

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOTÉCNIA**



**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS
CONCENTRACIONES DE HIERRO EN LOS PROCESOS DE
FORMACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LAS PILAS DE BAUXITA
EN LA MINA DEL CERRO PÁEZ, PARA EL LAPSO 2007-2009,
LOS PIJIGUAOS, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR -
VENEZUELA.**

**TRABAJO DE GRADO
PRESENTADO POR LA
BACHILLER FLORES H.,
FABIOLA Y. PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO
GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, MARZO DE 2011

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado “ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS CONCENTRACIONES DE HIERRO EN LOS PROCESOS DE FORMACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LAS PILAS DE BAUXITA EN LA MINA DEL CERRO PÁEZ, PARA EL LAPSO 2007-2009, LOS PIJIGUAOS, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR - VENEZUELA”, presentado por la bachiller **Flores H., Fabiola Y.** ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma

Profesora María Rojas

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Enrique Acosta
Jefe del Departamento Geotecnia

Ciudad Bolívar, _____ de _____ de 2.011

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por darme valor, fuerza, sabiduría, salud y la paciencia necesaria para luchar por mis metas.

A toda mi familia, en especial a mi mamá y a mis abuelos, por ser mi apoyo y motivación para surgir, seguir adelante y crecer como persona y futura profesional.

A mi padre que aunque no esté físicamente, siempre lo llevo en mi corazón y no deja de ser mi inspiración y mi impulso para lograr hacer lo propuesto, sé que estarías muy orgulloso.

A mis compañeros de clases y amigos por compartir tantos momentos de alegrías y tristezas, vividos en la universidad son parte de esta gran etapa.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso por todo lo que me permite hacer y vivir.

A toda mi familia en especial a mis abuelos María y Mateo, y a mi mamá Mary Judith Herrera, gracias a ellos soy lo que soy, por su apoyo, su cariño, sus consejos, por estar siempre allí cuando los necesito. Sin ellos nada de esto hubiese sido posible. Los Amo!

A mi tío Jismmy y familia por apoyarme, consentirme y aconsejarme cada vez que pueden, gracias por hacer más llevadera mi estadía en Los Pijiguaos.

A mi segunda familia por estar allí siempre que los necesito gracias Tibisay, Alexanders, Uvimar y Rosimar.

A la familia Manrique por abrirme las puertas de su casa y tratarme como una hija más.

A mis tutores: Ingenieros Carlos Villegas y Luis Guzmán y a la Profesora María Rojas, por toda la colaboración prestada y por orientarme en la elaboración de esta investigación.

A todo el personal que labora en la Superintendencia de Geología y Planificación Mina.

A la Universidad de Oriente mi casa de estudio, por todas las oportunidades brindadas y a los profesores por transmitir día a día sus conocimientos en pro de un país mejor.

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar la variabilidad de las concentraciones de hierro en los procesos de formación y recuperación de las pilas de bauxita en la mina del Cerro Páez, Los Pijiguaos, Municipio Cedeño, Estado Bolívar-Venezuela. Para ello se seleccionaron todas las pilas enviadas By Pass para los años 2007, 2008 y 2009, permitiendo así determinar el % de Fe_2O_3 para aquellas pilas que cerraron fuera de especificaciones, con relación a la calidad de la misma y tonelaje total, y de igual manera, determinar un valor máximo de formación cuya recuperación cumpla con los parámetros establecidos por el cliente. La metodología consistió en una revisión documental que permitió analizar la calidad de las pilas formadas y recuperadas y a partir de allí seleccionar aquellas con mayor homogeneidad para cuantificar el valor de interés a través de la media aritmética y la desviación estándar. Obteniendo como resultado que las concentraciones de hierro presentan un notorio descenso en lo que al proceso de formación y recuperación respecta, mientras que el valor máximo de hierro en la formación debe ser igual a 14,11%, recomendando así que se formen las pilas con este ponderado cumpliendo con las condiciones de desviación de 0,9 a 1,20 a manera de que garantice la recuperación de las pilas dentro de los parámetros exigidos por el cliente.

CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN.....	V
CONTENIDO	VI
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación.....	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.3 Objetivos específicos	6
1.4 Justificación de la investigación	6
1.5 Alcances de la investigación	7
1.6 Limitaciones de la investigación.....	7
CAPITULO II	8
GENERALIDADES	8
2.1 Ubicación geográfica	8
2.2 Acceso al área	9
2.3 Características físicas y naturales.....	10
2.4 Geomorfología.....	10
2.4 Fisiografía	11
2.6 Clima	11
2.7 Vegetación	12
2.8 Hidrología	12
2.9 Centros poblados.....	12
2.10 Geología regional.....	13
1.10.1 Geología del Escudo de Guayana	13
2.11 Geología local	17
2.11.1 División del Supergrupo Cedeño	18
CAPITULO III.....	22
MARCO TEORICO.....	22
3.1 Antecedentes del estudio.....	22
3.2 La bauxita.....	22

3.2.1 Origen de la bauxita	24
3.2.2 Clasificación de la bauxita	25
3.2.3 Proceso de formación de bauxita	26
3.2.4 Bauxita de Los Pijiguaos	27
3.2.5 Génesis de la bauxita de Los Pijiguaos	28
3.2.6 Características generales de la bauxita de Los Pijiguaos	29
3.2.7 Propiedades físicas y especificaciones de la calidad de la bauxita	30
3.2.8 Composición mineralógica	31
3.2.9 Perfil laterítico del yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos	32
3.3 CVG Bauxilum	34
3.3.1 CVG Bauxilum (una empresa ISO 9001 – 2000)	35
3.3.2 Función de la empresa	35
3.3.3 Organigrama C.V.G Bauxilum Los Pijiguaos	36
3.4 Estructura organizativa de la gerencia mina	37
3.4.1 Superintendencia Geología y Planificación de Mina	38
3.4.2 Superintendencia Laboratorio Bauxita	43
3.4.3 Superintendencia Extracción y Acarreo	43
3.4.4 Superintendencia Mantenimiento de Equipos Pesados	46
3.5 Gerencia de manejo de mineral	46
3.5.1 Proceso productivo Pie de Cerro	46
3.5.2 Proceso productivo El Jobal	50
3.6 Principios estadísticos	54
3.6.1 Estadística	54
3.6.2 Contraste de hipótesis	54
3.6.3 Serie de datos agrupados en clases:	55
3.6.4 Método para agrupar los datos en clases	56
3.6.5 Muestreo	57
3.6.6 Medidas de centralización	58

3.6.7 Medidas de dispersión: estas nos dicen hasta qué punto las medidas de tendencia central son representativas como síntesis de la información. (Soto, A op cit). 60

CAPÍTULO IV	63
METODOLOGÍA DE TRABAJO	63
4.1 Nivel de investigación.....	63
4.2 Diseño de la investigación	63
4.3 Flujograma de la metodología.....	63
4.3.1 Investigación documental	63
4.3.2 Selección de las pilas enviadas “By Pass”	66
4.3.3 Análisis de la calidad de las pilas formadas y recuperadas	66
4.3.4 Comparación del parámetro (Fe_2O_3) y tonelaje en el proceso de formación y recuperación de las pilas	67
4.3.5 Procesamiento de datos	67
4.3.6 Análisis de resultados	69
4.3.7 Conclusiones y recomendaciones	69
CAPÍTULO V	70
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	70
5.1 Selección de las pilas enviadas en el período 2007 – 2009.....	70
5.1.1 Pilas enviadas en el 2.007	70
5.1.2 Pilas enviadas en el 2.008	74
5.1.3 Pilas enviadas en el 2.009	77
5.2 Determinación de los (%) de las concentraciones de hierro a las pilas que cerraron fuera de especificaciones con relación a su calidad y tonelaje total	78
5.2.1 Selección de las pilas con mayor homogeneidad	78
5.2.2 Cálculos estadísticos	79
5.3 Determinación del valor máximo en las concentraciones de hierro para el proceso de formación de las pilas bauxíticas.....	83
5.3.1 Análisis de la media aritmética, valores máximos, mínimos y distribución de frecuencias	83
5.3.2 Estudio a la certificación de embarques	85

5.3.3 Comprobación de hipótesis	86
5.3.4 Análisis de las toneladas enviadas “By Pass”	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
Conclusiones.....	95
Recomendaciones	96
REFERENCIAS	98
APÉNDICES.....	102
Apéndice A.....	102
Formación y recuperación de las pilas formadas > 13,80	102

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 MAPA DE UBICACIÓN DEL YACIMIENTO BAUXÍTICO. (CVG BAUXILUM-MINA.).....	8
.....	8
FIGURA. 2.2 VISTA DE LA UBICACIÓN DEL YACIMIENTO BAUXÍTICO (GOOGLE EARTH).	9
FIGURA 2.3 CARRETERA ASFALTADA Y ENGRANSONADA.	10
FIGURA 2.4 MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL ESCUDO DE GUAYANA (SIDER, G. Y MENDOZA, V.1995).....	14
FIGURA 2.5 DIVISIÓN DEL SUPERGRUPO CEDEÑO. (MENDOZA 1974).	19
FIGURA 3.1 SECCIÓN TÍPICA DE LA BAUXITA DE LOS PIJIGUAOS. (C.V.G BAUXILUM, 2005).....	29
FIGURA 3.2 PERFIL LATERITICO DEL YACIMIENTO DE BAUXITA DE LOS PIJIGUAOS. (C.V.G BAUXILUM-MINA, 2005).....	34
FIGURA 3.3 ORGANIGRAMA C.V.G BAUXILUM - MINA.(CVG 2005).PROCESO PRODUCTIVO.....	36
FIGURA 3.4 ÁREAS BÁSICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO. (SDI CVG. BAUXILUM).....	37
FIGURA 3.5 ORGANIGRAMA GERENCIA-MINA.	38
FIGURA 3.6 VISTA GENERAL DE LA MINA. (CVG BAUXILUM MINA).....	38
FIGURA 3.7 ORGANIGRAMA DE LA SUPERINTENDENCIA DE GEOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN MINA.	39
FIGURA 3.8 PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN LA FORMACIÓN DE PILA.	41
FIGURA 3.9 EXTRACCIÓN DE LA BAUXITA.	44
FIGURA. 3.10 PROCESO DE CARGA DEL MINERAL.....	44
FIGURA 3.11 PROCESO DE ACARREO HACIA LOS FRENTE DE EXPLOTACIÓN.....	45
FIGURA 3.12 DESCARGA EN EL MOLINO DE TRITURACIÓN.....	45
FIGURA. 3.13 TALLER DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PESADOS.	46
FIGURA 3.14 VISTA GENERAL DE LA CORREA DE BAJADA. (CVG BAUXILUM MINA).	47
FIGURA 3.15 VISTA DE PIE DE CERRO DESDE LA MINA. (CVG BAUXILUM-MINA).....	48
FIGURA 3.16 LLEGADA DEL MATERIAL BAUXÍTICO Y ALMACENAMIENTO EN FORMA DE PILA TIPO CHEVRON.	48
FIGURA 3.17 PROCESO PRODUCTIVO DE PIE DE CERRO. (SDI C.V.G. BAUXILUM).....	49
FIGURA 3.18 LLEGADA DEL FERROCARRIL PROVENIENTE DE PIE DE CERRO AL PUERTO EL JOBAL.	50
FIGURA 3.19 VOLCADORA DE VAGONES.	51

FIGURA 3.20 PROCESO DE CARGA DE GABARRAS.	52
FIGURA 3.21 PROCESO PRODUCTIVO EL JOBAL. (SDI C.V.G.BAUXILUM).53	
FIGURA 4.1 FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGÍA.....	65
FIGURA 4.2 ESQUEMA DE LA RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	66
FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE FILTRO DE FILAS FORMADAS $\geq 13,80$	79
FIGURA 5.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA VARIACIÓN, FORMACIÓN VS RECUPERACIÓN DE LAS PILAS CON INTERVALO $>13,80\%$	82
FIGURA 5.3 INTERVALOS DE CLASES DE LAS DIFERENCIAS DEL HIERRO.85	
FIGURA 5.4 DIAGRAMA DE FILTRO DE PILAS FORMADAS $< 13,80\%$	88
FIGURA 5.5 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA VARIACIÓN, FORMACIÓN VS RECUPERACIÓN DE LAS PILAS CON INTERVALO $< 13,80$	90
FIGURA 5.6 DIAGRAMA DE FILTRO DE PILAS FORMADAS > 14	91
FIGURA 5.7 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA VARIACIÓN, FORMACIÓN VS RECUPERACIÓN DE LAS PILAS CON INTERVALO >14	92

LISTA DE TABLAS

TABLA 3.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA BAUXITA. (SUPTCIA. GEOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN MINA, C.V.G BAUXILUM-MINA).	30
TABLA 3.2 ESPECIFICACIONES DE LA BAUXITA PARA C.V.G BAUXILUM-PLANTA. (SUPTCIA. GEOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN MINA, C.V.G BAUXILUM-MINA).	31
TABLA 5.1 PILAS BY PASS AÑO 2.007.	71
TABLA 5.2 PILAS “BY PASS” AÑOS 2008.	75
TABLA 5.3 COMPARACIÓN DE LOS PONDERADOS PARA LAS PILAS BY PASS AÑOS 2009.	77
TABLA 5.4 CÁLCULOS ESTADÍSTICOS A PILAS SELECCIONADAS.	80
TABLA 5.5 ELEMENTOS PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA DE LOS DATOS.	84
TABLA 5.6 REPRESENTACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS...84	
TABLA 5.7 CERTIFICACIÓN DE EMBARQUES.	86
TABLA 5.8 CERTIFICACIÓN DE EMBARQUES HASTA EL EMBARQUE N° 63 AÑO 2010.	87
TABLA 5.9 CÁLCULOS ESTADÍSTICOS A PILAS SELECCIONADAS QUE QUEDARON DENTRO DE ESPECIFICACIONES.	89
TABLA 5.10 CÁLCULOS ESTADÍSTICOS A PILAS SELECCIONADAS QUE QUEDARON FUERA DE ESPECIFICACIÓN.	92
TABLA 5.11 ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE TONELADAS PRODUCIDAS Y ENVIADAS POR AÑO.	94

INTRODUCCIÓN

El yacimiento de bauxita ubicado en Los Pijiguaos, se descubre a través de trabajos exploratorios realizados por el Estado venezolano, a través de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y otros organismos (Ministerio de Energía y Minas, CODESUR, entre otros), para encontrar en Venezuela una fuente de bauxita capaz de proveer la materia prima básica de la industria del aluminio nacional, logrando así independizarla de suministros extranjeros. En el año 1970, el geólogo Armando Schwarck Anglade, identificó en la serranía de Los Pijiguaos, una coraza laterítica entre los ríos Suapure y Parguaza y la posible existencia de horizontes de bauxita, seis años después la Corporación Venezolana de Guayana, procedió a efectuar la evaluación del yacimiento; y fue a finales de 1978 que se determina que las reservas probadas alcanzan, no menos de 170 millones de toneladas métricas de bauxita y las probables, más de 500 millones de toneladas métricas con 50% Al_2O_3 y 40% de sílice total.

Fundándose para el 20 de febrero del periodo 1978-1979 la CVG Bauxita Venezolana (BAUXIVEN), con el fin de desarrollar, extraer y comercializar la bauxita de Los Pijiguaos. Muchos años después, se fusionan las empresas CVG BAUXIVEN y CVG INTERALÚMINA, conformando la empresa CVG BAUXILUM. (Manara y Fernández 2.010).

Alusuisse realizó un estudio de factibilidad, iniciándose la explotación de la mina para 1987. La producción se incrementó de 1 millón de toneladas a finales de los años ochenta hasta aproximadamente 6 millones de toneladas en la actualidad.

En base al estudio de Alusuisse se determinó que en Los Pijiguaos el horizonte de bauxita económicamente aprovechable es de un espesor de 7,6 m para una ley de corte de 44/20 es decir una $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 44$ y $\text{SiO}_2 \text{ (T)} \leq 20$, el perfil típico del depósito muestra tres capas bien definidas con variaciones laterales y verticales obteniéndose un tenor promedio de 49% de Al_2O_3 y 10% de Sílice total, con una capa vegetal relativamente fina < 1 m.

La composición mineralógica de la bauxita de los Pijiguaos es la siguiente: Gibbsita (75%), Caolinita (2%), Cuarzo (12%), Hematita (0.5%), Materia Orgánica (0.25%) y Anastasa (0.25%). Su composición química es variable y nos define su calidad industrial. Su relación $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ y el contenido en Fe_2O_3 permiten una clasificación detallada y comercial. Para su aprovechamiento como mineral de aluminio, la bauxita debe contener por lo menos, un 50% de Al_2O_3 y menos de 6% de SiO_2 ; 10% de Fe_2O_3 y 4% de TiO_2 .

La planta de alúmina aplica el proceso Bayer (proceso de digestión a baja presión y baja temperatura) a fin de asegurar una buena producción y eficiencia para la extracción de una alúmina de alto grado desde el mineral de bauxita no disueltos en la digestión, entre ellos está el Fe_2O_3 . Este lodo, es altamente contaminante, ya que contiene grandes cantidades de silicato de alúmina – sodio y componentes de calcio y aluminato de sodio provenientes del arrastre del licor madre. Esto está causando grandes problemas al ambiente; y el alto contenido de Fe_2O_3 , en la bauxita, contribuye al aumento de la parte solida de este lodo.

Debido a esto C.V.G Bauxilum - Mina, debe asegurarse en cumplir con las especificaciones requeridas, en lo que a la calidad de la bauxita se refiere, por lo que se analizará cómo ha sido la variabilidad en las concentraciones de Fe_2O_3 desde las mezclas realizadas para su formación hasta su recuperación y posterior embarque,

teniendo como finalidad obtener un valor máximo, producto de análisis estadísticos, que permitan recuperar las pilas en los lineamientos establecidos.

El trabajo se encuentra conformado por los siguientes capítulos: I Situación a investigar, II Generalidades, III Marco teórico, IV Metodología de trabajo, V Análisis e interpretación de los resultados, Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

En éstos tiempos de cambios, evolución, y desarrollo tecnológico e industrial, tanto a nivel mundial, regional como local, es necesaria y esencial la materia prima de alta calidad, con baja contaminación que permita ser procesada sin mayores inconvenientes, por estar ajustada a las exigencias del cliente que es quien al final implementa los procesos de transformación en productos finales de consumo, que satisfaga necesidades y requerimientos bajo estándares establecidos.

En éste sentido, en la zona de Los Pijiguaos, municipio Cedeño, estado Bolívar, está ubicada CVG Bauxilum Mina empresa nacional encargada del estudio, explotación y rehabilitación del yacimiento de bauxita de Cerro Páez, siendo esta la principal materia prima para la obtención de alúmina.

Asimismo, ésta debe cumplir ciertos requerimientos exigidos por sus clientes en especial a CVG Bauxilum Planta, la cual necesita cumplir con ciertos parámetros (Fe_2O_3) para tener un eficaz y eficiente proceso productivo.

Sin embargo, podría estar ocurriendo que al no cumplir la Bauxita extraída de las pilas en la zona de los Pijiguaos, bajo los estándares mínimos de concentración de hierro, para la obtención de alúmina, que ello comporte gastos excesivos para su procesamiento así como daños de magnitud en la planta que transforma la materia prima en alúmina.

Por ende, surge la necesidad de realizar un estudio que permita obtener la información necesaria para el establecimiento, supervisión, control en la extracción, formación y recuperación de las pilas de Bauxita, cumpliendo los estándares o parámetros requeridos.

Por tanto, la Gerencia de mina en conjunto con la superintendencia de geología y planificación de mina, está en la obligación de asegurarse de cumplir dichos requisitos y para ello se lleve a cabo un seguimiento en las diferentes pilas bauxíticas, específicamente a los rangos de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 (Q) y SiO_2 ®. De lo señalado, se observa la existencia de síntomas o indicadores de una posible situación problemática que puede incidir desfavorablemente en la productividad, calidad y eficacia de la bauxita.

Con el siguiente trabajo se desea analizar el impacto que genera el hierro en las pilas, el cual siempre ha sido el principal contaminante en la bauxita, generándose así una serie de gastos y daños en planta principal proveedor, viéndose reflejado tanto en años pasados como en la actualidad, por lo que se estudiarán las variaciones que presenta dicho parámetro, para así poder determinar un valor que permita cerrar las pilas y enviarlas a planta sin que estas lleguen con un alto grado de alteración ($\square 13,60\%$), y así aprovechar el yacimiento de mejor manera equilibrando todos los recursos y no agotándolos, esto debido a que para mantener en grado las pilas muchas veces se utilizan pilas con menor % hierro y la pila con mayor proporción de este se acumula y luego es difícil recuperarla.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar la variabilidad de las concentraciones de hierro en los procesos de formación y recuperación de las pilas de bauxita en la mina del Cerro Páez, para el lapso 2007-2009, Los Pijiguaos, Municipio Cedeño, Estado Bolívar- Venezuela.

1.3 Objetivos específicos

1. Seleccionar las pilas enviadas “By Pass” para el lapso 2007-2009.
2. Determinar el porcentaje de hierro para las pilas que cerraron fuera de especificaciones con relación a la calidad de la pila y el tonelaje total.
3. Determinar, aplicando los parámetros básicos de estadística la concentración máxima de hierro en las pilas, que garantice el valor de recuperación de las mismas exigido por el cliente.

1.4 Justificación de la investigación

Con esta investigación se pretende ofrecer a la empresa el mejoramiento progresivo en la extracción de bauxita, con la intención de conocer las principales causas que afectan su calidad con relación a la variación del parámetro hierro en la calidad de pilas formadas y recuperadas; además de proporcionar información detallada que permita minimizar el impacto del parámetro hierro como un contaminante en la toma de muestras de los frentes de explotación y pilas, determinando sus valores porcentuales, con la finalidad de determinar su comportamiento en las pilas una vez formadas y cuando son recuperadas, lo cual

conllevara a tener mayor control en los procesos de formación de las pilas en los patios de almacenamiento.

1.5 Alcances de la investigación

La determinación de un valor ponderado en base al parámetro hierro, que permita al cliente tomar las acciones respectivas para mejorar los procesos de concentración de alúmina, y adecuación de las lagunas de lodo rojo.

Al bachiller a cargo de dicha investigación le permitirá satisfacer la necesidad de la empresa y obteniendo así su aprobación de trabajo de grado cumpliendo así todos los requisitos para obtener su título como profesional.

1.6 Limitaciones de la investigación

Durante el periodo de desarrollo de la presente investigación se tiene, que dado que no toda la información se encuentra contenida en el sistema de producción bauxita (SPB), se deben buscar en los archivos las carpetas de control diario de las pilas que contienen la información requerida, las cuales fueron desechadas y otras archivadas en distintos departamentos, lo que retardó el proceso de obtención y análisis que permite la obtención de los resultados finales. De igual manera no toda la información está completa en el sistema por lo que se eliminaron muchas pilas por falta de esta, disminuyendo así el tamaño de la muestra a estudiar.

CAPITULO II GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica

El Cerro Páez de Los Pijiguaos está situado en el extremo Norte de la Serranía del mismo nombre, al Suroeste del municipio Autónomo Gral. Manuel Cedeño, del estado Bolívar, a 500 Km. de la ciudad de Caracas y 520 Km. al Suroeste de Ciudad Guayana, enmarcado entre los ríos Suapure y Parguaza, a una distancia de 35 Km. del río Orinoco. El área está comprendida entre las longitudes $66^{\circ}40'30''$ W y $66^{\circ}46'30''$ W, y las latitudes $6^{\circ}26'30''$ N y $6^{\circ}32'30''$ N. (Figuras 2.1 y 2.2).



