

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y  
METALÚRGICA**



**MANEJO DE CONCENTRADOS EN UN DEPOSITO DE  
ACOPIO Y DISTRIBUCION**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO METALURGISTA**

**PRESENTADO POR :**

**VICTOR ELIAS LUCANO ASMAT**

**Lima – Peru**

**2009**

## **DEDICATORIA:**

*Hago llegar mi más sincero agradecimiento a mis padres por su gran esfuerzo brindado, al apoyo de mis hermanos que contribuyeron positivamente para llevar a cabo mi objetivo. También en nombre de mi familia mis hijos: Ayrton, Brandon y Johan.*

# SUMARIO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>DESCRIPCION EN LA LINEA DE CONCENTRADOS</b>	
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 CRONOLOGIA AL PROBLEMA	3
<b>CAPITULO II</b>	
<b>DESCRIPCION DE OPERACIÓN</b>	
2.1 ANTECEDENTES	5
2.2 CONCENTRADO CON CONTENIDO DE AGUA LIBRE	10
2.3 PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DEL CONCENTRADO	16
2.4 MUESTREO DEL CONCENTRADO	21
2.5 NORMA ISO 12743 PARA CONCENTRADOS DE SULFURO DE COBRE, PLOMO Y ZINC, PROCEDIMIENTO DE MUESTRA PARA LA DETERMINACION DEL METAL Y LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD	21
2.6 REDUCCIÓN CUARTEO Y DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS	24
2.7 DESTARE LAVADO Y SALIDA DE DEPÓSITO DE LA UNIDAD DE TRANSPORTE	25
2.8 REPORTE DE HUMEDADES Y NOTA DE ROMANEO ETAPA DE MANEJO Y PREPARACION DEL LOTE DE DESPACHO	26
2.9 INGRESO Y PESADO DE UNIDADES DE TRANSPORTE	26
2.10 MUESTREO DEL CONCENTRADO	29
2.11 DESCARGA EN INSTALACIONES PORTUARIAS	31
2.12 EMBARQUES	33
2.13 DESEMBARQUE	34
<b>CAPITULO III</b>	
<b>RECEPCION DE CONCENTRADOS VIA TRENES</b>	
3.1 INGRESO DE CONCENTRADOS VIA TRENES: VAGONES Y HOPPER AL PATIO DE FERROVIAS	36
3.2 PESADO Y DESPLAZAMIENTO AL AREA DE DESCARGA	38
3.3 MUESTREO Y DETARE DE UNIDADES	42

**CAPITULO IV**  
**DESPACHO DE CONCENTRADO DE MINERALES EN CONTENEDORES**

4.1	INTRODUCCION	44
4.2	MUESTREO Y REDUCCION A LA DESCARGA	46
4.3	SALIDA DE LOS CONTENEDORES CON EL CONCENTRADO DEL DEPÓSITO	48

**CAPITULO V**  
**DESPACHO DE CONCENTRADO MEDIANTE LOS BIG BAGS. (BOLSONES)**

5.1	GENERALIDADES	50
5.2	PROCEDIMIENTO DE LLENADO EN BIG BAGS. (BOLSONES)	51

**CAPITULO VI**  
**PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN LOS CONCENTRADOS.**

6.1	DESCRIPCION	55
6.2	ASPECTO PSICOLOGICO	64
6.3	SITUACION DESCRIPTIVA	65
6.4	NORMATIVIDAD	68
6.5	IMPACTO AMBIENTAL	68
6.6	CONSECUENCIAS	69
6.7	IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA	69
6.8	PRACTICAS LIMPIAS	70
	CONCLUSIONES	73
	BIBLIOGRAFIA	74

## RESUMEN

### MANEJO DE CONCENTRADOS EN UN DEPOSITO DE ACOPIO Y DISTRIBUCION

El desarrollo de las operaciones de recepción, manejo y preparación de lotes de despacho de concentrados de minerales de depósito a muelle ocasionan, por un mal manejo la contaminación que es percibida por las poblaciones aledañas, a los depósitos como también al medio ambiente.

Los concentrados de minerales son recibidos, pesados y almacenados en rumas por determinado número de días para luego ser despachados y transportados al muelle del Terminal Marítimo del Callao.

Debido a las regulaciones ambientales dadas en el año 1993 respecto a los programas de adecuación y manejo ambiental (PAMAs) no incluyeron a los depósitos de concentrados por lo que estos no procedieron a su elaboración.

Durante varios años, la falta de fiscalización y regulación ambiental de los depósitos de concentrados de minerales cerca al Terminal portuario del Callao generó con el tiempo un pasivo ambiental.

### PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACION POR PLOMO.

Uno de los problemas centrales que afectan a los ciudadanos que conforman la sociedad del Callao y que debe revertirse inmediatamente en razón de estar en riesgo la vida de la persona, particularmente los niños adolescentes, sea por que vive, estudia y/o labora en el ámbito territorial donde se ejerce jurisdicción, es el de la **Contaminación por Plomo**.

De acuerdo a la investigación realizada por el Ministerio de Salud a través de DIGESA a partir de los años 1999-8 en algunos distritos de Lima y Callao, evidenciaron que los escolares del Callao sobrepasaron hasta en cuatro y dos veces respectivamente, el límite permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud que es de 10 microgramo de plomo por decilitro de sangre (10ug/dl).

El presente trabajo se desarrolló en el Depósito de CORMIN CALLAO y Depósito Perú Bar.

## **INTRODUCCION**

Ante la importancia que merece el cuidado del medio ambiente como patrimonio de la humanidad, y que el Gobierno configura una necesaria voluntad y obligación de proteger el medio ambiente en el que confirma el derecho humano a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

La gestión ambiental en el área de los depósitos de distribución y comercialización de concentrados debe constituirse en un desarrollo constante de la Empresas, bajo la normatividad exigida por el Ministerio de Energía y Minas, por las Ordenanzas Municipales y del Gobierno Regional Local, para reducir y controlar los impactos negativos que se origina en el manejo de los concentrados.

Es importante señalar que el manejo de concentrados en centros de acopio y distribución ubicados en centros poblados presenta un serio desafío a las normatividades vigentes y su cumplimiento con resultados eficaces.

# **CAPITULO I**

## **ALCANCES DEL INFORME**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El presente informe resalta la importancia de la protección ambiental y brindar una herramienta práctica y eficaz para administrar bajo el concepto de prevención de la contaminación en la línea de concentrados de los minerales, así como la inhalación de polvo de plomo provenientes del depósito de concentrado de minerales que son inyectados a la atmósfera a través del aire, y que en estas condiciones el plomo esta suspendido en partículas muy finas, por lo que el plomo penetra fácilmente al organismo y puede causar intoxicación aguda masiva.

El almacenamiento al aire libre de material particulado de algunos concentrado de minerales, y el inadecuado transporte de este contribuye a esparcir en el aire al plomo y otros elementos contaminando el ambiente del lugar.

Los vientos cumplen una acción activa en el traslado de partículas de mineral en amplias áreas de influencia dependiendo la cantidad del tamaño de las partículas y la velocidad del viento, presentando valores cuantificables en el caso particular del plomo.

En cuanto el manejo y transporte de concentrados es importante señalar que el presente trabajo no constituye un conjunto de leyes o reglamento que los hacen obligatorios, sino que contiene informaciones y pautas que proporcionan una visión general de los procedimientos, tecnologías y practicas industriales de aplicación general para dicha operaciones.

Las regulaciones ambientales dadas en el DS 016-93-EM respectos a los programas de adecuación y manejo ambiental (PAMAs) no incluyeron a los depósitos de concentrados por lo que estos no procedieron a su elaboración.

Posteriormente, la Dirección de Asuntos Ambientales Mineros, solicito la elaboración de planes de manejo ambiental a cada depósito de concentrados con la finalidad de identificar las acciones de mitigación.

Más adelante, la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas solicito un estudio de Impacto Ambiental (EIA) que incluye a todos los depósitos de concentrados. Dichos depósitos se ubican en una misma área geográfica y el EIA establece compromisos ambientales generales a todos ellos y específicos según las características operacionales individuales.

Los concentrados de minerales ingresan al depósito en camiones y vía ferrocarril. Los concentrados son recibidos, pesados y almacenados en rumas por un determinado numero de días para luego, ser despachados y transportados al muelle del Terminal marítimo del callao donde son depositados en una loza y luego ser ingresados a los barcos mediante cargadores frontales y fajas transportadoras portátiles.

El depósito almacena concentrados de cobre, plomo, zinc, etc. El depósito es circundado por población aledaña además de escuelas,

mercados, terrenos de cultivo, y se realiza la venta de alimentos calientes, frutas, helados, refrescos que se expenden de manera ambulatoria.

## **1.2 CRONOLOGIA AL PROBLEMA**

### **En el Año 1998**

Se desarrolla el proyecto Eco – Callao con el aval de las empresas mineras privadas y Ferrovial. Se propone construir una faja hermética que transporta minerales de los depósitos al muelle.

### **En el Año 2002**

Las empresas Cormin y Perubar (que mantienen almacenes de concentrado de plomo en el Callao) presentaron una propuesta para construir la faja transportadora en el muelle 5 del puerto del Callao.

### **En el Año 2004**

Enapu anuncia la Licitación para la construcción de la faja en el Terminal del Callao en el muelle 5E en forma temporal con un máximo de diez años, hasta recuperar la inversión hecha.

### **En el Año 2006**

La autoridad Portuaria Nacional decide construir temporalmente la faja transportadora de minerales en el muelle 5E.

Desde entonces no hay acciones concretas de que empresa llevara a cabo el proyecto. Se ha realizado 18 estudios para determinar donde edificarla.

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

Los concentrados de minerales ingresan al depósito en camiones y vía ferrocarril. Los concentrados son recibidos, pesados y almacenados en rumas por un determinado numero de días para luego, ser despachados y transportados al muelle del Terminal marítimo del callao donde son depositados en una loza y luego ser ingresados a los barcos mediante cargadores frontales y fajas transportadoras portátiles.

El depósito almacena concentrados de cobre, plomo, zinc. El depósito es circundado por población aledaña además de escuelas, mercados, terrenos de cultivo, y se realiza la venta de alimentos calientes, frutas, helados, refrescos que se expenden de manera ambulatoria.

