

## **EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE RUIDO PRODUCIDAS POR INSTALACIONES DE FONTANERÍA**

REFERENCIA PACS: 43.50.Jh

T. Lorenzana Lorenzana <sup>1</sup>; M. D. Salgado Carballo <sup>1</sup>; J. González Suárez <sup>2</sup>

1 Dpto. de Física Aplicada

E.U.Arquitectura Técnica. Universidad de A Coruña

E-Mail: [lorenzan@udc.es](mailto:lorenzan@udc.es)

2 Dpto. de Física Aplicada

E.T.S. de Arquitectura. Universidad de Valladolid

E-Mail: [julio@opt.uva.es](mailto:julio@opt.uva.es)

### **ABSTRACT**

Inside all dwellings there are many different noise sources, and sound emissions can be so high as to produce an important degree of nuisance to the users. The sanitary installations are one of these sources. In our paper we expose the levels emitted by the faucets of washbasins and by the cisterns in four bathrooms of new built houses. From the data it can be deduced that both emission and transmissions are different. It is also clear that the weak points for transmission are located in the encounter points or junctures of the sanitary installation devices with the structure.

### **RESUMEN**

En el interior de las viviendas existen fuentes ruido que originan unas emisiones suficientemente elevadas como para producir un grado de molestia importante a los usuarios. Las instalaciones sanitarias son una de estas fuentes. En el trabajo que presentamos exponemos los niveles emitidos por grifos de lavabos y por cisternas en cuatro de los baños de una promoción de viviendas de nueva construcción. De los datos se deduce que existen diferencias de emisiones y de transmisiones y que la causa principal puede estar en los puntos de encuentro o de contacto de las instalaciones con la estructura

### **INTRODUCCIÓN**

Cuando se pretende valorar la calidad ambiental de los espacios interiores de las viviendas no solamente intervienen las emisiones externas sino que adquieren relevancia los originados en el propio edificio por diversas causas como consecuencia de las actividades que se desarrollan en las viviendas. Se estima que el ruido en el interior del edificio proviene en un 50% de las emisiones producidas por fuentes internas como es el caso del aire acondicionado, ascensores, electrodomésticos, pisadas, impactos ocasionales, etc. Unas de las fuentes principales de ruido, con origen interno, son las derivadas de las instalaciones de fontanería:

grifos, sanitarios, bañeras, lavabos y demás componentes que conducen los fluidos líquidos y en particular el agua. En nuestro caso se trata de grifos y cisternas. Una característica, que diferencia los ruidos de origen interno respecto de los de origen externo, generalmente los del tráfico, obras públicas y la actividad ciudadana, es que, salvo excepciones como ocurre, en alguna medida, si se trata del aire acondicionado y tal vez los debidos a los electrodomésticos, incluyendo las lavadoras y frigoríficos, no son continuos sino ocasionales o esporádicos, en cuanto al instante de originarse y también suelen ser de nivel variable. Ello hace que tengan una componente aleatoria importante, tanto de carácter temporal como de intensidad y por tanto suelen ser más molestos que si fueran ruidos estacionarios o uniformes. Estas fuentes de ruido interno no repercuten de igual manera sobre todos los ambientes interiores, durante las 24 h del día ni tampoco su influencia es uniforme en todos los espacios del edificio.

En cualquier caso es difícil precisar la influencia que tienen estos ruidos en el deterioro de las condiciones de confort ambiental, de los recintos de la vivienda, en relación con la que originan los ruidos procedentes del exterior, dado que, si bien se asume que los dos tipos de fuentes “participan” con aproximadamente el 50%, sin embargo, dado que en muchas de las calles de la ciudad, a partir de cierta hora, el ruido de tráfico se hace casi nulo, entonces aparecen como fuentes principales, en el sentido de ser más molestas, las fuentes internas al edificio.

Incluso puede suceder que durante algunos intervalos de tiempo, aun por el día, los ruidos originados por fuentes internas resultan más molestos que los provenientes del tráfico debido a sus características intrínsecas o porque su producción y propagación por la estructura del edificio hace que afecte a sectores más alejados del foco y que su atenuación sea menor a la producida por el ruido aéreo. Tal puede ser el caso precisamente de las emisiones ruidosas producidas por las griferías y las cisternas de los inodoros.

