

CONTROL DE NEBLINA ÁCIDA Y RUIDO EN NAVE EW

Rudi Fester¹, Fernando Romero² y Pablo Acuña³

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

Av. Baquedano 902 – Iquique - Chile

¹Jefe Proceso SX/EW, rofester@collahuasi.cl

²Superintendente Planta de Óxidos, firomero@collahuasi.cl

³Higienista Industrial, paacuna@collahuasi.cl

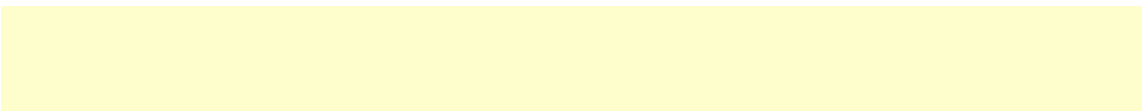
ABSTRACT

RESUMEN

Desde el inicio de sus operaciones en 1998, Minera Collahuasi viene realizando un programa de mejoramiento continuo de su etapa de EW, focalizado a reducir a niveles permisibles la contaminación de neblina ácida y ruido. En este trabajo se presentan los principales resultados del plan desarrollado a la fecha, que ha contemplado:

- Optimización del sistema original (extractores y bolitas antinebulizantes).
- Pruebas e incorporación al electrolito de un tensoactivo.
- Estudio de ingeniería: conceptual, básica y detalle de una modificación de los equipos de extracción de aire.
- Utilización de tela Nomad™ (3M) sobre las celdas.

Finalmente, la combinación de bolitas antinebulizantes, extractores, surfactante y tela Nomad™ han logrado bajar las concentraciones de neblina ácida a valores por bajo la norma (0.32 mg/m³) y niveles de ruido dentro de la norma (82 dB(A)), ajustados a los 4000 msnm y jornada laboral, dando cumplimiento cabal a las exigencias legales y creando un ambiente de trabajo idóneo para su personal.



1. INTRODUCCIÓN

El proceso de electro-obtención de cobre (EW: *electrowinning*) genera emanaciones de ácido sulfúrico en forma de aerosol, conocida como neblina ácida (*acid mist*), perjudicial para la salud de las personas y altamente corrosivo para las estructuras de los edificios, así como los equipos que operan al interior y en el entorno de la nave. La salud de las personas, expuestas a estos ambientes agresivos, son preocupaciones que conciernen a las Compañías Mineras, los Sindicatos, al Servicio de Salud y Medio Ambiente y a las Mutuales de Seguridad entre otros las cuales se basan en la legislación vigente, cuya normativa es clara y se refleja a través del Decreto Supremo N° 594, Ley N°16.744, Decreto Supremo N°109 y actualmente los Estándares Internacionales OHSAS 18.001.

La corrosión de las instalaciones y equipos en una Planta de este tipo son un tema prioritario para los departamentos de mantención y adquisiciones. La corrosión del producto final, que incide en la calidad de los cátodos y la mantención de los parámetros como la temperatura del electrolito, concentración de cobre, etc., son preocupaciones de los Metalurgistas y Jefes de Procesos.

De acuerdo a lo anterior, existen muchas variables que considerar a la hora de evaluar las alternativas de control de contaminación generada en este tipo de Plantas.

Por otra parte, la presencia de neblina ácida obliga a utilizar equipos que permitan su evacuación desde el interior de la nave, como ocurre con el uso de ventilación forzada que a su vez suma otro problema al ambiente laboral como son los aumentos de los niveles de ruido al interior de la nave, afectando directamente a las personas que trabajan sobre las celdas, lo que se traduce en la obligación de las empresas en el cumplimiento de la legislación vigente.

Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM, en adelante “Collahuasi”, consciente de la problemática existente y adecuándose a su política empresarial comenzó en año 2002 a buscar una solución a la problemática cuya metodología y resultados se muestran en el presente informe.

