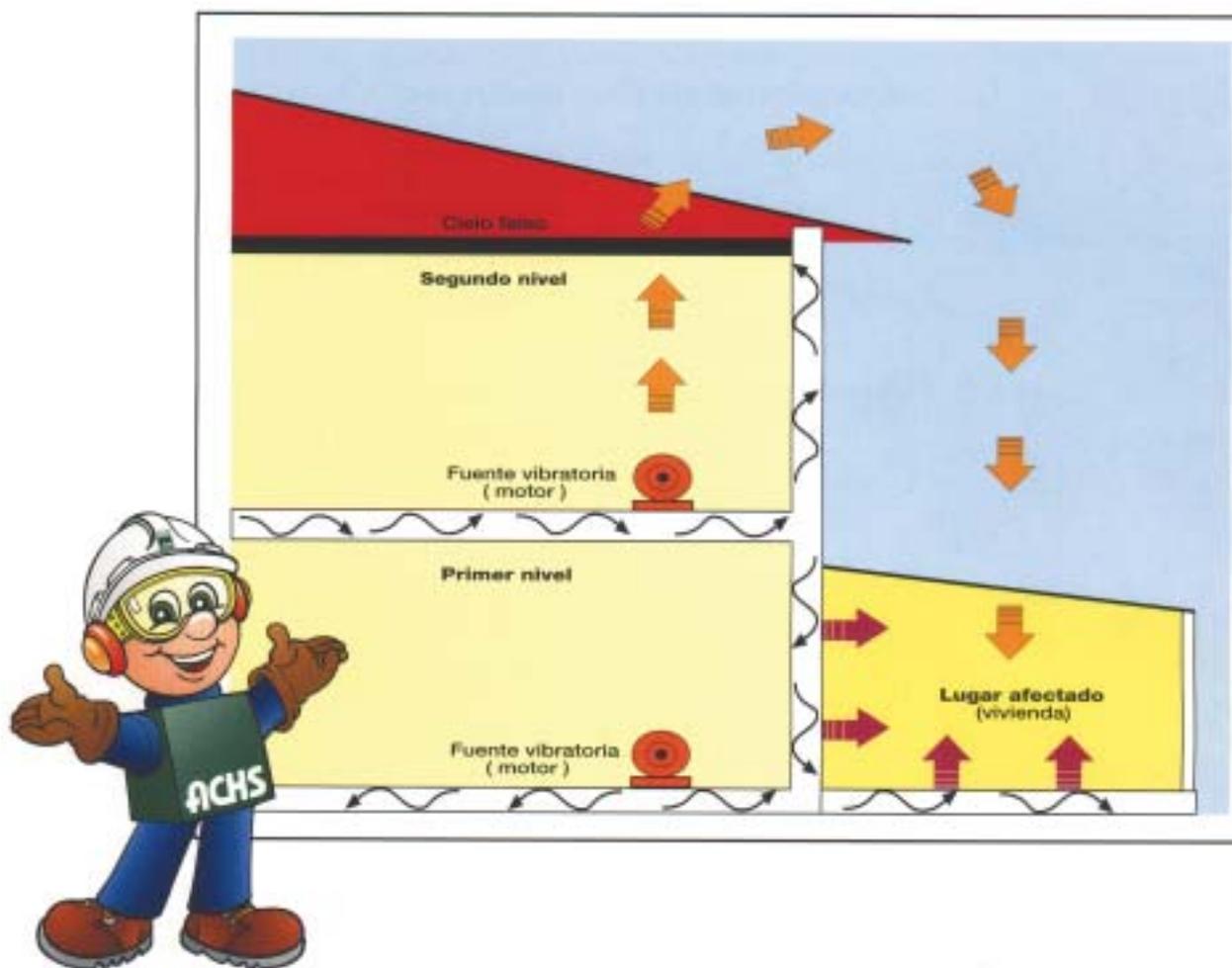


# Solución a un Problema de Ruidos Molestos por medio del Análisis Vibracional



## DIRECTORIO DE LA ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD

PRESIDENTE EJECUTIVO: **Eugenio Heiremans D.**  
DIRECTORES TITULARES: **Patricia Brickle R.**  
Representante de los Trabajadores  
**Freddy Fritz Ch.**  
Representante de los Trabajadores  
**Eugenio Heiremans D.**  
Representante de las Empresas  
**Jorge Matetic R.**  
Representante de las Empresas  
**José Luis Cordero B.**  
Representante de los Trabajadores  
**Jorge García R.**  
Representante de las Empresas

