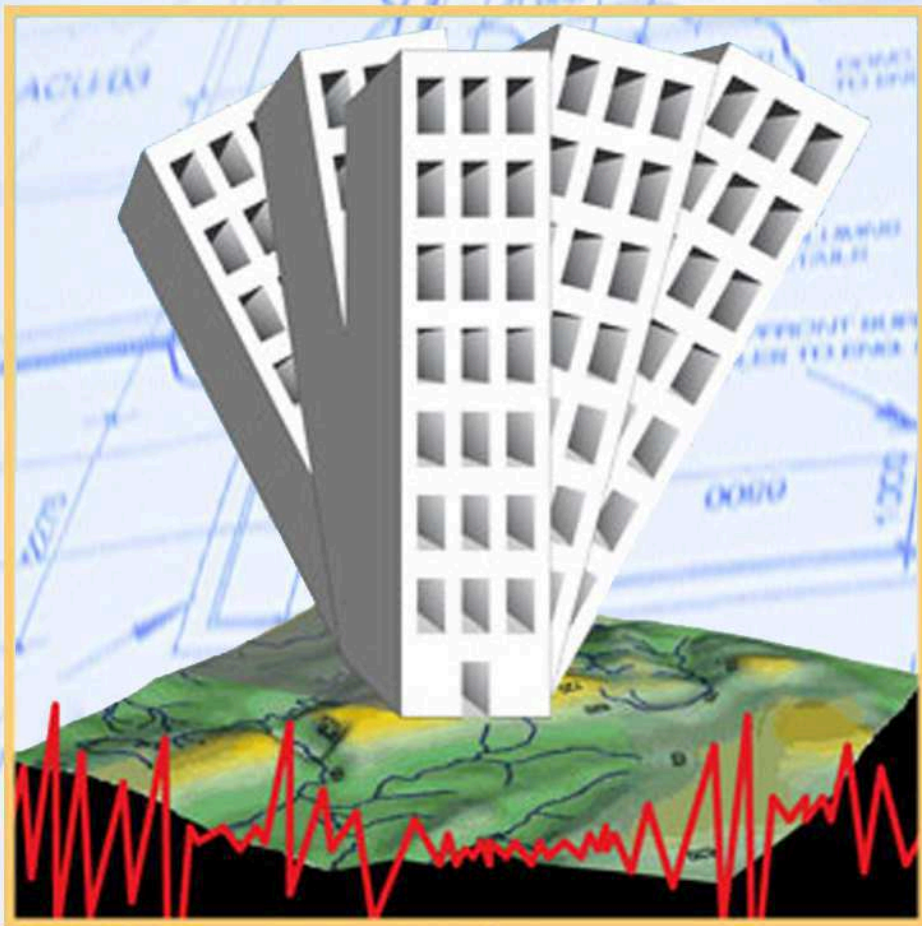
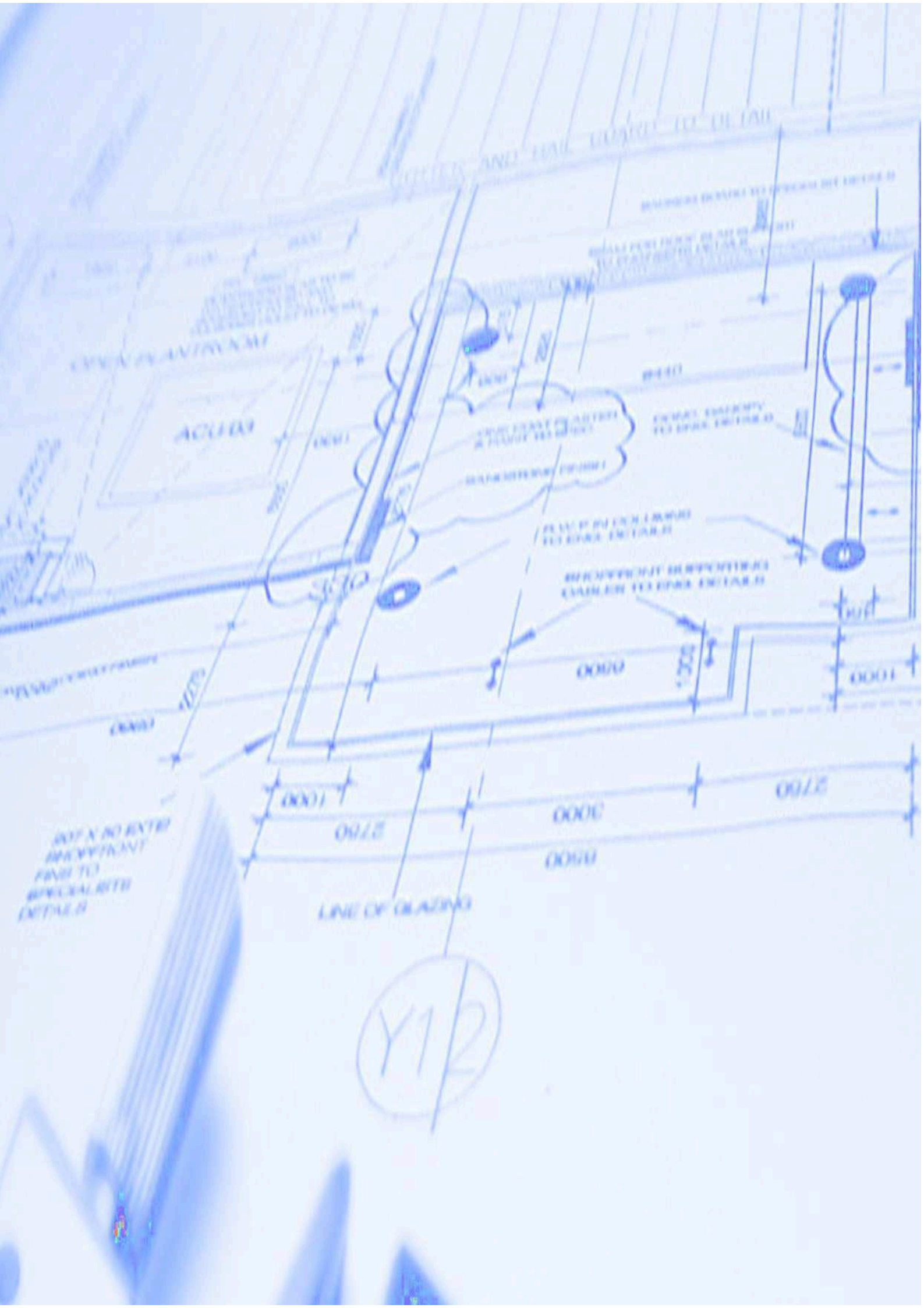