Figura 2.1 Mapa de ubicación del yacimiento bauxítico. (CVG BAUXILUM-MINA.)



Figura. 2.2 Vista de la ubicación del yacimiento bauxítico (Google Earth).

2.2 Acceso al área

Para el acceso al centro poblado campamento (Trapichote- BAUXILUM) se hace a través de la carretera nacional Caicara – Puerto Ayacucho, equidistantes ambas localidades aproximadamente a 160 km. totalmente asfaltados. Y hacia el yacimiento, se hace igual por una carretera con una longitud aproximada de 28 km., hasta las oficinas de operaciones ubicadas en el bloque 2 del yacimiento, a una cota de 610 metros; de los cuales 16 km. se encuentran asfaltado y 12 km. son engrasonados debido a que la misma forma parte del yacimiento. (Figura 2.3).



Figura 2.3 Carretera asfaltada y engransonada.

Por vía aérea durante todo el año, se dispone de una pista de aterrizaje de 1.650 metros, de longitud, en condiciones óptimas de uso, donde pueden llegar aviones regulares.

También existe comunicación por vía fluvial a lo largo del río Orinoco y Suapure hasta la localidad de Bebederos donde existe un pequeño desembarcadero, que dista a 23 km. del campamento de Trapichote, y de allí en adelante a través de un camino carretero en buenas condiciones de uso. (CVG BAUXILUM-MINA.).

2.3 Características físicas y naturales

2.4 Geomorfología

El yacimiento de Los Pijiguaos está ubicado en los topes de una altiplanicie disectada, a una altura de 600 a 700 m.s.n.m. Esta altiplanicie, denominada Serranía de los Pijiguaos, presenta un drenaje dendrítico que está controlado por el patrón de fracturamiento y fallamiento local y regional. Los cursos de agua drenan hacia el Suapure al Este y el Villacoa hacia el Oeste. (CVG, 1997).

Dentro de la altiplanicie existen unidades o dominios geomorfológicos bien definidos, tope planos de plateaus, áreas de pendientes intermedias, valles en “v” y Rabines. Toda esta configuración geomorfológica está asociada a un ciclo de erosión joven, probablemente relacionado a una tectónica vertical de bloques. La presencia de las terrazas escalonadas en los valles sugieren el registro de intervalos de tranquilidad y pulsos tectónicos sufridos por la región.

2.4 Fisiografía

Desde el punto de vista fisiográfico, Cerro Páez se encuentra formado por partes llanas con presencia de cavidades verticales (ensenadas) generalmente alargadas, las cuales pueden haberse producido por la lixiviación o disolución de la sílice y otros elementos solubles que van percolándose a través de las fracturas y grietas de la corteza del mismo. Cabe destacar que el pronunciamiento de estas ensenadas se observa con facilidad en los bordes del yacimiento. (CVG, op cit).

2.6 Clima

El clima que predomina en la zona de estudio es de tipo subtropical húmedo, dividido en una estación lluviosa larga que se extiende desde el mes de Mayo hasta Octubre, otra estación lluviosa corta de Noviembre a Diciembre y una estación seca desde el mes de enero hasta Abril.

La precipitación media anual oscila entre 1.000 mm y 1.800 mm.

La temperatura promedio es de 30,5°C, con temperaturas máximas de hasta 36°C y mínimas de 25°C durante el día y 16 a 18°C durante la noche. La humedad relativa promedio anual es de 13%. (CVG, op cit).

2.7 Vegetación

La vegetación de los Pijiguaos y sus alrededores se puede describir de la siguiente manera según un estudio realizado por Otto Huber y Francisco Guanchez (1988): Bosques húmedos siempre verdes, bosques secos caducifolios, bosques esclerófilos, bosques de galería, morichales, arbustales esclerófilos, sabanas arboladas, sabanas arbustivas, sabanas abiertas.

2.8 Hidrología

Con el fin de generar una confiable reserva de agua para los centros poblados, planta generadora, mina de bauxita y terminal fluvial, se investigaron las condiciones hidrológicas de los ríos más importantes del área de Los Pijiguaos, se realizaron medición de los caudales de los ríos Trapichote, Caripo y Los Pijiguaos, así como datos del río Suapure que fueron obtenidos del Ministerio de Energía y Minas. Los caudales mínimos fueron calculados sobre la base del caudal mínimo anual del río Suapure registrado durante un periodo de 9 años. Tales caudales fueron comparados con el posible consumo, resultando que la disponibilidad de agua de las tres estaciones de tomas propuestas (mina, centro poblado y planta generadora) excede un consumo entre 200 y 800 veces. (CVG, op cit).

2.9 Centros poblados

La población del área y sus alrededores es muy escasa, y está constituida por comunidades criollas e indígenas. Las mayores concentraciones poblacionales se ubican en el caserío Los Pijiguaos, El Guarrey, Morichalito, Trapichote y Guayabal, localizados en las adyacencias del campamento, en un radio no mayor de 8 km del mismo.

Otras concentraciones de interés se ubican en los caseríos El Potrero, Capachal y El Jobal en las proximidades de las vías férreas que conducen al puerto El Jobal.

Para alojar el personal que opera, mantiene y administra la mina y sus operaciones, la empresa cuenta con un campamento en la comunidad de Trapichote, cercano al yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos.

2.10 Geología regional

1.10.1 Geología del Escudo de Guayana

En Suramérica, las rocas pertenecientes al sistema Precámbrico se encuentran primordialmente concentradas en los escudos Brasileño y de Guayana, separados entre sí por la cuenca del Amazonas.

Los escudos en geología, son macizos continentales de las rocas más antiguas de la tierra, caracterizados por ser muy estables, no sujetos a movimientos bruscos como ha sucedido en la Cordillera de los Andes, con la Costa de Perijá, etc. denominadas “tierras positivas” porque han servido bien como contrafuertes y han contribuido por el desgaste a través del tiempo (erosión) a proporcionar sedimentos que se han depositado en enormes cantidades en las partes más bajas. Estos sedimentos casi horizontales, por lo menos coronan la superficie que hoy conocemos como Formación Mesa, Mesa de Guanipa en Anzoátegui; entre otros. (Mendoza V. 1.972).

El Escudo de Guayana tiene forma oval y su expresión septentrional se encuentra en Venezuela al sur del río Orinoco, mientras que su parte meridional se encuentra en Colombia, Brasil, Guyana, Surinam y Guyana Francesa.

En función de sus características petrológicas y tectónicas, el escudo ha sido dividido en Venezuela en cuatro provincias geológicas: Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima. (Figura 2.4).

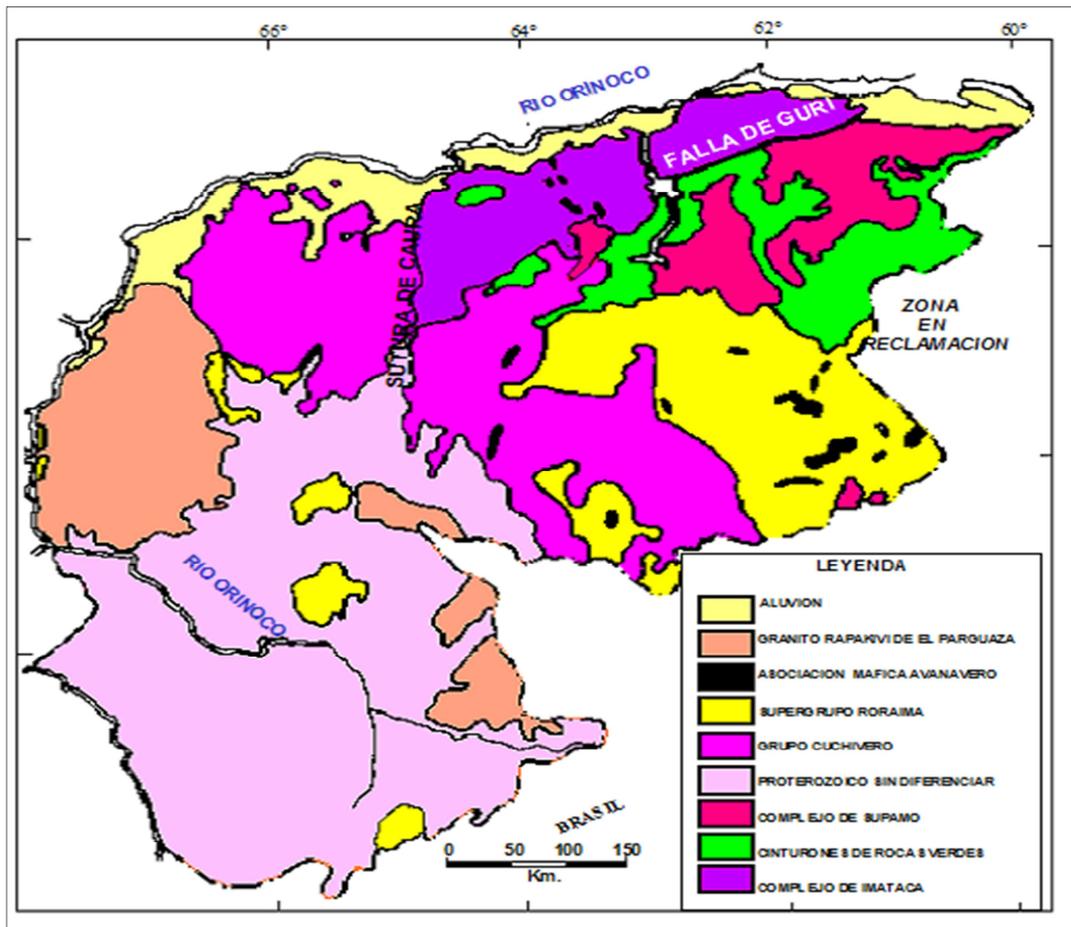


Figura 2.4 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana (Sider, G. y Mendoza, V.1995).

1.10.1.1 Provincia de Imataca: según el Léxico Estratigráfico de Venezuela (1970), la Provincia de Imataca está situada en el extremo norte de la Guayana venezolana y ocupa una faja angosta entre el río Caura al Oeste y al este el estado Delta Amacuro. En general se considera que la provincia está representada en la actualidad por un conjunto de metasedimentos y gneises graníticos plegados en forma compleja, e intrusiones de granitos posteriores. Las edades más antiguas detectadas en las rocas de esta provincia alcanzan valores entre 3.500 y 3.600 millones de años, que pueden corresponder a la edad del protolito, es decir, a las rocas originales previas al metamorfismo.

Se considera a las rocas de la Provincia de Imataca como un conjunto original de rocas silíceas de composición calco – alcalina, con algunos episodios máficos y asociaciones menores de sedimentarias e itabiritas o formaciones de hierro. Otras rocas como granulitas máficas y anfibolitas presentan asociaciones de tipo toleítico. Los cuerpos graníticos más jóvenes comprenden edades entre 1.500 y 2.000 millones de años (Hurley et al, 1968).

1.10.1.2 Provincia de Pastora: el Léxico Estratigráfico de Venezuela (1970) establece que la Provincia de Pastora se encuentra al sur de Imataca, separada de esta en su parte oriental por la falla de Guri y en la parte occidental por la falla de Santa Bárbara. Al sur está limitada por la Provincia de Roraima (Menéndez, 1968).

Menéndez (1968), indica que al norte del paralelo 6° la Provincia de Pastora se caracteriza litológicamente por una secuencia de rocas volcánicas ácidas y básicas, además de rocas sedimentarias asociadas que han sufrido un metamorfismo de bajo grado, el cual alcanza localmente las facies de la anfibolita.

La Provincia de Pastora comprende rocas cuyas edades se estiman entre 2.000 y 2.700 millones de años. Dentro de éstas se encuentran diques de gabros o diabasas intrusivos a varios niveles.

1.10.1.3 Provincia Cuchivero – Amazonas: durante el Paleoproterozoico tardío a Mesoproterozoico rocas intrusivas a volcánicas félsicas calcoalcalinas y rocas sedimentarias intrusionaron y se depositaron, respectivamente, sobre un basamento de CRV-granitos sódicos asociados, en las partes Sur, centro y occidente; y probablemente del Complejo de Imataca, en la parte Norte-Noreste del Escudo de Guayana en Venezuela, después de la orogénesis Transamazónica.

Esta provincia incluye rocas volcánicas riolíticas y asociadas, comagmáticas con granitos calcoalcalinos del Grupo Cuhivero; areniscas, conglomerados, limolitas, tobas y lutitas del Grupo Roraima; sills, diques, apófisis, stocks de rocas diabásicas-gabronoríticas cuarcíferas de la Asociación Avanavero y el Granito Rapakivi de El Parguaza, así como intrusiones de Carbonatita de Cerro Impacto, lámprofiros y kimberlitas eclogíticas de Guaniamo. Esta provincia parece extenderse hacia el Sur-Sureste en el Estado Amazonas, formando gran parte de las rocas del no diferenciado Proterozoico según Sidder y Mendoza (1.995).

Mendoza (1.974) en el área del río Suapure definió la sección más completa de la provincia Cuchivero con el nombre de Supergrupo Cedeño (SC) formado por el Grupo Cuchivero (Formación Caicara, Granito de Santa Rosalía, Granito de San Pedro y Granito de Guaniamito), metabasitas y el Grupo Suapure (Granito de Pijigao y Granito Rapakivi de El Parguaza). Discordantemente sobre el Supergrupo Cedeño yacen rocas sedimentarias del Grupo Roraima.

1.10.1.4 Provincia Geológica de Roraima: está situada al extremo suroriental de la Guayana venezolana. Es la provincia geológica más joven del escudo, con una edad entre 1.500 y 1.700 millones de años. Se utilizó el nombre “capas de Roraima” para designar una secuencia de sedimentos que afloran en el cerro Roraima, en la región limítrofe entre Venezuela, Guyana y Brasil. El grupo Roraima cubre un área de afloramientos de aproximadamente 450.000 km². Las litologías y caracteres sedimentarios corresponden a ambientes sedimentarios deltáicos, con una dirección de transporte de sedimentos desde el Sur y Este para la Formación Uairén. Los sedimentos de la Formación Uaimapué fueron transportados desde el Sur y el Oeste y los de la Formación Mataui provienen del Norte.

En los tepuyes de Cerro Mocho y el pañuelo del área del río Suapure, afloran espesas secciones del Grupo Roraima con espesores de hasta de 200 m, donde se observan en la parte superior ortocuarcitas subhorizontales con estratificación cruzada buzando 15° SE, aparentemente discordante sobre el Granito de Santa Rosalía de edad 1.875 millones de años y sobre el Granito del Parguaza cuya edad Rb/Sr en roca total es de 1.531 ± 39 millones de años. (Léxico Estratigráfico de Venezuela, 1970).

2.11 Geología local

Durante los trabajos exploratorios efectuados por la Dirección de Geología del Ministerio de Energía y Minas en el año 1974, en la región Sur occidental del municipio Cedeño, fue localizado un importante distrito de bauxita. Los depósitos se ubican en la región de Los Pijiguaos a 130 km al Sur de Caicara del Orinoco y a 35 km del este del río Orinoco, y genéticamente se asocian con el granito de Parguaza.

El Léxico Estratigráfico de Venezuela (PDVSA-INTEVEP 1.999) señala que la serranía de Los Pijiguaos forma parte del Escudo Precámbrico de Guayana y pertenece a la zona del Súper grupo Cedeño. Mendoza (1974) introdujo el nombre de Supergrupo Cedeño para definir una unidad litoestratigráfica volcánico - plutónica ácida que incluye los grupos Cuchivero y Suapure, los cuales están separados entre sí por metabasitas.

El área estudiada está ubicada en la parte Oeste de la provincia geológica de Cuchivero, que se caracteriza por grandes intrusiones graníticas (Granito de Santa Rosalía y de San Pedro) en rocas volcánicas riolíticas (Formación Caicara).

El granito Rapakivi de Parguaza intrusiona en las formaciones anteriores y se extiende cientos de kilómetros desde el río Suapure hasta el río Ventuarí (Mendoza 1972). Siendo éste un granito biotítico de grano grueso a muy grueso, masivo, con textura Rapakivi, rico en feldespato potásico y hornblenda. Petrográficamente es una roca holofanelocrystalina sub-idiomórfica granular de grano muy grueso, inequigranular, maciza con textura Rapakivi. Desde el punto de vista geoquímico, se caracteriza por contenidos altos de FeO, TiO₂, K₂O, CaO, Rb, Sr, Zr, Ni y Co y valores bajos a moderados de Na₂O, MgO y K/Rb, y su importancia económica radica en el hecho de que constituye la roca madre del yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos (Menéndez, 1985), siendo además muy probable la existencia de depósitos similares en otras áreas donde aflora la unidad. Es también fuente probable de estaño, tantalita - columbita, niobio, molibdeno, circonio, torio y uranio.

2.11.1 División del Supergrupo Cedeño

El Supergrupo se extiende en dirección Este - Oeste desde las inmediaciones del río Caura hasta Puerto Páez y en dirección Norte - Sur desde el río Orinoco hasta el río Ventuarí, es decir, aflora en casi todo el municipio Cedeño, estado Bolívar y

parte Norte - Central del estado Amazonas, según Mendoza (1974) puede alcanzar una extensión mayor de 1.000.000 de km².

Mendoza (1974), estableció el esquema estratigráfico para explicar el contexto geológico de la región. (Figura 2.5).

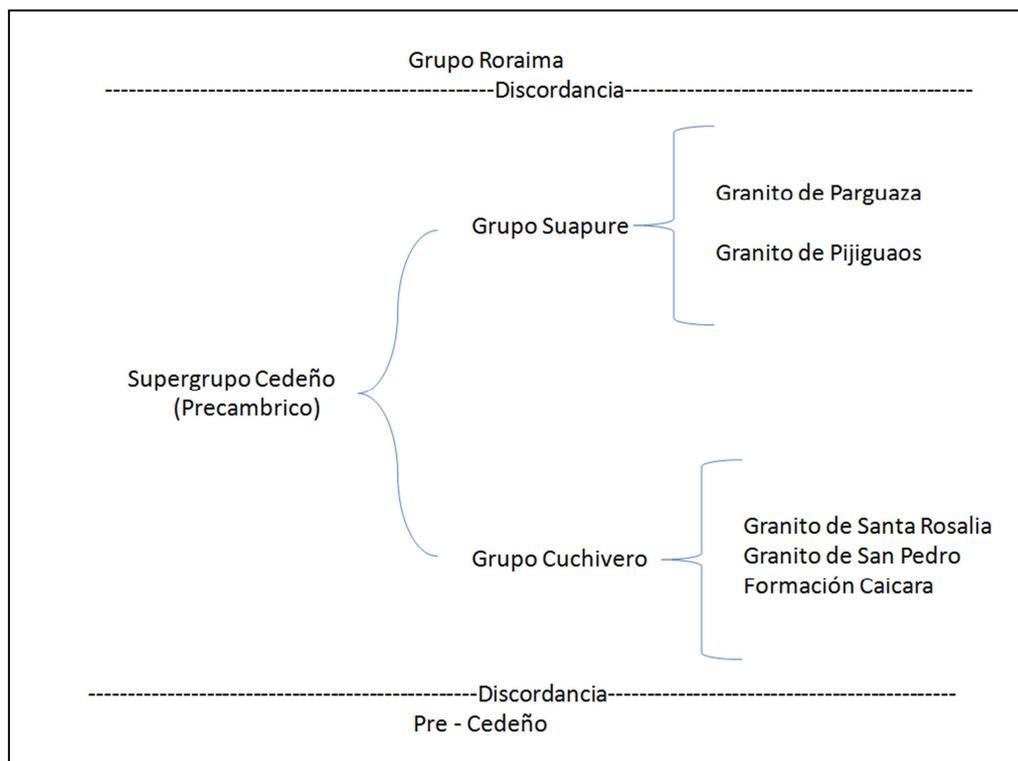


Figura 2.5 División del Supergrupo Cedeño. (Mendoza 1974).

2.11.1.1 Grupo Suapure: según Mendoza en Gonzalez de Juana, (1980) propone este nombre para incluir rocas ígneas acidas que afloran desde los Pijiguaos hasta puerto Páez, en dirección Este- Oeste y desde los pijiguaos hasta el rio Ventuari, en sentido Norte –Sur, cubriendo un área de alrededor de 3000 km². Dentro del término incluye dos tipos de Granitos: uno de grano fino, masivo, de color rosado, denominado granito Los Pijiguaos y otro de textura Rapakivi que ocupa el 90% del área total.

Este mismo autor observa un contacto de falla en el área de temblador, o intrusivo en el área de los Pijiguaos, entre los granitos y las rocas volcánicas - plutónicas del Grupo Cuchivero.

- Granito de Parguaza: Mc Candless en Gonzalez de Juana, (1980), denomino Granito Rapakivi del Parguaza a un extenso batolito que ocupa unos 30000 Km², en el noreste de Guayana. Aflora desde Puerto Páez hasta los Pijiguaos, localizándose los mejores afloramientos en el salto Maracas del rio Parguaza, en las montañas del Tigre y los domos de Pijiguaos. (Mendoza en Gonzalez de Juana, 1980) lo considera intrusivo en las rocas riolíticas y graníticas del Grupo Cuchivero, cuya edad aproximada es de 1900 ma.

El granito Rapakivi de Parguaza contiene, en la zona de los Pijiguaos, abundancia de xenolitos de litología variable, como cuarzo- latitas, microgramitos y metabasitas, localmente desarrolla una estrecha zona de contacto hacia el granito de Santa Rosalia, con un buen desarrollo de biotitas y cristales de hasta 5cm., de diámetro de feldespatos alcalinos, con textura Rapakivi. En el tepuy del pañuelo, el Grupo Roraima se presenta discordante sobre el granito Rapakivi del Parguaza.

El granito Rapakivi del Parguaza está constituido por cuarzo (20%), feldespato potásico (40%), oligoclasa (25%), biotita (7%) y hornblenda (8%), ambas ferríferas, y cantidades menores de clinopiroxenos, fluorita, apatito y ópalos.

- Granito de Pijiguaos: Mendoza en González de Juana, (1980) lo define como una roca leucocrática de tinte rosado, masiva de grano fino, equigranular, que aflora en la parte inferior de los domos de Pijiguaos, en el pueblo del mismo nombre. Se observan buenos afloramientos en las quebradas El Paují, El Callao y Caña Brava, en el área del río Suapure, estado Bolívar. Estudios de imágenes de radar muestran que ese granito parece representar en la región del río Ventuari, una facie del granito Rapakivi, que ha sido considerado por Mendoza (en González de Juana, 1980) incluyendo los afloramientos de granito de grano fino dentro del granito del Parguaza, sin llegar a diferenciarlos.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 Antecedentes del estudio

Evies R., E. (2007). “Comportamiento de la concentración de hierro (>13,60%) en los procesos de formación y recuperación de pilas años (2004-2006) en la mina de bauxita del Cerro Páez, Los Pijiguaos municipio Cedeño, estado Bolívar - Venezuela”. Mediante éste estudio se determinó un valor máximo de formación de pilas de 13,80% en las concentraciones de hierro.

Solórzano, E. (2004). “Análisis en la variación de los parámetros químicos en la formación y recuperación de las pilas bauxíticas en CVG BAUXILUM – mina Los Pijiguaos municipio Cedeño estado Bolívar”. A través de esta investigación se determinaron las causas que generan las variaciones en los diferentes procesos (lluvia, transporte, paradas en producción, apilamiento, corte del tractor), así como también en qué parámetros disminuye o aumenta tales dispersiones de acuerdo al proceso de formación y de recuperación.

