

SISTEMI DI PROTEZIONE PER SPAZI ESTERNI E RAPPORTO CON IL SUONO

“Se si è dei buoni conformisti e si rispettano le regole, non vengono idee” (U. Veronesi, 2009)



Fig. 1 – Soundforms Olympic Park 2012.
Foto © Nick Guttridge

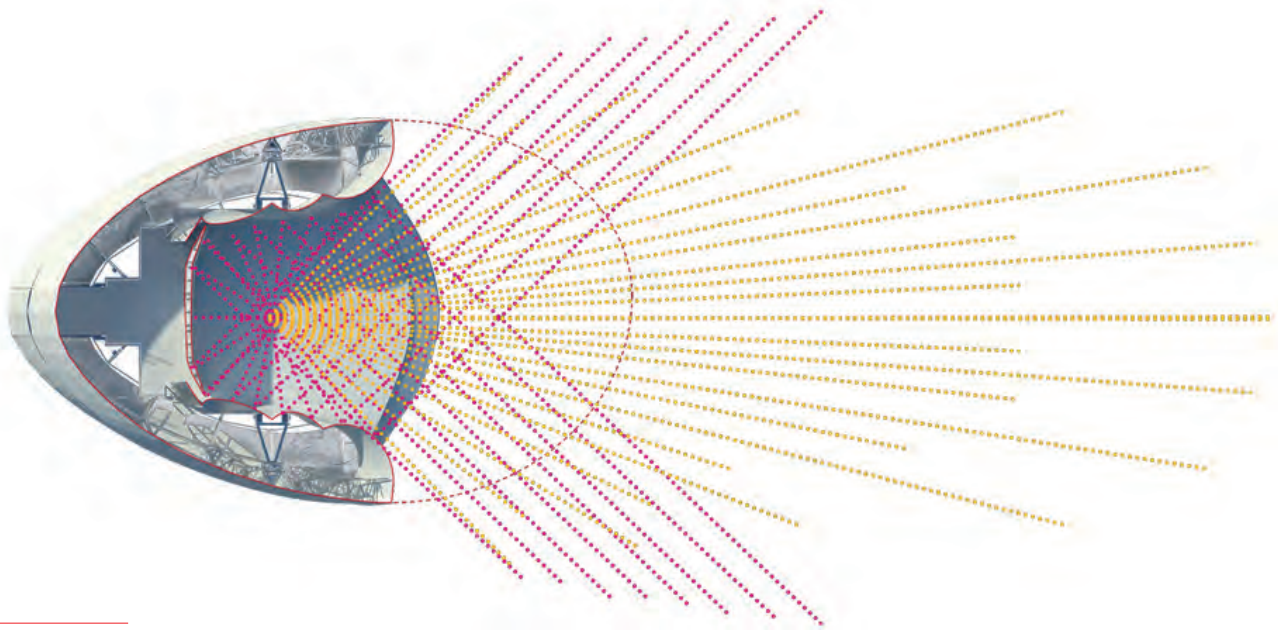


Fig. 2 - Soundforms: pianta.
Disegno © Sound Forms Ltd

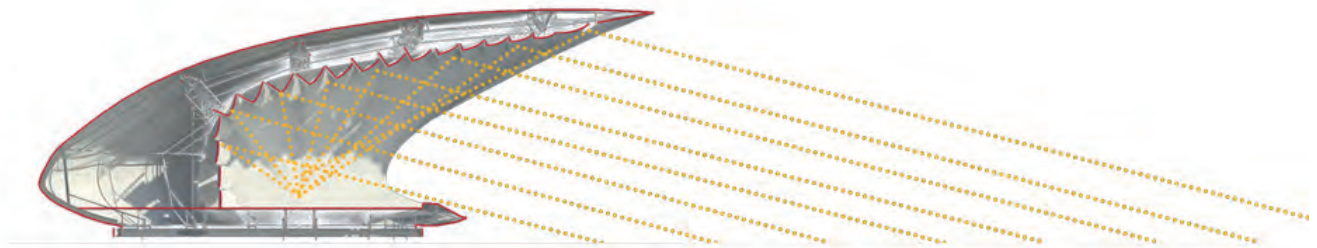


Fig. 3 - Soundforms: sezione.
Disegno © Sound Forms Ltd

Nei numeri 2/2014 e 2/2015 della rivista abbiamo visto come le soluzioni tecnologiche più evolute, nell'ambito delle protezioni per spazi esterni, siano applicate soprattutto a coperture leggere per eventi collettivi (spettacoli, manifestazioni culturali ecc.). In questo articolo vogliamo approfondire alcuni aspetti costruttivi delle realizzazioni per eventi collettivi e soffermarci in particolare su un aspetto specifico: il suono.