PARTICIPAN EN EL DIRECTORIO: **Eduardo Undurraga U.**  
Gerente General  
**Alfredo Grasset M.**  
Fiscal

GERENCIA DE PREVENCIÓN: **Martín Fruns Q.**  
Gerente de Prevención  
**Horacio Saissa S.**  
Subgerente de Operaciones  
**Salvador Alonso P.**  
Subgerente Técnico

ASESOR TECNICO: **Walter Dümmer O.**

### GERENCIA DE PREVENCIÓN DEPARTAMENTO DE CAPACITACION Y PUBLICACIONES

"Solución a un Problema de Ruidos Molestos por medio  
del Análisis Vibracional"  
MANUAL

Es propiedad de la Asociación Chilena de Seguridad  
Derechos Reservados  
Vicuña Mackenna N° 152 - Fono: 685 2000  
Casilla 14.565 - Correo Central  
Santiago - Chile

Edición Noviembre 1999

# **SOLUCION A UN PROBLEMA DE RUIDOS MOLESTOS POR MEDIO DEL ANALISIS VIBRACIONAL**

**ING. MARIA SALAZAR B.**  
Ingeniero en Prevención y M.A.

**ALONSO CARRILLO M.**  
Ingeniero Acústico

ASOCIACION CHILENA DE SEGURIDAD

# Resumen

Una empresa del rubro alimentos ha tenido continuos problemas con la comunidad vecina, debido a que el funcionamiento de su maquinaria en horario nocturno genera ruidos, percibidos como molestos por parte de los residentes, cuyas viviendas en su construcción utilizan un muro perimetral común con la empresa. La concurrencia al lugar del problema de la autoridad sanitaria y la corroboración técnica de la molestia producida por ruido en una residencia en particular determinó que la empresa para continuar funcionando debía mitigar la radiación sonora hacia las viviendas vecinas, asesoría que fue entregada por el Departamento de Ingeniería Ocupacional de la Asociación Chilena de Seguridad. Luego de caracterizar las fuentes de ruido al interior de la planta y de correlacionar su efecto en las residencias, se determinó que el ruido percibido era provocado por la radiación de los elementos constructivos de las mismas viviendas, excitados por la vibración mecánica de la maquinaria instalada en la planta de alimentos, cuyo puente de transmisión era la estructura en común. La solución del problema de radiación sonora estructural se planteó sobre la base del desacoplamiento mecánico de la maquinaria reconocida como la causante del fenómeno, por medio del uso de aisladores de vibración.

## 1. Introducción

La planificación e implementación de una planta industrial, además de compatibilizar los aspectos operacionales, económicos, de higiene y seguridad, etc., deben cumplir con la condición de clasificarse como "inofensiva o no molesta", desde el punto de vista ambiental, para la comunidad que se sitúa en su entorno y para el medio ambiente en general. Esto no es posible siempre, por lo tanto, se deben tomar todas las medidas para que nuestra calidad de vida y el medio ambiente no se vean afectados.

Cuando nos encontramos ante un caso de ruido emitido hacia una comunidad, comúnmente hablamos de ruido "molesto" desde el punto de vista de la interferencia con el normal desarrollo de una actividad. Sin embargo, cuando esta actividad es el sueño o el descanso de una, persona el término "molesto" no conduce nuestro pensamiento a asociar el fenómeno con "daño" físico o psíquico, que es lo que realmente ocurre.

La vibración mecánica es una de las principales causas de generación de ruido, por lo que se pueden establecer vínculos de reciprocidad utilizando herramientas del análisis ondulatorio. En nuestro caso, los ruidos percibidos por los residentes afectados provenían principalmente de la vibración de las estructuras de sus propias viviendas,

excitadas por la maquinaria de la empresa. El reconocimiento de las máquinas que producían mayor excitación vibratorio y consecuente radiación sonora se hizo comparando las vibraciones en un elemento estructural común entre la empresa y las viviendas, con las recolectadas en cada sistema mecánico.

