PROVINCIA DI MANTOVA

CONSERVATORIO DI MUSICA "L. CAMPIANI" IN MANTOVA

SEDE DI VIA CONCILIAZIONE (EX CASERMA PALESTRO)

RECUPERO E MESSA IN SICUREZZA DEGLI AMBIENTI CONTIGUI ALLO STUDENTATO

AULE PER LO STUDIO DELLA MUSICA SINGOLO O IN GRUPPI

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA ACUSTICA

COMMITTENTE:

Conservatorio di Musica "L.Campiani"
Via Conciliazione, 1 - 46100 Mantova (Italia)
P.IVA: 93001510200

CANTIERE:

Via Conciliazione - Mantova

RIFERIMENTO:

CMAJ/DE-2015

REDAZIONE:

Lucio Visintini – Tecnico Competente in Acustica
Regione Lombardia – D.P.G.R. 4104/98

gruppo Concrete S.r.l.
marzo 2015

TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA · Lucio Visintini · D.P.G.R. 4104/98 · REGIONE LOMBARDIA

CONSERVATORIO DI MUSICA – Via Conciliazione – Mantova – II° Piano
RECUPERO E MESSA IN SICUREZZA DEGLI AMBIENTI CONTIGUI ALLO STUDENTATO – PROGETTO DEF. / ESEC.

SOMMARIO

PREMESSA 3

DEFINIZIONI 4

NORMATIVA DI RIFERIMENTO 6

OBIETTIVI DEL PROGETTO ACUSTICO 9

A) REQUISITI APPLICABILI ALL'INTERO EDIFICIO..... 9
B) INQUINAMENTO SONORO NELL'AMBIENTE ESTERNO. 9
C) REQUISITI SPECIFICI DELLE AULE MUSICALI..... 10

METODOLOGIA DI INTERVENTO 10

1 - CRITERI GENERALI. 10
2 - FONOISOLAMENTO..... 11
3 - RUMORE DA CALPESTIO. 11
3 - RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI..... 11

VERIFICA DEI SUB-SISTEMI 12

DESCRIZIONE DELLE OPERE SPECIFICHE 14

A) OPERE EDILI 14
B) OPERE IN GESSO ED ASSIMILATE..... 15
C) OPERE DA FALEGNAME 17

PARTICOLARITA' DI POSA 18

A) SEQUENZA DI COSTRUZIONE 18
B) COLLOCAZIONE DEGLI IMPIANTI..... 19
C) TAMPONAMENTI E TRANSITO IMPIANTI. 19
D) CONTROSOFFITTI..... 19
E) MASSETTO GALLEGGIANTE A SECCO. 19
F) CONTROPARETI..... 20
G) PORTE AFONICHE..... 20

PROVE DI LABORATORIO - COLLAUDI 20

PREMESSA

Nell'ambito del restauro e completamento degli ambienti al piano secondo del Conservatorio di Musica "L. Campiani" in Via Conciliazione a Mantova, è stata affidata allo scrivente l'analisi dei diversi aspetti acustici dell'edificio, in particolare per le esigenze derivanti dall'utilizzo delle aule per didattica musicale.

L'impostazione generale è desumibile dalla relazione allegata al Progetto Preliminare, cui si rimanda per la destinazione d'uso degli ambienti e le strategie impiegate per il loro raggiungimento. Come scritto nella relazione tecnica preliminare, gli ambienti contigui allo studentato sono destinati alla realizzazione di sale insonorizzate per lo studio musicale singolo o in gruppo, a disposizione degli allievi residenti nello studentato ed agli allievi del Conservatorio anche oltre gli orari dell'attività didattica o a musicisti esterni a supporto degli eventi in programma nell'Auditorium.

Dal punto di vista normativo, tali ambienti condividono la Categoria E del D.P.C.M. 05/12/97 - "*edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili* "; tuttavia, l'esigenza di separazione acustica fra le sale e la necessità di un elevato grado di isolamento con gli ambienti contigui dell'edificio (l'adiacente studentato e la biblioteca al piano inferiore) impongono indici di isolamento acustico più alti di quelli indicati dal D.P.C.M. citato.

Occorre inoltre sottolineare che, a seguito delle osservazioni espresse dai diversi organi competenti e dal Committente, sono state apportate al progetto le seguenti modifiche:

1) è applicata deroga al requisito sull'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata (richiesto dal D.P.C.M. 05/12/97), poiché gli infissi esterni (finestre) sul cortile interno e verso Via Fancelli sono stati bonificati di recente, e la loro sostituzione rappresenterebbe un spreco di risorse;
2) è eliminato doppio serramento delle Sale Prova che si affacciano sul cortile, sempre per ottimizzare le risorse a disposizione;
3) sono stralciati dal presente progetto gli interventi di ottimizzazione del clima acustico interno alle Sale Prova, di cui si farà carico il Conservatorio in altra occasione (tali interventi non precludono l'utilizzazione da subito dei locali);
4) per risolvere le necessità termiche delle Sale Prova senza ricorrere ad impianti complessi ed eccessivamente costosi, il livello del rumore residuo massimo ammesso è stato innalzato di 5 dB (da 30 a 35 dB A); è comunque prescritta la realizzazione su disegno di cassonetti schermanti allo scopo di ridurre, per quanto possibile, il rumore generato localmente dai ventilconvettori;
5) la composizione delle superfici orizzontali e verticali di separazione integra le necessità acustiche con quelle di protezione dal fuoco, con l'utilizzo di materiali adatti ad entrambi gli scopi.

La presente relazione, allegata al Progetto Esecutivo di intervento, comprende:

a) il calcolo previsionale, in forma semplificata, del rispetto dei requisiti di isolamento acustico (D.P.C.M. 05/12/97 e requisiti speciali per le aule musicali e la regia audio);
b) la composizione ed i requisiti prestazionali dei componenti e sub-sistemi di costruzione, rilevanti dal punto di vista acustico;

c) i requisiti prestazionali dei componenti degli impianti tecnici a servizio delle aule, qualora rilevanti per la qualità del clima acustico interno.

Per l'individuazione degli ambienti, per le tipologie ed i particolari di costruzione, per le quantità è fatto generico riferimento agli elaborati grafici costituenti il progetto esecutivo.

DEFINIZIONI

Al fine di rendere quanto qui di seguito espresso comprensibile, si riportano le definizioni delle grandezze in gioco - si fa riferimento alle definizioni riportate in allegato ai decreti in attuazione della Legge 447/95 o alla normativa tecnica in essi richiamata.

LIVELLO DI PRESSIONE SONORA.

Esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) ed é calcolato con la relazione seguente:

$$L_p = 10 * \log\left(\frac{p}{p_o}\right)^2 \quad \text{dB,}$$

dove: p è il valore efficace della pressione sonora misurata in Pascal
p_0 è il valore della pressione sonora di riferimento pari a 20 μPa.

