



Convegno presso Norcia 27 - 28 ottobre 2017

La progettazione degli impianti sportivi in zone a rischio sismico

Alberto Castellani

Indice

1. Utilizzo della struttura.
 - 1.1 Utilizzo multiuso.
2. Norme tecniche per le costruzioni 2008.
 - 2.1 Classe d'uso.
 - 2.2 Amplificazione topografica.
3. Importanza del terreno.
4. Tribune.
5. Struttura portante.
6. Pavimentazione e superfici interne
7. Copertura, membrana di copertura, appensioni.
8. Impianto di riscaldamento con temperatura minima assicurata.
9. Norme vigenti per le costruzioni in genere e Norme per impianti sportivi.
10. Riferimenti.

1. Utilizzo della struttura

Se ipotizziamo una struttura dedicata unicamente ad attività sportive, basket, pallavolo, tennis, palestra, ..., lo spazio necessario è limitato a poco più dell'area del campo di gioco. Deposito e parcheggi hanno importanza secondaria. Una tale struttura, con uno sviluppo in altezza attorno ai 15 m, ed una copertura leggera, è realizzabile con sicurezza a fronte di eventi sismici. In genere, ogni impianto è destinato ad una singola attività sportiva, per la difficoltà di tracciare i contorni del campo per attività diverse.

Il mercato offre una varietà di soluzioni in legno (soprattutto lamellare), e strutture pressostatiche.

Un tale impianto avrebbe una rilevanza strategica limitata.

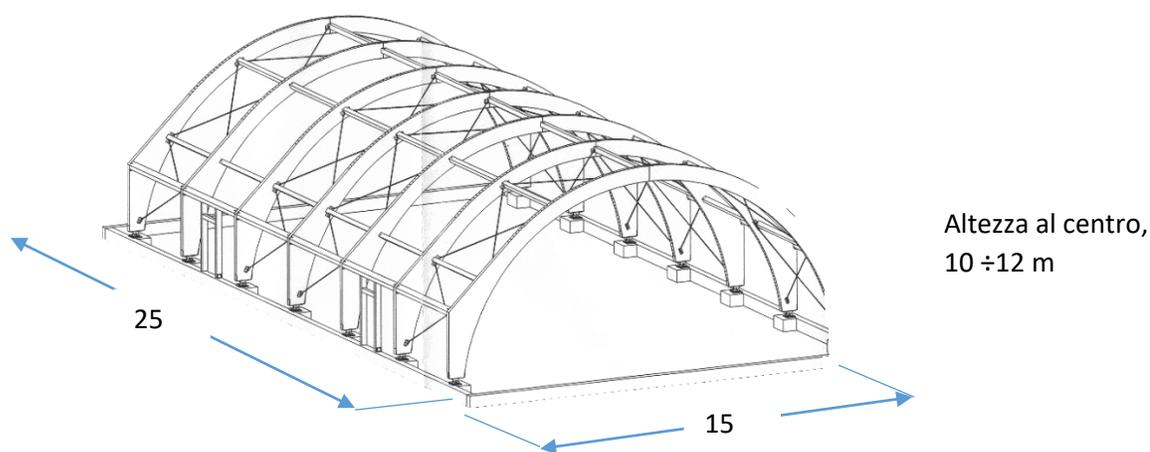


Fig. 1. Dimensioni, servizi e caratteristiche in genere sono prescritte in Norme Coni per l'impiantistica sportiva, approvate con delibera del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008.



Fig. 2: pallone pressostatico. Le dimensioni sono poco superiori al campo da gioco. La sicurezza in caso di eventi sismici non pone problemi. Se il sostentamento è affidato ad una struttura reticolare esterna/interna, la sovra-pressione interna è ridotta, con maggior conforto.



Fig. 3: Pallone pressostatico per la copertura di 4 campi da tennis, e struttura di sostentamento interna. In genere queste strutture sono munite di spogliatoi, ma non offrono spazio per depositi, o per tribune.

1.1 Utilizzo multiuso

Oltre alla attività sportiva, la struttura si adatta ad altri utilizzi a seconda delle dimensioni in pianta che possono essere consentite. Destinazioni di grande interesse nella economia generale del territorio, sono:

- Accoglienza di famiglie in occasione di eventi calamitosi, in primis un terremoto.
- Concerti, spettacoli teatrali, assemblee, conferenze.
- Padiglioni espositivi, fieristici, commerciali.

Si tratta in questi casi di spazi coperti con presenza di pubblico e quindi con determinate esigenze di carattere funzionale e di comfort ambientale. Gli utilizzi sono condizionati oltre che dal capitale disponibile, dallo spazio disponibile, che include un'area di parcheggio, e richiede eventuali strade di accesso. L'impianto può essere sistemato anche nella periferia della città, tenendo presente che, per comprovata esperienza, un impianto sportivo multiuso è promotore di sviluppo, anche edilizio, del territorio limitrofo, [7, 8, 9, 10, 11, 12].

