

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA
Y METALÚRGICA**



**ESTUDIOS DE LOS NIVELES DE PLOMO EN LOS
POBLADORES DE LA OROYA**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA METALURGISTA**

**PRESENTADO POR
MANUELA LUZ JAVES ARAMBURÚ**

LIMA – PERÚ

2006

DEDICATORIA

*A la memoria de mi padre
quien siempre nos impulsó a
seguir luchando ...*

*A mi madre con quien siempre
puedo contar.*

*A mis tres hijas y a mi esposo
quienes son el motor que
impulsan mi vida.*

INDICE

1. GENERALIDADES	
Introducción	5
1.1 Determinación de Fuentes de Exposición	9
1.1.1 Plomo acumulado por las emisiones históricas	9
1.1.2 Emisiones actuales.	10
1.1.3 Emisiones Generadas por el Tránsito Vehicular	11
1.1.3.a Servicio Urbano	11
1.1.3.b Servicio Interprovincial	12
1.1.3.c Tránsito Vehicular Total	13
1.1.3.d Consumo de Gasolina en la Oroya	13
1.2 Información y Publicaciones relacionadas a los estudios de efectos del plomo en la Salud Humana.	14
2. ACCIONES TOMADAS POR DRP PARA DISMINUIR LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN.	16
2.1 Acciones para el control de plomo en sangre en la Oroya laboralmente no expuesta.	16
2.2 Estudio de riesgo para la salud humana.	17
2.3 Compromiso PAMA actual	18
2.3.1 Proyectos PAMA concluidos	18
2.3.2 Proyectos PAMA en ejecución	19
3. PLANTAS DE ÁCIDO SULFÚRICO: Un proyecto que se hace esperar.	19
3.1 Generalidades	19
3.2 Fundamento Técnico	19
3.3 Fundamento Ambiental	21
3.4 Fundamento Social	23
3.5 Descripción del Proyecto de Plantas de Ácido Sulfúrico.	24

4.	PROYECTOS PRIORITARIOS DE MITIGACION AMBIENTAL	36
4.1	Objetivos y metas ambientales.	36
4.2	Reducción de material particulado por emisiones fugitivas.	39
	4.2.1 Reducción del plomo	39
	4.2.2 Reducción de dióxido de azufre	42
4.3	Reducción de emisión de polvo y de dióxido de azufre por chimenea.	44
5.	CONCLUSIONES	50
6.	ANEXOS	53
6.1	Información y Publicaciones relacionadas a los estudios de efectos del plomo en la salud humana.	
6.2	Vías de Ingreso y Metabolismo del Plomo en el Organismo Humano.	
6.3	Efectos biológicos del Plomo en Niños	
6.4	Gasolina sin Plomo	

INTRODUCCIÓN

El plomo es un elemento químico que en forma metálica o de compuestos ha sido utilizado por la humanidad para mejorar sus vidas durante 5000 años. Una figura de plomo que data del año 3000 A.C fue encontrada en Dardanelos en la antigua ciudad de Abydos. Los Asirios construyeron los famosos jardines colgantes de Babilonia utilizando láminas de plomo. En el Imperio Romano el plomo fue utilizado en una variedad de propósitos como en transporte y almacenamiento de aguas, fabricación de monedas, utensilios de cocina y agente aromatizante de vinos.

En la actualidad el plomo se utiliza en la fabricación de nuevas baterías para vehículos eléctricos y convencionales, pantallas de computadoras y televisores, autopartes, circuitos impresos para electrónica, en la medicina para la protección de rayos X, etc. Además en algunos países se sigue utilizando ciertos productos con plomo que en naciones más desarrolladas ya dejaron de contenerlo. Entre ellos tenemos gasolinas, pinturas, crayolas, lapices, plastilinas, focos y fluorescentes, barnices para cerámica y otros.

El ciclo de producción comprende la extracción de los minerales en las minas, la obtención de concentrados, las etapas de fundición y refinado, así como su posterior transformación. Estas actividades y el consumo generan exposición de la población a este metal. Por esta razón, aun cuando el plomo no cumple ninguna función fisiológica en el cuerpo humano la población, la población mundial actual registra cantidades detectables de plomo en su organismo.

En la Oroya, por la naturaleza de los procesos del Complejo Metalúrgico se producen emisiones de gases y material particulado con contenidos de plomo que vienen impactando las áreas circundantes desde 1922, año en

que se iniciaron sus operaciones. A partir de esta fecha la ciudad fue creciendo sin un planeamiento urbano adecuado.

Adicionalmente la población de La Oroya está expuesta a la contaminación de los gases residuales que contienen plomo del parque automotor, por estar ubicada en una quebrada estrecha y siendo esta el paso obligatorio del intenso tránsito vehicular local e interprovincial entre la Costa y la zona Central del país. Existen otras posibles fuentes de exposición como pinturas, soldaduras, cerámicas, etc.

En las últimas décadas, tanto en Estados Unidos como en otros países, se realizaron diversos trabajos de investigación sobre los efectos nocivos del plomo en la salud humana, especialmente en los niños, por ser estos los más sensibles a dichos efectos. Estos estudios, son publicados en diversas revistas científicas médicas o en ediciones especiales.

Por este motivo asumiendo la responsabilidad social con respecto a la contaminación social con respecto a la contaminación por plomo en los pobladores de la ciudad de La Oroya y las comunidades aledañas de manera especial en la comunidad infantil, se realiza el presente trabajo de investigación como una motivación además profesional, como habitante de la esta ciudad, como madre y como una peruana consciente de que el futuro de nuestro país depende de los niños de ahora.

Debo de señalar que la empresa Doe Run Perú S.R.L (DRP) se hace cargo de las operaciones del complejo metalúrgico de la Oroya el 24 de Octubre de 1997 y asume el compromiso con el Gobierno Peruano de ejecutar los proyectos contenidos en el “Programa de Adecuación y Manejo Ambiental” (PAMA) del complejo en un plazo de 10 años, con vencimiento en Enero del año 2007. Este compromiso no incluye la remediación de los pasivos ambientales generados bajo las administraciones anteriores.

El PAMA consideraba la implementación de nueve proyectos, con el objetivo de alcanzar los límites máximos permisibles (LMP) en las emisiones sólidas, líquidas y gaseosas. A fines del año pasado (2005) la empresa DRP completó 8 de los 9 proyectos comprometidos a excepción del proyecto Plantas de Acido Sulfúrico, la misma que debe de completarse en forma progresiva los años 2008 y 2010.

El presente trabajo de investigación busca analizar la contaminación que sufren los pobladores de la ciudad de la Oroya, y evaluarlas medidas de control ambiental correctivas efectuadas por la empresa DRP desde el inicio de sus operaciones en el complejo.

El contenido del presente trabajo de investigación esta comprendido por cuatro partes principales. La primera parte corresponde a las Generalidades relacionadas el tema en estudio. La segunda parte comprende las Acciones Tomadas por la Empresa DRP para disminuir los efectos de la contaminación. La tercera parte corresponde a Plantas de Acido Sulfúrico: Un Proyecto que se hace Esperar y por ultimo la cuarta parte comprende Proyectos Prioritarios de Mitigacion Ambiental.

En cuanto a la Metodología empleada se hizo uso de la Técnica de la Observación y entre las limitaciones que se encontraron para su realización fue la falta de disponibilidad de tiempo y el tener que lidiar contra el hermetismo del tema, que si bien es cierto es muy importante, aún sabiéndolo no se asumen las responsabilidades respectivas.

Finalmente puedo concluir que los estudios e investigaciones realizados acerca de los efectos del plomo en la salud de las personas llegan a dos conclusiones de consenso general: El plomo no cumple ninguna función dentro del organismo humano y puede causar efectos tóxicos en la salud

de la persona que haya tenido suficiente exposición y absorción del mismo.

Los niños son más sensibles que los adultos a los efectos nocivos del plomo, por lo cual se debe tomar mayor atención y precaución con ellos.

La ingesta oral es el principal medio de ingreso de plomo en los niños, a través del contacto con el suelo, además la carencia o deficiencias en los servicios básicos contribuyen a esta situación.

Además debo de señalar que en el Perú no se cuentan con lineamientos o normas que fijen los niveles de Pb aceptables en la población, se requieren estudios para la determinación de los mismos, comprendo entonces que este es un reto para todos los profesionales involucrados con el tema.

En la Oroya hay un grave problema de salud pública y se deben de recoger y tomar en cuenta la opinión de la población de la Oroya, de las organizaciones no gubernamentales del país y de los especialistas.

Lo cierto es que la situación en la Oroya amerita un esfuerzo de todos los actores y exige que el estado peruano genere condiciones adecuadas para que sean abordados los pobladores de fondo y se proteja la salud de los pobladores de esta localidad. Si no se hace este esfuerzo, la problemática de contaminación en La Oroya será pasado, presente y continuará siendo un problema en el futuro.

1.1 Determinación de fuentes de exposición

1.1.1 Plomo acumulado por las emisiones históricas.

Desde el inicio de las operaciones del Complejo Metalúrgico de La Oroya, con la puesta en operación del Circuito de Cobre y posteriormente la Fundición de Plomo, las emisiones de polvo y gases que se produjeron impactaron a grandes distancias abarcando hasta 1940 un área de 800 mil Has, alrededor del Complejo, según refiere el estudio del área afectada por los humos, hecho por el Ing. Justo Ugarte Chacón para Centromín Perú, en marzo de 1966. La extensión de las áreas afectadas fueron determinadas en función del deterioro de la vegetación natural. En 1941 se instalaron los precipitados electrostáticos en la Planta de Cottrell Central, que permitieron recuperar los polvos colectados con una eficiencia de 95% emitiéndose al ambiente el 5% a través de la chimenea. Con lo que se redujo el área impactada a 14 190Has. Posteriormente, se repotenciaron los precipitadotes electrostáticos de la Planta de Cottrell Central sabiendo la eficiencia de recuperación de polvo a 97% además se instalaron plantas más modernas con mejor control de las emisiones nuevas. En 1971 el área afectada disminuyó a 4,170 Has.

La reducción de las emisiones de polvo permitió que en las zonas alejadas la vegetación se recupere en forma paulatina y natural. Dicha recuperación no significaba necesariamente que se haya eliminado la contaminación de los suelos con metales, permaneciendo aún el plomo depositado en ellos. Además las zonas cercanas al Complejo Metalúrgico continuaron afectadas.

En la tabla que se muestra a continuación se registran las emisiones de polvo en toneladas por día y el contenido de plomo desde 1957 hasta 1997 que corresponde a las administraciones anteriores (Cerro de Pasco Copper Corporation y Centromin Perú)

puede apreciarse que las emisiones de polvo por la chimenea en el año 1957 promediaban 370 mg/Nm³ con una concentración de plomo de 81 mg/Nm³. En 1997, la emisión de polvo por la chimenea era de 147 mg/Nm³ con 38 mg/Nm³ de plomo.

Estas emisiones han impactado los suelos de los alrededores del Complejo Metalúrgico desde 1922 por ello en el PAMA del Complejo Metalúrgico existe el proyecto N°4 de “Rehabilitación de áreas afectadas por los humos”, cuya ejecución es de responsabilidad de Centromín Perú S.A.

Cuadro N° 1
EMISIONES PROMEDIO DE POLVO – CHIMENEA PRINCIPAL
CERRO DE PASCO CORPORATION Y CENTROMIN PERU

Año	Carga de Polvo mg/Nm3	Pb mg/Nm3	Año	Carga de Polvo mg/Nm3	Pb mg/Nm3	Año	Carga de Polvo mg/Nm3	Pb mg/Nm3
1957	370	81	1971	224	36	1985	252	77
1958	319	41	1972	188	33	1986	244	65
1959	384	46	1973	201	32	1987	224	50
1960	469	57	1974	213	33	1988	249	69
1961	363	80	1975	212	40	1989	246	68
1962	177	46	1976	222	36	1990	238	64
1963	223	54	1977	223	47	1991	195	56
1964	284	75	1978	226	47	1992	191	57
1965	221	46	1979	221	57	1993	173	44
1966	373	75	1980	234	62	1994	175	43
1967	439	86	1981	237	73	1995	179	46
1968	431	81	1982	237	73	1996	150	43
1969	374	81	1983	230	72	1997	147	38
1970	305	71	1984	244	78			

1.1.2 Emisiones actuales

En Octubre 1997 DOE RUN PERU adquirió el Complejo Metalúrgico. En 1998 el promedio de sus emisiones de polvo por la chimenea fueron de 148 mg/Nm³ con contenido de plomo 36mg/Nm³. Con posteriores trabajos de mejora de parámetros operativos y de la eficiencia de la planta de Cottrell Central, las

emisiones se redujeron a 127 mg/Nm³ con contenido de plomo de 27mg/Nm³.