LIVELLO MASSIMO PONDERATO DI PRESSIONE SONORA.

Si definisce *livello massimo di pressione sonora* L_{ASmax} il livello massimo raggiunto da un evento sonoro variabile nel tempo, pesato secondo la curva di ponderazione A e misurato con costante di tempo SLOW (IEC 651 / CEI 29-1).

LIVELLO CONTINUO EQUIVALENTE PONDERATO A.

Si definisce *livello sonoro ponderato A* il livello di una sorgente sonora espresso in decibel, relativo all'intero spettro udibile e pesato secondo la curva di ponderazione A (CEI 29-1). Come *livello continuo equivalente ponderato A* il livello sonoro continuo equivalente registrato in un determinato intervallo di tempo *T*, avente lo stesso valore quadratico medio di un suono la cui pressione varia nel tempo; é indicato con $L_{Aeq,T}$, é espresso in dB e definito dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \left(\frac{p_A(t)}{p_0}\right)^2 dt\right] \quad \text{[dB(A)]}$$

dove:

$p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora misurata in Pascal e ponderata secondo la curva A (norma IEC 651 / CEI 29-1)
T è l'intervallo temporale di integrazione
p_0 è il valore della pressione sonora di riferimento pari a 20 μPa.

INDICE DEL POTERE FONOISOLANTE DI UN DIVISORIO.

Il potere fonoisolante R di un divisorio, espresso in decibel, è dato dalla relazione:

$R = 10 \log (1 / \tau)$ dB,

ove τ é il rapporto fra l'energia sonora trasmessa e l'energia sonora incidente sul divisorio stesso.

L' *"indice R_w del potere fonoisolante di un elemento di partizione"* fra ambienti é il valore in decibel della curva di riferimento a 500 Hz risultante dal procedimento di valutazione della curva sperimentale di *R* in funzione della frequenza, secondo la procedura descritta nella norma UNI 8270, parte 7a ed annesse.

Si definisce poi *"indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti"* - indicato con R'_w - il potere fonoisolante di una partizione misurato in opera, sempre secondo la procedura descritta nella UNI 8270 (ora UNI EN ISO 140).

INDICE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA.

Si definisce *"isolamento acustico standardizzato di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione – $D_{2m,nT}$ ",* espresso in decibel e misurato in opera, il risultato della seguente relazione:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log (T / T_o),$$

ove: $L_{1,2m}$ é il livello di pressione sonora esterno a due metri dalla facciata in esame,
L_2 é il livello di pressione medio nell'ambiente ricevente,
T é il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente,
T_o é il tempo di riverberazione di riferimento (0,5 sec.).

Si definisce conseguentemente *"indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata – $D_{2m,nT,w}$ "*, espresso in decibel, il valore della curva di riferimento a 500 Hz risultante dal procedimento di valutazione della curva sperimentale di $D_{2m,nT}$ in funzione della frequenza, secondo la procedura descritta nella norma UNI 8270, parte 7a ed annesse (ora UNI EN ISO 140-7).

INDICE DEL LIVELLO DEL RUMORE DI CALPESTIO NORMALIZZATO.

La norma ISO 140/6 (UNI 8270 parte 6a) definisce come "livello di calpestio L_i" il livello medio nell'ambiente ricevente quando al di sopra del solaio è eccitata una sorgente particolare denominata "generatore normalizzato di calpestio".

Tale livello viene poi "normalizzato" tenendo presente le specifiche unità fonoassorbenti presenti nell'ambiente ricevente:

$$L_n = L_i + 10 \log (A / A_o)$$

ove: L_i è il livello medio nell'ambiente ricevente
A sono le unità fonoassorbenti (Sabine mq) presenti nell'ambiente ricevente,
A_o le unità fonoassorbenti di riferimento (10 mq).

L_n è funzione della frequenza. Applicando la procedura descritta nella UNI 8270, parte 7a, è possibile la successiva estrapolazione dell' "*indice del livello del rumore di calpestio normalizzato - $L_{n,w}$*", definito come il valore della curva di riferimento a 500 Hz risultante dal procedimento di valutazione della curva sperimentale.

TEMPO DI RIVERBERAZIONE.

Viene definito come Tempo di Riverberazione (indicato con T_{60} ed espresso in secondi) il tempo necessario affinché, una volta spenta la sorgente, il livello sonoro in un ambiente chiuso diminuisca di 60 dB. La nota relazione di Sabine, in forma semplificata:

$$T_{60} = 0,161 * V / A,$$

permette di stimare il Tempo di Riverberazione a partire dal volume *V* del locale espresso in metri cubi e dal numero *A* di unità fonoassorbenti presenti all'interno del locale stesso (in Sabine).

COEFFICIENTE DI FONOASSORBIMENTO DI UN MATERIALE.

E' indicato con la lettera greca α , è espresso in Sabine/m^2 e denota il rapporto fra l'energia sonora assorbita da un dato materiale e l'energia incidente. Se indichiamo con *E* l'energia sonora totale incidente su un metro quadro di materiale, con *R* la frazione di energia riflessa e con *S* quella assorbita, per il principio di conservazione dell'energia è possibile la seguente relazione:

$E = R + S$,

dividendo entrambi i membri per *E* ed indicando con $r = R/E$ (coefficiente di riflessione), $\alpha = S/E$ (coefficiente di assorbimento):

$r + \alpha = 1, \quad \alpha = 1 - r.$

L'energia sonora dispersa è convertita in calore. Un materiale assorbente perfetto ha un valore di α pari a 1, un materiale perfettamente riflettente un valore di α pari a 0.

Il potere fonoassorbente di un materiale, generalmente funzione della frequenza dell'onda sonora incidente, viene misurato mediante prove di laboratorio conformi alla normativa ISO 354-1985.

Il valore totale *A* delle unità fonoassorbenti introdotte in un locale è dato dal prodotto del coefficiente di assorbimento α del materiale per la superficie (in m^2) del materiale stesso.

IMPIANTI A SERVIZIO DELL'EDIFICIO.

A fini dell'applicabilità dei limiti di cui al D.P.C.M. 05/12/97, sono da considerare "impianti a servizio dell'edificio" tutti gli impianti che comprendono sorgenti di rumore, che sono posti all'interno dell'edificio o della relativa area di pertinenza e che servono alla fruibilità, funzionalità o comfort dell'edificio medesimo.