2. METODOLOGÍA

El objetivo principal de los desarrollos emprendidos es la minimización de las emisiones de neblina ácida y ruido hasta niveles máximos aceptados por la Legislación vigente: 0.32 (mg/m³) como máximo para neblina ácida (ajustado a los 4.000 m.s.n.m) y de 82 dB(A) para niveles máximos de ruido (considerando una jornada de 12 horas de exposición), de tal forma de crear condiciones de trabajo adecuadas que no ponga en riesgo la salud de los operadores y dando cumplimiento al D.S. N° 594 y en un plazo no superior a 3 años.

Para la realización de las mediciones de ruido y neblina ácida se ha seguido la metodología establecida en los siguientes procedimientos de Collahuasi, tales como son los procedimientos de Higiene Industrial UHI-PC-0501: “Evaluación de neblina ácida” y UHI-PC-0502: “Monitoreo y evaluación de ruido”. Sin desmedro de lo anterior,

los procedimientos internos de evaluación se encuentran de acuerdo a las siguientes normas internacionales.

En caso de la neblina ácida el método de determinación corresponde a la norma internacional ASTM D 1357 *Practice for Planning the Sampling of the Ambient Atmosphere*, D 4856 *Standard Test Method for Determination of Sulfuric Acid Mist in the Workplace Atmosphere (Ion Chromatographic)* y en ruido ISO 9612-1991, *Acoustics-Guidelines for the Measurement and Assessment of Exposure to Noise in the Working Environment*.

En la figura N°1 se muestra el montaje en terreno de una estación de monitoreo.

Figura N°1 : Esquema solución de Ingeniería propuesta



Collahuasi ha resguardado dar cumplimiento de las directrices nacionales como internacionales, a continuación se resumen los puntos relevantes del proceso de evaluación:

Neblina Ácida:

- a. Calibrar las Bombas gravimétricas Escort ELF MSA, con calibrador de flujo Digital de MSA.
- b. Verificar que el flujo se encuentra en los rangos de 1.950 y 2.050 LPM.
- c. Verificar filtros que se usaran durante el proceso de monitoreo, estos deben estar completamente sellados e identificados.
- d. Instalar el instrumento a un 1.5 metros por un tiempo mínimo de muestreo de 480 min. de acuerdo a lo establecido por la norma OSHA ID 113
- e. Obtener datos de las variables presente al interior de la nave, tales como; T° entrada y salida de las celdas, corriente y eficiencia de los ventiladores, nombres, cargo y empresa del personal evaluado.

Ruido Industrial:

- a. Como proceso inicial de monitoreo de ruido, se debe considerar:

- i) Descripción de las características de los puestos de trabajo susceptibles a ser evaluados. En presencia de trabajos cíclicos, se debe considerar el conjunto de tareas que se repite cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, representando el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.
 - ii) Ubicación, selección y área de influencia de las principales fuentes generadoras de ruido que influyen en los puestos de trabajo descritos en a). En este sentido, se deberá realizar una evaluación inicial de diagnóstico o screening, registrando el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente, NPSeq, en el puesto de trabajo existente en la actividad por un período de un minuto, descartándose aquellos puestos en donde no se superen los 80 dB(A).
 - iii) Tipo de ruido existente en los puestos de trabajo descritos en a). Para determinar lo anterior, se debe realizar lo señalado en las definiciones de cada tipo de ruido (estable, fluctuante e impulsivo) presentadas en el punto 2 del presente instructivo.
- b. Respecto a la instrumentación
- i) El sonómetro cumpla con establecidas en las normas IEC 651–1979, IEC 804–1985 y ANSI S 1.4–1983.
 - ii) El calibrador cumpla con las normas ANSI S 1.40-1984 e IEC 942
 - iii) Evitar interferencias de radiofrecuencias (RFI).
- c. Respecto a las evaluaciones realizadas con sonómetro, las mediciones se deberán efectuar sin la presencia del trabajador, ubicándose el micrófono del instrumento de medición en la posición que ocupa usualmente la cabeza del trabajador (sentado o de pie, según corresponda), manteniendo siempre el micrófono a la altura y orientación a la que se encuentra el oído más expuesto del mismo. Se deberá tener presente que, tanto el micrófono del dosímetros como del sonómetro, además de su cuerpo mismo, sin que se entorpezcan las tareas realizadas por el trabajador.
- d. Para la aplicación del Procedimiento de Medición, se considerarán los siguientes parámetros: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq}), con respuesta lenta y en dB(A).
- e. El tiempo de evaluación de ser tal, que permita caracterizar adecuadamente el nivel de ruido de cada puesto, se deberá medir el NPS_{eq} , hasta lograr una estabilización de éste. Esto se obtendrá midiendo el NPS_{eq} durante intervalos de tiempo no menores a 5 minutos sin resetear el instrumento, y hasta que su lectura se estabilice en torno a un valor con variaciones menores a 1 dB(A). Esto se obtiene cuando la diferencia aritmética entre dos valores consecutivos de NPS_{eq} (habiendo transcurrido los 5 minutos iniciales) sea menor a 1 dB(A).

