



Documentazione Progetto Basi di Dati

A.A. 2021/2022

A CURA DI CROCI EDOARDO E LAZZARELLI FRANCESCO

Sommario

0. Introduzione	3
1. Glossario termini	4
2. Descrizione diagramma E/R	6
2.1 Area Generale	6
2.1.1 Punto di accesso	6
2.1.2 Edificio situato in area geografica soggetta a rischio	7
2.1.3 Composizione di un edificio	7
2.1.4 Vano fornito di balcone	8
2.2 Area Analisi del Rischio e Monitoraggio danni	8
2.2.1 Calamità colpisce area geografica	8
2.3 Area Costruzione	9
2.3.1 Svolgimento e direzione di un turno, partecipazione e supervisione di lavoratore ad un lavoro	9
2.3.2 Generalizzazione materiale	10
2.3.3 Alveolatura mattone	10
2.3.4 Materiale utilizzato in un lavoro	11
2.3.5 Progetto edilizio conseguito rispetto ad un edificio	11
2.3.6 Progetto edilizio articolato in stadi di avanzamento composti da lavori	11
2.3.7 Vano ricoperto da pavimento	12
2.3.8 Composizione vano	12
2.3.9 Collocamento finestra	13
2.3.10 Costituzione parete	13
2.4 Area Monitoraggio	14
2.4.1 Posizionamento Sensore	14
2.4.2 Misurazione sensore	14
3. Ristrutturazione Diagramma E/R	16
3.1 Eliminazione/Aggiunta di ridondanze	16
3.2 Eliminazione delle Generalizzazioni	16
3.2.1 Piano	16
3.2.2 Punto di accesso	17
3.2.3 Lavoratore	18
3.2.4 Misurazione	19
3.2.5 Materiale	20
3.3 Eliminazione/Accorpamento di Entità	21
4. Tavola dei volumi	22
4.1 Analisi delle ridondanze	26
5. Modello Logico	34

5.1 Vincoli di integrità referenziale	35
5.2 Normalizzazione	36
5.3 Vincoli generici	41
6. Operazioni sulla base di dati	46
6.1 Prima operazione - Materiale Utilizzato	46
6.2 Seconda operazione - Costo Manodopera	48
6.3 Terza operazione - Mansione Svolta	50
6.4 Quarta operazione - Pulizia Misurazioni	52
6.5 Quinta operazione - Costo del progetto	53
6.6 Sesta operazione - Altezza Balcone	55
6.7 Settima operazione - Informazioni Edificio	57
6.8 Ottava operazione - Area maggiormente colpita	59
7. Area analisi del rischio e monitoraggio danni	60
7.1 Stato dell'edificio	60
7.1.1 Sensori Monodimensionali	60
7.1.2 Sensori Tridimensionali	61
7.1.3 Calcolo effettivo dello stato	61
7.2 Calamità	62
8. Data Analytics	63
8.1 Consigli di intervento	63
8.1.1 Struttura	63
8.1.2 Parete	63
8.1.3 Ambiente	63
8.2 Stima dei danni	64
9. Bibliografia	65

0. Introduzione

Il database che si desidera progettare ha lo scopo di memorizzare i dati a supporto delle funzionalità del sistema informativo di Smart Buildings, un sistema che si occupa di memorizzare e gestire i dati di un'azienda che si occupa di costruzione, ristrutturazione, e monitoraggio di edifici tramite sensori, per il miglioramento della sicurezza tramite una sempre più efficiente valutazione del rischio e manutenzione predittiva.

Nell'area generale del database sono memorizzate le informazioni sulla struttura degli edifici, sulla collocazione geografica, sul tipo di territorio e i relativi rischi.

L'area costruzioni contiene le informazioni relative alla costruzione di un nuovo edificio o al suo restauro, e i relativi stadi di avanzamento.

I dati acquisiti vengono elaborati identificando quanto i valori misurati si discostano dalle soglie di sicurezza. Una procedura di back-end consente la generazione di un report che classifichi i punti monitorati dell'edificio, individuando così quelli che potrebbero cagionare più danni, dipendentemente dallo scostamento dai valori di soglia. Vengono implementate funzionalità di analisi dei dati per ricercare informazioni utili a migliorare il monitoraggio dinamico degli edifici.

1. Glossario termini

Per una maggiore comprensione vengono precisati e spiegati alcuni dei termini più frequentemente utilizzati mediante la seguente tabella, costituita da una breve descrizione e da possibili sinonimi utilizzati durante la documentazione.

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sinonimi</i>	<i>Collegamenti</i>
Topologia	Definizione dettagliata della struttura di un edificio		Edificio, Struttura, Pianta, Piano
Pianta	Poligono ottenuto dalla sezione orizzontale di un piano	Planimetria	Piano, Edificio, Topologia
Stanza	Ambiente delimitato da pareti interno ad un edificio	Vano, Camera, Locale, Ambiente	Parete, Pianta, Edificio, Piano, Punto di accesso (Porta, ecc.), Finestra
Punto di accesso	Permette di accedere a un vano da un altro vano, dall'esterno, o anche da una parte esterna collegata all'edificio	Porta, Porta finestra, Arco, Apertura senza serramento	Parete, Stanza
Terrazza	Struttura esterna ad un vano, circondata da una balaustra o ringhiera a cui si accede tramite una porta finestra	Balcone	Vano, Punto di accesso
Pavimento	Rivestimento della superficie di un vano	Pavimentazione	Vano, Materiale
Muro	Struttura verticale di una stanza che separa i diversi ambienti tra di loro e/o verso l'esterno	Parete	Vano, Parete, Punto di accesso (Porta, ecc.), Finestra

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sinonimi</i>	<i>Coll egamenti</i>
Progetto Edilizio	Insieme di lavori da realizzare per la costruzione o ristrutturazione di un edificio	Piano di lavoro	Edificio, Lavoro, Lavoratore, Stadio di avanzamento, Data
Stadio di avanzamento	Fase di un progetto edilizio, è un sottoinsieme di lavori.	Fase di avanzamento, Fase, Stadio	Edificio, Lavoro, Lavoratore, Data
Lavoro	Singolo lavoro da eseguire su un edificio	Attività, Compito	Lavoratore, Responsabile, Turno, Progetto edilizio
Calamità	Evento di particolare rilevanza e intensità che colpisce una, o più, aree geografiche	Calamità Naturale, Catastrofe	Area geografica, Danno, Causa
Sensore	Dispositivo che misura una grandezza fisica	Rilevatore, Misuratore	Posizione, Danno, Calamità, Misurazione, Soglia
Misurazione	Raccolta di dati da un sensore	Misura, Rilevamento, Valutazione, Valore	Sensore, Soglia, Valore
Soglia	Valore misurato da un sensore per cui viene generato un alert	Valore massimo, Valore minimo	Valore, Sensore, Misurazione

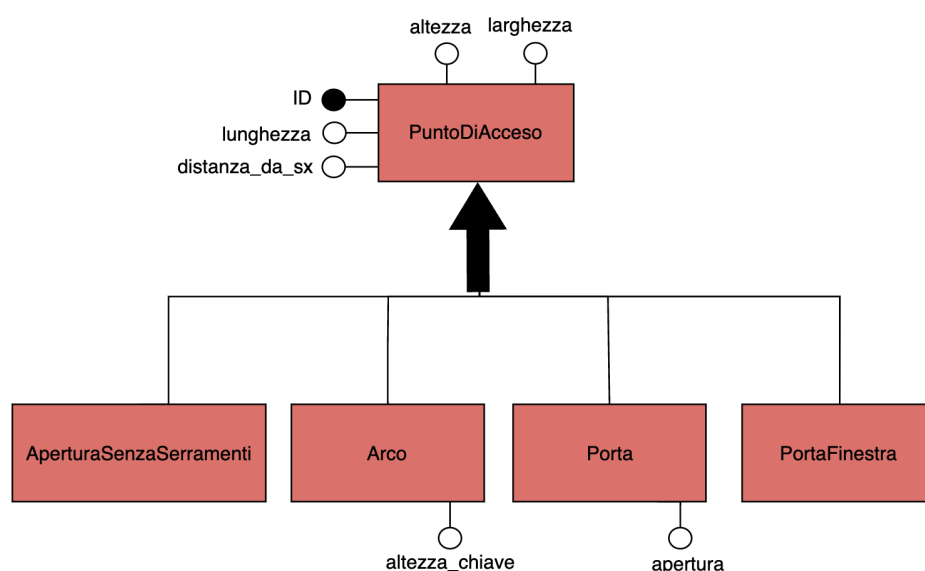
2. Descrizione diagramma E/R

In questa sezione viene illustrato il diagramma E/R risultante dall'analisi delle specifiche di progetto. Ogni macro area del progetto viene spiegata singolarmente nelle seguenti sottosezioni.

Alcune entità, relazioni e attributi sono stati spostati, senza perdere di significato, in modo da ottenere una migliore leggibilità e comprensibilità dagli screenshot caricati nella documentazione. Questo è valido per gli screenshot di tutta la documentazione e non solo per quelli presenti in questa sezione.

2.1 Area Generale

2.1.1 Punto di accesso



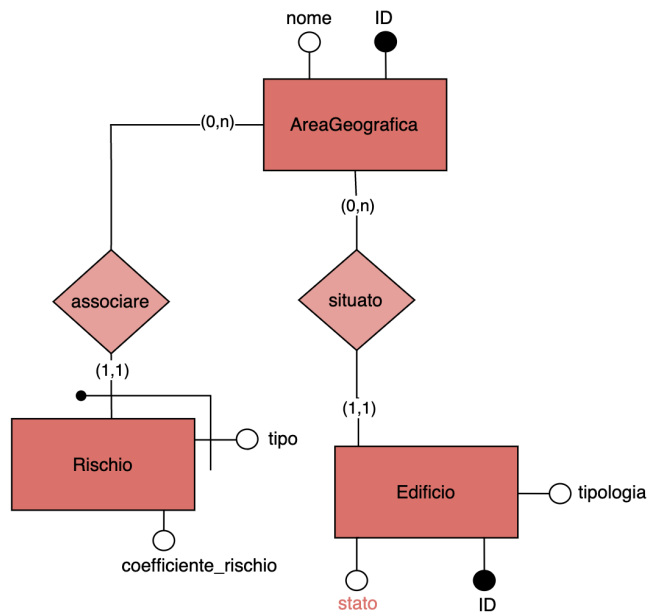
Questa porzione del diagramma E/R rappresenta i possibili punti di accesso, cioè elementi che permettono il passaggio tra vani.

Siamo in presenza di una generalizzazione totale, pertanto ogni occorrenza dell'entità genitore corrisponderà ad un'occorrenza di un'entità figlia. Il trattamento della generalizzazione viene approfondito alla sezione [3.2.2](#).

Nel caso dell'**Arco** si è scelto un angolo di inclinazione sempre uguale a 180°.

Per semplicità la forma di una **PortaFinestra** si suppone rettangolare, mentre il suo orientamento è stato introdotto nella **Parete** dove viene posizionata.

2.1.2 Edificio situato in area geografica soggetta a rischio



In questa sezione di diagramma E/R è mostrata la rappresentazione di un **AreaGeografica** di appartenenza di un **Edificio** e i rischi a cui è soggetta. Ogni **Rischio** è identificato da un **tipo** e dall'**ID** dell'**AreaGeografica** al quale è associato.

Inoltre, possiede un coefficiente di rischio che è un valore compreso tra 0 e 10 che indica quanto una certa **AreaGeografica** sia soggetta a questo rischio e quanto quest'ultimo potrebbe danneggiarla, questo valore è calcolato attraverso una formula che mette in relazione la pericolosità (P) di un

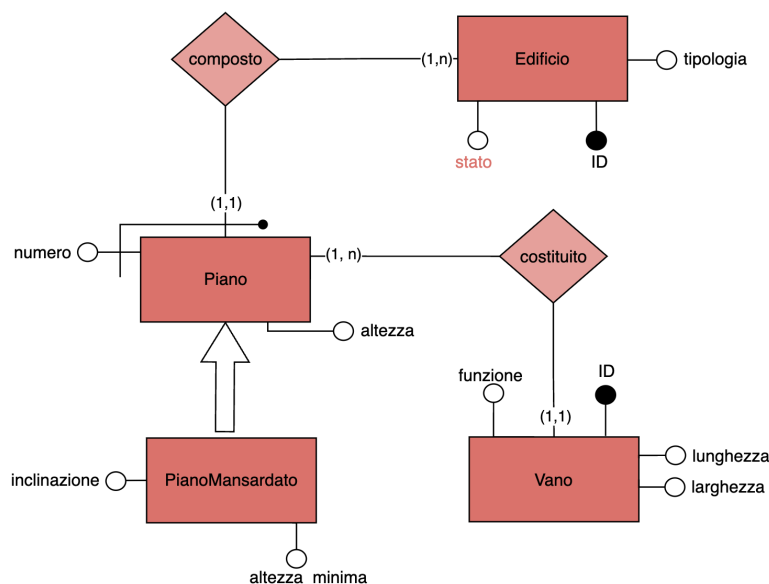
Rischio con l'esposizione (E) dell'**AreaGeografica**.

La formula utilizzata è $CR = (P \times E)/10$.

In **Edificio** è presente una ridondanza (colorata in rosso) che indica lo stato attuale dell'edificio.

Ulteriori informazioni riguardo alla ridondanza sono espresse nel paragrafo [4.1](#).

2.1.3 Composizione di un edificio



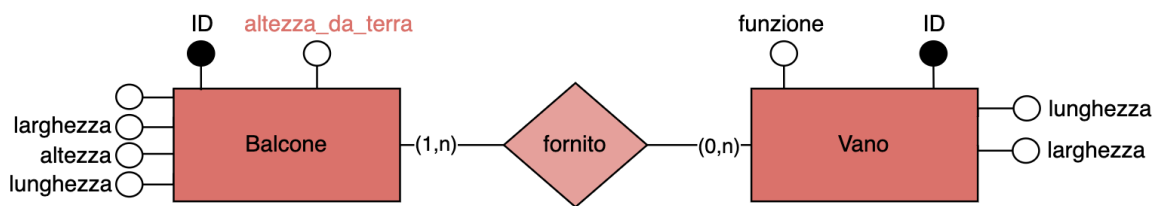
In questa parte del diagramma E/R è possibile vedere la strutturazione di un **Edificio**.

Un **Edificio** è composto da più piani che vengono identificati attraverso il loro *numero* considerato rispettivamente all'**ID** dell'**Edificio**.

Ogni **Piano** è costituito da più vani, per ogni vano si memorizzano *larghezza* e *lunghezza*, che verranno poi utilizzate per estrarre la pianta del **Piano**.

In **Piano** è presente una generalizzazione parziale, in quanto i piani possono essere mansardati o classici. Nel caso il **Piano** sia mansardato viene memorizzata l'*inclinazione* tra il punto più alto e quello più basso del soffitto. Il trattamento della generalizzazione viene approfondito alla sezione [3.2.1](#).