Sono necessarie tribune, auspicabilmente con una parte rimovibile (verso il campo), per poter variare il rapporto tribune/campo da gioco. Lo spazio sottostante alle tribune è destinato a servizi e a deposito di materiale vario. Per l'utilizzo sportivo, materiali possono essere reti, con i relativi impianti di sostegno, due canestri ed i relativi sistemi di sostegno e protezione. Per le manifestazioni musicali, materiali possono essere: una tribunetta, ulteriori posti a sedere destinati al campo da gioco rimasto libero, carrelli elevatori. Per la sistemazione di famiglie in occasione di eventi calamitosi, lettini, coperte, farmacia, e opportuni servizi.

Le Norme da rispettare sono essenzialmente tre:

- *Norme Coni per l'impiantistica Sportiva, approvate con delibera del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008, che in questo convegno sono discusse dall'ing. A. Lucantoni, del Coni.*
- *Norme tecniche per le costruzioni 2008, che richiameremo per alcuni aspetti specifici, (classe di importanza, terreno, manto di copertura)*
- *Decreto del Ministro del Lavoro e delle Politiche Sociali e del Ministro della Salute, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dello 8 agosto 2014, correntemente detto "Decreto Palchi", che richiameremo per un argomento specifico del mondo dello spettacolo, che riguarda la tribuna.*

2. Norme tecniche per le costruzioni 2008

Secondo le Norme tecniche, le azioni sismiche orizzontali e verticali sono definite mediante lo spettro di risposta, fig. 4, funzione della sismicità locale, e di altri parametri. Tra questi, ci interesserà segnalare la Classe d'uso ed il coefficiente di amplificazione topografica.

2.1 Classe d'uso

Le NTC 2008 definiscono 4 classi d'uso. Se l'impianto è previsto per l'accoglienza di famiglie in occasione di eventi calamitosi, la classe d'uso è la quarta. Per concerti o luogo di incontro per assemblee, conferenze la classe d'uso potrebbe essere la terza.

- *Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. Coefficiente di utilizzo $C_u = 0.7$.
- *Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali. $C_u = 1$.
- *Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. $C_u = 1.5$.
- *Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. $C_u = 2$.

2.2 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | S_T |
|-----------------------|--|-------|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

Le azioni sismiche orizzontali e verticali sono direttamente proporzionali ai coefficienti C_u ed S_T . Nelle presenti circostanze, si possono raggiungere valori che rendono le azioni sismiche orizzontali e verticali determinanti in sede di progetto.

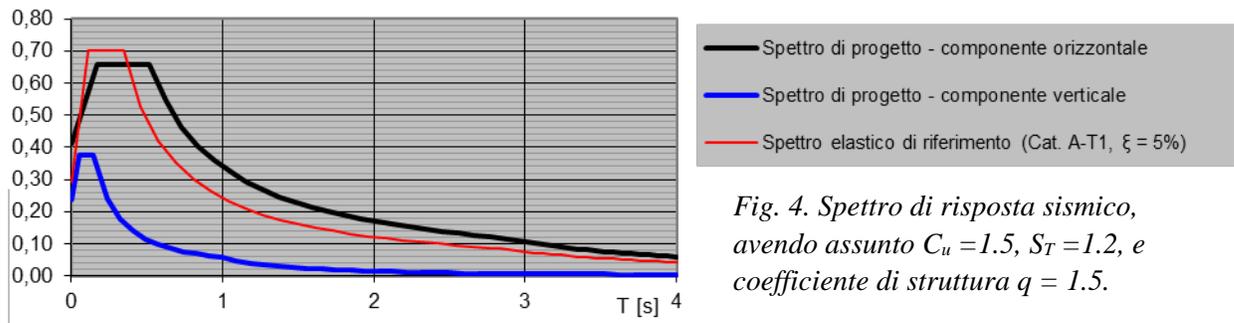


Fig. 4. Spettro di risposta sismico, avendo assunto $C_u = 1.5$, $S_T = 1.2$, e coefficiente di struttura $q = 1.5$.



Fig. 5 e 6: Il terreno direttamente interessato dall'impianto potrebbe anche essere stato spianato. Tuttavia la pendenza è definita in un congruo intorno definito dalla misura della lunghezza d'onda predominante, sempre attorno al centinaio di metri. La maggior parte delle città dell'Umbria sono caratterizzate da terreni in pendenza.



3 Importanza del terreno

La disponibilità dell'area è incombenza del Comune e della Regione, ai quali competono ulteriori aspetti della iniziativa. Nel caso quindi di destinazione multiuso della struttura, deve essere stabilita una articolazione delle attività tra autorità locali.



Fig. 7: Amatrice, vista dall'alto. La zona circolettata è sul culmine del dosso. La scossa sismica è stata particolarmente violenta in tali condizioni, come prevedono le NTC 2008, (coefficiente S_T).

Nella fig. 7, il fronte verso valle è un terreno in forte pendenza. In genere, i terreni con pendenza superiore ai $20\div 25^\circ$ potrebbero essere definiti *non edificabili*, in dipendenza della consistenza della stratigrafia. Molti dei danni durante il sisma del 2016 sono da attribuire a frane o cedimenti del terreno nella zona.



Ancora per la difficoltà di reperire terreni, molti impianti esistenti fanno parte di sistemi di costruzione “a schiera”, ovvero a ridosso l’uno dell’altro. La Norma fino a qualche tempo fa richiedeva una distanza di rispetto, tra punti affacciati tra loro ma appartenenti ad edifici diversi, pari a $\Delta x = H/100$, ove H è la quota dei due punti rispetto all’estradosso dalla fondazioni. (Oggi la norma è più complessa, ma la distanza Δx è dello stesso ordine di grandezza).

