

- ENGINYERIA I LABORATORI ACÚSTIC, PROJECTES I SONOMETRIA
- CONSULTORIA MEDIAMBIENTAL
- SISTEMES D'INSONORITZACIÓ I CORRECCIÓ ACÚSTICA PER A LA INDÚSTRIA I MEDI AMBIENT

## PROJECTE D'ANÀLISI PARÀMETRES ACÚSTICS

**PROJECTE D'ANÀLISI DELS PARÀMETRES ACÚSTICS I PRESCRIPCIÓ DE MESURES CORRECTORES EN UN PAVELLÓ POLIVALENT A MANCOR DE LA VALL, EN BASE ALS ASSAJOS IN SITU REALITZATS DE TEMPS DE REVERBERACIÓ SEGONS NORMA ISO 3382-2**



ACTIVITAT:	<b>POLIESPORTIU MANCOR DE LA VALL</b>
UBICACIÓ:	<b>MANCOR DE LA VALL, MALLORCA</b>
PETICIONARI:	<b>CONSELL DE MALLORCA</b>
EXPEDIENT:	<b>14 01 AI014 PAVELLÓ MANCOR</b>

# ÍNDEX

<b>1. ANTECEDENTS I OBJECTE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LEGISLACIÓ I DISPOSICIONS REGLAMENTÀRIES .....</b>	<b>4</b>
<b>3. REFERÈNCIES NORMATIVES D'APLICACIÓ .....</b>	<b>5</b>
<b>4. INSTRUMENTS DE MESURA .....</b>	<b>6</b>
<b>5. DESCRIPCIÓ DE L'ENTORN .....</b>	<b>7</b>
<b>6. TEORIA I PARÀMETRES ACÚSTICS .....</b>	<b>8</b>
6.1 DESCRIPCIÓ DE LA PROBLEMÀTICA EXISTENT .....	8
6.2 ANÀLISI DE LES POSSIBLES SOLUCIONS .....	9
6.3 PARÀMETRES ACÚSTICS A CONSIDERAR .....	10
6.3.1 PARÀMETRES D'AÏLLAMENT ACÚSTIC .....	10
6.3.2 PARÀMETRES DE CONDICIONAMENT ACÚSTIC .....	10
6.3.3 NIVELL SONOR EQUIVALENT INTERIOR .....	11
<b>7. INSPECCIÓ SONOMÈTRICA.....</b>	<b>12</b>
7.1 CONDICIONS ATMOSFÈRIQUES .....	13
7.2 REGISTRES SONOMÈTRICS .....	13
7.3 VALORACIÓ I RESUM DELS RESULTATS OBTINGUTS .....	15
<b>8. MODELITZACIÓ ACÚSTICA .....</b>	<b>17</b>
8.1 ACÚSTICA ESTADÍSTICA ( <i>TEMPS DE REVERBERACIÓ</i> ) .....	17
8.2 ACÚSTICA ONDULATÒRIA (ANÀLISI DE MODO PROPIS) .....	18
8.2.1 MODO PROPIS (AXIALS, TANGENCIALS, OBLICS) .....	18
8.3 ACÚSTICA GEOMÈTRICA (RESSÒ).....	19
8.4 VALORACIÓ DE LES CONDICIONS ACÚSTIQUES DEL RECINTE I CONCLUSIONS .....	20
8.4.1 CONCLUSIONS.....	20
<b>9. PRESCRIPCIÓ MESURES CORRECTORES .....</b>	<b>21</b>
9.1 BAFLES FONOABSORBENTS ENTRE BIGUES DE FORMIGÓ AL SÒTIL.....	21
9.2 CORTINES FONOABSORBENTS .....	23
<b>10. PARÀMETRES ACÚSTICS FINALS.....</b>	<b>24</b>
<b>11. VALORACIÓ DELS RESULTATS OBTINGUTS I DE LES MESURES CORRECTORES.....</b>	<b>25</b>
<b>12. CONCLUSIONS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANNEX 1: REGISTRES SONOMÈTRICS .....</b>	<b>27</b>
<b>ANNEX 2: PLÀNOL D'UBICACIÓ .....</b>	<b>28</b>
<b>ANNEX 3: FULLS DE CERTIFICACIÓ DE L'INSTRUMENTAL.....</b>	<b>29</b>
<b>ANNEX 4: ESTAT D'AMIDAMENTS.....</b>	<b>32</b>

## 1. ANTECEDENTS I OBJECTE

Es presenta el Pavelló Polivalent de Mancor de la Vall, el qual presenta una greu afecció acústica. Aquest recinte, a més de la funcionalitat pròpia com a poliesportiu, també s'usa com a sala per diversos esdeveniments com menjars, etc.

Arrel dels elevats nivells de pressió sonora generats quan el pavelló presenta plena activitat d'aforament, es sol·licita la realització d'un informe tècnic prescriptiu de mesures correctores acústiques per a minimitzar l'efecte d'augment sonor per reflexió, disminuint el temps de reverberació de la sala objecte d'estudi, amb la finalitat d'aconseguir una bona intel·ligibilitat i bona confortabilitat acústica.

La prescripció de mesures correctores s'efectuarà en base a la modelització sonora i a l'assaig in situ realitzat per determinar el temps de reverberació que ofereix el recinte objecte d'estudi. Així mateix s'analitzaran les condicions d'ús, característiques i dimensions d'aquest.

La mesura del temps de reverberació, s'ha realitzat segons la normativa vigent d'aplicació per a la realització d'aquest tipus d'assaig (NORMA ISO 3382-2). Això ens permet diagnosticar acuradament la problemàtica existent, permetent la prescripció correctora necessària per adaptar el temps de reverberació final de la sala, en observança de l'establert en la legislació vigent i els òptims de confortabilitat acústica necessaris per a desenvolupar-se l'activitat de la forma més idònia.

L'objecte d'aquest document, és el de reflectir el temps de reverberació actual que ofereix la sala, així com mostrar els paràmetres acústics del recinte calculats mitjançant modelització. Per a, finalment, prescriure les mesures correctores a adoptar en el pavelló, per tal de modificar els paràmetres acústics dels recintes objecte d'estudi i així aconseguir una disminució dels nivells globals generats a l'interior del recinte mentre es desenvolupin les activitats a l'interior.

## 2. LEGISLACIÓ I DISPOSICIONS REGLAMENTÀRIES

L'assaig sonomètric de mesura del Temps de Reverberació s'adequarà a:

- ***UNE-EN ISO 3382-2: Mesura de paràmetres acústics en recintes. Part 2: Temps de reverberació en recintes ordinaris.***

Finalment, una vegada obtingut els resultat, es verificarà amb les exigències mínimes segons l'exposat per:

- ***Codi Tècnic de l'Edificació CTE DB-HR Document Bàsic de Protecció enfront del Renou, aprovada pel RD 1371/2007, de 19 d'octubre, el qual modifica el Real Decret 314/2006, de 17 de març, pel que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.***
- ***Reial Decret 1367/2007, de 19 d'octubre, pel que es desenvolupa la Llei 37/2003, de 17 de novembre, del Renou, en referència a zonificació acústica, objectius de qualitat i emissions acústiques.***
- ***Reial Decret 286/2006, de 10 de març, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició al soroll, que deroga el Reial Decret 1316/1989 i que transposa al dret espanyol la Directiva 2003/10/CE.***
- ***Llei 1/2007, de 16 de març, contra la contaminació acústica de les Illes Balears (BOIB nº 45 de 24/03/2007).***

### 3. REFERÈNCIES NORMATIVES D'APLICACIÓ

El **Codi Tècnic de l'Edificació CTE DB-HR Document Bàsic de Protecció enfront del Renou**, no especifica un temps de reverberació pel cas concret d'estudi. No obstant, com a referència prenem els valors límits de temps de reverberació en restaurants i menjadors buits, que estableix que aquest no serà superior a 0,9 segons. Per tant, val a dir que en cap cas s'haurà de considerar d'estricta aplicació però sí de referència.

Extracte del **Codi Tècnic de l'Edificació Document Bàsic enfront el Renou**, establint en quant al temps de reverberació:

#### **Valors límit del temps de reverberació**

*1 En conjunt els elements constructius, acabats superficials i revestiments que delimiten una aula o una sala de conferències, un menjador i un restaurant, tindran l'absorció acústica suficient de tal manera que:*

*a) El temps de reverberació en aules i sales de conferències buides (sense ocupació i sense mobiliari), amb volum menor que  $350\text{m}^3$ , no serà major que 0,7 s.*

*b) El temps de reverberació en aules i en sales de conferències buides, però incloent el total de les butaques, amb volum menor que  $350\text{m}^3$ , no serà major que 0,5 s.*

*c) El temps de reverberació en restaurants i menjadors buits no serà major que 0,9 s.*

*2 Per a limitar el renou reverberant en les zones comuns els elements constructius, els acabats superficials i els revestiments que delimiten una zona comú d'un edifici d'ús residencial públic, docent i hospitalari colindant amb recintes protegits amb els que comparteixin portes, tindran l'absorció acústica suficient de tal manera que l'àrea d'absorció acústica equivalent, A, sigui al menys  $0,2\text{m}^2$  per cada metre cúbic del volum del recinte.*

S'estableix per tant que per al menjador l'objectiu serà arribar a un temps de reverberació proper als 0,9 segons.