En el trabajo que presentamos se exponen los valores de los niveles de ruido medidos en las inmediaciones de los grifos y de las cisternas, que podemos tomar como niveles de emisión, y las medidas en los dormitorios principales de las propias viviendas y en los dormitorios de las viviendas superior e inferior colindantes, para el caso de una promoción de viviendas de nueva construcción. En total se han analizado las emisiones de cuatro grifos de lavabo y de otras cuatro cisternas en diferentes condiciones de circulación del agua. Para su estudio se han medido los niveles de ruido en las proximidades de la fuente, tanto en el caso de grifos como de cisternas, en distintos puntos de la propia vivienda emisora y en las viviendas colindantes.

## **METODOLOGÍA DE MUESTREO**

A la hora de evaluar la contribución de una fuente, al nivel sonoro existente en un punto, cuando existen varias fuentes actuando simultáneamente, se plantea el problema de discriminar la “aportación” de cada una de ellas [1], [2] y [3]. En nuestro caso se trata de viviendas no habitadas todavía y por tanto se puede seleccionar la fuente que se quiere evaluar en cada momento. Por tanto en nuestra sistemática de medidas no aparecía como factor importante el ruido de fondo, sobre todo para los casos de medir en las proximidades de la fuente. Cuando la medida se realizaba en lugares alejados se tuvo especial cuidado en considerar la posible influencia del ruido de fondo.

### Medida de las Emisiones

La medida realizada en las proximidades del foco emisor que consideramos como medida de la emisión de la fuente se realizó, en el caso de los grifos, para tres situaciones diferentes: Medida en régimen de emisión “moderada” (llave en posición intermedia); Medida en régimen de máxima emisión (llave totalmente abierta); Medida en régimen de máxima emisión y con el grifo cubierto por un paño. Para estas tres situaciones se midió el nivel de ruido, en intervalos de frecuencia de tercios de octava, además de en el baño de la vivienda emisora, en los dormitorios indicados anteriormente. El valor de la medida de emisión se obtuvo de hacer el promedio de los datos obtenidos para dos posiciones del micrófono dentro del baño y en dos muestreos para cada posición. El tiempo de muestreo para cada toma de datos fue de 6

segundos. En el caso de la medida realizada para evaluar la “aportación” de las cisternas se midió el espectro de emisión, también en intervalos de frecuencia de tercios de octava, en las proximidades de su ubicación y en distintos puntos de la vivienda así como en puntos de las viviendas limítrofes.

**PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA MEDIDA**

Dado que, por una parte, se trata de evaluar las características de emisión de los grifos y por otra de conocer la contribución al nivel en puntos alejados de la fuente, entendemos que es conveniente especificar el valor del máximo número de parámetros con el fin de que la caracterización de la fuente sea lo más completa posible. De esta forma, además de tomar datos de los niveles en intervalos de frecuencias de tercios de octava, se han especificado los valores de los siguientes parámetros:

- El nivel pico, representado por el símbolo  $L_{pico}$ , que nos indica el máximo valor obtenido durante el intervalo de tiempo de muestreo (unos 6 segundos).
- El nivel impulso, representado por símbolo  $L_{lm}$ , que nos da información sobre las características impulsionales de la emisión.
- Los estadísticos que hacen referencia a la distribución de los valores y dan idea de la evolución del ruido durante el tiempo de emisión. De esta forma el  $L_1$  (nivel por encima del cual el nivel de emisión se mantuvo durante el 1% del tiempo de muestreo) nos informa sobre los valores pico de forma semejante al nivel pico y el  $L_{99}$  (nivel por encima del cual el nivel de emisión se mantuvo durante el 99% del tiempo de muestreo) que se puede considerar como el mínimo valor de emisión de la fuente. El  $L_{50}$  (nivel por encima del cual el nivel de emisión se mantuvo durante el 50% del tiempo de muestreo) refleja el valor medio en el sentido de que existen tantos valores por encima como por debajo del correspondiente al  $L_{50}$ . Los demás parámetros los introducimos como valores complementarios.

**MEDIOS EXPERIMENTALES Y VALORES OBTENIDOS**

El equipo de medida se compone, como unidad fundamental, de un analizador de B & K mod. 2260 con su micrófono, trípode, etc y de un teléfono móvil para la comunicación entre viviendas.