Molti dei danni del sisma del 2016 sono dovuti alla violazione di tale regola, come nel corso Umberto di Amatrice. Vedasi anche episodi in precedenti terremoti, fig. 8 e 9, che mostrano la importanza di tale regola.

Fig. 8. California, sisma del 1989.



Fig. 9: Izmir, Turchia, 1999. Edificio in acciaio a nodi rigidi.

4 Tribune

Il mondo dello spettacolo ha alcune abitudini che non sempre si accordano con i criteri della sicurezza. Anche se si intraprende la programmazione dello spettacolo con un anno o più di anticipo, gli allestimenti sono apprestati solo pochi giorni prima. Anche per manifestazioni di rilievo, ed in grandi Stadi, la tribuna è costruita all’ultimo momento, senza possibilità di un collaudo. Richiamo che in tempi recenti due strutture di tal genere sono crollate durante la costruzione, con risultanze luttuose (Trieste e Reggio Calabria). In entrambi i casi il crollo ha avuto come concausa la ristrettezza dei tempi per l’allestimento.

E' opportuno quindi avere a disposizione una tribuna, costruita e collaudata per tempo.

Anche per gli alloggiamenti più semplici, è opportuno individuare, in sede di progettazione, dei punti di appendimento sulla copertura, per luci ed altoparlanti, possibilmente rispettando le simmetrie. Gli appendimenti dovranno prevedere più sistemazioni, attendendosi manifestazioni diverse. Deve essere evitata ogni appensione estemporanea.



Fig. 10. E' opportuno disporre di una struttura, quantunque semplice, ma collaudata. Con le stesse strutture, gli allestimenti possono variare in funzione delle disposizioni dei posti a sedere, delle luci, e dell'utilizzo degli schermi.



Fig. 11. Con una stessa struttura della tribuna, mediante l'uso di schermi si possono realizzare allestimenti vari.



Fig. 12: Le strutture a mensola devono essere evitate, anche per problemi di sistemazione in deposito.



Fig. 13: Molti allestimenti richiedono una tribunetta semi-coperta. E' necessario un progetto della struttura, che preveda le fasi di montaggio e la sistemazione in deposito.

Nei limiti del possibile la tribuna deve essere la stessa pur con vari allestimenti, adatti alle singole manifestazioni, ed essere collaudata.

5 Pavimentazione e superfici interne

Si fa riferimento al già richiamato testo *Norme Coni per l'impiantistica Sportiva, approvate con delibera del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008*. Ad esempio, per il basket il campo di gioco è un rettangolo largo 15 metri e lungo 28 (con deroghe per i campi più piccoli già esistenti e solo per competizioni locali). Il regolamento FIBA prevede un minimo di 14 metri di larghezza per 26 metri di lunghezza, con pavimento in legno (obbligatorio per le competizioni più importanti), gomma o sintetico delimitato da linee.

Per ogni attività sportiva, è prevista una determinata superficie del pavimento, delimitata da linee. Questo rende difficile dedicare l'impianto ad una varietà di attività sportive.

Un buon materiale deve essere antiscivolo ed antiriflesso, con alto potere drenante e capace di garantire il completo isolamento termico. Deve avere quanto possibile una ridotta manutenzione. Deve essere antitrauma, sicuro e resistente, in grado di assorbire gli shock e allo stesso tempo comodo e flessibile.

La gomma è un materiale tornato ultimamente all'uso. Facile da installare e da pulire, si distingue per proprietà antibatteriche e alte performance di assorbimento agli shock. È tuttavia una soluzione pesante, difficile da smaltire, costosa e facilmente usurabile se installata in un ambiente umido.

Molto usato è PVC, (polivinilcloruro, o vinile). Il materiale, utilizzato inizialmente per rivestire garage, officine e capannoni industriali, ha riscosso successo anche in ambito sportivo grazie alla sua naturale flessibilità e durabilità. E' un materiale adatto ad ambienti polifunzionali.

Il PVC non si deforma neanche se sottoposto alla pressione di pesanti macchinari e bilancieri. Si adatta alla pressione del carico per poi tornare alla forma e struttura originale. Altre proprietà sono:

- i pavimenti per palestra sono tenuti a rispettare tutta una serie di importanti linee guida relative alla tutela di incidenti e infortuni. Il PVC è conforme allo standard europeo *EN 14904* ed è per questo ideale in ambiti sia agonistici, che in scuole e centri fitness.

- Durevolezza nel tempo: benché leggero e flessibile, ha una robustezza notevole che diminuisce il rischio di deterioramento e danneggiamento, prolungandone così la durata. Diversamente da altre pavimentazioni, il vinilico non necessita di trattamenti speciali di manutenzione né di imperniatura.
- I pavimenti in PVC sono antisdrucchiolevole e antiscivolo: assorbono acqua senza deformarsi o dilatarsi.
- L'installazione è facile e immediata: le pavimentazioni viniliche ad uso sportivo si servono del pratico sistema a incastro, il cosiddetto montaggio a click che ne rende elementare l'opera di posatura. È possibile installare il proprio pavimento per palestra in tempi brevi, senza spostare le attrezzature e senza l'intervento di manodopera specializzata e costosa.
- I pavimenti per palestra in PVC sono igienici e antibatterici, si puliscono dunque con prodotti ordinari e non producono muffe o accumuli di umidità.
- Il PVC è un materiale ecologicamente sostenibile, al 100% riciclabile; non emette tossine e assicura salute e aria pulita in ogni ambiente, palestre incluse.