#### 4. INSTRUMENTS DE MESURA

Les mesures sonomètriques s'han realitzat amb els següents equips:

- **Sonòmetre Integrador CESVA SC-310 nre. de sèrie T223346 i Calibrador CESVA CB-5 nre. de sèrie 026819.**



- **Software de comunicació i processament de dades *Cesva Measuring Assistant*.**



- **Altaveu Omnidireccional BP012 nre. de sèrie T228097 i Amplificador/Generador de Renou AP600 nre. de sèrie T228007.**



Aquests equips ens permeten realitzar unes lectures completes d'anàlisis d'espectres en octaves i/o bandes de 1/3 d'octava, de totes les freqüències compreses entre 20 Hz a 20 kHz.

Els sonòmetres SC-310 disposen de la corresponent certificació de verificació primitiva i periòdica en vigor segons l'especificat a la *Ordre ICT/2845/2007, de 25 de setembre, per la que es regula el control metrològic de l'Estat dels instruments destinats a la mesura de so audible i dels calibradors acústics*.

L'instrumental de mesura ha estat degudament verificat abans i després del procés operatiu, per així garantir la màxima fiabilitat dels registres.

## 5. DESCRIPCIÓ DE L'ENTORN

El pavelló consta d'un recinte amb base rectangular amb unes dimensions de 44 x 23,5 metres, i la coberta presenta una lleu pendent, sent l'alçada a la part més baixa de 7,74 metres i 8,1 metres a la part més alta.

Els acabats d'aquest està realitzat amb materials molt poc absorbents acústics, per la qual cosa creen un entorn acústic molt reverberant, que combinat, amb la presència de múltiples fonts sonores (nins cridant) en resulta, tenint en compte dades de menjadors de característiques similars, un nivell sonor continu equivalent aproximat LAeq de 90 dB(A), i inclús superior.

Es tracta d'un nivell molt elevat, generant una greu afecció acústica que impedeix el correcte funcionament del pavelló, creant greus problemes de comunicació entre els usuaris.

## MESURES FÍSQUES CARACTERÍSTIQUES

- Longitud màxima .....	44 m
- Amplària màxima .....	23,5 m
- Alçada màxima .....	7,92 m
- Volum aproximat .....	8.185,14 m <sup>3</sup>
- Superfície sòtil / trespol .....	1.034,00 m <sup>2</sup>
- Superfície parets .....	332,91 m <sup>2</sup>

## MATERIALS EXISTENTS

- Sòtil .....	Formigó
- Trespol .....	Plàstic
- Parets .....	Formigó (30%) / Vidre (70%)
- Finestres .....	Alumini i vidre



## 6. TEORIA I PARÀMETRES ACÚSTICS

### 6.1 DESCRIPCIÓ DE LA PROBLEMÀTICA EXISTENT

El problema fonamental derivat d'un deficient condicionament acústic d'un recinte és l'excés de nivell sonor de la sala quan hi ha persones conversant. Aquest excés de nivell sonor es genera degut a:

- a) La potència sonora de les fonts
- b) Al nombre de fonts
- c) Al canal de transmissió: La sala

a) La potencia de la veu humana és molt variable en intensitat i freqüència, podent passar de 0,01mW pel so mes lleu fins a 5000 mW pel so més fort. La potència mitjana de la paraula varia segons l'interval de temps considerat. Així és de 18mW per a les dones i 34 mW per als homes, promitjant en un minut (pauses incloses). Promitjant en 1/8 de segon (duració d'una síl·laba) és de l'ordre de 230 mW per a homes i 150 mW per a dones. Això ens porta a uns nivells mitjans de pressió acústica a 1m dels llavis de 64 dB per a homes i 60 dB per a dones. La dinàmica de variació de nivells sol ser de 12 dB per damunt del valor mitjà i 18 dB per davall.

Seguint aquestes teories s'assolirien nivells màxims de  $65+12 = 78\text{dB}$ .

Cal indicar que en instal·lacions d'identiques característiques s'han assolit nivells de fins 87 dB(A), especialment significatius a freqüències del voltant de 1 KHz.

b) El nombre de fonts (persones) no influeix gaire amb el nivell total produït, ja que la suma de nivells es fa en forma logarítmica, segons la fórmula:

$$L_w = 10 \log \left( n \cdot 10^{\frac{L_1}{10}} \right)$$

on  $L_w$ : nivell total de pressió sonora

$n$ : nombre de persones

$L_1$ : nivell de pressió sonora d'una persona

de manera que si, per exemple, una sola persona parlant de forma elevada, produís 80 dB, dues en produirien *només* 83 dB; tres 84,8dB; quatre 86 dB, etc.

Aquesta fórmula és per a fonts concentrades en un punt, a la realitat estan repartides dins l'espai formant un *camp sonor de múltiples fonts* en el que influeixen la distància i l'absorció.

c) L'energia sonora que rep un oient dins una sala prové de la font sonora, en part directament (de la mateixa manera que ho faria a l'exterior) i en part, a través de les superfícies interiors del local (parets, trespòl, sostre, mobles, persones...); els sons reflectits seran funció del camí recorregut, del nombre de reflexions i de l'absorció de cada una d'aquelles superfícies. Com a conseqüència, en el resultat final del nivell i qualitat sonores que rebrà l'orient hi influiran decisivament: la forma, les dimensions i els materials del local.



## 6.2 ANÀLISI DE LES POSSIBLES SOLUCIONS

Ja hem vist que el problema s'identifica en tres conceptes.

Quant a l'apartat a) *Potència sonora de les fonts*, cal recórrer al principi de psicoacústica anomenat per alguns autors "*efecte party*" i que consisteix en un augment progressiu del volum de la veu quan hom es troba en una reunió (*party*) en la què tothom parla fort; es produeix un efecte d'emascarament del missatge sonor pel renou de fons. Aquest augment contribueix a la vegada a augmentar el renou de fons i així successivament, de manera que s'arriba a una situació en la que ningú s'entén i el nivell de pressió sonora global és molt gran.

Si s'aconsegueix que els interlocutors vagin baixant progressivament el seu propi volum, es produeix el fenomen invers; el renou de fons va baixant, l'emascarament minva i la intel·ligibilitat augmenta, fins i tot amb un nivell global molt més baix.

Com aconseguir el resultat invers a *l'efecte party*? Amb un altre efecte psicològic: el que anomenarem *efecte església*. A ningú se li acut en entrar a una església posar-se a parlar en veu alta, i fins i tot si estava parlant amb un nivell alt al carrer, quan entra, baixa automàticament el to. Això es degut a que quan s'entra dins un recinte on reina el silenci, aquesta absència de renou de fons fa que el seu missatge sonor destaquí i arribi clarament a l'interlocutor pròxim, per lo que automàticament el nivell sonor d'emissió es veu reduït, aconseguint així una reducció del nivells sonors existents a l'interior del recinte.

Quant a l'apartat b) *Nombre de fonts* ja hem raonat la poca incidència de l'augment dels focus sonors sobre l'augment del nivell global. En conseqüència no cal limitar el nombre d'assistents per abaixar el nivell.

Quant a l'apartat c) *La sala*, aquí sí que cal intervenir. Actuar sobre la forma i les dimensions resulta impossible, per raons òbvies; caldrà actuar sobre els materials (els revestiments) que confinen la sala. Comparant l'àrea de les superfícies que entren en joc, veiem la gran importància relativa del sostre, respecte de les altres.

## 6.3 PARÀMETRES ACÚSTICS A CONSIDERAR

### 6.3.1 PARÀMETRES D'AÏLLAMENT ACÚSTIC

Pel que fa a l'aïllament acústic a renou aeri del recinte respecte a l'exterior, no és objecte d'estudi d'aquest document ja que la problemàtica es centra en la confortabilitat acústica interior.

### 6.3.2 PARÀMETRES DE CONDICIONAMENT ACÚSTIC

Per tal de caracteritzar l'acústica dels recintes en estudi s'han de tenir en compte principalment els següents paràmetres acústics: el *Temps de Reverberació* i el *Coeficient d'Intel·ligibilitat RASTI*.

Quan una font sonora comença a irradiar energia acústica en un recinte tancat, el camp acústic resultant, comença propagant-se lliurement. Després d'un cert temps, que depèn de la distància de la font als tancaments, les ones acústiques comencen a patir reflexions en incidir sobre els distints tancaments, superposant-se les ones incidents amb les reflectides.

Aquest procés es va repetint i, evidentment, l'energia introduïda al recinte per la font, augmentaria indefinidament si no fos per l'absorció d'energia acústica per part de les superfícies del recinte i l'absorció del mig i la resta d'objectes situats en ell. En el moment en què el recinte, en el seu conjunt, absorbeix la mateixa energia per unitat de temps que l'emessa per la font, l'energia present a la sala roman estacionària, al voltant d'un cert nivell. A partir d'aquest moment la densitat d'energia mitjana a la sala roman constant.