Nelle strutture per l'outdoor l'esigenza di ospitare manifestazioni che implicano una certa qualità dell'acustica (teatro, concerti ecc.) è un tema molto sentito. Ad esempio, è esperienza comune la scarsa qualità acustica di certi padiglioni all'aperto come quelli utilizzati nelle sagre di paese. Il rapporto con il suono quindi, prevede il ricorso a soluzioni tecnologiche che implicano l'utilizzo di materiali innovativi, particolari combinazioni di questi e una particolare ricerca formale legata alle prestazioni richieste.

I padiglioni tessili dedicati a questo tipo di attività hanno caratteristiche costruttive comuni alle architetture tessili. I sistemi costruttivi maggiormente utilizzati sono infatti di tre tipi (Cfr. Schock H.J., 2001):

- sistemi a telaio;
- tensostrutture;
- sistemi pneumatici.

Nelle applicazioni a telaio il tessuto viene solitamente ancorato ad una sottostruttura portante in profilati metallici con modalità di collegamento che variano a seconda del tipo di tessuto e dell'ingegnerizzazione del sistema. Nelle tensostrutture, la membrana di copertura viene tensionata tra più punti predefiniti, senza ricorrere all'appoggio su tradizionali elementi di sostegno ad arco o altro. I sistemi pneumatici sono costituiti invece da una doppia membrana con interposto uno strato d'aria ad alta pressione in grado di conferire la resistenza meccanica necessaria a renderla una struttura

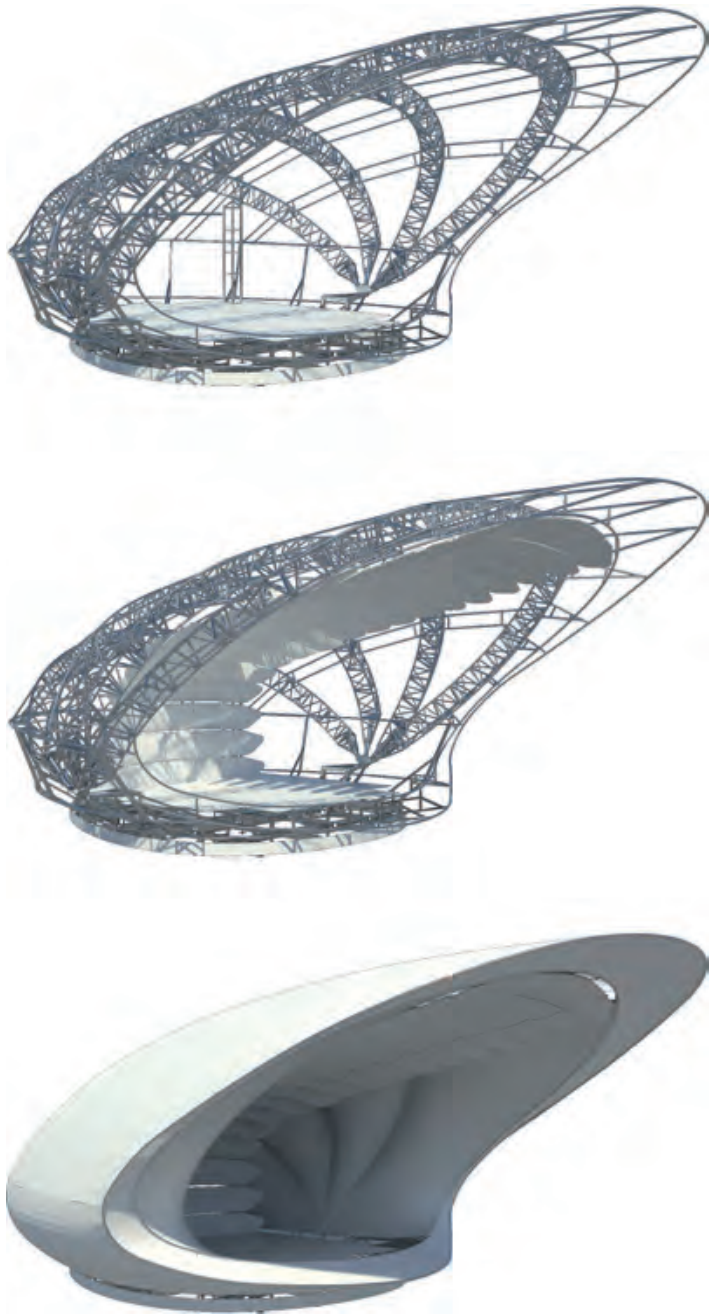


Fig. 4 - Soundforms: struttura portante.
Disegno © Sound Forms Ltd

portante. Questi sistemi possono essere combinati fra loro realizzando costruzioni ibride.