2.1.4 Vano fornito di balcone

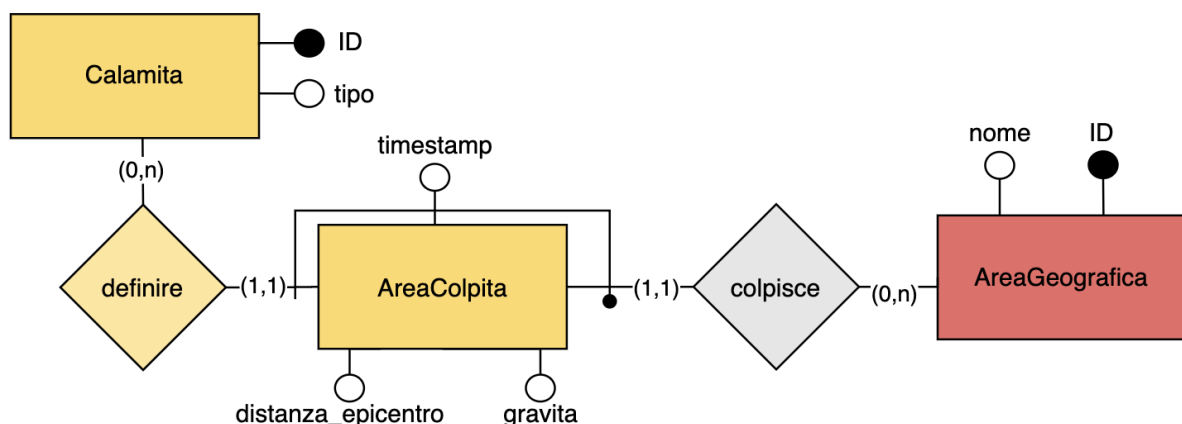


Questa porzione del diagramma E/R mostra la possibilità di un **Vano** di essere fornito di uno o più balconi. Dato che un **Balcone** può essere in comune a più vani la relazione introdotta è una molti a molti.

In **Balcone** è presente una ridondanza, *altezza_da_terra*, che viene calcolata sommando le altezze dei vari piani partendo da terra fino al raggiungimento del **Piano** sottostante a quello dove il balcone è costruito. L'attributo viene valorizzato mediante trigger in inserimento del nuovo balcone.

2.2 Area Analisi del Rischio e Monitoraggio danni

2.2.1 Calamità colpisce area geografica

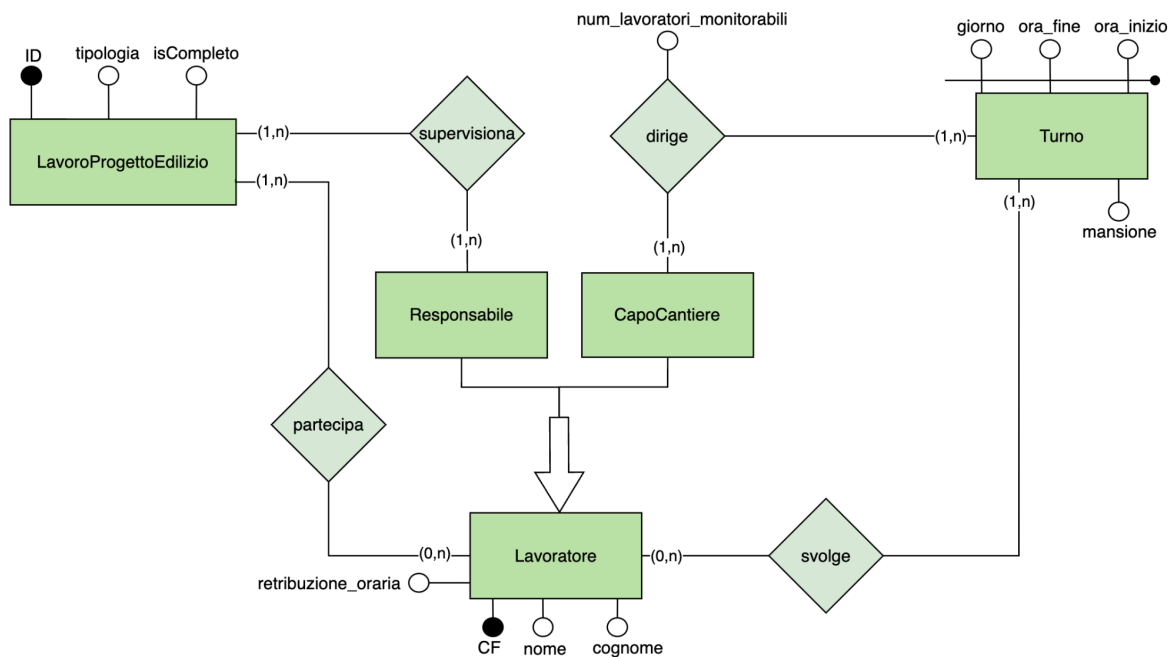


Questa sezione del diagramma E/R mostra la memorizzazione di un'**AreaGeografica** colpita da **Calamita**.

L'**AreaColpita** viene identificata attraverso l'**ID** della **Calamita**, l'**ID** dell'**AreaGeografica** colpita e il **timestamp** di avvenimento della **Calamita**. La formula utilizzata per il calcolo della gravità viene spiegata nel paragrafo [7.2](#).

2.3 Area Costruzione

2.3.1 Svolgimento e direzione di un turno, partecipazione e supervisione di lavoratore ad un lavoro



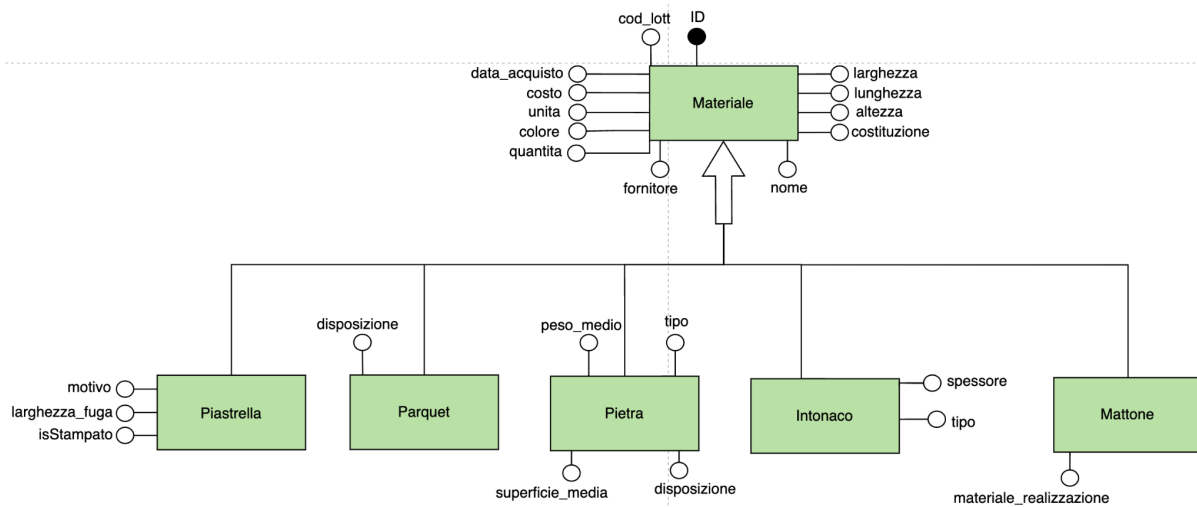
Questa sezione del diagramma E/R mostra le possibili interazioni tra un **Lavoratore**, i turni che svolge e i lavori a cui partecipa.

In **Lavoratore** è presente una generalizzazione parziale, in quanto un lavoratore può ricoprire il ruolo di **Responsabile** o **CapoCantiere**, oppure essere un lavoratore semplice. Il trattamento della generalizzazione viene approfondito alla sezione [3.2.3](#).

In caso il **Lavoratore** sia **CapoCantiere** viene introdotto l'attributo **num_lavoratori_monitorabili**, che esprime il numero massimo di lavoratori che un **CapoCantiere** può dirigere durante un **Turno**.

Si è deciso di introdurre un numero massimo di ore lavorabili giornaliere corrispondente a 13 ore in base al Decreto Legislativo 8 aprile 2003 n. 66. Questo controllo viene effettuato attraverso procedure di backend.

2.3.2 Generalizzazione materiale



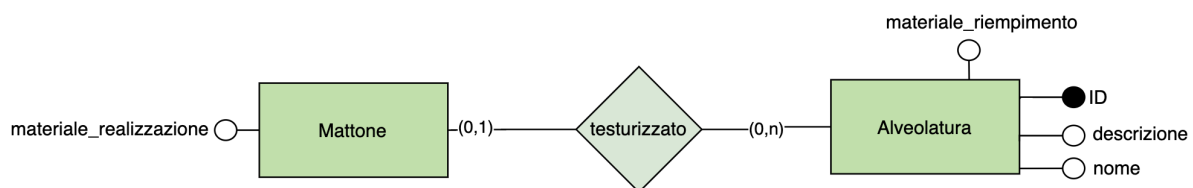
In questa porzione del diagramma E/R è mostrata la memorizzazione del **Materiale**.

In **Materiale** è presente una generalizzazione parziale, in quanto possono essere presenti occorrenze di materiali specifici come **Pietra**, **Intonaco**, **Mattone**, **Parquet**, **Piastrella** oppure materiali generici. Il trattamento della generalizzazione viene approfondito alla sezione [3.2.5](#).

Gli attributi introdotti in **Materiale** permettono una caratterizzazione in termini di dimensioni, costo e costituzione.

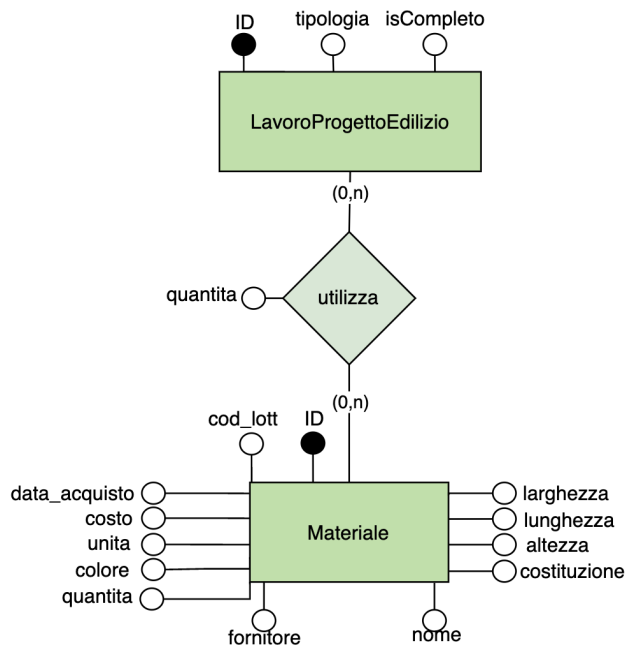
Inoltre, vengono memorizzate le informazioni riguardanti il lotto, il fornitore e la quantità residua.

2.3.3 Alveolatura mattone



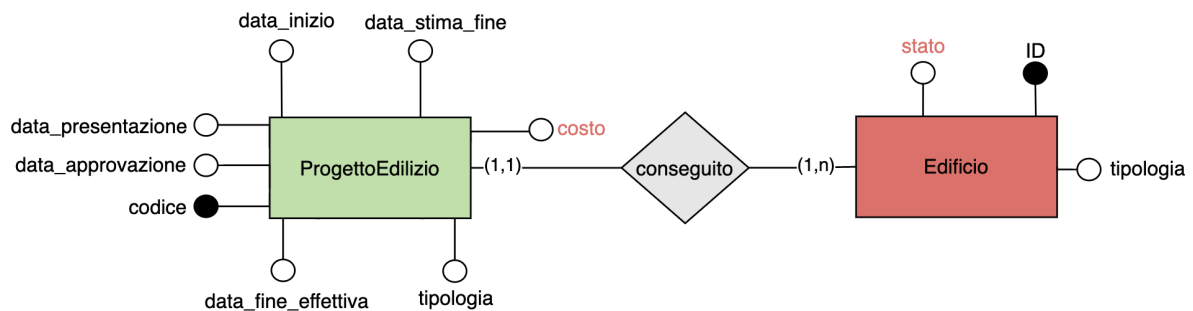
Questa sezione del diagramma E/R rappresenta la possibilità di un **Mattone** di avere una certa **Alveolatura**, ovvero una trama di fori interni che può essere vuota oppure riempita con materiale isolante.

2.3.4 Materiale utilizzato in un lavoro



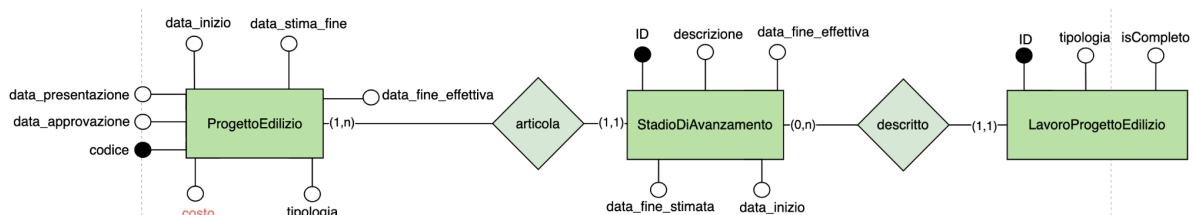
Questa porzione del diagramma E/R rappresenta la gestione dei materiali che vengono utilizzati durante un lavoro.

2.3.5 Progetto edilizio conseguito rispetto ad un edificio



Questa parte del diagramma E/R mostra i progetti edilizi che vengono coinvolti nella costruzione o ristrutturazione di un **Edificio**.

2.3.6 Progetto edilizio articolato in stadi di avanzamento composti da lavori

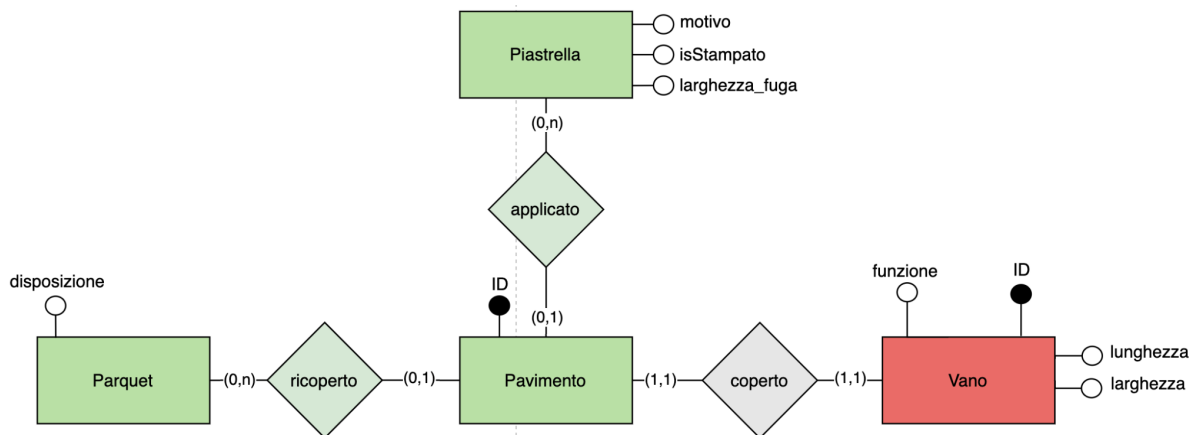


Questa sezione del diagramma E/R mostra lo sviluppo di un **ProgettoEdilizio**, che viene articolato in stadi di avanzamento che sono costituiti da un insieme di lavori svolti.

I possibili stadi di avanzamento sono: *preparazione, inizio, medio termine, conclusione e revisione*.

In **ProgettoEdilizio** e in **StadioDiAvanzamento** vengono inserite due date di fine, una stimata e una effettiva, in quanto c'è la possibilità che i lavori non vengano terminati nel tempo previsto.

2.3.7 Vano ricoperto da pavimento

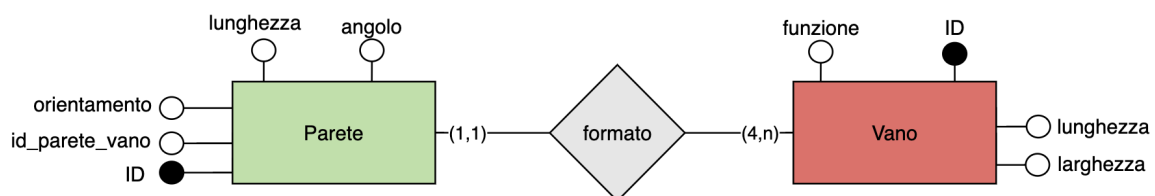


Questa porzione del diagramma E/R mostra la memorizzazione del **Pavimento** di un **Vano**, che può essere piastrellato o ricoperto da **Parquet**. In entrambi i casi si fa riferimento ad un **Materiale** che viene descritto nell'apposita entità.