Finalmente, la solución al problema se basa en el desacoplamiento mecánico de las fuentes vibratorias.

## 2. Objetivos

- 2.1. Identificar las fuentes de ruido que producen molestia en la comunidad existente en el sector residencial afectado.
- 2.2. Establecer las medidas de control necesarias para la reducción del ruido en las residencias, a niveles aceptables de acuerdo con los requisitos normativos chilenos vigentes.

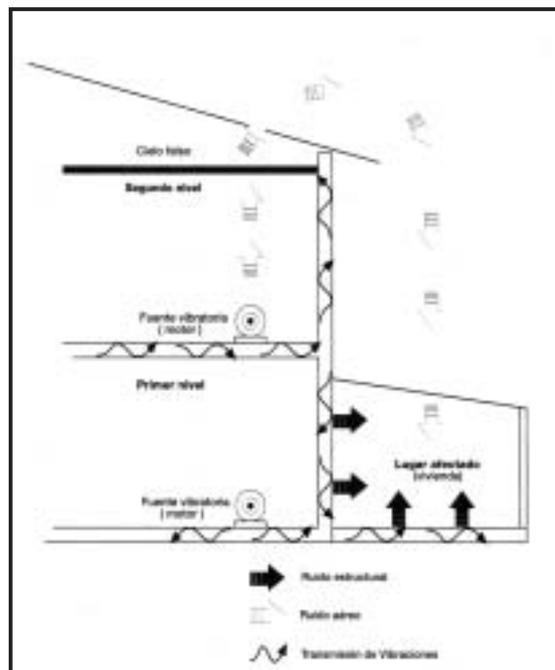
## 3. Material y Método

El problema de la radiación de sonido hacia el sector residencial adyacente a la empresa posee dos componentes:

- Radiación estructural
- Radiación aérea

La primera es consecuencia de la vibración de las estructuras comunes entre la empresa y las viviendas, tales como muros, pisos y losas, excitadas por el funcionamiento de la maquinaria ubicada en el primer y segundo nivel de la planta como se muestra en la figura N° 1. La segunda componente de ruido es originada por la emisión aérea que escapa desde el segundo nivel de la planta, por el techo hacia el exterior.

*Figura N°1*  
**Transmisión de ruido desde la empresa hacia el lugar afectado**



Para describir mejor este fenómeno se puede ejemplificar de la siguiente manera:

El sonido emitido por un equipo de audio doméstico es el resultado de la vibración del cono del parlante, La capacidad de radiar mayor o menor cantidad de sonido dependerá de las aptitudes vibratorias y del área del cono. Una pared se puede comportar como un gran radiador de sonido o de una manera similar a un parlante de audio, con la diferencia que posee una mayor área de radiación. Sólo se necesita una fuente vibratoria que logre excitar la pared para convertirla en una potencial fuente sonora.

Técnicamente es muy difícil precisar el porcentaje de contribución de cada una de las componentes mencionadas anteriormente, pero por las características d el problema sobre la base de sistemas de verificación aplicados en la etapa de reconocimiento, se adoptó como vía de estudio el enfoque de la radiación estructural

Con respecto a la empresa ésta cuenta con varias líneas de producción en su primer y segundo nivel, encargadas de agregarlos componentes y acondicionar los productos por medió de golpes de frío, calor, vibración etc., hasta que éstos se encuentran listos para ser empaquetados.

Los dos niveles de ja planta poseen una serie d maquinarias ubicadas cerca de; muro común que establece la división entre la propiedad de la empresa y las viviendas afectadas cuyo régimen de trabajo es de tipo continuo o permanente (ver fig. N° 2)

La cuantificación del efecto de las máquinas se realizó en una de las viviendas del sector residencial afectado perteneciente a la misma empresa de alimentos.

