

Exposición en Seminario de Acústica

Estudio de Impacto Acústico Siderúrgica AZA

por Dipl. Ing. Milton González U. ABI - Ingeniería Acústica

1. Introducción

A continuación se resume el contenido de un largo estudio de impacto acústico, que ha adquirido, con el correr del tiempo, un carácter dinámico por el hecho de que el análisis de las medidas de mitigación a implementar no se ha detenido una vez que ya fue aprobado el EIA por parte de CONAMA, sino que se ha transformado en una permanente búsqueda de soluciones para emisiones de ruido de fuentes secundarias, que como es normal en proyectos de esta envergadura, han ido apareciendo con el avance de la obra, manteniendo con esto el equilibrio con las estimaciones iniciales de emisiones de ruido.

Para tener una visión global de la envergadura del proyecto, se detallan a continuación algunos aspectos relevantes del proyecto.

Se trata de una Fundición para producir Acero a partir de Chatarra reciclable. Esta materia prima básica, que se recolecta a lo largo de una amplia faja de Chile, se corta, prensa y luego se funde a 1.500 °C en un Horno Eléctrico que consta de dos electrodos, en conjunto con otros aditivos (cal, oxígeno y ferroaleaciones). El acero líquido resultante pasa a un proceso de Colada Continua, donde se transforma en Palanquillas, las cuales son sometidas a un calentamiento a 700 °C, para luego ser laminadas en un Tren Laminador que entrega finalmente Fierro de Construcción en forma de barras y rollos.

La producción de Acero será incrementada de 70.000 Toneladas Año de Palanquillas, que actualmente se producen en la Planta de Renca, a 350.000 Toneladas. La puesta en marcha de la Planta de Colina, significará el cierre de la Fundición de Renca, quedando operativo sólo el Laminador que procesará el 20% de la Palanquilla producida en Colina.

El monto de inversión total es del orden de 46.000 Millones de Pesos, de los cuales 4.600 Millones han sido destinados al sistema de control ambiental y 6.900 Millones a Capital de Trabajo. Dentro

de las inversiones relacionadas al tema medioambiente, el Control de Ruido aparece como uno de los principales ítems con aproximadamente 1.200 Millones de pesos.

El consumo de Energía Eléctrica será el equivalente al de una Comuna con 300.000 habitantes. Se han utilizado cerca de 15.000 m³ de hormigón en su construcción, 4000 Toneladas de estructura metálica y el tonelaje de equipos alcanza las 5.000 Toneladas.

Frente a la magnitud de las obras e inversiones en cuestión, desde la perspectiva de un Consultor cuesta imaginar el grado de influencia que pueda llegar a tener un estudio de un tema específico. Fue por eso que quizás los resultados del primer estudio de impacto acústico fueron entregados con cierto escepticismo, ya que les eran adversos a la forma como los Ingenieros, Constructores y Técnicos se habían imaginado el funcionamiento de la Siderúrgica.

Desde el punto de vista acústico la Planta inevitablemente constituía un foco de contaminación acústica de alto rango para el entorno, ya que la nave de acería, que constituye la fuente de ruido principal, estaba situada en las cercanías de una zona identificada como sensible. Las potenciales medidas de mitigación que se podían implementar no conseguían reducir las emisiones de ruido a Niveles aceptables.

Luego de numerosas consultas y de intenso trabajo del personal respectivo, un proyecto con una nueva estructura era puesto sobre la mesa para ser estudiado. La corrección consistió en invertir el diseño original de tal forma que las fuentes principales de ruido estaban ahora orientadas hacia zonas no sensibles.

En un medio en que, por lo general, los industriales tratan de minimizar las inversiones destinadas a la protección del medioambiente, a no ser que se encuentren apremiados por la autoridad, llama la atención la actitud de los encargados de Siderúrgica AZA, quienes primero desarrollaron la parte ambiental del proyecto y luego la ingenieril, sometiéndose voluntariamente al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, mostrando una predisposición especial para superar los problemas derivados de la emisión de ruidos molestos a la comunidad. En esto tiene mucho que ver la forma como la Consultora AMBAR S.A. enfocó la estrategia ambiental para efectos de la aprobación del estudio. Sin duda que se trata de una actitud digna de ser imitada. Por otro lado, es también gratificante desde el punto de vista Profesional, que un Cliente en vez de reaccionar con presiones lo haga con acciones tendientes a superar las dificultades.

