

## **IL RISCHIO SISMICO NELLE AREE PRODUTTIVE**

**PROGRAMMA DOCUP TOSCANA 2000-2006**

**MISURA 2.8.3. “Riduzione del rischio sismico nelle aree produttive”**



## 1. Premessa

Attraverso la misura 2.8.3 del DOCUP Toscana 2000-2006, il Servizio sismico della Regione Toscana (attuale Coordinamento regionale Prevenzione sismica) ha avviato tra il 2003 e il 2008 una serie di attività volte alla conoscenza del rischio sismico nelle aree produttive. Dal punto di vista del rischio sismico tali aree presentano, rispetto ai centri abitati, problematiche specifiche per quanto riguarda l'ESPOSIZIONE (per la particolarità dei beni esposti al rischio) e la VULNERABILITA' degli edifici (per la presenza di tipologie strutturali non ordinarie - capannoni), mentre le indagini sulla PERICOLOSITA' sismica ripercorrono i metodi già impiegati per i centri abitati.

In questo senso l'attività della Regione Toscana ha inteso configurarsi come il primo tentativo di affrontare questa tematica a livello territoriale in modo esteso e organico.

## 2. Obiettivi della Misura 2.8.3

L'obiettivo della Misura 2.8.3 del DOCUP Toscana 2000/2006 - "Riduzione del rischio sismico nelle aree produttive" - è la conoscenza e la riduzione del rischio sismico e dei danni attesi al patrimonio edilizio produttivo a seguito di un evento sismico, al fine della tutela e della conservazione del potenziale economico nei Comuni a rischio della Toscana. La finalità è quella di definire ed introdurre strumenti adeguati per attuare una strategia di prevenzione e promozione di interventi di adeguamento sismico delle strutture produttive esistenti e di realizzazione con criteri antisismici specifici dei nuovi insediamenti produttivi.

Gli interventi dell'Azione 2.8.3 sono concentrati nei Comuni a maggior rischio sismico della Toscana, nelle aree interessate dai finanziamenti Docup che presentano rilevanti concentrazioni di attività produttive. All'interno delle aree individuate sono state svolte indagini sulle caratteristiche dei terreni, finalizzate alla valutazione della pericolosità sismica locale, e attività di rilievo sugli edifici a destinazione produttiva.

## 3. Aree interessate

I progetti sono stati individuati tenendo conto della programmazione regionale in materia di riduzione del rischio sismico, della classificazione sismica del territorio regionale (OPCM n. 3274/2003), della presenza di aree produttive, della localizzazione/pertinenza degli interventi in aree ammissibili ai finanziamenti Docup, distinguendo tra aree Ob. 2 e aree a Sostegno Transitorio.

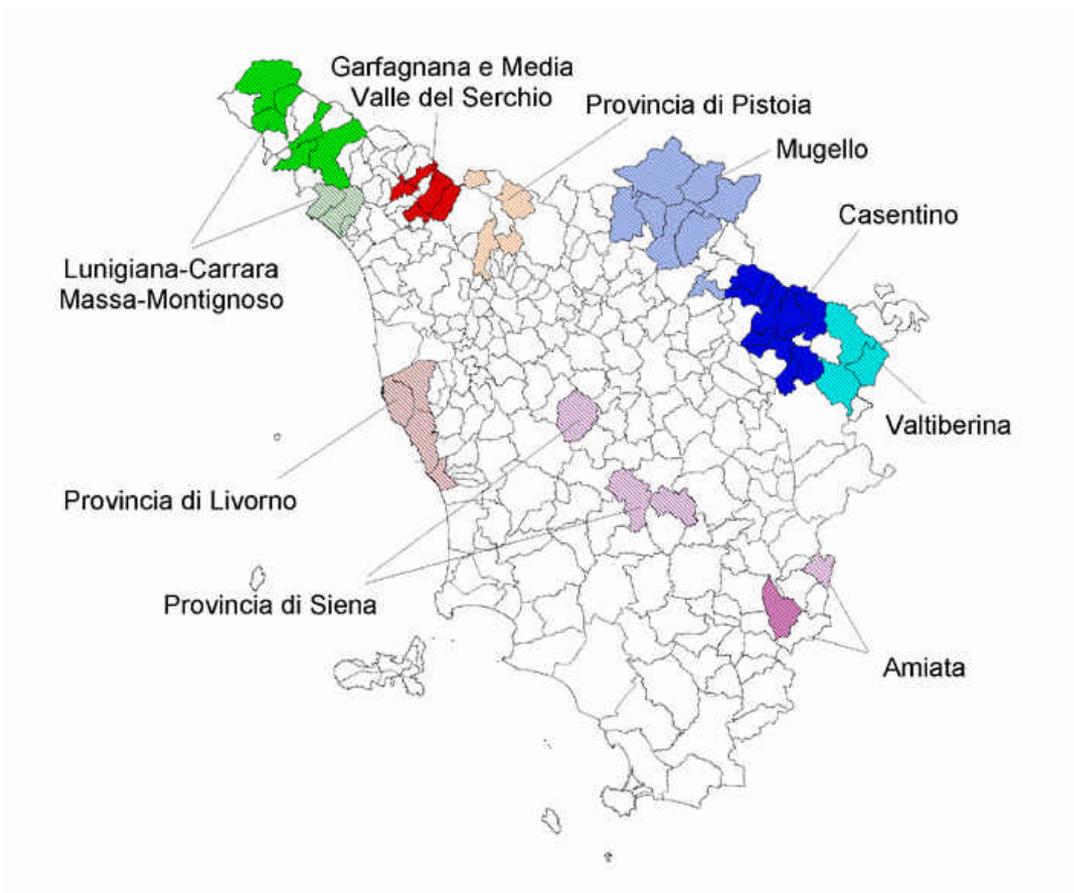
Nella Tabella seguente sono riportati i Comuni in cui, nell'ambito di ogni progetto d'area, sono stati delimitate le aree produttive oggetto d'indagine.

Progetto d'area	Numero Comuni			
	Totale	Ob.2	Ph.Out	Ob2/Ph.Out
1) Provincia di Massa e Carrara - Lunigiana e Aree di Massa e Carrara	10	4	0	6
2) Provincia di Lucca - Garfagnana e Media Valle del Serchio	5	4	0	1
3) Provincia di Firenze - Mugello	12	0	11	1
4) Provincia di Arezzo - Aretino, Casentino e Valtiberina	8	0	8	0
5) Provincia di Pistoia - Montagne Pistoiesi	4	3	0	1
6) Provincia di Siena - Senese, Amiata, Val d'Elsa e Colline Metallifere	5	5	0	0
7) Provincia di Livorno - Livornese	4	3	0	1
<b>TOTALI</b>	<b>44</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>10</b>

L'elenco dei progetti d'area ammessi a finanziamento e la relativa ripartizione delle risorse tra le diverse aree di intervento sono riepilogati e ridefiniti nel Decreto dirigenziale n. 6309 del 19/12/2007 di cui si riassumono i dettagli.

<b>PROGETTO:</b>	<b>IMPORTO:</b>
1) Provincia di Massa e Carrara – Lunigiana e aree di Massa e Carrara	Euro 574.536,00
2) Provincia di Lucca – Garfagnana e Media Valle del Serchio	Euro 659.593,00
3) Provincia di Siena – Senese, Amiata, Val d'Elsa e Colline Metallifere	Euro 443.619,00
4) Provincia di Livorno – Livornese	Euro 322.509,00
5) Provincia di Pistoia – Pistoiese	Euro 99.743,00
<b>TOTALE OBIETTIVO 2</b>	<b>Euro 2.100.000,00</b>

<b>PROGETTO:</b>	<b>IMPORTO:</b>
1) Provincia di Arezzo – Alto Aretino, Valtiberina, Valdichiana e Aretino	Euro 331.100,00
2) Provincia di Firenze – Mugello	Euro 218.900,00
<b>TOTALE SOSTEGNO TRANSITORIO</b>	<b>Euro 550.000,00</b>



## **4. Indagini di pericolosità sismica sui terreni**

### **4.1 Individuazione e delimitazione delle aree di indagine**

L'individuazione delle aree interessate dal progetto viene effettuata tra i Comuni che rientrano nei finanziamenti previsti dal programma DOCUP, in base alla localizzazione e alla distribuzione delle zone produttive, definita sulla base delle informazioni fornite dagli Enti Locali interessati e a seguito di esame di carte topografiche di base in scala 1:2.000 e 1:10.000 e sopralluoghi specifici effettuati dai tecnici regionali.

Una volta individuate le aree, la delimitazione delle stesse viene effettuata allargandone il perimetro ad un "congruo intorno" scelto in considerazione non solo degli aspetti urbanistici, cioè della presenza di attività economiche esistenti o in espansione, ma anche sulla base degli aspetti geomorfologici, geologici e geometrico-strutturali che possono produrre fenomeni di amplificazione sismica locale.

In altre parole se per esempio l'area produttiva è ubicata su un fondovalle, si cerca di delimitare l'area considerando tutti gli aspetti geomorfologici presenti: quindi anche i versanti della valle stessa. Nello stesso modo verranno evidenziati anche gli aspetti geologici e strutturali di tutta la valle.

Ne risulta che in certi casi l'area su cui avviare le indagini può risultare anche più estesa rispetto a quella in cui sono distribuiti gli edifici produttivi. Ciò risulta utile e necessario al fine di una corretta ed adeguata definizione del modello geologico-geofisico-geotecnico finalizzato all'analisi di amplificazione nelle aree previste.

In altre parole, i risultati delle analisi svolte e i dati ricavati devono essere rispondenti alla situazione reale anche ai fini di una eventuale estrapolabilità ad altre aree con situazioni morfologiche e geologiche simili. Per l'estrapolazione infatti è necessario avere una conoscenza completa della geologia e delle caratteristiche geofisiche e geotecniche dei terreni presenti.

La scelta delle aree deve essere effettuata anche tenendo presente che in queste si devono scegliere le sezioni significative per la modellazione.

### **4.2 Metodologia di lavoro**

Il Programma regionale di riduzione del rischio sismico nelle aree produttive si pone l'obiettivo primario di valutare ed individuare all'interno di ambiti territoriali connessi con la localizzazione delle aree produttive a scala comunale, le aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in corrispondenza di un terremoto atteso, definendo così i possibili effetti sui singoli edifici produttivi, sulle intere aree produttive e sui possibili danni alla popolazione esposta.

In particolare, in questo progetto, per ognuna delle aree di indagine delimitata, è previsto l'avvio di una serie di attività e di indagini volte alla conoscenza delle caratteristiche geologiche, geotecniche e strutturali dei terreni in funzione dei possibili effetti di amplificazione e di instabilità connessi con un evento sismico.

Gli obiettivi delle singole attività sono nello specifico quelli di:

- concentrare le indagini ed i rilievi nelle aree produttive più significative in termini di esposizione al rischio sismico;
- mettere a confronto più metodologie di indagini per valutare le differenze non solo in termini di risultati e di attendibilità in relazione alle varie situazioni stratigrafiche incontrate ma anche sotto il profilo delle difficoltà di attuazione di tipo logistico e dei costi;
- mettere a confronto più approcci di modellazione numerica per valutare diversi aspetti dell'amplificazione locale (non-linearità, amplificazione stratigrafica, effetti 2D);
- valutare più approcci per la determinazione dell'input sismico (probabilistico, deterministico ed energetico);
- sperimentare nuove metodologie di indagine sia in ambito geofisico che geotecnico e verificarne l'applicabilità in relazione alle diverse problematiche geologico- strutturali.

L'obiettivo regionale prioritario è quello di completare su tutte le aree produttive della Lunigiana, Garfagnana e Media Valle del Serchio, Alto Aretino, Amiata e Mugello, l'attività di programmazione ed esecuzione delle indagini geofisiche superficiali (sismica a rifrazione con onde SH e P) al fine di consentire una redazione sufficiente della cartografia di tipo geologico.

Su tale base geologica sepolta, saranno individuate le situazioni più significative, le sezioni sulle quali impostare la modellazione e la programmazione delle indagini geotecniche. L'obiettivo finale è quello di pervenire ad una microzonazione sismica delle aree produttive, acquisendo dati e sperimentando nuove metodologie di analisi e valutazione della vulnerabilità degli edifici al fine di fornire strumenti utili per un uso razionale del territorio a piccola scala.

Per ognuna delle aree produttive individuate saranno forniti tutti i dati di parametrizzazione meccanica e sismica dei terreni, i coefficienti di amplificazione sismica e gli spettri di progetto.

### 4.3 Organizzazione e svolgimento delle attività

Le attività del Programma regionale di riduzione del rischio sismico delle aree produttive seguiranno, durante le fasi realizzative, i criteri e le metodologie operative già adottate ed utilizzate nel Programma VEL ed illustrate nelle Istruzioni Tecniche Regionali.

Il Programma è quindi articolato nelle seguenti fasi:

#### 1. Individuazione delle aree oggetto di indagine

Per ognuno dei Comuni sono definite le aree produttive oggetto delle indagini secondo i criteri già esposti in precedenza.

A titolo esemplificativo si riporta nelle tabelle sottostanti l'estensione delle aree produttive dei progetti d'area della Provincia di Siena, Firenze e Arezzo.

Comune	Località	Area (ha)
Sovicille	Pian dei Mori + La macchia+ capoluogo	790
	Piano di Rosia	455
Monteroni D'Arbia	Capoluogo + tressa	1348
Chiusi	Capoluogo + Le Biffe	728
	Montellese	275
	Querce al Pino	297
Radicofani	zona industriale	121
San Gimignano	zona industriale del Capoluogo	66
	zona le lame	183
Sarteano	P. Scopeto	45
	P. La chiusa	57
	La cartiera	29
Castiglione D'Orcia	Fornace	22
	Vivo D'Orcia	156
	Gallina	119
	Borghetto	32
	<b>Totale Area</b>	<b>4723</b>

Tab.1 – Estensione delle aree produttive della Provincia di Siena

Comune	Località	Area (ha)
Bibbiena	partina	84,9945
	soci_basso	374,6517
	soci_alto	234,7505
	bibbiena_capoluog	420,5002
Chiusi della Verna	corsalone	226,7124
Castel Focognano	rassina_sud	107,1533
	rassina_nord	76,4968
Capolona	castelluccio	182,6139

	capolona-capoluo	111,7582
<b>Subbiano</b>	subbiano_capoluo	137,2154
<b>Stia</b>	stia	200,5425
<b>Poppi</b>	porrena	345,6829
	poppi	158,6995
<b>Pratovecchio</b>	pratovecchio	104,4087
	case triboli	95,3751
<b>Ortignano-Raggiolo</b>	ortignano	68,4022
	<b>TOTALE</b>	<b>2930</b>

**Tab.2** – Estensione delle aree produttive della Provincia di Arezzo

<b>Comune</b>	<b>Località</b>	<b>Area (ha)</b>
<b>barberino</b>	barberino_capolu	278,9912
	cavallina	194,7866
	galliano	95,357
<b>rufina</b>	scopeti	165,8949
<b>scarperia</b>	scarperia-capolu	169,6256
<b>borgo s.lorenzo</b>	borgo-ovest	211,3452
	borgo-est	37,7552
	castellina	52,548
	rabatta	141,6762
<b>firenze</b>	firenze	215,8248
<b>marradi</b>	popolano	135,7166
	marradi-nord	66,2794
	sant'adriano	128,8625
<b>palazzuolo sul Senio</b>	palazzuolo sul S	28,4276
<b>Vicchio</b>	vicchio	101,6732
	c. caldeta	49,1276
	<b>TOTALE</b>	<b>2073,892</b>

**Tab.3** – Estensione delle aree produttive della Provincia di Firenze

## 2. Definizione della pericolosità sismica e dell'Imput sismica nelle aree produttive

Tale attività consiste nell'installazione di alcune stazioni per il monitoraggio sismico e nella raccolta e monitoraggio completo dei dati rilevati in integrazione a quelli già disponibili dalla rete sismica locale. Verranno effettuati anche studi sulla sismicità storica e sulla tettonica dell'area e su altri parametri per la valutazione della pericolosità sismica locale delle aree produttive individuate. Lo studio sarà finalizzato all'elaborazione di scenari di valutazione del rischio sismico attraverso la predisposizione di cartografia tematica e banche dati.

