

Atti del seminario “Fondazioni senza cemento”, svoltosi sabato 27 giugno 2015, presso Sala Minelli di Palazzo Calini della Corte a Brescia, in via Borgondio, 29, dalle ore 17:00 alle ore 19:00.

Introduzione del prof. Raffaele Piero Galli, presidente dell’associazione Architetto Italiano; relatori (in ordine di intervento): geom. Stefano Damiola, arch. Nino Franzoni, ing. Carlo Micheletti.

Locandina dell’evento:



Interverranno sui metodi alternativi alla posa delle fondazioni in CLS armato:

- *prof. Raffaele Piero Galli, presidente dell’Associazione Architetto Italiano;*
- *geom. Stefano Damiola del Forum Italiano Calce: realizzazione di fondazioni in pietra e calce viva;*
- *arch. Nino Franzoni: posa di gabbie di pietrame per l’edilizia in paglia e legno;*
- *ing. Carlo Micheletti: alternative possibili alle fondazioni in calcestruzzo armato.*



iniziativa valida ai fini dell’aggiornamento professionale degli architetti iscritti all’albo (2 CFP)

Di seguito: testo tratto dalla registrazione audio.

Apri l'incontro il prof. Piero Galli

Io sono Piero Galli, sono il presidente dell'associazione Architetto Italiano. Già nel 2013 avevamo organizzato qui, nello stesso palazzo, un incontro sulla durabilità del cemento armato. Era venuto anche in quell'occasione Stefano Damiola e anche l'ing. Brian Ietto, ricercatore dell'Università di Pisa, di Ingegneria di Pisa, ed erano emerse problematiche legate al materiale, alla natura del materiale "cemento" e quindi alla sua durabilità.

Oggi riprendiamo questo argomento. Avevamo auspicato una riflessione sui problemi appunto legati alla durata di questo materiale e quindi alla vita di un edificio fatto in cemento armato. Facciamo questo discorso in un palazzo che è Palazzo Calini della Corte, dove nel 1512 avvenne il Sacco di Brescia. C'era il Ferramola che stava realizzando questi affreschi, Floriano Ferramola, e appunto nel 1512, se fosse stato realizzato in cemento armato, in calcestruzzo armato, questo palazzo è molto probabile che oggi non ci sarebbe più, perché la parte strutturale, le strutture, sarebbero ormai deteriorate, sbriciolate da parecchio tempo. E invece, tutto ciò che ci circonda, compreso il palazzo dove siamo, funziona ancora, fa ancora la sua funzione di architettura vivibile, proprio perché non è realizzato col cemento, non è fatto con cemento armato, che è un materiale giunto a Brescia negli anni 90 dell'800.

Quindi siamo di fronte a, li avete visti penso anche voi, edifici fatti in cemento armato che oggi sono inagibili, chiusi, e si pensa a cosa farne, demolirli oppure a costosissime manutenzioni per recuperarli e noi quindi siamo qui a discutere, a parlare, di questo. L'associazione Architetto Italiano, fra i suoi punti programmatici, nello statuto c'è proprio, sensibilizzare, divulgare questa problematica e quindi si pensa all'abolizione del cemento, in assoluto, soprattutto negli edifici sacri, nell'architettura sacra, oppure in funzione della durata che si vuol dare a quell'edificio. Se si sta realizzando un monumento commemorativo di qualcosa, si vorrà che duri secoli, perché dovrà ricordare a tutti, in futuro, quello che è avvenuto; se si vuole realizzare invece un garage, un ripostiglio, un qualcosa che non deve durare più di tanto, allora può andare benissimo anche il cemento armato.

Questo è il pensiero dell'associazione Architetto Italiano.

Allora passo la parola al primo relatore, che è il geometra Stefano Damiola, che da noi è già venuto diverse volte a parlare, del Forum Italiano Calce.

Il relatore

Parla il geom. Stefano Damiola

Buongiorno, sono Stefano Damiola, sono geometra e sono del direttivo del Forum Italiano della Calce. Noi stiamo cercando di rilanciare questo materiale antico e sicuramente per durabilità il migliore in assoluto. Abbiamo infatti tutti i manufatti che ci sono giunti dall'antichità, soprattutto roba del periodo romano, tutti realizzati in calce, idraulicizzata in vari modi. Ecco, oggi, l'argomento sono le fondazioni e io parlerò infatti di fondazioni fatte in pietra e con malte di calce viva.

Partiamo un po' da lontano, senza voler offendere nessuno, perché sono cose anche semplicistiche, ma questo che vediamo è uno schema di sollecitazione delle trasmissioni su una muratura in pietra. Chiaramente la tessitura del muro, come poi della fondazione sottostante, è una delle cose più

importanti, nelle murature realizzate a conci, perché a seconda di come è fatta questa tessitura la trasmissione delle sollecitazioni, funziona bene o male. Vedete nello schema: questo è un banalissimo solaio in legno con le travi che scaricano dei pesi concentrati e, però, vediamo che ogni pietra scarica su due pietre sottostanti, proprio per la posizione in cui è stata messa. Si evita di fare quella che in gergo da noi si dice “de fa la sorèla”, cioè non si deve mai mettere un giunto verticale sopra l’altro, perché altrimenti lo scarico del peso della sollecitazione andrebbe in verticale fino alla fondazione e non verrebbe ripartito in nessun modo. Guardando questo schemino vedete che già sul secondo corso di pietre, venendo dall’alto, abbiamo distribuito praticamente le sollecitazioni su tutto il muro, sulla sua lunghezza, senza bisogno nemmeno di un cordolo che ci aiutasse a compiere questa operazione. Questo è importante che venga riprodotto anche sulla fondazione perché in fondazione, chiaramente, più riusciamo a tenere bilanciata la trasmissione di queste sollecitazioni e meglio questa risponderà a quello che noi ci aspettiamo che lei faccia.

Invece in sezione trasversale, ecco la cosa diventa un po’ più complicata perché la fondazione che sia in pietra o che sia in cemento armato, come facciamo tutt’oggi purtroppo quasi in tutte le costruzioni, ha la funzione di allargare praticamente quello che è la base del muro, per andare a sollecitare il meno possibile il terreno, che ha una sua portanza caratteristica. Qui vediamo, schematicamente, a sinistra, una fondazione a gradoni perché fare una fondazione a sezione rettangolare sulla muratura in pietra ha poco senso, proprio per il modo di trasmettersi della sollecitazione dal muro, scendendo, per arrivare fino sul terreno. Vediamo che, a sinistra, il peso concentrato del muro viene trasmesso prima su due conci e poi su altri conci sottostanti, sempre più allargati in certo modo, in un modo abbastanza regolare che aiuta a distribuire su tutta la superficie della fondazione; mentre a destra vediamo, l’abbiamo fatto volutamente, che il primo concio in alto sulla destra, è praticamente fuori da quello che è l’azione del muro in verticale, per cui rimane escluso dallo scarico del peso della muratura stessa. La pietra sottostante, nel corso sottostante, a contatto col terreno, viene comunque caricata leggermente su un angolo, però le freccette azzurre che rappresentano la reazione del terreno con la spinta opposta verso l’alto, andranno a sollecitare quell’ultima pietra sulla destra in modo tale che, essendo questa non sovraccaricata dal peso del muro, se non solo in un angolo, potrebbe proprio subire una rotazione verso l’alto e rimanere esclusa proprio da quello che è la collaborazione col resto della struttura, per cui questo tipo di muro, su una situazione di questo genere, andrebbe a lavorare su una fondazione completamente sbilanciata.

Ecco, questo per introdurre un po’ quello che sono le problematiche della realizzazione delle fondazioni in pietra e calce.

Ora brevissimamente la calce, cos’è la calce. Tanti parlano oggi senza sapere cosa essa effettivamente sia. Diciamo, la calce è un materiale che compone un ciclo. Parliamo di calce aerea.

Si parte dal carbonato di calcio, calcare, il quale viene cotto.

La prima fase è la cottura attorno ai 1000 gradi. In realtà attorno agli 875 gradi è la temperatura in cui si distacca l’anidride carbonica dal carbonato di calcio, lasciando la calce viva, CaO, ossido di calcio.

La fase successiva è quella dello spegnimento, dove aggiungendo acqua andiamo ad ottenere l’idrato di calcio, o calce spenta, che può essere, nelle sue varie forme, grassello, oppure calce in polvere.

L’ultima fase è quella della composizione delle malte, per cui poi in questa forma il nostro idrato di calcio torna ad assumere dall’aria anidride carbonica, formando di nuovo carbonato di calcio.

Quindi chiudiamo un ciclo: siamo partiti dal carbonato di calcio e siamo tornati ancora al carbonato di calcio.

Una malta, la calce in una malta, una volta che ha fatto presa completamente, ha ricostituito la stessa pietra da cui si era partiti, con la cottura, a formare il materiale.

Ecco vedete qui la cottura, CaCO_3 è la formula; calce viva, ossido di calcio, CaO e si stacca anidride carbonica. La parte dell'anidride carbonica che noi siamo abituati a considerare un gas, quindi una roba leggera, costituisce dal 42 al 47 % in peso della massa del carbonato di calcio, quindi la calce viva che otteniamo è quasi la metà del carbonato di calcio di partenza. La forma rimane quella, non ci sono mutazioni volumetriche ma il peso, la massa della zolla di calce diventa praticamente la metà di quella della pietra iniziale.

Qui siamo passati adesso allo spegnimento. Lo spegnimento indica quella fase in cui alla calce viva, l'ossido di calcio, viene aggiunta acqua, per formare l'idrossido di calcio. E' una fase fortemente esotermica. E' come se tutto quel calore che è andato alla calce viva per produrla, in questa fase, aggiungendo semplicemente dell'acqua, sfogasse tutto questo calore. Infatti porta a delle temperature addirittura sui 400 °C, durante questo spegnimento. E questa è una fase, però, che per quello di cui parliamo oggi, cioè le malte di calce calda, non si procede con lo spegnimento, ma lo spegnimento è una parte intrinseca proprio della formazione della malta, perché la malta viene confezionata con calce viva e viene bagnata. Questo spegnimento avviene praticamente nella massa della malta addirittura. Quindi otteniamo della malta calda, perché effettivamente è calda. Questo calore sviluppato dalla calce scalda tutta la massa della nostra malta.

