso”, “intonaco a base di argilla”.

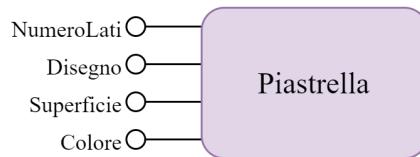
## LastraLegno



Un’occorrenza di “LastraLegno” rappresenta uno specifico lotto di lastre di legno che verranno usate per la realizzazione di una pavimentazione in parquet. La chiave primaria, ed unica chiave, di questa entità è l’identificatore numerico del lotto “CodiceLotto” ereditato dall’entità genitore “Materiale”. Una lastra in legno, oltre ad essere caratterizzata dalla tipologia di legno che la compone (che viene già memorizzata nell’attributo “MateriaPrimaPrincipale” ereditato dall’entità genitore) è solitamente caratterizzata da una lunghezza (“Lunghezza”) ed una larghezza (“Larghezza”). “Lunghezza” e “Larghezza” sono due attributi di tipo float, sempre positivi da

interpretarsi come misure in cm.

### Piastrella



Un'occorrenza di “Piastrella” rappresenta uno specifico lotto di piastrelle.

La chiave primaria di questa entità è l’identificatore numerico progressivo “CodiceLotto” ereditato da “Materiale”.

Da specifiche viene riportato che per semplicità si può assumere che una piastrella sia sempre un poligono regolare, di conseguenza, per conoscere tutti i dati relativi alla geometria di una piastrella è sufficiente memorizzare il numero di lati (“NumeroLati”), e a scelta la misura di un lato oppure della superficie della piastrella (“Superficie”).

In fase di progettazione è stata preferita questa seconda opzione in quanto è stato ritenuto che per un’azienda edile la dimensione della superficie di una piastrella potesse essere di maggiore interesse rispetto alla dimensione del suo lato.

Nel caso in cui dovesse servire, la dimensione del lato è comunque sempre ottenibile a partire dal numero di lati (“NumeroLati”) e dalla dimensione della superficie (“Superficie”)

*L’area di un poligono regolare si calcola moltiplicando il perimetro ( $2p$ ) per l’apotema( $a$ ) e dividendo per due  $A = 2p * a$ , oppure moltiplicando il quadrato del lato per un fattore che dipende dal numero di lati ( $f$ )  $A = l^2 * f$ . Il lato nei poligoni regolari, nota area e numero di lati, è ottenibile come  $\sqrt{a/f}$*

“NumeroLati” è un attributo di tipo int sempre positivo, maggiore o uguale di 3.

“Superficie” è un attributo di tipo float sempre positivo.

Le piastrelle sono inoltre caratterizzate da un colore (“Colore”) una tipologia di disegno(“Disegno”).

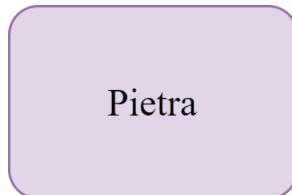
“Colore” è un attributo di tipo char(6) con un formato predefinito: per identificare in modo univoco i colori è stato deciso di usare la loro rappresentazione esadecimale pertanto la stringa che indica il colore sarà espressa nel seguente formato:

**RRGGBB**

dove R (rosso), G (verde) e B (blu) sono cifre esadecimali che specificano l’intensità di ciascuno dei tre colori.

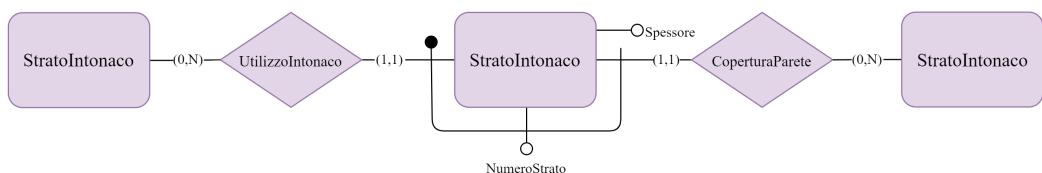
“Disegno” è un attributo di tipo varchar(8), che descrive la tipologia di disegno della mattonella. Gli unici valori ammissibili per questo attributo sono “Naturale” e “Stampato”.

## Pietra



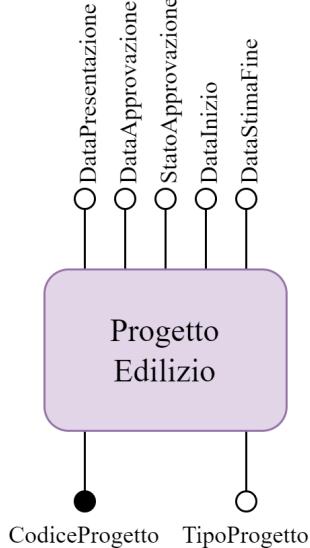
Una occorrenza dell'entità “Pietra” rappresenta uno specifico lotto di pietra. La chiave primaria “CodiceLotto”, unica chiave di questa entità, viene ereditata dall'entità genitore “Materiale”. Da specifiche un lotto di pietra è caratterizzato da una tipologia, tuttavia la tipologia della pietra è definita dal minerale presente in percentuale maggiore nella composizione della pietra. Dato che questa informazione è già memorizzata nell'attributo “MateriaPrimaPrincipale” ereditato dall'entità “Materiale”, un lotto di pietra non avrà degli attributi specifici, è comunque conveniente conservare questa entità (ovvero non accorparla nel genitore) in quanto coinvolta nell'associazione “CoperturaInPietra”.

## StratoIntonaco



Ogni occorrenza di “StratoIntonaco” corrisponde ad uno strato di intonaco applicato ad una parete. Questa associazione nasce dalla reificazione di un'associazione molti a molti tra “Intonaco” e “Parete”. Uno strato di intonaco (“StratoIntonaco”) è univocamente identificato dal codice del lotto di intonaco usato (“CodiceLotto”), dall'identificatore della parete (“IdParte”) su cui è applicato e dal numero di strato (“NumeroStrato”). La chiave primaria è quindi una chiave esterna composta dall'attributo “NumeroStrato” e dagli attributi “CodiceLotto” e “IdParte” rispettivamente di “Materiale” e “ParteEdificio”. Uno strato di intonaco è inoltre caratterizzato da uno spessore (“Spessore”). “NumeroStrato” è un attributo di tipo int strettamente positivo che permette individuare la collocazione esatta di uno strato rispetto agli altri. Gli strati sono numerati a partire da uno dove con 1 si intende lo strato più vicino alla parete. Analogamente a quanto accade per i piani di un edificio, per poter inserire nel database un nuovo strato di intonaco è necessario che siano definiti tutti gli strati dal primo fino al precedente. “Spessore” è un attributo di tipo float sempre positivo che rappresenta lo spessore dello strato misurato in mm.

## ProgettoEdilizio



Ogni progetto edilizio è identificato univocamente da un ID numerico progressivo (“CodiceProgetto”) ed è caratterizzato da un tipo (“TipoProgetto”), una data di presentazione (“DataPresentazione”), una data di approvazione (“DataApprovazione”) e da uno stato di approvazione (“StatoApprovazione”).

Ad un progetto sono inoltre associate una data prevista per l’inizio dei lavori (“DataInizio”) e una data di stima di fine dei lavori (“DataStimaFine”).

“TipoProgetto” è un attributo di tipo char(1) che permette di distinguere tra progetti di costruzione e di ristrutturazione, gli unici valori che questo attributo può assumere sono “C” per “Costruzione” e “R” per “Ristrutturazione”.

“DataPresentazione” è un attributo di tipo date che rappresenta la data di presentazione del progetto, è presente un vincolo che impedisce l’inserimento di progetti con data di presentazione posteriore rispetto alla current\_date: un progetto deve infatti essere stato presentato per poter essere memorizzato nel database aziendale.

“DataApprovazione” è un attributo di tipo date che rappresenta la data di approvazione di un progetto. Al fine di distinguere i progetti approvati da quelli non approvati è stato definito un vincolo che permette di inserire la data di approvazione solo per progetti che sono già stati approvati: non è consentito l’inserimento di date di approvazione posteriori rispetto alla current\_date; è invece consentito l’utilizzo del valore NULL per progetti che siano ancora in fase di revisione o che siano stati respinti.

“StatoApprovazione” è un attributo di tipo varchar(12) che permette di distinguere i progetti in fase di revisione dai progetti respinti (in entrambi i casi, infatti, l’attributo “DataApprovazione” assumerà valore NULL). Gli unici valori che questo attributo può assumere sono: “Revisione”, “Respinto”, “Approvato”.

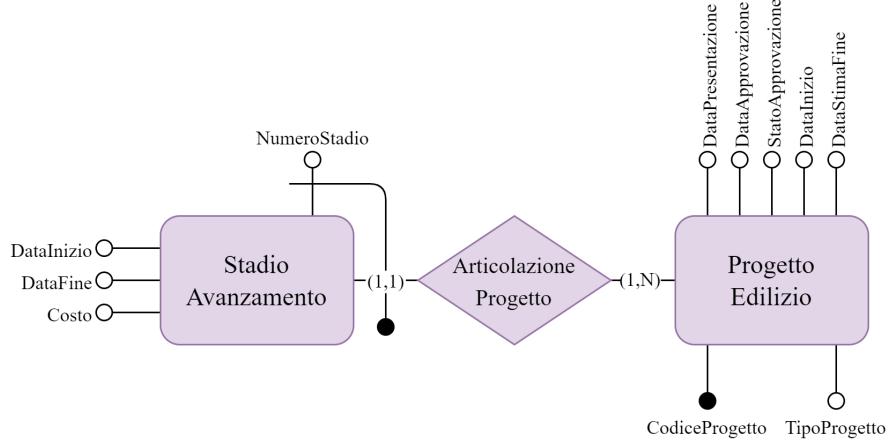
Esistono vincoli di tupla che assicurano la consistenza tra i valori di “StatoApprovazione” e di “DataApprovazione”.

“DataInizio” è un attributo di tipo date che rappresenta la data prevista per l’inizio dei lavori, questa data non può essere antecedente rispetto alla data di presentazione del progetto e, nel caso in cui sia presente, neanche rispetto a quella di approvazione.

“DataStimaFine” è un attributo di tipo date che rappresenta una stima della data di fine

dei lavori, questa data non può essere antecedente rispetto alla data prevista per l'inizio dei lavori (“DataInizio”).

### StadioAvanzamento



Come richiesto da specifiche, nel database è memorizzata la suddivisione di un progetto edilizio in singoli stadi di avanzamento. Uno stadio di avanzamento (“StadioAvanzamento”) è identificato univocamente dal numero dello stadio (“NumeroStadio”) e dal progetto cui fa riferimento (“CodiceProgetto”). Uno stadio di avanzamento ha inoltre una data di inizio (“DataInizio”) e una stima della data di fine (“DataStimaFine”).

“NumeroStadio” è un attributo di tipo int, strettamente positivo, che rappresenta il numero dello stadio all’interno della suddivisione di un progetto in stadi, solitamente assume valori compresi tra 1 e 5 ma non esistono vincoli che vietino l’inserimento di un numero maggiore di stadi. Non è possibile inserire un nuovo stadio di avanzamento di progetto edilizio senza che siano stati definiti tutti gli stadi precedenti.

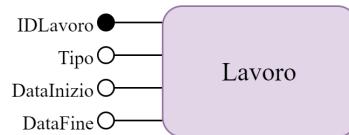
“DataInizio” è un attributo di tipo date che rappresenta la data di inizio dello stadio di avanzamento. Esiste un vincolo che impone che la data di inizio (“DataInizio”) di uno stadio di avanzamento di un progetto edilizio coincida o sia posteriore rispetto alla data di fine stimata per lo stadio precedente.

“DataStimaFine” è un attributo di tipo date che indica la stima della data di fine di uno stadio di avanzamento.

La reale data di fine di uno stadio di avanzamento coincide con la data in cui termina l’ultimo lavoro appartenente a tale stadio.

Uno stadio di avanzamento ha infine un costo, non è stato previsto un attributo per memorizzare questa informazione in quanto ricavabile a partire dai costi dei singoli lavori: nel caso in cui lo stadio sia terminato entro la data prevista il costo si ottiene come somma dei costi dei singoli lavori; nel caso in cui la data di fine sia posteriore rispetto a quella stimata è necessario aggiungere un 5 del costo iniziale in più per ciascuna settimana di ritardo.

## Lavoro



“Lavoro” indica uno specifico lavoro che viene svolto su un insieme di parti di un edificio.

Un lavoro (“Lavoro”) è identificato univocamente da un ID numerico progressivo (“IdLavoro”) ed è caratterizzato da una tipologia (“Tipo”), una data di inizio (“DataInizio”) ed una data di fine (“DataFine”).

“IdLavoro” è un attributo progressivo di tipo int automaticamente generato all’inserimento di un nuovo lavoro.

“Tipo” è un attributo di tipo varchar(50), questo corrisponde ad una breve descrizione del lavoro da svolgere, esempi di valori che questo attributo può assumere sono: “Posa delle fondazioni”, “Realizzazione delle pavimentazioni”, “Collocazione degli infissi”.

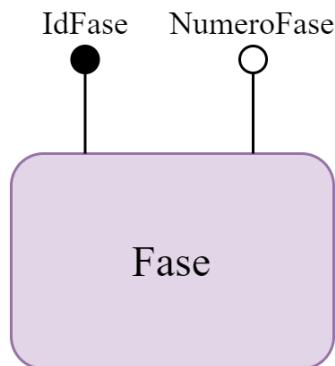
Non sono stati imposti vincoli di dominio per questo attributo.

“DataInizio” è un attributo di tipo date che esprime la data di inizio del lavoro.

“DataFine” è un attributo di tipo date che esprime la data di fine del lavoro, questa assume valore NULL finché il lavoro non è finito, pertanto non è possibile inserire date di fine posteriori rispetto alla current\_date.

E’ ammissibile che più lavori appartenenti allo stesso stadio di avanzamento si svolgano contemporaneamente

## Fase



Un lavoro è sempre suddiviso in una o più fasi di lavoro. Con “Fase” di un lavoro si intende un lavoro elementare che coinvolge una singola parte di edificio, esempi ne sono la realizzazione di un muro divisorio e la realizzazione della pavimentazione di un vano.

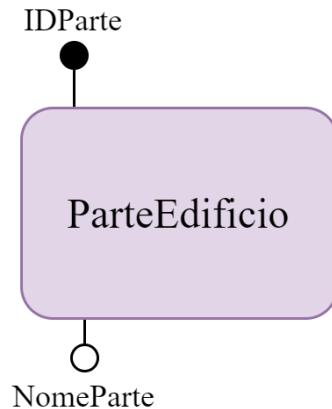
Una fase è identificata univocamente da un ID numerico progressivo (“IdFase”), ed è caratterizzata da un numero di fase “NumeroFase”.

“IdFase” è un attributo di tipo int auto incrementale.

“NumeroFase” è un attributo di tipo int che indica la collocazione temporale della fase nella suddivisione del lavoro cui fa riferimento.

Non possono esistere Fasi di uno stesso lavoro con stesso “NumeroFase” ed inoltre non può essere inserita una nuova fase di lavoro se non è stata definita una fase dello stesso lavoro con “NumeroFase” precedente.

### **ParteEdificio**

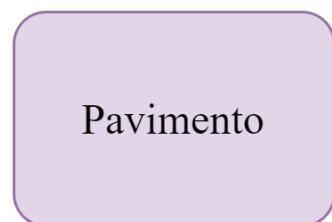


ParteEdificio è un concetto che racchiude al suo interno tutte le diverse parti di un edificio, per questo motivo è stato scelto di rendere “ParteEdificio” una generalizzazione parziale di alcune parti di edificio più specifiche con caratteristiche proprie (“ParteEsterna”, “Pavimento”, “Parete”, “Muro”, “Solaio”, “Soffitto”).

Tra le figlie di questa generalizzazione sono state elencate le sole parti di maggiore interesse per Smart Buildings, si permette tuttavia l'inserimento di parti non predefinite. Una parte di edificio è identificata univocamente da un ID numerico progressivo di tipo int (“IdParte”) ed è caratterizzata da un nome (“NomeParte”).

“NomeParte” è un attributo di tipo varchar(50) che esprime il nome della parte di edificio; esempi di valori che questo attributo può assumere sono: “Parete”, “Parte esterna”, “Impianto elettrico”, “Impianto idraulico”.

### **Pavimento**



“Pavimento” è un’entità figlia di “ParteEdificio”, dalla quale eredita la chiave “IdParte” e l’attributo “NomeParte” il cui valore, per una parte di edificio che sia anche un pavimento, deve coincidere con “Pavimento”.

## Solaio



“Solaio” è un’entità figlia della generalizzazione “ParteEdificio”, dalla quale eredita la chiave “IdParte” e l’attributo “NomeParte” il cui valore, per una parte di edificio che sia anche un solaio, deve coincidere con “Solaio”.

## Soffitto



“Soffitto” è un’entità figlia della generalizzazione “ParteEdificio”, dalla quale eredita la chiave “IdParte” e l’attributo “NomeParte” il cui valore, per una parte di edificio che sia anche un soffitto, deve coincidere con “Soffitto”

## Associazioni

### ArticolazioneProgetto



“ArticolazioneProgetto” associa un progetto edilizio (“ProgettoEdilizio”) agli stadi di avanzamento (“StadioAvanzamento”) nei quali esso si articola.

La cardinalità di “StadioAvanzamento” in “ArticolazioneProgetto” è (1,1):  
uno stadio di avanzamento appartiene sempre ad uno ed un solo progetto edilizio.  
La cardinalità di “ProgettoEdilizio” in “ArticolazioneProgetto” è (1,N):

la minima è 1 perché un progetto edilizio è sempre composto da almeno uno stadio di avanzamento;

la massima è N perché un progetto edilizio può potenzialmente essere articolato in numerosi stadi.

### **ArticolazioneStadio**



“ArticolazioneStadio” associa uno stadio di avanzamento (“StadioAvanzamento”) ai lavori (“Lavoro”) che esso comprende.

La cardinalità di “StadioAvanzamento” in “ArticolazioneStadio” è (1,N):

la minima è 1 perché uno stadio di avanzamento è sempre composto da almeno un lavoro;  
la massima è N perché uno stadio di avanzamento può essere potenzialmente composto da più lavori.

La cardinalità di “Lavoro” in “ArticolazioneStadio” è (1,1):

ciascun lavoro appartiene ad uno ed un solo stadio di avanzamento.

### **ArticolazioneLavoro**



“ArticolazioneLavoro” associa ciascun lavoro (“Lavoro”) alle fasi (“Fase”) che lo compongono

La cardinalità di “Lavoro” in “ArticolazioneLavoro” è (1,N):

la minima è 1 perché un lavoro è sempre composto da almeno una fase;  
la massima è N perché uno lavoro può essere potenzialmente composto da più fasi.

La cardinalità di “Fase” in “ArticolazioneLavoro” è (1,1):

ciascuna fase appartiene ad uno ed un solo lavoro.

### **ParteInLavorazione**



“ParteInLavorazione” associa una fase di lavoro (“Fase”) alla parte di edificio (“ParteEdificio”) che essa coinvolge.

La cardinalità di “Fase” in “ParteInLavorazione” è (1,1):

la minima è 1 perché una fase di lavoro interesserà almeno una parte di un edificio;

la massima è 1 perché una fase di lavoro interessa al massimo una parte di un edificio.  
 La cardinalità di “ParteEdificio” in “ParteInLavorazione” è (0,N):  
 la minima è 0 perché una parte di edificio potrebbe non essere mai stata interessata da una fase di lavoro (è il caso degli edifici già costruiti presi in carica da Smart Buildings solamente per il monitoraggio);  
 la massima è N perché una parte di edificio potrebbe essere stata interessata da più fasi di lavoro.

### UtilizzoMateriale

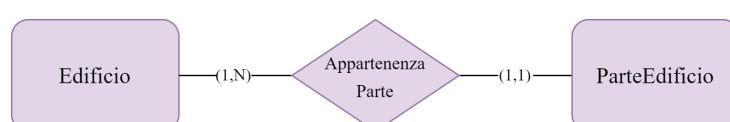


UtilizzoMateriale associa una fase di lavoro (“Fase”) a tutti i materiali (“Materiale”) utilizzati in tale fase.

La cardinalità di “Fase” in “UtilizzoMateriale” è (1,N):  
 la minima è 1 perché in una fase di lavoro deve necessariamente essere utilizzato almeno un materiale;  
 la massima è N perché una fase di lavoro può richiedere l’utilizzo di più materiali.  
 La cardinalità di “Materiale” in “UtilizzoMateriale” è (0,N):  
 la minima è 0 perché un materiale potrebbe essere stato acquistato ma non ancora impiegato in alcuna fase di lavoro;  
 la massima è N perché un uno stesso materiale potrebbe essere usato in più fasi dello stesso lavoro.

In fase di progettazione è stato imposto il vincolo che uno stesso materiale possa essere usato in fasi di lavoro diverse purché tutte appartenenti allo stesso lavoro, in modo da poter calcolare con esattezza il costo del lavoro (ad esempio per evitare leggere differenze di colore è possibile pitturare tutte le pareti di uno stesso vano utilizzando lo stesso lotto di vernice).

### AppartenenzaParte



“AppartenenzaParte” associa una parte di edificio (“ParteEdificio”) all’edificio (“Edificio”) al quale essa appartiene.

La cardinalità di “ParteEdificio” in “AppartenenzaParte” è (1,1):  
 ciascuna parte di edificio appartiene ad uno ed un solo edificio.  
 La cardinalità di “Edificio” in “AppartenenzaParte” è (1,N):  
 la minima è 1 perché un edificio è sempre composto da almeno una parte;  
 la massima è N perché un edificio può potenzialmente essere composto da più parti.

### UbicazioneParte



“UbicazioneParte” associa una parte di edificio (“ParteEdificio”) all’edificio (“Edificio”) all’interno del quale essa è ubicata.

“UbicazioneParte” riguarda solamente le parti di edificio che non ricadono in una delle entità figlie della generalizzazione “ParteEdificio”: questa associazione è infatti stata inserita per ubicare le parti edificio non predefinite all’interno di un edificio.

Per quanto riguarda le parti di edificio che appartengono ad una delle entità figlie, è già previsto un formato di memorizzazione delle informazioni relative all’ubicazione differente e specifico per ciascuna entità figlia; per questo motivo ripeterne l’ubicazione all’interno di “UbicazioneParte” darebbe luogo ad una ridondanza e renderebbe necessari controlli di consistenza.

Per evitare ridondanze e pesanti controlli di consistenza è stato scelto di imporre un vincolo che impedisce di inserire in “UbicazioneParte” parti di edificio il cui “NomeParte” assuma uno dei seguenti valori: “Parte esterna”, “Pavimento”, “Parete”, “Muro”, “Soffitto”, “Solaio”.

La cardinalità di “ParteEdificio” in “UbicazioneParte” è (0,1):

la minima è 0 perché non tutte le parti di edificio sono ubicate usando questa associazione (ad esempio le mura o i solai).

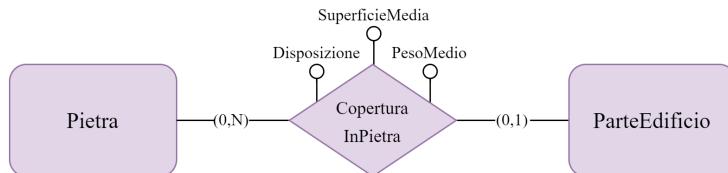
la massima è 1 perché una parte di edificio può avere al massimo un’ubicazione.

La cardinalità di Edificio in UbicazioneParte è (1,N):

la minima è 1 perché un edificio deve necessariamente avere almeno una parte ubicata per mezzo di questa associazione (ogni edificio deve infatti necessariamente avere delle fondazioni e le fondazioni possono essere ubicate solo per mezzo di questa associazione); la massima è N perché un edificio potrebbe avere potenzialmente molte parti ubicate per mezzo di questa associazione.

L’ubicazione di una parte è espressa attraverso 3 coordinate reali: “X”, “Y” e “Z” di tipo float (il valore di queste tre coordinate è da interpretarsi come espresso in metri nello stesso sistema di riferimento usato per le mura).

### CoperturaInPietra



“CoperturaInPietra” associa un lotto di pietre (“Pietra”) alle parti di edificio (“ParteEdificio”) che sono state coperte utilizzando quel lotto.

Questa associazione ha come attributi: “SuperficieMedia” “PesoMedio” e “Disposizione”. “SuperficieMedia” è un attributo di tipo float che indica l’area della parte in pietra che risulta visibile dopo il fissaggio sulla parete.

“Disposizione” è un attributo di tipo varchar(11) che può assumere (come richiesto da specifiche) solamente tre valori: “Orizzontale”, “Verticale”, “Naturale”.

“PesoMedio” è un attributo di tipo float, da interpretarsi in kg, che indica il peso medio delle pietre utilizzate per coprire quella parte di edificio.

La cardinalità di “Pietra” in “CoperturaInPietra” è (0,N):

la minima è 0 perché un lotto di pietra potrebbe essere stato acquistato per la realizzazione di una parte di edificio e non per la sua copertura;

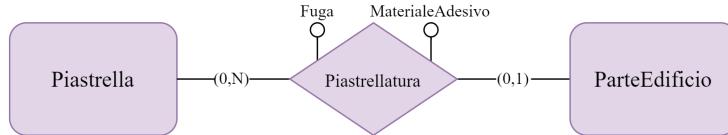
la massima è N perché un lotto di pietra può essere acquistato per ricoprire più parti di un edificio (ad esempio pareti appartenenti allo stesso vano).

La cardinalità di “ParteEdificio” in “CoperturaInPietra” è (0,1):

la minima è 0 perché una parte di edificio potrebbe non essere ricoperta in pietra;

la massima è 1 perché una parte di edificio può avere al massimo una copertura in pietra.

## Piastrellatura



Piastrellatura associa un lotto di piastrelle (“Piastrella”) alle parti di edificio (“ParteEdificio”) coperta usando quel lotto di piastrelle.

Gli attributi di questa associazione sono “Fuga” e “MaterialeAdesivo”.

“Fuga” è un attributo di tipo float il cui valore, da interpretarsi in mm, rappresenta la dimensione media della fuga (come espresso da specifiche si suppone che questa dimensione sia circa costante per l’intera piastrellatura).

“MaterialeAdesivo” è un attributo di tipo varchar(50) che rappresenta il materiale adesivo usato per incollare le piastrelle alla parte di edificio.

La cardinalità di Piastrella in Piastrellatura è (0,N):

la minima è 0 perché un lotto di piastrelle potrebbe essere stato acquistato ma non ancora utilizzato;

la massima è N perché un lotto di piastrelle potrebbe essere usato per ricoprire più parti di uno stesso edificio (si prenda come esempio la copertura del pavimento e delle pareti di un bagno con lo stesso lotto di piastrelle).

La cardinalità di ParteEdificio in Piastrellatura è (0,1):

la minima è 0 perché un pavimento potrebbe non essere ricoperto in piastrelle ma in parquet;

la massima è 1 perché un pavimento può avere al massimo una copertura in piastrelle.

La possibilità di ricoprire diverse parti di edificio, oltre al pavimento, in piastrelle è stato il motivo per cui “Piastrella” è stata associata a “ParteEdificio” e non a “Pavimento”.

## RealizzazioneParquet



“RealizzazioneParquet” associa un lotto di lastre di legno (“LastraLegno”) al pavimento (“Pavimento”) che è stato ricoperto utilizzando tale lotto.

La cardinalità di “LastraLegno” in “RealizzazioneParquet” è (0,N):

la minima è 0 perché un lotto di lastre in legno potrebbe essere stato acquistato ma non essere ancora stato usato;

la massima è N perché uno stesso lotto di lastre in legno può essere usato per la pavimentazione in parquet di pavimenti di più vani (che costituiscono parti di edificio differenti).

La cardinalità di “Pavimento” in “RealizzazioneParquet” è (0,1):

la minima è 0 perché un pavimento potrebbe non avere una pavimentazione in parquet ma di piastrelle;

la massima è 1 perché un pavimento può avere al massimo una pavimentazione.

## UtilizzoIntonaco



“UtilizzoIntonaco” associa uno strato di intonaco (“StratoIntonaco”) al lotto di intonaco (“Intonaco”) utilizzato per realizzare tale strato.

La cardinalità di “Intonaco” in UtilizzoIntonaco è (0,N):

la minima è 0 perché un lotto di intonaco intonaco potrebbe essere stato acquistato ma non essere ancora stato utilizzato;

la massima è N perché uno stesso lotto di intonaco potrebbe essere stato usato per realizzare più strati di intonaco.

La cardinalità di “StratoIntonaco” in “UtilizzoIntonaco” è (1,1):

uno strato intonaco è sempre realizzato utilizzando uno ed un solo lotto di un intonaco.

## CoperturaParete



“CoperturaParete” associa uno strato di intonaco (“StratoIntonaco”) alla parete (“Parete”) che esso ricopre.

La cardinalità di “StratoIntonaco” in “CoperturaParete” è (1,1):

la minima è 1 perché uno strato di intonaco è sempre posizionato su una parete;

la massima è 1 perché uno strato di intonaco può essere collocato al più su una parete.

La cardinalità di “Parete” in “CoperturaParete” è (0,N):

la minima è 0 perché una parete potrebbe non avere strati di intonaco a coprirla;

la massima è N perché una parete potrebbe potenzialmente essere coperta da più strati di intonaco, solitamente per una parete si hanno 3 strati di intonaco.

## CollocazioneSoffitto



“CollocazioneSoffitto” associa ciascun soffitto (“Soffitto”) al vano (“Vano”) al quale appartiene.

La cardinalità di “Soffitto” in “CollocazioneSoffitto” è (1,1):

la minima è 1 perché un soffitto apparterrà sicuramente ad un vano;

la massima è 1 perché un soffitto può appartenere al più ad un vano.

La cardinalità di “Vano” in “CollocazioneSoffitto” è (1,1):

la minima è 1 perché un vano avrà sicuramente un soffitto;  
 la massima è 1 perché un vano può avere al più un soffitto.

### SostegnoPiano



“SostegnoPiano” associa ciascun solaio (“Solaio”) al piano (“Piano”) al quale fa da sostegno.

La cardinalità di “Solaio” in “SostegnoPiano” è (0,1):

la minima è 0 perché un solaio potrebbe non essere di sostegno ad alcun piano (questo succede sempre e solo per i solai che coprono l’ultimo piano di un edificio);

la massima è 1 perché un solaio non può essere di sostegno a più di un piano.

La cardinalità di “Piano” in “SostegnoPiano” è (1,1):

ogni piano è sostenuto da uno ed un solo solaio.

### CollocazionePavimento



“CollocazionePavimento” associa un pavimento (“Pavimento”) al vano (“Vano”) a cui esso appartiene.

La cardinalità di “Pavimento” in “CollocazionePavimento” è (1,1):

la minima è 1 perché un pavimento apparterrà sicuramente ad un vano;

la massima è 1 perché un pavimento può appartenere al più ad un vano.

La cardinalità di “Vano” in “CollocazionePavimento” è (1,1):

la minima è 1 perché un vano avrà sicuramente un pavimento;

la massima è 1 perché un vano può avere al più un pavimento.

### Progettazione



“Progettazione” associa ciascun progetto edilizio (“Progetto Edilizio”) all’edificio (“Edificio”) che esso interessa.

La cardinalità di “Progetto Edilizio” in “Progettazione” è (1,1):

la minima è 1 perché un progetto edilizio interesserà sicuramente un edificio;

la massima è 1 perché un progetto edilizio interesserà al più un edificio.

La cardinalità di “Edificio” in “Progettazione” è (1,N):  
la minima è 1 perché ogni edificio deve avere almeno un progetto edilizio, infatti per essere memorizzato all’interno del database un edificio deve essere stato costruito da Smart Buildings oppure preso in carica per lavori di ristrutturazione;  
la massima è N perché possono esistere più progetti edilizi relativi allo stesso edificio (ad esempio nel caso di progetti di ristrutturazione).  
E’ presente un vincolo che impone che ad un edificio possa essere associato al massimo un progetto di costruzione approvato.