## 3. Realizzazione di cartografia geologica, geomorfologica e litologico-tecnica in scala 1:2.000 o 1:5.000 ed individuazione della sezione geologica significativa

E' stata fatta la scelta di eseguire la cartografia geologica, geomorfologica e litologico-tecnica in scala 1:2.000.

La motivazione della scelta della scala 1:2.000 è legata al raggiungimento di un maggior dettaglio e precisione nella definizione della geologia alla scala dell'area produttiva, in relazione soprattutto alla ricostruzione delle geometrie delle unità geologiche, con particolare riferimento agli spessori delle coperture.

Dalla ricostruzione delle geometrie e degli spessori dipende l'affidabilità della sezione geologica, sulla quale, una volta acquisiti i parametri geofisici e geotecnici sufficienti, viene effettuata l'analisi di amplificazione.

Di conseguenza la qualità finale della valutazione degli effetti di sito dipende dall'accuratezza e qualità della sezione geologica e dei dati acquisiti.

La cartografia una volta realizzata verrà utilizzata per individuare le caratteristiche geologiche a scala del singolo edificio industriale e/o commerciale.

La scelta delle sezioni geologiche per l'analisi di amplificazione è un'operazione fondamentale in quanto queste devono risultare significative nel contesto geologico ed in quello dell'area produttiva.

Nelle sezioni vengono evidenziate le unità litologico-tecniche sulla base dei valori di velocità delle onde SH e dei parametri geotecnici dinamici. A seguito dell'analisi di amplificazione i parametri ottenuti (spettri di risposta, fattori di amplificazione) devono essere estrapolati arealmente per l'area produttiva indagata, sulla base di valutazioni relative alla corrispondenza di spessori ed unità litologico tecniche fatte in relazione alla cartografia geologica e litologico-tecnica e sulla base di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche eseguite. Definire i parametri di amplificazione in relazione alle unità litologico tecniche ed ai relativi spessori può consentire di effettuare estrapolazioni anche in altri terreni non indagati direttamente ma con caratteristiche simili (in termini di spessori e di VSH).

#### 4. Campagna di indagini di sismica a rifrazione con onde P e SH

Tali indagini consentono di definire lungo il profilo indagato, tramite la velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio, le unità litologiche presenti e la loro geometria (spessori e superfici di contatto) e di computare i moduli elastici dinamici ed il coefficiente di Poisson.

Le indagini vengono eseguite mantenendo la stessa configurazione geometrica della linea sismica durante l'energizzazione in P ed in SH che viene eseguita negli stessi punti. Con questo sistema le registrazioni acquisite sono confrontabili e possono essere utilizzate direttamente per il calcolo dei parametri dinamici e del coefficiente di Poisson.

La sismica a rifrazione, come tutti i metodi indiretti, può presentare in alcune situazioni dei margini di incertezza legati al metodo che possono essere superati se le linee vengono accompagnate, laddove necessario, con sondaggi al fine di tarare i parametri e la litostratigrafia.

La sismica a rifrazione, rispetto alle informazioni che si ottengono puntualmente con i sondaggi, consente di chiarire a livello areale per la lunghezza dei profili indagati la geologia sepolta e di caratterizzarla anche fino alla successiva fase di estrapolazione dei parametri di amplificazione.

#### 5. Approfondimento delle indagini (sondaggi geotecnici, prove Down-hole e prove di laboratorio statiche e dinamiche)

Sulla base dei risultati delle indagini di sismica a rifrazione, vengono eseguite ulteriori indagini al fine di:

- Definire dettagliatamente la stratigrafia (con sondaggi geotecnici e prove down-hole)
- Determinare per i terreni campionabili la curva di decadimento del modulo di taglio e l'incremento dello smorzamento al crescere della deformazione, mediante prove di laboratorio statiche e dinamiche (triassiale ciclica, colonna risonante e taglio torsionale)
- Verificare l'attendibilità locale della sismica a rifrazione confrontando i risultati con altre tipologie di indagine (Down-hole).

Le varie metodologie di indagine possono presentare delle limitazioni legate alla natura dei terreni ed in alcuni casi potrà verificarsi l'impossibilità di ricavare direttamente i parametri da utilizzare nella modellazione. In tale caso sarà necessario fare riferimento a dati bibliografici di terreni simili. Questo è il caso di terreni non campionabili (esempio: depositi alluvionali eterogenei con elementi ghiaiosi).

#### 6. Definizione del modello geotecnico-geofisico, ed esecuzione dell'analisi di amplificazione;

Per la definizione del modello, vengono attribuiti ad ogni unità litologico-tecnica della sezione e/o verticale indagata i parametri dinamici medi ottenuti dalle indagini svolte.

Per l'analisi di amplificazione è necessario avere accelerogrammi e spettri di risposta da utilizzare come input sismici. A tal fine viene eseguito su base deterministica, probabilistica o energetica il percorso che porta alla individuazione di tali accelerogrammi e spettri di risposta.

Vengono quindi effettuate analisi numeriche bidimensionali e monodimensionali utilizzando modelli disponibili in letteratura: Shake (Schabel et al., 1972), Quad 4M (Idriss et al., 1991), Onda (Lo Presti et al., 2000), Flac (Itasca Consulting Group, 2000).

Le analisi modimensionali vengono svolte nelle zone dove sono trascurabili gli effetti di amplificazione legati alla morfologia e per supporto alle analisi bidimensionali.

**7. Definizione dei parametri (spettri di risposta e fattori di amplificazione) da fornire ai comuni per la progettazione di nuovi edifici e per gli interventi di adeguamento e miglioramento sugli edifici esistenti;**

I risultati delle analisi consistono in spettri elastici in pseudoaccelerazione calcolati in diversi punti (nodi) delle sezioni. Vengono inoltre determinati i fattori di amplificazione dati dal rapporto tra l'intensità spettrale calcolata nei vari nodi di ciascuna sezione e l'intensità spettrale degli spettri di input.

I dati sono comunque relativi alla sezione indagata e pertanto devono essere estrapolati alle altre aree del centro urbano sulla base delle caratteristiche litologico tecniche e morfologiche simili.

Per l'estrapolazione è necessario aver una conoscenza completa della geologia e delle velocità delle onde SH dei terreni.

**8. Realizzazione di un banca dati geografica (GIS) dei dati acquisiti con le indagini geologiche, geotecniche e geofisiche da mettere a disposizione dei comuni e dei professionisti.**

Lo scopo principale della creazione di una banca dati è quello di poter gestire un quantitativo ingente di informazioni provenienti da diverse discipline e di integrare tali dati in modo oggettivo e dinamico, in modo da poterli modificare e aggiornare nel corso del progetto ed utilizzarli per scopi diversi, quali la semplice rappresentazione cartografica, l'estrazione dei dati sulla base di specifiche richieste dell'utente o l'analisi con diversi metodi.

La banca dati si sviluppa secondo due filoni strettamente dipendenti:

- La banca dati geografica delle cartografia, geologica, geomorfologica e litologico tecnica;
- La banca dati delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche

Per la cartografia sono state messe a punto le specifiche per l'informatizzazione facendo riferimento alle specifiche del CARG per la carta geologica d'Italia 1:50.000, adattandole per le legende delle presenti istruzioni tecniche. I software che vengono utilizzate per la realizzazione e gestione della banca dati sono ArcView per l'acquisizione e ArcInfo per la correzione geometrica e la creazione della topologia.

Per le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche la banca dati verrà realizzata in Access utilizzando due file archivio separati, uno per gli elementi che nella cartografia sono punti (verticale di sondaggio, down-hole, prove penetrometri punti di misura) e l'altro per gli elementi che nella cartografia sono linee (stese di sismica a rifrazione). In questo modo anche i dati immagazzinati in Access possono facilmente essere estratti per la semplice rappresentazione cartografica o per analisi al fine di ottenere specifiche carte tematiche (es: profondità della copertura alluvionale,...).

La banca dati permetterà così di fare tutte le estrapolazioni necessarie per la parametrizzazione.

#### **4.4 Risultati**

Ad oggi i risultati realizzati e già disponibili agli utenti (enti locali, alle categorie economiche, professionisti, titolari degli edifici produttivi oggetto d'indagine di vulnerabilità) sono i seguenti:

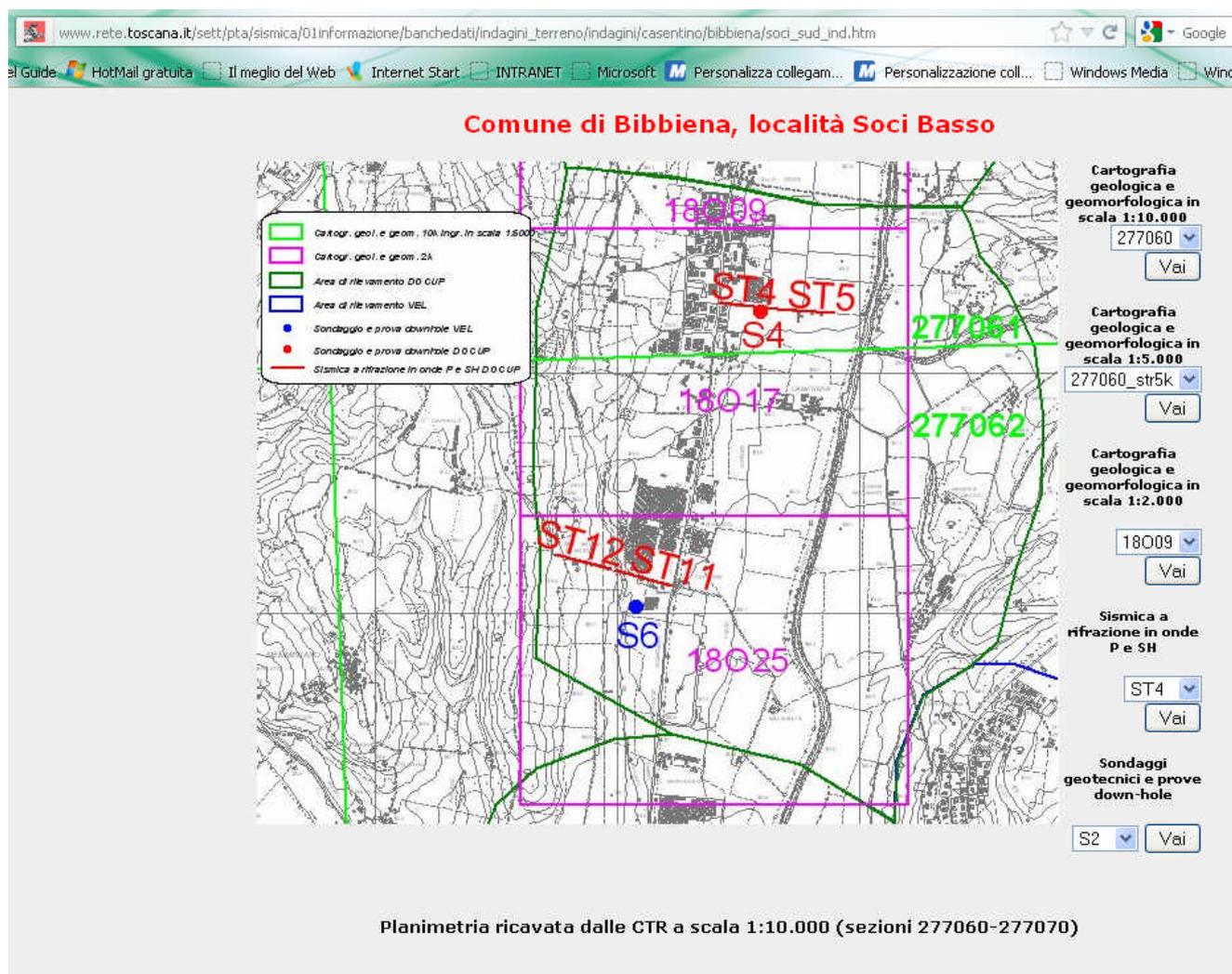
- 1) banche dati sugli effetti locali dei terreni nelle aree oggetto di indagine;

- 2) relazioni tecniche di sintesi sulle caratteristiche dei terreni presenti nelle aree produttive e un aggiornamento delle informazioni relative al rischio sismico del sistema produttivo.

Tutte le indagini geognostiche eseguite nell'ambito del Programma DOCUP Toscana 2000-2006, sono disponibili in formato .pdf sul seguente sito web:

<http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/docup/index.htm>

dove è possibile scaricare gratuitamente tutte le cartografie geologiche e geomorfologiche in scala 1:10.000 e 1:2.000 in formato raster georeferenziato (.ecw), tutte le stese sismiche a rifrazione con onde P e SH (sia le sezioni sismostratigrafiche originali della ditta, sia quelle reinterpretate, sia le sezioni litostratigrafiche), i log-stratigrafici dei sondaggi geotecnici, le prove penetrometriche realizzate, i diagrammi delle domocrone delle prove down-hole eseguite e i certificati delle prove statiche e dinamiche di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati.



## 5. Rilievo degli edifici produttivi

### 5.1 Organizzazione dell'attività di rilievo sugli edifici a destinazione produttiva

L'attività di indagine sugli edifici produttivi ha interessato 29 comuni di Lunigiana, Garfagnana, Casentino, Valtiberina e provincia di Siena, ed è stata svolta su 52 aree produttive per un totale di oltre 2.000 edifici. All'interno di tali aree, contestualmente alla valutazione della pericolosità sismica locale tramite indagini sulle caratteristiche dei terreni, si è proceduto ad un rilevamento degli edifici produttivi in esse presenti, attraverso due schede di raccolta dati elaborate dalla Regione Toscana in collaborazione con l'Istituto per le Tecnologie della Costruzione del CNR de L'Aquila, a cui corrispondono due livelli di approfondimento del rilievo.

#### ELENCO COMUNI E AREE PRODUTTIVE INTERESSATI DALL'ATTIVITA' DI RILIEVO SUGLI EDIFICI

	COMUNE	ANNO CLASS. SISMICA	ATTUALE CLASS (2006)	AREE INDAGATE
GARFAGNANA	Barga	1927 (II cat.)	zona 2	Fornaci di Barga, Mologno, S.Pietro in Campo
	Castelnuovo Garfagnana	1927 (II cat.)	zona 2	Pontecosi, Torrite
	Coreglia Antelminelli	2003 (zona 3)	zona 2	Piano di Coreglia, Ghivizzano
	Galliciano	1927 (II cat.)	zona 2	La Mandria, Zinepri, Bolognana
	Pieve Fosciana	1927 (II cat.)	zona 2	Pantalone, Campaese
LUNIGIANA	Aulla	1927 (II cat.)	zona 2	Albiano Magra, Pallerone
	Filattiera	1927 (II cat.)	zona 2	Irola
	Fivizzano	1927 (II cat.)	zona 2	Ponte di Posara, Pian di Molino
	Licciana Nardi	1927 (II cat.)	zona 2	Masero, Canalescuro
	Mulazzo	1927 (II cat.)	zona 2	Stallone
	Pontremoli	1927 (II cat.)	zona 2	S. Giustina
	Villafranca	1927 (II cat.)	zona 2	Capoluogo
VALTIBERINA	Anghiari	1982 (*) zona 2	zona 2	Capoluogo
	Pieve S.Stefano	1982 (*) zona 2	zona 2	Casa Daga, Pian di Guido
	Sansepolcro	1962 (*) zona 2	zona 2	Melello, S.Fiora, Trieste
CASENTINO	Bibbiena	1982 (*) zona 2	zona 2	Capoluogo, Soci, Partina
	Ortignano Raggiolo	2003 zona 2	zona 2	Capoluogo
	Capolona	1982 (*) zona 2	zona 2	Capoluogo
	Castelfocognano	1982 (*) zona 2	zona 2	Rassina
	Chiusi della Verna	1982 (*) zona 2	zona 2	Corsalone
	Poppi	2003 (*) zona 2	zona 2	Ponte a Poppi, Porrena
	Pratovecchio	2003 (*) zona 2	zona 2	Capoluogo, Case Triboli
	Stia	1982 (*) zona 2	zona 2	Capoluogo
	Subbiano	1982 (*) zona 2	zona 2	Capoluogo
AMIATA-SENESE	Chiusi	1982 (zona 2)	zona 3S	Capoluogo, Le Biffe, Montallese, Querce al Pino
	Monteroni d'Arbia	1982 (zona 2)	zona 3S	Capoluogo, Ponte a Tressa
	Radicofani	1927 (II cat.)	zona 2	Capoluogo
	San Gimignano	1982 (zona 2)	zona 3S	Capoluogo, Le Lame
	Sovicille	1982 (zona 2)	zona 3S	Pian dei Mori, La Macchia, Volte Basse, Rosia, Torri
	TOT 29 comuni			TOT 52 aree produttive

(\*) precedentemente classificato sismico dal 1927 al 1935

Le operazioni di rilievo sono state svolte attraverso sopralluoghi speditivi e interviste ai proprietari o ai locatari presenti in loco al momento della visita, effettuati da squadre composte da tecnici della Regione Toscana e ingegneri e architetti adeguatamente formati nell'ambito dello svolgimento di borse di studio finanziate con i fondi della misura 2.8.3.