Poi la carbonatazione, quella alla fine c'è sempre, perché la carbonatazione è quel processo per cui il nostro idrossido di calcio, dall'aria, propriamente si dice, riesce a recuperare ancora tutta quell'anidride carbonica che aveva ceduto durante la fase di cottura, torna ad assumerla, la lega nuovamente, formando molecole di carbonato di calcio. Quindi torniamo ad avere quel calcare di partenza, dentro una massa dove questi cristalli di carbonato di calcio legano le parti di inerte che sono state aggiunte per la formazione della malta.

“Inerte” è una parola un po' che non sarebbe proprio adatta, preferiamo usare il termine “aggregati”, perché non sempre sono degli inerti. Infatti tante volte, quando andiamo a formare queste malte qua, aggiungiamo non solo delle sabbie, cioè degli inerti, ma si aggiungono per esempio dei reagenti, tipo metacaolino, oppure cocchiopesto, pozzolane, che sono degli idraulicizzanti. Quindi non sono inerti perché reagiscono con la calce per dare una frazione idraulica, cioè capace di reagire e di far presa anche in acqua.

Vediamo nelle note che è una reazione molto lenta la carbonatazione perché, in aria, all'aria libera, all'aria aperta, parlando per esempio di un intonaco, procede per circa 2 mm in un mese la carbonatazione. Man mano si entra all'interno della massa rallenta sempre di più, perché la parte carbonatata all'esterno fa un po' da barriera a quello che è la penetrazione dell'anidride carbonica verso l'interno della massa, anche se l'anidride carbonica non entra direttamente come gas, ma viene veicolata dall'acqua formando dell'acido carbonico, perché la presa avviene tra l'idrato di calcio e l'acido carbonico, in verità.

Avviene solo in presenza di aria e acqua, per formare l'acido carbonico, e risulta pertanto molto lenta in fondazione interrata.

Parlando di fondazioni, se poi siamo fuori dall'aria, perché siamo nel terreno, perché c'è una difficoltà proprio, per l'assunzione dell'aria, diventa ancora più lenta. E' per questo che c'è la necessità di aggiungere qualche idraulicizzante, per essere sicuri che la presa continui, anche lenta, ma arrivi a tutta la massa della malta.

Per costituire queste malte di calce calda che vengono usate nelle fondazioni, bisogna che ci facciamo l'idea su alcune cose. La resa in grassello, per esempio, è il rapporto fra il volume di calce spenta e il peso della calce viva necessaria per ottenerlo. Si misura in metricubi per tonnellata di calce viva.

Ci sono delle calce che vengono chiamate “calce grasse” che sono proprio ottenute da calce molto puri, vicini al 100% di carbonato di calcio, senza impurità diverse, senza magnesio, senza altro, e hanno una resa in grassello che va da 1,8 a 2,5 metricubi per tonnellata, cioè con una tonnellata di calce viva riusciamo ad ottenere da 1,8 fino a 2,5 metricubi di grassello, cioè di pasta di calce idrata, spenta.

Le calce magre sono, per esempio, le calce dolomitiche, o magnesiache. Oppure vengono fuori anche magre da difetti di cottura, quando sono troppo cotte, oppure non cotte a sufficienza. Comunque sono calce che danno una minor presa: da 1,4 fino a 1,8 metricubi. Comunque, una per l'altra, vedete che dalla tonnellata del materiale di partenza, cioè dalla calce viva, il grassello che ne risulta è molto abbondante.

Quindi, nella formulazione di queste malte di calce calda, entra una quantità di calce viva che è molto bassa rispetto a quello che è, per esempio, il grassello o la calce spenta in polvere, che dovrebbe essere usata volendo formarla, appunto, partendo da una calce già spenta. Quindi è per quello che è relativamente anche poco costoso fare una malta di calce calda, perché usando proprio la calce viva, questa ha un costo molto basso e se ne usa veramente poca perché idratandosi lei aumenta in resa, cioè paragonata al grassello, aumenta di molto. Infatti diciamo che il dosaggio di una buona malta, secondo Vitruvio, era di un volume di grassello su 3 volumi di sabbia di cava pulita. Quindi se noi adesso consideriamo che una certa quantità di calce viva si ottiene sempre per spegnimento una quantità di grassello che va da un minimo di 1,4 volte fino a 2,5 volte, nelle calce quelle veramente grasse, il dosaggio di una malta di calce viva quindi sarà, usando una calce magra, potremo usare su ogni volume di calce viva fino a 5 o 6 volumi di aggregato, e nelle calce grasse addirittura 7 o 8 volumi di aggregato.

L'altro concetto che dobbiamo chiarirci per capire un po' cosa dobbiamo fare, e questo vale per tutte le malte di calce, è quello sugli impasti “granulosostenuti”, o “a matrice sostenuta”. Cosa vuol dire questa roba qua?

Dunque, per noi, mentre siamo abituati per esempio ragionando ormai sempre di cemento che, quando abbiamo bisogno di una malta resistente, aggiungiamo cemento. Se su un certo dosaggio, abbiamo una malta dosata a 250, come si faceva una volta, un metrocubo di inerte e 2 quintali e mezzo di cemento, se la vogliamo più resistente chiaramente aggiungiamo cemento e facciamo 3 quintali, 4 quintali, e lei aumenta effettivamente la sua resistenza. Quando invece parliamo di malte di calce, essendo la matrice molto molto debole, perché la calce da sola ha delle resistenze veramente basse: se sul cemento parliamo di 150 chili al centimetro quadrato, con la calce parliamo dei 20 o dei 30 chili al centimetro quadrato. Quindi, la miglior malta che noi potremmo ottenere, la più resistente dal punto di vista meccanico è quella granulosostenuta. Praticamente quella rappresentata nella slide alla lettera A.

Cosa vuol dire “granulosostenuta”? E' una malta nella quale noi dobbiamo ottenere il risultato di avere tutti i granuli degli inerti, e dei reagenti vari che abbiamo dentro, che si tocchino uno con l'altro e vadano a scaricare le sollecitazioni meccaniche che ricevono, direttamente da un granulo all'altro. La matrice che noi mettiamo in calce serve solamente per tenere uniti questi grani e non che si squaglino da tutte le parti. Quindi dobbiamo riuscire ad individuare la quantità necessaria di calce per ottenere questo risultato. Se, al contrario, avessimo una situazione di tipo B, che può andare comunque bene col cemento perché ha una matrice molto resistente, molto legante, e che dà una certa forza, una consistenza a tutta la massa, se noi avessimo questa situazione B, sicuramente allo schiacciamento, alla compressione, la matrice che abbiamo lì, e quindi che come abbiamo già visto è molto debole, si lascerebbe comprimere fino a quando i granuli non andassero in una situazione di scaricare uno sull'altro, per cui avremmo dei cedimenti notevoli su tutti gli allettamenti.

Noi dobbiamo stare sulla parte A. Come si può fare per ottenere, per riuscire a capire questo dosaggio, questa quantità di calce necessaria? Basta che si faccia una prova, usando dei cilindri graduati, con delle quantità note di inerte e di acqua. Si mette acqua finché non vediamo di aver riempito tutti i vuoti della sabbia, e siamo riusciti a intasare tutta la sabbia, portando l'acqua al livello superiore di tutta la massa di sabbia che abbiamo considerato. A questo punto, l'acqua che abbiamo inserito nella quantità nota di sabbia, è quella parte che verrà invece sostituita nell'impasto dalla calce. Quindi avremo aggiunto soltanto quello che serve effettivamente a bagnare, diciamo, a collegare tutti i granuli della sabbia, e così otterremo la nostra quantità necessaria e sufficiente.

Io, in verità, sostengo che la difficoltà che abbiamo oggi ad usare le calce è proprio quella che ci serve una manodopera specializzata, perché la calce, oltre che essere una matrice debole dal punto di vista meccanico, ha anche la lentezza della presa. Quando noi andiamo a costruirci, la fondazione prima di tutto, ma anche sulle murature, in pietra o mattone che esse siano, ma sul mattone è già più facile la storia, ma quando parliamo di pietra, fare una muratura in pietra con la malta di calce vuol dire che i vari conci che noi andiamo a mettere uno sopra l'altro devono essere lavorati in modo tale da scaricare direttamente la sollecitazione immediata del carico dei corsi superiori, ed eventualmente sei solai, direttamente pietra su pietra. Cioè dobbiamo lavorare, o lavorando la superficie delle pietre, oppure scagliando, se non si può fare in altro modo, aggiungendo delle scaglie di pietra in modo da renderli solidali, che siano direttamente a contatto pietra con pietra, perché altrimenti se dovessimo aspettare che la calce avesse fatto tutta la sua presa, prima di poter scassarare un solaio dovremmo attendere qualche mese. Infatti però, da qualche parte, per esempio nelle murature antiche, da qualche parte si trovano anche dei sostegni all'interno della muratura di pietrame, proprio con queste funzioni qua, che andavano a sostenere dei cordoli, che lavoravano provvisoriamente sul legno, fino a che non fosse andata in presa tutta la parte di calce, insomma, di malta.

Oltre alle fondazioni, la malta di calce viva, nella nostra realtà lombarda, si usava nelle fondazioni e nelle volte, cioè in quelle parti dove serviva una certa compressione, una certa garanzia di compressione. Nelle volte e negli archi si usava la calce viva, e così pure nella fondazione, perché la calce viva, proprio per questo fatto che abbiamo visto prima, aggiungendo acqua. Lei assume quest'acqua, cioè si trasforma in grassello e, praticamente, si gonfia e quindi va a comprimere. Ha un effetto espandente notevole.

Quindi, questa viene confezionata e usata, ancora calda, messa tra un concio e l'altro, e il suo effetto di sviluppo di massa, lo fa all'interno, quando è già posizionata all'interno dei vari conci, per cui va a comprimere contro le pareti di una pietra con l'altra e va a riempire veramente, a dare una solidità notevole a tutta la struttura.