### 3.2.7 Stadio di avanzamento e gestione del personale

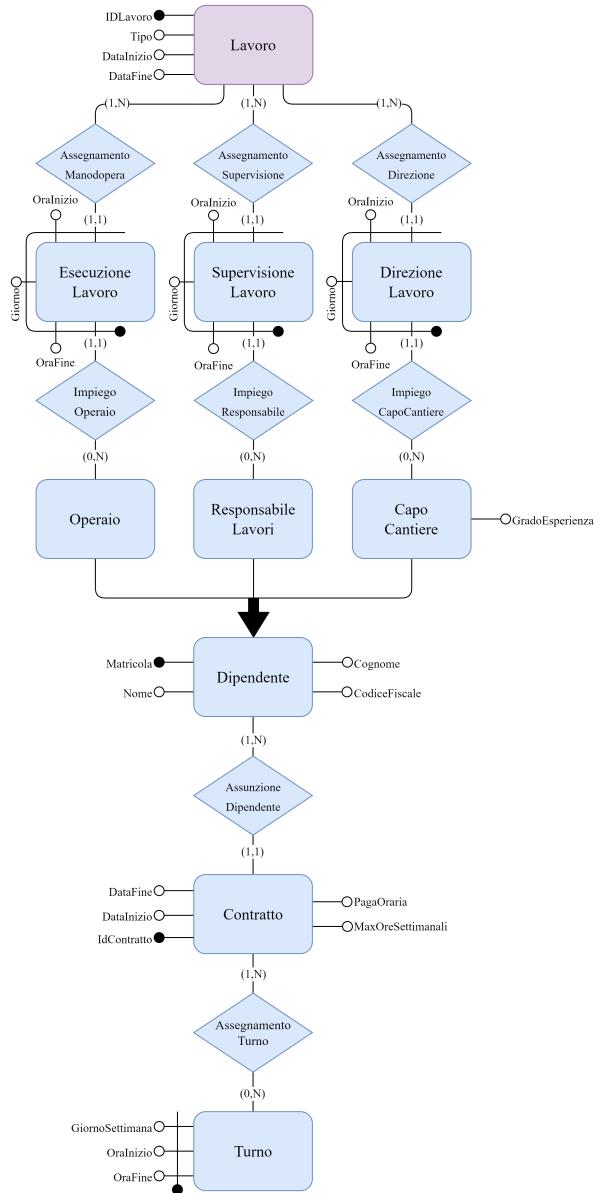


Figura 8: Schema non ristrutturato dell'area gestione del personale

### 3.2.8 Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Turno	Orario specifico di un determinato giorno della settimana durante il quale un dipendente sta lavorando per l'azienda	OraInizio (INT), OraFine (INT), Giorno (INT)	OraInizio, OraFine, Giorno
Contratto	Accordo tra Smart Buildings ed un suo dipendente che stabilisce i termini e le condizioni di occupazione del dipendente	DataFine (DATE), DataInizio (DATE), PagaOraria (FLOAT), MaxOreSettimanali (INT), IdContratto (INT)	IdContratto
Dipendente	Persona che lavora o ha lavorato per Smart Buildings ed ha ricevuto un compenso in cambio del proprio lavoro	Matricola (INT), Nome (VARCHAR(50)), Cognome (VARCHAR(50)), CodFiscale (CHAR(16))	Matricola
CapoCantiere	Soggetto che coordina i lavori all'interno di un cantiere edile	GradoEsperienza (INT)	Matricola (Ereditato)
Responsabile-DeiLavori	Figura che sovrintende alla realizzazione dei lavori		Matricola (Ereditato)
Operaio	Soggetto che esegue mansioni prevalentemente manuali atte alla realizzazione di un lavoro edilizio		Matricola (Ereditato)
DirezioneLavoro	Ore e rispettivi giorni della settimana in cui un capo cantiere ha diretto uno specifico lavoro	OraInizio (INT), OraFine (INT), Giorno (INT)	Matricola (Esterno), OraInizio, OraFine, Giorno, IdLavoro (Esterno)
SupervisioneLavoro	Ore e rispettivi giorni della settimana in cui un responsabile dei lavori ha supervisionato uno specifico lavoro	OraInizio (INT), OraFine (INT), Giorno (INT)	Matricola (Esterno), OraInizio, OraFine, Giorno, IdLavoro (Esterno)

EsecuzioneLavoro	Ore e rispettivi giorni della settimana in cui un lavoratore ha lavorato ad uno specifico lavoro	OraInizio (INT), OraFine (INT), Giorno (INT)	Matricola (Esterno), OraInizio, OraFine, Giorno, IdLavoro (Esterno)
------------------	--	--	---

### 3.2.9 Dizionario dei dati (Associazioni)

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
AssegnamentoTurno	Associazione di un contratto con tutti i turni che questo prevede	Turno, Contratto	
Assunzione-Dipendente	Associazione di un dipendente ai contratti da lui firmati con Smart Buildings	Contratto, Dipendente	
ImpiegoOperaio	Associazione di un operaio con tutte le ore ed i rispettivi giorni in cui ha lavorato ad uno specifico lavoro settimanalmente	Operaio, EsecuzioneLavoro	
Impiego-Responsabile	Associazione di un capo cantiere con tutte le ore ed i rispettivi giorni in cui ha diretto uno specifico lavoro settimanalmente	ResponsabileLavori, SupervisioneLavoro	
Impiego-CapoCantiere	Associazione di un responsabile dei lavori con tutte le ore ed i rispettivi giorni in cui ha supervisionato uno specifico lavoro settimanalmente	CapoCantiere, DirezioneLavoro	
Assegnamento-Manodopera	Associazione di un lavoro con gli operai che vi hanno lavorato in specifici orari e giorni della settimana	EsecuzioneLavoro, Lavoro	

Assegnamento-Supervisione	Associazione di un lavoro con i responsabili dei lavori che lo hanno supervisionato in specifici orari e giorni della settimana	SupervisioneLavoro, Lavoro	
Assegnamento-Direzione	Associazione di un lavoro con i capi cantiere che lo hanno diretto in specifici orari e giorni della settimana	DirezioneLavoro, Lavoro	

### 3.2.10 Regole di vincolo

#### Business Rules

- Tutti i dipendenti possono avere contemporaneamente solo un contratto in corso di validità
- Un operaio non può essere coinvolto in esecuzioni di lavori diversi con date sovrapposte negli stessi orari e giorni
- Un capo cantiere non può essere coinvolto in direzioni di lavori diversi con date sovrapposte negli stessi orari e giorni
- Un responsabile dei lavori non può essere coinvolto in supervisioni di lavori diversi con date sovrapposte negli stessi orari e giorni
- Un lavoratore può avere turni per un massimo di 8 ore lavorative al giorno
- La data di inizio di un contratto corrisponde sempre al primo giorno del mese
- La data di fine di un contratto corrisponde sempre all'ultimo giorno di un mese

#### Vincoli intrarelazionali

- **Vincoli di tupla**
  - “DataFine” di “Contratto” deve essere successiva a “DataInizio”
  - “OraFine” di “Turno” deve essere maggiore di “OraInizio” e la differenza tra “OraFine” e “OraInizio” non deve essere maggiore di 8
- **vincoli di dominio**
  - “PagaOraria” può assumere solo valori strettamente positivi
  - “MaxOreSettimanali” può assumere solo valori strettamente positivi e minori o uguali di 40
  - “Giorno” di “Turno”, “EsecuzioneLavoro”, “SupervisioneLavoro” e “DirezioneLavoro” può assumere come valore solo i numeri interi tra 1 e 7
  - “OraInizio” di “Turno”, “EsecuzioneLavoro”, “SupervisioneLavoro” e “DirezioneLavoro” possono assumere come valore solo i numeri interi tra 0 e 23

- “OraFine” di “Turno”, “EsecuzioneLavoro”, “SupervisioneLavoro” e “DirezioneLavoro” possono assumere come valore solo i numeri interi tra 1 e 24
- “GradoEsperienza” di “CapoCantiere” può assumere come valore solo i numeri interi tra 1 e 5

### Vincoli interrelazionali

- Le ore di “EsecuzioneLavoro” devono rientrare interamente nelle ore dei turni assegnati all’operaio
- Le ore di “DirezioneLavoro” devono rientrare interamente nelle ore dei turni assegnati al capo cantiere
- Le ore di “SupervisioneLavoro” devono rientrare interamente nelle ore dei turni assegnati al responsabile dei lavori

#### 3.2.11 Regole di derivazione

- Busta paga del dipendente: corrisponde alla somma di tutte le ore che appartengono al suo contratto moltiplicata per la paga oraria
- Il numero di lavoratori coordinabili da un capo cantiere è ottenibile in funzione del suo grado di esperienza

#### 3.2.12 Documentazione dello schema ER

##### Contratto



Ogni dipendente che lavora o ha lavorato per Smart Buildings deve possedere un contratto. Ciascun contratto è identificato per mezzo di un identificatore numerico progressivo (“IdContratto”).

Un contratto prevede una data di inizio di validità (“DataInizio”), una data di fine di validità (“DataFine”), una paga oraria (“PagaOraria”) ed un massimo numero di ore lavorative settimanali (“MaxOreSettimanali”).

Esiste un vincolo per cui ciascun dipendente può avere, in ogni istante, al più un contratto in corso di validità.

“IdContratto” è un attributo progressivo di tipo int automaticamente generato all’inserimento di un nuovo contratto.

“DataInizio” è un attributo di tipo date che corrisponde alla data di inizio di validità del contratto, non sono presenti vincoli sul dominio di questo attributo.

“DataFine” è un attributo di tipo date e corrisponde alla data di fine di validità del contratto.

Per questioni di ordine nella gestione del personale è stato imposto un vincolo che prevede che ogni contratto inizi il primo di un mese e termini l’ultimo giorno di un mese.

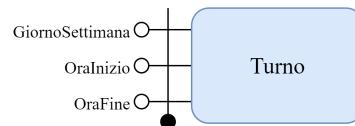
“DataFine” può anche assumere valore NULL nel caso in cui il contratto sia a tempo indeterminato.

“PagaOraria” è un attributo di tipo float, strettamente positivo, che corrisponde al

compenso orario del dipendente.

“MaxOreSettimanali” è un attributo di tipo int, strettamente positivo, che corrisponde al massimo numero di ore di lavoro che un dipendente può svolgere in una settimana. Per legge il numero di ore lavorative settimanali non può superare 40.

## Turno



Un Turno viene definito come uno specifico orario di un determinato giorno della settimana durante il quale un gruppo di dipendenti lavora per l'azienda.

Un turno è identificato univocamente da un giorno della settimana (“Giorno”), da un’ora di inizio (“OraInizio”) e un’ora di fine (“OraFine”).

“Giorno” è un attributo di tipo int con che può assumere valori da 1 a 7, questi corrispondono ai giorni della settimana secondo il seguente schema: 1 Domenica, 2 Lunedì, 3 Martedì, 4 Mercoledì, 5 Giovedì, 6 Venerdì, 7 Sabato.

Per questioni di ordine nella gestione del personale è stato scelto di far iniziare e terminare tutti i turni all’ora esatta.

“OraInizio” è un attributo di tipo int che può assumere valori da 0 a 23, questo rappresenta l’ora di inizio del turno.

“OraFine” è un attributo di tipo int che può assumere valori da 1 a 24, questo rappresenta l’ora di fine del turno.

Per come sono stati memorizzati, i turni devono iniziare e finire durante il medesimo giorno della settimana pertanto

“OraFine” deve essere strettamente maggiore di “OraInizio”.

Nel caso in cui si desiderasse assegnare ad un dipendente un orario lavorativo a cavallo della mezzanotte è sufficiente assegnergli due turni: uno relativo al giorno precedente ed uno relativo al giorno successivo.

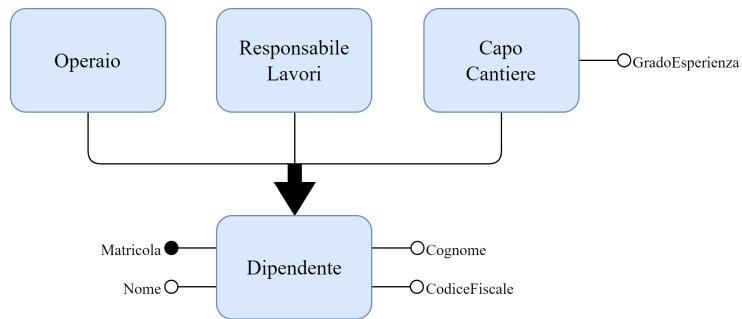
E’ stato scelto di fissare il massimo numero di ore lavorative giornaliere ad 8.

Dato che la durata di un turno non può superare il numero massimo di ore lavorative giornaliere, la differenza tra

“OraInizio” e “OraFine” non può essere maggiore di 8.

È inoltre definito un vincolo che impedisce di assegnare ad un dipendente turni sovrapposti oppure per un totale di ore giornaliere superiore ad 8.

## Dipendente



Un dipendente (“Dipendente”) è identificato univocamente, all’interno dell’azienda, per mezzo di una matricola (“Matricola”), per ogni dipendente sono inoltre memorizzate nel database le informazioni relative al nome (“Nome”), al cognome (“Cognome”) ed al codice fiscale (“CodFiscale”).

Ogni volta che viene assunto un nuovo dipendente gli è automaticamente assegnata una matricola che rimane per sempre associata alla stessa persona (anche nel caso in cui questa non lavorasse più per Smart Buildings).

“Matricola” è un progressivo di tipo int automaticamente generato all’inserimento di un nuovo dipendente.

“Nome” è un attributo di tipo varchar(50) che rappresenta il nome del dipendente.

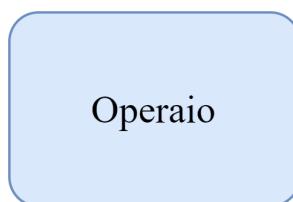
“Cognome” è un attributo di tipo varchar(50) che rappresenta il cognome del dipendente.

“CodFiscale” è un attributo di tipo varchar(20) utilizzato per memorizzare il codice fiscale del dipendente, è stato scelto di memorizzare “CodFiscale” in questa forma, senza imporre vincoli di dominio in modo da poter memorizzare anche altri tipi di identificativi personali con formato diverso da quello italiano.

“CodiceFiscale” è unico per ogni impiegato, pertanto, è una chiave di “Dipendente”, tuttavia è stato scelto di non usarlo come chiave primaria perché per l’azienda è più immediato identificare i suoi dipendenti per mezzo di una matricola.

E’ stato scelto di non omettere il codice fiscale perché necessario in tutti i documenti ufficiali che devono essere trasmessi all’esterno dell’azienda, come ad esempio le buste paga. Ogni dipendente ha un ruolo all’interno dell’azienda che può essere: operaio, capo cantiere o responsabile dei lavori; per questo motivo l’entità “Dipendente” sarà generalizzazione totale di “Operaio”, “CapoCantiere” e “ResponsabileDeiLavori”.

## Operaio



Con operaio (“Operaio”) si indica uno specifico tipo di dipendente (“Dipendente”) dell’azienda addetto all’esecuzione dei lavori.

“Operaio” sarà quindi un’entità figlia della generalizzazione “Dipendente”, dalla quale

eredita la chiave (“Matricola”) e gli attributi “Nome”, “Cognome”, “CodiceFiscale”

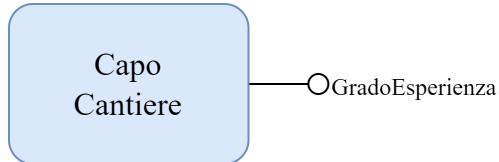
### **ResponsabileLavori**

```
graph TD; RL[Responsabile Lavori]
```

The diagram shows a rounded rectangular box with a light blue background and a thin black border. Inside the box, the text "Responsabile" is on the first line and "Lavori" is on the second line, both centered.

Un responsabile dei lavori (“ResponsabileLavori”) è una figura professionale indispensabile per l’azienda: è necessario che ogni lavoro sia supervisionato da almeno un responsabile in quanto la responsabilità giuridica del lavoro deve ricadere su una figura di questo tipo. Non è necessario che il responsabile di un lavoro sia presente al cantiere in tutte le ore durante le quali viene eseguito quel lavoro, è sufficiente che sia presente almeno una volta a settimana per controllare che i lavori si stiano svolgendo in modo regolare. “ResponsabileDeiLavori” è un’entità figlia di “Dipendente” da cui eredita la chiave “Matricola” e gli attributi “Nome”, “Cognome”, “CodiceFiscale”.

### **CapoCantiere**



Un capo cantiere è una figura professionale preposta alla direzione dei lavori edili. “Capocantire” è un’entità figlia di “Dipendente” da cui eredita la chiave “Matricola” e gli attributi “Nome”, “Cognome”, “CodiceFiscale”.

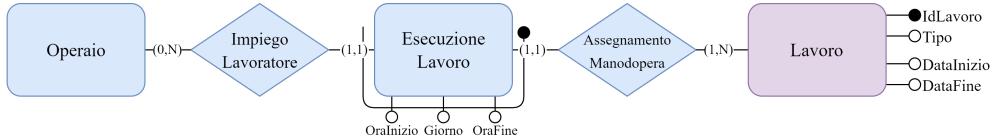
Ogni capo cantiere ha inoltre un grado di esperienza (“GradoEsperienza”).

“GradoEsperienza” è un attributo di tipo int che può assumere valori tra 1 e 5. In funzione di questo valore, è possibile risalire al numero massimo di lavoratori coordinabili contemporaneamente dal capo cantiere in questione.

In particolare, il numero massimo di dipendenti che possono lavorare sotto la supervisione dello stesso capo cantiere si ricava dal seguente schema:

- Grado 1 → 10
- Grado 2 → 15
- Grado 3 → 20
- Grado 4 → 25
- Grado 5 → 30

## EsecuzioneLavoro



“EsecuzioneLavoro” è un’entità che nasce dalla reificazione di un’associazione molti a molti tra “Operaio” e “Lavoro”. Un’esecuzione di un lavoro è identificata univocamente dall’operaio che vi lavora (“Matricola”), dal lavoro che esegue (“IdLavoro”), dall’ora di inizio del lavoro (“OraInizio”), dall’ora di fine del lavoro (“OraFine”) ed dal giorno della settimana (“Giorno”).

Si suppone infatti che quando si assegna un lavoro ad un dipendente egli lavorerà a tale lavoro negli stessi giorni della settimana e negli stessi orari dalla data di inizio del lavoro fino alla data di fine del lavoro.

Esiste un vincolo per cui le ore in cui un operaio esegue un lavoro devono rientrare interamente in un turno di lavoro assegnato da contratto all’operaio coinvolto, inoltre un operaio non può essere contemporaneamente coinvolto nell’esecuzione di lavori diversi.

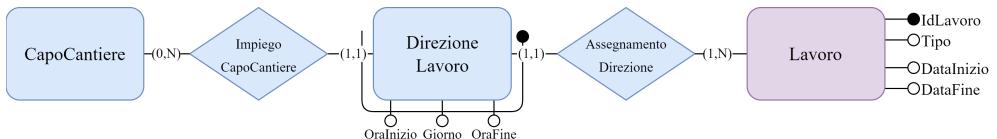
“Giorno” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 1 e 7 che rappresentano i giorni della settimana secondo il seguente schema: 1 Domenica, 2 Lunedì, 3 Martedì, 4 Mercoledì, 5 Giovedì, 6 Venerdì, 7 Sabato.

“OraInizio” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 0 e 23.

“OraFine” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 1 e 24.

Esiste un vincolo per cui “OraFine” deve essere maggiore di “OraInizio”.

## DirezioneLavoro



“DirezioneLavoro” è un’entità che nasce dalla reificazione di un’associazione molti a molti tra “CapoCantiere” e “Lavoro”.

Una direzione di un lavoro è identificata univocamente dal capo cantiere che vi lavora (“Matricola”), dal lavoro che egli dirige (“IdLavoro”), dall’ora di inizio del lavoro (“OraInizio”), dall’ora di fine del lavoro (“OraFine”) ed dal giorno della settimana (“Giorno”).

Si suppone infatti che quando si assegna un lavoro ad un dipendente egli lavorerà a tale lavoro negli stessi giorni della settimana e negli stessi orari dalla data di inizio del lavoro fino alla data di fine del lavoro.

Esiste un vincolo per cui le ore in cui un capo cantiere dirige un lavoro devono rientrare interamente in un turno di lavoro assegnato da contratto al capo cantiere coinvolto, inoltre un capo cantiere non può contemporaneamente dirigere lavori diversi.

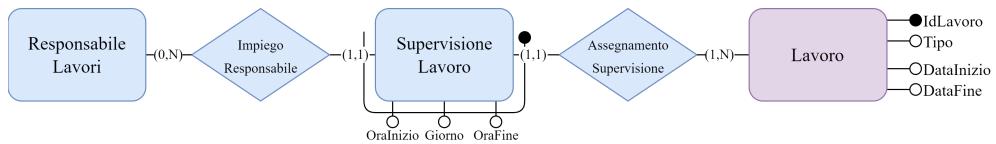
“Giorno” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 1 e 7 che rappresentano i giorni della settimana secondo il seguente schema: 1 Domenica, 2 Lunedì, 3 Martedì, 4 Mercoledì, 5 Giovedì, 6 Venerdì, 7 Sabato.

“OraInizio” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 0 e 23.

“OraFine” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 1 e 24. Esiste un

vincolo per cui “OraFine” deve essere maggiore di “OraInizio”.

### SupervisioneLavoro



“SupervisioneLavoro” è un’entità che nasce dalla reificazione di un’associazione molti a molti tra “SupervisoreLavori” e “Lavoro”.

Una supervisione di un lavoro è identificata univocamente dal responsabile dei lavori che vi lavora (“Matricola”), dal lavoro che egli supervisiona (“IdLavoro”), dall’ora di inizio del lavoro (“OraInizio”), dall’ora di fine del lavoro (“OraFine”) ed dal giorno della settimana (“Giorno”).

Si suppone infatti che quando si assegna un lavoro ad un dipendente egli lavorerà a tale lavoro negli stessi giorni della settimana e negli stessi orari dalla data di inizio del lavoro fino alla data di fine del lavoro.

Esiste il vincolo per cui le in cui un responsabile supervisiona un lavoro devono rientrare interamente in un turno di lavoro assegnato da contratto al responsabile coinvolto, inoltre un responsabile dei lavori non può contemporaneamente supervisionare lavori diversi.

“Giorno” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 1 e 7 che rappresentano i giorni della settimana secondo il seguente schema: 1 Domenica, 2 Lunedì, 3 Martedì, 4 Mercoledì, 5 Giovedì, 6 Venerdì, 7 Sabato.

“OraInizio” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 0 e 23.

“OraFine” è un attributo di tipo int che può assumere valori compresi tra 1 e 24.

Esiste un vincolo per cui “OraFine” deve essere maggiore di “OraInizio”.

## Associazioni

### AsunzioneDipendente



“AssunzioneDipendente” associa ciascun contratto (“Contratto”) al dipendente (“Dipendente”) che lo ha firmato.

La cardinalità di “Dipendente” in “AssunzioneDipendente” è (1, N):

la minima è 1 perché un dipendente per essere inserito nel database deve aver firmato almeno un contratto (altrimenti non si potrebbe considerare “dipendente” di Smart Buildings); la massima è N perché uno stesso dipendente può firmare più contratti.

La cardinalità di “Contratto” in “AssunzioneDipendente” è (1, 1):  
un contratto è firmato da uno e un solo dipendente.

### AssegnamentoTurno



“AssegnamentoTurno” associa a ciascun “Contratto” tutti i turni di lavoro che questo prevede.

Esiste un vincolo per cui non è possibile che un contratto preveda turni che superino un totale massimo di 40 ore settimanali.

La cardinalità di “Turno” in “AssegnamentoTurno” è (0, N):

la minima è 0 perché è possibile che un turno sia stato memorizzato nel database ma non ancora assegnato a nessun contratto (questo può succedere quando l’azienda decide di inserire un nuovo turno di lavoro e sta ancora cercando personale da assumere per lavorare in tali ore);

la massima è N perché è possibile che un turno sia previsto da più contratti.

La cardinalità di “Contratto” in “AssegnamentoTurno” è (1, N):

la minima è 1 perché ciascun contratto prevede almeno un turno di lavoro;

la massima è N perché un contratto può prevedere più turni di lavoro.

### AssegnamentoManodopera



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “EsecuzioneLavoro”.  
“AssegnamentoManodopera” associa “Lavoro” ed “EsecuzioneLavoro”.

La cardinalità di “Lavoro” in “AssegnamentoManodopera” è (1,N):  
la minima è 1 perché ad ogni lavoro lavora oppure ha lavorato almeno un operaio;  
la massima è N perché ad un lavoro possono lavorare oppure aver lavorato più operai (o anche lo stesso operaio in orari e giorni della settimana diversi).  
La cardinalità di “EsecuzioneLavoro” in “AssegnamentoManodopera” è (1,1):  
un’occorrenza di “EsecuzioneLavoro” corrisponde all’esecuzione di uno ed un solo lavoro

### **AssegnamentoSupervisione**



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “SupervisioneLavoro”.  
“AssegnamentoSupervisione” associa “Lavoro” e “SupervisioneLavoro”  
La cardinalità di “Lavoro” in “AssegnamentoSupervisione” è (1,N):  
la minima è 1 perché ogni lavoro è supervisionato oppure è stato supervisionato da almeno un responsabile dei lavori;  
la massima è N perché un lavoro può essere supervisionato oppure essere stato supervisionato da più responsabili dei lavori (o anche dallo stesso in orari e giorni della settimana diversi).  
La cardinalità di “SupervisioneLavoro” in “AssegnamentoSupervisione” è (1,1):  
un’occorrenza di “SupervisioneLavoro” corrisponde alla supervisione di uno ed un solo lavoro

### **AssegnamentoDirezione**



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “DirezioneLavoro”.  
“AssegnamentoDirezione” associa “Lavoro” e “DirezioneLavoro”.  
La cardinalità di “Lavoro” in “AssegnamentoDirezione” è (1,N):  
la minima è 1 perché ogni lavoro è diretto oppure è stato diretto da almeno un capo cantiere;  
la massima è N perché un lavoro può essere diretto oppure essere stato diretto da più capi cantiere (o anche dallo stesso in orari e giorni della settimana diversi).  
La cardinalità di “DirezioneLavoro” in “AssegnamentoDirezione” è (1,1):  
un’occorrenza di “DirezioneLavoro” corrisponde alla direzione di uno ed un solo lavoro.

### ImpiegoOperaio



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “EsecuzioneLavoro”.

“ImpiegoOperaio” associa “EsecuzioneLavoro” e “Operario”.

La cardinalità di “Operario” in “ImpiegoOperaio” è (0,N):

la minima è 0 perché ad un operaio assunto da poco potrebbe non essere stato ancora assegnato alcun lavoro (questo può succedere nel caso in cui un dipendente firmi un contratto che ha data di inizio posteriore di qualche mese rispetto al giorno in cui il contratto è stato firmato: il dipendente sarà memorizzato nel database il giorno stesso in cui il contratto è stato stipulato, tuttavia è possibile aspettare fino a qualche giorno prima dell'inizio di validità del contratto per assegnargli un lavoro);

la massima è N perché ad un operaio possono essere affidati più lavori (o anche più volte lo stesso lavoro in giorni della settimana e orari differenti).

La cardinalità di “EsecuzioneLavoro” in “ImpiegoOperaio” è (1,1):

un'occorrenza di “EsecuzioneLavoro” è sempre relativa ad uno ed un solo operaio.

### ImpiegoResponsabile



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “SupervisioneLavoro”.

“ImpiegoResponsabile” associa “SupervisioneLavoro” e “ResponsabileLavori”.

La cardinalità di “ResponsabileLavori” in “ImpiegoResponsabile” è (0,N):

la minima è 0 perché ad un responsabile dei lavori potrebbe non essere ancora stata affidata la supervisione di un lavoro;

la massima è N perché ad un responsabile dei lavori può essere affidata la supervisione di più lavori (o anche dello stesso in giorni ed orari diversi).

La cardinalità di “SupervisioneLavoro” in “ImpiegoResponsabile” è (1,1):

un'occorrenza di “SupervisioneLavoro” prevede uno ed un solo responsabile dei lavori.

### ImpiegoCapoCantiere



Questa associazione è nata a seguito della reificazione di “DirezioneLavoro”.

“ImpiegoCapoCantiere” associa “DirezioneLavoro” e “CapoCantiere”.

La cardinalità di “CapoCantiere” in “ImpiegoCapoCantiere” è (0,N):  
la minima è 0 perché ad un capo cantiere potrebbe non essere ancora stata affidata la direzione di un lavoro;  
la massima è N perché ad un capo cantiere può essere affidata la direzione di più lavori (o anche dello stesso in orari e giorni della settimana differenti).  
La cardinalità di “DirezioneLavoro” in “ImpiegoCapoCantiere” è (1,1):  
un’occorrenza di “DirezioneLavoro” prevede uno ed un solo capo cantiere.

### 3.2.13 Area monitoraggio

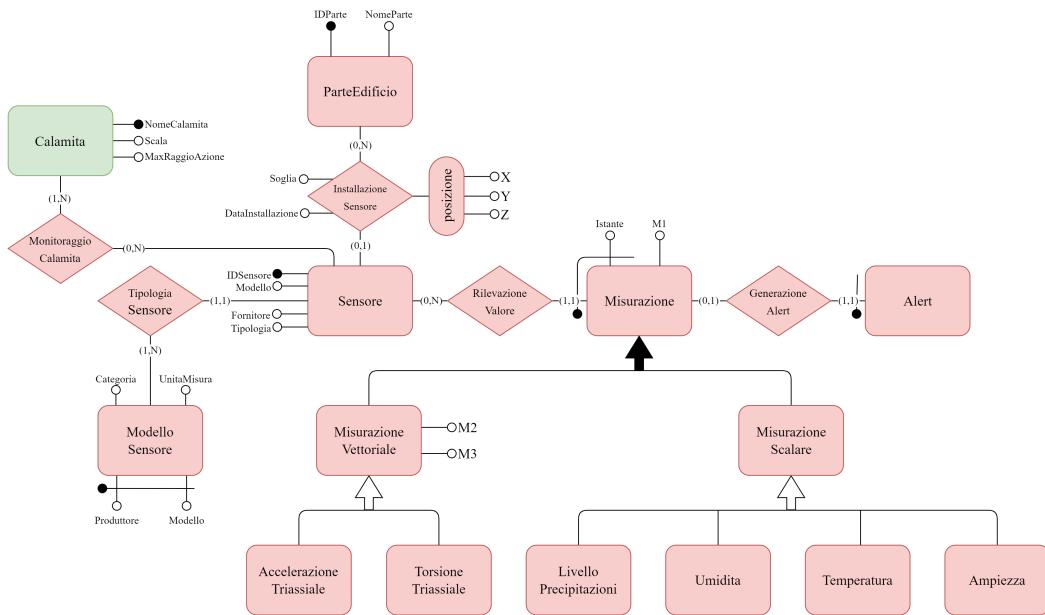


Figura 9: Schema non ristrutturato dell’area monitoraggio

### 3.2.14 Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Sensore	Dispositivo usato per la rilevazione di valori di grandezze fisiche	IdSensore (INT), DataAcquisto (DATE)	IdSensore
ModelloSensore	Specifiche relative ad un particolare modello di sensore	Produttore (VARCHAR(50)), Modello (VARCHAR(50)), Categoria (VARCHAR(50)), UnitàMisura (VARCHAR(10))	Produttore, Modello

Misurazione	Misurazione prodotta da un sensore in uno specifico istante	Istante (TIME-STAMP), M1 (INT)	Istante, IdSensore (Esterno)
Temperatura	Misurazione associata ad una temperatura		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
Umidità	Misurazione associata ad una percentuale di umidità dell'aria		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
LivelloPrecipitazioni	Misurazione associata alla quantità di acqua caduta in un mm <sup>2</sup>		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
AccelerazioneTriassiale	Misurazione associata ad una accelerazione		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
TorsioneTriassiale	Misurazione associata ad un'accelerazione angolare		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
Aampiezza	Misurazione associata alla distanza tra due punti		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
MisurazioneScalare	Misurazione associata ad una grandezza scalare		Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
MisurazioneVettoriale	Misurazione associata ad una grandezza vettoriale	M2 (INT), M3 (INT)	Istante (Ereditato), IdSensore (Ereditato)
Alert	Segnale di allarme generato da una procedura di backend a seguito del superamento della soglia di sicurezza da parte di una misurazione		Istante (Esterno), IdSensore (Esterno)

### 3.2.15 Dizionario dei dati (Associazioni)

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
InstallazioneSensore	Associazione di un sensore alla parte di edificio sulla quale è stato installato	ParteEdificio, Sensore	X (FLOAT), Y (FLOAT), Z (FLOAT), Soglia (FLOAT), DataInstallazione (DATE)

TipologiaSensore	Associazione di un sensore con le specifiche relative al suo modello	Sensore, Modello-Sensore	
RilevazioneValore	Associazione di una misurazione al sensore che l'ha rilevata	Misurazione, Sensore	
GenerazioneAlert	Associazione di un alert alla misurazione che lo ha generato	Alert, Misurazione	

### 3.2.16 Regole di vincolo

#### Business Rules

- “DataAcquisto” di “Sensore” non può essere successiva al valore di current\_date
- “Istante” di “Misurazione” non può essere successivo al valore di current\_timestamp

#### Vincoli intrarelazionali

- **Vincoli di tupla**

- “DataInstallazione” di “InstallazioneSensore” è NULL allora anche “X”, “Y”, “Z” (Posizione esatta dell’installazione) di “InstallazioneSensore” devono essere NULL

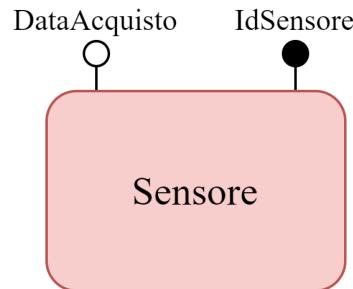
### 3.2.17 Regole di derivazione

- Tipologia di misurazione: corrisponde univocamente alla categoria del sensore che ha generato la misurazione
- Valore di alert: corrisponde al valore della misurazione che ha generato l>alert

### 3.2.18 Documentazione dello schema ER

#### Entità

## Sensore



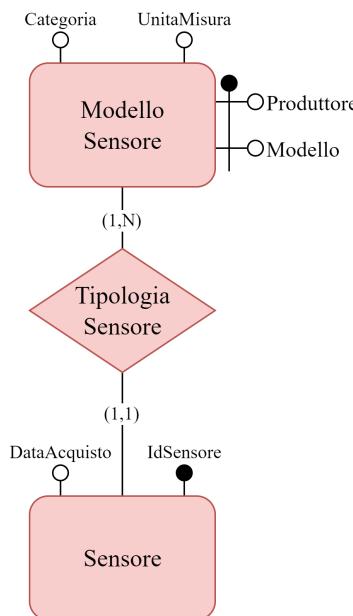
Un sensore (“Sensore”) è un dispositivo usato per la rilevazione del valore di una grandezza fisica.

Un sensore (“Sensore”) è identificato univocamente da un ID numerico progressivo (“IdSensore”) ed è caratterizzato da una data di acquisto (“DataAcquisto”).

“idSensore” è un progressivo di tipo int automaticamente generato all’inserimento di un nuovo sensore.

“DataAcquisto” è un attributo di tipo date che rappresenta la data di acquisto del sensore. Al fine di memorizzare nel database solamente sensori realmente acquistati dall’azienda è stato imposto un vincolo che non permette di inserire sensori la cui data di acquisto sia posteriore rispetto alla current\_date.

## ModelloSensore



“ModelloSensore” contiene le informazioni riguardanti i modelli di sensori acquistati dall’azienda.

Ogni modello di sensore è identificato univocamente per mezzo del nome dell’azienda

produttrice (“Produttore”) e del nome del modello (“Modello”).

Per quanto riguarda le specifiche del modello, risultano interessanti per l’azienda le informazioni relative a categoria (“Categoria”) e unità di misura (“UnitaMisura”) del sensore.

Ciascun modello di sensore appartiene ad una categoria (“Categoria”) che indica quale misura il sensore rileva; l’unità di misura (“UnitaMisura”) invece indica in che unità sono espresse le misurazioni effettuate dal sensore.

“Produttore” è un attributo di tipo varchar(50), senza vincoli di dominio, che indica il nome dell’azienda produttrice.

“Modello” è un attributo di tipo varchar(50), senza vincoli di dominio, che indica il modello del sensore. E’ stato scelto di non imporre un formato prefissato per questo attributo in quanto ciascuna azienda produttrice può decidere di identificare i propri modelli di sensore con criteri diversi.

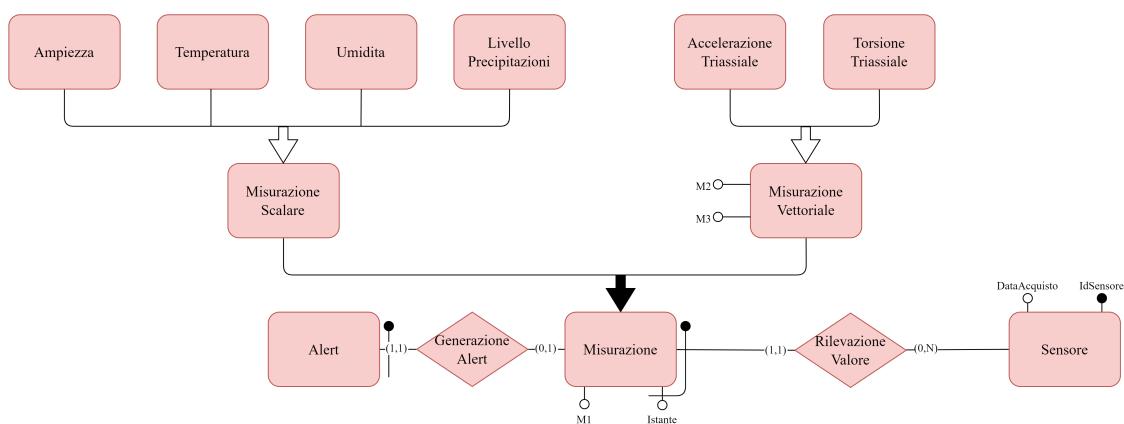
“Categoria” è un attributo di tipo varchar(25) che specifica il tipo di misurazione effettuata dal sensore, esempi di valori che questo attributo può assumere sono:

“Accelerometro triassiale”, “Giroscopio triassiale”, “Rilevatore di fumo”, “Termometro”, “Rilevatore di umidità”.

“UnitaMisura” è un attributo di tipo varchar(10), questo attributo esprime l’unità di misura nella quale il valore restituito dal sensore è da interpretarsi, esempi di valore di questo attributo sono “m / (s<sup>2</sup>)”, “rad / (s<sup>2</sup>)”, “m”, “C”.

“UnitaMisura” può anche assumere valore NULL nel caso in cui il valore misurato sia un numero adimensionale come ad esempio un valore percentuale.

## Misurazione



Una misurazione (“Misurazione”) corrisponde ad un valore (scalare o vettoriale) effettivamente rilevato da un sensore.

Una “Misurazione” è identificata univocamente dall’istante in cui è stata rilevata (“Istante”) e dal sensore che l’ha rilevata (“IdSensore” di Sensore).

Le misurazioni si suddividono in due grandi categorie: misurazioni scalari costituite da un unico valore e misurazioni vettoriali costituite da più componenti.

Dato che ogni misurazione ricade necessariamente in una di queste due categorie è stato scelto di rendere “Misurazione” generalizzazione totale di “MisurazioneScalare” e “MisurazioneVettoriale”

Ciascuna misurazione è caratterizzata da un valore (“M1”) che nel caso di misurazioni

scalari è il solo valore rilevato, mentre nel caso di misurazioni vettoriali corrisponde alla prima componente del vettore rilevato.

“Istante” è un attributo di tipo timestamp che rappresenta l’istante di rilevazione della misura.

Dato che una misurazione può essere inserita nel database solo dopo essere stata rilevata non è possibile che l’attributo “Istante” assuma valori posteriori rispetto all’istante di inserimento del dato, pertanto è stato imposto un vincolo che impedisce l’inserimento di misurazioni con valore di “Istante” posteriore al current\_timestamp.

“M1” è un attributo di tipo float senza vincoli di dominio.

### MisurazioneScalare

A rounded rectangular box with a light red background and a thin black border. Inside, the text "Misurazione Scalare" is centered in a black serif font.

Misurazione  
Scalare

Una misurazione scalare (“MisurazioneScalare”) è una particolare categoria di misurazione (“Misurazione”) caratterizzata da un solo valore.

