

Guida al **Sistema** Applicativo **RAP**

Il Gruppo Centro Nord: pioniere nello sviluppo e nell'applicazione del solaio alveolare

Sia in Italia che in ambito internazionale, la lastra alveolare va sempre più affermandosi quale componente strategico per l'industrializzazione dell'edilizia. Di fatto è oggi l'elemento prefabbricato maggiormente conosciuto, prodotto ed utilizzato in tutto il mondo per la realizzazione di solai. La tecnologia di produzione della lastra alveolare ha oggi raggiunto il massimo livello di sviluppo e automazione nell'industria della prefabbricazione. Il Gruppo

Centro Nord, all'avanguardia da oltre 30 anni in Italia e nel mondo nella produzione di lastre alveolari con spessori fino a 80-100 cm, ha sviluppato una peculiare tecnologia produttiva con vibrofinitrice. Approfondite sperimentazioni eseguite a cura di laboratori universitari hanno avvalorato le intuizioni tecnico/produttive e applicative del Gruppo Centro Nord, conferendo così un riconoscimento scientifico al ruolo guida svolto dall'azienda nel settore.

Impieghi

Solaio portante

Nell'edilizia commerciale, industriale e residenziale, i solai alveolari hanno acquisito una larghissima diffusione in continua crescita per le loro caratteristiche di particolare interesse sia tecnico che economico. Con spessori contenuti, coprono luci notevoli e possono sopportare fortissimi sovraccarichi; il loro profilo laterale è particolarmente studiato per la trasmissione trasversale dei carichi concentrati da una lastra e quelle adiacenti. Grazie alle alte prestazioni fornite dal calcestruzzo a bassissimo rapporto acqua/cemento, una volta in opera, i solai presentano rigidzze notevoli che permettono di ottenere deformazioni molto ridotte, riscontrabili anche con lastre di spessore contenuto e in semplice appoggio. I solai alveolari possono essere utilizzati con le più diverse strutture portanti: muri in blocchi di laterizio, calcestruzzo, travi in acciaio, travi gettate in opera in spessore di solaio, travi prefabbricate, ecc. È possibile collegare i solai in continuità con armature per momenti negativi, creando così condizioni statiche ottimali anche per zone sismiche. Essendo autoportanti, le lastre alveolari si montano senza bisogno di banchinaggi rompitratta e richiedono minimi getti in opera nelle giunzioni

longitudinali e per l'ammarraggio delle armature di collegamento. L'intradosso si presenta liscio da cassero in acciaio, pertanto non occorre alcuna opera di finitura per la maggior parte degli impieghi. Nell'edilizia abitativa basta una semplice rasatura, con conseguente riduzione dei costi. Nell'edilizia per le infrastrutture, la protezione ambientale e la viabilità, le lastre alveolari RAP, hanno trovato grande impiego per la formazione di impalcati paramassi, paravalanghe e di impalcati carrabili con sovraccarichi anche di tipo stradale.



Parete portante, di tamponamento o anche tagliafuoco

Nell'edilizia residenziale, commerciale o industriale, la lastra alveolare trova impiego anche come parete portante o di tamponamento. La lastra alveolare RAP possiede inoltre specifiche carat-

teristiche di resistenza al fuoco certificata per cui viene utilizzata con notevole convenienza economica anche come parete tagliafuoco per compartimentare magazzini o edifici industriali a rischio.

I vantaggi dei solai alveolari RAP

La lastra alveolare "RAP" prodotta negli stabilimenti del Gruppo Centro Nord, grazie anche alla sua sezione ed alla tecnologia di produzione può essere considerata un componente fondamentale nell'edilizia tradizionale e industrializzata per le seguenti peculiarità:



- **Grande economicità** a confronto di qualsiasi altro tipo di solaio (oparete), avente le stesse prestazioni statiche che si evidenzia maggiormente in presenza di luci, sovraccarichi o altezze di interpiano elevati;
- **Velocità e semplicità** nella posa in opera (3÷4 operai possono montare 500÷600 mq. di solaio al giorno);
- **Assoluta autoportanza** per tutte le luci e sovraccarichi, per cui non possono essere richiesti puntelli o rompitratta durante la posa. È possibile caricare il solaio subito dopo il montaggio anche senza l'integrazione con getti strutturali di completamento;
- **Massima flessibilità e facilità di inserimento** sia nell'edilizia tradizionale che prefabbricata e anche in zone sismiche;
- **Minimi spessori per grandi sovraccarichi** e quindi pesi di solaio molto contenuti (vuoto/pieno maggiore di 0,50);
- **Notevole rigidità** del solaio che permette di ottenere deformazioni contenute anche con forti snellezze non permesse dalle Normative in nessun altro tipo di solaio, grazie all'elevata qualità del CIs. utilizzato in produzione ed alla capacità di ripartizione trasversale dei carichi anche senza necessità di soletta collaborante;
- **Massima durabilità e resistenza** alla carbonatazione assicurata nel tempo grazie alla tecnologia di produzione con vibrofinitrice a bassissimo rapporto acqua/cemento. Infatti la vibrazione continua ed omogenea garantisce una notevole compattezza del calcestruzzo e quindi impermeabilità ed elevate resistenze meccaniche;
- **Grande capacità produttiva** sempre a qualità costante e controllata che può far fronte a qualsiasi commessa con tempestività e puntualità nelle consegne;
- **Ottima finitura dell'intradosso** tanto da richiedere nella maggior parte dei casi la sola verniciatura (senza rasatura o intonaco).



Esempio di finitura dell'intradosso dopo la semplice tinteggiatura.

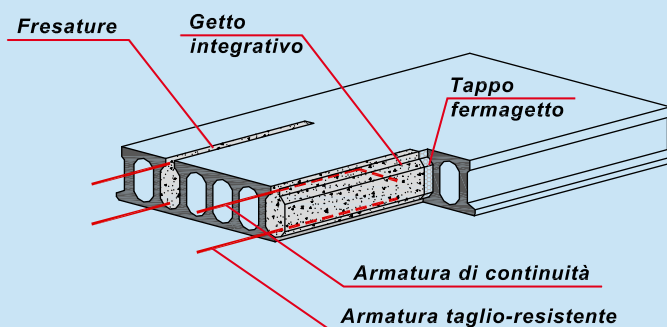
Caratteristiche morfologiche

Fresature

Le fresature alle testate degli elementi alveolari vengono praticate sulla superficie superiore quando gli spezzoni di acciaio lento alloggiabili nelle unioni longitudinali risultano non sufficienti per le esigenze statiche del solaio.

Il numero e la lunghezza possono variare in relazione alle risultanze di calcolo.

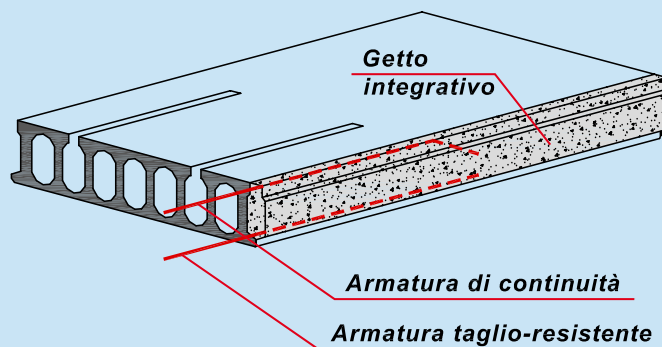
Per un'adeguata saturazione dell'alveolo con calcestruzzo integrativo, la fresatura deve essere chiusa all'estremità da un tappo fermagetto.



Sagomatura del giunto "a nocciolo"

Il profilo laterale delle lastre alveolari RAP è appositamente studiato per creare unioni longitudinali aperte verso l'alto che permettono la sigillatura con ridotti volumi di calcestruzzo e assicurano una efficiente distribuzione dei carichi.

Il giunto è di dimensioni adeguate per l'inserimento e l'ancoraggio delle armature lente di collegamento.



Lastre alveolari con fresature alle testate.

La continuità nei solai alveolari RAP

La continuità strutturale coinvolge la maggior parte delle applicazioni di solai alveolari con travi gettate in opera e viene anche applicata in presenza di travi prefabbricate quando esse devono essere completate da getti in opera.

Le metodologie di applicazione e le prescrizioni connesse derivano sia dai risultati sperimentali ottenuti da apposite ricerche condotte presso il Politecnico di Torino, sia dai collaudi statici eseguiti sulle numerose strutture così realizzate da oltre 25 anni. Per maggiori dettagli sulle verifiche e sulle prescrizioni si rimanda alla guida FIB "Special design considerations for hollow core floors" Bulletin 6, dove la metodologia di applicazione è ampiamente trattata.