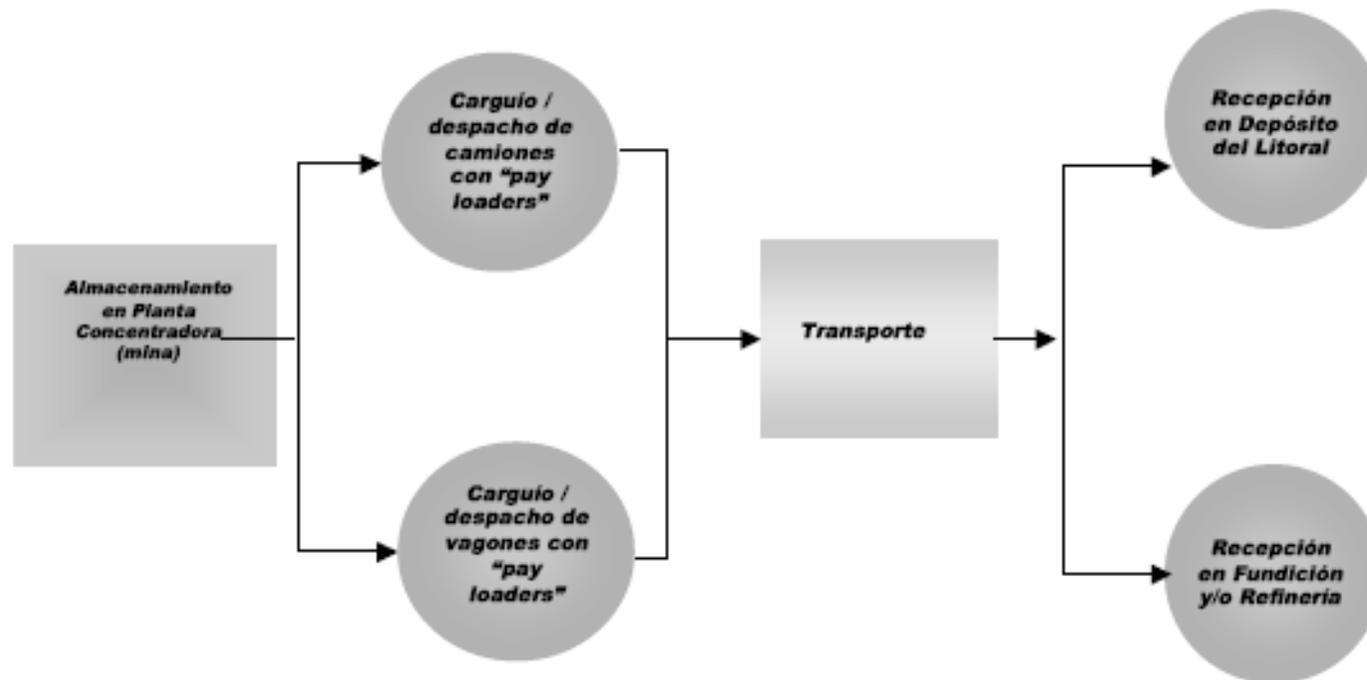
Las líneas de concentrados cubren las operaciones realizadas en las etapas siguientes:

- Almacenamiento en planta concentradora.

- Carguío y despacho de unidades de transporte.
- Transporte a depósito de callao.
- Recepción en fundición /refinería.
- Recepción y descarga de unidades de transporte en depósito.
- Manejo y preparación del lote de despacho.
- Transporte y descarga en instalaciones portuarias.
- Embarque.
- Desembarque. Ver Figuras de operaciones N° I, II y III.

# Figura I **Operaciones en Planta Concentradora**

## **Concentrados de Plomo y Minerales Polimetálicos**



## Figura II **Operaciones en Depósito de Litoral**

### **Concentrados de Plomo y Minerales Polimetálicos**

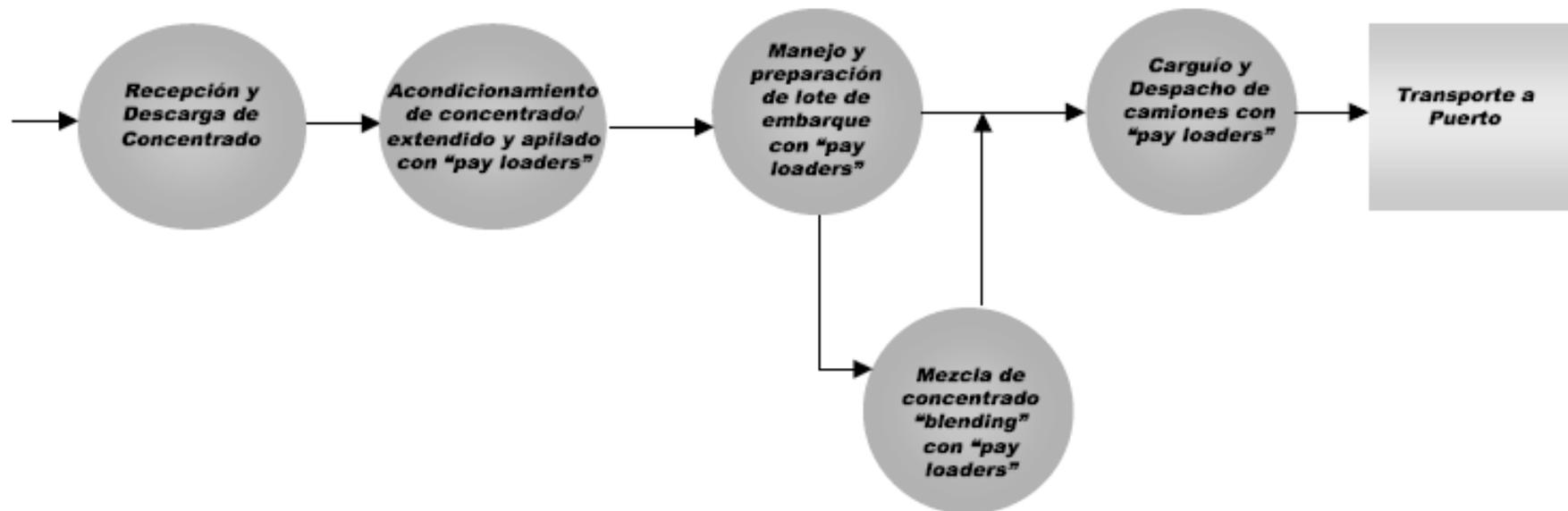
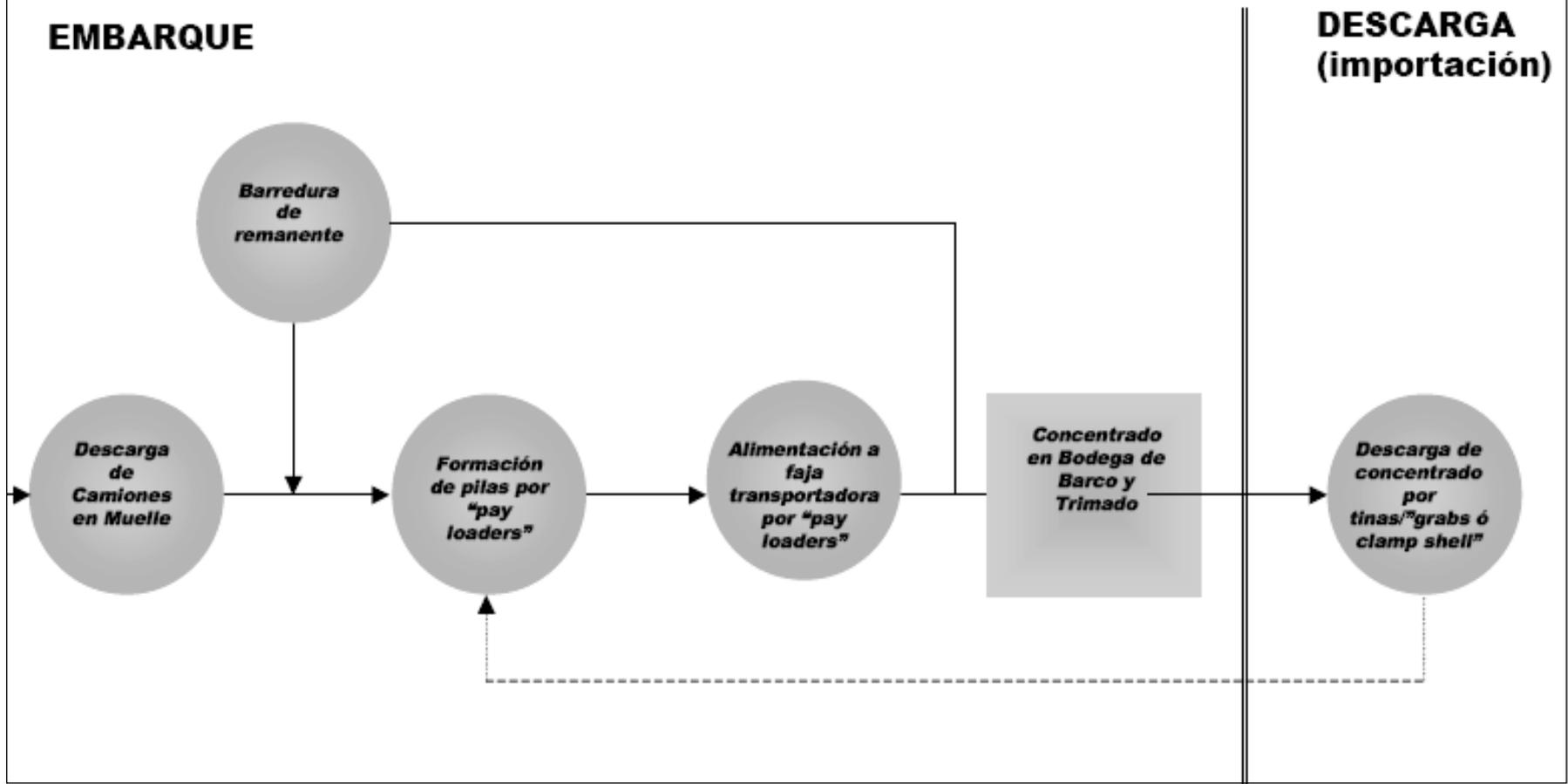


Figura III **Operaciones en Puerto**  
**Embarque y Descarga**  
**Concentrados de Plomo y Minerales Polimetálicos**



- **ETAPAS DE ALMACENAMIENTO EN PLANTA CONCENTRADORA**

Después de su procesamiento en la planta concentradora, el concentrado se almacena en tolvas, “cochas” o almacenes cerrados, Su permanencia como inventario (“Stock”), depende del programa de ventas, disponibilidad de unidades de transporte y el nivel de humedad, que debe situarse en el rango del 10 a 15%.

En el caso de no contar con pavimento enlazado se produce.