“MisurazioneScalare” è un’entità figlia della generalizzazione “Misurazione” da cui eredita la chiave primaria, composta dall’istante di rilevamento della misura (“Istante”) e dal sensore che ha effettuato la misurazione (“IdSensore”), e l’attributo “M1” che corrisponde al valore misurato dal sensore.

Alcune delle misurazioni scalari di maggiore interesse per il monitoraggio di edifici sono: temperatura, umidità, livello di precipitazioni e distanza.

“MisurazioneScalare” sarà quindi generalizzazione di “Temperatura”, “Umidita”, “LivelloPrecipitazioni” e “Distanza”; questa generalizzazione sarà comunque parziale in quanto le misurazioni scalari di interesse per l’azienda potrebbero non limitarsi a queste.

### MisurazioneVettoriale

A rounded rectangular box with a light red background and a thin black border. Inside, the text "Misurazione Vettoriale" is centered in a black serif font. Two lines extend from the bottom right corner of the box to the right, each ending in a small open circle labeled "OM2" and "OM3".

Misurazione  
Vettoriale

OM2

OM3

Una misurazione vettoriale (“MisurazioneScalare”) è una particolare categoria di misurazione (“Misurazione”) caratterizzata da più componenti.

In generale il numero di componenti di una misurazione vettoriale può variare raggiungendo numeri anche molto elevati, tuttavia per quanto riguarda i sensori utilizzati per monitoraggio di un edificio solitamente il numero di componenti di una misurazione vettoriale è pari a 3 (in quanto per lo più si tratta di misurazioni che interessano le 3 dimensioni dello spazio indicate con x, y e z).

Per questo motivo è possibile supporre che tutte le misurazioni vettoriali da memorizzare nel database siano rappresentabili su un massimo di tre componenti.

“MisurazioneVettoriale” è un’entità figlia della generalizzazione “Misurazione” da cui eredita la chiave primaria, composta dall’istante di rilevamento della misura (“Istante”) e dal sensore che ha effettuato la misurazione (“IdSensore”), e l’attributo “M1” che corrisponde alla prima componente del vettore rilevato dal sensore.

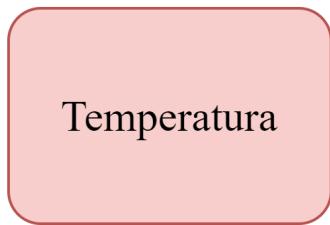
“MisurazioneVettoriale” ha inoltre due attributi “M2” ed “M3” utilizzati per memorizzare la seconda e la terza componente del vettore rilevato dal sensore.

“M2” ed “M3”, così come “M1”, sono attributi di tipo float senza vincoli di dominio.

Alcune delle misurazioni vettoriali di maggiore interesse per il monitoraggio di edifici sono: accelerazioni triassiali e torsioni triassiali.

“MisurazioneVettoriale” sarà quindi generalizzazione di “AccelerazioneTriassiale” e “TorsioneTriassiale”; questa generalizzazione sarà comunque parziale in quanto le misurazioni vettoriali di interesse per l’azienda potrebbero non limitarsi a queste.

### **Temperatura**



Temperatura

Una temperatura (“Temperatura”) è una misurazione restituita da un sensore di temperatura.

“Temperatura” è un’entità figlia di “MisurazioneScalare” dalla quale eredita la chiave primaria, composta dagli attributi “Istante” e “IdSensore”, e l’attributo “M1” che nel caso di “MisurazioniScalari” che siano anche temperature (“Temperatura”) corrisponde ad un valore di temperatura che può essere misurato su scale diverse (ad esempio °C, °F o K) a seconda delle specifiche del modello del sensore usato per rilevarla.

### **LivelloPrecipitazioni**



Livello  
Precipitazioni

Un livello di precipitazioni (“LivelloPrecipitazioni”) è una misurazione restituita da un pluviometro.

“LivelloPrecipitazioni” è un’entità figlia di “MisurazioneScalare” dalla quale eredita la

chiave primaria, composta dagli attributi “Istante” e “IdSensore”, e l’attributo “M1” che nel caso di misurazioni scalari che siano anche livelli di precipitazioni corrisponde ad un livello solitamente misurato in mm.

### **Umidità**



Umidità

Un’umidità (“Umidità”) è una misurazione restituita da un sensore di umidità. “Umidità” è un’entità figlia di “MisurazioneScalare” dalla quale eredita la chiave primaria, composta dagli attributi “Istante” e “IdSensore”, e l’attributo “M1” che nel caso di misurazioni scalari che siano anche umidità rappresenta una percentuale di umidità.

### **Aampiezza**



Aampiezza

Un’ampiezza (“Aampiezza”) è una misurazione restituita da un sensore di posizione. “Aampiezza” è un’entità figlia di “MisurazioneScalare”, dalla quale eredita la chiave primaria, composta dagli attributi “Istante” e “IdSensore”, e l’attributo “M1” che nel caso di misurazioni scalari che siano anche ampiezze rappresenta una distanza tra due punti che può essere misurata in unità di misura diverse a seconda delle specifiche del modello di sensore utilizzato per rilevarla.

## **AccelerazioneTriassiale**

Accelerazione  
Triassiale

Un'accelerazione triassiale (“AccelerazioneTriassiale”) è una misurazione restituita da un accelerometro.

“AccelerazioneTriassiale” è un’entità figlia di “MisurazioneVettoriale”, dalla quale eredita la chiave primaria, composta dagli attributi “Istante” e “IdSensore”, e gli attributi “M1”, “M2” ed “M3” che nel caso di misurazioni vettoriali che siano anche accelerazioni triassiali rappresentano rispettivamente le componenti dell’accelerazione misurate lungo gli assi x, y e z.

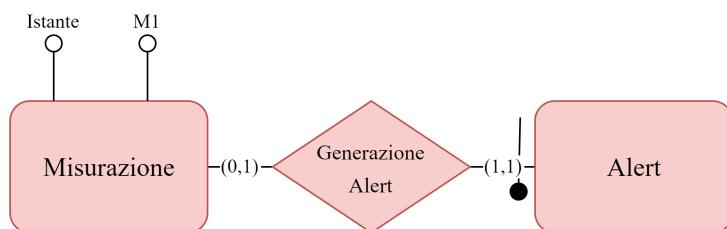
## **TorsioneTriassiale**

Torsione  
Triassiale

Una “TorsioneTriassiale” è una misurazione restituita da un giroscopio triassiale.

“TorsioneTriassiale” è un’entità figlia di “MisurazioneVettoriale”, dalla quale eredita la chiave primaria, composta dagli attributi “Istante” e “IdSensore”, e gli attributi “M1”, “M2” ed “M3” che nel caso di misurazioni vettoriali che siano anche torsioni triassiali rappresentano rispettivamente le accelerazioni angolari misurate lungo i tre assi x, y e z.

## **Alert**



Un alert (“Alert”) è un segnale di allarme generato da una procedura di back-end a seguito del superamento della soglia di sicurezza da parte di una misurazione.

Un “Alert” è identificato in univocamente dalla misurazione che lo ha generato, quindi dall’istante in cui è stata rilevata la misura (“Istante”) e dal sensore che ha rilevato la misura (“IdSensore”).

## Associazioni

### RilevazioneValore



“RilevazioneValore” associa ciascuna misurazione (“Misurazione”) al sensore che l’ha rilevata.

La cardinalità di “Sensore” in “RilevazioneValore” è (0,N):

la minima è 0 perché un sensore potrebbe essere stato acquistato ma non ancora installato e dunque non aver ancora rilevato alcuna misurazione.

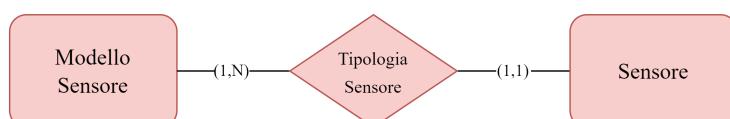
la massima è N perché un sensore può aver rilevato più misurazioni.

La cardinalità di “Misurazione” in “RivelazioneValore” è (1,1):

la minima è 1 ogni una misurazione memorizzata nel database è stata rilevata da un sensore;

la massima è 1 perché ogni misurazione può essere stata rilevata da un solo sensore.

### TipologiaSensore



“TipologiaSensore” associa ogni sensore (“Sensore”) al suo modello (“ModelloSensore”).

La cardinalità di “Sensore” in “TipologiaSensore” è (1,1):

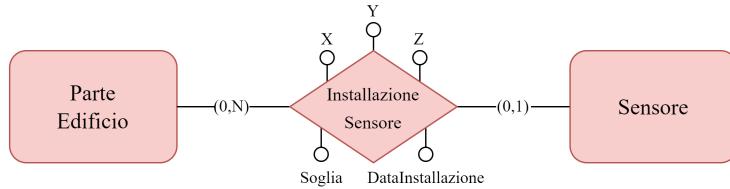
Perchè ogni sensore può avere una ed una sola tipologia.

La cardinalità di “ModelloSensore” in “TipologiaSensore” è (1,N):

la minima è 1 perché vengono memorizzati solamente i modelli di sensore già acquistati;

la massima è N perché più sensori possono essere dello stesso modello.

## InstallazioneSensore



“InstallazioneSensore” associa un sensore (“Sensore”) alla parte di edificio (“ParteEdificio”) sulla quale è installato.

La cardinalità di “Sensore” in “InstallazioneSensore” è (0,1):

la minima è 0 perché un sensore potrebbe essere stato acquistato ma non ancora installato all’interno di un edificio;

la massima è 1 perché quando un sensore viene installato, questo può trovarsi su una sola parte di edificio.

La cardinalità di “ParteEdificio” in “InstallazioneSensore” è (0,N):

la minima è 0 perché su una parte di edificio potrebbe non essere stato installato alcun sensore;

la massima è N perché su una parte di edificio potrebbero essere installati più sensori.

Per ogni installazione di sensore è memorizzata la data dell’installazione (“DataInstallazione”), il punto esatto (“X”, “Y”, “Z”) di installazione del sensore, adeguatamente rappresentato per mezzo di un opportuno sistema di riferimento, un valore di soglia (“Soglia”) determinato da un esperto, superato il quale una misurazione è da considerarsi pericolosa.

“DataInstallazione” è un attributo di tipo date che rappresenta la data di installazione di un sensore, non sono previsti vincoli di dominio per questo attributo.

“X”, “Y”, “Z” sono 3 attributi di tipo float che esprimono la posizione esatta, espressa in cm, del sensore in un sistema di riferimento con assi paralleli a quelli del sistema di riferimento usato per ubicare le parti di edificio ma centrato nel baricentro della parte di edificio sulla quale il sensore è ubicato. “Soglia” è un attributo di tipo float che rappresenta il valore entro il quale una misurazione è da considerarsi normale.

E’ importante notare che le misurazioni restituite da un sensore non sono necessariamente valori scalari, ad esempio un accelerometro triassiale restituisce una misura su 3 componenti.

Per quanto riguarda le grandezze vettoriali ciò che solitamente costituisce un pericolo non è una particolare configurazione delle componenti bensì determinati valori del modulo del vettore pertanto, per misurazioni vettoriali, l’attributo “Soglia” riguarda il modulo del vettore rilevato.

Affinché una misurazione generi un alert non è sufficiente che il valore rilevato raggiunga la soglia di sicurezza: è necessario che la superi.

## GenerazioneAlert



“GenerazioneAlert” associa ogni alert (“Alert”) alla misurazione “Misurazione” che lo ha generato.

La cardinalità di “Misurazione” in “GenerazioneAlert” è (0,1):

la minima è 0 perché una misurazione potrebbe non aver generato alcun alert;

la massima è 1 perché una misurazione può generare al più un alert.

La cardinalità di “Alert” in “GenerazioneAlert” è (1,1):

ciascun alert è generato da una ed una sola misurazione

### **MonitoraggioCalamita**

“MonitoraggioCalamita” associa un sensore (“Sensore”) alla calamità (“Calamita”) che questo monitora.

La cardinalità di ”Calamita” in ”MonitoraggioCalamita” è (0,N): La minima è 0 perché una calamità potrebbe non avere sensori preposti al suo monitoraggio;

La massima è N perché una calamità potrebbe avere più sensori preposti al suo monitoraggio.

La cardinalità di ”Sensore” in ”MonitoraggioCalamita” è (0,N): La minima è 0 perché un sensore potrebbe non monitorare alcuna calamità;

La massima è N perché un sensore potrebbe potenzialmente monitorare più calamità.

### 3.3 Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni

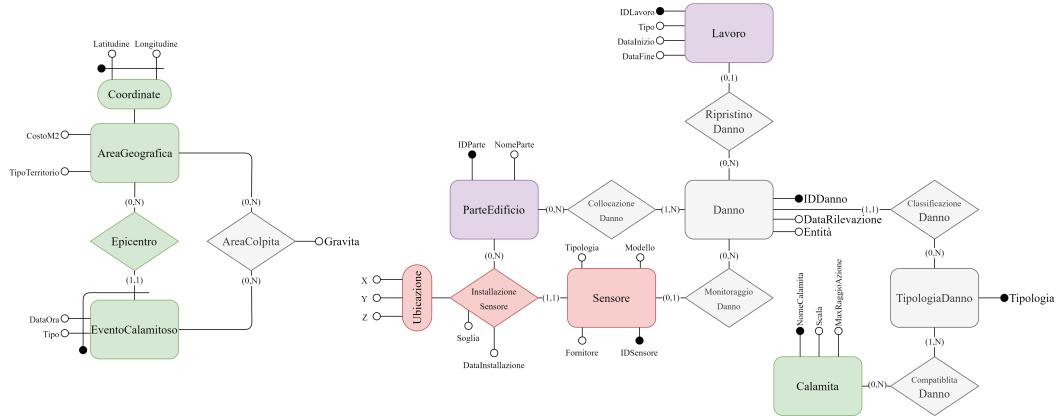


Figura 10: Schema non ristrutturato dell'area analisi del rischio e monitoraggio dei danni

#### 3.3.1 Dizionario dei dati (Entità)

Entità	Descrizione	Attributi	Identificatore
Danno	Danno individuato su una o più parti di un edificio	IdDanno (INT), DataRilevazione (DATE), Entita (INT)	IdDanno
TipologiaDanno	Categoria di danno alla quale un danno può corrispondere	Tipologia (VAR-CHAR(50))	Tipologia

#### 3.3.2 Dizionario dei dati (Associazioni)

Relazione	Descrizione	Componenti	Attributi
RipristinoDanno	Associazione di un danno con tutti i lavori effettuati per ripristinare tale danno	Danno, Lavoro	
CollocazioneDanno	Associazione di un danno con tutte le parti di un edificio che questo coinvolge	Danno, ParteEdificio	
MonitoraggioDanno	Associazione di un danno con tutti i sensori installati per il suo monitoraggio	Danno, Sensore	

ClassificazioneDanno	Associazione di un danno con la tipologia di danno corrispondente	Danno, Tipologia-Danno	
CompatibilitaDanno	Associazione di ogni tipologia di danno con tutte le calamità che possono generare tale tipologia di danno	TipologiaDanno, Calamita	GradoCompatibilita (INT)

### 3.3.3 Regole di vincolo

#### Business Rules

- “DataRilevazione” di “Danno” non può assumere valore successivo a current\_date

#### Vincoli intrarelazionali

- **vincoli di dominio**

- “Entita” di “Danno” può assumere come valori solo i numeri interi da 1 a 5

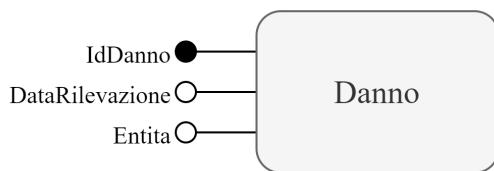
### 3.3.4 Regole di derivazione

- Causa stimata di un danno: corrisponde all’insieme degli eventi calamitosi che con maggiore probabilità hanno contribuito alla formazione del danno
- “Gravita” di “AreaColpita”: è calcolata, sulla base delle misurazioni rilevate dai sensori posti sugli edifici appartenenti a tale area

### 3.3.5 Documentazione dello schema ER

#### Entità

#### Danno



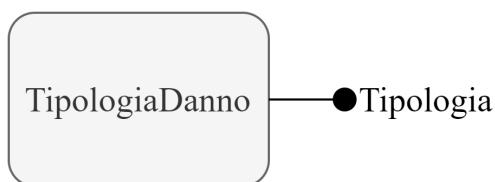
Un danno (“Danno”) è un qualsiasi tipo di difetto, danneggiamento o in generale alterazione fisica che riduce l’integrità strutturale di un edificio o una sua parte.

Un danno è identificato univocamente da un ID numerico progressivo (“IdDanno”) ed è caratterizzato da una data di rilevazione (“DataRilevazione”) ed una entità (“Entita”). “DataRilevazione” è un attributo di tipo date che non può assumere valore maggiore di current\_date.

“Entita” è un attributo di tipo int che rappresenta l’entità del danno su una scala da 1 a 5. I valori di “Entita” sono da interpretarsi come segue:

1. → danno molto lieve (come il distacco dell'intonaco da una parte)
2. → danno lieve (come una piccola crepa su una parete)
3. → danno moderato (come una perdita nell'impianto idraulico)
4. → danno grave (come un danno strutturale ad una parte portante dell'edificio)
5. → danno molto grave (come il crollo di una parte di edificio a seguito di un evento calamitoso)

### **TipologiaDanno**



Una tipologia di danno (“TipologiaDanno”) è una delle tipologie di danno che possono manifestarsi sugli edifici.

Ogni danno registrato nel database aziendale deve corrispondere ad una di queste tipologie. Una tipologia di danno è identificata univocamente dal proprio nome (“Tipologia”). “Tipologia” è un attributo di tipo varchar(50). Per flessibilità non sono stati imposti vincoli di dominio per questo attributo in modo da permettere l'inserimento di nuove tipologie di danno definite dall'azienda, esempi di valori che questo attributo può assumere sono: “crepa”, “infiltrazione di acqua”, “crollo strutturale”.

### **Associazioni**

#### **MonitoraggioDanno**



“MonitoraggioDanno” associa un danno (“Danno”) al o ai sensori (“Sensore”) utilizzati per monitorarne lo stato.

La cardinalità di “Danno” in “MonitoraggioDanno” è (0,N):  
la minima è 0 perché non tutti i danni richiedono l'installazione di un sensore per il monitoraggio (Ad esempio un crollo di una parete richiederà un lavoro di ricostruzione ma non un sensore di monitoraggio del danno)  
la massima è N perché per monitorare uno stesso danno potrebbero essere installati più sensori. La cardinalità di Sensore in MonitoraggioDanno è (0,1):  
la minima è 0 perché un sensore potrebbe non essere installato per monitorare un danno;  
la massima è 1 perché, quando installato per monitorare un danno, un sensore può monitorare al più un danno.

### CollocazioneDanno



“CollocazioneDanno” associa ciascun danno (“Danno”) alla parte di edificio o alle parti di edificio (“ParteEdificio”) che esso interessa.

La cardinalità di “ParteEdificio” in “CollocazioneDanno” è (0,N):

la minima è 0 perché una parte di edificio potrebbe non avere danni;

la massima è N perché una parte di edificio può potenzialmente avere più danni.

La cardinalità di “Danno” in “CollocazioneDanno” è (1,N):

la minima è 1 perché ogni danno interessa almeno una parte di edificio;

la massima è N perché uno stesso danno può potenzialmente interessare più parti di un edificio (ad esempio una crepa che da una parete raggiunge il soffitto).

### RipristinoDanno



RipristinoDanno associa un danno (“Danno”) ai lavori (“Lavoro”) effettuati per ripristinare tale danno.

La cardinalità di “Lavoro” in “RipristinoDanno” è (0,1):

la minima è 0 perché un lavoro potrebbe non essere stato effettuato per il ripristino di un danno;

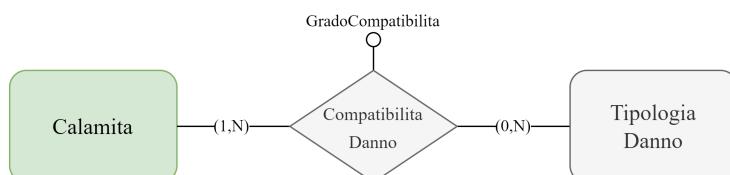
la massima è 1 perché un lavoro può essere di ripristino di più un danno.

La cardinalità di “Danno” in “RipristinoDanno” è (0,N):

la minima è 0 perché un danno potrebbe non essere ancora stato ripristinato;

la massima è N perché un danno potrebbe richiedere più lavori di ripristino.

### CompatibilitaDanno



“CompatibilitaDanno” associa una calamità (“Calamita”) a tutte le tipologie di danno (“TipologiaDanno”) che può causare.

Questa associazione ha come attributo un grado di compatibilità (“GradoCompatibilita”) che indica su una scala da 1 a 10 quanto la calamità e la tipologia di danno sono

compatibili.

“GradoCompatibilità” è un attributo di tipo float che può assumere valori compresi tra 1 e 10, dove con 1 si indica il grado di compatibilità minimo e con 10 il grado di compatibilità massimo.

Non è previsto il valore 0: nel caso in cui un evento calamitoso ed una tipologia di danno non siano compatibili non sarà presente un’occorrenza di compatibilità che li associa.

La cardinalità di “Calamita” in “CompatibilitaDanno” è (1, N):

la minima è 1 perché ogni calamità deve essere compatibile con almeno una delle tipologie di danno interessanti per l’azienda (altrimenti non ci sarebbe motivo di memorizzare tale calamità);

la massima è N perché una stessa calamità può essere (più o meno) compatibile con diverse tipologie di danno.

La cardinalità di “TipologiaDanno” in “CompatibilitaDanno” è (0, N):

la minima è 0 perché una tipologia di danno può non essere compatibile con alcuna delle calamità memorizzate nel database (è ad esempio il caso di danni causati dall’azione umana);

la massima è N perché una medesima tipologia di danno può essere potenzialmente causata da più di una delle calamità presenti nel database.

### ClassificazioneDanno



“ClassificazioneDanno” associa ciascun danno (“Danno”) alla sua tipologia (“TipologiaDanno”).

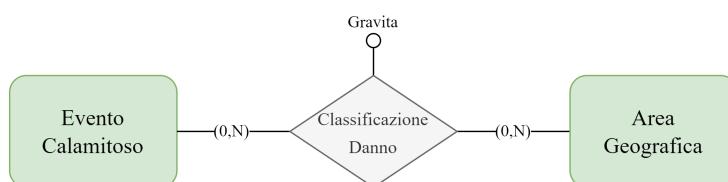
La cardinalità di “Danno” in “ClassificazioneDanno” è (1, 1):  
ogni danno ha una ed una sola tipologia.

La cardinalità di “TipologiaDanno” in “ClassificazioneDanno” è (0, N):

la minima è 0 perché una tipologia di danno può non essersi mai manifestata in alcuno degli edifici di Smart Buildings;

la massima è N perché una stessa tipologia di danno può essersi manifestata più di una volta negli edifici di Smart Buildings.

### AreaColpita



“AreaColpita” associa un evento calamitoso (“Evento Calamitoso”) a ciascuna delle aree geografiche (“Area Geografica”) in cui esso è stato rilevato dai sensori di Smart Buildings. Un’area si considera colpita da un evento calamitoso solo nel caso in cui i sensori di Smart

Buildings, posti in tale area, siano stati in grado di rilevare fenomeni fisico-chimici prodotti dal manifestarsi dell'evento.

“Gravita” è un attributo di tipo int che indica la gravità dell’evento in ciascuna delle aree colpite. Il valore di questo attributo varia su una scala da 1 a 10, dove con 1 si indica la gravità minima e con 10 la massima, ed è automaticamente calcolato a partire dai valori rilevati dai sensori (come richiesto da specifiche).

La cardinalità di “EventoCalamitoso” in “AreaColpita” è (0, N):

la minima è 0 perché può accadere che un evento calamitoso venga registrato nel database (poiché segnalato dalle autorità competenti, in una zona ritenuta d’interesse) senza che nessuno dei sensori lo avverte;

la massima è N perché uno stesso evento può essere avvertito da sensori appartenenti ad aree geografiche diverse.

La cardinalità di “AreaGeografica” in “AreaColpita” è (0, N):

la minima è 0 perché in un’area geografica può non essere mai stato rilevato un evento calamitoso;

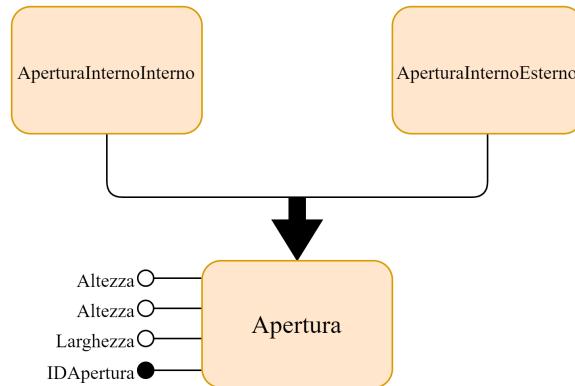
la massima è N perché in una stessa area geografica possono essere stati rilevati più eventi calamitosi.

## 4 Ristrutturazione del diagramma ER

### 4.1 Eliminazione delle generalizzazioni

#### 4.1.1 Area generale

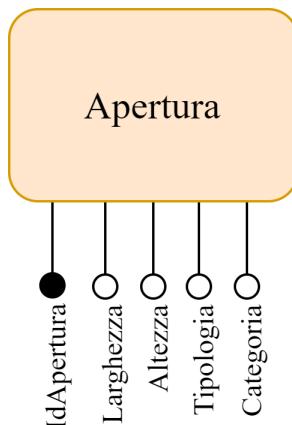
Apertura (AperturaInternoInterno, AperturaInternoEsterno)



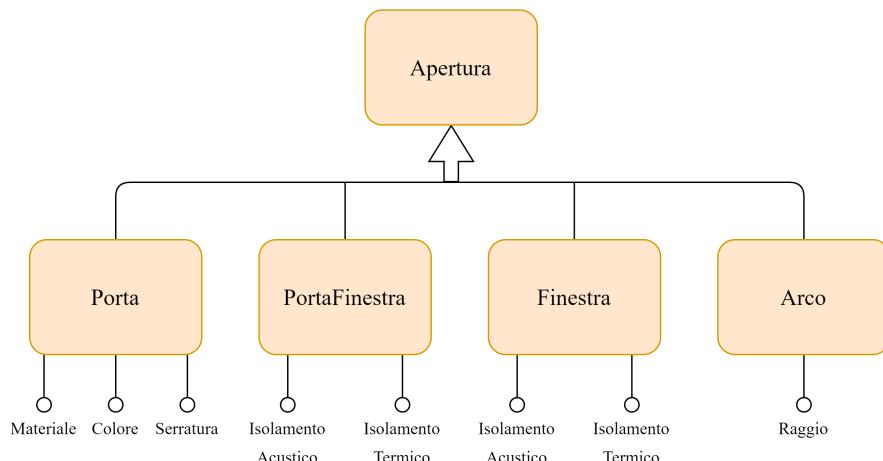
La generalizzazione “Apertura” è una generalizzazione totale in quanto ogni apertura deve necessariamente essere classificata come apertura da interno a interno oppure come apertura da interno ad esterno, è quindi possibile scegliere di accorpore l’entità genitore nelle figlie, le entità figlie nel genitore oppure sostituire la generalizzazione con delle associazioni.

E’ preferibile escludere la scelta di accorpore l’entità genitore nelle figlie in quanto sono presenti associazioni che interessano la sola entità genitore.

Inoltre, la sostituzione della generalizzazione con delle associazioni potrebbe considerarsi una scelta ottimale, si hanno infatti accessi separati alternativamente al genitore e alle figlie per diverse operazioni, esempi ne sono conoscere l’ubicazione di una apertura oppure quali vani o parti esterne l’apertura collega; tuttavia questo comporterebbe l’aggiunta di due associazioni e la presenza di tabelle come AperturaInternoInterno o AperturaInternoEsterno prive di attributi propri con un conseguente spreco di memoria. In fase di ristrutturazione è stato quindi scelto di accorpore le entità figlie all’interno del genitore, con l’inserimento dell’attributo “Categoria” che distingue tra le due categorie di apertura, e il collegamento delle associazioni “AccessoInternoInterno”, “AccessoInternoEsterno” e ”AccessoPrincipale” ad “Apertura”.



### Apertura (Arco, Porta, Finestra, Portafinestra)



Apertura è una generalizzazione parziale (di Arco, Porta, Finestra e Portafinestra) in quanto le quattro figlie non rappresentano l'intero insieme delle Aperture osservabili all'interno degli edifici di Smart Buildings, pertanto l'attributo "Tipologia" può assumere anche altri valori (nel caso di occorrenze di "Apertura" che non ricadono in nessuna delle entità figlie).

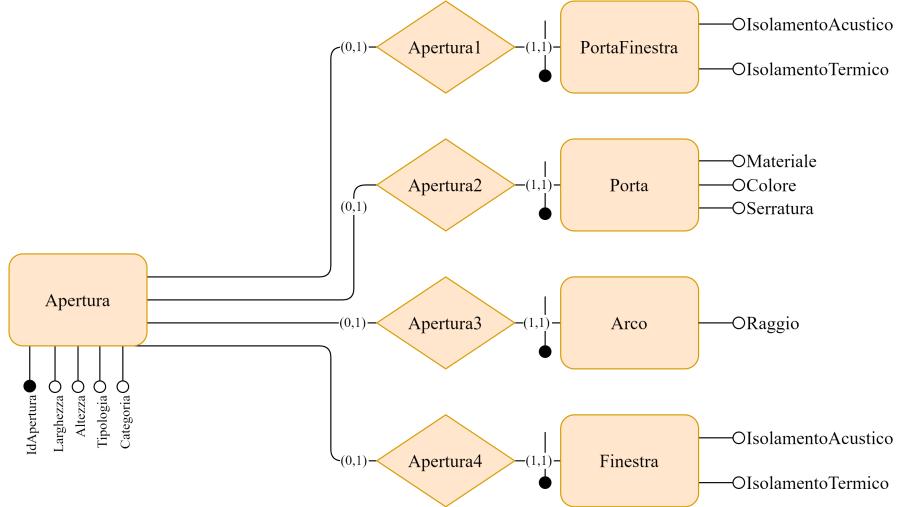
A seguito di quanto spiegato, questa generalizzazione non può essere ristrutturata accorpando l'entità genitore nelle figlie, in quanto si perderebbero tutte le occorrenze che non ricadono in una delle quattro figlie.

Si potrebbe adottare la tecnica di accorpamento delle figlie nel genitore (aggiungendo quindi ognuno degli attributi delle figlie al genitore), questo risulterebbe tuttavia dispendioso in termini di memoria in quanto otterremo un'entità con 10 attributi e numerosi valori NULL(dai 3 ai 5 valori NULL per ogni record).

Inoltre, si può assumere che gli accessi all'entità genitore, necessari per ottenere informazioni "funzionali" delle aperture, siano molto più frequenti rispetto a quelli alle entità figlie, utili invece per ricavare informazioni meno rilevanti.

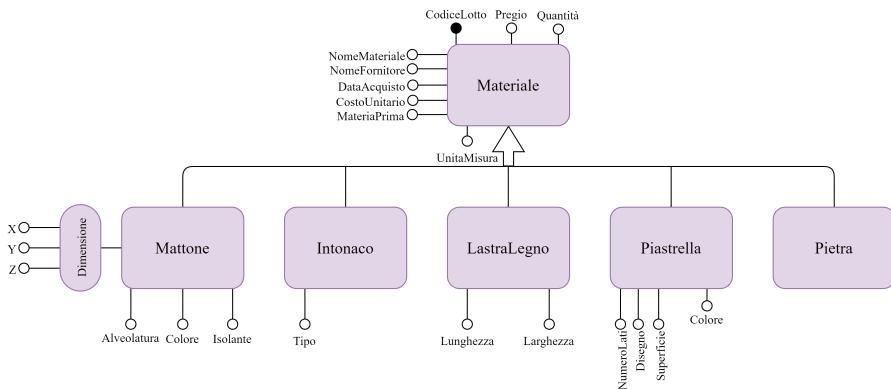
È stata dunque adottata la scelta di sostituire la generalizzazione con delle associazioni,

così da non generare tabelle con valori di attributi spesso NULL, né perdere informazioni relative alle aperture di tipologia diversa da quella delle figlie.



#### 4.1.2 Area Costruzione

##### Materiale



E' stato scelto che Materiale fosse una generalizzazione parziale in modo da poter definire specifici formati di memorizzazione per i materiali usati più di frequente dall'azienda ("Mattone", "Intonaco", "LastraLegno", "Piastrella" e "Pietra") senza limitare la possibilità di inserire nuovi materiali che non ricadono in nessuna delle 5 entità figlie della generalizzazione.

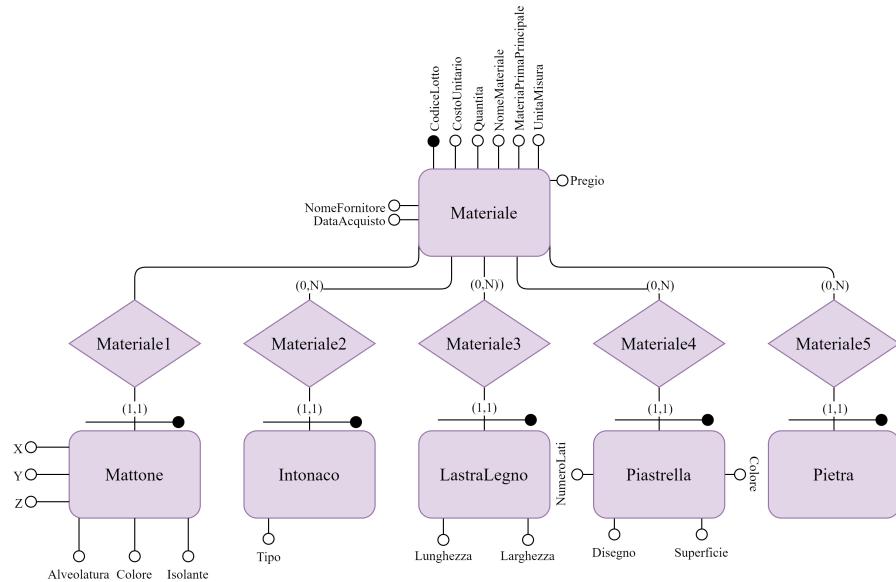
Dato che la generalizzazione è parziale è da escludere un accorpamento dell'entità genitore nelle figlie in quanto questo porterebbe ad una perdita di informazioni (non sarebbero memorizzabili Materiali che non ricadono in uno dei 5 tipi precedentemente citati).

E' dunque possibile scegliere tra un accorpamento delle entità figlie nel genitore e una sostituzione della generalizzazione con associazioni.

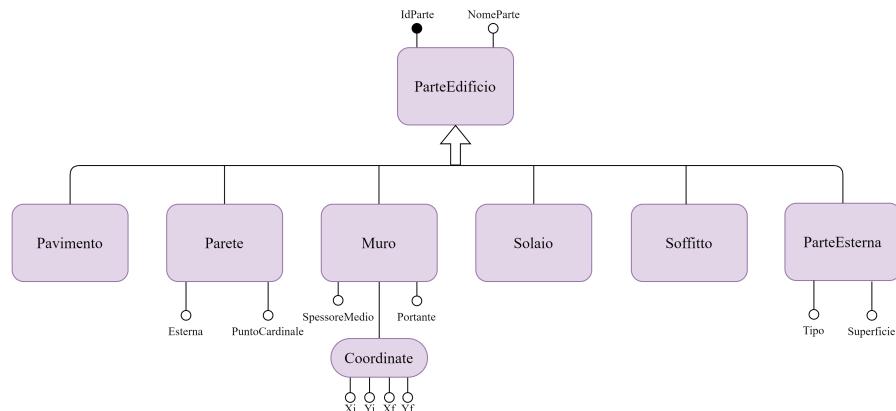
Entrambi questi metodi comportano uno spreco di memoria: la prima causa l'introduzione di numerosi valori NULL mentre la seconda causa un aumento dei record memorizzati (per la maggior parte dei materiali sarà presente un record in Materiale ed uno in una delle

entità figlie).