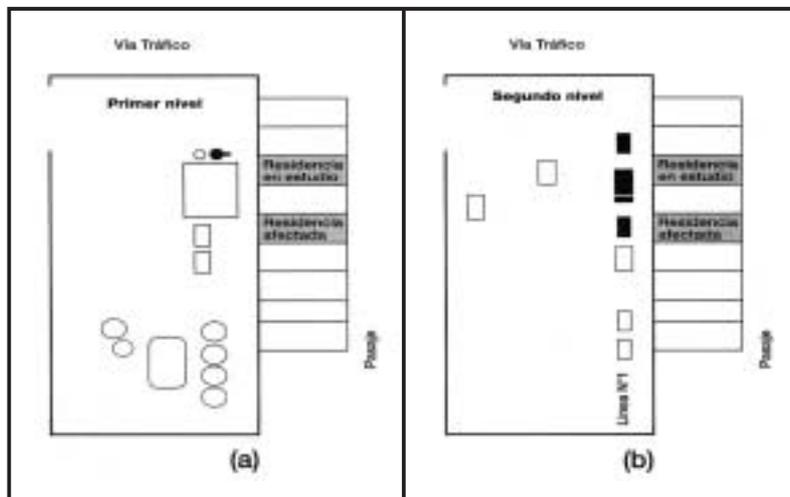


Figura N°2

**Primer y segundo nivel de la empresa de alimentos, identificación del lugar afectado y de la vivienda en estudio.**

Cada máquina instalada en las dos secciones bajo estudio posee una característica vibratorio que puede ser reconocible en el Lugar de los afectados, dependiendo de la influencia que ésta tenga sobre la estructura de la edificación. El reconocimiento de las fuentes de origen se efectuó por medio del registro de las vibraciones existentes en la vivienda vecina mientras las máquinas se encuentran en funcionamiento. De esta forma, los sistemas mecánicos al interior de la empresa que produzcan la mayor excitación vibratoria de los muros serán los responsables de la radiación de sonido hacia el interior de la vivienda, Conjuntamente se registraron las emisiones debidas a la radiación de los componentes estructurales en la habitación seleccionada para el estudio.

Para identificar y, cuantificar la influencia que cada máquina de la planta de alimentos tiene sobre la vivienda estudiada se hicieron mediciones mientras las máquinas funcionaban todas a la vez y también para cada una de las máquinas por separado.

Se descartó una serie de maquinaria en la etapa previa a la definición del plan de muestreo, ya que mediciones previas indicaron que no hay influencia de éstas en las viviendas.

De acuerdo con lo establecido por el Decreto Supremo N° 286/1984 “Reglamento sobre niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas” y la zonificación, que en este caso corresponde a una zona residencia con industria inofensiva, no se deberá exceder el valor de 55 dB(A), dentro del período comprendido entre las 21:00 hrs. y las 7:00 hrs., para que se califique como “RUIDO NO MOLESTO”, el ruido cuyo origen corresponde a la empresa y que sea percibido en el lugar de los residentes vecinos a ésta.

El equipamiento ocupado en este estudio fue:

- a) Sonómetro integrador Quest modelo 2900
- b) Audiosímetro Quest Q-100
- c) Tarjeta de adquisición de señales Zenit Data systems
- d) Software de procesamiento de señales vía FFT Spectra Plus 3.0
- e) Medidor de vibración B&K Ty. 2511
- f) Acelerómetro piezoeléctrico B&K Ty. 4370

Se usó el “Nivel de Presión Sonoro Continuo Equivalente” NPSeq como descriptor de ruido. Este valor se expresa en dB(A) y resume todas las variaciones temporales del ruido durante el período de medición. Con respectó a la vibración se utilizó el parámetro de velocidad vibratorio que representa la rapidez del desplazamiento del elemento en vibración que está siendo medido, su unidad es el [mm/s].

