

Recibido: 06 / 04 / 2009, aceptado en versión final: 12 / 06 / 2009

# El ruido en las operaciones mineras El caso de Yanacocha Oeste

Noise in the mining operation  
The case Yanacocha west

**Edson Plasencia Sánchez<sup>1</sup>, Carlos Cabrera Carranza<sup>2</sup>**

---

## RESUMEN

Si bien la generación de sonidos es prácticamente inherente a toda la actividad humana, se debe cuidar que de estos no provoquen alteraciones adversas a la salud humana y perturben lo menos posible el medio natural; de ahí la adopción de estándares de calidad ambiental para el ruido en cada uno de los países.

En el presente documento se interpreta y analiza técnicamente la propuesta de modificación al Plan de Monitoreo Ambiental Suplementario de Yanacocha Oeste presentado en octubre del 2008 ante el Ministerio de Energía y Minas del Perú como un ejemplo de la importancia que tiene la gestión del ruido en las operaciones mineras.

**Palabras clave:** Minería, ruido, Yanacocha.

## ABSTRACT

Although almost all human activities produce noise, these may keep in a such level that can't produce an adverse impact on the people health's and be according to its environment, so, the countries rule the noise production and adopt environmental standards for noise.

In this paper, the document titled : "Modificación al Plan de Monitoreo Ambiental Suplementario de Yanacocha Oeste" is considered and analyzed technically like an example of the environmental transcendence for these kind of documents when are presented to the sector authority.

**Keywords:** Minering, noise, Yanacocha.

---

1 Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, de Minas y Metalúrgica. E-mail: eplasencia@uni.edu.pe

2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.

**I. INTRODUCCIÓN**

En 1993, Minera Yanacocha inicia sus operaciones en el departamento de Cajamarca, Perú, sobre un área de 250 km². Se ubica a 20 km al norte de la ciudad de Cajamarca, en las inmediaciones del cerro Rumi Guachac (Caretas, 1996).

Su producción aumentó desde 304 mil onzas en 1994 hasta su máximo de tres millones de onzas en 2005, luego disminuyó hasta un millón de onzas en 2007, pero existen todavía más de 14 millones de onzas entre reservas probadas y probables (Minera Yanacocha, 2008 y Newmont Mining, 2008).

Dado que sus operaciones se realizan a cielo abierto, las principales fuentes de ruido ambiental son las detonaciones de explosivos y el uso intensivo de maquinaria pesada para remover y transportar grandes cantidades de tierra (MWH Perú, 2006).

**II. EL RUIDO**

El ruido es una perturbación sonora indeseable, ya sea por su intensidad, frecuencia o duración. Diversos estudios han mostrado los adversos efectos fisiológicos que produce en todos los seres vivos, por eso, tanto la legislación peruana como la internacional regulan su producción en base a los niveles de exposición del ser humano.

Desde el punto de vista físico, el ruido es una perturbación mecánica longitudinal (vibración) que se propaga en el aire a unos 340 m/s (dependiendo de su densidad) y que transmite a esa misma velocidad la energía liberada de la fuente, pero distribuida sobre toda el área que cubre a medida que avanza, por lo que su intensidad disminuye de manera inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la fuente.

El oído humano solo puede captar las vibraciones con frecuencias comprendidas entre los 20 y los 20 000 Hz, además, siempre que su intensidad sea de al menos



Figura N.º 1. Ubicación de las operaciones mineras de Yanacocha.

$10^{-12}$  W/m², se han definido cantidades similares a las propiedades físicas de las vibraciones, pero restringidas a los rangos audibles por el ser humano.