INDAGINI DIAGNOSTICHE

Servizi per l'ingegneria



CO.GE.PA. s.a.s.
di Pavone Ing. Giuseppe



AND HALL CONNECT TO DE LAB

ACCTG

MINIMUM CLEARANCE

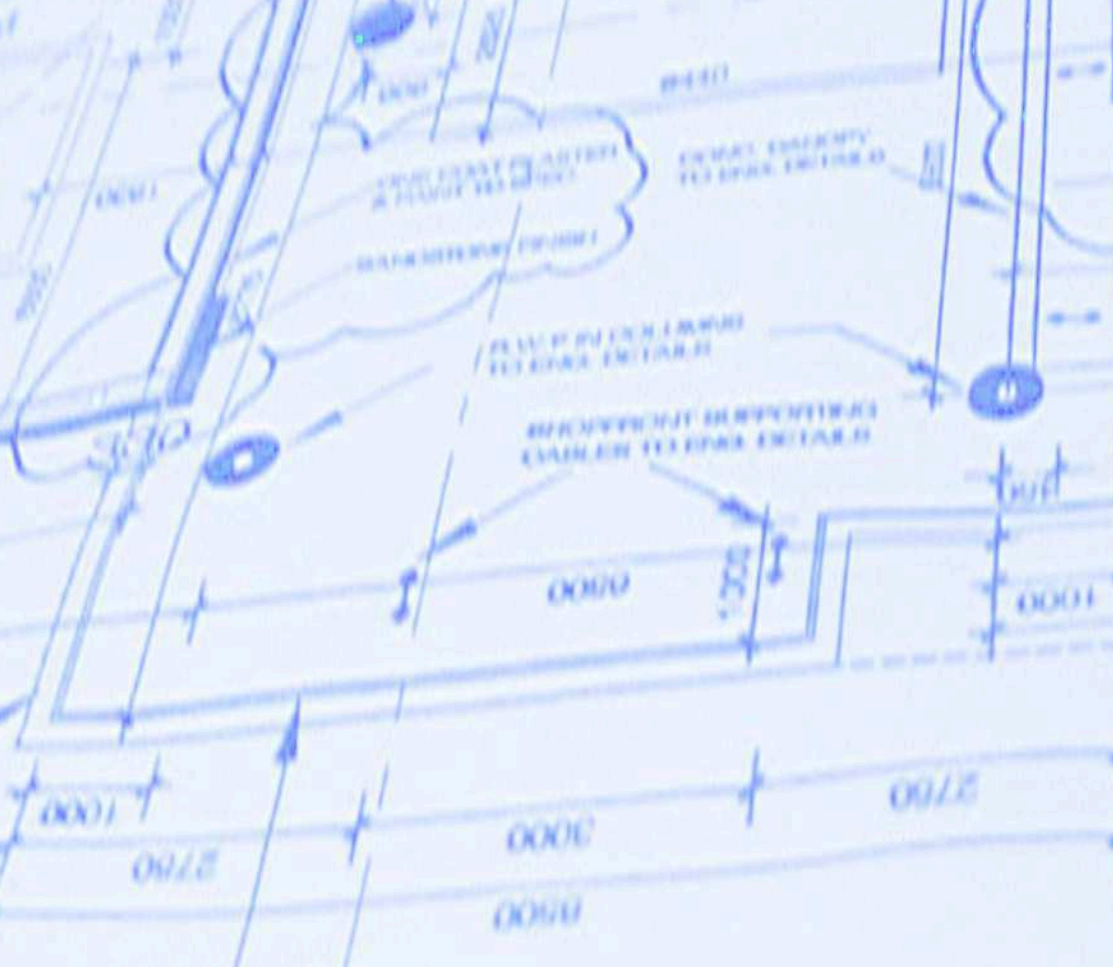
MINIMUM CLEARANCE

MINIMUM CLEARANCE

SEE ARCHITECT'S DRAWINGS FOR
FIXTURES TO
SPECIAL SITE
DETAILS

LINE OF GLAZING

Y12



Indagini Diagnostiche - Servizi per L'ingegneria

Indagini Diagnostiche sugli Edifici

La nostra società è specializzata in diagnosi di fabbricati con lo scopo di identificare le caratteristiche meccaniche dei materiali in riferimento al ferro d'armatura ed al calcestruzzo.