Contaminación del suelo por lixiviados y que como consecuencia de ello, la contaminación de aguas subterráneas por infiltración de lixiviados.

En la descarga debido a la acción por acción mecánica del viento, se generan emisiones fugitivas durante las operaciones de secado y arrumaje y durante la homogenización con la finalidad de obtener una calidad uniforme.

- **ETAPA DE CARGUIO Y DESPACHO DE UNIDADES DE TRANSPORTE**

Para el carguio, se utilizan cargadores frontales que depositan el concentrado en la tolva de la unidad de transporte (camiones o vagones); la cual es cubierta con lonas aseguradas con cadenas o sogas, para evitar pérdidas del producto durante el viaje.

Para efectos de control de calidad, se determinan la humedad y el peso del producto y el peso de la unidad de transporte.

Durante el carguío de la tolvera del camión o vagón ferroviario se genera emisiones fugitivas de elementos particulados, que se agudiza cuando las tolderas no están en buenas condiciones. Fig N° 1A y 1B



Fig. Nº 1A. Vagón ferroviario que contamina el ambiente.



Fig Nº 1B. Vagones en condiciones no aptas para el transporte de concentrado.

- **ETAPA DE TRANSPORTE A DEPOSITO CALLAO**

Las plantas concentradoras en general están ubicadas en la Cordillera de los Andes; los cambios climatológicos y topográficos durante el traslado de los concentrados hacia el litoral pueden influenciar en las características físicas de la carga.

El reacomodo del material particulado durante el trayecto dependerá de los niveles de humedad y características físicas del concentrado, originando presencia de agua libre y pérdida de finos en caso que la tolva no fuese hermética.

Cuando las lonas están en mal estado presentan se generan emisiones fugitivas.

Durante el transporte de los concentrados se produce la segregación del agua que puede filtrarse a través de tolvas no hermética generando efluentes y particulados fugitivos, que son transportados a su vez por la rodadura de los neumáticos y rueda de los vehículos. Se debe contemplar además las contingencias debido a siniestros de volcadura y otros tipos de accidentes. Fig N° 2



**ig. N° 2 Contaminación del suelo y aire del concentrado, por el mal sellado de las compuertas.**

- **ETAPA DE FUNDICIÓN / REFINERÍA**

En la comercialización directa, el concentrado que se almacena en la planta concentradora, se transporta por medio de camiones o vagones a depósitos de litoral y luego a fundiciones y refinerías para su procesamiento posterior.

- **ETAPA DE RECEPCION PESADO Y DESCARGA DE UNIDADES DE TRANSPORTE EN DEPÓSITO**

En la recepción se realizan las operaciones de pesaje y muestreo de los concentrados. El ingreso de las unidades es de acuerdo al requerimiento de las respectivas áreas.

Las unidades de transporte ingresan al depósito y se ubican en la balanza Fig N° 3. De acuerdo al orden para ser pesados, previamente el operador de balanza conjuntamente con el Supervisor representante de la Compañía Minera verifican la información consignada en la guía de Remisión de mina, condiciones de la unidades de transporte, precintos, cubierta (toldera) del concentrado.



**Fig N° 3. Ingreso y Verificación de datos según guía de unidades.**

El operador de balanza, de acuerdo al tipo de concentrado le asigna una codificación (lote), denominado así para su clasificación. Lo realiza el primer pesado denominado peso bruto húmedo.

Verificando si este ingreso de concentrado va a la misma lotización, es decir a la misma ruma o se apertura un nuevo lote de almacenaje, además si se trata de alguna venta correspondiente. Fig N° 4

En algunas ocasiones se requiere que el almacenaje o venta por toda la cantidad pactada de TMH sea en una sola ruma o en varias de estas por determinadas cantidades de TMH, también instruyen que la cantidad determinada sea por todo el mes determinado.



**Fig. N° 4. Ruma cerrada (mantead) y ruma abierta (sin mantear)**

También se le consulta al conductor si desde el punto de partida de la planta concentradora hasta llegar al depósito tuvo algún percance o inconveniente.

Luego de ser pesada la unidad de transporte, este se desplaza al área asignada y una vez estacionado, el supervisor designado por la compañía minera extrae los precintos respectivos, y se procede al retiro de la cubierta (toldera) de la tolva para verificar las condiciones en que este se encuentra dicho concentrado.

## 2.2 CONCENTRADO CON CONTENIDO DE AGUA LIBRE

Si el concentrado presentara un volumen considerable de contenido de agua libre, denominado así debido a que en el momento de la descarga, se perdería una cantidad considerable de concentrado por el arrastre con el volumen de agua libre. Fig. N° 5.



**Fig N° 5. Unidad con contenido de agua libre en el concentrado.**

El jefe del área le comunica al supervisor responsable de dicho concentrado que tiene que desecharlo, previo pesado para determinar dicho volumen, una vez realizada esta operación la unidad retorna a balanza para el pesaje correspondiente. Fig N° 6.



**Fig N° 6. Unidad desechando el contenido de agua libre.**

Seguidamente el operador de balanza le hace entrega de un ticket para que se dirija al área y proceda para su descarga respectiva.

Si la unidad luego de ser desentoldado y verificado que el concentrado no presenta contenido de agua libre, este pasa al área designado para su descarga correspondiente.

### **2.3 PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DEL CONCENTRADO**

La descarga de camiones volquetes tipo pistón, o vagones de ferrocarril “Hoppers”, es autónoma. Fig N° 7.7A y 7B

Para unidades de transporte, denominados carros “metaleros” se utilizan rastras que retiran el concentrado de la tolva finalizando la operación, con el barrido de la plataforma. Fig N° 8 y 8A.

Terminada la operación de descarga por la rastra, se procederá a trasladar el concentrado a la pila o ruma asignada, cuidando de depositar todo el material en la pila correspondiente.

Como el cargador frontal no traslada todo el concentrado parte de este queda adherido en la loza, por lo que es necesario que ingrese una maquina barredora que se encarga de aspirar todo el material impregnado luego depositarlo en ruma correspondiente, Fig N° 9

Esta operación es parte del proceso de limpieza de concentrados que tiene el depósito.

El depósito cuentan con cerco perimétrico de material noble, con diferentes alturas de muros; algunos de ellos con instalaciones de mallas cortavientos.

También se describen los principales impactos ambientales asociados a las etapas de manejo, almacenamiento y transporte de concentrados; siendo importante señalar, que los impactos pueden ser mayores cuanto mas inadecuadas sean las condiciones en estas operaciones.

De otro lado es importante destacar la relación que existe entre merma y contaminación, ya que todo lo que se pierde por un manejo inadecuado finalmente va al ambiente en alguna forma, contaminando aire, agua o suelo. La no adopción de prácticas limpias en la línea de concentrados, será también sinónimo de pérdidas económicas importantes, debido a su alto costo de producción y valor de comercialización.



**Fig. Nº 7. Descarga de concentrado a unidad de transporte.**



**Fig. Nº 7A. Descarga de concentrado de unidad de tipo pistón.**



**Fig. N° 7B. Descarga de Góndolas o Vagones.**



**Fig N° 8. Limpieza de la plataforma de la unidad descargada.**



**Fig Nº 8A. Personal realizando la limpieza de las Góndolas.**



**Fig. Nº 9. Maquina barredora limpiando área descargada.**

Estando en estas condiciones el personal asignado en la supervisión de este material, determinaran el paso a seguir, es decir si presenta o no contenido de agua libre o si esta con exceso de humedad tipo lodoso, si presenta esta última condición el depósito opta por dejarlo pernoctar por uno o más días para que a temperatura ambiente disminuya el grado de humedad de dicho concentrado.

#### **2.4 MUESTREO DEL CONCENTRADO**

El objetivo del muestreo es coleccionar una porción del material que finalmente constituirá la muestra que se utilizara para determinar el porcentaje de humedad, para las determinaciones del peso neto seco recibido y cuantificar los contenidos finos de los diferentes elementos que están presentes en los concentrados implicados en la recepción, y posteriormente para la preparación de los sobres de calidad, luego los respectivos análisis químicos los cuales se utilizaran para efectos de comercialización independientemente en que laboratorio se realicen.

#### **2.5 NORMA ISO 12743 PARA CONCENTRADOS DE SULFURO DE COBRE, PLOMO Y ZINC, PROCEDIMIENTO DE MUESTRA PARA LA DETERMINACION DEL METAL Y LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

Este estándar internacional norma los métodos básicos para la muestra de concentrados de cobre, plomo, y zinc de los lotes estacionarios y movimientos del afloramiento incluyendo las muestras de la zona limitada, para dar las muestras para el análisis químicos, prueba física y la determinación del contenido de humedad de acuerdo con los standards internacionales pertinente.

Donde los concentrados son susceptibles oxidarse o descomponerse es necesario usar una muestra común para la determinación de la humedad y el análisis químico.

En tales casos, la muestra común necesita ser lo suficientemente representativo, por ejemplo, despolarización negativa y suficientemente precisa, para el análisis químico y la determinación del contenido de humedad. Algunos conglomerados mayores (>10mm) presentes en la muestra primaria son molidos antes del procesamiento de muestra posterior. La muestra de concentrados en la forma de lechada es específicamente excluida de este estándar internacional.

- Uno de los procedimientos de muestreo es a la descarga del concentrado, que es en forma de cono, esta muestra extraída por el supervisor designado por la Compañía Minera, que con el instrumento de la sonda metálica realiza en un número de 30 incrementos a la ruma, para depositarlo en una bolsa plástica de polipropileno, con un peso aproximado de 30 kilos. Fig. N° 10



**Fig. N° 10. Personal realizando el muestreo a la ruma**

- También el muestreo se realiza cuando terminada la descarga la maquina tipo rastra realiza el tendido de la ruma, hasta una altura del piso aproximadamente de 50 cm. Para proceder al muestreo realizado con el dispositivo de sonda tubular metálica, depositándolo esta muestra en una bolsa de polipropileno, donde se ubica al ticket que identifica a este concentrado dentro de la bolsa, para su traslado hacia el área de muestrera para su cuarteo y reducción correspondiente. Fig N° 11.



**Fig N° 11. Muestreo a ruma extendida (tipo torta).**

- El depósito Cormin callao es el que cuenta con un sistema de muestreo como es el método del tirabuzón, en el cual el instrumento accionado, por un alimentador de corriente eléctrica ingresa hasta una determinada profundidad y al ser retirado arrastra material depositándolo en la bandeja y así sucesivamente para completar de muestrear toda la carga.

Este procedimiento es realizado en la plataforma de la unidad de transporte. Fig. N°12.