La continuità diviene "indispensabile" quando:

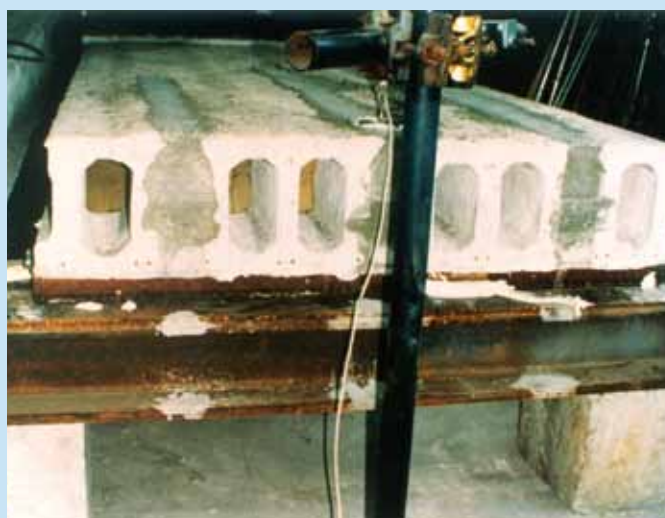
- il solaio alveolare viene inserito in luce netta in una struttura completamente gettata in opera sia essa costituita da pilastri e travi o da pareti portanti; In questi casi i solai vengono "appesi" alla struttura portante senza la presenza di un appoggio e perciò risulta strutturalmente indispensabile il vincolo di continuità;
- la finitura del pavimento è tale da non ammettere fessurazioni nelle vicinanze dell'appoggio e quando le deformazioni sotto i carichi accidentali ed i carichi di lunga durata devono essere ridotte al minimo.



Armatura di continuità tra campate adiacenti.

La continuità viene "raccomandata" quando:

- si vogliono ridurre gli spessori dei solai e limitare le deformazioni.
- è importante ottenere un complesso strutturale monolitico. Come nel caso di edifici antisismici o garages sotterranei con forti azioni orizzontali indotte dalle paratie;
- l'ala compressa della trave deve coinvolgere strutturalmente la porzione di solaio alveolare ad essa adiacente; Questa porzione di solaio collabora strutturalmente come parte integrante della trave stessa e ciò permette di ottenere una trave portante con maggiore rigidezza a parità di altezza utile.



Prove sperimentali condotte dal Prof. Franco Levi presso il Politecnico di Torino sul solaio alveolare dal 1983 al 1986.

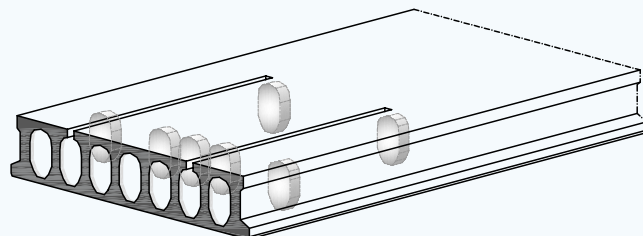
Conessioni e vincoli strutturali

Il nodo trave-solaio alveolare RAP

È importante considerare che la testata di qualsiasi lastra alveolare, riempita fino alla profondità desiderata con calcestruzzo gettato in opera, adeguatamente vibrato ed avente la desiderata resistenza caratteristica, funziona egregiamente come ala strutturalmente collaborante con la trave portante alla quale essa viene collegata mediante appropriata armatura.

Il momento d'inerzia della trave portante risulta fortemente incrementato dalle ali di solaio collaboranti calcolate per semplicità come sezione rettangolare piena costituita da calcestruzzo avente la stessa classe di resistenza del calcestruzzo gettato in opera. Nella prima figura il semplice arretramento dei tappi fermagetto, normalmente per una profondità pari allo spessore della lastra, consente di ottenere un'ala compressa moderatamente più allargata.

Per avere un più consistente incremento della parte piena che può fungere da sezione compressa, è necessario procedere con una serie di fresature come nella figura adiacente, dove la superficie superiore della lastra è stata predisposta in modo da garantire un sicuro intasamento di tutti gli alveoli con i getti in opera.



Arretramento dei tappi fermagetto.



Testata predisposta per il getto di un'ala collaborante estesa.



Lastre alveolari posate in opera con fresature e testate predisposte per l'alloggiamento delle armature di collegamento in luce netta.

Il solaio alveolare RAP con le travi gettate in opera

Il solaio alveolare viene posato in opera prima delle travi e appoggiato provvisoriamente sui banchinaggi costituenti cassero delle travi stesse. La presenza o l'assenza di una minima profondità di appoggio sulla trave individua due tipologie di nodo tra solaio e trave:

1) Solaio in luce netta senza appoggio sulla trave

In questo caso il solaio deve essere sempre progettato con il vincolo di continuità con una armatura in opera di collegamento disposta al lembo inferiore e superiore adeguatamente distribuita in direzione trasversale e alloggiata in apposite fresature. Tutti gli alveoli devono essere interessati dal getto in opera per una profondità pari almeno allo spessore del solaio.

Le armature di collegamento vanno opportunamente distribuite ogni 40 cm al massimo, in corrispondenza del lembo superiore e inferiore del solaio, inserite nel giunto e nelle fresature appositamente predisposte.

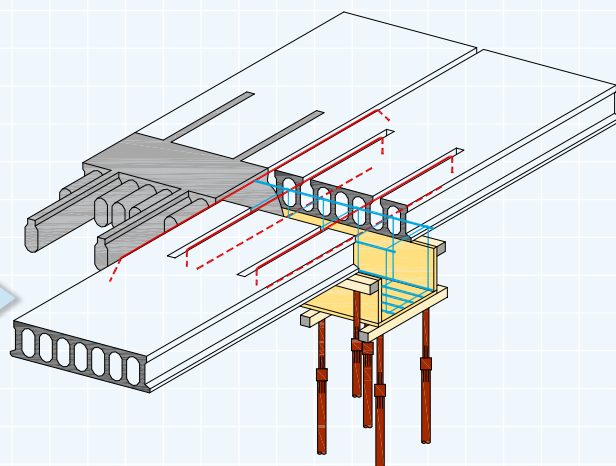
2) Trave a piattabanda avente spessore pari al solaio alveolare

Un caso particolare della prima tipologia è rappresentato dalla trave in spessore di solaio che si riscontra nella pratica costruttiva molto frequentemente, specialmente in presenza di sovraccarichi tipici dell'edilizia residenziale o per il terziario e anche delle autorimesse pluripiano. Anche per questo tipo di trave la larghezza del calcestruzzo compresso da conteggiarsi nel calcolo comprende le testate delle lastre alveolari fino a profondità delimitata dai tappi preinseriti negli alveoli.

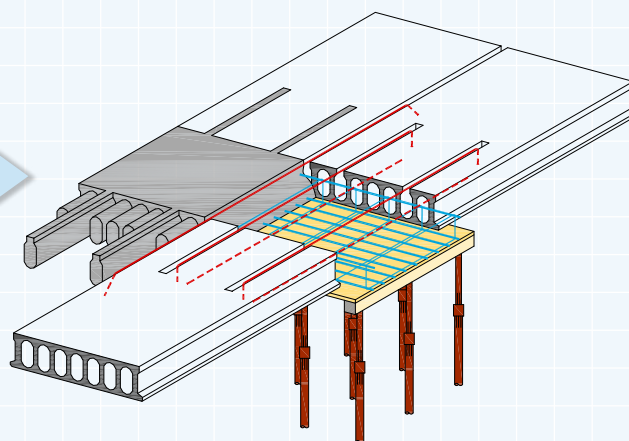
In questo, come nel caso precedente, particolare attenzione va posta nelle verifiche tensionali sulle sezioni di estremità delle lastre.

3) Solaio con appoggio sulla trave

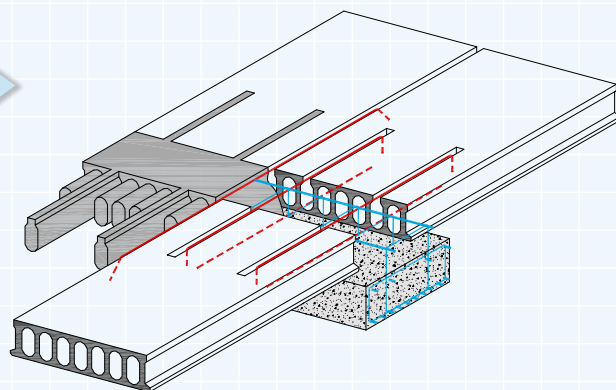
La seconda tipologia è usuale quando non vi sono particolari vincoli architettonici in presenza di azioni taglianti rilevanti oppure quando la larghezza della trave lo consente. Si ricorre allora ad una sezione di trave con base allargata che permette al solaio di trovare adeguato appoggio nel corpo della trave (normalmente 10÷15 cm).