Per vari usi sarebbe preferibile avere superfici non riflettenti, ed al limite assorbenti acusticamente. Per soddisfare a quest'ultimo requisito, utile è considerare la possibilità di ricorrere a pavimenti intercambiabili, che esistono in commercio.

6. Struttura portante

Sono interamente coperti stadi di capienza limitata: il Palasport di Livorno, quello di Pesaro, il Palazzo delle Arti e dello sport di Ravenna, il Palazzo dello sport di Reggio Calabria, quello di Vasto, il Palazzo del ghiaccio di Milano, il Palasport di Assago, il Palazzetto dello sport di Genova, i palazzi del ghiaccio di Bolzano e di Merano, la piscina coperta del Palladio di Vicenza, ed altri ancora. Hanno capienza fino a qualche migliaio di posti. Due superano i 10000 posti.

Sistemi costruttivi diffusi utilizzano coperture di tipo smontabile, quali i palloni pressostatici. Comportano problemi connessi alle periodiche attività di montaggio, smontaggio, e immagazzinamento, che incidono sui costi gestionali e sulla durabilità del materiale. Incontrano anche problemi nel rapporto qualità dell'aria/consumi energetici e difficoltà di adeguate condizioni acustiche.

I sistemi costruttivi mobili sono di scarsa utilizzazione nel nostro Paese per gli alti costi costruttivi e per la complessità tecnologica che finisce per incidere sui costi di gestione e di manutenzione. Un esempio significativo è rappresentato dal piano delle mille piscine realizzato in Francia attraverso un concorso nazionale che ha portato alla selezione di diversi sistemi di coperture mobili per piscine costruite sull'intero territorio nazionale; è evidente che gli alti costi del sistema costruttivo e di manutenzione si riducono se, come in questo caso, vengono distribuiti su un ampio numero di impianti.

In ogni caso la progettazione della struttura e l'analisi del comportamento a fronte del sisma di specifica richiede un accurato modello di calcolo. Per la valenza che ha la struttura nell'accoglienza di famiglie dopo un evento sismico, la classe d'uso dovrebbe essere assunto pari alla quarta, che comporta $C_u = 2$.

7. Manto di copertura

Una problematica comune è offerta dalla scelta del materiale di copertura, scelta che è prioritaria per più aspetti. Il presente paragrafo tratta alcuni di tali aspetti.

Le tabelle 1 e 2 richiamano sommariamente ed in termini qualitativi, i principali parametri di valutazione. I materiali elencati nella prima tabella sono i meno utilizzati per impianti sportivi, e sono riportati come riferimento. Non sono menzionate resistenza al fuoco, e trasparenza, essendo notoriamente materiali incombustibili, ed opachi. Anche per stadi di dimensioni ridotte, il costo per realizzare una superficie di copertura in calcestruzzo sarebbe superiore a quello di un manto in pannelli metallici. Può salire a 4 volte tanto per luci superiori a 50 m. Entrambi le soluzioni, per l'impiego come coperture di stadi richiederebbero una curata applicazione di pannelli fonoassorbenti.

I materiali della Tabella 1 sono principalmente utilizzati per impianti interamente coperti, potendo avere buone qualità termoisolanti.

| | <i>Pannelli di acciaio con termoisolanti</i> | <i>Pannelli di alluminio con termoisolanti</i> | <i>Calcestruzzo</i> |
|---------------------|--|--|---------------------|
| Costo relativo | 1 | 1.2 | 2÷4 |
| Durabilità | Buona | Ottima | Buona |
| Proprietà acustiche | Molto riflettente | Riflettente | Riflettente |

Tabella 1; parametri di valutazione per calcestruzzi e pannelli indeformabili.

I materiali elencati in tabella 2, prodotti in teli di peso attorno a qualche kg/m², sono definiti membrane, in quanto non hanno in pratica resistenza a flessione. Per peso e deformabilità consentono tensostrutture o strutture pneumatiche come elementi di sostenimento. Sono i materiali più utilizzati per stadi parzialmente coperti, per i quali le proprietà termoisolanti sono di secondaria importanza.

| | <i>PVC</i> | <i>Acrilico</i> | <i>Permanent architectural fabrics</i> |
|---------------------|---|--|--|
| Costo relativo | 2.2 ÷ 4 | 2 ÷ 3 | 4÷6 |
| Durabilità | Media | Media | Buona |
| Proprietà acustiche | Riflette i bassi | Riflette i bassi | Riflette moderatamente i bassi |
| Resistenza al fuoco | Auto estinguente | Classe 1, con precauzioni per i bordi | Classe 0 |
| Trasparenza | Trasparente con sensibile degrado nel tempo | Trasparente con moderato degrado nel tempo | Trasparente con mantenimento delle proprietà nel tempo |

Tabella 2: parametri di valutazione per teli.