**Fig. N° 12. Sistema de muestreo con el Tirabuzón en plataforma solo en deposito Cormin Callao.**

## **2.6 REDUCCIÓN CUARTEO Y DISTRIBUCIÓN DE MUESTRAS**

El procedimiento es depositar la muestra de concentrado en una mesa metálica de acero inoxidable, para reducir dichas muestras procediendo al homogenizado.

También reducir algunas partículas gruesas si lo hubiera con el cuarteador y con el método de la cuadrícula se procede hasta obtener muestras representativas, que serán distribuidas para efectos de control tanto para determinar el porcentaje de contenido de humedad, como también para la preparación de sobres de calidad que se requerirán para los análisis químicos respectivos de acuerdo a lo ya informado al depósito o a la empresa supervisora designada por la compañía minera. Fig N° 13.



Fig Nº 13. Distribución de las muestras por el método de la cuadrícula.

## 2.7 DESTARE LAVADO Y SALIDA DE DEPÓSITO DE LA UNIDAD DE TRANSPORTE

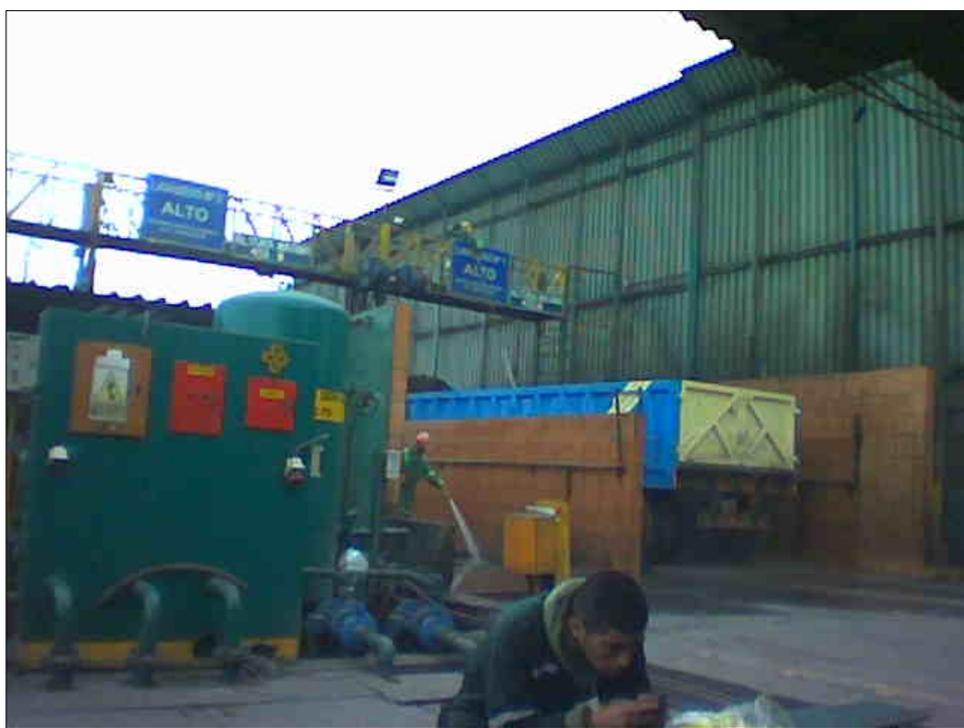
La unidad descargada se traslada al área de balanza para registrar los pesos respectivos.

El operador de balanza con los documentos clasificados le emite un ticket, de conformidad a la documentación con el contenido de concentrado donde se reporta los datos como son: peso bruto, la tara del camión y el peso neto húmedo. También se reporta el stock acumulado. Básicamente esta es la operación de cada unidad de transporte que ingresa al depósito con el respectivo concentrado.

El último proceso de toda unidad de transporte de concentrado para retirarse del depósito consiste en el lavado, y esto es muy importante debido a las consecuencias que se tendría y sobre todo que se tiene que preservar el medio ambiente y evitar que

cualquier residuo de material pueda ser dispersado durante su recorrido.

Solo en el depósito de cormin callao cuenta con una torre de lavado, esto es para el lavado interno de la plataforma de la unidad de transporte además de la parte externa, neumáticos etc. Fig N° 14.



**Fig N° 14. Lavado de la unidad de transporte.**

## **2.8 REPORTE DE HUMEDADES Y NOTA DE ROMANEO**

Al concluir una determinada cantidad de TMH de concentrado por parte de alguna compañía minera, sea por almacenaje o venta esto es corroborado vía documentación, que se remite dependiendo de las cláusulas instruidas de la compañía al depósito de recepción de concentrados o por alguna empresa supervisora designado.

El reporte de humedades de los diferentes concentrados es al día siguiente de recepcionado el material, que se va almacenando en la base de datos hasta concluir con la respectiva entrega.

El documento que registra los contenidos de porcentaje de humedad (%H), las toneladas métricas húmedas (TMH), y las Toneladas métricas secas (TMS) de los respectivos almacenajes o ventas de los diferentes concentrados, es denominado como **Nota de Romaneo**, en donde se establece el consolidado de toda la entrega pactada comercialmente por las diferentes compañías.

Este documento oficial es emitido por el depósito o alguna empresa supervisora designado por la compañía minera.

### **ETAPA DE MANEJO Y PREPARACION DEL LOTE DE DESPACHO**

Dada la instrucción de las diferentes compañías mineras o empresas comercializadoras de concentrado para su venta sea local o al exterior, la empresa supervisora designada por dichas compañías precisan los siguientes pasos a seguir para tal fin:

- A) Indicación o ubicación de las rumas de los diferentes concentrados a embarcar o despachar.
- B) Realizar el muestreo de estas rumas para determinar las pruebas tanto del punto de fluidez, el límite de humedad transportable, que definen el comportamiento del concentrado dentro del buque durante la travesía marítima.
- C) Luego de realizado la prueba para determinar el contenido de humedad, y si alguna ruma muestreada de concentrado no estuviera dentro del rango permitido, (% Humedad) reportado este

dato por algún laboratorio designado, se informa al depósito y al encargado del área de concentrado, para que proceda a extenderlo para secarlo de manera natural dichos concentrado para poder liberar parcialmente el contenido de humedad.

- D) Teniendo el material extendido por algún tiempo se procede nuevamente a realizar el muestreo para determinar el contenido de humedad.
- E) Si el reporte de laboratorio informa que, este % Humedad esta ya dentro del rango establecido, se informa al depósito y al Jefe de Patio para el recojo o arrumaje respectivo y quedar apto para la fecha de despacho o embarque.
- F) También este proceso de despacho o embarque se realiza mezclando dos o más pilas o rumas según sea la instrucción dada por compañía propietaria de dichos concentrados.
- G) Para este caso la mezcla se realiza de acuerdo a la proporción de las cantidades designadas, transmitiendo esta información a los operadores de los cargadores frontales, bajo la supervisión del personal designado por la compañía en mención.
- H) Cuando se tiene que realizar la mezcla y el homogenizado esta se procede trasladando el material de cada ruma en la proporción ya indicada y formando pequeñas rumas, para luego los operadores trasladan parcialmente el concentrado esto es levantando y soltando el material en forma consecutiva en varios tiempos, hasta terminar con esta pequeña ruma formada y depositándolo en otra área designado y así sucesivamente poder concluir con todas las rumas o pilas a mezclarse.

## 2.9 INGRESO Y PESADO DE UNIDADES DE TRANSPORTE

Una vez fijado el día para el despacho o embarque de los concentrados, y estando ya el personal instalado en sus respectivas ubicaciones, se procede al ingreso de las unidades de transporte. Estos es en el orden que tienen establecidos y se ubican en la balanza para el pesado correspondiente denominado primera pesada o destare del camión. Fig N° 15



**Fig N° 15. Primera pesada a la unidad para el despacho.**

Siguiendo con el procedimiento la unidad de transporte se traslada al área de concentrado, donde el jefe de patio le indica la ubicación respectiva para el carguío respectivo.

Autorizado el carguío, el cargador frontal procede a realizar esta operación, y una vez completado el peso aproximado de 35 TMH. Fig N° 16.



**Fig N° 16. Carguio del concentrado a la unidad de transporte.**

La unidad de transporte se retira y se desplaza a otra área para la cubierta de la tolva, con su respectiva toldera. Fig N° 17.



**Fig N° 17. Cubierta de la tolva a la unidad de transporte.**

## 2.10 MUESTREO DEL CONCENTRADO

Durante la operación de carguío de concentrado, se procede al muestreo respectivo de acuerdo con la instrucción dada por las diferentes compañías mineras.

El muestreo puede ser realizado por personal de depósito o por alguna empresa designado y mediante una sonda tubular metálica realiza una inserción al momento que el cargador frontal extrae concentrado de la ruma, y otra toma de muestra lo realiza en la huella dejada por el cargador frontal en la ruma. Fig N° 18



**Fig N° 18. Toma de muestra al levante del concentrado por el pay loaders.**

Luego ingresar a balanza para el pesaje respectivo; donde se reportaran los diferentes pesos y datos que se obtiene por cada unidad de transporte como son: peso bruto, la tara, el peso neto y precinto correspondiente; así como también la guía con que será asignado con los datos adicionales que serán remitidos con el

conductor para el ingreso al puerto, donde ya tienen destinada el área para la descarga correspondiente.

De esta manera la unidad de transporte se retira de balanza previo puesta de precinto asignado por el supervisor en la manivela del cierre de la compuerta como medida de seguridad. Fig N° 19.



**Fig N° 19. Unidad en balanza y Puesta del precinto por parte del supervisor en el sujetador de la compuerta.**

Terminado el pesaje respectivo la unidad de transporte se traslada al área de lavado, donde bajo presión de agua se procede a retirar cualquier resto de concentrado que estuviera adherido tanto a los neumáticos, tolva etc y en general lavado externo, para evitar algún derrame del mismo durante el traslado al muelle.

Este es el recorrido que realiza cada unidad de transporte en el depósito para esta operación de despacho o embarque.

Todas estas unidades que se utilizan para despachar o embarcar concentrado son del tipo pistoneo, que son de descargas inmediatas.

### **2.11 DESCARGA EN INSTALACIONES PORTUARIAS**

El concentrado se transporta a través de vehículos o de camiones volquetes tipo pistón, debiendo estar la carga cubierta por una toldera. Las condiciones de descarga, son similares a las que se efectúan en los depósitos de concentrados de cada empresa.