El Nivel de Sonido Equivalente (LAeqT) es una cantidad proporcional a la energía total recibida por nuestros oídos durante un determinado intervalo de tiempo. En la Figura N.º 3 se le muestra de manera gráfica y en la Ecuación 1 de manera matemática.

$$LAeqT = 10 \log \left[ \frac{1}{T_{t1}} \int_0^{T_{t1}} \left( \frac{P_{A(t)}}{P_0} \right)^2 dt \right] \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

$P_A$  = Presión Acústica

$P_0$  = Presión de Referencia

El Decreto Supremo 085-2003-PCM establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en relación al valor de LAeqT que se tenga en una de las cuatro ubicaciones y durante uno de los intervalos de tiempo considerados.

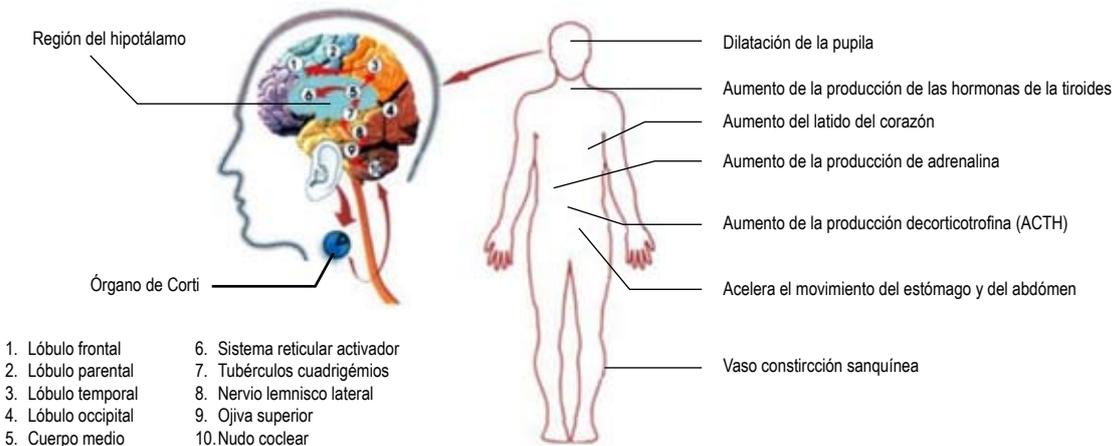


Figura N.º 2. Efectos fisiológicos del ruido en el hombre (Navarro, 2003).

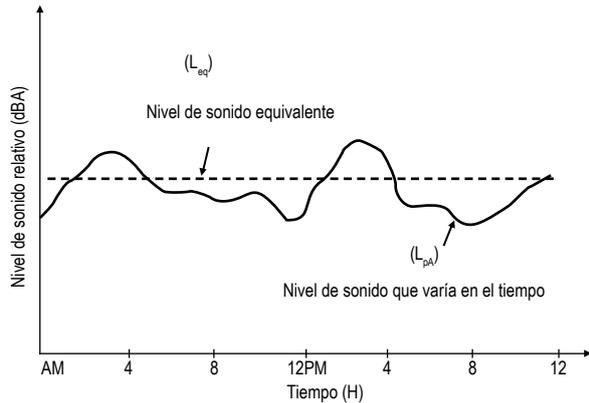


Figura N.º 3. Representación gráfica del Nivel de Sonido Equivalente.

Aunque es posible hacer un registro continuo del Nivel de Presión Acústica durante todo el periodo diurno o nocturno, es más frecuente realizar breves mediciones continuas durante pequeños intervalos de tiempo dentro del periodo diurno y nocturno. En ese caso el LAeqT debe calcularse utilizando la Ecuación 2.

$$LAeqT = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n [T_i 10^{L_i/10}]; T = \sum_{i=1}^n T_i$$

... Ecuación 2

Finalmente, debe utilizarse la Ecuación 3 para extender el valor de LAeqT hacia un periodo de tiempo similar al de la referencia con la que se le desea comparar (Pérez de Siles, 2001).

$$LAeq_1P = LAeqT + 10 \log \frac{T}{P}$$

... Ecuación 3

De esta manera, si para evaluar la calidad ambiental de ruido diurno en una zona residencial se dispone de dos lecturas, una de 100 dB(A) y la otra de 50 dB(A), sabiendo que para cada una se utilizaron 10 minutos, entonces, el LAeq 20 min. es de 97 dB(A) y el LAeq Diurno (15 h) resulta ser 81 dB(A), superior al Estándar Nacional. La Tabla N.º 2 muestra otras formas de combinar estas dos lecturas.