Emisiones de los Grifos en los Baños

Según hemos indicado anteriormente, las medidas para los grifos se realizaron en los propios baños y en lugares distanciados del punto de emisión aunque dentro del propio edificio como son los dormitorios principales de los que forma parte el baño y en un caso en las plantas de arriba y de abajo respecto de la emisora. En las gráficas de la figura 1 representamos los valores de los espectros obtenidos en las tres situaciones del grifo para el caso de la emisión del baño situado en la vivienda 5º B. Según puede observarse no existe una diferencia clara, desde el punto de vista comparativo de las tres situaciones de medida, aunque parece apuntarse, para el caso de la situación 3 (grifo con el paño), una mayor emisión en algún intervalo de frecuencias bajas mientras que aparece cierta disminución de la emisión a frecuencias altas. También puede apreciarse una tendencia continuada a aumentar las emisiones

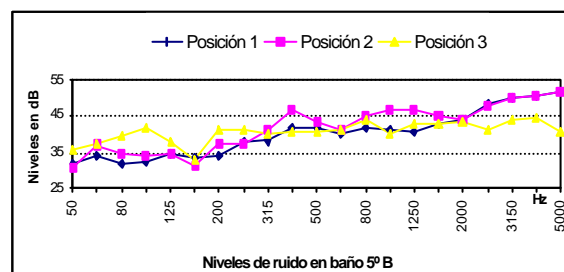
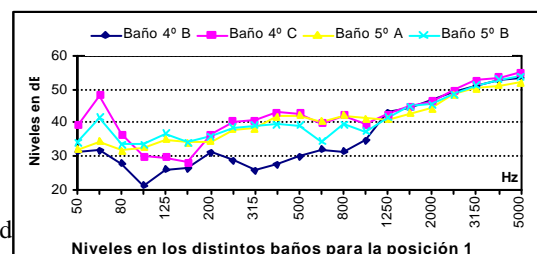


Fig.1.- Emisiones en el baño 5º B para las tres



con la frecuencia presentándose además unas pequeñas ondulaciones más pronunciadas en el caso de emisión con caudal a régimen máximo y en la situación 3. De igual forma se realizaron medidas en los baños de las viviendas 4º C, 5º A y 4º B. En estos puntos se encontraron valores semejantes al del 5º B, aunque con algunas diferencias.

En la figura 2 representamos los valores obtenidos para la situación 2 (régimen a máximo caudal) en los cuatro baños. Según puede deducirse de las gráficas el comportamiento no es el mismo como cabría esperar siendo la misma promoción de viviendas con los mismos materiales y mismos operarios. Se aprecian dispersiones de valores sustanciales para las zonas de frecuencias bajas y medias mientras que para frecuencias altas los valores se aproximan mucho. Para darse una idea de la variación de valores, para la misma frecuencia, ocurre que a 63 Hz el valor en el baño 4º B es de unos 32 dB mientras que en el 4º C es de aproximadamente 50 dB. De igual forma para la frecuencia 315 Hz el valor en el 4º B es de unos 26 dB mientras que en el 4º C es de 40 dB. En general las emisiones del 4º B son menores que en los demás salvo a frecuencias altas que como ya hemos comentado son muy parecidas para todos los casos. De igual forma el baño que más emite en casi todas las frecuencias es el de la vivienda 4º C, dándose además la circunstancia que es donde más oscilan los valores. En la figura 3 exponemos el resumen de los valores globales de emisión obtenidos en la situación 2 para los distintos parámetros que se indican en los cuatro baños analizados. De estos valores se destaca el caso de los baños 4º C y 5º A donde las emisiones son bastante superiores a los otros dos baños. Observamos un detalle interesante como es el hecho de que, si bien al exponer los espectros los valores en el 4º B eran sustancialmente inferiores que en el resto para frecuencias bajas, sin embargo, al tomar valores en dB(A) el lugar de muestreo que aparece con emisión algo menor es el 5º B. Al no existir diferencias, muy significativas, entre los valores de los distintos parámetros, excepto para el nivel pico, entendemos que el ruido es bastante uniforme en todo el intervalo de emisión. Parece apuntarse que las viviendas B tienen una menor emisión que las otras. Dado que los materiales que componen las instalaciones es de suponer que sean de características iguales o muy semejantes para todas las viviendas, tal vez se pueda pensar que el incremento de emisión de unos baños respecto de otros sea consecuencia de la propia ejecución constructiva derivada del diseño o por razones de deficiencia en tal construcción.