El concentrado es apilado mediante cargadores frontales, formando una pila en un área próxima a la bodega del buque que será estibada luego se orientara hacia otra bodega y así sucesivamente hasta terminar por dejar todo el concentrado en el barco. Fig N° 20



**Fig N° 20. Descarga del concentrado de la unidad de transporte en el muelle.**

Se ha detectado como fuente de emisiones de elementos particulados, los residuos de concentrados en las unidades de transporte el mal lavado tanto en las tolvas como en los neumáticos.



**Fig Nº 21 Residuos de concentrados en la tolva de los camiones**

## **2.12 EMBARQUES**

Generalmente, se utilizan una faja transportadora móvil, la cual se alimenta desde una tolva, que se llena por medio de cargadores frontales.

De manera específica, en Matarani, el concentrado se traslada desde el depósito hasta las bodegas del barco, por medio de una faja transportadora fija, siendo el último tramo móvil.

- Existen emisiones fugitivas y contaminación del mar debido a deficiente mantenimiento de lonas protectoras de fajas transportadora y excesiva vibración durante su funcionamiento,

generación de polvos finos durante la operación de limpieza y generación de efluentes de la piscina de lavado o durante el proceso de hidratación del polvo esparcido.

### **2.13 DESEMBARQUE**

Debido a necesidades de importación, existen descargas de concentrados desde las bodegas del buque hacia el muelle.

Luego por medio de cargadores frontales se alimentan a las tolvas de los camiones, que se cubren con toldos y se dirigen a los depósitos que la empresa compradora establezca para su almacenamiento. Como en el transporte: fajas, ductos.

## **CAPITULO III**

### **RECEPCION DE CONCENTRADOS VIA TRENES**

#### **3.1 INGRESO DE CONCENTRADOS VIA TRENES: VAGONES Y HOPPER AL PATIO DE FERROVIAS**

En el área de trenes que es administrado por la empresa Ferrocarril Central Andina, lugar donde se recepciona las unidades tanto de vagones o góndolas y Hopper con concentrado de Cu, Pb y Zn de diferentes compañías mineras, como minera el Brocal, minera Volcan, minera Andaychagua, paragsha etc. Estas unidades realizan su ingreso en forma diaria. Permaneciendo hasta recibir la orden para el retiro de la todera, Fig N° 22.

Dependiendo del requerimiento de alguna calidad de concentrado, los Jefes de patio informados que en el área de ferrovías se encuentran determinadas calidades de concentrado de diferentes compañías mineras, procede a indicar al coordinador del patio de esta área para que proceda a realizar el ingreso al patio respectivo de concentrado en el orden y la cantidad solicitada.



**Fig Nº 22. Arribo de vagones y hopper al área de ferrovías.**

Estas unidades una vez instalado en el área y ordenados de acuerdo a como lo direcciona el coordinador de trenes, personal del área es informado para que proceda a retirar la cubierta o toldera de cada unidad góndolas o Hopper. Fig Nº 23a y 23b previo retiro del precinto que tiene dichas unidades por parte del supervisor designado por las diferentes compañías mineras.



**Fig. Nº 23A. Góndolas sin sus respectivas tolderas.**



**Fig N° 23B. Hopper sin sus cubiertas o tolderas.**

### **3.2 PESADO Y DESPLAZAMIENTO AL AREA DE DESCARGA**

Realizado el traslado de vagones o Hopper del área de ferrovías al patio de concentrado, y dependiendo de calidad de concentrado se trate estos pasan por la balanza de trenes para el pesado correspondiente. El operador de balanza dirige esta operación realizando el pesado uno por uno, estando la maquina conectado a la flota de vagones y/o Hopper se realiza esta acción , y que son ubicados de acuerdo a lo marcado en la plataforma de la balanza, y en algunos casos cuando el peso es muy variable ya sea de vagones o Hopper donde este ultimo en algunos son de menor longitud ordena que se desenganche la máquina para dejar libre al vagón y/o Hopper a permanecer solo en la balanza y registrar el peso respectivo, denominado peso bruto o primera pesada .

Luego de ser pesado las unidades la maquina continua con su recorrido hasta el área indicado y procede a dejar los vagones y/o

Hopper en el área designado e inmediatamente se retira de dicha área.

La descarga de vagones que trasladan concentrados de Cu, Pb y Zn, se realiza en los tres depósitos: depósito de Cormin Callao, depósito de Perubar y depósito de Neptunia Gambeta, pero solo en el depósito de Cormin Callao se realiza la descarga de Hopper que solo trasladan concentrado de Zn, por contar este depósito con una línea alta para tal operación.

La descarga para los vagones es realizado por los payloaders o cargadores frontales, luego que son estacionados personal de depósito retira los seguros de las compuertas, Fig N° 24. Quedando libre para el ingreso de los pay loaders para que retiren todo el concentrado de cada unidad.



**Fig N° 24. Compuertas libres para el ingreso de los pay loaders.**

Al concluir un número de trabajadores culmina con la limpieza de esta unidad y procede a levantar la compuerta con la ayuda de un bob cat y colocar nuevamente los respectivos seguros.

Para los Hopper la descarga en línea alta es realizada por una retroexcavadora, o brazo mecánico cuya acción es remover el concentrado para que este suelte y pueda descargar por las compuertas de salida .Fig. N° 25.

Esto es recepcionado por una tolva que a su vez descarga en una faja transportadora de aproximadamente 20 mts, de longitud y en un ángulo de 30 grados aproximadamente. Fig N° 26.

Para luego dejar caer el concentrado e ir formando su respectiva ruma de almacenamiento o venta si fuera el caso hasta completar una determinada cantidad establecida por las diferentes compañías mineras. Fig. N° 27.



**Fig. N° 25. Retroexcavadora removiendo el concentrado.**



**Fig. N° 26. Traslado y descarga del concentrado mediante faja transportadora.**



**Fig. N° 27. Ruma en proceso de almacenamiento de concentrado de Zn**

### **3.3 MUESTREO Y DESTARE DE UNIDADES**

El muestreo de estos concentrados se realiza dependiendo del tipo de unidad.

Si se trata de un Hopper el muestreo se realiza sobre dicha unidad en el patio de ferrovías exclusivamente, y si es de un vagón o góndola entonces el muestreo se realiza en el patio de depósito y de cada calidad de concentrado si es de Cu, Pb o Zn.

La toma de muestra en cualquiera de las respectivas unidades sea vagón o Hopper, es realizado de acuerdo a instrucción por parte de la compañía minera en el que se precisa que el muestreo lo debe realizar personal de depósito o personal de alguna empresa supervisora designada.

Terminado con la descarga de las unidades el jefe de patio trasmite la información al operador de balanza, para que este a su vez comunique al jefe de patio de ferrovías para el envío de una maquina y proceda a retirar las unidades descargadas y realizar el cambio por otras unidades con concentrado para su descarga correspondiente, previa autorización y coordinación con los jefes de patios de cada área de concentrado.

Conectado la maquina con las respectivas unidades este se traslada a la balanza para el destare correspondiente, el operador de balanza realiza la misma operación que cuando ingresan para realizar la primera pesada.

Concluido con el registro de peso el operador de balanza procede a emitir el ticket respectivo en donde se consigna: tanto el peso bruto húmedo, la tara y el peso neto húmedo de cada vagón y/o Hopper.

Terminado con el destare, la maquina traslada estas unidades al área de lavado donde personal de depósito procede a retirar bajo una presión de agua todo tipo de residuo de concentrado que pueda tener en cada una de estas unidades, terminado con esta operación la maquina traslade todas estas unidades al patio de ferrovías.

## **CAPITULO IV**

### **DESPACHO DE CONCENTRADO DE MINERALES EN CONTENEDORES**

#### **4.1 GENERALIDADES**

Otro procedimiento de despacho de concentrado de minerales tanto de Cu, Pb, Zn, o mezcla se realiza vía contenedores esto es: teniendo la(s) ruma(s) designadas a despachar y la orden, se autoriza el ingreso de los contenedores al depósito los cuales son trasladados desde un depósito externo mediante unidades de tipo plataformas. Estando ya los contenedores en el depósito, el cargador frontal inserta un anclaje tipo uña e inicia el retiro de los contenedores de cada plataforma y los va alineando en las áreas libres del patio del depósito.

Estos contenedores están internamente forrados con plástico de polipropileno y pegados con cinta de embalaje. Para esta operación se utilizan unidades de transporte tipo pistón que realizan la descarga inmediata del concentrado. Los operadores de los cargadores frontales autorizados para el Carguio proceden al levante del material teniendo en cuenta el peso aproximadamente de concentrado es de 26 TMH que es el peso que lleva cada contenedor. Fig N° 28.



**Fig N° 28. Carguio de concentrado a la unidad de transporte.**

Terminado el carguio la unidad de transporte se dirige hacia la balanza, y si le faltara peso el cargador frontal termina por completar la carga.

Posteriormente la unidad de transporte se dirige hacia el área de los contenedores y procede a su descarga respectiva. Fig N° 29.



**Fig 29. Unidad procediendo a la descarga del concentrado.**

#### 4.2 MUESTREO Y REDUCCION A LA DESCARGA

Estando el concentrado en la loza se procede a realizar el muestreo y reducción de la misma, esto es para determinar el contenido de humedad. Estas muestras son enviadas al laboratorio de la empresa supervisora designada por compañía minera, y serán quienes reporten los informes a dicha compañía. Fig N° 30A y 30B.



Fig N° 30A. Muestreo a la ruma descargada.



Fig N° 30B. Reducción a la muestra.

Luego con el bob cat proceden al carguio y llenado de los contenedores y así sucesivamente hasta concluir con el llenado de todos los contenedores y obviamente con todo el material de la ruma(s). Fig N° 31A y 31B.



**Fig N° 31A. Carguio de los contenedores.**



**Fig N° 31B. Contenedor con la carga completa.**

Concluido con este proceso el agente embarcador conjuntamente con el supervisor designado por la compañía propietaria del concentrado proceden a cerrar y a ubicar los precintos de seguridad en las manijas de las compuertas de cada contenedor. Fig N° 32.