Addirittura sulle strutture leggere, sulle tramezze eccetera, questo fatto dell'espansività di questo tipo di malte diventa addirittura un problema, perché nei Paesi nordici, dove veniva usata molto, e tuttora si usa molto più spesso che qua, perché proprio essendo calda consente di prolungare un po' la stagione, là dove c'è molto freddo eccetera, riescono a prolungare un po' di più l'uso della calce anche nella stagione, diciamo, autunnale o invernale e, sulle strutture leggere creava effettivamente dei problemi perché espandendo, andava a gonfiarsi e se il mattone o il concio che veniva poi allettato, sopra a questo tipo di calce, rischiava di essere un po' spostato proprio da questa espansione. Quindi i muri subivano un po' di svergolamenti e problemi.

Invece nelle nostre strutture molto pesanti, siano esse volte o fondazioni, non abbiamo di questi problemi, veramente.

Un'altra funzione della calce, sulla durabilità della calce, della malta di calce viva, è che questo tipo di malta, nella fotografia queste qua sono quelle di casa mia, niente c'erano delle foto dove si stava confezionando la calce, si stava confezionando la malta direttamente dalla betoniera e si vede che

dalla betoniera esce fumo, esce vapore acqueo, praticamente, perché mettendo direttamente sabbia e calce all'interno della betoniera e bagnandola all'interno della betoniera, quando questa comincia a reagire, con queste temperature che sviluppa, appunto, di qualche centinaia di gradi, buona parte dell'acqua se ne esce sotto forma di vapore.

Buona parte, abbiamo detto, se ne esce, ma la parte che invece rimane inglobata all'interno, come vapore, poi sublimando pian piano, nel tempo, nella massa, crea una porosità, diciamo una macroporosità, correlata comunque dalla microporosità della massa di tutta la calce, che dà una buonissima resistenza anche ad agenti di gelo e disgelo, come fossero gli aeranti che oggi vengono applicati anche sul cemento, proprio perché questi macropori consentono, ad un certo punto, che anche in condizioni di gelo, eventuali umidità che ci sono nella massa possano espandersi gelando e poi a ritornare senza andare a sollecitare la struttura, senza andare a crepare, a disgregare, effettivamente, tutta la massa della malta.

Questa è una casa mia che ho ristrutturato e abbiamo rifatto le fondazioni ancora. Sicuramente non è un'operazione economicamente vantaggiosa. Se ci sono le pietre, io mi sono fatto una casa in questo modo per dire, proprio, un "si può fare". Visto che stiamo perdendo tutte le manualità, tutte le conoscenze eccetera, invece ho voluto fare proprio una casa che, partendo dalle fondazioni, fino al tetto, abbiamo usato solo calce e cocchiopesto che abbiamo ricavato direttamente dalla macinazione dei coppi che abbiamo recuperato. Erano talmente conciati che come tegole non volevamo rischiare di più perché si stavano un po' sciogliendo, e allora li abbiamo macinati e fatto un cocchiopesto. Infatti vedete il colore un po' rosato così della malta, perché per quello che si diceva prima, diventa rischioso, su una fondazione di questo genere, andare con una malta fatta, seppure in calce viva, che ha una presa un po' più veloce di quella del grassello o della calce in pasta, comunque, diventa un po' rischioso appunto creare una struttura con della malta di calce, perché essendo poi non a contatto assolutamente dell'aria, essendo interrata, ci sarebbe molta difficoltà a reperire quella parte di anidride carbonica che poi riuscirebbe a mandare in presa tutta la massa e, quindi, qualcosa di idraulicizzante ci voleva.

Da noi non c'è storia di pozzolana e, quindi, abbiamo preferito utilizzare direttamente il cocchiopesto macinando questi coppi che, essendo antichi, hanno una buona reattività. Il cocchiopesto che adesso industrialmente viene commercializzato è un po' da prendere con le pinze, per il fatto che, per prima roba, i laterizi che usiamo oggi sono, in verità, non proprio tutti di argilla, ecco, sono un po' un miscuglio.

Nelle argille industriali troviamo una base di argilla, alla quale poi vengono aggiunti, per esempio, fanghi reflui di depurazione. Vengono aggiunte anche scorie di metallurgia, macinate finemente, eccetera, quindi ci sono un sacco di robe che non sono argilla, e quindi non sono magari reattive in questo senso. Poi, soprattutto, il processo che subiscono nella lavorazione: per i manufatti antichi, fatti in argilla, si usava un'argilla molto bagnata, molto fluida, per poter dare una certa forma, perché si usavano proprio delle formelle, e quindi poi questa rimaneva molto porosa, perché tutta l'acqua all'interno uscendosene pian piano, evaporando o sublimando fuori, lasciava delle porosità notevoli; veniva poi cotto questo manufatto a delle temperature, siccome veniva cotto a legna, e si cercava anche di risparmiarlo il carburante, a delle temperature tra i 600 e gli 800 gradi, per cui cristallizzava senza vetrificare, diciamo.

Oggi invece tutti i manufatti di laterizio vengono ottenuti per estrusione. Estrudere vuol dire pressare attraverso una griglia per poter avere una forma data; pressare attraverso una griglia vuol dire che questo materiale poi viene tagliato da un filo all'uscita dalla griglia, un filo metallico teso, temporizzato, per cui dà sempre la stessa lunghezza del manufatto. Però, per consentire queste operazioni bisogna che sia di una solidità notevole. Non può essere un manufatto fatto con

un'argilla molto fluida, per cui appena spinto fuori dalla griglia si affloscerebbe, oppure quantomeno sulla sollecitazione del filo di taglio, invece di tagliarsi si affloscerebbe tutto.

Per cui sono delle argille che, ammesso che siano delle argille pure, sono comunque appena appena bagnate, sono in consistenza di terra umida, praticamente, e vengono estruse molto compresse, vengono tagliate e poi vengono cotte a temperature almeno sui 1000 gradi, fra i 1000 e i 1100 gradi, per cui vetrificano e perdono quella parte di reattività che potevano avere con la calce.

Quando sono vetrificati sono amorfi, non sono più dei cristalli con dei legami liberi per potersi collegare con la calce e quindi reagiscono poco. Sono più dei coloranti che non dei reagenti.

Tornando alla base del discorso, dobbiamo additivare con una frazione idraulica questa malta, così che anche in assenza di aria, o con poca aria, riesca a procedere nella sua presa.

Qui vediamo una parte di fondazione fatta abbastanza bene. Qui vediamo una parte invece che non è proprio... tornando a quello schema che guardavamo prima, sulla sezione trasversale, c'è una pietra molto grossa, le altre sotto sono messe abbastanza bene, nella testata una pietra molto grossa tutta da un lato. Probabilmente le tre pietre all'esterno, le due pietre piccole sulla vostra sinistra, col secondo gradone sopra, saranno proprio in quella situazione che vi mostravo nella slide iniziale, proprio sollecitate solo sullo spigolo dal gradone superiore, per cui, messe lì così non avranno grande effetto sulla trasmissione del carico al terreno. Ecco il gradone superiore, anche qui durante la foto, mentre scattavo la foto ho visto subito che... perché anche sul longitudinale bisogna cercare di tenere sempre legata la muratura, per cui alla fine abbiamo preso la pietra che voi vedete a destra e l'ho fatta ribaltare a sinistra e viceversa, quella un po' più tonda l'abbiamo fatta mettere di là, in modo che fossero legati tutti e due in orizzontale.

Ecco qui poi c'è un porticato, questi qui sono dei plinti isolati perché, in effetti, il problema un po' della fondazione continua in pietra, legata anche con malta di calce o a secco, diventa proprio il problema della continuità della fondazione, perché quando, per esempio lì a sinistra vedete dei muri in laterizio, la parte vuota non si riesce a farla collaborare, in effetti come si riesce con le fondazioni in cemento armato, perché avendo le armature metalliche anche la parte scarica contribuisce al sostegno di tutta la struttura. In questi casi, diciamo che fuori 50, 60 o 80 cm fuori dal muro, il resto della fondazione non collabora più.

Questo qua, per finire, è un tipo di fondazione che si trova storicamente, usata da qualche parte. E' una fondazione su pali. Dove il terreno è particolarmente ecoeso, dove non ha portanza, si può ricorrere anche a palificazioni e, fatti i dovuti calcoli, se non risultasse necessario tutto lo zatterone di pali, proprio per andare a sostenere in maniera massiccia tutta la struttura di fondazione, si può procedere puntualmente con una concentrazione di pali, in alcuni punti, e poi realizzare la fondazione continua ricorrendo alla forma dell'arco, per scaricare i carichi. Se ci fosse il cedimento effettivamente del terreno, che risulta magari molto argilloso per cui in situazione poi di bagnato, eccetera, plasticizzasse molto e quindi dovesse cedere, la struttura ad arco trasmetterebbe il carico sulle parti importanti effettivamente su pali e quindi non consentirebbe alla struttura di cedere e di abbassarsi. Naturalmente anche qui i problemi sono quelli di creare i collegamenti fra le palificazioni e la struttura in pietra e anche qui, di nuovo, le pietre che vanno posizionate sulle teste dei pali, chiaramente non sono pietre da fondazione intese "quel che trovate" messe lì così, ma vanno lavorate e sistemate in modo particolarmente corretto, con degli smussi anche dove appoggiare poi la partenza degli archi.

Era un sistema ingegnoso e anche particolarmente valido.

Il relatore

Parla l'arch. Nino Franzoni

Buongiorno a tutti, io sono l'architetto Nino Franzoni e sono stato invitato qua da Piero non per un discorso così tecnico, come abbiamo appena sentito, perché ho un'esperienza abbastanza ridotta, ma più per un discorso, chiamiamolo, concettuale, o ideologico. Nel senso: il motivo del "perché no le fondazioni in cemento". Io, da quando mi sono laureato, ho sempre lavorato per l'architettura "sostenibile", quindi per una tipologia di architettura che adesso va tanto di moda, ma che in qualche modo rispetti l'ambiente, ma soprattutto faccia vivere le persone all'interno di questa abitazione nella maniera più sana possibile. Quindi il fatto di eliminare colle, prodotti chimici, cemento e via dicendo.