Esistono diversi metodi di calcolo che si possono applicare agli edifici esistenti (*vedi analisi push over, analisi dinamica elastica con doppio fattore di struttura*), questi metodi richiedono un'identificazione accurata delle caratteristiche dei materiali.

Il nostro personale esegue in proposito tutte le misure necessarie ad indagare e diagnosticare nel fabbricato la resistenza strutturale in situ e il tipo di acciaio adottato.

In base al livello di conoscenza richiesto (LC1 - LC2 - LC3) corrispondono diverse percentuali di elementi da indagare (rispettivamente 15%, 35%, 50%, per piano).

Eseguite le operazioni su tutti gli elementi da indagare, si procede alla fase di elaborazione dei dati raccolti ed al calcolo della resistenza media del calcestruzzo e delle barre d'armatura; così si può stimare la vulnerabilità della struttura e conseguentemente fornire soluzioni adeguate.

Le soluzioni di intervento strutturale devono riferirsi all'insieme del complesso strutturale ed il loro studio deve essere basato su un rilievo completo dello stato di fatto, tenendo in conto della storia dell'edificio, delle tecniche costruttive, dei materiali esistenti e della funzione a cui è destinato.

Si individuano (*vedi cap. 8 NTC2008*) le seguenti tipologie di intervento:

- **Adeguamento Sismico**
- **Miglioramento Sismico**
- **Riparazioni o interventi locali**

La prima tipologia di intervento serve a conseguire i livelli di sicurezza previsti dalle vigenti norme, mentre la seconda ad aumentare la sicurezza strutturale esistente, pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle norme di riferimento; le riparazioni o interventi locali, interessano elementi isolati, e comunque comportano un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

Redazione Progetto: Stato di Fatto (intervento di miglioramento e di adeguamento)

Nel progetto verrà redatta:

- **L'analisi storico-critica** che illustra le fasi del processo costruttivo dell'edificio e le successive modifiche subite nel tempo dal manufatto nonché gli eventi che lo hanno interessato, con particolare riferimento agli eventi sismici subiti e agli eventuali danni rilevati. L'analisi contiene inoltre l'elenco della documentazione reperita del progetto originario.
- **Relazione delle indagini e determinazione del livello di conoscenza.** Relazione descrittiva del piano delle indagini in cui devono essere specificate le varie indagini da effettuare

finalizzate alla conoscenza della struttura (geometria e dettagli costruttivi) e dei materiali che la costituiscono.

Il numero e l'ubicazione dei punti da indagare (con saggi e prove in situ) devono essere rappresentativi dell'organismo strutturale nel suo complesso e devono essere determinati anche alla luce delle ispezioni visive effettuate e della documentazione disponibile relativa allo stato ante/post operam.

Il piano delle indagini deve sistematicamente trattare i seguenti aspetti:

RILIEVO

Tavole grafiche (piante, prospetti e sezioni) raffiguranti il **rilievo geometrico e strutturale** dell'edificio nel suo complesso e dei particolari costruttivi, nonché il rapporto con le eventuali strutture adiacenti.

Nel caso in cui sia presente il progetto strutturale originario dell'edificio in esame è sufficiente effettuare dei controlli a campione per verificare la corrispondenza tra il progetto e il costruito. Nel rilievo devono essere individuati i vari corpi di fabbrica che costituiscono il complesso ed evidenziate le modifiche intervenute nel tempo, come desunte dall'analisi storico-critica.

Esso deve indicare lo stato generale di conservazione e i dissesti rilevati, in atto o stabilizzati, in modo da fornire un quadro completo e dettagliato dello **stato fessurativo** e dei **meccanismi di danno**.

Devono inoltre essere evidenziate le **interferenze impianti-strutture**, tramite apposita **documentazione fotografica**

individuando eventuali passaggi orizzontali e verticali (canne fumarie, tubazioni del riscaldamento, scarichi e adduzioni idriche, condotte elettriche, etc.) nelle strutture portanti o di controvento, nei solai.

CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Al fine di raggiungere la caratterizzazione dei materiali occorre procedere con l'osservazione diretta in situ e/o con indagini sperimentali, sulla base della documentazione disponibile.

Per gli edifici in muratura occorre procedere ad un esame visivo e ad una valutazione circa la consistenza della malta e la qualità delle connessioni interne (tra pareti e pareti, tra pareti ed orizzontamenti) oltre eventualmente a prove sperimentali (prove di caratterizzazione della malta e degli elementi, martinetti piatti doppi, compressione diagonale, etc.) ai sensi del punto 8.7.1 delle NTC 2008, del corrispondente punto della Circolare e del punto C8A.1.A dell'Allegato alla stessa. Per gli edifici in cemento armato occorre procedere a prove sperimentali **sia sul calcestruzzo che sull'acciaio** ai sensi del punto 8.7.2 delle NTC 2008, al corrispondente punto della Circolare e al punto C8A.1.B dell'Allegato alla stessa e alle Linee Guida del C.S.LL.PP.¹

¹ "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" febbraio 2008, predisposte dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Occorre inoltre fare riferimento alle specifiche riportate nelle istruzioni tecniche VSCA approvate con decreto dirigenziale n° 4301 del 21.07.2004.

