

Solai misti in legno e calcestruzzo - Estratto dalla Norme Tecniche Italiane vigenti

D.M. 14.1.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni):

7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

7.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

7.2.6 CRITERI DI MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA E AZIONE SISMICA

(...)

Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano, a condizione che siano realizzati in cemento armato, oppure in latero-cemento con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore, o in **struttura mista con soletta in cemento armato di almeno 50 mm** di spessore collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali in acciaio o **in legno** e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza.

(...)

Circ. 2.2.2009, n.617 (Istruzioni per l'applicazione del D.M. 14.1.2008):

C8. COSTRUZIONI ESISTENTI

C8A (APPENDICE AL CAP. C8)

C8A.5.3 INTERVENTI VOLTI A RIDURRE L'ECESSIVA DEFORMABILITÀ DEI SOLAI

Il ruolo dei solai nel comportamento sismico delle costruzioni in muratura è quello di trasferire le azioni orizzontali di loro competenza alle pareti disposte nella direzione parallela al sisma; inoltre essi devono costituire un vincolo per le pareti sollecitate da azioni ortogonali al proprio piano.

La necessità di un irrigidimento per ripartire diversamente l'azione sismica tra gli elementi verticali è invece non così frequente.

Per le suddette ragioni risulta talvolta necessario un irrigidimento dei solai, anche limitato, di cui vanno valutati gli effetti; a questo si associa inevitabilmente un aumento della resistenza degli elementi, che migliora la robustezza della struttura.

L'irrigidimento dei solai, anche limitato, per ripartire diversamente l'azione sismica tra gli elementi verticali comporta in genere un aumento della resistenza, che migliora la robustezza della struttura.

Nel caso dei **solai lignei** può essere conseguito **operando all'estradosso sul tavolato**.

Una possibilità è fissare un secondo tavolato su quello esistente, disposto con andamento ortogonale o inclinato, ponendo particolare attenzione ai collegamenti con i muri laterali; in alternativa, o in aggiunta, si possono usare rinforzi con bandelle metalliche, o di materiali compositi, fissate al tavolato con andamento incrociato.

Un analogo beneficio può essere conseguito attraverso controventature realizzate con tiranti metallici.

Il consolidamento delle travi lignee potrà avvenire aumentando la sezione portante in zona compressa, mediante l'aggiunta di elementi opportunamente connessi.

Nei casi in cui risulti necessario un consolidamento statico del solaio per le azioni flessionali, è possibile, con le tecniche legno-legno, conseguire contemporaneamente l'irrigidimento nel piano e fuori dal piano, posando sul tavolato esistente, longitudinalmente rispetto alle travi dell'orditura, dei nuovi tavoloni continui, resi collaboranti alle travi mediante perni anche di legno, irrigiditi nel piano del solaio con l'applicazione di un secondo tavolato di finitura.

La tecnica di **rinforzo con soletta collaborante, in calcestruzzo** eventualmente leggero, realizza anche un forte irrigidimento nel piano del solaio; gli effetti di tale intervento vanno valutati sia in relazione alla ripartizione delle azioni tra gli elementi verticali sia all'aumento delle masse.

Nel caso in cui gli elementi lignei non siano adeguatamente collegati alle murature, è necessario collegare la soletta alle pareti, tramite elementi puntuali analoghi a quelli già indicati, o ai cordoli, se presenti e realizzati come successivamente descritto.

Nel caso di solai a travi in legno e pannello di cotto, che presentano limitata resistenza nel piano, possono essere adottati interventi di irrigidimento all'estradosso con caldane armate in calcestruzzo alleggerito, opportunamente collegate alle murature perimetrali ed alle travi in legno.

Nel caso di solai a putrelle e voltine o tavelloni è opportuno provvedere all'irrigidimento mediante soletta armata resa solidale ai profilati e collegata alle murature perimetrali.

Nel caso di solai a struttura metallica, con interposti elementi in laterizio, è necessario collegare tra loro i profili saldando bandelle metalliche trasversali, poste all'intradosso o all'estradosso.

