

Candidato: Raffaele Stabile
Relatore: Prof. Ing. Raffaele Landolfo
Correlatore: Dott. Ing. Oreste Mammana



- 1. INTRODUZIONE
- 2. IL BUILDING INFORMATION MODELING
- 3. LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DI STRUTTURE ESISTENTI DI C.A.
- 4. CASO STUDIO
- 5. CONCLUSIONI

PERICOLOSITÀ SISMICA

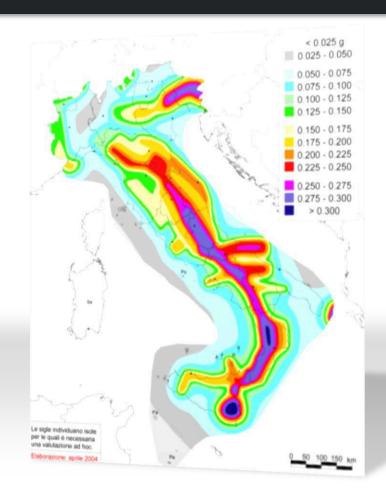
Frequenza e forza dei terremoti che su dati probabilistici interessano un territorio.

ESPOSIZIONE

Livello di antropizzazione del territorio, presenza di ciò che è realizzato dall'uomo e dell'uomo stesso.

VULNERABILITÀ SISMICA

Propensione di una struttura a subire danni di un determinato livello a seguito di un evento sismico.



PERICOLOSITÀ SISMICA

Frequenza e forza dei terremoti che su dati probabilistici interessano un territorio.

ESPOSIZIONE

Livello di antropizzazione del territorio, presenza di ciò che è realizzato dall'uomo e dell'uomo stesso.

VULNERABILITÀ SISMICA

Propensione di una struttura a subire danni di un determinato livello a seguito di un evento sismico.



STRATEGIA DI PREVENZIONE

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

PROGETTAZIONE

DI NUOVE COSTRUZIONI IN FUNZIONE DELLA PROBABILITÀ DI UN EVENTO SISMICO

ADEGUAMENTO
DEGLI EDIFICI ESISTENTI



STRATEGIA DI PREVENZIONE

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

PROGETTAZIONE
DI NUOVE COSTRUZIONI IN FUNZIONE
DELLA PROBABILITÀ DI UN EVENTO
SIGNICO

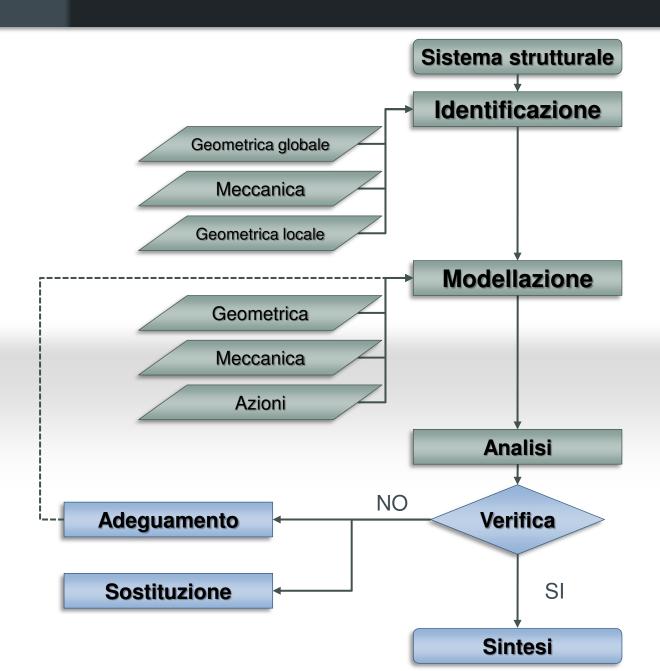
ADEGUAMENTO
DEGLI EDIFICI ESISTENTI

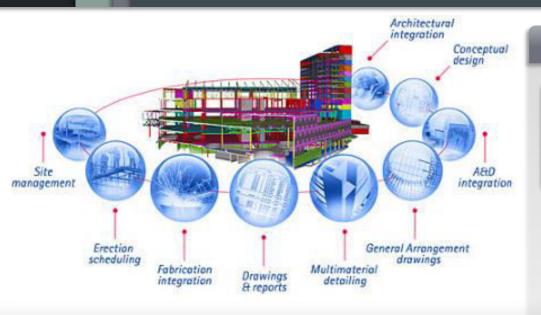






INTRODUZIONE: FASI OPERATIVE





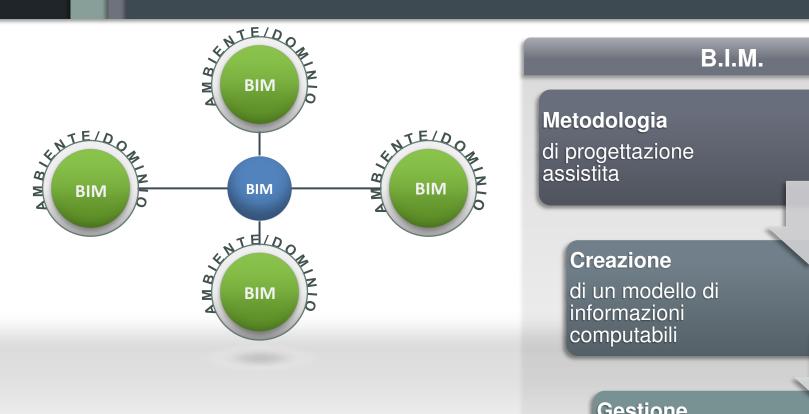
B.I.M.



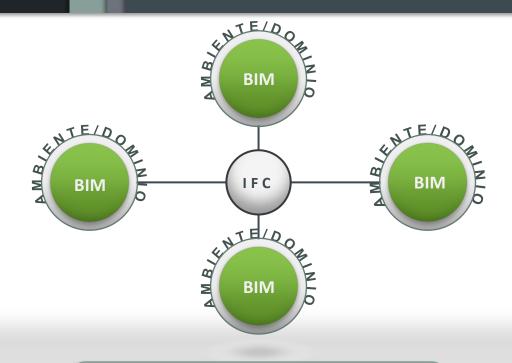


B.I.M.





Gestione delle fasi del processo produttivo di un edificio Interoperabilità del modello tra ambienti diversi



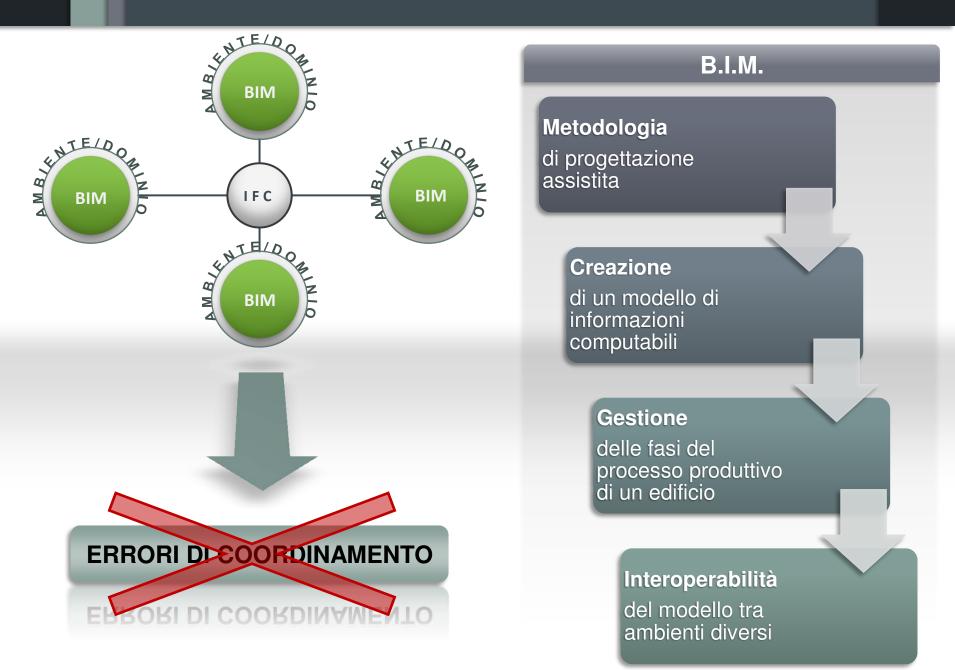
Industry Foundation Classes

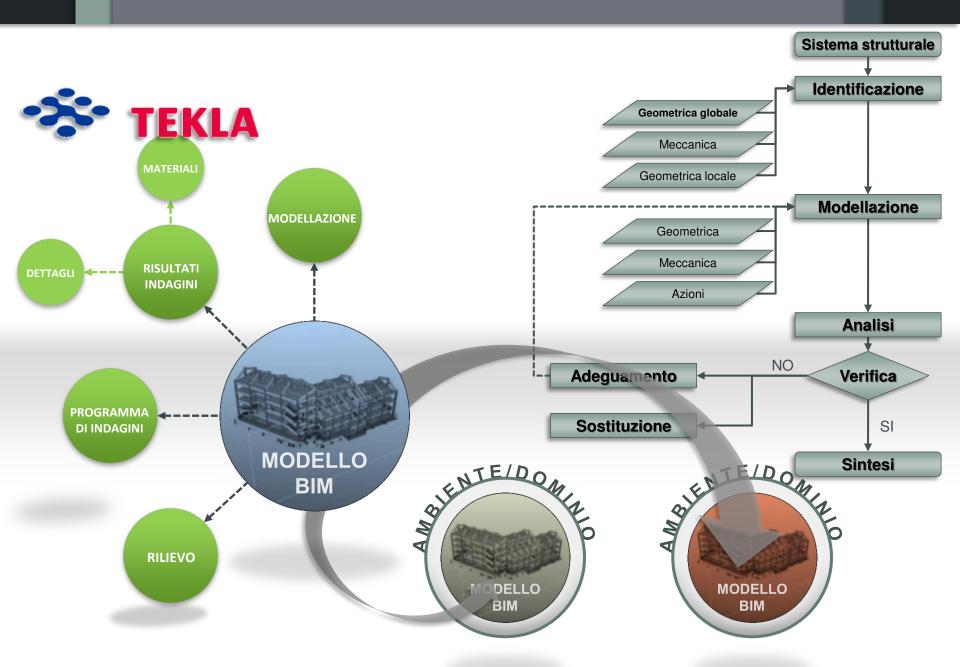
standard ISO/IS - 16.739

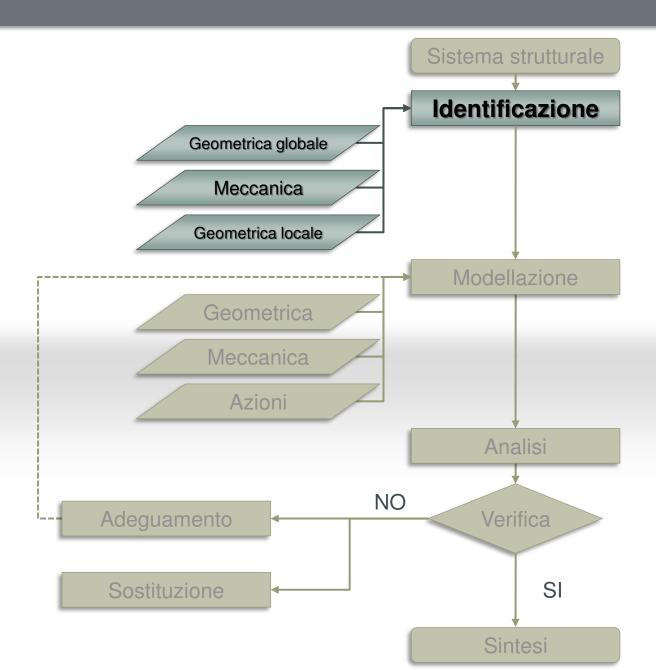
standard ISO/IS - 16.739

Industry Foundation Classes

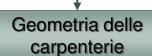








IDENTIFICAZIONE: RIFERIMENTO NORMATIVO



Identificazione

Caratteristiche meccaniche dei materiali

Dettagli costruttivi

DEFINIZIONE MODELLO MECCANICO

COSTRUZIONE ESISTENTE

Verifiche per meccanismi/elementi **DUTTILI**

$$f_d = \frac{f_m}{FC}$$

Verifiche per meccanismi/elementi **FRAGILI**

$$f_d = \frac{f_m}{FC \cdot \gamma_M}$$

PROGETTO EX-NOVO

Verifiche

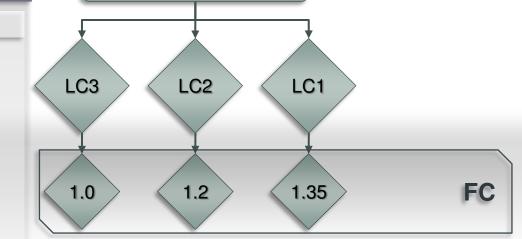
$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}$$

dove:

f_d = resistenza di calcolo;

f_k = resistenza caratteristica;

 y_M = coeff. di sicurezza del materiale.