Es necesario puntualizar que las emisiones de la Chimenea Principal del Complejo Metalúrgico no impactan a La Oroya Antigua durante las 24 horas del día, pudiendo hacerlo ocasionalmente hasta durante 3 horas, dependiendo de las condiciones climatológicas y de los fenómenos de inversión térmica.

1.1.3 Emisiones generadas por el tránsito vehicular

1.1.3.a Servicio Urbano

Servicio Urbano

De acuerdo a datos proporcionados por el Departamento de Transportes del Municipio de La Oroya se demuestra que el parque automotor del servicio público de transporte urbano ha crecido en 147% desde el año 1995 a la fecha, incrementándose de 153 a 392 unidades. Estas unidades emplean en promedio una hora para realizar un recorrido de ida y vuelta, operando un promedio de 10 horas diarias; estos recorridos equivalen a 7 560 unidades diarias que transitan por La Oroya.

Cuadro N° 2

VEHÍCULOS DE TRANSPORTE URBANO EN LA OROYA 1995-2004

Año	Total de Vehículos	% de Incremento
1995	153	
1996	163	6 5
1997	178	16 3
1998	199	30 1
1999	269	75 8
2000	377	146 4
2001	378	147 0
2002	383	150 3
2003	389	154 2
2004	392	156 2

Fuente: Municipio de La Oroya

Cuadro N° 3
Vehículos de Transporte Urbano en la Oroya
por Antigüedad

Año	Total de Vehículos	% de Incremento
71-75	20	5 1
76-80	9	2 3
81-85	36	9 2
86-90	120	30 6
91-95	199	50 8
96-97	8	2 0
TOTAL	392	100

Fuente: Municipio de La Oroya

1.1.3.b Servicio Interprovincial

Según la información del Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras SINMAC respecto al tránsito interprovincial, por la estación de peaje de Quiulla pasan un promedio diario de 2,271 unidades y por la estación de peaje de Casaracra 2,241 unidades que obligatoriamente transitan por La Oroya.

Cuadro N° 4
Flujo de Vehículos Peaje Quiulla – 2000

Meses	Vehículos Livianos	Vehículos Pesados	Total
Enero	31 518	42 227	73 745
Febrero	35 464	42 154	77 618
Marzo	12 957	47 525	60 482
Abril	24 122	44 679	68 801
Mayo	20 556	44 148	64 704
Junio	15 754	49 4	65 154
Julop	23 733	49 385	73 118
Agosto	21 288	49 207	70 495
Total	185 392	368 725	554 117
Prom. Mensual	23 174	46 091	69 265
Prom. Diario	760	1 511	2 271

Fuente: Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras/Gerencia de Planificación e Informática

Cuadro N°5
Flujo de Vehículos peaje Casaracra 2000

Meses	Vehículos Livianos	Vehículos Pesados	Total
Enero	23 580	42 511	66 091
Febrero	29 808	41 333	71 141
Marzo	11 157	39 230	50 387
Abril	39 066	38 067	77 133
Mayo	26 854	42 627	69 481
Junio	21 690	45 616	67 306
Julio	27 113	39 258	66 371
Agosto	39 311	39 598	78 909
Total	218 579	328 240	546 819
Prom. Mensual	27 322	41 030	68 352
Prom. Diario	896	1 345	2 241

Fuente: Sistema Nacional de Mantenimiento de Carreteras/Gerencia de Planificación e Informática

1.1.3.c Tránsito Vehicular Total

En consecuencia, el promedio diario de vehículos que transitan por La Oroya tanto de servicio urbano e interprovincial es de 12 072 unidades, demostrando así que La Oroya soporta un intenso tránsito vehicular y dada su configuración geográfica de quebrada estrecha propicia un impacto de los gases residuales en la población.

1.1.3.d Consumo de Gasolina en la Oroya

De la información obtenida en los grifos de la ciudad de La Oroya, el 40.58% del combustible consumido por estos vehículos es gasolina de 84 RON, (Número de Octanaje Research) la cual contiene tetraetilo de plomo en 1.16 gr/l como antidetonante.

Cuadro N°6
Venta de Combustibles en la Oroya
Promedios Mensuales 2000

Grifo	84 Ron		90 Ron		97 Ron		Total	
	Gal	%	Gal	%	Gal	%	Gal	%
Lubricentro Marcavalle	13 500	12 53	18 000	16 71	4 500	4 18	36 000	33 43
Huaymanta Cerca al Penal	2 800	2 60	4 200	3 90	500	0 46	7 500	6 96
Santa Rosa-Sacco	4 500	4 18	5 500	5 11			10 000	9 29
Sr. De los Milagros-Sacco	4 000	3 71	4 000	3 71			8 000	7 43
El Sol Huaynacancha	2 000	1 86	3 000	2 79			5 000	4 64
Sr. De Muruhuay Curipata	4 000	3 71	7 000	6 50	1 000	0 93	12 000	11 14
San Ignacio Salida a Hyq.	10 000	9 29	12 000	11 14			22 000	20 43
Grifo Jr. Shincamachay	2 900	2 69	3 500	3 25	300	0 28	6 700	6 22
Grifo Paccha Paccha			500	0 46			500	0 46
Total	43 700	40 58	57 700	53 37	6 300	5 85	107 700	100 00

Fuente: Administradores de Grifos de la Ciudad

Si bien actualmente el consumo de gasolina de 84 RON con plomo representa el 40.58% debido al incremento del parque automotor en general, el consumo actual se mantiene semejante al de años anteriores, en los que se utilizaba gasolina con plomo cuando existía menor cantidad de unidades en el parque automotor. En consecuencia, las emisiones de plomo en el medio ambiente por los gases de combustión continuará hasta que se erradique este tipo de gasolina.

1.2 Información y Publicaciones Relacionadas a los Estudios de Efectos del Plomo en la Salud Humana.

Los estudios de investigación relacionados a los efectos del plomo en la salud humana son publicados en revistas, científicas, médicas o en ediciones especializadas en diferentes países del mundo. Sin embargo, el público en general de los países en los que se realizaron los trabajos mencionados, aún está confundido sobre los verdaderos riesgos de salud relacionados al plomo, debido a que la información difundida por las agencias de gobierno o grupo de activistas, medios de comunicación (prensa en general)

entre otros, muchas veces es parcial, diseminada o enfocada desde diferentes puntos de vista, que incluyen opiniones contrarias o distorsionadas. Estos conceptos están manifestados en la publicación "Lead and Human Health" (1997) de la American Council on Science and Health de Estados Unidos, en la cual se hace una revisión de muchos estudios respecto a los efectos del plomo en la salud humana, para clarificar al lector sobre la toxicidad y peligrosidad del plomo, encontrando que si ocurre una exposición y absorción suficiente, el plomo puede causar una serie toxicidad en el hombre.

En nuestro país, los estudios de efectos del impacto del plomo en la salud humana en general, han sido dirigidos a ciertos sectores de la población o actividades específicas, habiendo sido realizados en forma aislada y por diferentes instituciones o médicos independientes y cuyas publicaciones han sido de difusión limitada.

En La Oroya, se han realizado algunos estudios, entre ellos el "Estudio de plomo en sangre en una población seleccionada de La Oroya", realizado en Noviembre de 1999 por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA), el cual incluyó una población de 346 niños estudiantes entre 3 y 10 años y "Evaluación de niveles de plomo y factores de exposición en gestantes y niños menores de 3 años en la ciudad de La Oroya", elaborado en diciembre de 1999 por el Consorcio Unión para el Desarrollo Sustentable (UNES).

Además, debido a la situación de pobreza y bajos niveles salud de los niños en nuestro país, que sufren desnutrición, enfermedades, infecto contagiosas (meningitis tuberculosa), deficientes atenciones de partos domiciliarios, etc, dolencias y deficiencias que pueden causar en los niños daños en el sistema

nervioso, con síntomas y signos similares a los atribuibles al plomo, que dificultarían su diferenciación por lo tanto es necesario que alguna institución del estado, que podría ser DIGESA, promueva la ejecución de estudios epidemiológicos integrales sobre los efectos del plomo en los niños, centralice la información existente de los estudios realizados para elaborar un diagnóstico de la realidad de la población de nuestro país frente a la exposición al plomo.

2. ACCIONES TOMADAS POR DRP PARA DISMINUIR LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN.

2.1 Acciones para el control de plomo en sangre en la Oroya laboralmente no expuesta.

Entre los años 2000 y 2001, DRP realizó un estudio de niveles de plomo en sangre de la población de La Oroya, cuyos resultados han permitido plantear y ejecutar acciones de mitigación y alternativas de control a este problema. En julio del año 2003, DRP firmó un convenio con el Ministerio de Salud (MINSA), representado por DIGESA, para ejecutar acciones que ayuden a disminuir los niveles de plomo en sangre especialmente en niños menores de 6 años, convenio al que se ha integrado el Ministerio de Educación y la Municipalidad de La Oroya.

En marzo del año pasado, se iniciaron programas de limpieza de calles y de viviendas, de higiene en madres gestantes y capacitación sobre estos temas dirigida a profesores, madres y niños. Complementariamente, se viene atendiendo a niños en las especialidades de pediatría y psicología.

Actualmente, DRP tiene un programa de tratamiento individualizado de 56 niños en Casaracra, lugar ubicado a 10 Km. de distancia de La Oroya, donde se les provee de alimentación,

estimulación temprana, higiene corporal y tratamiento médico general.

En el II censo hemático, iniciado en el mes de octubre del 2005, se han incluido a otras localidades como Tallapuquio, Norman King, Huari y Paccha, estos trabajos se realizan en coordinación con las autoridades respectivas.

2.2 Estudio de riesgo para la salud humana.

Para la elaboración de este estudio DRP, contrató a la firma Integral Consulting con el conocimiento y opinión del Ministerio de Energía y Minas y del Ministerio de Salud, con el objetivo de pronosticar a condiciones de futuro la probabilidad de los efectos de los impactos ambientales en la salud de la población. Para estas predicciones Integral Consulting realizó diversos trabajos de campo en La Oroya, que involucraron personas así como las condiciones ambientales actuales.

Las predicciones resultaron de la aplicación de modelos aprobados por la Environmental Protection Agency (EPA), que incluyeron información ambiental futura de los trabajos de McVehil-Monnett, quienes definieron los niveles de impacto ambiental por material particulado, plomo, arsénico y cadmio, considerando la implementación de los nuevos proyectos ambientales.

El estudio de riesgo ha confirmado que la exposición al plomo frente a los otros metales, resultante de décadas de operación, constituye el principal factor de riesgo para salud en La Oroya, por lo que su reducción debe ser prioritaria.

Este estudio utilizó los resultados de los análisis químicos, de muestras obtenidas en el trabajo de campo, referida a metales en

el agua de consumo humano, suelo, polvo de viviendas y de áreas exteriores, plomo, fierro, calcio y zinc en alimentación y plomo en sangre de la población, especialmente de los niños. También se consideró la información del monitoreo de calidad de aire de las estaciones de DRP.

El estudio recomendó dar la mayor prioridad a la reducción de las emisiones fugitivas y continuar con la suspensión o corte de ciertas operaciones, durante las horas de la mañana, para mitigar el impacto del SO₂ sobre la población en períodos de inversión térmica. Además de otras acciones destinadas a reducir la exposición de la población.

2.3 Compromiso PAMA actual

2.3.1 Proyectos PAMA concluidos

De los US\$ 53,14 millones invertidos a diciembre del 2004, US\$ 21,66 millones corresponden a los proyectos concluidos en el periodo 1997 - 2004, los que se muestran en la Tabla 1 y que actualmente se encuentran en operación.

Tabla 1
INVERSIONES EN LOS PROYECTOS PAMA CONCLUIDOS
Miles de US\$

Descripción	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL 1998- 2004
Planta de Tratamiento de Agua Madre de la Refinería de Cobre	1 342	20		242	381	511	589	3 065
Manipuleo de Escorias	813	1 975	5 990	930				9 708
Adecuación Ambiental del Depósito de Escorias de Huanchan.	230			266	201	358	36	1 091
Deposito de Trióxido de Arsénico de Vado	115	300	1 369	627	8			2 42
Acondicionamiento del Depósito de Ferritas de Huanchan.				254	1 249	228	373	2 104
Basura (Relleno Sanitario de Cochabamba)	250	36	73	424	786	554	504	2 627
Estación de Monitoreo/Aerofotografía	328	234	65					628
	3 079	2 565	7 497	2 743	2 625	1 651	1 502	21 662

2.3.2 Proyectos PAMA en ejecución

Paralelamente a los proyectos concluidos, DRP ha venido desarrollando actividades en los otros proyectos comprometidos en el PAMA, de los cuales, los referidos a efluentes líquidos, deben ser concluidos en el 2006, quedando pendiente el único proyecto de las plantas de ácido sulfúrico.