Figura N.º 4. Ubicación de las estaciones de monitoreo propuestas.

Tabla N.º 1. Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

Zona de aplicación	Unidad	Valores expresados en LAeqT	
		Horario diurno (1)	Horario nocturno (1)
Zona de protección especial	dB(A)	50	40
Zona residencial	dB(A)	60	50
Zona comercial	dB(A)	70	60
Zona industrial	dB(A)	80	70

Tabla N.º 2. Cálculo del nivel de sonido equivalente diurno.

	Lectura 1	Lectura 2	LAeqT	LAeqD
Nivel Ruido	50 dBA	100 dBA		
Tiempo	20 min	10 min	95 dBA	81 dBA
	10 min	20 min	98 dBA	84dBA

### III. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL - YANACOCCHA OESTE

El Programa de Monitoreo de Ruido Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental Suplementario Yanacocha Oeste (PMRA) contempla la utilización de 10 estaciones de monitoreo del ruido ambiental (MWH Perú, 2006), los que se muestran en la Tabla N.º 3.

En la Modificatoria al PMRA de octubre de 2008 (MWH Perú, 2008), se consideran innecesarias las estaciones RHA y RPB por encontrarse a 10 y 8 km de distancia de las operaciones, y además, se propone reubicar las estaciones RSH y RPO a fin de que se encuentren dentro del área de concesión de Minera Yanacocha, tal como se muestra en la Tabla N.º 4.

La Figura N.º 4 muestra la ubicación geográfica de las ocho estaciones propuestas en la modificatoria al PMRA. Se observa una distribución regular alrededor del área de operaciones con una distancia promedio de 4 km. entre estaciones, excepto en la zona oeste, donde las estaciones distan más de ocho kilómetros entre sí.

Las Figuras N.º 5 y 6 muestran trimestralmente los niveles de ruido ambiental registrados durante el 2008 en cuatro de las ocho estaciones de monitoreo propuestos ( MWH Perú, 2008 ).

En general, se observa que durante el primer y segundo trimestre, los niveles de ruido ambiental diurno sin voladura fueron mayores a los valores registrados con voladuras y que los niveles de ruido nocturno no son ni 10 dB(A) menores que los diurnos.

La estación RCO durante el segundo trimestre presenta niveles de ruido nocturno tan altos como los diurnos con voladura, en cambio, durante el primer y tercer trimestre son semejantes a los diurnos sin voladura cuyos valores son hasta 5 dB(A) mayores a los niveles de ruido ambiental diurno con voladura.

La estación RSH-AP durante el segundo trimestre registró en los días sin voladura un nivel de ruido 20

Tabla N.º 3. Estaciones de monitoreo originales, Yanacocha Oeste.

Estación	Ubicación
RHA	En el caserío Huambocancha Alta a 2m de la carretera. Frente a cementerio de caserío.
RPB	En el caserío Porcón Bajo a 2m de la carretera. Frente a la iglesia y a la escuela del caserío.
RKm24	Frente a las oficinas administrativas de Yanacocha - Km 24 a 2m carretera.
RSH (RSH-AP)	En la comunidad La Shoolla a 2m de la carretera a Bambamarca, sobre terreno pedregoso.
RCO	En el límite de propiedad de Yanacocha, frente al caserío Río Colorado, a la altura de las oficinas de Proyectos y sobre terreno de pastos.
RCA	Área conocida como Cinco Lagunas. Al final del acceso.
RPO	Al costado de la carretera. Entre la escuela de El Porvenir y la escuela de Pabellón de Combayo.
RZ	Ubicada a 50m ladera abajo del fin de la carretera, a 10m del Río Azufre.
RSJ	Zona denominada La Pradera - San José Sur.
RGRA	Extremo de zona de parqueo. A 200m de la estructura de control de sedimentos Río Grande.