Gli accessi al genitore e alle figlie solitamente non sono contestuali: si accede infatti al genitore per conoscere informazioni di carattere generale (come ad esempio nome del materiale o la materia prima di cui è costituito) oppure proprietà che riguardano l'acquisto del lotto (come ad esempio fornitore, prezzo e quantità), mentre si accede alle entità figlie per conoscere informazioni specifiche riguardanti un tipo di materiale (come ad esempio alveolatura di un mattone o disegno di un tipo di piastrella); pertanto è stato ritenuto che fosse conveniente sostituire la generalizzazione con associazioni.



## ParteEdificio

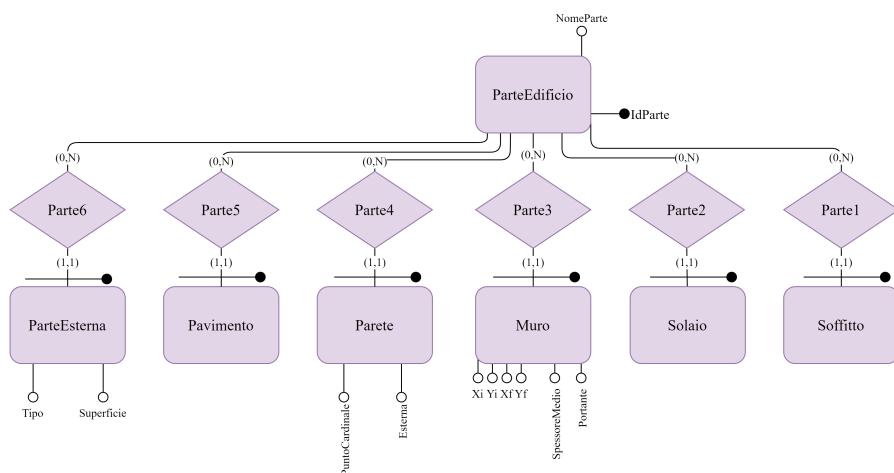


La generalizzazione ParteEdificio è una generalizzazione parziale, le entità figlie presenti nello schema rappresentano le parti di un edificio di maggiore rilevanza per la caratterizzazione della sua struttura. Nonostante la quasi totalità degli accessi interesserà queste parti, non è stata preclusa la possibilità di inserire parti edificio non definite a priori. Essendo questa una generalizzazione parziale, non è possibile accorpare l'entità genitore nei figli senza perdita di informazioni, questa possibilità è quindi da escludersi.

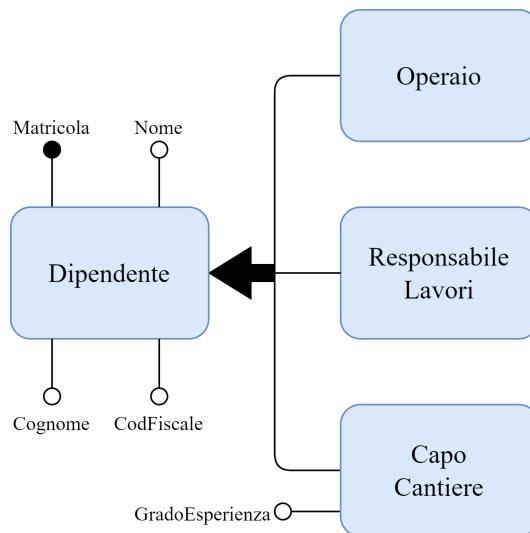
E' inoltre da evitare la soluzione che prevede l'accorpamento delle entità figlie nell'entità genitore in quanto il numero di attributi diversi per ogni entità figlia è considerevole: questa soluzione porterebbe, nei casi di parti edificio che non ricadono in nessuna delle categorie definite a priori, ad avere tuple con 9 attributi con valore NULL (e anche nei casi di parti edificio predefinite il numero di attributi con valore NULL varia da un minimo di 3 per le mura ad un massimo di 9 per pavimenti solai e soffitti).

Questa scelta di ristrutturazione è inoltre da evitarsi perché esistono numerose operazioni che interessano separatamente l'entità genitore o le entità figlie.

Per questo motivo la generalizzazione è stata sostituita con 6 associazioni, una per ogni entità figlia.

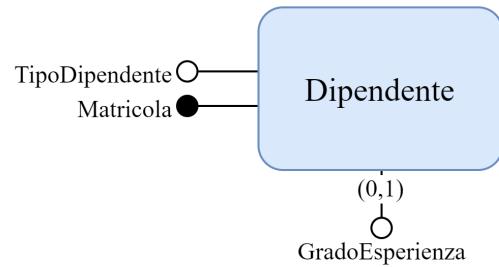


### Dipendente



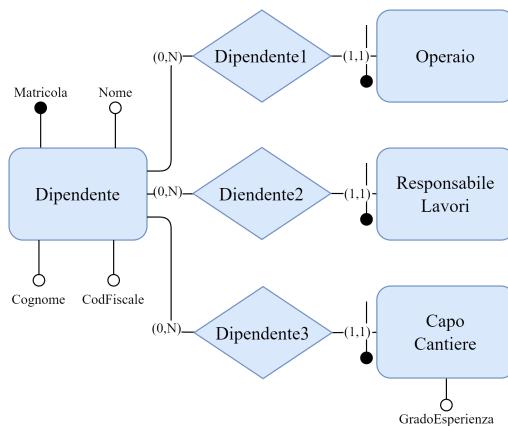
La generalizzazione "Dipendente" è totale, pertanto possiamo decidere di accorpare l'entità genitore nelle figlie (cosa che non sarebbe possibile in caso di generalizzazioni parziali) oppure accorpare le figlie nel genitore, oppure non accorpare affatto. A prima vista, sembra più ragionevole accorpare le figlie nel genitore poiché solo una delle figlie ha un attributo

proprio e le uniche associazioni che coinvolgono le entità figlie ("ImpiegoLavoratore" per "Operaio", "ImpiegoCapoCantiere" per "CapoCantiere", "ImpiegoResponsabile" per "ResponsabileLavori") potrebbero essere spostate sull'entità genitore.

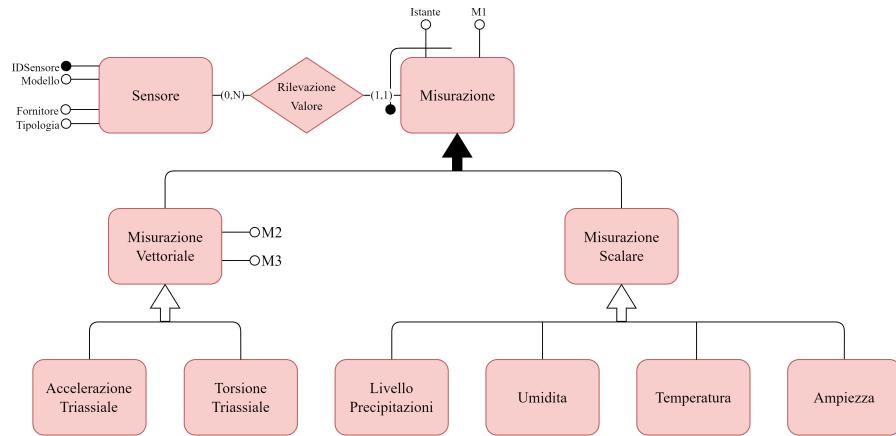


Tuttavia, analizzando più in dettaglio, ci accorgiamo che i capocantieri sono in numero nettamente inferiore rispetto agli operai. Ogni capo cantiere, in base al grado di esperienza, sarà in grado di dirigere dalle 10 alle 30 persone, quindi il rapporto tra capocantieri e operai sarà di circa 1 ogni 20. A questi vanno inoltre sommati i responsabili dei lavori, che saranno in numero paragonabile a quello dei capocantieri. Quindi i capocantieri saranno circa 1/22 del totale, e si sovraccaricherebbe il database di valori NULL per l'attributo grado di esperienza se accorpassimo il genitore nelle figlie.

In fase di progettazione progettazione è stato scelto di non effettuare accorpamenti, poiché per la maggior parte delle operazioni sono necessari accessi separati all'entità genitore e figlie. Gli accessi effettuati alle entità "Operaio", "ResponsabileLavori" e "CapoCantiere" riguardano principalmente operazioni che coinvolgono i lavori, come ad esempio il controllo del numero massimo di lavoratori contemporanei in funzione dell'esperienza del capo cantiere e la registrazione di nuove occorrenze di "EsecuzioneLavoro", "DirezioneLavoro" e "SupervisioneLavoro". Al contrario, gli accessi effettuati alla entità "Dipendente" riguardano principalmente operazioni che coinvolgono il "Contratto", come il calcolo della busta paga o il controllo che un dipendente abbia contemporaneamente un solo contratto in corso di validità.



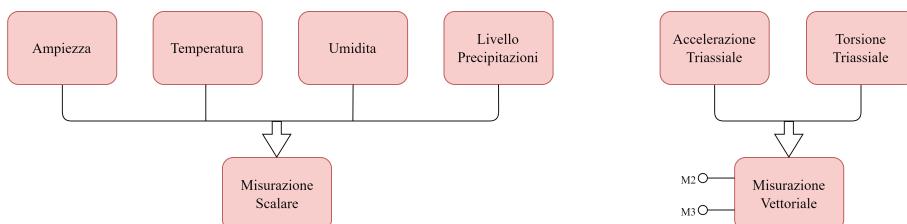
## Misurazione



La generalizzazione di "Misurazione" è una generalizzazione totale, in quanto tutte le misurazioni salvate da Smart Buildings sono di tipo vettoriale o scalare a tre componenti. D'altra parte, le generalizzazioni di "MisurazioneScalare" e "MisurazioneVettoriale" sono generalizzazioni parziali, poiché non tutte le misurazioni scalari rientrano nelle categorie di "Temperatura", "Umidità", "LivelloPrecipitazioni" e "Ampiezza", e non tutte le misurazioni vettoriali a tre componenti rientrano nelle categorie di "AccelerazioneTriassiale" e "TorsioneTriassiale". Questo è stato fatto per consentire a Smart Buildings di inserire tipologie di misurazioni, sia scalari che vettoriali, che non sono state definite in precedenza.

Le generalizzazioni che hanno "MisurazioneScalare" e "MisurazioneVettoriale" come genitori sono generalizzazioni parziali e non è possibile accorpare l'entità genitore nelle entità figlie. Pertanto, in fase di progettazione è stata scelta la soluzione di accorpare le entità figlie nell'entità genitore "Misurazione". La motivazione di questa scelta è da ricercarsi nel fatto che gli accessi alle entità figlie sono contestuali con quelle alle entità genitore e che tutte queste entità non hanno attributi che le caratterizzano.

Inoltre è stato scelto di non aggiungere un attributo a "MisurazioneVettoriale" e "MisurazioneScalare" per distinguere la tipologia di misurazione in quanto si tratta di una informazione superflua: la tipologia di misurazione è determinabile dall'attributo "Categoria" di "ModelloSensore".



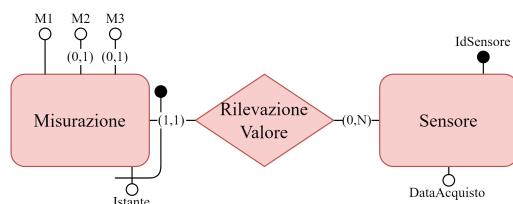
In fase di progettazione è stato scelto per la generalizzazione totale che vede "Misurazione" come genitore di accorpare le entità figlie nel genitore. Il motivo di questa soluzione è da ricercarsi prevalentemente nel fatto che gli accessi alle entità genitore e figlie sono contestuali per la quasi totalità delle operazioni: l'inserimento di una misurazione accede a "Misurazione" e successivamente a "MisurazioneScalare" o "MisurazioneVettoriale" per memorizzare il valore della misurazione; il controllo di una misurazione accede prima a

“Misurazione” e successivamente a “MisurazioneScalare” o “MisurazioneVettoriale” per leggere ed effettuare controlli sul valore della misurazione.

Inoltre, è stato scelto di non aggiungere un attributo a “Misurazione” per distinguere la tipologia di misurazione in quanto si tratta di una informazione superflua: la tipologia di misurazione è deducibile dal numero di valori NULL associati alla misurazione: se M1, M2, M3 sono tutti non NULL allora si tratta di una misurazione vettoriale, contrariamente se M1 è l’unico valore non NULL allora si tratta di una misurazione scalare.

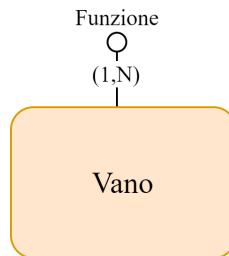
L’ accorpamento di ”MisurazioneScalare” e ”MisurazioneVettoriale” in ”Misurazione” alleggerisce notevolmente il numero degli accessi necessari per le operazioni di scrittura di una misurazione da parte di un sensore. Tuttavia, per ogni occorrenza di misurazione che corrisponde ad una misurazione scalare, si avranno due valori NULL. Questo potrebbe sollevare preoccupazioni riguardo la densità di valori nulli nel sistema, ma non rappresenta necessariamente un problema. Le frequenze di campionamento dei sensori che restituiscono un vettore a 3 componenti infatti sono nell’ordine dell’Hertz o superiori ( 1hz), mentre nel caso di quelli che restituiscono grandezze a singola componente sono nell’ordine di 1 campionamento ogni 10/30 minuti. Di conseguenza, il numero di valori NULL potrà essere trascurabile relativamente al numero totale di occorrenze di ”Misurazione”.

L’ accorpamento di ”MisurazioneScalare” e ”MisurazioneVettoriale” in ”Misurazione” alleggerisce notevolmente il numero degli accessi necessari per le operazioni di scrittura di una misurazione da parte di un sensore. Tuttavia, per ogni occorrenza di misurazione che corrisponde ad una misurazione scalare, si avranno due valori NULL. Questo potrebbe sollevare preoccupazioni riguardo la densità di valori nulli nel sistema, ma non rappresenta necessariamente un problema. Le frequenze di campionamento dei sensori che restituiscono un vettore a 3 componenti infatti sono nell’ordine dell’Hertz o superiori ( 1hz), mentre nel caso di quelli che restituiscono grandezze a singola componente sono nell’ordine di 1 campionamento ogni 10/30 minuti. Di conseguenza, il numero di valori NULL potrà essere trascurabile relativamente al numero totale di occorrenze di ”Misurazione”.

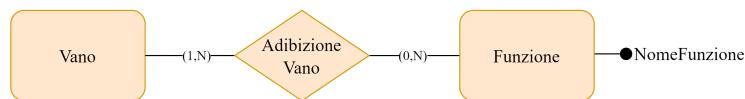


## 4.2 Eliminazione degli attributi multivaleore

L'unico attributo multivaleore presente nel diagramma entità relazione non ristrutturato è "Funzione" di "Vano".



L'attributo è stato eliminato creando una nuova entità "Funzione" e una nuova associazione "AdibizioneVano" che lega "Vano" e "Funzione".



### Funzione

"Funzione" è un'entità identificata univocamente dal solo attributo "NomeFunzione". "NomeFunzione" è di tipo varchar(50) e rappresenta una delle funzionalità che può assumere un vano, valori ricorrenti di questo attributo sono: "camera da letto", "bagno", "soggiorno", "vano caldaia", "tinello", "vestibolo", "magazzino".

Non sono presenti vincoli di dominio su questo attributo per lasciare la possibilità di definire nuove funzioni da attribuire ad un vano.

### AdibizioneVano

La cardinalità di "Vano" in "AdibizioneVano" è (1, N):  
la minima è 1 perché un vano deve necessariamente avere almeno una funzione (in ogni caso, questo è ciò che è stato deciso in fase di progettazione);  
la massima è N perché un vano può essere adibito a diverse funzionalità (il motivo per cui in fase di progettazione è stato messo l'attributo multivaleore).  
La cardinalità di "Funzione" in "AdibizioneVano" è (0, N):  
la minima è 0 perché una funzione può essere stata inserita nel database ma non essere ancora associata ad alcun vano;  
la massima è N perché più vani del database possono essere adibiti alla stessa funzione.

### **4.3 Eliminazione degli attributi composti**

Tutti gli attributi composti dello schema sono stati eliminati adottando, per tutti, la medesima soluzione:

1. Eliminazione dell'attributo composto
2. Associazione dei singoli attributi dell'attributo composto alla rispettiva entità

Di seguito sono riportati tutti gli attributi composti che sono stati eliminati

1. “Indirizzo” di “Edificio”
2. “Coordinate” di “AreaGeografica”
3. “Coordinate” di “Muro”
4. “Posizione” di “UbicazioneParte”
5. “Dimensione” di “Mattone”

## 5 Individuazione di operazioni interessanti sui dati

Sono state individuate le seguenti operazioni interessanti sui dati:

1. Lettura della topologia di un edificio
2. Calcolo del punto cardinale di finestre e portefinestre
3. Lettura del costo di uno stadio di avanzamento
4. Calcolo della data di fine di uno stadio di avanzamento
5. Controllo del magazzino
6. Stima del valore di un edificio
7. stima delle cause di un danno
8. Calcolo della busta paga
9. Lettura delle presenze in un giorno lavorativo
10. Inserimento di una misurazione

### 5.1 Tavola dei volumi

Si riporta di seguito la tavola dei volumi per l'intero database:

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Edificio	Entità	50	per ipotesi
Piano	Entità	150	Si hanno 3 piani per ogni edificio in media
Vano	Entità	1500	Si hanno 10 vani per ogni piano in media
Apertura	Entità	3750	2,5 per ogni vano in media: una porta per vano (2 condivece tra due vani), una finestra per vano, 2 portefinestre per piano e 3 aperture non definite a priori o anche archi ogni piano (esempio apertura senza serramenti)
Portafinestra	Entità	75	Si hanno 5 portefinestre per piano in media
Porta	Entità	1500	1 per vano in media

Arco	Entità	15	si hanno 3 archi ogni 10 edifici in media
Finestra	Entità	1500	In media si ha 1 finestra per vano
ParteEsterna	Entità	350	Si hanno due balconi per piano più un giardino per edificio per un totale di 7 parti esterne per edificio in media
Parete	Entità	9000	Si hanno in media 6 pareti per vano: 1 esterna, 5 interne
Muro	Entità	4500	3 per vano in media
AreaGeografica	Entità	550	Si hanno in media 9 aree geografiche per ogni edificio più 100 aree geografiche sotto monitoraggio per lo studio delle calamità dell'area o perché considerate interessanti
Rischio	Entità	16500	30 per area geografica in media
Calamità	Entità	20	per ipotesi
EventoCalamitoso	Entità	600	ogni calamità si è manifestata in aree geografiche diverse o la stessa in media 30 volte
ModificaTerritorio	Entità	1100	in media si hanno 2 modifiche del territorio per area geografica
ProgettoEdilizio	Entità	150	3 per edificio in media uno di costruzione rifiutato, uno accettato e uno di ristrutturazione
StadioAvanzamento	Entità	750	5 per progetto in media
Lavoro	Entità	11250	15 per stadio di avanzamento in media
Lavori realmente svolti		6750	2/3 dei lavori (un terzo dei progetti sono stati rifiutati)

Fase	Entità	67500	6 per lavoro in media una fase comprende una sola parte di edificio
fase realmente svolta		40500	2/3 delle fasi (le restanti appartengono a progetti respinti)
ParteEdificio	Entità	18000	12 per vano in media: 1 pavimento 1 soffitto 3 muri 6 pareti(5 interne una esterna) 1 solaio ogni 10 vani + due parti esterne (balconi) ogni 10 vani + 1 giardino ogni 30 vani (1 edificio) + 20 parti non predefinite ogni edificio (ogni 30 vani)
Pavimento	Entità	1500	1 per vano in media
Solaio	Entità	200	1 per piano più 1 per edificio in media
Soffitto	Entità	1500	1 per vano in media
Materiale	Entità	33850	5 per lavoro svolto in media più i materiali presenti nel magazzino, in media una fase vede 5/6 materiali distinti
Materiali usati		33750	
Magazzino		100	20 In media per materiale
Mattone	Entità	8520	170 lotti per edificio in media più 20 in magazzino
Intonaco	Entità	4520	90 lotti per edificio in media più 20 in magazzino
LastraLegno	Entità	270	5 lotti per edificio in media più 20 in magazzino
Piastrella	Entità	6020	120 lotti per edificio in media più 20 in magazzino

Pietra	Entità	3270	65 lotti per edificio in media più 20 in magazzino
StratoIntonaco	Entità	27000	3 per parete in media
cantieri attivi con- temporaneamente		5	ipotesi
lavori attivi con- temporaneamente		15 (3 per cantiere attivo)	ipotesi
mansioni operaio		1,5 per turno (3 al giorno)	ipotesi
mansioni capo can- tiere		1,5 per turno (3 al giorno)	ipotesi
mansioni responsa- bile dei lavori		1 per turno (1 al giorno)	ipotesi
durata media di un lavoro		2 settimane	ipotesi
EsecuzioneLavoro	Entità	2835000	$2835000 = 6750 * 3$ $* 20 * 7$ 6750 è il nu- mero dei lavori real- mente svolti 20 è il numero di operai che in media lavora- no a un lavoro 3 è il numero di lavori diversi che un ope- raio svolge in media in un giorno lavorati- vo 7 è il numero di giorni lavorativi esi- stenti
SupervisioneLavoro	Entità	47250	$47250 = 6750 * 1 *$ $1 * 7$ 6750 è il nu- mero dei lavori real- mente svolti 1 è il numero di respon- sabili dei lavori che in media supervi- sionano uno stesso lavoro 1 è il nume- ro di lavori diver- si supervisionati da uno stesso respon- sabile di lavoro in un giorno lavorati- vo 7 è il numero di giorni lavorativi esi- stenti

DirezioneLavoro	Entità	283500	$283500 = 6750 * 3 * 2 * 7$ 6750 è il numero dei lavori realmente svolti 3 è il numero di lavori diversi che un capo cantiere coordina in media in un giorno lavorativo 2 è il numero medio dei capi cantiere che dirigono uno stesso lavoro 7 è il numero di giorni lavorativi esistenti
Operario	Entità	600	20 lavoratori in media per capo cantiere
ResponsabileLavori	Entità	30	in numero paragonabile ai capi cantiere
CapoCantiere	Entità	30	per ipotesi
Dipendente	Entità	660	somma di tutti i lavoratori
Contratto	Entità	1320	2 per ogni dipendente (qualcuno ha visto 1 contratto, altri 3), in media 2
Turno	Entità	70	10 turni da 4 ore in un giorno su 7 giorni
Sensore	Entità	650	12 per edificio in media più 50 nel magazzino
Misurazione	Entità	60000000	circa 60 milioni accumulate in 10 anni
Alert	Entità	600	una misurazione genera un alert ogni 100000 misurazioni
TipologiaDanno	Entità	10	ipotesi
Danno	Entità	500	10 danni in media per edificio
SedeEdificio	Associazione	50	1 per edificio
CollocazionePiano	Associazione	150	1 per piano
CollocazioneVano	Associazione	1500	1 per vano
AccessoInterno-Interno	Associazione	3000	2 per vano

AccessoInterno-Esterno	Associazione	450	0,3 per vano in media (più portefinestre ad esempio, possono portare allo stesso terrazzo)
AccessoProprietà	Associazione	150	3 per edificio
Ubicazione-Apertura	Associazione	3750	1 per apertura
Appartenenza-Parete	Associazione	9000	1 per parete
DelimitazioneVano	Associazione	7500	5/6 del numero delle pareti in quanto 5/6 delle pareti delimitano vani mentre 1/6 sono esterne
Apertura1	Associazione	75	1 per portafinestra
Apertura2	Associazione	1500	1 per porta
Apertura3	Associazione	15	1 per arco
Apertura4	Associazione	1500	1 per finestra
SedeModifica	Associazione	1100	1 per modifica
Soggezione-ARischio	Associazione	4400	8 per area
TipologiaRischio	Associazione	16500	1 per rischio
TipologiaEvento	Associazione	600	1 per evento calamitoso
Epicentro	Associazione	600	1 per evento calamitoso
Progettazione	Associazione	150	1 per progetto edilizio
Articolazione-Progetto	Associazione	750	1 per stadio di avanzamento
ArticolazioneStadio	Associazione	11250	1 per lavoro
Articolazione-Lavoro	Associazione	67500	1 per fase
ParteInLavorazione	Associazione	40500	1 per fase realmente svolta
AppartenenzaParte	Associazione	18000	1 per parte edificio
UbicazioneParte	Associazione	950	1 per parte edificio non predefinita
SostegnoPiano	Associazione	150	1 per piano
Collocazione-Soffitto	Associazione	1500	1 per soffitto
Collocazione-Pavimento	Associazione	1500	1 per pavimento
Parte6	Associazione	350	1 per parte esterna
Parte5	Associazione	1500	1 per pavimento
Parte4	Associazione	9000	1 per parete
Parte3	Associazione	4500	1 per muro
Parte2	Associazione	200	1 per solaio

Parte1	Associazione	1500	1 per soffitto
UtilizzoMateriale	Associazione	101250	2,5 per fase di lavoro realmente svolta in media
UtilizzoIntonaco	Associazione	27000	1 per strato di intonaco
CoperturaParete	Associazione	27000	1 per strato di intonaco
Realizzazione-Parquet	Associazione	540	0,5 per ogni lotto di piastrelle (ci vogliono in media 2 lotti di lastrelegno per realizzare un parquet)
Piastrellatura	Associazione	24080	0,25 per lotto di piastrelle (ci vogliono 4 lotti di piastrelle per realizzare una piastellatura)
CoperturaInPietra	Associazione	6540	0,5 per lotto di pietra (ci vogliono 2 lotti di pietra per realizzare una copertura in pietra)
Materiale1	Associazione	8520	1 per lotto di mattone
Materiale2	Associazione	4520	1 per lotto di intonaco
Materiale3	Associazione	270	1 per lotto di lastre
Materiale4	Associazione	6020	1 per lotto di piastrelle
Materiale5	Associazione	3270	1 per lotto di pietra
Assegnamento-Manodopera	Associazione	2835000	1 per esecuzione lavoro
Assegnamento-Supervisione	Associazione	47250	1 per supervisione lavoro
Assegnamento-Direzione	Associazione	283500	1 per direzione lavoro
ImpiegoLavoratore	Associazione	2835000	1 per esecuzione lavoro
ImpiegoResponsabile	Associazione	47250	1 per supervisione lavoro
Impiego-CapoCantiere	Associazione	283500	1 per direzione lavoro
Assunzione-Dipendente	Associazione	1320	2 contratti in media per ogni dipendente

AssegnamentoTurno	Associazione	13200	in media un operaio lavora per 2 turni al giorno 5 volte a settimana, un responsabile 1 turno al giorno, un capo cantiere 2 turni al giorno 5 volte a settimana
Dipendente1	Associazione	600	1 per operaio
Dipendente2	Associazione	30	1 per responsabile dei lavori
Dipendente3	Associazione	30	1 per capo cantiere
InstallazioneSensore	Associazione	600	12 per edificio
RilevazioneValore	Associazione	60000000	1 per misurazione
GenerazioneAlert	Associazione	600	1 per alert
RipristinoDanno	Associazione	300	0,6 per danno in media
CollocazioneDanno	Associazione	510	1,02 per danno in media
MonitoraggioDanno	Associazione	600	1,2 sensori per danno in media
AreaColpita	Associazione	12000	20 per evento calamitoso in media
CompatibilitaDanno	Associazione	30	3 per tipologia di danno
Classificazione-Danno	Associazione	500	1 per danno

## 5.2 Lettura della topologia di un edificio

### 5.2.1 Descrizione

Dato un edificio (“IdEdificio”) questa operazione permette di risalire alla sua topologia.

La topologia di un edificio è l’insieme di tutte le piante di tutti i suoi piani.

Il risultato di questa operazione fornisce i dati sufficienti per permettere la ricostruzione bidimensionale di tutti i piani dell’edificio.

Come si ricostruisce la topologia di un edificio:

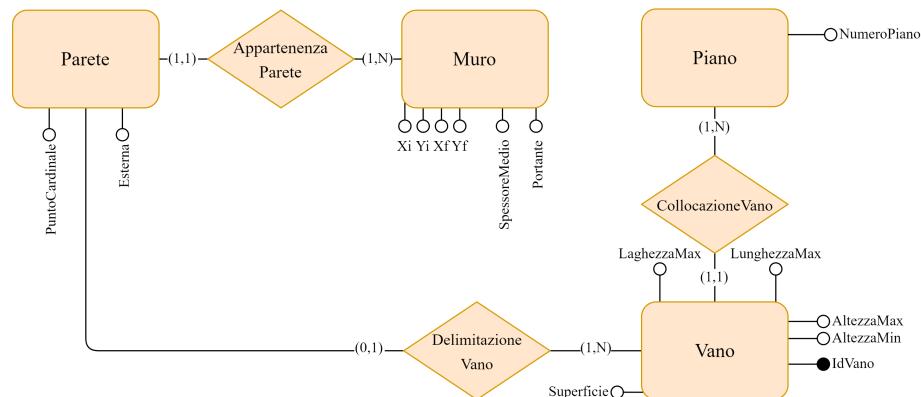
Dato che una pianta è definita come l’insieme di tutte le mura di un piano, questa operazione restituisce una tabella nella quale è presente un record per ogni muro dell’edificio: ogni tupla sarà composta dal numero di piano (“NumeroPiano”) del piano al quale il muro appartiene, dall’Id del muro (“IdMuro”), dal suo punto di inizio (“Xi”, “Yi”) e dal suo punto di fine (“Xf”, “Yf”).

**Input:** IdEdificio (dell’edificio di cui ci interessa leggere la topologia)

**Output:** (IdPiano, IdMuro, Xi, Yi, Xf, Yf) per ogni muro di un piano dell’edificio un edificio

**frequenza dell’operazione:** si stima che questa operazione venga eseguita in media 1/giorno

### 5.2.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.2.3 Tavola dei volumi dell’operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Edificio	Entità	50	Per ipotesi
Piano	Entità	150	In media ciascun edificio ha 3 piani (3 * 50)
Vano	Entità	1500	In media ciascun piano ha 10 vani (10 * 150)

Parete	Entità	9000	In media ciascun muro ha 2 pareti ( 2 * 4500)
Muro	Entità	4500	In media ciascun vano ha 3 mura (3 * 1500)
CollocazioneVano	Associazione	1500	In media 1 per vano (1 * 1500)
DelimitazioneVano	Associazione	7500	5/6 del numero delle pareti: In media 5/6 delle pareti delimitano vani mentre 1/6 sono esterne
AppartenenzaParete	Associazione	9000	In media 1 per parete

#### 5.2.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizioni
Piano	E	L	3=150 / 50 (accesso in lettura a "Piano" dove "IdEdificio" corrisponde a quello fornito in input. 150 = occorrenze di Piano, 50 = occorrenze di edificio, 150/50 = piani in media per edificio )	Ottenere "NumeroPiano" di tutti i piani dell'edificio fornito in input

Collocazione-Vano	R	L	$30 = 3 * 10 = 3 * 1500 / 150$ (accesso in lettura a “CollocazioneVano”, dove (“IdEdifico”, “NumeroPiano”) corrisponde ad uno dei 3 precedentemente trovati 1500 = numero di occorrenze di “CollocazioneVano”, 150 = numero di occorrenze di “Vano”, $1500 / 150$ = vani in media per piano, 3 = vani di interesse 30 = vani in media per edificio)	Ottenere “IdVano” di tutti i vani di ciascun piano
-------------------	---	---	--	--

Delimitazione-Vano	R	L	$150 = 30 * 5 = 30 * 7500 / 1500$ (accesso in lettura a delimitazione vano dove "IdVano" corrisponde ad uno di quelli precedentemente trovati. 7500 = occorrenze di DelimitazioneVano, 1500=occorrenze di Vano, $7500 / 1500 =$ quante volte un vano compare in Delimitazione vano (numero di pareti che delimitano un vano), 30 = Numero di vani precedentemente individuato, 180= numero di pareti che delimitano vani dell'edificio di interesse)	Ottenere "IdParte" di tutte le pareti che delimitano vani dell'edificio fornito in input
Appartenenza-Parete	R	L	$150 = 150 * 1$ (Accesso in lettura ad "AppartenenzaParte" dove IdParte del muro coincide con uno dei 150 trovati precedentemente; Da questa lettura si otterranno in media solo 90 "IdParte" di muro distinti in quanto in media ci sono 90 mura per edificio: $4500 / 50$ )	Ottenere "IdParte" di tutte le mura dell'edificio

Muro	R	L	$90 = 90 * 1$ (accesso in lettura a "Muro" dove "IdParte" del muro coincide con uno dei 90 precedentemente trovati.	Ottenerne "Xi", "Yi", "Xf", "Yf" di tutte le mura di ogni piano dell'edificio
------	---	---	---	---

$$f^T = 1/\text{giorno}$$

$$o^T = (3 + 30 + 150 + 150 + 90)L = 423L = 423 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 423 \text{ operazioni} * 1/\text{giorno} = 423 \text{ operazioni/giorno}$$

## 5.3 Calcolo del punto cardinale di finestre e portafinestre

### 5.3.1 Descrizione

Questa operazione permette di risalire al punto cardinale di una finestra o di una portafinestra. Questa operazione è da considerarsi interessante perché durante la progettazione di un edificio o la sua costruzione si è interessati a stimare il posizionamento ottimo delle finestre e delle portafinestre che costituiscono i principali punti luce naturale di un edificio.

Come calcolare il punto cardinale di una finestra o portafinestra:

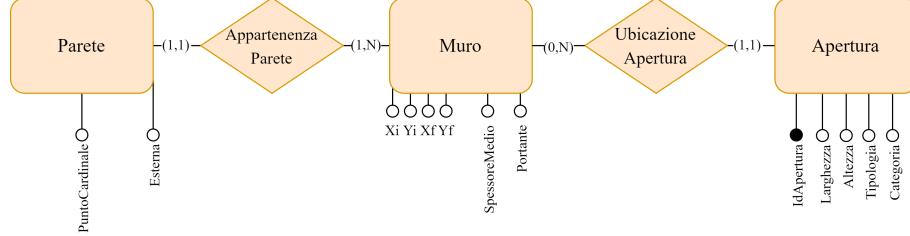
Per risalire al punto cardinale di un'apertura è sufficiente ottenere il punto cardinale della parete esterna del muro sul quale l'apertura è ubicata.

**Input:** IdApertura esclusivamente di una finestra o di una portafinestra **Ouput:**

PuntoCardinale da intendersi come il punto cardinale verso il quale l'apertura è orientata

**frequenza dell'operazione:** si stima che questa operazione venga eseguita con frequenza 2/settimana

### 5.3.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.3.3 Tavola dei volumi dell'operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Parete	Entità	9000	In media ciascun muro ha 2 pareti ( 2 * 4500)
Muro	Entità	4500	In media ciascun vano ha 3 mura (3 * 1500)
Apertura	Entità	3750	In media ciascun vano ha 2,5 aperture
UbicazioneApertura	Associazione	3750	In media 1 per apertura
AppartenenzaParete	Associazione	9000	In media 1 per parete

### 5.3.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizioni
Ubicazione-Apertura	R	L	1 (accesso in lettura a "UbicazioneApertura" dove "IdApertura" coincide con quello fornito in input. Ogni apertura ha una ed una sola ubicazione dunque si avrà 1 accesso)	Ottenerne "IdParte" del muro sul quale è ubicata l'apertura
Apparteneza-Parete	R	L	2	Ottenerne "IdParte" delle due pareti appartenenti al muro su cui è ubicata l'apertura
Parete	E	L	2 (accesso in lettura a "Parete" dove "IdParete" coincide con uno dei 2 ottenuti precedentemente)	Ottenerne "Esterna" e "PuntoCardinale" di entrambe le pareti. Da questi dati siamo in grado di individuare il punto cardinale della finestra o portafinestra

$$f^T = 2/\text{settimana} = 2/(7 * \text{giorno})$$

$$o^T = (1 + 2 + 2)L = 5L = 5 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 5 \text{ operazioni} * 2/(7 * \text{giorno}) \hat{=} 1 \text{ operazioni/giorno}$$

## 5.4 Calcolo del costo di uno stadio di avanzamento

### 5.4.1 Descrizione

Dato uno stadio di avanzamento di un progetto (“NumeroStadio”, “CodiceProgetto”), questa operazione permette di risalire al suo costo attuale.

Il costo di uno stadio di avanzamento non è costante nel tempo: potrebbe variare a seguito dell'utilizzo di nuovi materiali (inserimento in “UtilizzoMateriale”) o dell'inserimento di nuovi orari di lavoro dei dipendenti (inserimento in “EsecuzioneLavoro”, “SupervisioneLavoro”, “DirezioneLavoro”) per uno dei lavori che compongono stadio di avanzamento.

