

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Obrador de plats cuinats

Document: Sorolls i vibracions

Alumne: Llorenç Fanals Batllori

Tutor: Miquel Rustullet Reñé

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any): octubre/2019

ÍNDEX

| | | |
|-----|--------------------------------|---|
| 1 | GENERALITATS | 2 |
| 2 | SOROLLS I VIBRACIONS | 3 |
| 2.1 | SOROLLS | 3 |
| 2.2 | VIBRACIONS | 7 |
| 3 | CONCLUSIÓ | 9 |

1. GENERALITATS

L'objectiu d'aquest document és justificar que la immissió acústica de l'obrador es manté dins els nivells màxims que indiquen les normatives. Així mateix, es vol verificar que les vibracions prenen valors permesos. L'activitat està situada al carrer Ramon Serradell, número 27, a La Bisbal d'Empordà, en un polígon industrial

Per justificar-ho s'ha consultat la Llei 16/2002 de 28 de juny que tracta sobre Protecció contra la Contaminació Acústica. Aquesta llei comenta com s'han de mesurar les immissions de sorolls i contempla una gran quantitat de casos o elements que poden causar contaminació acústica. També detalla com han de ser les mesures de vibracions i els seus valors permesos.

S'ha tingut en compte el mapa de capacitat acústica de l'Ajuntament de la Bisbal d'Empordà. En ell es marquen clarament diferents zones segons la sensibilitat acústica màxima que admeten.

L'Ajuntament de la Bisbal d'Empordà no té una ordenança de sorolls i vibracions, per tant, es segueix el Decret 176/2009 de 10 de novembre de Protecció contra la Contaminació Acústica, el qual s'aplica a Catalunya. Aquest decret modifica els annexos de la Llei de Protecció contra la Contaminació Acústica de la Llei 16/2002 de 28 de juny, que s'aplica a nivell nacional.

2. SOROLLS I VIBRACIONS

Les activitats industrials utilitzen màquines. Algunes d'aquestes màquines tenen parts mòbils, vibren i són sorolloses. La legislació marca uns màxims permesos de soroll i vibracions que han de ser respectats.

2.1. SOROLLS

El que s'entén per soroll és la superposició d'ones acústiques de diferents freqüències. Les múltiples activitats que es porten a terme en els nuclis habitats poden donar lloc a problemes de contaminació acústica que causen molèsties als ciutadans.

L'annex 3 del Decret de Protecció contra la Contaminació Acústica de la Generalitat descriu la immissió sonora aplicable a l'ambient exterior produïda per les activitats, incloses les derivades de les relacions de veïns. Exposa els nivells màxims d'immissió segons la zona i segons l'horari. Indica com fer les mesures de forma correcta i quines equacions cal utilitzar.

Es poden determinar els nivells d'immissió mitjançant mesures. S'han realitzat mesures contínues durant tot el període d'avaluació. La diferència entre els valors màxims obtinguts ha estat menor de 3 dB(A), per tant, s'ha pogut fer la mitjana.

Els mesuraments s'han fet en un dia de Sol amb poca presència de vent; és el més habitual al polígon de l'obrador. Tot i això s'ha fet servir una pantalla paravent. El micròfon s'ha situat a una alçada de 1,5 metres a nivell de carrer, i a 1 metre de distància respecte la façana contigua a la cuina, que és on hi ha més soroll. S'ha calibrat l'aparell.

S'han mesurat 45 dB(A) quan les màquines de l'obrador estaven en funcionament i 33 dB(A) quan no. La diferència és major de 10 dB(A) i per tant no cal eliminar el nivell de soroll residual.

Per pendre mesures de soroll es fa servir la següent equació:

$$L_{Ar} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \left(T_i 10^{\frac{L_{Ar,i}}{10}} \right) \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

L_{Ar} : nivell d'avaluació del període.

i : cadascuna de les fases del soroll.

T_i : durada de la fase de soroll i en minuts. La suma de tots el T_i ha de ser T .

T: temps de mesura. 180 minuts de dia, 120 minuts a l'horari de vespre, 120 minuts a l'horari de nit.

$L_{Ar,i}$: nivell d'avaluació de la fase i. Es calcula amb:

$$L_{Ar,i} = L_{Aeq,Ti} + K_{f,i} + K_{t,i} + K_{i,i} \quad (\text{Eq. 2})$$

$L_{Aeq,Ti}$: nivell de pressió acústica continu equivalent ponderat A, mesurat durant una fase de durada T_i .

$K_{f,i}$, $K_{t,i}$, $K_{i,i}$: correccions de nivell per a la fase i. Baixes freqüències, tonals i impulsius respectivament. No s'apliquen al soroll residual.

La jornada laboral a l'obrador és de les 8:00 a les 16:00. Aquest període forma part completament del període de dia, el qual va de les 7:00 a les 21:00. Es pren $T = 180$ minuts. Es fa una mesura contínua.