3. PLANTAS DE ÁCIDO SULFÚRICO

3.1 Generalidades

Por razones técnicas, derivadas de los estudios de prefactibilidad, se ha definido la necesidad de efectuar cambios en las operaciones y procesos del complejo metalúrgico, con la finalidad de obtener gases con concentraciones adecuadas de dióxido de azufre en el rango de 6% a 10 %, sin los que no sería viable la producción de ácido sulfúrico. Estos se refieren a cambios en la operación y manejo de gases en la máquina de sinterización de la fundición de plomo y cambios en los procesos de fusión y conversión de la fundición de cobre.

3.2 Fundamento Técnico

La mitigación de los efectos adversos del SO₂ y del material particulado, contenidos en las emisiones gaseosas generadas por las operaciones del complejo metalúrgico, requiere la implementación de un sistema de producción de ácido sulfúrico. Esta alternativa de fijación del SO₂ es la más viable por basarse en tecnología convencional, probada y ampliamente difundida en operaciones similares.

Los gases generados por las operaciones metalúrgicas, no son los más adecuados para la producción

de ácido sulfúrico, debido a los altos contenidos de material particulado y baja concentración de SO_2 , lo que implica efectuar ajustes en los diferentes procesos a fin de disponer de una corriente de gases con contenidos adecuados de SO_2 y polvo que permita la producción de ácido sulfúrico. Esta realidad demandó la ejecución de estudios previos, que requirieron de tiempo y desembolsos de dinero a fin de estimar el nivel de inversiones y plazos de ejecución necesarios para el acondicionamiento de gases y la construcción final de las plantas, considerando su implementación en condiciones de una operación en marcha, para no afectar la generación de los recursos que soportarán las inversiones requeridas en los proyectos ambientales y otros.

Los estudios de prefactibilidad han definido la necesidad de construir dos nuevas plantas de ácido sulfúrico (una para el circuito de plomo y la otra para el circuito de cobre) debido a las diferentes características de los gases de la planta de sinterización del circuito de plomo y de los gases de la fundición de cobre.

Esta alternativa requiere, en el mediano plazo, realizar modificaciones en la máquina de sinterización del circuito de plomo para separar y captar los gases con mayores concentraciones en SO_2 y un cambio tecnológico, en el circuito de cobre, que permita la generación de gases con adecuada concentración de SO_2 que puedan ser tratados en las nuevas plantas de ácido sulfúrico.

Así mismo, es necesario efectuar la repotenciación de la actual planta de ácido sulfúrico, para el tratamiento de los

gases de SO₂ producidos en la tostación de concentrados del circuito de zinc.

3.3 Fundamento Ambiental

El PAMA del complejo metalúrgico de La Oroya se orientó al manejo de las emisiones de SO₂, con la puesta en operación de plantas de ácido sulfúrico, para el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de emisión (LMP's) exigidos por la ley. Sin embargo el riesgo a la salud por los efectos del plomo histórico (pasivos ambientales) y del plomo de las emisiones actuales no fue considerado en proyecto alguno, desestimando su importancia como el factor principal de riesgo en lo relacionado con la salud de la población y la urgencia de su atención.

De acuerdo con estudios realizados sobre: modelamiento de dispersión de la calidad de aire, riesgo para la salud humana y consumo de plomo, calcio, hierro y zinc en alimentos por madres y niños en La Oroya Antigua, con las opiniones de DIGESA, el efecto sobre la salud del SO₂ tiene un carácter transitorio mientras que el efecto del plomo, desde cualquiera de sus fuentes, tiene un carácter crónico por el largo periodo de exposición. Esta situación obliga a una atención urgente al problema de emisiones de plomo frente a las de SO₂ cuyo efecto sobre la población se viene mitigando con la política de reducción o suspensión de ciertas operaciones ante el pronóstico de fenómenos de inversión térmica. Por otro lado, aunque existe el potencial de molestias respiratorias y efectos irritantes, resultado de episodios cortos con concentraciones elevadas de SO₂ en el aire, estos son momentáneos y además reversibles, razón por la cual, ante la imposibilidad de controlar todos los

problemas ambientales en forma simultánea, es posible postergar su solución final, continuando con los trabajos de mitigación y control.

Respecto a las emisiones de plomo sobre el ambiente, tal como se aprecia en la evaluación efectuada por McVehil & Monet, las emisiones fugitivas, para un mismo volumen de emisión, tienen un mayor efecto sobre la calidad del aire que las emisiones por la chimenea.

De otro lado, la experiencia de los últimos años, en fundiciones de diferentes partes del mundo, ha revelado casos en los que aún controlando completamente las emisiones por las chimeneas, que es donde se miden los LMP's, no se alcanzan los Estándares de Calidad de Aire (ECA) debido al efecto de las emisiones fugitivas. Nuestro caso no es diferente ya que las evaluaciones efectuadas y la experiencia de los últimos años, muestran que el cumplimiento de los LMP's en chimenea no será suficiente para reducir el plomo a los niveles señalados por el ECA.

Debe tenerse en cuenta que la reducción de material particulado con plomo conlleva a la reducción de otros metales, como es el caso del arsénico y cadmio, aunque este último, de acuerdo a los resultados del monitoreo, se encuentra en el ambiente en concentraciones por debajo del nivel de riesgo aceptable señalado por la EPA de Estados Unidos de Norteamérica.

De otro lado, nunca se ha realizado un estudio detallado de las emisiones fugitivas de material particulado

de la fundición, ni tampoco se ha efectuado mediciones de las emisiones fugitivas de los edificios de las plantas.

Sin embargo, se ha desarrollado un estimado basado en el análisis de data de las emisiones por la chimenea y en balances metalúrgicos, con los que se ha podido estimar aproximadamente 326 t/año de emisiones de plomo.

3.4 Fundamento Social

La importancia socio-económica del complejo metalúrgico es significativa ya que su contribución al progreso económico de La Oroya y de la región se da por las inversiones que se vienen realizando y por su operación en sí misma, que al utilizar insumos, materiales y servicios, de diferente tipo, generan diversas cadenas de movimiento comercial convirtiéndolo así en el eje motor de desarrollo económico.

La Oroya cuenta con 3 152 trabajadores (2 446 de planilla, 202 bajo el régimen de construcción civil y 974 de terceros) lo que implica una dependencia económica directa del complejo metalúrgico de aproximadamente 20 000 personas. El estudio económico que hizo la empresa CELIDE entre 1992 y 1993, estimó que este grupo laboral es responsable del 70% del movimiento comercial de la ciudad de La Oroya.

La mayoría de los trabajadores de La Oroya tiene su residencia en la zona central del Perú: Junín, Huancayo, Jauja, Tarma, Carhuamayo, Cerro de Pasco, Huánuco, y otros, por lo que el efecto social que tiene el complejo

metalúrgico de La Oroya en la región se extiende a gran parte de la región central.

Otro punto a considerar, en el caso del cierre del complejo metalúrgico de La Oroya, son las dificultades que enfrentarían los pequeños y medianos productores mineros, para colocar sus concentrados en el extranjero, debido a sus bajos volúmenes de producción y al tipo polimetálico complejo de sus concentrados, problema que afectaría su rentabilidad, obligándolos a cerrar en algunos casos, con los efectos consiguientes de un enfriamiento de la economía regional y el incremento del desempleo.

También se viene trabajando con las comunidades del entorno, en forma participativa en el mejoramiento de la calidad de vida y en el logro de un desarrollo sostenible.

Para este efecto se cuenta con un programa de responsabilidad social que durante los últimos años ha destinado montos anuales entre US\$ 500,000 y US\$ 750,000.

3.5 Descripción del Proyecto PAMA plantas de ácido sulfúrico.

Introducción

El plan de negocios de DRP para los años 2006 – 2010 considera los siguientes niveles anuales de producción:

- 43 650 TM de zinc refinado.
- 122 000 TM de plomo refinado.
- 72 500 TM de cobre refinado.

De acuerdo con este plan se considera el ingreso de concentrados de zinc; cobre y plomo, los mismos que representan, de acuerdo a un balance de masas, un ingreso neto de azufre de **422,92 TM/día**.

El nivel máximo permisible de emisión de anhídrido sulfuroso (SO₂) para DRP sería de **175 TM/día** como se muestra en el fragmento de la tabla 2. Esta emisión equivale a **85,5 TM/día** de azufre y determina, para nuestro caso, una fijación total de **79,3%** del azufre total que ingresa al proceso.

Tabla 2
NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
EMISIÓN DE ANHIDRIDO SULFUROSO
PARA LAS UNIDADES MINERO-METALÚRGICAS

AZUFRE QUE INGRESA AL PROCESO t/d	EMISIÓN MÁXIMA PERMITIDA DE ANHIDRIDO SULFUROSO (t/d)
301-400	155
401-500	175
501-600	195

Teniendo en cuenta que existe una fijación de azufre de 3,7% equivalente a **15.10 TM/día**, en los diferentes subproductos y residuos, tabla 3, para cumplir con lo estipulado en la RM, el **75.6%** restante debe fijarse como ácido sulfúrico comercial, lo que equivale a una producción de **363 069 TM/año**.

Para este nivel de producción anual de ácido sulfúrico comercial y de acuerdo con los estudios siguientes:

- Estudio de prefactibilidad para el manejo de polvos y captura de azufre en el complejo metalúrgico de La Oroya.
- Evaluaciones de la planta actual de ácido sulfúrico: Performance y Expansión de Planta.
- Estudio de factibilidad técnica de la planta de ácido sulfúrico actual, y
- Análisis de la máquina de sinterización de La Oroya y otros análisis realizados por DRP, se ha definido la operación de tres plantas a fin de cumplir con los requerimientos de fijación anteriormente mencionados.

Tabla 3
FIJACIÓN DE AZUFRE EN SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS

Circuito	Azufre, que ingresa, TM/día	Azufre fijado, TM/día	Fijación %
Zinc	76 17	3 51	4 6
Plomo	157 98	0 65	0 4
Cobre	188 77	10 93	5 8
Total	442 65	15 09	3 7

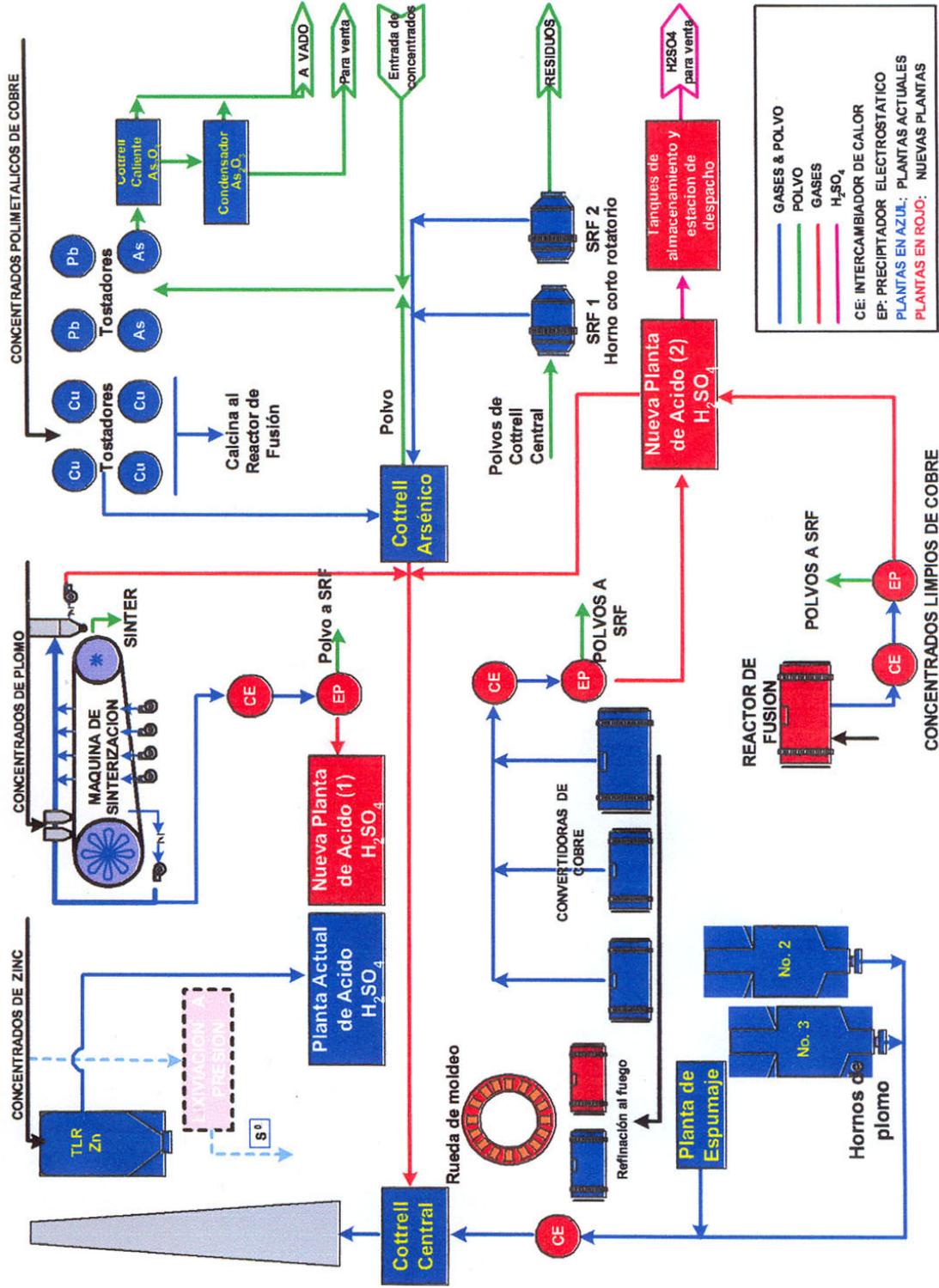
En el gráfico 6 se muestra el arreglo de los circuitos de zinc, plomo y cobre para la implementación de los campos tecnológicos y de las nuevas plantas de ácido sulfúrico.