Tabla N.º 4. Estaciones de monitoreo propuestas, Yanacocha Oeste.

Estación	Ubicación	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
		Norte (m)	Este (m)	
RGRA	En el punto de control Cabana, en el límite de propiedad camino al dique Río Grande.	9221250	772208	3279
RSJ	En la tranquera límite de mina, a la espalda del Cerro San José.	9223856	775702	3977
RCO	Frente a las Oficinas de Proyectos, en el cerro perimétrico de la mina.	9230488	774084	3982
RSH-AP	Altura del serpentín 1, aproximadamente a 30m de la Quebrada Shilamayo, en el límite de la mina aproximadamente a 1000m del poblado Apalina.	9228920	770776	3576
RCA	En Cinco Lagunas, en el límite fronterizo de la mina.	9231158	778408	4076
RPO	En el lado este de la mina, a 1000m aproximadamente del Pad Maquí Maquí, en el límite de la mina.	9228824	781187	4010
RKm 24	En el km 24, frente al ingreso de vehículos a las oficinas en la carretera a Hualgayoc.	9220468	765761	3609
RZ	En la carretera hacia el Dique Azufre, 1km antes del puente que lleva a campamentos del Dique.	9224302	780797	3639

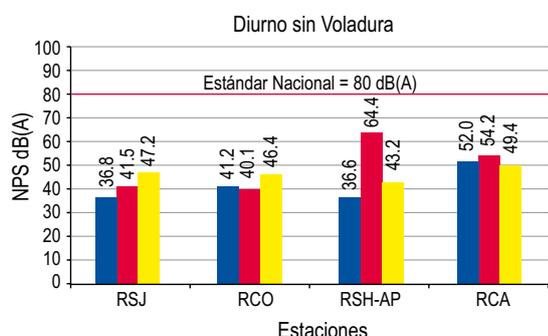


Figura N.º 5a. N. Presión Sonora Equivalente Continuo, Diurno sin voladura, 2008.

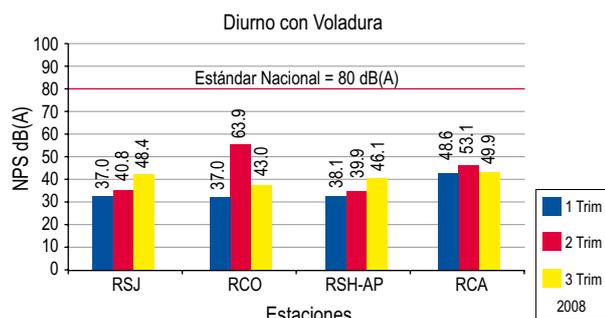


Figura N.º 5b. N. Presión Sonora Equivalente Continuo, Diurno con voladura, 2008.

dB(A) más alto que durante los días con voladura e incluso, durante las noches el ruido fue 17 dB(A) más alto que los días con voladura.

La estación RCA es la que mantiene niveles de ruido relativamente más altos, alrededor de 50 dB(A), habiendo desaparecido prácticamente la diferencia entre los valores diurnos y nocturnos, pues ambos están en aumento.

#### IV. IMPLICANCIAS AMBIENTALES

Tomando en cuenta tanto los valores de ruido ambiental como su evolución temporal, se puede concluir que la estación RCA se encuentra cerca de un frente

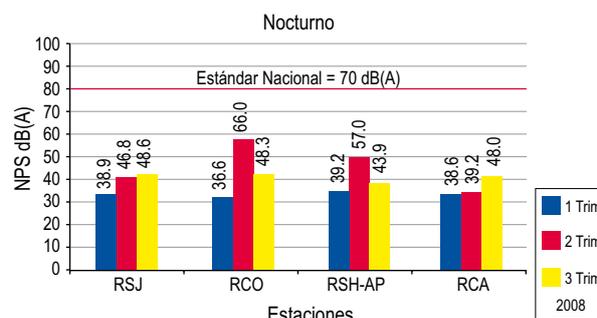


Figura N.º 6. N. Presión Sonora Equivalente Continuo, Nocturno, 2008.

de explotación activo, tanto de día como de noche, con voladuras y tránsito de vehículos pesados.