Come sappiamo i materiali di rivestimento utilizzati possono essere raggruppati in tre grandi famiglie (Schock H.J, 2001, p. 30):

- tessuti spalmati;
- tessuti non spalmati;
- film.

Un'interessante comparazione fra i materiali di rivestimento è disponibile sul sito web di Architen Landrell, gruppo bri-





Fig. 5 – Soundforms Olympic Park 2012.
Foto © Nick Guttridge

Materiale	Applicazione	Durabilità	Trasparenza	Riciclabile	Frequenza di manutenzione	Costo	Resistenza al fuoco
Poliestere-PVC	Esterno	4	1	Si	3	2	3
Fibra di vetro-Silicone	Esterno e Interno	5	3	Si	2	2	5
Fibra di vetro-PTFE	Esterno	5	1	No	2	4	5
ETFE	Esterno	5	4	Si	1	3	5
Tenara®	Esterno	5	3	No	2	5	5
Fibra di vetro-PVC	Interno	3	2	No	3	1	5
Tessuto elasticizzato	Interno	2	2	No	3	2	5

Tab. 1 Comparazione fra materiali tessili per tensostrutture e rivestimenti (Cfr. Architen Landrell)

tannico specializzato nella progettazione esecutiva e ingegnerizzazione di tensostrutture e rivestimenti tessili. Il numero attribuito (da 1 a 5) esprime un valore assoluto per ogni categoria (Tab. 1).

Negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi progetti di padiglioni tessili per spettacoli all'aperto ed in particolare strutture dedicate all'esecuzione di concerti. Tra i tanti possiamo citare il Central Park Playa Vista Bandshell a Los Angeles progettato da Michael Maltzan Architecture (2010) e il sistema Soundforms di Sound Forms Ltd (2012). Questi progetti sono caratterizzati da una ricerca che si articola prevalentemente su due fronti:

- studio della forma;
- combinazione dei materiali.

Come è noto la forma è fondamentale per una distribuzione equilibrata delle varie frequenze sonore. È fondamentale inoltre per ridurre al minimo la dispersione e concentrare il suono verso una direzione ben precisa. La maggior parte di questi progetti utilizza infatti la cosiddetta forma a "conchiglia" che è in grado di distribuire il suono in modo "avvolgente" e restituirlo con la minor riduzione di volume possibile. Inoltre la forma interna del padiglione è in genere calibrata diversamente tra parte bassa e parte alta/soffitto. Fondamentale è lo studio dei modi di risonanza che possono essere assiali, tangenziali ed obliqui. I modi di risonanza sono quelle frequenze la cui lunghezza d'onda risulta essere multipla della distanza tra due pareti parallele. I modi assiali si generano tra due superfici parallele, ad esempio due pareti di una stanza o la coppia pavimento-soffitto. I modi tangenziali si generano quando il suono si riflette su 4 superfici. I modi obliqui si generano quando il suono si riflette su 6 superfici. È evidente che lo studio di questi fenomeni e



Fig. 6 - Soundforms Olympic Park 2012.
Foto © Nick Guttridge

la conseguente progettazione specifica debba essere demandata a studi specializzati.

La seconda componente fondamentale è la scelta dei materiali e soprattutto la loro combinazione. Esistono in commercio diverse membrane adatte alla realizzazione di controsoffitti acustici in ambienti confinati. Più complessa è ovviamente la progettazione di una sala da concerti e ancor più problematica è la situazione negli spazi aperti in cui l'efficacia di questi materiali deve essere integrata in un sistema in grado di assorbire e rifrangere in modo specifico le varie frequenze. Caratteristica fondamentale del tessuto utilizzato è il tempo di riverberazione. Il riverbero è un fenomeno acustico legato alla riflessione dell'onda sonora da parte di un ostacolo posto davanti alla sorgente. Per parlare di riverbero negli spazi aperti questo ostacolo deve essere a meno di 17 metri, altrimenti si deve parlare di eco. La riverberazione dipende dalla dimensione dell'ambiente e dalla natura delle pareti investite dal suono. Materiali diversi hanno coefficienti di assorbimento diversi. Inoltre, le riflessioni su pareti di tipo diverso hanno intensità diverse a frequenze diverse. Il riverbero ha aspetti negativi e positivi. Nella progettazione quindi vanno ridotti al minimo quelli negativi e sfrutta-