Intermedio tra i materiali della prima tabella e quelli della seconda si colloca il policarbonato, un materiale al quale si ricorre frequentemente per la buona lavorabilità e le buone qualità in genere. Fa

parte dei pannelli poco deformabili, ed ha peso attorno ai 30 kg/m², avvicinandosi in questo ai primi. È tuttavia trasparente, potendo raggiungere il 95 % di trasparenza. È facilmente colorabile.

I teli in PVC o in acrilico sono applicati con tensioni di pochi Kg al metro negli impieghi per tende comuni, fino ad oltre il centinaio di Kg al metro nei teli per strutture pressostatiche.

In entrambi i casi la tensione non consente la accessibilità diretta all'estradosso del telo ovvero il telo non è "*praticabile*". Offrono una resistenza precaria alle intemperie, cioè la struttura ha difficoltà o non è qualificata a reggere venti o nevicate importanti.

Le membrane in materiale fibrato sono invece in grado di sopportare il peso di una squadra di montaggio, o di una nevicata e di resistere ai venti più severi senza sbattimenti. Su luci di una decina di metri le tensioni di esercizio sono attorno alla tonnellata al metro. Si richiede una qualificata resistenza a trazione, e questa a sua volta richiede di disporre di materiali con provata durabilità. "*Permanent architectural fabrics*" è il nome ricorrente nella letteratura tecnica.

Nonostante il nome, hanno una durabilità grande ma limitata. Il termine "*permanent*" richiama un altro concetto. La prima copertura pressostatica risale ai primi anni '50, ed è opera di Walter Bird, per la copertura di antenne radar della North American DEW Line. Era stata pensata come struttura temporanea.

Altre strutture magazzini, piscine, impianti sportivi, hall di esposizioni, sono state coperte successivamente con coperture dichiaratamente temporanee. Come tali dovevano essere di basso costo, ma potevano peraltro offrire una durabilità mediocre. Sono stati impiegati teli in poliestere, in PVC rinforzato con fibre di nylon, e qualche altro materiale ancora. Non sono mancate realizzazioni di grande impegno come la tensostruttura dello US Pavillon alla esposizione internazionale di Osaka (1970).

La precarietà di tali coperture in alcuni casi era data anche dalla mancanza di una normativa che consentisse di qualificarle come strutture di copertura fisse con carichi e prestazioni stabilite. Spesso dovevano poter essere smontabili e rimontabili, apribili parzialmente, e al limite rimovibili dopo un prefissato periodo di tempo. I teli di cui si parla sono appunto "*permanent*", nella accezione di coperture fisse, rispondenti ad una normativa sui carichi e sulle prestazioni, ed in particolare: resistenza al fuoco, resistenza meccanica nel tempo, rilassamento controllato, trasparenza qualificata, proprietà termiche e acustiche controllate.

Nel seguito si considerano in dettaglio le proprietà menzionate nelle tabelle 2 e 3, focalizzando l'attenzione sulle membrane di teflon e fibre di vetro.

Per stadi di capienza limitata è prassi corrente coprire soltanto una o due tribune. Lo schema di sostegno della copertura più conveniente è quello a mensola. Per palestre e piscine interamente coperte alcune moderne realizzazioni ricorrono a telai in legno lamellare.

7.1 Permanent architectural fabrics

I materiali ad oggi utilizzati sono:

- tessuti di poliestere ricoperti di materiale vinilico (vinyl-coated polyester fabric);
- tessuti di fibre di vetro, in nylon, in kevlar ricoperti di materiale vinilico;
- tessuti di fibre di vetro ricoperti di teflon;
- tessuti di fibre di vetro ricoperti di materiali siliconici.

I primi hanno una vita nominale di 10 anni o poco più. Gli ultimi due elencati sono gli unici non combustibili. La loro durata è difficilmente asseribile, essendo materiali recenti. Tuttavia qualche

realizzazione ha già superato i 30 anni (come allo Stadio Olimpico a Roma), e anche le prove di invecchiamento accelerato sembrano garantire una durabilità eccellente.

Le fig. 14 e 15 mostrano la trasparenza del *Structural fabric 375*.

| | <i>Structural fabric 450</i> | <i>Structural fabric 375</i> | <i>Structural fabric 120</i> |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Peso - kg/m ² - | 1.53 | 1.275 | 0.41 |
| Spessore - mm - | 1 | 0.82 | 0.34 |
| Resistenza a trazione, trama ¹ | 140 | 91 | 56 |
| Resistenza a trazione, ordito ¹ | 122 | 75 | 40 |
| Trapezoidal tearing, trama ¹ | 10.5 | 6.1 | 3.5 |
| Ordito ¹ | 14 | 6.6 | 3.15 |
| Resistenza alla fiamma ² | 5 | 5 | 5 |
| Traslucentezza ai violetti ³ | 13 ± 3 | 13 ± 3 | 21 ± 5 |
| ai rossi ³ | 6 ± 2 | 6 ± 2 | |
| Coefficiente di assorbimento sonoro ⁴ | | | 0.55÷0.65 |

Tabella 3. Owens-Corning Fiberglas Corporation.