Le piastrelle devono eventualmente essere separate da dello spazio in cemento detto fuga, che è costante su tutta la pavimentazione. Per il **Parquet** viene invece memorizzata la **disposizione** delle assi di legno.

Alcuni esempi di **disposizione** sono: lisca di pesce, parallela, ungherese chiusa.

2.3.8 Composizione vano



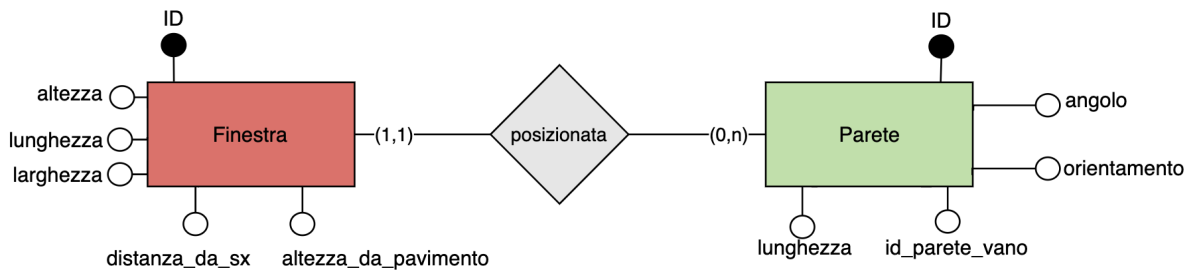
In questa sezione del diagramma E/R viene mostrata la composizione del **Vano**, che è formato da 4 o più pareti, in quanto sono necessarie 3 pareti per formare una figura chiusa e il soffitto, che viene considerato una **Parete**.

Inoltre, viene memorizzato l'**orientamento** utilizzato per trovare quale **Parete** avrà l'attributo **id_parete_vano** pari a 1 (quella con orientamento Nord). Le altre valorizzazioni dell'attributo vengono effettuate incrementandolo di 1 per ogni **Parete**

procedendo in senso orario a partire dalla prima. L'**angolo** memorizzato è quello tra pareti con **id_parete_vano** subito successivo, nel caso della **Parete** con **id_parete_vano** subito precedente a quello del soffitto l'**angolo** memorizzato è quello compreso tra la **Parete** presa in considerazione e quella con **id_parete_vano** pari a 1.

Al soffitto è attribuito l'**id_parete_vano** massimo per quel **Vano**, mentre l'**orientamento** e l'**angolo** sono posti a NULL.

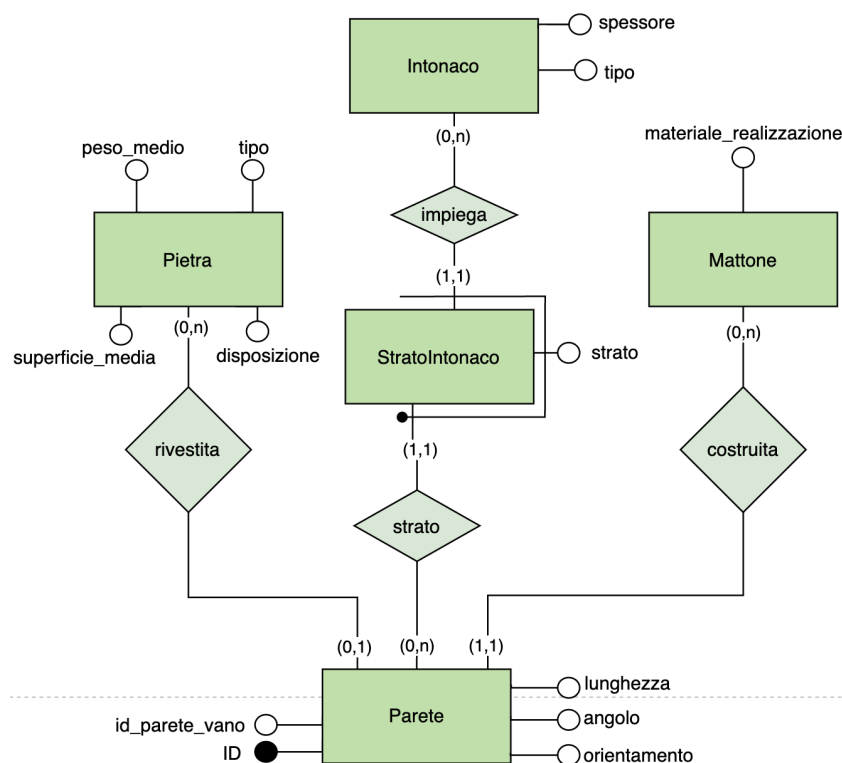
2.3.9 Collocamento finestra



Questa porzione del diagramma E/R mostra come avviene il posizionamento di una **Finestra** rispetto ad una **Parete**.

Per identificare la posizione della **Finestra** sulla **Parete** sono stati introdotti gli attributi **altezza_da_pavimento** e **distanza_da_sx**.

2.3.10 Costituzione parete



Questo estratto del diagramma E/R mostra la costruzione di una **Parete** che è composta da mattoni e strati di **Intonaco**, eventualmente può essere rivestita in **Pietra**.

L'attributo **strato** in **StratoIntonaco** indica il numero dello strato che viene applicato alla parete. Lo strato di **Intonaco** viene identificato attraverso l'**Intonaco** utilizzato, la **Parete** su cui viene applicato

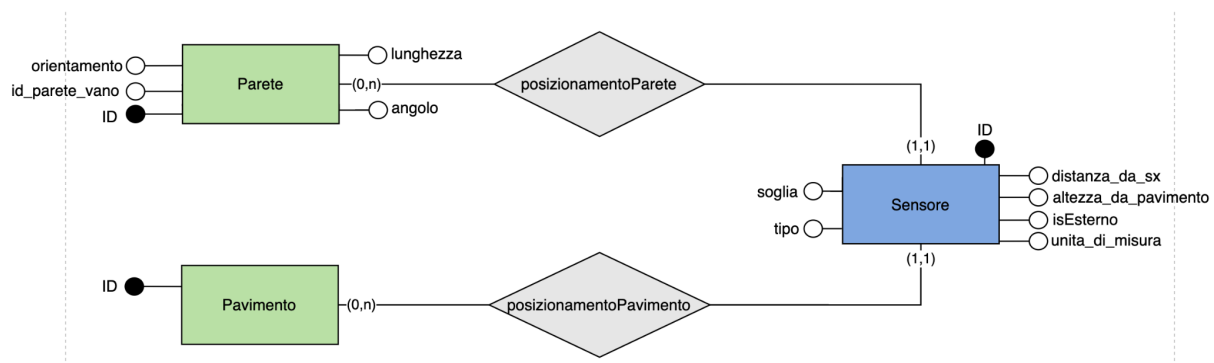
e il numero dello **strato**.

Il **colore** dell'**Intonaco** viene memorizzato in quanto figlio di **Materiale**.

La **disposizione** delle pietre può ad esempio essere: ventaglio, posa lineare - fila dritta.

2.4 Area Monitoraggio

2.4.1 Posizionamento Sensore

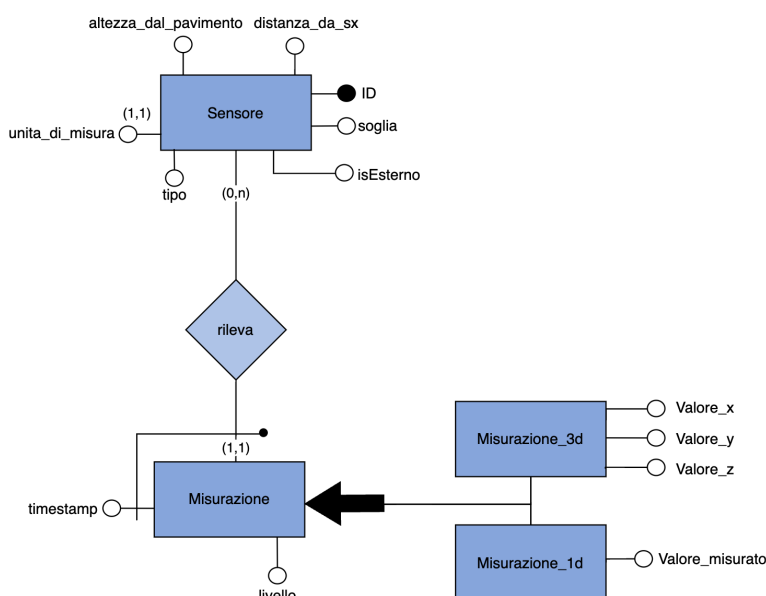


In questa sezione di diagramma E/R viene mostrato il posizionamento di un **Sensore**.

Un **Sensore** può essere posizionato su una **Parete**, in tal caso la sua posizione viene identificata attraverso gli attributi **altezza_da_pavimento**, **distanza_da_sx** e **isEsterno**, oppure il **Sensore** può essere posizionato al di sotto di un **Pavimento**, in questo caso l'attributo **altezza_da_pavimento** esprime la distanza verticale dal centro del pavimento, che ha coordinata 0, mentre l'attributo **distanza_da_sx** mantiene lo stesso significato.

I possibili tipi di **Sensore** sono: *fessurimetro*, *accelerometro*, *giroscopio*, *termometro*, *igrometro*, *pluviometro*.

2.4.2 Misurazione sensore



In questa porzione del diagramma E/R vengono mostrate le misurazioni effettuabili da un **Sensore**.

In **Misurazione** è presente una generalizzazione totale e sono introdotte due tipi di misurazioni: 3d oppure 1d; le prime vengono utilizzate nel caso dei giroscopi o degli accelerometri, che rilevando valori sui 3 assi cartesiani necessitano di 3 attributi per

memorizzare i valori, mentre gli altri sensori necessitano 1 solo attributo.

Una **Misurazione** viene identificata dall'**ID** del **Sensore** che la ha effettuata e dal **timestamp** al quale è avvenuta.

Il trattamento della generalizzazione viene approfondito alla sezione [3.2.4](#).

3. Ristrutturazione Diagramma E/R

La seguente sezione ha lo scopo di indicare e motivare le ristrutturazioni eseguite sul modello E/R presentato nella sezione precedente.

3.1 Eliminazione/Aggiunta di ridondanze

Non sono state individuate ridondanze da eliminare o aggiungere durante la ristrutturazione del modello E/R. Le ridondanze già presenti in fase di ristrutturazione vengono esplicitate e spiegate al paragrafo [4.1](#).

3.2 Eliminazione delle Generalizzazioni

3.2.1 Piano

In **Piano** è presente una generalizzazione parziale, pertanto ci siamo limitati ad accorpare l'entità figlia nella genitore aggiungendole gli attributi dell'entità figlia **inclinazione**.

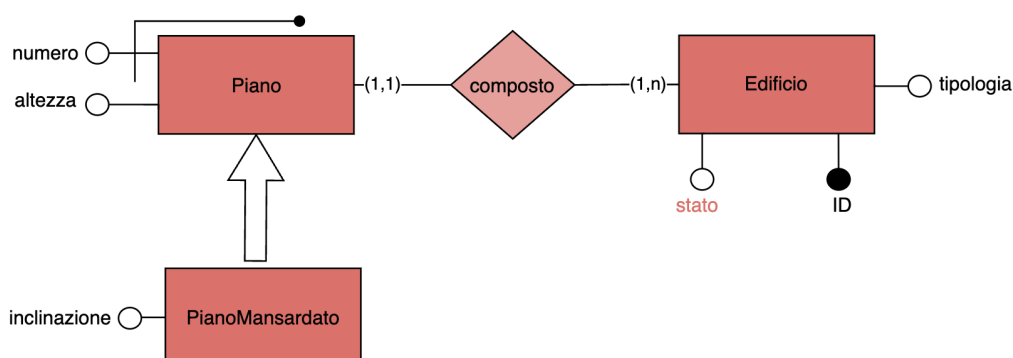


FIGURA 3A : Schema prima della ristrutturazione

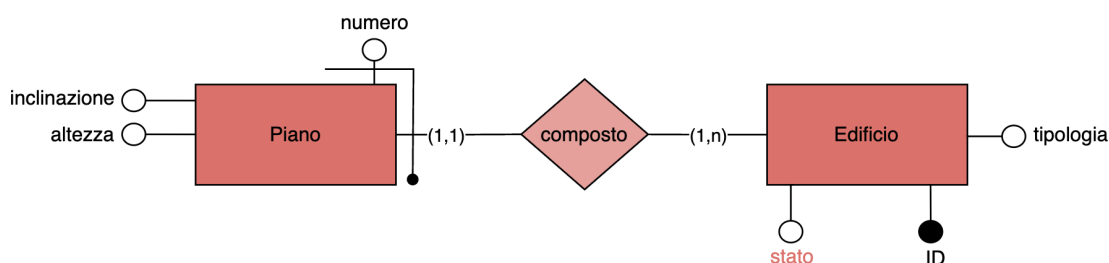


FIGURA 3B : Schema dopo la ristrutturazione

3.2.2 Punto di accesso

In **PuntoDiAccesso** è presente una generalizzazione totale, quindi tutte le istanze dell'entità genitore fanno parte di almeno una entità figlia (in questo caso di una e una soltanto). In questa situazione, visto che non ci sono tanti attributi in più nelle entità figlie e che gli accessi erano contestuali, abbiamo deciso di accorpare tutti gli attributi sotto l'entità genitore **PuntoDiAccesso**, aggiungendo l'attributo **tipologia** (come si può vedere dalla foto sottostante) per distinguere le varie tipologie.

Con questa soluzione saranno presenti diversi valori NULL negli attributi **altezza_chiave**, **apertura**.

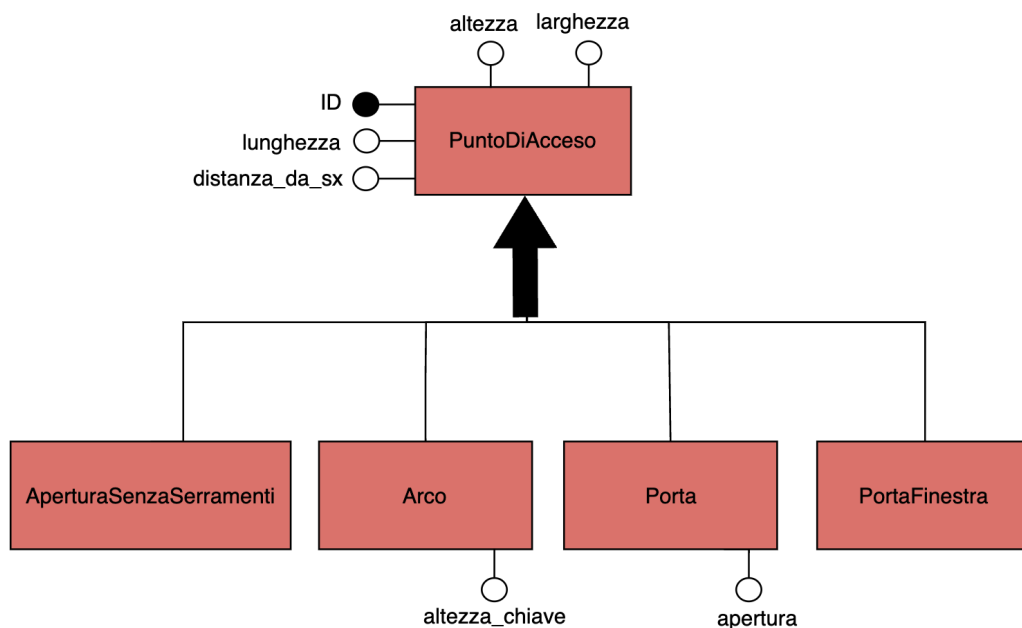


FIGURA 3C : Schema prima della ristrutturazione

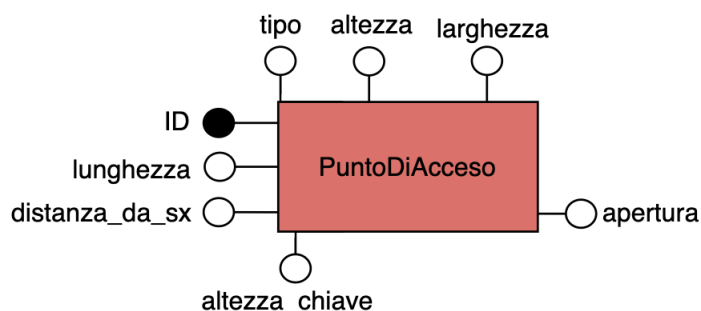


FIGURA 3D : Schema dopo la ristrutturazione

3.2.3 Lavoratore

In **Lavoratore** è presente una generalizzazione parziale, pertanto ci siamo limitati ad accorpare le entità figlie ed abbiamo aggiunto l'attributo **tipo** all'entità **Lavoratore** dato che le entità figlie non introducevano altri attributi.