Si no existe error en los valores de la estación RSH-AP presentados ante el Ministerio de Energía y Minas, entonces la estación se encuentra relativamente lejos de las voladuras o estas son irregulares, sin embargo, existen otras fuentes sonoras que elevan su nivel de ruido ambiental por encima de los 40 dB(A) incluso de noche. En todo caso, es un hecho que durante las noches del segundo trimestre se registró hasta 57 dB(A).

Aunque, en general, el nivel de ruido en la estación RCO se encuentra alrededor de los 40 dB(A), durante el segundo trimestre se registraron valores de ruido ambiental por encima de los 60 dB(A), tanto de día como de noche.

Estos hechos cobran importancia debido a que el ruido no desaparece en la estación de monitoreo, este sigue propagándose en el ambiente, llevando consigo una energía mecánica perturbadora para todos los seres vivos, tanto más perturbadora cuanto más frecuente y de noche sea.

Entonces, puede suceder que al pasar por una estación de monitoreo el ruido se encuentre por debajo del límite máximo establecido para una zona industrial, pero que aún contenga suficiente energía como para sobrepasar el límite máximo residencial cuando llega a un centro poblado vecino.



Figura N.º 7. El área de operaciones como un único gran emisor.

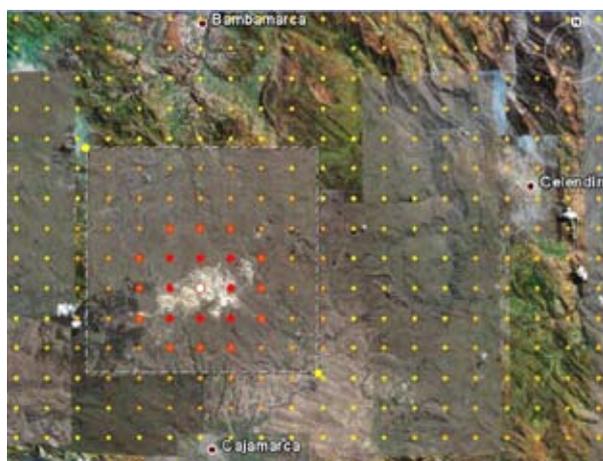


Figura N.º 7. El área de operaciones como un único gran emisor.

Nivel de Presión Sonora (dB)		
4000 m	5000 m	20000 m
4	-	-
34	30	6
64	60	36
74	70	46
84	80	56
124	120	96
144	140	116
154	150	126

Tabla N.º 5. Atenuación del ruido por la distancia.

En ese sentido, los niveles de ruido de la estación RCO deben reexaminarse desde el punto de vista de salud ocupacional, por la cercanía a las oficinas, y los de la estación RSH-AP de acuerdo al estándar residencial, por su cercanía al poblado de Apalina.

Asimismo, estando las estaciones RCA y RPO a distancias similares del frente de explotación, puede presumirse que sus niveles de ruido son también similares, por lo tanto, los niveles de ruido ambiental en la estación RCA deben reexaminarse, tomando en cuenta la cercanía de la estación RPO a los poblados de El Porvenir y Combayo.