De la mateixa forma, si cessa d'emetre la font, la densitat d'energia acumulada no desapareix immediatament; sinó que, durant un cert interval de temps, va sent absorbida per la sala fins que el nivell, que en aquesta existeix, resulta inaudible.

A aquest fenomen (persistència del so en una sala després que cessa la font), se li denomina **Reverberació**. La seva importància rau en el fet que els missatges acústics, ja siguin parlats o musicals, es componen de sons individuals (síl·labes, paraules, acords, etc.) separats en el temps, que en ser audibles en un recinte, durant cert temps després d'haver sigut emesos, s'entremesclen amb sons emesos posteriorment. Aquesta persistència del so i consegüent efecte de mescla, és a vegades beneficiosa, perquè pot reforçar-ho i prolongar-ho (plenitud dels sons musicals), però, altres vegades, no obstant pot ser perjudicial emascarant uns sons amb altres (pèrdua de claredat en els sons parlats). És evident que la reverberació tindrà una influència considerable en el comportament acústic d'un recinte.

El fenomen de la reverberació, des del punt de vista de l'*Acústica Geomètrica* s'explica com la suma de múltiples rajos que arribin a un punt d'un recinte, cert temps després de deixar d'emetre la font, provinents de successives reflexions acústiques, les intensitats de la qual van disminuint cada vegada que es produeix una reflexió, per absorció d'energia acústica pel tancament.

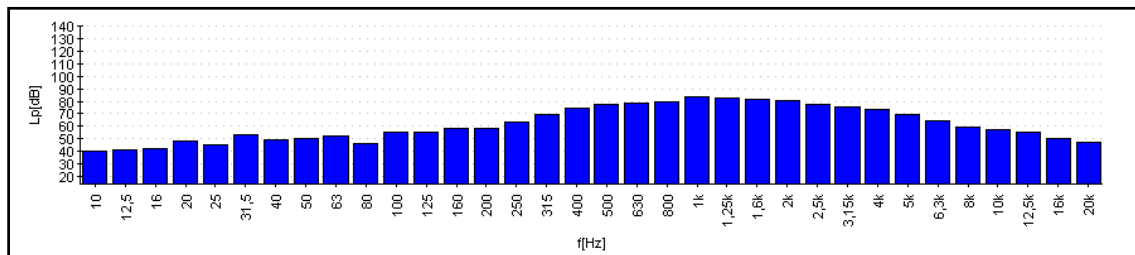
Per a avaluar la reverberació (permanència d'un gran nombre d'ones procedents de diferents reflexions) no és prou, ni factible, seguir el camí individual de cada raig (*Acústica Geomètrica*), ni estudiar cada una de les infinites ones presents a la sala (*Acústica ondulatòria*), sinó que és convenient realitzar-ho mitjançant una

avaluació estadística del comportament de l'energia acústica en el seu conjunt (**Acústica Estadística**).

El coeficient característic d'aquesta Reverberació és el Temps de Reverberació. Un altre coeficient a considerar és el coeficient d'intel·ligibilitat RASTI. El recomanable és  $RASTI > 0,6$ .

### 6.3.3 NIVELL SONOR EQUIVALENT INTERIOR

Finalment, es mostra a continuació un espectre freqüencial de referència per un nivell de pressió sonora equivalent LAeq al voltant dels 90dB(A), característic de nins cridant, on és freqüent tenir nivells superiors per valors de mitjana i alta freqüència tal com es mostra en el gràfic de la figura següent.



Espectre freqüencial en terços d'octava

## 7. INSPECCIÓ SONOMÈTRICA

L'assaig de Temps de Reverberació descrit en aquest informe tècnic es va realitzar en el pavelló poliesportiu de Mancor de la Vall.

Aquest assaig sonomètric es portà a terme el:

- 03 de març de 2014, entre les 11:00 i les 12:30 hores, per l'avaluació del temps de reverberació de recintes.



Per a la realització dels assaigs del temps de reverberació s'ha optat pel mètode de renou interromput, establint-se 2 estacions d'altaveu i 4 estacions de micròfon. Durant la realització d'aquest tan sols foren presents els dos tècnics encarregats de l'assaig. A partir de les dades obtingudes a cada posició s'ha realitzat un promig aritmètic per obtenir l'indicador global.

## 7.1 CONDICIONS ATMOSFÈRIQUES

Les condicions atmosfèriques són les denominades condicions normals, tenint en compte que estan dintre del marge òptim de treball de l'equip de mesura. Hi ha absència de vent i de pluja. Aquestes condicions, ens indiquen que les mesures no es veuran afectades per aquestes.

CONDICIONS ATMOSFÈRIQUES – 03/03/2014 (11:00)	
Temperatura	15.4 °C
Velocitat del Vent	0,0 m/s
Pressió Atmosfèrica	980 hPa
Humitat Relativa	43.3 %

CONDICIONS ATMOSFÈRIQUES – 03/03/2014 (12:30)	
Temperatura	15.7 °C
Velocitat del Vent	0,0 m/s
Pressió Atmosfèrica	980 hPa
Humitat Relativa	38 %

## 7.2 REGISTRES SONOMÈTRICS

Els registres sonomètrics resultants de l'assaig es realitzaren segons norma UNE-EN ISO 3382-2 i es corresponen a:

- **Temps de reverberació del pavelló, en bandes de terç d'octava.**

Del mateix mode, tot el procés d'inspecció sonomètrica ha estat enregistrat i memoritzat per a la seva justificació gràfica i numèrica.

Així mateix, abans d'iniciar el procediment d'enregistrament de nivells sonors, s'ha procedit a efectuar les comprovacions de verificació de resposta de sensibilitat de l'instrumental de mesura, realitzant el procediment de calibratge (Manual de procediments Avaluat IT10 calibració – compliment de requisits ISO/IEC 17020).

Igualment al finalitzar el procés d'inspecció sonomètrica, es torna a verificar la resposta de l'instrumental, repetint la instrucció especificada. El resultat de la comprovació del instrumental de mesura es satisfactòria, el nivell enregistrat concorda amb el nivell sonor patró de 94 dB a 1KHz emès per un calibrador degudament homologat ( $\pm 0,3$  dB). Es verifica així la fiabilitat de les lectures enregistrades, que a continuació s'exposaran.

VERIFICACIÓ DE LA SENSIBILITAT DE L'INSTRUMENTAL				
DIA	INSTRUMENTAL	INICI	FINAL	CONFORMITAT
03/03/2014	SONÒMETRE SC-310 (T223346) CALIBRADOR CB-5 (042211)	93.8 dB(A)	93.8 dB(A)	√

\* S'adjunten les evidències justificatives de la certificació de l'instrumental a l'Annex 1.

# **RESULTATS DE LA MESURA 'IN SITU' DEL TEMPS DE REVERBERACIÓ D'UN RECINTE SEGONS NORMA UNE EN ISO 3382-2**

## **PAVELLÓ POLIESPORTIU MANCOR DE LA VALL**

### **Tiempo de reverberación In situ según la norma ISO 3382-2 Medición de parámetros acústicos en recintos. Tiempo de reverberación en recintos ordinarios**

Fecha de la prueba : lunes, 03 de marzo de 2014

Identificación del recinto de medición : Mesura Temps de Reverberació Poliesportiu Mancor

Descripción :  
Poliesportiu Mancor

Promediado : Aritmético

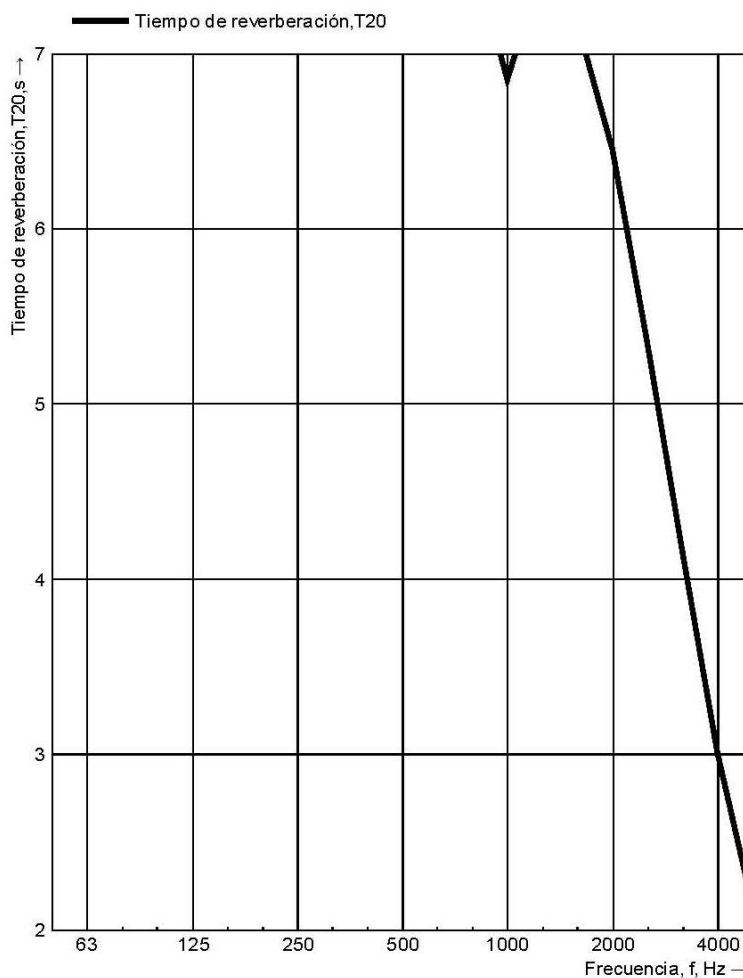
Temperatura : 15,4 °C

Humedad : 38 %

Volumen : 7732,00 m³

Grado de precisión : Ingeniería

Frecuencia f Hz	T20 (1/3 de octava) s
100	9,25
125	8,97
160	12,44
200	8,22
250	12,94
315	11,40
400	11,29
500	10,83
630	10,16
800	7,58
1000	6,85
1250	7,49
1600	7,17
2000	6,45
2500	5,35
3150	4,16
4000	3,01
5000	2,14



$$T_{20, \text{mid}, 400-1250} = 9,03 \text{ s}; \quad T_{20, \text{mid}, 400-2500} = 8,13 \text{ s};$$