En los puntos siguientes se resume el desarrollo técnico del estudio de impacto acústico de la Siderúrgica.

2. Estudio de Impacto Acústico

A partir de las observaciones planteadas al estudio original, se hicieron importantes modificaciones en el diseño de la Planta, que consistieron en invertir la distribución de los centros de producción. Esta situación dio a lugar a que prácticamente se realizaran dos evaluaciones independientes con una base común en lo que se refiere a Línea Base de Ruido (LBR), identificación de Zonas sensibles, ubicación geográfica de la Planta, el uso de suelo y al estudio de dirección y velocidad del viento. Las diferencias radicaban esencialmente en la identificación de las fuentes de ruido y en la evaluación y mitigación de impactos.

Por razones de tiempo y espacio la exposición se concentrará sólo en el estudio definitivo, con el cual se obtuvo la Resolución Ambiental por parte de CONAMA.

2.1 Línea Base de Ruido (LBR)

La LBR se estableció aplicando una Matriz de 3x3, es decir, se midió en tres días distintos (2 laborales y 1 festivo) en tres horarios diferentes (AM, PM y Noche).

Al momento de efectuar el estudio en el recinto de la Planta Colina las actividades se concentraban en el Patio de Chatarra, donde operaba una Grúa y una prensa tijera. Estando estas instalaciones detenidas, el Nivel de ruido ambiente en los distintos Puntos de referencia estaba determinado por el ruido provocado por el flujo vehicular en la Ruta 5 Norte. Contrariamente al común de los casos, entre los mayores Niveles de ruido registrados estaban los medidos en día festivo como producto del flujo de fin de semana.

2.2 Identificación de Zonas sensibles

Para efectos de la identificación de las zonas potencialmente sensibles al ruido, además de la zonificación establecida en el proyecto de Plan Regulador de la Provincia de Chacabuco con respecto al uso suelo, se tomaron en consideración los estudios de dirección y velocidad del viento, realizados en meses de verano e invierno, en la zona donde está emplazada la Planta. La evaluación como zona sensible al ruido se hizo en base al entonces vigente DS 286 “Reglamento sobre Niveles máximos permisibles de ruidos molestos generados por fuentes fijas”.

2.2.1 Ubicación geográfica de la Planta Colina de Siderúrgica AZA

La Planta se encuentra a la altura del km. 18,5 de la Ruta 5 Norte. Limita tanto por el Norte como por el Sur con propiedades industriales, al Oeste con la carretera Panamericana y al Este con el antiguo camino a Coquimbo.

2.2.2 Uso suelo de acuerdo a Plan Regulador

El uso de suelo para la zona donde se encuentra emplazada la Planta y de las propiedades colindantes por el Norte, Oeste y por el Sur es de tipo industrial. Por el lado Noreste, Este y Sureste, al momento de realizarse el estudio, existían terrenos de cultivo que, de acuerdo al proyecto de plan regulador, quedarían de “interés silvioagropecuario”, lo que los deja fuera del ámbito de aplicación del DS 286. En la práctica se prevé un cambio de esta situación, ante lo cual Siderúrgica AZA ya ha tomado medidas concretas en lo referente al control de ruido.

2.2.3 Estudio de dirección y velocidad del viento

Dado el alto grado de influencia del viento en la propagación de las ondas sonoras, para efectos de identificación de potenciales zonas sensibles, se tomó en consideración el estudio de dirección y velocidad del viento efectuado en el marco del presente EIA.