Questa operazione ritorna un valore di tipo float da interpretarsi come il costo in euro di uno stadio di avanzamento. Questo è calcolato a partire da due fattori: costo dei dipendenti e costo dei materiali.

#### come viene calcolato il costo dei dipendenti

Il costo dei dipendenti viene calcolato come somma tra il costo degli operai, dei capi cantiere e dei responsabili dei lavori che hanno lavorato a ciascuno dei lavori che compongono lo stadio di avanzamento. Il costo dei dipendenti per un lavoro è calcolabile come somma di tutte le ore in cui un dipendente ha eseguito quel lavoro moltiplicata per la sua paga oraria:

$$\begin{aligned}costo\_operaio &= ore * paga\_oraria \\costo\_capocantiere\_lavoro &= ore * paga\_oraria \\costo\_responsabile\_lavoro &= ore * paga\_oraria\end{aligned}$$

Costo\_dipendenti\_lavoro corrisponde al costo dei dipendenti per un lavoro, per ottenere il costo dei dipendenti per uno stadio di avanzamento è sufficiente iterare questo procedimento per tutti i lavori che compongono lo stadio e sommare i valori ottenuti fra di loro.

$$\sum_{operai} costo\_operaio + \sum_{capocantiere} costo\_capocantiere + \sum_{responsabili} costo\_responsabile)$$

**come viene calcolato il costo dei materiali di uno stadio di avanzamento** Il costo dei materiali di uno stadio di avanzamento viene calcolato come la somma dei costi di tutti i lotti distinti impiegati nei lavori che lo compongono.

A sua volta, il costo dei materiali di un lavoro è calcolabile come costo di tutti i materiali distinti usati nelle fasi di lavoro. Per prima cosa dunque è necessario ottenere tutti i materiali usati in ogni fase e prendere soltanto le occorrenze distinte (Lo stesso lotto di materiale può essere usato in più fasi dello stesso lavoro), per ogni lotto utilizzato si ricava il costo del lotto (“CostoUnitario” \* “Quantita”) e infine si sommano tra loro i costi di tutti i lotti.

$$costo\_materiali = (\sum_{lavori} (\sum_{materiali} costo\_lotto))$$

#### come calcolare il costo dello stadio di avanzamento

Il costo dello stadio di avanzamento è infine ottenuto come la somma tra il costo dei dipendenti ed il costo dei materiali.

Esiste il vincolo per cui se la data di fine di uno stadio di avanzamento supera quella di stima, per ogni settimana che intercorre tra la data di stima di fine (“DataStimaFine”) e la data di fine di uno stadio di avanzamento, al costo dello stadio di avanzamento viene aggiunto un ulteriore 5%. Si ottiene quindi la formula:

$$costo\_materiali\_lavoro = \sum_{materiali\_distinti} costo\_lotto$$

$$costo\_materiali = \sum_{lavori} costo\_materiali\_lavoro$$

### COME CALCOLARE IL COSTO DELLO STADIO DI AVANZAMENTO

Il costo dello stadio di avanzamento è infine ottenuto, nel caso in cui lo stadio sia terminato entro i tempi previsti, come la somma tra il costo dei dipendenti ed il costo dei materiali. Nel caso in cui invece la data di fine di uno stadio di avanzamento superi quella stimata, è necessario aggiungere al costo ottenuto come somma di costo\_dipendenti e costo\_materiali un ulteriore 5% in più per ogni settimana che intercorre tra la data di fine stimata (“DataStimaFine”) e quella reale.

Infine nel caso lo stadio non sia ancora terminato, si considera come possibile data di fine la data odierna ovvero: se la data attuale è anteriore rispetto a quella stimata non si avranno percentuali aggiuntive, nel caso in cui invece sia posteriore si considera il numero di settimane di ritardo attualmente accumulate.

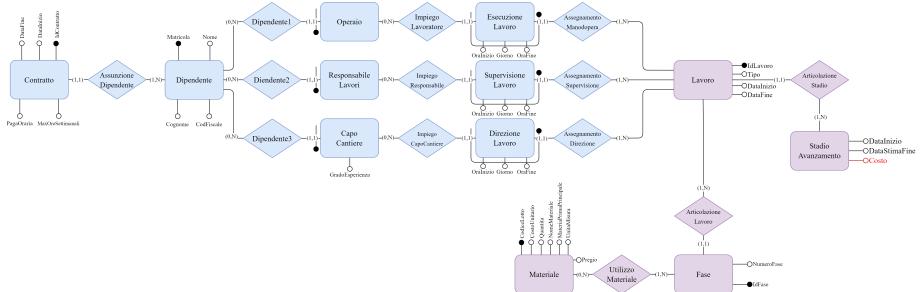
$$costo\_stadio = (costo\_dipendenti + costo\_materiali) * (1 + 0,05 * settimane\_in\_piu)$$

**Input:** NNumeroStadio, CodiceProgetto

**Output:** costo\_stadio di tipo float da intendersi come il costo dello stadio di avanzamento  
**Frequenza dell'operazione:** ogni anno l'azienda si occupa in media di 5 progetti edilizi, ciascuno dei quali è composto in media da 5 stadi di avanzamento.

Questo significa che ogni anno vengono portati a termine 25 stadi di avanzamento diversi. E' ragionevole supporre che sia utile leggere il costo di ciascuno di questi stadi in media 8 volte l'anno (due durante lo svolgimento dello stadio e sei dopo la sua conclusione). Si stima quindi che questa operazione venga effettuata con una frequenza annuale di 200 volte l'anno.

#### 5.4.2 Porzione di diagramma interessata



#### 5.4.3 Tavola dei volumi dell'operazione

<b>Concetto</b>	<b>Tipo</b>	<b>Volume</b>	<b>Motivazione</b>
Materiale	Entità	33850	In media 5 per lavoro realmente svolto più i materiali presenti nel magazzino
Materiali usati		33750	
Magazzino		100	In media 20 per materiale predefinito
Lavoro	Entità	11250	15 per stadio di avanzamento in media
Lavori realmente svolti		6750	2/3 dei lavori (1/3 dei lavori sono di progetti respinti che non hanno mai visto assegnamento di dipendenti)
Fase	Entità	67500	6 per lavoro in media
Fase realmente svolta		40500	2/3 delle fasi (1/3 delle fasi sono di progetti respinti che non hanno mai visto utilizzi di materiale)
StadioAvanzamento	Entità	750	In media 5 per progetto edilizio
EsecuzioneLavoro	Entità	2835000	$2835000 = 6750 * 3 * 20 * 7$ 6750 è il numero dei lavori realmente svolti 20 è il numero di operai che in media lavorano a un lavoro 3 è il numero di lavori diversi che un operaio svolge in media in un giorno lavorativo 7 è il numero di giorni lavorativi esistenti

SupervisioneLavoro	Entità	47250	$47250 = 6750 * 1 * 1 * 7$ 6750 è il numero dei lavori realmente svolti 1 è il numero di responsabili dei lavori che in media supervisionano uno stesso lavoro 1 è il numero di lavori diversi supervisionati da uno stesso responsabile di lavoro in un giorno lavorativo 7 è il numero di giorni lavorativi esistenti
DirezioneLavoro	Entità	283500	$283500 = 6750 * 3 * 2 * 7$ 6750 è il numero dei lavori realmente svolti 3 è il numero di lavori diversi che un capo cantiere coordina in media in un giorno lavorativo 2 è il numero medio dei capi cantieri che dirigono uno stesso lavoro 7 è il numero di giorni lavorativi esistenti
Operario	Entità	600	20 lavoratori in media per capo cantiere
ResponsabileLavori	Entità	30	paragonabili al numero dei capi cantiere
CapoCantiere	Entità	30 per ipotesi	
Dipendente	Entità	660	somma di tutti i lavoratori
Contratto	Entità	1320	In media 2 per ogni dipendente (qualcuno ha visto 2 contratti, altri 3)
UtilizzoMateriale	Associazione	101250	2,5 per fase di lavoro realmente svolta in media
Articolazione-Lavoro	Associazione	67500	1 per fase in media

ArticolazioneStadio	Associazione	11250	1 per lavoro in media
Assegnamento-Manodopera	Associazione	2835000	1 per esecuzione lavoro in media
Assegnamento-Supervisione	Associazione	47250	1 per supervisione lavoro in media
Assegnamento-Direzione	Associazione	283500	1 per direzione lavoro in media
ImpiegoLavoratore	Associazione	2835000	1 per esecuzione lavoro in media
Impiego-Responsabile	Associazione	47250	1 per supervisione lavoro in media
Impiego-CapoCantiere	Associazione	283500	1 per direzione lavoro in media
Assunzione-Dipendente	Associazione	1320	2 contratti in media per ogni dipendente
Dipendente1	Associazione	600	1 per operaio in media
Dipendente2	Associazione	30	1 per responsabile dei lavori in media
Dipendente3	Associazione	30	1 per capo cantiere in media

#### 5.4.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Articolazione-Stadio	R	L	15 =11250/750 (accesso in lettura a "Articolazione-Stadio" dove ["CodiceProgetto","NumeroStadio"] coincidono con quelli forniti da input; 11250= numero di occorrenze di "ArticolazioneStadio", 750= numero di occorrenze di lavoro 15= numero di lavori in media per uno stadio di avanzamento)	Ottenere "IdLavoro" di tutti i lavori appartenenti allo stadio di avanzamento fornito in input]

Lavoro	E	L	15 (accesso in lettura a “Lavoro” dove “IdLavoro” coincide con uno dei 15 precedentemente trovati)	Ottenere “DataInizio” e “DataFine” di ciascun lavoro dello stadio
Assegnamento-Manodopera	R	L	6300 = 15* 2835000/6750 (accesso in lettura ad “AssegnamentoManodopera” dove “IdLavoro” coincide con uno dei 15 precedentemente trovati. 2835000 = occorrenze di “Assegnamento-Manodopera”, 6750 = lavori realmente svolti, 2835000/6750 = AssegnamentiManodopera per lavoro in media 15= lavori di interesse )	Ottenere “Matricola” e orario di lavoro (“Giorno”, “OraInizio”, “OraFine”) di ciascuno degli operai che lavorano ad uno dei lavori dello stadio di avanzamento fornito da input

Assegnamento-Supervisione	R	L	$105 = 15 * 47250 / 6750$ (accesso in lettura ad "AssegnamentoSupervisione" dove "IdLavoro" coincide con uno dei 15 precedentemente trovati. $47250 =$ occorrenze di "AssegnamentoSupervisione" $6750 =$ lavori realmente svolti, $2835000 / 6750 =$ AssegnamentoSupervisione per lavoro in media 15 = lavori di interesse )	Ottenerne "Matricola" e orario di lavoro ("Giorno", "OraInizio", "OraFine") di ciascuno dei responsabili che supervisionano uno dei lavori dello stadio di avanzamento fornito da input
Assegnamento-Direzione	R	L	$630 = 15 * 283500 / 6750$ (accesso in lettura ad "Assegnamento-Direzione" dove "IdLavoro" coincide con uno dei 15 precedentemente trovati. $47250 =$ occorrenze di "Assegnamento-Direzione" $6750 =$ lavori realmente svolti, $2835000 / 6750 =$ Assegnamento-Direzione per lavoro in media 15 = lavori di interesse )	Ottenerne "Matricola" e orario di lavoro ("Giorno", "OraInizio", "OraFine") di ciascuno dei capi cantiere che dirigono uno dei lavori dello stadio di avanzamento fornito da input

Contratto	E	L	<p>690=15*23*2 (Accesso in lettura a "Dipendente" dove "Matricola" coincide con una di quelle trovate precedentemente: in media lavorano ad ogni lavoro 20 lavoratori + 2 capi cantiere + 1 responsabile = 23 dipendenti, 15 = numero dei lavori di interesse, <math>15*23 =</math> numero matricole potenzialmente distinte, 2 contratti in media per dipendente )</p>	Ottenere "DataInizio","DataFine" e "PagaOraria" dei contratti dei dipendenti individuati
Articolazione-Lavoro	R	L	<p>90= <math>15*67500/11250</math> (accesso in lettura a "ArticolazioneLavoro" dove "IdLavoro" coincide con uno dei 15 individuati precedentemente. <math>67500=</math> occorrenze di "Articolazione-Lavoro" <math>11250=</math> occorrenze di "Lavoro" <math>67500/11250=</math> fasi in media per lavoro 15 = lavori di interesse)</p>	Ottenere "IdFase" di tutte le fasi dei 15 lavori che sono stati svolti nello studio di avanzamento

UtilizzoMateriale	R	L	225 = 90*101250/40500 (accesso in lettura a “Utilizzo-Materiale” dove “IdFase” corrisponde a uno dei 90 trovati precedentemente. 101250 = occorrenze di “UtilizzoMateriale”, 40500 = occorrenze di “Fase” che corrispondono a fasi realmente svolte 101250/40500 = materiali utilizzati per fase in media 90= fasi di interesse. 225 occorrenze di “Utilizzo-Materiale” corrispondono a 75 (225/3) codici lotto distinti in quanto ogni lotto è utilizzato in media da 3 fasi. )	Ottenere “CodiceLotto” di tutti i lotti distinti utilizzati nello stadio di avanzamento
Materiale	E	L	75 = (Accesso in lettura a “Materiale” dove “IdLotto” coincide con uno dei 75 trovati precedentemente)	Ottenere “Costo” di ciascun materiale utilizzato nello stadio di avanzamento
Stadio-Avanzamento	E	L	1 (Accesso in lettura a “StadioAvanzamento” dove “IdStadio” coincide con quello fornito da input)	Ottenere “DataStimaFine” dello stadio di avanzamento

$$f^T = 200/\text{anno} = 200/(365 * \text{giorno})$$

$$o^T = (15 + 15 + 6300 + 105 + 630 + 690 + 90 + 225 + 75 + 1)L = 8146L = 8146 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 8146 \text{ operazioni} * 200/(365 * \text{giorno}) = 4464 \text{ operazioni/giorno}$$

#### 5.4.5 Ridondanza

Si potrebbe pensare di inserire la ridondanza che rappresenta il costo dello stadio di avanzamento aggiornato al completamento di ogni singolo lavoro con una politica di aggiornamento incrementale: quando termina un lavoro, al costo dello stadio di avanzamento vengono sommati tutti i costi per il lavoro in questione senza ricalcolare il costo da 0.

In uno stadio di avanzamento in media vengono completati 3 lavori ogni 2 settimane ovvero 1,5 lavori a settimana.

Un aggiornamento di questo tipo fornisce un valore veritiero solo nell'istante in cui questo viene aggiornato per poi diventare approssimato per i 10 giorni successivi, tuttavia un valore approssimato è giustificato nel caso di una significativa riduzione dei costi in termini di operazioni giornaliere. Nel momento in cui verrà inserito l'ultimo lavoro dello stadio di avanzamento, il valore della ridondanza Costo dello Stadio di Avanzamento sarà per sempre corretto.

#### Lettura nel caso di ridondanza

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizione
StadioAvanzamento	E	L	1 (Accesso in lettura a "StadioAvanzamento" dove [ "NumeroStadio", "CodiceProgetto" ] corrispondono a quelli forniti da input )	Ottenere "Costo"

$$f^T = 200/\text{anno} = 200/(365 * \text{giorno})$$

$$o_{RID}^T = 1 \text{ operazione}$$

$$n_{RID}^T = o_{RID}^T * f^T = 1 \text{ operazione} * 200/(365 * \text{giorno}) = 1 \text{ operazione/giorno}$$

$$n^T = 4464 \text{ operazioni/giorno}$$

$$\Delta = n^T - n_{RID}^T = (4464 - 1) \text{ operazioni/giorno} = 4463 \text{ operazioni/giorno}$$

#### Operazione di aggiornamento della ridondanza

l'aggiornamento della ridondanza avverrà per mezzo di un trigger dopo l'aggiornamento della data di fine di un lavoro. Quindi le informazioni note in input saranno "IdLavoro" e "DataFine" del lavoro che viene aggiornato.

frequenza: in ogni istante si svolgono 15 lavori contemporaneamente, i lavori hanno una durata media di 2 settimane, in media ogni 2 settimane si completano 15 lavori.

Dato che questa operazione di aggiornamento della ridondanza viene eseguita ogni volta che si conclude un lavoro avrà una frequenza pari a  $15/(2*\text{settimana})$

**Tavola degli accessi**

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizione
Articolazione-Stadio	R	L	1 (accesso in lettura a "Articolazione-Stadio", dove "IdLavoro" coincide con quello fornito da input)	Ottenere "NumeroStadio", "CodiceProgetto" del progetto edilizio a cui il lavoro appena aggiornato appartiene
Assegnamento-Manodopera	R	L	420 = 2835000 / 6750 (accesso in lettura a "AssegnamentoManodopera" dove "IdLavoro" coincide con quello ricevuto da input 2835000= Occorrenze di "AssegnamentoManodopera" 6750 = Occorrenze di "Lavoro" che corrispondono a lavori realmente svolti 2835000 / 6750 = assegnamenti manodopera per ciascun lavoro realmente svolto (quelli non svolti ne avranno 0). )	Ottenere "Matricola" e orario di lavoro ([ "OraInizio" "OraFine" "Giorno" ]) di tutti gli operai che hanno lavorato a quel lavoro In media si troveranno 20 matricole distinte

Assegnamento-Supervisione	R	L	$\frac{7= 47250}{6750}$ (accesso in lettura a "AssegnamentoSupervisione" dove "IdLavoro" coincide con quello ricevuto da input 47250= Occorrenze di "AssegnamentoSupervisione" 6750 = Occorrenze di "Lavoro" che corrispondono a lavori realmente svolti 47250 / 6750 = assegnamenti supervisione per ciascun lavoro realmente svolto (quelli non svolti ne avranno 0). )	Ottenere "Matricola" e orario di lavoro ([ "OraInizio" "OraFine" "Giorno" ]) di tutti i responsabili che hanno supervisionato quel lavoro In media si troverà 1 Matricola distinta
---------------------------	---	---	---	---

Assegnamento-Direzione	R	L	$42 = 283500 / 6750$ (accesso in lettura a "AssegnamentoDirezione" dove "IdLavoro" coincide con quello ricevuto da input $283500 =$ Occorrenze di "Assegnamento-Direzione" $6750 =$ Occorrenze di "Lavoro" che corrispondono a lavori realmente svolti $283500 / 6750 =$ assegnamenti supervisione per ciascun lavoro realmente svolto (quelli non svolti ne avranno 0). )	Ottenerne "Matricola" e orario di lavoro ([ "OraInizio" "OraFine" "Giorno" ]) di tutti i capi cantiere che hanno diretto quel lavoro In media si troveranno 2 matricole distinte
Assunzione-Dipendente	R	L	$46 = 23 * 1320 / 660$ (Accesso in lettura a "AssunzioneDipendente" dove "Matricola" coincide con una delle 23 trovate precedentemente $1320 =$ Occorrenze di "AssunzioneDipendente" $660 =$ Occorrenze di "Dipendente" $1320 / 660 =$ Contratti in media per dipendente 23 = numero di dipendenti di interesse)	Ottenerne "Id-Contratto" di tutti i contratti di ciascun dipendente che ha lavorato al lavoro fornito da input

Contratto	E	L	46 (Accesso in Contratto dove “IdContratto” coincide con uno dei 46 trovati precedentemente)	Ottenerne “DataInizio”, “DataFine” e “PagaOraria” di tutti i contratti di ciascun dipendente che ha lavorato al lavoro fornito da input da questi dati è possibile ottenerne il contratto in corso di validità durante il periodo di lavoro e la relativa paga oraria
Articolazione-Lavoro	R	L	6 = 67500/11250 (Accesso in lettura a “ArticolazioneLavoro” dove “IdLavoro” coincide con quello fornito da input 67500 = Occorrenze di “ArticolazioneLavoro”, 11250 = Occorrenze di “Lavoro” 67500/11250 = fasi in media per lavoro)	Ottenerne “IdFase” di tutte le fasi che compongono il lavoro appena terminato

UtilizzoMateriale	R	L	$15 = 6 * 101250/40500$ (Accesso in lettura a "UtilizzoMateriale" dove "IdFase" coincide con uno dei 6 trovati precedentemente 101250 = occorrenze di "UtilizzoMateriale", 40500= occorrenze di "Fase" che corrispondono a fasi realmente svolte (Quelle non svolte non utilizzano alcun materiale) $101250/40500 =$ materiali utilizzati in media per fase 6= fasi di interesse)	Ottenere "CodiceLotto" di tutti i materiali utilizzati in ciascuna delle fasi appartenenti al lavoro appena terminato in media ciascun materiale è utilizzato 3 (15/5) volte in un lavoro (Materiali per lavoro = 33750/6750 = 5, Utilizzi materiale per lavoro = $101250/6750=15$ ) quindi da i 15 accessi si otterranno solamente 5 "CodiceLotto" distinti
Materiale	E	L	5 (Accesso in lettura a "UtilizzoMateriale" dove "CodiceLotto" coincide con uno dei 5 precedentemente trovati)	Ottenere "CostoUnitario", "Quantita" per ognuno dei lotti utilizzati
Stadio-Avanzamento	E	L	1	Ottenere "DataStimaFine" e "Costo" (leggo il costo fino a quel momento per potergli sommare il costo del nuovo lavoro e la dataStimaFine per sapere che percentuale aggiuntiva bisogna sommare al costo totale)

Stadio	Avanzamento	E	S	1 (Accesso in scrittura a “Costo” per aggiornare la ridondanza)	Scrivere ”Costo”
--------	-------------	---	---	---	------------------

$$g^A = 15/(2 * \text{settimana})$$

$$o^A = (1+420+7+42+46+46+6+15+5+1)L+(1)S = 589L+1S = (589+2)\text{operazioni} = 591\text{operazioni}$$

$$n^A = o^A * g^A = 591\text{operazioni} * 15/(2 * \text{settimana}) = 633\text{operazioni/giorno}$$

$$\Delta = n^T - n_{RID}^T = (4480 - 633)\text{operazioni/giorno} = 3847\text{operazioni/giorno}$$

$$n^A \ll \Delta$$

Il numero di operazioni giornaliere per l'aggiornamento della ridondanza è un ordine di grandezza più piccolo del delta, pertanto è stato scelto di mantenere la ridondanza

## 5.5 Calcolo della data di fine di uno stadio di avanzamento

### 5.5.1 Descrizione

Dato uno stadio di avanzamento di un progetto edilizio (“NumeroStadio”, “CodiceProgetto”), questa operazione permette di risalire alla data di fine dello stadio: questa è infatti uguale alla massima data di fine dei lavori di uno stadio di avanzamento quando tutti questi si sono conclusi, nel caso almeno un lavoro non sia ancora terminato (ovvero abbia NULL come “DataFine”) o i valori inseriti in input siano errati solleva un’eccezione con una stringa di spiegazione.

#### come calcolare la data di fine di uno stadio di avanzamento:

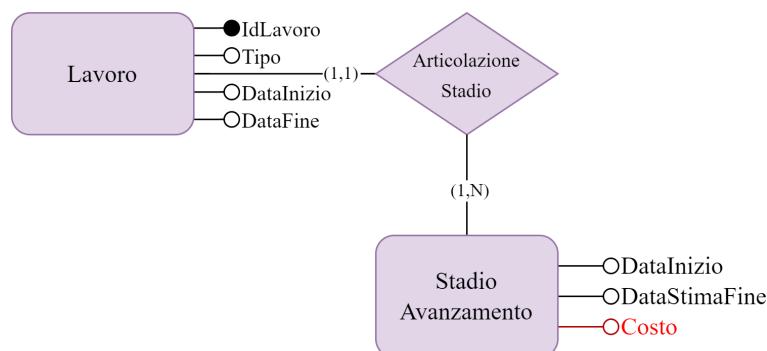
La data di fine dello stadio di avanzamento è uguale alla massima data di fine dei lavori che compongono lo stadio quando tutti questi si sono conclusi, nel caso in cui almeno un lavoro non sia ancora terminato (ovvero abbia NULL come “DataFine”) allora restituisce NULL.

**Input:** NumeroStadio, CodiceProgetto

**Ouput:** data\_fine

**Frequenza dell’operazione:** si suppone che questa operazione venga eseguita con una frequenza di 1/giorno

### 5.5.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.5.3 Tavola dei volumi dell’operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Lavoro	Entità	11250	15 per stadio di avanzamento in media
StadioAvanzamento	Entità	750	In media 5 per progetto edilizio
ArticolazioneStadio	Associazione	11250	1 per lavoro in media

### 5.5.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione

Articolazione-Stadio	R	L	15 (accesso in lettura a “Articolazione-Stadio” dove [NumeroStadio, CodiceProgetto] coincidono con quelli forniti in input)	Ottenere “IdLavoro” di tutti i lavori dello stadio di avanzamento
Lavoro	E	L	15 (accesso in lettura a “Lavoro” dove “IdLavoro” coincide con quelli precedentemente ottenuti)	Ottenere “Data-Fine” di tutti i lavori che compongono lo stadio di avanzamento.

$$f^T = 1/\text{giorno}$$

$$o^T = (15 + 15)L = 30L = 30 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 30 \text{ operazioni} * 1/\text{giorno} = 30 \text{ operazioni/giorno}$$

## 5.6 Lettura dei materiali che non sono ancora stati usati (magazzino)

### 5.6.1 Descrizione

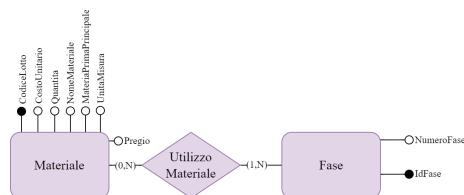
Questa operazione permette di risalire a tutti i materiali che non sono stati impiegati in alcun lavoro. I lotti di materiali vengono solitamente acquisiti in vista di un lavoro edilizio, ma non sempre tutti i materiali vengono effettivamente utilizzati. La lettura di tutti i lotti di materiale presenti in magazzino consente di avere un quadro completo delle scorte disponibili e di valutare la possibilità di utilizzarle in altri lavori o di venderle per recuperare parte del costo. Inoltre, la lettura dei materiali in magazzino può fornire importanti informazioni sulla gestione degli acquisti e delle scorte, consentendo di identificare eventuali inefficienze e di adottare correzioni nella gestione dei materiali.

**Input:** nessuno

**Output:** “CodiceLotto” di tutti i materiali acquistati ma non utilizzati

**Frequenza dell’operazione:** si stima che questa operazione verrà eseguita in media 1/settimana 0,14/giorno

### 5.6.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.6.3 Tavola dei volumi dell’operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Materiale	Entità	33850	In media 5 per lavoro realmente svolto più i materiali presenti nel magazzino
Fase	Entità	67500	6 per lavoro in media
UtilizzoMateriale	Associazione	101250	2,5 per fase di lavoro realmente svolta in media

### 5.6.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizione
Materiale	E	L	33850 (Accesso in lettura a tutte le occorrenze di “Materiale”)	Ottenere “CodiceLotto” di tutti i lotti

UtilizzoMateriale	R	L	101250 (accesso in lettura a tutte le occorrenze di UtilizzoMateriale)	Ottenere tutti i "CodiceLotto" distinti che compaiono in "UtilizzoMateriale"
-------------------	---	---	--	--

$$f^T = 1/\text{settimana}$$

$$o^T = (33850 + 101250)L = 135100 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 135100 \text{ operazioni} * 1/\text{settimana} = 135100 \text{ operazioni/settimana} 19300 \text{ operazioni/giorno}$$

### 5.6.5 Ridondanza

Ogni volta che Smart Buildings acquista un nuovo lotto di materiale, il codice lotto di questo viene memorizzato nel magazzino. Ogni volta che Smart Buildings utilizza un lotto di materiale, lo rimuove dal magazzino.

E' stata quindi proposta un'associazione ridondante "MaterialeInutilizzato" tra "Materiale" ed una nuova entità che rappresenta i materiali effettivamente presenti in magazzino ("MaterialeInMagazzino"). "MaterialeInMagazzino" è un'entità che non ha attributi ed è identificata in maniera univoca da "CodiceLotto" del materiale presente in magazzino.

Operazioni/MaterialeInutilizzato.png

questa ridondanza deve essere aggiornata sia nel caso di acquisto di un nuovo materiale, sia nel caso di utilizzo di un materiale che non era stato precedentemente usato.

**Lettura dei materiali non ancora impiegati in presenza di ridondanza:**

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Materiale-Inutilizzato	R	L	100 (accesso in lettura a tutte le occorrenze di "MaterialeInutilizzato")	Ottenere "CodiceLotto" di tutti i lotti in magazzino

$$f^T = 1/\text{settimana}$$

$$o_{RID}^T = 100 \text{ operazioni}$$

$$n_{RID}^T = o_{RID}^T * f^T = 100 * 1 = 100 \text{ operazioni/settimana} 14 \text{ operazioni/giorno}$$

$$\Delta = n^T - n_{RID}^T = (19300 - 14) \text{ operazioni/giorno} = 19286 \text{ operazioni/giorno}$$

**Aggiornamento della ridondanza: acquisto di un materiale**

**Input:** CodiceLotto, CostoUnitario, Quantita, NomeMateriale, MateriaPrimaPrincipale, UnitàMisura

**Frequenza dell'operazione:** contemporaneamente si svolgono 15 lavori, ciascun lavoro prevede l'utilizzo di 5 materiali, i lavori hanno una durata media di 2 settimane quindi ogni 2 settimane sarà necessario l'acquisto di  $5 * 15 = 75$  materiali. Quindi la frequenza giornaliera di questa operazione sarà  $75/(2*7*\text{giorno})$

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Materiale-Inutilizzato	R	S	1	Aggiungere "CodiceLotto" a quelli in inutilizzati

$$g^A = 75/(14 * \text{giorno})$$

$$o^A = 1S = 2 \text{ operazioni}$$

$$n^A = o^A * g^A = 2 * 75/(14 * \text{giorno}) \tilde{=} 11 \text{ operazioni/giorno}$$

#### Aggiornamento della ridondanza: utilizzo di un materiale

**Input:** CodiceLotto, IdFase

**Frequenza dell'operazione:** contemporaneamente si svolgono 15 lavori, ciascun lavoro prevede l'utilizzo di 5 materiali, i lavori hanno una durata media di 2 settimane quindi ogni 2 settimane saranno utilizzati  $5 * 15 = 75$  materiali. Quindi la frequenza giornaliera di questa operazione sarà  $75/(2*7*\text{giorno})$

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Materiale-Inutilizzato	R	L	11 (accesso in lettura a "MaterialeInutilizzato" dove "CodiceLotto" coincide con quello fornito da input)	Controllare che il materiale fosse effettivamente in magazzino
Materiale-Inutilizzato	R	S	1 1 (accesso in scrittura a "MaterialeInutilizzato" dove "CodiceLotto" coincide con quello fornito da input)	Eliminare dai materiali in magazzino la tupla con codice lotto = NEW.CodiceLotto

$$g^A = 75/(14 * \text{giorno})$$

$$o^A = 1L + 1S = (1 + 2)\text{operazioni} = 3 \text{ operazioni}$$

$$n^A = o^A * g^A = 3\text{operazioni} * 75/(14 * \text{giorno}) \tilde{=} 16 \text{ operazioni/giorno}$$

Quindi complessivamente per l'aggiornamento della ridondanza si ha:

$$n_{TOT}^a = 16 + 11 = 27 \text{ operazioni/giorno}$$

$$n^a \ll \Delta$$

di conseguenza è stato scelto di mantenere la ridondanza

## 5.7 Stima del valore di un edificio

### 5.7.1 Descrizione

Dato un edificio (“IdEdificio”) questa operazione permette di ottenere una stima del suo costo. E’ possibile effettuare questa operazione solo su edifici interamente costruiti da Smart Buildings (in modo tale da conoscere tutti i lotti di materiale impiegati nella costruzione) e situati in aree geografiche per le quali sia noto il costo medio al m<sup>2</sup> di un edificio (“CostoM2”). Nei casi in cui almeno una di queste due condizioni non è rispettata l’operazione restituisce il valore NULL

#### come viene stimato il valore di un edificio

Si suppone che il valore di un edificio sia stimabile valutando la sua superficie totale: questa comprende sia la superficie interna (vani) sia la superficie esterna (parti esterne). Solitamente la presenza di parti esterne fa aumentare notevolmente il valore di un edificio, pertanto è stato scelto di aumentare il costo delle superfici esterne del 10% rispetto al costo base (“CostoM2”).

$$\text{costoM2} * \left( \sum_{\text{vani}} \text{superficie\_vano} + 1,1 * \sum_{\text{parti\_esterne}} \text{superficie\_parte\_esterna} \right)$$

A questa somma vanno inoltre aggiunti tutti i costi relativi ad eventuali materiali di pregio impiegati nella realizzazione dell’edificio, questi infatti contribuiscono considerevolmente ad incrementarne il valore.

$$\sum_{\text{materiali\_pregio}} (\text{CostoUnitario} * \text{Quantita})$$

$$\text{costo\_edificio\_ottime\_condizioni} = \text{costo\_superficie} + \text{costo\_materiali\_pregio}$$

Questa stima tuttavia rappresenterebbe il costo dell’edificio in stato ottimale. Sono quindi state introdotte delle percentuali di incremento e decremento del costo per tutti i casi in cui un edificio si trovi in condizioni diverse da quelle ottime. Le percentuali di incremento o decremento del costo vengono assegnate sulla base dello stato generale dell’edificio (“StatoGenerale”):

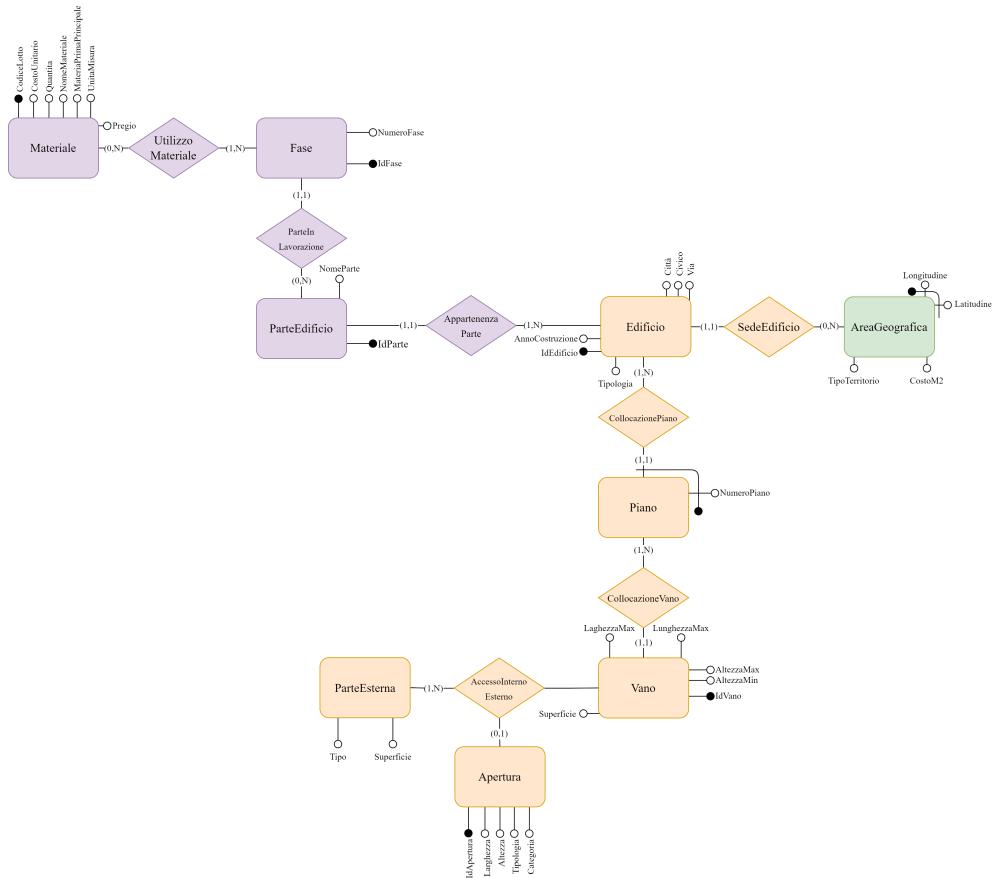
- $90 < \text{stato\_edificio} \leq 100$ : +10%
- $80 < \text{stato\_edificio} \leq 90$ : +0%
- $70 < \text{stato\_edificio} \leq 80$ : -5%
- $60 < \text{stato\_edificio} \leq 70$ : -10%
- $50 < \text{stato\_edificio} \leq 60$ : -20%
- $\text{stato\_edificio} \leq 50$ : -40%

**Input:** IdEdificio

**Output:** costo di tipo float da intendersi come la stima del valore dell’edificio

**Frequenza dell’operazione:** Si stima che questa operazione venga eseguita in media una volta all’anno per conoscere il valore di ciascuno degli edifici, quindi la frequenza di questa operazione sarà 1\*50/anno.