Come riportato nelle note esplicative alla tabella C8A.1.3(a, b) **le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio**, con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione.

I campioni di barre di armatura da sottoporre a prova devono essere estratti prioritariamente da elementi destinati ad essere demoliti/sostituiti. Nel caso in cui non siano presenti elementi destinati alla demolizione/sostituzione occorre effettuare l'estrazione da elementi strutturali principali rappresentativi, scegliendo come zone di campionatura quelle meno sollecitate.

Le prove sugli acciai non sono necessarie se sono disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni, nella normativa dell'epoca.

Nella seguente tabella sono riassunte le prescrizioni sul tipo di acciaio, per gli edifici in cemento armato, riportate nelle principali normative

Normativa	Tipologia	Sigla	Resistenza (Kg/cmq)		•amm/•max	Allung. a rottura	Controlli
			Rottura	Snervamento			
R.D. 2229/39 Circ.n.1472 del 23/05/1957	Acciaio dolce	Aq 42 (dal '57)	4200-5000	• 2300	28-33%	20%	2/1000
	Acciaio semiduro	Aq 50 (dal '57)	5000-6000	• 2700	33-40%	16%	
	Acciaio duro	Aq 60 (dal '57)	6000-7000	• 3100	29-40%	14%	
D.M. 30/05/1972	Barre lisce	FeB22, FeB32	3400-5000	2200-3200	35-32%	24-23	3 camp. (facoltativo se control. In stab.)
	Barre ader. migl.	A38, A41, FeB44	4600-5500	3800-4400	48-40%	14-12	
D.M. 30/05/1974	Barre ader. migl.	FeB38k (exA38), FeB44k (ex FeB44)	"	"	"	"	"
D.M. 16/06/1976	"	"	"	"	"	"	"
D.M. 26/03/1980	"	"	"	"	"	"	"
D.M. 09/01/1996	"	"	"	"	"	"	"

Tabella 1 caratteristiche dell'acciaio da cemento armato per varie normative

I valori delle resistenze meccaniche dei materiali valutati sulla base delle prove effettuate sulla struttura prescindono dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni (NTC 2008 - par. 8.5.3).

LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

In base al livello di approfondimento delle indagini conoscitive e dell'affidabilità delle stesse, deve essere individuato il "livello di conoscenza" dal quale discendono i **fattori di confidenza**. Essi vanno a ridurre preliminarmente i valori medi/caratteristici di resistenza dei materiali della struttura esistente per ricavare i valori da adottare nella valutazione della sicurezza, da ridurre ulteriormente, quando previsto, mediante i coefficienti parziali di sicurezza.

In alcuni casi può essere opportuno procedere ad una **valutazione costi-benefici** dell'intervento, nell'ipotesi di raggiungere **livelli di conoscenza superiori** allo scopo di:

1. scegliere l'intervento di miglioramento più conveniente: nel caso in cui il raggiungimento di un livello di conoscenza superiore (LC2/LC3) comporti un significativo **risparmio dei costi di intervento**, a parità di livello di sicurezza raggiunto.

2. valutare la possibilità di inquadrare l'intervento come adeguamento.

Tenuto conto delle indicazioni riportate nell'Allegato alla Circolare, si riporta, nel seguito, uno **schema di riferimento per la determinazione del livello di conoscenza**, ai sensi di quanto indicato nell'Allegato C8A sia nel caso di edifici in muratura che nel caso di edifici in cemento armato.

Tabella C8A 1.1 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti valori dei fattori di confidenza per edifici in muratura

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di Analisi	FC
LC1	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete. Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo	Verifiche in situ limitate	Indagini in situ limitate Resistenza: valore minimo di Tabella C8A 2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A 2.1	TUTTI	1.35
LC2			Indagini in situ estese Resistenza: valore medio intervallo di Tabella C8A 2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A 2.1		1.20
LC3		Verifiche in situ estese ed esaustive	Indagini in situ esaustive - Caso a) (disponibili 3 o più valori sperimentali di resistenza) Resistenza: media dei risultati delle prove Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A 2.1 - caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A 2.1 valore medio dell'intervallo di Tabella C8A 2.1; se valore medio sperimentale maggiore di estremo superiore intervallo, quest'ultimo; se valore medio sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 caso a). - caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A 2.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale. Modulo elastico: come LC3 caso a)		1.00