La Tabla N.º 5 muestra cómo cambian los niveles de presión sonora a medida que aumenta la distancia a la fuente. Adicionalmente habría que considerar atenuaciones producidas por la humedad de aire, por la geografía del terreno, etc., las cuales pueden llegar a ser de 1 a 5 dB(A) por kilómetro de distancia (República del Perú, 1997)

## V. MODELO DE EMISOR SONORO

Atendiendo a los valores típicos de cada estación y tomando en cuenta que, aunque provengan de múltiples fuentes, los ruidos, como sonidos que son, se combinan de tal manera que el oyente (y los sensores de sonido) solo percibe una única perturbación: el ruido equivalente, entonces, como una primera aproximación, se puede considerar que el ruido registrado en las estaciones lo produce una única fuente puntual, cuya ubicación, frecuencia e intensidad de emisión es tal que consigue reproducir adecuadamente los niveles de ruido predominante en las estaciones.

Esta primera aproximación es consistente sólo si se reduce la resolución espacial del problema (el nivel de detalle), lo cual en este caso es perfectamente posible porque por definición, los niveles de ruido registrados en cada una de las estaciones son valores representativos de áreas relativamente grandes (decenas de kilómetros cuadrados).

La Figura N.º 7 muestra una extensión geográfica sobre la cual podría considerarse como “puntual” el

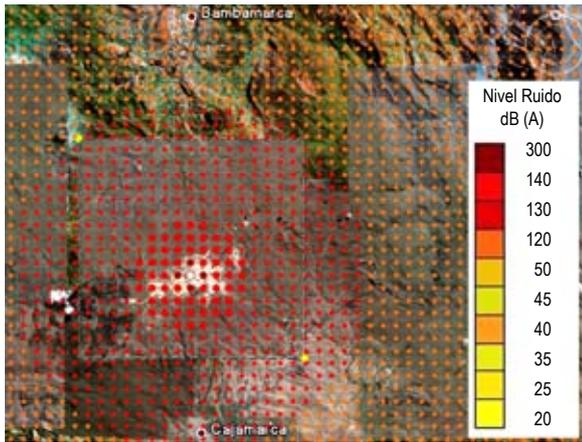


Figura N.º 8. Simulación ruido superior al estándar industrial.

resultado de todas las inmisiones de ruido producidas sobre el área de operaciones de Minera Yanacocha.

Tomando en cuenta la posición de las estaciones, la distancia entre ellas y los niveles de ruido típicos, se ajustó la posición e intensidad de la fuente puntual de ruido equivalente, hasta que se reprodujo con menos de 10% los niveles de ruido en las estaciones.

La Figura N.º 8 muestra el nivel de ruido equivalente diurno en los alrededores de las operaciones mineras con una resolución espacial de 3.5 km.

Se observa que los niveles de ruido son superiores a los 50 dB(A) hasta una distancia de 10 km alrededor de las operaciones mineras, lo cual eleva el nivel de ruido ambiental de fondo en las comunidades de Apalina, Porcón, El Porvenir, Bellavista Alta y varios caseríos de Combayo, lo que provoca un aumento en el nivel de ansiedad y agresividad de los pobladores expuestos como respuesta fisiológica natural al ruido.

Entonces, en cuanto a ruido ambiental se refiere, las operaciones mineras de Yanacocha ponen a sus vecinos en una posición crítica, al límite del estándar de ruido residencial o por encima de él, como ocurrió durante las noches del segundo trimestre del 2008, cuando las estaciones a poco más de un kilómetro de las comunidades registraron valores de ruido ambiental por encima de 60 dB(A).

La Figura N.º 8 muestra los niveles de ruido ambiental que se alcanzarían alrededor de las operaciones mineras de Yanacocha, en el hipotético caso de que las estaciones registren niveles de ruido por encima del estándar industrial nocturno.

## VI. DISCUSIÓN

Los niveles de ruido ambiental producidos por las operaciones de Minera Yanacocha han sido evaluados por distintas empresas en los últimos cinco años.

En el 2003, para la auditoría y evaluación ambiental realizada por INGETEC S.A., fue EQUAS S.A. quien

durante el mes de junio registró los niveles de ruido ambiental en el Campamento GEOTEC (cuatro días consecutivos), en Maqui Maqui (ocho días consecutivos), en Cerro Negro (ocho días consecutivos) y en Quishuar Corral (cuatro días consecutivos) (INGETEC, 2003).