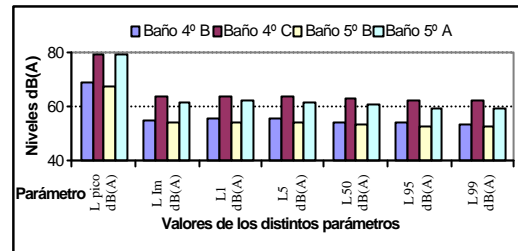
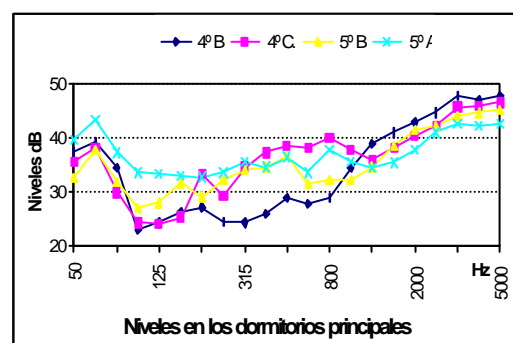


Fig.3.- Valores globales de los parámetros en los cuatro baños.

### Transmisión de las Emisiones a los Dormitorios Principales

Previsiblemente los recintos de las viviendas que acusan más directamente las emisiones de los baños serán los dormitorios principales de los que forman parte los baños. Por ello hemos realizado medidas en los cuatro dormitorios principales. Aquí se realizaron medidas, con puerta del baño abierta, en tres puntos dispersos por la habitación, una en las proximidades del baño y las otras dos cerca de la cama, una a cada lado, cubriendo de esta forma las distancias próxima y alejada de la fuente. El muestreo se realizó dos veces para cada posición de micrófono y para cada una de las tres situaciones del grifo. Los valores medios de los valores obtenidos en los distintos puntos, para los cuatro casos, en la situación de máximo caudal del grifo, se representan en la figura 4. De ellas se deduce que no existe homogeneidad de valores para los dormitorios ni tampoco una tendencia clara, en función de la frecuencia a ser mayores los medidos en un dormitorio frente a los demás. Se da la circunstancia que en algún caso los valores son mayores que en otro para algunas frecuencias y menores para otras. Por tanto no se puede predecir el orden de valores que



se van a obtener.

Transmisión a las Viviendas Colindantes

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de cualificar la calidad constructiva de las viviendas observar la capacidad de aislamiento para reducir las transmisiones a través del edificio. En nuestro caso hemos realizado medidas en los dormitorios principales de las viviendas superior e inferior a la emisora y los datos obtenidos, en uno de los casos, los representamos en la figura 5. Según estos resultados parece apuntarse que las transmisiones son mayores, para frecuencias bajas, hacia la planta superior que hacia la inferior mientras que para frecuencias altas los valores son muy semejantes. Se adjuntan también los niveles globales en dB(A) y la diferencia está en torno a 1 dB(A). Dado que se trata de viviendas situadas sobre la misma vertical del mismo edificio es de prever que el diseño sea el mismo y la composición constructiva de los elementos también así como los materiales usados. En estas condiciones, por otras experiencias realizadas, las transmisiones por vía aérea deben ser muy parecidas. Por tanto entendemos que estas diferencias de las transmisiones son debidas fundamentalmente a algún efecto no deseado (puentes acústicos) que se presenta en un caso y no en el otro facilitando en este caso la transmisión por vía sólida o estructural. En consecuencia estimamos que estas deficiencias se podrían evitar y ello repercutiría favorablemente en el confort de los espacios.

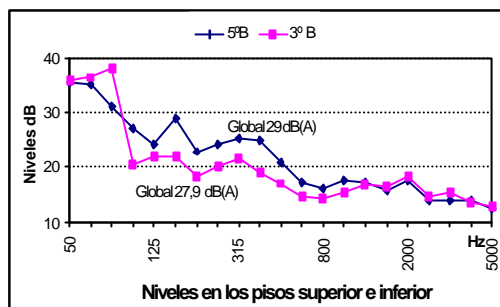


Fig.5.- Niveles de ruido en las viviendas superior e inferior respecto de la emisora

Emisiones de las Cisternas

Un estudio similar, al realizado para los baños, se hizo para las cisternas diferenciando las emisiones en el vaciado y en el llenado. La medida, que consideraremos de emisión se efectuó colocando el micrófono a una distancia aproximada de 1 m del inodoro y a una altura de 1,2 m. En esta posición se tomaron datos en tres ocasiones emitiendo la cisterna en posición de normal, es decir, para recogida y vaciado de 6 litros (las cisternas podían funcionar, además de tomando un volumen de 6 litros, con una posición donde la su capacidad era de 3 litros). En la figura 6 representamos los valores obtenidos en las emisiones durante el vaciado correspondientes a cuatro viviendas que son distintas al caso de los grifos. Se observan algunas oscilaciones para las distintas frecuencias en un rango comprendido entre los 42 y 60 dB como valores extremos. No existe una diferencia de emisión significativa de un