quedando como valor representativo para el tiempo y actividad medida el último NPS_{eq} .

2.1. INSTRUMENTACIÓN

Collahuasi cuenta en su unidad de Higiene Industrial con instrumentación y equipos de tecnología comprobada. Para el caso de las evaluaciones efectuadas en este proyecto los instrumentos utilizados son:

a. Muestreo de Aire (Ver Anexo N°1)

- Bomba de aspiración de flujo ajustable marca MSA modelo Escort Elf.
- Calibrador digital marca MSA modelo Digical.

b. Ruido (Ver Anexo N°2)

- Sonómetro marca Brüel and Kjaer modelo Observer Tipo 2260 con software BZ 7219
- Calibrador marca Brüel and Kjaer modelo 4231

Los resultados presentados en este informe han sido emitidos por la Gerencia de Medio Ambiente y Control de Pérdidas de Collahuasi y bajo los estándares ya indicados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A objeto clarificar los pasos seguidos se presenta un desarrollo cronológico del estudio.

Situación Inicial:

Desde el inicio de la operación en 1998 hasta el año 2002, la planta de electro-obtención (EW) contaba con:

- a) **Barreras físicas:** Las cuales consisten en acondicionar físicamente las celdas electrolíticas para proporcionar obstáculos a la neblina ácida en su carrera hacia la atmósfera, con el fin de aumentar la probabilidad de impacto de los aerosoles en dichos obstáculos. En Collahuasi se utilizan entre 2 y 3 capas de **esferas plásticas** huecas de 20 mm de diámetro, estas se colocan directamente sobre la superficie del electrolito al interior de la celda. Al formarse una capa con una profundidad de hasta 3 esferas, éstas ofrecen una "barrera" contra las emanaciones de ácido sulfúrico que tienden a salir a la superficie, evitando los problemas mencionados anteriormente. Además, las esferas no presentan problemas de incrustación en el cátodo. Por otro lado, las esferas reducen la pérdida de temperatura hasta en un 70% dependiendo del líquido, la temperatura del medio ambiente y la altura geográfica. Al mismo tiempo, se logra un mejor control en la temperatura del proceso.

- b) **Ventilación:** El uso de **ventilación forzada**, en donde tradicionalmente el problema se ha abordado desde la perspectiva de diluir el aire al interior de las naves, arrastra la neblina hacia el exterior y de esta manera protege a los operadores y las instalaciones que se encuentran dentro del edificio. Sin embargo, esto normalmente no se consigue con éxito, dado que la neblina se dispersa al interior de la nave, manteniendo a los operadores bajo su exposición y condensando en las estructuras. Además, la gran desventaja es el traslado del problema hacia el Medio Ambiente. Por otro lado, esta alternativa mantiene la superficie sobre las celdas con baja temperatura, disipando rápidamente el calor del electrolito y afectando en forma negativa el balance térmico del proceso.