Uno dei motivi principali del perché il cemento può essere un problema nella fondazione, forse una cosa che sappiamo un po' tutti, anche adesso quel che succede nel nostro inceneritore e dove vanno i rifiuti. Il nostro inceneritore di Brescia: bruciando tutti i rifiuti rimangono delle masse informi di materiale vario, pensiamo semplicemente a tutti quelli che non fanno la raccolta differenziata e buttano pile, piuttosto che plastica, piuttosto che qualsiasi prodotto di scarto all'interno della pattumiera, il nostro inceneritore lo brucia e c'è un decreto che permette all'Italcementi poi, siccome ha delle temperature molto più alte per creare il cemento, di bruciare anche questi agglomerati vari di rifiuti.

Giusto per dare anche un esempio di esperienza pratica: un impresario con cui sto collaborando, mi diceva che lui aveva la necessità di far analizzare del cemento che stava smaltendo da una stalla e quindi di dover portare all'ASL per analizzare questi provini. Li porta una volta, gli dicono che ci sono delle tracce organiche, che ci sono dei problemi, di portare altri campioni. Li porta un'altra volta e gli dicono che trovano sterco e che non vanno ancora bene. La terza volta si stufa e prende del cemento dal suo cantiere, nuovo, dove lo stanno facendo. Porta questi provini e risulta che ci sono delle piccole tracce addirittura radioattive. E questo è il nostro cemento nuovo.

Questo è un caso che due mesi fa mi raccontava.

Quindi siccome è dalla tesi, da parecchio tempo, che sto studiando case in paglia... ho fatto la tesi sulla costruzione e un workshop di tre settimane con l'Università di Venezia, dove io studiavo. Abbiamo portato come tesi la costruzione alternativa delle case in paglia. Adesso è 8 anni, 7 anni, che sono laureato e ho sempre cercato di portare avanti questo discorso, questo studio.

Arrivando al caso pratico, realistico, mi sono trovato adesso, come esperienza, a realizzare una casa in paglia, con un committente che mi ha chiesto di realizzare la sua casa in paglia a Brione, sopra a Gussago, e lì il primo problema che mi sono posto è stato dire "cosa faccio per fare queste fondazioni?". Anche storicamente, si sa, il discorso del cemento è una cosa abbastanza, tra virgolette, nuova, nel senso: lo sviluppo del cemento negli anni '50, '60 e via. Come abbiamo già visto, il discorso calce, pietra, pali in legno... tutti conosciamo l'esperienza di Venezia. Venezia è fondata su una foresta capovolta. Quindi, si considera sempre, più o meno, 9 o 10 pali al mq, sotto la Basilica di San Marco. Cioè una quantità di pali che servivano per compattare essenzialmente tutto il discorso delle argille sotto e rendere il terreno in qualche modo più coeso. Infatti ho portato due esempi: queste sono le sezioni di un muro veneziano, in cui si vedono proprio i pali conficcati nel terreno, la prima posa della pietra in orizzontale che andasse un attimino a equiparare e, poi, il muro che sale.

Trovandomi in questa situazione di "cosa faccio per non utilizzare il cemento?" visto che all'interno di questa casa in paglia, essenzialmente si ha paglia, argilla sulle pareti interne, presa dal cantiere stesso, esternamente viene rivestita in calce; poi in realtà questa abitazione viene rivestita in legno. Essenzialmente è proprio una sporcata di calce proprio per garantire il fatto che non ci siano infiltrazioni di acqua, il discorso dei parassiti e poi tante altre questioni.

Quindi, ragionando sul cosa si poteva fare per non utilizzare il cemento, una delle tante ipotesi, adesso qua ve ne faccio vedere qualcuna, si sono vari modi per fare delle fondazioni. Queste qua sono delle fondazioni a vite, nel senso che si usano essenzialmente su terreni argillosi con la possibilità di inserire delle viti che permettono di andare a dare una certa stabilità alla struttura e poi vengono costruite le abitazioni.

Il discorso era, come fare queste fondazioni. Un'idea che mi è arrivata, suggerita, per poter fare una struttura che non utilizzasse appunto il cemento, rapida e economica, era il discorso dei gabbioni in sasso, quindi gabbioni che vengono tenuti all'interno delle reti metalliche e che permettono, sia sismicamente, sia di andare a creare una struttura dove non abbiamo umidità di risalita, non abbiamo acqua che penetra, la possibilità del ferro che quindi va a legare la nostra struttura, il nostro cordolo. Questo qua è un esempio, trovare il modo di collegare questa struttura che poi essenzialmente è una struttura in legno. La struttura portante di una abitazione in paglia è una struttura in legno, e avere queste fondazioni proprio per la necessità di andare a riscoprire un materiale diverso.

Questioni interne di una architettura, diciamo così, ecologica naturale, è che, a differenza del cemento, delle plastiche e tutto il resto, hanno, come il nostro corpo, fasi di invecchiamento. Hanno una necessità di manutenzione, apparentemente molto più alta di quello che può essere il cemento piuttosto che, sto pensando anche alle pitture esterne, quando vengono utilizzate, in modo uniforme; però, in realtà, anche il cemento, per parecchio tempo mantiene la sua struttura, non dà cedimento, ma poi da un momento all'altro può presentare questi problemi forti ed evidenti.

Quindi la necessità della casa in paglia, o comunque della casa che utilizza materiali naturali, è anche la necessità di curare l'organismo. Poi anche in base alle proprie esigenze, alle esigenze di chi la abita, la possibilità di trasformarla, il fatto anche che siano anche tutti materiali che in qualche modo... io qua vado veloce perché poi lascio la parola all'ing. Carlo Micheletti che conosce molto bene queste tecniche e anch'io mi sono affidato a Carlo proprio per trovare una soluzione.

Vi farò vedere velocemente come ho utilizzato e perché sono arrivato a dire, ed è per questo che Piero mi ha invitato, voglio fare una abitazione che non abbia fondazioni in cemento e che abbia una fondazione differente.

Questi sono esempi, che magari poi vi farà vedere sempre Carlo, sul discorso di gabbioni che vengono utilizzati anche per rinforzare e per fare poi rivestimenti in cappotto in paglia, quindi come permettere di staccarsi dal terreno e quindi non avere umidità di risalita, io arrivo velocemente a quello che è l'abitazione.

Io avevo la necessità di fare questa abitazione, in un terreno di 2000 mq. Il problema è che era in forte pendenza, quindi dovevo in qualche modo capire come dovevo confrontarmi con il terreno. C'è una vista davanti che è splendida perché, si chiama via Franciacorta, dall'alto si vede tutto, tutta la Franciacorta. E' una casa rivestita in legno.

Le fondazioni, che partono dal terreno, sono state pensate con l'appoggio che fosse con questi muri fatti in gabbioni. Quindi il muro in gabbioni che mi permettono di fondare il terreno, innalzarmi, e poi una volta creato il cordolo, un cordolo in legno, andare a costruire la struttura.

Questo per me, è un approccio, una forma mentis, che sto cercando; anche per me la ricerca di quello che può essere alternativa al cemento è una ricerca costante che si fa, e adesso vedrete anche Carlo, le varie alternative che sta trovando al cemento, che non sono solo questa. Questa è un'alternativa che si sta utilizzando e come idea è stata anche studiata e ricercata. Secondo me potrebbe essere una valida alternativa al cemento.

Ritorno a dire: i motivi delle scelte del perché no al cemento sono sempre tante e varie. Questa è la mia esperienza ed è quello che è stato fatto, poi lascio davvero la parola a Carlo Micheletti che ci farà vedere altre soluzioni per andare a fare fondazioni che non utilizzano il cemento.

III relatore

Parla l'ing. Carlo Micheletti

Io sono Micheletti Carlo, vengo da uno studio di ingegneria di Brescia, progettiamo da anni strutture di vario genere, in legno, in acciaio, in cemento, qualsiasi tipi di struttura.

Dal 1970 progettiamo legno, in Italia, siamo stati i primi, forse siamo stati i primi in Italia a progettare legno lamellare e non ero io, ma mio padre, che ha portato avanti questa idea.

Da qualche anno, cerchiamo di portare avanti l'idea di ritornare al costruito che garantisce una conoscenza del vivere di almeno un migliaio di anni. Cioè il cemento, e le strutture degli anni '70, nascono su una esperienza di 20, 30, 40 anni, le strutture in calce, in pietra, in legno, in argilla, ci sono dagli Egiziani e sono arrivate a noi, sempre più o meno con questi materiali. Quindi materiali storici, ingegnerizzati, per poter ottenere una qualità comf da 2015, con materiali utilizzati da migliaia di anni.

Quindi l'obiettivo è un po' questo: riuscire a dare ciò che una persona moderna vuole, con ciò che la natura ci dava, da sempre.

Tornando poi al discorso dei km zero, cercando di portare i materiali più vicini a quello che è l'ambiente circostante, e su questa ricerca abbiamo adottato l'ipotesi di non realizzare le fondazioni in cemento.

Su questa ricerca progettuale adottata dalla Micheletti Ingegneria è successivamente nata una società che si chiama Casalogica, il cui compito è costruire con materiali non convenzionali, ovvero materiali storici, utilizzati in modo differente. E' una società che costruisce a tutti gli effetti ed è nata perché i muratori dicevano "no, io col cemento son tranquillo; io non lo voglio fare; io questo non lo faccio" e allora lo facciamo noi. Quindi, abbiamo fondato una società con lo scopo di formare le imprese, gli operai e gli artigiani, che lavorano per noi con materiali vecchi, e con tecnologie nuove. Questa società è nata circa un anno fa e parte dall'esperienza tecnica e professionale dei soci fondatori, che siamo io e il mio collega bergamasco, sempre anche lui ingegnere, e ci ha consentito di portare un valido supporto tecnico a tutto quello che è la ricerca poi che facciamo in cantiere.

Andando a lottare con nuove tecnologie, ovvero con vecchie tecnologie ingegnerizzate, è fondamentale avere un supporto tecnico, perché altrimenti il primo tecnico comunale, o il primo architetto o ingegnere che io incontro, mi dice "no, non puoi farlo", allora ci siamo dietro noi che diciamo "no, lo puoi fare, per questo motivo..." e portiamo avanti quindi la parte burocratica che in Italia, purtroppo, è intasatissima. Per intenderci: prima del 2008 il legno non era normato; si poteva costruire qualsiasi cosa in qualsiasi modo. Dal 2008 si è detto: si fa una nuova norma tecnica prestazionale per cui ogni ingegnere può valutare e scegliere, ma in realtà non è vero, è molto puntuale, cioè tutto ciò che non è normato deve essere dimostrato, ricercato, bisogna passare attraverso il Ministero. Questo comporta costi ed oneri aggiuntivi che non consentono spesso di andare verso la ricerca di materiali o di elementi alternativi.

