

AUDITORIAS TECNICAS EN OBRAS EN EJECUCION MEDIANTE LA INVESTIGACION DE LOS RUIDOS Y VIBRACIONES

Referencia PACS: 43.50.Jh

Prof. Edmundo Carlos Rochaix ¹; Ing. Juan Carlos Garay ²

¹Consultor Acústico

Moreno 940 -(1642). San Isidro. Argentina

Tel: 011-4743 0549;

Fax:011-4743 0549;

E-mail :edrochaix@sinectis.com.ar

²Director. Laboratorios Electra

Tacuarí 1720-P.B.-(1139). Buenos Aires. Argentina

Tel:011-4307 3954

Fax: 011-4307 7678

E-mail: labelec @ mbox.servicenet.com.ar

ABSTRACT

In the Works, generally, suppliers of services, basic works and equipment intervene and the work director coordinates all. When you arrive to the end of the works, negative or not wanted effects appear, by action of the noise and vibrations. The Technical Audit by means of the Investigation is made by the analysis of noise and vibrations. A basic methodology to develop the investigation is exposed and the results are informed.

RESUMEN

En las obras, en general, intervienen diferentes proveedores de servicios, obras básicas, equipos y todos son coordinados por la dirección de obra que hace cumplir las condiciones de pliego.

Cuando se llega al final de las mismas y se ponen en marcha los equipos o sistemas montados suele ocurrir, como en los casos de nuestra intervención, que aparezcan efectos negativos o no deseados, por acción de los ruidos y las vibraciones que se generan.

En estas situaciones se presenta un planteo diferente a la AUDITORIA TECNICA clásica en la que se establece un estado de situación por ruidos o vibraciones, con el solo hecho de realizar mediciones de relevamiento.

La AUDITORIA TECNICA MEDIANTE LA INVESTIGACION se efectúa con una acción conjunta y simultánea del análisis de los ruidos y de las vibraciones que permitan, con sus resultados, evaluar la situación y establecer el correcto diagnóstico.

Se expone una metodología básica para desarrollar la investigación y luego se informa de los resultados en casos de aplicación práctica resueltos.

FUNDAMENTOS DE LOS TRABAJOS

En las obras en general intervienen diferentes proveedores de servicios, obras básicas, equipos y todos son coordinados por la dirección de obra que hace cumplir las condiciones de pliego.

Cuando se llega al final de las mismas y se ponen en marcha los equipos o sistemas montados suele ocurrir, como en los casos de nuestra intervención, que aparecen efectos negativos o no deseados, por acción de los ruidos y las vibraciones que se generan.

En estas situaciones se trata de un planteo diferente a la AUDITORIA TECNICA clásica en la que se establece un estado de situación por ruidos o por vibraciones, con el solo hecho de realizar simples mediciones de relevamiento.

La AUDITORIA TECNICA MEDIANTE LA INVESTIGACION se efectúa con una acción conjunta y simultánea del análisis de los ruidos y de las vibraciones que permitan con sus resultados evaluar la situación y establecer el correcto diagnóstico.

Se expone una metodología básica para desarrollar la investigación y luego se informa de los resultados en casos de aplicación práctica resueltos.

METODOLOGIA BASICA

Estudio previo del problema

En el estudio previo se tendrán presente el o los lugares conflictivos, las disposiciones estructurales, los equipos con sus características técnicas que pueden ser causantes del problema, las ubicaciones y posibles vías de propagación de los ruidos o las vibraciones, sistemas de montaje y todo otro detalle que permita formar un primer estado de situación global.

Diagrama de procedimiento

Se debe establecer un diagrama de procedimiento (Ver Figura 1) que se iniciará con las determinaciones de los niveles de ruidos y de vibraciones en las posiciones a investigar, luego se seguirá el mismo procedimiento en los equipos que se encuentran en funcionamiento, considerados como posibles causales del problema y finalmente se verificarán las vías de propagación.

Se iniciará el procedimiento con mediciones de ruidos en niveles compensados A y el análisis en bandas de octava, como también mediciones de vibraciones (velocidad y/o aceleración) con el registro del espectro en las direcciones de interés.