¹ Newton/mm

² ASTM E84-79a

³ ASTM E424-71

⁴ ASTM C423.77



Fig. 14 e 15 Sherway Garden shopping mall. Toronto, Ontario, con e senza illuminazione interna.



8. Impianto di riscaldamento con temperatura minima assicurata



Fig. 16. Palasport di Milano, inaugurato nel 1976 e gravemente danneggiato durante una nevicata.

Inaugurato nel 1976, l'impianto polifunzionale poteva accogliere fino a 18.000 spettatori per competizioni di atletica leggera e di ciclismo, oltre che manifestazioni e spettacoli di vario tipo, e fu anche l'arena casalinga della squadra di pallacanestro Olimpia Milano.

Nel gennaio 1985, a causa di una eccezionale nevicata, la tensostruttura in cavi di acciaio che reggeva il manto di copertura subì un dissesto improvviso che comportò l'abbassamento dello stesso di alcuni metri. Il cumolo di neve è stato valutato tra gli 80 e i 100 cm. Si trattava di una quantità inconsueta - infatti superava quella prevista dalle norme di legge per cui era stata dimensionata la copertura (circa 60 cm), ma che storicamente non era una novità per Milano. E' stato previsto che una singola stufa di qualche kw, mantenuta accesa all'interno dello stadio, avrebbe consentito alla copertura una temperatura sufficiente a sciogliere la prima neve riducendo in conseguenza il carico. E' questa una condizione da tenere presente in una zona montagnosa e soggetta ad un clima anche molto freddo come l'Umbria.

(Sotto la stessa nevicata crollarono decine di capannoni e molte coperture metalliche in tutta la Lombardia tra cui anche parte della pensilina di copertura degli spalti al velodromo Vigorelli di Milano.)

9. Norme vigenti per le costruzioni in genere e Norme per impianti sportivi

Nella maggior parte dei Paesi è la Amministrazione statale, con uno specifico Ministero dello Sport, a esercitare direttamente le funzioni pubbliche relative al settore sportivo. In Italia lo Stato ha delegato al CONI tali funzioni, con la Legge n° 426 del 1942. Ha il compito di potenziare e diffondere l'attività sportiva, ed assume la mansione di indirizzo e coordinamento di tale attività. La Legge è stata parzialmente modificata nel D.L. n° 242 del 1999, e successivamente ancora dal D.L. n° 15 del 2004.

Il 19 aprile 2016 è entrato in vigore il nuovo Codice degli Appalti pubblici, che riscrive l'intera normativa per la progettazione, l'aggiudicazione e la realizzazione delle opere pubbliche. Nello Speciale di Edilportale sono riportate le novità del nuovo Codice e i commenti di progettisti e imprese.

Il quadro di riferimento normativo è costituito dalle norme che regolano il settore dell'edilizia, dell'urbanistica, e delle opere pubbliche. Focalizzandoci sulla edilizia, per interventi che comportano l'edificazione di opere permanenti valgono le Norme per le costruzioni [1, 2...6] in vigore sul territorio nazionale.

Per manifestazioni ed interventi che comportano l'edificazione di opere temporanee il D.P.R n° 380, Art. 3 *Definizioni degli interventi edilizi*, paragrafo e.5), stabilisce che le *opere temporanee*. non richiedono il deposito presso lo Sportello unico per l'edilizia. Tale adempimento è sostituito dal deposito dei documenti DVR, PSC, POS e PiMUS definiti dal decreto "Palchi", [7], e relative Istruzioni [8].

Esistono inoltre, come già accennato:

- Norme locali, quali gli strumenti urbanistici ed i regolamenti comunali di attuazione, es. [10].
- Norme di settore come ad esempio le norme delle Federazioni sportive, che hanno validità per tutti gli impianti per i quali si intende richiedere la omologazione.
- Norme "di prodotto" (harmonized rules) edite da UNI, come UNI EN o UNI ISO. Norme di qualche anno fa esistono anche come norme UNI semplicemente, o norme emesse da organismi europei affini ad UNI. A titolo di esempio *Azioni prodotte dal passaggio di pedoni e limiti ammissibili alla ampiezza delle vibrazioni*. Un elenco completo delle norme UNI competenti per impianti sportivi è nel testo edito dal Centro studi CONI di Roma. "Edilizia per lo sport".

Infine citiamo il protocollo di Kyoto, che stabilisce tre ulteriori regole, non vincolanti, e facilmente osservabili per il nostro impianto:

L'utilizzo dei materiali provenienti dalle attività di demolizione riuso.

Utilizzo di energia solare.