Livello di Conoscenza

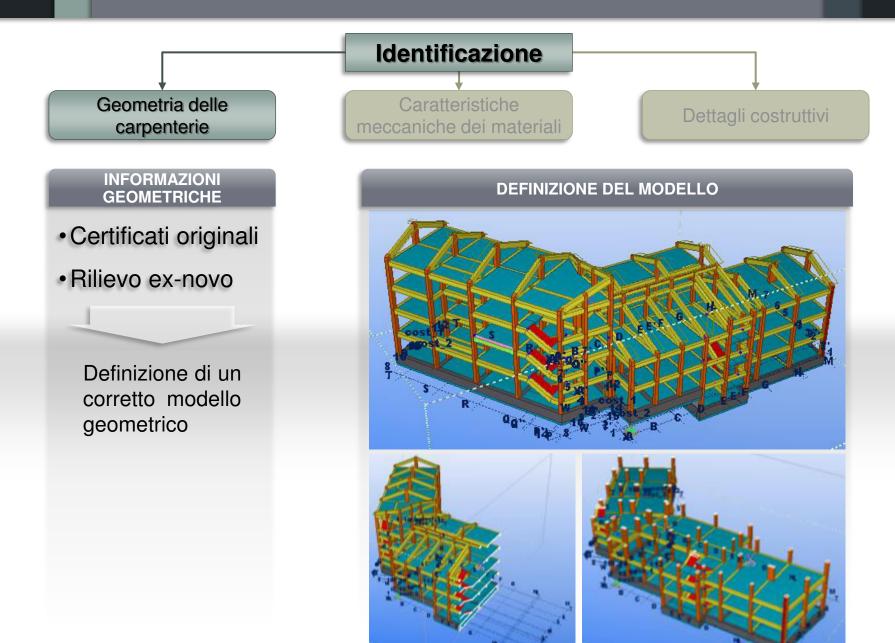
dove:

f_d = resistenza di calcolo;

 $f_m = resistenza media;$

FC = fattore di confidenza:

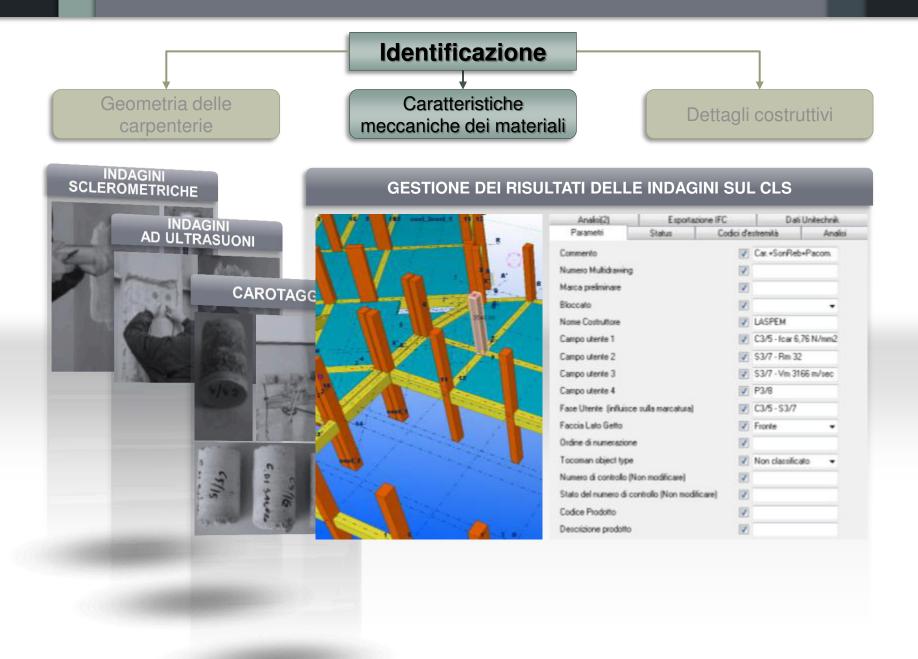
 y_M = coeff. di sicurezza del materiale.