3.2 La bauxita

El término bauxita, se refiere a una mezcla de minerales formados mediante la meteorización de las rocas que contienen aluminio. Las rocas madres pueden ser ígneas o sedimentarias, son frecuentemente: Nephelina ($3 \text{ NaO} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 9 \text{ SiO}_2$), serpentina, granito, diorita y caliza conteniendo minerales arcillosos. Cuando estas rocas son sometidas a la acción de las lluvias y al tiempo, ellas tienden a perder los constituyentes, tales como: silicio, magnesio, óxido de hierro y óxido de titanio. En consecuencia, se forman arcillas que contienen entre 35-60% de óxido de aluminio

(Al_2O_3) combinado y lateritas, que consiste substancialmente en óxido de aluminio hidratado y óxido de hierro hidratado. (Turpial, J. 1985).

De acuerdo a su composición química, las lateritas son conocidas como ferruginosas alumínicas o bauxitas.

Se sabe que las bauxitas tienen su génesis en la hidrólisis de silicatos, con disolución de la sílice, él álcalis y alcalinotérreos, para dar lugar a una concentración de hidróxidos de hierro y aluminio, siendo la proporción de contenido de Fe en la roca formada, la que da origen a un potencial redox, que produce la bauxitización, asociada con una diagénesis, tardía de tipo reductor.

La clasificación más útil para este tipo de yacimientos, se basa en el lugar, posición y morfología de los mismos, son las siguientes:

- a. Bolsadas bauxíticas en rocas carbonatadas.
- b. Depósitos residuales de manto, sobre sienitas y coluviales bauxíticos.
- c. Depósitos residuales. Mantos sobre sienitas nefelínicas.
- d. Depósitos de bolsa sobre carbonatos no plegados.
- e. Depósitos sobre rocas basálticas.
- f. Depósitos sobre arenas caolínicas.

Se siguen diversos criterios para la prospección de este tipo de yacimiento. Uno de ellos se aplica en la búsqueda de lateritas bauxíticas, en la cual el cambio de

vegetación y coloración del suelo, indica su presencia. En las bauxitas kársticas, la presencia de rellenos kársticos, hundimientos estructurales, y sedimentos en karst con una morfología especial denotan su presencia.

Además los estudios paleoclimáticos nos pueden indicar la posible presencia de estos yacimientos, siguiendo también paleolatitudes y tectónica. También la prospección geofísica es útil y el mejor método para ello es el magnético.

3.2.1 Origen de la bauxita

La bauxita es de origen supergénico, corrientemente se origina en suelos tropicales o subtropicales por una meteorización prolongada de rocas alumínicas. Puede derivarse también por meteorización de la caliza. Aparece como derivado directo original por transporte y depósito de una formación sedimentaria. (Turpial, J. 1985).

El proceso de bauxilixiviación puede fácilmente resumirse en dos etapas fundamentales:

1) El Granito Rapakivi es meteorizado, perdiendo sus constituyentes menos estables o muy móviles como los álcalis.

2) Proceso de laterización donde el silicio se empobrece hacia el tope del perfil, mientras que el aluminio y el hierro se enriquecen en la parte superior del mismo, gracias al proceso de lixiviación de la sílice durante el proceso de meteorización del material "in situ" esta formación de lateritas además se considera controlada por los factores cinéticos termodinámicos.

3.2.2 Clasificación de la bauxita

3.2.2.1 Según la textura

- **Pisolítica:** incluye toda la serie de pisolitas sueltas, las cuales son concreciones muy redondeadas de 0,5 en diámetro promedio y pisolitas cementadas dentro de una matriz criptocristalina con alto grado de diseminación.

- **Esponjosa:** es un material muy duro y altamente poroso de predominante composición gibbsítica. Sus colores intensos o marrón indican la presencia de óxidos de hierro, hematinas. El cuarzo está presente en forma de cristales transparentes implantados de más de 0,1 de diámetro.

- **Celular:** es reconocido por su duro esqueleto, presentando espaciamiento lenticular, el cual está compuesto de óxido de hierro, aluminio y cuarzos, mientras que los espacios abiertos están llenos de óxidos de aluminio. Esta textura se presenta de modo esporádico.

3.2.2.2 Según la génesis

- **Bauxitas autóctonas:** conocidas también como primarias. Permanecen en su lugar de origen casi correspondiente a su roca madre de la que derivan por alteración edafológica, bajo un manto vegetal en países tropicales (evolución de tipo laterítico) y algunas veces sobre un sustrato calcáreo.

- **Bauxitas alóctonas:** denominadas también secundarias o resedimentadas. Ocurren en capas estratificadas relacionadas con otros niveles continentales (lacustre) o marino detríticos o calcáreos.

3.2.3 Proceso de formación de bauxita

El proceso de formación comprende dos etapas, un proceso de caolinización y el proceso final de bauxitización.

3.2.3.1 Proceso de caolinización: en la etapa final, la roca madre (Granito), bajo condiciones climáticas propias de las zonas templadas es meteorizada, perdiendo sus constituyentes menos estables o muy móviles como los álcalis, formando un material producto de la concentración de las sustancias menos solubles formadas principalmente por caolinitas y cuarzo. Cuando el material alcanza esta composición, el proceso de meteorización se detiene, ya que los productos descritos, son insolubles.

El Al y el Fe se enriquecen en forma relativa debido a la lixiviación de (Si), gracias a un proceso de meteorización in situ. Dicho proceso está controlado principalmente por la hidrólisis del feldespato potásico. El Al es fijado por la estructura de la caolinita y el Fe procedente de la hidrólisis de la biotita (como Fe^{+2}) precipita como óxido hidratado (Fe^{+3}), gracias a la presencia de oxígeno disuelto en las aguas que se infiltran en el perfil, mientras que el Si es en parte fijado por la caolinita y el resto migrará con las soluciones del perfil.

3.2.3.2 Proceso de bauxitización: posteriormente, bajo ciertas condiciones especiales el proceso continúa llevando a las sustancias insolubles a un grado superior de alteración.

Los silicatos se descomponen, la sílice se disuelve y se pierde junto con el resto de los componentes solubles permaneciendo así, un compuesto de hidróxido de aluminio y óxido de hierro, manganeso, titanio y otros elementos, junto con algunos silicatos hidratados, por encima del nivel freático y las condiciones del pH dada. En

esta etapa el Si se empobrece en una mayor proporción y el Fe tiende a separarse del Al (Lo Mónaco Salvador, 1985).

Para que la lixiviación del Si sea efectiva, se requiere un gran aporte de agua junto con un gran drenaje eficiente, con una alta porosidad y permeabilidad de los productos de meteorización que conforman este horizonte. Estas condiciones de gran aporte y libre circulación de agua, constituyen un sistema abierto, donde el abundante flujo de agua hace inestable la caolinita, la cual se destruye, de esta manera, el Al mediante este proceso se enriquece con gibbsita, mientras que la sílice es removida hacia la parte inferior o fuera de este. (Lo Mónaco Salvador, 1985).

3.2.4 Bauxita de Los Pijiguaos

La bauxita del yacimiento de Los Pijiguaos, es de origen laterítico y se estima que se formó durante el Terciario. Este se presenta en forma de manto sobre los topes de los planos de Plateaus y mesetas a una altura que varía entre los 620 y 690 m.s.n.m. separadas cada uno por valles profundos. El yacimiento presenta forma irregular pero continua. Puede considerarse en general una formación primaria de una bauxita autóctona mostrando texturas formadas exclusivamente durante la neomineralización. El perfil desde la superficie hasta la roca madre muestra claramente las distintas zonas de bauxita hasta las zonas arcillosas infrayacentes reflejando mineralogías específicas. Los espesores de la bauxita varían entre 3 y 18 mts, siendo el promedio de 7 mts los mayores espesores, generalmente se localizan hacia el noreste del yacimiento. Los límites de la mineralización están definidos por características geomorfológicas locales. La bauxita se encuentra con pendientes variables entre 0° y 10°. En las áreas con pendientes superiores a los 15°, los procesos erosivos destruyen o eliminan los elementos y costra bauxíticas.

La bauxita se presenta en superficies como una costra o coraza, sin embargo eventualmente está cubierta por un suelo rico en materia orgánica que excepcionalmente puede alcanzar 1 metro de espesor.

3.2.5 Génesis de la bauxita de Los Pijiguaos

Con relación a como se forma una bauxita, el problema de su génesis es básicamente el establecimiento de condiciones determinantes para que ocurran los mecanismos de separación de las especies químicas Al, Fe y Si, tres elementos relativamente insolubles en el ambiente superficial de la corteza terrestre. El proceso geológico de mayor influencia en la génesis de las bauxitas, es el levantamiento tectónico del tipo epirogénico y las subsecuentes variaciones en el nivel de las aguas freáticas, de manera de restablecer las variables principales desde el punto de vista de la meteorización química.

Por procesos de lixiviación a partir del Granito Rapakivi de El Parguaza en climas tropicales lluviosos, en el planalto de El Parguaza, a nivel de planación de Imataca, Nuria, Cerro Bolívar (600-700 m.s.n.m) se produjo en el nivel de Pijiguaos un desarrollo de lateritas alumínicas, cuyo perfil de unos 5 a 10 m de espesor (7,6 promedio para las menas) muestra de tope a base 4 categorías. (Figura 3.1).

- a. Costras: mayor de 50% de Al_2O_3 y bajas en SiO_2 , con 1 a 3 m de espesor.
- b. Bauxitas Pisolíticas o Pseudopisolíticas: mayor de 47% de Al_2O_3 y moderadas en SiO_2 , con 1 a 4 m de espesor.
- c. A veces una duricostra intercalada delgada y bauxita terrosa con baja alúmina y alta sílice (entre 10% y 20% de sílice).

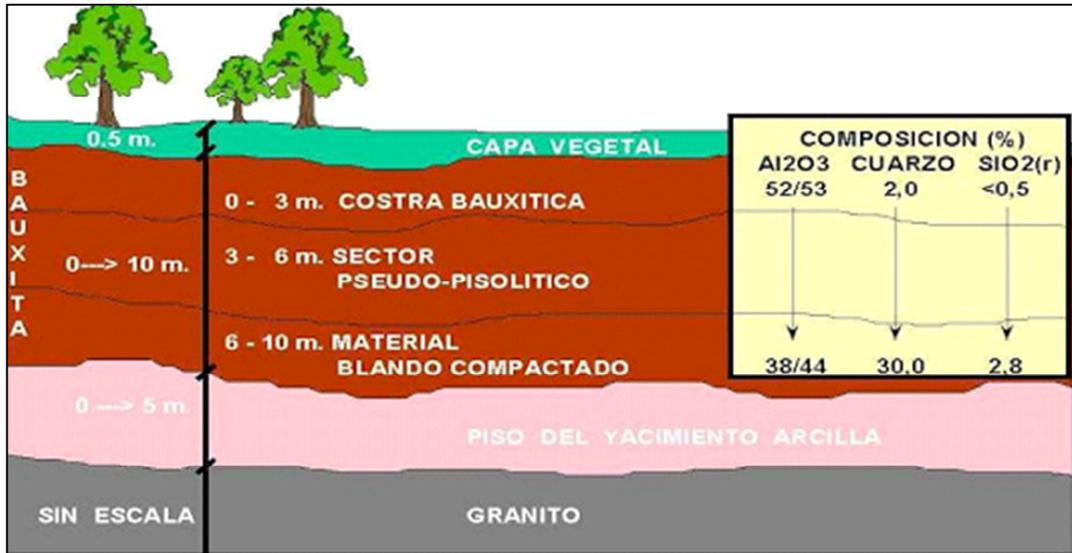


Figura 3.1 Sección típica de la bauxita de Los Pijiguaos. (C.V.G BAUXILUM, 2005).

d. Bauxita Caolinitica: de 1 a 4 m de espesor con alta sílice (> 22%) y baja alúmina (<44%).

3.2.6 Características generales de la bauxita de Los Pijiguaos

3.2.6.1 Tipo: Gibbsita (Oxido de Aluminio Trihidratado) $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$.

- Densidad in situ humedad: $1,864 \text{ t/m}^3$.
- Humedad Promedio: 11%
- Ángulo de reposo del material: 34°
- Espesor Promedio del horizonte de la bauxita en la meseta de los Pijiguaos: 7,00 m; con la ley de corte mínima de 44/20.

- Densidad in situ seca: 1,625 t/m³.
- Otras características: abrasiva, se hace pegajosa al aumentar la humedad (13-15%), no fluye libremente, etc.

3.2.7 Propiedades físicas y especificaciones de la calidad de la bauxita

De acuerdo a las condiciones físicas de la bauxita se establecieron ciertos parámetros para la formación y recuperación de las pilas a manera de que Mina suministre un mineral apto a Planta que soporte su capacidad instalada. (Tabla 3.1-3.2).

Tabla 3.1 Propiedades físicas de la bauxita. (Suptcia. Geología y planificación mina, C.V.G BAUXILUM-MINA).

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA BAUXITA	
Sistema	Rómbico
Hábito	agregados criptocristalinos a escamosos finos
Dureza	3,5 - 4.
Densidad	3,1
Color	Blanco, amarillento, incoloro; en los agregados <u>Pisólíticas</u> exhibe tonalidades rosa a rojo.
Raya	Blanca a roja
Brillo	Mate.

Tabla 3.2 Especificaciones de la bauxita para C.V.G BAUXILUM- PLANTA.
(Suptcia. Geología y planificación Mina, C.V.G BAUXILUM-MINA).

Parámetro Químico	Mínimo (%)	Típico (%)	Máximo (%)
Alúmina total (Al ₂ O ₃) _T	49,00	----	----
Alúmina disponible(Al ₂ O ₃) _D	45,50	46.5	----
Sílice reactiva (SiO ₂) _R	1,30	1,40	1,50
Sílice cuarzo (SiO ₂) _Q	1,50	1,40	9,00
Hierro (Fe ₂ O ₃)	11,60	12,60	13,80
Titanio (TiO ₂)	1,20	1,25	1,30
Humedad	----	----	13,00

3.2.8 Composición mineralógica

La composición mineralógica de la bauxita de Los Pijiguaos es la siguiente: Gibbsita (75%), Caolinita (2%), Cuarzo (12%), Hematita (0.5%), Materia Orgánica (0.25%) y Anastasa (0.25%). (CVG Bauxilum-Mina).

a. Gibbsita: mineral de la clase de los óxidos e hidróxidos, de fórmula Al(OH)₃, con impurezas de Fe, Si y Ga, que cristaliza en el sistema monoclinico. Es incoloro o tiene color blanco, generalmente forma agregados radiales, estalactíticos, globulosos o terrosos. (Lye, K.1980).

b. Caolinita: mineral de la clase de los silicatos, subclase de los filosilicatos y grupo de la serpentina-caolinita, de fórmula Al₂Si₂O₅ (OH)₄, que cristaliza en el sistema triclinico. Presenta color blanco con diferentes tonalidades debidas a impurezas, en presencia de agua se vuelve plástico. (Lye, K. op cit).

c. Silice (Q): es un mineral de anhídrido silícico extraordinariamente abundante en la corteza terrestre, en la que entra a formar parte de un gran número de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Los cristales de cuarzo tienen simetría del sistema trigonal, seis caras y son alargados. (Lye, K. op cit).

d. Sílice ®: es una designación petrográfica de mezclas de Caolinita, Dickita, Nacrita y silicatos de alúmina gelatinosos puros e hidratados. Presenta un aspecto terroso, tacto árido y casi siempre susceptible de plasticidad cuando se le añade agua. Forma parte de la familia de las arcillas y está asociado a los mismos procesos de formación es decir al meteorizarse los Feldespatos, las Micas y otros alumosilicatos. (Turpial, J. 1985).

e. Hematites (Fe_2O_3): el hierro forma alrededor del 70% del peso de la hematites. Pertenece al sistema trigonal y se presenta en masas mamillonares. Es un mineral opaco, de color gris metálico a negro y rojizo que se presenta en masas compactas y terrosas. Es un mineral frágil y sin exfoliación. Se encuentra en rocas ígneas y metamórficas y en filones hidrotermales. También aparece en algunas rocas sedimentarias. (Lye, K. op cit).

f. Anastasa: mineral de la clase de los óxidos e hidróxidos, de fórmula TiO_2 , que puede contener hierro y que cristaliza en el sistema tetragonal; es polimorfo del rutilo y de la brookita. Presenta color pardo, gris o azul. Mayoritariamente, es un producto de alteración de otros minerales de titanio. (Lye, K. op cit).

3.2.9 Perfil laterítico del yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos

El perfil laterítico consiste de tres zonas bien diferenciadas, que se presentan a continuación en orden descendente. (Figura 3.2).

3.2.9.1 Zona de acumulación: en esta zona se encuentra una capa orgánica de 30 a 50 cm de espesor e inmediatamente por debajo de esta, aparece primeramente la bauxita como una costra dura rica en alúmina, de 2 a 3 m de espesor, seguido de una zona pseudo-pisolítica de 5 m de espesor, donde ocasionalmente aparecen capas duras ricas en Gibbsita y bolsones de material arcilloso.

3.2.9.2 Zona de lavado: esta zona se caracteriza por la presencia de una zona moteada, rica en sílice reactiva y cuarzo, presentando una textura pseudo- rapakivi. Infrayacente se encuentra una zona saprolítica donde el grado de meteorización varía en concordancia con la profundidad, hasta encontrar el granito fresco.

ZONAS	SUBZONAS (ESPESOR)	CAPA (ESPESOR)	PROFUNDIDAD (m)	PERFIL	DESCRIPCION		
ZONA DE ACUMULACION	SUELO(0-0,3)	ALUVIAL	0		SUELO CON GUJARROS DE LATERITA		
		LATERITA (2-12 m)	LATERITA BAUXITICA (MENA PRINCIPAL DE ESPESOR PROMEDIO (7,6 m)		1	COSTRA DURA RICA EN ALUMINA Y BAJA EN CUARZO Y SILICE REACTIVO	
			CAPA DURA (0-0,5 m)		2	BAUXITA PSEUDOPOLITICA RICA EN CUARZO DISEMINADO, CON CAPAS DURAS OCASIONALES RICA EN GIBBSITA Y CAPA SUAVE DE CAOLINITA EN LA PARTE INFERIOR	
	CAPA RICA EN MAT. ARCILLOSO (0-0,8 m)		3				
			4				
	ZONA DELAVADO	SAPROLITO	CAPA MOTEADA		5		
					6		
			7				
ROCA SAPROLITICA		SAPROLITO	8		MATERIAL ARCILLOSO RICO EN CUARZO (TIGRITO)		
			9				
			10		GRANITO METEORIZADO RICO EN CUARZO Y CAOLINITA		
ZONA DE ROCA	ROCA FRESCA	FROTO SAPROLITO	11		GRANITO METEORIZADO Y FRACTURADO		
			12				
			13				
			14		GRANITO FRESCO		
			15				
			16				
			17				
			18				
			19				
			20				

Figura 3.2 Perfil laterítico del yacimiento de bauxita de Los Pijiguaos. (C.V.G BAUXILUM-MINA, 2005).

3.2.9.3 Zona de roca: esta zona se encuentra en la base y representa el granito rapakivi fresco o roca madre.

3.3 CVG Bauxilum

Es una empresa de producción que comprende desde la extracción de bauxita hasta su transformación en alúmina calcinada por medio del proceso Bayer. Se encuentra dividida en dos gerencias: Gerencia General de Operaciones Bauxita

(Bauxilum-Mina) y Gerencia General de Operaciones Alúmina (Bauxilum-Planta, Matanza- Puerto Ordaz).

La misma posee una ubicación privilegiada permitiendo suministrar localmente la alúmina a las plantas de reducción las cuales están ubicadas en las adyacencias de esta.

3.3.1 CVG Bauxilum (una empresa ISO 9001 – 2000)

ISO 9001-2000 es una certificación reconocida internacionalmente que describe los fundamentos y especifica la terminología para el Sistema de Gestión de la Calidad.

Al obtener esta certificación la empresa se beneficia en muchos sentidos ya que le abre las puertas a la captación y desarrollo de nuevos mercados; crea un sistema de calidad normalizado y actualizado, optimiza la planificación y uso de los recursos e incrementa la rentabilidad, entre muchos otros beneficios.

3.3.2 Función de la empresa

C.V.G. Bauxilum – Los Pijiguaos, tiene como objetivo principal el aprovechamiento económico y racional del yacimiento de bauxita mediante la explotación minera y el adecuado manejo, para optimizar la mezcla y homogeneización de los materiales de los diferentes frentes de explotación, intercalando sus características físicas y químicas.

Esto se logra a través de la aplicación de una minería selectiva por excelencia, para otorgar una materia prima a la planta de alúmina bajo los parámetros de calidad que ésta exige.

3.3.3 Organigrama C.V.G Bauxilum Los Pijiguaos

Para cumplir con un proceso productivo eficaz la empresa se distribuye en varias gerencias las cuales se encargan de una determinada área. (Figura 3.3).

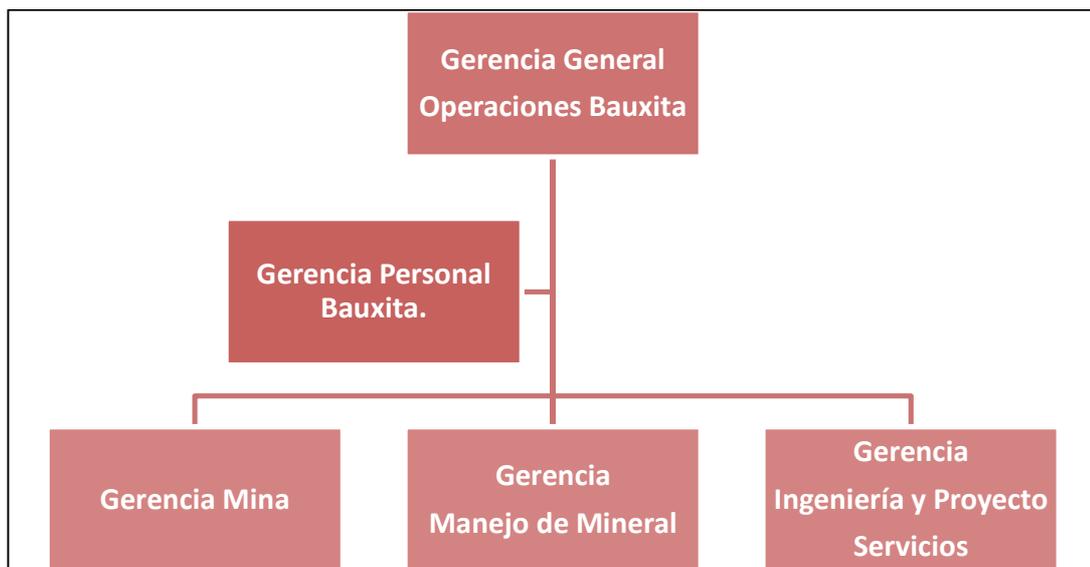


Figura 3.3 Organigrama C.V.G Bauxilum - Mina.(CVG 2005).Proceso productivo

Los procesos que se llevan a cabo en C.V.G. BAUXILUM - MINA son: explotación, extracción, trituración, almacenamiento, carga y transporte, realizándose en tres áreas operacionales. (Figura 3.4).

- a. Mina (Área extracción).
- b. Pie de Cerro (Área de Homogenización).
- c. Jobal (Área de almacenamiento y embarque).



Figura 3.4 Áreas básicas del proceso productivo. (SDI CVG. BAUXILUM).

3.4 Estructura organizativa de la gerencia mina

La Gerencia Mina tiene como objetivo funcional garantizar la rentabilidad y vida útil del yacimiento y determinación de los recursos necesarios para la explotación en las condiciones calidad, cantidad y oportunidad que satisfagan los intereses de C.V.G BAUXILUM C.A dentro del marco legal, normativo y procedimiento establecido. (Figuras 3.5 y 3.6).