La possibilità di smontare l'impianto riducendone la capacità

1. Legge 5/11/1971, N° 1086, "Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

2. Legge 2/2/1974, N° 74 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
3. Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia, aggiornamento novembre 2014.
5. Decreto Legislativo 9 aprile 2008, nr. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, nr. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", in particolare l'Allegato X.
6. Circolare sulle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008 *Prescrizioni applicative, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n.47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27.*
7. Decreto del Ministro del Lavoro e delle Politiche Sociali e del Ministro della Salute, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dello 8 agosto 2014, correntemente detto "Decreto Palchi", riguarda le disposizioni che si applicano "agli spettacoli musicali, cinematografici e teatrali e alle manifestazioni fieristiche tenendo conto delle particolari esigenze connesse allo svolgimento delle relative attività".
8. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali nr. 35 del 24 dicembre 2014 recante le "Istruzioni operative tecnico organizzative per l'allestimento e la gestione delle opere temporanee e delle attrezzature da impiegare nella produzione e realizzazione di spettacoli musicali, cinematografici, teatrali e di manifestazioni fieristiche, alla luce del Decreto Interministeriale 22 luglio 2014".
9. Circolare Ministeriale 1689/2011 (Ministero dell'Interno – Dip. VV.FF. Circ. n. 1689 del 01 aprile 2011) Modalità per la verifica di solidità e sicurezza dei carichi sospesi e documentazione necessaria.
10. Nuova classificazione sismica della Regione Lazio – Delibera di Giunta Regionale n°387 del 22 maggio 2009. (*BUR Lazio n. 24 del 27.06.2009 - Supplemento Ordinario 106*).
11. Articolo 21 del Decreto 18 marzo 1996 del Ministro dell'Interno¹, settembre 2001.

- Art. 21: NORME TRANSITORIE

Su specifica richiesta della Commissione Provinciale di Vigilanza e comunque ogni 10 anni a far data dal certificato di collaudo statico, anche per gli impianti o complessi sportivi esistenti deve essere prodotto alla Prefettura competente per territorio, ed al Comune, un certificato di idoneità statica dell'impianto, rilasciato da tecnico abilitato.

Gli impianti e complessi sportivi già agibili alla data di entrata in vigore del presente decreto devono comunque adeguarsi agli articoli 18 e 19 entro due anni dall'entrata in vigore del presente decreto.

Gli impianti e complessi sportivi in fase di costruzione alla data di entrata in vigore del presente decreto possono comunque adeguarsi integralmente alle presenti disposizioni.

9.1 Norme "di prodotto" (dette anche norme armonizzate).

UNI 9916, "Criteri di misurazione e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici", documento N° 9916, Rev. 1-10, Gennaio 2003.

ISO 4866 Mechanical vibration and shock - Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings

ISO 4865 Vibrazioni e urti - Metodi di analisi e presentazione dei dati.

BS 7385-1 Evaluation and measurement for vibration in buildings Part 1. Guide for measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings.

BS 7385-2 Evaluation and measurement for vibration in buildings Part 2. Guide to damage levels from groundborne vibration.

BS 5228-4: 1992 Noise and vibration control on construction and open sites. Code of practice for noise and vibration control applicable to piling operations.

Norme Coni per l'impiantistica Sportiva, Approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008.

9.2 Legno

Le norme europee "di prodotto", equivalenti alle nostre norme UNI, sono le EN 350 e 351, citate in calce¹, e soprattutto la EN 386, dedicata al legno lamellare. Le norme "di prodotto" definiscono dimensioni, materiali, procedure di produzione, ed altro ancora che caratterizzano un prodotto commerciale. Per il legno, tra le altre norme "di prodotto", le più importanti sono quelle che definiscono i trattamenti per rendere durevole l'elemento.

Le norme nazionali di prodotto, edite da UNI, sono le seguenti:

UNI 3252:1987 Legno. Condizioni generali per prove fisiche e meccaniche. Specifica le modalità di selezione, taglio e condizionamento del materiale, la preparazione dei provini e le condizioni generali richieste per le prove fisiche e meccaniche su provini netti (cioè senza difetti) di piccole dimensioni. 31/05/1987.

¹ - EN 350-1 "Durability of wood and wood-based product. Natural durability. Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood. Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe".

- EN 351-1 "Durability of wood and wood-based products, Preservative-treated solid wood - Part 1: Classification of preservative penetration and retention".

- EN 335-1 "Durability of wood and wood-based products. Definition of hazard classes of biological attack. Part 1: General".

- EN 335-2 "Id. Part 2: Application to solid wood"

- EN 386 "Glue laminated timber. Performance requirements and minimum production requirements."

UNI 8662-1:1984 *Trattamenti del legno. Termini generali*. Stabilisce i termini generali e le relative definizioni per i trattamenti del legno, cioè i procedimenti atti a migliorare le prestazioni del legno per determinati fini. 01/09/1984.

UNI 9090:1987 . *Legno. Trattamenti preservanti contro attacchi di funghi*. Istruzioni per la preservazione con soluzioni a base di ossido di stagno tributilico. 31/05/87.

UNI 10396:1994 *Legno multilaminare. Termini e definizioni*. Stabilisce i termini e le definizioni riguardanti il legno multilaminare, cioè costituito da lamine di legno sovrapposte, previa spalmatura di adesivo. 30/09/1994.

UNI 10494:1995 31/10/95 *Legno multilaminare. Determinazione delle caratteristiche fisiche*.

UNI 10601:1997 *Legno multilaminare. Difetti: termini, definizioni e cause principali*. Ha lo scopo di elencare e definire i principali difetti e le relative cause che possono riscontrarsi nel legno multilaminare in tutte le forme in cui esso si presenta. 31/03/1997.

UNI 10602:1997 31/03/97 *Legno multilaminare. Tolleranze sulle dimensioni*.