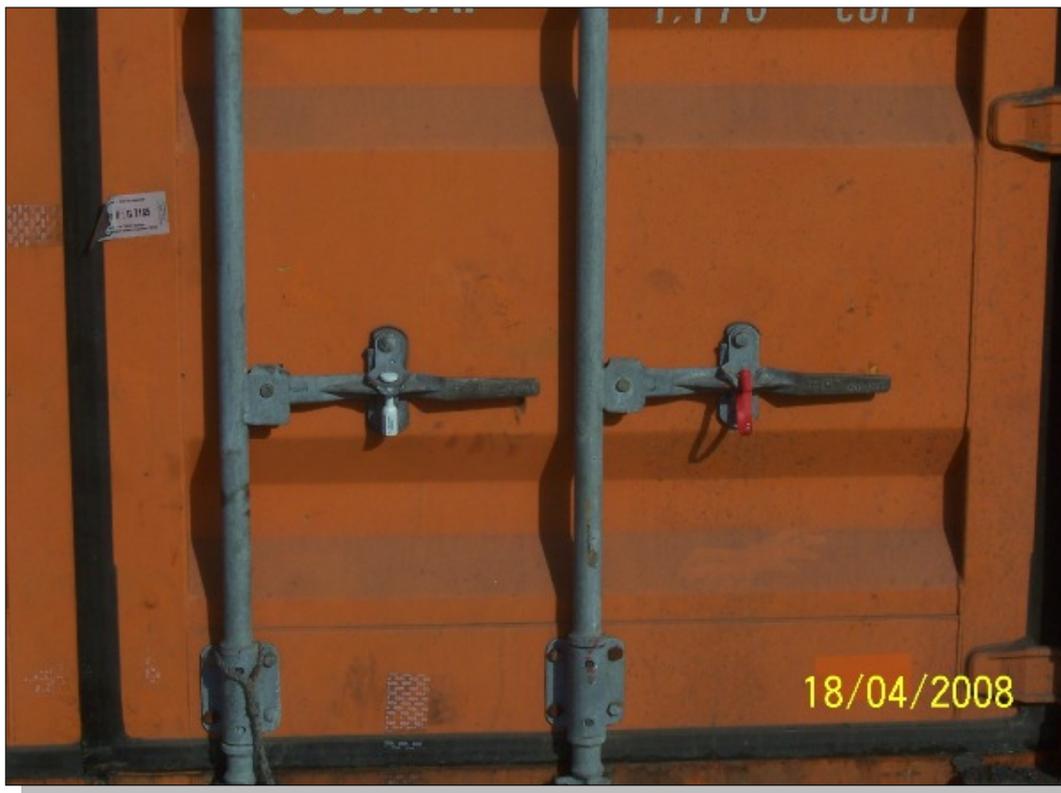


Fig N° 32. Contenedor con sus respectivos precintos de seguridad en las manijas de las compuertas.

#### 4.3 SALIDA DE LOS CONTENEDORES CON EL CONCENTRADO DEL DEPÓSITO

Terminado esta etapa se da la orden para que ingresen tanto el Stacker como las unidades de transporte (plataformas), que son destinados cada uno su ingreso para el despacho correspondiente.

El Stacker ubica cada contenedor sobre las unidades de transporte. Luego se trasladan hacia la balanza para el respectivo pesaje. Fig. N° 33



**Fig Nº 33. Pesaje de la unidad, el contenedor con el concentrado.**

El operador de balanza ingresa los datos de la unidad de transporte, del contenedor, los pesos correspondientes y realiza la impresión de la guía que le hará entrega de una de ella con los datos consignados al conductor.

Luego la unidad de transporte se traslada al área de lavado respectivo, y así se concluye con el despacho de concentrado de minerales del depósito. El muestreo en este tipo de despacho es por cada contenedor es decir, que se debe tener una muestra por cada contenedor.

## **CAPITULO V**

### **DESPACHO DE CONCENTRADO MEDIANTE LOS BIG BAGS. (BOLSONES)**

#### **5.1 DESCRIPCION**

Este sistema de despacho de concentrado se realiza como una forma de reducir los efectos de la contaminación ambiental, ya que mediante este proceso el concentrado no libera partículas finas durante su trayecto.

Dada la instrucción por parte de la compañía minera a la empresa supervisora, en donde se le precisa el tonelaje a embarcar , la calidad de concentrado, así como también los diferentes lotes de formación que se debe de tener en cuenta, y el numero de muestras para los respectivos análisis.

Acordado el día para esta operación de llenado se convoca a los supervisores, representando a la compañía minera propietario del concentrado, además del personal del depósito.

Las herramientas y maquinas operadoras a utilizar son:

- Montacargas.
- Bob cat.
- Balanza tipo plataforma.
- Sonda tubular metálica.
- Precintos.
- Bolsas plásticas.

## 5.2 PROCEDIMIENTO DE LLENADO EN BIG BAGS. (BOLSONES)

Teniendo la pila o ruma a embarcar de concentrado el operador del Bob Cat extrae el concentrado y vierte el contenido en el big bags que es sostenido por el montacarga, luego este se desplaza hacia la balanza para el pesado respectivo. Fig N° 34



Fig N° 34. Llenado de concentrado por el bob cat al big bags. (Bolsones)

Estando el big bags en balanza, el supervisor realiza y extrae un incremento de muestra con la sonda metálica. Fig N° 35. Luego lo deposita en la bolsa plástica previamente rotulada indicando al tipo del lote asignado, formando así las respectivas muestras.



**Fig N° 35. Toma de muestra del concentrado al big bags.**

En esta etapa de pesaje se verifica si le falta o tiene exceso de peso, dependiendo del resultado el personal del depósito se encarga de agregar o retirar el concentrado hasta tener un peso aproximadamente de 1002 toneladas o TMH aproximadamente. Luego realiza rotula el big bags en orden correlativo. Fig N° 36



**Fig N° 36. Rotulado del big bags. (Sacos)**

Teniendo este peso el montacarga retira el big bags y lo traslada hacia otra área pero cercana a la operación de llenado, para que el supervisor proceda a precintarlo en numeración correlativa a cada uno de los big bags. Fig N° 37

Este peso de 1002 TMH es instruido por el representante de la compañía minera que comunica a la empresa supervisora esto, debido a que cada 25 big bags serán depositados en cada contenedor.

Y así sucesivamente hasta concluir con el tonelaje indicado.



**Fig N° 37. Precintado correlativo del big bags.**

Finalizado el llenado el siguiente paso es el zunchado de cada big bags y también puesta sobre unas parihuelas de madera, esto es realizado por el personal del depósito. Quedando expedito para el despacho, indicado esto las unidades de transporte realizan su ingreso al depósito y se dirigen al área indicados.

El coordinador del área autoriza el levante de los big bags, esta operación lo realizan los montacargas quienes trasladan estos big bags a la plataforma de la unidad de transporte, llevando estos un número de 25 big bags.

En esta etapa del levante el supervisor que representa a la compañía minera realiza las anotaciones del número que tiene rotulado cada big bag a la vez que cuantifica que cada plataforma lleve solo los 25 big bags, todo este reporte será informado a la compañía minera como también de cualquier inconveniente que pudiera suceder durante esta operación.

Terminado con el Carguio las unidades se dirigen hacia la balanza para el pesaje respectivo, allí el operador de balanza verifica el número de big bags y procede a ingresar los datos en la guía tanto de la unidad de transporte como del conductor y el lugar de destino que generalmente es un depósito de almacenamiento de contenedores como son los depósitos de: Licsa, Imupesa, Muelle, etc.

En estos almacenes los big bags en número de 25 ingresaran por cada contenedor.

## **CAPITULO VI**

### **PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN LOS CONCENTRADOS.**

#### **6.1 INTRODUCCION**

Durante varios años, la falta de fiscalización y regulación ambiental de los depósitos de concentrados de minerales, cerca al Terminal portuario de Callao, genero con el tiempo un pasivo ambiental, en donde la contaminación con plomo es uno de los problemas centrales que afectan a la población

La contaminación cuenta su origen en los concentrados de plomo existentes en los depósitos de mineral, que son colindantes al Terminal marítimo y que están allí por aproximadamente 70 años.

**PLOMO EN LA SANGRE** la generación de datos de calidad del aire a partir del año 1999 que permitió conocer el estado de la concentración de contaminantes en la atmósfera que ocasiona los depósitos de concentrados de minerales del Callao.

Entre los años 1998 y 1999 el Ministerio de Salud a través de DIGESA realizo estudios para determinar los niveles de plomo en la sangre de niños de Lima y Callao, sobre la presencia del plomo en sangre asociado al plomo de la gasolina en una población de 2,510 niños entre 6 meses- 9 años de edad y en 874 mujeres en periodo post parto.

Los resultados evidenciaron que los escolares del Callao, pertenecientes al colegio Maria Reiche, presentan un promedio en sangre de 40ug/dl.

De igual manera los niños pertenecientes al Centro de Salud del Callao, tenían un promedio de 26,7ug/dl, sobrepasando en cuatro y dos veces respectivamente, el límite permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud que es de 10ug/dl. (Ver figs. N° 38 y 39)