In particolare (D.P.C.M. 05/12/97 – articolo 2):

"- sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria,

- sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento. ... "

Il calcolo di previsione deve essere effettuato per l'ambiente nel quale il livello di rumore potrebbe essere più elevato; tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione è fatto riferimento alla seguente normativa, di competenza per il fabbricato in oggetto:

1 - *DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 5 DICEMBRE 1997*
"Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"

Il decreto determina i requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera, suddividendo gli ambienti abitativi in una apposita classificazione (Tabella A del decreto); l'edificio in oggetto rientra nella *"Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili* ", per la quale sono indicati i seguenti requisiti:

- indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra distinte unità immobiliari R'_w = 50 dB
- indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ = 48 dB
- indice del livello di rumore di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$ = 58 dB
- livello massimo di pressione sonora (ponderata A, costante slow), servizi a funzionamento discontinuo L_{ASmax} = 35 dB
- livello continuo equivalente di pressione sonora (ponderata A), servizi a funzionamento continuo L_{Aeq} = 25 dB

I requisiti indicati valgono per l'intero edificio, a prescindere dalla destinazione specifica di ogni singolo locale. Da notare che le grandezze impiegate per la definizione dei requisiti acustici rimandano alla misura delle stesse in opera, nelle particolari condizioni di posa.

2 - ***DECRETO MINISTERIALE 18 DICEMBRE 1975***

"Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"

Nel Paragrafo 5.1 *"Condizioni acustiche",* il decreto fissa i parametri di accettabilità di un edificio destinato ad uso scolastico, considerando tutte le problematiche che possono influire sul rumore di fondo durante l'attività didattica.

In particolare:

"5.1.2 - Verifiche e misure.

i) L'isolamento acustico e i requisiti acustici dovranno essere verificati per quanto concerne:

- *il potere fonoisolante di strutture verticali, orizzontali, divisorie ed esterne, di infissi verso l'esterno, di griglie e prese d'aria installate verso l'esterno;*
- *l'isolamento acustico contro i rumori trasmessi per via aerea tra spazi adiacenti e sovrapposti ad uso didattico e nei locali comuni (isolamento ambiente);*
- *il livello di rumore di calpestio normalizzato di solaio;*
- *il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti;*
- *la rumorosità dei servizi e degli impianti fissi;*
- *il coefficiente di assorbimento dei materiali isolanti acustici."*

Successivo comma iv):

"... Il collaudo in opera deve essere richiesto, eseguito e presentato secondo le norme generali ... Le grandezze da sottoporre a misura in opera sono:

- *l'isolamento acustico D per via aerea fra ambienti ad uso didattico adiacenti e sovrastanti (isolamento acustico tra pareti divisorie e di solaio);*

- *il livello di rumore di calpestio tra due spazi sovrapposti con la macchina normalizzata generatrice di calpestio;*
- *la rumorosità provocata da servizi ed impianti fissi;*
- *il tempo di riverberazione.*

Per quanto concerne gli impianti dovranno essere eseguite misure su:

- *impianti di riscaldamento, aereazione e condizionamento centralizzato;*
- *scarichi idraulici, bagni, servizi igienici, rubinetterie*."

Se per gli indici relativi ai componenti esterni dell'edificio e per la rumorosità degli impianti é più corretto riferirsi al successivo DPCM 05/12/97, sono di interesse i limiti di accettabilità relativi agli ambienti interni dell'edificio, ed in particolare (5.1.2, comma v):

"Requisiti di accettabilità da determinarsi con misure in opera (... indici di valutazione...):

- *isolamento acustico fra due ambienti adiacenti - I = 40 dB;*
- *isolamento acustico fra due ambienti sovrapposti - I = 42 dB; ..."*

Il tempo di riverberazione massimo accettabile è funzione della cubatura globale dell'ambiente secondo la tabella a calce del decreto.

Inoltre, al punto 5.1.1, comma iv) e v) é espresso:

"... Per scuole o aule di determinato tipo e ubicazione o destinate ad insegnamento particolare (sale di musica, ecc.) possono essere richiesti valori più elevati dell'isolamento acustico.

Possono essere richiesti particolari requisiti per ambienti in rapporto alla loro specifica funzione come ad esempio: auditori, sale di musica, sale di spettacolo".

4 - *NORMATIVA TECNICA*

Il decreto 05/12/97 citato fa esplicito riferimento (*Allegato A*) alle seguenti norme tecniche:

- **ISO 3382:1975** "*Acoustics: Measurements of Reverberation Time*"
- **ISO 140-5:1996** (UNI 10708-2:1997: "*Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate*")
- **ISO 140-6:1996** (UNI 8270-6:1988 e UNI 10708-3: "*Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai*")
- **UNI 8270:1987**, parte 7a "*Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici e di componenti di edificio*" (ora UNI ISO EN 140-7)
- **UNI EN 12354:2003**, parti 1, 2 e 3 "*Building Acoustics. Estimation of acoustics performance of buildings from the performance of elements".*

5 - *LETTERATURA SPECIALISTICA*

Non esiste una normativa tecnica per quanto riguarda i requisiti acustici di locali destinati alla didattica e all'esercitazione musicale; è consuetudine il riferimento alla letteratura specialistica.

Di particolare interesse i testi di Edward McCue "*Rehearsal Room Acoustics"* e di William J. Cavanaugh "*Keeping things quiet"* , all'interno del volume "*Acoustics design of Music Education Facilities"* edito dall'Acoustical Society of America.

OBIETTIVI DEL PROGETTO ACUSTICO

Sono confermati i seguenti obiettivi di progetto – il rispetto degli obiettivi indicati potrà essere verificato con collaudi in corso d'opera o ad opera compiuta:

A) REQUISITI APPLICABILI ALL'INTERO EDIFICIO.

Il DPCM 05/12/97 richiede per l'intero edificio il rispetto dei seguenti requisiti acustici passivi e limiti di rumorosità massima:

- indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra distinte unità immobiliari — R'_w = **50 dB**
- indice del livello di rumore di calpestio normalizzato — $L'_{n,w}$ ≤ **58 dB**
- livello massimo di pressione sonora (ponderata A, costante slow), servizi a funzionamento discontinuo (ascensore, scarichi idraulici, servizi igienici, rubinetteria) — L_{ASmax} ≤ **35 dB**
- livello continuo equivalente di pressione sonora (ponderata A), servizi a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento) — L_{Aeq} ≤ **25 dB**

Il requisito relativo all' *"indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione fra distinte unità immobiliari"* è applicabile alle superficie verticali che separano l'area in esame dall'adiacente Studentato.

Per l'espressa volontà del Committente di conservare i serramenti di facciata esistenti (soggetti a restauro e non a sostituzione), è chiesta deroga al requisito sull'isolamento di facciata.

Ai requisiti sopra indicati devono essere aggiunti quelli espressamente richiesti dal DM 18/12/75 per le aule didattiche di uso generico (le grandezze citate sono ridenominate in base alla normativa successiva):

- tempo di riverberazione T_{60} massimo accettabile funzione della cubatura globale dell'ambiente secondo le tabelle a calce del DM 18/12/75 e comunque inferiore a (Circolare N. 3150) — T_{60} < **1,2 s**
- indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione orizzontale fra ambienti adiacenti — R'_w ≥ **42 dB**
- indice del potere fonoisolante apparente di elementi di separazione verticale fra ambienti adiacenti — R'_w ≥ **40 dB**

B) INQUINAMENTO SONORO NELL'AMBIENTE ESTERNO.