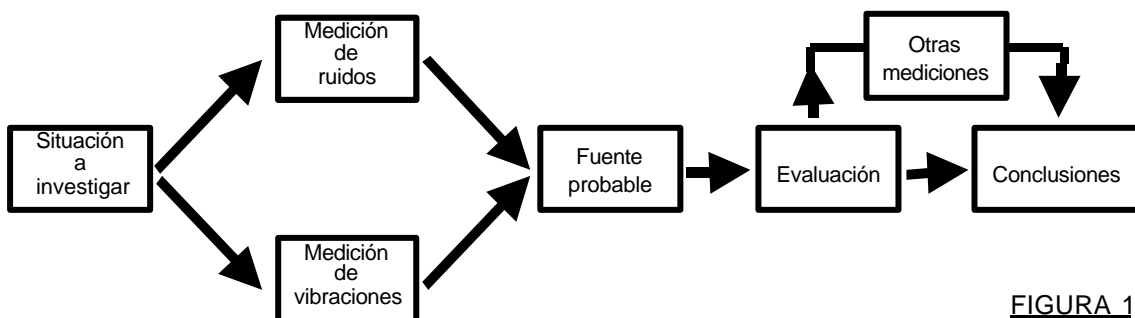


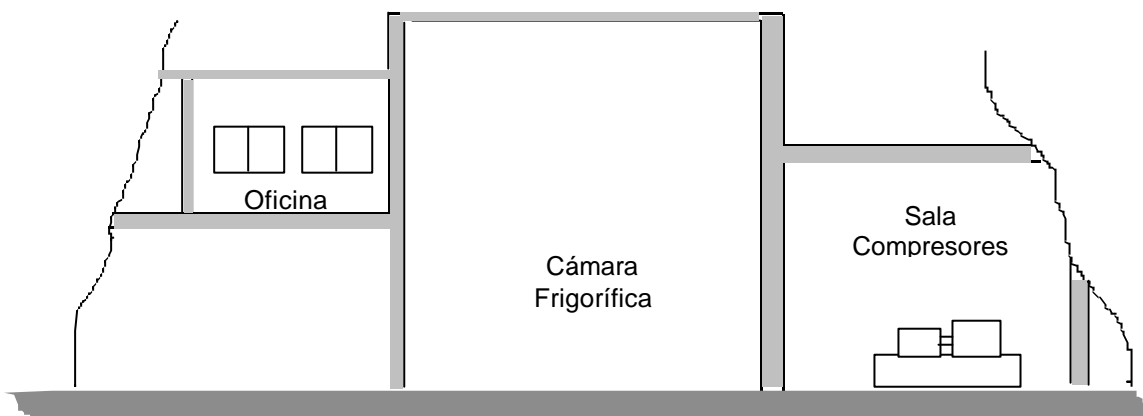
FIGURA 1

Evaluación de la situación

Con las informaciones recogidas se analizará cada caso y se procederá a establecer coincidencias de factores. Si es necesario se establecerán nuevas mediciones que complementen las iniciales y de esta manera se podrá evaluar la situación, comparando los resultados entre fuentes y lugar del problema, considerando, normas, criterios u otros parámetros acústicos aplicables al caso.

CASO 1 (Ver Croquis 1 de corte de la planta)

Una planta recién terminada del rubro alimenticio dispone de un primer piso con oficinas que tienen ventanales orientados hacia el norte y que dan hacia una gran terraza accesible. Los vidrios de los ventanales se rompían y además se percibían ruidos y vibraciones en el recinto aledaño, correspondiente a una oficina en donde se ubicaba personal administrativo. Adosados a estos edificios se encontraban ubicadas grandes cámaras frigoríficas y más alejada en planta baja, una sala con compresores. La empresa sospechaba que los causantes de estos problemas eran 4 compresores de 75 HP ubicados en dicha sala de compresores y propulsados mediante correas por motores eléctricos. Los ventanales con una dimensión de los vidrios de 1,5 x 1,2 m de alto estaban montados con burletes de neopreno sobre marco y contramarco metálico. El recinto aledaño disponía de un piso de madera.



CROQUIS 1

Las investigaciones se iniciaron realizando un diagrama de tareas consistiendo en establecer un programa de mediciones de niveles sonoros en dBA y análisis en bandas de octavas en el recinto aledaño a las ventanas y la realización de mediciones de vibraciones con el registro de los espectros en las paredes que sostenían los ventanales, en el piso de la oficina y en las patas de apoyo de compresores y motores eléctricos.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE RUIDO

PUNTO DE MEDICION	DBA	Análisis en bandas de octavas (dB)							
		63 Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Oficina	54	70	68	55	47	45	50	51	40

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE VIBRACIONES

PUNTO DE MEDICION	Velocidad de vibración		Mayor componente del espectro de frecuencias Hz
	Mm/seg	valor eficaz	
Pared que contiene los ventanales	0,10	horizontal	40
Piso de oficina	0,04	vertical	15
En patas de compresores	11,3	vertical	40
En patas de motores eléctricos	7,1	vertical	25

Evaluación

El nivel sonoro obtenido en oficina se comparó con los criterios S.I.L. y resultó inferior a 50 dBA (SIL) recomendados para el uso satisfactorio del teléfono.