Todos los puntos de monitoreo registraron niveles predominantes por encima de 50 dB(A), pero en Cerro Negro los niveles mínimos fueron semejantes a 70 dB(A) y en el caserío de Quishuar Corral se alcanzó niveles máximos superiores a 60 dB(A).

En julio del 2003, Famesa Explosivos S.A.C., por encargo de Minera Yanacocha realizó una medición de vibraciones y ruido en el caserío de Quishuar Corral para evaluar el impacto de las detonaciones. Ante un umbral de 120 dB(A) el registro de ruido fue negativo (menor a 120 dB(A)) (Minera Yanacocha, 2003).

MHW Perú S.A., en julio del 2004 realizó mediciones del nivel de ruido ambiental en 13 estaciones alrededor de las operaciones mineras de Yanacocha, tanto a nivel diurno como nocturno (MWH Perú, 2008).

Resaltan los registros de la estaciones R-13, donde los niveles de ruidos nocturnos son mayores que los diurnos y por encima de 50 dB(A) y los de la estación R-12, donde los diurnos son mayores que los nocturnos y superan los 60 dB(A). Como se muestra en la Figura N.º 9, ambas estaciones son equidistantes a El Porvenir, Combayo.

Durante el 2005, SGS del Perú S.A.C. realizó mediciones del nivel de ruido ambiental en enero y julio, tanto de día como de noche, en once estaciones distribuidas alrededor de las operaciones mineras (MWH Perú, 2008).

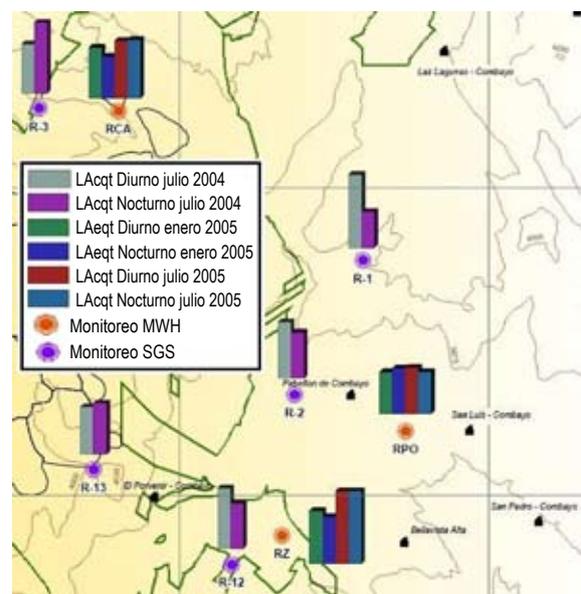


Figura N.º 9. Nivel de Ruido Ambiental. Combayo 2004-2005.

Resaltan las grandes variaciones en los niveles de ruido ambiental entre enero y julio en las estaciones RZ, RCA y RKM24, además de los más de 60 dB(A) nocturnos que se registraron en la estación RSJ durante julio de 2005.

Inspectorate S.R.L., durante el 2008 a nivel trimestral realizó mediciones del nivel de ruido ambiental tanto a nivel diurno como nocturno, en por lo menos cuatro estaciones distribuidas alrededor de las operaciones de Minera Yanacocha. (MWH Perú, 2008).

Con los resultados obtenidos en esas mediciones, Minera Yanacocha solicitó al Ministerio de Energía y Minas la modificatoria al Plan de Monitoreo Ambiental Suplementario de Yanacocha Oeste, elaborado por MHW Perú S.A.

En la solicitud de modificatoria, se dice textualmente: “el tiempo de medición en cada una de las estaciones fue variable durante el día, entre 10 y 20 minutos en función a las voladuras, y de 5 minutos por punto durante la noche. Cabe señalar que ni el Reglamento ni las normas ISO contemplan frecuencias de monitoreo estándares”.