Il Piano di Azzonamento Acustico del Territorio del Comune di Mantova colloca l'area di pertinenza del Conservatorio in zona di Classe IV ("*Aree di intensa attività umana* "), per la quale valgono i seguenti limiti massimi di emissione:

Periodo diurno (06:00 – 22:00): Leq (A) = 60 dB

Periodo notturno (22:00 – 06:00): Leq (A) = 50 dB.

All'interno di tale zona sono attivi anche i limiti differenziali di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 14/11/1997 (5 dB in periodo diurno e 3 dB in periodo notturno).

Tutte le eventuali nuove sorgenti sonore, introdotte a servizio dell'area in esame (estrattori d'aria, unità di ventilazione, ecc.) devono garantire il rispetto di tali limiti.

C) REQUISITI SPECIFICI DELLE AULE MUSICALI.

La letteratura specialistica e l'esperienza suggeriscono il rispetto dei seguenti requisiti minimi:

a) ISOLAMENTO ACUSTICO FRA SALE PROVA ADIACENTI.

Il grado di isolamento acustico fra aule di studio adiacenti deve essere dimensionato affinché non vi sia disturbo reciproco: indicativamente NIC > 60 dB, per ottenere il quale R'_w > 65 dB. Tale valore deve essere inteso come indice in opera, comprendere sia la veicolazione aerea sia quella strutturale.

b) ISOLAMENTO ACUSTICO FRA SALE PROVA E LOCALI LIMITROFI CON DIVERSA DESTINAZIONE.

Nel caso in esame, sono locali limitrofi a diversa destinazione i locali dello studentato al medesimo piano e la biblioteca del Conservatorio e le Sale Organo a piano terra. Anche in questo caso, l'indice di isolamento acustico richiesto è quello necessario affinché l'attività delle Sale Prova non rechi disturbo né all'attività di studio nella biblioteca né all'attività didattica o concertistica nelle Sale Organo. In termini generali, si raccomanda un indice NIC non inferiore a 60 dB (R'_w > 65 dB).

c) RUMORE DI FONDO.

La grandezza " *background noise* " (rumore di fondo) deve essere intesa come la somma di TUTTI i rumori estranei, ovverosia la somma dei residui di: sorgenti sonore esterne all'edificio, impianti tecnici nelle vicinanze (compresi quelli a servizio del locale medesimo), attività sonore nei locali adiacenti.

Per la presenza dei ventilconvettori dell'impianto di climatizzazione è ammesso il valore limite di 35 dB A.

METODOLOGIA DI INTERVENTO

1 - CRITERI GENERALI.

Si è tenuto ben presente, nel definire i diversi interventi, l'importanza storica dell'edificio e la necessità di non alterarne le preesistenze edili, strutturali e superficiali. Si è optato per soluzioni con minimo impatto sulle superfici verticali ed orizzontali attuali, intervenendo "per aggiunta" e non "per sostituzione", anche se non sempre tale metodologia può essere considerata la più efficiente in termini di rapporto fra benefici e costi.

Conformemente a quanto già realizzato in altre parti dell'edificio, sono quindi stati adottati i seguenti criteri generali:

- realizzazione dei nuovi interventi preferibilmente "a secco", con struttura portante autonoma;
- realizzazione dei nuovi interventi con un ridotto numero di ancoraggi fra le nuove strutture e le preesistenti (quindi ridotto numero di tasselli, chiodi ed altro nelle murature esistenti).

2 - FONOISOLAMENTO.

L'alto indice di fonoisolamento richiesto fra aule adiacenti può essere efficacemente ottenuto solo con opere a secco; è preferibile la coesistenza fra un divisorio in laterizio e contropareti in gesso alleggerito.

La grandezza e la distribuzione delle Sale Prova ha quindi tenuto presente i divisori in laterizio esistenti, che vengono in gran parte conservati, con l'integrazione di partizione di nuova formazione in mattone forato tipo Poroton o similare.

Le sale sono formate con il criterio della "scatola nella scatola", con contropareti a lastra multipla posizionate fra il contropavimento acustico ed il controsoffitto; sia il contropavimento che il controsoffitto non sono rigidamente connessi alle strutture dell'edificio, ma da esse separati da elementi elastici resilienti.

3 - RUMORE DA CALPESTIO.

La frequenza propria di risonanza del contropavimento deve essere scelta per ottenere, oltre al grado di isolamento aereo di cui al punto precedente, una riduzione del livello di calpestio normalizzato ΔL_w non inferiore a 30 dB.

3 - RUMOROSITÀ DEGLI IMPIANTI.

Il rispetto dei limiti massimi di rumorosità degli impianti interni dell'edificio (impianti di riscaldamento e ventilazione, impianti di illuminazione) può essere soddisfatto soltanto mediante una accurata progettazione esecutiva ed una attenta supervisione alla posa in opera.

Si ritiene comunque fondamentale l'iscrizione a capitolato dei limiti massimi ammessi, al fine di chiaramente sottoporre l'accettabilità degli impianti finiti anche al rispetto dei requisiti acustici imposti.

Sono importanti le seguenti linee guida per la progettazione specifica:

- terminali ad aria forzata (ventilconvettori): in linea generale, la rumorosità massima di target per ciascun terminale è 40 dB(A) per i locali generici (corridoi, disimpegni, ecc.) e 30 dB(A) per le Aule Studio. Il livello massimo di rumorosità indicato per i ventilconvettori delle Aule Studio è molto basso rispetto a quanto disponibile nel mercato; si suggerisce di scegliere l'unità affinché sia in grado di soddisfare il fabbisogno termico alla velocità minima di funzionamento (cui corrisponde il livello minimo di pressione sonora) e di racchiudere l'unità in un mobiletto silenziato. L'utilizzo delle nuove unità dotate di controllo ad inverter della ventilante può essere di grande aiuto nel ridurre il rumore effettivo nelle normali condizioni d'uso;
- corpi illuminanti: iscrivere nel capitolato prestazionale il requisito della rumorosità massima (il dato di target per il singolo corpo illuminante è calcolato considerando il numero di elementi nel medesimo locale e l'incremento nella pressione acustica derivante dal campo riverberato); in linea generale, la rumorosità massima di target per ciascun corpo illuminante è 15 dB(A). E' inoltre importante che i corpi illuminanti non

abbiano componenti mobili non rigidamente fissati - quali schermi diffusori, carter di protezione, ecc. – che possano essere soggetti a vibrazione quando sollecitati dalle onde sonore.

VERIFICA DEI SUB-SISTEMI

Per la verifica dei sub-sistemi di costruzione sono adottate le formule semplificate indicate nella UNI /TR 11175:2005; data la grande variabilità degli elementi costruttivi dell'edificio storico, non si è ritenuto opportuno procedere ad un'analisi più dettagliata. Il comportamento del sub-sistema tipo è stato inoltre verificato con l'ausilio di una piattaforma software (Insul v 5.2 della Marshall Day Acoustic).