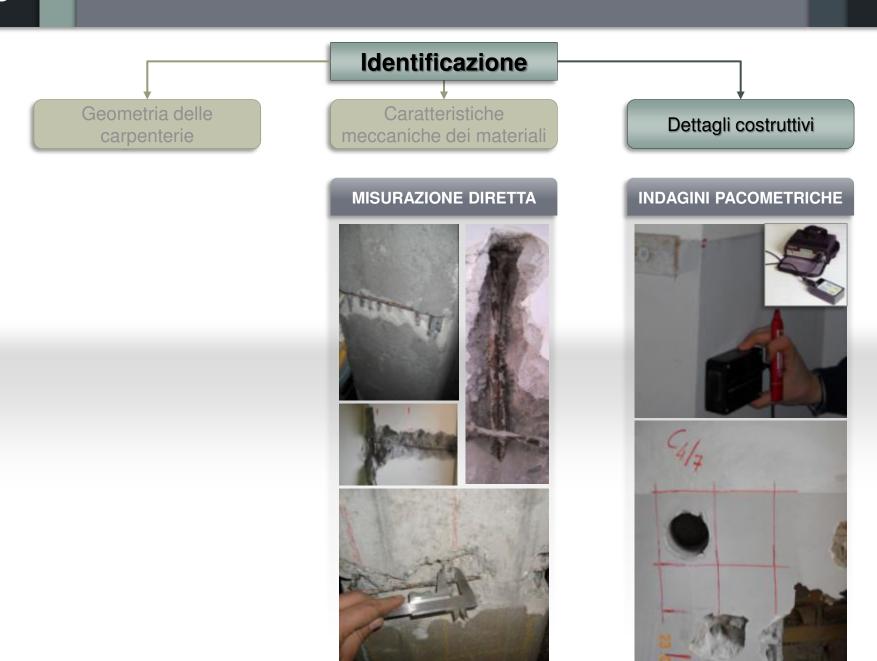


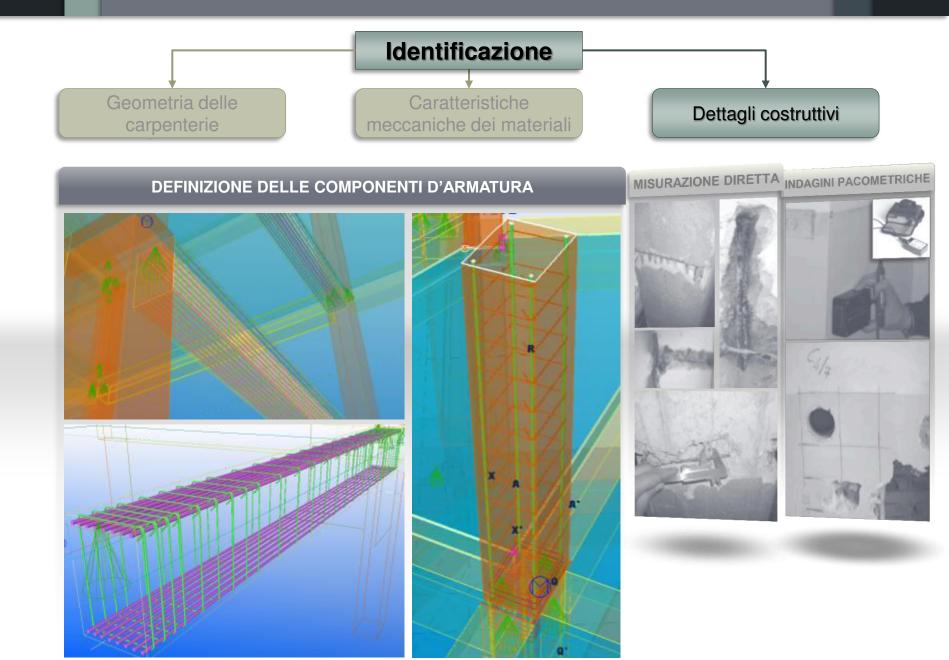


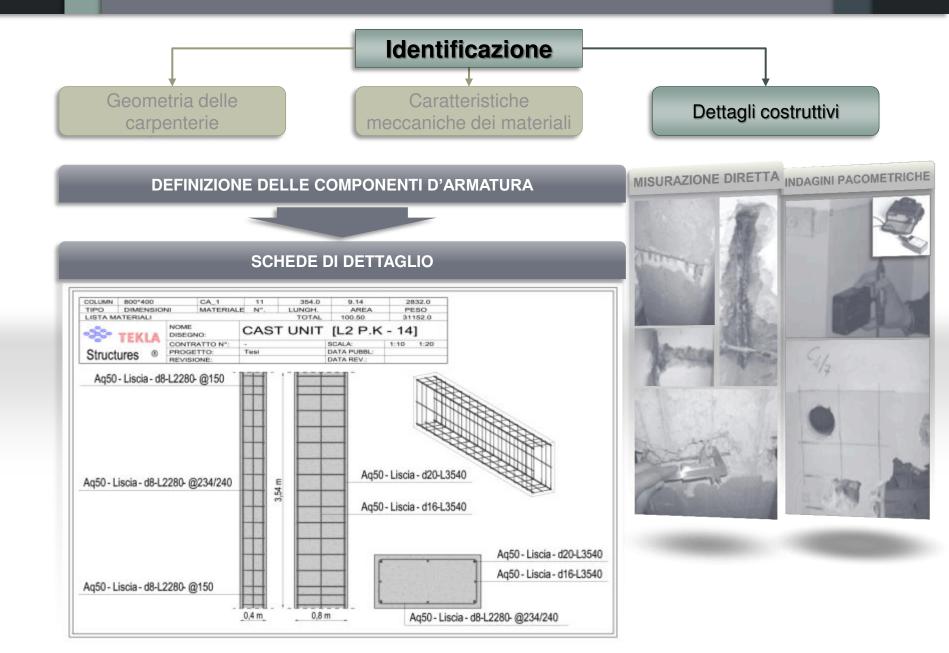




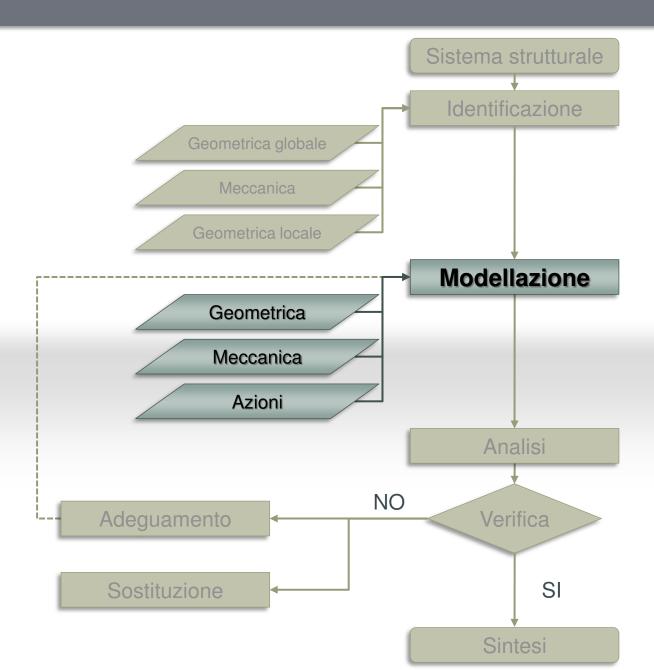






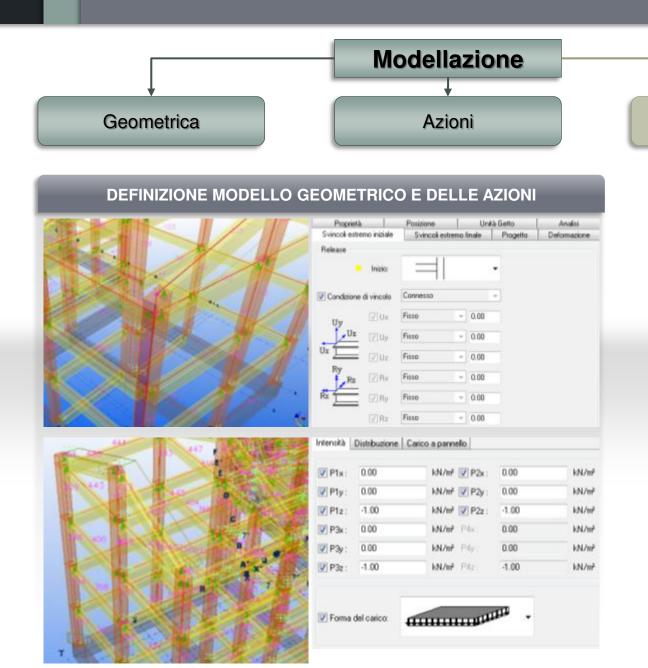


FASI OPERATIVE: MODELLAZIONE



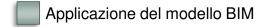
MODELLAZIONE: APPLICAZIONE BIM

Meccanica

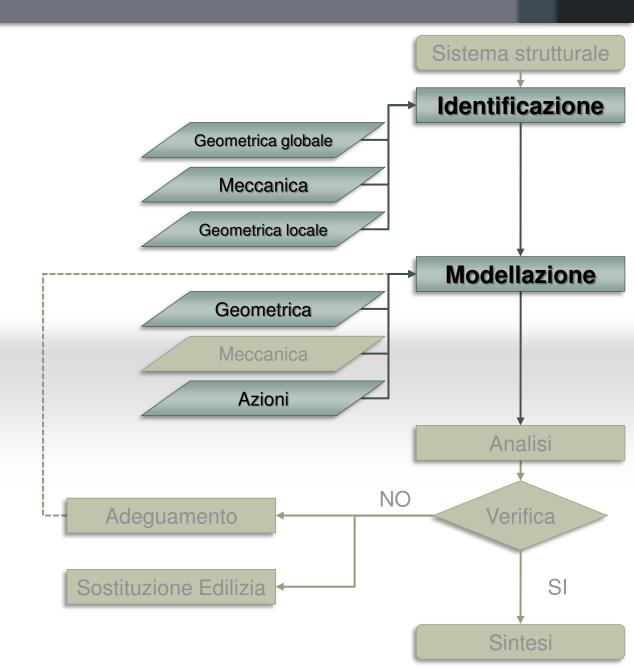


BIM: GESTIONE DELLE FASI OPERATIVE





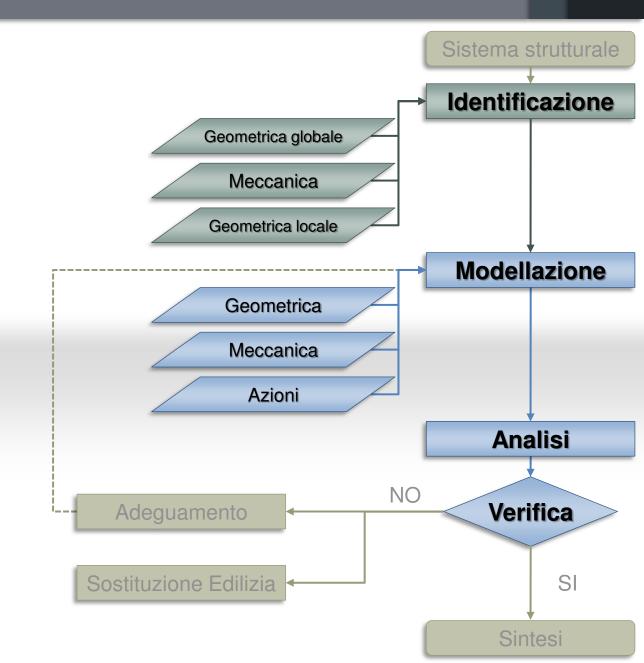
Non è possibile fare riferimento ad un modello in ambiente BIM



BIM: GESTIONE DELLA FASE DI IDENTIFICAZIONE



- Applicazione del modello BIM
- Non è possibile fare riferimento ad un modello in ambiente BIM
- Applicazione del Software di calcolo (metodo F.E.M.)



METODOLOGIA DI MISURA DELLA SICUREZZA

La valutazione del livello di sicurezza adotta quale metodo di verifica quello **semiprobabilistico agli stati limite**, il quale prevede il controllo dei seguenti macrogruppi di stati limite:

Stati Limite Ultimi - SLU corrispondono ad uno stato di

danneggiamento tale da compromettere l'incolumità delle persone e l'integrità delle cose.

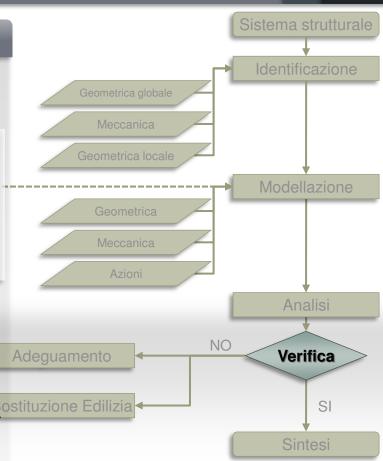
$$s_{SLU} = \frac{E_d}{R_d} \le 1$$

Stati Limite di Esercizio - SLE

corrispondono a stati di danneggiamento tali da compromettere la normale fruizione della struttura o l'eccessivo danneggiamento delle parti non strutturali.

$$s_{SLE} = \frac{D_d}{D_{lim}} \le 1$$

Per ognuno di essi la valutazione della sicurezza consiste nel verificare che la ostituzione Edilizia risposta del sistema strutturale, in termini di sollecitazioni e deformazioni generalizzate, sia compatibile con la capacità dello stesso.



FASE DI VERIFICA

PARAMETRO DI MISURA DELLA SICUREZZA PER AZIONI SISMICHE

Il livello di sicurezza per azioni sismiche sarà stimato, attraverso un approccio meccanico force-based, nei confronti dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV) e sarà espresso sinteticamente mediante l'indicatore:

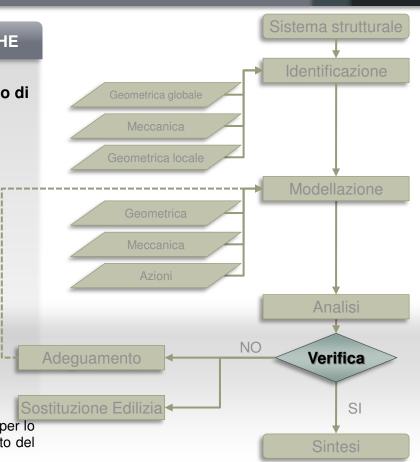
PROGRAMMA DI INDAGINI

$$\alpha_u = \frac{a_{g,SLV}}{a_{g,10\%}}$$

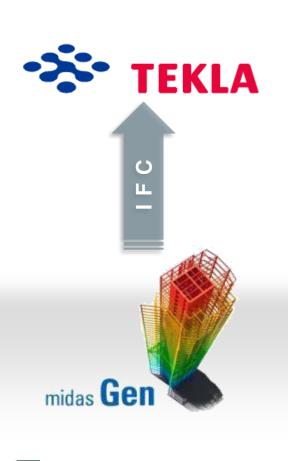
dove:

 $a_{g,SLV}$ = accelerazione di picco al suolo cui corrisponde l'attingimento dello SLV;

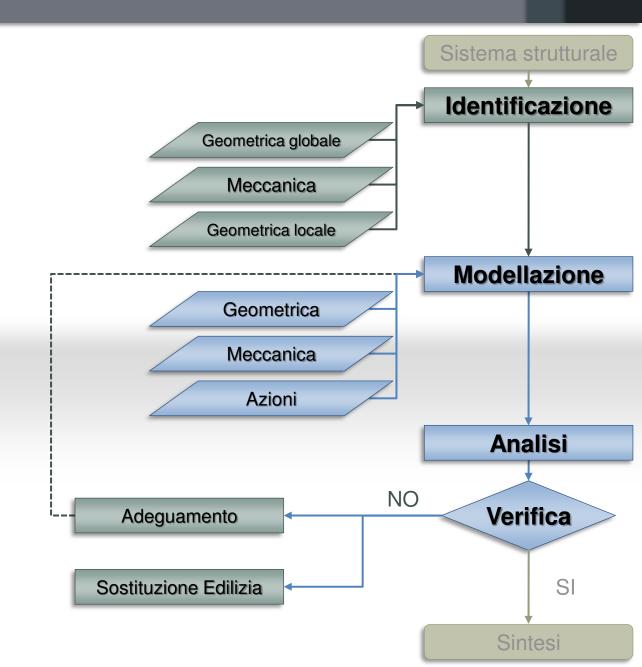
 $a_{g,10\%}$ = accelerazione di picco al suolo previsto dalla norma per il sito in esame e per lo stato limite considerato, ossia quella avente una probabilità di superamento del 10% per un periodo di riferimento V_B .

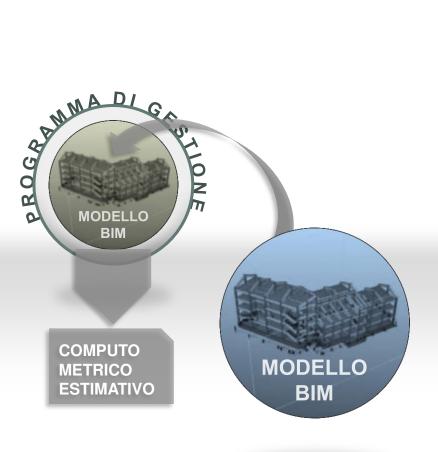


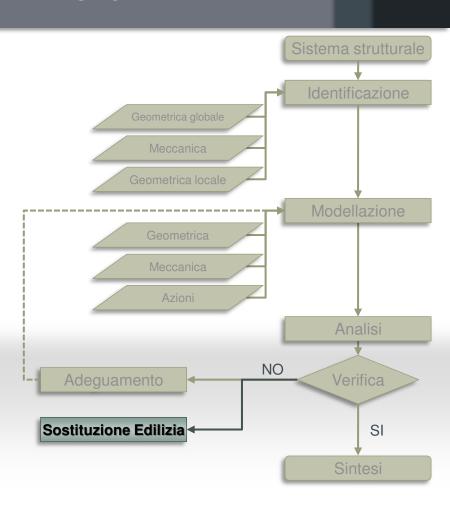
BIM: GESTIONE DELLA FASE DI IDENTIFICAZIONE

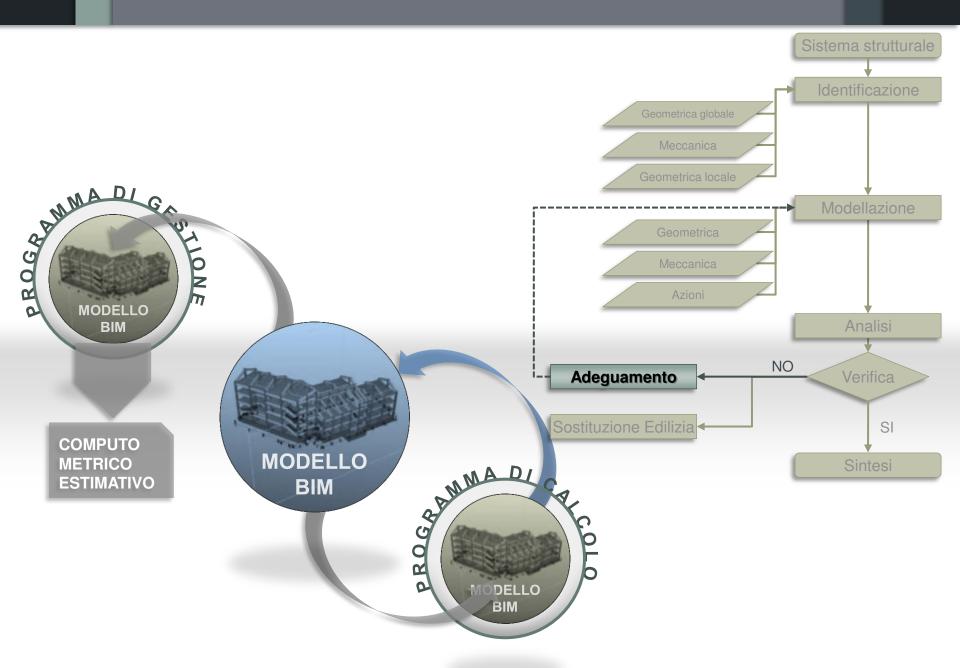


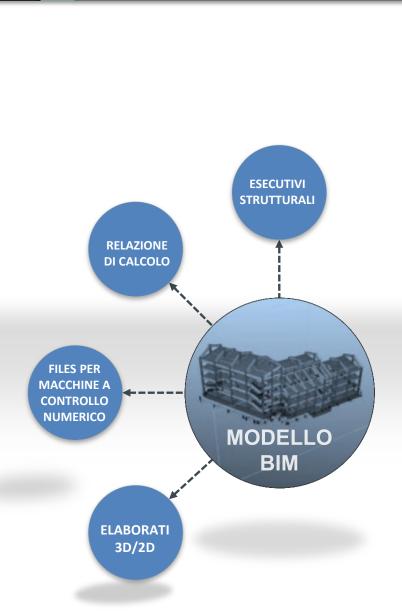
- Applicazione del modello BIM
- Non è possibile fare riferimento ad un modello in ambiente BIM
- Applicazione del Software di calcolo (metodo F.E.M.)