En cuanto al valor de vibración eficaz registrado en piso 0,04 mm/seg se lo comparó con la Tabla de la Ley Argentina de Hig. y Seg. en el Trabajo que admite para una excitación de 15 Hz un valor de 1,25 m/seg²,(eficaz) equivalente a 13,0 mm/seg,(eficaz) para ocasionar daño al personal. El valor registrado en el piso es muy inferior al admitido por la Ley. La aplicación de la ISO 2631 coincide con el análisis anterior en cuanto a daño.

Las vibraciones registradas en la estructura sostén de los ventanales se los comparó con el criterio del Bureau of Mines de USA que establece 2,9 mm/seg.(eficaz) como admisible para 40 Hz. Resulta no comprometida la situación estructural ya que este valor admisible está muy por arriba del medido (0,10mm/seg.(eficaz).

Los valores obtenidos de las vibraciones en paredes y estructuras, de ninguna manera podían ser causa de excitación para lograr la rotura de los vidrios, ni para afectar dichas estructuras.

Un análisis particular de los resultados obtenidos en las patas de compresores y motores eléctricos permitió establecer que la mayor excitación en 40 Hz de los compresores correspondía al desbalanceo secundario de los mismos y en cuanto a la mayor excitación en 25 Hz encontrados en los motores eléctricos correspondía a desbalanceos de estos motores y en ambos casos se comprometía la vida útil de los equipos.

Luego de estos resultados se comenzó una tarea de seguimiento mediante las mediciones de las vibraciones en la frecuencia que excitaba el piso, en las estructuras adyacentes a las ventana y siguiendo hacia las estructuras de las cámaras frigoríficas. De esta manera se fueron investigando las vías de posibles propagación y se llegó a un importante ventilador montado en una cámara de frío cercana, en donde se comprobó que estaba desbalanceado y originaba una vibración importante en 15 Hz ya que su velocidad de rotación era de 900 r.p.m..

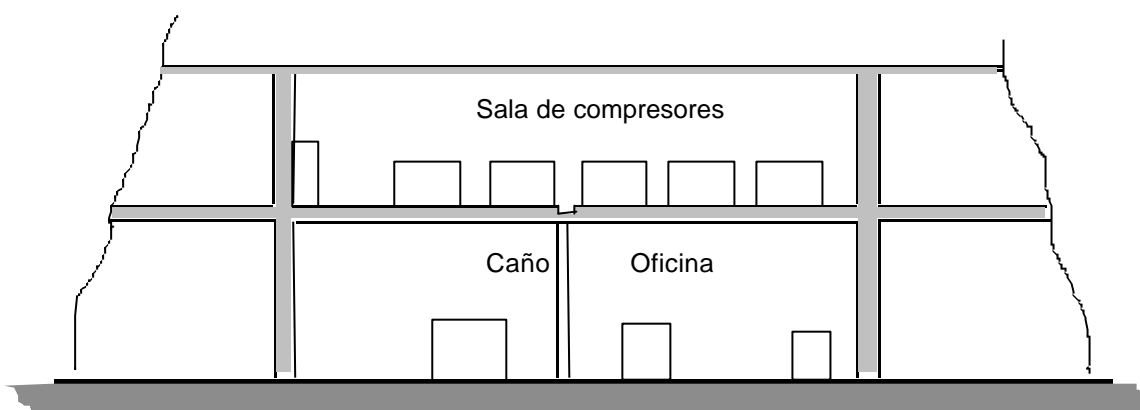
Al no encontrarse una causa que justificara la rotura de los vidrios por efecto de las vibraciones se procedió a desmontar uno. Se observaron los bordes no bien tratados con cortes netos y el espacio de bordes a marcos era inferior al recomendado en buenas prácticas de montaje. Las formas de las roturas (perpendiculares al borde) con las observaciones anteriores orientaron a presumir que las roturas se debían a la calidad de terminación de los bordes de los vidrios y a su sistema de montaje y no al planteo original de responsabilizar a los compresores.

De acuerdo a las investigaciones realizadas se indican las siguientes recomendaciones:

- a) Desmontar los vidrios y pulirlos los bordes. Luego montarlos con burletes de mayores espesores ya que se solicitó reducir en unos milímetros sus dimensiones para permitir una mayor dilatación, por seguridad.
- b) En cuanto a los compresores y motores eléctricos que estaban en garantía, el proveedor se ocupó de balancearlos dinámicamente.
- c) Al ventilador desbalanceado se le realizó un balanceo dinámico in situ.

CASO 2 (Ver croquis 2 de corte de la planta)

Una planta de compresores instalados en una primer piso, para el servicio de frío de un gran supermercado trasmite ruidos y vibraciones hacia la sala ubicada debajo, donde se concentraban las oficinas de compras y resultaba muy molesto a los ocupantes. La dirección de obra quería responsabilizar al contratista proveedor de los compresores por dicha situación, por no haberlos montados con elementos antivibratorios, aunque esto no estaba especificado en el pliego de contratación.