El estudio está basado en mediciones efectuadas en estaciones meteorológicas emplazadas en la zona donde se encuentra la Planta Colina de Siderúrgica AZA. Este contempla dos situaciones que reflejan el comportamiento de la velocidad y dirección del viento en los meses de invierno y verano.

2.2.3.1 Velocidad del viento

La velocidad del viento en los meses de invierno no presenta grandes variaciones durante el día, midiéndose una velocidad promedio por debajo de los 2 m/s. Los valores peak se registraron entre las 15 y 19 horas y no superan los 2,6 m/s de velocidad.

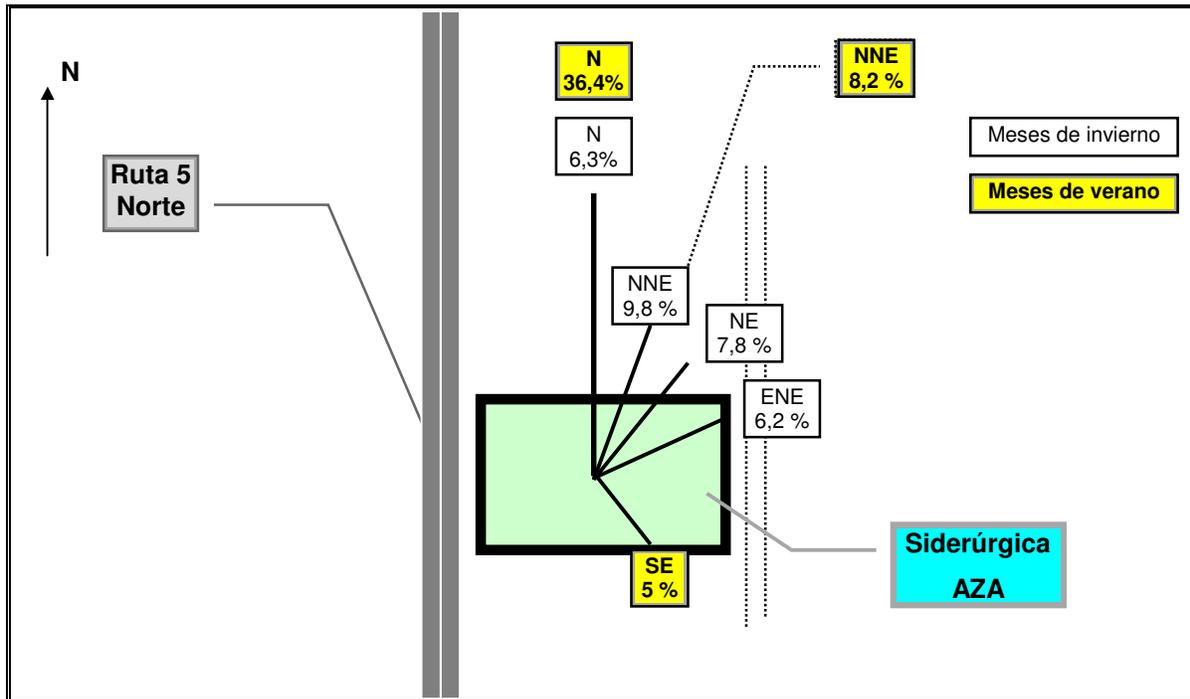
Durante los meses de verano la velocidad del viento tiene una variación irregular, registrando un mínimo por debajo de 1 m/s en horas de la madrugada y un máximo sobre los 5 m/s entre las 16 y 18 horas.

2.2.3.2 Dirección del viento

Durante los meses de invierno y verano el viento sopla principalmente, según la orientación detallada en la Figura 2.1. Para este efecto se han considerado sólo aquellas frecuencias mayores o iguales a 5 %.

En la identificación de potenciales zonas sensibles al ruido se han considerado, entre otros factores, las **condiciones más favorables para la propagación del sonido**, es decir, con el viento a favor. Esta consideración también ha sido tomada en cuenta para efectos de la evaluación de impactos en las zonas sensibles.