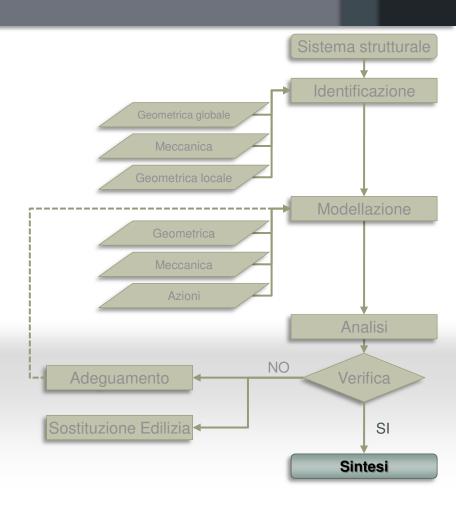


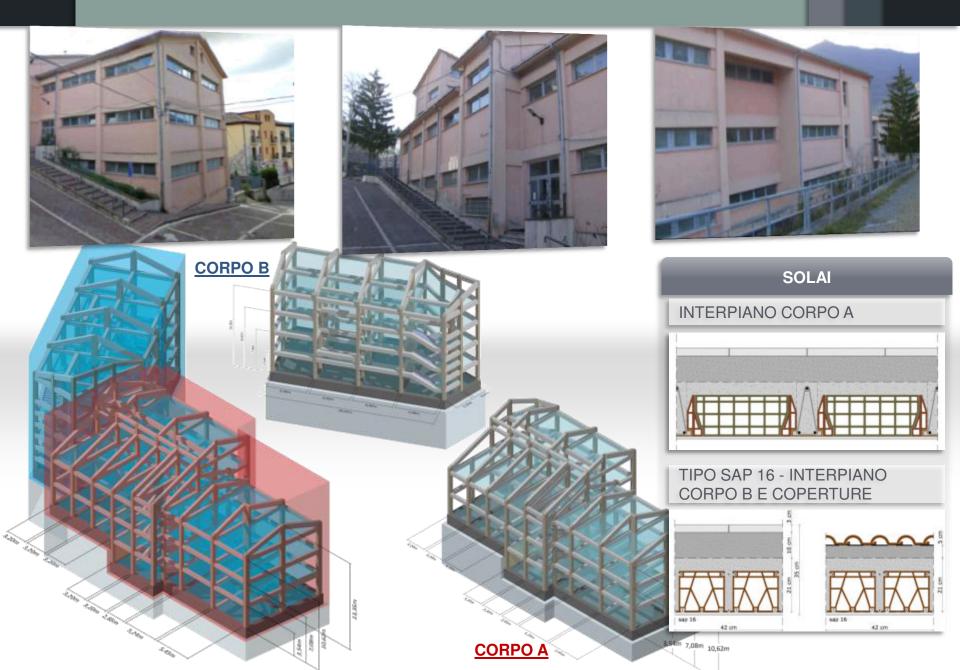


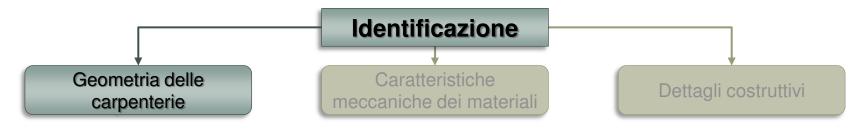






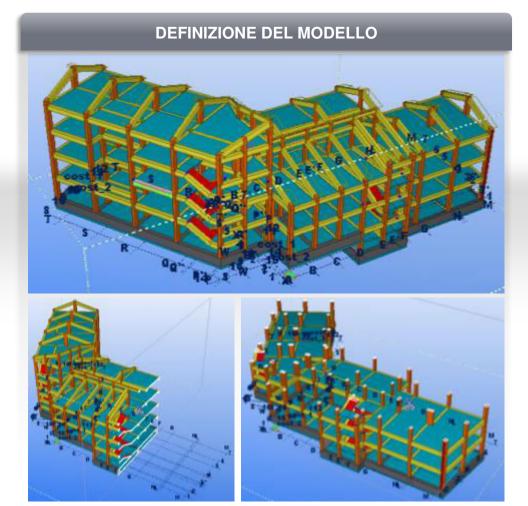


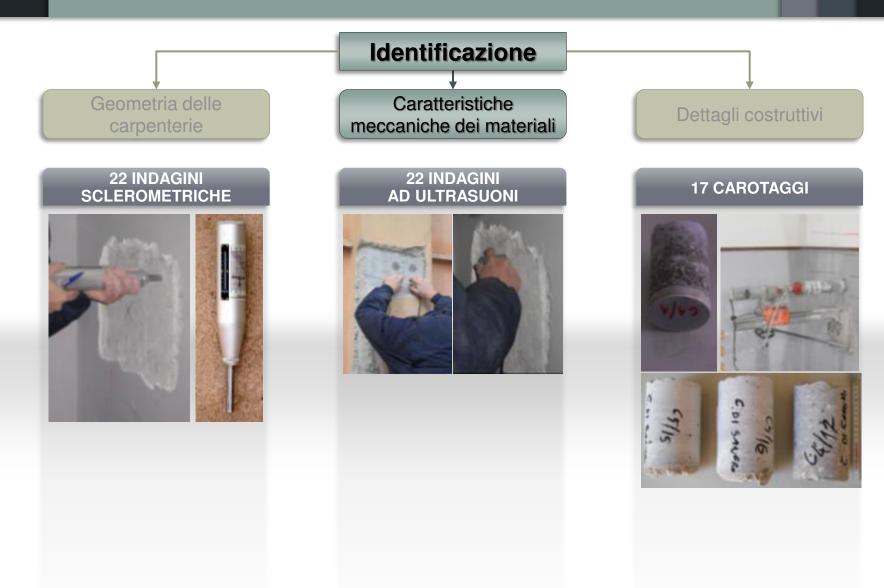


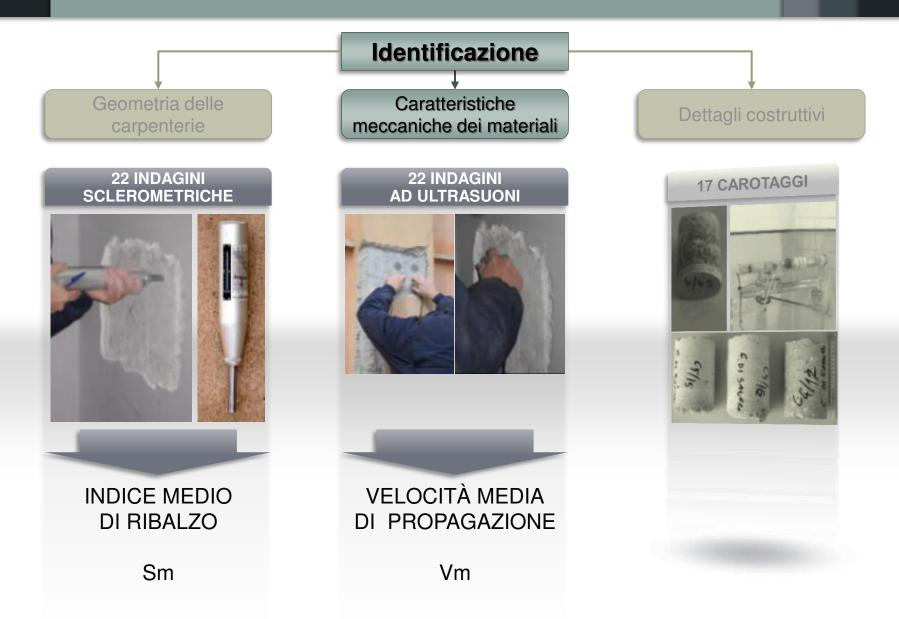


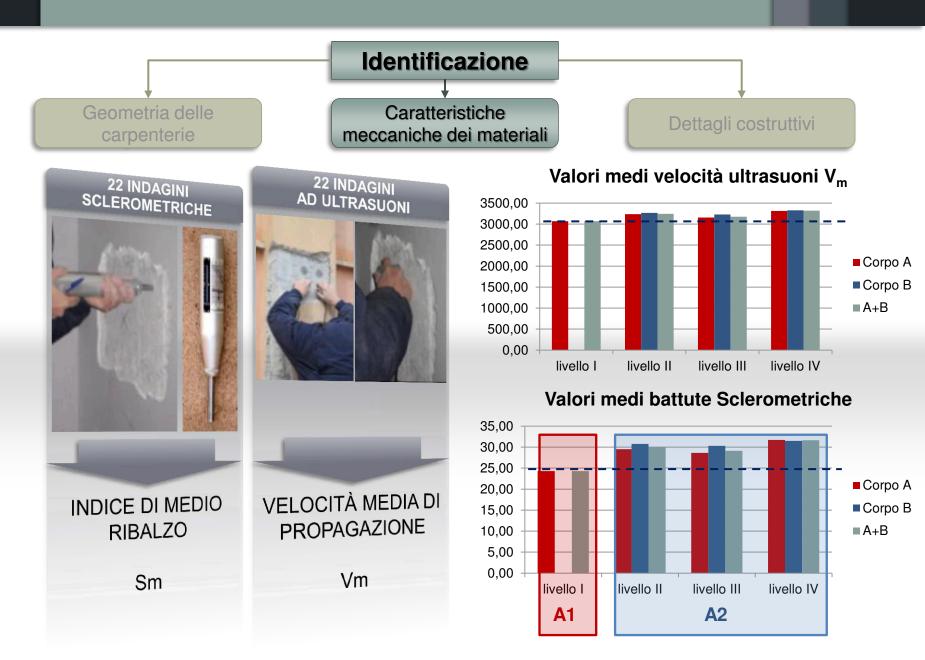
RILIEVO EX - NOVO

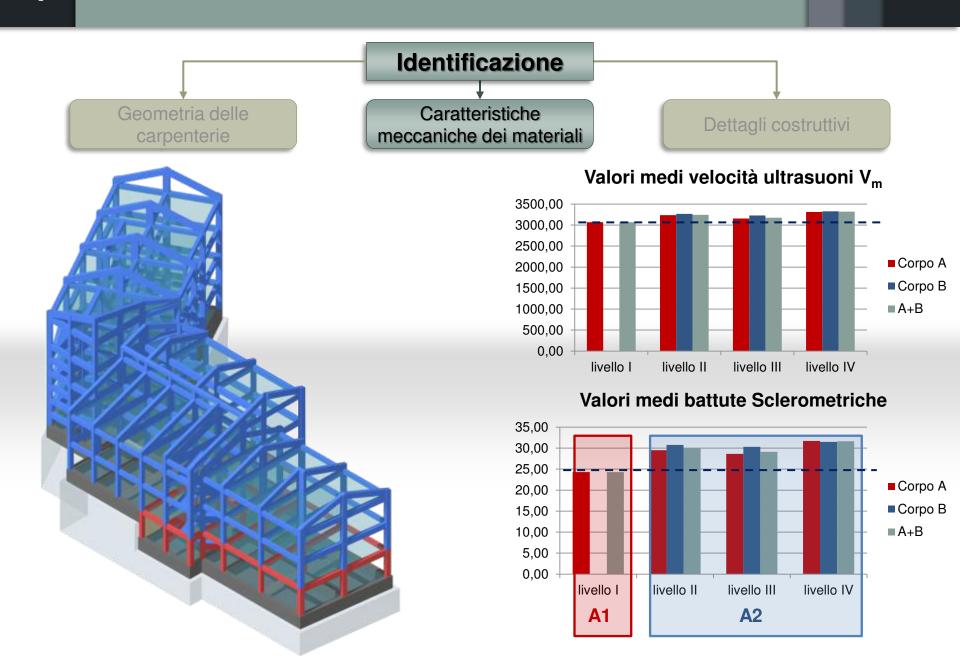
Definizione dei dati geometrici degli elementi primari che costituiscono la struttura dell'edificio