Per determinar si hi ha components de baixa freqüència es miren les octaves de 20 a 160 Hz i es calcula la diferència entre els valors obtinguts.

$$L_f = L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T} \quad (\text{Eq. 3})$$

$L_{Ceq,T}$, $L_{Aeq,T}$: resultat de la mitjana dels tres mesuraments vàlids, com ja s'ha comentat anteriorment.

Si la diferència $L_{Ceq,T} - L_{Aeq,T}$ és menor a 20 dB(A) es considera que no hi ha components de baixa freqüència significatius. A l'obrador, la diferència ha estat de 9 dB(A). Es pot dir que $K_f = 0$.

Per determinar si hi ha presència de components totals emergents es fa una anàlisi espectral cada terç d'octava, entre 20 i 10.000 Hz. Es calcula la diferència com:

$$L_t = L_f - L_s \quad (\text{Eq. 4})$$

L_f : nivell de pressió acústica de la banda f que conté el to emergent.

L_s : mitjana aritmètica dels nivells de la banda situada per immediatament per sobre i per sota de f.

L_f i L_s : mitjana energètica de les tres mesures preses com a vàlides.

S'ha calculat que L_f a 50 Hz val 45 dB i que L_s val 41 dB; la diferència és de 4 dB. Es determina, amb la taula del Decret, que es sobrepassa el nivell mínim audible T_f a 50 Hz que és de 44,0 dB. Per tant, s'ha de considerar. Com que 4 està entre el rang $3 \leq L_i \leq 6$, $K_t = 3$.

Per determinar si el soroll té components impulsius en primer lloc es mesura simultàniament el nivell de pressió acústica contínua equivalent ponderat A, L_{Aeq,T_i} , amb la constant temporal d'impuls I, L_{Aeq,T_i} , durant un temps T_i . En el nostre cas, en què es fa continu, no té sentit fer el càlcul, el resultat és 0:

$$L_i = L_{Aeq,T} - L_{Aeq,T} \quad (\text{Eq. 5})$$

$L_{Aeq,T}$, $L_{Aeq,T}$: resultat de la mitjana energètica dels tres mesuraments considerats vàlids.

En aquest cas $K_i = 0$.

Amb aquesta informació podem determinar que

$$L_{Ar} = L_{Aeq} + K_f + K_t + K_i \quad (\text{Eq. 6})$$

L_{Aeq} val 45 dB(A) i K_f val 3 dB(A); sumen 48 dB(A). Així, es conclou que la immissió a fora la nau causada per l'obrador és de 48 dB (A).

Per deferència s'inclou una taula amb el nivell sonor en dB(A) de les màquines que hi ha instal·lades dins la nau. Els valors són donats pels fabricants.

| Màquina | Model | Quantitat | Soroll (dBA) |
|--------------------------------|---|-----------|--------------|
| Rentaplats | AD-125 SOFT HRS 400/230/230V 3N/3/1N 50H | 3 | 72,0 |
| Forn | APE-201 400/230V 3N/3 50/60Hz | 4 | 60,0 |
| Extractor | SP CRMT/4-315/130-4 | 2 | 78,0 |
| Màquina de buit | SV-2-850L/100 230-400V 3N 50Hz | 3 | 63,0 |
| Abatidor | CMKP-202D PAS S.P.CAL SUELO 400V 3N 50Hz , UCC-1052 No 400V 3N 50Hz | 1 | 60,0 |
| Congelador | Polar CD085 | 2 | 40,0 |
| Nevera | Polar CD084 | 2 | 40,0 |
| Màquina de fred per congelador | BSB330DB11XX | 2 | 44,0 |
| Màquina de fred per nevera | BSB220DA11XX | 2 | 40,0 |

Taula 1. Nivells d'emissió de soroll donats pels fabricants

Com s'observa, bastantes màquines emeten més de 48 dB(A), que és el valor mesurat, però totes menys les màquines de fred se situen a l'interior de la nau. Cal tenir en compte que les parets de formigó de la nau, de 20 cm, tenen un aïllament acústic de 57 dB(A). La fórmula que relaciona l'aïllament amb els nivells de pressió sonora és:

$$D = L_1 - L_2 \quad (\text{Eq. 7})$$

D: aïllament acústic.

L_1 : nivell de pressió sonora a l'emissor.

L_2 : nivell de pressió sonora al local receptor.

L'Ajuntament de la Bisbal d'Empordà té un mapa de zones de sensibilitat acústica.

La nau està classificada com a tipus C amb un nivell de risc d'incendi intrínsec baix 2. Està situada en un polígon industrial, el mapa indica que la seva zona de sensibilitat acústica és C2. Els nivells màxims permesos a aquesta zona són:

| Zona | Valors límits d'immissió en dB(A) | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| | $L_{d(7h-21h)}$ | $L_{d(21h-23h)}$ | $L_{d(23h-7h)}$ |
| C2 - Predomini del sòl industrial | 70 | 70 | 60 |

Taula 2. Valors d'immissió acústica en zona C a La Bisbal d'Empordà

La jornada laboral a l'obrador és de 8:00 a 16:00, el límit d'immissió és de 70 dB(A). Els 48

dB(A), que es donen en el primer període únicament, compleixen perfectament amb els límits marcats per l'Ajuntament de La Bisbal d'Empordà.