Para cubrir la producción total de ácido sulfúrico antes mencionada, que permita alcanzar el nivel de emisión de SO₂ establecido por la RM correspondiente, se ha definido el siguiente esquema productivo:

1. Repotenciación de la planta de ácido sulfúrico actual a una capacidad de producción nominal de 60 000 TM/año de ácido sulfúrico comercial.
2. Construcción de una nueva planta con capacidad nominal de 115 000 TM/año de ácido sulfúrico para tratar los gases sulfurosos producidos en la máquina de sinterización de la fundición de plomo.
3. Construcción de una nueva planta con una capacidad nominal de producción de 200 000 TM/año de ácido sulfúrico a partir de los gases de los hornos de fusión y conversión de la fundición de cobre.

La operación de estas tres plantas, cuya capacidad nominal total es de 375 000 TM/año de ácido sulfúrico, permitirá producir las 363 069 TM/año consideradas en el estudio. La producción anual de ácido sulfúrico, estará en función al volumen de concentrados tratados y a los contenidos de azufre.

Gráfico n° 01



REPOTENCIACIÓN DE LA PLANTA DE ACIDO SULFURICO ACTUAL.

En el circuito de zinc, en un tostador Lurgi de lecho fluido, se tratan concentrados sulfurados de zinc y se producen gases sulfurosos que son enviados y tratados en una planta de ácido sulfúrico que fue construida por Panamerican en 1967 con licencia de Monsanto.

Objetivo

Garantizar la continuidad operativa de la planta de ácido sulfúrico actual para una producción nominal de 60 000 TM/año de ácido sulfúrico de calidad comercial a partir de los gases sulfurosos provenientes del tostador Lurgi.

Descripción

El proyecto consiste en el reemplazo de todos los enfriadores de serpentines de hierro fundido por uno nuevo compacto de placas para atender las necesidades de la torre de secado, reemplazo de la torre de absorción y refrigeración del ácido sulfúrico producido. Esto permitirá liberar espacio para la construcción de una nueva torre de secado con su respectivo tanque de retención, sin afectar la operación de la planta y sin interrumpir la fijación actual de SO₂ como ácido sulfúrico.

Situación Actual

Se viene ejecutando la ingeniería de detalle, a cargo de la empresa Fleco Chemical Industries Inc (FCCI) de Canadá para el reemplazo de los siguientes equipos principales: Nueva torre de secado y tanque de retención para la bomba de la torre de secado, además del diseño de tuberías de ácido y ductos de gases asociados con la instalación de

nuevos equipos mencionados. Se incluyen las especificaciones para la compra de los nuevos enfriadores de ácido.

De acuerdo a la lista de documentos comprometido en el contrato con FCII se tiene un avance del 70% en la entrega de planos y 90% en el envío de especificaciones técnicas y documentos para los requerimientos de propuestas.

Inversión Total Proyectada: US\$ 3 100 00

Cronograma de actividades: La ingeniería de detalle se completará en enero del 2005 y la implementación de la nueva planta en diciembre del 2008C.

NUEVA PLANTA DE ACIDO SULFURICO PARA TRATAR LOS GASES SULFUROSOS DE LA MÁQUINA DE SINTERIZACIÓN DE PLOMO.

Actualmente en la máquina de sinterización de la fundición de plomo se producen gases sulfurosos los mismos que son enviados al sistema de limpieza de polvos del Cottrell Central y posteriormente descargados por la chimenea principal como gases de SO₂.

En la máquina de sinterización, los gases de la zona de reacción, con alta concentración de SO₂, son mezclados con los gases de la zona de enfriamiento que contienen bajo porcentaje de SO₂ y la mezcla es enviada al Cottrell Central.

Objetivo

Tratar, en una nueva planta de ácido sulfúrico, los gases sulfurosos provenientes, de la zona de reacción de la máquina de sinterización, por su mayor concentración de SO_2 para la fijación de azufre como ácido sulfúrico.

Descripción

El proyecto comprende dos partes:

- Acondicionamiento de la máquina de sinterización para capturar sólo los gases con mayor concentración de SO_2 de la zona de reacción y enviarlos a la nueva planta de ácido sulfúrico.

- Construir una nueva planta, con una capacidad nominal de producción de 115 000 TM/año de ácido sulfúrico comercial, la misma que tendrá tres etapas:
 1. Limpieza de gases.- Los gases de mayor concentración de SO_2 captados en la máquina de sinterización de plomo son recibidos en la sección de limpieza de gases, donde se enfrían y humidifican, se remueven partículas para prevenir el arrastre y deterioro de equipos, que puedan afectar la calidad del ácido producido.
 2. Sección de contacto.- Recibe el gas tratado en la sección de limpieza, remueve la humedad del gas de proceso y convierte catalíticamente el SO_2 a SO_3 , este último es absorbido en ácido diluido para generar ácido sulfúrico concentrado al 98.5% de grado comercial.
 3. Almacenamiento y despacho. El ácido sulfúrico comercial producido se almacena en tanques especialmente acondicionados y mediante un sistema

de carguío se despacha en cisternas vía ferrocarril y por carretera hacia los puntos de transferencia y/o consumo.

Situación Actual

Se ha completado el estudio de factibilidad técnica para optimizar / modificar la máquina de sinterización y la determinación de flujos y concentraciones con la finalidad de capturar la porción de gases de mayor concentración de SO₂, que permita la producción de ácido sulfúrico.

Con el propósito de efectuar mediciones para definir la zona de producción de gases con mayores concentraciones de SO₂, se han fabricado dos cortinas móviles que se instalarán en la máquina de sinterización, junto con las juntas de expansión respectivas para evitar el ingreso de aire falso y consecuentemente la dilución indeseada de los gases.

El alcance del desarrollo de la ingeniería básica incluye el equipamiento para las siguientes secciones:

- 1º. Sección de limpieza de gases.
- 2º. Sección de ácido débil.
- 3º. Sección de contacto.
- 4º. Sección de ácido fuerte.

Se tiene un avance del 100%. en cuanto a planos y estimado de costos de inversión.

Inversión total proyectada: US\$ 31 20 millones.

Cronograma de actividades: La ingeniería básica se completará en diciembre del 2 005 y la implementación de la nueva planta de ácido sulfúrico en diciembre del año 2 008.

NUEVA PLANTA DE ACIDO SULFURICO PARA TRATAR LOS GASES SULFUROSOS DE LA FUNDICION DE COBRE

En la fundición actual de cobre se tienen tres puntos importantes de emisión de gases sulfurosos: El proceso de tostación parcial de concentrados, la fusión de calcina en el reverbero oxy-fuel y los convertidores Peirce Smith (PS). Todos los gases en su conjunto son enviados a los sistemas de recuperación de polvos (Cottrell de Arsénico y Cottrell Central) para luego ser enviados a la chimenea y descargados al ambiente como gases de SO₂.

La mezcla de gases provenientes del reverbero y convertidores es muy diluida en SO₂, de modo que no es técnicamente factible la producción de ácido sulfúrico a partir de ella, requiriéndose la implementación de cambios tecnológicos que permitan la generación de gases de concentración adecuada de SO₂ que hagan factible su fijación como ácido sulfúrico.

Objetivo

Tratar, en una nueva planta de ácido sulfúrico, los gases sulfurosos provenientes de la fusión de concentrados y de la etapa de conversión para fijar el SO₂ como ácido sulfúrico.

Descripción

El proyecto consta de dos etapas:

- Cambio tecnológico para el procesamiento de concentrados de cobre, reemplazando el reverbero actual por un reactor de fusión en baño y modificación del proceso de conversión de cobre.
- Construir una nueva planta con una capacidad nominal de producción de 200 000 TM/año de ácido sulfúrico comercial, la misma que consta de las siguientes etapas:

1º. Limpieza de gases.- La mezcla de gases con alta concentración de SO_2 (entre 12% y 15%) provenientes del reactor de fusión en baño de concentrados sulfurosos y de los convertidores PS son recibidos en la sección de limpieza de gases, donde se enfrían y humidifican, se remueven partículas para prevenir el arrastre y deterioro de equipos, que puedan afectar la calidad del ácido producido.

2º. Sección de contacto.- Recibe el gas tratado en la sección de limpieza, remueve la humedad del gas de proceso y convierte catalíticamente el SO_2 a SO_3 . Este último es absorbido en ácido diluido para generar ácido sulfúrico concentrado al 98,5%, de grado comercial.

3º. Almacenamiento y despacho.- El ácido sulfúrico comercial producido se almacena en tanques especialmente acondicionados y mediante un sistema de carguío se despacha en cisternas vía ferrocarril y por carretera hacia los puntos de transferencia y/o consumo.

Situación actual

Se ha completado la ingeniería de perfil para la modernización del circuito de cobre considerando el

cambio tecnológico de la unidad de fusión hacia un reactor de fusión en baño en reemplazo del actual horno reverbero oxy-fuel y se viene desarrollando la ingeniería de factibilidad integral de la fundición para la recuperación y control de especies de interés.

Se viene desarrollando la ingeniería conceptual y el estimado de costos de capital +/- 30%, a cargo de FCCI, para una nueva planta de ácido sulfúrico que procese los gases de las operaciones de fusión y conversión de la fundición de cobre. El alcance del desarrollo de la ingeniería conceptual incluye el equipamiento para las siguientes secciones:

- 1º. Sección de limpieza de gases.
- 2º. Sección de ácido débil.
- 3º. Sección de contacto.
- 4º. Sección de ácido fuerte.

Se tiene un avance del 20% en la entrega de: planos preliminares, especificaciones técnicas de todos los equipos nuevos, planos del arreglo general, criterios de diseño para la instalación de equipos principales, descripción del proceso y estimado de costos de capital.

Inversión total proyectada: US\$ 71 100 000.

Cronograma de actividades: La ingeniería conceptual se completo en enero del 2 006 y la implementación de la nueva planta de ácido sulfúrico en diciembre del año 2 010.

4. PROYECTOS PRIORITARIOS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

4.1 OBJETIVOS Y METAS AMBIENTALES

DRP ha priorizado el manejo de las emisiones de material particulado con contenido de plomo, por su mayor riesgo a la salud, frente al manejo del SO₂. El plan de manejo de emisiones de material particulado, además de la reducción significativa del plomo, permitirá la reducción de otros metales tales como el arsénico y cadmio.

Las inversiones consideradas en este segundo periodo se orientan a conseguir los siguientes objetivos ambientales específicos:

1. Control de emisiones fugitivas.
2. Control de emisiones por la chimenea.
3. Control de efluentes líquidos.
4. Control de emisiones de dióxido de azufre (SO₂) por la chimenea.

Las tres primeras metas planteadas para el año 2 007, tabla 3, se lograrán mediante las siguientes acciones:

- a) Encerramientos e implementación de sistemas de ventilación en los edificios de la planta de espumaje y piso de carga de los hornos de plomo.
- b) Repotenciación de los sistemas de ventilación A, B, C y D de la planta de sinterización.
- c) Manejo ambiental de los lechos de fusión de cobre y plomo.
- d) Nuevo sistema de ventilación del edificio de la planta de residuos anódicos.

- e) Instalación de filtros de bolsas (bag-house) para los hornos de fusión de plomo, horno reverbero de espumas de plomo y en los condensadores de trióxido de arsénico.
- f) Acondicionamiento de las unidades 1, 2, y 3 de Cottrell Central para la limpieza de gases de la planta de sinterización.
- g) Pavimentación progresiva del área industrial y operación de dos carros barredores, uno para el área industrial y el otro para la ciudad.
- h) Puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas industriales y sistema de lavado de llantas.
- i) Puesta en operación de las tres plantas de tratamiento de aguas servidas.