Estudio Técnico:

En año 2001, se realizó el primer estudio para la búsqueda de una solución, el trabajo se denominó "Evaluación de ruido en edificio de electro-obtención de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi", este estudio concluyó que:

- Los altos niveles de ruido se deben al funcionamiento de los 38 extractores existentes al interior de la nave.
- La nave es totalmente reflectante, es decir, no existe atenuación del ruido emitido por los ventiladores.
- El uso obligatorio para el operador de protectores auditivos
- Dado que los niveles de neblina ácida están por sobre la norma, se privilegia el uso de los extractores a plena capacidad de los motores.
- Se recomienda estudiar la fuente de generación de neblina ácida.
- Se recomienda el uso filtros acústicos para la atenuación del ruido.

En el mismo año Collahuasi, de manera simultánea realiza estudio ergonómico de puestos de trabajo destacando la carga física que presentaban aquellos que se desempeñaban al interior de la nave EW.

Como consecuencia de este estudio y como una medida de mitigación inmediata, se implementó la rotación de personal en la actividad de operación de puente grúa, de tal forma de reducir las horas de exposición diarias a no más de 6 horas por operador.

Prueba con Surfactante:

El año 2002 se programó y ejecutaron pruebas utilizando una barrera de tipo química, la cuales tuvieron por finalidad intervenir la química del proceso como medida de control de las emisiones utilizando agentes tensoactivos, en cuadro N°1 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro N° 1: Pruebas con aditivo FC-1100 – Junio 2002

SECTOR	CENTR	ALTURA (m)	SIN ADITIVO (mg/m3)		CON 3 ppm (mg/m3)		CON 5 ppm (mg/m3)		3 ppm	5 ppm
			NORTE	SUR	NORTE	SUR	NORTE	SUR	% disminuc.	% disminuc.
		1	0.936	0.751	0.114	0.270	0.111	0.292	23	24
		1.5	0.635	0.723	0.101	0.227	0.102	0.349	24	33
		2	0.732	0.808	0.107	0.185	0.123	0.264	19	25
PROM. TOTALES			0.764		0.167		0.207		(*)	
SECTOR	ESTE	1	1.900	2.195	0.532	0.733	1.166	0.978	31	52
		1.5	0.974	1.710	0.305	0.550	0.310	0.548	32	32
		2	1.082	1.352	0.250	0.396	0.240	0.471	27	29
PROM. TOTALES(*)			1.536		0.461		0.619		28	33

(*) Considera los 6 resultados de cada condición, sin aditivo, con aditivo.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Electrolito Rico	Cobre	52.71 gpl
	Ácido sulfúrico	187.23 gpl
	Potencial (Eh)	684 mV
Electrolito entrante celda	Cobre	38.67 gpl
	Ácido sulfúrico	197.83 gpl
	Flujo de electrolito	3061 m3/h
Depósito	Densidad de Corriente	283 A/m2
	Eficiencia de corriente	95 %
	Cantidad de celdas	186
Extractores	Operación	100%

Los resultados de las pruebas realizadas con 3 ppm de aditivo mostraron bajas de los niveles de concentración de neblina ácida, para una altura de 1.5 m, a valores del orden del 28% respecto a los valores bases. Sin embargo, estos valores aún estaban sobre la norma como promedios totales, para esta prueba no se realizó ajuste de la velocidad de los extractores, manteniéndose éstos a plena capacidad, siendo los niveles de ruido promedios de ambos sectores de la nave de 88.8 dB(A). Dados los resultados obtenidos el uso de surfactante fue implementado.

Ingeniería de Básica:

Para el año 2004 se licitó un Estudio de ingeniería a nivel conceptual y básico denominados "Control de ruido y mejoramiento de la renovación de aire en nave EW". Como parte del estudio se analizaron las siguientes posibles soluciones.