Il nodo trave in opera fuori spessore-solaio in luce netta.



Conformazione del getto in opera della trave in spessore di solaio.



Solaio con appoggio sulla trave.

Il solaio alveolare RAP con le travi prefabbricate

Le travi prefabbricate in c.a. o c.a.p. sono generalmente autoportanti e il solaio può essere appoggiato anche in maniera definitiva. La forma e il punto di appoggio del solaio suddividono questo tipo di travi in due principali tipologie:

1) Travi prefabbricate a "T" rovescio e ad "L"

Nelle travi di questo tipo il solaio, collocato sull'ala inferiore del manufatto, viene considerato quasi sempre in appoggio semplice per la presenza dell'anima verticale della trave che non agevola il getto in opera del nodo trave-solaio.

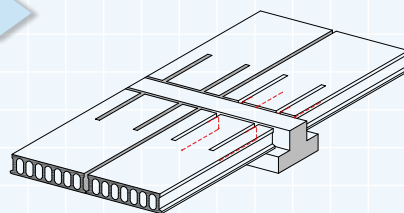
La libertà di rotazione delle lastre alveolari alle estremità deve essere opportunamente valutata per la realizzazione delle pavimentazioni. Quando tali rotazioni non sono compatibili con le ipotesi di progetto, o per altre particolari esigenze il getto dell'anima della trave può essere ridotto di alcuni centimetri per permettere il passaggio di armatura di collegamento tra le campate adiacenti, e limitare quindi le deformazioni dei solai.

2) Travi prefabbricate a "I"

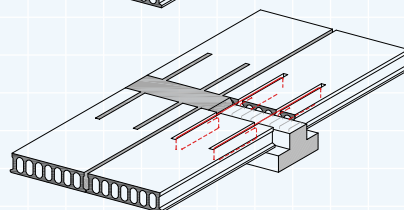
Il posizionamento degli elementi alveolari sulla parte superiore della trave consente, dopo la posa in opera, di aggiungere armature lente anche continue per assicurare il tipo di vincolo prescelto. Si rivela particolarmente utile in questo caso una eventuale ala collaborante con la trave costituita dal getto in opera allargato alle testate del solaio, predisposte con appositi alloggiamenti per il pieno completamento con i getti in opera.



Lastra alveolare appoggiata su trave prefabbricata.



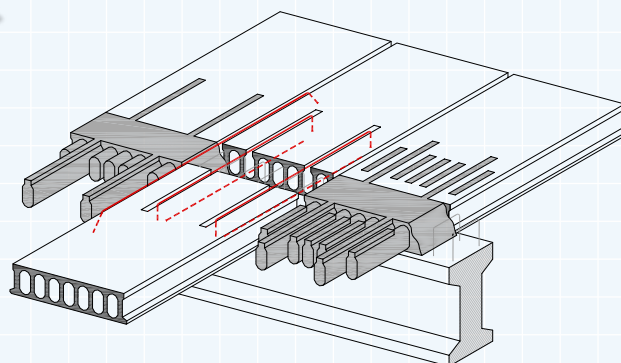
Lastra alveolare appoggiata su trave prefabbricata.



Lastra alveolare appoggiata su trave prefabbricata con anima ridotta.



Lastra alveolare appoggiata su trave prefabbricata con anima ridotta.



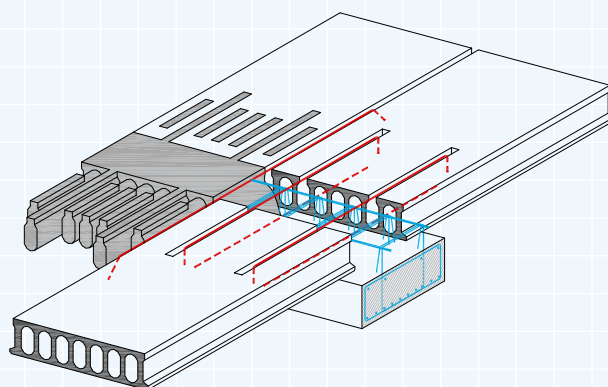
Travi prefabbricate a "I" con solaio alveolare in continuità.

Il solaio alveolare RAP con travi semiprefabbricate in c.a.

È una soluzione che ha trovato una larga diffusione per la capacità di raggruppare alcuni dei vantaggi propri delle travi gettate in opera e delle travi prefabbricate. Alla facilità e rapidità di posa in opera tipiche delle travi prefabbricate, si uniscono le caratteristiche di monoliticità dell'insieme strutturale ottenibile invece con le travi gettate in opera.

Le travi semiprefabbricate possiedono una suola progettata, che può essere anche precompressa, che costituisce piano di appoggio per le lastre di solaio. Sono munite di staffe sporgenti verso l'alto per garantire una sicura collaborazione con i getti integrativi in opera.

Di solito vanno puntellate provvisoriamente per reggere il peso del solaio e dei getti di completamento che, penetrando nelle testate del solaio alveolare costituiscono l'eventuale ala collaborante con la trave. A volte, per facilitare le operazioni di posa in opera, le travi sono autoportanti per il peso proprio dell'impalcato, e consentono quindi notevoli risparmi nei costi della puntellazione, risolvendo allo stesso tempo i problemi nei casi di interpiani elevati. Negli edifici multipiano con portate dei solai inferiori al peso proprio degli impalcati superiori da sostenere, l'utilizzo di travi autoportanti evita la necessità di ricorrere ad onerose puntellazioni su più piani contemporaneamente.



Il nodo trave semiprefabbricata - solaio.



Particolari di alcune possibili conformazioni alle testate delle travi.



Appoggio di lastre alveolari su travi semiprefabbricate autoportanti.

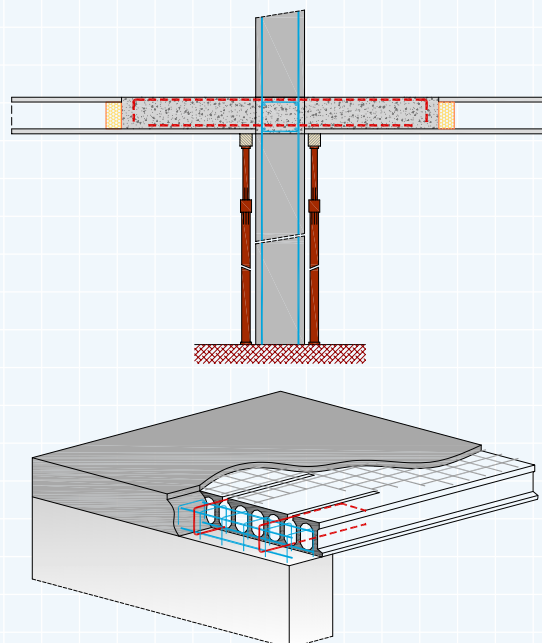
Il solaio alveolare RAP con pareti portanti in c.a.

È questa una soluzione tipica nelle coperture di vasche o di magazzini interrati, oppure per piccoli canali o cunicoli.

La possibilità in questi casi di notevoli sovraccarichi gravanti sul solaio può rendere necessario un vincolo di incastro tra le lastre e le pareti portanti. Tale vincolo si può ottenere mediante armatura metallica diffusa, sporgente dalla parete e adeguatamente collegata all'armatura da inserire negli elementi alveolari.

Nei setti portanti pluripiano, risulta spesso difficile garantire una superficie di appoggio minima ai solai. L'appoggio della lastra sul setto, se profondo, può interrompere l'armatura corrente verticale, oppure, per non interromperla, risultare troppo esiguo durante la posa in opera.

Risulta necessario allora collegare il solaio alveolare a filo setto, con vincolo di incastro perfetto, con modalità analoghe alle travi gettate in opera.

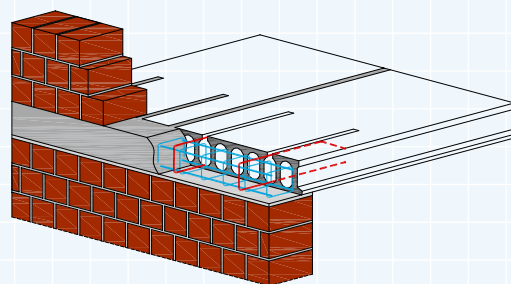


Nodo muro portante-solaio nel caso di appoggio.



Il solaio alveolare RAP con pareti in muratura

La superficie di posa deve essere adeguatamente predisposta con una rasatura in malta per carichi di limitata entità oppure con cordoli di ripartizione nel caso di luci o sovraccarichi di una certa importanza. Il solaio va completato con un cordolo perimetrale armato e collegato alle lastre alveolari con le armature previste nel progetto.