Fig. 7 – Soundforms Olympic Park 2012.
Foto © Nick Guttridge

ti al massimo quelli positivi. L'effetto negativo principale è il rischio di mascheramento delle sillabe del parlato o del fraseggio musicale. L'aspetto positivo più importante è il rinforzo dell'intensità della sorgente a seconda della ricombinazione dell'onda sonora riflessa con quella emessa dalla sorgente stessa (interferenza tra onde). Il tempo di riverberazione è il tempo che il suono impiega per diminuire di 60 dB in un determinato ambiente, cioè la velocità con cui il suono scompare (rif. ISO 3382-1/2). Se il tempo di riverbero è troppo elevato si genera un effetto di confusione sonora in cui tutti i suoni si sovrappongono diventando incomprensibili. Se il tempo di riverbero è invece eccessivamente breve, i suoni sono troppo secchi oppure ovattati e non raggiungono l'ascoltatore. In genere la seconda opzione non si verifica quasi mai. Per risolvere quindi il problema dei tempi di riverbero troppo lunghi si ricorre all'uso di materiali fonoassorbenti che, nella progettazione di padiglioni all'aperto, leggeri, trasportabili e smontabili, non possono essere configurati come negli spazi confinati. Un esempio significativo, come già evidenziato, è l'esperienza del padiglione Soundforms.

Soundforms Olympic Park 2012

La qualità del suono negli spazi aperti come i parchi è spesso imprevedibile. I palcoscenici sono aperti e il suono, specialmente se non aiutato da impianti, si disperde facilmente privando l'utente del piacere dell'ascolto. Per risolvere questa problematica, in occasione dei Giochi Olimpici di Londra 2012 è stata sviluppata una soluzione innovativa chiamata "Soundforms" (Fig. 1). Si tratta di una struttura mobile, parzialmente pneumatica, a forma di conchiglia, che permette di beneficiare, all'aperto, di prestazioni acustiche analoghe a quelle di una sala da concerto (Fig. 2). L'acustica del padiglione permette ai musicisti di sentirsi fra loro, fatto unico nelle architetture tessili all'aperto che rappresenta un gran beneficio per la qualità delle esecuzioni (Fig. 3). Il progetto nasce da un'idea del direttore d'orchestra britannico Mark Stephenson. Il progetto esecutivo dell'involucro interno è stato sviluppato da Arup Acoustics in collaborazione col direttore d'orchestra con l'obiettivo di ottenere un manufatto che producesse la stessa acustica in qualsiasi luogo fosse collocato. Per sviluppare l'acustica di base del padiglione, il team ha analizzato 3 diverse condizioni e sviluppato la strut-

tura per ottimizzare acusticamente ciascuna di esse. Si trattava di: un quartetto, una piccola ensemble da camera e un'orchestra sinfonica. Ciascuna condizione presenta diverse esigenze che hanno richiesto un'ideale progettazione spaziale. Ciascuna delle 3 condizioni è stata caratterizzata attraverso un insieme di rapporti acustici che hanno determinato le distanze tra le superfici riflettenti della parte interna della "conchiglia". Questi rapporti geometrici sono stati inseriti nel brevetto UK N.2472238.