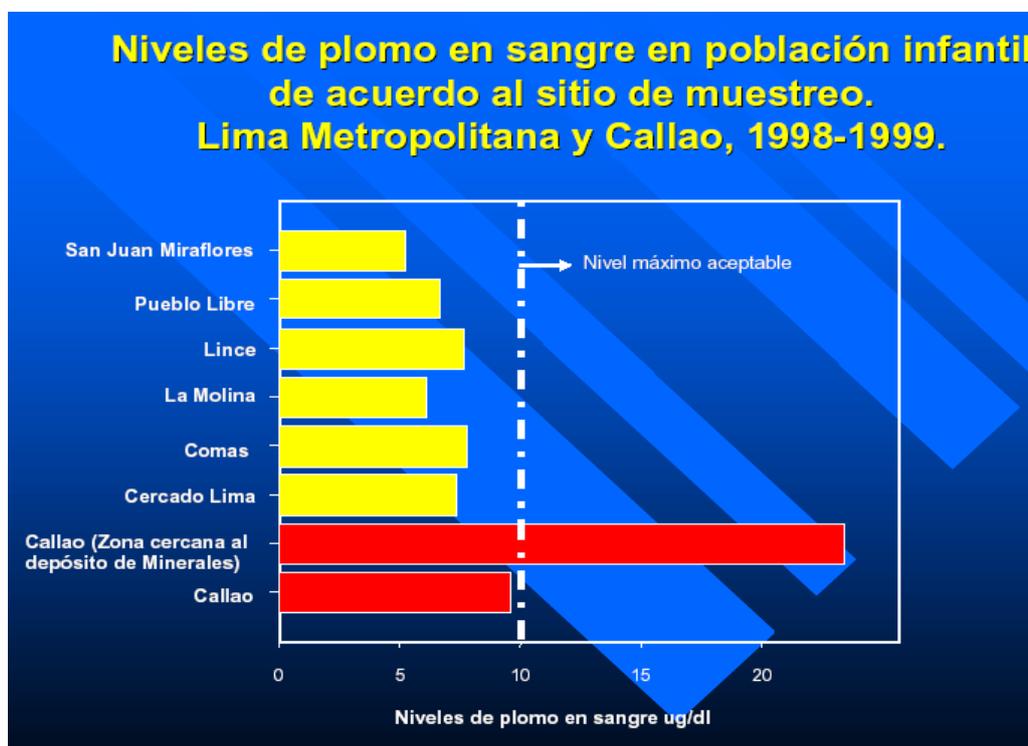
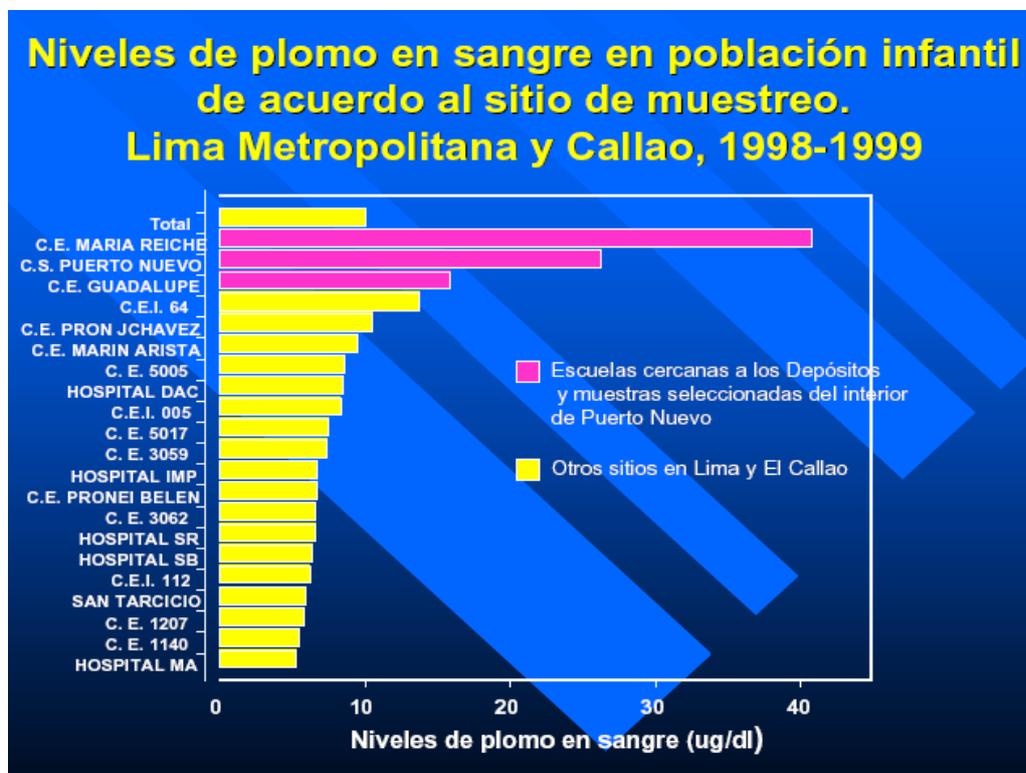


Fig N° 38. Niveles de Plomo en la sangre en algunos distritos de Lima y Callao.



**Fig N39. Niveles de Plomo en la sangre por zonas de muestreo.**

La diferencia fue clara respecto a la población de Lima donde el promedio fue de 9,5ug/dl. Los estudios citados determinaron que los altos niveles de plomo en la sangre, se debían a la contaminación ambiental ocasionada por el mal manejo de los concentrados procedentes de los depósitos de concentrados de minerales, que se encuentran localizados junto a las viviendas de los pobladores. Si bien existe una grave situación ambiental en las zonas cercanas a los depósitos, es posible que las poblaciones más distantes también estén siendo afectadas.

Ante tal situación desde el año 1999 el despacho de la Alcaldía de la Municipalidad del Callao estableció un marco normativo orientado a mitigar la contaminación ambiental producida por las diversas actividades económicas vinculadas con los concentrados de

minerales, ante la evidencia de intoxicación crónica por plomo en la zonas de Puerto Nuevo y San Juan Bosco debido a la presencia de depósitos de concentrados de minerales, el continuo tránsito de camiones y trenes con transporte de concentrados de minerales de propiedad de empresas y compañías mineras que constituyen fuentes de contaminación ambiental que pone en riesgo la salud de la población, agravadas por mala conducta de higiene y nutrición que perjudican sobre todo a la población infantil.

En el año 2001 mediante Resolución Directoral N° 126-2001 SA-DS/Callao, declaro Estado de Emergencia Sanitaria la zona del Cercado del Callao, para luego conformarse la Comisión Técnica presidida por la Oficina de Epidemiología de la DISA I CALLAO

Dentro de este contexto, en el año 2004 dentro del marco de cooperación y coordinación y apoyo mutuo entre los distintos niveles de Gobierno la DISA I CALLAO y el Gobierno Regional del Callao firmaron un convenio para el Mejoramiento de la Salud Ambiental para los alumnos de los Centros Educativos ubicados en la zona contaminada por plomo, interviniendo en forma integral por medio de evaluaciones clínicas, psicológicas, nutricionales y de promoción y prevención de la salud de esta población escolar.

Los depósitos de plomo en el Callao se encuentran en los alrededores de los Asentamientos Humanos Puerto Nuevo, Chacaritas Ciudadela Chalaca, Barrio Frigorífico, Barrio Fiscal y San Juan Bosco.

Los niños pertenecientes a estas zonas y que presentan un alto contenido de plomo en la sangre se agrupan principalmente en ocho(8) colegios que conforman la red del plomo: I.E. Maria Reiche (Ver tabla 1), Mi Mundo Feliz. (Ver tabla 2), I.E Virgen Maria (Ver Tabla 3), Republica de Venezuela. (Ver Tabla 4), I.E Divina Pastora,

(Ver Tabla 5), Divino Niño Jesús. (Ver Tabla 6), Nuestra Señora de Guadalupe. (Ver Tabla 7), Augusto Cazorla. (Ver Tabla 8)

En las tablas 1, 2, 3, 4 5, 6, 7 y 8 se muestra a continuación los resultados de los dosajes practicados en los centros educativos.

**TABLA 1**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**I.E MARIA REICHE**

<b>Cantidad de Plomo (ug/dl)</b>	<b>Nº de Alumnos</b>
<b>0 – 10</b>	<b>28</b>
<b>11 – 20</b>	<b>76</b>
<b>21 – 45</b>	<b>13</b>
<b>46 – 70</b>	<b>-</b>
<b>Total</b>	<b>118</b>

**TABLA 2**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**CEI MI MUNDO FELIZ**

Cantidad de Plomo (ug/dl)	Nº de Alumnos
0 – 10	07
11 – 20	31
21 – 45	14
46 – 70	01
<b>Total</b>	<b>53</b>

**TABLA 3**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**CEI VIRGEN MARIA**

Cantidad de Plomo (ug/dl)	Nº de Alumnos
0 – 10	48
11 – 20	67
21 – 45	18
46 – 70	01
<b>Total</b>	<b>134</b>

**TABLA 4**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**IE REPUBLICA DE VENEZUELA**

Cantidad de Plomo (ug/dl)	Nº de Alumnos
0 – 10	141
11 – 20	41
21 – 45	10
46 – 70	-
<b>Total</b>	<b>192</b>

**TABLA 5**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**IE DIVINA PASTORA**

Cantidad de Plomo (ug/dl)	Nº de Alumnos
0 – 10	86
11 – 20	34
21 – 45	08
46 – 70	-
<b>Total</b>	<b>128</b>

**TABLA 6**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**CIE DIVINO NIÑO JESUS**

Cantidad de Plomo (ug/dl)	Nº de Alumnos
0 – 10	33
11 – 20	12
21 – 45	02
46 – 70	-
<b>Total</b>	<b>47</b>

**TABLA 7**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**IE NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE**

Cantidad de Plomo (ug/dl)	Nº de Alumnos
0 – 10	115
11 – 20	54
21 – 45	07
46 – 70	-
<b>Total</b>	<b>176</b>

**TABLA 8**  
**NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE**  
**IE AUGUSTO CAZORLA**

<b>Cantidad de Plomo (ug/dl)</b>	<b>Nº de Alumnos</b>
<b>0 – 10</b>	<b>60</b>
<b>11 – 20</b>	<b>42</b>
<b>21 – 45</b>	<b>08</b>
<b>46 – 70</b>	<b>-</b>
<b>Total</b>	<b>110</b>

- El 53% es decir 685 de un total de 1300 niños, fueron evaluados clínicamente en primera consulta. El 12% de los niños fueron evaluados en 2º consulta con los resultados de sus análisis. Los resultados muestran que el 69% de los niños evaluados presentan diagnóstico confirmado de anemia, y el 73% de los niños evaluados presentan diagnóstico confirmado de parasitosis intestinal.
- Se dio un promedio de 2 consejerías médicas a los padres de familia.
- El 74% de los alumnos comprendidos en el programa fueron dosados de plomo en sangre. Los límites de plomo en la sangre, considerados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) son de 10 microgramos de plomo por decilitro de sangre.

## 6.2 ASPECTO PSICOLOGICO

Respecto al tema psicológico se concluyó que en la intoxicación plúmbica crónica (IPC), la población infantil es la más afectada, debido a que sus tejidos se encuentran en pleno desarrollo. El sistema nervioso es el principal tejido dañado incluso a concentraciones bajas, encontrándose los mayores niveles de plomo principalmente en la sustancia gris y los núcleos basales.

La neurotoxicidad que produce la intoxicación plúmbica crónica (IPC) Conlleva a severos trastornos de la funciones cognitivas, que se expresan en problemas de aprendizaje, conducta y problemas neurológicos, como cefalea, disminución de la agudeza visual, alteraciones del lenguaje y retraso mental.

Realizado el análisis de los resultados del coeficiente intelectual obtenidos en los centros educativos primarios encontramos que en el colegio Augusto Cazorla el 43.0% se encuentra en el nivel primario, en el colegio Republica de Venezuela el 40.1% obtiene el nivel normal promedio, el colegio Guadalupe obtiene un 36.0% de nivel promedio, siendo los colegios que se encuentran por debajo del promedio el Divina Pastora con un 80.0% y en el Maria Reiche con un 69.1%.

Esta probado que hay una población infantil y adulta gravemente intoxicada, que toda el área esta contaminada, y que el plomo de los concentrados de minerales es la fuente de contaminación.

Como factores importantes de presencia de plomo en la sangre en los niños, se detectaron el hábito de comer tierra, llevarse crayones y plastilina a la boca y caminar para ir a la escuela; a ello se suma la ocupación del padre en actividades relacionadas a plomo y la exposición de fuentes de agua a este contaminante. También aporta

negativamente la ubicación de la vivienda en áreas de intenso tráfico vehicular.