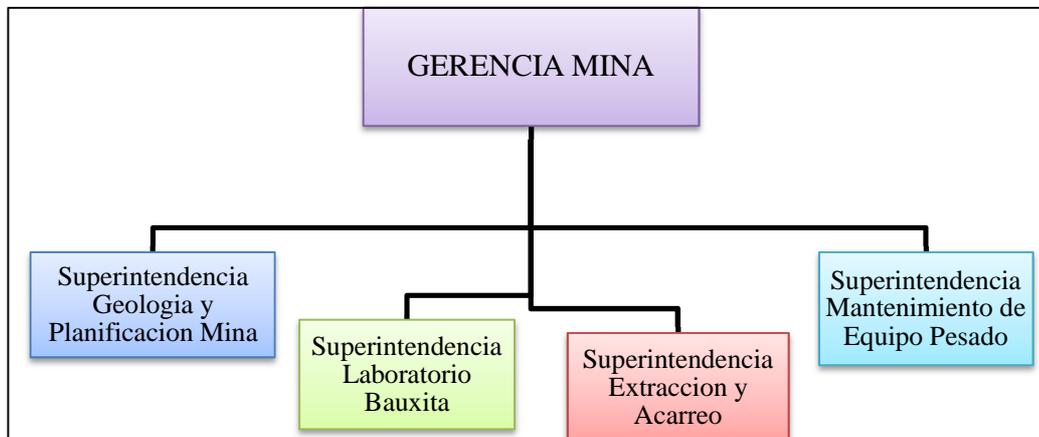


Figura 3.5 Organigrama Gerencia-Mina.



Figura 3.6 Vista general de la mina. (CVG BAUXILUM MINA).

3.4.1 Superintendencia Geología y Planificación de Mina

Se encarga de planificar la explotación del mineral dentro de la concesión que tiene C.V.G BAUXILUM – MINA, mediante períodos a corto, mediano y largo plazo, que garantice el suministro de mineral de acuerdo a las características químicas y físicas requeridas por el cliente (C.V.G BAUXILUM – PLANTA). (Figura 3.7).

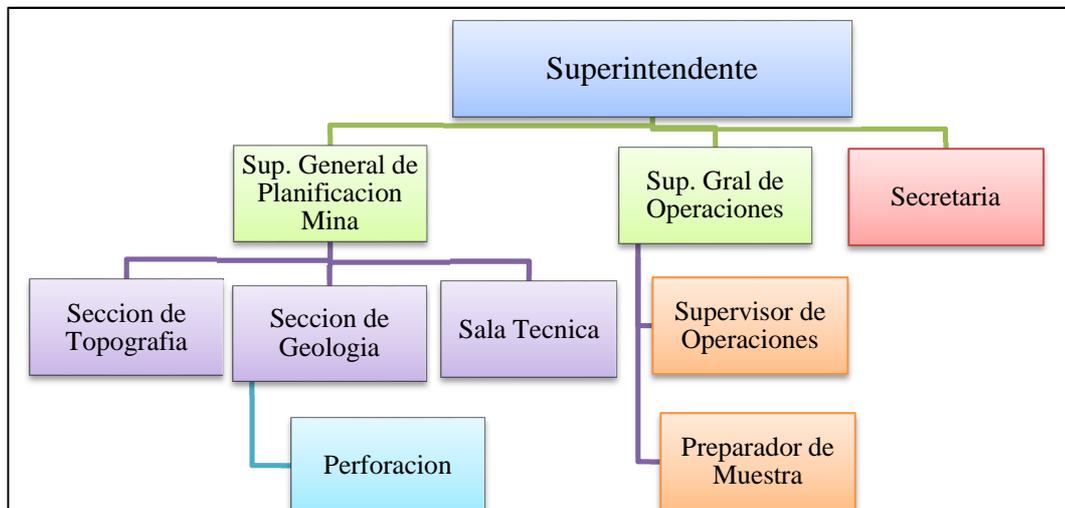


Figura 3.7 Organigrama de la superintendencia de geología y planificación mina.

Entre sus funciones está la elaboración de planes de mina, con la información de las características geológicas del yacimiento obtenida con las perforaciones y los análisis de muestra de cada sondeo a una malla (Retícula) de 25 x 25 mts, donde son representadas la concentraciones por porcentajes (%) de Alúmina (Al_2O_3), Cuarzo ($SiO_2 Q$), Cuarzo Reactivo ($SiO_2 R$), Hierro (Fe_2O_3) Y Carbón.

3.4.1.1 Dependencias: esta superintendencia mediante sus dependencias se encarga de interpretar los planos y las secciones además de actualizarlas, supervisa las áreas explotadas y por explotar, así como también los frentes de explotación. Planifica el control de los cortes de excavación en cada frente para que se cumpla el corte programado en el área y evitar pérdidas de material bauxítico con buena calidad en el piso operativo.

Presenta áreas alternativas de cambios de los equipos de extracción en caso de producirse variaciones en los parámetros, para mantener la pila que se está formando

en grados, de igual manera las opciones de mezclas de material de los frentes de extracción.

Para la evaluación y diseño del yacimiento se cuenta con un sistema computacional denominado MINESIGHT/MEDSISTEM, el cual es un software que fue especialmente creado para explotación minera tanto a cielo abierto como subterránea, que ofrece una variedad de programas que contienen herramientas para uso de la explotación y estudios de factibilidad, ofreciendo facilidades para tratar con eficacia las labores de geología, campo y oficina.

El área de topografía lleva a cabo una programación de los levantamientos topográficos del yacimiento, antes y después de la perforación. Es importante destacar, que la misma juega un papel muy importante; ya que se encarga de suministrar datos para la planificación de la mina; la cual es necesaria para la explotación del yacimiento; para luego enviarlos a sala técnica donde son utilizados para la elaboración de los diferentes planos, los cuales son el soporte de la planificación.

Mientras que el área de aseguramiento de la calidad, controla las características químicas del mineral bauxítico desde los diferentes frentes de explotación, hasta su despacho el embarque a manera de cumplir con las exigencias del mercado, en este caso por la planta procesadora, que actualmente requiere un porcentaje de alúmina igual o mayor a 49%.

3.4.1.2 Inicio y cierre de pilas: a cada pila se le asigna las toneladas con las que se va a formar (180.000 ton, o 150.000 ton) y su denominación, ya cumplida las cantidades de toneladas, se cierra la pila de manera tal que el ponderado final cumpla con las especificaciones para cierre de pila, es decir ($\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 49\%$), ($\text{SiO}_2 \text{ ® entre } \geq 1,25\% \text{ y } \leq 1,54\%$), ($\text{SiO}_2 \text{ (qz)} \geq 9\%$), ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 13,80\%$).

Para garantizar que se cumpla la calidad de las pilas al momento de su formación se toman muestras a los diferentes frentes de explotación, para posteriormente realizar su preparación física siguiendo los siguientes pasos: trituración en el molino, cuarteo, secado rápido a más de 300°C y pulverización, para luego realizarle su respectivo análisis químico. Y consecutivamente analizada en el laboratorio. Permitiendo manejar los resultados de los análisis a través del Sistema de Producción Bauxita (SPB) siendo éste un medio de información que cubre el control del movimiento diario de la bauxita desde la etapa de extracción pasando por las actividades de trituración, almacenamiento y transporte ferroviario, hasta la etapa del Zarpe; llevando un registro de la disposición del mineral por turnos. (Figura 3.8).

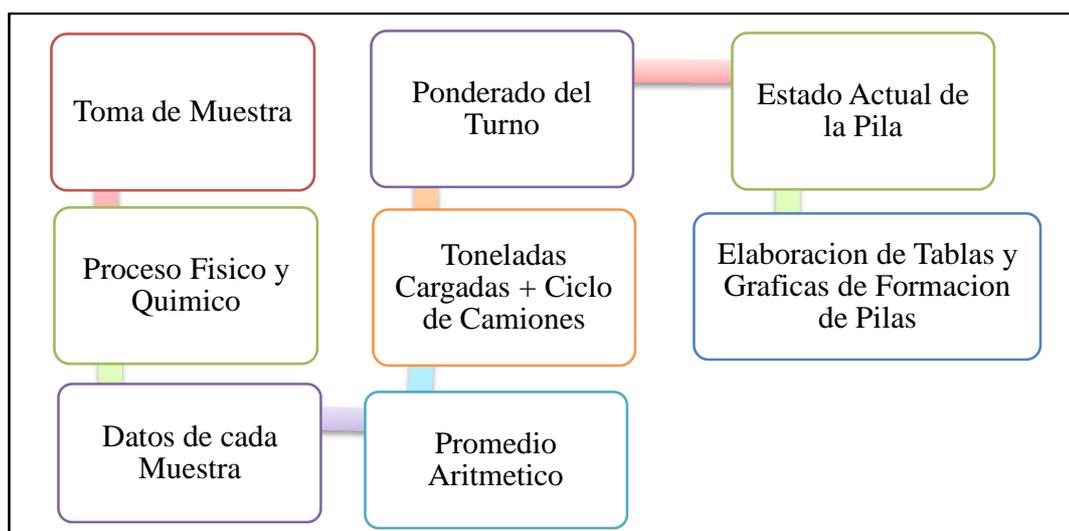


Figura 3.8 Procedimiento a seguir en la formación de pila.

La denominación de las pilas se hace de la siguiente manera, P01A11.

Donde:

P = indica que ha sido almacenada en Pie de Cerro.

01 = primera pila formada.

A = nombre del patio de almacenamiento.

11= año de formación de la pila.

En caso de ser almacenada en El Jobal será denominada con la letra (J) de la siguiente manera: J01A11.

3.4.1.3 Pilas de emergencias: son pilas que tienen identificados sus grados y parámetros y se hallan localizadas más cerca del molino, para ser usadas en una situación determinada, un ejemplo sería en casos de que algún equipo se dañe en los frentes, para así poder cumplir con los requerimientos de producción.

3.4.1.4 Preparación física de las muestras a recuperar: para la determinación de la recuperación de las pilas se procede a realizar la preparación física de las muestras de embarques siguiendo los siguientes pasos: codificación por fecha, turnos, gabarra y embarque, tomar 200 gr de muestra por gabarra, secar por cuatro horas mínimo a temperatura de 110°C, pasar por el molino de cono y cuarteador Jhons, pulverizar en el molino de disco, envío al laboratorio debidamente identificada y almacenar muestra testigo.

3.4.2 Superintendencia Laboratorio Bauxita

Ésta garantiza la ejecución de los análisis químicos a las muestras de mineral bauxítico a fin de producir resultados confiables y oportunos, para establecer los lineamientos de control que permitan el suministro de bauxita como materia prima del cliente, bajo especificaciones químicas establecidas por los mismos y avaladas por la Gerencia General de Operaciones.

Se divide en cuatro áreas: Sala de vía húmeda donde se realiza todo el proceso de digestión y filtración de las muestras proveniente de la sala de pesado con aproximadamente 0,25 gr. Una sala de Espectroscopia de Absorción Atómica y Espectrofotometría de UV-Visible utilizadas para la determinación de los porcentajes de alúmina, sílice total, sílice reactiva, sílice cuarzo y el hierro con un espectrómetro de A.A. 5100 PC. Una sala de Fluorescencia y Difracción de Rayos X que estudia el comportamiento de los elementos a través de la fluorescencia sobre las perlas o pastillas de fundición de la bauxita. Y la sala de calcinación, donde se requema el residuo de cuarzo por gravimetría a través de muflas con una temperatura que oscila entre 1000 – 1200°C.

3.4.3 Superintendencia Extracción y Acarreo

Tiene como responsabilidad garantizar los lineamientos que permitan desarrollar u ejecutar las operaciones de extracción, carga y acarreo del mineral de bauxita en los frentes de explotación de la mina, para cumplir con la programación de producción establecidas por la empresa.

Entre sus actividades está la de supervisar el turno de producción, a fin de cumplir las metas diarias, semanales y mensuales programadas, dentro de los parámetros químicos fijados, al igual que las labores de deforestación y apilamiento

de capa vegetal depositada en el techo del yacimiento, con el propósito de dejar libre el mineral de contaminación y llevar a cabo el arranque del material de los frentes, carga y transporte hacia el triturador, contando para ello con una flota de equipos pesados. También ejecutan proyectos alternos de producción y operaciones de riego, limpieza y apoyo logístico de los equipos. (Figuras 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12).



Figura 3.9 Extracción de la bauxita.



Figura. 3.10 Proceso de carga del mineral.



Figura 3.11 Proceso de acarreo hacia los frentes de explotación.



Figura 3.12 Descarga en el molino de trituración.

3.4.4 Superintendencia Mantenimiento de Equipos Pesados

Su finalidad es conservar y mejorar los medios y bienes físicos que constituyen el sistema productivo o acción tomada sobre una maquina o sistema para mantenerlo en producción.

Se encargan de certificar, el optimo funcionamiento y disponibilidad de la flota de equipos pesados del área de la mina, mediante la planificación, programación y control de la ejecución de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de todos los componentes eléctricos, mecánicos y metal mecánicos. (Figura 3.13).



Figura. 3.13 Taller de mantenimiento de equipos pesados.

3.5 Gerencia de manejo de mineral

3.5.1 Proceso productivo Pie de Cerro

Una vez acarreado el mineral hasta la estación de trituración, el todouno es vaciado en una tolva de alimentación principal, la cual tiene una capacidad instalada

de 1600 Ton/h y consta de una parrilla de barras que permite la separación de materiales finos y gruesos antes de la trituración primaria. Luego la bauxita es llevada a través de un transportador de placas o alimentador hasta un martillo de impacto, que tiene como función preparar el mineral a una granulometría menor o igual a 10 cm para facilitar su transporte o manejo. Este sistema cuenta con una balanza electrónica y tres correas transportadoras con capacidades de 1600 ton/h cada una.

Una vez que el material es triturado, es transferido al sistema de la correa transportadora de bajada, la cual está soportada por 2 cables de acero (tecnología del tipo teleférico o cable) posee una longitud de 4,2 y dispone de un sistema regenerativo que consiste en el suministro inicial de energía para la puesta en marcha de la correa, en tanto que el resto de la energía que mantiene en funcionamiento la misma, va a ser autogeneradora a partir de la energía potencial originada por el peso del mineral. (Figura 3.14).



Figura 3.14 Vista general de la correa de bajada. (CVG BAUXILUM MINA).

Una vez que la bauxita es transportada hasta Pie de Cerro, el mineral es almacenado mediante dos apiladores en cuatro patios de almacén (A, B, C, D) con una capacidad total instalada de 900.000 Ton. La forma de la pila es de tipo Chevron, lo cual permite una buena homogeneización del material. El mineral es extraído por medio de dos recuperadores de cangilones con capacidad instalada de 3600 Ton/h cada uno, y llevado por medio de correas transportadoras hasta el sistema de carga de vagones. (Figuras 3.15 y 3.16).



Figura 3.15 Vista de Pie de Cerro desde la mina. (CVG BAUXILUM-MINA).



Figura 3.16 Llegada del material bauxítico y almacenamiento en forma de pila tipo Chevron.

Luego al término de ser apilada en total la pila bauxítica la misma es recuperada por el recuperador quien se encarga de enviarla a los patios de almacenamiento de pie de cerro por cintas transportadoras a la carga de vagones.

El mineral se almacena previamente en una tolva principal de 360 ton de capacidad que alimenta a dos tolvas dosificadoras de 45 ton. cada una (Jaivas) que son las que suministran la bauxita a cada vagón.

Estos vagones son remolcados por una locomotora a través de 54 Km de vía férrea hasta llegar al puerto Gumilla a orillas del rio Orinoco denominada El Jobal. (Figura 3.17).

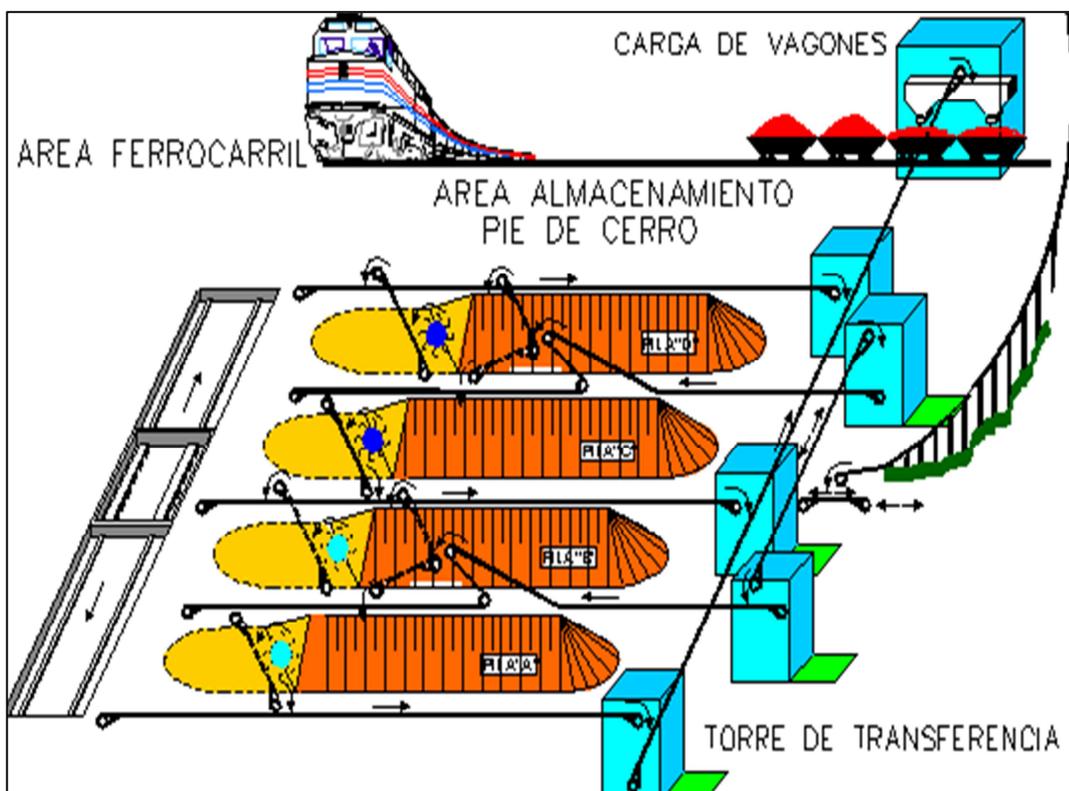


Figura 3.17 Proceso productivo de Pie de Cerro. (SDI C.V.G. BAUXILUM).

3.5.2 Proceso productivo El Jobal

En esta área el recibo de mineral se hace a través de la estación volcadora de vagones por medio de un sistema hidráulico de tipo rotativo el cual posiciona y voltea cada vagón hasta desocuparlo totalmente, de allí es tomado por un sistema de cintas transportadoras, el cual lo distribuye según las siguientes alternativas: (Figura 3.18 y 3.19).



Figura 3.18 Llegada del ferrocarril proveniente de Pie de Cerro al puerto El Jobal.



Figura 3.19 Volcadora de vagones.

a. Sistema de Apilamiento en el Jobal: consiste en apilar material en los patios de almacenamiento de este, con el fin de tener material reservados para posibles emergencias (volcadora de vagones dañada, material de pie de cerro agotado). Posterior recuperación y embarque. (CVG Bauxilum –Mina).

b. Sistema de By Pass: consiste en enviar el material bauxítico del vagón a la gabarra. (CVG Bauxilum –Mina).

El muelle de El Jobal es una plataforma de concreto rectangular de 10 m de ancho por 260m de largo, de los cuales 220m corresponden al frente de carga donde se desplaza el cargador y el resto de la extensión, al puente de carga general. El cargador mecánico de las gabarras, lo constituye una maquinaria que se desplaza por los rieles de 240m. La capacidad efectiva del equipo de carga es de 3600 T/hora, siendo alimentado desde el patio de almacenamiento El Jobal.

c. Gabarras: es un barco de suelo plano que sirve para transportar mercancías pesadas a lo largo de ríos y canales poco profundos. (www. gabarras.com). (Figura 3.20).

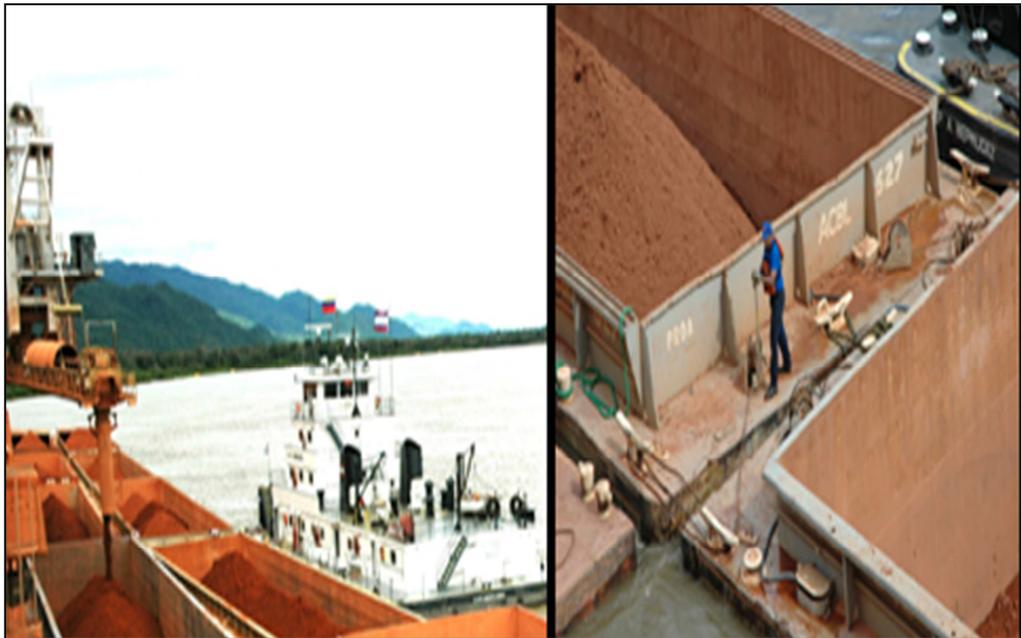


Figura 3.20 Proceso de carga de gabarras.

El transporte fluvial se hace desde el puerto de El Jobal hasta el terminal de planta de Alúmina, en Puerto Ordaz, Para ser transformada en la materia prima, (ALUMINA CÁLSICA GRADO METALÚRGICA). Siendo esta la base para producir el (ALUMINIO). Con un recorrido de 650Km. El transporte solo se efectúa durante el período (Mayo – Diciembre), aguas altas del río Orinoco, esta operación es continua durante las 24 horas del día y para garantizar las operaciones permanentes del transporte fluvial, se ha diseñado un canal de navegación de 100m de ancho a lo largo del trayecto entre El Jobal y la zona Industrial Matanza. (Figura 3.21).