Evaluación basada en resultados medidos in situ obtenidos mediante el método : Ingeniería (1/3 de octava)

N. del informe : 001

Nombre del instituto de medida : AVALUA

Fecha : lunes, 03 de marzo de 2014

Firma :

### 7.3 VALORACIÓ I RESUM DELS RESULTATS OBTINGUTS

L'assaig de Temps de Reverberació s'ha realitzat al pavelló poliesportiu de Mancor de la Vall, exposant-se en aquest apartat els resultats obtinguts. A continuació es presenta el resultat obtingut de l'assaig del temps de reverberació del pavelló:

TEMPS DE REVERBERACIÓ DEL PAVELLÓ		
Recinte	Temps de reverberació 100 - 5000 Hz	Temps de reverberació de referència
T20,mid,400-1250	9,03 segons	0.90 segons
T20,mid,400-2500	8,13 segons	
T20,mid,100-5000	8,09 segons	

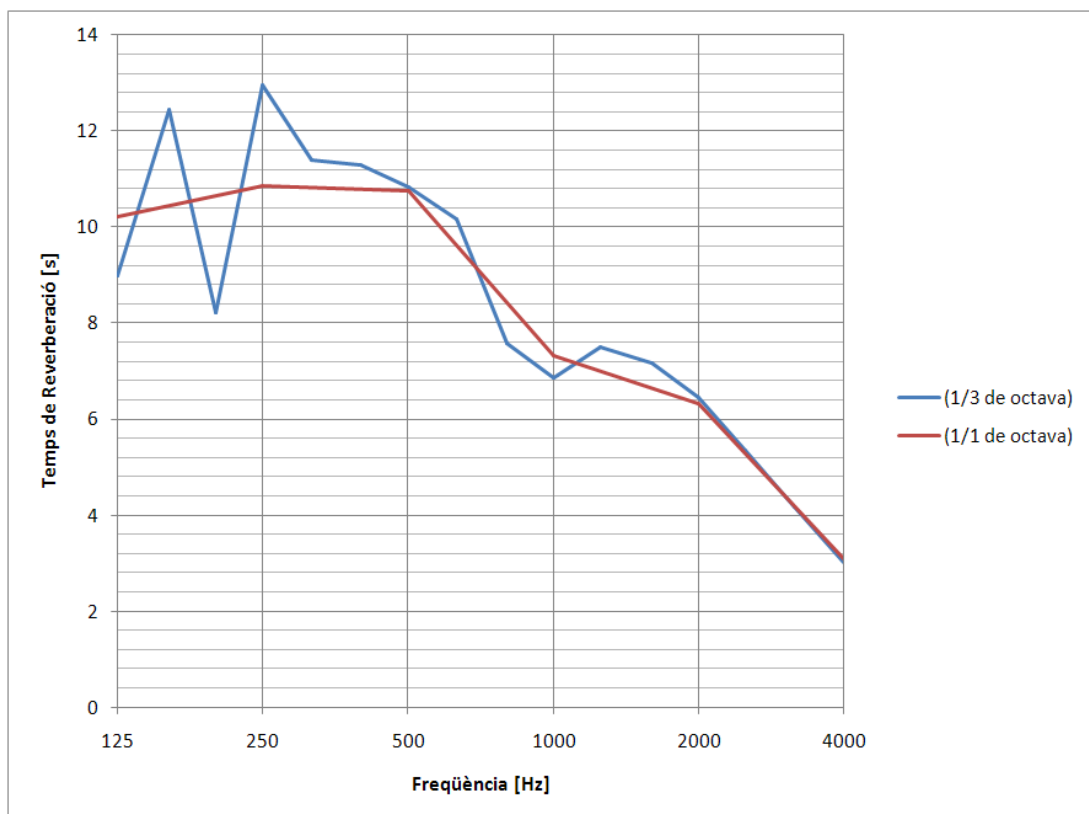
Per tant, podem establir que el temps de reverberació del recinte, obtingut a partir de l'assaig realitzat segons la UNE EN ISO 3382-2, és de 8,09 segons pel pavelló, trobant-se per tant notablement per sobre del temps de reverberació de referència recomanat.





Frequència f	T <sub>R</sub> (1/3 de octava)	T <sub>R</sub> (1/1 de octava)
Hz	segons	segons
100	9,25	10,22
125	8,97	
160	12,44	
200	8,22	10,85
250	12,94	
315	11,4	
400	11,29	10,76
500	10,83	
630	10,16	
800	7,58	7,31
1000	6,85	
1250	7,49	
1600	7,17	6,32
2000	6,45	
2500	5,35	
3150	4,16	3,10
4000	3,01	
5000	2,14	

Temps de Reverberació mesurat in situ segons norma ISO 3382-2



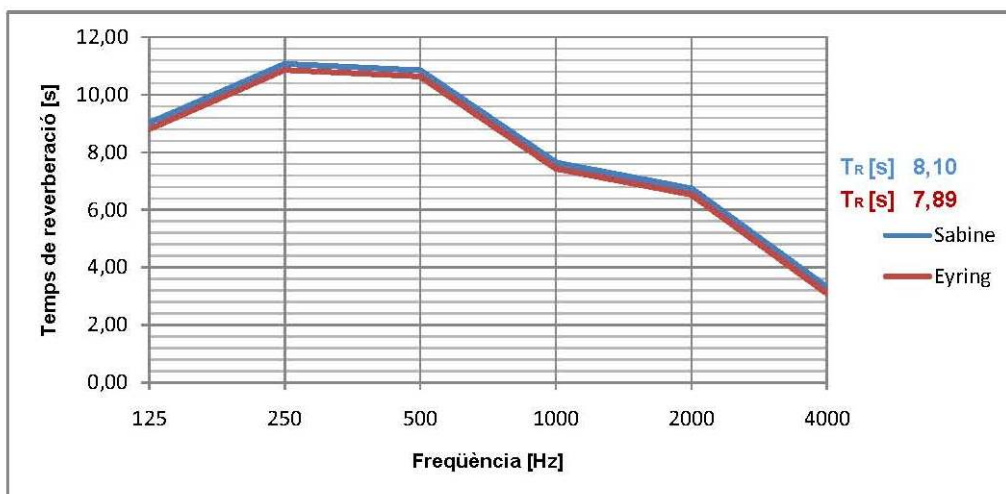


## 8. MODELITZACIÓ ACÚSTICA

En aquest apartat es modelitzarà el recinte objecte d'estudi. Per això s'estudiarà mitjançant *Acústica Estadística*, *Acústica Ondulatòria* i *Acústica Geomètrica*.

### 8.1 ACÚSTICA ESTADÍSTICA (TEMPS DE REVERBERACIÓ)

Es representen els resultats obtinguts de realitzar els càlculs del *Temps de Reverberació* ( $T_R$ ) del recinte. Per tal d'ajustar aquests càlculs el màxim a la realitat es té en consideració els resultats obtinguts de l'assaig sonomètric mostrats a l'apartat anterior. Així mateix es mostraran altres paràmetres característics de l'acústica interior del recinte objecte d'estudi.