In Italia, tra l'altro, il mercato del cemento è talmente forte che noi in legno progettiamo con un coefficiente di riduzione dello sforzo possibile, con cui far lavorare il legno, del 15%. Cioè noi abbiamo il 15% in più di legno che in tutto il resto d'Europa. Perché quando si è fatta la norma è arrivata la lobby del cemento che ha detto "no, così è troppo concorrenziale, aumentate del 15% la quantità di legno". Quindi mettere una trave in Svizzera, da noi è più grande, sempre e comunque. Per cui le nostre case costano il 15% in più, a livello strutturale.

Quindi, in un anno abbiamo fatto 58 edifici progettati, o in fase di progettazione, di cui 8 costruiti o in costruzione da Casalogica e gli altri costruiti da altri costruttori, sempre con l'idea di realizzare edifici senza cemento e senza derivati da idrocarburi. Quindi l'obiettivo è questo.

Entrando in un cantiere di questo tipo, la differenza sostanziale che si ha, è che sembra di essere in un bosco, in un ambiente naturale. Cioè non ho scarti, non ho polveri particolari, non mi gratto dalla mattina alla sera. Entro in un cantiere dove ho una sensazione di salubrità, già durante il cantiere.

Io le faccio ovunque: siamo partiti dal nord, verso il centro, poi me ne han chieste 4 o 5 in Sardegna, stiamo facendo qualcosa in Puglia, qualcosa in Sicilia. 1, 2, 3, 4 piani, si va su quanto serve.

La nostra struttura è in legno, per vari motivi; i tamponamenti sono in calce e canapa, o in paglia, o in adobe, che sono una specie di muro gettato in terra cruda. Cioè, non siamo limitati ad una tecnologia. L'obiettivo è cercare di togliere ciò che non conosciamo e che è prodotto che ci viene dato. Ovvero, il nostro obiettivo è che la casa, la semplice casa, quella a due piani, dove vive una persona, sia semplice e capita dal committente, e non siano oggetti che mi vengono dati come spaziali, tipo gli aviogel o cose del genere, ma è la terra che io conosco, è la paglia che conosco, o l'argilla. Sono elementi facilmente riconoscibili, soprattutto dagli italiani. Se camminiamo in una qualsiasi città italiana vediamo la pietra, vediamo mattoni, vediamo argille, vediamo calce.

Le fondazioni in cemento: penso che il 70% del costruito italiano sia senza cemento, se non di più.

Questa [palazzo Calini della Corte a Brescia] non ha cemento, eppure ha un comfort abitativo elevatissimo e non ha norme. Teoricamente, il fatto che questa strada [via Borgondio] non sarebbe più possibile realizzare, però ci protegge dal caldo, perché crea degli ombreggiamenti interni alla città che ci permettono di avere un comfort abitativo migliore.

Quindi, non sempre le norme portano ad andare verso il comfort o verso il ben costruito.

Norma italiana: perché noi possiamo fare fondazioni senza cemento? Perché non c'è scritto da nessuna parte, nella normativa italiana, che bisogna fare fondazioni in cemento. C'è scritto che devono essere legate, devono essere forti, che devono resistere, che devono essere... ma non c'è scritto che devono essere in cemento. Quasi da nessuna parte. Dopo vi faccio vedere.

Quindi fondazioni superficiali, occorre trovare la fondazione esatta del piano di posa, il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre del piano vegetale, non bisogna avere i fenomeni di erosione e scalzamento. Normalissime prassi con cui costruisco una casa, qua e non dove c'è una frana. Mentre oggi costruiscono dove rendono edificabile e non dove aveva senso.

Il signor Damiola [I relatore] ha una politica sua, interna, che è geometra, che è "non costruisco dove non avevano costruito i romani, cioè se ho sotto qualche resto romano nella zona della Valcamonica costruisco, se no non costruisco.

I romani facevano pascolare le pecore sui campi prima di scegliere dove costruire; oggi costruiamo dove il Comune ci dice "sì, lì si può costruire".

Questo può essere già un punto di partenza, un problema.

Sulla parte sismica: quello che dice la normativa, nei criteri generali di progettazione, dice che il sistema di fondazione deve essere dotato di elevata rigidità, nel piano orizzontale e flessionale, ad elevata rigidità flessionale, deve essere adottata un'unica tipologia di fondazione collegata a strutture in elevazione, cioè non posso fare tante fondazioni differenti per uno stesso edificio, a meno che questa non consista in unità indipendenti. In particolare, nella stessa struttura deve essere evitato l'uso contestuale di fondazioni su pali, o miste, con fondazioni superficiali. Quindi, non mi dice che devono essere in cemento. Dice di farle uniformi, in modo tale da non avere cedimenti differenziali.

Cioè se io faccio pali da una parte e dall'altra mi appoggio al terreno, può ruotare la casa; se faccio pali ovunque, la casa non ruota.

Requisiti strutturali, sempre per la parte sismica, ormai l'Italia è tutta sismica, l'unica cosa che è veramente importante, è che le fondazioni siano legate tra di loro. Pertanto che non ci sia un plinto separato dal resto della casa, che possa andare per i fatti suoi, che possa muoversi o scivolare.

Quindi, occorre fare un legame, ma questo legame lo posso fare in migliaia di modi.

Noi, nelle case in legno lo facciamo con un cordolo in legno. Un cordolo in legno è sufficientemente resistente.

Sapete quanto resiste un legno normale, di buona qualità tipo questi [soffitto in palazzo Calini della Corte]? Circa 100 chili, 120 kg a compressione. Quanto resiste il cemento armato migliore? 150 chili a compressione.

Un cordolo in legno è circa di pari resistenza ad un pari cordolo in cemento, in più resiste a trazione. Il cemento essendo armato, a trazione non resiste. Quindi il cordolo in legno è in grado di rispettare questo piccolo paragrafetto che ci dà che le fondazioni devono essere legate tra di loro, con uno sforzo che se vado a calcolarlo su un edificio medio è di circa 300, 400 chili, di tiro o di compressione possibile, tra una fondazione e l'altra.

Non lo voglio far di legno, lo faccio d'acciaio. Non lo voglio d'acciaio, lo faccio con la pietra con la malta: verifico lo scorrimento e lo faccio con la pietra con la malta.

Il concetto è che devo garantire che tra una e l'altra fondazione ci sia un legame, poi lo posso fare come voglio.

Però non ce l'han fatta in tutta la normativa a dire che non vanno fatte in cemento. Sulla parte degli edifici in muratura, la fondazione la devi fare in cemento; ma solo negli edifici in muratura.

Quindi nel capitolo 7.8.1.8 "le fondazioni degli edifici in muratura devono essere realizzate in cemento armato". E' l'unico punto dove c'è scritto che vanno fatte in cemento armato.

Se il vostro edificio è in cemento, in acciaio, in legno, ma non con muratura portante, potete tranquillamente non fare fondazioni in cemento.

Anche qua, è un refuso che probabilmente è rimasto dentro, perché se ho un edificio in muratura, non posso fare i pali? C'è qualcosa che non va.

Cosa facciamo noi? Normalmente facciamo, e questo non è nato dall'idea che non volevamo il cemento, l'idea che non volevamo il cemento è sempre stata tra di noi, ma poi abbiamo cominciato a pensare "cos'è che tiene sana la casa?". Il fatto che non salga l'umidità e che eventuale pioggia che cade possa essere drenata. Quindi creare tutto un sistema drenante sotto la casa. L'abbiamo provato su più case ed è elemento fondamentale per le nostre case in paglia perché l'acqua e l'umidità possano scorrere e andare lontano dalla paglia.

Se io faccio un elemento in cemento e vi appoggio una balla di paglia, o un elemento in legno, prima o poi marcisce. Tutte le travi in legno, dentro muratura in calce non hanno problemi.

Se metto il legno, come fa la maggior parte dei costruttori, in un cordolo in cemento, tra 10, quindici anni, vent'anni, lo butto via. La testa è tutta marcia, perché il cemento non respira.

Per cui, se noi prendiamo i nostri piedi e li mettiamo in un sacchetto di plastica, la sera nostra moglie ci caccia fuori di casa. Gli elementi naturali, i materiali naturali, organici, devono respirare. L'aria deve poter girare, l'umidità deve poter entrare e uscire e deve respirare, quindi questo cordolo di base che a noi serve per reggere la paglia, ma è presente anche in qualsiasi casa di legno moderna, se appoggiata sul cemento durerà molto meno, se appoggiata su una fondazione in pietra durerà, almeno, tre volte tanto, perché potrà respirare su tutti e quattro i lati e non avrà problemi di umidità.

Quindi il punto critico è che non facciamo le fondazioni in pietra perché siamo dei talebani e non vogliamo il cemento ma perché sicuramente avrà anche una funzione di garanzia migliore sulla qualità del costruito, sia per il legno appoggiato a terra, sia per l'umidità di risalita; che non ne avrà per niente, perché se io avrò delle pezzature grosse, non potrò avere capillarità.

Cosa serve? Adesso lì da questa foto non si vede, ma sotto ai gabbioni c'è un tessuto non tessuto, che devo evitare che con la compressione o con l'umidità che gonfia l'argilla, l'argilla riempia tutto il gabbione. Adesso, queste sono alte un metro, è improbabile che ce la faccia, però ci metto un tessuto non tessuto che costa 50 centesimi o un euro, per proteggere l'eventuale risalita di argilla all'interno della gabbia.

Perché il gabbione? Allora, noi facciamo delle case in legno, o delle case in paglia, che pesano pochissimo. Io potrei appoggiarle sulla... scavo l'argilla, 40 cm, 50 cm, riempio di ghiaia, la ghiaia contenuta nell'argilla e la casa l'appoggio su. Io potrei tranquillamente far così. Però potrebbe volar via la casa, quindi il gabbione a noi serve fundamentalmente come contrappeso. Quindi lo riempiamo di pietra e il gabbione è una scatola che contiene sufficientemente peso, per evitare sollevamenti in caso di venti eccezionali e quindi si calcolano tutti i vari coefficienti richiesti dalla normativa.