C1) Parete divisoria tipo fra Aule Studio adiacenti.

Composizione minima:

a. divisoria in laterizio esistente o di nuova formazione, spessore cm 12, intonaco su entrambe le facce – massa superficiale $m_1 \approx 130$ Kg/m^2;
b. controparete su entrambe le facce del divisorio, composta da:
   - cavità larga $d \geq 0{,}1$ m, parzialmente riempita con materiale poroso avente resistenza al flusso d'aria $r > 20$ Ns/m^4;
   - lastra di cartongesso semplice, spessore mm 13, massa superficiale 9 Kg/m^2, accoppiata a lastra in gesso caricato, spessore mm 13, massa superficiale 13 Kg/m^2 ($m_2 \approx 22$ Kg/m^2).

Il grado si isolamento acustico della divisoria in laterizio è stimabile in:

$R_{w1} = 20 * Log_{10} m_1 \approx 42$ dB;

la frequenza di risonanza dell'insieme cavità + strato addizionale è data da:

$$f_o = 160 * \left[\left(\frac{0{,}111}{d}\right) * \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right) \right]^{1/2} \approx 40 \text{ Hz}$$

L'incremento risultante dalla applicazione di una controparete è quindi:

$\Delta R_w = 35 - R_{w1} / 2 = 14$ dB;

$R_{wtot} = R_w + (35 - R_{w1}/2)*2 \approx 70$ dB, superiore al minimo di progetto.

L'utilizzo del sistema controparete/controsoffitto/contropavimento consente di ridurre efficacemente la trasmissione laterale.

C2) Divisorio orizzontale fra Aule Studio e locali al piano sottostante.

Composizione minima (i locali sottostanti – biblioteca, Sala Organo – hanno soffitto a volta):

- spessore minimo dell'insieme mattoni della volta + riempimento + massetto sottopavimento cm 30 circa - $m_1 \approx 600$ Kg/m^2;
- guaina anticalpestio con rigidità dinamica s'=10 MN/m^3;
- massetto a secco composto da doppia lastra KNAUF BRIO sp mm 23 - massa superficiale $m_2 \approx 55$ Kg/m^2;
- pavimento di finitura in linoleum ad alta resistenza applicato per incollaggio - massa superficiale $m_3 \approx 4$ Kg/m^2.

a) Isolamento dai rumori impattivi (calpestio):

La prestazione del solaio nudo é stimabile con la formula:

$L_{n,w,eq}$ = 164 – 35*Log_{10} (m_1) ≈ 66 dB;

Considerando: m' = 55 + 4 = 59 Kg/m^2 e s' = 10 MN/m^3, la frequenza di risonanza fo del sistema pavimento galleggiante è :

$$f = 160 * \sqrt{\frac{s'}{m'}} \approx 65 \text{ Hz};$$

La prestazione del rivestimento è quindi:

$$\Delta L_w = 40 * Log_{10}(500/65) - 3 = 32 \text{ dB},$$

ed il livello di calpestio normalizzato è stimabile (senza considerare la trasmissione laterale) in 66-32 ≈ 34 dB << 58.

b) Isolamento dai rumori aerei:

Il grado si isolamento acustico della divisoria in laterizio è stimabile in:

$$R_{w1} = 20 * Log_{10} m_1 \approx 55 \text{ dB};$$

la frequenza di risonanza dello strato addizionale è data da:

$$f_o = 160 * \left[s' * \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right) \right]^{1/2} \approx 70 \text{ Hz}$$

L'incremento risultante dalla applicazione di una controparete è quindi:

$$\Delta R_w = 35 - R_{w1}/2 = 7 \text{ dB};$$

$R_{wtot} = R_w + (35 - R_{w1}/2)$ ≈ 63 dB,

leggermente inferiore all'obbiettivo di progetto (65) ma accettabile considerando le diverse approssimazioni cautelative. L'analisi fatta con software dedicato (INSUL) porta ad un stima di 68 dB (C: -2, Ctr: -7).

L'utilizzo del sistema controparete/controsoffitto/contropavimento consente di ridurre efficacemente la trasmissione laterale.

C3) Divisori verticali fra Aule Studio e locali dello Studentato.

Sono presenti due diverse tipolgie:

a) Divisoria interamente a secco, composta da:

- parete esistente: 2+2 lastre di cartongesso applicate su struttura metallica da mm 100, con lana minerale nell'intercapedine;
- controparete di nuova formazione: lastra di gesso caricato + lastra di cartongesso, cavità di mm 100 parzialmente riempita con lana minerale.

b) Divisoria mista, composta da:

- divisoria esistente in laterizio, intonacata su entrambe le facce;
- controparete di nuova formazione: lastra di gesso caricato + lastra di cartongesso, cavità di mm 100 parzialmente riempita con lana minerale.

Per entrambe le tipologie, l'analisi con INSUL stima un valore del potere fonoisolante R_w maggiore di 66 dB.

DESCRIZIONE DELLE OPERE SPECIFICHE

Il presente capitolo descrive le caratteristiche dei componenti e dei sub-sistemi di costruzione necessarie per soddisfare i requisiti richiesti; qualora indicato, il comportamento acustico di materiali o componenti la costruzione dovrà essere confermato da certificato di misura rilasciato da un laboratorio autorizzato in modo conforme alle norme vigenti.

Le prescrizioni ed indicazioni a seguire dovranno essere riportate nel Capitolato tecnico a base della gara di appalto. E' fatto riferimento agli elaborati costituenti il progetto architettonico.

A) OPERE EDILI

1 - Tamponamenti fonometrie non utilizzate.

Tamponamento dei fori nelle murature esistenti (fori relativi ad impianti e servizi non più utilizzati), dei vani sopra porta con mattone forato e/o spaccato di mattone e calce, intonaco grezzo sulla faccia interna alle aule, intonaco finito sulla faccia del corridoio. Sul corridoio centrale sono da chiudere le finestrelle (cm 50x50 circa), che mettono in comunicazione il corridoio con alcuni locali.

2 - Tamponamento delle brecce nelle murature a seguito del passaggio impianti

Tutte le brecce eseguite nelle murature per il passaggio di impianti a tubo ed a filo di nuova formazione devono essere sigillate con mattone forato e/o spaccato di mattone e calce, avendo cura di costipare bene il materiale nel foro, ed intonacate a grezzo su entrambe le facce della muratura.

3 - Nuove tramezze interne in laterizio

La nuova compartimentazione delle Aule Studio sarà realizzata con tramezze formate con mattone spessore mm 80, tipo POROTON P800, NEOMOLTIFORI o SEMIPIENO, foratura ≤ 50%, massa volumica della muratura in opera ≥ 1.000 Kg/mc (≥ 80 Kg/mq), intonacate su entrambe le facce con intonaco grezzo con spessore minimo di mm 15.