Nodo parete in muratura-solaio.



Il solaio alveolare RAP con travi in acciaio

Quasi sempre il solaio alveolare viene impostato sull'ala superiore delle travi, sulle quali vengono saldati i connettori a chiodo che permettono di tenere conto della collaborazione strutturale fra travi in acciaio e calcestruzzo gettato in opera. Analogamente ai casi di abbinamento con le travi in c.a. o c.a.p., anche in questa situazione il profilo metallico può ottenere notevole beneficio statico da una opportuna predisposizione delle testate delle lastre per incrementare la parte piena della sezione, adottando gli accorgimenti descritti in precedenza. Talvolta, quando non sia accettabile la sottosporgenza del profilo metallico, il solaio alveolare viene impostato sull'ala inferiore. Particolare attenzione va posta in questi casi alle modalità di posa in opera, verificando la effettiva compatibilità tra lastra alveolare e spazio interno della trave, al netto delle rispettive tolleranze e considerando la movimentazione del solaio.

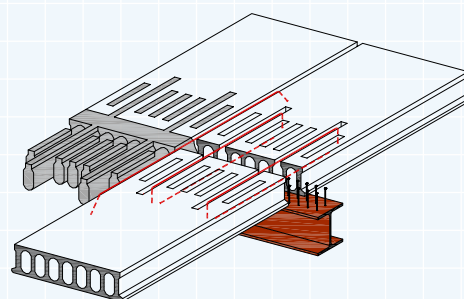
Il solaio alveolare RAP con travi reticolari in acciaio

Sono costituite da una suola in lamiera munita di tralicciatura superiore.

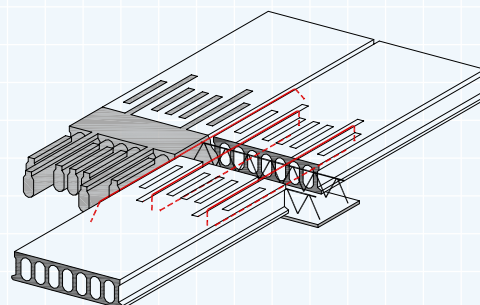
Il solaio alveolare poggia sulla suola in lamiera ed il getto in opera di completamento viene ad interessare l'intero spessore del solaio penetrando anche all'interno degli alveoli fino alla profondità desiderata.

Sporgenze con l'alveolare RAP

La realizzazione secondo la figura "a" viene normalmente applicata in presenza di aggetti dell'ordine di m 1,20 ÷ 1,50 con sovraccarichi poco gravosi tipo gronde per coperture. La realizzazione secondo la figura "b" è la più applicata con aggetti superiori, fino a 2,50 ÷ 3,00 m. Si prescrive normalmente un banchinaggio provvisorio di allineamento e sostegno getti fino a maturazione avvenuta degli stessi. Inoltre questo schema offre garanzia di ottime prestazioni statiche in presenza di aggetti sempre dell'ordine di m 1,20 ÷ 1,50 e medi sovraccarichi.



Nodo muro portante-solaio nel caso di appoggio.



Nodo parete in muratura-solaio.

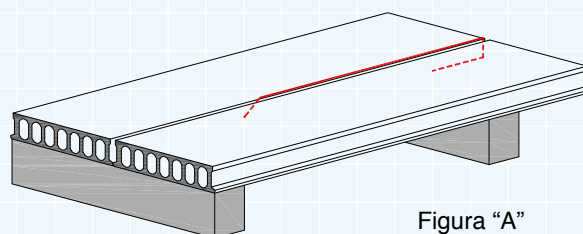


Figura "A"

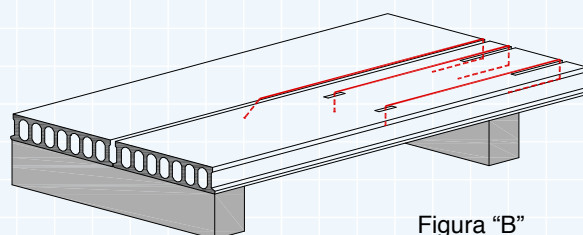


Figura "B"

Particolarità costruttive

Gli intagli nei solai alveolari

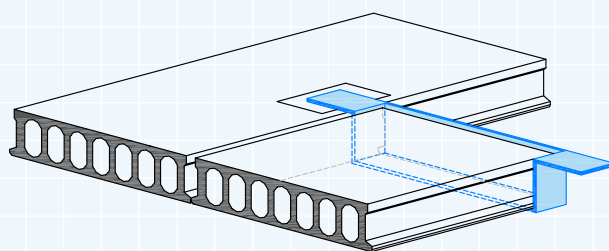
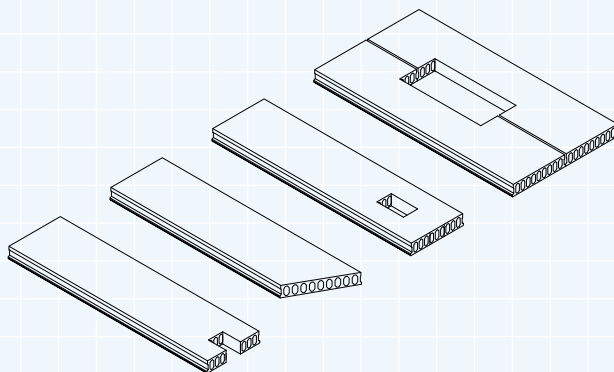
Gli intagli alle testate di piccole dimensioni non creano particolari problemi al manufatto purché siano larghi non più di 40÷50 cm e lunghi altrettanto, così come le aperture nel corpo della lastra se interessano i trefoli di una o più nervature. Naturalmente occorre sempre verificare la portanza residua della lastra intagliata o la possibilità di rinforzare le armature di precompressione. Si raccomanda inoltre di avere una lastra intera senza intagli in adiacenza all'elemento risegato. In ogni caso si raccomanda ai progettisti di consultare il produttore prima di prescrivere intagli staticamente rilevanti.

I grandi fori nei solai alveolari RAP

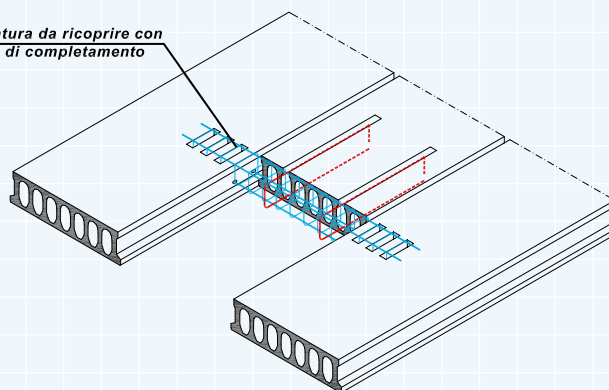
I grandi fori nei solai possono avere dimensioni tali da impegnare la larghezza di una lastra intera o anche più lastre alveolari accostate per permettere l'inserimento di lucernari, di grandi impianti verticali oppure scale o di passaggi interni fra piani sovrapposti. Una soluzione costruttiva consiste in una travetta in acciaio, spesso zincata, verificata per trasferire sulle lastre alveolari adiacenti il peso proprio della lastra o delle lastre più corte ed i sovraccarichi di loro competenza. Una seconda soluzione è più elaborata ma staticamente più valida permette di sostenere anche più lastre accostate in presenza di fori molto larghi. Essa consiste essenzialmente nel creare una travetta in c.a. ad armatura lenta immediatamente affacciata alla testata delle lastre alveolari prospicienti il foro. In questo caso i solai collegati devono essere banchinati. Ovviamente tali forometrie comportano una maggiorazione dell'armatura di progetto delle lastre alveolari e quindi occorre un attento dimensionamento preliminare del solaio, che talvolta può richiedere una maggiorazione dello spessore e la necessità di una soletta collaborante.

Fori di scarico per l'acqua

Nel caso di esposizione alle acque meteoriche della superficie superiore delle lastre, si consiglia di forare la superficie inferiore dei manufatti in corrispondenza degli alveoli, al fine di far fuoriuscire eventuali acque filtrate all'interno.