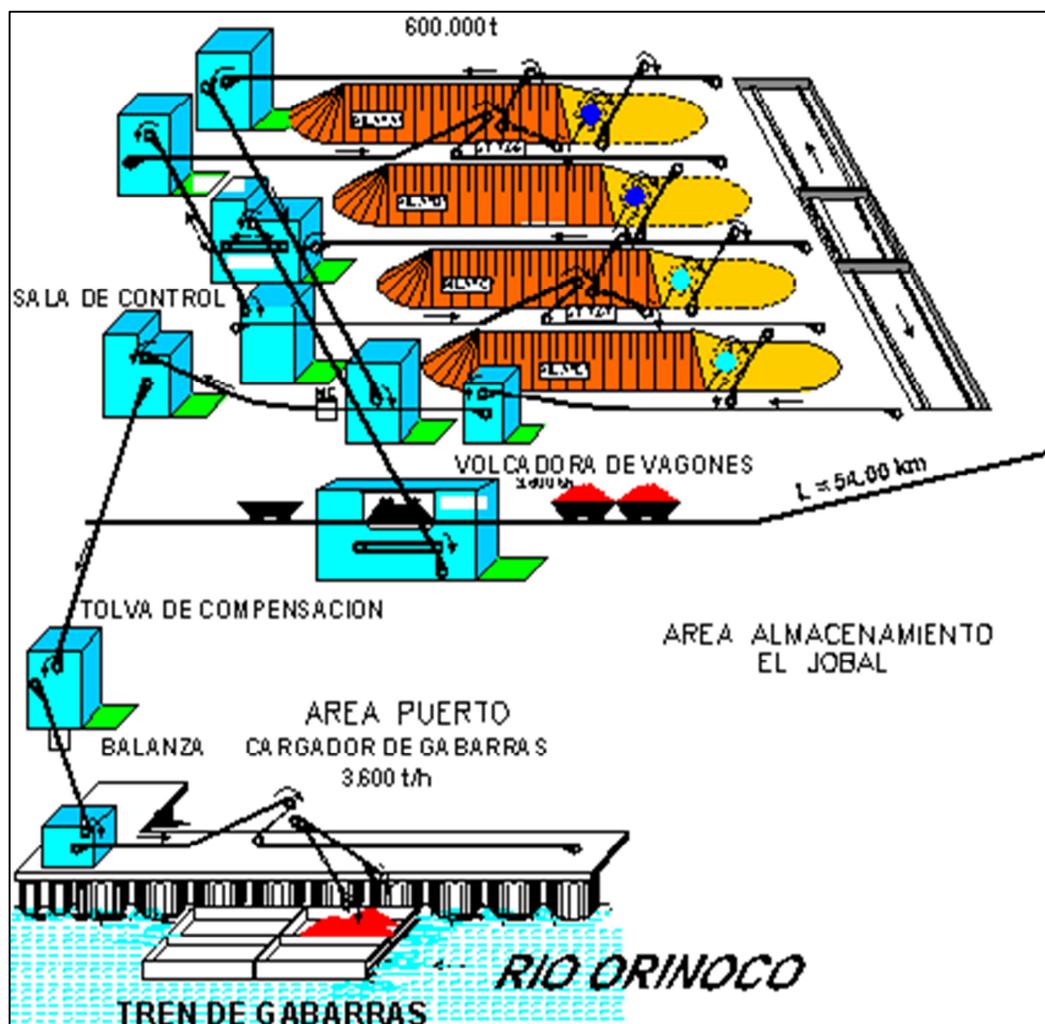


Figura 3.21 Proceso productivo El Jobal. (SDI C.V.G.BAUXILUM).

Para cumplir de una manera eficaz con los procesos productivos antes descritos, se debe emplear métodos estadísticos para conocer las dispersiones generadas en cada uno de ellos y llevar así un control de todo, en especial la calidad del mineral enviado, permitiendo solventar algunos inconvenientes si este fuese el caso. Estos métodos también nos permiten proyectar las situaciones pasadas, presentes y futuras de dicha producción, a través de los datos finales arrojados por todas las áreas.

3.6 Principios estadísticos

3.6.1 Estadística

Es un conjunto de métodos (metodología) que trata de la recolección, presentación y agrupación de los datos, así como el análisis, interpretación, proyección e inferencia de ellos. (Soto, A. 2005).

3.6.1.1 Estadística inductiva o inferencial: persigue hacer generalizaciones sobre conjuntos extensos de datos (Población o Universo) a partir de observaciones de conjuntos parciales (muestra). (Soto, A. op cit).

- Inferencia estadística: (Soto, A. op cit) nos suministra las normas o procedimientos para que las observaciones provenientes de una muestra, puedan aplicarse de tal forma de alcanzar conclusiones generales sobre una población, obviamente con un determinado Error de Estimación o de Muestreo. Además comprende por una parte el estudio de la Estimación y por la otra el Contraste de Hipótesis.

3.6.2 Contraste de hipótesis

Cuando se desea probar la validez de alguna hipótesis, es necesario recabar información que se permite a dicha hipótesis y que nos permite observar el fenómeno particular de interés. Para ello, es necesario en general el Diseño de Experimentos con el fin de obtener información relevante al problema. De la misma manera, una vez recopilada la información, es necesario disponer de métodos que permitan la interpretación de los resultados, es decir, que permitan decidir si la información obtenida apoya o contradice la hipótesis planteada. (Soto, A. op cit).

3.6.3 Serie de datos agrupados en clases:

Las clases se definen como los fraccionamientos en grupos que se hacen del intervalo total o recorrido de los datos de una serie. Los datos se agrupan en clases a fin de sintetizar la información y hacerla más fácilmente manejable. (Soto, A. op cit).

3.6.3.1 Distribución de frecuencias agrupadas: la **distribución de frecuencias agrupadas** o **tabla con datos agrupados** se emplea si las **variables** toman un **número grande de valores** o la **variable es continua**. (Soto, A. op cit).

3.6.3.2 Frecuencias: se define como el número de veces que se repite un dato de la variable analizada en una investigación.

3.6.3.3 Frecuencias absolutas: es el número de veces que aparece un determinado valor en un estudio estadístico. Se representa por f_i . La suma de estas frecuencias es igual al número total de datos que se representan por N .

3.6.3.4 Frecuencias acumuladas (F_i): son las frecuencias absolutas comprendidas hasta un determinado valor de la variable (X_i) o hasta una determinada clases.

3.6.3.5 Límites de la clase: cada clase está delimitada por el límite inferior de la clase y el límite superior de la clase.

3.6.3.6 Ancho de la clase: es la diferencia entre el límite superior e inferior de la clase, dividido por el número de clases.

3.6.3.7 Marca de clase: es el punto medio de cada intervalo y es el valor que representa a todo el intervalo para el cálculo de algunos parámetros.

$$Mc = \frac{Li+Ls}{2} \quad (3.1)$$

Donde:

Li= Límite Inferior

Ls= Limite Superior

3.6.4 Método para agrupar los datos en clases

3.6.4.1 Método de Sturges: se requiere al igual que el método práctico seleccionar a priori de forma subjetiva y basada en la experiencia, el número de clases a usar en la agrupación, diferenciándose solamente en la manera en cómo se determina el intervalo de clases. (Soto, A. op cit).

1. Se halla el intervalo total, rango o recorrido.

$$(It = VM - Vm) \quad (3.2)$$

Donde:

VM= Valor mayor de los datos.

Vm= Valor menor de los datos.

2. El intervalo de clases (Ic), se calcula de la siguiente manera:

$$Ic = \frac{It}{1+3,322 \log N} \quad (3.3)$$

Donde:

$$It = VM - Vm.$$

$N =$ numero de datos ($\sum Fi$).

$1 + 3,322 \log N$; equivale prácticamente al Número de Clases que debe llevar la distribución de frecuencias y debiéndose aproximar al entero correspondiente en el caso de que resultara un valor decimal.

3. Se construyen las clases partiendo del valor menor de los datos de la serie y adicionándole sucesivamente el Intervalo de clase hallado previamente. Se acostumbra restarle a los límites superiores de clases (Ls), una decima parte o una unidad según se considere a la variable analizada como continua o discreta respectivamente, a fin de evitar equívocos o ambigüedades a la hora del conteo de frecuencias.

4. Se realiza el conteo o recuento de frecuencias absolutas (Fi), o sea, ubicar aquellos datos que se encuentren incluidos dentro de los límites de cada clase. Es lógico suponer que la sumatoria de todas las frecuencias absolutas u observadas será igual al número total de datos de la serie, es decir $\sum Fi = N$.

3.6.5 Muestreo

El muestreo para Soto, A (2005) es la técnica o procedimiento estadístico, el cual permite, aplicando sobre una parte de una determinada población, obtener una precisa información de la misma de una forma más rápida y a un costo

significativamente menor que si se hubiera efectuado un censo completo. Existen varios tipos de muestreos en el que se mencionará el utilizado:

3.6.5.1 Muestreo estratificado: divide o subdivide a la población en grupos homogéneos más pequeños denominados estratos, cada uno de los cuales se muestra en forma independiente con una fijación proporcional en función del número de elementos de cada estrato.

3.6.6 Medidas de centralización

El objetivo fundamental de las tendencias centrales es sintetizar los datos en un valor representativo. Dando un centro de la distribución de frecuencias. (Soto, A. op cit).

3.6.6.1 Promedios matemáticos: son aquellos que se prestan a operaciones del Algebra.

- Media o promedio aritmético (\bar{X}): es un valor representativo y predominante dentro de un conjunto de datos. Sus resultados tienden a concentrarse hacia el centro de las distribuciones, es decir, es un valor central y no extremo, el cual nos permite sumarizar o sintetizar la información de una gran masa de datos por uno solo.

Como indicador de centralización de mayor importancia, debe aplicarse en cualquier caso, antes que cualquier otro promedio, sobre todo si la tendencia de los datos no se encuentra claramente definida.

Resulta de dividir la suma de todos los valores de una serie entre el número de ellos.

$$\bar{X} = \sum \frac{X_i}{N} \quad (3.4)$$

Donde:

$\sum X_i$ = suma de los valores de la Serie.

N = N° de valores o datos en la Serie.

- Promedio ponderado: es una forma un poco más compleja de calcular la media, pero de gran utilidad práctica.

$$\% \text{ Ponderado} = \frac{\sum \text{Ton} \times \text{Al}_2\text{O}_3}{\sum \text{Ton}} ; \bar{X} = \frac{\sum (F_i X_i)}{\sum F_i} \quad (3.5)$$

Donde:

Ton= toneladas del área a ponderar.

Al_2O_3 = cantidad de alúmina.

$\sum F_i$ = suma de frecuencias absolutas.

$\sum(F_i X_i)$ = suma del producto de multiplicar cada frecuencia absoluta por cada valor de la Serie (Datos simples) o multiplicar cada frecuencia absoluta por cada Punto Medio o Marcas de Clases (Datos Agrupados).

3.6.7 Medidas de dispersión: estas nos dicen hasta qué punto las medidas de tendencia central son representativas como síntesis de la información. (Soto, A op cit).

3.6.7.1 Dispersión: es la variabilidad promedio que puede sufrir los valores de una Serie con respecto a un promedio, generalmente la Media Aritmética o la Mediana. Su importancia estriba, en que de acuerdo al menor o mayor grado de dispersión que presenten los datos una serie con respecto al promedio seleccionado, este tendrá una mayor o menor representabilidad (relación inversa), como así mismo, la serie se consideraría con mayor o menor homogeneidad respectivamente. La dispersión se clasifica en Absoluta y Relativa, donde definiremos la utilizada.

3.6.7.2 Variabilidad absoluta: nos muestra el grado de dispersión absoluta que presentan los datos de una Serie con respecto a su Media, permitiendo, además, la comparación del grado de dispersión absoluta de dos o más series que vengan expresadas en las mismas unidades de Clases, estando sus resultados obviamente referidos también a tales unidades.

3.6.7.3 La desviación típica o standard: es un indicador de Dispersión Absoluto de mayor importancia, el cual se define como la Raíz Cuadrada Positiva del Promedio Aritmético, de los Cuadrados de los desvíos con respecto a la Media Aritmética. Su importancia radica entre otras, ya que a mayor dispersión, menos representativo será el promedio de la serie.

Para serie de datos simples con frecuencias y para datos agrupados en clases se utilizó la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [F_i(X_i - \bar{X})^2]}{\sum F_i}} \quad (3.6)$$

Donde:

$\sum [(X_i - \bar{X})^2]$ = es la sumatoria de los cuadrados de los desvíos o diferencias entre cada valor de la serie y su media aritmética.

$\sum [F_i (X_i - \bar{X})^2]$ = es la sumatoria del producto de multiplicar cada frecuencia absoluta por los cuadrados de los desvíos de cada valor de la serie o cada punto medio y su media aritmética.

- Las propiedades de la desviación típica o standard son:
 - a. Es siempre positiva por definición. $\sigma = (+)$.
 - b. 2. La desviación típica de una constante es siempre igual a cero, ya que al ser la totalidad de los datos iguales no habrá ninguna variabilidad de los mismos con respecto a su media aritmética. $\sigma_{(K)} = 0$.
 - c. Cuanta más pequeña sea la desviación típica mayor será la concentración de datos alrededor de la media.

3.6.7.4 Intervalo total, rango o recorrido (I_t): es la diferencia existente entre el valor mayor (V_M) y el valor menor (V_m) de los datos de una serie. Es un indicador de dispersión absoluta en problemas de control de calidad.

3.6.7.5 Histogramas: son rectángulos que tienen por base el Intervalo de clases de la distribución de frecuencias y por altura la frecuencia absoluta o acumulada correspondiente a cada clase. Representan gráficamente a dichas Distribuciones.

3.6.7.6 Los histogramas de frecuencia absoluta: permiten identificar fácilmente en que clase o grupo se encuentran mayormente concentrados los datos de una serie.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de investigación

Es una investigación de secuencia lógica descriptiva porque se estudiarán las causas que originaron que la recuperación de algunas pilas quedaran fuera de especificación y fijar un valor porcentual máximo para el cierre de pilas bauxíticas con respecto al hierro en el año 2007-2009 del yacimiento de bauxita de Cerro Páez.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es documental, basándose en la recopilación, selección e interpretación de la información bibliográfica y temas de interés.

4.3 Flujograma de la metodología

En el siguiente flujograma se representan, las diferentes etapas y las secuencias metódicas desarrolladas en el proyecto. (Figura 4.1).

4.3.1 Investigación documental

Se basó en la búsqueda de trabajos anteriormente realizados, relacionados al tema, que permitiesen obtener una visión acerca de los métodos aplicados para la resolución de problemas, incluyendo informes acerca de la producción de la empresa e información de la geología del yacimiento. Se permitió la trazabilidad de las pilas en formación además de la recuperación de las mismas por medio del seguimiento

realizado gabarra a gabarra en todos los embarques a través del sistema producción bauxita y los registros internos. (Figura 4.2).

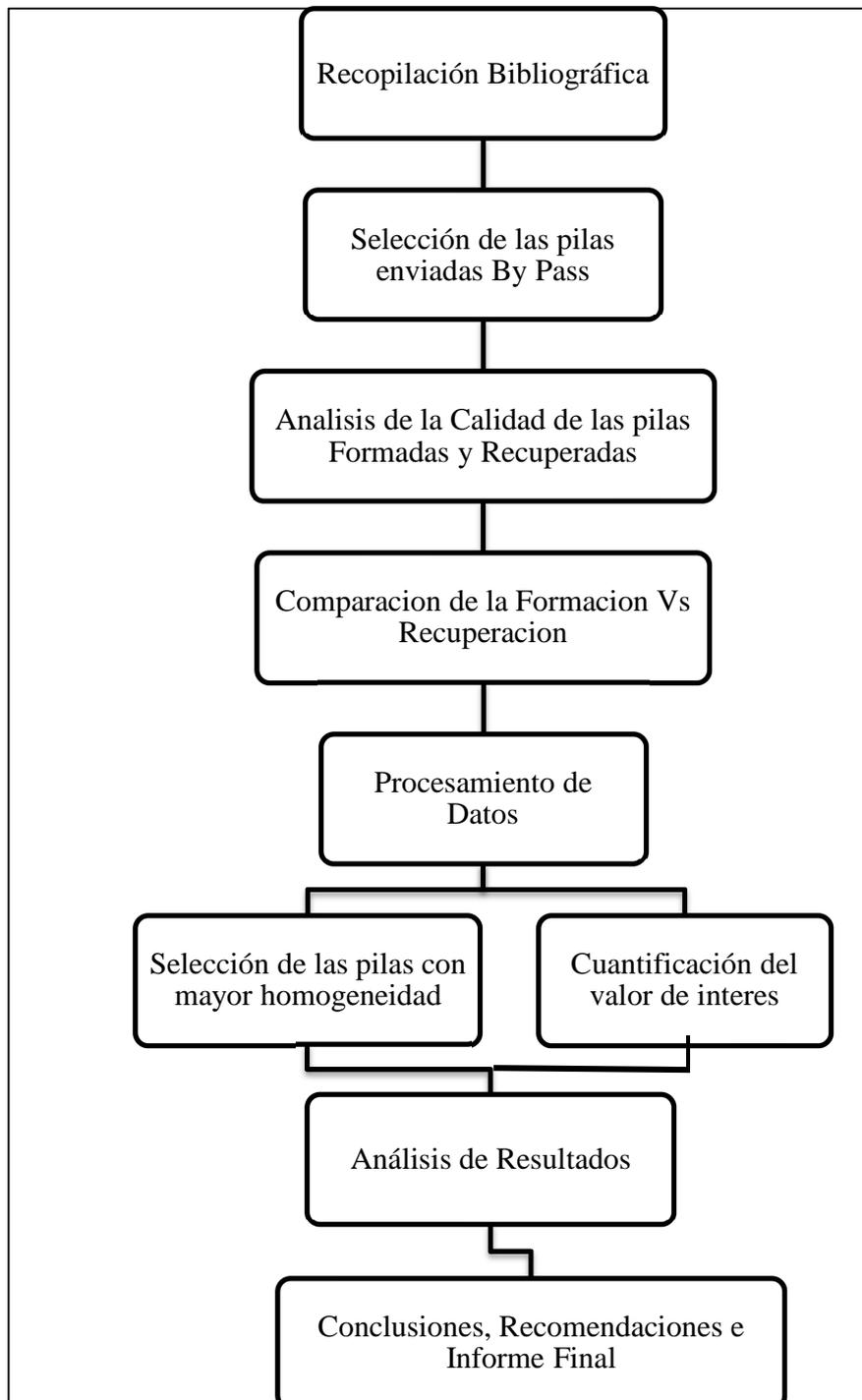


Figura 4.1 Flujograma de la metodología.

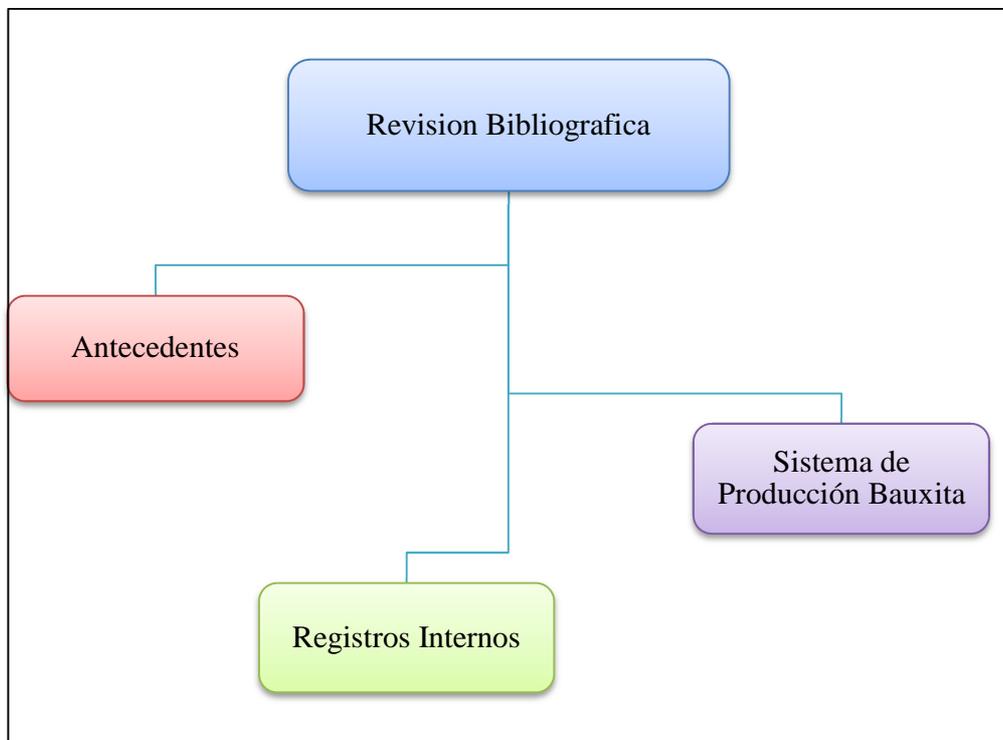


Figura 4.2 Esquema de la recopilación bibliográfica.

4.3.2 Selección de las pilas enviadas “By Pass”

Una vez que se tuvo acceso al sistema de producción bauxita y trazabilidad de todas las pilas formadas para los años 2007, 2008 y 2009 se prosiguió a escoger aquellas que fueron enviadas en esta modalidad, obteniendo un total de 99 pilas de las 142 formadas para estos años.

4.3.3 Análisis de la calidad de las pilas formadas y recuperadas

4.3.3.1 Determinación del ponderado de recuperación: para ello se cumplieron ciertos pasos:

- Observación a detalle de los embarques.
- Estudio del comportamiento de las pilas seleccionadas: para realizar el análisis detallado de las pilas se elaboraron tablas donde se refleja, nombre, datos de embarques gabarra por gabarra, valor de la concentración de hierro y tonelaje. Facilitando de esta manera la obtención de dicho ponderado al igual que el valor del tonelaje final. (Apéndice).

4.3.3.2 Calculo de las desviaciones estándar, valores máximos y mínimos: se efectuó con la finalidad de conocer que tanta dispersión hubo en la pila al momento de recuperarse.

4.3.4 Comparación del parámetro (Fe_2O_3) y tonelaje en el proceso de formación y recuperación de las pilas

Una vez obtenido el ponderado de recuperación se prosiguió a estudiar la formación de las pilas, para luego elaborar una tabla comparativa por año, permitiendo examinar las variaciones generadas en cada proceso, disminución o aumento de las concentraciones de hierro y la cantidad de toneladas producidas.

4.3.5 Procesamiento de datos

4.3.5.1 Selección de las pilas con mayor homogeneidad

Para que el análisis estadístico fuese mucho más representativo se realizó un muestreo estratificado, donde primero se agruparon todas las pilas 2007, 2008 y 2009 siendo esta la población, para luego escoger la muestra, representada por aquellas cuyos datos cumpliera con los siguientes criterios:

- La formación debe ser mayor a 13,80 pero su recuperación debe ser menor a 13,80: esto nos indica q la pila se formó fuera de especificaciones pero se recuperó dentro de ella.
- La diferencia de tonelaje de formación en relación al de recuperación no debe diferir más de 22.000 Ton, a excepción de las pilas del año 2009 que por motivo al déficit de enviadas By Pass, se tomaron diferencias de hasta 33.000 Ton.
- Deben tener las mínimas desviaciones estándar en la recuperación en este caso menor o igual a 1,17.

4.3.5.2 Cuantificación del valor de interés

Una vez cumplidos todos los criterios, se determinó la media aritmética, por medio de la ecuación (3.4), a las desviaciones típicas originadas por las pilas formadas, para así obtener el valor medio de dispersión el cual será sumado al promedio de los ponderados de concentraciones de hierro para los años en estudio, obtenido a través del análisis de la certificación de los embarques.

De igual manera se estudiaron los valores máximos y mínimos de las desviaciones típicas permitiendo establecer un rango para la formación de las pilas, siendo éste comprendido desde el valor mínimo al valor medio. Por lo cual se determinó los límites de clases a las diferencias generadas en cada proceso para observar a través de una tabla de distribución de frecuencias el comportamiento de los datos y verificar el rango establecido.

4.3.6 Análisis de resultados

En función de la información recopilada acerca del parámetro hierro (Fe_2O_3) y tonelaje en los procesos de formación y recuperación de las pilas, basándose en el seguimiento de las 3 áreas de trabajo: Mina, Pie de Cerro y el Jobal se permitió determinar el ponderado final de la recuperación de las pilas enviadas By Pass para los años 2007, 2008 y 2009. Logrando así construir unas tablas donde se pueden apreciar ambos ponderados permitiendo establecer una comparación entre los valores de las concentraciones de hierro y sus desviaciones, permitiendo analizar y determinar estadísticamente un valor máximo para la formación de pilas.