10. Riferimenti (alcuni disponibili presso la dott. Michela di Gloria, o l'ing. Alberto Lucantoni)

1. *Spazio Sport* Trimestrale di Architettura per lo sport, a cura di Coni Servizi Consulenze e formazione.
2. *Edilizia per lo sport* a cura di Giovanni Brandizzi ed Enrico Carbone. UTET Edizioni Scienze e Tecniche. La sicurezza negli stadi Spazio Sport n° 3 1996.
3. Centro studi CONI Roma. "Edilizia per lo sport", cap. "Coperture di impianti sportivi: membrane e teli, ed aspetti strutturali connessi", Edizioni UTET, corso Raffaello 28, Torino, vol. 1, 2, 2004.
4. "Stadia, Arenas & Grandstands", edited by P. Thomson, J. Tollaczko, J.N. Klarke, Proceeding of the first International conference "Stadia 2000", E & FN Spon, London and New York, 1998.
5. G. John, R. Sheard, *Stadia, a design and development guide*, Academy Press, 1997.
6. Michael Hensel and Achim Menges, *Membrane spaces*, Text © 2008 John Wiley & Sons Ltd.
7. Markerink Henk J., Santini Andrea, *The Development of Stadiums as Centers of Large Entertainment Areas. The Amsterdam Arena Case*, Symphonya. Emerging Issues in Management (www.unimib.it/symphonya), n. 2, 2004, pp. 47-72 <http://dx.doi.org/10.4468/2004.2.04>.
8. Brad Humphreys and Adam Nowak Department of Economics *Professional Sports Facilities, Teams and Property Values: Evidence from Seattle's Key Arena* Working Paper Series West Virginia University Working Paper No. 15-06
9. Andrej Mahovič , *Typology of Retractable Roof Structures in Stadiums and Sports Halls* Slovenia Scientific journal, no. 3 / Year 2015 University of Ljubljana Faculty of Architecture and Faculty of Civil and Geodetic Engineering Ljubljana, 2015 Title of the Journal: The Creativity Game Theory and Practice of Spatial Planning

10. Bruce K. Johnson, Michael J. Mondello, John C. Whitehead, *Contingent Valuation of Sports: Temporal Embedding and Ordering Effects* *Journal of Sports Economics*, Vol. 6 No. 2, May 2005 1– DOI: 10.1177/1527002504272943 © 2005 Sage Publications
11. University of Denver Sports and Entertainment Law Journal *The Economic Impact of New Stadiums and Arenas on Cities* Garrett Johnson *International Journal of Event Management Research* Volume 10, Number 1, 2015 www.ijemr.org Special Edition: Sustainable Sports Events Page 63 © IJEMR All rights reserved
12. Timothy B. Kellison, Sylvia Trendafilova, Brian P. McCullough, *Considering the Social Impact of Sustainable Stadium Design* Seattle University email: mccullb@seattleu.edu.
13. Seth Jenny, R. Douglas Manning, Peggy Keiper, *The New Intercollegiate "Athlete"* Northwood University Association Supporting Computer Users in Education (ASCUE) National Conference June 13, 2016 Myrtle Beach, SC I Winthrop University.
14. Andrej Mahovič Faculty of Architecture, *Typology of Retractable Roof Structures in Stadiums and Sports Halls* Slovenia Scientific journal, no. 3 / Year 2015 University of Ljubljana Faculty of Architecture and Faculty of Civil and Geodetic Engineering Ljubljana, 2015 Title of the Journal: The Creativity Game Theory and Practice of Spatial Planning.
15. Brian P Soebbing, Daniel S Mason, Brad R Humphreys *Novelty effects and sports facilities in smaller cities: Evidence from Canadian hockey arenas* *Urban Studies* 1–17 *Urban Studies Journal Limited* 2015 Reprints and permissions: sagepub.co.uk/journals Permissions.nav DOI: 10.1177/0042098015576862 usj.sagepub.com
16. Ahlfeldt, Gabriel M. and Maennig, Wolfgang (2008) *Impact of sports arenas on land values: evidence from Berlin*. *Annals of regional science* . ISSN 1432-0592.
17. Robert A. Baade and Victor A. Matheson, *Financing Professional Sports Facilities* January 2011 North America Association of Sport Economists.
18. Ileana Aquino, Iaquino Otero, Nawari O. Nawari *Sustainable Design Strategies for Sport Stadia* University of Florida, nnawari@ufl.edu SCHOLAR COMMONS Volume 3 | Issue 1 Article 3 2015.
19. John Siegfried and Andrew Zimbalist *The Economics of Sports Facilities and Their Communities* *Journal of Economic Perspectives*, Volume 14, Number 3, Summer 2000, Pages 95-114
20. *Journal of Sport & Social Issues* DOI: 10.1177/0193723509332581 2009; *Journal of Sport and Social Issues* 2009; 33; Julie Sze and Power in Neoliberal New York City Sports and Environmental Justice: "Games" of Race, Place, Nostalgia, Northeastern University's Center for the Study of Sport in Society .
21. Bruce K. Johnson, Michael J. Mondello , John C. Whitehead, *Contingent Valuation of Sports: Temporal Embedding and Ordering Effects* *Journal of Sports Economics*, Vol. 6 No. 2, May 2005 1– DOI: 10.1177/1527002504272943 © 2005 Sage Publications.