### 5.7.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.7.3 Tavola dei volumi dell'operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
AreaGeografica	Entità	550	9 per edificio in media
Edificio	Entità	50	ipotesi
Piano	Entità	150	3 per ogni edificio in media
Vano	Entità	1500	10 per ogni piano in media
Apertura	Entità	3750	2,5 per ogni vano in media
ParteEsterna	Entità	350	7 per edificio in media
ParteEdificio	Entità	18000	12 per vano in media
Fase	Entità	67500	6 per lavoro in media

Materiale	Entità	33850	5 per lavoro svolto in media più i materiali presenti nel magazzino
UtilizzoMateriale	Associazione	101250	2,5 per fase di lavoro realmente svolta in media
ParteInLavorazione	Associazione	40500	1 per fase realmente svolta
AppartenenzaParte	Associazione	18000	1 per parte edificio in media
SedeEdificio	Associazione	50	1 per edificio in media
CollocazionePiano	Associazione	150	1 per piano in media
CollocazioneVano	Associazione	1500	1 per vano in media
AccessoInterno-Esterno	Associazione	450	0,3 per vano in media

#### 5.7.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizione
Collocazione-Piano	R	L	3 = 150/50 (accesso in lettura a “CollocazionePiano” dove “IdEdificio” coincide con quello fornito in input 150 = occorrenze di “Collocazione-Piano” 50 = occorrenze di “Edificio”)	Ottenere “NumeroPiano” (e quindi la chiave perchè “IdEdificio” lo abbiamo già) di tutti i piani dell’edificio inserito in input

CollocazioneVano	R	L	30 = 3*1500/150 (Accesso in lettura a “CollocazioneVano” dove [“IdEdificio”, “NumeroPiano”] coincide con uno dei 3 precedentemente ottenuti 1500 = occorrenze di “CollocazioneVano”, 150 = occorrenze di piano 1500/150= vani in media per piano 3= piani di interesse)	Ottenere “IdVano” di tutti i vani dell’edificio
Vano	E	L	30 (Accesso in lettura a “Vano” dove “IdVano” coincide con uno dei 30 precedentemente ottenuti)	Ottenere “Superficie” di tutti i vani dell’edificio
SedeEdificio	R	L	1 (Accesso in lettura a “SedeEdificio” dove “IdEdificio” corrisponde a quello fornito in input)	Ottenere “Latitudine” e “Longitudine” dell’area geografica in cui è collocato l’edificio
AreaGeografica	E	L	1 (Accesso in lettura ad AreaGeografica dove [“Latitudine”, “Longitudine”] corrisponde a quella precedentemente ottenuta)	Ottenere “CostoM2” nell’area in cui ha sede l’edificio

AccessoInterno-Esterno	R	L	$9 = 450/50$ (Accesso in lettura a "AccessoInternoEsterno" dove "IdEdificio" coincide con quello fornito in input. $450 =$ occorrenze di "AccessoInternoEsterno", $50 =$ occorrenze di "Edificio")	Ottenere "IdParte" di tutte le parti esterne ("ParteEsterna") dell'edificio, gli accessi in lettura effettuati sono 9, tuttavia si troveranno solamente 7 valori di "IdParte" distinti in quanto un edificio ha in media 7 parti esterne (è infatti possibile avere più accessi interno-esterno ad una stessa parte esterna)
ParteEsterna	E	L	$7 =$ (Accesso in lettura a "ParteEsterna" dove "IdParte" coincide con uno dei 7 precedentemente trovati )	Ottenere la superficie ("Superficie") di tutte le parti esterne.
Appartenenza-Parte	R	L	$360 = 18000/50$ (Accesso in lettura a "AppartenenzaParte" dove "IdEdificio" coincide con quello fornito da input; $18000 =$ Occorrenze di "AppartenenzaParte", $50 =$ Occorrenze di "Edificio" )	Ottenere "IdParte" di tutte le parti di edificio

ParteIn-Lavorazione	R	L	$810 = \frac{360 * 40500}{18000}$ (Accesso in lettura a "ParteIn-Lavorazione" dove "IdParte" coincide con uno dei 360 ottenuti precedentemente; $40500 = $ Occorrenze di "ParteInLavorazione", $18000 = $ Occorrenze di "ParteEdificio" $40500 / 18000 = $ fasi di lavoro in media per parte)	Ottenerne "IdFase" di tutte le fasi di lavoro effettuate su parti dell'edificio
UtilizzoMateriale	R	L	$2025 = 810 * \frac{101250}{40500}$ (Accesso in lettura a "UtilizzoMateriale", dove "IdFase" coincide con uno degli 810 trovati precedentemente. $101250 = $ occorrenze di "UtilizzoMateriale", $40500 = $ occorrenze di "Fase" $101250 / 40500 = $ materiali usati per fase $810 = $ fasi di interesse )	Ottenerne i "CodiceLotto" di tutti i lotti di Materiale usati nell'edificio. Per ottenerne il numero di materiali distinti è necessario dividere per 3 in quanto un materiale è utilizzato in media in tre fasi diverse. ( $2025 / 3 = 675 $ lotti di materiale in media per edificio)
Materiale	E	L	650 (Accesso in lettura a "Materiale", dove "CodiceLotto" coincide con uno dei 675 trovati precedentemente)	ottenere per ogni materiale utilizzato informazioni su "CostoUnitario", "Quantità" e "Pregio"

$$f^T = 50/anno = 50/(365 * giorno)$$

$$o^T = (3 + 30 + 30 + 1 + 1 + 9 + 7 + 360 + 810 + 2025 + 650)L = 3926L = 3926 \text{ operazioni}$$
$$n^T = o^T * f^T = 3926 \text{ operazioni} * 50 / (365 * \text{giorno}) \approx 538 \text{ operazioni/giorno}$$

## 5.8 Stima della più probabile causa di un danno

### 5.8.1 Descrizione

Dato un danno (“IdDanno”) questa operazione permette di risalire all’evento calamitoso (“LatitudineEpicentro”, “LongitudineEpicentro”, “DataOra”, “NomeCalamita”) che con maggiore probabilità ha causato tale danno, nel caso estremamente raro in cui più eventi abbiano esattamente la stessa probabilità di aver causato il danno e questi siano le maggiori saranno restituiti entrambi, nel caso in cui invece nessun evento calamitoso risulti correlabile al danno sarà restituito NULL (è il caso di danni dovuti all’azione umana e/o all’usura).

### COME VIENE STIMATA LA RELAZIONE TRA DANNO ED EVENTO CALAMITOSO:

Si suppone che i danni causati da un evento calamitoso siano tutti rilevabili entro un periodo di massimo due anni dall’istante in cui l’evento calamitoso si è manifestato (“EventoCalamitoso.DataOra”). Dunque si considererà che non vi è alcun legame tra un evento calamitoso e danni rilevati due anni dopo la sua manifestazione. Si considera inoltre che un danno non possa essere stato causato da un evento calamitoso nel caso in cui l’area in cui è situato non risulti fra quelle colpite da tale evento. Infine per ogni Tipologia di danno (“TipologiaDanno”) è salvato nel database l’insieme delle Calamità che possono causare quel tipo di danno, insieme ad un grado di compatibilità (10 compatibilità massima tra TipologiaDanno e Calamità, 1 minima). Controllando gli eventi calamitosi relativi a Calamità compatibili con il tipo di danno del danno ricevuto in input, manifestatasi al massimo 2 anni prima della rilevazione del danno (e non dopo la rilevazione del danno), che hanno colpito l’area geografica in cui è situato il danno otteniamo un primo insieme di eventi calamitosi che possono aver causato il danno, fra questi bisogna trovare la causa più probabile.

Per stimare quale sia la causa più probabile si considerano 4 fattori:

1. Coefficiente di gravità con cui è stata colpita l’area (“Gravita”)
2. Compatibilità tra Calamità e Tipologia di danno (“GradoCompatibilità”)
3. Distanza nello spazio tra EventoCalamitoso e Danno
4. Distanza nel tempo tra EventoCalamitoso e Danno

Questi tre fattori possono variare in scale di valori molto diverse fra loro, infatti la distanza nel tempo, calcolata in giorni, varia tra 0 e 731 (1 contando il bisestile), la distanza nello spazio è compresa tra 0 e il massimo raggio della calamità (“MaxRaggioAzione”) mentre sia il grado di compatibilità che il coefficiente di gravità variano tra 1 e 10. Per questo motivo distanza nel tempo e nello spazio dovranno essere riscalati su una scala da 1 a 10 in modo che tutte le grandezze siano confrontabili tra loro. In particolare 1 dovrà corrispondere alla minima probabilità di legame e 10 alla massima (Quindi la “MaxDistanza” ricadrà su 1 e la minima su 10, stessa cosa nel tempo).

Inoltre i tre fattori non saranno pesati nello stesso modo:

Il peso massimo sarà dato alla gravità con cui l’evento calamitoso è stato rilevato nell’area in cui è situato il danno, un peso poco più basso ma molto simile sarà dato al grado di compatibilità, tempo e spazio avranno invece un peso minore, simile fra loro e con una

<b>Simbolo</b>	<b>Fattore</b>	<b>Peso</b>
G	gravità evento nell'area del danno	6
5	GrC	grado di compatibilità
$\Delta t$	delta tempo	2
$\Delta x$	delta spazio	3

leggera precedenza alla vicinanza nello spazio.

Avremo quindi un coefficiente di compatibilità tra evento calamitoso e danno così formulato:

$$coefficiente\_compatibilita = 6 * G + 5 * GrC + 2\Delta t + 3\Delta x$$

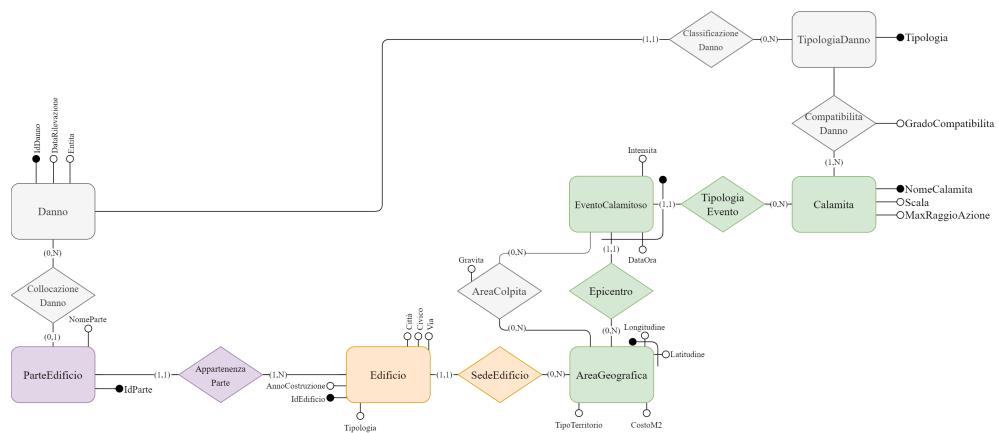
Sarà stimato come causa del danno l'evento calamitoso con coefficiente di compatibilità massimo.

**Input:** IdDanno (del danno di cui ci interessa trovare la causa)

**Output:** DataOra, NomeCalamita, Latitudine, Longitudine (dell'evento calamitoso che con maggiore probabilità ha causato il danno inserito)

**frequenza dell'operazione:** si stima che questa operazione verrà eseguita in media 5/giorno

### 5.8.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.8.3 Tavola dei volumi dell'operazione

<b>Concetto</b>	<b>Tipo</b>	<b>Volume</b>	<b>Motivazione</b>
AreaGeografica	Entità	550	9 per edificio in media
Edificio	Entità	50	ipotesi
ParteEdificio	Entità	18000	12 per vano in media
AppartenenzaParte	Associazione	18000	1 per parte edificio in media

SedeEdificio	Associazione	50	1 per edificio in media
Calamità	Entità	20	ipotesi
EventoCalamitoso	Entità	600	30 per calamità in media
TipologiaDanno	Entità	10	ipotesi
Danno	Entità	500	10 danni in media per edificio
CollocazioneDanno	Associazione	510	1,02 per danno in media
CompatibilitàDanno	Associazione	30	3 per tipologia danno in media
Classificazione-Danno	Associazione	500	1 per danno in media
AreaColpita	Associazione	12000	20 per evento calamitoso in media
TipologiaEvento	Associazione	600	1 per evento in media
Epicentro	Associazione	600	1 per evento in media

#### 5.8.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Danno	E	L	1 (Accesso in lettura a “Danno”, dove “Id-Danno” coincide con quello fornito in input)	Ottenere “Data-Rilevazione” del danno di cui si vuole stimare la causa
Collocazione-Danno	R	L	1 = 510/500 (accesso in lettura a “CollocazioneDanno” dove “idDanno” coincide con quello fornito in input 510= occorrenze di “Collocazione-Danno” 500= Occorrenze di “Danno”)	Ottenere “Id-Parte” su cui è collocato il danno

Appartenenza-Parte	R	L	1 (accesso in lettura a “Appartenenza-Parte”, dove “IdParte” coincide con quello trovato precedentemente)	Ottenere “IdEdificio” sul quale è collocato il danno
SedeEdificio	R	L	1 (accesso in lettura a “SedeEdificio” dove “IdEdificio” coincide con quello trovato precedentemente)	Ottenere “Latitudine” e “Longitudine” dell’area nella quale si trova il danno
Classificazione-Danno	R	L	1 (Accesso in lettura a “ClassificazioneDanno” dove “IdDanno” con quello fornito in input)	Ottenere “Tipologia” del danno
Compatibilita-Danno	R	L	3= 30/10 (Accesso in lettura a “CompatibilitaDanno”, dove “Tipologia” coincide con quella trovata precedentemente; 30 = Occorrenze di “CompatibilitaDanno”, 10 = Occorrenze di “TipologiaDanno”)	Ottenere “NomeCalamita” di tutte le calamità compatibili con il danno
Calamita	E	L	3 (Accesso in lettura a “Calamita” dove “NomeCalamita” coincide con uno dei 3 trovati precedentemente)	ottenere “MaxRaggioAzione” di ognuna delle calamità compatibili al danno (serve per riscalare la misura)

TipologiaEvento	E	L	$90 = 3 * 600 / 20$ (Accesso in lettura a "TipologiaEvento", dove "NomeCalamita" coincide con uno dei 3 trovati precedentemente 600= Occorrenze di "TipologiaEvento" 20 = Occorrenze di "Calamita")	Ottenere "DataOra", "Latitudine", "Longitudine" degli eventi calamitosi compatibili con il danno
AreaColpita	R	L	$22 = 12000 / 550$ (Accesso in lettura a "AreaColpita", dove [ "DataOra", "Latitudine", "Longitudine" ] coincidono con una delle 90 ottenute precedentemente 12000= Occorrenze di "AreaColpita" 550= Occorrenze di "AreaGeografica" )	Ottenere "DataOra" "Latitudine" "Longitudine" di tutti gli eventi calamitosi che hanno colpito l'area dove è collocato il danno

$$f^T = 5/\text{giorno}$$

$$o^T = (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 3 + 3 + 90 + 22)L = 123L = 123 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 123 \text{ operazioni} * 5/\text{giorno} = 615 \text{ operazioni/giorno}$$

### 5.8.5 Ridondanza

Per alleggerire questa operazione potrebbe essere utile un'associazione ridondante "CausaStimata" da tenere costantemente aggiornata per mezzo di trigger. Ogni volta che viene inserito un nuovo danno viene calcolata la più probabile causa e questa viene memorizzata nell'associazione "CausaStimata". In questo modo ogni volta che si desidera leggere questo valore è sufficiente effettuare una lettura in "CausaStimata" invece che calcolarlo nuovamente.

**Stima della più probabile causa di un danno (in presenza di ridondanza):**

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
CausaStimata	R	L	1 (accesso in lettura a "CausaStimata", dove "IdDanno" coincide con quello fornito in input)	Ottenere la causa più probabile del danno

$$f^T = 5/giorno$$

$$o^T = 1L = 1 operazione$$

$$n_{RID}^T = o^T * f^T = 1 operazione * 5/giorno = 5 operazioni/giorno$$

$$\Delta = n^T - n_{RID}^T = (615 - 5) = 610 operazioni/giorno$$

#### Operazione di aggiornamento della ridondanza:

Questa ridondanza è utile se mantenuta costantemente aggiornata (modalità di aggiornamento immediate). Questa ridondanza sarà aggiornata da un trigger al momento dell'inserimento di un nuovo danno, quindi la frequenza dell'operazione di aggiornamento sarà pari alla frequenza di inserimento di un nuovo danno.

Dalla tavola dei volumi sappiamo che l'azienda è in attività da 10 anni e i danni attualmente presenti sugli edifici sono 500 questo significa che in media ogni anno si avranno 50 inserimenti nella tabella danno, ovvero la frequenza dell'inserimento di un nuovo danno è 50/anno.

Inoltre dato che l'aggiornamento avverrà al momento dell'inserimento di un nuovo danno non sarà necessario leggere tutte le informazioni relative al danno inserito in quanto già fornite in input

**Input:** IdDanno, DataRilevazione, Entita, IdParte, Tipologia

**Frequenza dell'operazione:** 50/anno = 50/(365\*giorno) = 0,14/giorno

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Appartenenza-Parte	R	L	1 (accesso in lettura a "Appartenenza-Parte", dove "IdParte" coincide con quello fornito da input)	Ottenere "IdEdificio" in cui è collocato il danno

SedeEdificio	R	L	1 (Accesso in lettura a “SedeEdificio” dove “IdEdificio” coincide con quello trovato precedentemente)	Ottenere “Latitudine” e “Longitudine” dell’area in cui si trova il danno
Compatibilita-Danno	R	L	3= 30/10 (Accesso in lettura a “CompatibilitaDanno”, dove “Tipologia” coincide con quella fornita da input; 30 = Occorrenze di “CompatibilitaDanno”, 10 = Occorrenze di “TipologiaDanno”)	Ottenere “NomeCalamita” delle calamità compatibili con il tipo di danno
Calamita	E	L	3 (Accesso in lettura a “Calamita” dove “NomeCalamita” coincide con uno dei tre trovati precedentemente)	Ottenere “MaxRaggioAzione” di ogni calamità compatibile con il danno
TipologiaEvento	E	L	90 = 3 *600/20 (Accesso in lettura a “TipologiaEvento”, dove “NomeCalamita” coincide con uno dei 3 trovati precedentemente 600= Occorrenze di “TipologiaEvento” 20 = Occorrenze di “Calamita”)	Ottenere “DataOra” “Latitudine” “Longitudine” di tutti gli eventi calamitosi compatibili con il danno

AreaColpita	R	L	$22 = 12000/550$ (Accesso in lettura a "AreaColpita", dove [ "DataOra", "Latitudine", "Longitudine" ] coincidono con una delle 90 ottenute precedentemente $12000 = 550$ Occorrenze di "AreaColpita" )	Ottenerne "DataOra" "Latitudine" "Longitudine" di tutti gli eventi che hanno colpito l'area dove si trova il danno
CausaStimata	R	S	1 (Accesso in scrittura a "CausaStimata" per riportare "IdDanno" e "DataOra" "Latitudine" "Longitudine" in CausaStimata)	Scrivere la causa più probabile Scrivere la causa più probabile

$$g^A = 0,14/giorno$$

$$o^A = 1S + (1 + 1 + 3 + 3 + 90 + 22)L = (1 * 2 + 120)operazioni = 122operazioni$$

$$n^A = o^A * f^T = 122operazioni * 0,14/giorni = 17,08\ 17operazioni/giorno$$

$$n^A = 17\ operazioni/giorno$$

$$\Delta = 610\ operazioni/giorno$$

$$n^A \ll \Delta$$

di conseguenza è conveniente mantenere la ridondanza

## 5.9 Calcolo della busta paga

### 5.9.1 Descrizione

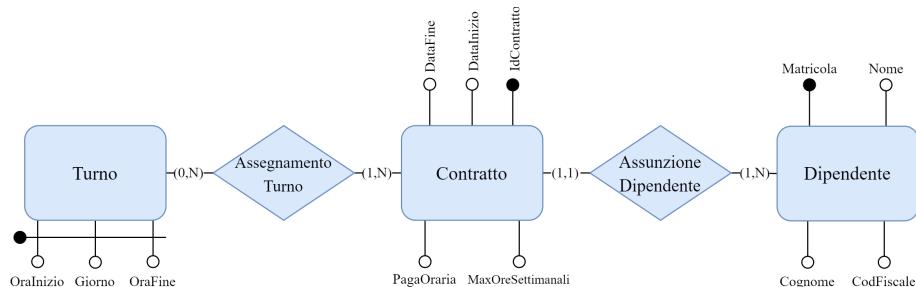
Questa operazione è necessaria per conoscere l'apporto monetario che Smart Buildings deve ad un suo dipendente, è importante ricordare che un dipendente viene pagato sulla base del contratto che lo lega all'azienda, quindi sulla base dei turni a cui assegnati da contratto. Sarà compito di Smart Buildings assicurarsi che un dipendente venga impiegato opportunamente durante i turni per cui viene pagato.

**input:** Matricola, Anno, Mese

**Output:** ValoreBustaPaga, Nome, Cognome, CodFiscale

**frequenza dell'operazione:** si stima che l'operazione venga eseguita circa una volta al mese per ogni dipendente: dato che l'azienda ha 660 dipendenti la frequenza di questa operazione sarà  $660 \times 1 / \text{mese}$  che corrisponde ad una frequenza giornaliera media pari a 22/giorno

### 5.9.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.9.3 Tavola dei volumi dell'operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Dipendente	Entità	660	somma di tutti i lavoratori
Contratto	Entità	1320	2 in media per ogni dipendente (qualcuno ha visto 2 contratti, altri 3)
Turno	Entità	70	ipotesi = turni possibili (10 da 4 ore su 7 giorni)
AssunzioneDipendente	Associazione	1320	2 contratti in media per ogni dipendente

AssegnamentoTurno	Associazione	13200	in media un operario lavora per 2 turni al giorno 5 volte a settimana, un responsabile 1 turno al giorno, un capo cantiere 2 turni al giorno 5 volte a settimana
-------------------	--------------	-------	--

#### 5.9.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizione
Dipendente	E	L	1 (Accesso in lettura a "Dipendente", dove "Matricola coincide con quella fornita in input")	Ottenerne "Nome", "Cognome", "Cod-Fiscale" da inserire sul documento della busta paga (ovvero da stampare in output).
AssunzioneDipendente	Rte	L	2= 1320/660 (Accesso in lettura a "AssunzioneDipendente", dove "Matricola" coincide con quella fornita in input; 1320= occorrenze di "Assunzione-Dipendente", 660= occorrenze di "Dipendente")	Ottenerne tutti gli "IdContratto" dei contratti del dipendente tra i quali cercare quello attualmente attivo

Contratto	E	L	2 (Accesso in lettura a “Contratto” dove “IdContratto” coincide con uno dei due ottenuti precedentemente)	Ottener “DataInizio”, “DataFine” e “PagaOraria” di entrambi i contratti, da questi dati posso individuare il contratto attualmente attivo e la relativa paga oraria
AssegnamentoTurnoR		L	10 = 1*13200/1320 (Accesso in “AssegnamentoTurno” dove “IdContratto” coincide con quello attualmente attivo fra i due individuati precedentemente; 13200= occorrenze di “AssegnamentoTurno”, 1320= occorrenze di Contratto, 13200/1320= turni n media per contratto 1= contratto di interesse )	Ottener “GiornoSettimana”, “OraInizio”, “OraFine”

$$f^T = 22/giorno$$

$$o^T = (1 + 2 + 2 + 10)L = 15L = 15 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 15 \text{ operazioni} * 22/giorno = 330 \text{ operazioni/giorno}$$

## 5.10 Addetti ad un lavoro in una specifica data

### 5.10.1 Descrizione

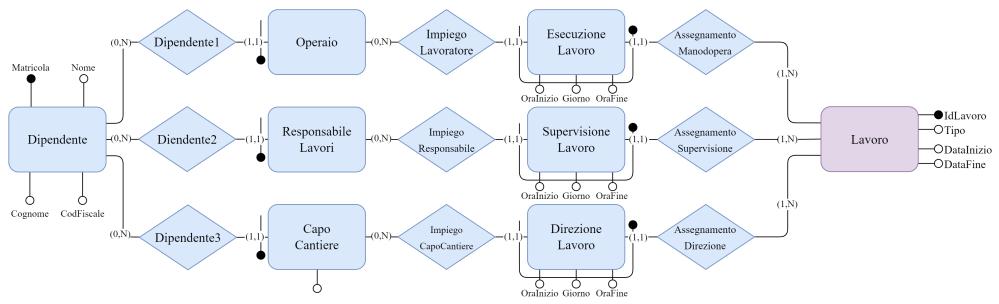
Questa operazione viene utilizzata dai dirigenti di Smart Buildings per verificare che ognuno dei suoi dipendente stia lavorando al lavoro che gli è stato assegnato, inoltre la lista ottenuta dall'esecuzione di questa operazione viene fornita al capo cantiere perché egli si assicuri che i dipendenti (operai e responsabili) rispettino i loro turni di lavoro.

Prende in Input un IdLavoro e una Data, verifica che la data inserita sia compatibile con l'IdLavoro inserito, cioè che in quella data si svolga effettivamente quel lavoro, nel caso

siano compatibili ritorna un result set composto da tutti i sottoturni (relativi al giorno inserito) di tutti e soli i dipendenti che lavorano a quel lavoro in quel giorno, è stato scelto di mostrare nel result set anche nome e cognome, oltre alla matricola del dipendente, per comodità dell'azienda.

Restituisce un segnale di errore nel caso il giorno inserito non sia compatibile con il lavoro in ingresso.

### 5.10.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.10.3 Tavola dei volumi dell'operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
EsecuzioneLavoro	Entità	2835000	per turno in media
SupervisioneLavoro	Entità	47250	per giorno in media
DirezioneLavoro	Entità	283500	per turno in media
Operario	Entità	600	20 lavoratori in media per capo cantiere
ResponsabileLavori	Entità	30	10 paragonabili ai capi cantiere ma meno
CapoCantiere	Entità	30	ipotesi
Dipendente	Entità	660	somma di tutti i lavoratori
Contratto	Entità	1320	2 per ogni dipendente (qualcuno ha visto 2 contratti, altri 3)
Turno	Entità	70	ipotesi = turni possibili (10 da 4 ore su 7 giorni)
AssegnamentoManodoperaAssociazione	Associazione	2835000	1 per esecuzione lavoro in media
AssegnamentoSupervisioneAssociazione	Associazione	47250	1 per supervisione lavoro in media
AssegnamentoDirezioneAssociazione	Associazione	283500	1 per direzione lavoro in media

ImpiegoLavoratore	Associazione	2835000	1 per esecuzione lavoro in media
ImpiegoResponsabile	Associazione	47250	1 per supervisione lavoro in media
ImpiegoCapoCantiere	Associazione	283500	1 per direzione lavoro in media
AssunzioneDipendente	Associazione	1320	2 contratti in media per ogni dipendente
Dipendente1	Associazione	600	1 per operaio in media
Dipendente2	Associazione	30	1 per responsabile dei lavori in media
Dipendente3	Associazione	30	1 per capo cantiere in media

#### 5.10.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	TipoAccesso	Accessi	Descrizione
Lavoro	E	L	1 (Accesso in lettura a “Lavoro” dove “Id-Lavoro” coincide con quello fornito da input)	ottenere: “DataInizio” e “DataFine” del lavoro per verificare che il lavoro e la data inseriti in input siano compatibili (ovvero che la data inserita in input sia compresa tra “DataInizio” e “DataFine”)

EsecuzioneLavoro	E	L	60 (numero di occorrenze di EsecuzioneLavoro in cui il giorno della settimana corrisponde a quello della data specificata in input e il lavoro a quello specificato in input: $20 = 2835000/(6750*7)$ . 2835000 sono le occorrenze di EsecuzioneLavoro, 6750 i lavori realmente svolti, 7 i giorni della settimana.)	ottenere: la matricola (“Matricola”), e gli orari di inizio (“OraInizio”) e fine lavoro (“OraFine”) di tutti gli operai che nel corso del giorno dato in input devono lavorare al lavoro dato in input
Supervisione	E	L	1 (numero di occorrenze di “SupervisioneLavoro” in cui il giorno della settimana corrisponde a quello della data specificata in input e il lavoro a quello specificato in input: $1 = 47250/(6750*7)$ . 47250 sono le occorrenze di SupervisioneLavoro, 6750 sono i lavori realmente svolti, 7 i giorni della settimana.)	ottenere: la matricola (“Matricola”), e gli orari di inizio (“OraInizio”) e fine lavoro (“OraFine”) del responsabile che nel corso del giorno dato in input deve supervisionare il lavoro dato in input

DirezioneLavoro	E	L	6 (numero di occorrenze di "DirezioneLavoro" in cui il giorno della settimana corrisponde a quello della data specificata in input e il lavoro a quello specificato in input: $6 = 283500/(6750*7)$ . 28350 sono le occorrenze di DirezioneLavoro, 6750 sono i lavori realmente svolti, 7 i giorni della settimana.)	ottenere: la matricola ("Matricola"), e gli orari di inizio ("OraInizio") e fine lavoro ("OraFine") di tutti i capi cantiere che nel corso del giorno dato in input devono lavorare al lavoro dato in input
Dipendente	E	L	67 Accedo con le matricole ottenute dagli accessi precedenti	ottenere Nome e Cognome dei Dipendenti

$$f^T = 15/giorno$$

$$o^T = (1 + 60 + 1 + 6 + 67)L = 135L = 135 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 135 \text{ operazioni} * 15/giorni = 2025 \text{ operazioni/giorno}$$

## 5.11 Inserimento di una misurazione

### 5.11.1 Descrizione

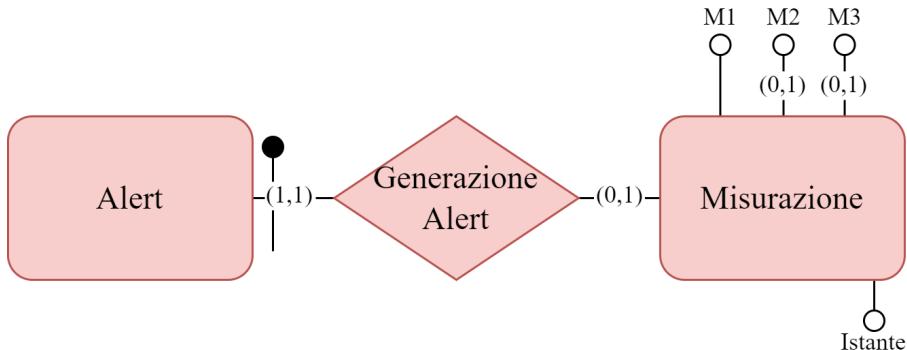
Data una misurazione nelle sue 3 componenti ("M1", "M2", "M3") ed il sensore che l'ha generata ("IdSensore") questa operazione permette di registrare la misurazione e, nel caso in cui il valore della misurazione (per misure scalari) o il suo modulo (per misure vettoriali) superi il valore di soglia, genera un segnale di allarme ("Alert")

**Input:** M1, M2, M3, Istante, IdSensore

**Output:** nessuno

**Frequenza dell'operazione:** L'azienda è in attività da 10 anni e il numero di misurazioni effettuate in totale corrisponde a 60000000, questo significa che in media ogni giorno vengono rilevate  $60000000/(10*365) = 16438$  misurazioni. Si stima quindi che questa operazione abbia una frequenza giornaliera di circa 16500/giorno

### 5.11.2 Porzione di diagramma interessata



### 5.11.3 Tavola dei volumi dell'operazione

Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
GenerazioneAlert	Associazione	600	1 per alert in media
Misurazione	Entità	60000000	circa 60 milioni accumulate in 10 anni
Alert	Entità	600	in media una misurazione invia un alert ogni 100000 misurazioni

### 5.11.4 Tavola degli accessi

Concetto	Tipo Concetto	Tipo Accesso	Accessi	Descrizione
Misurazione	E	S	1 (Accesso in scrittura a "Misurazione")	Scrivere una nuova occorrenza di "Misurazione"
Sensore	E	L	1 (Accesso in lettura a "Sensore", dove "Id-Sensore" coincide con quello fornita in input)	Ottenerne "Soglia" di "Sensore" per confrontarla con la misurazione

Alert	E	S	0 (Accesso in scrittura ad “Alert” non significativo in quanto in media viene generato un alert ogni 100000 misurazioni)	Nel caso in cui i valori rilevati superino il valore di soglia si deve inserire una nuova occorrenza in “Alert” con l’istante di misurazione (“Istante”) ed il sensore che ha effettuato la rilevazione (“IdSensore”)
-------	---	---	--	---

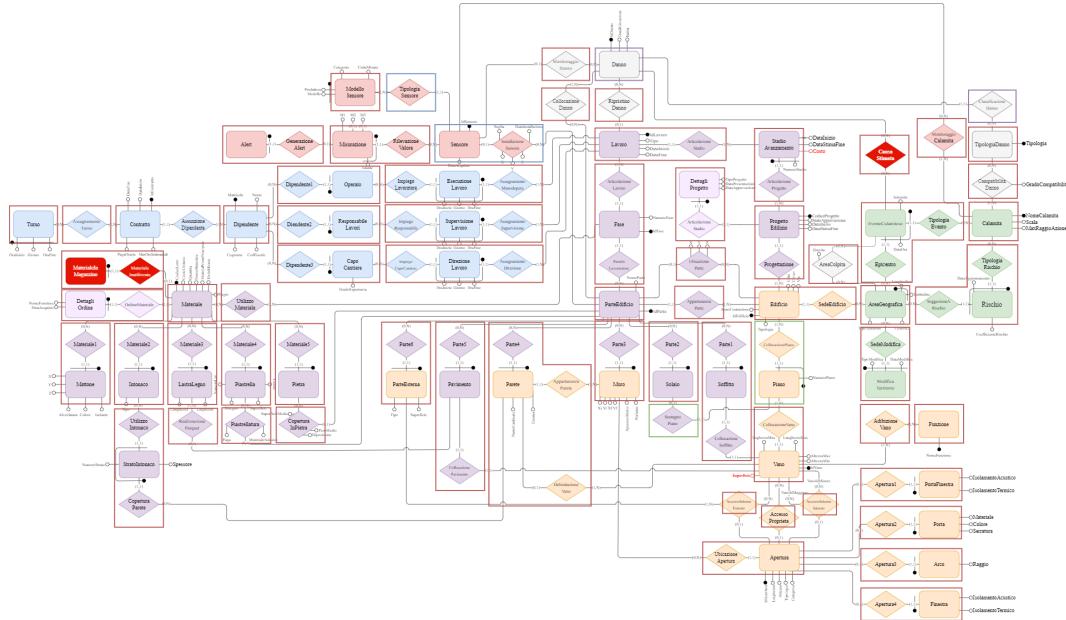
$$f^T = 16500/\text{giorno}$$

$$o^T = (1 + 0)S + 1L = 1S + 1L = 3 \text{ operazioni}$$

$$n^T = o^T * f^T = 3 * 16500/\text{giorni} = 49500 \text{ operazioni/giorno}$$

## 6 Traduzione dello schema concettuale nel modello logico relazionale

La traduzione è stata eseguita secondo l'algoritmo di traduzione dello schema concettuale in schema logico.