## 4. Análisis y Resultados

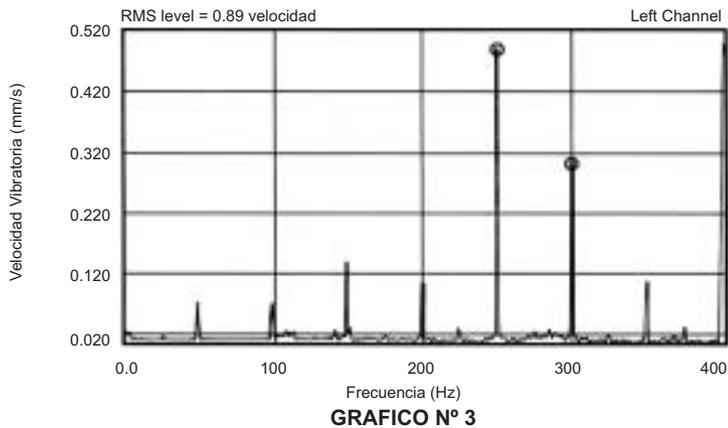
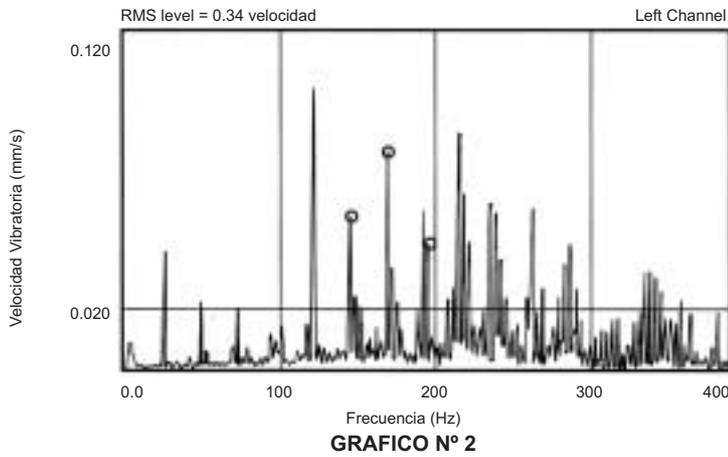
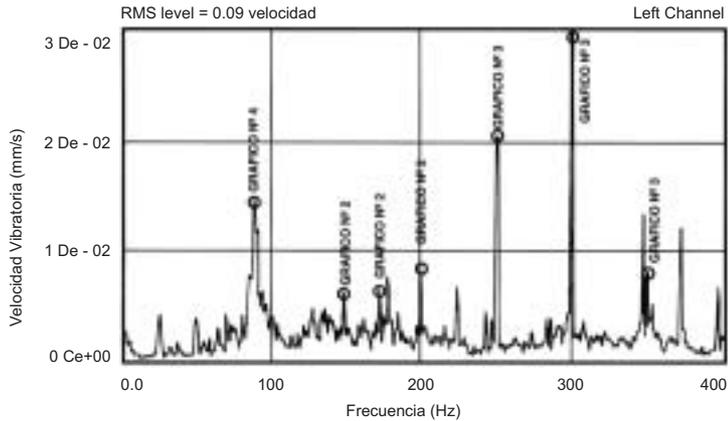
Después de hacer funcionar en forma independiente cada máquina del primer nivel de la planta, en presencia permanente de la maquinaria del segundo piso, se pudo determinar que sólo una de las máquinas del primer nivel, correspondiente a un molino mezclador de materias primas (destacada con negro en la figura N° 2a), produjo una excitación del elemento constructivo común con la vivienda (muro medianero). En ausencia de esta máquina, los niveles de ruido en la vivienda se aproximan a 54 dB(A) y se originan por efecto del funcionamiento de los equipos del segundo nivel más cercanos al muro divisorio. El aumento de las velocidades vibratorias del muro medido al interior de la vivienda, tercera columna de la tabla N° 1, se correlacionó con el aumento de los niveles de presión sonora en el interior de la vivienda, segunda columna de la tabla N° 1.

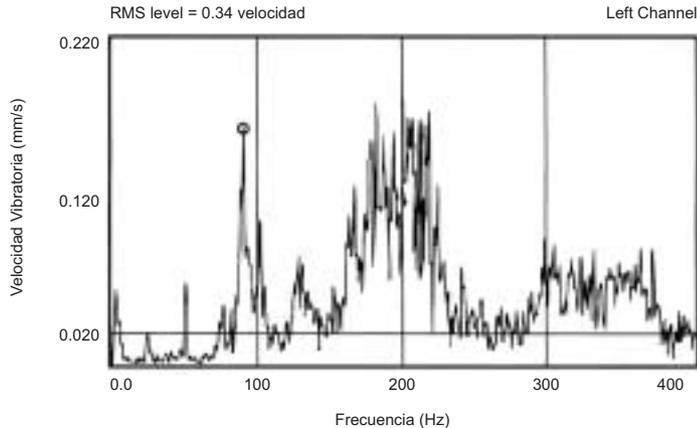
Al poseer la maquinaria un régimen de trabajo constante, su característica vibratorio siempre será la misma o ésta no variará en el tiempo. La realización de un análisis de frecuencia vibratorio a una máquina genera una representación gráfica de su movimiento, que la individualizará o hará reconocible a modo de una huella digital. Con esta herramienta del análisis vibracional se identificaron los sistemas mecánicos del segundo nivel de la planta con mayor aporte a la radiación de ruido estructural. Estas máquinas aparecen destacadas con negro en la figura N°2b.