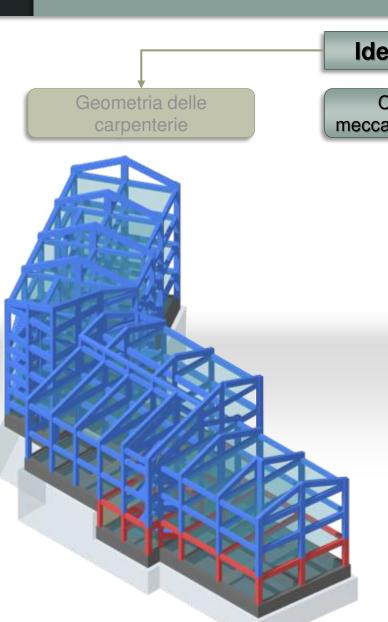












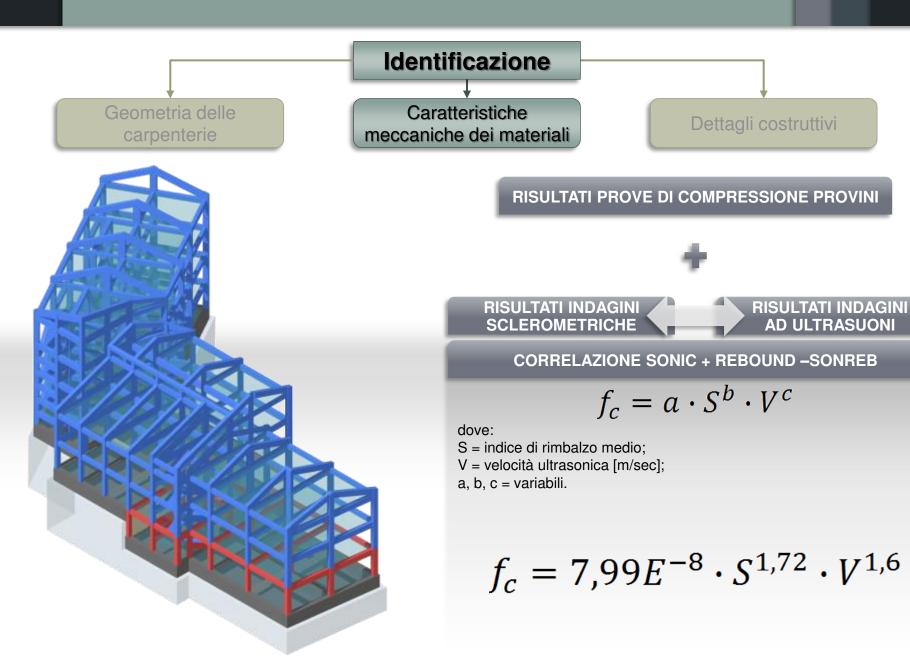
Identificazione

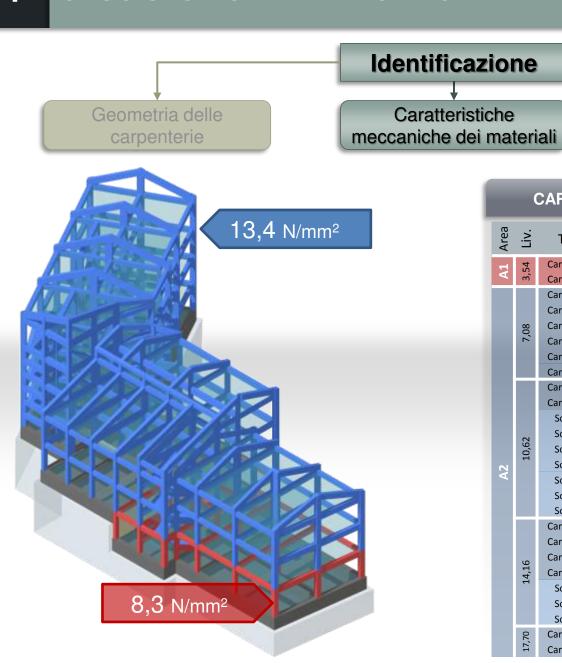
Caratteristiche meccaniche dei materiali

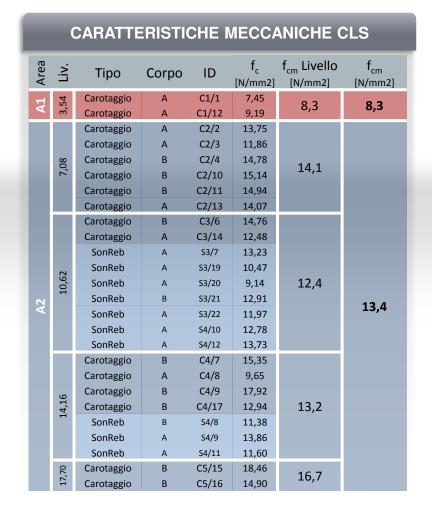
Dettagli costruttivi

RISULTATI PROVE DI COMPRESSIONE PROVINI

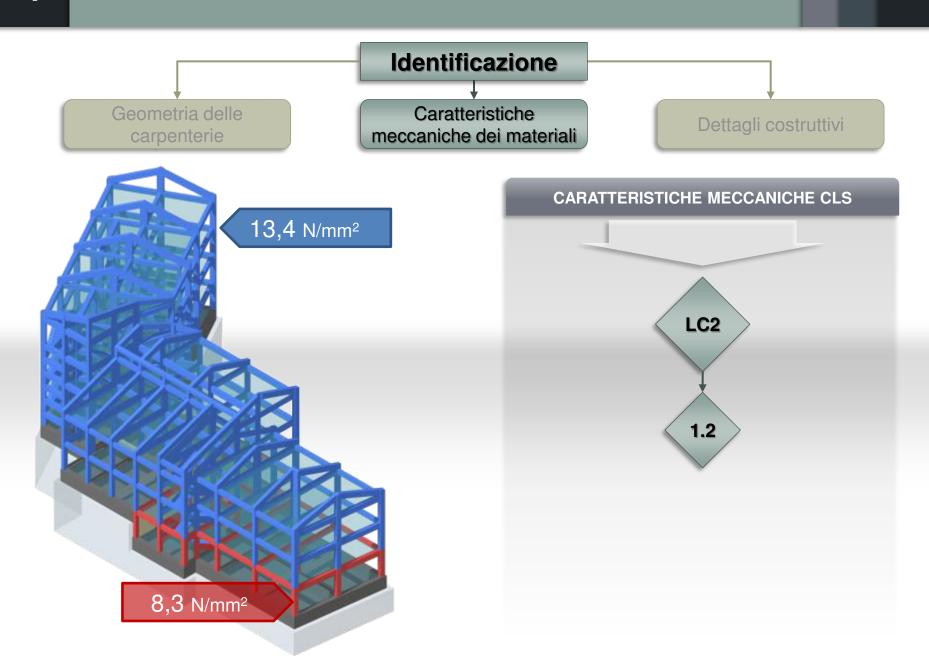
Area	n°	Corno ID	ID	f _c	f _{cm} Livello	f _{cm}
Are	H-	Corpo	ID	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
A1	1	Α	C1/1	7,45	8,32	8,32
	2	Α	C1/12	9,19	-,-	0,02
	3	Α	C2/2	13,75		
	4	Α	C2/3	11,86		14,3
	5	В	C2/4	14,78	14,09	
	6	В	C2/10	15,14	14,09	
	7	В	C2/11	14,94		
	8	Α	C2/13	14,07		
	9	Α	C3/5	*		
A2	10	В	C3/6	14,76	13,62	
	11	Α	C3/14	12,48		
	12	В	C4/7	15,35		
	13	Α	C4/8	9,65	12.06	
	14	В	C4/9	17,92	13,96	
	15	В	C4/17	12,94		
	16	В	C5/15	18,46	10.00	
	17	В	C5/16	14,90	16,68	



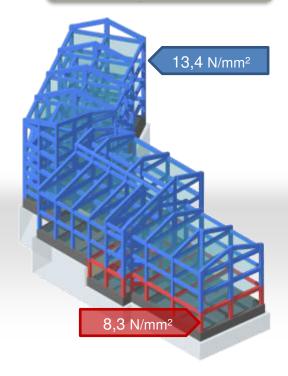




Dettagli costruttivi







Identificazione

Caratteristiche meccaniche dei materiali

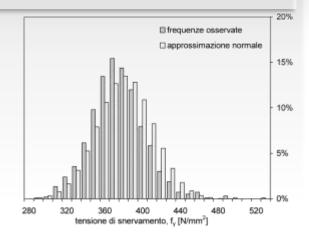
Dettagli costruttivi

CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO*

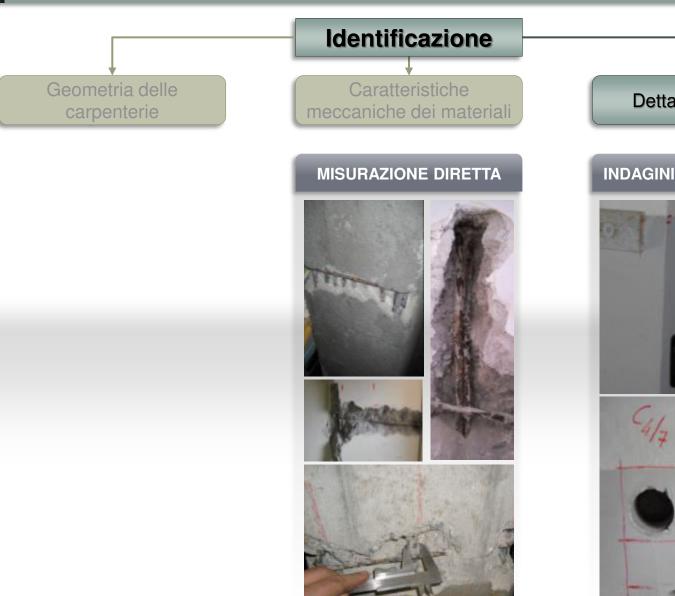
Caratteristiche degli acciai Aq.50.						
numero prove: 959	f_y	f_u	f_u/f_y	$A_{10\phi}$		
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	Ť	·		
valore medio	369.9	545.1	1.479	26.08%		
valore massimo	530.0	599.6	1.845	56.48%		
valore minimo	282.4	500.1	1.054	16.67%		
scarto quadratico medio	29.449	26.854	0.097	0.040		
C. O. V.	0.080	0.049	0.066	0.152		
indice di asimmetria	0.573	0.159	0.043	3.449		
indice di curtosi	4.751	2.002	3.640	27.288		

 $f_{ym} = 369,9 \text{ N/mm}^2$





* X Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia" "Le proprietà meccaniche degli acciai impiegati nelle strutture in c.a. realizzate negli anni '60". G.M. Verderame, A. Stella, E. Cosenza. Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale, Università degli Studi di Napoli Federico II.