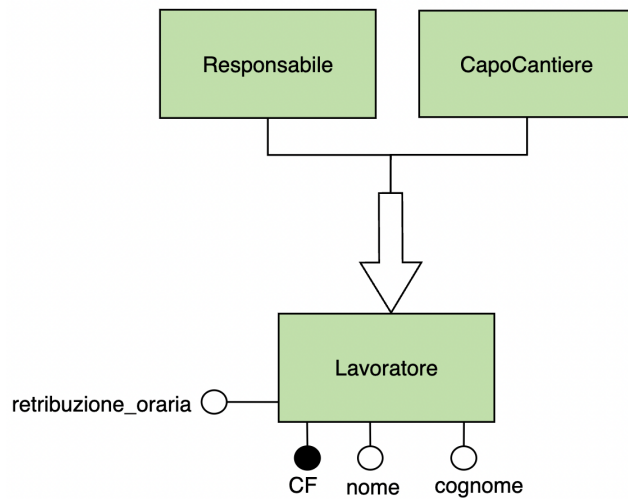


FIGURA 3E: Schema prima della ristrutturazione

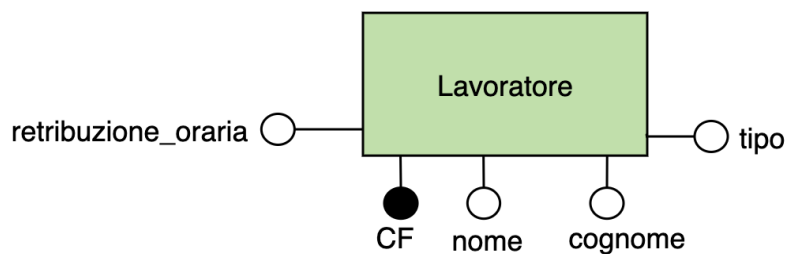


FIGURA 3F: Schema dopo la ristrutturazione

3.2.4 Misurazione

In **Misurazione** è presente una generalizzazione totale, quindi tutte le istanze dell'entità genitore fanno parte di almeno una entità figlia (in questo caso di una e una soltanto). Dato che il numero di attributi che si verrebbe a creare dall'accorpamento delle entità figlie non è elevato, abbiamo deciso di mantenere solo l'entità **Misurazione**, introducendo i 3 attributi dell'entità **Misurazione_3d**.

In caso la misura fosse tridimensionale vengono valorizzati tutti gli attributi, nel caso invece di una misura unidimensionale viene valorizzato solo **valore_x**.

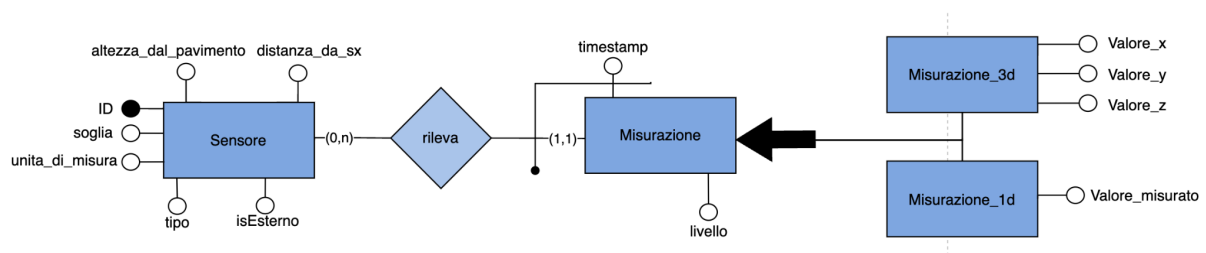


FIGURA 3G: Schema prima della ristrutturazione

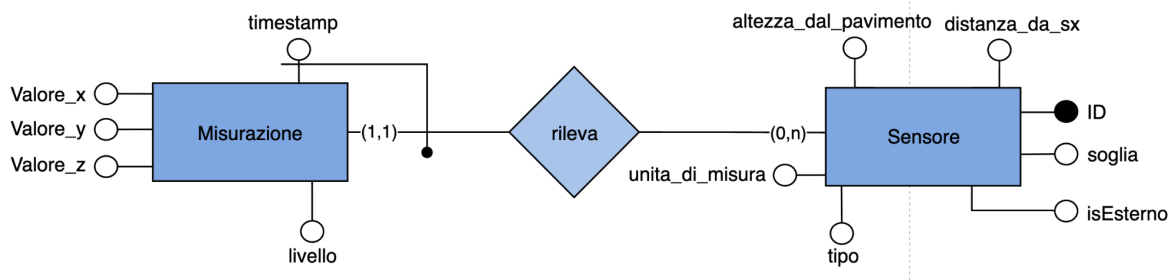


FIGURA 3H: Schema dopo la ristrutturazione

3.2.5 Materiale

In **Materiale** è presente una generalizzazione parziale, abbiamo deciso di introdurre una relazione per ogni entità figlia dato l'eccessivo numero di attributi nulli che si verrebbero a creare nel caso di un accorpamento nell'entità genitore.

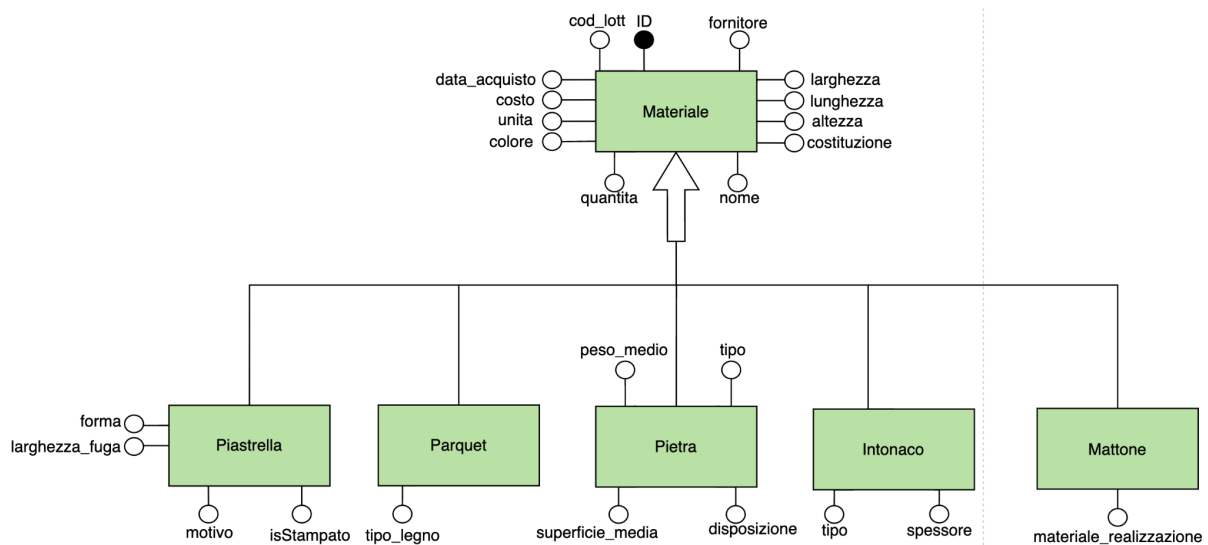


FIGURA 3I: Schema prima della ristrutturazione

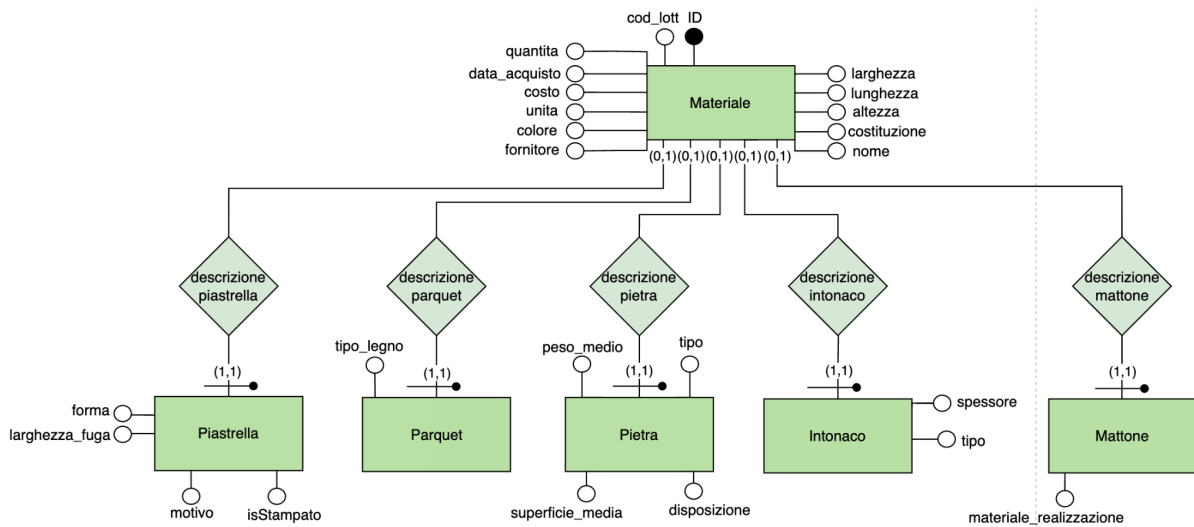


FIGURA 3L: Schema dopo la ristrutturazione

3.3 Eliminazione/Accorpamento di Entità

Durante la ristrutturazione del modello E/R è stata eliminata l'entità **Pavimento** che aveva cardinalità (1,1) con **Vano**. Il contenuto di **Pavimento** è stato accorpato all'interno dell'entità vano.

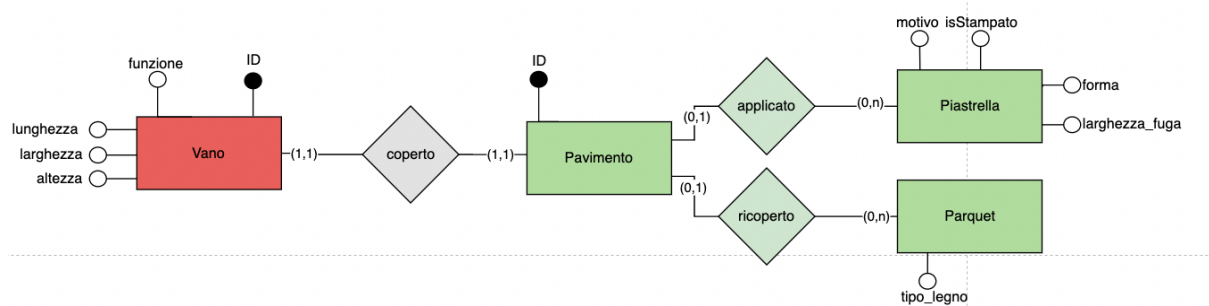


FIGURA 3M: Schema prima della ristrutturazione

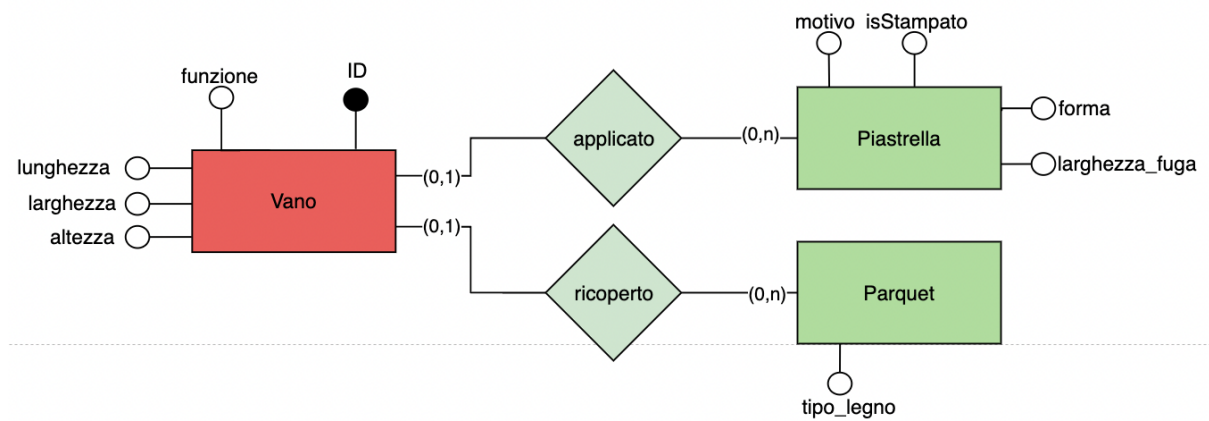


FIGURA 3N: Schema dopo la ristrutturazione

4. Tavola dei volumi

AREA GENERALE			
<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Motivazione</i>
Edificio	E	20	Si ipotizza di salvare informazioni riguardanti 20 edifici.
Piano	E	60	Si ipotizzano edifici con una media di 3 piani per edificio.
Composto	R	60	Da Piano per cardinalità (1,1) con Edificio .
Vano	E	900	Si assumono una media di 15 vani per Piano .
Costituito	R	900	Da Vano per cardinalità (1,1) con Piano .
PuntoDiAccesso	E	1.800	Si assumono 2 punti di accesso per ogni Vano .
Balcone	E	225	Si assume un Balcone ogni 0.25 vani.
Fornito	R	270	Si assume un Balcone in comune ogni 0.2 vani con balcone. (225/5) + 225
AreaGeografica	E	8	Si ipotizzano 8 aree geografiche.
Situato	R	20	Da Edificio per cardinalità (1,1) con AreaGeografica .
Rischio	E	13	Si ipotizzano 13 rischi.
Associare	R	21	Si ipotizza che ogni area geografica sia soggetta a 1.6 rischi.
Finestra	E	900	Si assume una Finestra ogni 4 pareti (non viene considerata il soffitto).
AREA DEL RISCHIO E MONITORAGGIO DANNI			
<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>	<i>Motivazione</i>
Calamità	E	10	Si ipotizzano 10 Calamità .

AreaColpita	E	20	Si assume che le aree vengano colpite 20 volte in un anno.
Definire	R	20	Da AreaColpita per cardinalità (1,1) con Calamita .
Colpisce	R	20	Da AreaColpita per cardinalità (1,1) con AreaGeografica .
AREA COSTRUZIONE			
Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Posizionata	R	900	Da Finestra per cardinalità (1,1) con Parete
Collocato	R	1.800	Da PuntoDiAccesso per cardinalità (1,1) con Parete .
Parete	E	4.500	Si assumono 4 pareti per ogni Vano (+ 1 per il soffitto).
Formato	R	4.500	Da Parete per cardinalità (1,1) con Vano .
Materiale	E	60	Si ipotizzano 60 tipi di Materiale
Piastrella	E	15	Si ipotizzano 15 tipi di Piastrella .
Applicato	R	870	Si assume che su 29 vani su 30 siano applicate delle piastrelle.
Parquet	E	5	Si ipotizzano 5 tipi di Parquet .
Ricoperto	R	30	Si assume che 1 vano ogni 30 sia ricoperto da Parquet
Pietra	E	10	Si ipotizzano 10 tipi di Pietra .
Rivestita	R	450	Si assume che 1 Parete (o soffitto) su 10 sia rivestita in Pietra .
Mattone	E	9	Si ipotizzano 9 tipi di Mattone .
Costruita	R	4.500	Da Parete per cardinalità (1,1) con Mattone .
Alveolatura	E	6	Si ipotizzano 6 tipi di Alveolatura .
Testurizzato	R	6	Si ipotizza che 6 mattoni su 9 siano testurizzati.