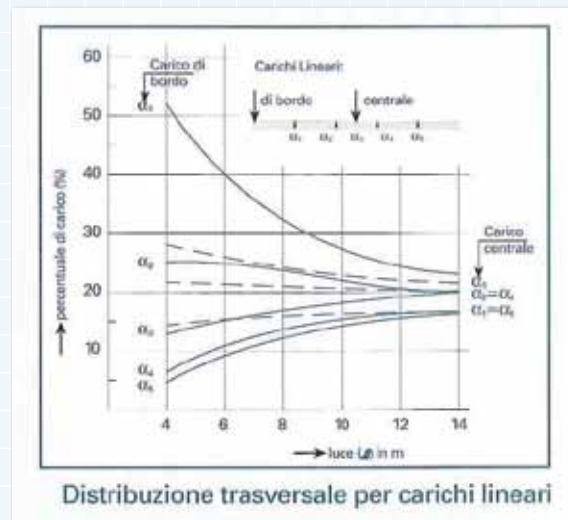


Armatura da ricoprire con getto di completamento

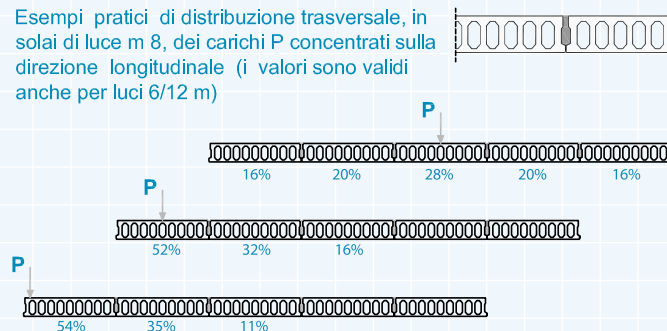


La distribuzione trasversale dei carichi

Il collegamento trasversale tra le lastre alveolari RAP è stato concepito per ottenere la massima monoliticità del solaio. Il particolare tipo di giunzione, denominata, "unione a nocciolo" funziona come una cerniera cilindrica capace di trasmettere sforzi taglianti verticali ma non azioni flettenti, ed è stata verificata sperimentalmente fin dagli anni '70 presso il politecnico di Milano. Quando il solaio ha un incatenamento perimetrale adeguato, si può applicare la ripartizione trasversale dei carichi secondo i diagrammi riportati a fianco. Per un calcolo più approfondito si rimanda alle prescrizioni e ai diagrammi riportati dalla normativa CNR 10025/98, dove i carichi concentrati nei solai alveolari e la loro ripartizione sono ampiamente trattati.



Esempi pratici di distribuzione trasversale, in solai di luce m 8, dei carichi P concentrati sulla direzione longitudinale (i valori sono validi anche per luci 6/12 m)



Il completamento del solaio

Il normale completamento in opera dei solai realizzati con lastre alveolari RAP avviene con la sigillatura dei giunti longitudinali e delle eventuali fessure impiegando calcestruzzo di Rck > 30 MPa; avente granulometria degli aggregati max 8-10 mm e classe di consistenza S4 secondo la Norma UNI EN 206. In base alla Normativa Italiana attualmente in vigore, agli appoggi dei solai deve essere sempre prevista un'armatura inferiore incorporata o aggiuntiva, convenientemente ancorata, dimensionata per assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio. Nel caso di lastre in cui sia prevista la continuità strutturale tra solai di campate adiacenti o tra solai ed elementi portanti perimetrali, l'armatura integrativa inferiore e superiore sarà dimensionata in base alle effettive esigenze statiche e alle sollecitazioni derivanti dalle appropriate calcolazioni. Per le armature di collegamento previste in progetto è prescritto acciaio ad aderenza migliorata tipo B 450 C. Il solaio alveolare generalmente non necessita di cappa superiore. La soletta collaborante, armata con rete elettrosaldata, viene prescritta invece quando sono richiesti:

- carichi mobili generati da mezzi in transito sul solaio; in questi casi spesso la cappa viene lisciata ed additivata per ottenere il pavimento finito;
- carichi concentrati;
- solai con Resistenza al fuoco pari a 180';

- solai da realizzare in zona sismica;
- solai con grosse forometrie.

È opportuno in questi casi prevedere per il calcestruzzo di completamento in opera una classe di resistenza Rck > 30 MPa. La collaborazione tra soletta gettata in opera e lastra alveolare prefabbricata è stata ampiamente studiata teoricamente e collaudata sperimentalmente anche in condizioni di forti carichi dinamici. All'occorrenza possono essere inserite nei giunti longitudinali staffe di collegamento per presidiare la collaborazione nel caso di sforzi di scorrimento rilevanti.



I manufatti forniti hanno finitura all'intradosso liscia da cassero in acciaio con profili a spigolo vivo (testate e pezzi speciali hanno profili irregolari). La loro utilizzazione a faccia a vista è ad esclusivo giudizio o beneficio del committente. Possono essere rivestiti in

La posa in opera

Nel caso di completamento con getto in opera dell'appoggio (cordolo o trave) con o senza banchinaggio provvisorio oppure di appoggio su profili in acciaio o superfici similari perfettamente complanari con l'intradosso della lastra, non sono previste particolari prescrizioni o apparecchi di appoggio.

In assenza delle precedenti condizioni si prescrive in corrispondenza dell'appoggio un allettamento in malta oppure una nastro in gomma (durezza 60 shore) largo come minimo 30 mm e spessore adeguato, 5 mm minimo.

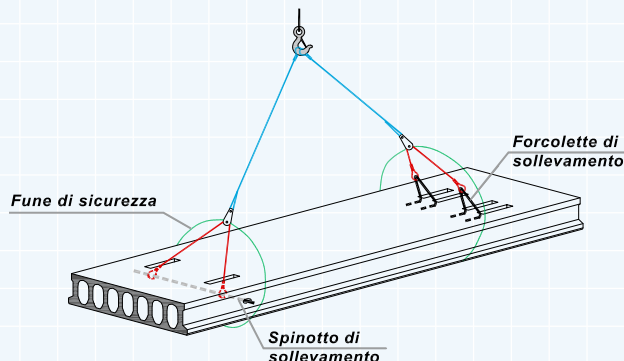
La posa in opera delle lastre alveolari viene effettuata mediante autogrù oppure con gru di cantiere se di portata adeguata.

Qualunque operazione di movimentazione delle lastre può avvenire solo dopo aver presa visione del piano antinfortunistico contenente le istruzioni per la posa consegnato con i documenti di progetto. Tale piano antinfortunistico deve essere presente in cantiere a disposizione degli addetti e degli organi di vigilanza. La facilità di montaggio unitamente all'utilizzo di attrezzature e sistemi certificati da prove di laboratorio come illustrato nelle figure a lato, consentono di semplificare le operazioni di cantiere e di rispettare i requisiti di sicurezza stabiliti dal D. Lgs. 81/08 e successivi.

Eventuali gradini di displanarità riscontrati dopo la posa, superiori alle tolleranze indicate negli elaborati di progetto, possono essere corretti, prima della sigillatura del solaio con calcestruzzo, mediante apposite ganasce fornite in uso gratuito o con dispositivi di contrasto analoghi.

Profondità minime di appoggio:
consigliate su supporti metallici o in calcestruzzo.

RAP H 12÷24	L < 7.00 mt.	5 ÷ 8 cm
	L > 7.00 mt.	8 ÷ 10 cm
RAP H 24÷42÷42R	L < 7.00 mt.	8 ÷ 15 cm
	L > 7.00 mt.	10 ÷ 15 cm
RAP H 50÷60÷70		15 ÷ 20 cm



Sollevamento con forcolette.



Solaio alveolare RAP H=36 cm, sotto carico in laboratorio GCN per verifica del sistema di sollevamento e posa in opera mediante funi spinotti in acciaio.

I sistemi costruttivi Autoportanti per Componenti

Il Gruppo Centro Nord è in grado di proporre edifici pluripiano sia in elevazione che sotterranei, con Sistemi Costruttivi per Componenti costituiti da elementi prefabbricati facilmente trasportabili, di semplice posizionamento in opera.

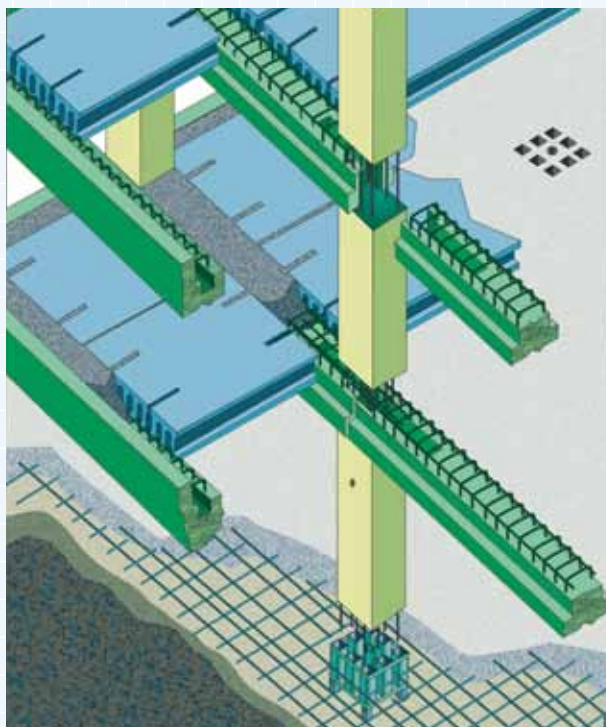
Tutti gli elementi posati a secco vengono solidarizzati con i getti integrativi in cantiere, in modo da creare un sicuro collegamento nel nodo strutturale, analogo per comportamento alle costruzioni interamente gettate in opera.