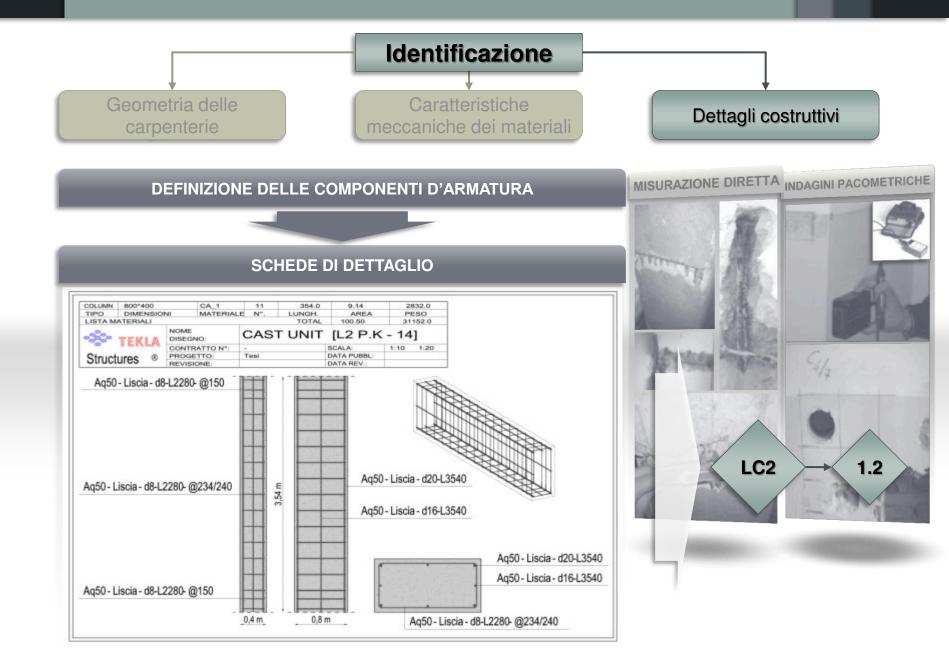


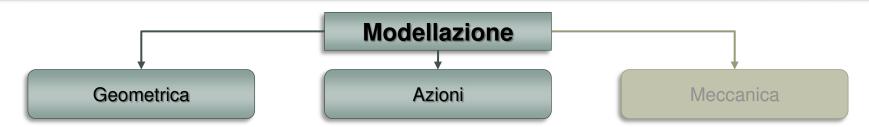
Dettagli costruttivi

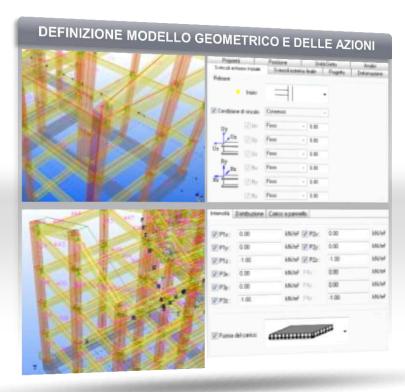
INDAGINI PACOMETRICHE

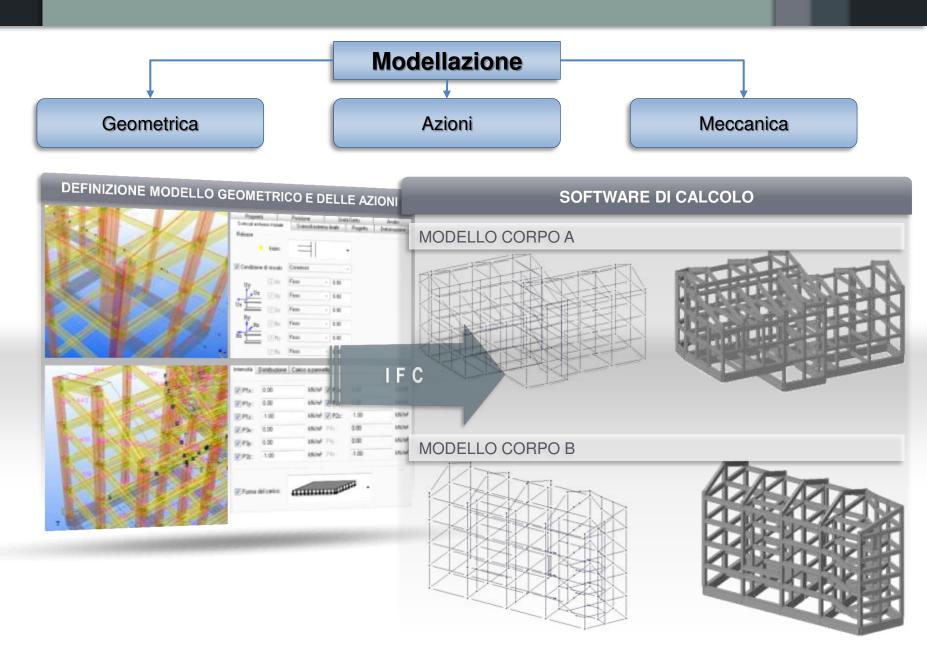




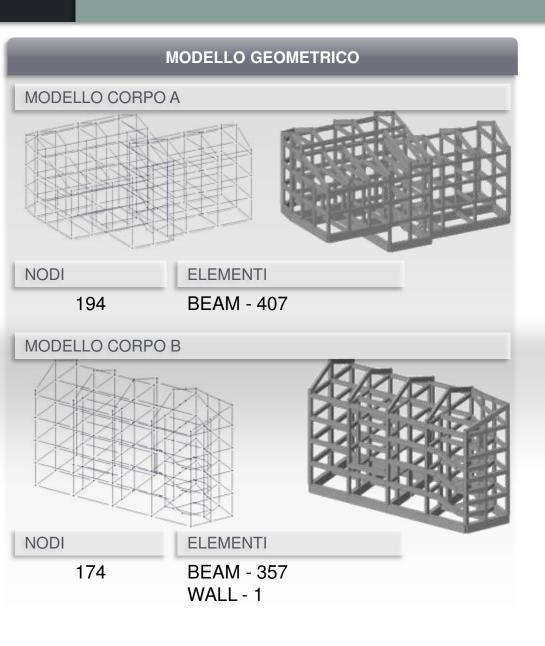


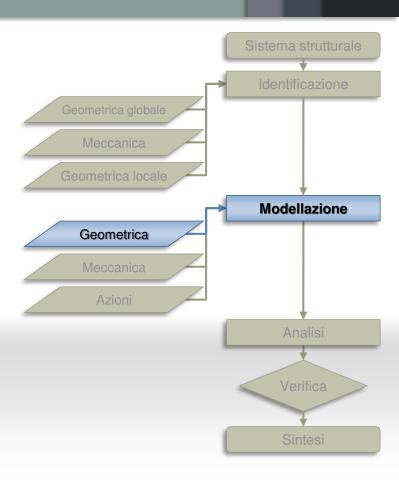


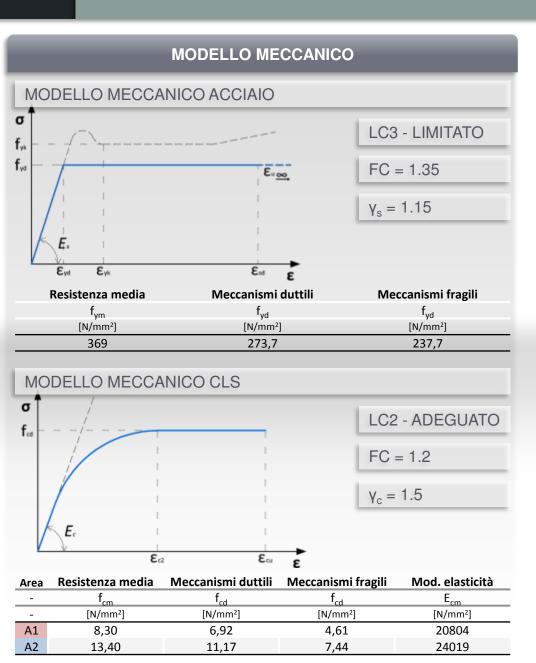


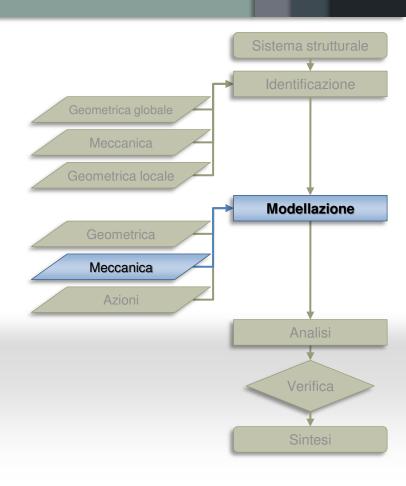


4 CASO STUDIO: MODELLAZIONE



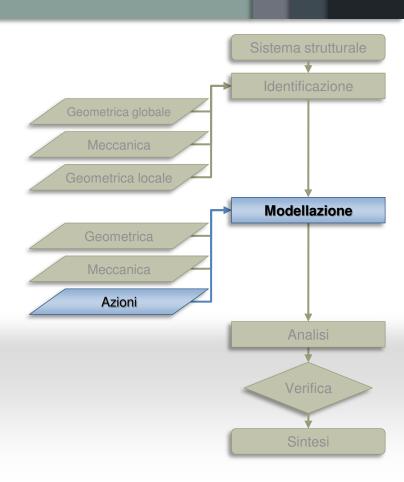






CASO STUDIO: MODELLAZIONE

MODELLO DELLE AZIONI							
AZIONI PERMANENTI							
PESO PROPRIO MEMBI	RATURE		γ				
			25 kN/m ³				
SOLAI	TIPO 1	SAP16	SAP16 B				
	5,8 kN/m ²	5,7 kN/m ²	4,7 kN/m ²				
SCALE		Mx	Fz				
		4,3 kN*m/m	6,2 kN/m				
PARTIZIONI ESTERNE			γ				
			11 kN/m ³				
AZIONI VARIBILI							
AZIONI DI ESERCIZIO		SOLAI	SCALE				
		3,0 kN/m ²	4,0 kN/m ²				
AZIONI DA NEVE			CARICO				
			2,0 kN/m ²				



MODELLO DELLE AZIONI

AZIONI VARIABILI SISMICHE

ANALISI MODALE CON SPETTRO DI RISPOSTA INELASTICO

PARAMETRI SPETTRO

Vita nominale - V_N = 50 anni

Classe d'uso - $C_U = 1,5$ (classe III)

Periodo di riferimento - V_R = 75 anni

Categoria topografica = T1

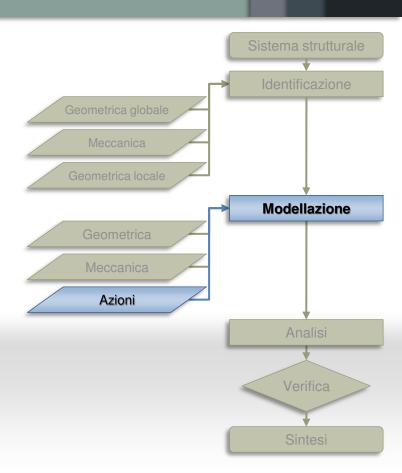
Categoria suolo = C

SLV-MECCANISMI DUTTILI

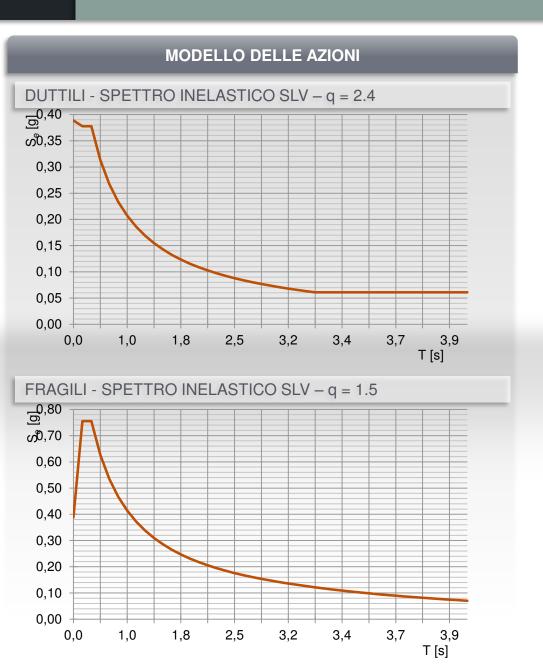
Parametro	SL	V
a_g	0,305	[g]
F_0°	2,334	
T _C *	0,360	[s]
S _S	1,273	
C_{U}	1,471	
S_T	1,000	
q	2,400	
q S	1,273	
η	0,417	
T_B	0,177	[s]
T_C	0,530	[s]
T_D^J	2,821	[s]

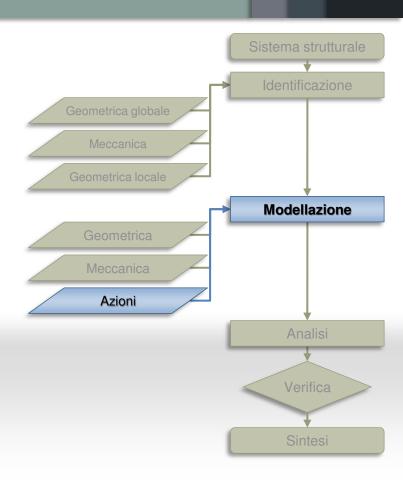
SLV-MECCANISMI FRAGILI

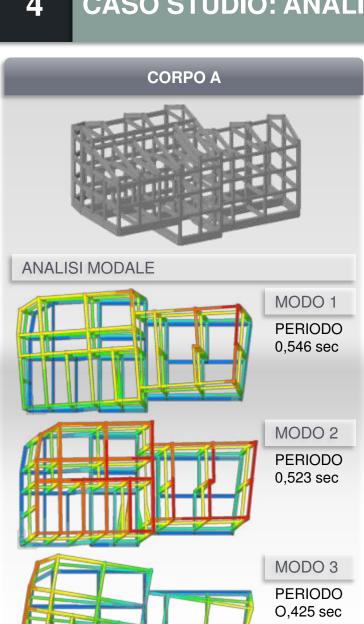
Parametro	SLV		
a_g	0,305	[g]	
F_0°	2,334		
T _C *	0,360	[s]	
S _S	1,273		
C_{U}	1,471		
S_T	1,000		
q S	1,500		
S	1,273		
η	0,833		
T_B	0,177	[s]	
T_C	0,530	[s]	
T_D	2,821	[s]	