Para el control de la neblina ácida:

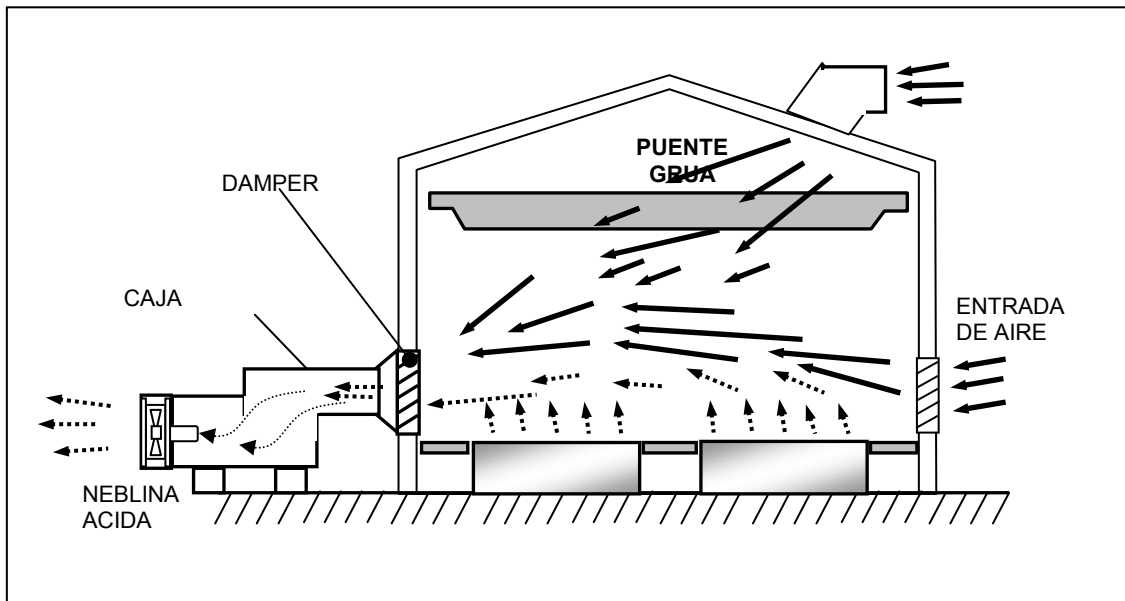
- Control por inversión térmica
- Control por mejoramiento de los flujos de aire mediante cambios en las entradas de aire a la nave EW.
- Control mediante el cambio de entrada y salida de aire en la nave EW.
- Control mediante un sistema de captura localizada.

Para el control del ruido:

- a) Reemplazo de ventiladores axiales por ventiladores centrifugos
- b) Reducción de la velocidad de rotación de los ventiladores existentes
- c) Implementación de cámaras plenum.
- d) Control de vibraciones.
- e) Control de vibraciones en su montaje

La conclusión final del estudio se centró en el desarrollo de cámaras plenum para la mitigación del ruido, vibraciones y control de la neblina ácida mediante el direccionamiento de los flujos de aire por medio de celosías motorizadas. Un esquema de la solución propuesta es el que se adjunta, ver figura N°2.

Figura N°2 : Esquema solución de Ingeniería propuesta



La solución integral, que implicaba una inversión considerable, estimaba obtener los siguientes beneficios:

- a) Disminución del nivel de ruido al interior de la nave en 10 dB(A).
- b) Se eliminan los ruidos por transmisión de vibraciones
- c) Se mejora la condición actual de concentración de neblina ácida al interior de la nave.

Prueba con Tela Nomad:

Para el año 2005, como alternativa a la solución entregada en el Proyecto antes descrito, se planificó una prueba utilizando una barrera física adicional sobre la celda, de tal forma de atrapar la neblina y condensarla lo más próximo posible a la superficie de ésta, evitando su propagación al ambiente.