PARÀMETRES D'AVALUACIÓ		
$T_{\text{sabine}}$ [s]		8,10
$T_{\text{Low}}$ [s]	$T_{\text{Mid}}$ [s]	$T_{\text{High}}$ [s]
10,04	9,24	5,03
Índex de Calidesa ( $I_C$ )		Índex de Brillantor ( $I_B$ )
1,09		0,54
Intel·ligibilitat (RASTI)		
0,18 (Dolenta)		

## 8.2 ACÚSTICA ONDULATÒRIA (ANÀLISI DE MODES PROPIS)

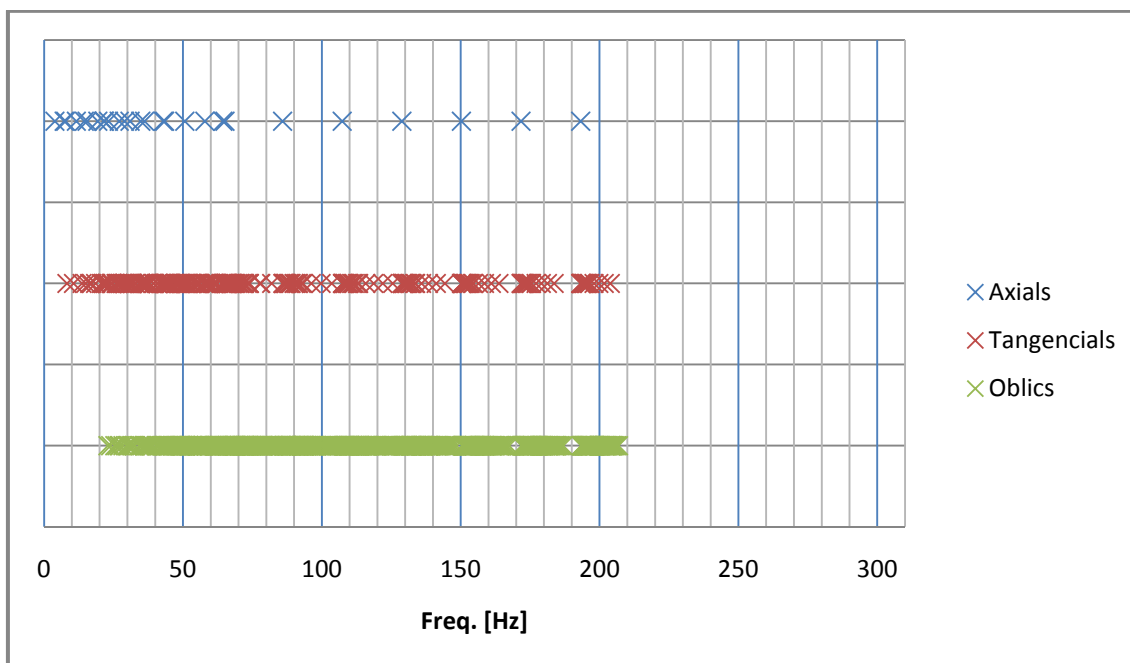
Un recinte qualsevol, es pot tractar com un sistema vibrant. Al haver-hi una font dins de la sala, aquesta comença a vibrar fins a arribar a un règim permanent de vibració. Quan es desconnecta la font el sistema perd l'equilibri que tenia quedant només els modes propis de ressonància del recinte. Aquests sempre influeixen al *Temps de Reverberació* ( $T_R$ ), augmentant-lo, i podent-hi ocasionar excessives coloracions de freqüències al recinte (algunes freqüències es veuen més accentuades que d'altres).

És important a un recinte poder distribuir aquests modes propis de ressonància de manera que no s'acumulin en un marge petit de freqüències. En general, els diferents modes propis existents a un recinte sempre influeixen en el *Temps de Reverberació*, però es reconeixen els modes axials com els més influents i de major importància a tenir en compte.

Als gràfics següents es mostren els modes propis de ressonància del recinte aproximant-ho a un paral·lelepípede. Aquests estan representats en base a l'acumulació de modes en un marge freqüencial.

### 8.2.1 MODES PROPIS (AXIALS, TANGENCIALS, OBLICS)

- Modes propis de ressonància del Pavelló Polivalent



Per a la correcta interpretació d'aquest tipus de gràfic s'ha de tenir en compte que els fenòmens de ressonància són realment greus a baixes i mitges freqüències i en sales petites. De fet s'observa que a partir d'una freqüència, funció del volum i del temps de reverberació d'una sala, el nombre de modes excitats és tal, que el camp acústic sembla homogeni i difús (estudi per mètodes estadístics). Per davall d'ella, els modes s'espaien més i es perceben subjectivament, donant lloc a un camp acústic amb heterogeneïtats, susceptibles de crear problemes acústics.

Dita freqüència per la Sala de Música Contemporània és: 6,72 Hz.

Es tracta d'una freqüència molt baixa (degut a les grans dimensions del recinte) i la percepció sonora de l'oïda humana a aquestes freqüències és molt baixa. No són previsible problemes derivats de modes propis, i l'estudi de la sala per mètodes estadístics i geomètrics, si escau, és prou bona.

### 8.3 ACÚSTICA GEOMÈTRICA (RESSÒ)

Degut a la longitud màxima del recinte es pot donar l'existència de ressò. Fàcilment demostrable amb la següent aplicació:

Si :

$$c \approx 345m/s$$

doncs,

$$t = \frac{l}{c} = \frac{44}{345} = 0,1275s = 127,5ms$$

On:

$c$  : Velocitat del so a l'aire

$l$  : Amplada màxima del recinte

$t$  : Temps

Per una reflexió doble:

$$t = 2 \cdot 127,5ms \approx 255ms$$

Amb un temps de retard d'una doble reflexió amb el so directe superior a 50ms es produeix ressò. Aquest és un fet comprovat in situ. La manera d'evitar aquest ressò és minimitzar la reflexió sonora, i això únicament és possible mitjançant el revestiment fonoabsorbent dels paraments constructius, o bé amb la implantació de cortines fonoabsorbents o alguna solució equivalent.

## 8.4 VALORACIÓ DE LES CONDICIONS ACÚSTIQUES DEL RECINTE I CONCLUSIONS

Les condicions acústiques del *Pavelló Poliesportiu*, serà una conjunció de les diferents previsions realitzades teòricament (resultats de càlculs segons teories *Estadística, Ondulatòria i/o Geomètrica*).

En primer lloc, pel que fa al *Temps de Reverberació* calculat teòricament en base als resultats de l'assaig in situ, s'observa que es tracta d'un valor molt elevat, derivant-se d'aquest fet una inadequada confortabilitat acústica del recinte. Això s'observa en un Coeficient d'Intel·libilitat (RASTI) de 0,18 considerat com *Dolenta*, tenint en compte el l'aconsellable és que fos major a 0,66.

Per altra banda, observant els resultats gràfics de la representació d'acumulació de modes propis de ressonància del recinte (*Teoria Ondulatòria*), no s'observen greus acumulacions d'aquests. Això és gràcies a les grans dimensions del recinte, fet gràcies al qual la freqüència susceptible de crear coloracions és baixa (i per tant poc audibles).

Finalment, l'acústica geomètrica del recinte en diu que si és susceptible de produir-se ressò, fet comprovat in situ i font problemàtica greu.

### 8.4.1 CONCLUSIONS

Amb tot això, concloem que els objectius seran reduir el temps de reverberació de la sala. Per això s'haurà de dotar el recinte d'unes característiques fonoabsorbents mitjançant el revestiment d'alguns paraments mitjançant materials absorbents acústics. Donada la geometria i materials dels pavelló, en aquest sentit la solució més viable serà l'actuació al sòtil.

Per altra banda un altre tema crític és el ressò, i això la manera de solucionar-ho passa per una solució similar a l'anterior. No obstant, en aquest cas s'haurà d'actuar necessàriament als paraments verticals, sent la distància entre aquests la que provoca la problemàtica.

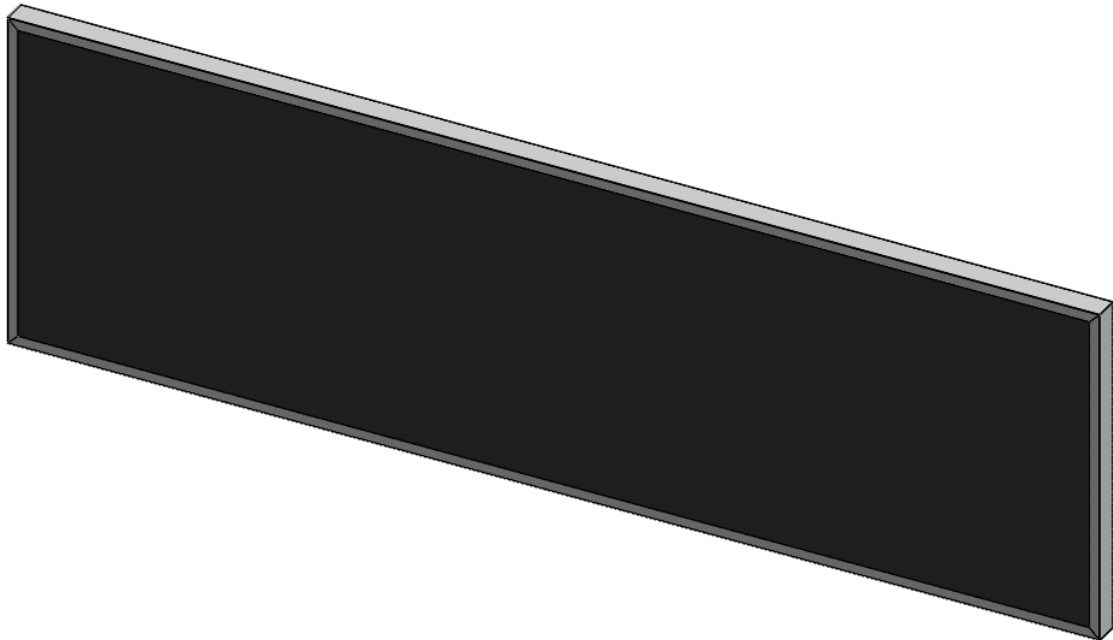
S'ha de tenir en compte que pràcticament el 80% dels tancaments verticals del pavelló es de vidre, i per tant no es pot revestir un material opac, per això la solució òptima previsiblement serà el disposar el pavelló d'un sistema de cortinatge retràctil, creant així un sistema d'acústica variable, i mantenint la possibilitat d'aprofitar la lluminositat del recinte.