Preme evidenziare pertanto che l'attendibilità dei dati raccolti è influenzata dalla necessaria rapidità delle operazioni di rilevamento (al fine di non interferire con le attività produttive in corso), dalla impossibilità di eseguire saggi o indagini più accurate e dal margine di errore connesso alle informazioni fornite dal personale presente in loco, soprattutto in relazione all'epoca di costruzione dei fabbricati che è risultata a volte incerta.

Nella prima fase di censimento-ricognizione, a scala territoriale, è stata utilizzata una schedatura di primo livello (*Scheda Aggregato*), contestualmente all'individuazione cartografica degli aggregati, all'attribuzione di un codice identificativo e all'identificazione dei singoli edifici.

La seconda fase è stata attuata attraverso la compilazione di una scheda di secondo livello (*Scheda Edificio*), che ha riguardato specificamente la tipologia del capannone industriale, per la quale sono state raccolte informazioni tipologiche e strutturali (oltre che inerenti il tipo di attività svolta) al fine di ricavare una caratterizzazione delle tipologie più rappresentative per le varie aree produttive della Regione.

Tutte le informazioni raccolte sul territorio sono state successivamente informatizzate attraverso:

- La creazione di una database contenente - per ogni aggregato e per gli edifici di cui è costituito - i dati codificati derivanti dalle due schede di rilievo;
- La georeferenziazione degli aggregati e degli edifici che li compongono, con l'attribuzione di un codice per collegarvi le informazioni contenute nel database.

I dati informatizzati sono stati impiegati per l'effettuazione di elaborazioni statistiche, a scala regionale, per area e per comune, che hanno consentito di ottenere numerose informazioni sulle tipologie strutturali riscontrate (materiali, tipo di copertura, elementi di vulnerabilità, realizzazione a norma, etc.). Infine è stato prodotto un *Abaco delle tipologie di capannone* più diffuse sul territorio toscano.

## **5.2 Le schede per il rilevamento degli edifici a destinazione produttiva**

La Regione Toscana, avvalendosi del supporto scientifico dell'*Istituto per le Tecnologie della Costruzione del CNR de L'Aquila*, ha elaborato due schede di rilevamento dati, cui corrispondono diversi livelli di dettaglio delle informazioni raccolte: la "*Scheda Aggregato*" e la "*Scheda Edificio*".

La formulazione di schede di rilievo necessita, come noto, una lunga attività di verifica e affinamento, possibile soltanto attraverso un esteso utilizzo delle schede di volta in volta elaborate.

Da questo punto di vista l'esperienza maturata nel rilievo di circa 2.000 edifici produttivi, oltre ad aver consentito l'acquisizione di dati statisticamente attendibili, ha consentito di testare le schede e di introdurre le modifiche che si sono rese di volta in volta necessarie.

La *Scheda Aggregato*, relativa a un'indagine di primo livello, è stata compilata per tutti gli aggregati strutturali ricadenti nelle aree oggetto di indagine, all'interno dei quali fosse presente almeno un edificio a destinazione produttiva. Essa contiene dati generali inerenti la localizzazione degli edifici, la loro destinazione d'uso, l'età di costruzione, la tipologia costruttiva e l'interazione con gli edifici adiacenti. Attraverso questa scheda sono stati pertanto rilevati anche gli edifici non produttivi ricadenti nell'aggregato, ai fini di una descrizione esaustiva delle condizioni al contorno dei singoli fabbricati.

La seconda fase di indagine ha previsto la compilazione della *Scheda Edificio* per gli edifici produttivi appartenenti alla tipologia del "capannone", considerando tale un fabbricato costituito generalmente da un solo piano fuori terra, con luci di copertura e altezze in gronda sensibilmente superiori a quelle degli edifici ordinari.

La formulazione di questo tipo di scheda ha incontrato difficoltà connesse sia alla necessità di confrontarsi con una tipologia non ordinaria di edifici sia al fatto che alla tipologia del "capannone" appartengono edifici realizzati con tecniche costruttive diverse, fattore che ha comportato un grande sforzo di sintesi nel codificare le caratteristiche di un'ampia varietà di fabbricati, spesso molto diversi tra loro sia dal punto di vista morfologico che del comportamento strutturale.

La *Scheda Edificio* è composta da una parte più generale (sezioni B1-B4) e una contenente la descrizione strutturale del capannone (sezioni B5-B7). La prima, oltre a richiamare alcuni dati sulla localizzazione dell'edificio in relazione alla *Scheda Aggregato*, riporta informazioni sull'attività produttiva svolta e l'esposizione ad essa connessa, dati sull'epoca di realizzazione e sul progetto dell'edificio, dati metrici generali e di configurazione planimetrica e altimetrica. La seconda parte prevede innanzitutto l'individuazione della tipologia di capannone (scelta dall'*Abaco delle tipologie di capannone*), che è definita in funzione di: materiali costruttivi, tipo di orditura dei telai (eccetto nel caso di realizzazione a pareti), forma e comportamento strutturale della copertura; nel seguito vengono descritti i singoli elementi strutturali e non strutturali del fabbricato, l'eventuale presenza di irrigidimenti di telaio e/o copertura, eventuali elementi di vulnerabilità e il sistema fondazione - terreno.



**REGIONE TOSCANA**  
Giunta Regionale



**COMUNITA' EUROPEA**

Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali  
**Servizio Sismico Regionale**

**DOCUP Toscana: "Riduzione del rischio sismico nelle aree produttive"**

**Scheda A**  
**Aggregato**

**Scheda per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità per i capannoni**

**Sezione A1 – Dati di individuazione e localizzazione**

ISTAT Regione	<input type="text"/>	Regione	TOSCANA		Codice	<input type="text"/>				Zona OPCM 3274	
ISTAT Provincia	<input type="text"/>	Provincia	<input type="text"/>								1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>
ISTAT Comune	<input type="text"/>	Comune	<input type="text"/>								Classificazione D.M. 20/03/1982
		Località	<input type="text"/>								1 <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/> N.C. <input type="checkbox"/>
Aggregato	<input type="text"/>	N° edifici dell'aggregato	<input type="text"/>						Zone class.GRT N°604/03 e 219/04		
Squadra	<input type="text"/>	Zona di piano	<input type="checkbox"/>	Piano attuativo	<input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		2MRS <input type="checkbox"/> 2L <input type="checkbox"/> 3L <input type="checkbox"/>				
Data	<input type="text"/>	Rif. Catastale	<input type="text"/>		Foglio	<input type="text"/>		Particelle	<input type="text"/>		
Foglio CTR	<input type="text"/>	Scala	1:2000 <input type="checkbox"/>		1:10000 <input type="checkbox"/>		Coordinate	X <input type="text"/> Y <input type="text"/>			

**Sezione A2 – Individuazione e caratterizzazione degli edifici dell'aggregato**

Edificio N°	Proprietario	Indirizzo proprietario	Gestore	Indirizzo edificio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Edificio N°	Scheda S/N	Capannone S/N	Uso	Codice uso	Condizioni D'uso	N° lati a contatto	Tipologia costruttiva	Anno di costruzione	A norma L.64/74
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

Segue  Sì  No

**Sezione A3 – Connessione fra gli edifici**

1	1								
2		2							
3			3						
4				4					
5					5				
6						6			
7							7		
8								8	

NOTE

Form della Scheda Aggregato



COMUNITA' EUROPEA  
DOCUP Toscana: "Riduzione del rischio sismico nelle aree produttive"

Scheda per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità per i capannoni

Scheda **B**  
Edificio

**SEZIONE B1 – Individuazione edificio e attività**

Regione TOSCANA	Codice																
-----------------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Provincia		Aggregato							Edificio			/		
Comune		Squadra												
Località		Data												

Gestore		Proprietario	
Descrizione attività:			

**SEZIONE B2 – Progetto e costruzione**

Epoca di realizzazione				
Conc.Edil. n°/anno			Elaborati architettonici	SI NO
Dep.Genio Civ. n°/anno			Elaborati strutturali	SI NO
Ditta prefabbricati				
Comune classificato sismico al rilascio atto abilitativo		SI NO	zona o cat	
Attuale classificazione sismica comune (Ord. n°/Anno)			zona	
Interventi sulle strutture dopo la costruzione		SI NO		

**SEZIONE B3 – Esposizione**

TIPO DI ATTIVITA'	PERIODO DI UTILIZZO	VALORE ATTREZZATURE			BACINO DI UTENZA	
1 Produzione	1 8-12 ore	1 Basso	2 Medio	3 Alto	1	Comunale/Comprensoriale
2 Commercio	2 24 ore	DANNO ECONOMICO-SOCIALE PER INTERRUZIONE ATTIVITA'			2	Provinciale/Interprovinciale
3 Magazzino	UTENTI				3	Regionale/Interregionale
4 Uffici	1 < 10	1 Basso	2 Medio	3 Alto	4	Nazionale
5 Mista	2 10-49				5	Internazionale
6 Inutilizzato	3 50-249					
7 Non rilevata	4 > 249					

**SEZIONE B4 – Dati metrici e morfologici**

PIANO TERRA	Altezza gronda (m)		Altezza max (m)		Superficie (mq)	
-------------	--------------------	--	-----------------	--	-----------------	--

CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE

Porzioni a più piani	SI NO	Dislivello in gronda (m)		Superficie (mq)	
Porzioni ad altezza diversa	SI NO	Dislivello in gronda (m)		Superficie (%)	

Volume totale (mc)	
--------------------	--

PIANO INTERMEDIO/AMMEZZATO	SI NO	N.R.	Quota (m)		Superficie (%)	
PIANO INTERRATO	SI NO	N.R.	Quota (m)		Superficie (%)	

CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA

1 Pianta rettangolare	2 Pianta a L	3 Pianta a Z	4 Pianta scalettata	5 Altro
-----------------------	--------------	--------------	---------------------	---------

Rapporto fra lato maggiore e lato minore del rettangolo circoscritto	
Massimo rapporto tra rientranze e dimensione esterna corrispondente (%)	

**SEZIONE B5 – Descrizione strutturale**

TIPOLOGIA			PIANTA o FOTO
DESCRIZIONE:			
		N. NAVATE	

B5.1 - Descrizione strutture in elevazione				Qualità informazione		alta	media	bassa	
TELAJ				PARETI					
1	Monodirezionali longitudinali			Luce navate (m)					
2	Monodirezionali trasversali		3	Bidirezionali		Max dimensione longitudinale in pianta (m)			
N°Campate		Luce (m)		Spessore medio (cm)					
N°Allineamenti		Interasse (m)		Presenza setti trasversali		SI	NO		
Presenza di luci superiori a 20 m.		SI	NO	Presenza di luci superiori a 20 m.		SI	NO		
PILASTRI				Incidenza elevata delle aperture		SI	NO		
				Passo ravvicinato travi principali di copertura		SI	NO		
Pref	C.a.	Acc	Legno	Mista	Presenza di cordolo		N.R.	SI	NO
A	Sezione ad H			TIPOLOGIA COSTRUTTIVA					
B	Sezione quadrata/rettangolare			A	Blocchi cls				
C	Calastrellati			B	Blocchi tufo				
D	Altro			C	Mattoni pieni				
SEZIONE COSTANTE		SI	NO	D	Setti c.a. opera				
Dim. Medie (cm)		x	y	E	Altro				
TRAVI				F	Mista				
Pref	C.a.	Acc	Legno	Mista					
A	Capriate semplici o reticolari			IRRIGIDIMENTI DI TELAIO					
B	Travi ad arco semplici o reticolari			Travi di bordo/di testata		N.R.	SI	NO	
C	Travi reticolari piane			Travi carroponte		N.R.	SI	NO	
D	Travi a sez. costante		rettang	H	T	II	altro		
E	Travi "timpano" a sezione variabile		Croci S.Andrea o simili (parete)		N.R.	SI	NO		
F	Altro			Altro		SI	NO		

B5.2 - Descrizione copertura				Qualità informazione		alta	media	bassa				
FORMA	1	Piana		2	1 o più falde		3	A shed		4	A volta	
COMPORTAMENTO STRUTTURALE	1	Non spingente		2	A spinta contrastata		3	Spingente				

ORDITURA PRINCIPALE						ORDITURA SECONDARIA										
Pref	C.a.	Acc	Legno	Laterizio armato	Mista	Pref	C.a.	Acc	Legno	Altro	Mista					
A	Coincidente con le travi dei telai					A	Assente									
B	Capriate semplici o reticolari					B	Travi reticolari piane									
C	Travi ad arco semplici o reticolari					C	Travi a sez. costante		rettang	H	T	C	Ω	altro		
D	Travi reticolari piane					D	Tegoli autoportanti		sez. cava	V	U	II	altro			
E	Travi a sez. costante		rettang	Y	H	altro	E					Lastre autoportanti				
F	Tegoli autoportanti		sez. cava	V	U	II	altro	F					Altro			
G	Lastre autoportanti															
H	Piastra															
I	Altro															

FALDA		LUCERNARI		SI	NO	IRRIGIDIMENTI DI COPERTURA				
A	Coincidente con gli elementi portanti		A	Inseriti nel piano di falda		Strutture di collegam. longitudinali		N.R.	SI	NO
B	Pannelli in fibro-cemento		B	Emergenti dal piano di falda		Croci di S.Andrea o simili (falda)		N.R.	SI	NO
C	Lamiera ondulata		C	Misti		Altro		SI	NO	
D	Pannelli sandwich in lamiera		MANTO		1	Tegole				
E	Tavelloni in laterizio				2	Lastre				
F	Pannelli con travetti di supporto				3	Guaina				
G	Altro									

<b>B5.3 - Descrizione tamponature</b>				<i>Qualità informazione</i>	<i>alta</i>	<i>media</i>	<i>bassa</i>
DISTRIBUZIONE IN PIANTA				DESCRIZIONE			
Presenti sul perimetro	SI	NO	A	Non visibile			
Presenti nei campi interni	N.R.	SI	NO	B	Mattoni in laterizio pieni/semipieni		
Distribuite regolarmente	N.R.	SI	NO	C	Mattoni in laterizio forati		
POSIZIONE RISPETTO AI CAMPI DI TELAIO				D	Blocchi di tufo		
1	Inserita tra i pilastri		E	Blocchi di cls			
2	Esterna rispetto ai pilastri		F	Pareti in c.a. gettato in opera			
Finestre a nastro				SI	NO	G	Pannelli pref. in c.a. a giunti orizzontali
Interruzioni della specchiatura				SI	NO	H	Pannelli pref. in c.a. a giunti verticali
Intelaiatura di supporto alle tamponature				SI	NO	I	Pannelli in lamiera
				L	Pannelli sandwich		
				M	Altro		
				N	Mista		

<b>B5.4 - Descrizione orizzontamenti</b>				<i>Qualità informazione</i>	<i>alta</i>	<i>media</i>	<i>bassa</i>
TIPOLOGIA COSTRUTTIVA				CONNESSIONE CON LA STRUTTURA PORTANTE			
A	Lastre autoportanti		1	Sostenuto dalle strutture portanti principali			
B	Solai in laterocemento		2	Sostenuto anche da un telaio o parete intermedi			
C	Solai in putrelle e tavelloni		3	A struttura indipendente			
D	Solai in lamiera grecata						
E	Altro						

### SEZIONE B6 – Fondazioni e terreno

				<i>Qualità informazione</i>	<i>alta</i>	<i>media</i>	<i>bassa</i>	
TIPOLOGIA FONDAZIONI				POSIZIONE EDIFICIO		TIPO DI SUOLO		
A	Dato non disponibile			Terreno in pendenza	SI	NO	A   Roccia   B   Terreno	
B	Superficiali	plinti	travi	platea	Su cresta rocciosa	SI	NO	INDAGINI GEOGNOSTICHE VEL
C	Profonde			Su orlo terrazzo	SI	NO	Prossimità stesa sismica   SI   NO	
D	Mista						RIF.	
Differenza tra quote di fondazione				SI	NO		Sondaggi geotecnici   SI   NO	
							RIF.	