EDIFICI IN MURATURA

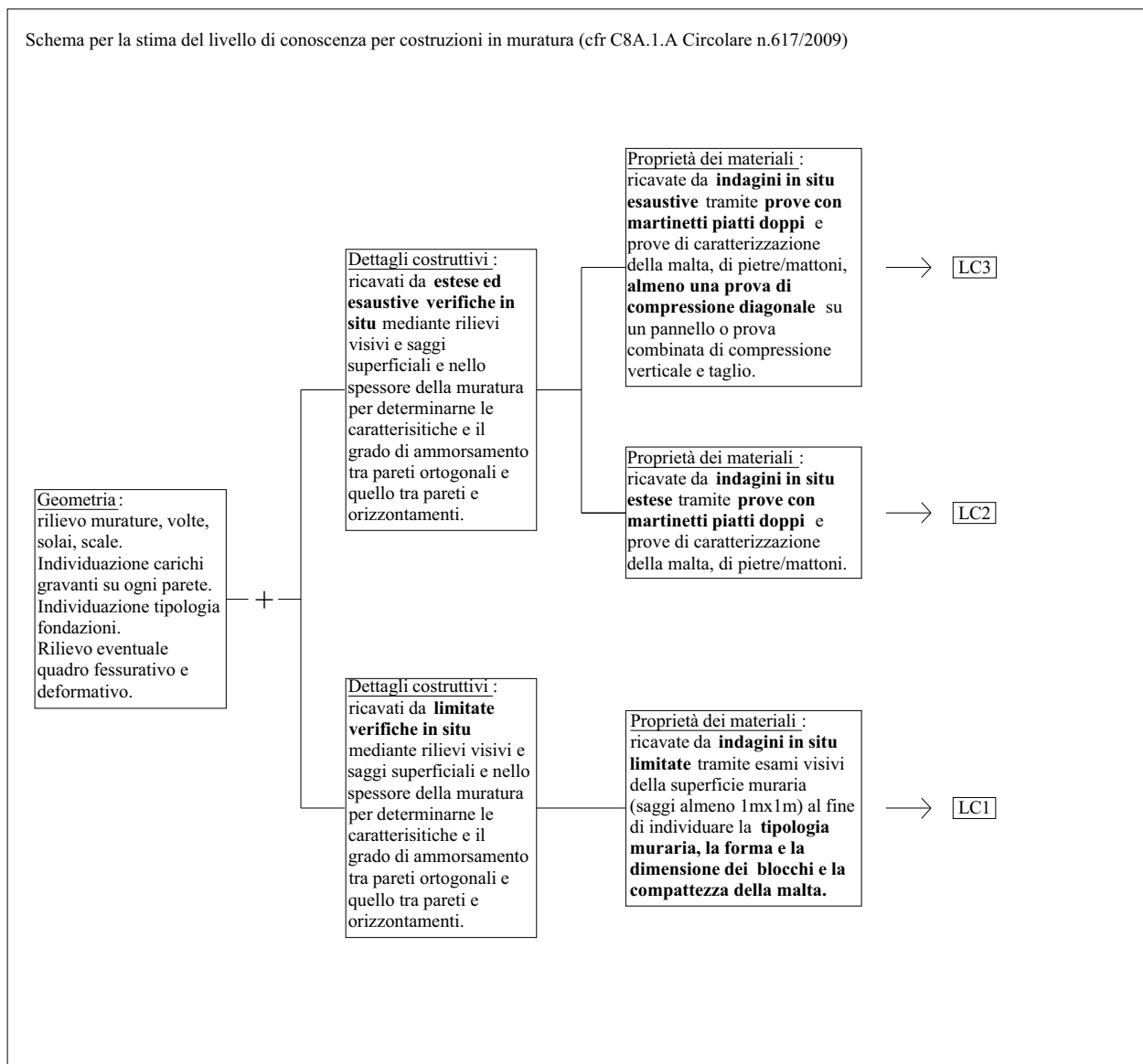


Tabella 2: schema di riferimento per la determinazione del livello di conoscenza per edifici in muratura. (cfr C8A.1.A. Circolare n.617/2009)

Si riporta nella seguente tabella una guida ai dettagli costruttivi da indagare per gli edifici in muratura con il richiamo alla documentazione fotografica da allegare allo stato di fatto.

Dettagli costruttivi esaminati per edifici in muratura	SI	NO	Foto n.
Presenza del collegamento tra pareti verticali	X		1
Presenza del collegamento tra orizzontamenti e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento		X	2
Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture	X		3
Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti		X	4
Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità	X		5
Edificio(corpo)/Livello Piano	Corpo D / Piano terra		

Tabella 3: guida ai dettagli costruttivi da indagare per gli edifici in muratura (esempio di compilazione).