Actualmente las poblaciones aledañas como puerto nuevo, san Juan bosco, etc se constituyen con vías internas (pasajes) generalmente asentados, sin veredas ni áreas verdes, el material de construcción de las viviendas es predominantemente de madera.

Los niveles de plomo en la sangre han sido asociados con déficit en el coeficiente de inteligencia (CI), desordenes de comportamiento, lento crecimiento y deficiencias auditivas. Según el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU, el problema por plomo constituye el más importante de la salud ambiental de los niños.

El envenenamiento severo por plomo ( $>55\text{ug/dl}$ ) puede provocar encefalopatía con daño cerebral permanente. Los datos indican que el envenenamiento moderado con plomo ( $25\text{ug/dl}$  a  $55\text{ug/dl}$ ) causa dificultades neuro conductuales y déficit en la inteligencia. Aunque el plomo es un toxico que no tiene umbrales para su manifestación, la pregunta es ¿Cuánto es el daño en niveles de  $< 20 \text{ug/dl}$  en el desarrollo del sistema nervioso del niño?.

También si decantan en suelos urbanos contaminan el suelo y este es a su vez transportado por la suela de los zapatos al interior de las casas donde puede iniciar el proceso de intoxicación especialmente en los niños de pequeña edad.

### **6.3 SITUACION DESCRIPTIVA**

Como ilustración al problema mencionaremos que cuando llega una nave que transportara concentrado, este ni bien esta terminando de ubicarse en el muelle, ya hay operadores del puerto que esperan para iniciar el trabajo de traslado del concentrado, y para trasladar 30,000

TMH de concentrado el mínimo número de viajes es de aproximadamente 858 viajes de ida y el doble de retorno para completar el proceso de embarque.

Durante la operación de transporte almacén - muelle – almacén se presentan inconvenientes que escapan al control de tanto de los Administradores de los depósitos, de los Transportistas, del Ministerio de Energía y Minas (MEM) de la Municipalidad, de las Autoridades de Salud, etc.

Otro factor es el problema de la delincuencia y las deficientes medidas adoptadas por **ENAPU** para el control ambiental del proceso de embarque de concentrados de minerales.

Debido al alto índice de delincuencia de la zona, es lo que brinda impunidad a los que sustraen los concentrados, subiéndose a los camiones y violando los sistemas de seguridad. Para lograr sus objetivos los delincuentes arrojan el concentrado en bolsas y los arrastran hasta las casas colindantes del puerto, donde acopiadores reúnen el concentrado y venden a reducidos de estos.

Debido a esta práctica delictiva el impacto ambiental es un factor adicionante al incremento de la contaminación no solo de partículas de plomo sino de otros elementos.

La delincuencia organizada de la zona impide que la policía, la prefectura, los sistemas de barrido mecanizado y otros procesos o servicios públicos cumplan con sus obligaciones.

Actualmente el depósito de Cormin Callao cuenta con unidades de transporte con tolva herméticas como una forma de corregir la

sustracción de concentrado durante los despachos hacia el puerto.  
Fig N° 38



**Fig. N° 38 Actuales Unidades que utiliza deposito Cormin para su despacho de concentrado al puerto.**

Desde que en 1998 Digesa y el Ministerio de Salud (Minsa) dan cuenta de los elevados niveles de plomo detectado en la sangre de la población infantil en determinadas zonas cercanas al puerto del Callao, el Ministerio de Energía y Minas (MEM), y este a su vez a la Sociedad Nacional de Minería y Petróleo (SNMPE), Gremio Minero Energético, convocan a los productores mineros de plomo, propietarios de depósitos y otras instituciones que se relacionan con esta problemática, para buscar la solución integral a este complejo problema.

Para todos queda claro que lo más adecuado es la implementación de un sistema de almacenamiento y transporte hermético, que

comprenda la recepción su despacho de concentrado a la bodega del barco.

Debido a que las autoridades no tienen cuando decidirse al respecto, el traslado desconcentrado de mineral sigue efectuándose en 25% por vía férrea (desde las minas hasta el Callao) y en 75% en camiones (desde los almacenes hacia el embarcadero de Enapu).

#### **6.4 NORMATIVIDAD**

#### **6.5 IMPACTO AMBIENTAL**

Principales Problemas al Ambiente

##### **AIRE:**

- Polvo fugitivo generado en el manejo a granel.
- Erosión por vientos en pilas abiertas.
- Gases de escape del equipo móvil.

##### **AGUA:**

- Derrames de polvo y transporte por agua pluvial.
- Descarga directa de agua pluvial, agua de lavado o agua de aspersión sobre concentrado.

##### **SUELO:**

- Transporte de metales por infiltración.

##### **RUIDO:**

- En operaciones de transporte y manejo.

## 6.6 CONSECUENCIAS

### **PLOMO:**

- Altamente tóxico en concentraciones bajas, especialmente en niños probable cancerígeno.
- Bioacumulación en plantas terrestres, acuáticas y en animales invertebrados.

### **ZINC:**

- Elemento esencial para vida acuática y terrestre.
- Tóxicos en altas concentraciones.
- Bioacumulan plantas acuáticas y microorganismos.

### **COBRE:**

- Algunos efectos tóxicos (problemas respiratorios).
- Tóxico para ganado ovino y aves.
- Tóxico en bajas concentraciones, peces e invertebrados.

## 6.7 IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA

Vías de ingreso de los contaminantes.

- **Respiratoria**  
Partículas finas y vapores, material eliminado por mucosidad bronquial puede ser deglutido.
- **Digestiva**  
Ingestión de partículas por manos sucias cigarrillos y bebidas contaminadas en el trabajo.
- **Cutáneas.**  
A través de heridas.

## **6.8 PRACTICAS LIMPIAS**

Están constituidas por las actividades, procesos, productos y servicios que permitan incrementar la eficiencia y reducir los riesgos a personas, ambiente laboral, medio ambiente.

### **6.8.1 PRACTICAS LIMPIAS EN EL MANEJO EN PLANTA CONCENTRADORA**

Los ambientes para concentrados deben ser techados, a resguardo de las aguas de lluvia. Las cochas destinadas a almacenamiento de concentrado deben contar con loza de concreto y, con sistemas de canalización de agua (para evitar pérdida de material e infiltraciones lixiviados) y permitir recuperar el agua y lodos de manera que puedan ser reciclados.

Las aguas procedentes del lavado de los neumáticos de los vehículos también son recolectados y reciclados.

Para mitigar la generación de polvos suele usarse contenidos de humedad en los concentrados entre 10 – 15%.

### **6.8.2 PRACTICAS LIMPIAS PARA EL TRANSPORTE DE PLANTA CONCENTRADORA A DEPOSITO DEL LITORAL**

Para el transporte de concentrado todas las tolvas deben ser herméticas y cumplir con las normas de seguridad. Las tolvas abiertas deben ir cubiertas con toldos impermeables, asegurados con cable metálico y precintados.

### **6.8.3 PRACTICAS LIMPIAS EN VIAS DE CIRCULACION**

Todas las rutas de acceso y circulación en plantas, depósitos a plantas, depósitos y puerto deben estar pavimentadas y señalizadas. Se deben utilizar aspiradoras para polvo asentados en vías.

#### **6.8.4 PRACTICAS LIMPIAS DE ALMACENAMIENTO EN DEPOSITO CALLAO**

Reducción de pérdidas en polvo fugitivo disminuye efectos ambientales, reduce mermas y contaminación de un concentrado con otros metales.

Hay alternativas más eficientes que una cancha y manipuleo con cargador frontal. Depósitos cerrados y descarga con retroexcavadora montada en puente. Debe haber sistema de lavado de techo, tolva, vagones y neumáticos de camión antes su salida del depósito. También pozas de decantación y recuperación de finos.

Perdidas de humedad extendiendo el concentrado sobre loza de concreto.

#### **6.8.5 PRACTICAS LIMPIAS EN MANEJO Y PREPARACION DEL LOTE**

El personal debe estar debidamente informado sobre las características físicas del concentrado, factor de estiba, ángulo de reposo y punto de fluidez que se requieren para la formación de pilas estables.

Se recomienda apilar el material a una altura de 1mt por debajo de la altura de los muros perimetrales. Se debe verificar los riesgos de derrumbe de los muros, establecer procedimientos seguros para el humedecimiento de los concentrados. Se debe humedecer las pilas por aspersión, evaluar periódicamente y cubrir totalmente con mantas.

Para el monitoreo de la calidad del aire en linderos del deposito se debe contar con instalaciones de estaciones metereologicas para medir continuamente la temperatura, humedad relativa, velocidad y

dirección del viento para tomar medidas preventivas. Deben presentar muros perimetrales de > 5mt de alto.

Colocar sobre las paredes mallas cortavientos de > 2mt y ángulo de 45° en el extremo

#### **6.8.6 PRACTICAS LIMPIAS OPERACIONES EN PUERTO**

Se contempla las siguientes características:

Embarque.

Humedad del concentrado 75 – 90% del punto de fluidez. Cada dueño de carga debe conocer las características físico - químicas para determinar los niveles de humedad para minimizar riesgos de contaminación por emisiones fugitivas.

Cargador frontal con cuchara sin uñas, con ancho menor a la tolva para evitar derrames.

Usar sistema de barrido y aspiración mecanizado para tener limpios muelle y vías de acceso.

## CONCLUSIONES

- El sistema de transporte de concentrados hacia los depósitos de acopio y distribución de concentrados es mediante camiones denominados metaleros y ferrocarril.
- El principal contaminante son los elementos particulados provenientes de los concentrados y otros subproductos del beneficio de minerales.
- Las emisiones fugitivas son la forma principal de contaminación.
- La manipulación del concentrado, las deficientes condiciones de la tolva de transporte, las malas practicas en el transporte.
- Manipulación y muestreo de concentrados son la fuente mas relevantes de emisiones fugitivas.

## BIBLIOGRAFIA

- Guía Ambiental de Manejo y Transporte de Concentrados de Minerales. Ministerio de Energía y Minas: Dirección de Asuntos Ambientales.
- Evaluación Ambiental en el Manejo de Concentrado de Minerales en el Callao:  
SGS del Perú. Lima – Perú.
- International Standard ISO 12743 /IEC /Pocosa/1992.  
Indecopi.
- Impactos Ambientales en Instalaciones Portuarias.  
Dra. Mercedes Picon Jefa Oficina de Áreas Protegidas y Medio Ambiente. Gob. Regional Callao.
- Revista Desde Adentro SNMPE Enero 2009 :  
Ángel Murillo.