Estas expresiones no permiten asegurar que las lecturas efectuadas fueron normalizadas al periodo de tiempo regulado por el ministerio (diurno y nocturno – Ecuación 3) y en todo caso, demuestran que Minera Yanacocha no ha tomado en cuenta la Recomendación N° 5 del Elemento 7.2.2 del Reporte de Auditoría y Evaluación Ambiental que INGETEC S.A. presentó en noviembre del 2003 ante el Ministerio de Energía y Minas, a saber, entre otros, fijar la frecuencia de monitoreo.

## VII. CONCLUSIONES

Como consecuencia de las operaciones mineras de Yanacocha, las comunidades aledañas se encuentran expuestas, tanto de día como de noche, a niveles de ruido muy cercanos al estándar residencial, lo cual aumenta el nivel de ansiedad y agresividad de sus pobladores.

Durante el segundo trimestre del 2008, producto de las voladuras producidas dentro del área de operaciones de minera Yanacocha, los caseríos ubicados a cinco kilómetros a la redonda soportaron niveles de ruido por encima del estándar residencial.

Antes de que, producto de sus operaciones, las estaciones de monitoreo de ruido de Minera Yanacocha registren niveles de ruido ambiental por encima del estándar industrial, comunidades tan alejadas como 15 km habrán superado el estándar residencial de ruido ambiental, por lo tanto, urge que Minera Yanacocha como parte de su Responsabilidad Social y Ambiental ante sus comunidades vecinas, formule un plan de respuesta correctiva/preventiva que se

“dispare” en cuanto se registre un nivel de ruido de “alerta”, tal como lo recomienda la legislación europea (CE, 1986 y Gobierno de España, 1989).

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Consejo de las Comunidades Europeas, 1986. Directiva N° 86/188/CEE. *Protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo.*
2. Gobierno de España, 1989. Real Decreto 1316/1989. *Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a ruido.*
3. INGETEC S.A., noviembre 2003. *Informe Final de Auditoría y Evaluación Ambiental.*
4. Minera Yanacocha S.R.L., Setiembre 2003. *Respuesta a las Conclusiones y Recomendaciones presentadas en el Informe de Fiscalización de Normas de Protección y del Ambiente del Sub Sector Minero.* 1er semestre 2003.
5. Minera Yanacocha S.R.L., 2008. *Balance Social y Ambiental 2007.* Disponible en: <http://www.yanacocha.com.pe>
6. MWH Perú S.A., Febrero 2006. *Estudio de Impacto Ambiental, Proyecto Suplementario Yanacocha Oeste.* Disponible en: <http://www.minem.gob.pe>
7. MWH Perú S.A., Octubre 2008. Modificación del Programa de Monitoreo de Ruido Ambiental del EIA Suplementario Yanacocha Oeste. Disponible en: <http://www.minem.gob.pe>
8. Navarro Torres, V. F., 2003. *Engenharia ambiental subterrânea e as suas Aplicações a minas Portuguesas e Peruanas.* Tesis de Doctorado Instituto Superior Técnico de la Universidad Técnica de Lisboa.
9. Newmont Mining Corporation, 2008. *Annual Report – 2007.* Disponible en: <http://www.newmont.com>
10. Pérez de Siles Marín, Antonio Carlos, 2001 *Evaluación de Riesgos Derivados de la Exposición a Ruido en Ambientes Industriales.* Departamento de Física Aplicada, Universidad de Córdoba, España.
11. Republica del Perú, Ministerio de Energía y Minas, Junio 1997 *Manejo de problemas de ruido en la industria minera, Guía Ambiental.*
12. República del Perú, Octubre 2003 *Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM.*
13. Caretas, N.º 1400 – Febrero 1996. *Yanacocha. Un cerro de oro y un juicio de órdago.* Disponible en: <http://www.caretas.com.pe>