### SEZIONE B7 - Altri elementi di vulnerabilità

				<i>Qualità informazione</i>	<i>alta</i>	<i>media</i>	<i>bassa</i>
PRESENZA DI ELEMENTI FRAGILI NON STRUTTURALI				STATO DI FATTO			
Controsoffitti				SI	NO	Degradato manutentivo	
Aggetti/cornicioni				SI	NO	Dissesti in elevazione	
Altro				SI	NO	Dissesti in copertura	
						Dissesti fondali	

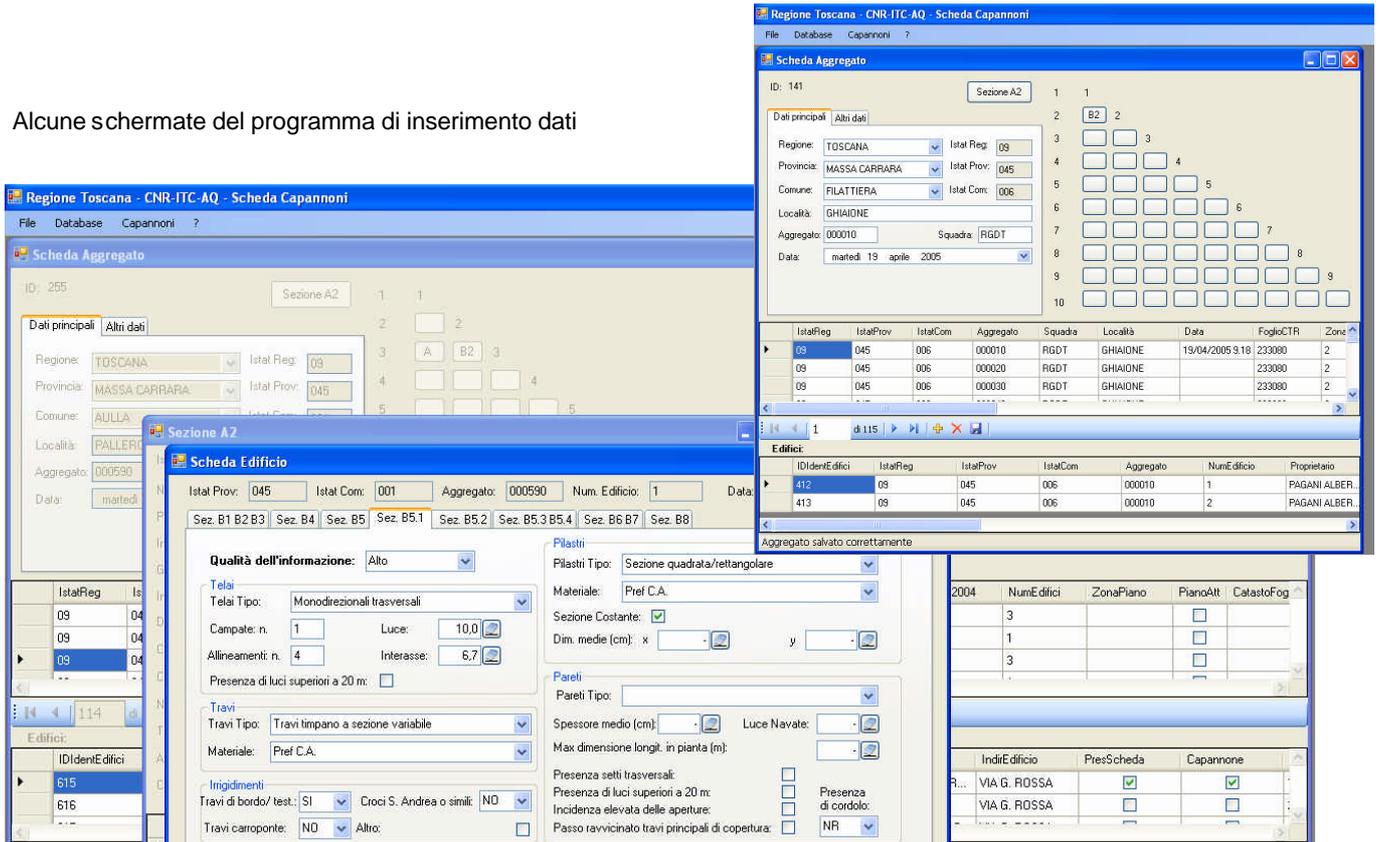
### SEZIONE B8 – Piante e sezioni

	NOTE:

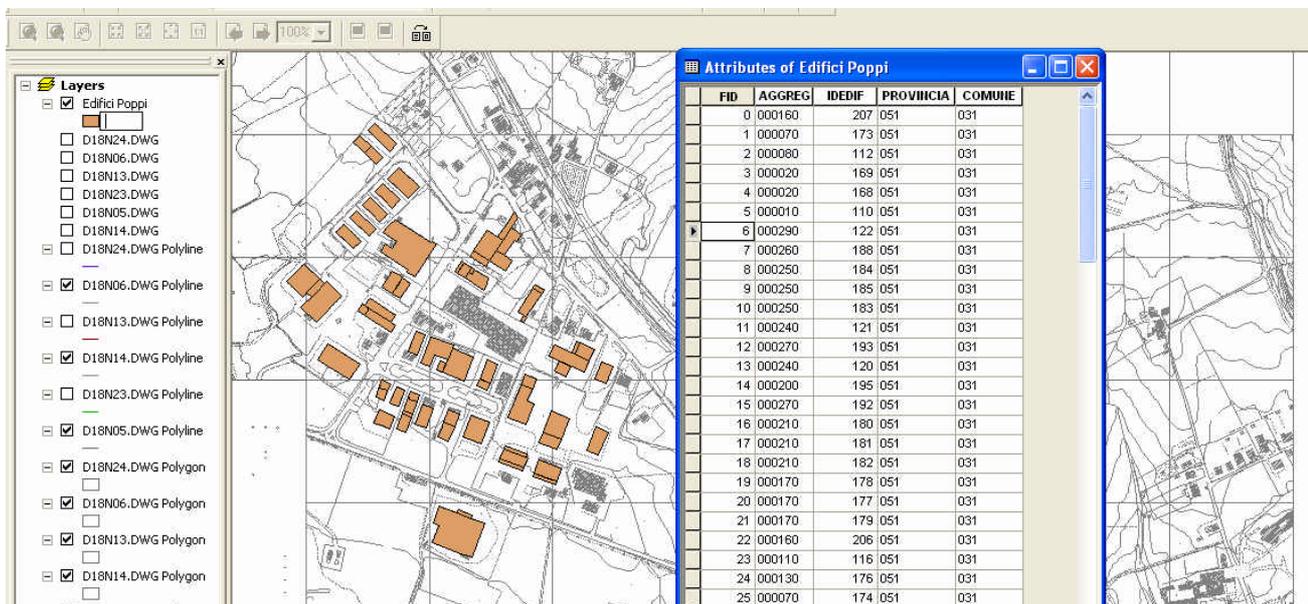
### 5.3 Creazione database ed elaborazioni statistiche dei dati raccolti

Per l'informatizzazione dei dati acquisiti attraverso le schede di rilievo è stato impiegato uno specifico programma in linguaggio SQL, elaborato per la Regione Toscana dall'Istituto per le Tecnologie della Costruzione del CNR de L'Aquila (ITC-CNR). Attraverso la contestuale georeferenziazione cartografica (shape file) è stato creato un geodatabase contenente tutti i dati disponibili consultabili in riferimento alla localizzazione geografica degli edifici, da cui sono state ottenute elaborazioni statistiche riferite alle aree oggetto di indagine.

Alcune schermate del programma di inserimento dati



Un esempio di georeferenziazione degli edifici rilevati



E' stato possibile ottenere elaborazioni statistiche relative a tutti gli edifici produttivi delle aree indagate grazie ai dati derivanti dalla Scheda Aggregato, mentre attraverso le informazioni della Scheda Edificio è stato possibile anche definire le caratteristiche strutturali dei capannoni rilevati e individuare le tipologie di capannone più diffuse (*Abaco delle tipologie di capannone*).

Alcune delle elaborazioni prodotte sono state illustrate nelle seguenti pubblicazioni:<sup>(\*)</sup>

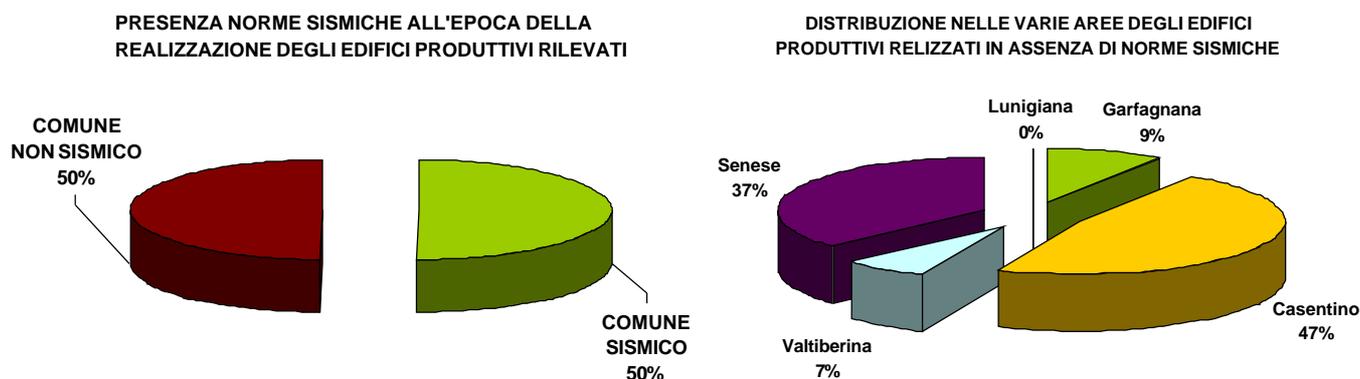
*"Docup toscana 2000-2006 – Azione 2.8.3: Riduzione del rischio sismico nelle aree produttive – esiti dell'indagine di primo livello"* di Ferrini, M., Lucarelli, E., Baglione, M., Borsier, S., Bortone, G., Ginori, R., Mangone, F., Mannella, A., Martinelli, A., Milano, L., Ntibarikure, M., Pirisi, P., Spampinato, A., Tucci, G., Turazza, D. - Atti del XII Convegno Anidis "L'ingegneria sismica in Italia", Pisa, 10-14 Giugno 2007

*"Analisi tipologica di capannoni prefabbricati ubicati in aree ad elevato rischio sismico della Toscana"* di Ferrini, M., Bortone, G., Lucarelli, E., Scarselli, F., Mazzone, M. - Atti del Convegno Reluis "Valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica di edifici esistenti in c.a.", Roma, 29-30 Maggio 2008.

Si riportano nel seguito alcuni dati di sintesi relativi agli edifici oggetto di indagine.

- Ø n° comuni interessati dall'indagine **29**
- Ø aree produttive indagate: **52**
- Ø aggregati edilizi rilevati: **941**
- Ø edifici rilevati: **2147** (n.1989 a destinazione specificamente produttiva di cui 1330 capannoni)
- Ø capannoni schedati: **1114**

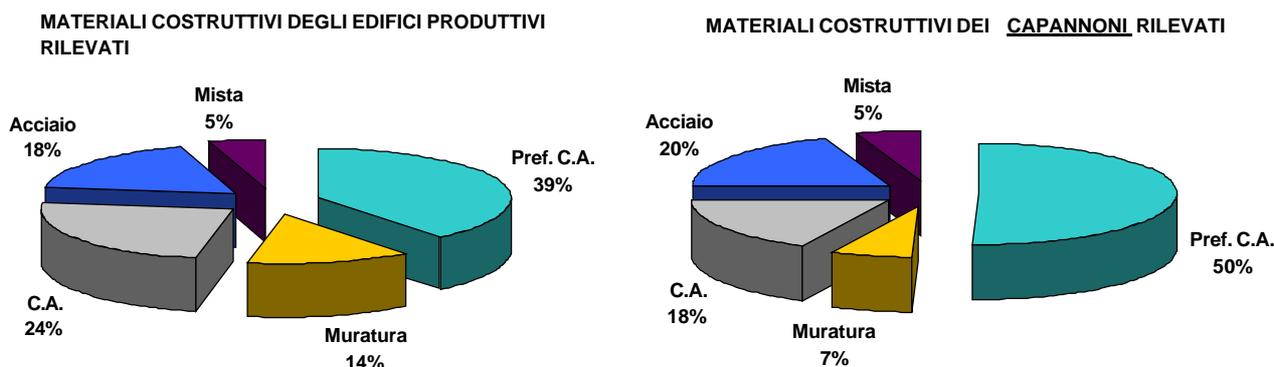
Per quanto riguarda la *realizzazione degli edifici produttivi secondo criteri antisismici*, confrontando l'epoca di realizzazione con la classificazione sismica del comune risulta che circa la metà dei fabbricati rilevati è stato costruito quando nel territorio di riferimento non vigevano ancora normative antisismiche.



Questo dato, relativo alla totalità delle aree indagate, subisce delle variazioni analizzando le diverse aree geografiche in cui sono state svolte le attività di rilievo. In aree storicamente sismiche come la Lunigiana e la Garfagnana, ad esempio, in cui sono presenti per la quasi totalità comuni classificati a partire dal 1927, la maggiorparte degli edifici rilevati risultano realizzati in presenza di norme antisismiche più o meno recenti (100% degli edifici rilevati in Lunigiana). Viceversa in un'area come il Casentino, i cui comuni furono tutti declassificati nel 1935 e riclassificati solo a partire dal 1982, la percentuale di edifici produttivi rilevati realizzati in assenza di criteri antisismici è pari al 75%.