Intonaco	E	15	Si ipotizzano 15 tipi di Intonaco .
StratoIntonaco	E	13.500	Si assume una media di 3 strati di Intonaco per ogni parete.
Impiega	R	13.500	Da StratoIntonaco per cardinalità (1,1) con Intonaco .
Strato	R	13.500	Da StratoIntonaco per cardinalità (1,1) con Parete .
DescrizionePiastrina	R	15	Da Piastrina per cardinalità (1,1) con Materiale .
DescrizioneParquet	R	5	Da Parquet per cardinalità (1,1) con Materiale .
DescrizionePietra	R	10	Da Pietra per cardinalità (1,1) con Materiale .
DescrizioneIntonaco	R	15	Da Intonaco per cardinalità (1,1) con Materiale .
DescrizioneMattone	R	9	Da Mattone per cardinalità (1,1) con Materiale .
ProgettoEdilizio	E	60	Si assumono 3 progetti edilizi per ogni Edificio
Lavoratore	E	75	Si ipotizzano 75 lavoratori
Partecipa	R	10.500	Si assume una media di 5 lavoratori per LavoroProgettoEdilizio . $5 * 2100$
Conseguito	R	60	Da ProgettoEdilizio per cardinalità (1,1) con Edificio
Turno	E	783	Si ipotizzano 3 mansioni (Turni) per ogni giorno (volume calcolato in un anno, tolti sabato e domenica)
Svolge	R	33.930	Si assume che ogni Lavoratore svolga 2 turni ogni giorno. I lavoratori semplici sono 65, e i giorni di lavoro sono circa 261 (sono stati tolti i sabati e le domeniche) $65 * 2 * 261$
Dirige	R	5.220	Si assume che ogni Lavoratore svolga 2 turni ogni giorno. I

			lavoratori che dirigono un turno sono 10, e i giorni di lavoro sono circa 261 (sono stati tolti i sabati e le domeniche) 10 * 2 * 261
Supervisiona	R	2.520	Si ipotizza che per ogni LavoroProgettoEdilizio siano presenti 1.2 supervisori
StadioDiAvanzamento	E	300	Si assumono 5 stadi di avanzamento per ogni ProgettoEdilizio .
Articola	R	300	Da StadioDiAvanzamento per cardinalità (1,1) con ProgettoEdilizio
LavoroProgettoEdilizio	E	2.100	Si assume una media di 7 lavori per ogni StadioDiAvanzamento .
Descritto	R	2.100	Da LavoroProgettoEdilizio per cardinalità (1,1) con StadioDiAvanzamento .
Utilizza	R	31.500	Si assume una media di 15 materiali per LavoroProgettoEdilizio .
AREA MONITORAGGIO			
Concetto	Tipo	Volume	Motivazione
Sensore	E	300	Si ipotizzano 1 Sensore per ogni 15 Parete .
PosizionamentoParete	R	235	È presente un record per ogni Sensore per cardinalità (1,1) con Parete .
PosizionamentoVano	R	65	È presente un record per ogni Sensore per cardinalità (1,1) con Vano .
Misurazione	E	9.417.000.000	Si assume una misurazione ogni secondo (volume considerato su 1 anno)
Rileva	R	9.417.000.000	È presente un record per ogni Misurazione per cardinalità (1,1) con Sensore .

4.1 Analisi delle ridondanze

Qui verranno presentate e motivate le ridondanze che sono state lasciate, rimosse o aggiunte al modello E/R. Sul modello E/R vengono indicate dal testo di colore **rosso**.

STATO (Edificio)

È stato inserito un valore double compreso tra 0 e 100 che indica lo stato attuale dell'**Edificio**. L'attributo in questione, denominato **stato**, viene aggiornato una volta al giorno. In questo modo viene valutato un set di misurazioni più ampio per un calcolo più accurato dello **stato** effettivo dell'**Edificio**.

Tavola dei volumi coinvolti		
<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>
Edificio	E	20
Piano	E	60
Costituito	R	900
Vano	E	900
Formato	R	4.500
Parete	E	4.500
PosizionamentoParete	R	235
PosizionamentoVano	R	65
Sensore	E	360
Rileva	R	9.417.000.000
Misurazione	E	9.417.000.000

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Tavola degli accessi senza la ridondanza per calcolare lo stato dell'edificio				
<i>Concetto</i>	<i>Costrutto</i>	<i>Accessi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Note</i>
Piano	E	3	L	Per ipotesi 3 piani per edificio.
Vano	E	45	L	Per ipotesi 15 vani per piano.
Parete	E	225	L	Per ipotesi 4 pareti per ogni vano.

Posizionamento Parete	R	225	L	Nel caso peggio devo cercare tra tutte le pareti.
Posizionamento Vano	R	45	L	Nel caso peggio devo cercare tra tutti i vani
Sensore	E	15	L	Per ipotesi 1 sensore ogni 15 pareti/vano.
Rileva	R	9.417.000.000	L	Full scan di tutta la tabella.
Misurazione	E	9.417.000.000	L	Full scan di tutta la tabella.
Totale Accessi		≈18.834.000.000		

Tavola degli accessi con la ridondanza per calcolare lo stato dell'edificio				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
Edificio	E	1	S	Aggiornamento dell'attributo 'stato' dell'edificio in cui è posizionato il sensore.
Piano	E	3	L	Per ipotesi 3 piani per edificio.
Vano	E	45	L	Per ipotesi 15 vani per piano.
Parete	E	225	L	Per ipotesi 5 pareti per vano.
Posizionamento Parete	R	225	L	Nel caso peggio devo cercare tra tutte le pareti.
Posizionamento Vano	R	45	L	Nel caso peggio devo cercare tra tutti i vani
Sensore	R	15	L	Per ipotesi 1 sensore ogni 15 pareti/vano.
Rileva	R	25.800.000	L	Conosciamo entrambi gli attributi che compongono la chiave.
Misurazione	E	25.800.000	R	Scrittura dei record giornalieri.
Totale Accessi		51.600.829		

Come si può vedere dai risultati che si ottengono, introdurre la ridondanza abbatta esponenzialmente il numero di accessi che devono essere eseguiti. Nonostante

l'operazione venga svolta 1 volta al giorno è conveniente mantenere la ridondanza per aver sempre un riscontro rapido sullo **stato** dell'**Edificio**, che nel peggiore dei casi non è aggiornato delle ultime misurazioni. La ridondanza è stata mantenuta.

ALTEZZA DA TERRA (Balcone)

Viene inserito nella tabella **Balcone** l'attributo *altezza_da_terra*, un intero espresso in centimetri e maggiore di 0. L'attributo in questione una volta inserito non viene mai modificato, in quanto una volta costruito l'**Edificio** non sarà possibile modificare la sua altezza aggiungendo e/o rimuovendo piani sottostanti.

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
Piano	E	60
Costituito	R	900
Vano	E	900
Fornito	R	270
Balcone	E	225

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Tavola degli accessi senza la ridondanza per calcolare l'altezza da terra del balcone				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
Piano	E	3	L	Per ipotesi 3 piani per edificio.
Vano	E	45	L	Uguale al numero di scan di Fornito .
Fornito	R	270	L	Full scan della tabella.
Balcone	E	1	L	1 Accesso perchè dato in input.
Totale Accessi		319		

Tavola degli accessi con la ridondanza per calcolare l'altezza da terra dell'edificio				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
Piano	E	3	L	Per ipotesi 3 piani per edificio.
Vano	E	45	L	Uguale al numero di scan di Fornito .
Fornito	R	270	L	Full scan della tabella.
Balcone	E	1	L	1 Accesso perchè dato in input.

Balcone	E	1	L	Lettura altezza_da_terra.	dell'attributo
Totale Accessi		320			

Nonostante i dati effettivi ottenuti sembrano a sfavore della ridondanza, abbiamo riscontrato che in verità non lo sono, in quanto l'altezza da terra di un **Balcone** è fissa e una volta inserita non necessita di aggiornamenti. Quindi una volta dopo aver calcolato l'altezza da terra (che viene gestita tramite trigger dopo l'inserimento del **Balcone**) la tabella degli accessi effettiva si può semplificare come segue:

Tavola degli accessi con la ridondanza dopo aver già calcolato l'altezza					
<i>Concetto</i>	<i>Costrutto</i>	<i>Accessi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Note</i>	
Balcone	E	1	L	Lettura altezza_da_terra.	dell'attributo
Totale Accessi		1			

In conclusione è stato deciso di mantenere l'attributo **altezza_da_terra**, in quanto il calcolo "pesante" viene svolto una volta sola e durante l'inserimento.

COSTO (ProgettoEdilizio)

È stato inserito nell'entità **ProgettoEdilizio** l'attributo **costo**, un intero maggiore di 0 che si ottiene dalla somma del costo dei materiali e quello della manodopera. L'attributo in questione viene aggiornato una volta a settimana.

Tavola dei volumi coinvolti		
<i>Concetto</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume</i>
ProgettoEdilizio	E	60
Articola	R	300
StadioDiAvanzamento	E	300
Descritto	R	2400
LavoroProgettoEdilizio	E	2.400
Lavoratore	E	75
Partecipa	R	10.500
Supervisiona	R	2.520
Dirige	R	5.220
Svolge	R	33.930
Utilizza	R	31.500
Materiale	E	60
ProgettoEdilizio	E	60

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Tavola degli accessi senza la ridondanza per calcolare il costo totale del progetto edilizio				
<i>Concetto</i>	<i>Costrutto</i>	<i>Accessi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Note</i>
StadioDiAvanzamento	E	5	L	Da ipotesi 5 stadi per ogni Progetto .
LavoroProgettoEdilizio	E	35	L	Da ipotesi 7 lavori per ogni stadio.
Partecipa	R	175	L	Da ipotesi 5 lavoratori per ogni LavoroProgettoEdilizio .
Supervisiona	R	42	L	Da ipotesi 1.2 supervisori per ogni LavoroProgettoEdilizio .

Lavoratore	E	525	L	Si ipotizzano 15 lavoratori dietro un singolo progetto
Dirige	R	5.220	L	Full scan sulla tabella.
Svolge	R	33.930	L	Full scan sulla tabella.
Utilizza	R	31.500	L	Full scan sulla tabella.
Materiale	E	1575	L	Da ipotesi 15 materiali per ogni lavoro.
Totale accessi		73.007		

Tavola degli accessi con la ridondanza per calcolare il costo del progetto edilizio				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
ProgettoEdilizio	E	1	S	Accesso in scrittura per modificare l'attributo.
ProgettoEdilizio	E	1	L	Accesso per leggere il nuovo valore.
StadioDiAvanzamento	E	5	L	Da ipotesi 5 stadi per ogni Progetto .
LavoroProgettoEdilizio	E	35	L	Da ipotesi 7 lavori per ogni stadio.
Partecipa	R	175	L	Da ipotesi 5 lavoratori per ogni LavoroProgettoEdilizio .
Supervisiona	R	42	L	Da ipotesi 1.2 supervisor per ogni LavoroProgettoEdilizio .
Lavoratore	E	525	L	Si ipotizzano 15 lavoratori dietro un singolo progetto.
Dirige	R	15	L	Si ipotizzano 3 turni al giorno con 1 direttore a turno (3 turni * 5 giorni * 1 direttore).
Svolge	R	225	L	Si ipotizzano 3 turni al giorno (3 turni * 5 giorni * 15 lavoratori).
Utilizza	R	175	L	Si ipotizzano 5 Materiali per LavoroProgettoEdilizio . (5 materiali * 35 lavori)
Materiale	E	175	L	Si ipotizzano 5 Materiali per LavoroProgettoEdilizio . Accessi necessari per trovare il

				costo del materiale.
Totale Accessi		1374		

Vista la convenienza in termini di accessi è stato deciso di mantenere la ridondanza.

5. Modello Logico

In questa sezione viene riportata la traduzione dal modello concettuale al modello logico.

Le PRIMARY KEY vengono identificate tramite **GRASSETTO** mentre le FOREIGN KEY vengono identificate tramite [FK].

AREA GENERALE

Edificio (**ID**, isFinito, tipologia, stato, area_geografica[FK])

Piano (**numero**, **edificio** [FK], altezza, inclinazione)

Vano (**ID**, funzione, lunghezza, larghezza, piano, [FK], edificio [FK], parquet [FK], piastrella [FK])

PuntoDiAccesso (**ID**, lunghezza, larghezza, altezza, distanza_da_sx, tipo, apertura, altezza_chiave, angolo_curvatura, parete [FK])

Balcone (**ID**, lunghezza, larghezza, altezza, altezza_ringhiera, altezza_da_terra)

BalconeVano (**balcone** [FK], **vano** [FK])

Finestra (**ID**, larghezza, lunghezza, altezza, distanza_da_sx, altezza_dal_pavimento, parete [FK])

AreaGeografica (**ID**, nome)

Rischio (**tipo**, **area_geografica** [FK], coefficiente_rischio)

AREA ANALISI DEL RISCHIO E MONITORAGGIO DANNI

Calamità (**ID**, tipo)

AreaColpita (**area** [FK], **calamita** [FK], **timestamp**, gravita)

AREA COSTRUZIONE

Parete (**ID**, orientamento, angolo, id_parete_vano, mattone [FK], vano [FK], pietra [FK])

Materiale (**ID**, nome, cod_lotto, fornitore, larghezza, lunghezza, altezza, costituzione, costo, unita, data_acquisto, quantita, colore)

MaterialeUtilizzato (**lavoro** [FK], **materiale** [FK], quantita)

Pietra (**ID** [FK], tipo, peso_medio, superficie_media, disposizione)

Mattone (**ID** [FK], materiale_realizzazione, alveolatura [FK])

Alveolatura (**ID**, materiale_riempimento, nome, descrizione)

Intonaco (**ID** [FK], spessore, tipo)

StratoIntonaco (**strato**, **parete** [FK], **intonaco** [FK])

Parquet (**ID** [FK], disposizione)

Piastrella (**ID** [FK], larghezza_fuga, motivo, isStampato)

ProgettoEdilizio (**codice**, tipologia, data_presentazione, data_approvazione, data_inizio, data_stima_fine, data_fine_effettiva, costo, edificio [FK])

StadioDiAvanzamento (**ID**, data_inizio, data_stima_fine, data_fine_effettiva, descrizione, progetto_edilizio [FK])

LavoroProgettoEdilizio (**ID**, tipologia, isCompleto, stadio [FK])

Lavoratore (**CF**, nome, cognome, retribuzione_oraria, tipo)

PartecipazioneLavoratoreProgetto (**lavoratore** [FK], **progetto** [FK])
SupervisioneLavoro (**lavoratore** [FK], **lavoro** [FK])
Turno (**ora_inizio**, **ora_fine**, **giorno**, mansione)
LavoratoreDirigeTurno (**capo_turno** [FK], **ora_inizio** [FK], **ora_fine** [FK], **giorno** [FK], num_lavoratori_monitorabili)
SvolgimentoTurno (**lavoratore** [FK], **ora_inizio** [FK], **ora_fine** [FK], **giorno** [FK])

AREA MONITORAGGIO

Sensore (**ID**, distanza_da_sx, altezza_da_terra, isEsterno, tipo, soglia, parete [FK], vano [FK])
Misurazione (**id_sensore** [FK], **timestamp**, livello, unita_di_misura, valoreX, valoreY, valoreZ)