Figura 2.1: Resumen de zonas acústicamente sensibles por efecto de la dirección del viento



2.3 Identificación de las fuentes de ruido, Inventario de ruidos

En la Tabla 2.1 se identifican, mediante un inventario de ruido, las principales fuentes de ruido y el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente L_{eq} asociado a la actividad respectiva. Dado que la mayoría de las fuentes contienen impulsos en la información sonora emitida, se le ha aplicado **una penalización de 6 dB(A)** a todas las fuentes, conforme a lo estipulado en la Directriz alemana VDI 2058.

El inventario se divide en 6 bloques de emisiones internas y externas, según la ubicación de las fuentes de ruido en cada sección de la fábrica, identificadas en la Figura 2.2. Para cada conjunto de fuentes sonoras que estén bajo un techo común (interior) o estén en las cercanías (exterior) se ha calculado un Nivel de emisión de Potencia Acústica único, que será utilizado en la etapa evaluación como Nivel de emisión interior.

Tabla 2.1: Inventario de ruido

Resumen agrupando fuentes en bloques	Identificación de Fuentes de ruido	Leq dB(A)	Leq + 6 dB(A)
Block 1: Acería	Horno de arco eléctrico con carga fría, 30 m	103	109
$L_{eq-interior} = 112 \text{ dB(A)}$ $L_{w-interior} = 137 \text{ dB(A)}$ Calculado considerando una superficie del recinto de 346 m ²	Horno de arco eléctrico operando, 18 m	106	112
	Horno con precalentamiento, 10 m	91	97
	Válvulas y descargadores, hornos con inyección de aire frío, 1m	96	102
Block 2: Fuentes varias			
$L_{w-exterior} = 100 \text{ dB(A)}$			100
Block 3: Filtro de Mangas y otros	Fuentes aerodinámicas e hidrodinámicas	96	102
$L_{eq-exterior} = 102 \text{ dB(A)}$ $L_{w-exterior} = 112 \text{ dB(A)}$	Filtro de mangas y chimenea	86	92
Block 4: Nave de despacho	Camión descargando O ₂ , 50 m	78	84
$L_{eq-interior} = 97 \text{ dB(A)}$ $L_{w-interior} = 129 \text{ dB(A)}$	Máquina enderezadora de rollos	91	97
	Frente a puerta 4 a 10 m de nave de despacho	71	77
Block 5: Laminador	Proceso de laminado	87	93
$L_{eq-interior} = 93 \text{ dB(A)}$ $L_{w-interior} = 125 \text{ dB(A)}$			
Block 6: Grúa 2	Grúa con descarga de materiales, a 90 m (8 m delante pandereta)	71	77
$L_{eq-exterior} = 105,3 \text{ dB(A)}$ $L_{w-exterior} = 115 \text{ dB(A)}$	Grúa y compactadora en operación, 10 m	88	94
	Sala Compresores Compactadora	99	105

Nota: Las distancias indicadas en la segunda columna corresponden valores de referencia.

2.4 Evaluación de Niveles de inmisión de ruido

A partir de los Niveles de emisión interior calculados en el Inventario de Ruidos, se han determinado los Niveles de emisión exterior, calculando el Índice de Reducción Acústica R_w de los elementos constructores que constituirán el edificio donde se instalarán las maquinarias, para luego determinar el Nivel de inmisión para cada Bloque en particular y en total para las diferentes distancias a que se encuentran los puntos sensibles.

A modo de ejemplo, la Tabla 2.2 muestra la planilla de cálculo utilizada para determinar los Niveles de inmisión de ruido en Zonas sensibles.

Es posible aplicarla desde distintos enfoques, en el caso de Siderúrgica AZA, se tenía conocimiento del Nivel de emisión de Potencia Acústica de las fuentes, de la distancia a que se encontraban Puntos Potencialmente sensibles y de los Niveles máximos permitidos en esa Zona.