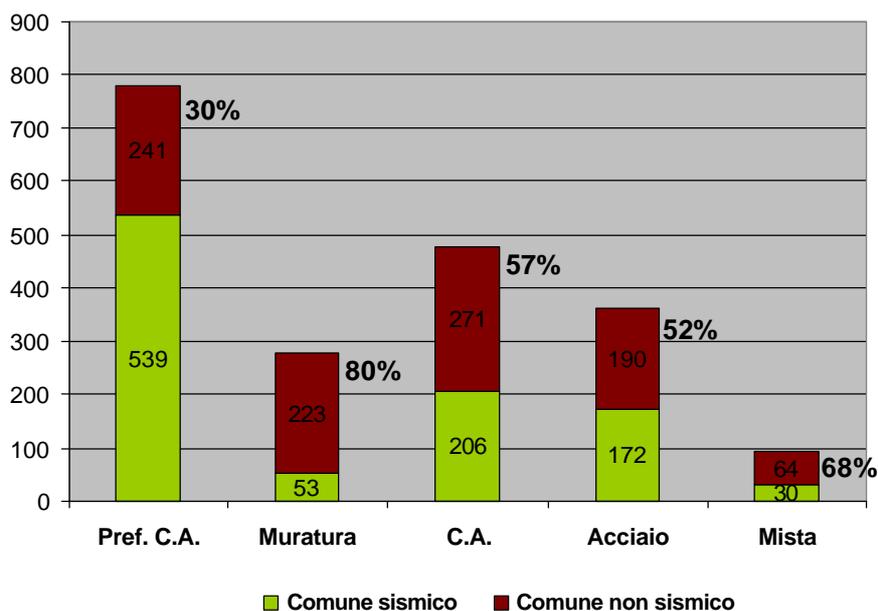
<sup>(\*)</sup> Le elaborazioni statistiche mostrate negli articoli citati hanno in parte subito modifiche e aggiornamenti a seguito della conclusione delle attività di rilievo e di archiviazione dei dati

Analizzando i *materiali costruttivi impiegati* nelle aree produttive indagate si osserva l'alta percentuale di fabbricati realizzati con la tecnica del prefabbricato di cemento armato, legata al fatto che circa i 2/3 degli edifici rilevati appartiene alla tipologia del capannone (circa il 50% dei capannoni censiti è realizzato con questa tecnica).



E' interessante anche analizzare la realizzazione secondo criteri antisismici in relazione ai materiali costruttivi, osservando come la tecnica del prefabbricato in c.a., che ha avuto uno sviluppo più recente (in particolar modo a partire dagli anni 80), presenti circa il 70% degli edifici rilevati realizzati quando il comune era già stato classificato sismico.

**EDIFICI PRODUTTIVI RILEVATI:  
presenza norme antisismiche all'epoca della realizzazione**



Per quanto riguarda le informazioni inerenti la Scheda Edificio le elaborazioni statistiche hanno permesso di caratterizzare *le tipologie di capannone* riscontrate nelle aree indagate, in modo da definire gli elementi che le contraddistinguono in funzione dei principali aspetti morfologici, geometrici, costruttivi e anche di epoca di realizzazione.

Ricordando che le elaborazioni consentono di ottenere informazioni sulle caratteristiche tipologico-strutturali delle 31 tipologie di capannone individuate (*Abaco delle tipologie di capannone*), al punto 5.5 sono riportati a titolo di esempio alcuni grafici relativi alla tipologia di capannone più diffusa, il PREFABBRICATO A.

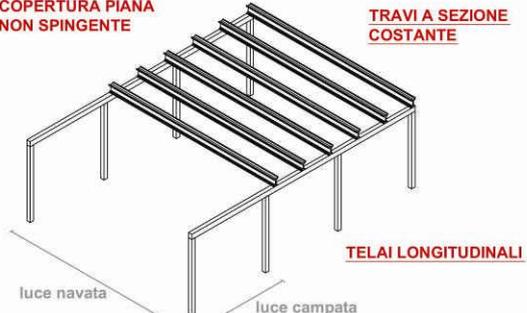
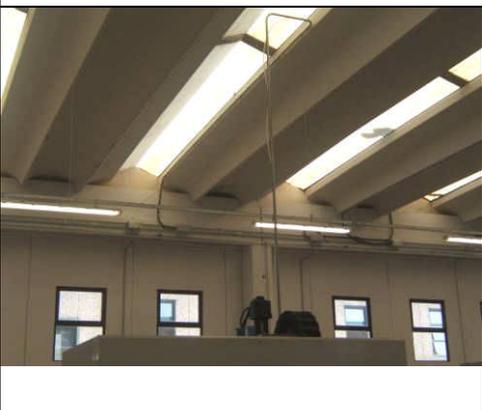
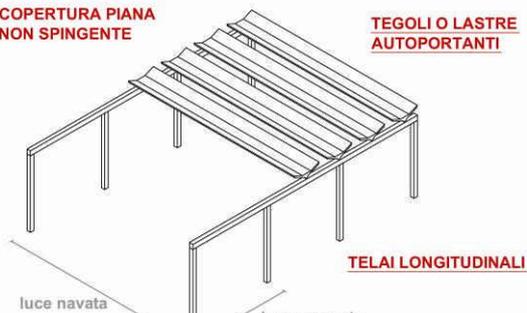
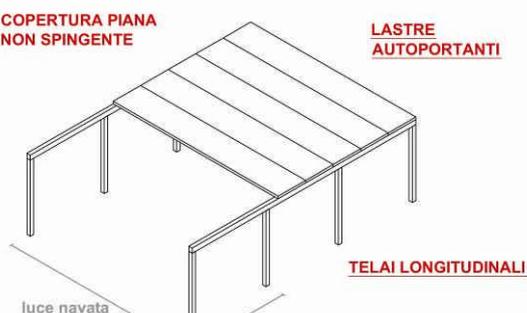
## 5.4 Abaco delle tipologie di capannone

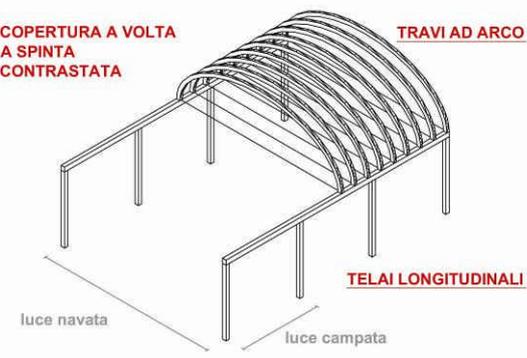
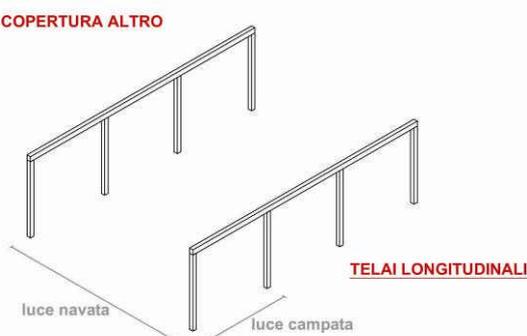
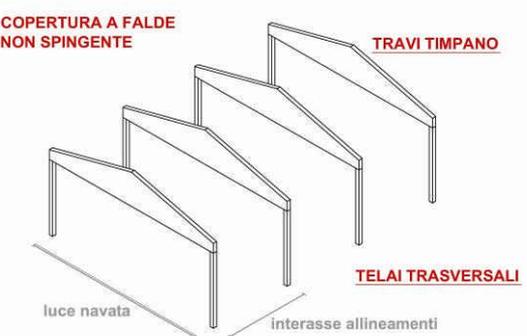
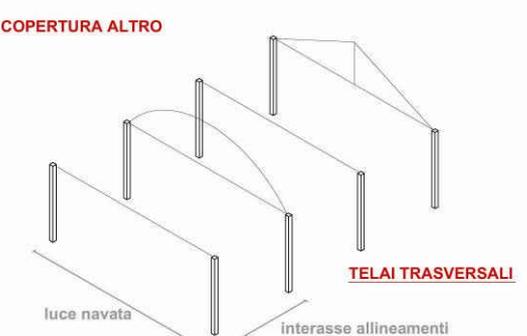
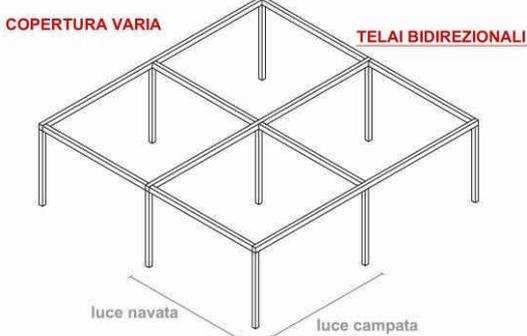
Sono state individuate 31 tipologie di capannone ricorrenti nelle aree indagate, così suddivise: 8 tipologie appartenenti alla tecnica del prefabbricato in c.a., 8 alla tecnica dell'acciaio, 7 alla tecnica della muratura, 5 a quella del cemento armato in opera, 3 a tecniche miste.

La tipologia più diffusa tra i capannoni rilevati è il PREFABBRICATO A (32% del totale) seguita da PREFABBRICATO B e ACCIAIO A (entrambe 8%), PREFABBRICATO G (7,5%), C.A. OPERA A e C.A. OPERA C (6,5%).

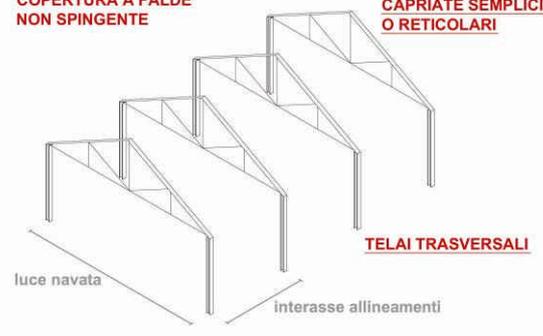
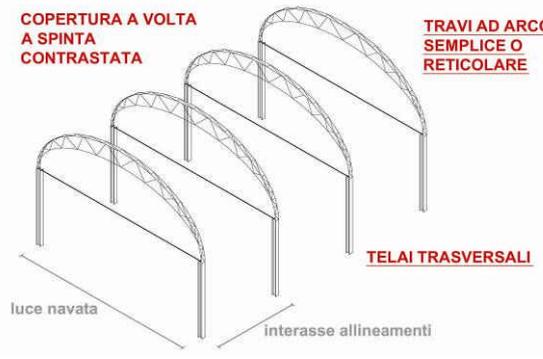
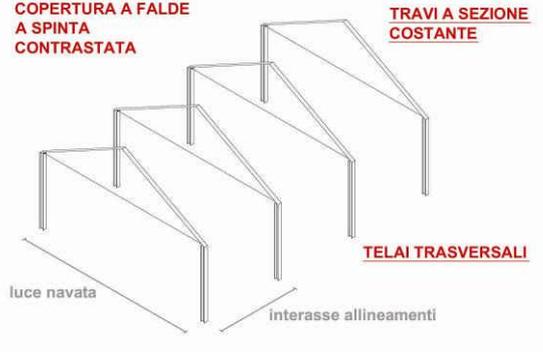
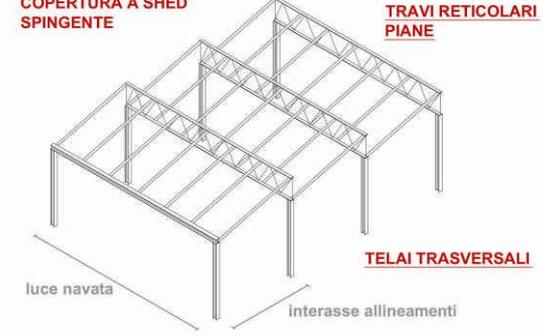
Le schede che seguono descrivono le caratteristiche che contraddistinguono le diverse tipologie.

### TECNICA C.A. PREFABBRICATO

<p><b>PREFABBRICATO A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi a sezione costante</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</b></p> <p><b>TRAVI A SEZIONE COSTANTE</b></p> <p><b>TELAI LONGITUDINALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>luce campata</p>
<p><b>PREFABBRICATO B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>tegoli autoportanti</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</b></p> <p><b>TEGOLI O LASTRE AUTOPORTANTI</b></p> <p><b>TELAI LONGITUDINALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>luce campata</p>
<p><b>PREFABBRICATO C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>lastre autoportanti</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</b></p> <p><b>LASTRE AUTOPORTANTI</b></p> <p><b>TELAI LONGITUDINALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>luce campata</p>

<p><b>PREFABBRICATO D</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>a volta a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi ad arco</b> in c.a. pref o c.a. opera o laterizio armato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA A VOLTA A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI AD ARCO</b></p> <p><b>TELAI LONGITUDINALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>luce campata</p>
<p><b>PREFABBRICATO F</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>altro</b>;</li> </ul>		<p><b>COPERTURA ALTRO</b></p> <p><b>TELAI LONGITUDINALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>luce campata</p>
<p><b>PREFABBRICATO G</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi timpano</b> in c.a. pref</li> </ul>		<p><b>COPERTURA A FALDE NON SPINGENTE</b></p> <p><b>TRAVI TIMPANO</b></p> <p><b>TELAI TRASVERSALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p>
<p><b>PREFABBRICATO H</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b>;</li> <li>• copertura <b>altro</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA ALTRO</b></p> <p><b>TELAI TRASVERSALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p>
<p><b>PREFABBRICATO I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai bidirezionali</b>;</li> <li>• copertura <b>varia</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA VARIA</b></p> <p><b>TELAI BIDIREZIONALI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>luce campata</p>

## TECNICA ACCIAIO

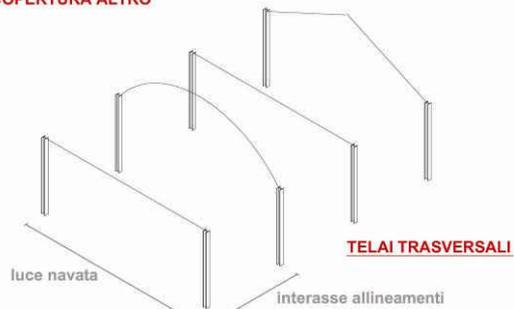
<p><b>ACCIAIO A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, <b>capriate semplici o reticolari</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA A FALDE NON SPINGENTE</b></p> <p><b>CAPRIATE SEMPLICI O RETICOLARI</b></p>  <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p> <p><b>TELAI TRASVERSALI</b></p>
<p><b>ACCIAIO B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b>;</li> <li>• copertura <b>a volta a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, <b>travi ad arco semplice o reticolare</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA A VOLTA A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI AD ARCO SEMPLICE O RETICOLARE</b></p>  <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p> <p><b>TELAI TRASVERSALI</b></p>
<p><b>ACCIAIO C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, <b>travi a sezione costante</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA A FALDE A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI A SEZIONE COSTANTE</b></p>  <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p> <p><b>TELAI TRASVERSALI</b></p>
<p><b>ACCIAIO D</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b>;</li> <li>• copertura <b>a shed spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, <b>travi reticolari piane</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA A SHED SPINGENTE</b></p> <p><b>TRAVI RETICOLARI PIANE</b></p>  <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p> <p><b>TELAI TRASVERSALI</b></p>

### ACCIAIO E

- strutture in elevazione a **telai trasversali**;
- copertura **altro**



### COPERTURA ALTRO

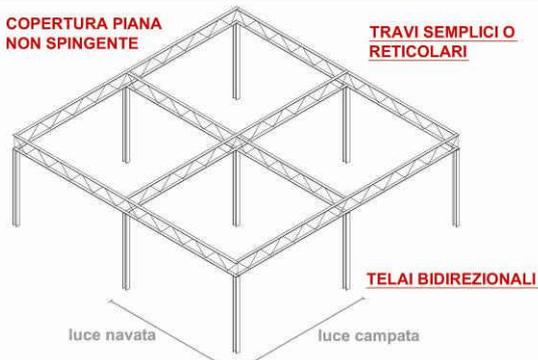


### ACCIAIO F

- strutture in elevazione a **telai bidirezionali**;
- copertura **piana non spingente**;
- orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, **travi a sezione costante o reticolari**