5.1 Vincoli di integrità referenziale

L'elenco sottostante comprende tutti i vincoli di integrità referenziale così formati:
EntitàFK, attributoFK → *EntitàPK, attributoPK*

AREA GENERALE

Edificio, area_geografica → AreaGeografica, ID
Piano, edificio → Edificio, ID
Vano, piano → Piano, numero
Vano, edificio → Piano, edificio
Vano, parquet → Parquet, ID
Vano, piastrella → Piastrella, ID
PuntoDiAccesso, parete → Parete, ID
BalconeVano, balcone → Balcone, ID
BalconeVano, vano → Vano, ID
Finestra, parete → Parete, ID
Rischio, area_geografica → AreaGeografica, ID

AREA ANALISI DEL RISCHIO E MONITORAGGIO DANNI

AreaColpita, area → AreaGeografica, ID
AreaColpita, calamita → Calamita, ID

AREA COSTRUZIONE

Parete, mattone → Mattone, ID
Parete, pietra → Pietra, ID
Parete, vano → Vano, ID
MaterialeUtilizzato, lavoro → LavoroProgettoEdilizio, ID
MaterialeUtilizzato, materiale → Materiale, ID
Pietra, ID → Materiale, ID
Mattone, ID → Materiale, ID

Mattone, alveolatura → Alveolatura, ID
 Intonaco, ID → Materiale, ID
 StratoIntonaco, parete → Parete, ID
 StratoIntonaco, intonaco → Intonaco, ID
 Parquet, ID → Materiale, ID
 Piastrella, ID → Materiale, ID
 ProgettoEdilizio, edificio → Edificio, ID
 StadioDiAvanzamento, progetto_edilizio → ProgettoEdilizio, codice
 LavoroProgettoEdilizio, stadio → StadioDiAvanzamento, ID
 PartecipazioneLavoratoreProgetto, lavoro → LavoroProgettoEdilizio, ID
 PartecipazioneLavoratoreProgetto, progetto → ProgettoEdilizio, codice
 SupervisioneLavoro, lavoratore → Lavoratore, CF
 SupervisioneLavoro, lavoro → LavoroProgettoEdilizio, ID
 LavoratoreDirigeTurno, capo_turno → Lavoratore, CF
 LavoratoreDirigeTurno, ora_inizio → Turno, ora_fine
 LavoratoreDirigeTurno, ora_fine → Turno, ora_inizio
 LavoratoreDirigeTurno, giorno → Turno, giorno
 SvolgimentoTurno, lavoratore → Lavoratore, CF
 SvolgimentoTurno, ora_inizio → Turno, ora_fine
 SvolgimentoTurno, ora_fine → Turno, ora_inizio
 SvolgimentoTurno, giorno → Turno, giorno

AREA MONITORAGGIO

Misurazione, idSensore → Sensore, ID

5.2 Normalizzazione

Di seguito vengono valutate le relazioni ottenute dal modello logico per la corretta normalizzazione BCNF (forma normale di Boyce-Codd.) delle suddette.

Edificio

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID → isFinito, tipologia, stato, area_geografica

La relazione è in forma normale BCNF.

Piano

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- numero, edificio → altezza, inclinazione, altezza_min

La relazione è in forma normale BCNF.

Vano

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID → funzione, lunghezza, larghezza, piano, edificio, parquet, piastrella

La relazione è in forma normale BCNF.

PuntoDiAccesso

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{lunghezza, larghezza, altezza, distanza_da_sx, tipo, apertura, altezza_chiave, angolo_curvatura, parete}$
ID è la chiave primaria.
- $\text{distanza_da_sx, parete, lunghezza} \rightarrow ID, \text{larghezza, altezza, tipo, altezza_chiave, angolo_curvatura, parete}$
L'implicante costituisce un'altra chiave per PuntoDiAccesso dato che non potrà coesistere un altro punto di accesso nella stessa posizione e sulla stessa parete.

Dato che l'implicante è una chiave per tutte le dipendenze funzionali non banali allora PuntoDiAccesso è in BCNF.

Balcone

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{lunghezza, larghezza, altezza, altezza_ringhiera}$

La relazione è in forma normale BCNF.

BalconeVano

Non sono presenti dipendenze funzionali dato che gli attributi di **BalconeVano** (balcone, vano) formano una chiave primaria.

La relazione è in forma normale BCNF.

Finestra

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID, \text{larghezza, lunghezza, altezza, distanza_da_sx, altezza_dal_pavimento, parete}$
ID è la chiave primaria
- $\text{distanza_da_sx, parete, lunghezza}$
L'implicante costituisce un'altra chiave per Finestra dato che non potrà esistere un'altra finestra nella stessa posizione e sulla stessa parete.

Dato che l'implicante è una chiave per tutte le dipendenze funzionali non banali allora Finestra è in BCNF.

AreaGeografica

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{nome}$

La relazione è in forma normale BCNF.

Rischio

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $\text{tipo, area_geografica} \rightarrow \text{coefficiente_rischio}$

La relazione è in forma normale BCNF.

Calamità

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID \rightarrow tipo

La relazione è in forma normale BCNF.

AreaColpita

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- area, calamita, timestamp \rightarrow gravita

La relazione è in forma normale BCNF.

Parete

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID \rightarrow orientamento, angolo, id_parete_vano, mattone, vano, pietra

ID è la chiave primaria

- id_parete_vano, vano \rightarrow ID, orientamento, angolo, mattone, pietra

L'implicante costituisce un'altra chiave per Parete dato che non potrà essere presente una parete con lo stesso ID interno al vano uguale ad un'altra parete.

Dato che l'implicante è una chiave per tutte le dipendenze funzionali non banali allora Parete è in BCNF.

Materiale

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID \rightarrow nome, larghezza, lunghezza, altezza, costituzione, costo, unita, colore
- cod_lotto \rightarrow fornitore, data_acquisto, quantità

La relazione non si trova in forma normale BCNF.

Dall'algoritmo di decomposizione si ottiene:

- Materiale (ID, nome, larghezza, lunghezza, altezza, costituzione, costo, unita, colore)
- Lotto (cod_lotto, fornitore, data_acquisto, quantità, materiale [FK])

Adesso entrambe le relazioni si trovano in forma normale BCNF.

MaterialeUtilizzato

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- lavoro, materiale \rightarrow quantità

La relazione è in forma normale BCNF.

Pietra

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID \rightarrow tipo, peso_medio, superficie_medio, disposizione

La relazione è in forma normale BCNF.

Mattone

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{materiale_realizzazione}, \text{alveolatura}$

La relazione è in forma normale BCNF.

Alveolatura

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{materiale_riempimento}, \text{nome}, \text{descrizione}$

La relazione è in forma normale BCNF.

Intonaco

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{spessore}, \text{tipo}$

La relazione è in forma normale BCNF.

StratoIntonaco

Non sono presenti dipendenze funzionali dato che gli attributi di StratoIntonaco (strato, parete, intonaco) formano una chiave primaria.

La relazione è in forma normale BCNF.

Parquet

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{disposizione}$

La relazione è in forma normale BCNF.

Piastrella

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{larghezza_fuga}, \text{motivo}, \text{isStampato}$

La relazione è in forma normale BCNF.

ProgettoEdilizio

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $\text{codice} \rightarrow \text{tipologia}, \text{data_presentazione}, \text{data_approvazione}, \text{data_inizio}, \text{data_stima_fine}, \text{data_fine_effettiva}, \text{costo}, \text{edificio}$

La relazione è in forma normale BCNF.

StadioDiAvanzamento

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- $ID \rightarrow \text{data_inizio}, \text{data_stima_fine}, \text{data_fine_effettiva}, \text{descrizione}, \text{progetto_edilizio}$

La relazione è in forma normale BCNF.

LavoroProgettoEdilizio

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID \rightarrow tipologia, isCompleto, stadio

La relazione è in forma normale BCNF.

Lavoratore

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- CF \rightarrow nome, cognome, retribuzione_oraria, tipo

La relazione è in forma normale BCNF.

PartecipazioneLavoratoreProgetto

Non sono presenti dipendenze funzionali dato che gli attributi di PartecipazioneLavoratoreProgetto (lavoratore, progetto) formano una chiave primaria.

La relazione è in forma normale BCNF.

SupervisioneLavoro

Non sono presenti dipendenze funzionali dato che gli attributi di SupervisioneLavoro (lavoratore, lavoro) formano una chiave primaria.

La relazione è in forma normale BCNF.

Turno

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ora_inizio, ora_fine, giorno \rightarrow mansione

La relazione è in forma normale BCNF.

LavoratoreDirigeTurno

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- capo_turno, ora_inizio, ora_fine, giorno \rightarrow num_lavoratori_monitorabili)

La relazione è in forma normale BCNF.

SvolgimentoTurno

Non sono presenti dipendenze funzionali dato che gli attributi di LavoratoreDirigeTurno (lavoratore, ora_inizio, ora_fine, giorno) formano una chiave primaria.

La relazione è in forma normale BCNF.

Sensore

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- ID \rightarrow distanza_da_sx, altezza_da_terra, isEsterno, tipo, soglia, parete., vano
ID è la chiave primaria

- distanza_da_sx, altezza_da_terra, parete \rightarrow ID, isEsterno, tipo, soglia

L'implicante costituisce un'altra chiave per Sensore dato che non potrà coesistere un altro sensore nella stessa posizione e sulla stessa parete.

Dato l'implicante è una chiave per tutte le dipendenze funzionali non banali allora Sensore è in BCNF.

Misurazione

Le dipendenze funzionali individuate sono:

- id_sensore, timestamp → livello, unita_di_misura, valoreX, valoreY, valoreZ

La relazione è in forma normale BCNF.

5.3 Vincoli generici

Gli attributi quali PRIMARY KEY, FOREIGN KEY (tranne per alcune eccezioni indicate al termine di questa sezione) e UNIQUE non possono presentare valore NULL, inoltre, i primi e gli ultimi, sono univoci per ogni record di una stessa tabella.

Oltre agli attributi sopraelencati, altri attributi che presentano vincolo NOT NULL sono:

Edificio

- I. tipologia
- II. stato

Piano

- I. altezza
- II. inclinazione

Vano

- I. funzione
- II. lunghezza
- III. larghezza
- IV. altezza

PuntoDiAccesso

- I. lunghezza
- II. larghezza
- III. altezza
- IV. distanza_da_sx
- V. tipo
- VI. apertura
- VII. altezza_chiave
- VIII. angolo_curvatura

Balcone

- I. lunghezza
- II. larghezza
- III. altezza

IV. altezza_ringhiera

Finestra

- I. larghezza
- II. lunghezza
- III. altezza
- IV. distanza_da_sx
- V. altezza_da_pavimento
- VI. orientamento

AreaGeografica

- I. nome

Rischio

- I. tipo
- II. coefficiente_rischio

Calamita

- I. tipo

AreaColpita

- I. timestamp

Parete

- I. id_parete_vano

Materiale

- I. nome
- II. cod_lotto
- III. fornitore
- IV. larghezza
- V. lunghezza
- VI. altezza
- VII. costo
- VIII. unita
- IX. data_acquisto
- X. quantita

Pietra

- I. tipo
- II. peso_medio
- III. superficie_media
- IV. disposizione

Mattone

- I. materiale_realizzazione

Alveolatura

- I. nome

Intonaco

- I. colore
- II. spessore
- III. tipo

Parquet

- I. tipo_legno

Piastrella

- I. forma
- II. larghezza_fuga
- III. motivo

ProgettoEdilizio

- I. tipologia
- II. data_presentazione
- III. data_approvazione
- IV. data_inizio
- V. data_stima_fine
- VI. costo

StadioDiAvanzamento

- I. data_inizio
- II. data_stima_fine
- III. descrizione

LavoroProgettoEdilizio

- I. tipologia
- II. isCompleto

MaterialeUtilizzato

- I. quantita

Lavoratore

- I. nome
- II. cognome

- III. retribuzione_oraria
- IV. tipo

LavoratoreDirigeTurno

- I. num_lavoratori_monitorabili

Turno

- I. mansione

Sensore

- I. altezza_da_terra
- II. isEsterno
- III. soglia

Misurazione

- I. timestamp
- II. isAlert
- III. unita_di_misura
- IV. valoreX

Altri vincoli di tupla presenti sono rappresentati tramite CHECK constraint, e sono:

Edificio

- I. stato → deve essere tra 0 e 100
descrive lo stato dell'edificio ('ottimo' >= 75, 50 <= 'buono' <= 74, 25 <= 'pessimo' <= 49, 'critico' <= 24)

PuntoDiAccesso

- I. apertura → può essere 0, 1, 2
se è 0 l'apertura è interna, se è 1 l'apertura è esterna, se è 2 l'apertura è a scorrimento

Rischio

- I. coefficiente_rischio → deve essere compreso tra 1 e 10 inclusi

Parete

- I. orientamento → può essere solamente 'N', 'NE', 'NW', 'S', 'SE', 'SW', 'E', 'W'
- II. isRicopertoPietra → deve essere 0 o 1
se è 1 la parete è ricoperta di pietra, se è 0 la parete non è ricoperta di pietra
- III. angolo → deve essere compreso tra 1 e 359 inclusi, ma diverso da 180
l'angolo in questione è quello tra la parete del record e quella con l'id successivo, nel caso dell'ultima parete sarà tra l'ultima e la prima

Piastrella

- I. isStampato → deve essere 0 o 1
se è 0 il motivo non è stampato, se è 1 il motivo è stampato

LavoroProgettoEdilizio

- I. isCompleto → deve essere 0 o 1
se è 0 il lavoro non è completo, se è 1 il lavoro è completo

Lavoratore

- I. tipo → può essere solamente 'semplice', 'responsabile', 'capo cantiere'

Sensore

- I. isEsterno → deve essere 0 o 1
se è 0 è interno, se è 1 è esterno

Misurazione

- I. livello → deve essere L0, L1, L2, L3, L4
se è 0 non è un alert, se è 1 è un alert

Le FOREIGN KEY che presentano l'eccezione di poter assumere valore NULL sono:

Vano

- I. parquet
 - II. piastrella
- Non possono coesistere due pavimentazioni diverse per questo motivo uno dei due attribut sarà valorizzato a NULL.

Parete

- I. pietra
- Il rivestimento in pietra non è presente in tutte le pareti, per questo motivo l'attributo può assumere valore NULL.

Mattone

- I. alveolatura
- L'alveolatura non è presente nei mattoni pieni.

6. Operazioni sulla base di dati

Di seguito vengono riportare le 8 operazioni più significative sulla base di dati.

6.1 Prima operazione - Materiale Utilizzato

Procedura per l'inserimento di un materiale utilizzato per un determinato lavoro. In caso il materiale non sia presente lo crea. L'inserimento può fallire se non è presente il lavoro a cui ci si riferisce o se la quantità rimasta non è sufficiente. Inoltre, se esiste già il materiale associato a quel determinato lavoro, aggiornerà solamente la quantità utilizzata.

INPUT: nome del materiale, quantità utilizzata, lavoro.

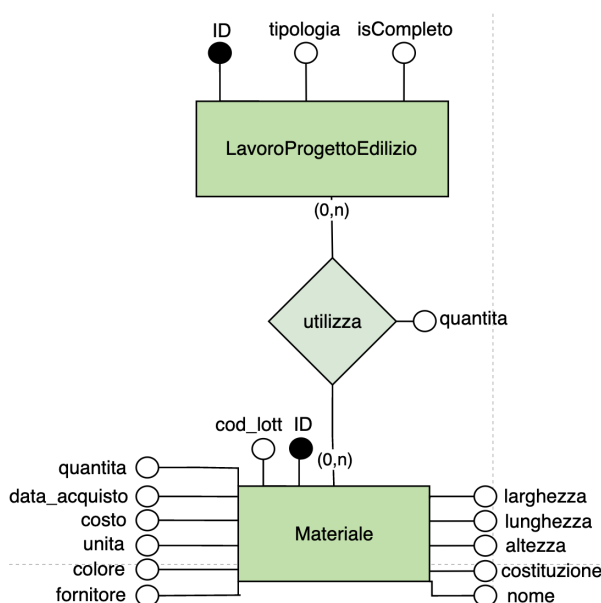
OUTPUT: nessuno.