4.3.7 Conclusiones y recomendaciones

Basándose en los resultados obtenidos, se establecieron una serie de conclusiones y/o recomendaciones que permitan ser más eficientes el manejo y aprovechamiento del mineral bauxítico así como asegurar su calidad.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Selección de las pilas enviadas en el período 2007 – 2009

Consistió en la revisión sistemática de los embarques, permitiendo escoger aquellas pilas que fueron enviadas en By Pass y obtener así su descripción en toneladas y en concentraciones de hierro. Para posteriormente determinar su ponderado de recuperación y ser comparado con el de formación, resultando un total de 99 pilas distribuidas de la siguiente manera: 50 para el año 2007, 45 para el 2008 y 4 para el 2009.

5.1.1 Pilas enviadas en el 2.007

En la formación de las pilas el parámetro (Fe_2O_3) se mantiene en los rangos establecidos, pero al recuperarse en la mayoría de ellas disminuye, se puede observar de mejor manera en el promedio de formación y recuperación total de las mismas, así como también a través del cálculo del promedio de las diferencias, valores máximos y mínimos. (Tabla 5.1).

Mientras que muy pocas de estas pilas al recuperarse la concentración de (Fe_2O_3) aumentó quedando fuera de las especificaciones establecidas, así sea mínima la diferencia en algunos casos se refleja en el dato que tiende a elevarse. Estas fueron las pilas P17D06, P2B07, P11B07, P10D07.

Tabla 5.1 Pilas By Pass año 2.007.

PILAS 2007				
Formación Vs Recuperación.				
Nombre	Fe₂O₃ (fm)	Fe₂O₃ (Rp)	Tonelaje (fm)	Tonelaje (Rp)
P17D06	13,85	14,14	164984	76011,76
P01A07	13,92	13,03	92218	82820,32
P04B07	13,59	12,82	80727	58873,32
P03A07	13,23	12,77	44858	26718,32
P02A07	13,62	12,3	82551	47364,44
P05B07	13,53	12,76	79133	65176,32
P03B07	14,16	12,96	90886	69717,76
P04A07	13,63	12,53	94409	91517,2
P02B07	13,33	13,77	82083	42647,88
P01D07	13,41	12,67	107298	84754,64
P01C07	13,59	12,52	185005	112156,32
P06B07	13,5	12,78	92872	57465,08
P02D07	13,41	12,69	126001	128914,2
P02C07	13,54	13,01	97181	96521,52
P03C07	13,46	12,99	59949	57147,88
P07B07	13,43	12,91	96835	104417,52
P08B07	13,49	12,62	63378	57304,32
P03D07	13,79	12,9	101806	82633,64
P04C07	13,64	12,79	95856	49070,88
P05C07	13,69	13,4	71131	66079,2
P04D07	13,85	12,56	102951	105128,96
P09B07	13,77	13,18	93275	79777,2
P06C07	13,84	12,77	100762	94714,52
P07C07	13,21	12,59	101412	13225

P05D07	13,21	12,55	101412	19840,32
P10B07	13,31	12,51	104338	31598,44
P11B07	13,32	13,38	69769	42081,88
P6D07	14,2	14,11	101869	78344,64
P5A07	13,63	13,39	147894	104362,64
P8C07	13,81	11,91	84283	38464,76
P12B07	13,59	12,45	152155	117648,08

Continuación tabla 5.1.

PILAS 2007				
Formación Vs Recuperación.				
Nombre	Fe₂O₃ (fm)	Fe₂O₃ (Rp)	Tonelaje (fm)	Tonelaje (Rp)
P7D07	13,79	12,43	102246	87500,32
P13B07	13,65	12,73	138124	123220,96
P6A07	13,95	13,01	118093	108610,2
P8D07	14,26	13,04	42497	28835
P9D07	13,63	13,38	113155	77282,76
P14B07	13,91	12,88	42385	34581,76
P7A07	13,44	12,05	78454	8968,44
P9C07	14,15	13,21	87147	10922
P10D07	12,92	12,93	79067	48754,88
P11D07	13,52	13,23	82397	41487,2
P15B07	12,77	12,76	46949	19601,88
P10C07	12,63	12,31	77832	25875,32
P12D07	12,58	12,58	77801	43266
P9A07	14,09	13,65	79562	77558,76
P13D07	14,41	12,89	91907	29610
P12C07	13,41	12,51	78151	50745,32

P14D07	13,66	12,63	61541	19977
P11C07	13,18	12,5	82477	10562,88
P10A07	14,69	13,04	92912	17088,64
PROMEDIO:	13,60	12,87	4641978	3046948,28
Desv. Estand	0,41	0,45	----	----
Máximo	14,69	14,14	----	----
Mínimo	12,58	11,91	----	----

Otro fue el caso de las pilas formadas fuera de rangos, siendo estas la P17D06, P1A07, P3B07, P6D07, P6A07, P8D07, P14B07, P9C07, P9A07, P13D07, P10A07, P4D07, P6C07 y P8C07.

En situaciones muy extrañas las pilas permanecen constantes, debido a que no sufren variabilidad alguna al recuperarse, para este año se presentó en la pila P12D07.

La variabilidad en el tonelaje del total de pilas formadas en referencia al recuperado fue bastante significativa siendo su diferencia de 2071364,72 Ton lo que indica que este material fue enviado en mezcla.

Este valor se obtuvo a través de la resta del tonelaje total de formación y el tonelaje recuperado de las pilas enviadas en “By Pass”, de la siguiente manera:

$$5118313,00 \text{ tn} - 3046948,28 \text{ tn} = 2071364,72 \text{ tn}$$

5.1.2 Pilas enviadas en el 2.008

Para este año prevalece de igual manera la disminución del hierro en la recuperación, apreciándolos en el promedio de formación y recuperación y no hubo pilas que no presentasen variabilidad. (Tabla 5.2).

Se recuperaron pilas con valores mayores al de formación siendo estas la P13C07, P3D08, P5A08, P5C08.

Mientras que se formaron fuera de rango las pilas P18B07, P3A08, P3C08, P6D08, P7A08, P8A08, P7D08, P11D08, P11A08, P7B08, P8B08, P12A08, P13A08, P1C08, P9D08, P4B08, P7C08 y P10B08.

La variabilidad del tonelaje para este año fue de 1621639,00 representando este al valor en toneladas de las pilas que se mezclaron.

Este valor se obtuvo a través de la resta del tonelaje total de formación y el tonelaje recuperado de las pilas enviadas en “By Pass”, de la siguiente manera:

$$4065273 \text{ tn} - 2443634 \text{ tn} = 1621639,00 \text{ tn.}$$

Tabla 5.2 Pilas “By Pass” años 2008.

PILAS 2008				
Formación Vs Recuperación				
Nombre	Fe₂O₃ (fm)	Fe₂O₃ (Rp)	Tonelaje (fm)	Tonelaje (Rp)
P02D08	13,79	13,32	99588	62907,2
P01D08	13,38	12,43	80251	43087,76
P01A08	13,62	12,15	104718	34549
P02A08	12,43	11,93	80000	57765,64
P13C07	12,45	12,46	97278	62617,76
P01C08	13,95	13,57	64163	18511
P03D08	13,29	13,7	98268	92130,84
P04D08	13,31	12,92	96198	68892,76
P01B08	13,68	13,04	104172	80530,2
P18B07	14,63	14,27	78433	58065,08
P03A08	13,9	13,51	95056	74345,08
P04A08	13,4	13,19	96478	62516
P02B08	13,44	13,01	92983	96881,64
P02C08	13,57	12,99	94344	73418
P03C08	14,01	13,25	53343	39032,2
P05D08	13,73	13,31	91540	38958,08
P05A08	13,14	13,18	94243	50797,88
P06A08	13,5	13,4	92726	23008
P03B08	13,21	13,02	95406	60440,32
P06D08	14,4	13,97	64536	16541
P07A08	14,36	13,98	96409	75860,2
P08A08	14,92	12,93	86256	83638,28
P04C08	13,37	12,97	81644	72382
P05C08	13,25	13,38	89677	9269,44

P07D08	14,26	13,23	93406	79918,2
P05B08	13,69	12,73	94171	54336,08
P10A08	13,7	13,47	93260	54368,2
P08D08	13,33	13,07	92884	55290,32
P06C08	13,43	13,31	93081	39634,32
P09D08	13,93	13,73	92701	63599,32
P06B08	13,72	13,27	95398	42134,2
P04B08	14,07	13,5	67794	37957,2
P10D08	13,47	12,75	93429	63509
P11D08	14,19	13,14	92239	52277,2
P11A08	14,19	13,62	98315	93251,28

Continuación tabla 5.2.

PILAS 2008				
Formación Vs Recuperación				
Nombre	Fe₂O₃ (fm)	Fe₂O₃ (Rp)	Tonelaje (fm)	Tonelaje (Rp)
P07B08	13,92	12,75	94332	51259,2
P12D08	13,57	12,44	83271	42870,32
P08B08	13,97	12,72	91152	85908,44
P12A08	14,03	13,13	95335	45021,64
P7C08	13,86	12,71	91130	45547,64
P13A08	13,91	13	90590	30239
P13D08	13,64	12,81	91338	31508,44
P9B08	13,7	12,76	95736	61388,32
P10B08	13,81	12,81	90246	51807,32
P14D08	13,37	13,15	89140	5663
PROMEDIO:	13,70	13,11	4046658	2443634
Desvest	0,47	0,46	----	----

Máximo	14,92	14,27	----	----
Mínimo	12,43	11,93	----	----

5.1.3 Pilas enviadas en el 2.009

Para este año se formaron 33 pilas y solo se enviaron 4 pilas en By Pass donde todas fueron cerradas con rangos mayores al valor establecido pero recuperadas muy por debajo, esto debido a que el parámetro hierro presenta mayor variabilidad, ya que sufre mayor descenso que incremento desde la formación hasta la recuperación. (Tabla 5.3).

La variabilidad en toneladas relacionando el total de este para las pilas formadas con respecto al tonelaje recuperado para las pilas enviadas By Pass fue de 141748,077 Ton indicando así el tonelaje de las pilas que fueron mezcladas.

Tabla 5.3 Comparación de los ponderados para las pilas By Pass años 2009.

PILAS 2009				
Formación Vs Recuperación				
Nombre	Fe ₂ O ₃ (fm)	Fe ₂ O ₃ (Rp)	Tonelaje (fm)	Tonelaje (Rp)
P03D09	14,02	12,79	86391	80965,4
P04D09	13,89	12,51	64632	34175,32
P02A09	13,99	12,74	81440	8938
P12D09	14,28	13,86	67733	21119
PROMEDIO:	14,05	12,98	300196	145197,72
Desv. Estand	0,14	0,52	----	----
Máximo	14,28	13,86	----	----
Minino	13,89	12,51	----	----

Este valor se obtuvo a través de la resta del tonelaje total de formación y el tonelaje total recuperado, de la siguiente manera:

$$344963 \text{ Tn} - 145197,72 \text{ Tn} = 141748,09 \text{ Tn}$$

5.2 Determinación de los (%) de las concentraciones de hierro a las pilas que cerraron fuera de especificaciones con relación a su calidad y tonelaje total

5.2.1 Selección de las pilas con mayor homogeneidad

En vista a la variabilidad existente entre el tonelaje de formación y recuperación se prosiguió a seleccionar aquellas pilas cuya diferencia sea la menor y que cumpliera con los criterios antes mencionados. Obteniéndose una muestra más homogénea, permitiendo realizar un análisis estadístico más confiable.

Para realizar dicho análisis se distribuyeron las pilas en rangos, eligiendo aquel más conveniente, siendo este, pilas formadas mayor a 13,80% de (Fe_2O_3) y recuperadas menor al indicado. (Figura 5.1).

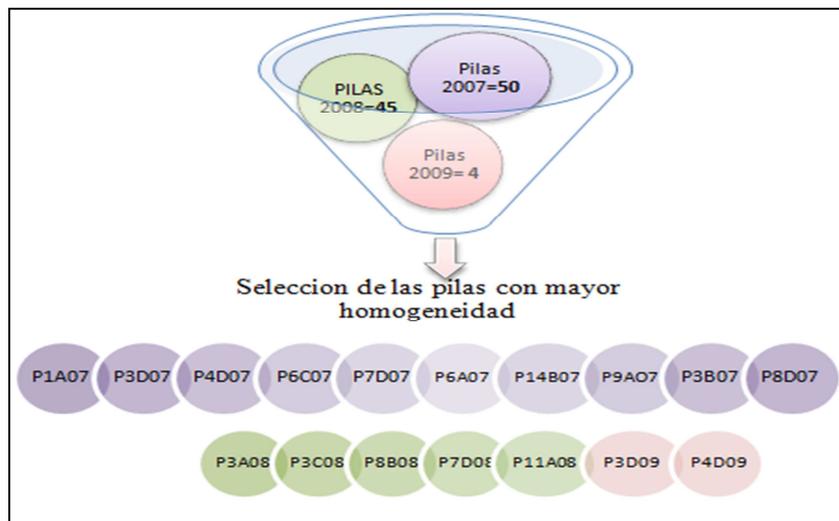


Figura 5.1 Diagrama de filtro de filas formadas $\geq 13,80$.

5.2.2 Cálculos estadísticos

Para ello se procedió a representar todos los datos en un cuadro con el objeto de informar los resultados del correspondiente estudio, a manera de facilitar el cálculo de la media aritmética generada por todas las desviaciones típicas en las pilas al momento de formarse y recuperarse. Así mismo, se determinó el ponderado de las concentraciones de hierro para cada proceso. Mientras que la variación de las toneladas se estableció por medio de una resta entre las toneladas producidas en la formación y las recuperadas, de igual forma se realizó con el (%) de las concentraciones de hierro, definiéndolo en el cuadro como diferencia. Observándose como resultado un ponderado de 14,01% de las concentraciones de hierro a las pilas que cerraron fuera de especificaciones y cuya recuperación fue de 13,04%. (Tabla 5.4).

Tabla 5.4 Cálculos estadísticos a pilas seleccionadas.

Pilas formadas > 13,80 %								
Nombre	%Fe₂O₃ (Fm)	%Fe₂O₃ (Rp)	Ton (Fm)	Ton (Rp)	Diferencia	Variación (Ton)	Desv. Estand (Fm)	Desv. Estand (Rp)
P1A07	13,92	13,03	92218	82820,32	0,89	9397,68	1,14	0,6
P4D07	13,85	12,56	102951	105128,96	1,29	-2177,96	0,91	0,56
P6C07	13,84	12,77	100762	94714,52	1,07	6047,48	1,01	0,51
P6A07	13,95	13,01	118093	108610,2	0,94	9482,8	0,9	0,64
P14B07	13,91	12,88	42385	34581,76	1,03	7803,24	1,42	0,7
P9A07	14,09	13,65	79562	77558,76	0,44	2003,24	1,17	0,67
P3B07	14,16	12,96	90886	69717,76	1,20	21168,24	1,39	0,52
P8D07	14,26	13,04	42497	28835	1,22	13662	1,61	0,31
P3A08	13,9	13,51	95056	74345,08	0,39	20710,92	1,05	0,57
P3C08	14,01	13,25	53343	39032,2	0,76	14310,8	1,75	0,73
P8B08	13,97	12,72	91152	85908,44	1,25	5243,56	1,03	0,58
P7D08	14,26	13,23	93406	79918,2	1,03	13487,8	0,98	0,86
P11A08	14,19	13,62	98315	93251,28	0,57	5063,72	1,16	0,49
P3D09	14,02	12,79	86391	80965,4	1,23	5425,6	1,31	0,51
P4D09	13,89	12,51	64632	34175,32	1,38	30456,68	1,12	0,4

Resultados	14,01	13,04	1251649	1089563,2		162085,8	1,20	0,58
Valores Máximos					1,38		1,75	0,86
Valores Mínimos					0,39		0,9	0,31

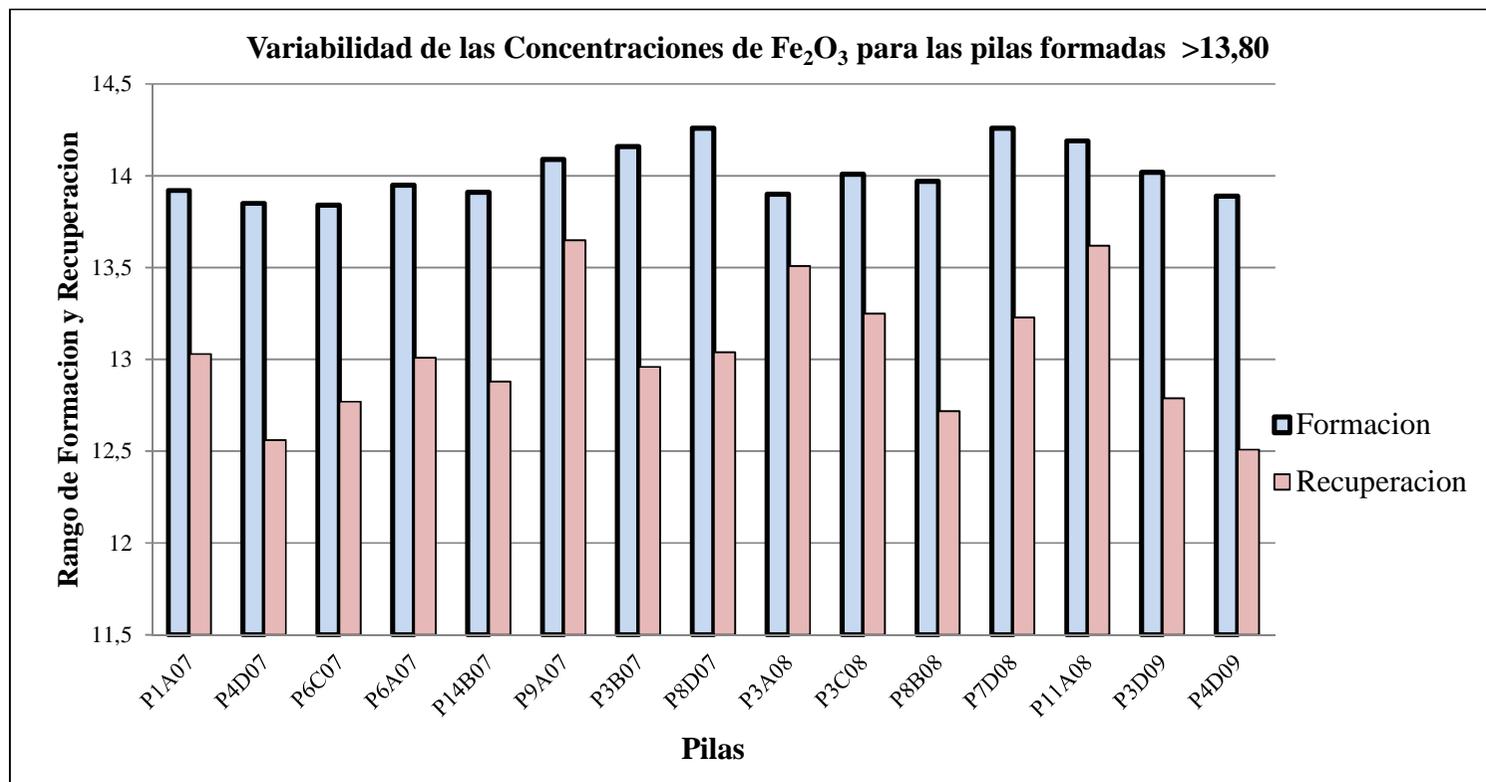


Figura 5.2 Representación gráfica de la variación, Formación Vs Recuperación de las pilas con intervalo >13,80%.

5.3 Determinación del valor máximo en las concentraciones de hierro para el proceso de formación de las pilas bauxíticas

5.3.1 Análisis de la media aritmética, valores máximos, mínimos y distribución de frecuencias

Basándose en los datos de la media generada por las desviaciones típicas de formación, producidas por las pilas seleccionadas, resultando ésta con un valor de 1,20 y con un valor máximo y mínimo de 1,75 y 0,90 respectivamente, se procede a realizar el análisis para la determinación del valor deseado.

Este valor mínimo se tomará hasta el valor medio es decir 0,90 - 1,20 y se establecerá como una condición en la desviación, al momento de formar las pilas, la cual se deberá cumplir para garantizar su recuperación dentro de los rangos establecidos.

Mientras que el promedio aritmético de las desviaciones estándares de recuperación resultó ser 0,58 y sus valores máximo y mínimo fueron 0,86 y 0,31 respectivamente.

Lo que nos indica que el valor promedio de la desviación en formación siempre es mayor recuperándose casi a la mitad con un 48.33%.

Obteniendo dicho resultado de la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 1,20 \longrightarrow 100\% \\ 0,58 \longrightarrow X= 48,33\% \end{array}$$

Para apreciar de mejor manera los rangos de formación y recuperación permisibles se determinaron los límites de clases de las diferencias, para conocer los rangos presentes. (Tablas 5.5, y 5.6 y figura 5.3).

Tabla 5.5 Elementos para determinar la frecuencia de los datos.

	Valores
N° de Datos	15
Dato Mayor	1,38
Dato Menor	0,39
N° de Clases	5
Ancho de Clases	0,2

Tabla 5.6 Representación de la distribución de frecuencias.

N° de Clases	Clases		Marca de Clases	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Relativa
	Rangos de Fe ₂ O ₃					
1	0,35	0,59	0,5	3	3	0,2
2	0,6	0,81	0,7	1	4	0,0666667
3	0,82	1,02	0,9	2	6	0,13333333
4	1,03	1,24	1,1	6	12	0,4
5	1,25	1,46	1,4	3	15	0,2
Totales						1

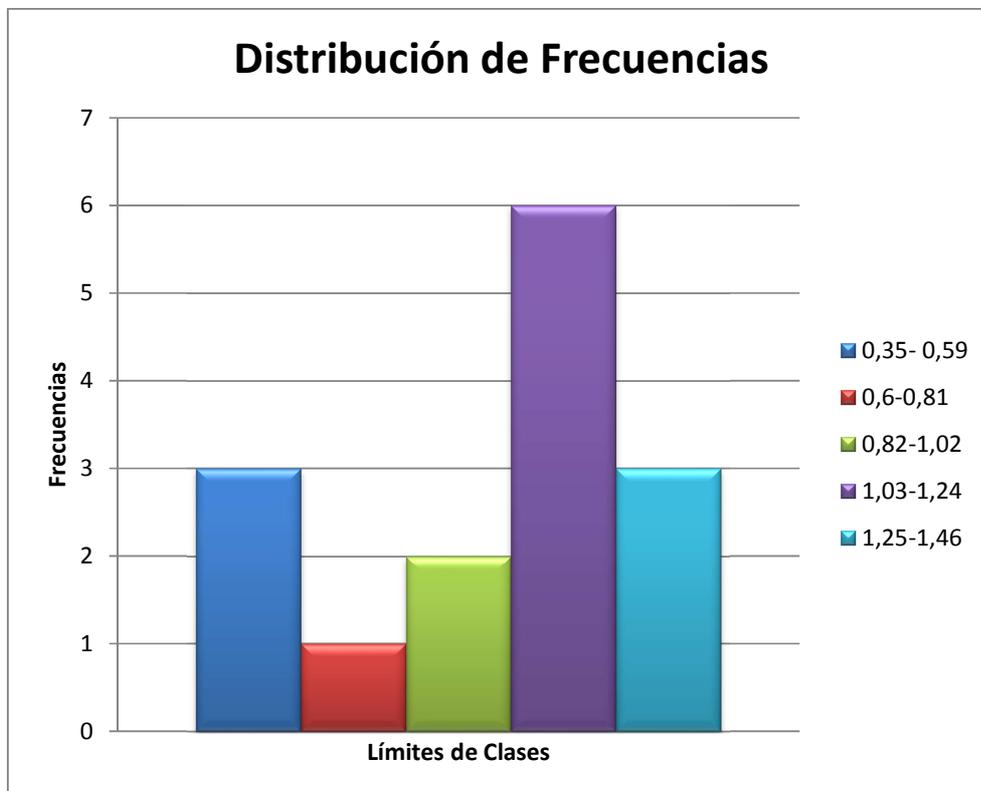


Figura 5.3 Intervalos de clases de las diferencias del hierro.