EDIFICI IN CEMENTO ARMATO/ACCIAIO

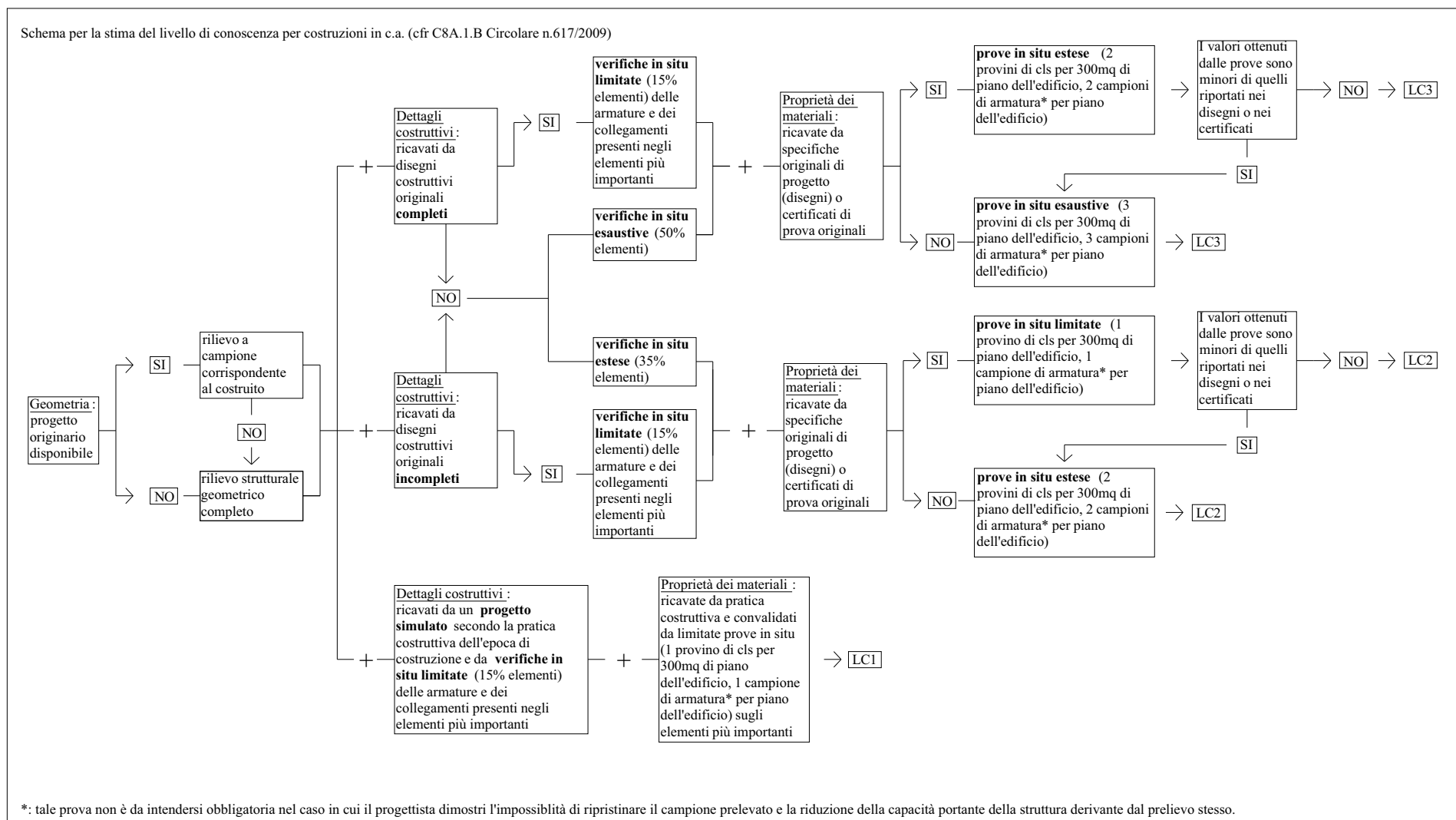


Tabella 4: schema di riferimento per la determinazione del livello di conoscenza per edifici in cemento armato (cfr C8A.1.B. Circolare n.617/2009)

Tabella C8A 1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di Analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in situ	TUTTI	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ oppure estese verifiche in situ	Dalle specifiche originali del progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in situ oppure estese prove in situ	TUTTI	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ oppure esaustive verifiche in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in situ	TUTTI	1.00

Tabella C8A 1.3a – Definizione orientativa sei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) b) (c)
	Per ogni tipo di elemento “primario” (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 1 campione di armatura per piano dell’edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provino di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 2 campione di armatura per piano dell’edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell’armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provino di cls. per 300 m ² di piano dell’edificio, 3 campione di armatura per piano dell’edificio

Si richiede che sia compilata la seguente tabella, relativa agli edifici in cemento armato al fini della determinazione dell'effettivo livello di conoscenza raggiunto, considerando le note esplicative alle tabelle C8A.1.3(a, b) nell'Allegato alla Circolare n.617/2009.

Dati per la determinazione del livello di conoscenza (LC) per edifici in cemento armato														
Edificio/ corpo	Livello Piano	superficie tot. (mq)	Disegni Costruttivi	Proprietà materiali	n. D.C.R. travi	n. totale travi	n. D.C.R. pilastri	n. tot. pilastri	n. P.D. CLS travi	n. P.N.D. CLS travi	n. P.D. CLS pilastri	n. P.N.D. CLS pilastri	n. P.D. Armat. travi	n. P.D. Armat. Pilastri
D	pt	600	incompleti	specifiche di progetto o certificati originali	0	40	2	65	0	0	6	24	0	0
D	p1	530	incompleti	specifiche di progetto o certificati originali	0	68	0	40	0	0	3	12	0	0
E	pt	175	incompleti	specifiche di progetto o certificati originali	0	16	1	18	0	0	1	8	0	0
E	p1	110	incompleti	specifiche di progetto o certificati originali	0	25	0	12	0	0	1	9	0	0
F	pt	100	incompleti	specifiche di progetto o certificati originali	0	17	0	12	0	0	1	5	0	0

LEGENDA:
D.C.R. = dettagli costruttivi rilevati
P.D. = prove distruttive
P.N.D. = prove non distruttive

Tabella 5: dati necessari alla determinazione del livello di conoscenza raggiunto per edifici in c.a. (esempio di compilazione)

NOTE ESPLICATIVE ALLA TABELLA C8A.1.3 - ALLEGATO ALLA CIRCOLARE N.617/09

Le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nella Tabella C8A.1.3 **hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi**, tenendo conto dei seguenti aspetti:

(a) Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con **evidenti caratteristiche di ripetibilità**, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.