FREQUENZA: 5 volte al giorno (Stima per ipotesi).

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
Materiale	E	60
Utilizza	R	3.150
LavoroProgettoEdilizio	E	2.100

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione del diagramma interessata:



Per l'inserimento di un materiale utilizzato sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per inserire un Materiale utilizzato				
<i>Concetto</i>	<i>Costrutto</i>	<i>Accessi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Note</i>
Materiale	E	1	L	1 Accesso per vedere se è presente il materiale.
Materiale	E	1	S	Sono presenti due casi in cui viene fatta 1 scrittura su Materiale , quando si aggiorna la quantità oppure quando si inserisce il nuovo materiale se il materiale non è presente.
Utilizza	R	1	L	1 Accesso per vedere se il record è presente.
Utilizza	R	1	S	Sono presente due casi in cui viene fatta 1 scrittura su Utilizza , quando si aggiorna la quantità di un lavoro oppure quando si inserisce un nuovo lavoro.
LavoroProgettoEdilizio	E	1	L	1 Accesso per vedere se il lavoro è presente.
Totale Accessi		5		

Quindi il totale di accessi giornalieri per inserire un nuovo materiale utilizzato in un lavoro è **25** (5 * 5 inserimenti giornalieri).

6.2 Seconda operazione - Costo Manodopera

Procedura per il calcolo del costo suddiviso per progetto e il costo totale della manodopera di un operaio preso in input.

INPUT: codice fiscale operaio.

OUTPUT: result-set contenente il costo totale suddiviso per progetto e il costo totale dell'operaio.

FREQUENZA: 12 volte l'anno (per ogni operaio)

L'operazione tiene conto della maggiorazione del 30% per le ore di straordinario. Il numero di ore lavorate giornalmente per legge non può essere superiore a 13 (Decreto Legislativo 8 aprile 2003 n. 66). Per questo motivo il costo totale della manodopera per il singolo operaio è composto dalla somma di due sommatorie. La prima sommatoria indica i giorni dove sono state lavorate meno di 8 ore (numero massimo di ore prima che scatti lo straordinario), mentre la seconda calcola il totale compreso di ore di straordinario:

$$\sum_{i=0}^n (\alpha_i \cdot k) + \sum_{j=0}^m 8 \cdot k + (\alpha_j - 8) \cdot 0,3 \cdot k$$

α ore lavorate giornalmente;

n giorni lavorati senza straordinari

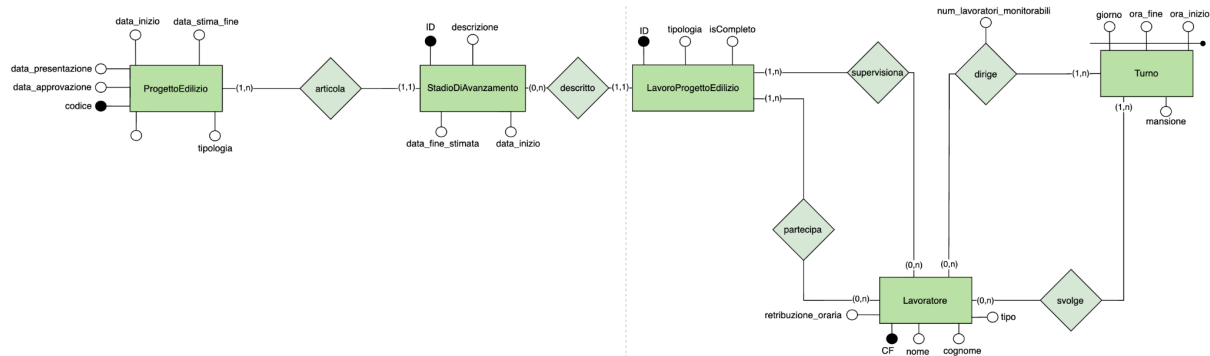
m giorni lavorati con straordinari

k retribuzione oraria.

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
ProgettoEdilizio	E	60
StadioDiAvanzamento	E	300
LavoroProgettoEdilizio	E	2.400
Lavoratore	E	75
Partecipa	R	10.500
Supervisiona	R	2.520
Dirige	R	5.220
Svolge	R	33.930

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione del diagramma interessata:



Per il calcolo del costo della manodopera sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per calcolare il costo della manodopera				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
ProgettoEdilizio	E	60	L	Full scan della tabella.
StadioDiAvanzamento	E	300	L	Full scan della tabella.
LavoroProgettoEdilizio	E	2.400	L	Full scan della tabella.
Lavoratore	E	1	L	1 Accesso per vedere se il Lavoratore è presente.
Partecipa	R	10.500	L	Full scan della tabella.
Supervisiona	R	2.520	L	Full scan della tabella.
Dirige	R	5.220	L	Full scan della tabella.
Svolge	R	33.930	L	Full scan della tabella.
Totale Accessi		149.431		

Il calcolo totale degli accessi per 1 anno è **1.799.436** (149.953 * 12 mesi).

6.3 Terza operazione - Mansione Svolta

Procedura per l'inserimento di una mansione svolta da un operaio. Fallisce se l'operaio sta già svolgendo un'altra mansione in concomitanza con la nuova mansione oppure se l'operaio, svolgendo quella mansione, supererebbe il numero massimo giornaliero di ore lavorative consentito per legge, 13 (Decreto Legislativo 8 aprile 2003 n. 66).

INPUT: codice fiscale operaio, mansione, ora di inizio, ora di fine, giorno.

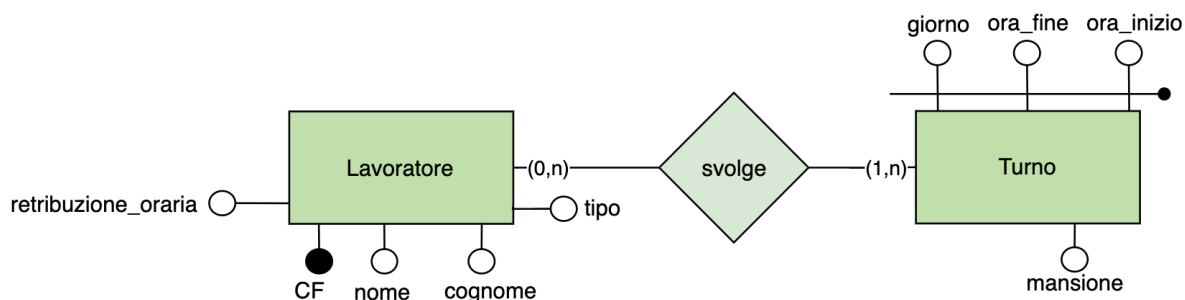
OUTPUT: nessuno.

FREQUENZA: Si stima che un operaio svolga 3 mansioni diverse (o la stessa ma in momenti diversi) al giorno.

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
Lavoratore	E	75
Svolge	R	33.930
Turno	E	783

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione di diagramma interessata:



Per l'inserimento di una mansione svolta da un operaio sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per inserire una mansione svolta				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
Lavoratore	E	1	L	1 Accesso per vedere se il Lavoratore è presente.
Turno	E	1	S	1 Accesso in scrittura per scrivere il nuovo record.

Svolge	R	1	L	1 Accesso per vedere se è già presente il record, in quanto tutti i dati della chiave vengono passati in input.
Svolge	R	1	S	1 Accesso in scrittura per scrivere il nuovo record.
Totale Accessi		4		

Quindi il totale degli accessi è **12** ($4 * 3$ mansioni).

6.4 Quarta operazione - Pulizia Misurazioni

Ogni anno vengono eliminate tramite un EVENT le misurazioni che non incidono con la valutazione dello stato dell'edificio.

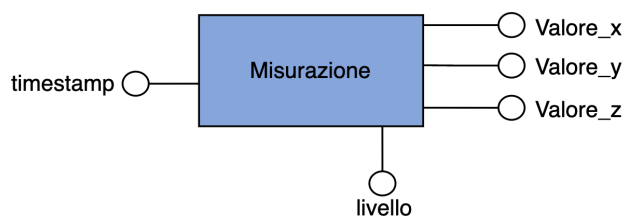
Le misurazioni ininfluenti vengono indicate con il codice 'L0'.

FREQUENZA: 1 volta all'anno

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
Misurazione	E	129.600.000

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione di diagramma interessata:



Per la pulizia delle misurazioni sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per eliminare le misurazioni				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
Misurazione	E	9.417.000.000	S	Full scan per trovare quali misurazioni sono ininfluenti. (300 sensori * 86000 secondi * 365 giorni)
Totale accessi		9.417.000.000		

Quindi il totale degli accessi è **9.417.000.000**.

6.5 Quinta operazione - Costo del progetto

Ogni settimana viene aggiornata la ridondanza **costo** del progetto in maniera incrementale tramite EVENT.

FREQUENZA: 1 volta a settimana.

L'operazione parte dal costo precedentemente salvato e gli aggiunge il totale derivato dai costi dei materiali e della manodopera dell'ultima settimana. Come per l'[operazione numero 2](#) il costo della manodopera è composto dai giorni in cui non sono stati eseguiti straordinari + i giorni in cui sono stati eseguiti straordinari. In conclusione possiamo riassumere il costo del progetto con la seguente formula:

$$c + \sum_{i=0}^n (\alpha_i \cdot k) + \sum_{j=0}^p 8 \cdot k + (\alpha_j - 8) \cdot 0,3 \cdot k \sum_{l=0}^m (\beta_l \cdot h)$$

c costo precedente

α numero di ore lavorate;

k retribuzione oraria;

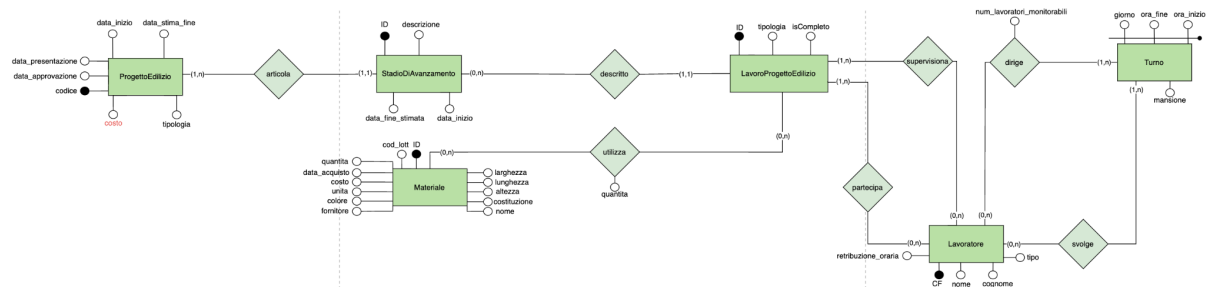
β quantità utilizzata;

h costo materiale.

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
ProgettoEdilizio	E	60
Articola	E	300
StadioDiAvanzamento	E	300
LavoroProgettoEdilizio	E	2.400
Lavoratore	E	75
Partecipa	R	10.500
Supervisiona	R	2.520
Dirige	R	5.220
Svolge	R	33.930
Utilizza	R	31.500
Materiale	E	60

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione 4.

Porzione di diagramma interessata:



Per calcolare il costo del progetto sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per calcolare il costo del progetto				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
ProgettoEdilizio	E	1	S	1 Accesso in scrittura per modificare l'attributo.
StadioDiAvanzamento	E	15	L	Da ipotesi 5 stadi per ogni Progetto .
LavoroProgettoEdilizio	E	105	L	Da ipotesi 7 lavori per ogni stadio.
Partecipa	R	10.500	L	Full scan sulla tabella.
Supervisiona	R	2.520	L	Full scan sulla tabella.
Lavoratore	E	525	L	Da ipotesi 5 lavoratori per ogni lavoro.
Dirige	R	5.220	L	Full scan sulla tabella.
Svolge	R	33.930	L	Full scan sulla tabella.
Utilizza	R	31.500	L	Full scan sulla tabella.
Materiale	E	1575	L	Da ipotesi 15 materiali per ogni lavoro.
Totale accessi		179.866		

Quindi il totale degli accessi per calcolare il costo del progetto è **3.597.380** (179.866 * 20 edifici)

6.6 Sesta operazione - Altezza Balcone

Dato in ingresso l'ID di un balcone la procedura calcola l'altezza da terra del suddetto. Fallisce in caso il balcone non sia presente.

INPUT: l'ID del balcone.

OUTPUT: altezza calcolata.

FREQUENZA: 1 volta al completamento dell'edificio (per ogni balcone).

Dopo aver trovato il vano in cui si trova il balcone somma l'altezza dei vani sottostanti per trovare a che altezza si trova il balcone da terra.

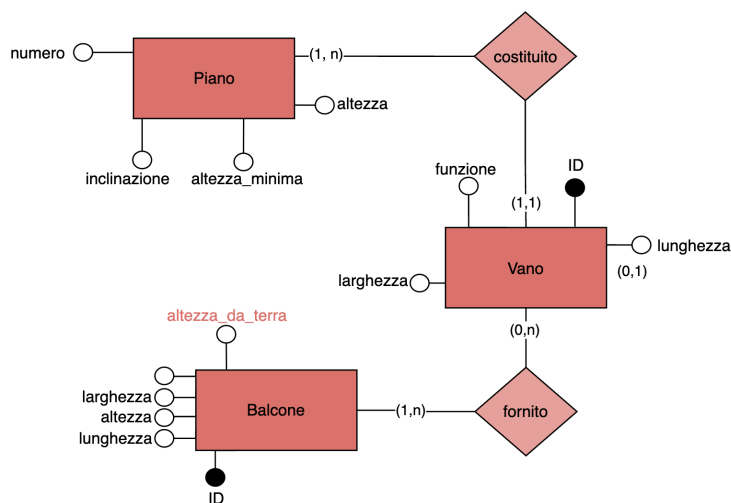
$$\sum_{i=0}^n \alpha_i$$

α altezza del vano.

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
Balcone	E	225
Fornito	R	270
Vano	E	900
Costituito	R	900
Piano	E	60

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione di diagramma interessata:



Per calcolare l'altezza del balcone sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per calcolare l'altezza da terra del balcone				
<i>Concetto</i>	<i>Costrutto</i>	<i>Accessi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Note</i>
Balcone	E	1	L	1 Accesso per vedere se è presente il balcone.
Fornito	R	270	L	Full scan della tabella.
Vano	E	1	L	1 Accesso dopo aver trovato la chiave tramite il full scan di Fornito.
Costituito	R	1	L	1 Accesso perchè ho già l'ID del vano.
Piano	E	3	L	Da ipotesi 3 piani per ogni Edificio .
Totale accessi		276		

Quindi il totale degli accessi è **62100** (276 * 225 balconi)

6.7 Settima operazione - Informazioni Edificio

La procedura prende in input l'ID di un edificio e ne calcola la superficie e il volume totale dei suoi vani. Inoltre rende in output il numero totale di vani da cui è composto e la media della superficie e del volume dei vani, lo stato (in italico) e la tipologia di edificio.

INPUT: ID dell'edificio.