Por medio de estos intervalos de clases, se puede visualizar que los valores que presentan mayores repeticiones son los comprendidos entre [1,03 - 1,24] y en cuyos intervalos se incluye el valor promedio de dispersión [1,20] indicándonos así que el cálculo es cierto considerándolo tanto con las desviaciones de formación como por las diferencias.

5.3.2 Estudio a la certificación de embarques

Se realiza con la finalidad de obtener el promedio de los ponderados totales de (Fe_2O_3), cuyo resultado será sumado al valor medio de desviación, esto para garantizar que la pila quede dentro de las exigencias establecidas. (Tabla 5.6).

Tabla 5.7 Certificación de embarques.

AÑO	TON	SiO ₂ (r)	Al ₂ O ₃ (t)	Al ₂ O ₃ (D)	SiO ₂ (cz)	Fe ₂ O ₃ (%)	% C(org)	HUM
2007	5.050.039,68	1,31	49,30	47,06	7,87	12,70	0,19	12,28
2008	4.812.999,98	1,49	48,4	46,23	8,44	13,38	0,19	12,21
2009	3.207.809,16	1,42	48,81	46,54	8,43	12,54	0,18	11,76
Resultados	13.070.848,82	1,403	48,848	46,627	8,217	12,911	0,188	12,127

Dando como resultado $12,91 + 1,20 = 14,11\%$.

Este 14,11% representa el nuevo valor que se desea implementar para formar las pilas y garantizar su recuperación siempre y cuando se cumpla con las condiciones establecidas.

5.3.3 Comprobación de hipótesis

Una manera de comprobar si se está en el valor correcto, es añadiéndole a la tabla de certificación el ponderado de los embarques del año 2010 y sumándole de igual manera la desviación obtenida de la siguiente manera: (Tabla 5.7).

Tabla 5.8 Certificación de embarques hasta el Embarque N° 63 año 2010.

AÑO	TON	SiO ₂ (r)	Al ₂ O ₃ (T)	Al ₂ O ₃ (D)	SiO ₂ (cz)	Fe ₂ O ₃	C(org)	HUM
2007	5.050.039,68	1,31	49,30	47,06	7,87	12,70	0,19	12,28
2008	4.812.999,98	1,49	48,4	46,23	8,44	13,38	0,19	12,21
2009	3.207.809,16	1,42	48,81	46,54	8,43	12,54	0,18	11,76
2010	2.499.347,44	1,35	49,1	46,72	8,34	12,43	----	12,9
Resultados	15.570.196,2	1,395	48,889	46,642	8,237	12,83	----	12,25
:	6					4		1

Esto da como resultado $12,83 + 1,20 = 14,03$ comprobando de esta manera que estamos en el valor correcto 14 pero con algunas diferencias en decimales.

De igual manera se justificó la hipótesis, analizando aquellas pilas que formadas y recuperadas quedaron fuera de especificaciones, así como también aquellas que se formaron y recuperaron dentro de especificaciones.

5.3.3.1 Pilas formadas < 13,80: estas pilas siempre quedan dentro de las especificaciones requeridas en la recuperación, y se analizarán para conocer de igual manera las desviaciones que generan. (Figuras 5.2 y tablas 5.8 y 5.9).

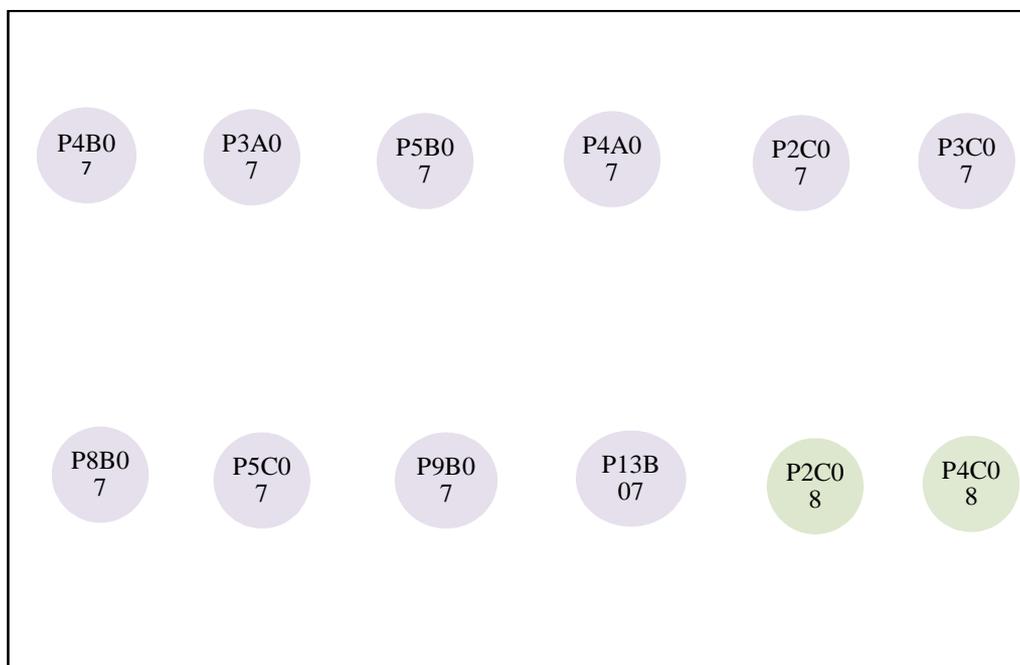


Figura 5.4 Diagrama de filtro de pilas formadas < 13,80%.

Tabla 5.9 Cálculos estadísticos a pilas seleccionadas que quedaron dentro de especificaciones.

Pilas formadas < 13,80%								
Nombre	%Fe₂O₃ (fm)	%Fe₂O₃ (Rp)	Ton (Fm)	Ton (Rp)	Diferencia	Variacion (Ton)	Desv. Estand (Fm)	Desv. Estand (Rp)
P4B07	13,59	12,82	80727	58873,32	0,77	21853,68	1,09	0,74
P3A07	13,23	12,77	44858	26718,32	0,46	18139,68	0,67	0,59
P5B07	13,53	12,76	79133	65176,32	0,77	13956,68	0,81	0,43
P4A07	13,63	12,53	94409	91517,2	1,1	2891,8	0,98	0,6
P2C07	13,54	13,01	97181	96521,52	0,53	659,48	1,08	0,44
P3C07	13,46	12,99	59949	57147,88	0,47	2801,12	0,84	0,59
P8B07	13,49	12,62	63378	57304,32	0,87	6073,68	0,67	0,46
P5C07	13,69	13,4	71131	66079,2	0,29	5051,8	0,81	0,58
P9B07	13,77	13,18	93275	79777,2	0,59	13497,8	0,95	0,58
P13B07	13,65	12,73	138124	123220,96	0,92	14903,04	1,5	0,63
P3D07	13,79	12,9	101806	82633,64	0,89	19172,36	0,75	0,35
P7D07	13,79	12,43	102246	87500,32	1,36	14745,68	1,61	0,55
P4C08	13,37	12,97	81644	72382	0,4	9262	0,69	0,41
Resultados	13,61	12,84	1107861	964852,2	----	99828,76	0,96	0,53
Valores Máximos			----	----	1,36	----	1,61	0,74
Valores Mínimos			----	----	0,29	----	0,67	0,35

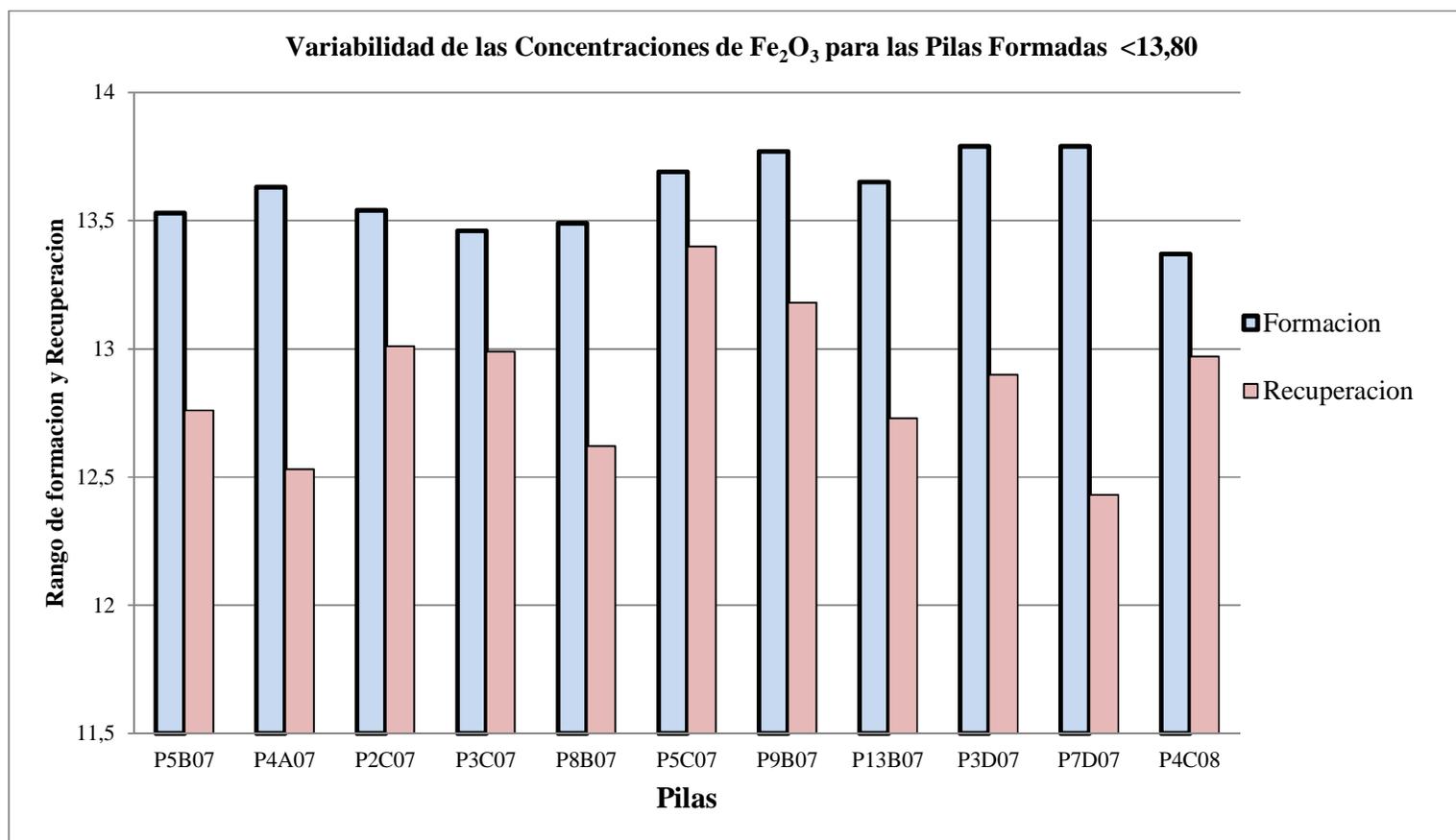


Figura 5.5 Representación gráfica de la variación, Formación Vs Recuperación de las pilas con intervalo < 13,80.

Las pilas formadas <13,80 presentan un promedio de desviación estándar de formación de 0,96 su valor máximo fue de 1,61 y el mínimo 0,67.

Mientras que el promedio aritmético de las desviaciones de recuperación fue de 0,53 con valores máximos y mínimos de 0,74 y 0,35 respectivamente.

Mostrándonos de esta manera que la desviación estándar para la recuperación fue de 52,20% en proporción al formado sufriendo para este caso igual disminución.

Obteniendo dicho resultado de la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 0,96 \longrightarrow 100\% \\ 0,53 \longrightarrow X = 52,20\% \end{array}$$

Los rangos de desviación van de [0,67 a 0,96] y el rango establecido es mayor a éste, comprobándose satisfactoriamente que de igual manera estas dentro del rango especificado.

5.3.3.2 Pilas formadas y recuperadas con **un rango >14**: estas se encuentra fuera de especificación. (Figuras 5.6 y 5.7 y tabla 5.8).



Figura 5.6 Diagrama de filtro de pilas formadas > 14

Tabla 5.10 Cálculos estadísticos a pilas seleccionadas que quedaron fuera de especificación.

Pilas Formadas > 14									
Nombre	Fe ₂ O ₃ (fm)	Fe ₂ O ₃ (Rp)	Tn (Fm)	Tn (Rp)	Diferencia	Diferencia (Tn)	Desvest (Fm)	Desvest (Rp)	Rango (Fm)
P18B07	14,63	14,27	78433	58065,08	0,36	20367,92	1,25	0,63	4,7
P7A08	14,33	13,98	96409	75860,2	0,35	20548,8	1	0,53	3,56
Resultados			174842	133925,28		40916,72	1,125	0,58	4,13
Valores Máximos					0,36		1,25	0,63	
Valores Mínimos					0,35		1	0,53	

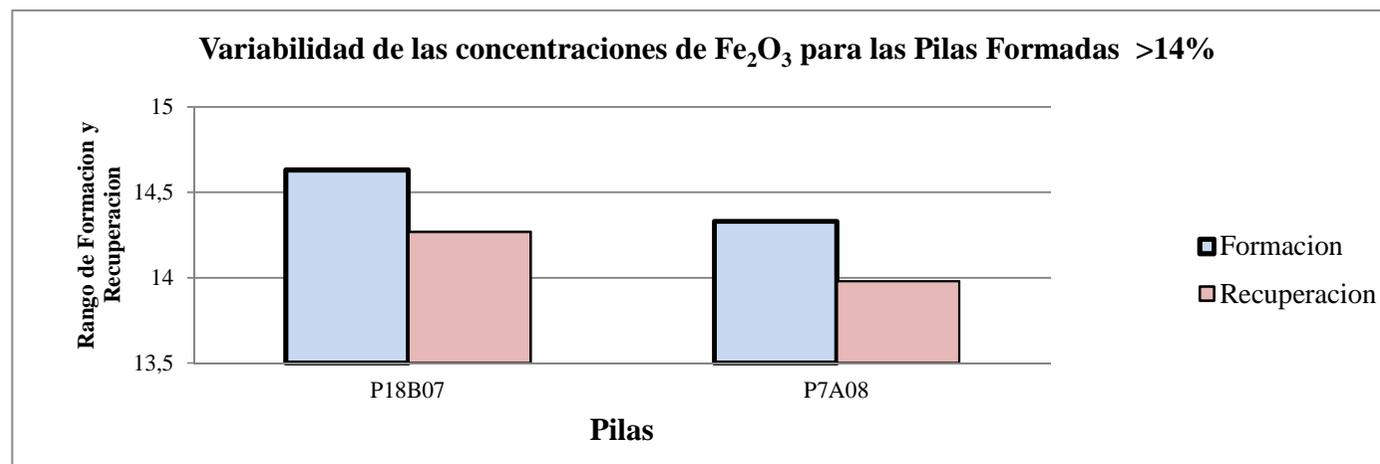


Figura 5.7 Representación gráfica de la variación, Formación Vs Recuperación de las pilas con intervalo >14.

Para estas pilas el promedio aritmético de las desviaciones de formación fue de 1.125 y sus valores máximos y mínimos fueron de 1,25 y 1, respectivamente.

Mientras que para la recuperación el promedio aritmético fue de 0,58 y sus valores máximos y mínimos fueron de 0,63 y 0,53, respectivamente.

Esto nos indica que el valor de la desviación típica recuperada representa un 51.56% en relación al formado.

Los rangos de desviación de formación medios van desde [1- 1,125], aunque esté en el rango establecido se encuentra hacia los valores extremos del límite establecido; de igual manera se visualiza que con una concentraciones de hierro de 14,63% esta desviación se excede.

5.3.4 Análisis de las toneladas enviadas “By Pass”

Para la determinación del % de toneladas que fueron enviadas en By Pass, para cada año se cuenta con la siguiente relación:

Toneladas totales de Producción	→	Equivale a un 100%
Toneladas Mezcladas	→	cuanto % me representa.

Esto será igual al (%) de Toneladas mezcladas, luego se le resta el 100% y se obtiene el valor deseado. (Tabla 5.9).

Tabla 5.11 Análisis del porcentaje de toneladas producidas y enviadas por año.

Año	Tonelaje Producido	Tonelaje Mezclado	% By Pass
2007	5.050.039,68	2.071.364,72	58,98
2008	4.812.999,98	1.621.639,00	63,31
2009	3.207.809,16	1.417.48,09	55,82

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. De las pilas seleccionadas y analizadas estadísticamente se obtuvo como resultado que las concentraciones de hierro presentan variaciones considerables desde la formación hasta la recuperación presentándose ésta muy por debajo del rango formado.

2. Para el año 2007, solo 4 pilas fueron recuperadas fuera de especificaciones, mientras que 14 pilas fueron formadas fuera de ella, y un caso muy poco común fue la pila P12D07 que no presentó variación en la recuperación.

3. En el año 2008 se presentó el mayor número de pilas formadas fuera de especificaciones siendo este 18 pilas, recuperándose solo 4 pilas fuera del rango establecido coincidiendo así con las pilas analizadas del 2007. No existió pila que no presentase variación.

4. El 2009 fue el año donde sólo 4 pilas fueron enviadas “By Pass”, las cuales todas fueron formadas con un rango mayor al establecido y sólo una de ellas se recuperó fuera de especificaciones esta fue la P12D09.

5. En las pilas formadas $>13,80\%$ Fe_2O_3 y recuperadas en rangos establecidos, se genera mayor desviación estándar en la formación que al recuperarse siendo esta casi la mitad del valor, esto indicando el proceso de homogenización a la que se somete la pila. Y obteniendo como promedio de

dichas dispersiones 1,20. Mientras que para las pilas formadas < 13,80% y recuperadas en rangos fue de 0,96 y para aquellas formadas >14% fue de 1,12.

6. A través de los resultados arrojados por la certificación de embarques para los años 2007, 2008 y 2009, y el valor promedio de las desviaciones típicas de las pilas formadas >13,80%, se logró determinar un valor de concentración de hierro ponderado de 14,11% sin impactar los demás componentes de la bauxita y cuya recuperación de la pila garantiza la calidad exigida al cliente.

7. Para el año 2009 se enviaron más tonelajes en pilas “By Pass”, debido a que representó un 55,82%, pero se formaron mas pilas mezcladas, esto en relación al tonelaje anual de producción.

8. El 2008 fue el año que mayor tonelaje produjo en “By Pass” con un 63,31%.

9. El límite de clase extremo cuyos datos representan las diferencias que más se repiten son los comprendidos entre 1,03 – 1,24.

Recomendaciones

1. A la empresa formar pilas con un rango en las concentraciones de (Fe_2O_3) igual a 14,11% cumpliendo con las condiciones mínimas de las desviaciones estándares, siendo estas de 0,9 a 1,20, permitiéndoles aprovechar de mejor manera el yacimiento, debido a que éste presenta altas concentraciones de hierro y obtener así una recuperación de las pilas dentro de los rangos establecidos.

2. Controlar el proceso productivo, trabajar de manera conjunta para llevar a cabo un mejor control en el procesamiento de los resultados que permiten el estudio de la calidad de las pilas a través del sistema.

3. Establecer como un valor fijo el ponderado de las concentraciones de hierro con un 14,11% para las pilas formadas en la mina, cumpliendo con todas las condiciones establecidas en la investigación, para de esta manera minimizar el impacto generado por dicho parámetro en la Gestión de Gerencia Mina.

4. Deben hacerse los cálculos correspondientes para establecer un patrón de mezcla, que permita aprovechar de mejor manera las áreas que poseen altas concentraciones de hierro (bajo cuarzo y baja alúmina) para explotar de una forma óptima el yacimiento.

REFERENCIAS

Bauxilum. Empresa Tutelada de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG). Bolívar-Venezuela. 18 de agosto de 2010, [<http://www.bauxilum.com.ve>].

CVG (1997). **PROYECTO DE FACTIBILIDAD TECNICO ECONOMICO, DESARROLLO MINERO LOS PIJIGUAOS.**

Evies R., Esain (2007). **”COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACION DE HIERRO (\square 13.60%) EN LOS PROCESOS DE FORMACION Y RECUPERACION DE PILAS AÑOS (2004-2006) EN LA MINA DE BAUXITA DEL CERRO PAEZ, LOS PIJIGUAOS MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLIVAR - VENEZUELA”** Tesis de grado. Universidad de Oriente.

González De J., Clemente I. J. y Picard X. (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS.** Ediciones Foninves, Caracas, Venezuela, Tomo y II. pp 435.

Huber, O. y Guanchez, F (1988).**ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE LOS PIJIGUAOS.** pp 117-146.

Hurley, P.M, Fairbairns, H.W., Gaudette, H, Mendoza, V. y Espejo, A., 1.977. **PREGRESS REPORT ON RB-SR AGE IN DATING NORTHERN GUAYNA SHIELD.** En: Cong. Latinoamericano 2, Caracas.MEM Pub.Esp. 7 ,p 3035-3044.

LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA, (1970). Primera edición. Publicación especial No 12 tomo I y II p 117.

Lo Monaco, Salvador Y Carlos López. (1985). **CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DE PERFILES DE METEORIZACIÓN LATERÍTICOS PERTENECIENTES AL YACIMIENTO DE BAUXITA DE LOS PIJIGUAOS.** Edo Bolívar. III Congreso Geológico Venezolano. Caracas. pp 10.

MacCandless, G.C., 1.965. **RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA REGIÓN NOROCCIDENTAL DEL ESTADO BOLÍVAR.** En: MEM, Bol.Geol. V 7, N 13, p. 19-28.

Lye, K. (1980) **LOS MINERALES Y LAS ROCAS.** 2da edición.pp 63,64-94.

MacCandless, G.C., 1965. **RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA REGIÓN NOROCCIDENTAL DEL ESTADO BOLÍVAR.** En MEM, Bol.Geol. V 7 N 13, p. 19-28.

Manara y Fernández (2010) **BAUXILUM UNA GESTIÓN ECOLÓGICA.** pp 49- 62.

Mariño, Noel, Ramírez, Z., Meléndez W., 1.997. **GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO DE BAUXITA DE LOS PIJIGUAOS Y SUS ALREDEDORES. PROPOSICIÓN PARA UNA EXCURSIÓN GEOLÓGICA.** En: VIII Cong. Geol. Venezolano, T. 1, p. 33-40.

Mendoza, S.Vicente, 1.972. **GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL RÍO SUAPURE, PARTE NOROCCIDENTAL DEL ESCUDO DE GUAYANA.** En: MEM Bol.Geol.Pub.Esp.N 6, p306-336

Mendoza, S. ,Vicente,-,1.974. **GEOLOGY OF THE SUAPURE RIVER AREA, NW GUIANA SHIELD VENEZUELA.** En: State University of New York, at Binghamton, Ph. Disertation, 230 p.

Mendoza, V. (2000) **EVOLUCION GEOTECTONICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA. (Y SU RELACION CON EL ESCUDO SUDAMERICANO).** Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolivar. pp 25,38-46, 83-93,130.