Inoltre, in presenza di luci significative, gli elementi di bordo devono essere collegati in mezzera alla muratura (lo stesso problema si pone anche per i solai lignei a semplice orditura).

D.P.C.M. 12.10.2007 (Direttiva Beni Monumentali):

6 CRITERI PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO E TECNICHE DI INTERVENTO

6.3 Operazioni tecniche di intervento

6.3.4 Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai ed al loro consolidamento

I solai devono essere efficacemente collegati alle pareti murarie, attraverso un appoggio sufficientemente ampio e, talvolta, elementi di connessione che ne impediscano lo sfilamento.

Il ruolo dei solai nel comportamento sismico delle costruzioni in muratura è quello di trasferire le azioni orizzontali di loro competenza alle pareti disposte nella direzione parallela al sisma; inoltre essi possono costituire un ulteriore vincolo per le pareti sollecitate da azioni ortogonali al proprio piano, oltre all'ammorsamento con le pareti ortogonali ed ai sistemi di collegamento puntuale.

Per le suddette ragioni risulta utile un limitato irrigidimento dei solai, di cui vanno valutati gli effetti, a cui si associa inevitabilmente un aumento della resistenza degli elementi.

Solo in casi particolari risulta invece necessario un irrigidimento significativo dei solai nel proprio piano, con l'obiettivo di ripartire l'azione sismica tra le diverse pareti; nella maggior parte dei casi questa ripartizione porta a concentrare le forze sugli elementi più rigidi, anticipandone la rottura, e sugli elementi perimetrali, nel caso d'irregolarità planimetriche con accentuazione degli effetti torsionali.

Compatibilmente con il rispetto delle precedenti finalità, è opportuno che i solai con struttura in legno siano il più possibile conservati, anche in considerazione del loro ridotto peso proprio.

Un **limitato irrigidimento dei solai, nel caso dei solai lignei**, può essere conseguito **operando all'estradosso sul tavolato**.

Una possibilità è fissare un secondo tavolato su quello esistente, disposto con andamento ortogonale o inclinato, ponendo particolare attenzione ai collegamenti con i muri laterali; in alternativa, o in aggiunta, si possono usare rinforzi con bandelle metalliche, o di materiali compositi, fissate al tavolato con andamento incrociato.

Un analogo beneficio può essere conseguito attraverso un controventamento realizzato con tiranti metallici.

Nel caso di solai a semplice orditura, dovrà essere curato il collegamento con le pareti parallele alle travi, realizzandolo, ad esempio, con bandelle fissate al tavolato ed ancorate nella muratura.

Nei casi in cui risulti necessario un consolidamento statico del solaio per le azioni flessionali, è possibile, con le tecniche legno-legno, limitare la deformabilità flessionale ed aumentare la resistenza con un secondo tavolato, utilizzando, ortogonalmente rispetto al tavolato esistente, dei nuovi tavoloni continui, resi collaboranti alle travi mediante perni anche di legno.

Anche mediante la tecnica di **rinforzo con soletta collaborante in calcestruzzo**, eventualmente alleggerito, si può realizzare un irrigidimento nel piano del solaio e flessionale; gli effetti di tale intervento vanno valutati in relazione alle specifiche esigenze di conservazione.

Nel caso in cui gli elementi lignei non siano adeguatamente collegati alle murature, può risultare necessario collegare la soletta alle pareti, tramite elementi puntuali analoghi a quelli già indicati.

Nel caso di solai a travi in legno e pannelle di cotto, se viene dimostrata l'insufficiente resistenza nel piano, possono essere adottati interventi di irrigidimento all'estradosso con sottili caldane armate in calcestruzzo alleggerito, opportunamente collegate alle murature perimetrali ed alle travi in legno.

Nel caso di solai a struttura metallica con interposti elementi in laterizio (putrelle e voltine o tavelloni), può essere necessario collegare tra loro i profili saldando bandelle metalliche trasversali, poste all'intradosso o all'estradosso. Inoltre, in presenza di solai di luce significativa, per meglio vincolare la parete muraria, è opportuno collegarla in mezzera ai profili di bordo.