Y las metas del cuarto objetivo se lograrán, secuencialmente, entre los años 2 007 y 2 010 mediante las siguientes acciones:

- j) Repotenciación de la actual planta de ácido sulfúrico del circuito de zinc a inicios del año 2 007.
- k) Operación de la nueva planta de ácido sulfúrico para la fundición de plomo a inicios del año 2009.
- l) Modernización de la fundición de cobre a completarse el año 2 010.
- m) Operación de la nueva planta de ácido sulfúrico para la fundición de cobre a inicios de año 2 011.

Tabla 4

OBJETIVOS ESPECIFICOS Y METAS AMBIENTALES EMPRESARIALES 2007 -2011

Objetivo Específico	Unidad	Exigencia Legal MEM	Línea Base	Meta 2007	Meta a 2009	Meta Después del 2010
Control de las emisiones atmosféricas por la chimenea	Pb = mg/m ² As = mg/m ³ Cd = mg/m ² Polvo = mg/m ³	R.M. 316.96 FM/V.M.M. Medido en cualquier momento. Pb = 20 As = 25 regulado Cd = no regulado Polvo = 100	Pb = 01 AR = 1R Cd= 1.0 Polvo = 06	Pb=22.5 AR = 1R Cd = 0.5 Polvo = 70	Pb=10 AR = 80 Cd = 0.0 Polvo = 50	Pb=10 AR = 6 Cd = 0.5 Polvo = 20
Control de emisiones de Dióxido de Azufre (SO ₂)	t/día	R.M. 315.96 FM/VMM Anexo 1 106	007	000	000	000
Control de Emisiones fugitivas en suspensión de polvo	Emisión	No regulado	No aplica	---	---	---
Control de los Efluentes Líquidos	pH TSE = mg/l Pb = mg/l Cu = mg/l Zn = mg/l Ps = mg/l Au = mg/l Cd = no regulado	R.M. 011-96- EM/VMM Anexo 1 Valor Prom. Anual pH >6 y <3 Pb =0.2 Cu = 11.3 Fe = 1.11 As = 0.0 Cd = no regulado	TGG = 199 Pb = 3.1 Cu = 1.11 Zn = 115 Fe = 2.11 As = 1.0 Cd 11h DDO=100	pH = a0 y a9 TSS = 25 Pb = 117 Cu = 0.3 Zn = 1.11 Fe = 1.0 As = 11h DD0 = 10	pH = a0 y a9 TSS = 25 Pb = 0.2 Cu = 0.3 Zn = 1.11 Fe = 1.0 As = 11h	pH = a0 y a9 TSS = 25 Pb = 0.2 Cu = 0.3 Zn = 1.11 Fe = 1.0 As = 0.8

Respecto a las emisiones gaseosas del complejo metalúrgico, a continuación se describen los efectos que se obtendrán luego de completada la ejecución de las acciones correspondientes arriba mencionadas.

4.2 REDUCCION DE MATERIAL PARTICULADO POR EMISIONES FUGITIVAS

4.2.1 Reducción del Plomo por emisiones fugitivas

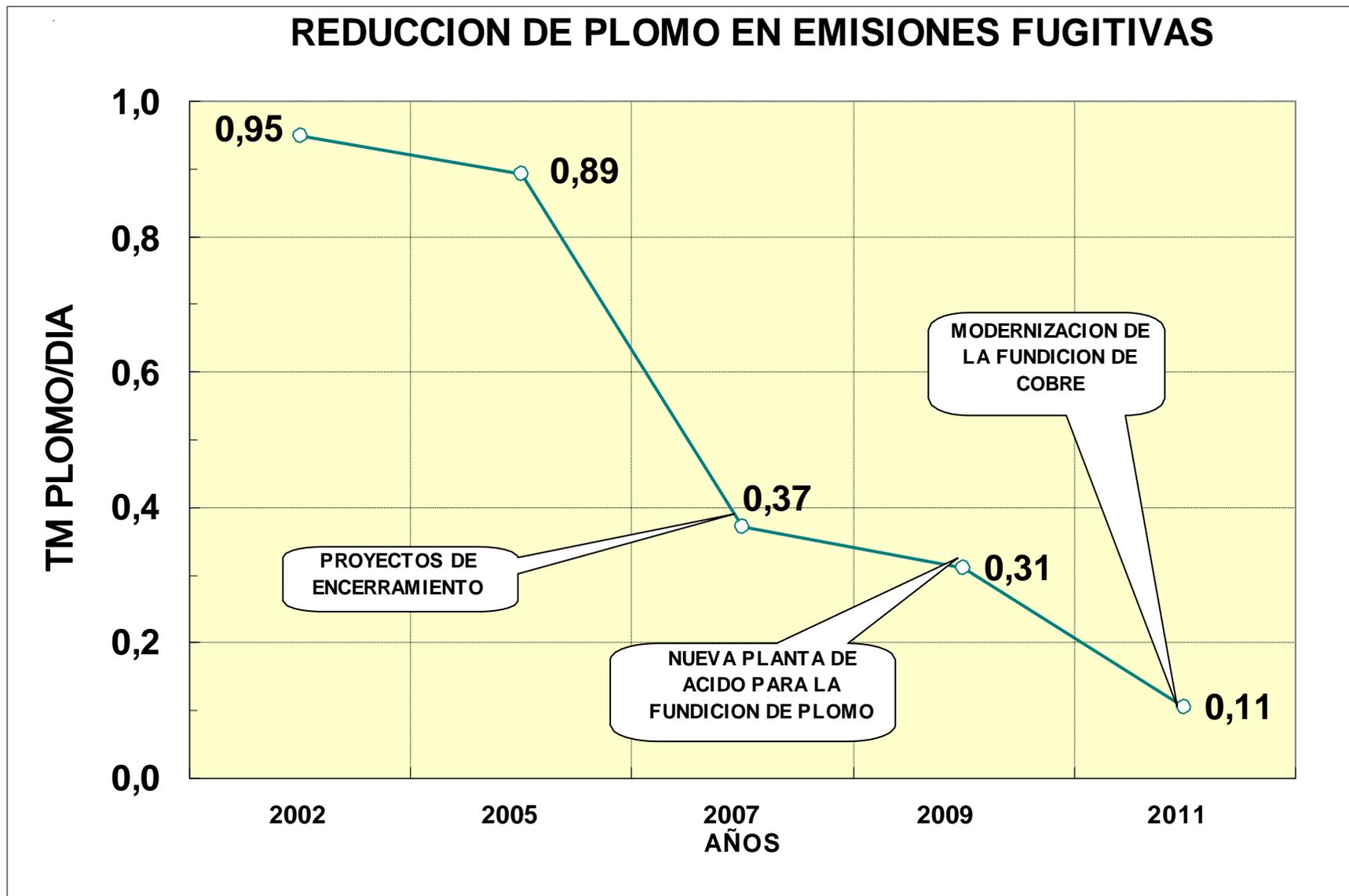
De acuerdo con los estudios realizados por McVehil – Monnet en su modelo de dispersión de la calidad del aire para el riesgo a la salud humana, el nivel de emisiones fugitivas estimado de las mediciones efectuadas y la aplicación del modelo de dispersión tomando en cuenta los proyectos o acciones de mitigación mencionadas anteriormente, permite a la predicción de las reducciones futuras de emisiones sobre todo en lo que a plomo se refiere.

En relación a la disminución de plomo en emisiones fugitivas, se proyecta una reducción significativa entre los años 2 005-2007 de 0,89 a 0,37 TM/día, como consecuencia de la implementación del proyecto de repotenciación de los sistemas de ventilación A, B, C y D de la planta de sinterización, del encerramiento de los edificios de los hornos de plomo y de la planta de espumaje. Para el año 2 009, esta emisión se reducirá a 0,31 TM/día, por efecto de la puesta en operación de la nueva planta de ácido sulfúrico de plomo. Finalmente, para el año 2 011 se tendrán niveles de 0,11 TM/día luego de la implementación del cambio tecnológico de la fundición de cobre. La reducción proyectada se aprecia en la tabla 4 y en el Gráfico 2.

Tabla 5
REDUCCION DE PLOMO POR EMISIONES FUGITIVAS

PLOMO, TM/DIA	2002	2005	2007	2009	2011
EMISIONES FUGITIVAS:					
Scrubber de la planta de sinterización	0 318	0 318	0 011	0 011	0 011
Sub total	0 318	0 318	0 011	0 011	0 011
Aberturas de los techos de los edificios					
Tostadores de cobre	0 164	0 164	0 164	0 164	0 042
Pasillo de convertidores de cobre	0 110	0 110	0 110	0 110	0 028
Hornos de plomo	0 164	0 110	0 002	0 002	0 002
Planta de espumaje	0 110	0 110	0 002	0 002	0 002
Sub total	0 548	0 493	0 278	0 278	0 074
Emisiones fugitivas de los edificios					
Planta de sinterización	0 082	0 082	0 082	0 021	0 021
Sub total	0 082	0 082	0 082	0 021	0 021
TOTAL EMISIONES FUGITIVAS	0 948	0 893	0 372	0 310	0 106

Gráfico 2
REDUCCION DE PLOMO POR EMISIONES FUGITIVAS



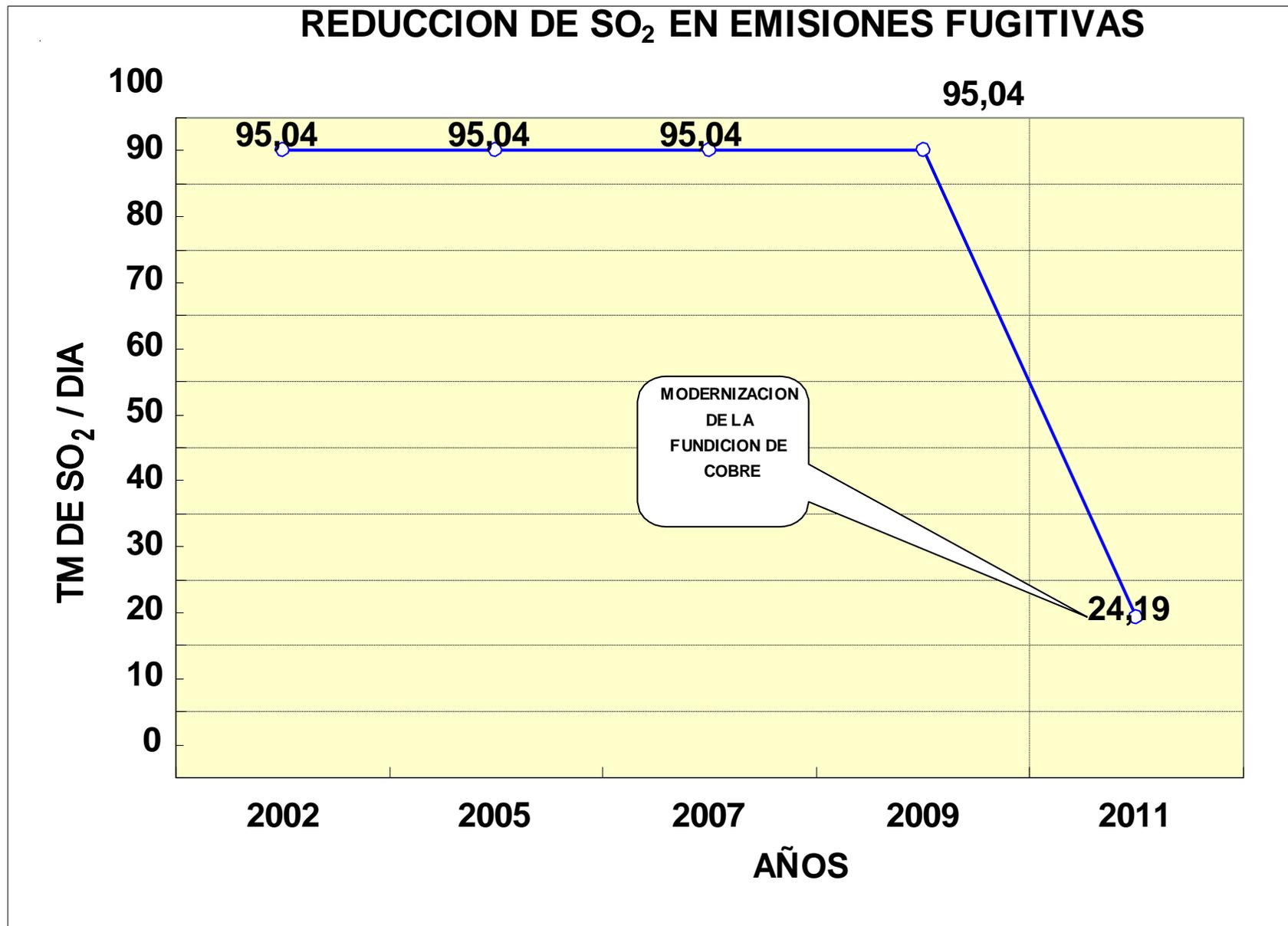
4.2.2 Reducción de Dióxido de Azufre por emisiones fugitivas