A partir del Nivel de inmisión de ruido resultante de la Planilla, se establecen los requerimientos mínimos de aislación con que debe contar cada Bloque de emisiones. Una presentación similar a esta fue la que motivó a los encargados del proyecto a invertir el diseño original de la Planta Siderúrgica, de modo que las principales fuentes de ruido, es decir, la acería, el Filtro de Mangas y la Grúa, no quedaran orientadas hacia las zonas más sensibles.

Tabla 2.2: Nivel de inmisión de ruido Punto 2.1

Nr	Ref. Pto. 2.1	Símbolo	Unidad	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5	Block 6
	Variable a Calcular			Acería	ex - G1	Filtro	Despacho	Laminador	Grúa 2
1	Nivel de Potencia Acústica	L_w	dB	137	100	112	129	125	115
2	Altura de la fuente de ruido	h_0	m	30	30	30	12	16	30
3	Altura del punto de inmisión	h_A	m	5	5	5	5	5	5
4	Altura media sobre el suelo	h_m	m	10	2,5	10	8	10	10
5	Distancia	s_m	m	430	160	530	240	140	445
6	Distancia recorrida sobre plantaciones (> 200 m)	s_D	m	0	0	0	0	0	0
7	Distancia recorrida sobre edificaciones	s_G	m	0	0	0	0	0	0
8	Índice de Directividad	DI	dB	0	0	0	0	0	0
9	Angulo en el espacio ($\Omega \times \pi$)	Ω	Rad	2	4	2	2	2	4
10	Índice angular de propagación	K_0	dB	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	0,0
11	Índice de distancia	D_s	dB	63,7	55,1	65,5	58,6	53,9	64,0
12	Coefficiente de absorción sonora del aire	α_L	dB/m	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03
13	Índice de absorción en el aire	D_L	dB	0,86	0,32	1,06	0,48	0,28	0,89
14	Índice de atenuación por efectos meteorológicos y suelo	D_{BM}	dB	4,0	4,2	4,1	3,6	2,1	4,0
15	Índice de atenuación por efecto de pantallas acústicas	D_e	dB	0	0	10	15	10	8
16	Coefficiente de atenuación por plantaciones	α_D	dB/m	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
17	Índice de atenuación por efecto de matorrales y plantaciones	D_D	dB	0	0	0	0	0	0
18	Índice de atenuación por efecto de edificios	D_G	dB	0	0	0	0	0	0
19	Suma de $D_D + D_G$ (< 15 dB)	$D_D + D_G$	dB	0	0	0	0	0	0
20	Índice de Reducción Acústica del recinto donde se encuentran las máquinas	R_w	dB	20	0	15	15	15	0
21	Nivel de Presión Sonora en el Punto de inmisión	$L_{s,i}$	dB(A)	51,5	45,2	19,3	39,3	46,7	38,1
22	Nivel de inmisión total	L_s	dB(A)	53,7					

La Tabla 2.2 muestra el caso hipotético de que el Nivel de inmisión no debiera superar los 55 dB(A). Para que se cumpla esta condición, se deben implementar medidas de mitigación, ya sea directamente en la fuente o de orden secundario, que signifiquen una reducción del Nivel de ruido en la cantidad de decibeles especificados en las filas 15 y 20 para las respectivas fuentes. Por ejemplo, la nave de acería debiera poseer un Índice de Reducción Sonora R_w de 20 dB(A) para no sobrepasar el máximo. La gran ventaja de esta Planilla es que aparte del Nivel de inmisión total en un Punto determinado, entrega información acerca del aporte individual de cada fuente al Nivel de inmisión de ruido de ese Punto. Con esto el diseño y la implementación de medidas de mitigación se simplifica.

Luego de aplicar la Planilla en cada uno de los Puntos considerados, se construye una Tabla resumen que permite un rápido análisis y una expedita evaluación. En todo momento se tiene la información acerca de las principales fuentes que provocan altos Niveles de ruido en un Punto determinado.

Tabla 2.3: Análisis de los Niveles de inmisión de Ruido con respecto a los límites máximos permitidos.