### COPERTURA PIANA NON SPINGENTE

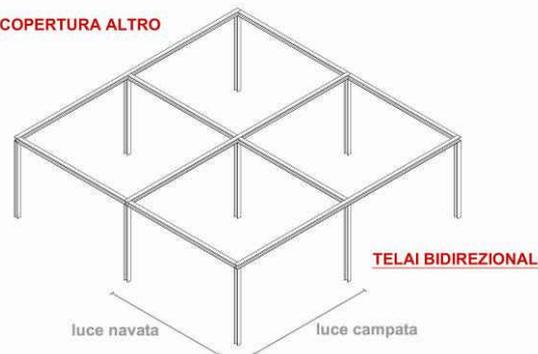


### ACCIAIO G

- strutture in elevazione a **telai bidirezionali**;
- copertura **altro**



### COPERTURA ALTRO



### ACCIAIO H

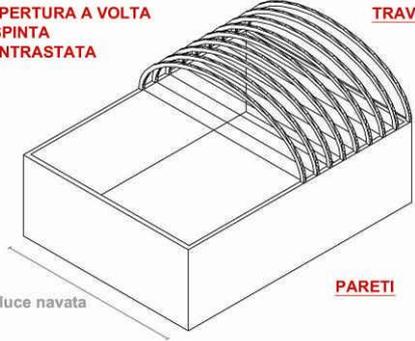
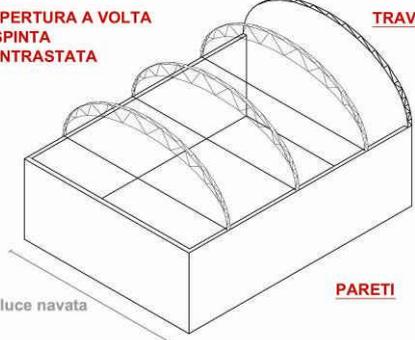
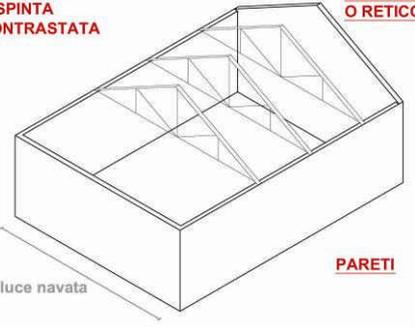
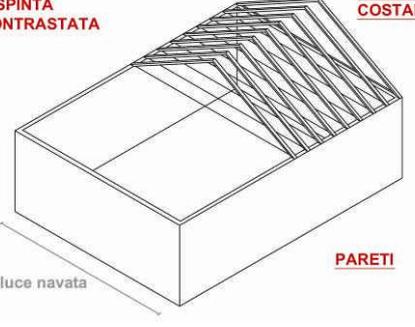
- strutture in elevazione a **telai longitudinali**;
- copertura **varia**

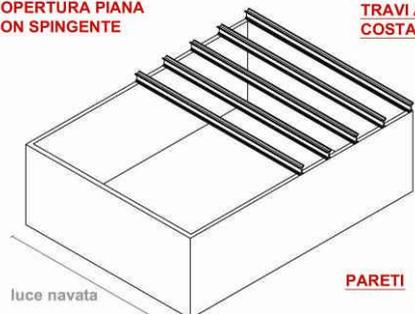
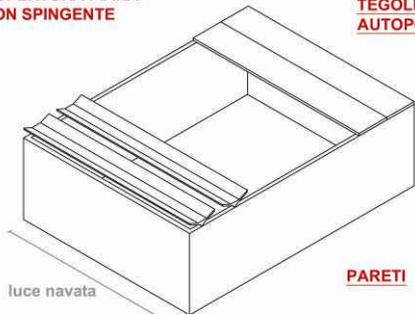
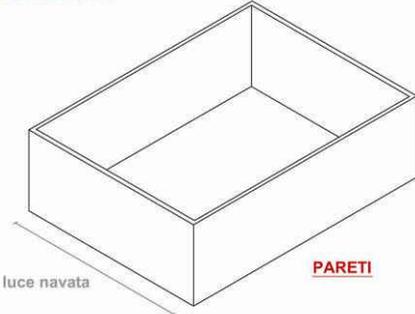


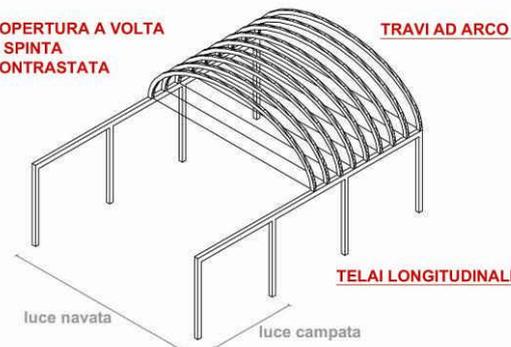
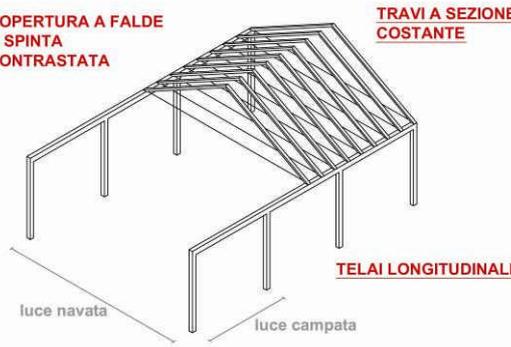
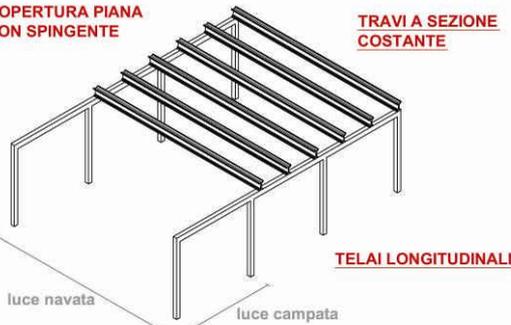
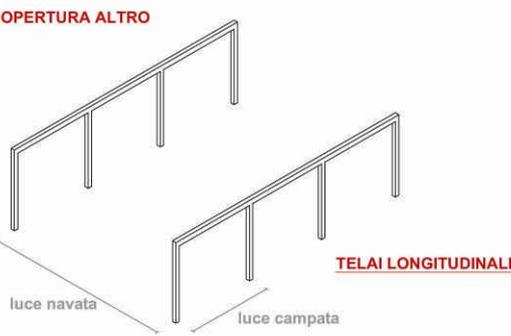
### COPERTURA VARIA



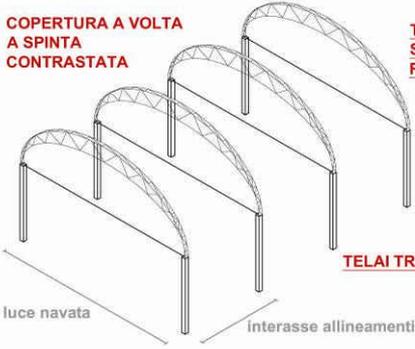
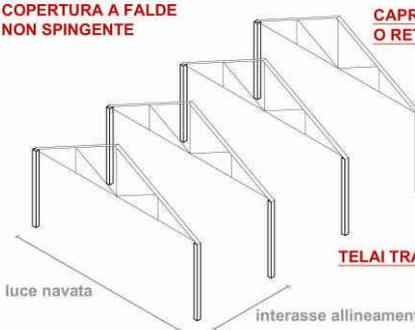
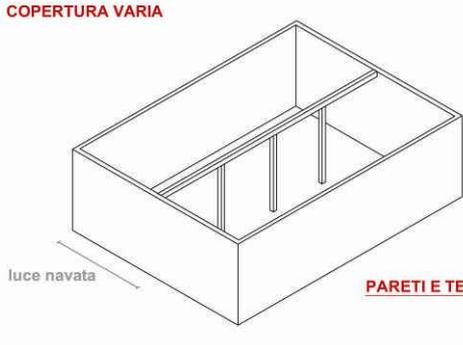
**TECNICA MURATURA**

<p><b>MURATURA A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>a volta a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi ad arco</b> in c.a. pref o c.a. opera o laterizio armato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA A VOLTA A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI AD ARCO</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>
<p><b>MURATURA B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>a volta a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi ad arco semplice o reticolare</b> in acciaio</li> </ul>		<p><b>COPERTURA A VOLTA A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI AD ARCO</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>
<p><b>MURATURA C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>capriate semplici o reticolari</b> in acciaio</li> </ul>		<p><b>COPERTURA A FALDE A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>CAPRIATE SEMPLICI O RETICOLARI</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>
<p><b>MURATURA D</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi a sezione costante</b> in c.a. pref o c.a. opera o laterizio armato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA A FALDE A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI A SEZIONE COSTANTE</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>

<p><b>MURATURA E</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi a sezione costante</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</b></p> <p><b>TRAVI A SEZIONE COSTANTE</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MURATURA F</b></li> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>tegoli o lastre autoportanti</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p><b>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</b></p> <p><b>TEGOLI O LASTRE AUTOPORTANTI</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MURATURA G</b></li> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti</b>;</li> <li>• copertura <b>altro</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA ALTRO</b></p>  <p>luce navata</p> <p><b>PARETI</b></p>

<p><b>C.A. OPERA A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>a volta a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi ad arco</b> in c.a. pref o c.a. opera o laterizio armato</li> </ul>		<p>COPERTURA A VOLTA A SPINTA CONTRASTATA</p> <p>TRAVI AD ARCO</p> <p>TELAI LONGITUDINALI</p> <p>luce navata</p> <p>luce campata</p> 
<p><b>C.A. OPERA B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde a spinta contrastata</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi a sezione costante</b> in c.a. pref o c.a. opera o laterizio armato</li> </ul>		<p>COPERTURA A FALDE A SPINTA CONTRASTATA</p> <p>TRAVI A SEZIONE COSTANTE</p> <p>TELAI LONGITUDINALI</p> <p>luce navata</p> <p>luce campata</p> 
<p><b>C.A. OPERA C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>travi a sezione costante</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</p> <p>TRAVI A SEZIONE COSTANTE</p> <p>TELAI LONGITUDINALI</p> <p>luce navata</p> <p>luce campata</p> 
<p><b>C.A. OPERA D</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>piana non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura <b>tegoli o lastre autoportanti</b> in c.a. prefabbricato</li> </ul>		<p>COPERTURA PIANA NON SPINGENTE</p> <p>TEGOLI O LASTRE AUTOPORTANTI</p> <p>TELAI LONGITUDINALI</p> <p>luce navata</p> <p>luce campata</p> 
<p><b>C.A. OPERA F</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai longitudinali</b>;</li> <li>• copertura <b>altro</b></li> </ul>		<p>COPERTURA ALTRO</p> <p>TELAI LONGITUDINALI</p> <p>luce navata</p> <p>luce campata</p> 

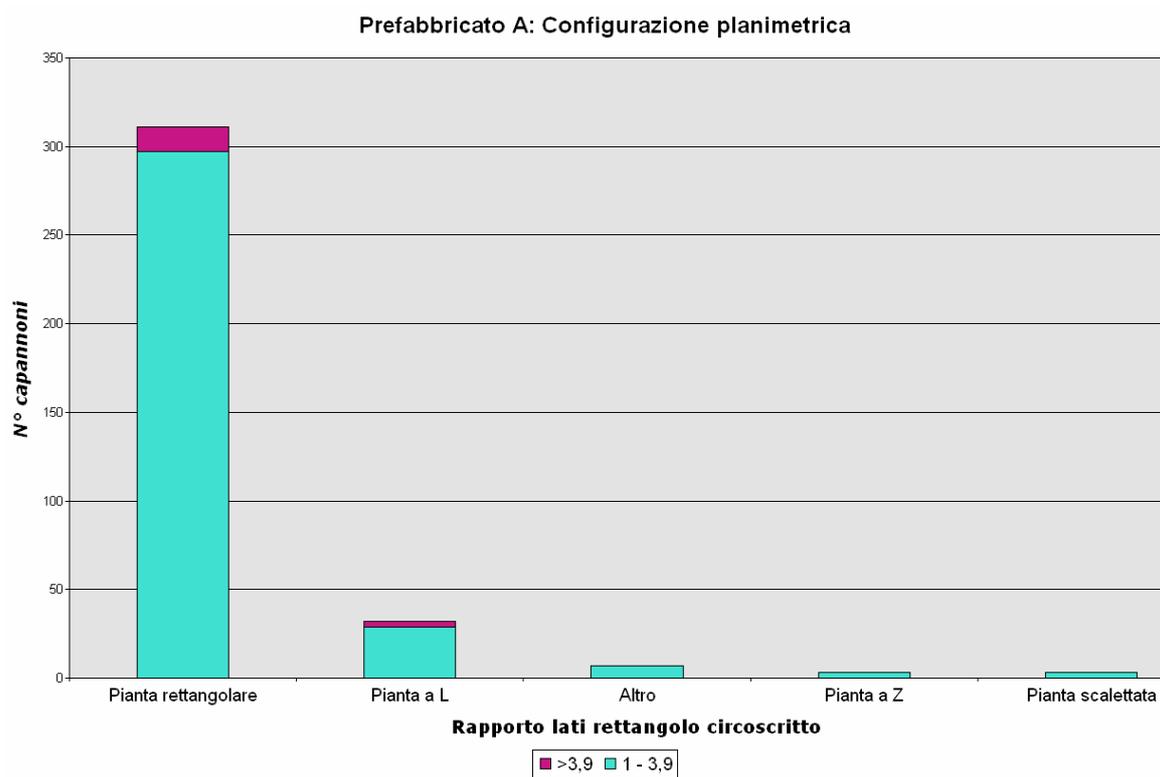
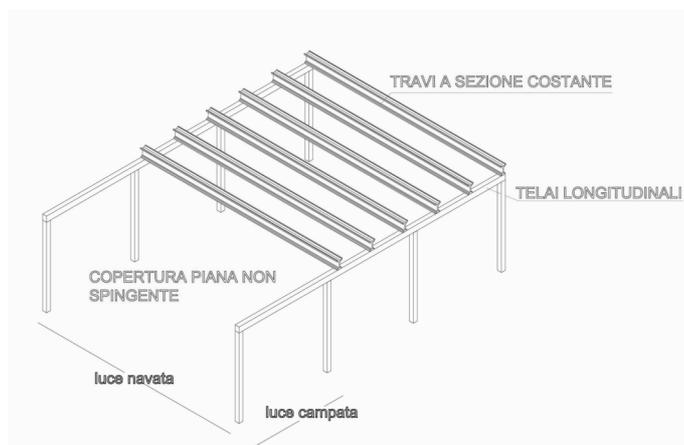
## TECNICA MISTA

<p><b>MISTA A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b> pilastri in <b>c.a. pref</b> e travi in <b>acciaio</b>;</li> <li>• copertura <b>a volta a spinta contrastata</b></li> <li>• orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, <b>travi ad arco semplice o reticolare</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA A VOLTA A SPINTA CONTRASTATA</b></p> <p><b>TRAVI AD ARCO SEMPLICE O RETICOLARE</b></p> <p><b>TELAJ TRASVERSALI</b></p> <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p> 
<p><b>MISTA B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>telai trasversali</b> pilastri in <b>c.a. pref</b> e travi in <b>acciaio</b>;</li> <li>• copertura <b>a falde non spingente</b>;</li> <li>• orditura principale copertura coincidente con le travi di telaio, <b>capriate semplici o reticolari</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA A FALDE NON SPINGENTE</b></p> <p><b>CAPRIATE SEMPLICI O RETICOLARI</b></p> <p><b>TELAJ TRASVERSALI</b></p> <p>luce navata</p> <p>interasse allineamenti</p> 
<p><b>MISTA C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strutture in elevazione a <b>pareti in muratura e telai in c.a. pref o c.a. opera</b>;</li> <li>• copertura <b>varia</b></li> </ul>		<p><b>COPERTURA VARIA</b></p> <p><b>PARETI E TELAJ</b></p> <p>luce navata</p> 