**TABLA N°1**  
**NIVELES DE PRESION SONORA CONTINUA EQUIVALENTE NPSeq**  
**Y VELOCIDADES VIBRATORIAS MEDIDAS AL INTERIOR DE LA VIVIENDA**

<b>SISTEMA MECANICO ACTIVADO</b>	<b>NPSeq en residencia (dB(A))</b>	<b>VELOCIDAD VIBRATORIA (mm/s) en muro de residencia</b>
máquinas desactivadas del primer nivel; Sólo activada línea N°1 del 2° nivel	53.5	0.1
máquina N°1 (1er nivel)	74.3	1.2
máquina N°2 (1er nivel)	52.26	0.09
máquina N°3 (1er nivel)	53.47	0.09
máquina N°4 (1er nivel)	53.25	0.09
máquina N°5 (1er nivel)	53.79	0.09
máquina N°6 (1er nivel)	54.56	0.09
máquina N°7 (1er nivel)	54.75	0.09
máquina N°8 (1er nivel)	54.36	0.09

En el gráfico N°1, correspondiente a la vibración del muro medido, aparecen las huellas o indicios, encerrados en círculo, que comprueban la presencia de la vibración de estas máquinas, cuyas curvas características se muestran en los gráficos N°2, N°3 y N°4 con la especificación de los peaks transmitidos.