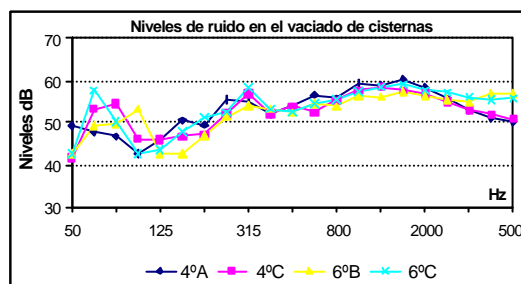
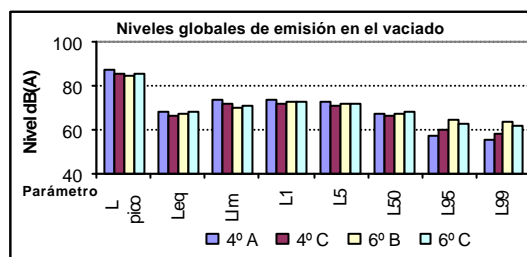


Fig.6.- Niveles de ruido en las emisiones durante el vaciado de las cisternas.



baño respecto de otro aunque aparecen pequeñas diferencias. En la figura 7 donde se representan los valores globales de los parámetros se pone también de manifiesto una tendencia de comportamiento similar en los cuatro baños.

Los valores obtenidos para las emisiones en el llenado de las cisternas en tres viviendas analizadas se representan en la figura 8. Aquí

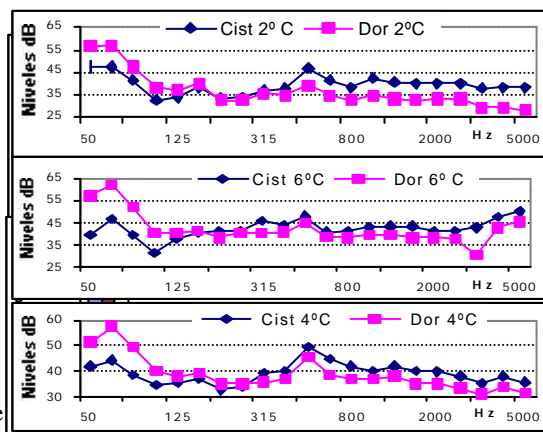


Fig.10.- Transmisión del ruido desde el baño al

parece diferenciarse la emisión en el baño 6º C de las emisiones en los baños del 2º C y del 4º C. Así, mientras las emisiones en el segundo caso son muy semejantes, ocurre que las emisiones en el 6º C son bastante diferentes para algunas frecuencias. En las tres emisiones existen frecuencias predominantes, pero no las mismas, aunque parece que en la zona media coinciden. Donde se aprecian diferencias más acusadas es en la zona alta de frecuencias. Esta circunstancia se pone más claramente de manifiesto en la figura 9 donde se representan los valores globales de los parámetros. La columna amarilla es significativamente más alta que las otras dos para todos los parámetros excepto para el  $L_{99}$ . Ello nos viene a indicar que durante el tiempo de llenado la emisión en el 6º C es mayor pero existe algún instante, durante la emisión, en el que se produce un pico, en los otros dos casos, que no aparece en este.

Transmisión de las Emisiones de las Cisternas

Los valores de los niveles de ruido medidos en los dormitorios, como consecuencia de la emisión en los baños correspondientes, los representamos en las gráficas de la figura 10 en la que se incluyen los valores de emisión y los de recepción para los tres casos (2º C, 6º C y 4º C). A partir de estos datos se deduce una particularidad interesante, que se repite en los tres casos, como es el hecho de que, para frecuencias bajas, el nivel de recepción en el dormitorio es mayor que el nivel en el baño tomado como de emisión. Sin embargo, para frecuencias medias y altas los valores de emisión son mayores que los de recepción. También es de destacar que los valores, tanto de emisión como de recepción, son significativamente mayores a frecuencias graves. Entendemos que ello es debido a que el ruido es fundamentalmente generado por impacto y que la transmisión por las particiones que separan el baño del dormitorio correspondiente es muy fluida, incluso más “fácil” que por vía aérea.