### 6.1 Modello logico

#### 6.1.1 Area generale

Edificio(IdEdificio, AnnoCostruzione, Citta, Civico, Via, Latitudine, Longitudine)  
Piano(NumerоПiano, IdEdificio, IdParte)

Vano(IdVano, NumerоПiano, IdEdificio, Superficie, LarghezzaMassima, LunghezzaMassima, AltezzaMassima, AltezzaMinima)

AdibizioneVano(IdVano, NomeFunzione)

Funzione(NomeFunzione)

AccessoInternoEsterno(IdApertura, IdVano, IdParte)

AccessoInternoInterno(IdApertura, VanoIdMaggiore, VanoIdMinore)

AccessoProprieta(IdApertura, IdVano)

Apertura(IdApertura, IdParte, Larghezza, Altezza, Tipologia, )

PortaFinestra(IdApertura, IsolamentoTermico, IsolamentoAcustico)

Porta(IdApertura, Materiale, Colore, Serratura)

Arco(IdApertura, Raggio)

Finestra(IdApertura, IsolamentoAcustico, IsolamentoTermico)

Con vincoli di integrità referenziale

- (Edificio.Latitudine, Edificio.Longitudine) referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- Piano.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio

- Piano.IdParte referenzia Solaio.IdParte
- (Vano.NumeroPiano, Vano.IdEdificio) referenzia (Piano.NumeroPiano, Piano.IdEdificio)
- AdibizioneVano.IdVano referenzia Vano.IdVano
- AdibizioneVano.NomeFunzione referenzia Funzione.NomeFunzione
- AccessoInternoEsterno.IdVano referenzia Vano.IdVano
- AccessoInternoEsterno.IdParte referenzia ParteEsterna.IdParte
- AccessoInternoEsterno.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- AccessoInternoInterno.VanoIdMinore referenzia Vano.IdVano
- AccessoInternoInterno.VanoIdMaggiore referenzia Vano.IdVano
- AccessoInternoInterno.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- AccessoProprieta.IdVano referenzia Vano.IdVano
- AccessoProprieta.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Apertura.IdParte referenzia Muro.IdParte
- PortaFinestra.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Porta.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Arco.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Finestra.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura

### 6.1.2 Area relativa ai rischi

AreaGeografica(Latitudine, Longitudine, TipoTerritorio, CostoM2)  
ModificaTerritorio(TipoModifica, DataModifica, Latitudine, Longitudine)  
EventoCalamitoso(DataOra, Latitudine, Longitudine, NomeCalamita, Intensita)  
Rischio(DataAggiornamento, NomeCalamita, Latitudine, Longitudine, CoefficienteRischio)  
Calamita(NomeCalamita, Scala, MaxRaggioAzione)

Con vincoli di integrità referenziale:

- (ModificaTerritorio.Latitudine, ModificaTerritorio.Longitudine) referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- (EventoCalamitoso.Latitudine, EventoCalamitoso.Longitudine) referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- EventoCalamitoso.NomeCalamita referenzia Calamita.NomeCalamita
- Rischio.NomeCalamita referenzia Calamita.NomeCalamita
- (Rischio.Latitudine, Rischio.Longitudine) referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)

### 6.1.3 Area Costruzione

ProgettoEdilizio(CodiceProgetto, IdEdificio, DataInizio, DataStimaFine,  
StatoApprovazione)  
DettagliProgetto(CodiceProgetto, TipoProgetto, DataPresentazione, DataApprovazione)  
StadioAvanzamento(NumeroStadio, CodiceProgetto, Costo, DataStimaFine, DataInizio)  
Lavoro(IdLavoro, Tipo, DataInizio, DataFine, NumeroStadio, CodiceProgetto)  
Fase(IdFase, NumeroFase, IdLavoro, IdParte)  
UbicazioneParte(IdParte, IdEdificio, X, Y, Z)  
ParteEdificio(IdParte, NomeParte, IdEdificio)  
Soffitto(IdParte, IdVano)  
Solaio(IdParte)  
Muro(IdParte, Xi, Yi, Xf, Yf, SpessoreMedio, Portante)  
Parete(IdParte, PuntoCardinale, Esterna, IdParteMuro)  
Pavimento(IdParte, IdVano)  
ParteEsterna(IdParte, Tipo, Superficie)  
UtilizzoMateriale(CodiceLotto, IdFase)  
Materiale(CodiceLotto, CostoUnitario, Quantita, NomeMateriale, UnitaMisura,  
MateriaPrimaPrincipale, Precio)  
MaterialeInMagazzino(CodiceLotto)  
DettagliOrdine(CodiceLotto, NomeFornitore, DataAcquisto)  
Mattone(CodiceLotto, X, Y, Z, Alveolatura, Colore, Isolante)  
Intonaco(CodiceLotto, Tipo)  
LastraLegno(CodiceLotto, Lunghezza, Larghezza)  
Piastrella(CodiceLotto, Colore, NumeroLat, Disegno, Superficie)  
Pietra(CodiceLotto)  
CoperturaInPietra(CodiceLotto, IdParte, SuperficieMedia, PesoMedio, Disposizione)  
Piastrellatura(CodiceLotto, IdParte, Fuga, MaterialeAdesivo)  
RealizzazioneParquet(CodiceLotto, IdParte)  
StratoIntonaco(CodiceLotto, IdParte, NumeroStrato, Spessore)

Con vincoli di integrità referenziale:

- ProgettoEdilizio.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- DettagliProgetto.CodiceProgetto referenzia ProgettoEdilizio.CodiceProgetto
- StadioAvanzamento.CodiceProgetto referenzia ProgettoEdilizio.CodiceProgetto
- (Lavoro.NumeroStadio, Lavoro.CodiceProgetto) referenzia  
(StadioAvanzamento.NumeroStadio, StadioAvanzamento.CodiceProgetto)
- Fase.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- Fase.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- UbicazioneParte.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- UbicazioneParte.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- ParteEdificio.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- Soffitto.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Soffitto.IdVano referenzia Vano.IdVano

- Parete.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Parete.IdParteMuro referenzia Muro.IdParte
- Parete.IdVano referenzia Vano.IdVano
- Pavimento.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Pavimento.IdVano referenzia Vano.IdVano
- ParteEsterna.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- UtilizzoMateriale.IdFase referenzia Fase.IdFase
- UtilizzoMateriale.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- DettagliOrdine.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- MaterialeInMagazzino.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Mattone.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Intonaco.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- LastraLegno.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Piastrella.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Pietra.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- CoperturaInPietra.CodiceLotto referenzia Pietra.CodiceLotto
- CoperturaInPietra.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Piastrellatura.CodiceLotto referenzia Piastrella.CodiceLotto
- Piastrellatura.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- RealizzazioneParquet.CodiceLotto referenzia LastraLegno.CodiceLotto
- RealizzazioneParquet.IdParte referenzia Pavimento.IdParte
- StratoIntonaco.CodiceLotto referenzia Intonaco.CodiceLotto
- StratoIntonaco.IdParte referenzia Parete.IdParte

#### 6.1.4 Area gestione del personale

Turno(OraInizio, OraFine, Giorno)

AssegnamentoTurno(OraInizio, OraFine, Giorno, IdContratto)

Contratto(IdContratto, DataInizio, DataFine, Matricola, PagaOraria, MaxOreSettimanali)

Dipendente(Matricola, Nome, Cognome, CodFiscale)

Operaio(Matricola)

ResponsabileLavori(Matricola)

CapoCantiere(Matricola, GradoEsperienza)

EsecuzioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

SupervisioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

DirezioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

Con vincoli di integrità referenziale:

- (AssegnamentoTurno.OraInizio, AssegnamentoTurno.OraFine, AssegnamentoTurno.Giorno) referenzia (Turno.OraInizio)
- referenzia, Turno.OraFine, Turno.Giorno)
- AssegnamentoTurno.IdContratto referenzia Contratto.IdContratto
- Contratto.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- Operaio.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- ResponsabileLavori.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- CapoCantiere.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- EsecuzioneLavoro.Matricola referenzia Operaio.Matricola
- EsecuzioneLavoro.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- DirezioneLavoro.Matricola referenzia CapoCantieri.Matricola
- DirezioneLavoro.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- SupervisioneLavoro.Matricola referenzia ResponsabileLavori.Matricola
- SupervisioneLavoro.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro

#### **6.1.5 Area monitoraggio**

Sensore(IdSensore, Soglia, DataAcquisto, DataInstallazione, X, Y, Z, IdParte, Produttore, Modello)  
 ModelloSensore(Produttore, Modello, , UnitaMisura)  
 Misurazione(Istante, IdSensore, M1, M2, M3)  
 Alert(Istante, IdSensore)

Con vincoli di integrità referenziale:

- Sensore.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- (Sensore.Produttore, Sensore.Modello) referenzia (ModelloSensore.Produttore, ModelloSensore.Modello)
- Misurazione.IdSensore referenzia Sensore.IdSensore
- (Alert.Istante, Alert.IdSensore) referenzia (Misurazione.Istante, Misurazione.IdSensore)

#### **6.1.6 Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni**

AreaColpita(LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOra, NomeCalamita, Latitudine, Longitudine, Gravita)  
 CompatibilitaDanno(NomeCalamita, Tipologia, GradoCompatibilita)  
 TipologiaDanno(Tipologia)  
 Danno(IdDanno, DataRilevazione, Entita, Tipologia)  
 MonitoraggioDanno(IdSensore, IdDanno)  
 CollocazioneDanno(IdDanno, IdParte)  
 RipristinoDanno(IdDanno, IdLavoro)

CausaStimata(Latitudine, Longitudine, DataOra, NomeCalamita, IdDanno)

Con vincoli di integrità referenziale:

- (AreaColpita.LatitudineEvento, AreaColpita.LongitudineEvento) referenzia  
(EventoCalamitoso.Latitudine, EventoCalamitoso.Longitudine)
- AreaColpita.DataOraEvento referenzia EventoCalamitoso.DataOra
- AreaColpita.NomeCalamita referenzia EventoCalamitoso.NomeCalamita
- (AreaColpita.Latitudine, AreaColpita.Longitudine) referenzia  
(AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- CompatibilitaDanno.NomeCalamita referenzia Calamita.NomeCalamita
- CompatibilitaDanno.Tipologia referenzia TipologiaDanno.Tipologia
- Danno.Tipologia referenzia TipologiaDanno.Tipologia
- MonitoraggioDanno.IdDanno referenzia Danno.IdDanno
- MonitoraggioDanno.IdSensore referenzia Sensore.IdSensore
- CollocazioneDanno.IdDanno referenzia Danno.IdDanno
- CollocazioneDanno.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- RipristinoDanno.IdDanno referenzia Danno.IdDanno
- RipristinoDanno.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- (CausaStimata.Latitudine, CausaStimata.Longitudine) referenzia  
(EventoCalamitoso.Latitudine, EventoCalamitoso.Longitudine)
- CausaStimata.DataOra referenzia EventoCalamitoso.DataOra
- CausaStimata.NomeCalamita referenzia EventoCalamitoso.NomeCalamita
- CausaStimata.IdDanno referenzia Danno.IdDanno

## 6.2 Ridenominazione attributi

Per leggibilità è stato scelto di modificare il nome ad alcuni attributi, queste modifiche sono comunque state limitate al minimo necessario (per lo più ai casi in cui erano possibili ambiguità interpretative) in modo tale da conservare, nella maggior parte dei casi, la possibilità di usare il join naturale per ricostruire le informazioni cercando allo stesso tempo di migliorare chiarezza e leggibilità delle tabelle.

Gli attributi di cui è stato modificato il nome sono stati evidenziati in grassetto, sono stati inoltre riportati tutti i vincoli di integrità referenziale aggiornati con i nuovi nomi degli attributi.

### 6.2.1 Area Generale

Edificio(IdEdificio, AnnoCostruzione, Citta, Civico, Via, **LatitudineAreaGeografica**, **LongitudineAreaGeografica**)

Piano(NumeroPiano, IdEdificio, **IdSolaio**)

Vano(IdVano, NumeroPiano, IdEdificio, Superficie, LarghezzaMassima, LunghezzaMassima, AltezzaMassima, AltezzaMinima)

AdibizioneVano(IdVano, **Funzione**)

Funzione(NomeFunzione)

AccessoInternoEsterno(IdVano, **IdParteEsterna**, IdApertura)

AccessoInternoInterno(VanoIdMaggiore, VanoIdMinore, IdApertura)

AccessoProprieta(IdVano, IdApertura)

Apertura(IdApertura, **IdMuro**, Larghezza, Altezza, Tipologia, )

PortaFinestra(IdApertura, IsolamentoTermico, IsolamentoAcustico)

Porta(IdApertura, Materiale, Colore, Serratura)

Arco(IdApertura, Raggio)

Finestra(IdApertura, IsolamentoAcustico, IsolamentoTermico)

Con vincoli di integrità referenziale:

- (Edificio.**LatitudineAreaGeografica**, Edificio.**LongitudineAreaGeografica**) referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- Piano.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- Piano.**IdSolaio** referenzia Solaio.IdParte
- (Vano.NumeroPiano, Vano.IdEdificio) referenzia (Piano.NumeroPiano, Piano.IdEdificio)
- AdibizioneVano.IdVano referenzia Vano.IdVano
- AdibizioneVano.**Funzione** referenzia Funzione.NomeFunzione
- AccessoInternoEsterno.IdVano referenzia Vano.IdVano
- AccessoInternoEsterno.**IdParteEsterna** referenzia ParteEsterna.IdParte
- AccessoInternoEsterno.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- AccessoInternoInterno.VanoIdMaggiore referenzia Vano.IdVano
- AccessoInternoInterno.VanoIdMinore referenzia Vano.IdVano
- AccessoInternoInterno.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- AccessoProprieta.IdVano referenzia Vano.IdVano
- AccessoProprieta.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Apertura.**IdMuro** referenzia Muro.IdParte
- PortaFinestra.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Porta.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Arco.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura
- Finestra.IdApertura referenzia Apertura.IdApertura

### 6.2.2 Area relativa ai rischi

AreaGeografica(Latitudine, Longitudine, TipoTerritorio, CostoM2)  
ModificaTerritorio(TipoModifica, DataModifica, **LatitudineSede**, **LongitudineSede**)  
EventoCalamitoso(DataOra, **LatitudineEpicentro**, **LongitudineEpicentro**,  
NomeCalamita, Intensita)  
Rischio(DataAggiornamento, NomeCalamita,  
**LatitudineAreaSoggetta**, **LongitudineAreaSoggetta**, CoefficienteRischio)  
Calamita(NomeCalamita, Scala, MaxRaggioAzione)

Con vincoli di integrità referenziale:

- (ModificaTerritorio.**LatitudineSede**, ModificaTerritorio.**LongitudineSede**)  
referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- (EventoCalamitoso.**LatitudineEpicentro**,  
EventoCalamitoso.**LongitudineEpicentro**) referenzia (AreaGeografica.Latitudine,  
AreaGeografica.Longitudine)
- EventoCalamitoso.NomeCalamita referenzia Calamita.NomeCalamita
- Rischio.NomeCalamita referenzia Calamita.NomeCalamita
- (Rischio.**LatitudineAreaSoggetta**, Rischio.**LongitudineAreaSoggetta**)  
referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)

### 6.2.3 Area Costruzione

ProgettoEdilizio(CodiceProgetto, IdEdificio, DataInizio, DataStimaFine,  
StatoApprovazione)  
DettagliProgetto(CodiceProgetto, TipoProgetto, DataPresentazione, DataApprovazione)  
StadioAvanzamento(Numerostadio, CodiceProgetto, Costo, DataStimaFine, DataInizio)  
Lavoro(IdLavoro, Tipo, DataInizio, DataFine, NumeroStadio, CodiceProgetto)  
Fase(IdFase, NumeroFase, IdLavoro, IdParte)  
UbicazioneParte(IdParte, IdEdificio, X, Y, Z)  
ParteEdificio(IdParte, NomeParte, IdEdificio)  
Soffitto(IdParte, IdVano)  
Solaio(IdParte)  
Muro(IdParte, Xi, Yi, Xf, Yf, SpessoreMedio, Portante)  
Parete(IdParte, PuntoCardinale, Esterna, **IdMuro**)  
Pavimento(IdParte, IdVano)  
ParteEsterna(IdParte, Tipo, Superficie)  
UtilizzoMateriale(CodiceLotto, IdFase)  
Materiale(CodiceLotto, CostoUnitario, Quantita, NomeMateriale, UnitaMisura,  
MateriaPrimaPrincipale, Precio)  
MaterialeInMagazzino(CodiceLotto)  
DettagliOrdine(CodiceLotto, NomeFornitore, DataAcquisto)  
Mattone(CodiceLotto, X, Y, Z, Alveolatura, Colore, Isolante)  
Intonaco(CodiceLotto, Tipo)  
LastraLegno(CodiceLotto, Lunghezza, Larghezza)  
Piastrella(CodiceLotto, Colore, NumeroLati, Disegno, Superficie)  
Pietra(CodiceLotto)  
CoperturaInPietra(CodiceLotto, IdParte, SuperficieMedia, PesoMedio, Disposizione)  
Piastrellatura(CodiceLotto, IdParte, Fuga, MaterialeAdesivo)

RealizzazioneParquet(CodiceLotto, IdParte)  
StratoIntonaco(CodiceLotto, IdParte, NumeroStrato, Spessore)

Con vincoli di integrità referenziale:

- ProgettoEdilizio.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- DettagliProgetto.CodiceProgetto referenzia ProgettoEdilizio.CodiceProgetto
- StadioAvanzamento.CodiceProgetto referenzia ProgettoEdilizio.CodiceProgetto
- (Lavoro.NumeroStadio, Lavoro.CodiceProgetto) referenzia  
(StadioAvanzamento.NumeroStadio, StadioAvanzamento.CodiceProgetto)
- Fase.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- Fase.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- UbicazioneParte.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- UbicazioneParte.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- ParteEdificio.IdEdificio referenzia Edificio.IdEdificio
- Soffitto.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Soffitto.IdVano referenzia Vano.IdVano
- Parete.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Parete.**IdMuro** referenzia Muro.IdParte
- Parete.IdVano referenzia Vano.IdVano
- Pavimento.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- Pavimento.IdVano referenzia Vano.IdVano
- ParteEsterna.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- UtilizzoMateriale.IdFase referenzia Fase.IdFase
- UtilizzoMateriale.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- DettagliOrdine.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- MaterialeInMagazzino.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Mattone.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Intonaco.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- LastraLegno.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Piastrella.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- Pietra.CodiceLotto referenzia Materiale.CodiceLotto
- CoperturaInPietra.CodiceLotto referenzia Pietra.CodiceLotto
- CoperturaInPietra.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte

- Piastrellatura.CodiceLotto referenzia Piastrella.CodiceLotto
- Piastrellatura.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- RealizzazioneParquet.CodiceLotto referenzia LastraLegno.CodiceLotto
- RealizzazioneParquet.IdParte referenzia Pavimento.IdParte
- StratoIntonaco.CodiceLotto referenzia Intonaco.CodiceLotto
- StratoIntonaco.IdParte referenzia Parete.IdParte

#### **6.2.4 Area gestione del personale**

Turno(OraInizio, OraFine, Giorno)

AssegnamentoTurno(OraInizio, OraFine, Giorno, IdContratto)

Contratto(IdContratto, DataInizio, DataFine, Matricola, PagaOraria, MaxOreSettimanali)

Dipendente(Matricola, Nome, Cognome, CodFiscale)

Operaio(Matricola)

ResponsabileLavori(Matricola)

CapoCantiere(Matricola, GradoEsperienza)

EsecuzioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

SupervisioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

DirezioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

Con vincoli di integrità referenziale:

- (AssegnamentoTurno.OraInizio, AssegnamentoTurno.OraFine, AssegnamentoTurno.Giorno) referenzia (Turno.OraInizio)
- referenzia, Turno.OraFine, Turno.Giorno)
- AssegnamentoTurno.IdContratto referenzia Contratto.IdContratto
- Contratto.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- Operaio.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- ResponsabileLavori.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- CapoCantiere.Matricola referenzia Dipendente.Matricola
- EsecuzioneLavoro.Matricola referenzia Operaio.Matricola
- EsecuzioneLavoro.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- DirezioneLavoro.Matricola referenzia CapoCantieri.Matricola
- DirezioneLavoro.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- SupervisioneLavoro.Matricola referenzia ResponsabileLavori.Matricola
- SupervisioneLavoro.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro

### 6.2.5 Area monitoraggio

Sensore(IdSensore, Soglia, DataAcquisto, DataInstallazione, X, Y, Z, IdParte, Produttore, Modello)

ModelloSensore(Produttore, Modello, , UnitaMisura)

Misurazione(Istante, IdSensore, M1, M2, M3)

Alert(Istante, IdSensore)

Con vincoli di integrità referenziale:

- Sensore.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte
- (Sensore.Produttore, Sensore.Modello) referenzia (ModelloSensore.Produttore, ModelloSensore.Modello)
- Misurazione.IdSensore referenzia Sensore.IdSensore
- (Alert.Istante, Alert.IdSensore) referenzia (Misurazione.Istante, Misurazione.IdSensore)

### 6.2.6 Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni

AreaColpita(LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita, **LatitudineArea, LongitudineArea**, Gravita)

CompatibilitaDanno(NomeCalamita, **TipologiaDanno**, GradoCompatibilita)

TipologiaDanno(**Tipologia**)

Danno(IdDanno, DataRilevazione, Entita, Tipologia)

MonitoraggioDanno(IdSensore, IdDanno)

CollocazioneDanno(IdDanno, IdParte)

RipristinoDanno(IdDanno, IdLavoro)

CausaStimata(**LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita, IdDanno**)

Con i vincoli di integrità referenziale:

- (AreaColpita.LatitudineEvento, AreaColpita.LongitudineEvento, AreaColpita.DataOraEvento, AreaColpita.NomeCalamita) referenzia (EventoCalamitoso.Latitudine, EventoCalamitoso.Longitudine, EventoCalamitoso.DataOra, EventoCalamitoso.NomeCalamita)
- (AreaColpita.**LatitudineArea, LongitudineArea**) referenzia (AreaGeografica.Latitudine, AreaGeografica.Longitudine)
- CompatibilitaDanno.NomeCalamita referenzia Calamita.NomeCalamita
- CompatibilitaDanno.**TipologiaDanno** referenzia TipologiaDanno.Tipologia
- Danno.Tipologia referenzia TipologiaDanno.Tipologia
- MonitoraggioDanno.IdDanno referenzia Danno.IdDanno
- MonitoraggioDanno.IdSensore referenzia Sensore.IdSensore
- CollocazioneDanno.IdDanno referenzia Danno.IdDanno
- CollocazioneDanno.IdParte referenzia ParteEdificio.IdParte

- RipristinoDanno.IdDanno referenzia Danno.IdDanno
- RipristinoDanno.IdLavoro referenzia Lavoro.IdLavoro
- (CausaStimata.**LatitudineEvento**, CausaStmata.**LongitudineEvento**, CausaStimata.**DataOraEvento**, CausaStimata.NomeCalamita) referenzia (EventoCalamitoso.LatitudineEpicentro, EventoCalamitoso.LongitudineEpicentro, EventoCalamitoso.DataOraEvento, EventoCalamitoso.NomeCalamita)
- CausaStimata.IdDanno referenzia Danno.IdDanno

## 7 Analisi delle dipendenze funzionali

Per l'individuazione di tutte le dipendenze funzionali di ogni tabella sarebbe necessario analizzare tutte le possibili dipendenze funzionali (non banali) con un singolo attributo a destra, tuttavia questa operazione ha una complessità fattoriale sul numero degli attributi dello schema, di seguito è riportato un esempio di analisi completa delle dipendenze funzionali sulla tabella Dipendente(Matricola, Nome, Cognome, CodFiscale):

DIPENDENZA NALE	FUNZIO-	DEFINITA SULLO SCHE-	MOTIVAZIONE
		MA	
Matricola → Nome		✓	
Matricola → CodFiscale		✓	
Matricola → Cognome		✓	
Nome → Matricola		X	
Nome → CodFiscale		X	
Nome → Cognome		X	
Cognome → Nome		X	
Cognome → Matricola		X	
Cognome → CodFiscale		X	
CodFiscale → Nome		✓	
CodFiscale → Matricola		✓	
CodFiscale → Cognome		✓	
Matricola, Nome → CodFiscale		✓	
Matricola, Nome → Cognome		✓	
Cognome, Matricola → Nome		✓	
Cognome, Matricola → CodFi- scale		✓	
CodFiscale, Matricola → Nome		✓	
CodFiscale, Matricola → Cogno- me		✓	
Cognome, Nome → Matricola		X	
Cognome, Nome → CodFiscale		X	
CodFiscale, Nome → Matricola		✓	
CodFiscale, Nome → Cognome		✓	
CodFiscale, Cognome → Nome		✓	
CodFiscale, Cognome → Matri- cola		✓	
Cognome, Matricola, Nome → CodFiscale		✓	
CodFiscale, Matricola, Nome → Cognome		✓	
CodFiscale, Cognome, Matricola → Nome		✓	
CodFiscale, Cognome, Nome → Matricola		✓	

L'analisi delle dipendenze funzionali affrontata in questa maniera esaustiva richiederebbe la discussione di un numero troppo elevato di dipendenze funzionali (per la tabella edificio si avrebbero 441 possibili dipendenze non banali da discutere) di conseguenza è stato scelto tutti e soli i casi di dipendenze funzionali che realmente sussistono per ogni tabella. E' inoltre stata aggiunta una discussione dei casi più interessanti di dipendenze funzionali che non sussistono.

## 7.1 Area Generale

Edificio(IdEdificio, AnnoCostruzione, Citta, Civico, Via, LatitudineAreaGeografica, LongitudineAreaGeografica)

IdEdificio → AnnoCostruzione, Citta, Civico, Via, LatitudineAreaGeografica, LongitudineAreaGeografica ✓

LatitudineAreaGeografica, LongitudineAreaGeografica → Citta, Civico, Via X

Latitudine e Longitudine non implicano città, queste infatti identificano aree di circa 1 km quadrato e non un indirizzo preciso, inoltre queste aree potrebbero trovarsi sul confine di due città

Citta, Civico, Via → Latitudine, Longitudine X

Citta, Civico, Via non implicano latitudine e longitudine possono infatti esistere indirizzi omonimi appartenenti a stati diversi

Piano(NumeroPiano, IdEdificio, IdSolaio)

IdEdificio → NumeroPiano, IdSolaio X

NumeroPiano → IdEdificio, IdSolaio X

IdSolaio → IdEdificio, NumeroPiano ✓

Tuttavia questa dipendenza non crea problemi, IdSolaio è superchiave per Piano: ad un piano di un edificio corrisponde uno ed un solo solaio

Vano(IdVano, NumeroPiano, IdEdificio, Superficie, LarghezzaMassima, LunghezzaMassima, AltezzaMassima, AltezzaMinima)

IdVano → Superficie, LarghezzaMassima, LunghezzaMassima, AltezzaMassima, AltezzaMinima ✓

Superficie → LarghezzaMassima, LunghezzaMassima X

Superficie non implica AltezzaMassima e LarghezzaMassima, ignorando che un vano non ha necessariamente pianta rettangolare, data una superficie possono essere possibili infinite scelte di base ed altezza che restituiscono la stessa superficie

LarghezzaMassima, LunghezzaMassima → Superficie X

LarghezzaMassima e LunghezzaMassima non implicano Superficie, un vano infatti non ha necessariamente pianta rettangolare.

AdibizioneVano(IdVano, NomeFunzione)

IdVano → NomeFunzione X

IdVano non implica NomeFunzione ad un vano possono essere associate più funzioni

NomeFunzione → IdVano X

NomeFunzione non implica IdVano, una stessa funzione può essere infatti associata a più vani.

Funzione(NomeFunzione)

In questa tabella, con un solo attributo, non sono presenti dipendenze funzionali non banali

AccessoInternoEsterno(IdApertura, IdVano, IdParteEsterna)

IdApertura → IdVano, IdParteEsterna ✓

IdVano → IdApertura X

IdVano non implica IdApertura, ad un vano è solitamente associata più di una apertura

IdVano → IdParteEsterna X

IdVano non implica IdParteEsterna, ad un vano è solitamente associata più di una parte

IdParteEsterna → IdVano X

IdParteEsterna non implica il vano perché ad una parte esterna si potrebbe accedere da più vani

AccessoInternoInterno(IdApertura, VanoIdMaggiore, VanoIdMinore)

IdApertura → VanoIdMinore, VanoIdMaggiore ✓

VanoIdMinore → VanoIdMaggiore X

no perché ad un vano possono essere connessi più vani

VanoIdMinore → IdApertura X

no perché ad un vano possono essere collegate più aperture

VanoIdMaggiore → VanoIdMinore X

no perché ad un vano possono essere connessi più vani

VanoIdMaggiore → IdApertura X

no perché ad un vano possono essere collegate più aperture

VanoIdMinore, VanoIdMaggiore → IdApertura X

no perché fra due vani ci può essere più di una apertura

AccessoProprieta(IdVano, IdApertura)

IdVano → IdApertura X

IdVano non implica IdApertura

IdApertura → IdVano X

IdApertura non implica IdVano

Apertura(IdApertura, IdMuro, Larghezza, Altezza, Tipologia)

IdApertura → IdMuro, Larghezza, Altezza, Tipologia ✓

IdMuro → IdApertura X

IdMuro non implica IdApertura, ad una parte potrebbe corrispondere più di una apertura

Tipologia → IdApertura X

Tipologia non implica IdApertura, più aperture appartengono alla stessa tipologia

PortaFinestra(IdApertura, IsolamentoTermico, IsolamentoAcustico)

IdApertura → IsolamentoTermico, IsolamentoAcustico ✓

Porta(IdApertura, Materiale, Colore, Serratura)

IdApertura → Materiale, Colore, Serratura ✓

Materiale → Colore X

Materiale non implica il colore infatti porte in materiali diversi potrebbero essere vernicate con colori diversi

Colore → Materiale X

Colore non implica il materiale infatti porte con stesso colore possono essere realizzate con materiali diversi

Arco(IdApertura, Raggio)

IdApertura → Raggio ✓

Finestra(IdApertura, IsolamentoAcustico, IsolamentoTermico)

IdApertura → IsolamentoTermico, IsolamentoAcustico ✓

AreaGeografica(Latitudine, Longitudine, TipoTerritorio, CostoM2)

Latitudine, Longitudine → TipoTerritorio, CostoM2 ✓

TipoTerritorio → Latitudine, Longitudine X

TipoTerritorio non implica latitudine e longitudine perché una tipologia di territorio può essere associata a più aree geografiche

TipoTerritorio → CostoM2 X

TipoTerritorio non implica costo al metro quadro infatti aree geografiche con stessa tipologia possono corrispondere costi al metro quadro diversi

ModificaTerritorio(TipoModifica, DataModifica, LatitudineSede, LongitudineSede)

LatitudineSede, LongitudineSede, DataModifica → TipoModifica X

LatitudineSede, LongitudineSede, DataModifica non implicano TipoModifica, è possibile che in una stessa data abbiano sede più modifiche del territorio nella stessa area geografica

LatitudineSede, LongitudineSede, TipoModifica → DataModifica X

LatitudineSede, LongitudineSede, TipoModifica non implicano DataModifica, una stessa modifica del territorio può essere effettuata più volte nella stessa area geografica

TipoModifica, DataModifica → LatitudineSede, LongitudineSede X

TipoModifica, DataModifica non implicano LatitudineSede e LongitudineSede, infatti una stessa modifica può avvenire nella stessa data per aree geografiche diverse

EventoCalamitoso(DataOra, LatitudineEpicentro, LongitudineEpicentro, NomeCalamita, Intensita)

DataOra, LatitudineEpicentro, LongitudineEpicentro, NomeCalamita → Intensita ✓

LatitudineEpicentro, LongitudineEpicentro, DataOra → NomeCalamita X

LatitudineEpicentro, LongitudineEpicentro, DataOra non implicano necessariamente NomeCalamita, è possibile che in uno stesso istante in una stessa area geografica con una certa latitudine e longitudine si verifichino due eventi calamitosi di tipo diverso.

E' necessario sottolineare che non è possibile che si verifichino calamità nello stesso istante alle stesse coordinate e con lo stesso nome, queste verrebbero considerate come la stessa calamità

LatitudineEpicentro, LongitudineEpicentro, NomeCalamita → DataOra X

LatitudineEpicentro, LongitudineEpicentro, NomeCalamita non implicano un istante infatti in una area geografica una stessa tipologia di evento può ricorrere più volte

Rischio(DataAggiornamento, NomeCalamita, LatitudineAreaSoggetta, LongitudineAreaSoggetta, CoefficienteRischio)

DataAggiornamento, NomeCalamita, LatitudineAreaSoggetta, LongitudineAreaSoggetta → CoefficienteRischio ✓

LatitudineAreaSoggetta, LongitudineAreaSoggetta, DataAggiornamento → NomeCalamita X

LatitudineAreaSoggetta, LongitudineAreaSoggetta, DataAggiornamento non implicano NomeCalamita perché uno stesso giorno potrebbero essere aggiornati più rischi relativi ad un'area geografica

NomeCalamita, LatitudineAreaSoggetta, LongitudineAreaSoggetta → DataAggiornamento X

NomeCalamita, Latitudine, Longitudine non implica DataAggiornamento in quanto una stessa calamità relativa ad una stessa area geografica potrebbe essere aggiornata più volte

DataAggiornamento, NomeCalamita → LatitudineAreaSoggetta, LongitudineAreaSoggetta X

DataAggiornamento e NomeCalamita non implicano Latitudine e Longitudine perché una stessa calamità potrebbe essere aggiornata lo stesso giorno per aree geografiche con coordinate diverse

Calamita(NomeCalamita, Scala, MaxRaggioAzione)

NomeCalamita → Scala, MaxRaggioAzione ✓

## 7.2 Area Costruzione

ProgettoEdilizio(CodiceProgetto, IdEdificio, DataInizio, DataStimaFine, StatoApprovazione)  
CodiceProgetto → IdEdificio, DataInizio, DataStimaFine, StatoApprovazione ✓  
IdEdificio → CodiceProgetto X  
IdEdificio non implica CodiceProgetto perché è possibile che vengano presentati più progetti per uno stesso edificio  
DataApprovazione → StatoApprovazione X  
DataApprovazione non implica StatoApprovazione perché un valore valori NULL di DataApprovazione può significare sia che lo stato di approvazione è in revisione, sia che la data non c'è e quindi che lo stato di approvazione è non approvato

DettagliProgetto(CodiceProgetto, TipoProgetto, DataPresentazione, DataApprovazione)  
CodiceProgetto → TipoProgetto, DataPresentazione, DataApprovazione ✓  
TipoProgetto, DataPresentazione, DataApprovazione → CodiceProgetto X  
TipoProgetto, DataPresentazione, DataApprovazione non implica CodiceProgetto, più progetti infatti potrebbero appartenere allo stesso tipo, essere stati presentati nella stessa data ed essere stati approvati nella stessa data

StadioAvanzamento(Numerostadio, CodiceProgetto, DataStimaFine, DataInizio, Costo)  
Numerostadio, CodiceProgetto → Costo, DataStimaFine, DataInizio ✓  
DataInizio → Numerostadio X  
DataInizio non implica Numerostadio perché si può fare riferimento a stadi di avanzamento relativi a progetti differenti

Lavoro(IdLavoro, Tipo, DataInizio, DataFine, Numerostadio, CodiceProgetto)  
IdLavoro → Tipo, DataInizio, DataFine, Numerostadio, CodiceProgetto ✓  
CodiceProgetto, Numerostadio, DataInizio, DataFine, Tipo → IdLavoro X  
Questa dipendenza funzionale è falsa perché generalmente vengono svolti più lavori di uno stesso stadio di avanzamento (e stesso progetto) in contemporanea, potrebbero anche essere dello stesso tipo e iniziare e finire nello stesso giorno.

Fase(IdFase, NumeroFase, IdLavoro, IdParte)  
IdFase → NumeroFase, IdLavoro, IdParte ✓  
IdLavoro, NumeroFase → IdFase, IdParte ✓  
Questa dipendenza tuttavia non rappresenta un problema, infatti IdParte, IdLavoro, NumeroFase è superchiave: un lavoro è identificato univocamente da un IdLavoro ed un numero di fase  
IdParte, IdLavoro, → IdFase X  
IdParte, IdLavoro non implicano IdFase, è possibile che una stessa parte di edificio venga lavorata in più fasi dello stesso lavoro

ParteEdificio(IdParte, NomeParte, IdEdificio)  
IdParte → NomeParte, IdEdificio ✓  
NomeParte, IdEdificio → IdParte X  
NomeParte e IdEdificio non implicano IdParte perché un edificio ha diverse parti con lo stesso nome

ParteEsterna(IdParte, Tipo, Superficie)  
IdParte → Tipo, Superficie ✓

Soffitto(IdParte, IdVano)

IdParte → IdVano ✓

IdVano → IdParte ✓

Tuttavia questa dipendenza non rappresenta un problema in quanto IdVano è superchiave: un soffitto appartiene ad uno ed un solo vano

Solaio(IdParte)

In questa tabella con un solo attributo non sono presenti dipendenze non banali

Muro(IdParte, Xi, Yi, Xf, Yf, SpessoreMedio, Portante)

IdParte → Xi, Yi, Xf, Yf, SpessoreMedio, Portante ✓

Xi, Yi, Xf, Yf, Portante → IdParte X

Le coordinate del punto di inizio e del punto di fine del muro, portante o no, non implicano IdParte, mura appartenenti a diversi edifici oppure piani diversi dello stesso edificio possono avere le stesse coordinate.