Non ho mai visto nessuna casa in paglia fatta nel terzo mondo, in Asia o in America, volar via, per cui è una paranoia delle nostre normative. Se noi andiamo a prendere le normative, troviamo tutta una serie di coefficienti riduttivi e cautelativi che vanno ad aumentare molto.

Certo che se è invece 3 piani, larga 3 metri o 4 metri, allora potrebbe ribaltarsi. Ma se faccio una casa a un piano, quadrata, non succederà mai niente.

Tuttavia noi mettiamo questo sistema: sopra ai gabbioni, dove appoggiamo il legno, mettiamo un livellamento fatto con malta di calce, o semplicemente con degli spessori, livellati e posizionati, e questo ci consente di avere un cordolo di fondazione che a questo punto è strutturale. Quello che vedete è un cordolo strutturale, lega tutta la casa, ma lo sa fare mio figlio: se prende il lego, chiude un cordolo sotto, lo lega bene e poi ci appoggia sopra la casa, tutto il lego sta fermo. Quindi non è altro che un cordolo ben legato; i giunti di testa resistono sia a trazione che a compressione, e quindi io ho un piano su cui mi appoggio.

Lo si fa anche per le macchine: la macchina ha praticamente il telaio della macchina su cui appoggio tutta la macchina. La posso portare in giro, salire la strada, posso scendere, e alla macchina non succede niente, il telaio sta lì. Per cui un elemento rigido su cui mi appoggio e parte la casa.

Questa casa è a Udine, la stiamo realizzando a Udine. Questa casa è finita, con le sue fondazioni in pietra, questo muro l'han voluto fare in cemento perché è fuori dalla casa, per cui l'han voluto fare in cemento, tutto il resto invece è privo di cemento.

Tutta la parte casa è in paglia. Qua sono stati utilizzati balloni da 80 cm, rivestiti, intonacati direttamente, in calce, esternamente, e in questo caso hanno fatto in calce intonacata.

Questa è una casa che abbiamo fatta a Vitalba. Siccome questa era il mio socio che ancora non eravamo soci in Casalogica e non si fidava fino in fondo, ha fatto un cordolo di cemento 30x30 e l'ha messo, per essere sicuro, e vedete il cordolo in cemento. Poi siamo diventati soci e abbiamo cominciato a ragionare insieme e lo abbiamo tolto completamente.

Questa è sempre una casa in paglia, con pareti prefabbricate in paglia, posizionate su un sistema drenante. L'elemento fondamentale è il sistema drenante, cioè noi ci ostiniamo a fare interrati ed elementi col cemento e con la guaina che lo protegge. L'acqua va dove vuole. Se mi si buca la guaina l'acqua va dove vuole e non la trovi più.

Se noi scegliamo dove deve andare l'acqua, l'acqua va lì. Per cui se io faccio dei drenaggi studiati e ben pensati, l'acqua va nel drenaggio, non va da altre parti.

L'acqua va dove trova il percorso più semplice, lo stesso il Radon, i gas, l'umidità. Cioè, quando si progetta bisogna pensare al percorso più semplice che vogliamo noi far fare a ciò che non vogliamo. Non dire "mettiamo qualcosa che tiene fuori" e basta.

Fare un freno a vapore sul tetto, ma fatto male, quindi non nastrato in modo adeguato, è sicuramente peggio che non far nulla, perché se si crea un buco tutta l'umidità va lì. Occorre quindi scegliere esattamente in fase progettuale, e questo è fondamentale soprattutto dal punto di vista architettonico, dove vogliamo che i nostri elementi negativi vadano e farli andare.

Una condizione del genere l'abbiamo testata noi qua su un altro lavoro. Noi usiamo il vetro cellulare come isolante, che non è sostenibilissimo, ma ci piace molto perché isola, non facciamo più niente, andiamo sopra con un massetto in calce e abbiamo finito la casa. L'abbiamo testata con 90 giorni di pioggia. La casa andava lenta perché la committenza l'aveva fermata parzialmente. Non abbiamo avuto mai un momento di ristagno d'acqua verso la casa. Il drenaggio funziona perfettamente. Col tetto sulla testa poi funziona ancora meglio.

Queste son due case. Quella lì l'ha fatta vedere anche Nino, l'abbiamo realizzata a Sovereto, abbiamo fatto sia il muro di contenimento della terra in gabbioni, che poi sopra il muro di contenimento abbiamo fatto solo una ghiaia perché il muro di contenimento era sufficientemente pesante per bloccare la casa, quindi abbiamo usato solo quello, e sopra abbiamo fatto solo un elemento in ghiaia.

Questa sopra invece è a Negrar, ed è una casetta dove abbiamo usato dei gabbioni morbidi. Questi sono gabbioni rigidi, e noi come impresa preferiamo usare gabbioni rigidi, ci costano un po' di più ma siamo più veloci. Quelli morbidi invece, da autocostruzione, costano molto meno, per cui in questa casa abbiamo usato quelli morbidi, su cui escono dei connettori che sono legati al fondo, perché la nostra casa ha bisogno del contrappeso e quindi lego con dei connettori zincati.

Nella calce solo ferro zincato, se no bisogna buttarlo via. Dopo un po' non c'è più ferro.

Abbiamo messo tutti i nostri sassi, abbiamo messo i connettori e li abbiamo legati e poi siamo partiti. Le due case che abbiamo fatto sono queste. Questa è quella a Sovereto, sempre in paglia. Questa è quella a Negrar. La cascina c'era già. Gli abbiamo fatto la casa dietro.

Una mia cliente qua a Vicenza sta facendo 450 mq di casa su tre piani, tutta in legno e paglia, con fondazioni autocostruite, da lei e dal marito, in vetro cellulare e sassi. Tutto a km 0.

Lei è architetto, ed è un architetto che punta molto alla sostenibilità, e ha un'azienda agricola biologica, per cui doveva per immagine e anche per scelta, fare tutto a km 0. Il legno l'ha preso dal bosco, dal suo bosco; l'hanno fatto essiccare, l'hanno portato lì. La pietra l'han preso dalla cava più vicina e hanno fatto tutto un processo di questo genere.

E' molto semplice: io prendo una gabbia, la apro, la riempio di sassi, chiudo, lego tutto con un cordolo in legno, che vediamo nella foto successiva, metto isolante dove serve isolante. Dove ho la forza del pilastro che appoggia abbiamo messo giù un telo e abbiamo gettato un po' di calce strutturale, solida, per poter fare l'appoggio, o si mette una bella pietra.

Cioè se noi avessimo la capacità di fare quello che facevano gli antichi, a costo sostenibile, è la cosa che funziona meglio.

Le pietre lavorate e fatte bene, cioè, al posto del contenimento io potrei prendere un pietrone e metterlo sotto la casa. E' uguale, funziona meglio, però mi costa troppo. Bisogna trovare soluzioni che hanno la stessa funzionalità a costo ridotto.

In questo caso, quindi, abbiamo messo un piccolo contenimento, sopra quel getto abbiamo messo sui cordoli, dove serviva, un sopralzo, un riempimento, con materiale di adeguata resistenza, può essere un mattone, può essere un sasso, può essere quello che si ritiene opportuno, e si è realizzato tutto l'elemento su cui appoggiare il cordolo. Il cordolo che vedete non è un cordolino, è un cordolo strutturale. Qua, tra l'altro, faceva pure la controventatura al cordolo e i pilastri sono parzialmente incastrati al cordolo, quindi è un cordolo da 40x30. Quando lo si vede in opera si capisce che la casa non volerà più via.

Qui in più ha voluto sovralzare verso il terreno e ha fatto un cordolo verso la base, così non ha più fatto neanche il massetto. Ha messo i cordoli, ha fatto un solaio verso terra, ha tolto il massetto e ha finito la casa. Qua siamo al secondo piano. Siamo già al tetto ma non ho le fotografie, mi spiace.

Questo è in Sicilia. In Sicilia, a Partonico, abbiamo realizzato un piccolo edificio. Lì non hanno il vetro cellulare; abbiamo isolato con la Leca+, che va bene, che si mette direttamente nel sacco. Il sacco fa da ulteriore freno a vapore, pertanto da solo riesce già a contenere. In più la Leca+ non assorbe umidità, pertanto si è utilizzato quel sistema.

Il gabbione è sempre morbido. L'hanno riempito con pietre del luogo tolte dai campi e hanno ottenuto tutta la fondazione in gabbioni, su cui son saliti i pilastri, e su cui poi è nato l'edificio realizzato che è una piccola casetta, un piccolo edificio a Cetara.

Qua è stato fatto a pannelli prefabbricati in paglia compressa, platformframe riempiti poi di paglia successivamente.

Questa, invece, è una cosa strana: questo edificio è un altro edificio che abbiamo fatto. Questo è a Mettignano in Puglia. L'altro l'abbiamo fatto a Scipli.

Mi chiama il cliente e mi dice: "noi abbiamo del bellissimo tufo sotto, e della bellissima roccia, a Scipli, in questo caso, 5 cm o 10 cm sotto alla coltre".

La fondazione non serve.

Se noi abbiamo un sistema di roccia già adeguato, noi facciamo proprio senza la fondazione.

Noi leghiamo direttamente i nostri pilastri in legno alla roccia esistente. Ovviamente deve essere roccia che non si disgrega; deve essere un sistema di roccia dove il geologo mi garantisce che ha una sua consistenza.

A compressione non abbiamo mai problemi, con case di questo tipo, ma anche con case tradizionali fino a due piani, problemi non ce ne sono. Considerate che abbiamo castelli che stanno su su fondazioni in pietra e, basta allargarsi bene e problemi non si hanno.

A trazione ci attacchiamo con dei connettori meccanici o con resine alla roccia. Le nostre case, nel punto peggiore, sollevano sui 2000 kg, 2500 chili. Se mi attacco con 4 connettori la garantisco. Per cui abbiamo fatto solo un cordolino di tufo del luogo, un vespaio per recuperare la quota, perché in certi punti c'era un po' di... abbiamo messo i connettori dentro il tufo, fino alla roccia sottostante e abbiamo finito la casa.