## 5.5 Esempio di caratterizzazione tipologica

### PREFABBRICATO A

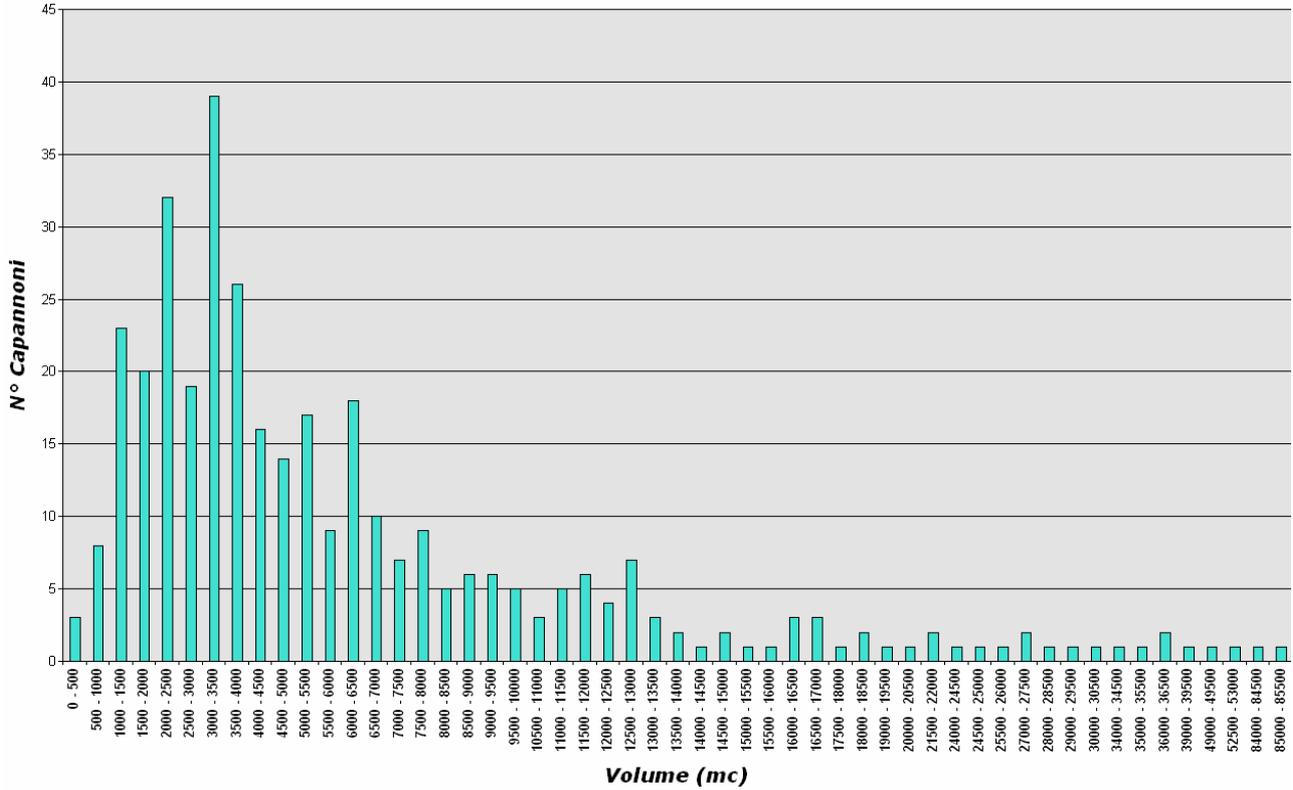
- strutture in elevazione a **telai longitudinali**;
- copertura **piana non spingente**;
- orditura principale copertura **travi a sezione costante** in c.a. prefabbricato



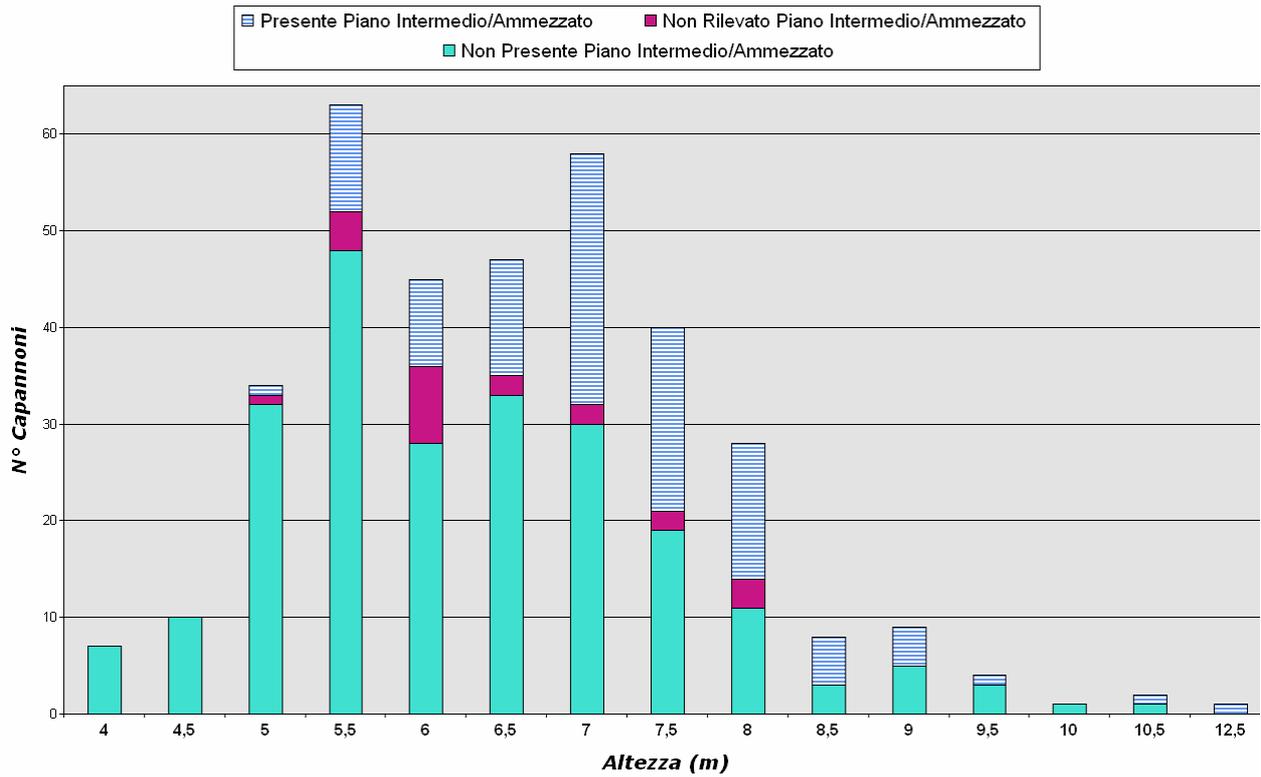
L'87% dei capannoni presenta una pianta rettangolare.

Il 13% dei capannoni presenta irregolarità planimetriche (rapporto lati rettangolo circoscritto maggiore di 4 e/o entrambe le rientranze superiori al 25% nel caso di piante non rettangolari)