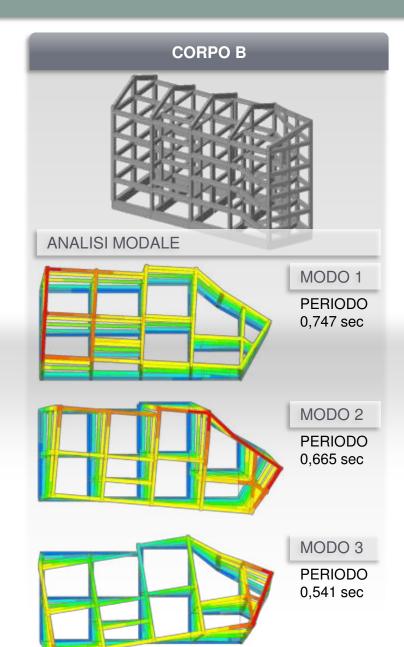


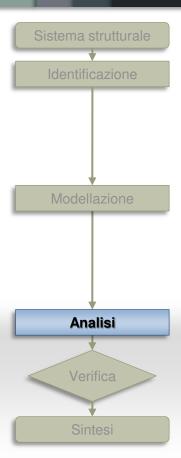




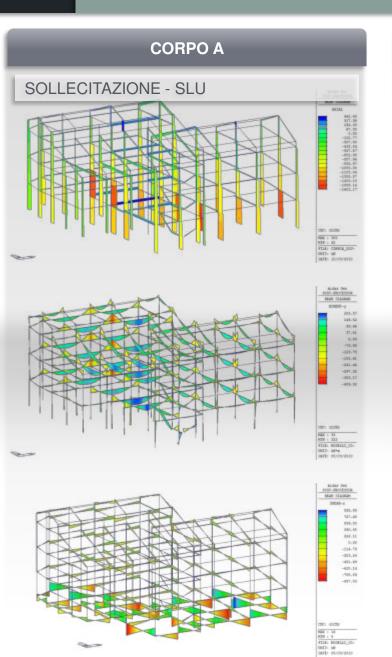


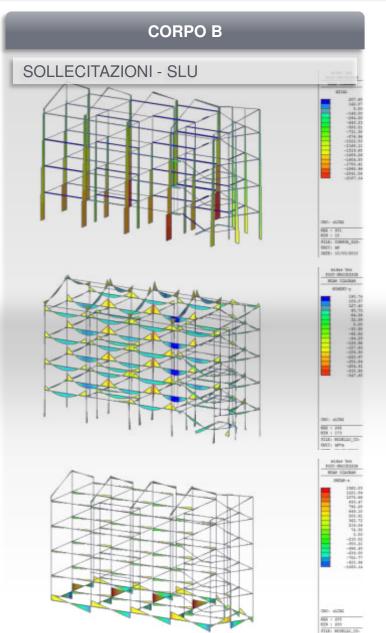


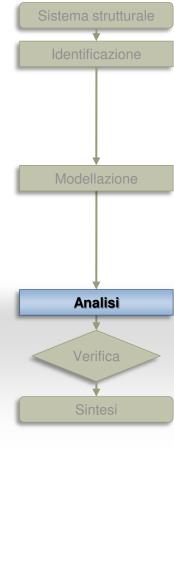




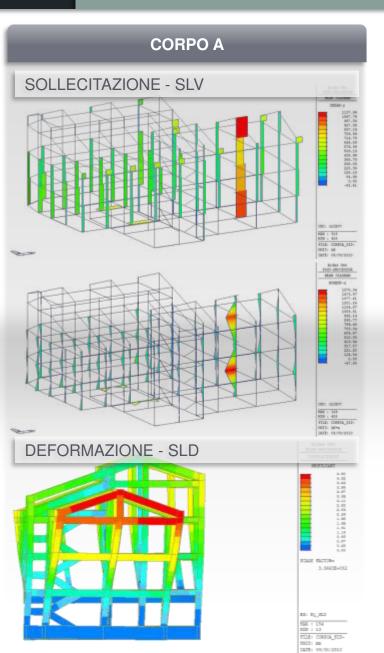


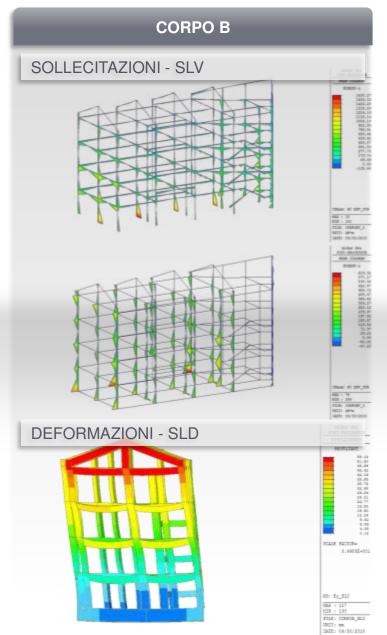


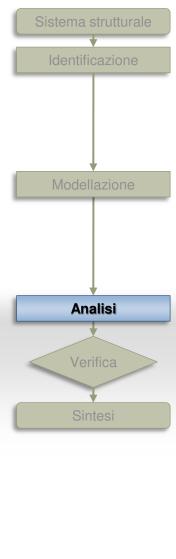




CASO STUDIO: ANALISI

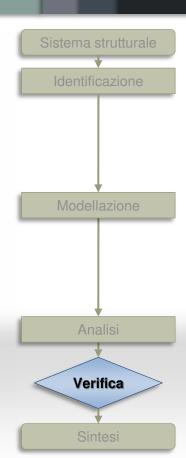


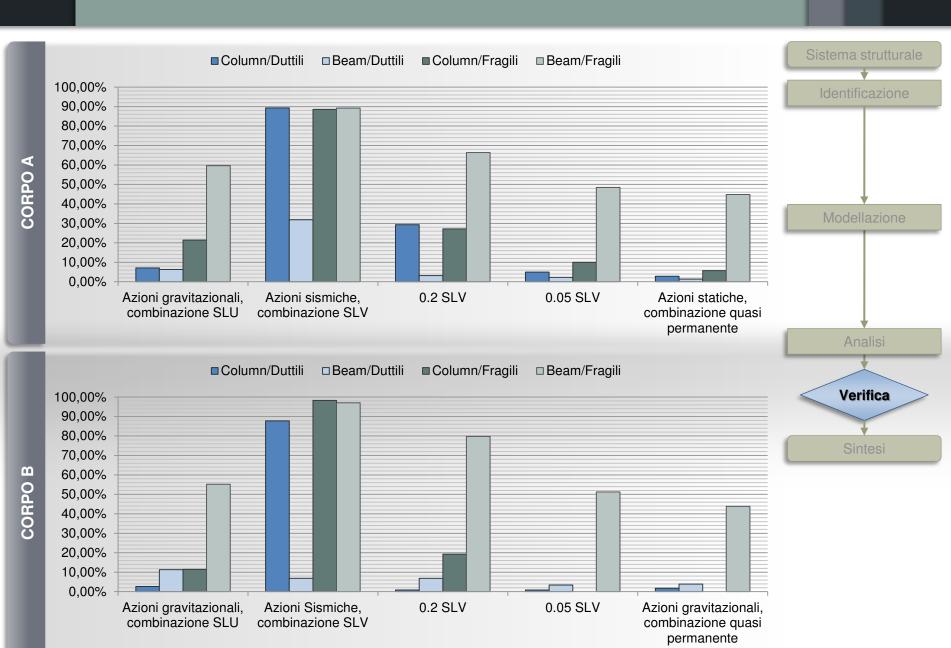




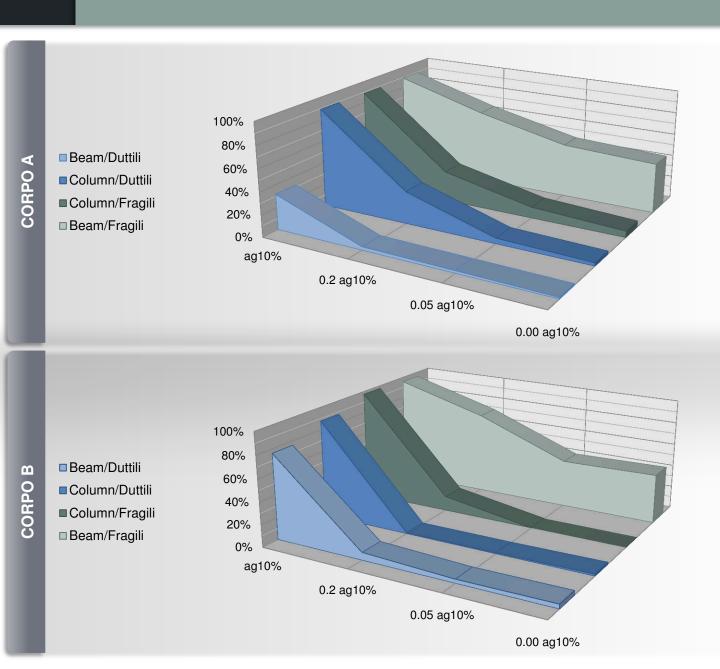
	EL EMENTO	STATI LIMITE DI CONTROLLO					
	ELEMENTO	SLU	SLV	0.2 SLV	0.05 SLV	QUASI PERM.	
DUTTILI	Colonne NON verificate	7,14%	89,29%	29,29%	5,00%	2,86%	
	Travi NON verificate	6,28%	31,84%	3,14%	2,24%	1,35%	
FRAGILI	Colonne NON verificate	21,43%	88,57%	27,14%	10,00%	5,71%	
	Travi NON verificate	59,64%	89,24%	66,37%	48,43%	44,84%	

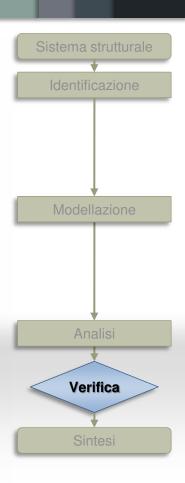
	ELEMENTO	STATI LIMITE DI CONTROLLO					
	ELEMENIO	SLU	SLV	0.2 SLV	0.05 SLV	QUASI PERM.	
⋷	Colonne NON verificate	2,63%	87,72%	0,88%	0,88%	1,75%	
DUT	Travi NON verificate	11,33%	6,90%	6,90%	3,45%	3,94%	
FRAGILI	Colonne NON verificate	11,43%	98,25%	19,30%	0,00%	0,00%	
	Travi NON verificate	55,17%	97,04%	79,80%	51,23%	43,84%	