Risparmi circa 80 euro al mq di fondazione, ad avere la roccia sottostante. Non è male.

Sistema drenante sotto la roccia: mi alzo con la casa rispetto alla roccia in modo tale che l'acqua non entri in casa. Sia qui che in Sicilia sono rocce però morbide, cioè forarle è stato molto facile.

Non è un granito.

Fondazioni su pali in legno. Ne ha già parlato Nino. Il legno resiste tranquillamente anche nell'acqua e ci resiste anche per parecchi anni. Il problema del legno non è l'acqua, ma è il trasferimento tra il bagnato e l'asciutto costante e continuativo.

Quindi, la maggior parte dei nostri tetti, delle gronde, che hanno e subiscono l'irraggiamento, è più per gli UV, per il sole che per l'acqua. L'acqua, se non ristagna sul legno, non gli fa niente. Il problema è che l'acqua gonfia il legno, il sole lo restringe. Lo gonfio e lo restringo, lo gonfio e lo restringo, ad un certo punto spezza il legame che c'è fra ogni singola fibra. Immaginate delle canne, le mettete insieme legate. C'è un legame molto leggero fra queste canne. Se questo movimento è continuo, di espansione e riduzione, la canna si disgrega.

Una fondazione in legno, un legno adeguato tipo il legno di castagno, può star lì anche tutta una vita. Mi fiderei tranquillamente a fare una fondazione in legno di castagno per una qualsiasi casa.

Venezia è su legno, la Loggia è su legno, la nostra Loggia è su legno, di cui non tutto è in acqua, qualcosa è in acqua e qualcosa è fuori.

L'ingegneria naturalistica si basa sul legno.

Nel costruire con la paglia ho imparato che, noi architetti e ingegneri, non conosciamo più i materiali.

Se io ho un problema con la paglia chiamo il mio amico agronomo che mi dice “guarda che io quando faccio i pagliai il problema è questo: se tu prendi la paglia e la dai ad un contadino non te la appoggerà mai sul cemento, muore”. Noi ingegneri sì, magari la appoggiamo. Uguale il legno, uguale la pietra.

Chi ha il contatto col materiale sa cosa può fare un materiale.

Se io devo fare un palazzotto dello sport magari la fondazione la faccio in cemento, è ovvio. Non è che la soluzione senza cemento è adeguata a tutte le costruzioni. A seconda degli sforzi non posso a volte avere alternative, o posso averle, ma comunque dovrei farlo in ferro, dovrei fare con pali o...

Quello che è importante è capire che ad ogni materiale bisogna far fare il suo e non sempre il materiale che tutti acclamano è il migliore. L'Eternit: è dimostrato chiaramente a tutti che doveva durare all'infinito; dopo tot anni si è disgregato e ha dato tutti i problemi che ha dato.

Questi materiali sono usati da migliaia di anni.

Fondazioni a pali in legno, ne abbiamo parlato, sono semplicissime: metto giù il palo e poi mi ci appoggio.

Fondazioni su viti, le ha già fatte vedere Nino e a me sono scomparse dalle immagini, non so perché.

Consolidamento del terreno tramite lime muro. Questo qua è un metodo che usano in Francia: prendono il terreno, lo forano, riempiono di calce viva e si creano dei pali. L'argilla, insieme alla calce viva si autoconsolida e mi crea sostanzialmente dei pali e mi consolida il terreno.

Viene usato su buona parte delle strade. Trovo l'argilla, la consolido, creo una crosta e sopra posso appoggiare il massetto delle strade. Non è complesso, si può fare, è un altro sistema.

Ma poi si può andare anche a pensare cose differenti. Oggigiorno si può pensare anche al riuso, al recupero. Queste sono case in container.

Stiamo realizzando una casa in Sicilia, sempre vicino a Palermo, con fondazioni in container: prendi un container, ha una perfetta conformazione scatolare, lo inseriamo all'interno del terreno e abbiamo finito la fondazione. Gliel'hanno regalato il container. Abbiamo scavato e abbiamo buttato giù il container. L'unica cosa è che la struttura doveva appoggiarsi sui punti specifici del container, perché qua va su 9 container, ovviamente è in grado di reggere una casa senza problemi.

Qua si vedono i carichi, adesso si vede male, ma il piano orizzontale del container è in grado di portare 1475 kg al mq. Sui nostri testi sono richiesti 120 kg al mq.

Quindi, la possibilità che c'è in normativa di poter realizzare fondazioni non in cemento, fa anche pensare che forse, al posto di usare nuove risorse, è meglio andare a prendere ciò che si usava da altre parti, per realizzarle.

E' scomparsa un'altra immagine che volevo farvi vedere, perché l'architetto Franzoni ha realizzato un po' di anni fa delle bellissime installazioni con il copertone esausto.

Praticamente, se io metto della ghiaia all'interno del copertone esausto, il copertone ha dentro un'armatura in acciaio che è tranquillamente in grado di reggere alle spinte. Quindi io posso realizzare tranquillamente dei pilastri su cui appoggiare una struttura. Non fa capillarità perché trovo sempre materiale pulito.

[interviene l'arch. Franzoni] Nella camera c'era tutta l'argilla pressata e centralmente la ghiaia.

[prosegue l'ing. Micheletti] Esatto.

Quindi capire che cos'è una fondazione: non è altro che una redistribuzione sul carico per evitare che succeda quello che capita a tutte le donne: se ho il tacco alto, nella terra sprofondo, se ho il tacco largo no.

Quindi devo prendere il carico concentrato e distribuirlo sulla superficie. Questo può essere fatto con qualsiasi cosa voi vogliate farlo. Poi lo lego. Abbiamo fatto una fondazione, per qualsiasi casa. Quindi, sembra che l'ingegneria sia complessa, ma l'ingegneria, i castori, gli uccellini, la sanno tranquillamente fare. Quella gravitazionale normale. Certo se faccio un edificio con lo sbalzo di 40 metri è difficile, ma costruire una casa a due piani, in Cina per esempio, la può fare chiunque, senza particolari problemi, ed è zona sismica più o meno 4 volte superiore a noi. Per cui se uno rispetta regole di ben costruire e di ben progettare, soprattutto... sembra che stiamo perdendo la capacità di progettare, a volte, lo dico io stesso... Si può tranquillamente andare a costruire cose semplici con materiali semplici.

Parla il prof. Galli

Citando Verdi: "tornate all'antico e sarà un progresso". Possiamo applicare a questo nostro incontro di oggi la medesima massima. Abbiamo finito ma se ci sono domande ai nostri relatori, benvengano.

Domanda: una casa in legno con fondazioni di questo tipo, quanto può costare?

Risponde l'ing. Micheletti: 30% in meno di quelle normali ed è in classe A+, completamente ecologica. 30% in meno di una casa in classe A+ tradizionale. Diciamo che in una casa di classe A+ in legno, o con materiali normali, attualmente per farla in A+, chiavi in mano, siamo tra i 1400 e i 1800 € al mq; per farla in A+ con sistema naturale con fondazioni di questo genere siamo intorno ai 1100. Quindi un bel risparmio. Sì, perché il risparmio non è tanto nella fondazione, perché la fondazione in pietra abbiamo valutato che, a seconda dei momenti, costa o di più o di meno di una in cemento. Per cui non è detto. Dipende dal terreno, dalla forma della casa, dalle condizioni del contorno. Però, la variazione è + o - il 5%.

Abbiamo fatto l'analisi ieri su una casa di 4 piani a Piacenza: in cemento costava 6500 €, in gabbioni costava 7000. Eran 500€ di differenza, una cosa di questo genere, mentre in altro c'era stato l'opposto. Mentre invece quello che si risparmia è: la muratura, che è fatta in calce e canapa, in paglia o in argilla, che costa meno. Spesso si usa l'argilla del posto perché l'argilla i tedeschi son bravissimi a vendercela ma ne abbiamo di bellissima anche noi.

Il risparmio grosso è che tutte queste case hanno un isolamento talmente elevato che tolgo completamente l'impianto di riscaldamento. E lì risparmio quasi 200-250 € al mq. Perché fare una casa come si fa adesso con pompe di calore, scambiatore, riscaldamento a pavimento, ho circa, su una casa di 200 mq, 45-50.000 € di impianti. Noi con 10-15.000 € ce la caviamo.

Domanda: i tempi per costruirle?

Risposta dell'ing. Micheletti: le case che avete visto son salite tutte nel giro di 3-4 mesi. Considerate che è praticamente una struttura a secco e quindi non deve asciugare, non deve lavorare, ed è quasi a regime subito. Quello che ci impiega di più ad entrare a regime è se si fa un intonaco in argilla. Ha un tempo di asciugatura abbastanza elevato. Se si fa in calce invece è un po' più rapido. Se si fa in grassello n po' di più, se faccio tutti gli intonaci in grassello mista a calce idraulica ci metto un po' di meno.

Domanda: lei, in un momento, ha detto che non volete usare materiali contenenti idrocarburi.

Risposta dell'ing. Micheletti: no, cerchiamo di ridurli al massimo. Non abbiamo la guaina di catrame. Certo, abbiamo delle guaine sempre a base di petrolio, son due guaine che vengono messe in copertura, un telo traspirante, un telo per freno a vapore e abbiamo quelle due in copertura. E poi abbiamo gli idrocarburi in tutti gli scarichi dei bagni, che sono fatti di plastica.

Risponde anche il geom. Damiola: la questione tetto andiamo sulle "guaine, non guaine", alla fine io dico sempre, guardate, il tetto ha sempre tenuto, ma son le tegole che devono tenere l'acqua. Che ci sia qualche condensa, qualcosa sottotegola, è un alto conto, ma che adesso ci siamo buttati tutti sulle guaine, cioè...

Prosegue l'ing. Micheletti: sì, considerate che una guaina che viene messa sottotetto, che non costano tanto, perché stiamo parlando di 1 euro e mezzo, 2 € al mq, se prendono un po' di sole le buttiamo via. Ce ne sono poche che resistono agli UV e costano non più 2 € al mq ma andiamo sui 6 €. Quelle termoriflettenti, che son buone, dopo 6 anni non ce n'è una che resiste ancora. Le dobbiamo buttar via, perché riflettono il sole, ma dopo un po' si cuociono. Per cui la tenuta deve essere garantita in altro modo. Poi ci sono sistemi validi, si mettono perché costano poco, però la tenuta è...