Gli elementi costruttivi che costituiscono il Sistema sono:

- solai alveolari RAP
- travi semiprefabbricate a suola in c.a.v.
- pilastri prefabbricati sovrapponibili in c.a.v.

Tutti gli elementi presentano una larga flessibilità e adattabilità alle varie esigenze progettuali, in modo da lasciare la massima libertà compositiva nel risolvere i problemi specifici di ogni singola costruzione.

La grande rapidità e facilità di assemblaggio dell'intero sistema consente significativi risultati nella diminuzione dei tempi di cantiere e nel contenimento degli effettivi costi della costruzione.



Indirizzi per la pratica progettuale

Normative di riferimento per il calcolo statico e la produzione

Le lastre alveolari RAP e gli elementi FORAP sono calcolati in rigorosa conformità con le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. n. 30 del 14.01.2008). In particolare vengono rispettate le più specifiche Norme Europee EN 1168:2005+A1:2008 "PRODOTTI PREFABBRICATI DI CALCESTRUZZO – LASTRE ALVEOLARI" e EN 13224:2004+A1:2007 "PRODOTTI PREFABBRICATI DI CALCESTRUZZO – ELEMENTI NERVATI PER SOLAI". Il prodotto rispetta inoltre i precisi riferimenti contrattuali e di accettabilità forniti dal documento FIP "QUALITY AS-

SURANCE OF HOLLOW CORE SLABS FLOORS" ovvero "GARANZIA DI QUALITÀ PER LA LASTRA ALVEOLARE DA SOLAIO". Le unità produttive GCN hanno ricevuto la DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ alle prescrizioni dell'Annex ZA delle Norme Europee citate (MARCATURA CE) per i propri manufatti, come da obblighi di legge.

Destinazione d'uso

Il solaio RAP in c.a.p. con copriferro standard è destinato all'impiego in ambiente con classi di esposizione indicate con X0, XC1 e XC2 secondo la UNI 11104. Classi di esposizione più gravose (ambiente marino,

chimicamente aggressivo, ecc.) possono essere garantite – a richiesta – nel rispetto della Normativa vigente.

Resistenza al fuoco R.E.I. 90-120-180

Ai sensi del D.M. 16/02/07 la resistenza al fuoco **R** dei solai alveolari RAP e delle pareti tagliafuoco RAP viene garantita a richiesta da calcolo analitico eseguito secondo la Norma UNI-VVF n. 9502 e fondato su mappature termica verificata sperimentalmente. La compartimentazione dei fumi **E** viene

assicurata adottando alcune particolarità costruttive, quali il getto di una soletta collaborante adeguata e la sigillatura delle unioni longitudinali in maniera accurata. L'isolamento termico I è garantibile previa verifica delle condizioni necessarie.

Resistenza termica

$$R_c = 0,35 (h+0,25)$$

Dove:

R_c = resistenza termica degli elementi in m²K/W (resistenza di solo contatto)

h = spessore totale degli elementi in m

Isolamento acustico

$$R_{w1} = 30 \log m - 23$$

$$L_{n,w1} = 90 - 0,03 m$$

Dove:

R_{w1} = valore di isolamento acustico in accordo con ISO 717/1 (in dB);

$L_{n,w1}$ = livello sonoro d'urto in accordo con ISO 717/2 (in dB);

m = massa in Kg/m²

Garanzia di qualità certificata

Gli stabilimenti ICN e PCN sono tra i primi produttori italiani di componenti strutturali prefabbricati in calcestruzzo che dal 1992 hanno ottenuto la certificazione del SISTEMA QUALITÀ AZIENDALE da parte di ICMQ Istituto Certificazione e Marchio di Qualità. I relativi Certificati n. 92007 assicurano la piena conformità delle procedure aziendali ai requisiti della Norma UNI-EN ISO 9001.



Voce di capitolato

“Solaio in lastre alveolari precomprese tipo RAP/ scatolari FORAP autoportanti ad estradosso e intradosso piani con finitura dell'intradosso da cassero in acciaio, prodotte in conformità alle prescrizioni dell'Annex ZA delle Norme EN 1168/ EN 13224 (Marcatura CE) in stabilimenti con Sistema Qualità certificato secondo la Norma UNI EN ISO 9001, con calcestruzzo $R_{ck} \geq 55$ MPa. Le lastre alveolari devono possedere armatura pretesa anche superiore ed essere predisposte con adeguati intagli alle testate per ferri e getti di collegamento strutturale e di continuità (ogni 40 cm max) e con spessore totale delle ner-

vature prefabbricate di cm 34÷40 come minimo, in modo da essere verificate anche per l'impiego in luce netta, con travi gettate in opera. Sono previste unioni laterali a doppia gola di larghezza 5 cm minimo atte a ricevere, nelle testate del solai, le armature superiori in acciaio lento resistenti ai momenti negativi e gli spezzoni inferiori taglioresistenti. Tali unioni laterali a doppia gola devono essere riempite in opera con calcestruzzo a granulometria fine di classe con R_{ck} 25÷30 MPa e devono essere atte a trasmettere sforzi taglianti e ripartire trasversalmente i carichi”.

I servizi di Engineering on line

EngineeringOnLine è l'esclusivo servizio di consulenza professionale del Gruppo Centro Nord dedicato ai progettisti desiderosi di esplorare tecnologie di costruzione innovative e collaudate.

EngineeringOnLine vi offre:

- Consulenza on-line. Un filo diretto con un ingegnere del Gruppo Centro Nord. Il progettista potrà esporre le proprie problematiche e valersi gratuitamente e senza impegno di una consulenza dalla quale emergono sempre nuove e inaspettate possibilità progettuali e costruttive.
- Costante aggiornamento tecnico/professionale, grazie alle periodiche pubblicazioni tecniche che illustrano le diverse tipologie costruttive e al manuale “Il solaio alveolare: Progettazione e Impieghi” la prima e più completa monografia in materia.
- Software per il predimensionamento, che il progettista potrà scaricare gratuitamente sul proprio computer.

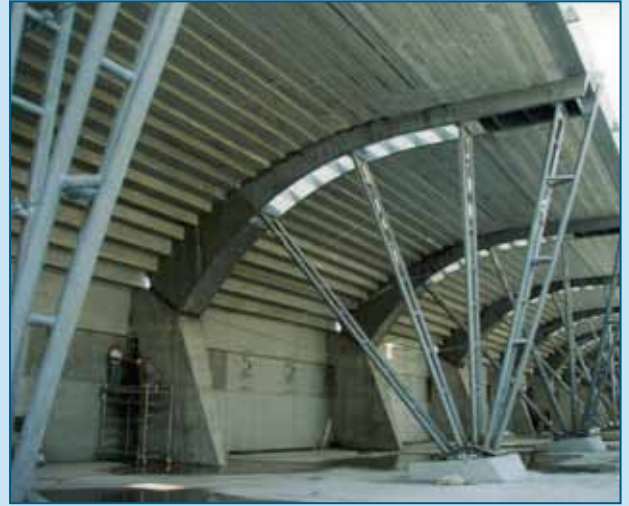
NOVITÀ: progetti esecutivi per le seguenti tipologie di costruzione:

- autorimessa interrata
- edilizia industriale e per terziario
- piccole realizzazioni su misura
- Assistenza costante pre-commessa al fine di risolvere al meglio con il professionista e l'impresa la soluzione progettuale più idonea a soddisfare le problematiche di struttura e di cantiere.
- Disponibilità nell'organizzare in modo preciso tutta la logistica



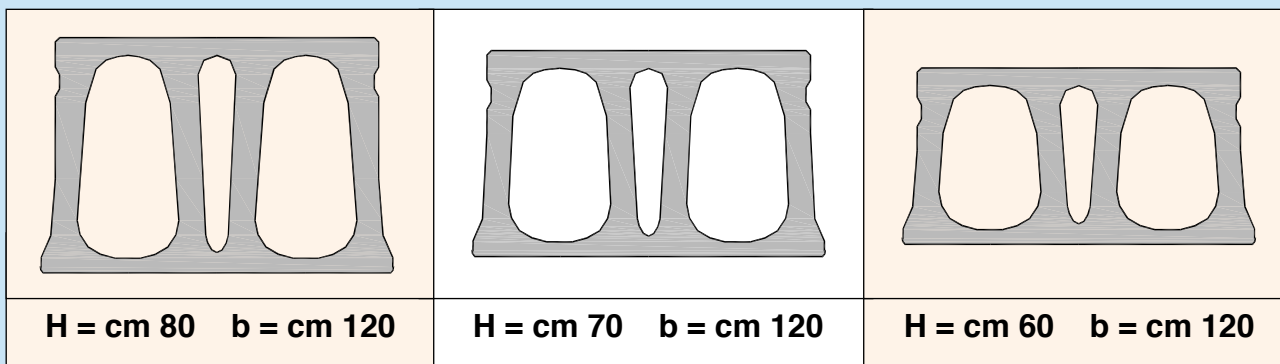
riguardante lo stoccaggio in stive ed il ritiro del materiale F.co stabilimento di produzione nonché la relativa fornitura (ed eventuale montaggio, dove richiesto) nel cantiere di destinazione in maniera consequenziale affinché siano ottimizzati i tempi di approvvigionamento dello stesso e siano eliminati i relativi fermi.