Se realizaron pruebas con tela Nomad™ de 3M cuyas principales características técnicas son:

Peso: 4.15 (kg/m²)
Espesor (mínimo): 14 mm
Dimensiones: 10 m x 1.2 m

Resistencia química (Tela color café):

- Agua: Excelente
- Alcohol etílico: Excelente
- Gasolina: Bueno
- Aceite de motor: Excelente
- Ácido sulfúrico al 24%: Excelente

Rango temperatura: -23°C a 49°C

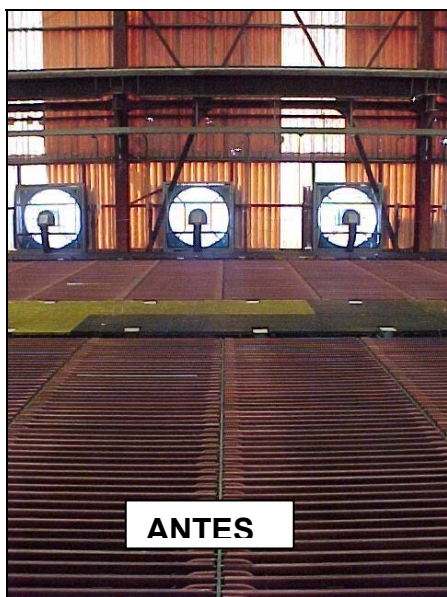
Propiedades eléctricas:

- Resistencia a DC: $9.4 \times 10^{10} - 1.4 \times 10^{11}$ ohms

Otras propiedades se indican en Anexo N°3: Características Técnicas Tela NOMAD.

La primera prueba contempló cubrir 20 celdas ubicadas en la parte central del sector sur, en figura N°3 se aprecia su disposición.

Figura N°3: Fotos instalaciones Tela NOMAD



Para esta prueba se realizaron mediciones de neblina ácida y no se cambió la velocidad de los extractores, los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 2: Cuadro comparativo de resultados de pruebas con tela NOMAD

FECHA	SECTOR	Concentraciones a 1 m altura (mg/m3)		% de Reducción
		Con Alfombra	Sin Alfombra	
25/01/2005	Norte - Centro	0.458	1.042	56.046
27/01/2005	Norte - Centro	0.502	1.200	58.167
23/02/2005	Norte - Centro	0.315	1.161	72.868
PROMEDIOS		0.425	1.134	62.533

CONDICIONES DE OPERACIÓN		25/01/2005	27/01/2005	23/02/2005
Electrolito Rico	Cobre (gpl)	47.01	51.31	49.35
	Ácido sulfúrico (gpl)	189.4	186.9	188.2
	Potencial (Eh) (mV)	683	677	680
Electrolito entrante celda	Cobre (gpl)	37.81	41.41	41.31
	Ácido sulfúrico (gpl)	199.3	199.4	201.7
	Flujo de electrolito (m3/h)	3067	3053	3059.6
Depósito	Densidad de Corriente (A/m2)	290.87	291.73	246.72
	Eficiencia de corriente (%)	96.8	96.8	95
	Cantidad de celdas	186	186	186
Extractores	Operación	100%	100%	100%

Los resultados mostraron niveles de reducción de la concentración de neblina ácida a un promedio de 62% y con un **valor promedio de 0.425 mg/m³** muy próximo a los límites permisibles de 0.32 mg/m³, bajo las condiciones de operación indicadas.

De acuerdo a estos resultados se planifica una prueba contemplando cubrir la totalidad de la nave EW y considerando ajustes en la velocidad de los extractores de tal forma de reducir los niveles de ruido al interior de la nave, una foto de la nave cubierta completamente se muestra en Figura N° 4.

Figura N°4: Fotos instalaciones Tela NOMAD, total nave EW



Los resultados de la prueba se muestran en Cuadro N°3.