La emisiones de dióxido de azufre por emisiones fugitivas estimada en 95,04 TM/día se mantendrá en el mismo nivel hasta el año 2010, ya que se debe principalmente a las emisiones de las plantas de tostación, fusión y conversión de la fundición de cobre. Con la implementación del proyecto de modernización se reducirá hasta 24,19 TM/día. La reducción indicada puede apreciarse en la tabla 5 y en el Gráfico 3

Tabla 6
REDUCCION DE DIOXIDO DE AZUFRE POR EMISIONES FUGITIVAS

SO₂ TM/DIA	2002	2005	2007	2009	2011
EMISIONES FUGITIVAS:					
Aberturas de los techos de los edificios					
Tostadores de cobre	34 560	34 560	34 560	34 560	8 813
Pasillo de convertidores de cobre	43 200	43 200	43 200	43 200	11 016
Horno reverbero	8 640	8 640	8 640	8 640	2 160
Sub total	86 400	86 400	86 400	86 400	21 989
Emisiones fugitivas de los edificios					
Tostadores de cobre	3 110	3 110	3 110	3 110	0 793
Pasillo de convertidores de cobre	4 666	4 666	4 666	4 666	1 190
Horno reverbero	0 864	0 864	0 864	0 864	0 220
Sub total	8 640	8 640	8 640	8 640	2 203
TOTAL EMISIONES FUGITIVAS					

Gráfico 3
REDUCCION DE DIOXIDO DE AZUFRE POR EMISIONES FUGITIVAS



4.3 REDUCCION DE EMISION DE POLVO Y DE DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) POR CHIMENEA

Actualmente los gases de proceso, conteniendo material particulado, se envían al sistema de captura de polvos mediante precipitadores electrostáticos del Cottrell Central y del Cottrell Arsénico. En que el promedio anual de flujos actual de carga de polvo, correspondiente a 8 corrientes de los circuitos de cobre, plomo, zinc y planta de residuos anódicos, hacia las 21 unidades del Cottrell Central, es de 119,88 TM/día, los que luego de la recuperación de 115,35 TM/día (96,22%) representa una descarga por la chimenea de 4,53 TM/día (3,78%).

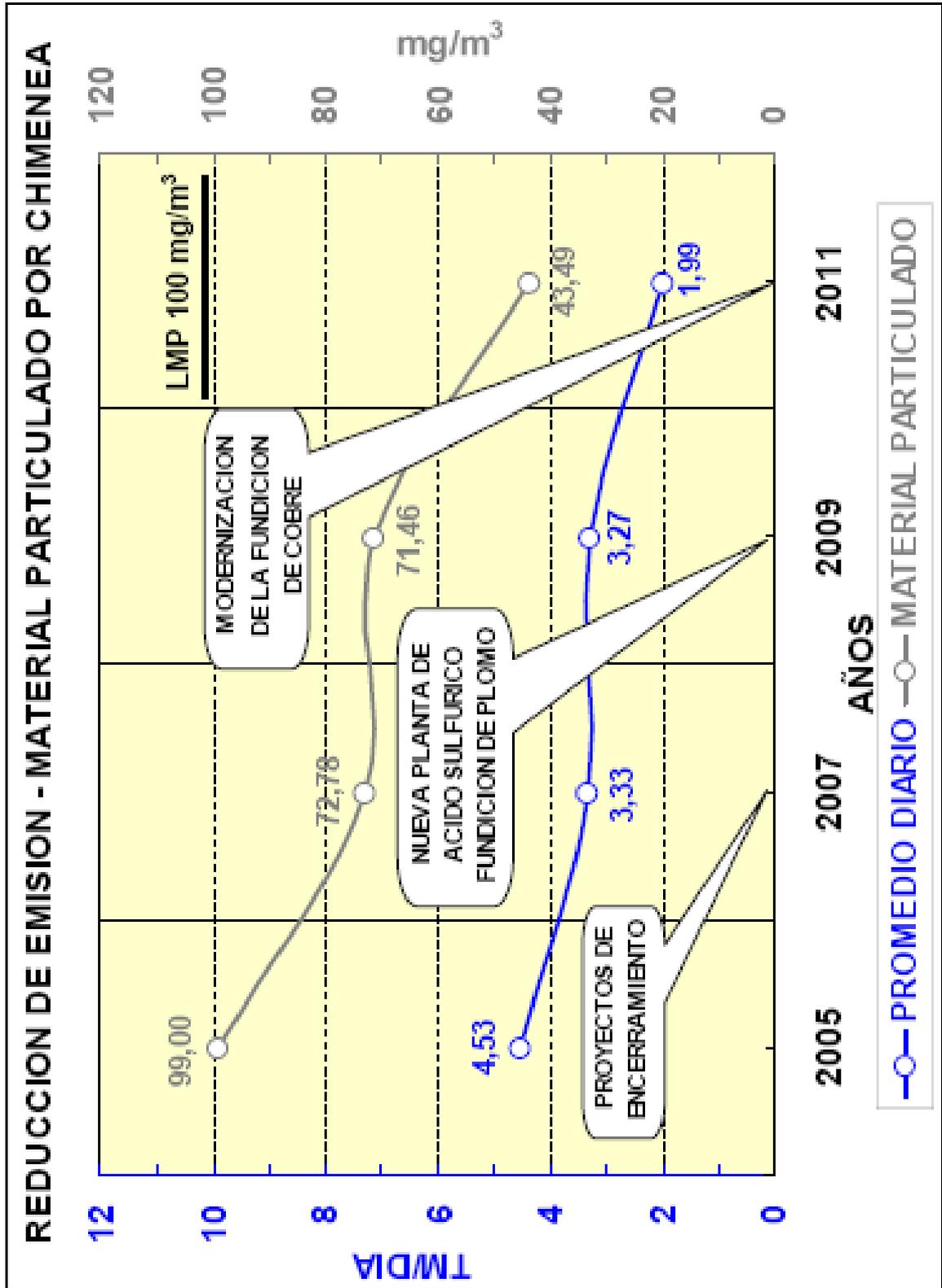
Para el año 2007, luego de la implementación de cuatro sistemas de filtros de bolsas (bag-house) en los siguientes puntos: Planta de arsénico, planta de residuos anódicos, hornos de plomo y hornos de espumaje, y luego de la repotenciación de la planta de ácido sulfúrico actual, el material particulado emitido por chimenea se reduce a 3,33 TM/día.

En el año 2009, luego de la implementación de la nueva planta de ácido sulfúrico de plomo, la emisión de material particulado por la chimenea se reducirá a 3,27 TM/día.

Finalmente, en el año 2011, luego de la instalación de la nueva planta de ácido sulfúrico de cobre, la emisión de material particulado por la chimenea será de sólo 1,99 TM/día que corresponde a 43,49 mg/m³, nivel muy por debajo de los 100 mg/Nm³ establecido como límite máximo permisible para emisiones de material particulado.

Las reducciones proyectadas se aprecian en el Gráfico 4.

GRAFICO 4



La reducción de la emisión de material particulado por chimenea, repercutirá directamente en la disminución emisión de metales como el plomo, arsénico y cadmio. La reducción progresiva de estos metales, como consecuencia de la implementación de los proyectos, anteriormente descrito se indica a continuación.

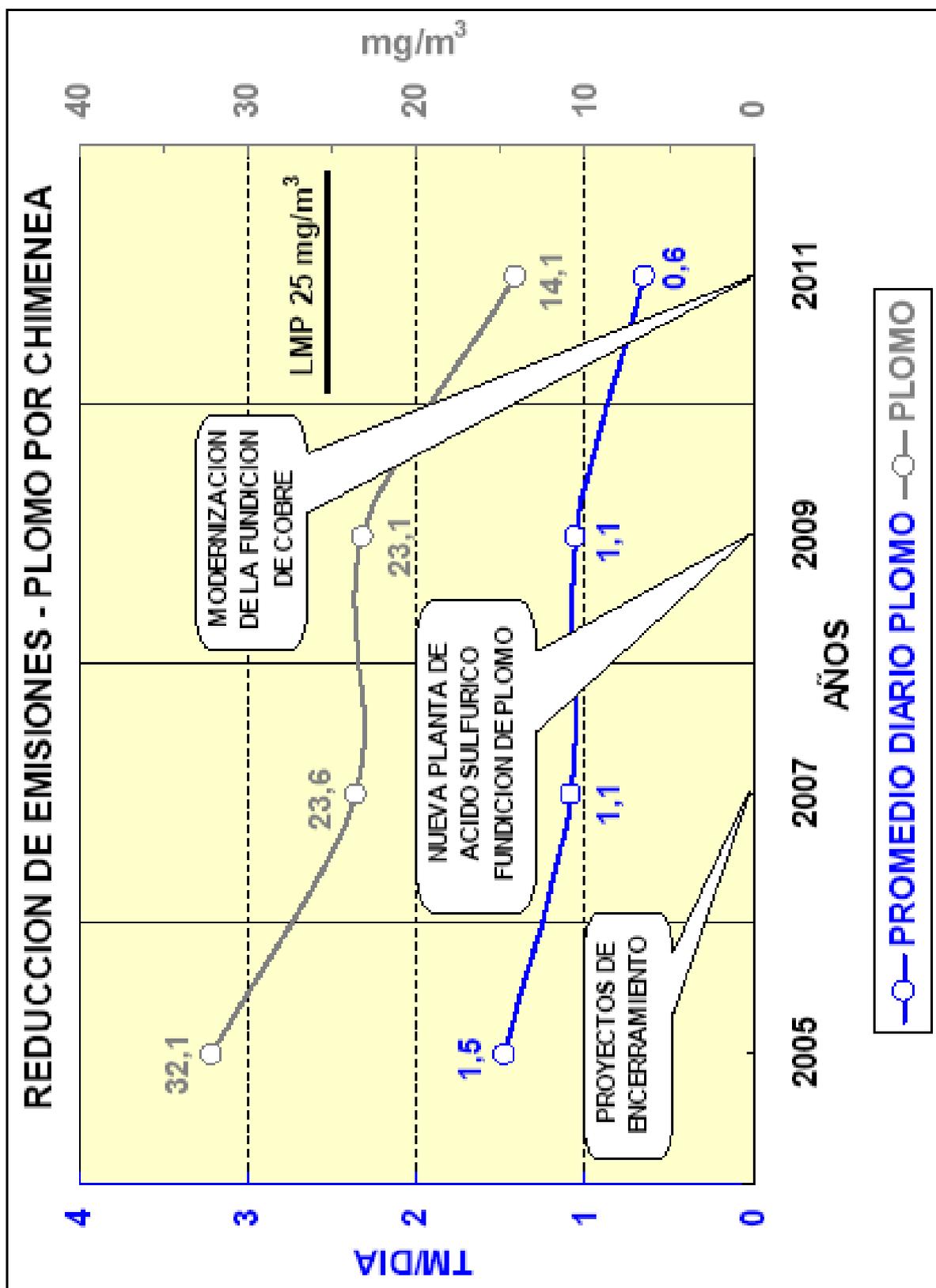
Para la emisión de plomo, en el Gráfico 5, se aprecia una reducción de 32,1 mg/Nm³ del año 2005 a 23,6 mg/Nm³ para el año 2007, a 23,1 mg/Nm³ para el año 2009 y finalmente a 14,1 mg/Nm³ para el año 2011. Comparativamente se tendrá un nivel menor al límite máximo permisible que es de 25 mg/Nm³ para el año 2007.

La emisión actual de SO₂ de 810,70 TM/día se reducirá a 789,68 TM/día en el año 2007, con la repotenciación de la planta de ácido sulfúrico actual. La puesta en operación de la nueva planta de ácido sulfúrico de plomo permitirá alcanzar los 587,01 TM/día de emisión de SO₂ para el año 2009 y con el cambio tecnológico de cobre, en el año 2010, se tendrá una emisión de 513,83

TM/día de SO₂ y para el año 2011 con la puesta en operación de la nueva planta de ácido sulfúrico de cobre, se alcanzará el nivel de emisión permisible de 175 TM/día de SO₂. La reducción proyectada se aprecia en el Gráfico 8.

Los diversos proyectos que conforman el PAMA del complejo metalúrgico de La Oroya, permitirán alcanzar las metas ambientales esperadas por la empresa, por la población de La Oroya y las comunidades que se encuentran en el área de influencia del complejo metalúrgico.