- Affiancamento post-commessa nella verifica della buona riuscita della fornitura e della soddisfazione del cliente (in linea con i nuovi parametri per il controllo del sistema di qualità), con la possibilità di accordare eventuali interventi direzionali in cantiere per la realizzazione di finiture atte a garantire quelle migliorie che ottimizzano la fase di posa in opera delle lastre alveolari RAP.



Il solaio alveolare RAP: una base di partenza per un'infinità di progetti



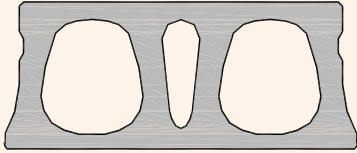
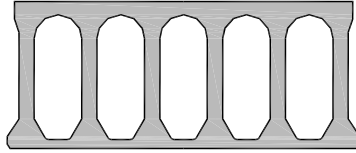
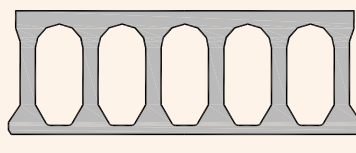


PESO PROPRIO LASTRA		kN/m ²	8,60					7,30					6,4				
PESO GETTI IN OPERA DI SIGILLATURA		dm ³ /m ²	1,30					1,10					1,00				
CLS. IN OPERA SIGILLATURA GIUNTO		dm ³ /m ²	52					46					42				
PESO PROPRIO TOTALE IN OPERA		kN/m ²	9,90					8,40					7,40				
ESEMPI DI ARMATURE *			18-61	18-72	26-85	26-98	26-110	10-44	18-61	18-72	26-85	26-98	10-39	10-52	18-65	18-78	26-92
ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	A _f sup.	Af = mm ²	381,6	381,6	551,2	551,2	551,2	212,0	381,6	381,6	551,2	551,2	212,0	212,0	381,6	381,6	551,2
	A _f inf.		1293,2	1526,4	1802,0	2077,6	2332,0	932,8	1293,2	1526,4	1802,0	2077,6	826,8	1102,4	1378,0	1653,6	1950,4
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE RIFERITE AD UNA STRISCIA LARGA mt. 1,20	Asse neutro	X _s = cm	41,00	40,91	40,87	40,77	40,68	34,83	34,96	35,08	35,15	35,30	29,84	29,98	30,06	30,19	30,26
	Momento d'inerzia	J = cm ⁴	3556378	3570217	3594722	3610949	3625846	2063385	2069259	2080604	2088373	2093762	1381022	1391586	1392156	1402082	1402929
	Modulo di resistenza	W _s = cm ³	91177,7	91334,3	91857,5	92039,5	92205,8	59149	59190	59212	59282	59320	46283	46320	46418	46441	46488
		W _i = cm ³	86751,3	87269,1	87962,9	88574,4	89138,4	58661	59053	59580	59699	60332	45788	46353	46493	47034	47141
TENSIONI A CADUTE ESAURITE (Precompressione)	σ _s	N/mm ²	0,19	-0,23	0,42	-0,05	-0,45	-0,94	-0,72	-1,18	-0,41	-0,85	-0,71	-1,48	-0,96	-1,49	-0,68
	σ _i		8,38	9,74	11,00	12,37	13,53	8,43	11,58	13,14	14,70	16,16	8,23	10,96	13,28	15,13	16,68
Momento max positivo di esercizio	Riferito ad una striscia larga mt. 1,20	kNm	860,76	990,36	1109,16	1227,76	1335,76	596,26	785,90	885,93	980,81	1079,72	456,35	588,18	697,83	793,18	868,18
Taglio max di esercizio con 1 fresatura		kN	250,92	250,92	249,92	249,92	248,92	202,86	203,03	204,07	204,76	205,21	170,28	170,87	171,44	172,39	172,46
TENSIONE VERTICALE IN UNA NERVATURA (SPALLING) per armatura a distanza c dal lembo inferiore	c = mm σ _{sp} = N/mm ²		Esiste la staffatura in tutte le nervature. Lo spalling è ininfluente					Esiste la staffatura in tutte le nervature. Lo spalling è ininfluente					Esiste la staffatura in tutte le nervature. Lo spalling è ininfluente				
LARGHEZZA PEZZI SPECIALI	cm		60 ÷ 80					60 ÷ 80					60 ÷ 80				

* Le armature vengono sempre dimensionate e calcolate per ogni specifico progetto.



SEZIONI

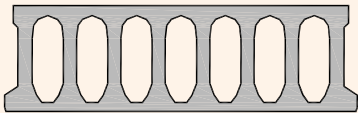
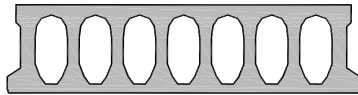
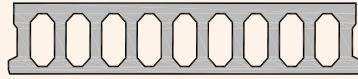
		
H = cm 50 Rinzor. b = cm 120	H = cm 50 b = cm 120	H = cm 42 b = cm 120

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

PESO PROPRIO LASTRA		kN/m ²	5,70					5,60					4,85				
PESO GETTI IN OPERA DI SIGILLATURA		dm ³ /m ²	0,80					0,70					0,70				
CLS. IN OPERA SIGILLATURA GIUNTO		dm ³ /m ²	33					30					30				
PESO PROPRIO TOTALE IN OPERA		kN/m ²	6,50					6,30					5,55				
ESEMPI DI ARMATURE *			10-39	10-52	17-61	20-72	26-85	10-40	12-52	15-61	15-72	15-79	10-39	10-52	15-65	15-72	15-79
ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	A _f sup.	Af = mm ²	212,0	212,0	360,4	424,0	551,2	212,0	254,4	318,0	318,0	318,0	208,0	208,0	260,0	260,0	260,0
	A _f inf.		826,8	1102,4	1293,2	1526,4	1802,0	848,0	1102,4	1293,2	1526,4	1674,8	834,0	1112,0	1251,0	1529,0	1668,0
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE RIFERITE AD UNA STRISCIA LARGA mt. 1,20	Asse neutro	X _s = cm	24,90	25,02	25,06	25,11	25,23	24,86	24,96	25,01	25,09	25,15	22,22	22,21	22,18	22,08	22,03
	Momento d'inerzia	J = cm ⁴	859898	866822	865489	865126	871155	837020	840868	842779	847223	849985	613630	634072	636799	641367	643632
	Modulo di resistenza	W _s = cm ³	34536	34640	34537	34456	34533	33664	33694	33698	33761	33802	31016	32045	32124	32196	32231
W _i = cm ³		34257	34705	34703	34755	35165	33299	33575	33725	34018	34200	27622	28545	28715	29048	29215	
TENSIONI A CADUTE ESAURITE (Precompressione)	σ _s "	N/mm ²	-0,77	-1,56	-0,71	-0,89	-0,33	-0,57	-0,88	-0,82	-1,47	-1,61	0,43	-0,04	0,18	-0,23	-0,43
	σ _i "		9,09	12,01	13,47	15,07	16,18	9,61	12,32	13,80	15,64	16,50	9,93	12,45	13,61	13,75	17,28
Momento max positivo di esercizio	Riferito ad una striscia larga mt. 1,20	kNm	370,76	476,87	527,68	584,09	651,71	345,00	435,00	487,00	549,00	584,00	244,04	316,08	355,78	382,24	460,28
Taglio max di esercizio con 1 fresatura		kN	147,70	147,73	148,54	149,31	149,32	255,00	256,00	257,00	258,00	259,00	127,30	127,50	127,70	128,05	128,25
TENSIONE VERTICALE IN UNA NERVATURA (SPALLING) per armatura a distanza c dal lembo inferiore	c = mm σ _{sp} = N/mm ²		Esiste la staffatura in tutte le nervature. Lo spalling è ininfluenza					1 trefolo 3/8" c = 40 σ _{sp} = 0,67 1 trefolo 0,5" c = 40 σ _{sp} = 0,88 1 trefolo 0,6" c = 40 σ _{sp} = 1,05					1 trefolo 3/8" c = 40 σ _{sp} = 0,6 1 trefolo 0,5" c = 40 σ _{sp} = 0,7 1 trefolo 0,6" c = 40 σ _{sp} = 0,8				
LARGHEZZA PEZZI SPECIALI	cm		60 ÷ 80					60+n20					60+n20				

* Le armature vengono sempre dimensionate e calcolate per ogni specifico progetto.