Fora de la jornada laboral els equips de fred segueixen funcionant, però la resta de màquines estan apagades. Durant els tres períodes es compleix amb els límits d'immissió acústica marcats per l'Ajuntament de la Bisbal d'Empordà.

2.2. VIBRACIONS

Les vibracions són moviments periòdics dels punts materials que componen un cos. Són originades per una font d'energia mecànica que provoca deformacions elàstiques i l'aparició de forces externes o internes que tendeixen a frenar el cos.

Es segueix la Llei 16/2002 de 28 de juny de Protecció contra la Contaminació acústica per validar que les acceleracions prenen valors correctes.

Per reduir les vibracions les màquines porten incorporats blocs silenciosos, anomenats vulgarment silentblocks. Un bloc silenciós o bloc antivibratori està fet d'un material flexible. Solen estar fabricats de cautxú o teixit d'acer inoxidable. Aquests materials tenen un mòdul de Young relativament petit, un rang de deformació elàstica generós i destaquen per la facilitat d'absorbir vibracions. Aquestes característiques els permeten deformar-se elàsticament sota l'acció d'una força i mantenir la forma. Solen treballar a compressió.

A l'obrador disposem de dos extractors situats sobre el fals sostre de 3,5 m d'altura. Com s'aprecia als plànols, les canonades d'extracció estan unides amb juntes antivibratòries i la caixa que conté la turbina es recolza sobre el fals sostre amb 2 blocs silenciosos per pota, treballant a compressió. A més, els tubs extractors s'uneixen mitjançant una brida i un bloc silenciós a les bigues que tenen al seu costat.

Com s'indica anteriorment, la turbina de l'extractor arriba a emetre 78 dB(A) de soroll, cosa que porta a pensar que les vibracions són molt considerables. És per això que a l'obrador hi ha instal·lats blocs silenciosos i juntes antivibratòries. La màquina, segons el fabricant, ja porta blocs silenciosos incorporats, però el fet d'haver-ne instal·lat d'addicionals fa disminuir encara més les vibracions.

Les màquines de buit, els rentaplats, les neveres i els congeladors disposen de potes i es recolzen sobre el paviment de la nau. Aquestes potes tenen blocs silenciosos de cautxú o de nylon segons la màquina. Ambdós materials fan disminuir les vibracions. A més, algunes d'aquestes màquines porten blocs silenciosos que el fabricant ha incorporat a l'interior.

Els equips de fred situats a l'exterior de la nau recolzen el seu pes sobre l'estructura d'aquesta mitjançant uns suports horitzontals. Entre aquests suports i les màquines hi ha blocs silenciosos treballant a compressió.

S'han efectuat mesures d'acceleracions estacionàries durant 2 minuts. S'ha situat l'acceleròmetre al terra, al centre de l'oficina. S'han mesurat acceleracions en els tres eixos. S'ha realitzat una verificació acústica i s'ha assegurat que la desviació és menor de 0,5 dB respecte el valor de referència actual.

S'ha recollit tot l'espectre freqüencial de 1 Hz a 80 Hz amb resolució gràfica i física d'un terç d'octava. A continuació s'ha atenuat cada freqüència segons la corba d'atenuació:

$$\sqrt{1 + \left(\frac{f}{5,6}\right)^2} \quad (\text{Eq. 8})$$

S'ha fet una suma quadràtica del mòdul de cada acceleració.

$$a_w = \sqrt{a_{1 \text{ Hz}}^2 + a_{1,25 \text{ Hz}}^2 + \dots + a_{80 \text{ Hz}}^2} \quad (\text{Eq. 9})$$

El resultat ha estat de $5 * 10^{-4} \text{ m/s}^2$.

Finalment s'ha calculat el nivell d'avaluació L_{aw} :

$$L_{aw} = 20 \log \left(\frac{a_w}{a_0} \right) \quad (\text{Eq. 10})$$

a_0 : acceleració de referència; $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$.

El valor de nivell d'avaluació calculat ha estat de 54 dB, compleix sense problemes el màxim marcat per la Llei de Protecció contra la Contaminació Acústica. Aquesta llei indica que en una zona de sensibilitat baixa, com és el cas del polígon on està situat l'obrador, aquest màxim és de 80 dB.

3. CONCLUSIÓ

L'objectiu d'aquest document és legalitzar la immissió sonora i el nivell de vibracions de l'obrador de plats cuinats.

Per desenvolupar aquest document s'ha seguit la llei 16/2002 de 28 de juny i el Decret 176/2009 de 10 de novembre de Protecció contra la Contaminació Acústica, el qual s'aplica a Catalunya.

També s'ha consultat el mapa de contaminació acústica de l'Ajuntament de La Bisbal d'Empordà, el qual indica les sensibilitats sonores a les diferents zones del municipi.

Amb tot l'indicat en aquest document es considera que l'activitat emet uns nivells de soroll i vibracions legals per la seva situació geogràfica i que fins a dia d'avui compleix la normativa al respecte.

Llorenç Fanals Batllori

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 26 d'octubre de 2019.