Los valores de las transmisiones a los dormitorios de las viviendas contiguas los representamos en las gráficas de la figura 11. En estas gráficas incluimos los valores obtenidos en tres casos cuando las emisiones eran consecuencia del vaciado de la cisterna en el baño de una vivienda y se realizaba la medida, durante la emisión, en el dormitorio principal de las viviendas colindantes inferior y superior. Las viviendas se especifican en cada una de las gráficas. Cabe indicar, a partir de estos datos, que los valores de recepción son mayores que los de emisión en la zona baja del espectro y lo contrario en la zona alta al igual que ocurría para el caso anterior. Ello nos confirma que las transmisiones principales de las cisternas se producen por vía estructural. Además, parece apuntarse que los niveles, sobre todo de recepción, a bajas frecuencias, son considerables llegando a superar los 60 dB.

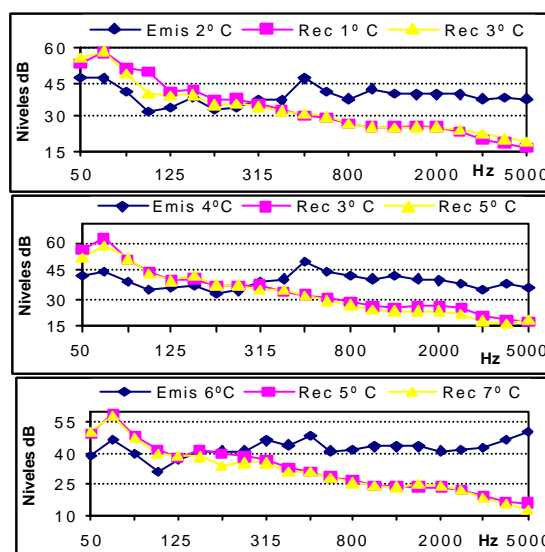


Fig.11.- Transmisión del ruido desde el baño al dormitorio de las viviendas contiguas en el vaciado de

En el caso de las transmisiones a las viviendas colindantes, en el proceso de llenado de las cisternas, se ha realizado la medida en cuatro casos. Los valores que se obtienen son similares en los cuatro casos y por tanto solo exponemos en las gráficas de la figura 12 lo obtenido en uno de los casos, concretamente se trata de las transmisiones de la vivienda A de la planta 4ª a las viviendas de la misma letra en las plantas 3ª y 5ª. Como puede observarse en estas gráficas, para frecuencias muy bajas del espectro se producen unos valores de transmisión, tanto a la vivienda superior como a la inferior, muy similares y a la vez semejantes a los obtenidos para las emisiones. Sin embargo, en el

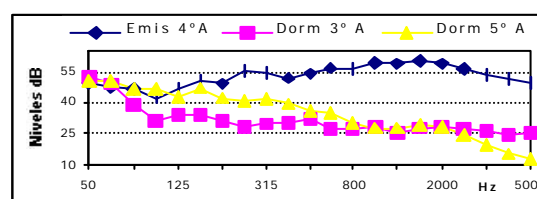


Fig.12.- Transmisión del ruido desde el baño al dormitorio de las viviendas contiguas, superior e inferior en el llenado de las cisternas.

resto del espectro los valores de emisión son sustancialmente mayores a los de recepción. También se aprecian diferencias en los valores transmitidos siendo mayores los transmitidos a la planta superior para frecuencias medias y al contrario para frecuencias altas.

## **CONCLUSIONES**

A modo de resumen muy breve, en cuanto a conclusiones, destacaría la importancia que tiene en la disminución de las emisiones de ruidos y sus transmisiones, la adecuada instalación de las conducciones para evitar cavitaciones y su montaje en la estructura del edificio. Entendemos que una ejecución de la obra más cuidada ayudaría considerablemente a disminuir los niveles de ruido.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] "Valoración de los niveles de ruido producidos en el interior de las viviendas de construcción habitual". J. González et al.; Montajes e Instalaciones; junio 1997.
- [2] "Acoustical characteristics of leak signals in plastic water distribution pipes". Osama Hunaidi et al.; Applied Acoustics; Vol. 58. 1999
- [3] Control del ruido de la fontanería en edificios. J.J. Van Houten; Manual de medidas acústicas y control del ruido. 1995.