Le tramezze poggiano su strisce resilienti elastiche, spessore minimo mm 5 e larghezza di mm 150, del tipo adatto ad essere posato alla base dei tramezzi divisori. Prodotti commerciali adatti sono ad esempio la AKUSTRIP di Isover Saint-Gobain Italia SpA o la FASCIA TAGLIAMURO di ISOLMANT.

Tutte le tramezzature saranno poste sotto le travi portanti della capriata del tetto, ad esclusione del divisorio tra la sala prove 3 e la sala prove 4. La tramezzatura tra il magazzino strumenti e la sala prove 6 è in corrispondenza dell'arco esistente, il nuovo divisorio sarà messo in opera sul filo interno lato magazzino.

4 - Assisto ligneo della copertura.

I listelli e l'assito esistente saranno puliti da polvere e residui di verniciature con spazzole di saggina, come prescritto dall'attività di restauro. Le parti mancanti del materiale saranno integrate con elementi simili per essenza, forma e dimensione all'esistente; successivamente sull'assito stesso é posata una lastra di cartongesso di mm 12,5 per l'intera area delle Sale Prova.

5 - Massetto anticalpestio servizi igienici

Realizzazione di massetto galleggiante anticalpestio (servizi igienici), composto da (dal basso verso l'alto):

a. massetto impianti in cls alleggerito, con superficie superiore piana ed esente da asperità;
b. guaina anticalpestio sp. mm 5 in rotoli, rigidità dinamica ≤ 22 MN/m^3 , bordo battentato (tipo ISOLMANT UNDERSLIM o similare); abbattimento acustico ΔLw secondo UNI EN ISO 140/6 maggiore di 24 dB;
c. fascia perimetrale adesiva in polietilene espanso reticolato, spessore mm 5 circa, dotata di pre-formatura per facilitarne la posa; altezza cm 12,5 fornita in rotoli (tipo ISOLMANT FASCIA PERMETRALE TECNICA o similare);
d. massetto galleggiante di finitura in sabbia e cemento, spessore minimo mm 50 con rete elettrosaldata e superficie superiore adatta alla posa del pavimento di finitura;
e. pavimento di finitura in piastrelle incollate.

6 - Forniture accessorie.

Fornitura e posa di pannelli fonoassorbenti in resina poliestere autoestinguente espansa a cellule aperte, spessore mm. 50, densità ≥ 20 Kg/mc, con una faccia adesivizzata e l'altra protetta da pellicola di poliestere impermeabile all'acqua, olii, polvere, ecc.; i pannelli fonoassorbenti sono applicati per incollaggio alla muratura verticale nei vani sottofinestra.

Un prodotto adatto allo scopo è ad esempio il MAPPYPELL o MAPPYPELL PLATE della Mappy Italia Spa di Cesate (MI).

B) OPERE IN GESSO ED ASSIMILATE

B1) Pareti e contropareti a secco (Tav. PROG-01)

Note generali

I vani di passaggio previsti all'interno delle pareti saranno dimensionati in funzione del modello della porta che sarà sottoposta ad approvazione alla DL. Rimane fissa ed invariabile la luce di passaggio indicata sugli elaborati. Gli elementi di rinforzo per la posa delle porte sono compresi nel prezzo unitario.

La differenziazione T1, T2, etc. sugli elaborati grafici (vedi Tav. PROG-01) individua il tipo di parete (di seguito descritto) e le relative distanze dalle murature esistenti.

1. Contropareti interne alle Sale Prova (tipo T01, T02, T03, T04, T05, T06, T07, T13 e T14) - realizzazione di controparete perimetrale composta da:

- struttura in profili d'acciaio zincato 60/10 da mm. 50 (ad esempio, profili guida orizzontali tipo Placostil G50 e profili verticali a C tipo Placostil M50), montanti verticali con interasse di mm. 600,
- fra i montanti verticali è posto un pannello in lana minerale, spessore mm. 40, densità compresa fra 40 e 60 Kg/mc;
- 1 lastra di gesso a cuore densificato e rinforzato con fibra di legno, spessore mm 12,5, densità media ≥ 1.000 Kg/mc (12,5 Kg/mq), (tipo SINIAT LADURA o equivalente);
- 1 lastra di cartongesso comune (nucleo di gesso le cui superfici e bordi sono rivestiti in cartone aderente), spessore mm. 12,5, densità media ≥ 700 Kg/mc (9,5 Kg/mq), (tipo KNAUF GKB-A o similare).

Le lastre in gesso sono applicate con giunti sfalsati orizzontali e verticali. Le guide a U superiore ed inferiore sono applicate rispettivamente al contropavimento ed al controsoffitto, con interposizione di nastro biadesivo in polietilene espanso a cellule chiuse; per nessuna ragione la controparete deve essere in contatto rigido con i divisori verticali in laterizio. Se per ragioni costruttive è necessario l'ancoraggio alle superfici verticali dell'edificio, questo deve avvenire con interposizione di un elemento elastico e previo consenso del Consulente Acustico.

Le lastre sono applicate alla struttura metallica con apposite viti autoperforanti fosfatate, con interasse non inferiore a mm. 300; i giunti fra le lastre sono trattati con appositi nastri di rinforzo o, qualora necessario, con angolari metallici per la formazione degli spigoli vivi; i giunti della prima lastra sono stuccati prima dell'applicazione della seconda; la superficie a vista è stuccata e rasata, pronta per la tinteggiatura.

2. <u>Imbotte serramenti</u>

Realizzazione degli imbotti a completamento delle contropareti, in corrispondenza dei vani finestra e porta, formati con:

- struttura in profili d'acciaio zincato 60/10 da mm. 30 e/o 50;
- 2 lastre di cartongesso, spessore mm. 12,5 (il numero ed il tipo delle lastre è pari a quello della controparete),
- fra i montanti verticali è posto un pannello in lana minerale, spessore mm. 40, densità compresa fra 40 e 60 Kg/mc.

Le lastre sono applicate alla struttura metallica con apposite viti autoperforanti fosfatate, con interasse non inferiore a mm. 300; i giunti fra le lastre sono trattati con appositi nastri di rinforzo o, qualora necessario, con angolari metallici per la formazione degli spigoli vivi; la superficie a vista è stuccata e rasata, pronta per la tinteggiatura.