Lo studio Flanagan Lawrence ha curato la progettazione architettonica del padiglione. Architen Landrell Associates (Josie Britton – project manager con Ceri Richards – senior designer, Lance Rowell e Alex Helsop – consulenti) ha progettato l'involucro esterno degli otto cuscini gonfiabili che assicurano l'impermeabilità e l'unità strutturale di Soundforms. Il materiale utilizzato per l'involucro esterno è il Précontraint 702 di Serge Ferrari, una membrana pretensionata in poliestere rivestita in PVC. Il tessuto in poliestere spalmato in PVC è quello più comunemente utilizzato nelle tensostrutture. Si adatta bene alle linee curve grazie all'ottima flessibilità, ha ottima resistenza e traslucenza, ma soprattutto una durabilità di oltre 20 anni (Tab. 1). Presenta una grande varietà di colori ed è adatto alla stampa digitale. Può essere piegato ed è quindi adatto a strutture retraibili. Il rivestimento in PVC contiene stabilizzanti UV contro ingiallimento e scolorimento, additivi ignifughi e anti-fungicidi. Può essere inoltre completamente riciclato. Le varie sezioni della membrana esterna, collegate e sigillate per mezzo di chiusure ermetiche, si gonfiano fino alla creazione della forma curva finale, simile ad un'enorme vongola. La progettazione è stata ottimizzata per ridurre al minimo l'impiego di dispositivi esterni per la sua messa in opera (gru ecc.) (Fig. 4): le dimensioni delle varie parti sono adatte allo spostamento con automezzi standard (elementi strutturali in alluminio e scelta della tecnologia pneumatica). "La membrana interna Précontraint 702, totalmente opaca, blocca la luce, permettendo così una gestione perfetta degli effetti scenici visivi. La stabilità dimensionale di Précontraint garantisce inoltre la conservazione della forma originale della struttura" (Cfr. en.sergeferrari.com). Sul lato interno il tessuto è nero per prevenire la riflessione luminosa. Il sistema di copertura è integrato con vari deflettori acustici in legno (Figg. 5-6). Il rivestimento interno della struttura è realizzato con tessuto bianco brillante del tipo Joelastic. Si tratta di un tessuto elasticizzato con finitura lucida composto dall'83% di poliammide (PA) e dal 17% di Elastam (fibra poliuretanicica spesso erroneamente chiamata Lycra). La struttura portante del manufatto, interamente realizzata in alluminio, è stata prodotta da TSG (Malcom Richards). La struttura è stata assemblata da ES Global.

Soundforms è stato progettato senza un committente. Gli architetti e il direttore d'orchestra hanno elaborato il modello iniziale e creato un team di progettazione per svilupparne il prototipo come se si trattasse di un lavoro di ricerca e sviluppo. Il team è successivamente diventato partner della nuova società che ha realizzato il manufatto, preceduto dalla costruzione di un prototipo funzionante in scala 1:1. Nel marzo 2012 il prototipo è stato testato acusticamente nei



Fig. 8 – Soundforms Olympic Park 2012.
Foto © Nick Guttridge

Docklands di Londra da Nicola Benedetti e Charlie Siem, entrambi violinisti dalla London Philharmonic Orchestra. I test hanno dato esito estremamente positivo. Successivamente il padiglione è stato scelto per essere posizionato nel Parco dei Giochi Olimpici di Londra 2012, dove ha ospitato, quasi ininterrottamente, spettacoli per tutta la durata dei Giochi Olimpici e Para-Olimpici.

Sound Forms Ltd è ora l'azienda che distribuisce e commercializza il manufatto servendosi della partnership dei soggetti coinvolti nella realizzazione originale. Il costo del padiglione è di 250.000 €. Un modello di business che può rappresentare un punto di riferimento per esperienze analoghe anche alle nostre latitudini.

Per concludere, possiamo affermare che gli esempi internazionali riferiti alla progettazione di architetture tessili per spettacoli all'aperto possono costituire un riferimento importante per la materializzazione di esperienze simili anche a livello nazionale. Si tratta, anche dal punto di vista del business, di soluzioni di alta qualità che possono trovare applicazione nel contesto di eventi culturali di una certa importanza, di cui certo il nostro paese non manca. La direzione sembra quella tracciata già da altri, cioè la costruzione di gruppi di lavoro interdisciplinari per fornire un prodotto che sia espressione di una ricerca scientifica. Chiaramente in un contesto simile il design non si può fermare alla standardizzazione ma deve cercare di trarre ispirazioni via via sempre nuove.

Riferimenti

Beranek L., *Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics, and Architecture*, Springer, New York, 2004.

Premier A., "Coperture leggere per l'outdoor. Alcuni esempi di architettura", *Tenda In & Out*, n.2/2014, pp. 30-39

Premier A., Martini A., Gregoris C., "Soluzioni per il design delle coperture leggere in outdoor", *Tenda In & Out*, n.2/2015, pp. 98-104.

Schock H.J., *Atlante delle tensostrutture*, UTET Scienze Tecniche, Torino, 2001.

Veronesi U., intervista di Fabio Fazio a *Che tempo che fa* del 31 ottobre 2009.

<http://www.soundforms.co.uk/>

<http://www.architen.com/projects/soundforms/>

<http://en.sergeferrari.com/corporate-en/soundforms-and-serge-ferrari-bring-indoor-acoustics-to-outdoor-band-shells-2/>

Si ringrazia ES Global Ltd per la gentile concessione delle immagini e il materiale informativo.



Fig. 9 – Soundforms Olympic Park 2012.
Foto © Nick Guttridge