Grafico 5



La reducción de la emisión de material particulado por chimenea, repercutirá directamente en la disminución emisión de metales como el plomo, arsénico y cadmio. La reducción progresiva de estos metales, como consecuencia de la implementación de los proyectos, anteriormente descrito se indica a continuación.

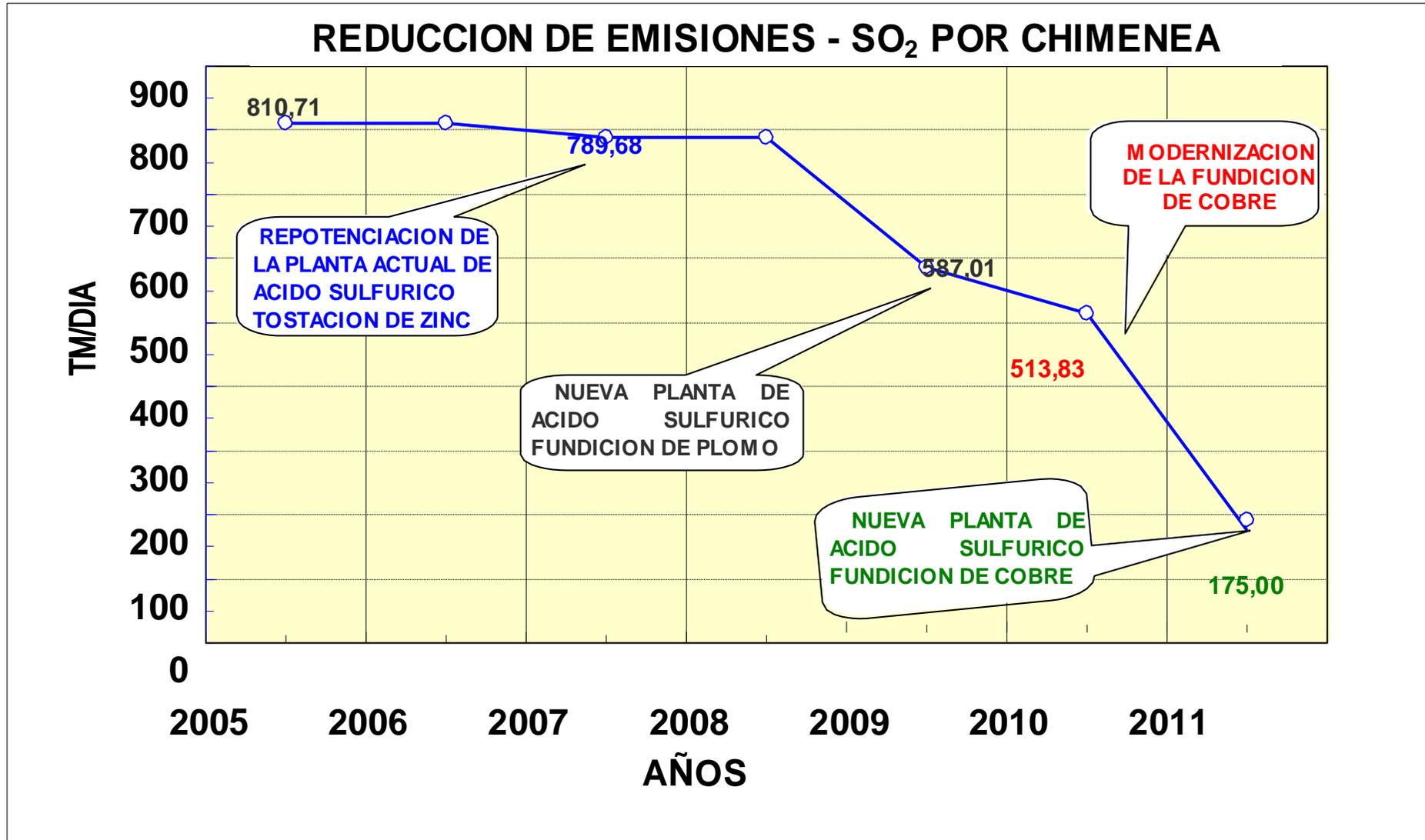
Para la emisión de plomo, en el Gráfico 5, se aprecia una reducción de 32,1 mg/Nm³ del año 2005 a 23,6 mg/Nm³ para el año 2007, a 23,1 mg/Nm³ para el año 2009 y finalmente a 14,1 mg/Nm³ para el año 2011. Comparativamente se tendrá un nivel menor al límite máximo permisible que es de 25 mg/Nm³ para el año 2007.

La emisión actual de SO₂ de 810,70 TM/día se reducirá a 789,68 TM/día en el año 2007, con la repotenciación de la planta de ácido sulfúrico actual. La puesta en operación de la nueva planta de ácido sulfúrico de plomo permitirá alcanzar los 587,01 TM/día de emisión de SO₂ para el año 2009 y con el cambio tecnológico de cobre, en el año 2010, se tendrá una emisión de 513,83

TM/día de SO₂ y para el año 2011 con la puesta en operación de la nueva planta de ácido sulfúrico de cobre, se alcanzará el nivel de emisión permisible de 175 TM/día de SO₂. La reducción proyectada se aprecia en el Gráfico 8.

Los diversos proyectos que conforman el PAMA del complejo metalúrgico de La Oroya, permitirán alcanzar las metas ambientales esperadas por la empresa, por la población de La Oroya y las comunidades que se encuentran en el área de influencia del complejo metalúrgico.

Gráfico 6



CONCLUSIONES

En general los estudios e investigaciones realizadas acerca de los efectos del plomo en la salud de las personas llegan a dos conclusiones de consenso general: Primero el plomo no cumple ninguna función dentro al organismo humano y puede causar efectos tóxicos en la salud de la persona que haya tenido suficiente exposición y absorción del mismo y segundo que los niños son más sensibles que los adultos a los efectos nocivos del plomo por lo cual se debe tomar mayor atención y precaución con ellos. Siendo la ingesta oral el principal medio de ingreso de Pb en los niños, a través del contacto con el suelo, además carencia o deficiencias en los servicios locales básicos contribuyen a esta situación.

Además, con mucha preocupación debo de señalar que en el Perú no se cuentan con lineamientos o normas que fijen los niveles de Pb aceptables en la población. Se requieren de estudios para la determinación de los mismos.

El último estudio realizado en la población de la Oroya (2000-2001), demuestra que los niveles de plomo en sangre de los niños están por encima de los recomendados en los lineamientos de la organización mundial de la salud y el centro para el control de enfermedades de Estados Unidos (10 ug/100ml). Sin embargo no se observaron signos ni síntomas atribuibles al efecto nocivo del plomo ni deterioro del rendimiento escolar.

Recientemente en Enero del presente año, el consorcio de ONGs realizó un nuevo diagnóstico que confirma que los niveles de concentración de plomo en sangre son mucho más altos. Los datos encontrados muestran que el 90% de los valores de Pb encontrados en madres gestantes se concentran en un rango de 20 a 44 mg/dl, lo que indica una alta exposición con consecuencias graves para la madre

y el niño en gestación. En el caso de los niños se obtuvo una media de 31.82 mg/dl de plomo en sangre, valores muy por encima si se toma en cuenta los niveles máximos establecidos por el COC y la propia Organización Mundial de la Salud.

En La Oroya hay un grave problema de salud pública y se deben de recoger y tomar en cuenta la opinión de la población de la Oroya, de las organizaciones no gubernamentales del país y de los especialistas.

La situación en la Oroya amerita un esfuerzo de todos los actores y exige que el estado peruano genere condiciones adecuadas para que sean abordados los pobladores de fondo y se proteja la salud de los pobladores de esta localidad. Si no se hace este esfuerzo, la problemática de contaminación en La Oroya será pasado, presente y continuará siendo un problema en el futuro.

Dentro de los proyectos PAMA asumidos por DRP entre los concluidos y los que aún faltan completar, todos buscan disminuir la contaminación ambiental que en su proceso se genera; priorizando el manejo de emisiones de material particulado con contenido de plomo, por su mayor riesgo a la salud, frente al manejo del SO₂.

Es necesario efectuar cambios en las operaciones y procesos del complejo metalúrgico; con la finalidad de obtener gases con concentraciones adecuadas de dióxido de azufre en el rango de 6% a 10% sin los que no sería viable la producción de ácido sulfúrico. Estos se refieren a cambios en la operación y manejo de gases, en la máquina de sinterización de la fundición de plomo y, cambios en los procesos de fusión y conversión de la función de Cu.

Los cambios a realizar significan modificación y en la máquina de sinterización del circuito de plomo para separar y captar los gases con mayores concentraciones en SO₂ y un cambio tecnológico en el circuito de cobre, que permite la generación de gases con adecuada

concentración de SO₂ que pueden ser tratados en las nuevas plantas de ácido sulfúrico.

El plan de manejo de emisiones de material particulado, además de la reducción significativa del plomo, permitirá la reducción de otros metales tales como el arsénico y el cadmio.

El efecto sobre la salud del SO₂ tiene un carácter transitorio mientras que el efecto del plomo, desde cualquiera de sus fuentes, tiene un carácter crónico por el largo período de exposición.

Para disminuir el efecto del SO₂ sobre la población se viene mitigando con la política de reducción o suspensión de ciertas operaciones ante el pronóstico de fenómenos de inversión térmica.

A N E X O S

6.1 Información y Publicaciones relacionadas a los estudios de efectos del plomo en la salud humana.

Los estudios de investigación relacionados a los efectos del plomo en la salud humana son publicados en revistas, científicas, médicas o en ediciones especializadas en diferentes países del mundo. Sin embargo, el público en general de los países en los que se realizaron los trabajos mencionados, aún está confundido sobre los verdaderos riesgos de salud relacionados al plomo, debido a que la información difundida por las agencias de gobierno o grupo de activistas, medios de comunicación (prensa en general) entre otros, muchas veces es parcial, diseminada o enfocada desde diferentes puntos de vista, que incluyen opiniones contrarias o distorsionadas. Estos conceptos están manifestados en la publicación “Lead and Human Health” (1997) de la American Council on Science and Health de Estados Unidos, en la cual se hace una revisión de muchos estudios respecto a los efectos del plomo en la salud humana, para clarificar al lector sobre la toxicidad y peligrosidad del plomo, encontrando que si ocurre una exposición y absorción suficiente, el plomo puede causar una serie toxicidad en el hombre.

En nuestro país, los estudios de efectos del impacto del plomo en la salud humana en general, han sido dirigidos a ciertos sectores de la población o actividades específicas, habiendo sido realizados en forma aislada y por diferentes instituciones o médicos independientes y cuyas publicaciones han sido de difusión limitada.

En La Oroya, se han realizado algunos estudios, entre ellos el “Estudio de plomo en sangre en una población seleccionada de La Oroya”, realizado en Noviembre de 1999 por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA), el cual incluyó una población de 346 niños

estudiantes entre 3 y 10 años y “Evaluación de niveles de plomo y factores de exposición en gestantes y niños menores de 3 años en la ciudad de La Oroya”, elaborado en diciembre de 1999 por el Consorcio Unión para el Desarrollo Sustentable (UNES).

Además, debido a la situación de pobreza y bajos niveles salud de los niños en nuestro país, que sufren desnutrición, enfermedades, infecto contagiosas (meningitis tuberculosa), deficientes atenciones de partos domiciliarios, etc, dolencias y deficiencias que pueden causar en los niños daños en el sistema nervioso, con síntomas y signos similares a los atribuibles al plomo, que dificultarían su diferenciación por lo tanto es necesario que alguna institución del estado, que podría ser DIGESA, promueva la ejecución de estudios epidemiológicos integrales sobre los efectos del plomo en los niños, centralice la información existente de los estudios realizados para elaborar un diagnóstico de la realidad de la población de nuestro país frente a la exposición al plomo.

6.2 Vías de Ingreso y Metabolismo del Plomo en el Organismo Humano.

En los adultos, la principal vía de absorción del plomo es la respiratoria, mientras que en los niños es la vía oral, que ocurre mediante la ingesta de alimentos contaminados (sin lavar o mal lavados), las manos sucias con tierra, los malos hábitos de los más pequeños que se llevan los dedos de la mano o juguetes sucios a la boca después de jugar en el suelo. Los malos hábitos de higiene favorecen la ingesta de plomo.

La mayor o menor cantidad de plomo absorbida que pasa a la sangre, depende de muchas variables tale como: la cantidad o concentración de plomo ingerido o inhalado, la forma física (polvo fino, gas) o química del plomo (óxidos, sales) y de factores dietéticos.