Punto de medición De referencia	Nivel Inmisión de ruido calculado $L_{s,i}$ dB(A)	Nivel máximo permitido en dB(A)	Nivel excedido $L_{excedido}$ dB(A)	Principales fuentes de ruido dB(A)					
				Block 1 Acería	Block 2 Varios	Block 3 Filtro	Block 4 Despa	Block 5 Lamin	Block 6 Grúa 2
1.1	51	55	No	50	39	18	37	40	36
2.1	54	55	No	52	45	20	40	47	38
3.1	55	55	No	52	48	20	39	45	39
4.1	56	60	No	55	48	22	37	40	42
5.1	60	60	No	59	40	26	37	40	49
6.1	64	60	4	64	35	50	46	42	46
7.1	56	60	No	55	33	28	40	38	40
8.1	55	60	No	54	40	21	42	44	38
8.2	60	60	No	60	37	26	45	43	41

La Tabla 2.3 muestra que con los Niveles de atenuación preconcebidos, el límite máximo de inmisión de ruido permitido en este ejemplo, es sobrepasado solamente en el Punto 6.1 . En los tres puntos críticos el Nivel de ruido está determinado principalmente por las emisiones provenientes desde la acería, como lo indican los casilleros achurados. Debido a la cercanía con la Ruta 5 Norte, los Puntos 6.1 y 7.1 no son críticos.

El tratamiento acústico considerado en este estudio está centrado en las fuentes de ruido de mayor intensidad sonora. Se debe tomar en cuenta que una vez obtenido el Nivel de atenuación calculado, el Nivel de ruido de aquellas fuentes de menor intensidad, que se encontraban enmascaradas por las emisiones de las fuentes grandes, se hará presente tomando relevancia en el conjunto de emisiones, por lo que estos elementos no deberán ser descuidados al momento de efectuar el estudio detallado de Ingeniería .

3. Medidas de Mitigación

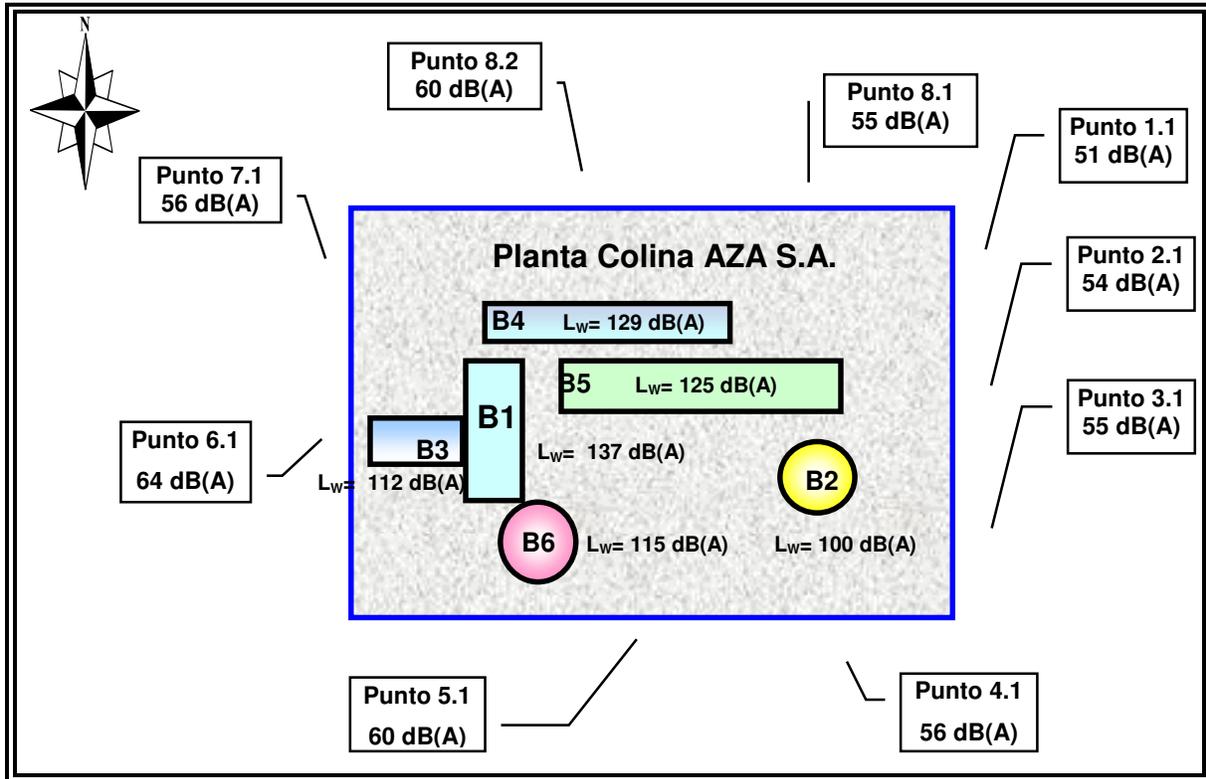
En general las medidas primarias de mitigación deben estar orientadas a disminuir las penalizaciones por efectos de impulsos o tonos puros, ya que al tratar solamente otras fuentes, no se consigue otra cosa que hacer estos impulsos aún más notorios ante un ruido ambiente más bajo.