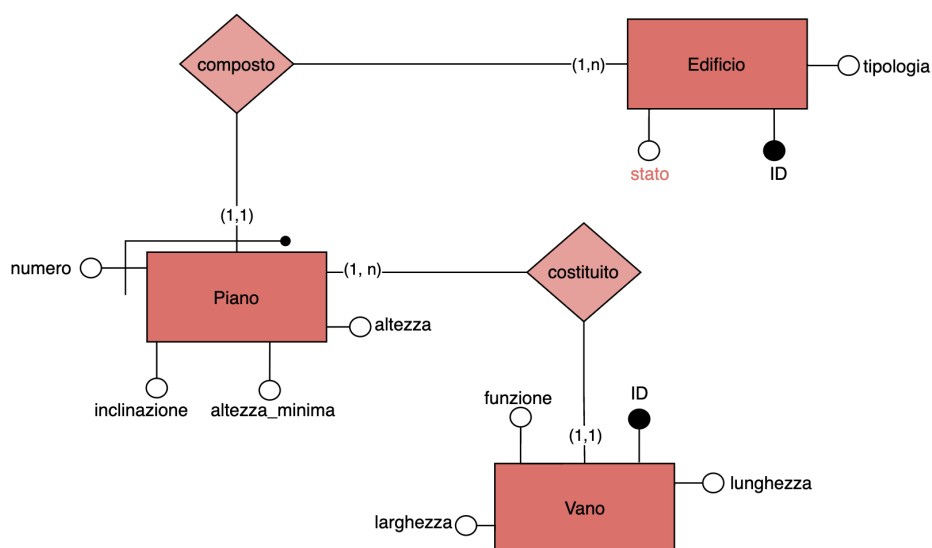
OUTPUT: superficie, volume, numero di vani, superficie media, volume medio, stato, tipologia.

FREQUENZA: 1 volta ogni 6 mesi (per ogni edificio).

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
Edificio	E	20
Piano	E	60
Composto	R	60
Vano	E	900
Costituito	R	900

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione diagramma interessata:



Per aggiornare lo stato dell'edificio sono necessarie i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per calcolare lo stato dell'edificio				
<i>Concetto</i>	<i>Costrutto</i>	<i>Accessi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Note</i>
Edificio	E	1	L	1 Accesso per vedere se è presente l'edificio.
Piano	E	3	L	Da ipotesi 3 piani per ogni Edificio .
Vano	E	45	L	Da ipotesi 15 vani per ogni Piano .
Totale accessi		49		

Quindi il totale degli accessi è **980** (49 * 20 edifici).

6.8 Ottava operazione - Area maggiormente colpita

Viene identificata l'area geografica maggiormente colpita da calamità e la calamità che l'ha colpita più volte nel corso di un intervallo di mesi.

INPUT: mesi.

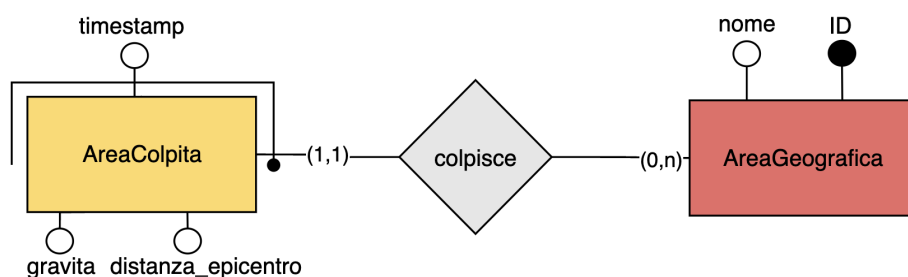
OUTPUT: nome dell'area geografica e la calamità.

FREQUENZA: Si stima 1 volta ogni 6 mesi per progettare future ristrutturazioni.

Tavola dei volumi coinvolti		
Concetto	Tipo	Volume
AreaColpita	E	20
Colpisce	R	20
AreaGeografica	E	8

Tavola dei volumi ripresi dalla sezione [4](#).

Porzione di diagramma interessata:



Per aggiornare lo stato dell'edificio sono necessari i seguenti accessi:

Tavola degli accessi per vedere l'area maggiormente colpita da calamità				
Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo	Note
AreaColpita	E	20	L	Full scan della tabella
AreaGeografica	E	8	L	Full scan della tabelle
Totale accessi		28		

Quindi il totale degli accessi è **28**.

7. Area analisi del rischio e monitoraggio danni

7.1 Stato dell'edificio

Si è deciso di implementare un sistema di calcolo per stimare lo stato dell'edificio attraverso l'utilizzo della moving average (MA) per sensori monodimensionali mentre per sensori tridimensionali, come ad esempio gli accelerometri, viene presa in considerazione la media dei moduli delle 50 misurazioni più alte di ogni sensore.

7.1.1 Sensori Monodimensionali

Per sensori monodimensionali, quali fessurimetri, igrometri, ecc., il sistema, per ogni sensore, considera tutte le misurazioni effettuate e calcolerà la moving average in intervalli temporali quali 1 giorno, 7 giorni e 30 giorni.

La moving average è uno strumento che viene spesso utilizzato per individuare e prevedere gli andamenti di determinati fenomeni, nel nostro specifico caso viene utilizzata per ottenere maggiori informazioni riguardo il possibile andamento delle misurazioni. Dai punti di incontro delle moving average utilizzate si può capire se le misurazioni stanno seguendo un trend ascendente o discendente e stabilire una data stimata oltre la quale i danni sarebbero particolarmente gravi.

Per individuare il cambiamento di trend tramite MA dobbiamo ricercare una situazione come la seguente:

- La 30MA inizialmente si trova al di sopra di 1MA e 7MA. L'inversione di trend si ottiene quando la 1MA sorpassa la 7MA, in quel caso abbiamo l'indicazione di un inizio di trend ascendente. Successivamente nel momento in cui entrambe le MA, 1 e 7, superano la 30MA abbiamo la conferma del trend ascendente.

Altrimenti è possibile trovarsi anche in una situazione in cui la 30MA si trova già al di sotto di 1MA e 7MA. In questo caso però ci troviamo già in un trend ascendente e stiamo cercando solamente la conferma. Questa situazione implica che già alla costruzione dell'edificio ci troviamo in una situazione che richieda ristrutturazioni. Situazione alquanto improbabile, ma possibile in caso di calamità.

Nel nostro caso ci siamo interessati solamente ai trend ascendenti, in quanto lo stato di un edificio con il tempo può solo degradarsi, a meno che non vengano fatti dei lavori di ristrutturazione. In tal caso lo stato viene incrementato di un determinato valore k che cambia a seconda della porzione di edificio ristrutturata.

Dopo aver individuato il trend ascendente, è necessario individuare la rapidità con cui passiamo dall'inizio del trend alla conferma di esso. Tramite la rapidità viene assegnato il valore dello stato dell'oggetto preso in esame.

Per studiare la rapidità abbiamo studiato la pendenza della retta passante per due punti. Nel nostro caso i due punti sono rappresentati dall'inizio del trend e dalla conferma di esso. Visto che ci interessa solamente la pendenza della retta ci siamo solamente calcolati la **m** dell'equazione della retta

$$y = mx + q$$

Per calcolare **m**, dati due punti possiamo usare la seguente formula:

$$m = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$$

Il risultato ottenuto viene analizzato per assegnargli un punteggio che verrà poi utilizzato per il calcolo totale dello stato.

Naturalmente, in caso la misurazione superi la soglia limite non viene calcolata nessuna moving average e gli viene assegnato il punteggio massimo.

7.1.2 Sensori Tridimensionali

Per sensori tridimensionali, quali giroscopi e accelerometri, il sistema calcolerà la media dei moduli delle componenti, x, y, z solamente delle 50 misurazioni massime di ogni sensore.

Il valore calcolato a seconda della lontananza dalla soglia rientrerà in un determinato punteggio per uniformarsi alla metodologia di punteggio utilizzato per le MA, spiegate alla sezione precedente [7.1.1](#). In caso di superamento della soglia gli viene assegnato il punteggio massimo.

Le formule utilizzate per questa funzionalità sono qui sotto indicate:

media per ogni sensore delle 50 medie più alte.

$$m = \frac{\sum_{i=1}^{50} \sqrt{valx_i^2 + valy_i^2 + valz_i^2}}{50}$$

media totale, quella che ci interessa per il calcolo dello stato.

$$m_{tot} = \frac{\sum_{i=1}^n m}{n}$$

n numero di sensori.

7.1.3 Calcolo effettivo dello stato

Per il calcolo effettivo dello stato vengono utilizzate le tecniche elencate nelle due sezioni descritte sopra [7.1.1](#) e [7.1.2](#).

Ogni tipologia di componente dell'edificio impatta in maniera differente sullo stato di quest'ultimo, vengono stabiliti a priori le percentuali di rilevanza di ogni componente. Nella sottostante tabella vengono indicate le suddette percentuali.

Componente	% di rilevanza
Struttura	45
Parete	35
Ambiente	20

Le criticità del metodo utilizzato sono principalmente due:

- Le moving average calcolate su 7 e 30 giorni non sono presenti dal primo giorno, pertanto non si hanno indicazioni su quanto succede precedentemente a questi periodi di tempo tramite questo metodo.
- Il metodo con MA non fornisce la certezza che un lavoro sia necessario in quanto effettua un'analisi dei trend delle misurazioni per capire se le misurazioni si stanno avvicinando alla soglia massima.

7.2 Calamità

Quando avviene una calamità il database registra il tipo di evento, la data di avvenimento e la distanza dall'epicentro per ogni area geografica. La gravità (G) viene invece calcolata attraverso procedure lato server attraverso la seguente formula:

$$G = \frac{M_{max} \cdot CR}{d + 1}$$

Dove **CR** rappresenta il coefficiente di rischio associato all'area geografica colpita dalla calamità, **d** la distanza dall'epicentro a cui viene sommato 1 per evitare la divisione per 0 che si verificherebbe nell'epicentro e **M_{max}** che rappresenta la media dei valori massimi misurati dai sensori (di uno stesso tipo) presenti nell'area geografica interessata. Si è adottata questa formula in quanto pone in relazione direttamente proporzionale la gravità con il coefficiente di rischio e le misurazioni, mentre la pone in modo inversamente proporzionale alla distanza dall'epicentro. Viene fatta la media dei valori massimi in quanto sensori posizionati su parti diverse dell'edificio potrebbe avere scostamenti molto elevati.

8. Data Analytics

8.1 Consigli di intervento

I consigli di intervento che vengono proposti sono stabiliti in base al tipo di sensore che effettua la misurazione, in quanto ogni sensore permette l'analisi di uno specifico tipo di grandezze. Il sistema fornirà il consiglio di intervento considerato più efficace per la risoluzione della situazione, il sensore che ha generato le misurazioni sulle quali viene svolta l'analisi e la parete, o il vano, interessato per la sistemazione e un'indicazione di urgenza tramite un codice di priorità e il rischio associato.

Il codice di priorità, oltre che essere associato al rischio dell'intervento, dipende anche dalla porzione di edificio che stiamo considerando. Per esempio, due interventi con stesso rischio, associati uno all'umidità delle pareti mentre l'altro alla struttura dell'edificio, possiedono due codici di priorità diversi. In quanto la struttura dell'edificio è da considerarsi un intervento prioritario rispetto all'umidità nella parete.

Per identificare i consigli di intervento vengono utilizzate le procedure spiegate al paragrafo [7.1](#), per questo motivo possiamo suddividerle nelle 3 categorie considerate per calcolare lo stato di un edificio.

8.1.1 Struttura

Per valutare i consigli di intervento relativi alla struttura dell'edificio vengono presi in considerazione gli accelerometri. Per questo motivo, come spiegato nella sezione [7.1.2](#), vengono prese in considerazione le 50 medie più alte dei moduli delle 3 componenti delle misurazioni. A seconda del valore misurato viene associato il lavoro di ristrutturazione consigliato e il rischio associato.

A parità di rischio con altre tipologie di lavoro, gli interventi inerenti alla struttura sono di priorità più alta.

8.1.2 Parete

La valutazione delle pareti avviene tramite sensori monodimensionali, per questo motivo ci si può riferire alla spiegazione fornita nel paragrafo [7.1.1](#) di come funzionano le misurazioni per la valutazione degli interventi.

A seconda della rapidità con cui variano le MA vengono proposti interventi diversi.

A parità di rischio le pareti hanno una priorità più alta rispetto all'ambiente e più bassa rispetto alla struttura.

8.1.3 Ambiente

Stessa cosa vale per la valutazione dell'ambiente, anche in questo caso vengono utilizzati sensori monodimensionali, la cui spiegazione è presente al paragrafo [7.1.1](#). Attraverso la rapidità del cambiamento delle varie MA vengono associati lavori di ristrutturazione differenti.

A parità di rischio, l'ambiente si trova con un codice di priorità più basso rispetto a struttura e parete.

8.2 Stima dei danni

La stima dei danni a seguito di un ipotetico terremoto viene gestita tramite procedure lato server che, partendo dallo stato attuale dell'edificio e da precedenti misurazioni in seguito a precedenti terremoti, stima i potenziali danni ad alcune parti dell'edificio maggiormente sollecitate durante un evento sismico.

La procedura prende in input l'identificativo di un edificio e la gravità del sisma su cui vogliamo fare il benchmark. In particolare vengono valutate le misurazioni di fessurimetri (per le crepe nelle pareti) e degli accelerometri (per la struttura generale dell'edificio) a seguito di un evento sismico registrate massimo 24 ore dopo il terremoto. Utilizzando queste misurazioni e il sisma che le ha causate viene stimato il probabile valore della misurazione a seguito di un sisma con gravità passata in input.

$$mma = \frac{G_b}{G_p} \cdot mmp$$

mmp media delle misurazioni precedenti

mma media attesa delle nuove misurazioni

G_b gravità benchmark

G_p gravità precedente

Successivamente tramite le misurazioni del benchmark è possibile stimare i danni che possono arrecarsi all'edificio confrontando questa media con le soglie dei sensori.

9. Bibliografia

Qui sotto vengono riportate le fonti utilizzate per le informazioni presenti nella documentazione divise per macro aree.

MATERIALI

- https://www.riflessi.it/tipi-di-mattoni/#MATTONI_PIENI
- <https://www.marmomac.com/granito/>
- <https://www.fratellimarmo.com/marmo-tipologie-e-caratteristiche-del-marmo/>
- <https://www.scianaticolaterizi.it/laterizi/>
- <https://www.dimuziolaterizi.com/prodotti/?v=cd32106bcb6d>
- <https://www.pavimentazioniaviporfidi.it/prodotti/pavimentazioni-esterne/cubetti-bolognini-sanpietrini.html>
- <https://www.bricoportale.it/ristrutturare-casa/bricolage-in-giardino/pavimentazione-esterna/come-posare-i-sampietrini/>
- <https://pavimentipietradilusernagp.com/pavimenti-esterni-cubetti-luserna/#:~:text=I%20cubetti%20di%20Luserna%20usati,o%20posa%20a%20file%20ortogonali.>
- <https://www.schenattisrl.com/it-it/Le-Pietre-Naturali-Pietre-per-muri>
- <https://www.instapro.it/tinteggiatura/articoli/tipi-di-intonaco-i-diversi-intonaci-per-la-casa>
- <https://paral.it/info/scegliere-parquet-guida-completa/>
- <https://www.parquet-laminati.it/i-migliori-legni-per-il-parquet/>
- <https://www.novoceram.it/piastrelle/per/casa>

LAVORO

- <https://urponline.lavoro.gov.it/s/article/SDG-Orario-di-lavoro?language=it#:~:text=Di%20conseguenza%2C%20l'orario%20massimo,periodi%20equivalenti%20di%20riposo%20compensativo.>
- <https://www.kellyservices.it/straordinari#:~:text=La%20quota%20di%20maggiorazione%20%20C3%A8,straordinario%20venga%20pagato%20a%20forfait.>

DANNI

- <https://www.teknoring.com/guide/guide-ingegneria/valutazione-della-vulnerabilita-sismica-degli-edifici-un-esempio-di-calcolo/>
- <https://assingischia.it/calcolo-del-costo-convenzionale-danni-gravi/>
- <https://www.darioflaccovio.it/blog/informazione-tecnica/edifici-in-muratura-valutazione-indicatore-di-rischio>
- <https://www.investopedia.com/ask/answers/122414/what-are-most-common-periods-used-creating-moving-average-ma-lines.asp>