Los adultos en general absorben del 5 al 10% del plomo que ingieren, pero sólo retienen el 5%, el resto es eliminado en cierto tiempo. Los niños pueden absorber hasta el 40% del plomo que ingieren, esto es entre 4 y 8 veces más que el adulto y retienen el 30% o sea 6 veces más que el adulto.

Hay estudios que demuestran que la absorción de este elemento se incrementa significativamente durante períodos de ayuno, pero dicha absorción disminuye cuando la alimentación es balanceada con calcio, fósforo y hierro. En otras palabras, en un niño desnutrido la absorción de plomo será mayor, mientras que en un niño bien nutrido la absorción será mínima.

El plomo absorbido por el tubo digestivo pasa al hígado y es eliminado con la bilis hacia el duodeno, donde en parte se reabsorbe y lo restante se descarta con las heces. La eliminación por esta vía es un mínimo del total, ya que la principal vía de eliminación de plomo es la urinaria.

En el medio ambiente industrial u ocupacional, la principal vía de absorción del plomo en los adultos es la respiratoria 90% a través de la inhalación de polvos, humos, nieblas, gases y otras formas físicas susceptibles de ser inhaladas, las cuales entran rápidamente en contacto con el epitelio pulmonar pasando al flujo sanguíneo. El plomo tetraetilo que contiene la gasolina también se absorbe a través de la piel, pero en menor cantidad.

Durante el embarazo, el plomo es transferido de la madre, al feto a través de la placenta. No existe aparentemente una protección o barrera contra el plomo, el recién nacido puede tener una concentración de aproximadamente el 85 al 90% del plomo en la sangre de la madre.

Absorbido el plomo, se combina con el fosfato plasmático, formando compuestos coloidales en forma de fosfato plumboso, el cual es muy soluble, constituyendo el plomo circulante el que produce las manifestaciones tóxicas.

El metabolismo del plomo es similar al del calcio, de tal forma que es convertido por vía enzimática de fosfato plumboso a fosfato plúmbico, el cual es 100 veces menos soluble permitiendo de esta manera que se deposite en los pulmones, riñones, cerebro e hígado, pero fundamentalmente en la cortical de los huesos largos.

El 95% del plomo en el organismo se deposita en los huesos donde es relativamente inactivo. Un cambio del pH de la sangre hacia la acidez (normalmente la sangre tiene pH de 7.4) o una movilización del calcio óseo hacia la sangre, también puede desplazar al plomo para convertirlo en sal soluble y por tanto tóxico.

Del 5 al 10% del plomo restante se encuentra en la sangre, principalmente en los glóbulos rojos. La vida media del plomo en los glóbulos rojos es de 35 días, mientras que en los huesos es de 10 años. Si la absorción ha sido rápida por una intoxicación aguda, el plomo puede depositarse en el hígado, pulmón y cerebro.

6.3 Efectos Biológicos del Plomo en Niños

Los estudios e investigaciones realizadas, han determinado que el plomo puede tener efectos tóxicos en la salud humana si se ha producido una suficiente exposición y absorción del mismo, especialmente en los niños, por la mayor sensibilidad de ellos a los efectos neuropáticos del plomo en comparación con los adultos. Por esta razón, la mayoría de los estudios que se han realizado en el mundo están dirigidos a la población infantil.

En las últimas dos décadas, algunos estudios prospectivos y de corte transversal han establecido cierta relación entre la exposición al plomo y ciertas deficiencias en el desarrollo y crecimiento de los niños. Los investigadores demostraron en los casos estudiados, que a ciertos niveles de plomo se producen efectos en distinta magnitud, elaborando una escala de posibles efectos (ver anexo 1). Algunos síntomas y signos de estos efectos se manifiestan como: irritabilidad, disminución en la concentración hiperactividad, dolor de cabeza, disminución de memoria y en el extremo de la intoxicación produce encefalopatía (daño cerebral). Sin embargo, la experiencia señala que no necesariamente se presentan los efectos indicados en ella para todos los casos, de acuerdo a los niveles de plomo.

Además de los efectos neurotóxicos producidos por el plomo, pueden aparecer otras manifestaciones en otros órganos o sistemas. Por ejemplo, altos niveles de plomo en la sangre (80 ug/100 ml) podrían causar anemia, según lo refieren estudios realizados en lugares de baja altitud geográfica.

En 1994, en Inglaterra se realizó un estudio para cuantificar la magnitud de la relación entre la escala de coeficiente intelectual en niños de 5 años de edad o más con su nivel de plomo en la sangre. Los autores de este trabajo realizaron una revisión sistemática de 26 estudios epidemiológicos desde 1979. En estos encontraron evidencia de un pequeño déficit en la escala de IQ en los niños que tenían niveles de plomo altos. Sin embargo, los autores que hicieron la revisión puntualizaron que permanece incierto el real impacto del plomo en el desarrollo neuropsicológico de los niños, debido a las limitaciones inherentes a la observación epidemiológica. Es decir, que la asociación observada entre estas dos mediciones no demuestra que una sea la causa de la otra. Además, el coeficiente de inteligencia (IQ) está influenciado por otros

factores como el coeficiente de inteligencia del padre y de la madre, la educación recibida el estado socio-económico, las enfermedades que hayan sufrido, el estado de nutrición la integración familiar y las circunstancias del nacimiento. Estos factores muchas veces no han sido considerados en algunos de los estudios realizados para determinar la relación entre el IQ y el nivel de plomo en sangre de los niños.

En la Oroya si bien su población tiene una historia de exposición al plomo de más de 78 años de operaciones del Complejo Metalúrgico, emisiones del parque automotor y otras fuentes de exposición, los establecimientos regionales de salud no cuentan con registros de atenciones por sintomatología de daños atribuibles al plomo en niños.

En cuanto a las evaluaciones semestrales realizadas a los 1,300 trabajadores expuestos ocupacionalmente en el Complejo Metalúrgico desde hace más de 50 años, sólo se han determinado trabajadores asociados a hiperplumbinemia (niveles de plomo mayor que 60 $\mu\text{g}/100\text{ml}$) en gran mayoría asintomáticos; sin embargo, algunos presentaron cierta sintomatología, por lo que recibieron tratamiento especializado bajo los protocolos de Higiene Industrial.

6.4 Gasolina sin Plomo

No existen en el mundo dos refinerías que produzcan gasolinas exactamente iguales, sin embargo, éstas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Gasolina con plomo.
- Gasolina sin plomo con alto contenido de hidrocarburos aromáticos. Gasolina sin plomo con alto contenido de isoparafinas.
- Gasolinas con aditivos oxigenados (alcoholes y éteres): metanol, etanol; MTBE, ETBE.

Desde los años 20, se ha utilizado el plomo como aditivo para aumentar la calidad de combustión (antidetonante) de la gasolina, medida por su índice de octano, ya que el plomo ha sido la forma menos costosa, desde el punto de vista económico y energético para obtener calidad octanal en una refinería. En la actualidad, los autos requieren el uso de gasolinas con altos índices de octano por dos razones básicas; la primera es que si el índice de octano de la gasolina no es el adecuado para el índice de compresión del motor, ocurrirá lo que se conoce como golpeteo del motor debido al autoencendido de la gasolina, lo cual ocasiona pérdidas en el rendimiento y puede dañar el motor de forma catastrófica y la segunda, es que mientras más elevado sea el octanaje, mayores serán los índices de compresión permitidos en los motores con lo cual, aumentan el rendimiento y la economía de combustibles de los mismos.

La combustión del carburante, en un motor de combustión interna genera una serie de emisiones contaminantes, las cuales dependerán del tipo y calidad del combustible utilizado, de la relación aire/combustible, del sistema de suministro del combustible, del sistema y tiempo de encendido, de la energía del encendido, de la relación de compresión, de la temperatura de combustión, del régimen de carga y del tratamiento ulterior de los gases de escape. Sin embargo, un estricto programa de inspección y mantenimiento del motor, puede lograr disminuciones de las emisiones contaminantes hasta en un 40%, aún así, esta disminución no es suficiente en las grandes ciudades, caracterizadas por enormes flotas vehiculares, fue así, como surgió la idea del diseño de vehículos con control de emisiones, caracterizados por un dispositivo denominado convertidor catalítico, cuya función básica es la transformación de HC, CO y NOx en CO₂, vapor de agua, N₂ y O₂, sin embargo, este dispositivo no puede operar en presencia de plomo, por lo que surgió la necesidad de eliminar el plomo de las gasolinas.

PRINCIPALES EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES AUTOMOTRICES.

En un motor de combustión interna se generan una serie de contaminantes, independientemente de si la gasolina es adicionada o no con tetraetilo de plomo; éstos pueden ser agrupados como efectos a la salud humana y efectos al ambiente.

En cuanto a la salud, los diferentes contaminantes, ya sea solos o en combinación con otros, pueden producir efectos como enfermedades de la piel, irritación de ojos, nariz, garganta y vías respiratorias; a los hidrocarburos no quemados, como el benceno, según estudios hechos por el Instituto de Oncología en el Castelo Bentivoglio, Italia se les relaciona con el cáncer pulmonar y de otros órganos humanos o animales, tanto cuando es ingerido como inhalado, otros contaminantes como el CO, pueden ocasionar la muerte a las personas cuando son expuestas a concentraciones superiores de 750 PPM por algunos minutos.

COMBUSTIÓN DE GASOLINA SIN PLOMO SALUD Y AMBIENTE

El uso de las gasolinas sin plomo pueden lograr bajos niveles de emisiones tóxicas, siempre y cuando el motor esté diseñado para su consumo y tenga todos sus dispositivos de control de combustión y de emisiones en buen estado; sin embargo, si estas gasolinas sin plomo son utilizadas en motores convencionales sin convertidor catalítico, se generarán serias implicaciones para la salud, el medio ambiente y el motor, ya que éstos emitirán mayor cantidad de contaminantes a la atmósfera, que cuando usan gasolina con plomo, además de sufrir daños mecánicos, como lo son: la recesión de los asientos de válvulas y el incremento del requerimiento de octanol. Esto se debe a que en la formulación de gasolina sin plomo, para sustituir el efecto antidetonante de

éste (índice de octano), se utilizan proporciones mucho mayores de ciertos hidrocarburos aromáticos, isoparafinas y compuestos oxigenados, cuyo exceso deberá ser recirculado al motor y/o transformado en el convertidor catalítico, de manera tal que si el motor no posee estos dispositivos, dicho exceso saldrá a la atmósfera como hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno (este último, debido a las altas temperaturas de combustión de los aromáticos).

Existen diferentes formas de obtener gasolina sin plomo, cada una de ellas presenta características tóxicas y formas diferentes de obtención.

SUBSTANCIAS AROMÁTICAS: Investigaciones realizadas han indicado que el benceno es una peligrosa sustancia cancerígena y causa una variedad de desórdenes sanguíneos tales como la leucemia. En orden de peligrosidad le siguen el tolueno y el xileno: todas estas sustancias están presentes en las gasolinas sin plomo “aromáticas”, en composiciones que oscilan, en el caso de Europa, entre 29 y 55% por volumen, en donde el contenido de benceno puede ser hasta de 5%. Sin embargo, aún cuando la cantidad de benceno fuese muy baja, éste puede producirse también durante la combustión a través de procesos de demetilación de otras sustancias aromáticas tales como el tolueno y el xileno encontrados en mayor proporción.

En experimentos de carcinogenicidad en ratas, realizados por el Instituto de Oncología y Ciencias Ambientales de Bolonia, Italia; se demostró que la exposición a gasolinas con alto contenido aromático conduce a la formación de tumores generalmente malignos, especialmente tumores del útero.

ISOPARAFINAS: Investigaciones apoyadas por el American Petroleum Institute (API) demostraron que la exposición de

inhalación de 344 ratas Fischer machos a los vapores de gasolina con alto contenido de isoparafina produce tumores renales benignos y malignos; además, un aumento de los tumores del hígado en ratones femeninos expuestos a inhalación del mismo tipo de gasolina.

COMPUESTOS OXIGENADOS: Para mejorar la calidad octanal de la gasolina, sin plomo, se puede añadir también oxigenados, tales como alcoholes (metanol y etanol) y éteres (MTBE y ETBE). En el proceso de combustión, estas sustancias pueden producir formaldehído, el cual es un irritante y cancerígeno. Experimentos en ratas han demostrado que la exposición por inhalación de formaldehído, ocasiona el comienzo de carcinoma de las cavidades nasales.

En un estudio hecho por los fabricantes del MTBE "Task Force in the USA", se sometieron a prueba 344 ratas Fischer y ratones CD-1, machos y hembras, con varias dosis por inhalación, y los resultados indicaron que la exposición de inhalación de ratas y ratones a elevadas concentraciones de MTBE resulta en un aumento en la incidencia de tumores de los riñones en las ratas macho, y tumores del hígado en las ratas hembras.