B2) Controsoffitti a secco (Tav. PROG.05)

Tutti i locali sono controsoffittati (tranne il corridoio centrale) con controsoffitto ribassato con struttura metallica doppia, fonoimpedente e resistente al fuoco, composto da:

- struttura incrociata in acciaio zincato C 50/27 0,6 mm; orditura primaria a passo mm 750, orditura secondaria passo mm 600 ca., sospensioni in acciaio regolabili a passo mm 600 circa.
- 2 pannelli in lana minerale non imbustata, spessore mm. 50 + 50, densità ≥ 40 kg/mc, conducibilità termica complessiva 0,042 W/mK; i pannelli sono posti nell'intercapedine della struttura o sopra di essa, a giunti sfalsati senza soluzione di continuità;
- 2 lastre "antincendio" in gesso rivestito a densità controllata, armate con fibre minerali ed additivi, sp. mm 15 x 2, densità ≥ 850 Kg/mc, (KNAUF Ignilastra GKF o equivalente). Le lastre sono applicate a giunti sfalsati sulla faccia inferiore della struttura, ed avvitate ad essa con apposite viti autoperforanti fosfatate, con interasse non inferiore a mm. 200; la superficie a vista è stuccata e rasata, pronta per la tinteggiatura.

Il controsoffitto si estende ai divisori in muratura (muratura di facciata, divisorio del corridoio, tramezze di divisione fra le aule), con sigillatura adatta a garantire la resistenza al fuoco richiesta.

B3) Massetto galleggiante a secco

Realizzazione di contropavimento fonoimpedente a secco (aule, corridoio, magazzino strumenti), composto da (dal basso verso l'alto):

- eventuale livellatura con inerte granulare a base di argilla apprettata (Knauf FORME o similare) da utilizzare nel caso di forte non-planarità (maggiore di 10 mm) del solaio esistente;
- pannello in lana di roccia pressata ad alta densità, trattato con speciale legante a base di resine termoindurenti, senza rivestimento, aventi le seguenti caratteristiche:
  - dimensioni 0,60 x 1,00 m, spessore mm 40;
  - densità nominale: 140 Kg/m^3 secondo UNI EN 1602
  - rigidità dinamica non superiore a 10 MN/m^3;
  - compressibilità: C = 5 mm (UNI EN 12431)
  - classe di reazione al fuoco: Euroclasse A1 (UNI EN 13501-1).

I pannelli devono essere ben accostati tra loro, evitando la formazione di vuoti dietro l'isolante e la striscia di desolidarizzazione. Un prodotto commerciale adatto è il pannello STEPROCH HD prodotto e commercializzato da ROCKWOOL ITALIA S.p.A.; in alternativa, è ammessa la posa di 2 pannelli sovrapposti (a giunti sfalsati) di pannelli in lana minerale alta densità da mm 20 (ad esempio: STEPROCK LD di Rockwool) o pannelli in lana di vetro pressata ad alta densità (ad esempio: EKOSOL N prodotto da Saint-Gobain Isover Italia S.p.A), a condizione che la rigidità dinamica e la compressibilità rientri nei valori sopra indicati.

- striscia perimetrale di desolidarizzazione ai bordi, in polietilene espanso a celle chiuse, tipo PERISOL L prodotto da Saint-Gobain Isover Italia S.p.A., FASCIA PERIMETRALE TECNICA di ISOLMANT o equivalente.
- massetto a secco composto da doppia lastra monolitica in gesso-fibra, priva di rivestimento, sp mm 23 cadauna, densità non inferiore a 1.200 Kg/mc (28 Kg/mq), buona resistenza meccanica, incombustibile (Classe A1), battentate sui bordi e sovrapposte a giunti sfalsati – tipo KNAUF BRIO 23 o equivalente; le lastre sono incollate fra loro ed avvitate in corrispondenza del bordo attentato come da indicazione del produttore.
- lisciatura autolivellante nello spessore necessario ad eliminare le imperfezioni nei giunti delle lastre (max mm 2) – con prodotto KNAUF NIVELLIERSPACHTEL F145, MAPEI ULTRAPLAN o equivalente.

C) OPERE DA FALEGNAME

C1 - Porte acustiche delle Sale Prova (tipo PP1)

Realizzazione su disegno e posa in opera di porte afoniche in legno, anta doppia (mm 900 + 300), con doppia guarnizione a premere e guarnizione inferiore a ghigliottina; esse devono garantire un indice Rw di isolamento alla trasmissione aerea del rumore pari o superiore a 42 dB, certificato dal costruttore in modo conforme alla normativa UNI EN ISO 140 ed annesse.

Le porte sono finite internamente con un pannello liscio mentre esternamente con superficie in legno lavorato, come indicato nell'abaco serramenti. Sono applicate in esterno ai portali in muratura e fissate a quest'ultima con telaio a "L" in acciaio 50x50 mm sp. 4 mm della lunghezza di cm 15. E' prevista la posa di tre "L" per i lati lunghi ed

una "L" per il traverso superiore. Si intende compresa la realizzazione e posa della cornice perimetrale sagomata, che prende il posto del coprifilo di finitura.

Telaio fisso ed anta sono laccati con vernice poliuretanica RAL su indicazione della DL. Le fessure fra telaio fisso e cornice muraria sono accuratamente chiuse con sigillante apposito (alta densità).

Compreso: maniglia in acciaio inox tipo Ghidini 239 o similare, chiusura a chiave, ferramenta e quant'altro necessario alla corretta posa ed a garantire i requisiti prestazionali richiesti.

C2 - Mobiletti sottofinestra per ventilconvettori

I mobiletti per i ventilconvettori posti sotto le finestre di facciata sono realizzati in compensato o MDF laccato o nobilitato (vedi elaborato grafico) e comprendono:

- davanzale in legno (fino a bordo dell'infisso),
- griglie di transito dell'aria (dim. mm 700 x 200 o 900 x 200),
- rivestimento interno con pannelli fonoassorbenti in resina poliestere autoestinguente espansa a cellule aperte, spessore mm. 50, densità ≥ 20 Kg/mc, con una faccia adesivizzata e l'altra protetta da pellicola di poliestere impermeabile.

Il mobiletto è applicato all'imbotte della controparete, con ganci appositi di fissaggio; deve essere facilmente removibile (anche da personale non specializzato) per consentire la pulizia e la manutenzione dei ventilconvettori.

C3 - Scatolato passacavi (Sale Prova)

Realizzazione su disegno e posa in opera di scatolato a parete per il cablaggio elettrico/audio, in legno verniciato o laccato, composto da: pianetto superiore fisso larghezza cm. 12 e spessore mm 20; frontale laccato, altezza cm. 33, in moduli non più lunghi di m. 1, applicato con ganci a scatto tipo KEKU o similare; compreso forature per scatole elettriche ad incasso; struttura di fissaggio a parete in legno grezzo.

C4 - Battiscopa (Sale Prova)

All'interno delle Sale Prova, ove non è previsto lo scatolato passacavi di cui al punto precedente, con funzione di battiscopa è posata una fascia in legno della medesima altezza e finitura dello scatolato, con spessore di mm 30 circa, applicata alla parete mediante collante adatto. Nell'installazione del battiscopa sono compresi: tagli, sfridi ed assistenza muraria.