## 9. PRESCRIPCIÓ MESURES CORRECTORES

En funció dels valors obtinguts en base a l'assaig in situ i a la modelització acústica del recinte, s'estableix que l'actuació acústica bàsica necessària es centra en la instal·lació al sostre d'un sistema fonoabsorbent. No obstant, aquesta actuació no serà suficient per reduir el Temps de Reverberació a valors que s'ajustin als valors desitjats, i es prescriu un sistema de cortines retràctils per tot el perímetre del Pavelló.

### 9.1 BAFLES FONOABSORBENTS ENTRE BIGUES DE FORMIGÓ AL SÒTIL

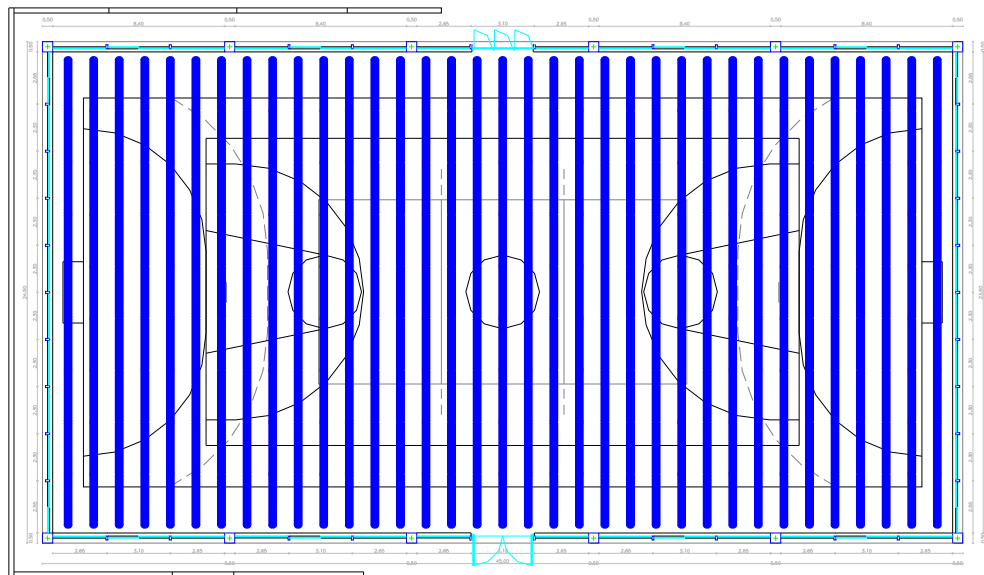
Donades les elevades dimensions i les característiques constructives del recinte, per actuar al sostre es planteja un sistema de *bafiles* fonoabsorbents (panells fonoabsorbents instal·lats en vertical) instal·lats entre les bigues de formigó de la coberta del Pavelló.



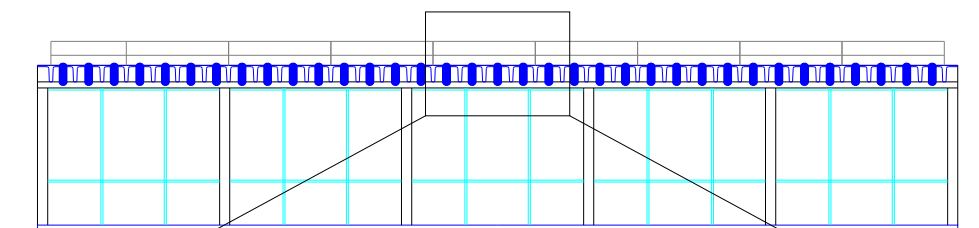
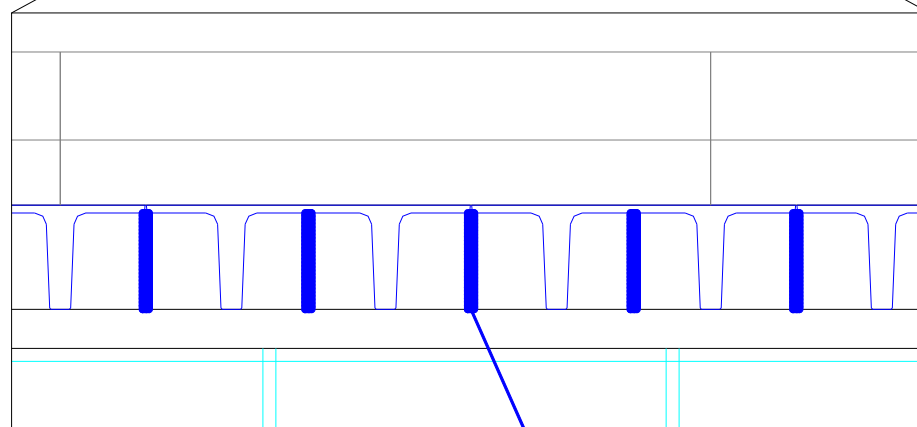
Bable fonoabsorbent amb unes dimensions de 2400x750x50mm

ABSORCIÓ ACÚSTICA BAFLES						
Freqüència	125	250	500	1000	2000	4000
Absorció acústica	0,20	0,50	0,70	0,80	1,00	0,80

Aquest sistema de muntatge simplificarà l'actuació al sostre, a més d'optimitzar la resposta final del conjunt respecte la col·locació de panells horitzontalment, que seria l'altra alternativa viable d'implantació. **En total s'instal·laran un total de 315 unitats de bafles fonoabsorbents amb unes dimensions de 2,4x0,75metres i 5cm d'espessor.**



PLANTA GENERAL

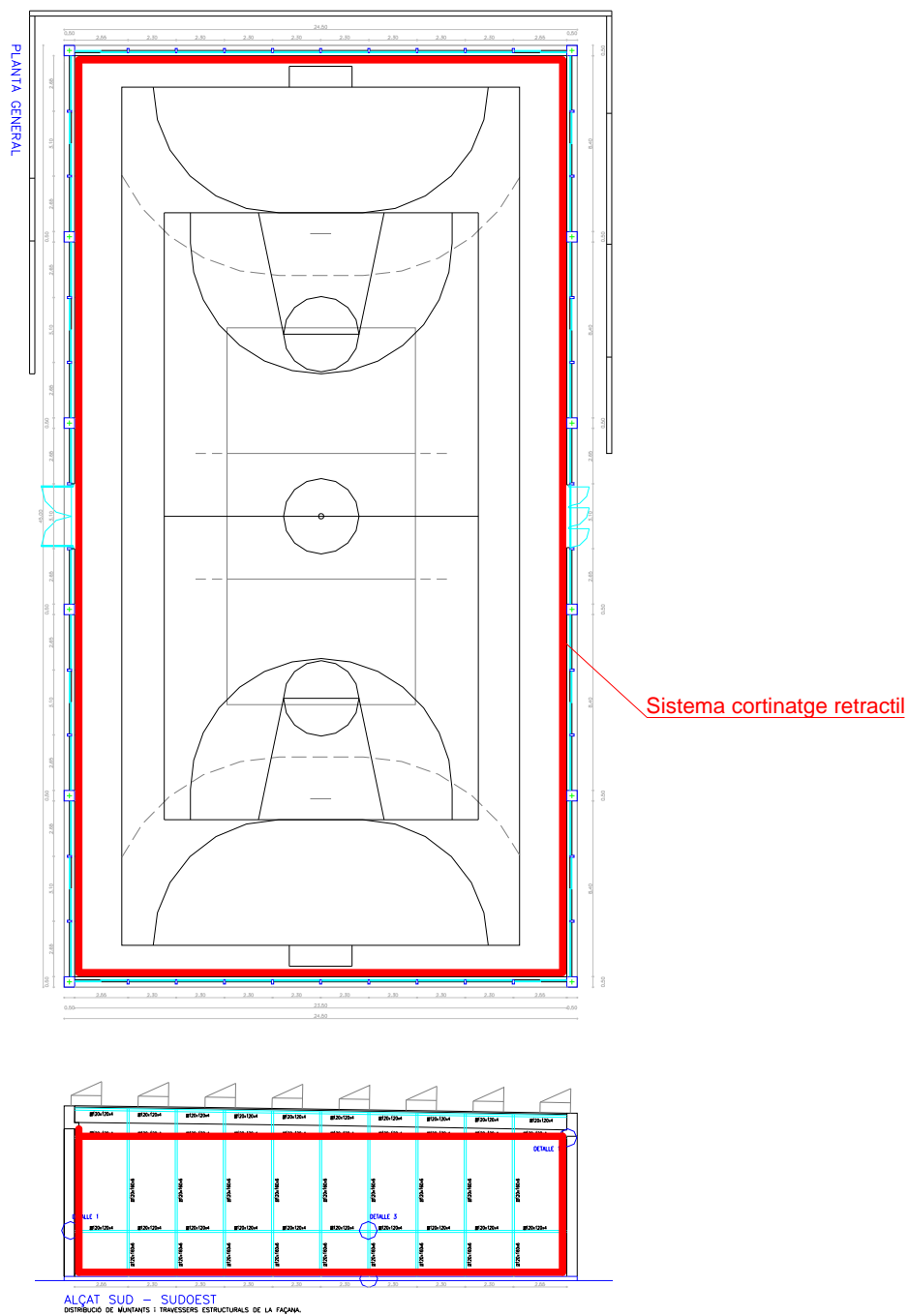
ALÇAT NORD -- NORDOEST.  
DISTRIBUCIO DE MUNTANTS I TRAMISSIÓ ESTRUCTURAL DE LA FACANA.