### Prefabbricato A

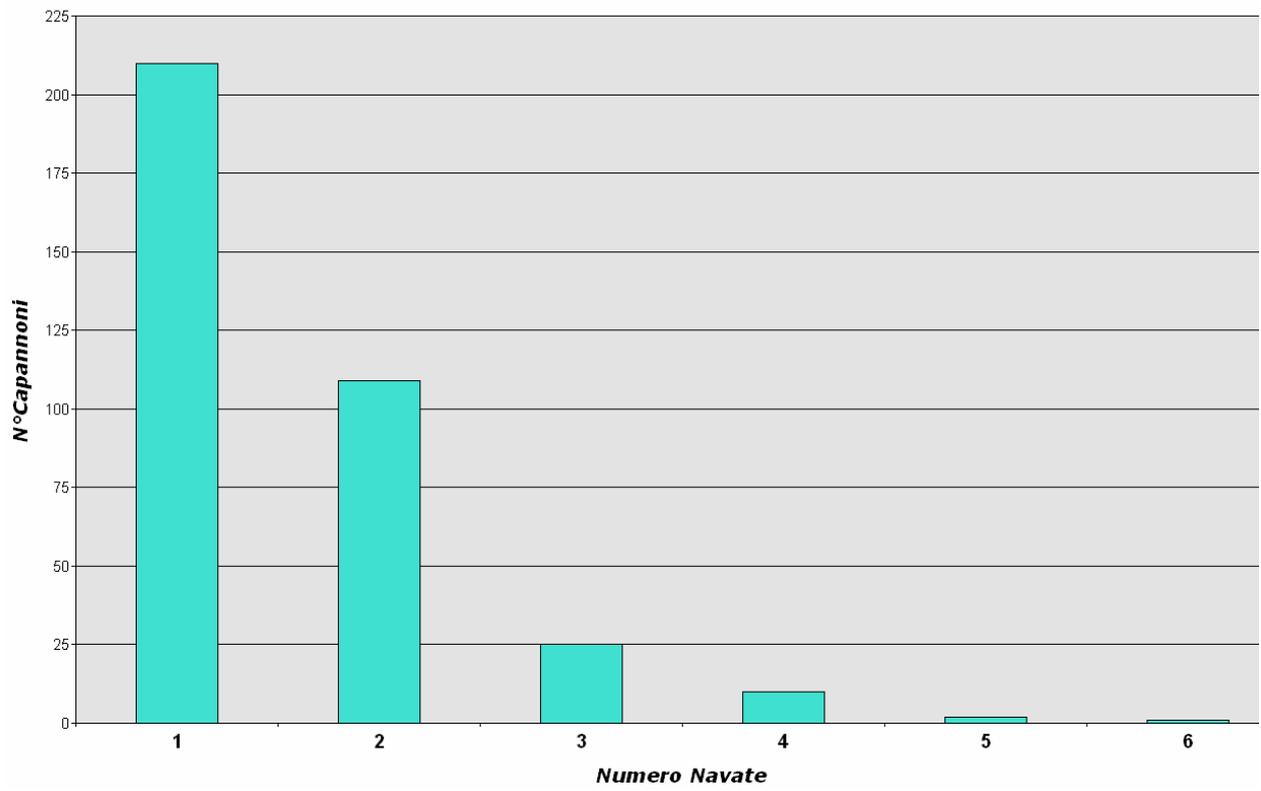


### Prefabbricato A

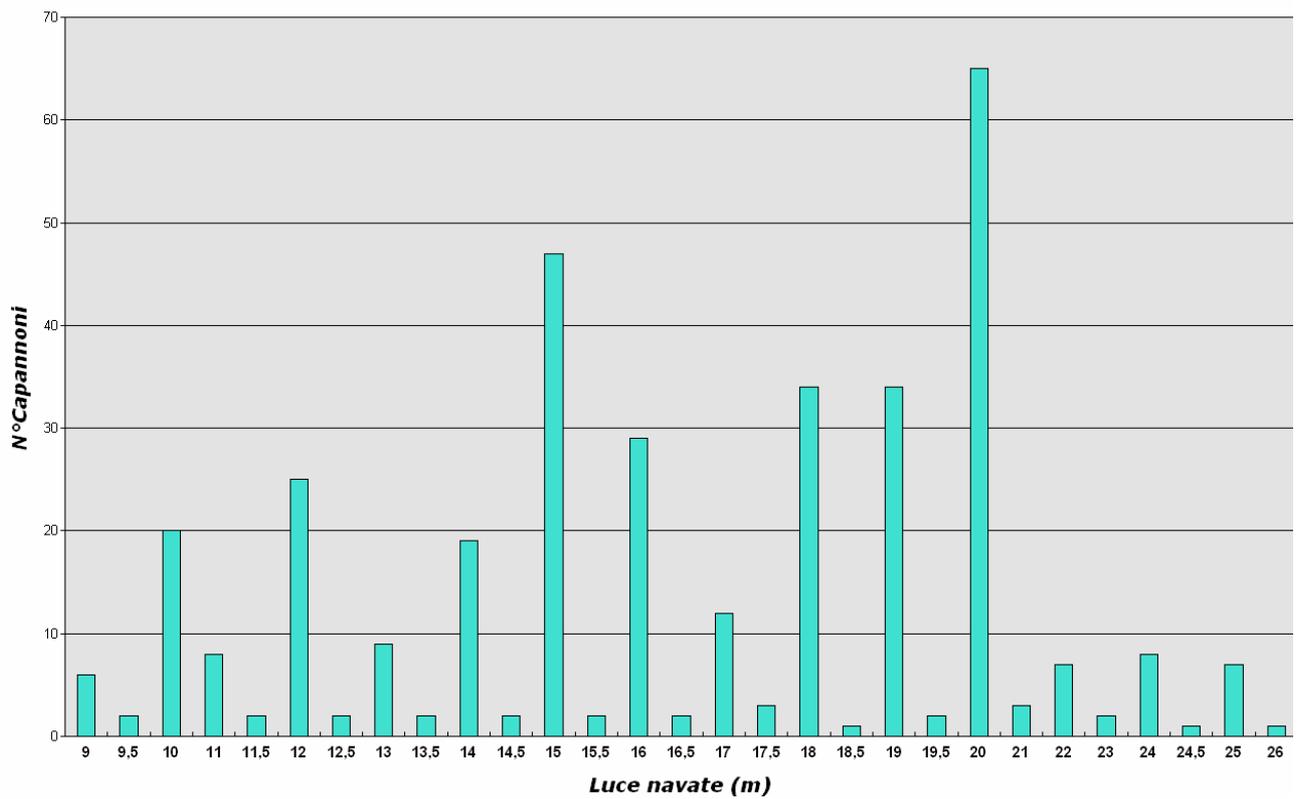


Nel 29% dei casi è presente un orizzontamento intermedio

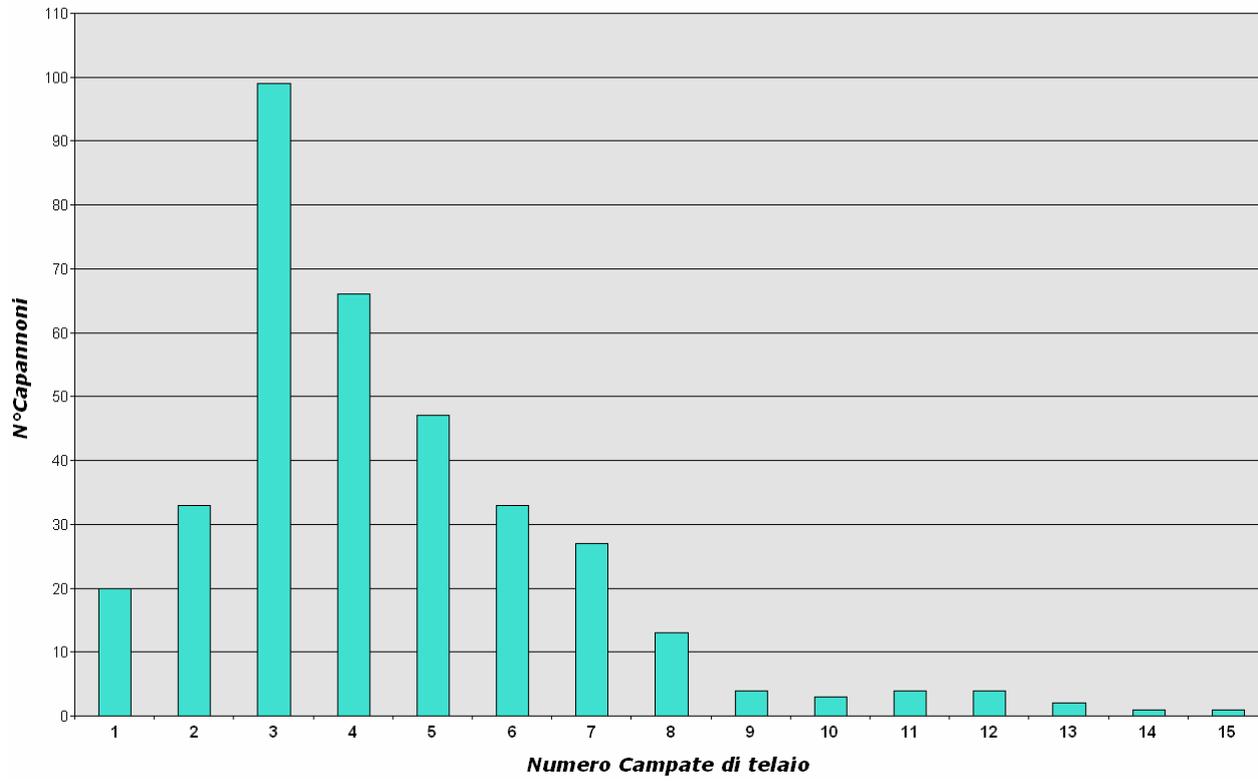
Prefabbricato A



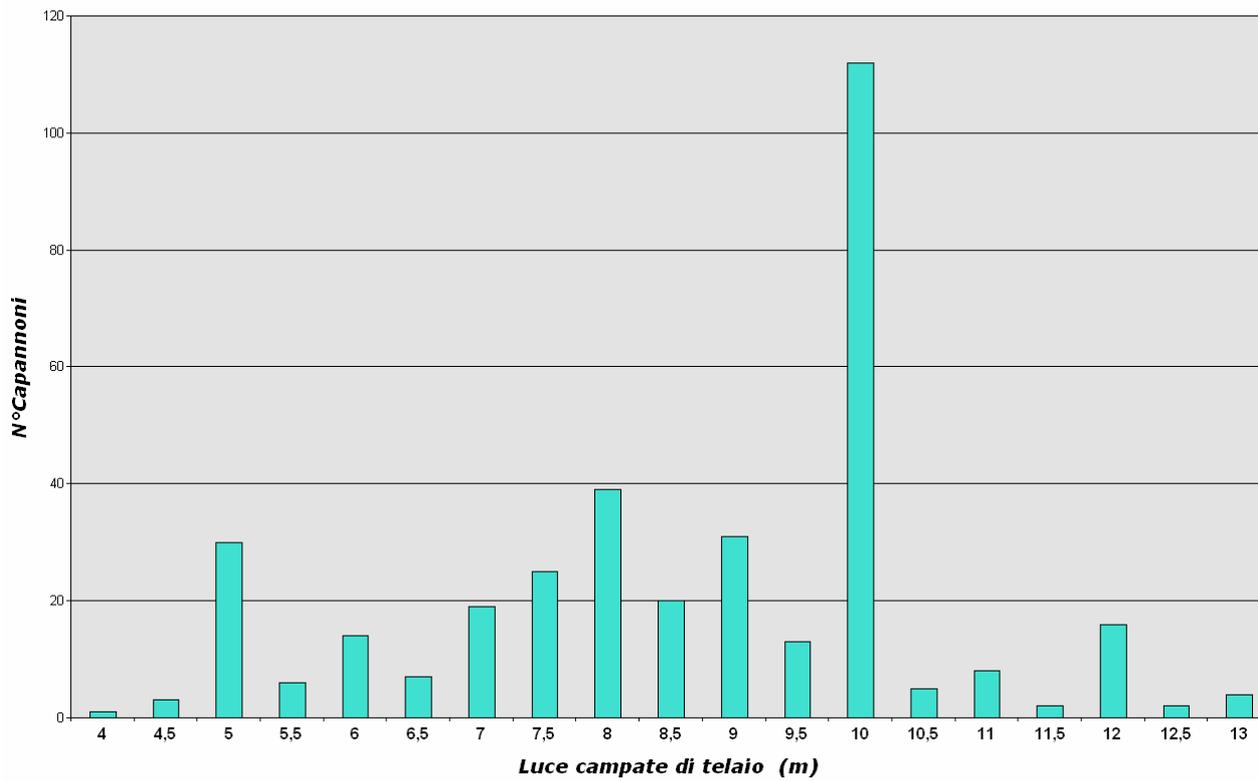
Prefabbricato A



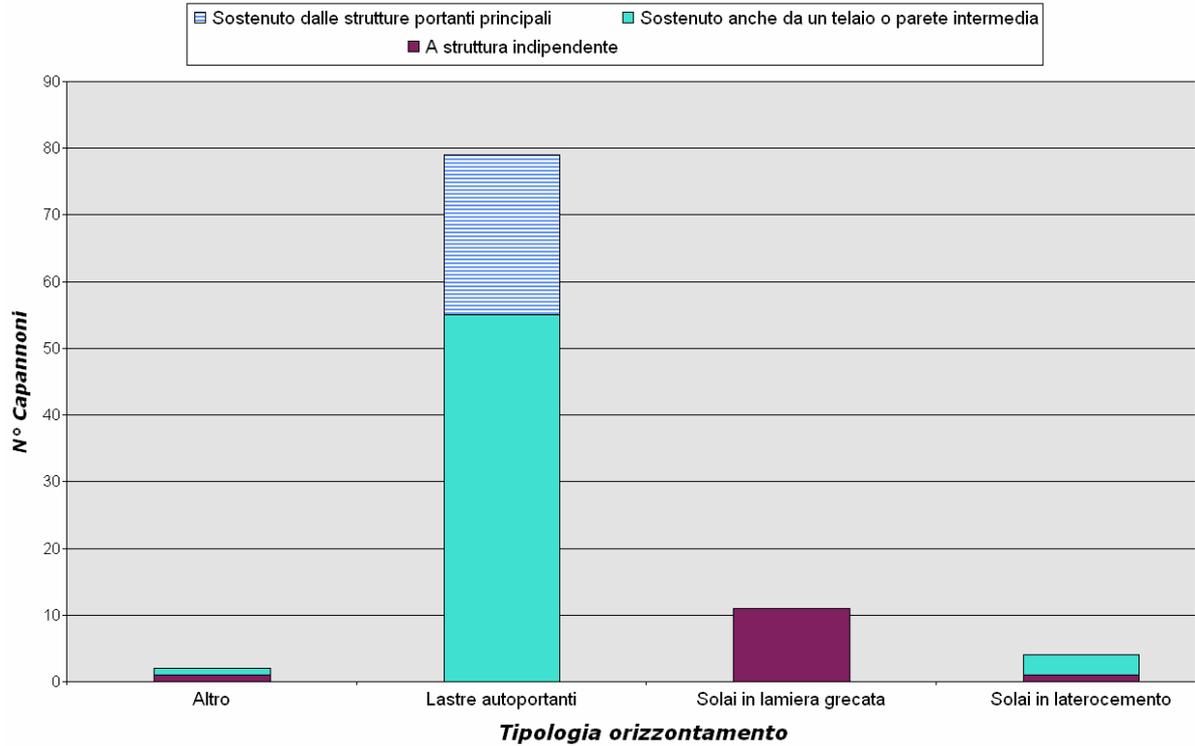
Prefabbricato A



Prefabbricato A

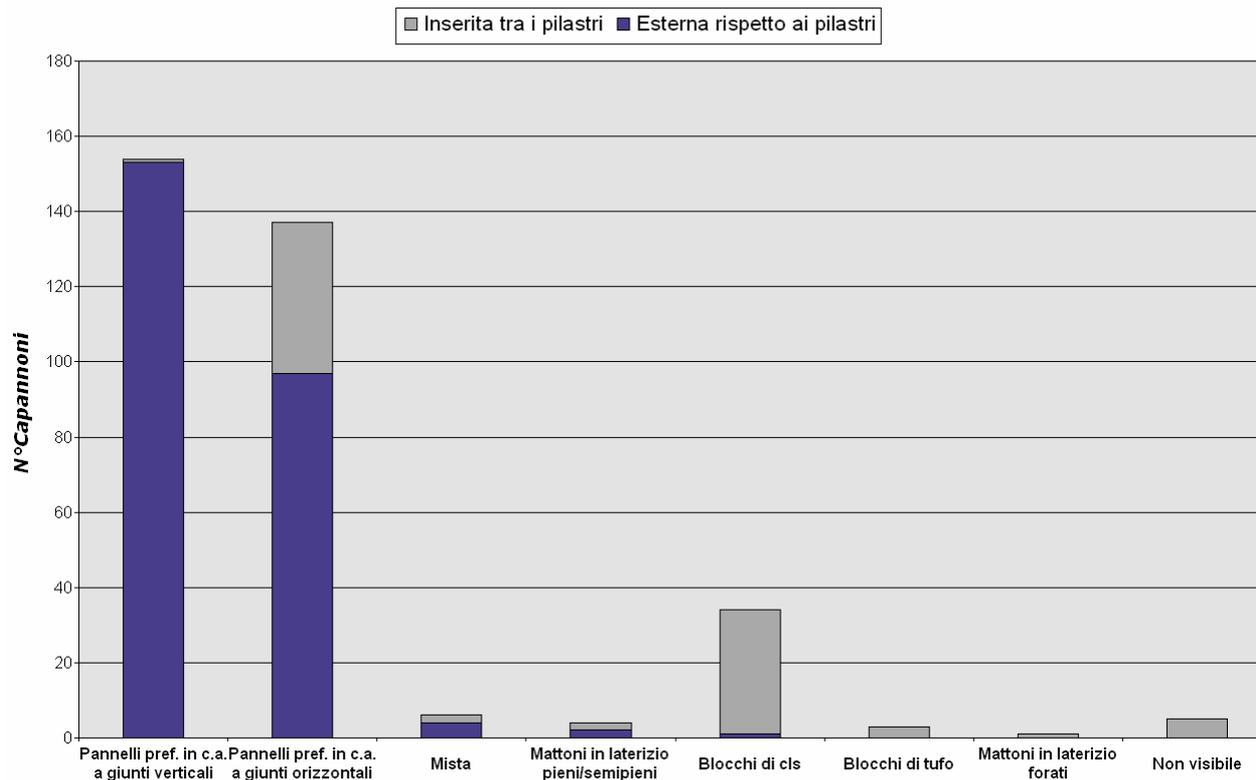


### Prefabbricato A: Tipologia orizzontamento



Nel 53% dei casi l'orizzontamento provoca un irrigidimento localizzato della struttura

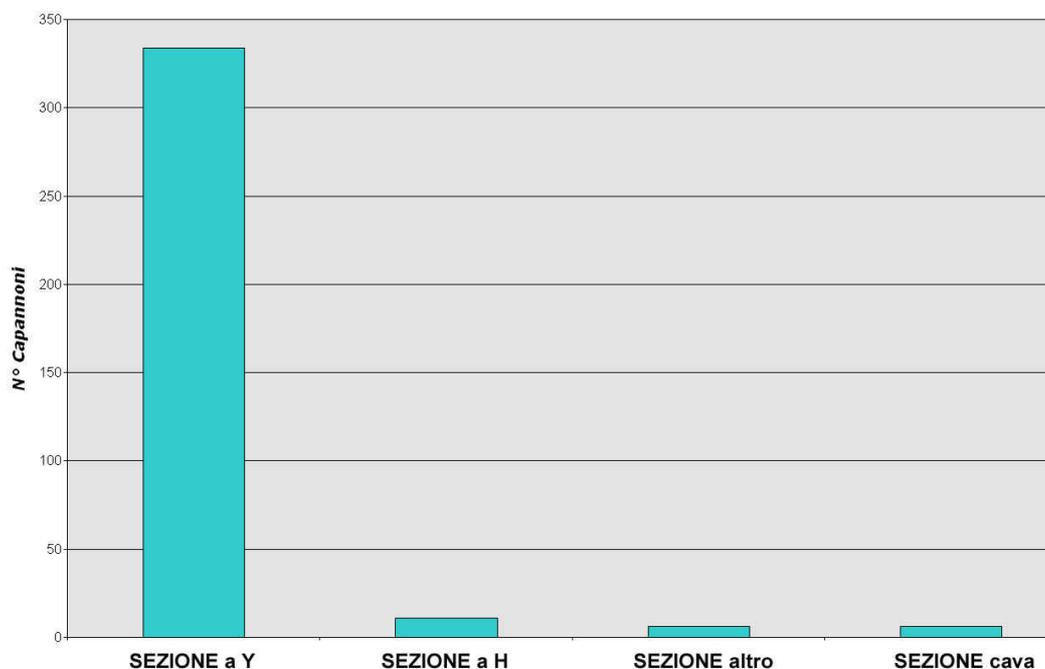
### Prefabbricato A: Tipologia e posizione della tamponatura



Nel 18% dei casi le tamponature sono distribuite irregolarmente.

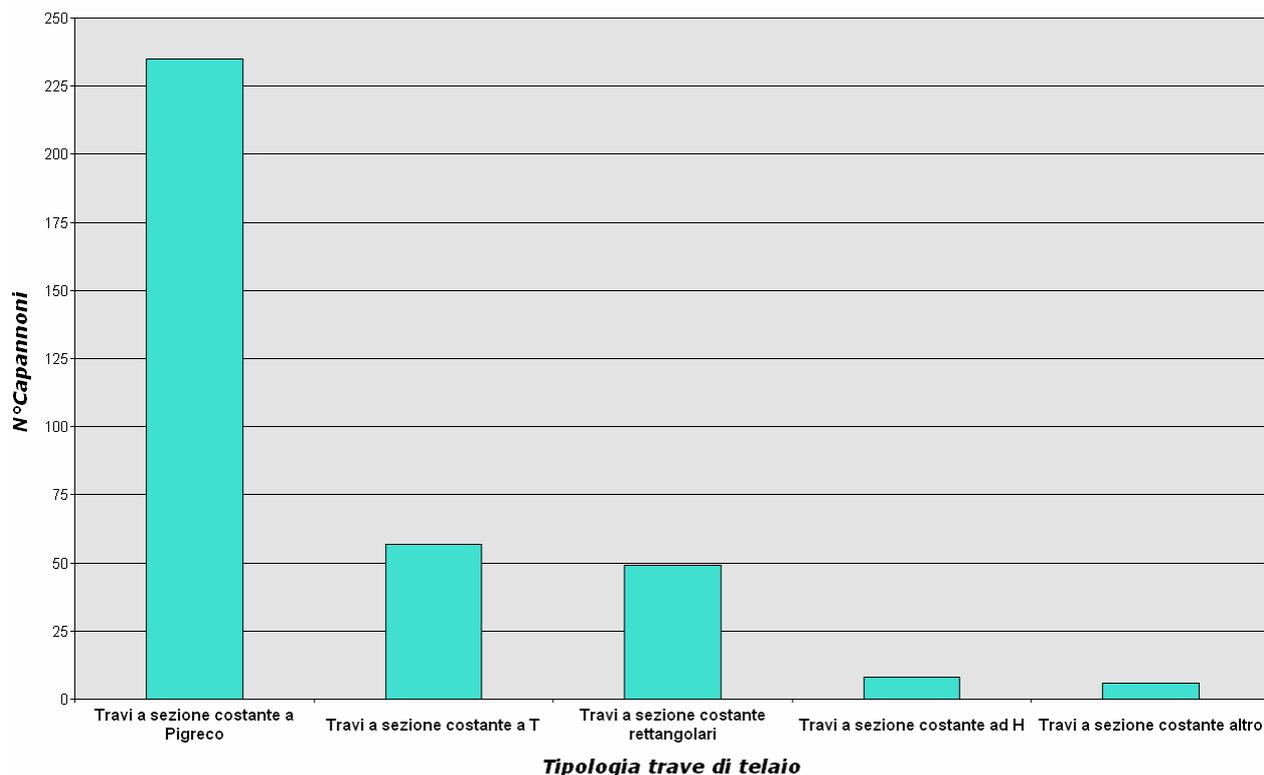
Nel 18% dei casi è stata rilevata la presenza di "pilastri tozzi".

### Prefabbricato A: Tipologia orditura principale di copertura



**Nel 94%** dei casi le travi di copertura hanno una sezione a “Y”.  
 Questa tipologia presenta una sola orditura di copertura e non possiede collegamenti tra le travi di copertura.

### Prefabbricato A



**Nel 49%** dei casi è presente una trave di bordo.  
 Nel 12% dei casi è presente la trave carroponete.