		
H = cm 36 b = cm 120	H = cm 30 b = cm 120	H = cm 24/25 b = cm 120 (7/9 FORI)

PESO PROPRIO LASTRA		kN/m ²	4,20					3,80					3,30				
PESO GETTI IN OPERA DI SIGILLATURA		dm ³ /m ²	0,50					0,30					0,20				
CLS. IN OPERA SIGILLATURA GIUNTO		dm ³ /m ²	20					12					8				
PESO PROPRIO TOTALE IN OPERA		kN/m ²	4,70					4,10					3,50				
ESEMPI DI ARMATURE *			6-29	8-39	10-44	12-53	14-61	5-20	6-29	8-39	12-44	14-53	6-20	7-29	8-34	9-39	10-44
ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	Af _s sup.	Af = mm ²	127,2	169,6	212,0	254,4	296,8	106,0	127,2	169,6	254,4	296,8	127,2	148,4	169,6	190,8	212,0
	Af _i sup.		619,2	825,6	929,0	1123,6	1293,2	424,0	619,2	825,6	929,0	1123,6	424,0	619,2	722,4	825,6	929,0
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE RIFERITE AD UNA STRISCIA LARGA mt. 1,20	Asse neutro	X _s = cm	18,33	18,40	18,41	18,49	18,54	15,28	15,35	15,41	15,42	15,47	11,82	11,88	11,92	11,95	11,98
	Momento d'inerzia	J = cm ⁴	335590	337110	336472	338499	339545	205712	206936	207440	207846	208090	108985	109721	110210	110520	110799
	Modulo di resistenza	W _s = cm ³	18304	18318	18275	18312	18314	13461	13480	13487	13454	13453	9221	9234	9246	9250	9252
		W _i = cm ³	18996	19157	19130	19326	19448	13977	14126	14250	14227	14320	8947	9055	9123	9171	9214
TENSIONI A CADUTE ESAURITE (Precompressione)	σ _s "	N/mm ²	-0,78	-0,97	-0,15	-0,65	-0,46	-0,07	-0,56	-0,59	-0,40	-0,64	0,54	0,08	-0,28	-0,26	-0,20
	σ _i "		8,49	10,99	11,86	13,61	15,09	6,22	9,28	11,67	12,56	14,27	7,56	10,64	12,05	13,26	14,30
Momento max positivo di esercizio	Riferito ad una striscia larga mt. 1,20	kNm	194,22	243,66	260,02	296,60	327,08	111,15	155,56	191,04	203,33	229,09	83,16	112,04	125,70	137,52	147,74
Taglio max di esercizio con 1 fresatura		kN	120,24	120,44	120,45	120,80	120,97	101,12	101,31	101,60	101,77	101,87	81,02	81,70	81,12	81,12	81,18
TENSIONE VERTICALE IN UNA NERVATURA (SPALLING) per armatura a distanza c dal lembo inferiore	c = mm σ _{sp} = N/mm ²		1 trefolo 3/8" c = 35 σ _{sp} = 0,80 1 trefolo 0,5" c = 35 σ _{sp} = 0,90 1 trefolo 0,6" c = 35 σ _{sp} = 1,06					1 trefolo 3/8" c = 35 σ _{sp} = 0,60 1 trefolo 0,5" c = 35 σ _{sp} = 0,75 1 trefolo 0,6" c = 35 σ _{sp} = 0,87					1 treccia 3 φ 3 c = 30 σ _{sp} = 0,37 1 trefolo 3/8" c = 30 σ _{sp} = 0,60 1 trefolo 0,5" c = 30 σ _{sp} = 0,73				
LARGHEZZA PEZZI SPECIALI	cm		45+n15					45+n15					36+n12				

* Le armature vengono sempre dimensionate e calcolate per ogni specifico progetto.



H = cm 20 b = cm 120 (7/9 FORI)	H = cm 16 b = cm 120	H = cm 12 b = cm 120

PESO PROPRIO LASTRA		kN/m ²	2,90					2,40					1,90				
PESO GETTI IN OPERA DI SIGILLATURA		dm ³ /m ²	0,15					0,10					0,10				
CLS. IN OPERA SIGILLATURA GIUNTO		dm ³ /m ²	6					4					4				
PESO PROPRIO TOTALE IN OPERA		kN/m ²	3,05					2,50					2,00				
ESEMPI DI ARMATURE *			5-20	7-28	8-34	9-39	10-44	3-12	4-16	5-20	5-24	6-29	2-8	2-12	2-16	4-20	4-24
ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	Af _s sup.	Af = mm ²	106,0	148,4	169,6	190,8	212,0	63,6	84,8	106,0	106,0	127,2	42,4	42,4	42,4	84,8	84,8
	Af _i sup.		424,0	593,6	722,4	825,6	929,0	254,4	339,2	424,0	516,0	619,2	169,6	254,4	339,2	424,0	508,8
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE RIFERITE AD UNA STRISCIA LARGA mt. 1,20	Asse neutro	X _s = cm	10,02	10,06	10,09	10,12	10,14	7,98	8,00	8,02	8,05	8,07	5,91	5,93	5,95	5,96	5,98
	Momento d'inerzia	J = cm ⁴	65287	65552	65714	66005	66186	34552	34644	34735	34917	35042	15789	15867	15947	15955	16032
	Modulo di resistenza	W _s = cm ³	6519	6518	6516	6524	6525	4331	4332	4332	4339	4340	2673	2676	2681	2676	2680
W _i = cm ³		6539	6592	6628	6679	6715	4307	4329	4352	4391	4421	2591	2613	2635	2642	2664	
TENSIONI A CADUTE ESAURITE (Precompressione)	σ _s "	N/mm ²	0,04	0,20	0,54	0,22	0,33	-0,07	-0,07	-0,02	-0,44	-0,39	-0,00	-0,48	-0,91	-0,31	-0,67
	σ _i "		8,46	11,09	12,87	14,20	15,32	6,35	8,33	10,01	11,80	13,47	4,96	7,39	9,54	11,38	13,09
Momento max positivo di esercizio	Riferito ad una striscia larga mt. 1,20	kNm	66,63	84,53	96,81	106,41	114,53	34,81	43,58	51,11	59,41	67,20	17,34	23,83	29,71	34,66	39,50
Taglio max di esercizio con 1 fresatura		kN	72,90	72,95	72,96	73,04	73,13	51,54	51,57	51,57	51,60	51,63	39,14	39,14	39,20	39,20	39,21
TENSIONE VERTICALE IN UNA NERVATURA (SPALLING) per armatura a distanza c dal lembo inferiore	c = mm σ _{sp} = N/mm ²		1 treccia 3 φ 3 c = 30 σ _{sp} = 0,30 1 trefolo 3/8" c = 30 σ _{sp} = 0,47					1 treccia 3 φ 3 c = 30 σ _{sp} = 0,28 1 trefolo 3/8" c = 30 σ _{sp} = 0,53					1 treccia 3 φ 3 c = 30 σ _{sp} = 0,24				
LARGHEZZA PEZZI SPECIALI	cm		36+n12					30+n10					30+n10				

* Le armature vengono sempre dimensionate e calcolate per ogni specifico progetto.



GRUPPOCENTRONORD

L'edilizia fondata su solidi principi

ICN Immobiliare Centro Nord

Tel. 045 6149279 - Fax 045 6149275
37050 Belfiore (VR) - Via Castelletto, 5 - Loc. Castelletto
icn@gruppocentronord.it

PCN Precompressi Centro Nord

Tel. 0321 726873 - Fax 0321 728026
28065 Cerano (NO) - Via Mulino Vecchio, 84
pnc@gruppocentronord.it



Tel. 0572 635367 - Fax 0572 6353369
51019 Ponte Buggianese (PT) - Via Camporcioni, 58
info@mcnsolai.it

www.gruppocentronord.it