BAFLE FONOABSORBENT

## 9.2 CORTINES FONOABSORBENTS

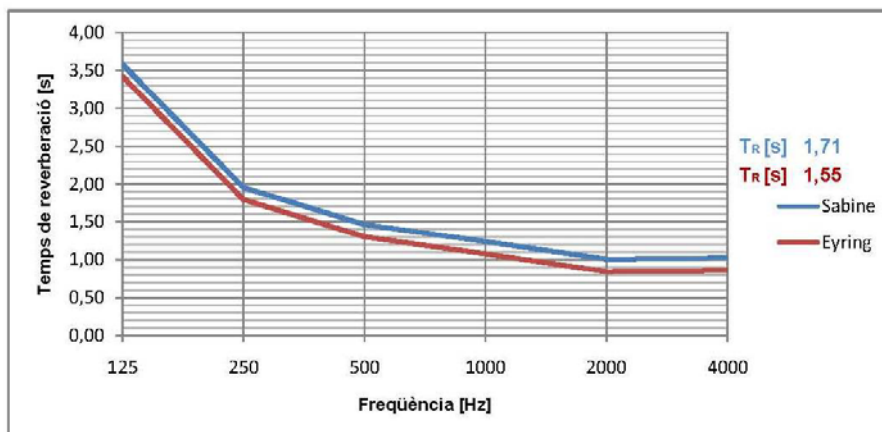
Per alta banda, es considerarà una altra mesura correctora corresponent a la instal·lació per tot el perímetre del pavelló d'un sistema de cortinatge retràctil ancorat a la part alta de l'estructura del pavelló, i que permetrà per tant de disposar d'un sistema d'acústica variable.

Aquesta mesura s'enfoca cap a la reducció de l'efecte no desitjat com és el ressò ja estudiat prèviament. No es planteja altra tipus d'actuació com seria un revestiment dels parament constructius en estar constituïts bàsicament de vidre. **S'instal·laran per tant 133 metres lineals de cortina amb una alçada de 6,6 metres aproximadament.**



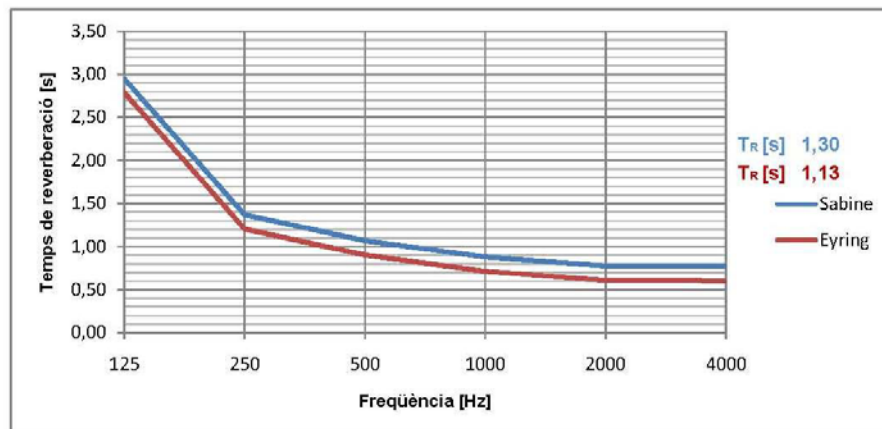
## 10. PARÀMETRES ACÚSTICS FINALS

Atenent a aquest nou sistema de muntatge, els paràmetres acústics es veuran modificats. Mitjançant càlculs es determina el temps de reverberació primer mitjançant els bafles fonoabsorbents i després mitjançant el sistema de cortines.



PARÀMETRES D'AVUACIÓ			
T <sub>sabine</sub> [s]			1,71
T <sub>Low</sub> [s]	T <sub>Mid</sub> [s]	T <sub>High</sub> [s]	
2,76	1,35	1,02	
Índex de Calidesa (I <sub>c</sub> )		Índex de Brillantor (I <sub>B</sub> )	
2,04		0,75	
Intel·ligibilitat (RASTI)			
0,55 (Acceptable)			

Gràfic freqüencial del temps de reverberació resultant amb els bafles fonoabsorbents



PARÀMETRES D'AVUACIÓ			
T <sub>sabine</sub> [s]			1,30
T <sub>Low</sub> [s]		T <sub>Mid</sub> [s]	T <sub>High</sub> [s]
2,16		0,97	0,77
Índex de Calidesa (I <sub>c</sub> )			Índex de Brillantor (I <sub>B</sub> )
2,22			0,80
Intel·ligibilitat (RASTI)			
0,61 (Acceptable)			

Gràfic freqüencial del temps de reverberació resultant amb els bafles fonoabsorbents i cortines



## 11. VALORACIÓ DELS RESULTATS OBTINGUS I DE LES MESURES CORRECTORES

Amb el tractament acústic descrit anteriorment, es preveu una notable reducció del temps de reverberació:

PARÀMETRES ACÚSTICS PAVELLÓ POLIESPORTIU MANCOR DE LA VALL				
	Situació ACTUAL	Situació FUTURA amb bafles fonoabsorbents	Situació FUTURA amb bafles fonoabsorbents i cortines	Temps de reverberació de referència
<b>T<sub>R</sub></b>	8,09 segons	1,71 segons	1,30 segons	<b>0.90 segons</b>
<b>RASTI</b>	0,18 (Dolent)	0,55 (Acceptable)	0,61 (Acceptable)	<b>0,6-0,8</b>

Ja es veu l'elevada reducció dels temps de reverberació gràcies a la implantació de les mesures correctores prescrites. S'ha pres com a referència aquest paràmetre ja que pel cas objecte d'estudi hem vist que és el més determinant.

Un temps de reverberació de 1,30 segons es considerable adequat pel tipus de recinte objecte d'estudi tot i que com a referència per recintes de menor volum es sol prendre com a referència un temps de reverberació de 0,90 segons.

Per altra banda gràcies a aquestes mesures correctores s'arribarà a un coeficient d'intel·ligibilitat de l'ordre de 0.6, aquests valors estan considerats com a acceptables per a la comunicació en activitats com les d'objecte d'estudi.

A més, com ja s'havia comentat gràcies al sistema de cortines s'evitarà en gran mesura el ressò de la sala, augmentant quantitativa i qualitativament l'acústica interior del recinte.

## 12. CONCLUSIONS

Una vegada s'ha determinat el temps de reverberació actual del Pavelló Poliesportiu de Mancor, segons l'establert en les normes UNE-EN ISO 3382-2, s'ha modelitzat el recinte, i en base a aquesta modelització s'han establert les mesures correctores que considerem viables d'adopció, per assolir uns nivells de confortabilitat acústica (temps de reverberació, intel·ligibilitat, etc) adequats.

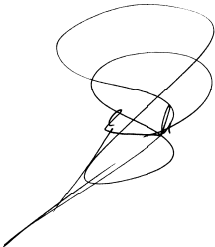
Aquestes mesures són:

- **Instal·lació bafles fonoabsorbents entre les bigues de formigó del Pavelló** per tal de reduir el temps de reverberació a l'interior de la sala, reduint els nivells sonors en presència de fonts sonores, i en conseqüència millorar la confortabilitat acústica interior.
- **Instal·lació sistema cortinatge retràctil per tot el perímetre del Pavelló** per tal de minimitzar l'efecte negatiu del ressò que actualment dificulta la comunicació entre emissor i receptor.

Amb aquestes mesures correctores s'espera una reducció dels nivells sonors, de manera que el nivell global existent en l'interior dels recintes, es redueixi a nivells que no generin una afecció acústica als usuaris de l'activitat. Aconseguint una millora quantitativa i qualitativa de l'acústica interior del recinte.

Per altra banda l'experiència amb la realització de dits tractaments ens diu, que una vegada adoptades les mesures correctores les pautes de comportament, pel que fa a immissió acústica, generada per les persones es veuen modificades, tendint a disminuir els nivells de pressió sonora generats per comunicar-se entre si, per lo que es crea una millora substancial en la confortabilitat acústica en l'interior del recinte.