CROQUIS 2

Las investigaciones se iniciaron realizando un diagrama de tareas consistente en establecer un programa de mediciones de niveles sonoros y el análisis en bandas de octavas en el recinto de los compresores y en la oficina en distintas posiciones, para distintos estados de carga de funcionamiento de los compresores. En forma paralela se estableció un programa de mediciones de las velocidades de las vibraciones (verticales, eficaz) y el registro de los espectros en idénticas situaciones a las establecidas para los ruidos.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE RUIDO (Todos los equipos en marcha)

PUNTO DE MEDICION	DBA	Análisis en bandas de octavas (dB)							
		63 Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Centro sala compresores	98	84	92	98	92	94	91	83	74
Centro sala oficinas	73	80	82	80	73	67	57	43	35
DIFERENCIA	25	4	10	18	19	27	34	40	39

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE VIBRACIONES

PUNTO DE MEDICION	Velocidad de vibración Vertical Mm/seg valor eficaz	Mayor componente del espectro de frecuencias Hz
Centro sala compresores	0,5	200
Piso sala oficinas	0,15	200

Evaluación

Con estas informaciones y para un mejor desarrollo se analizó el espectro en tres rangos: Bandas hasta 250 Hz ; Banda de 500 Hz ; Bandas de 1000 Hz y mayores.

Las bandas hasta 250 Hz. están vinculadas directamente con las vibraciones que generan los compresores y se transmiten a través de la losa y por ésta a paredes y piso de la oficina inferior.

En las bandas de 1000Hz. y mayores se analiza el aislamiento de la losa que corresponde a una masa superficial de 400kg./m² según la ley de masas(promedio de diferentes criterios) y se la compara con la diferencia de niveles máximos en estas bandas, entre sala de compresores y sala de oficinas.

Para bandas de octavas:	500	1000	2000	4000	Hz.
Diferencia entre salas	19	27	34	40	
Aislamientos/Ley de masas	55	60	65	70	

El hecho que los valores de aislamiento a los ruidos obtenidos son menores a los que debería tener la losa nos llevó a pensar que ese debilitamiento del aislamiento se debía a la existencia de puentes acústicos en algún lugar de la misma.

Analizados en detalles los aspectos constructivos se observaron dos puentes acústicos que correspondían a un debilitamiento en su espesor por una canaleta de desagüe que redujo al 50% el espesor de la losa y además que de ésta descendía un caño de descarga de líquidos que estaba a la vista en la oficina y actuaba como un amplificador de sonido.

La banda de 500 Hz. se analizó en forma separada porque se consideró que en dicha banda había una contribución simultánea de los ruidos y las vibraciones. Dichas vibraciones no son suficientes para excitar la losa. Para los ruidos ocurre el mismo fenómeno señalado en el párrafo anterior.

Los valores registrados de vibraciones en la losa no superan los límites admisibles fijados por el Bureau of Mines de USA que admite para la losa en estudio 0,57 mm/seg.(eficaz,vertical) en la frecuencia de 200 Hz,

En cuanto al buen uso del teléfono en la oficina según el criterio S.I.L., se puede observar que el resultado obtenido (SIL=67) es muy superior a un S.I.L = 55 recomendado para el uso satisfactorio del teléfono.

Las vibraciones en el piso de la oficina son muy inferiores a las indicadas para ocasionar daño según la Ley Argentina de Higiene y Seguridad en el Trabajo que admite hasta 6,3 m/seg²,(eficaz) o sea 5,0 mm/seg (eficaz) para la máxima excitación encontrada de 200 Hz.

De acuerdo a las investigaciones realizadas se indican las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Las vibraciones no son la causa fundamental del aumento de nivel sonoro en la sala de oficinas y en el piso no producen daño al personal. Los ruidos son los responsables del mal uso del teléfono por los puentes acústicos de la losa.

Para lograr mejorar la situación se sugirió eliminar los puentes acústicos y agregar un cielorraso suspendido con fuerte absorción acústica y por sobre el mismo una capa aislante.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la importante colaboración prestada en la realización de los estudios de la comunicación precedente al Prof. Antonio M. Méndez y a sus colaboradores del Laboratorio de Acústica y Luminotecnia de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia. De Buenos Aires.

BIBLIOGRAFIA

Ley Argentina de Higiene y Seguridad en el Trabajo 19587 y el Dec. 351/79.
Normas IRAM 4078 y 4120.
ISO 2631
Criterios del Bureau of Mines de U.S.A.
Criterios NC/RC/ PNC y SIL
Leo L. Beranek, Noise and Vibration Control.
Cyril H.Harris and Charles E. Crede, Shock and Vibration Handbook.
W.T. Thomson, Chapman and Hall, Teory of Vibration with applications.
Malcolm Crocker, Encyclopedia of acoustics(1997) y Handbook of acoustics.