Como se explicaba anteriormente, dependiendo de los Niveles máximo de inmisión de ruido en un determinado Punto, es posible determinar las propiedades de aislación acústica que deberá tener el edificio donde funcionarán los equipos, de esta forma se determinó que un encierro normal de la nave de la acería, no era suficiente para aislar las emisiones de ruido durante el proceso de fundición. Fue así como se llegó a la conclusión, después de extensos análisis técnicos y financieros, que la mejor solución la constituía la construcción de un “Dog Haus”, que consiste en un encierro del horno de fundición en el área más cercana posible. En este caso la “Casa del Perro” tiene una superficie de 20x23 m y posee una altura de 18 m. Los muros laterales están constituidos por dos corridas de bloques de ladrillo hueco, por cuyos orificios pasan las cadenas de acero, siendo luego sellados con hormigón. La pared en total tiene un espesor de 40 cm. El cielo está constituido por paneles acústicos modulares de 25 cm de espesor con una masa por superficie de 160 kg/m². Durante la operación de la acería, todo el cielo, que en total pesa más de 30 Toneladas, será desplazado por 4 motores para permitir el ingreso y salida de materiales. Todo esto sincronizado de tal forma, que cuando los electrodos tomen contacto con la chatarra, que es el momento de más alta emisión de ruido, el sistema va estar totalmente sellado, impidiendo con esto la libre propagación del sonido hacia el exterior.

Las características de absorción y de aislación de los paneles utilizados en el cielo son las siguientes:

Frecuencia	125	250	500	1k	2k	4k
Coeficiente de absorción sonora α	0,52	0,73	0,98	0,95	0,90	0,72
Atenuación en dB	24	30	37	42	47	42

Figura 2.2: Niveles de inmisión de ruido



4. Plan de Manejo ambiental

En el caso de Siderúrgica AZA el Plan de Manejo ambiental consiste en la instalación de una Estación de Monitoreo Continuo de Ruido en el deslinde más cercano con las zonas sensibles.

Se trata de un Equipo Marca Acutec, Modelo LekSpektrum 2000.

El sistema está basado en un PC – Pentium que permite el registro continuo de Leq Tipo I, según IEC 651 y de señales lineales aptas para el análisis de espectro FFT entre 0 y 5210 Hz nominales.

El sistema adquiere datos de un Micrófono para exteriores de la firma Brüel & Kjaer Tipo 4198, los que son procesados por una placa destinada a la medición de Niveles de Presión Sonora. Todo el proceso es controlado por un Software que corre sobre sistema operativo Windows NT u OS2. La recuperación de Datos puede ser realizada en forma directa, vía diskette, Zip drive, LS 120 u otro medio de almacenamiento o remota, mediante un módem y línea telefónica acompañado del Software respectivo. El análisis de los datos se realiza con LekSpektrum Análisis Tools 98.