(b) Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe.

(c) Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di **prove non distruttive**², singole o combinate, tarate su quelle distruttive.

(d) **Il numero di provini riportato nelle tabelle può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale.** Nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

Nel caso in cui non siano rispettate le indicazioni percentuali relative ai vari elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prova di resistenza riportati nella Tabella 4, si richiede che tali riduzioni siano debitamente giustificate alla luce ad esempio di informazioni già disponibili, di condizioni di ripetitività, di regolarità o di analoga funzione/impegno strutturale dei vari elementi.

² Prove non distruttive definite nelle "Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" febbraio 2008, predisposte dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le Indagini sul calcestruzzo

Le metodologie applicate per le indagini e la conoscenza delle proprietà del calcestruzzo sono di tipo distruttive e non distruttive, le prime implicano l'asportazione localizzata del calcestruzzo per esempio per mezzo di *carotaggi* (estrazioni di blocchi di calcestruzzo a forma di "carote" cilindriche), le seconde meno invasive come lo *sclerometro*, gli *ultrasuoni* ed il *metodo combinato Sonreb*.

Le norme prevedono che "La misura delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo si ottenga mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura", cioè l'utilizzo di carotaggi; infatti la scarsa affidabilità dei metodi non distruttivi utilizzati singolarmente per giungere ad una definizione diretta della resistenza del conglomerato determina la necessità di effettuare sempre prove di tipo distruttivo, quest'ultime danno risultati che possono essere utilizzati da soli o, per "calibrare" i risultati ottenuti, in sinergia con i suddetti metodi indiretti non distruttivi.

Diagnosi dello stato di conservazione delle strutture in legno

La nostra azienda può effettuare l'analisi resistografica sulle strutture lignee con il Resistograph per valutarne il degrado interno provocato da attacchi fungini o insetti, spaccature, slittamento di fibre, che rappresentano una difettologia diffusa, difficilmente visibile esternamente ad occhio nudo.

L'ispezione avviene tramite foratura della superficie da esaminare, con l'introduzione di una punta in acciaio sottilissima che non danneggia il materiale.

La resistenza opposta dal legno all'ago perforante è proporzionale alla densità del materiale nel punto di sondaggio.

Lo strumento diventa fondamentale quando si vuole indagare nelle testate delle travi in legno proprio in corrispondenza dell'inserimento nelle murature dove è più facile l'attacco di agenti degradanti.

Viene rilasciato un report di controllo con allegati i grafici restituiti dallo strumento nei diversi punti di ispezione sugli elementi strutturali.

Tecnologia Travi Tralicciate

La nostra azienda offre servizio di consulenza con la collaborazione della CTR srl; quest'ultima è autorizzata all'impiego di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo dalla presidenza del consiglio dei lavori pubblici.

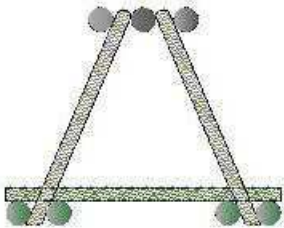
Normalmente la trave CTR, in configurazione standard, è costituita da due correnti inferiori di acciaio di dimensioni variabili a seconda delle esigenze strutturali che viene utilizzato in fase di calcolazione come area di ferro; un'anima, a tralici obliqui o verticali, che è adibita a collegamento tra dritti inferiori e armatura superiore della trave e da due correnti superiori. Le saldature che garantiscono la solidarietà tra i componenti sono eseguite con saldatrici a filo a controllo automatico in atmosfera controllata. L'acciaio utilizzato è il B450C.