Parete(IdParte, PuntoCardinale, Esterna, IdParteMuro)

IdParte → PuntoCardinale, Esterna, IdParteMuro ✓

Pavimento(IdParte, IdVano)

IdParte → IdVano ✓

IdVano → IdParte ✓

Questa dipendenza funzionale tuttavia non risulta problematica in quanto IdVano è superchiave infatti, un pavimento appartiene ad uno ed un solo vano

UbicazioneParte(IdParte, IdEdificio, X, Y, Z)

IdParte, IdEdificio → X, Y, Z ✓

IdParte → IdEdificio, X, Y, Z ✓

Questa dipendenza tuttavia non rappresenta un problema in quanto IdParte è superchiave: una parte di edificio, quando ubicata, vede una ed una sola ubicazione

Materiale(CodiceLotto, CostoUnitario, Quantita, NomeMateriale, UnitaMisura,

MateriaPrimaPrincipale, Precio)

CodiceLotto → CostoUnitario, Quantita, NomeMateriale, UnitaMisura,

MateriaPrimaPrincipale ✓

CostoUnitario, Quantita, NomeMateriale, UnitaMisura, MateriaPrimaPrincipale, Precio → CodiceLotto X

Perché diversi lotti di materiale possono condividere tutti gli attributi tranne la chiave

DettagliOrdine(CodiceLotto, NomeFornitore, DataAcquisto)

CodiceLotto → NomeFornitore, DataAcquisto ✓

DataAcquisto, NomeFornitore → CodiceLotto X

DataAcquisto e NomeFornitore non implicano CodiceLotto perché in uno stesso giorno e presso lo stesso fornitore possono essere ordinati più lotti di materiale

MaterialeInMagazzino(CodiceLotto)

Per questa tabella con un solo attributo non sono presenti dipendenze non banali

Mattone(CodiceLotto, X, Y, Z, Alveolatura, Colore, Isolante)

CodiceLotto → X, Y, Z, Alveolatura, Colore, Isolante ✓

X, Y, Z, Alveolatura, Colore, Isolante → CodiceLotto X

X, Y, Z, Alveolatura, Colore, Isolante non implica CodiceLotto perché a sinistra si ha un insieme di caratteristiche di un mattone, si può decidere di ordinare più lotti con le medesime caratteristiche

Intonaco(CodiceLotto, Tipo)

CodiceLotto → Tipo ✓

LastraLegno(CodiceLotto, Lunghezza, Larghezza)

CodiceLotto → Lunghezza, Larghezza ✓

Lunghezza, Larghezza → CodiceLotto X

Lunghezza e Larghezza non implicano CodiceLotto, possono esistere più lotti di piastrelle con stesse larghezze e lunghezze

Pietra(CodiceLotto)

In questa tabella con un solo attributo non sono presenti attributi non sono presenti dipendenze non banali

UtilizzoMateriale(CodiceLotto, IdFase)

CodiceLotto → IdLavoro ✓

perchè un lotto può essere utilizzato per più fasi purché siano dello stesso lavoro

Numerofase, IdLavoro → CodiceLotto X

Numerofase, IdLavoro non implica CodiceLotto perché in una fase di un lavoro possono essere utilizzati più materiali

RealizzazioneParquet(CodiceLotto, IdParte)

CodiceLotto → IdParte X

IdParte → CodiceLotto X

Piastrella(CodiceLotto, Colore, NumeroLati, Disegno, Superficie)

CodiceLotto → Colore, NumeroLati, Disegno, Superficie ✓

Colore, NumeroLati, Disegno, Superficie → CodiceLotto X

Colore, NumeroLati, Disegno, Superficie non implica CodiceLotto perché a sinistra si ha un insieme di caratteristiche di una piastrella, si può decidere di ordinare più lotti con le medesime caratteristiche

CoperturaInPietra(CodiceLotto, IdParte, SuperficieMedia, PesoMedio, Disposizione)

CodiceLotto, IdParte → SuperficieMedia, PesoMedio, Disposizione ✓

CodiceLotto → IdParte X

CodiceLotto non implica IdParte perché uno stesso lotto può essere utilizzato per più parti edificio sulle quali si lavora dello stesso lavoro

IdParte → CodiceLotto X

IdParte non implica CodiceLotto perché per una stessa parte di un edificio si può avere necessità di utilizzare più lotti di pietra, magari uno solo non sarebbe sufficiente.

Piastrellatura(CodiceLotto, IdParte, Fuga, MaterialeAdesivo)

CodiceLotto, IdParte → Fuga, MaterialeAdesivo ✓

CodiceLotto → IdParte X

CodiceLotto non implica IdParte perché uno stesso lotto può essere utilizzato per più parti dello stesso lavoro

IdParte → CodiceLotto X

IdParte non implica CodiceLotto perché per una stessa parte di un edificio si può avere necessità di utilizzare più lotti di piastrelle, magari uno solo non sarebbe sufficiente.

StratoIntonaco(CodiceLotto, IdParte, NumeroStrato, Spessore)

CodiceLotto, IdParte, NumeroStrato → Spessore ✓

CodiceLotto, NumeroStrato → IdParte, Spessore X

CodiceLotto, NumeroStrato non implicano IdParte e Spessore, uno stesso codice lotto può essere usato per realizzare lo stesso numero di strato di intonaco ma di pareti diverse

NumeroStrato, IdParte → CodiceLotto X

NumeroStrato, IdParte non implica CodiceLotto perché un solo lotto di intonaco può non essere sufficiente per uno strato di intonaco

Turno(OraInizio, OraFine, Giorno)

OraInizio → OraFine X

OraInizio non implica OraFine perché i turni sono di durata variabile.

Giorno → OraInizio, OraFine X

Perchè per ogni giorno della settimana sono definiti più turni con orari di inizio e fine diversi.

OraInizio, OraFine → Giorno X

Perché possono essere definiti turni con stesso orario di inizio e fine ma in giorni diversi.

AssegnamentoTurno(OraInizio, OraFine, Giorno, IdContratto)

OraInizio, OraFine, Giorno → IdContratto X

Perché uno stesso turno può essere assegnato a più contratti di lavoro

IdContratto → OraInizio, OraFine, Giorno X

Perché ad uno stesso contratto vengono solitamente assegnati più turni di lavoro

EsecuzioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

OraInizio, OraFine, Giorno, Matricola → IdLavoro X

Perché uno stesso orario di lavoro ad uno stesso operaio può essere assegnato per lavori diversi purché i lavori non si svolgano contemporaneamente

Matricola → IdLavoro X

perché uno stesso capo cantiere può eseguire lavori diversi

Matricola, IdLavoro → Giorno X

perché un lavoro può in genere svolgersi in più giorni per un operaio

SupervisioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

OraInizio, OraFine, Giorno, Matricola → IdLavoro X

Perché uno stesso orario di lavoro ad uno stesso responsabile può essere assegnato per lavori diversi purché i lavori non si svolgano contemporaneamente

Matricola → IdLavoro X

perché uno stesso responsabile può supervisionare lavori diversi

Matricola, IdLavoro → Giorno X

perché un lavoro può in genere svolgersi in più giorni per un responsabile

DirezioneLavoro(Matricola, Giorno, OraInizio, OraFine, IdLavoro)

OraInizio, OraFine, Giorno, Matricola → IdLavoro X

Perché uno stesso orario di lavoro ad uno stesso capo cantiere può essere assegnato per lavori diversi purché i lavori non si svolgano contemporaneamente

Matricola → IdLavoro X

perché uno stesso capo cantiere può dirigere lavori diversi

Matricola, IdLavoro → Giorno X  
perché un lavoro può in genere svolgersi in più giorni per un capo cantiere

Dipendente(Matricola, Nome, Cognome, CodFiscale)  
Matricola → Nome, Cognome, CodFiscale ✓  
CodFiscale → Matricola ✓  
Tuttavia questa dipendenza non rappresenta un problema in quanto CodFiscale è superchiave  
Nome, Cognome → Matricola X  
perché è possibilie che ci siano due dipendenti omonimi

Operaio(Matricola)  
In questa tabella con un solo attributo non sono presenti dipendenze non banali

ResponsabileLavori(Matricola)  
In questa tabella con un solo attributo non sono presenti dipendenze non banali

CapoCantiere(Matricola, GradoEsperienza)  
Matricola → GradoEsperienza ✓  
  
Contratto(IdContratto, DataInizio, DataFine, Matricola, PagaOraria, MaxOreSettimanali)  
IdContratto → DataInizio, DataFine, Matricola, PagaOraria, MaxOreSettimanali ✓  
DataInizio, DataFine, Matricola → IdContratto ✓  
Tuttavia questo non crea alcun problema, DataInizio, DataFine, Matricola è superchiave:  
per un dipendente esisterà un solo contratto con stessa data di inizio e data di fine. Un  
dipendente infatti può avere contemporaneamente solo un contratto in corso di validità  
Matricola → DataInizio, DataFine X  
Perchè uno stesso dipendente può avere più contratti con date di inizio e fine diverse (che  
rispettino i vincoli imposti)  
Matricola → IdContratto X  
Matricola non implica IdContratto perché uno stesso dipendente può aver firmato più di  
un contratto con Smart Buildings  
DataInizioContratto, DataFineContratto → Matricola X  
Perchè più dipendenti possono avere un contratto con stesse date di inizio e fine

Sensore(IdSensore, DataAcquisto, Soglia, DataInstallazione, X, Y, Z, IdParte, Produttore,  
Modello)  
dSensore → DataAcquisto, Soglia, DataInstallazione, X, Y, Z, IdParte, Produttore,  
Modello ✓  
IdParte, X, Y, Z → IdSensore, DataAcquisto, Soglia, DataInstallazione, IdParte,  
Produttore, Modello ✓  
Tuttavia questa dipendenza non rappresenta un problema in quanto IdParte, X, Y, Z è  
superchiave: un solo sensore può trovarsi in un punto specifico di una parte di edificio  
IdParte, Produttore, Modello, Soglia, DataInstallazione, DataAcquisto → IdSensore X  
IdParte, Produttore, Modello, Soglia, DataInstallazione, DataAcquisto non implica  
IdSensore, infatti si possono avere sensori diversi, appartenenti allo stesso modello,  
acquistati lo stesso giorno, con stessa soglia di sicurezza e installati sulla stessa parte di  
edificio.

ModelloSensore(Produttore, Modello, , UnitaMisura)  
Produttore, , UnitaMisura → Modello X

Produttore, , UnitaMisura non implicano il modello di sensore, un'azienda potrebbe produrre sensori con specifiche simili ma appartenenti a modelli diversi

Modello, , UnitaMisura → Produttore X

Modello, , UnitaMisura non implicano il produttore, sensori dalle specifiche simili potrebbero essere stati costruiti da prodotti diversi

Misurazione(Istante, IdSensore, M1, M2, M3)

IdSensore → Istante X

Istante → IdSensore X

Alert(Istante, IdSensore)

Istante → IdSensore X

IdSensore → Istante X

### 7.3 Area analisi del rischio e monitoraggio dei danni

AreaColpita(LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita,  
LatitudineArea, LongitudineArea, Gravita)

LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita, LatitudineArea,  
LongitudineArea → Gravita ✓

LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita →  
LongitudineArea, LatitudineArea X

LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita non implicano la  
latitudine e la longitudine dell'area colpita, un evento calamitoso può colpire più aree  
geografiche

LatitudineArea, LongitudineArea, DataOra, LatitudineEvento, LongitudineEvento →  
NomeCalamita X

LatitudineArea, LongitudineArea e DataOraEvento non implicano NomeCalamita infatti  
eventi di tipo diverso avvenuti nello stesso momento possono colpire la stessa area  
geografica

LatitudineArea, LongitudineArea, DataOraEvento, NomeCalamita → LatitudineEvento,  
LongitudineEvento X

LatitudineArea, LongitudineArea, DataOraEvento, NomeCalamita non implicano  
LatitudineEvento e LongitudineEvento infatti un'area geografica può essere colpita nello  
stesso momento da più eventi calamitosi dello stesso tipo che hanno epicentri diversi

CompatibilitaDanno(NomeCalamita, TipologiaDanno, GradoCompatibilita)

NomeCalamita, TipologiaDanno → GradoCompatibilita ✓

NomeCalamita → TipologiaDanno X

NomeCalamita non implica Tipologia infatti, una stessa calamità può essere compatibile  
con tipologie di danno diverse

TipologiaDanno → NomeCalamita X

TipologiaDanno non implica NomeCalamita infatti una tipologia di danno può essere  
compatibile con più calamità

TipologiaDanno(Tipologia)

In questa tabella con un solo attributo non ci sono dipendenze non banali

Danno(IdDanno, DataRilevazione, Entita, Tipologia)

IdDanno → DataRilevazione, Entita, Tipologia ✓

DataRilevazione, Entita, Tipologia → IdDanno X

DataRilevazione, Entita, Tipologia non implica IdDanno perché potrebbero esistere più danni associati a parti dello stesso edificio o di edifici diversi con stessa DataRilevazione, Entità e Tipologia

MonitoraggioDanno(IdSensore, IdDanno)

IdDanno → IdSensore X

IdDanno non implica idSensore infatti un danno può essere monitorato da più di un sensore

CollocazioneDanno(IdDanno, IdParte)

IdDanno → IdParte X

IdDanno non implica IdParte infatti un danno potrebbe interessare più parti di un edificio

RipristinoDanno(IdDanno, IdLavoro)

IdDanno → IdLavoro X

IdDanno non implica IdLavoro, un danno può potenzialmente vedere più lavori di ripristino

CausaStimata(LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita, IdDanno)

LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita → IdDanno X

LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita non implica

IdDanno, un evento calamitoso infatti può potenzialmente generare più danni

IdDanno → LatitudineEvento, LongitudineEvento, DataOraEvento, NomeCalamita X

IdDanno non implica Latitudine, Longitudine, DataOra e NomeCalamita infatti ad un danno sono associate più eventi calamitosi da considerarsi come possibili cause

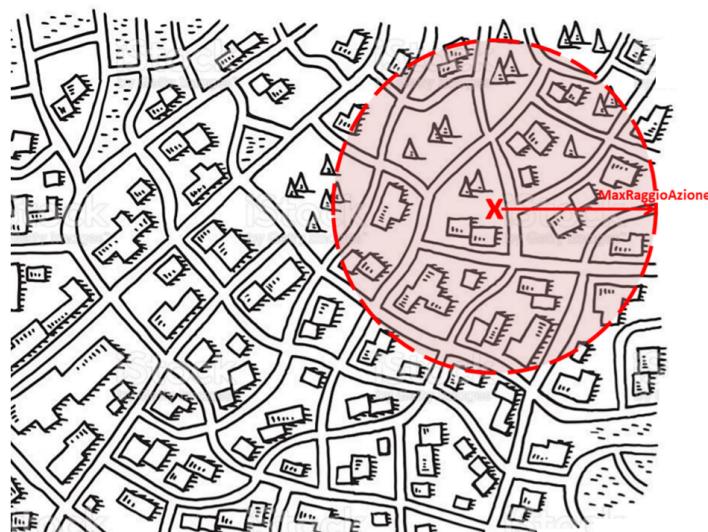
## 8 Funzionalità ausiliarie

### 8.1 Calcolo delle aree colpite da un evento calamitoso e relativa gravità

Per ogni evento calamitoso registrato nel database è necessario poter stimare, sulla base dei dati misurati dai sensori, quali aree esso abbia colpito e con che gravità.

Per quanto riguarda il monitoraggio di calamità le misurazioni effettuate dai sensori possono variare su scale molto diverse fra loro, al fine di poter valutare in modo omogeneo tutte le misurazioni assumiamo che, per quanto riguarda i sensori preposti al monitoraggio di calamità, il valore di soglia sia fissato da un esperto esattamente a  $\frac{3}{4}$  dell'ampiezza della scala sulla quale possono variare le misurazioni effettuate da tale sensore.

Per valutare le aree colpite, dato un evento calamitoso, si considerano tutte le aree geografiche che ricadono all'interno del massimo raggio di azione previsto per la calamità. Tra tutti i sensori posti entro il massimo raggio di azione saranno considerati solamente quelli preposti al monitoraggio di tale calamità e si valuteranno tutte le misure da essi effettuate per un'ora a partire da mezz'ora prima dell'istante in cui l'evento calamitoso si è manifestato.





E' stato ritenuto che due fattori potessero essere di particolare interesse:

- il valore massimo misurato dal sensore in rapporto all'ampiezza della scala
- la media dei valori misurati dal sensore in rapporto all'ampiezza della scala

$$Coeff\_Intensità\_Max = valoremassimomisurato/(4/3) * soglia$$

questo valore appartiene all'intervallo [0,1], 0 indica l'intensità minima 1 la massima

$$Coeff\_Intensità\_Max = valoremmediomisurato/(4/3) * soglia$$

questo valore appartiene all'intervallo [0,1], 0 indica l'intensità minima 1 la massima

Gli eventi calamitosi possono infatti avere gravi conseguenze sia nel caso in cui siano caratterizzati da intensità molto elevate concentrate in un breve tempo sia nel caso in cui siano caratterizzati da intensità più ridotte ma agiscano per un tempo prolungato. Per ogni sensore i due fattori individuati vengono sommati fra loro senza l'aggiunta di coefficienti che ne alterino il peso in quanto è stato ritenuto che entrambi i fattori fossero di pari rilevanza.

Si ottiene in questo modo per ogni sensore un coefficiente che varia tra 0 e 2. Questo viene moltiplicato per 5 in modo da essere riportato su una scala da 0 a 10.

$$Coeff\_intensità\_sensore = (Coeff\_intensità\_max + Coeff\_intensità\_media) * 5$$

questo valore appartiene all'intervallo [0,10], 0 indica l'intensità minima, 10 la massima

Per ogni area geografica fra quelle individuate, si calcola la media dei coefficienti di intensità ottenuti dai dati di ciascun sensore. Nel caso in cui il valore medio sia inferiore a 1 (ovvero al 10% della scala) l'evento calamitoso non si può considerare rilevato dai sensori per questo motivo le aree con coefficiente minore di 1 non saranno considerate come colpite dall'evento; tutte le altre aree saranno invece considerate colpite con coefficiente di gravità pari al valore medio dei coefficienti di intensità relativi ai singoli sensori. Pertanto il coefficiente di gravità sarà un valore compreso fra 1 e 10 dove con 1 si indica il grado di intensità minimo e con 10 il massimo.

## 8.2 Stato dell'edificio

La valutazione dello stato di un edificio è un'operazione complessa che richiede pesanti elaborazioni effettuate sui dati rilevati dai sensori. Per questo motivo è stato scelto di calcolare questo valore ad intervalli di tempo regolari e memorizzarlo in una materialized view in modo che sia sempre disponibile (anche se non perfettamente aggiornato) per essere utilizzato da altre operazioni o da funzionalità di data analytics.

L'intervallo di tempo scelto per l'aggiornamento di questa materialized view è pari ad un mese infatti lo stato di un edificio cambia gradualmente nel tempo ad una velocità tale per cui entro un mese dall'ultimo aggiornamento si può considerare abbastanza accurato.

E' stato scelto di definire lo stato di un edificio per mezzo di un unico valore aggregato che rappresenta una valutazione complessiva delle condizioni della struttura ("StatoGenerale"), corredato da più coefficienti numerici che rappresentano informazioni di tipo diverso e permettono di individuare in modo più preciso le problematicità di ciascun edificio.

Smart Buildings si occupa del monitoraggio di edifici in ottica di sostenibilità e sicurezza pertanto per formulare lo stato dell'edificio è stato scelto di valutare 3 parametri:

- Danni
- Alert non gestiti
- Sprechi

### 8.2.1 Danni

Per la valutazione dei danni vengono presi in considerazione solamente i dati rilevati da sensori preposti al monitoraggio di danni che non hanno superato la soglia di sicurezza, le misurazioni che hanno generato alert saranno invece valutate nella sezione "Alert non gestiti".

Per ogni sensore fra quelli di interesse, si considerano tutti e soli i dati rilevati nell'ultimo mese e si valutano sia lo "stato del danno" (quale percentuale della soglia ha raggiunto) sia la "velocità di evoluzione".

Dato che le scale di misura dei sensori possono essere molto diverse, al fine di valutarle in modo omogeneo tutte le misurazioni, è stato scelto di analizzare solamente misure relative e non misure assolute assolute.

Come prima cosa, dato che la soglia di sicurezza è relativa al modulo del vettore rilevato si per ogni misurazione si calcola un valore che indicheremo con X che corrisponde al modulo della misurazione nel caso di misure vettoriali e al valore rilevato nel caso di misurazioni scalari.

Successivamente per ogni valore X rilevato da un sensore si calcola il valore Xrel che corrisponde alla posizione percentuale (espressa tra 0 e 1) della misura X su una scala che ha come punto di inizio il primo valore rilevato dal sensore dal momento dell'installazione ( $X_0$ ) e come punto di fine la soglia del sensore (è possibile fare questo con la certezza che  $X_{rel} \in [0,1]$  perché sono stati presi in considerazione tutti e soli i sensori che nel mese di interesse non hanno generato alert).

$(M1_0, M2_0, M3_0)$  = **prima** misurazione rilevata dal sensore dal momento dell'installazione

$$X_0 = \sqrt{M1_0^2 + M2_0^2 + M3_0^2}$$

$$X = \sqrt{M1^2 + M2^2 + M3^2}$$

$$X_{rel} = \frac{X - X_0}{soglia - X_0}$$

Per ogni sensore si definisce  $X_{AVG_{TOT}}$  come la media di tutti gli  $X_{rel}$  rilevati nel mese

$$X_{AVG_{TOT}} = \frac{\sum_{mese} X_{rel}}{numero\_misure\_mese}$$

$$X_{AVG_{TOT}} \in [0; 1]$$

E' necessario avere informazioni anche riguardo le velocità di peggioramento medie tra una misurazione e la successiva.

La velocità di peggioramento media fra una misurazione e la successiva è ottenuta come:

$$V_p = \frac{X_{rel_1} - X_{rel_2}}{T_1 - T_2}$$

dove con  $T_1$  e  $T_2$  si considerano rispettivamente gli istanti di rilevazione della prima e della seconda misura.

Anche per quanto riguarda le velocità di peggioramento serve una scala di misura a cui rapportare  $V_p$  per ottenere un valore significativo e confrontabile con quelli misurati da altri sensori.

Per questo motivo è stato scelto di definire la massima velocità di peggioramento relativa ( $MAX\_V_{rel}$ ) come rapporto tra la massima  $V_p$  registrata dal sensore nel mese di interesse e la massima velocità di peggioramento ( $V_p$ ) mai registrata per lo stesso tipo di danno ( $V_{MAX}$ ).

$$V_{MAX_{tipo}} = MAX_{tipo}(V_p)$$

$$Max\_V_{rel} = \frac{MAX_{mese}(V_p)}{V_{MAX_{tipo}}}$$

$$Max\_V_{rel} \in [0; 1]$$

Per ogni sensore di monitoraggio di un danno si individua lo stato totale come somma pesata tra  $X_{AVG_{tot}}$  e  $Max\_V_{rel}$ : dato che la velocità massima di peggioramento è più rilevante rispetto alla attuale situazione media del danno  $Max\_V_{rel}$  avrà peso 3 e  $X_{AVG_{tot}}$  avrà peso 2

$$stato\_danno = 2X_{AVG_{tot}} + 3Max\_V_{rel}$$

$$stato\_danno \in [0; 5]$$

$stato\_danno$  è un valore compreso fra 0 e 5 che indica quanto è grave lo stato del danno rispetto alla propria scala (0 minimo 5 massimo) tuttavia non da informazioni su quanto quel danno sia pericoloso per l'edificio: Ad esempio uno distacco dell'intonaco da una parte con  $stato\_danno = 4.5$  anche se molto grave nella propria scala contribuirà di meno nel determinare la sicurezza dell'edificio rispetto ad una crepa su un muro portante dell'edificio avente  $stato\_danno = 2$ . Per questo motivo, per ottenere lo stato relativo ai danni di un edificio, non è sufficiente fare una media degli di tutti gli  $stato\_danno$  dei singoli danni ma

è necessario che ogni danno sia pesato per la sua “Entità” (attributo di danno che indica quanto questo sia rilevante per la sicurezza dell’edificio) che indicheremo con E:

$$Danni = \frac{\sum E_i * stato\_danno}{\sum E_i}$$

### 8.2.2 Alert

per ogni edificio è riportata la percentuale di alert non gestiti (“AlertNonGestiti”), questa è fornita dal seguente rapporto: Numero di alert generati (da sempre) relativi a danni per cui non sono ancora stati effettuati lavori di ripristino, fratto, numero di alert totali generati da sensori di quell’edificio.

$$AlertNonGestiti = \frac{NumeroAlertNonGestiti}{numeroalerttotali}$$

### 8.2.3 Sprechi

All’interno di un edificio gli sprechi sono spesso causati da un cattivo grado di isolamento termico oppure da leggere perdite dell’impianto idraulico.

Per valutare gli sprechi relativi ad un cattivo grado di isolamento termico si usano sensori di temperatura posti in parte all’esterno dell’edificio ed in parte all’interno dell’edificio. In particolare si valuta il rapporto tra la media escursione termica misurata da sensori posti all’interno dell’edificio e la media escursione termica misurata da sensori posti all’esterno dell’edificio.

Dato che in condizioni ottimali l'escursione termica all'interno dovrebbe essere nulla o comunque molto minore rispetto a quella esterna si avrà un coefficiente compreso fra 0 e 1 (a meno di un uso improprio dell'impianto di riscaldamento) dove il valore 0 indica che la temperatura interna non è minimamente influenzata da quella esterna mentre il valore 1 indica che la temperatura interna è totalmente legata a quella esterna (Isolamento nullo).

$$isolamento = \frac{escursione\_termica\_media\_interna}{escursione\_termica\_media\_esterna}$$

$isolamento \in [0; 1]$

Per valutare eventuali perdite dell'impianto idraulico si usano invece sensori di umidità collocati in prossimità dei punti più critici dell'impianto idraulico. Le misurazioni effettuate da questi sensori corrispondono a percentuali di umidità possono quindi assumere valori che variano tra 0 e 100, tuttavia una percentuale normale di umidità dell'aria corrisponde al valore 40. Pertanto il coefficiente che misura lo stato dell'impianto idraulico è calcolato come:

$$stato\_impianto\_idraulico = \frac{umidita\_media\_mensile}{60}$$

$stato\_idraulico \in [0; 1]$

dove 40 corrisponde alla percentuale di umidità minima che può essere misurata (normale umidità dell'aria) e 60 corrisponde all'ampiezza della scala su cui le misurazioni possono variare ( $60 = 100-40$ ).

Per ottenere lo stato spreci totale si sommano i due coefficienti precedentemente calcolati ottenendo un nuovo valore StatoSprechi  $\in [0; 2]$ .

$$statosprechi = isolamento + stato\_impianto\_idraulico$$

$statosprechi \in [0; 2]$

#### 8.2.4 Stato Generale

A partire dai tre valori “Danni”, “AlerNonGestitit” e “StatoSprechi” è possibile calcolare un unico coefficiente aggregato “StatoGenerale” che stima un valore complessivo dello stato dell'edificio. Questo coefficiente assume valori tra 100 e 0 (dove con 100 si indica lo stato ideale) ed è ottenuto dalla seguente formula:

$$StatoGenerale = 100 - 60 * Danni/5 + 10 * StatoSprechi/2 + 30 * AlertNonGestiti$$

I due coefficienti “Danni” e “StatoSprechi” vengono divisi rispettivamente per 5 e per due in modo da ottenere un valore tra 0 e 1. La formula è stata costruita in questo modo così che lo stato generale assuma valori nell'intervallo desiderato.

## 9 Implementazione delle funzionalità di analisi dei dati

### 9.1 Consigli di intervento

Questa funzionalità di analisi dei dati prende in ingresso l'Id di un edificio e restituisce un result set in cui per ogni parte dell'edificio in stato di alert si indica:

il tipo di parte,

l'id del sensore che ha generato un alert,

il costo previsto per il ripristino del danno che veniva monitorato dal sensore che ha generato l'alert,

la probabilità che avvenga un crollo su quella parte dell'edificio,

il numero di giorni entro cui è previsto il crollo (nell'eventualità in cui si verifichi) calcolati a partire dalla data in cui è stato generato l'alert,

il costo necessario per recuperare la parte dell'edificio nel caso di crollo,

un indice di priorità tra 0 e 1 che indica quanto si ritiene sia importante intervenire sulla gestione dell'alert.

Per ottenere questo risultato si prendono in considerazione tutti i sensori dell'edificio (tra quelli che monitorano un danno) che hanno generato un Alert che è stato ignorato, cioè un Alert per cui non esistono lavori di ripristino con data posteriore a quella di alert per quel danno.

Da questi sensori si ottiene il loro id e

l'id e il nome della parte edificio su cui sono installati.

Per stimare il costo di ripristino si calcola il costo medio di lavori di ripristino passati per danni della stessa tipologia e di entità simile (cioè compresa in un intervallo che ha come estremi l'intensità del danno di cui si vuole stimare il costo più o meno 0.5).

La probabilità che avvenga un crollo sulla parte edificio sul quale è posizionato il sensore che ha generato l'alert è data dal rapporto tra:

il numero di volte che un danno della stessa tipologia che aveva generato un alert che era stato ignorato è stato seguito da un danno di tipologia "Crollo" collocato sulla parte coinvolta diviso il totale degli alert ignorati che monitoravano danni della stessa tipologia.

Per stimare il tempo al crollo, inteso come il numero di giorni che impiegherà a crollare la parte edificio su cui è posizionato il sensore (a partire dalla data in cui è stato generato l'alert), si calcola la media del tempo che trascorre tra la data di alert e la data del crollo delle parti edificio relative, nel caso in cui ci sia il crollo.

Il costo recupero del crollo sarà quindi stimato calcolando la media del costo di ripristino di danni di tipo 'crollo' avvenuti su parti edificio dello stesso tipo (con stessa "NomeParte").

Infine si definisce l'indice di priorità come rapporto tra i due valori precedentemente ottenuti "probabilità di crollo" e "tempo stima crollo" in modo da ottenere un indice direttamente proporzionale alla "probabilità di crollo" e inversamente proporzionale al "tempo stima crollo".

## 9.2 Stima dei danni

La funzionalità di analisi dei dati che stima i danni prende in ingresso l'intensità e le coordinate dell'epicentro di un ipotetico Terremoto e l'IdEdificio dell'edificio del quale si vogliono stimare gli eventuali danni.

I parametri di ingresso sono quindi: "Intensità", "Latitudine Epicentro", "Longitudine Epicentro", "IdEdificio".

La chiamata di questa procedura con gli opportuni input produrrà la generazione di un result set composto da due colonne: la prima colonna indica la tipologia di un danno, la seconda colonna contiene un coefficiente che stima il numero medio di danni di quel tipo che l'ipotetico evento calamitoso inserito potrebbe causare sull'edificio preso in input.

La funzionalità stima il coefficiente sulla base degli eventi di intensità simile le cui informazioni sono presenti all'interno del database di Smart Buildings.

Si prendono in considerazione i terremoti la cui intensità ha un valore pari all'intensità inserita in ingresso, a meno di un fattore 0.5:

[Intensità - 0.5, Intensità + 0.5], si fa questo perché analizzando la scala Richter si può osservare che valori all'interno di quell'intervallo permettano una stima sufficientemente accurata.

Per ognuno di questi eventi "target" si prendono in considerazione gli edifici situati in aree geografiche distanti dall'epicentro dell'evento un valore di distanza che si trova in un intervallo i cui estremi sono la distanza tra l'epicentro dell'evento calamitoso e l'edificio presi in ingresso più o meno 10 km:

[Distanza\_ingresso -10, Distanza\_ingresso + 10].

Di questi edifici si prendono in realtà in considerazione soltanto quelli il cui "StatoGenerale" ha un valore compreso tra lo stato dell'edificio preso in ingresso - 5 e lo stato dell'edificio preso in ingresso + 5. A questo punto si possono ricavare tutti i danni causati dagli eventi calamitosi scelti sugli edifici che rispettano i parametri imposti.

Si può quindi costruire il coefficiente del result set finale, per ogni tipologia di danno, con il rapporto tra il numero di danni di quel tipo ottenuti e il prodotto tra il numero di eventi calamitosi e il numero di edifici presi in considerazione.

Il coefficiente così ottenuto rappresenta quindi il numero medio di danni che un evento calamitoso simile a quello inserito causa su un edificio con caratteristiche di distanza (dall'epicentro dell'evento) e di stato simili a quelle dell'edificio preso in ingresso.

### 9.3 Custom Analytics

Al fine di valutare e migliorare la qualità delle strutture costruite e/o ristrutturate da Smart Buildings, è stato scelto di implementare come custom analytics una funzionalità che permetta di svolgere un'indagine sui materiali acquistati dall'impresa per ottenere una classifica dei migliori fornitori.

I fornitori saranno classificati in primo luogo sulla base della qualità e, successivamente (solo per i fornitori di migliore qualità), sarà valutato il rapporto qualità prezzo.

Come prima cosa siamo interessati a conoscere i 10 materiali più utilizzati dall'azienda: le classifiche dei fornitori saranno infatti stilate materiale per materiale, limitatamente ai 10 materiali più utilizzati dall'azienda.

Per ognuna delle 10 categorie di materiali più utilizzate dall'azienda sarà necessario valutare la qualità di tutti i fornitori. La qualità di un fornitore, relativamente ad uno specifico tipo di materiale (“NomeMateriale”), è calcolata su una scala da 0 a 2 dove con 0 si indica la qualità migliore e 2 la qualità peggiore. Il coefficiente di qualità è calcolato nel seguente modo:

Per ogni fornitore (relativamente ad ogni categoria di materiale) si considerano due fattori di uguale peso:

- La percentuale di materiali forniti implicati in danni rispetto al totale di materiali forniti.
- La percentuale di materiali forniti implicati in danni rispetto al totale di materiali di quella categoria implicati in danni.

Indicando con X un determinato fornitore (“NomeFornitore”) e con C una categoria di materiali (“NomeMateriale”) avremo che il coefficiente di qualità sarà calcolato nel seguente modo:

$$P1 = (\text{Numero di materiali forniti da } X \text{ della categoria } C \text{ Implicati in danni}) / (\text{Numero materiali forniti da } X \text{ della categoria } C)$$

$$P2 = (\text{Numero di materiali forniti da } X \text{ della categoria } C \text{ Implicati in danni}) / (\text{Numero di materiali della categoria } C \text{ implicati in danni})$$

$$\text{CoeffQualità1} = P1 + P2$$

Si tratta di un numero reale compreso fra 0 e 2, dove 0 indica la qualità massima e 2 la qualità minima.

In questo modo si otterrà una prima classifica dei fornitori basata solamente sulla qualità. Per evitare di prendere in considerazione fornitori di qualità troppo bassa a causa di un elevato rapporto qualità prezzo dimezziamo la classifica conservando solamente la metà superiore.

La classifica così ottenuta sarà riordinata valutando il miglior rapporto qualità prezzo. per fare questo è necessario avere un coefficiente di qualità che sia elevato per qualità alte e basso per qualità basse, pertanto invertiamo il coefficiente trovato prima:

$$\text{CoeffQualità2} = 2 - \text{CoeffQualità1}$$

$$RapportoQualitàPrezzo = CoeffQualità2 / Prezzo\_Medio\_materiale$$

dove con “Prezzo\_Medio\_Materiale” si indica la media dei prezzi unitari di materiali della categoria(“NomeMateriale”) di interesse acquistati da tale fornitore(“NomeFornitore”).