I per que així consti als efectes oportuns, signa el present document a:

APROVACIÓ	
Marratxí, Mallorca, a 10 de març de 2014	
	Director Tècnic
	<b><u>Bartomeu Rosselló i Boeres</u></b>
	<i>Enginyer Tècnic Industrial – Universitat Politècnica de Catalunya Col·legiat 795 – Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics Industrials de les Illes Balears</i>
	<i>Especialista Universitari en Acústica aplicada Universitat de les Illes Balears</i>
	<i>Màster i Membre Docent de la Càtedra UIB Sa Nostra – UNESCO en el Màster Universitari en Gestió Empresarial: Qualitat i Medi Ambient (Àrea de contaminació acústica)</i>
	<i>Membre Docent del Màster en Enginyeria i Gestió Ambiental, Postgrau de la Universitat de les Illes Balears</i>
	<i>Tècnic Superior en Prevenció de Riscs Laborals amb l'especialitat d'Higiene Industrial</i>

**ANNEX 1: REGISTRES SONOMÈTRICS****VERIFICACIÓ SENSIBILITAT****VERIFICACIÓ DE LA SENSIBILITAT DE L'INSTRUMENTAL**

DIA	INSTRUMENTAL	INICI	FINAL	CONFORMITAT
03/03/2014	SONÒMETRE SC-310 (T223346) CALIBRADOR CB-5 (042211)	93.8 dB(A)	93.8 dB(A)	√

**EVIDÈNCIES JUSTIFICATIVES**

10 Hz	64,8	100 Hz	54,0	1 kHz	93,9	10 kHz	20,5	LAT	<b>93,8</b>
12,5 Hz	62,1	125 Hz	57,1	1,25 kHz	70,6	12,5 kHz	14,6	LCT	<b>93,9</b>
16 Hz	57,3	160 Hz	57,9	1,6 kHz	49,3	16 kHz	10,0	LZT	<b>93,9</b>
20 Hz	55,3	200 Hz	56,7	2 kHz	44,8	20 kHz	12,8	LAIT	<b>93,8</b>
25 Hz	54,5	250 Hz	55,6	2,5 kHz	24,1			LAFmax	<b>93,9</b>
31,5 Hz	51,9	315 Hz	57,2	3,15 kHz	24,4			LAImax	<b>93,9</b>
40 Hz	53,8	400 Hz	47,8	4 kHz	14,6			LASmax	<b>93,8</b>
50 Hz	53,9	500 Hz	47,5	5 kHz	10,5				
63 Hz	53,1	630 Hz	38,2	6,3 kHz	11,6				
80 Hz	52,8	800 Hz	65,0	8 kHz	11,9				

03/03/2014 11:24:34		Durada	0000:00:05
T	00:00:05	Inici	03/03/2014 11:24:30
		Final	03/03/2014 11:24:34

LAIT - LAT	0,0
LAFmax - LAT	0,1
LAImax - LAFmax	0,0
LAImax - LASmax	0,1

☐ Aplicar coeficients ponderació      A      125ms

10 Hz	64,4	100 Hz	52,6	1 kHz	93,8	10 kHz	27,3	LAT	<b>93,8</b>
12,5 Hz	65,0	125 Hz	56,1	1,25 kHz	70,6	12,5 kHz	27,7	LCT	<b>93,8</b>
16 Hz	62,6	160 Hz	62,7	1,6 kHz	49,4	16 kHz	28,6	LZT	<b>93,9</b>
20 Hz	60,5	200 Hz	63,1	2 kHz	44,9	20 kHz	29,7	LAIT	<b>93,8</b>
25 Hz	61,9	250 Hz	59,2	2,5 kHz	25,9			LAFmax	<b>93,8</b>
31,5 Hz	58,2	315 Hz	52,9	3,15 kHz	26,3			LAImax	<b>94,0</b>
40 Hz	57,0	400 Hz	60,1	4 kHz	23,5			LASmax	<b>93,8</b>
50 Hz	51,3	500 Hz	54,4	5 kHz	23,4				
63 Hz	47,3	630 Hz	45,5	6,3 kHz	24,4				
80 Hz	51,0	800 Hz	64,9	8 kHz	25,5				

03/03/2014 12:37:09		Durada	0000:00:05
T	00:00:05	Inici	03/03/2014 12:37:05
		Final	03/03/2014 12:37:09

LAIT - LAT	0,0
LAFmax - LAT	0,0
LAImax - LAFmax	0,2
LAImax - LASmax	0,2

☐ Aplicar coeficients ponderació      A      125ms

## ANNEX 2: PLÀNOL D'UBICACIÓ





## ANNEX 3: FULLS DE CERTIFICACIÓ DE L'INSTRUMENTAL



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## *Certificate of calibration*

Número  
Number 13/34508672

Página 1 de 10 páginas  
Page of pages

**Applus<sup>+</sup>**  
Metrologia

LGAI Technological Center, S.A.

Campus UAB  
08193 Bellaterra  
T +34 93 567 20 50  
F +34 93 567 20 01  
metrologia@appluscorp.com  
www.applus.com

OBJETO  
*Item*

SONÓMETRO

MARCA  
*Mark*

CESVA

MODELO  
*Model*

SC-310  
(Tipo 1)

IDENTIFICACIÓN  
*Identification*

T223346

SOLICITANTE  
*Applicant*

AVALUA, S.A.  
Cami Muntanya, nave B - 5/6, parcela 46 - P  
07141 MARRATXI (Balears)

FECHA/S DE CALIBRACIÓN  
*Date/s of calibration*

21-03-2013

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S  
*Authorized signatory/ies*

Responsable Técnico / *Technical Manager*

Técnico / *Technician*

GIL DEL RIO JORGE 21/03/2013 13:32:27  
Código Seguro de Verificación (CSV): 569394845P6NL

Eva Cortés Espanyol 21/03/2013 13:27:11

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).

Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación <http://metrosign.appluscorp.com> o las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.

ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de Applus.

*This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.*

*ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).*

*This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Applus.*



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Número  
Number 13/34533780

Página 1 de 2 páginas  
Page of pages



LGA Technological Center, S.A.

Campus UAB  
08193 Bellaterra  
T +34 93 567 20 50  
F +34 93 567 20 01  
metrologia@appluscorp.com  
www.applus.com

OBJETO  
*Item*

CALIBRADOR ACÚSTICO

MARCA  
*Mark*

CESVA

MODELO  
*Model*

CB-5

IDENTIFICACIÓN  
*Identification*

42211

SOLICITANTE  
*Applicant*

AVALUA, S.L.  
Cami Muntanya, nave B - 5/6, parcela 46 - P  
07141 MARRATXI (Balears)

FECHA/S DE CALIBRACIÓN  
*Date/s of calibration*

2013-11-18

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:  
*Authorized signatory/ies*

Responsable Técnico / *Technical Manager*

Técnico / *Technician*

GIL DEL RIO JORGE 18/11/2013 18:44:45  
Código Seguro de Verificación (CSV): 502329464SKMY

Alexis Sánchez Vidal 18/11/2013 13:41:45

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).  
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación <http://metrosign.appluscorp.com>

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.  
ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).  
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de Applus.

*This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.  
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).  
This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Applus.*



# Certificado de Calibración Calibration certificate

1122277

Instrumento  
Object  
Fabricante  
Manufacturer  
Modelo  
Type description  
Nº de serie  
Serial no.  
Nº equipo cliente  
Test equipment no.  
Nº equipo  
Equipment no.  
Emplazamiento  
Location  
Cliente  
Customer  
Nº de cliente  
Customer ID no.  
Nº de pedido  
Order no.

Testo 410-2, Anemómetro  
molinete

Testo AG

0560 4102

38531286

---

11725104

---

AVALUA S.L  
CAMI MUNTANYA PARCELA 46 NAU B 5/6  
ES-07141 MARRATXI

1135217

6513386 / 0520 0094

Fecha de calibración  
Date of calibration

20/06/2013

Fecha de recalibración recomendada  
Date of the recommended re-calibration

20/06/2014

## Conformidad conformity

- ☒ Valores medidos dentro de tolerancia<sup>1</sup>. Measured values within the allowable deviation<sup>1</sup>.  
☐ Valores medidos fuera de tolerancia<sup>1</sup>. Measured values outside of the allowable deviation<sup>1</sup>.

<sup>1)</sup> La declaración de conformidad se ha realizado de acuerdo a la UNE EN ISO 14253-1.  
<sup>1)</sup> The statement of conformity was made in the style of UNE EN ISO 14253-1.

La incertidumbre expandida de calibración, indicada en el apartado de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de calibración por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme el documento EA-4/02.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor  $k = 2$ , which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA-4/02.

Este certificado de calibración no puede ser reproducido parcialmente excepto con el permiso de laboratorio emisor.  
No son válidos certificados de calibración sin firma y sello.  
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory.  
Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Sello seal



técnico technician

Román Pacheco

Testo Industrial Services Empresarial

POLÍGONO INDUSTRIAL LA BAILETA  
CALLE B, Nº 5 - 08348 CABRILS (BCN)

Tel 93 265 93 11  
Fax 93 517 24 70

www.testotis.es  
info@testotis.es

Página  
Page 1/2

## **ANNEX 4: ESTAT D'AMIDAMENTS**