PARTICOLARITA' DI POSA

A) SEQUENZA DI COSTRUZIONE

E' mandatario che l'appaltatore proceda alle diverse opere previste per le aule musicali nel seguente ordine:

1) risanamento e completamento dell'assito superiore,
2) realizzazione dei controsoffitti fonoisolanti (compreso stuccatura e rasatura);
3) realizzazione del massetto galleggiante a secco;
4) realizzazione delle contropareti e degli imbotti in corrispondenza di porte e finestre (compreso stuccatura e rasatura);
5) imbiancatura (isolante e prima mano) per tutte le superfici in cartongesso;

6) imbiancatura a finito;
7) posa dello scatolato passacavi e del mobiletto del ventilconvettore.

E' importante il coordinamento con l'esecuzione degli impianti a filo ed a tubo, per consentire la corretta sigillatura dei transiti.

B) COLLOCAZIONE DEGLI IMPIANTI.

La rete di distribuzione degli impianti a filo ed a tubo è posta nelle cavità fra la struttura metallica delle contropareti e i divisori in laterizio esistenti; seguire a questo proposito le indicazioni fornite negli elaborati specifici.

Gli "scatolati passacavi" previsti nelle sale prova sono destinati al solo transito dei cavi elettrici di alimentazione e dei cavi della rete informatica; essi potranno in futuro ospitare anche connessioni speciali (audio/video/dati) necessarie all'attività di ogni singola aula.

Negli "scatolati passacavi" è tassativamente escluso il transito di tubazioni a liquido (scarico condensa, derivazione degli impianti termici, ecc.).

C) TAMPONAMENTI E TRANSITO IMPIANTI.

Per evitare la formazione di ponti sonori a discapito del grado di fono isolamento effettivo ad opera conclusa, si raccomanda di:

- provvedere alla sigillatura dei transiti impiantistici (tubi e fili) attraverso le murature primarie dell'edificio, con malta cementizia o altro sigillante ad elevata prestazione acustica, prima di procedere all'esecuzione delle contropareti in gesso alleggerito;
- provvedere al completamento dell'assito ligneo che divide le aule dal vano sottotetto, ora in forte degrado e mancante in molte parti; l'assito deve risultare continuo senza fessurazioni.

D) CONTROSOFFITTI.

Nella realizzazione dei controsoffitti fonoisolanti è importante:

- definire correttamente il numero e la posizione dei pendini elastici, affinché tutte le pendinature sia sollecitate in pari modo (40 - 50 Kg per pendino, considerando anche il peso dei corpi illuminanti);
- disporre le tubazioni per gli impianti a filo sotto i pannelli di lana minerale, che non devono essere forati;
- disporre le lastre a giunti sfalsati in entrambe le direzioni di posa;
- provvedere ad accurata sigillatura dei cavi e tubi che attraversano il controsoffitto.

E) MASSETTO GALLEGGIANTE A SECCO.

Per la formazione del massetto a secco seguire le istruzioni di posa del produttore. In particolare, il posatore deve:

- verificare la necessità di uno strato livellante prima della posa della guaina anticalpestio, al di sopra del pavimento esistente, verificando la planarità dello stesso; lo strato livellante è realizzato con inerte granulare a base di perlite;
- stendere con cura la guaina anticalpestio da parete a parete, evitando la formazione di bolle d'aria , sormontando i teli adiacenti e sigillando il giunto con nastro adesivo (Isolmant Fascia Nastro, Isolmant Nastro Telato o simili); la guaina deve formare uno strato uniforme non interrotto per tutta la superficie del locale;

- posare la fascia di separazione ad L per l'intero perimetro del locale (porta compresa), applicandola con adesivo alla parete verticale in cartongesso ed alla guaina;
- procedere alla posa delle lastre a secco;
- utilizzare adesivo poliuretanico adatto alla tipologia del materiale, per l'incollaggio delle lastre sovrapposte ed in corrispondenza dei giunti;
- utilizzare viti adatte alla tipologia delle lastre, per il fissaggio dei bordi sovrapposti; le viti non devono raggiungere ed intaccare la guaina anticalpestio;
- verificare la necessità di un livellante sopra il massetto a secco per la preparazione della superficie alla posa di una pavimentazione elastica (linoleum); utilizzare materiale compatibile con le lastre utilizzate (ad esempio: KNAUF *Acquapanel Levelling Compound*).

La parte di fascia perimetrale eccedente la quota finita del massetto dovrà essere tagliata solo DOPO la posa del pavimento di finitura in linoleum.

F) CONTROPARETI.

Nella realizzazione delle contropareti è importante:

- assicurarsi che le struttura metalliche non siano in contatto con le murature verticali in laterizio dell'edificio;
- disporre le lastre a giunti sfalsati in entrambe le direzioni di posa;
- provvedere ad accurata sigillatura dei cavi e tubi che le attraversano, utilizzando preferibilmente gesso collante supportato, se necessario, da garza apposita.

G) PORTE AFONICHE.

Le porte afoniche saranno installate preferibilmente dal produttore, con manodopera specializzata in grado di garantire la prestazione acustica desiderata. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla sigillatura fra telaio fisso e muratura, anche in previsione di fessure di ampie dimensioni dovute alla non verticalità dei paramenti murari esistenti. Fra telaio fisso e muratura dovrà essere interposta una guaina sigillante comprimibile in espanso ad alta densità; fessure di piccola dimensione saranno trattate con sigillante ad elevate prestazioni acustiche.

PROVE DI LABORATORIO - COLLAUDI

Si intendono a carico dell'impresa appaltante la raccolta dei certificati relativi al comportamento acustico dei materiali e dei componenti nelle effettive condizioni di posa, certificati rilasciati da laboratori autorizzati in modo conforme alle norme vigenti.

Nel caso il materiale o il componente proposto, per particolarità costruttiva o modalità di posa, non disponga di certificato attestante il comportamento acustico, l'impresa si farà carico, a proprie spese, della misura presso laboratorio autorizzato, fornendo alla Direzione Lavori il risultato della misura per approvazione. In sostituzione del certificato di prova, la ditta costruttrice può fornire una apposita relazione tecnica – a firma di un tecnico competente in acustica - riportante i criteri di valutazione, da sottoporre ad approvazione della Direzione Lavori; in tal caso, la Direzione Lavori potrà richiedere

varianti o modifiche al componente in esame, al fine di garantire il rispetto dei requisiti minimi richiesti.

La Direzione Lavori ed il Consulente Acustico in fase esecutiva potranno decidere l'effettuazione di misure acustiche di controllo anche durante la realizzazione dell'opera; i costi vivi di tali misure saranno a carico dell'ufficio della Direzione Lavori, ma l'impresa dovrà fornire la necessaria assistenza.

L'opera finita sarà soggetta a collaudo strumentale; la Direzione Lavori potrà decidere quali misure sono da considerarsi vincolanti per l'accettazione dell'opera compiuta.