Trave a tralicci obliqui senza piatto

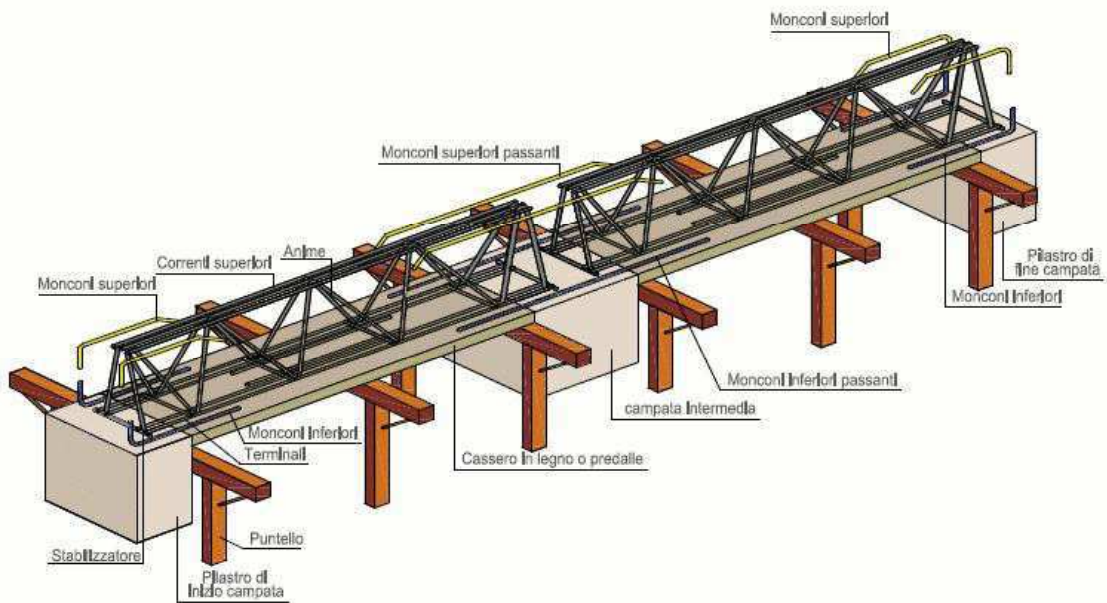
VISTA laterale



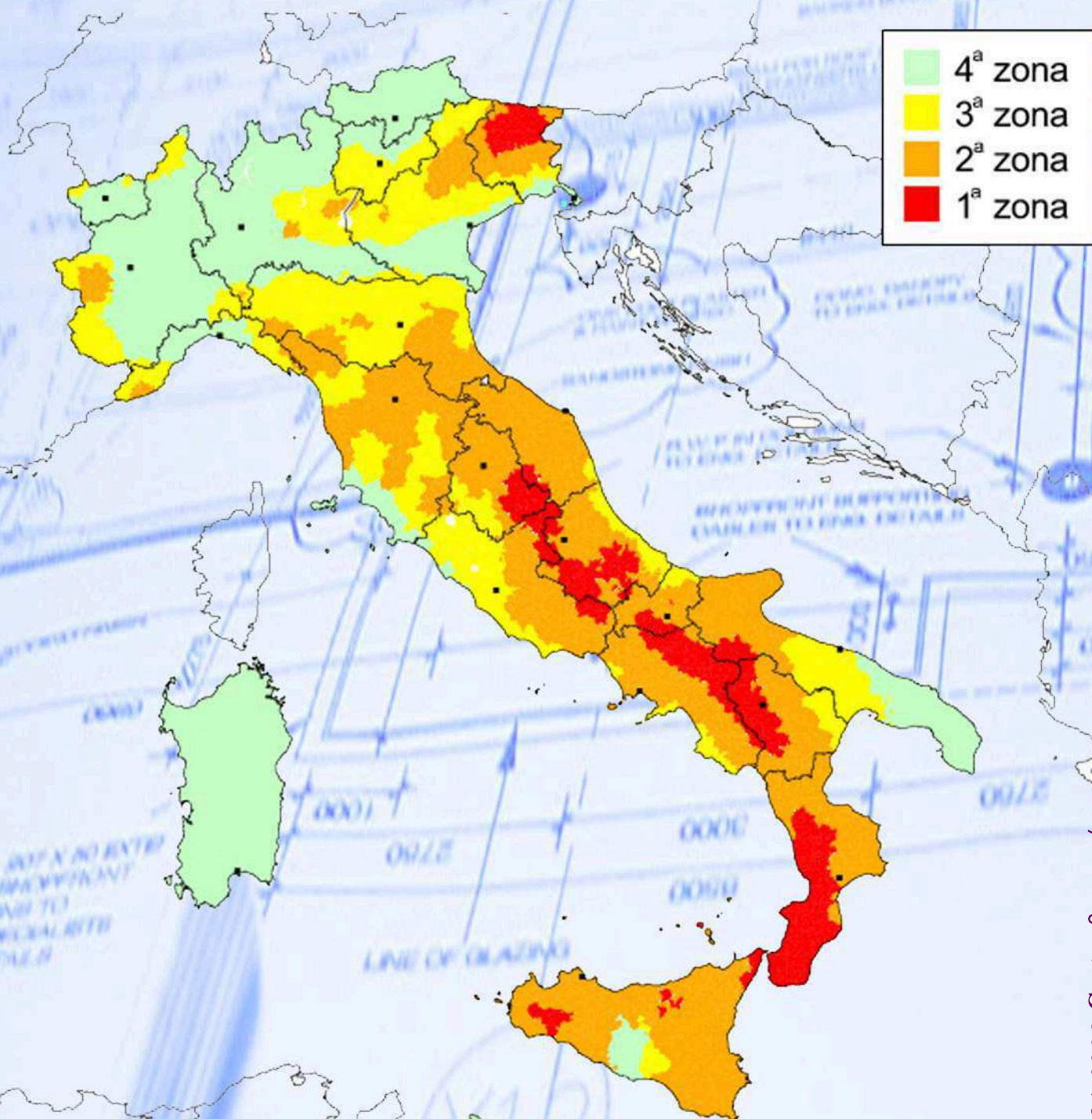
VISTA frontale



VISTA assonometria



Indagini Strutturali su Edifici Esistenti Protezione Sismica - Progettazione - Costruzione Edifici



ISO 9001:2008 Cert. n° 2613/3
Attestazione SOA n. 35810/10/00

Zonazione 2003

CO.GE.PA. s.a.s.
di Pavone Ing. Giuseppe
www.pavonecostruzioni.it

area-tecnica@pavonecostruzioni.it

Via Nazionale - Pellaro n. 245 - 89134 (RC) - P.Iva 01173010800 - Tel. 0965.675177