Interviene il geom. Damiola: ci son le emergenze. Se si rompe la tegola e non te ne accorgi subito, chiaramente questa goccia entra per un po' di tempo. Quando, una volta all'anno, vai a farti il giro sul tetto, dici "porco cane ho due, tre, quattro, tegole rotte" ma non è entrato niente perché ho la guaina sotto di protezione. Ma non è che la guaina deve funzionare...

Continua l'ing. Micheletti: le guaine bituminose, invece, possono essere un grosso problema se non si capisce bene il loro uso, perché il vapore, o l'umidità intrinseca dei materiali, deve poter evacuare. Quindi, la traspirabilità dei materiali è fondamentale. Posso usare materiali che non traspirano, se è chiaro ed evidente che non avrò umidità in quel punto. Ma se posso averne e la devo evacuare devo farla uscire. Ci sono parecchi tetti in legno moderni che vengono aperti perché han sbagliato: l'umidità si è formata all'interno ed è marcito tutto.

L'altra cosa importante, con materiali naturali, o con elementi di questo genere, è sempre il passaggio camino. State attenti che i tetti prendono fuoco da lì. Quindi spendete pure i soldi per quel punto lì.

Domanda: come si fa per quanto riguarda il passaggio degli impianti nelle case con fondazioni in pietra e muratura in paglia o legno?

Risposta dell'ing. Micheletti: allora, sulle fondazioni, l'accortezza è, come nelle fondazioni in cemento armato, sapere dove passano gli scarichi in modo che li realizzi e capire dove andare. L'accortezza vera nelle fondazioni in pietra, come nel sistema mostrato dal geom. Damiola, è che non posso avere acqua che arriva fino al livello zero della casa, cioè se ho un territorio, un terreno tipo a Portogruaro, dove se piove l'acqua arriva al livello della strada, se faccio una casa al livello zero con le fondazioni in pietra mi riempio la casa. Perché non tiro su la capillarità, ma se riempio d'acqua, l'acqua c'è. Per cui, in quel caso, devo alzare la casa di 30 o 40 cm, e sta fuori dall'acqua. Allora la posso fare in pietra però devo star fuori dall'acqua. Se la voglio al livello zero, devo fare una vasca per tenere fuori l'acqua in altro modo. Il sistema migliore per tenere fuori l'acqua son le argille bentonitiche, che sono "argille". Non è il caro buon cemento, o quant'altro. Son semplicemente argille.

Per cui l'accortezza del progettista è guardare il luogo e cercare di utilizzare le cose che ci sono nel luogo; capire bene la geometria del terreno per capire cosa si può realizzare e poi l'attenzione, se si fanno case a due o tre piani, alla normale statica, cioè pensare che i carichi devono arrivare giù verticalmente, essere abbastanza distribuiti e anche orizzontalmente che la casa abbia una forma tale da svolgere la sua funzione. Grosse variazioni portano a complicare la struttura e allora a quel punto la devo realizzare in cemento. Se io comincio a avere carichi che vanno in modo non uniforme, devo necessariamente spostarmi su strutture... quello di Fuksas che hanno fatto qua a Brescia, un mio collega ha fatto i pilastri, non voleva ingrandirli neanche di 1 cm, ha dovuto usare un cemento che è specialissimo, che resiste 4 volte gli altri, altrimenti il pilastro era da fare grande 1 volta e mezzo. Per cui, se con l'architettura io vado ad esagerare su certi punti, sicuramente non posso usare il materiale naturale.

Devo cercare di pensare quello che facevano fino a cent'anni fa. Una casa posizionata in modo adeguato. Le nostre cascate son perfette, non prendono sole, si muovono in modo adeguato e con delle forme normali. Quella di Nino è già abbastanza spinta come forma, però l'abbiamo gestita...

Interviene il geom. Damiola: l'impiantistica è proprio una questione di mentalità che non è proprio italiana, a me piacciono le case con il perimetrale fisso e dentro con le tramezze ci muoviamo; dicono che è solo in Italia che si progetta velocemente e poi si realizza alla lunga, nel senso che arriva la moglie, dice la sua, si spostano le tramezze di qua, poi arriva il figlio "era meglio" e allora si spostano le pareti.

Interviene l'arch. Franzoni: sto pensando che gli impianti con delle strutture a secco come queste, in legno, in realtà ci sono grosse possibilità, anzi, per assurdo, molto più ampie di quelle in cemento, perché, per esempio nell'abitazione che sto facendo, le travi sono tutte sagomate in modo che gli impianti possono passare dove vogliono. C'è un pavimento che alla fine è un pavimento flottante. Dal momento che io vado ad alzare questo pavimento, che è fatto di grandi pannelli multistrato in legno, l'impianto passa sotto. Avevo delle immagini prima, con la rete degli impianti che è molto più semplicistica, perché se ci sono dei guasti non devo spaccare. Basta alzare l'elemento in legno, si raggiunge l'impianto e poi si riposiziona l'elemento in legno.

Stessa cosa i muri. Ci son dei muri che vengono fatti con dei pannelli in paglia pressata, essenzialmente come utilizzando un sistema di cartongesso. C'è il montante interno, se c'è la parete, certo bisogna tagliarla, però anche il taglio nel legno è più pulito rispetto ad una traccia in un muro o pavimento col piccone. Quindi l'impianto è una cosa che, secondo me, può esser pensata e devono esser messi dei paletti all'inizio.

Prosegue l'ing. Micheletti: l'accortezza del progettista è quello che diceva prima Damiola. Ho fatto un grosso lavoro, nel piacentino, erano una fondazione in pietra per un edificio composto da tre elementi, sui 1200 mq. L'impresa tradizionale, grande, con più di 200 dipendenti, ha gettato il massetto in calce. Ha gettato il 24 dicembre. Non si può fare. Si può fare col cemento perché ci metto l'additivo. Non si può fare. Gli si è disgregato tutto perché la notte ha gelato, gli ha nevicato sopra il 25, e il 26 era disgregato tutto.

Usare materiali naturali ha un'accortezza che, anche il cliente deve capire, le tempistiche devono andare un po' dietro ai materiali. Fare un intonaco in calce, quando c'è possibilità di gelo, o c'è troppo caldo, porta alle crepe. Col gelo non resiste e col troppo caldo si creano le crepe.

Quindi, anche sull'impostazione del cantiere, più che sulla forma dell'edificio, serve capire che se voglio lavorare con il naturale, devo avere i tempi del naturale. Se voglio avere i capelli lunghi devo aspettare che crescano.

Prosegue il geom. Damiola: con gli intonaci in calce praticamente sarebbe un'ottima cosa avere sempre dei ponteggi telati perché allora riesci a proteggere un po' dal vento; alla fine anche quando le temperature vanno un po' su, si bagnano i teli, l'evaporazione del telo abbassa la temperatura. Un po' di umidità in più che rimane fra ponteggio e struttura aiuta sempre molto a che non si bruci l'intonaco.

Domanda: le dimensioni delle costruzioni rispetto a quelle comuni?

Risponde l'ing. Micheletti: la maggior parte delle case che facciamo in legno o paglia, il pacchetto di copertura è 45 cm. La muratura varia dal minimo che può essere 30, ma si può fare di meno se serve, ad un massimo di 120, che stiamo facendo qua, col ballone, con costo praticamente uguale, nel senso che è il costo della paglia che varia, ma la paglia costa talmente poco che sulla casa è quasi nullo.

Domanda: da un punto di vista comunale, quanti di questi centimetri sono...?

Risponde l'ing. Micheletti: in Lombardia niente, togli tutto il muro. Il problema è che fa distanza dai vicini, per cui non posso fare ovunque. Nel resto d'Italia tutto quello che è dai 30 fino ai 55, nel resto d'Italia. In Italia, in Lombardia no, in Lombardia lo tolgo tutto. In Lombardia posso togliere completamente il muro, se arrivi a una classe energetica inferiore al 10%, ma con qualsiasi muro di questo tipo ci si arriva. Stiamo facendo un intervento con un vostro collega qua, bresciano, a Sulzano, dove aveva la possibilità di realizzare 30 mq di SLP. Abbiamo preso un muro da 120 e i mobili della cucina li abbiamo incassati nel muro, per 60 cm. I suoi 30 mq sono diventati vivibili 45 o 48. Il tecnico comunale ce lo ha accettato perché il muro l'abbiamo tagliato a quota 40 cm, abbiamo fatto dei riquadri solo necessari ai mobili e ha accettato la cosa. Abbiamo considerato tutto elemento isolante. Pertanto lui non ha aumentato l'SLP per camminare ed è riuscito, tranquillamente, a scavare nello spessore dei muri e ad avere la vivibilità reale della casa maggiore. Quindi ha una casa molto isolata, perché un muro da 120 isola circa 6 volte di più di una casa in classe A+ in legno o in qualsiasi altra tecnologia, per cui non accendo più niente. Se accendo il forno scaldo la casa.

Conclude il prof. Galli: chiudiamo solo con una comunicazione, un invito a chi vuole andare in Val Camonica...

Prosegue il geom. Damiola: a Ono San Pietro, a carattere culturale, si sta riaccendendo, per l'ennesima volta, si sta preparando la riaccensione della calchera tradizionale, il calcherone classico per fare la calce. Ci saranno 8 giorni di fuoco continuo, giorno e notte. Intanto si sta preparando perché l'allestimento è molto complesso. Ecco, è uno spettacolo che merita. 29 settembre l'accensione, che è poco spettacolo, perché è solo l'accensione di una fascina di legna, però poi il week end subito successivo, cioè 2 e 3 ottobre, ci sarà in funzione la calchera con tutto quello che gira attorno e ci saranno anche delle visite guidate. Per esempio al sabato, noi facciamo, come Forum Italiano Calce, la visita alle calchere della Valle Camonica, con la spiegazione sui forni. La cosa è interessante senz'altro, quindi sul sito di riferimento www.forumcalce.it si trovano tutte le notizie sui nostri avvenimenti. Vi invito a consultarlo e grazie.