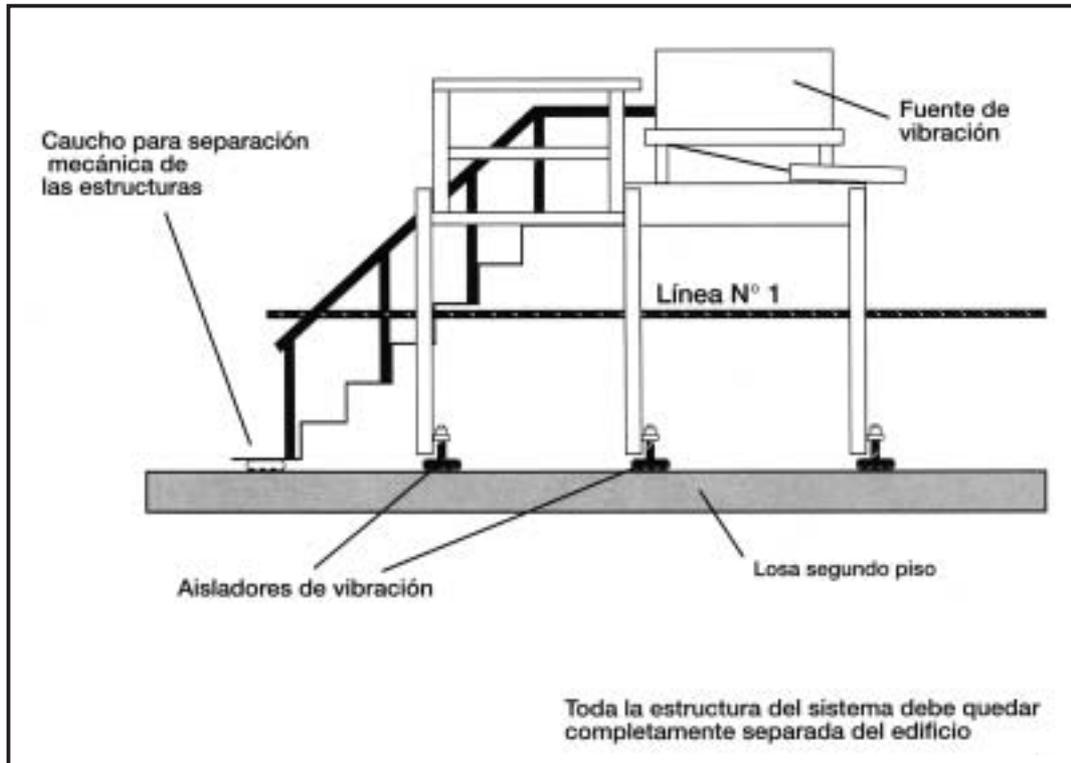


**GRAFICO N° 4**

## 5. Conclusiones

- 5.1. De acuerdo con las mediciones realizadas y con el criterio de calificación se corroboró la existencia de molestia por emisión de ruido sobre la comunidad residente vecina a la empresa. Los niveles medidos en el interior de la casa llegaron a 74.3 dB(A), superando el límite máximo permitido por el Decreto Supremo N° 286/1984.
- 5.2. Se identificaron en forma satisfactoria las fuentes generadoras de ruido, utilizando la vibración inducida por estas fuentes sobre la estructura común entre las viviendas y la empresa.
- 5.3. Para cada máquina se seleccionó un tipo de aislador de vibración con su respectiva respectiva forma de montaje, lo que permitirá eliminar casi completamente la transmisión de movimiento (cerca del 95%), en las zonas de contacto entre la estructura de la máquina y el edificio de la planta. Cada aislador de vibración posee una respuesta propia al movimiento y pasa a interactuar en el conjunto, por lo que su desempeño dependerá de factores tales como el peso que soporten y el tipo de movimiento al que van a ser expuestos.

En la figura N°3 se muestra un diagrama del montaje de los elementos aisladores de vibración para una de las máquinas del segundo piso de la planta de alimentos.



*Figura N° 3*

**Ejemplo de una de las soluciones implementadas por la vía del desacoplamiento estructural para el aislamiento de las vibraciones**

## 6. Bibliografía

- [1] Crede, Charles E.; Shock and Vibration Concepts Engineering Design; 1965 by Prentice - Hall, Englewood Cliffs, N.J., E.U.A., 1965.
- [2] Harris, Cyril M., Crede, Charles E.; Shock and Vibration Handbook, Second Edition, Mc Graw - Hill, N.Y., E.U.A., 1976.
- [3] Catálogo Técnico Vibtech Engenharia e Comércio Ltda.
- [4] Decreto Supremo N° 745, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.







# Lugares de Información ACHS

## **I REGION**

ARICA Juan Noé 1367 251543-231239  
IQUIQUE Amunategui 1517 412236-426661

## **II REGION**

ANTOFAGASTA Av. Grecia 840 243608-246286  
CALAMA Av. Granaderos 2924 319450-340311

## **III REGION**

COPIAPO Infante 861 212362-212887  
VALLENAR Merced 1150 613203-614155

## **IV REGION**

LA SERENA San Joaquín 1801 224888-224809  
OVALLE Miguel Aguirre Perry 132 624217-624219

## **V REGION**

VIÑA DEL MAR 7 Norte 568-570 689250  
SAN FELIPE San Martín 120 511482-515693  
LA CALERA Latorre 74 221686-224044

## **REG. METROPOLITANA OCCIDENTE**

MELIPILLA Merced 710 8311634

## **REGION METROPOLITANA**

SANTIAGO Vicuña Mackenna N° 152 6852000

## **VI REGION**

RANCAGUA Av. L. B. O'higgins 0317 231160-230552  
SAN FERNANDO Quechereguas 577 713464-714523

## **VII REGION**

TALCA 4 Norte 1610 233802-234596  
CURICO Carmen 321 311510-312341

## **VIII REGION**

CONCEPCION Cardenio Avello 36 311008-311018  
CHILLAN Av. Collín 532 215801-225605-222473  
LOS ANGELES Av. Ricardo Vicuña 252 316561-314200

## **IX REGION**

TEMUCO Francia 324 210352  
ANGOL Ilabaca 811 711962-712238

## **X REGION**

OSORNO Av. Zenteno 1529 234810-238775  
LA UNION Comercio 260 322875-323025  
CASTRO Freire 498 6322782-635686  
VALDIVIA Beauchef 705 212756-219090  
PUERTO MONTT Pedro Montt 65 - Of. 610 254350-257594

## **XI REGION**

COYHAIQUE Av. Ogana 1018 232710

## **XII REGION**

PUNTA ARENAS Av. Bulnes 1448-A 217192-217179