Cuadro N° 3: Cuadro comparativo variando velocidad de extractores

FECHA	SECTOR	Concentraciones a 1 m altura (mg/m3) Con Alfombra	NIVELES DE RUIDO A DIF. EFICIENCIA EXTRACTORES (Dba)		
			85%	70%	50%
07/05/2005	Norte - Centro	0.227		80.10	
	Sur - Centro	0.289		80.88	
07/06/2005	Norte - Centro	0.204			73.55
	Sur - Centro	0.723			72.78
22/11/2005	Norte - Centro	0.173	82.37		
	Sur - Centro	0.154	83.03		

CONDICIONES DE OPERACIÓN		07/05/2005	07/06/2005	22/11/2005
Electrolito Rico	Cobre (gpl)	52.56	48.01	53.28
	Ácido sulfúrico (gpl)	191.99	200.08	195.3
	Potencial (Eh) (mV)	690	681	686
Electrolito entrante celda	Cobre (gpl)	37.7	40.07	43.46
	Ácido sulfúrico (gpl)	208.91	206.95	211.5
	Flujo de electrolito (m3/h)	3071.3	3378	3059
Depósito	Densidad de Corriente (A/m2)	306.26	190.38	313.52
	Eficiencia de corriente (%)	96.3	96.2	92.3
Extractores	Cantidad de celdas	186	186	186
	Operación	70%	50%	85%

Estos resultados obtenidos nos indicaron que para una eficiencia de extractores de un 70% se obtuvieron niveles de ruido de 81 dB(A) (por bajo la norma) y niveles de neblina ácida de 0.29 mg/m³ (por bajo la norma). De acuerdo con estos resultados se realizaron ajustes de los extractores a velocidades del orden del 70% y se implementó el uso de la tela NOMAD como parte del proceso.

En cuadro N°4 y N°5 se muestran los resultados oficiales emitidos por Control de Pérdidas:

Cuadro N° 4: Niveles históricos de neblina ácida interior nave EW

AÑO	NIVELES DE NEBLINA ACIDA (mg/m3)						Operador puente	Operador Apoyo
	NORTE			SUR				
	Este	Centro	Oeste	Este	Centro	Oeste		
2002	0.590	0.480	0.090	0.550	0.350	0.130	-	-
2003	0.910	0.360	0.100	0.850	0.550	0.120	0.200	0.280
2004	1.060	0.480	0.060	0.870	0.310	0.120	0.098	0.231
2005	0.440	0.300	-	0.500	0.320	-	0.066	0.110
2006	0.160	0.140	-	0.150	0.110	-	0.030	0.061

Cuadro N° 5: Niveles históricos de ruido al interior de nave EW

AÑO	NIVELES DE RUIDO dB(A)		
	Sector Norte	Sector Sur	Promedio
Mayo 2001	87.4	87.4	87.4
Mayo 2002	88.7	88.9	88.8
Mayo 2003	90.2	85.7	88.0
Mayo 2004	91.1	91.4	91.3
Mayo 2005	82.0	82.3	82.2

Ambas tablas muestran la evolución favorable que han sufrido los niveles de ruido ambiental y neblina ácida dentro de la nave EW.

Otros aspectos evaluados:

Dentro de los aspectos más sensibles a considerar durante la aplicación de la tela NOMAD se encuentra:

a) Posible aumento de corrosión de los ánodos.

Para este aspecto se realizaron inspecciones visuales por parte de Inppamet (proveedores de ánodos para Collahuasi), la inspección realizada el día 15 de marzo del 2006, la cual consideró la inspección visual del estado de los ánodos con más de 63 meses de operación (fabricados el año 2000) y casi 1 año de operación con tela NOMAD indicó:

“El estado de la soldadura cuerpo barra no se observa deterioro, si se aprecia un aumento de desprendimiento del recubrimiento electrolítico de Plomo. Esto pudiese tener como origen las alfombras que cubren las celdas para contener la neblina ácida”.

Para estos efectos se continuará con plan de inspecciones acordado con Inppamet y realizando medidas de conductividad eléctrica en los ánodos de tal forma de asegurar la continuidad entre barra y cuerpo de los ánodos.

b) Posible aumento de corrosión de las placas madres de acero inoxidable.