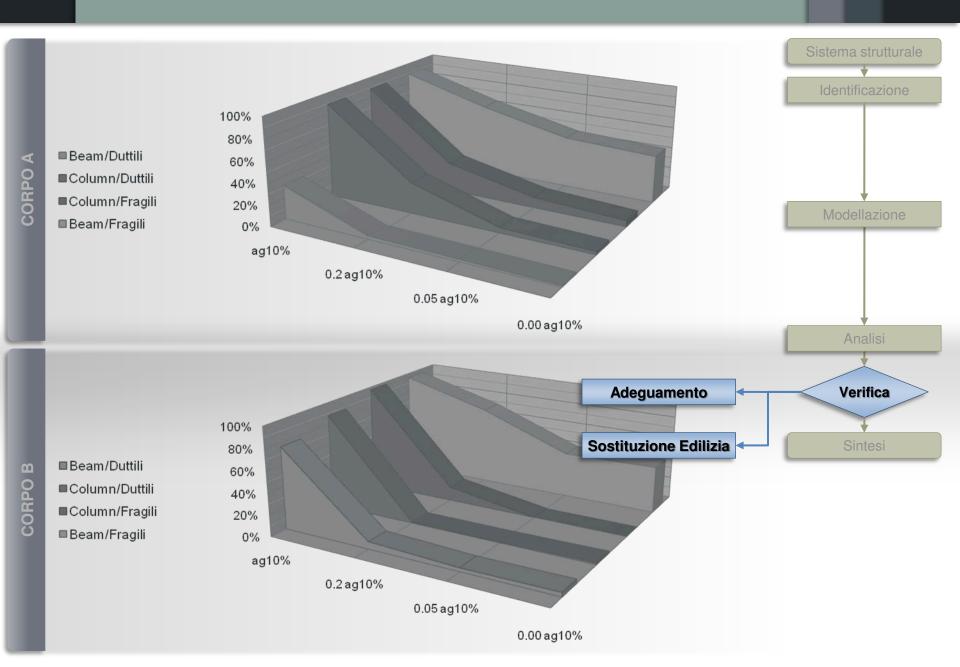


4 CASO STUDIO: VERIFICA

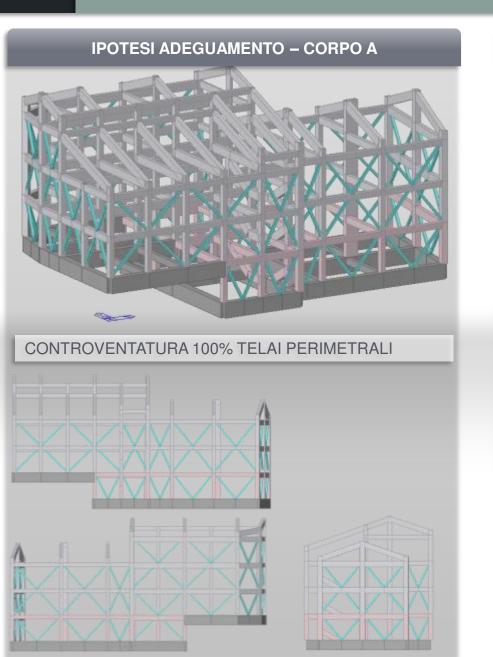


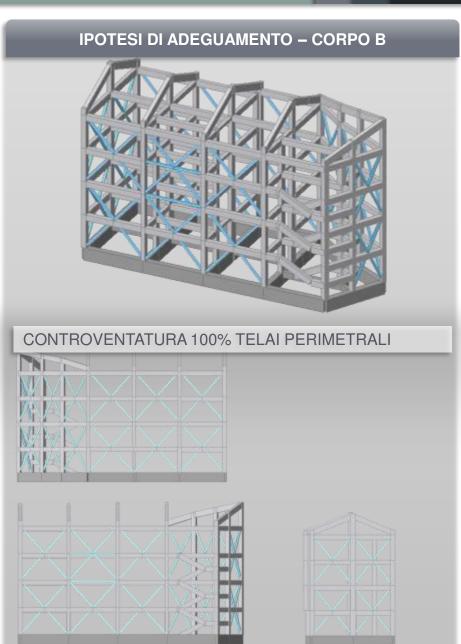


CASO STUDIO: VERIFICA

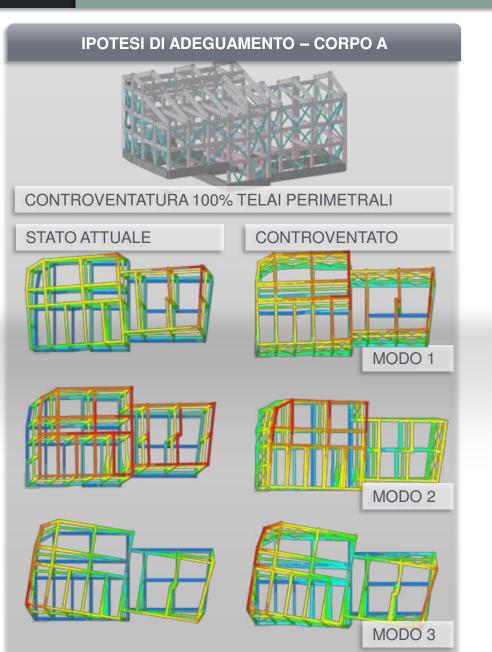


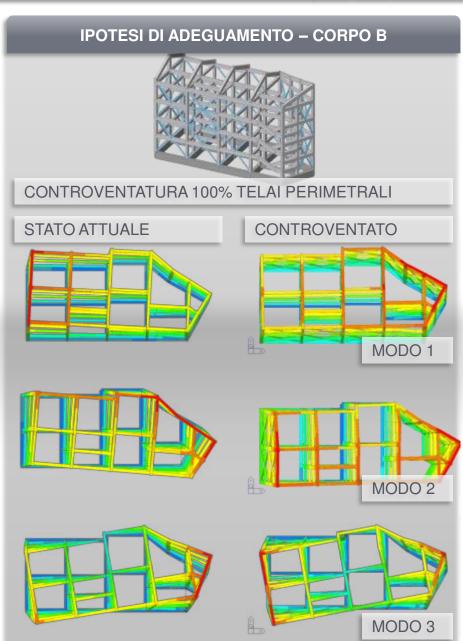
CASO STUDIO: IPOTESI ADEGUAMENTO



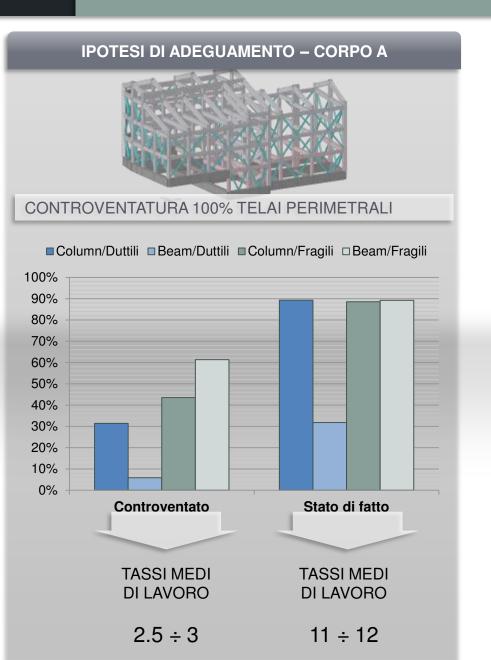


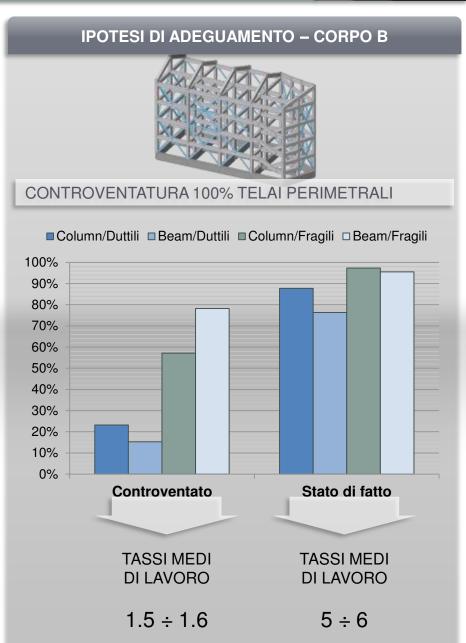
CASO STUDIO: IPOTESI ADEGUAMENTO



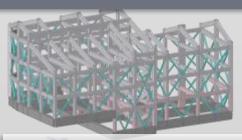


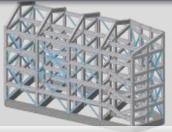
CASO STUDIO: IPOTESI ADEGUAMENTO





IPOTESI DI ADEGUAMENTO





VALUTAZIONE PRELIMINARE DEI COSTI

INTERVENTI DI CONTROVENTATURA

- PONTEGGIO INTERNO ED ESTERNO
- DEMOLIZIONE DI INTONACO E PARTIZIONI ESTERNE
- PROFILATI IN ACCIAIO SERIE HEB
- PITTURA DI FINITURA SU OPERE METALLICHE
- RIPRISTINO PARTIZIONI ESTERNE

333.990 €

Area totale = $2.658,50 \text{ m}^2$

125 €/m²

IPOTESI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA



VALUTAZIONE PRELIMINARE COSTI DI DEMOLIZIONE

- DEMOLIZIONE VUOTO PER PIENO DEI FABBRICATI
- TRASPORTO A DISCARICA DEI MATERIALE DI **RISULTA**
- SMALTIMENTO IN DISCARICA DEL MATERIALE
- RINTERRO O RIEMPIMENTO

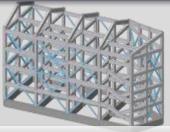
571.765€

Area totale = $2.658,50 \text{ m}^2$

215 €/m²

IPOTESI DI ADEGUAMENTO





VALUTAZIONE PRELIMINARE DEI COSTI

INTERVENTI DI CONTROVENTATURA

- PONTEGGIO INTERNO ED ESTERNO
- DEMOLIZIONE DI INTONACO E PARTIZIONI ESTERNE
- PROFILATI IN ACCIAIO SERIE HEB
- PITTURA DI FINITURA SU OPERE METALLICHE
- RIPRISTINO PARTIZIONI ESTERNE

INTERVENTI STRUTTURALI

125 €/m²

- INTERVENTI SUI SOLAI
- INTERVENTI SU PILASTRI E TRAVI

RIPRISTINO

- RIPRISTINO IMPIANTO ELETTRICO-IDRICO-TERMO-GAS
- RICOSTRUZIONE INFISSI
- RIPRISTINO FUNZIONALE

450 €/m²

TOTAL F = $575 \notin /m^2 + 25\% = 720 \notin /m^2$

IPOTESI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA



VALUTAZIONE PRELIMINARE COSTI DI DEMOLIZIONE

- DEMOLIZIONE VUOTO PER PIENO DEI FABBRICATI
- TRASPORTO A DISCARICA DEI MATERIALE DI **RISULTA**
- SMALTIMENTO IN DISCARICA DEL MATERIALE
- RINTERRO O RIEMPIMENTO

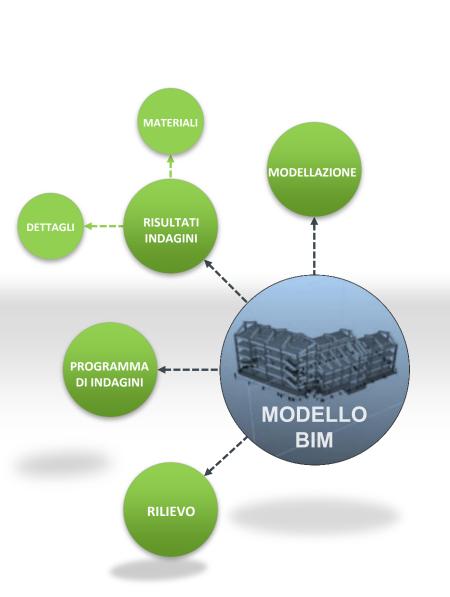
215 €/m²

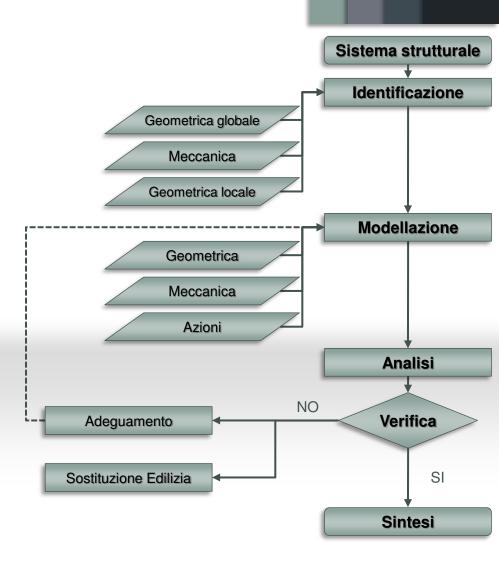
COSTI DI RICOSTRUZIONE

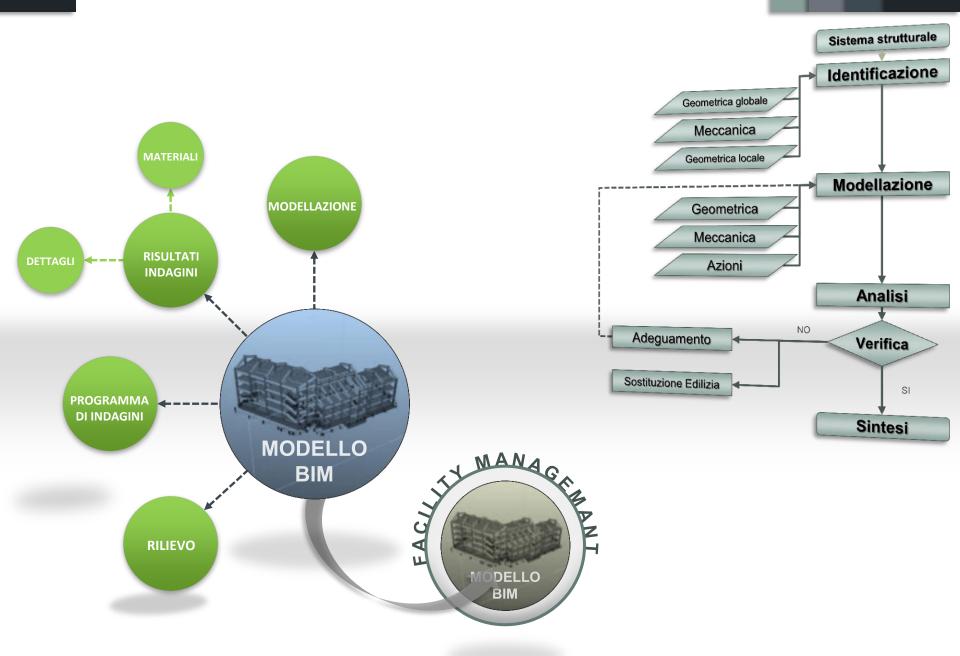
1100 ÷ 1200 €/m²

TOTAL F = 1315 ÷ 1415 €/m²

CONCLUSIONI







- 1. IL TERRITORIO ITALIANO E' TRA QUELLI A MAGGIORE RISCHIO SISMICO. BUONA PARTE DEL PATRIMONIO EDILIZIO SI COMPONE DI EDIFICI IN C.A. PROGETTATI TRA GLI ANNI 60 E 70 SENZA CONSIDERARE LE AZIONI SISMICHE.
- 2. LA VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SICUREZZA DELLE STRUTTURE

 ESISTENTI IN C.A. RIVESTE PERTANTO UN RUOLO DI FONDAMENTALE

 IMPORTANZA PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO.

 10 100 0.125

 10 125 0.150
- 3. I SOFTWARE DI TIPO BIM RAPPRESENTANO UNO STRUMENTIO DI CONTROLLO DI

Modellazione

Analisi

Verifica

Sintesi

Adeguamento

Le sigle individuano isole per le quali è necessaria una valutazione ad hoc

4. I FILES DI INTERSCAMBIO IFC ESPORTATI DAL SOFTWARE
POSSONO RAPPRESENTARE INFINE UN DOCUMENTO DI GESTIONE
DELL'EDIFICIO.

Meccarica