Una revisión del estado de soldadura de las placas madres fue solicitado a Tecnologías Cobra S.A. (Contrato actual de mantención de placas madres) cuyo estudio fue realizado el 5 de abril 2006, la inspección visual y medición de resistencia eléctrica a un 6.7% (740 placas madres) de las placas madres actualmente en operación (11.100 placas madres). El resultado es el siguiente:

“El catastro arroja un 18.2% de cátodos en estado de alta corrosión y cordon de soldadura < 3 mm, es decir, de los 740 cátodos inspeccionados 135 presentan soldaduras muy corroídas y con desprendimiento parcial de la hoja de acero, todas ellas tienen un ancho de filete <3mm”.

De acuerdo con estos resultados y debido a que se cuenta con estudios similares anteriores, se acuerda repetir este estudio en octubre 2006 a objeto de verificar posibles aumentos de corrosión y reemplazar los cátodos con soldadura en mal estado.

c) Aspectos operacionales.

Es importante mencionar que la incorporación de la tela NOMAD ha llevado a modificar nuestra forma de operar, uno de estos aspectos se refiere a la cosecha de los cátodos, para este efecto, previo a la cosecha, se identifican un grupo de 10 celdas a cosechar a las cuales se les retira la tela NOMAD de tal forma que la operación se realiza sobre zona descubierta, una vez cosechada operador restituye la alfombra, esto permite que no más de un 5,5% de las celdas de la nave se encuentren descubiertas y por otra parte se lleva un control de los niveles de neblina ácida tanto a operador Collahuasi como ESED, ver cuadro N° 4 donde se muestras niveles de exposición muy por debajo de la norma.

La detección y retiro de cortocircuitos no se ha visto mayormente afectada, nuestro promedio de cortes es de 3 al día, éstos una vez detectado son retirados previo retiro de la alfombra.

Es importante mencionar que la tela NOMAD usada es de 1200 mm de ancho y las celdas son de 1270 mm, lo que deja 35 mm libres para evacuación de excesos de vapores acumulados y manteniéndose libres las barras de contacto.

d) Reducción de los niveles de emisión de neblina ácida al ambiente

Sin duda que la reducción de los niveles de contaminantes a la atmósfera cobra, cada día, mayor relevancia motivo por el cual, en cuadro N°6 se muestran los significativos aportes al medio ambiente.

Cuadro N° 6: Comparación de contaminantes al ambiente

AÑO	EXTERIOR NAVE EW				EXTERIOR INMEDIATO NAVE EW	
	NORTE	BODEGA	FRENTE VENTILADORES	SUR	NORTE	SUR
2005	0.030	0.040	0.040	0.050	0.110	0.140
2006	0.024	0.032	0.031	0.034	0.073	0.056
% Disminución	80%	80%	78%	68%	66%	40%

4. CONCLUSIONES

Finalmente, podemos concluir que la utilización conjunta de telas NOMAD, bolitas antinebulizantes y surfactante permite dar una solución a los problemas de ruido y neblina ácida al interior y exterior de la nave de EW permitiendo que éstas operen dentro de la normativa vigente, cuidando la salud de los trabajadores y bienes de la Empresa.

Actualmente la nave de EW de Collahuasi presenta niveles de neblina ácida bajo 0.2 mg/m^3 v/s 0.32 mg/m^3 exigidos por la norma y niveles de ruido de 82 dB(A)

correspondiente al máximo exigido por la norma dando cumplimiento cabal a nuestro objetivo inicial.

5. BIBLIOGRAFIA

Collahuasi, Procedimiento Específico Gerencia de Medio Ambiente, Control de Pérdidas y Calidad operacional, UHI-PC-0502, 30 marzo 2006, "Monitoreo y Evaluación de Ruido".

Collahuasi, Procedimiento Específico Gerencia de Medio Ambiente, Control de Pérdidas y Calidad operacional, UHI-PC-0501, 30 marzo 2006, "Evaluación de Neblina Ácida".

Tecnologías Cobra S.A., Gerencia de Producción Control de Calidad y Asistencia Técnica, 4 y 5 abril 2006, "Reporte Catastro de Cátodos Collahuasi".

Inppamet Ánodos, Departamento técnico, 20 marzo 2006, "Control de estado de ánodos en Minera Doña Inés de Collahuasi".