Menéndez, V. Ríos, J:H.,Weingarten, B.Y y Ticona, Y.,1.985. **CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS DE LA PARTE NOROESTE DEL YACIMIENTO DE BAUXITA DE LOS PIJIGUAOS, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.** En: 1 Simp.Amazónico Caracas, MEM, Pub.Esp. N 10, p. 548-570.

PDVSA-INTEVEP (1.999) **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA.** Documento patrocinado por Petróleos de Venezuela y editado por el comité interperfil de estratigrafía y Nomenclatura. 8 de agosto 2.006. Disponible en: (<http://PDVSA.com/lexico/museo/Rocas/r-glosario.htm>)

Sidder y Mendoza 1.995. **MINERAL DEPOSITS OF THE VENEZUELA GUAYANA SHIELDS.** En: U.S.Geol. Surv. Bull N 2124 A, 01-020.

Solórzano, Egdaris. (2004) **“ANALISIS EN LA VARIACION DE LOS PARAMETROS QUIMICOS EN LA FORMACION Y RECUPERACION DE LAS PILAS BAUXITICAS EN CVG BAUXILUM – MINA LOS PIJIGUAOS MUNICIPIO CEDEÑO ESTADO BOLIVAR”.** Tesis de grado. Universidad de Oriente.

Soto Negrin, Armando. (2005). **PRINCIPIOS DE ESTADISTICA**. Editorial Panapo de Venezuela.

Turpial, J. (1985). **LA BAUXITA**. [Trabajo en Línea]. Disponible en: www.monografias.com/procesobayer Consultado el 15 de Agosto del 2010.

APÉNDICES

Apéndice A

Formación y recuperación de las pilas formadas > 13,80

Tabla A.1 Formación y recuperación de la pila P1A07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación						Recuperación			
Nº TURNOS	t	AL ₂ O ₃ (T)	SI O ₂ (T)	SI O ₂ (Q)	F e ₂ O ₃	B AX	Gabarras	Fe ₂ O ₃	t
1	8	49,51	7,1	5,8	1	6	ACBL 206	12	1715,00
2	5	48,58	8,6	7,2	1		ACBL 201	12	1731,00
3	7	51,39	5,0	4,4	1		ACBL 613	12	1970,00
4	6	51,74	5,3	4,7	1		ACBL 629	13	1978,00
5	4	49,31	8,4	6,6	1		ACBL 620	13	1994,00
6	5	47,36	10,	8,6	1		ACBL 605	13	2037,00
7	3	50,19	5,2	4,7	1		ACBL 640	13	2004,00
8	5	48,46	8,1	6,8	1		ACBL 604	12	2020,00
9	3	48,33	7,5	6,2	1		ACBL 650	12	1994,00
10	4	49,62	5,4	4,7	1		ACBL 608	11	2012,00
11	4	48,72	6,6	5,4	1		REM 023	12	1692,00
12	6	50,02	7,5	6,2	1		REM 037	11	1708,00
13	5	47,79	9,3	8,0	1		ACBL 222	13	1715,00
14	4	47,63	9,9	8,3	1		ACBL 632	13	1986,00
15	4	50,07	8,8	7,5	1		ACBL 612	13	1978,00
16	5	48,44	9,7	8,4	1		ACBL-224	12	1731,00
17	5	49,96	7,4	6,1	1		ACBL-226	13	1715,00
18	4	49,75	9,1	7,8	1		ACBL-617	12	2010,00
19	1	50,30	9,5	8,3	1	ACBL-603	12	1938,00	
20	7	49,89	8,5	7,0	1	TM-111	11	2077,00	
21	7	49,83	8,4	7,1	1	TM-106	13	2077,00	

Continuación tabla A.1.

Formación						Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	F	B	Gabarras	Fe	t
PONDE	9				1		TM-116	13	2095,00
DESVE					1,		MTI-019	12	1753,00
MAX					1		REM-021	12	1641,44
MIN					1		REM-011	14	1641,44
							MTI-016	13	1721,00
							REM-003	13	1737,00
							TM-110	13	2068,00
						1	TM-118	13	2059,00
						0	TM-104	13	2059,00
							TM-117	13	2077,00
							REM-005	14	1679,00
							FMO-014	13	1663,00
							REM-016	12	1520,44
							FMO-012	13	1679,00
							TM-102	13	2095,00
							TM-114	13	2095,00
							FMO-002	12	1769,00
						1	ACBL-211	12	1715,00
						1	ACBL-206	13	1675,00
							ACBL-612	12	1994,00
							ACBL-631	12	1978,00
							ACBL-629	12	1978,00
						1	ACBL-644	12	2046,00
							PONDERADO	13	82820,3
							DESVEST	0,	
							MAX	14	
							MIN	11	

Tabla A.2 Formación y recuperación de la pila P4D07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t
1	7	48,90	9,2	7,8	1,3	14,		ACB		1715,0
2	9	48,07	13,	11,	1,4	11,		ACB		1747,0
3	9	49,51	9,7	8,6	1,1	13,		ACB		2004,0
4	7	47,49	11,	10,	1,3	14,		ACB		1978,0
5	3	50,85	7,7	6,4	1,2	13,		ACB		1994,0
6	9	48,61	8,5	7,2	1,3	14,		ACB		1978,0
7	4	49,72	8,3	6,9	1,4	13,		ACB		1994,0
8	6	49,24	9,2	7,7	1,4	13,		ACB		1996,0
9	9	47,83	9,4	8,1	1,3	15,		REM		1708,0
10	7	48,66	9,6	8,1	1,4	12,	4	REM		1708,0
11	8	49,24	9,7	8,3	1,3	14,	8	REM		1586,4
12	6	47,80	9,1	8,0	1,1	14,		REM		1578,4
13	7	49,76	8,3	6,8	1,4	13,		MTI-		1721,0
14	7	48,67	10,	8,7	1,3	13,		MTI-		1705,0
PONDE	1					13,		TM-		2150,0
DESVE						0,9		TM-		2022,0
MAX						15,		TM-		2050,0
MIN						11,		TM-		2022,0
								MTI-		1729,0
								FMO		1721,0
							4	REM		1610,4
							9	MTI-		1737,0
								TM-		2004,0
								TM-		2059,0
								FMO		1689,0
								REM		1673,4
								REM		1625,4

Continuación tabla A.2.

Formación							Recuperación											
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t								
							9	4	FMO		1737,0							
									REM		1705,4							
									TM-		2004,0							
									TM-		2041,0							
								TM-		2041,0								
								TM-		2068,0								
								FMO		1705,0								
								REM		1705,4								
							0								5	ACB		1715,0
																ACB		1731,0
																ACB		1869,0
																ACB		2037,0
																ACB		1994,0
																ACB		2010,0
																ACB		1988,0
																ACB		2004,0
																REM		1731,0
																ACB		1699,0
																ACB		2004,0
																ACB		2037,0
																ACB		1988,0
																REM		1676,0
																ACB		1715,0
ACB		1715,0																
ACB		2010,0																

Continuación tabla A.2.

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t
								REM		1681,4
							5	REM		1705,4
							3	FMO		1785,0
						FMO			1769,0	
						FMO			1753,0	
							PONDERADO			10512
							DESVEST			
							MAX			
							MIN			

Tabla A.3 Formación y recuperación de la pila P6C07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe	B	Gaba	I	t
1	4	47,53	9,9	8,6	1,2	14	4	ACB		1885
2	7	48,94	9,6	8,1	1,4	13		ACB		2002
3	5	48,14	9,2	7,9	1,2	14		ACB		2062
4	9	47,67	11,	9,9	1,3	14		REM		1772
5	7	47,78	10,	9,1	1,2	14		REM		1741
6	2	47,97	10,	9,4	1,5	15		ACB		1739
7	4	50,88	8,1	6,8	1,2	13		ACB		1994
8	8	47,45	11,	10,	1,1	12		ACB		2004
9	8	48,86	9,8	8,2	1,5	13		ACB		1828
10	1	48,72	10,	9,4	1,4	12		REM		1708
11	8	48,18	9,8	8,4	1,4	15		ACB		1731
12	8	50,00	7,8	6,6	1,2	13		ACB		1731
13	8	48,15	9,8	8,5	1,3	14		ACB		2070
14	6	49,93	7,6	6,3	1,3	13		ACB		1978
PONDE	1					13		ACB		2010
DESVE						1,		ACB		2037
MAX						15		ACB		2087
MIN						12		ACB		2027
								ACB		170
								ACB		189
								REM		166
							5	REM		165
								TM		205
								TM		205
								TM		205
								TM		211
								REM		166

Continuación tabla A.3.

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t
							5	MTI		1671,0
								REM		1641,4
								REM		1658,4
								FMO		1777,0
								REM		1737,0
								TM		2068,0
								TM		2077,0
								TM		2059,0
								TM		2095,0
								FMO		1737,0
								FMO		1769,0
								6	ACB	
							ACB			1731,0
							ACB			1978,0
							7	REM		1665,0
								FMO		1769,0
								MTI		1737,0
								REM		1721,4
								MTI		1721,0
								FMO		1737,0
								TM		2022,0
								REM		1673,4
								REM		1641,4
								TM		2022,0
							REM		1665,0	

Continuación tabla A.3.

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	t	t
							PONDERADO			94714,
							DESVEST			
							MAX			
							MIN			

Tabla A.4 Formación y recuperación de la pila P6A07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación				
Nº	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t	
1	6.	49,85	10,	8,7	1,3	13,	8	ACB		1	
2	2.	49,53	10,	8,8	1,4	12,		7	ACB		2
3	2.	50,99	9,4	8,7	0,7	12,		ACB		2	
4	5.	49,59	8,3	7,0	1,3	14,		REM		1	
5	6.	47,96	10,	8,6	1,4	13,		REM		1	
6	8.	46,65	10,	9,0	1,4	15,		REM		1	
7	3.	48,89	8,2	7,4	0,8	13,		REM		1	
8	8.	50,09	8,4	7,2	1,2	13,		FMO		1	
9	7.	48,90	9,2	7,7	1,4	14,		FMO		1	
10	9.	47,82	10,	9,3	1,4	13,		TM		2	
11	1.	47,83	9,4	8,2	1,2	14,		TM		2	
12	4.	48,23	10,	8,9	1,3	12,		TM		2	
13	5.	49,71	9,3	7,9	1,4	12,		TM		2	
14	4.	50,06	9,2	7,8	1,3	13,		REM		1	
15	5.	50,13	8,3	7,1	1,2	14,		MTI		1	
16	9.	49,23	9,9	8,5	1,3	14,		7	REM		1
17	8.	49,16	11,	10,	1,4	14,		9	REM		1
18	8.	49,07	8,7	7,4	1,3	15,		MTI		1	
19	8.	49,38	8,7	7,4	1,2	14,		FMO		1	
PONDER	11					13,		TM		2	
DESVES						0,9		TM		2	
MAX						15,		TM		2	
MIN						12,		TM		2	
								ACB		1	
								ACB		1	
								REM		1	
								REM		1	

Continuación tabla A.4.

Formación							Recuperación											
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t								
							9	7	TM		2077,0							
									TM		2077,0							
									REM		1729,0							
							0							8	ACB		1715,0	
																ACB		1723,0
																ACB		2020,0
															ACB		2004,0	
															ACB		2020,0	
															ACB		1978,0	
															ACB		1986,0	
															ACB		2019,0	
															REM		1692,0	
															REM		1708,0	
															ACB		1731,0	
															ACB		1715,0	
															ACB		2020,0	
															ACB		1994,0	
															ACB		1986,0	
															ACB		1819,0	
															ACB		2020,0	
															ACB		2004,0	
															REM		1716,0	
															REM		1708,0	
															ACB		1731,0	
															ACB		2004,0	

Continuación tabla A.4.

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t
							8	ACB	1	2020,0
							0	ACB	1	2002,0
						REM		1	1732,0	
						8		ACB	1	1731,0
							1	ACB	1	1869,0
						ACB		1	1994,0	
						PONDERADO		1	10861	
						DESVEST		0		
						MAX		1		
						MIN		1		

Tabla A.5 Formación y recuperación de la pila P14B07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación				
Nº	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t	
1	4	50,48	9,3	7,9	1,4	12,	5	REM		181	
2	7	49,92	10,	9,4	1,3	12,		REM		176	
3	2	50,31	9,6	8,6	0,9	12,		REM		175	
4	8	48,08	10,	9,5	1,3	14,		REM		175	
5	5	47,53	11,	10,	1,6	14,		8	MTI		176
6	4	49,76	11,	10,	1,3	11,		TM		207	
7	9	48,56	10,	9,1	1,3	15,		TM		205	
PONDE	1					13,			FMO		173
DESVE						1,0			FMO		174
MAX						15,			REM		168
MIN						12,			FMO		176
								6	ACB		171
									ACB		202
									8	ACB	
							ACB			202	
							REM			172	
							REM			170	
							ACB			171	
							ACB			171	
							PONDERADO		345		
							DESVEST				
							MAX				
							MIN				

Tabla A.6 Formación y recuperación de la pila P9A07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t
1	2	50,31	10,	8,5	1,5	12,	04	FMO		1745,0
2	7	50,23	7,9	6,7	1,1	12,		TM-		2095,0
3	4	50,24	8,7	7,2	1,4	12,		MTI-		1689,0
4	7	49,15	9,3	7,8	1,5	13,		FMO		1705,0
5	8	48,79	8,9	7,5	1,4	15,		TM-		2059,0
6	7	47,66	8,5	7,0	1,4	14,		TM-		2095,0
7	8	47,46	11,	9,7	1,4	13,		FMO		1729,0
8	7	47,76	8,1	6,7	1,4	15,		FMO		1737,0
9	8	48,66	8,6	7,2	1,4	15,		REM		1641,4
10	8	49,11	8,6	6,9	1,6	14,		FMO		1737,0
11	8	48,56	10,	9,3	1,4	12,		REM		1729,4
PONDE	7					14,		TM-		2059,0
DESVE						1,1		FMO		1769,0
MAX						15,		ACB		1771,0
MIN						12,	ACB		1747,0	
							05	ACB		1869,0
								ACB		1666,4
								ACB		1994,0
								ACB		2010,0
								ACB		2037,0
								ACB		2020,0
								REM		1700,0
								REM		1708,0
								ACB		1715,0

Continuación tabla A.6.

Formación							Recuperación									
Nº	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t						
							05	1	ACB	17						
									ACB	19						
									ACB	20						
									ACB	20						
									ACB	20						
									ACB	20						
									ACB	18						
									REM	17						
									REM	17						
									ACB	17						
									ACB	20						
									ACB	19						
									ACB	18						
									REM	17						
							06	1	REM	16						
									REM	16						
									REM	17						
									FMO	17						
							PONDERADO								1	77
							DESVEST								0	
MAX								1								
MIN								1								

Tabla A.7 Formación y recuperación de la pila P3B07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t
1	7	47,94	7,7	6,4	1,2	16,	4	ACB		198
2	5	48,30	8,9	7,6	1,3	14,		ACB		198
3	6	49,05	9,1	7,4	1,7	14,		ACB		202
4	6	48,43	8,9	7,4	1,4	16,		ACB		185
5	1	48,66	8,4	7,2	1,2	15,		ACB		203
6	7	48,68	10,	9,4	1,3	12,		REM		172
7	4	49,12	6,8	5,6	1,2	15,		REM		170
8	6	49,53	7,3	6,0	1,2	14,		ACB		200
9	8	45,13	14,	12,	1,4	13,		ACB		199
10	6	45,45	11,	10,	1,3	16,		ACB		200
11	9	48,82	9,8	8,4	1,3	13,		ACB		182
12	6	51,60	6,0	5,2	0,8	13,		ACB		183
13	8	50,47	7,0	5,7	1,3	13,		REM		169
14	6	49,50	8,6	7,5	1,1	13,		REM		169
15	4	49,99	9,8	8,4	1,4	11,		ACB		174
PONDE	9					14,	ACB		183	
DESVE						1,3	REM		174	
MAX						16,	MTI		178	
MIN						11,	TM		205	
							TM		209	
							REM		172	
							FMO		174	
							REM		162	
							REM		162	
							REM		162	
							FMO		176	

Continuación tabla A.7.

Formación							Recuperación				
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba	I	t	
							9	TM		2022,0	
								2	TM		2077,0
									FMO		1657,0
									MTI		1626,0
									FMO		1594,0
									3	ACB	1715,0
									ACB		1723,0
									0	ACB	1996,0
									ACB		2012,0
									PONDERADO		69717,
									DESVEST		
									MAX		
									MIN		

Tabla A.8 Formación y recuperación de la pila P8D07. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SI	SI	Fe ₂	B	Gaba		t
1	6	48,01	9,6	8,2	1,4	13,		ACB		2020,0
2	6	48,96	10,	9,3	1,1	13,		ACB		2020,0
3	7	49,05	8,0	6,7	1,3	15,		ACB		1819,0
4	9	47,37	10,	9,3	1,3	13,		ACB		2020,0
5	8	50,04	6,8	5,4	1,3	15,		REM		1708,0
6	4	47,73	13,	11,	1,7	11,		REM		1741,0
PONDE	4					14,		ACB		1859,0
DESVES						1,6		ACB		2012,0
MAX						15,		MTI		1721,0
MIN						11,		FMO		1729,0
							5	TM		2095,0
								TM		2132,0
							8	ACB		1971,0
							6	ACB		1994,0
								ACB		1994,0
								PONDERADO		28835,
								DESVEST		
								MAX		
								MIN		

Tabla A.9 Formación y recuperación de la pila P3A08. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
N°	t	AL ₂ O	SI	SIO ₂	SIO ₂	Fe ₂	I	Ga	F	t
1	1	49,35	8,0	6,43	1,61	14,0		RE	1	1
2	7	49,38	7,8	6,49	1,40	14,2		RE	1	1
3	5	49,12	8,4	6,94	1,49	14,5		MT	1	1
4	3	50,41	6,8	5,68	1,15	12,7		TM	1	2
5	7	48,60	9,2	7,58	1,65	14,8		TM	1	2
6	3	48,59	7,7	6,45	1,27	16,1		TM	1	2
7	9	49,27	10,	9,50	1,47	12,1		TM	1	1
8	9	50,72	7,6	6,15	1,50	13,8		MT	1	1
9	8	48,57	9,3	7,53	1,84	14,4		RE	1	1
10	8	49,80	7,0	5,90	1,15	14,6		RE	1	1
11	1	49,86	8,5	7,31	1,24	12,8		RE	1	1
12	1	47,13	11,	10,0	1,77	13,6		RE	1	1
13	9	48,49	9,2	7,76	1,48	14,9		FM	1	1
POND	9					13,9	5	MT	1	1
DESV						1,05		FM	1	1
MAX						16,1		TM	1	2
MIN						12,1		TM	1	2
								TM	1	2
								TM	1	2
								TM	1	2
								TM	1	2
								TM	1	2
								RE	1	1
								FM	1	1
								FM	1	1

Continuación tabla A.9

Formación							Recuperación			
N°		Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂	Fe ₂	E	Gab	F	t
								AC	1	1
								AC	1	1
								AC	1	1
								AC	1	2
								AC	1	1
								AC	1	2
							2	AC	1	1
							6	AC	1	1
								AC	1	1
								AC	1	1
								AC	1	1
								RE	1	1
								RE	1	1
								RE	1	1
								AC	1	1
								PONDERA	1	7
								DESVEST	0,	
								MAX	1	
								MIN	1	

Tabla A.10 Formación y recuperación de la pila P3C08. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación							Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO	SIO	F	Gabarras	F	t	
1	1	47,05	12,7	11,2	1,52	1	ACBL-639	1	2	
2	1	47,27	9,32	7,88	1,45	1	ACBL-622	1	2	
3	9	48,31	7,75	6,28	1,47	1	ACBL-631	1	1	
4	8	50,00	7,57	6,56	1,01	1	ACBL-650	1	1	
5	1	49,40	8,51	7,38	1,13	1	ACBL-607	1	2	
PONDE	5					1	ACBL-620	1	2	
DESVE						1	ACBL-644	1	2	
MAX						1	REM-033	1	1	
MIN						1	REM-024	1	1	
							REM-011	1	1	
							REM-032	1	1	
							FMO-012	1	1	
							FMO-021	1	1	
							FMO-016	1	1	
							REM-001	1	1	
							FMO-004	1	1	
							REM-016	1	1	
							REM-019	1	1	
							MTI-05	1	1	
							FMO-017	1	1	
							MTI-15	1	1	
							REM-044	1	1	
							PONDERADO	1	3	
							DESVEST	0		
							MAX	1		
							MIN	1		

Tabla A.11 Formación y recuperación de la pila P8B08. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación						Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂	Fe	B	Gaba	Fe ₂	t
1	9.3	48,11	7,87	1,40	15	85	REM	12,8	16
2	9.3	49,92	7,06	1,29	13		MTI-	12,7	17
3	7.5	52,09	5,18	1,31	12		FMO	13,3	17
4	8.0	49,76	8,12	1,55	13		FMO	13,0	17
5	6.8	47,19	9,61	1,45	14		TM-	13,8	21
6	8.0	50,41	5,94	1,45	13		ACB	12,8	19
7	9.7	47,50	8,82	1,57	13		ACB	13,6	19
8	3.8	50,13	3,61	1,53	15		ACB	12,6	19
9	9.8	50,05	5,39	1,28	15		ACB	13,5	19
10	6.2	47,29	9,57	1,29	14		REM	13,5	17
11	3.1	51,39	7,44	0,85	12		REM	12,1	17
12	1.6	49,09	8,10	0,87	14		ACB	13,1	16
13	7.4	50,00	7,45	1,46	13		ACB	13,1	17
PONDE	91.				13	ACB	12,5	17	
DESVES					1,	ACB	12,1	18	
MAX					15	ACB	12,9	20	
MIN					12	ACB	13,3	20	
						ACB	12,4	20	
						ACB	12,6	20	
						ACB	12,6	20	
						ACB	11,9	20	
						ACB	12,6	20	
						ACB	12,2	19	

Continuación tabla A.11.

Formación						Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂	F	Gabarras	Fe ₂ O ₃	t	
						REM-028	12,06	17	
						REM-008	11,88	16	
						REM-041	12,54	17	
						ACBL-	13,05	17	
						ACBL-	12,39	17	
						ACBL-	12,99	17	
						ACBL-	12,88	20	
						ACBL-	13,11	18	
						ACBL-	13,90	20	
						ACBL-	12,55	20	
						ACBL-	13,66	20	
						ACBL-	13,06	20	
						ACBL-	13,31	18	
						ACBL-	12,20	19	
						ACBL-	11,25	20	
						REM-013	12,03	16	
						REM-035	12,30	17	
						REM-026	12,45	16	
						ACBL-	12,44	17	
						ACBL-	12,38	17	
						ACBL-	11,90	19	
						ACBL-	12,37	19	
						ACBL-	12,09	19	
						PONDERADO	12,72	85	
						DESVEST	0,58		
						MAX	13,90		
						MIN	11,25		

Tabla A.12 Formación y recuperación de la pila P7D08. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación					Recuperación			
Nº TURNOS	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO		Gabarras	F	t
1	5.	47,40	8,86	1,25		ACBL-607	1	2020
2	9.	47,71	7,11	2,02		REM-027	1	1643
3	4.	48,77	5,49	1,33		REM-033	1	1643
4	4.	49,49	7,84	1,67		REM-036	1	1629
5	7.	47,64	6,88	2,08		ACBL-213	1	1811
6	8.	50,31	6,05	1,13		ACBL-221	1	1779
7	7.	48,46	7,95	1,67		ACBL-643	1	2012
8	7.	47,33	8,20	2,31		ACBL-642	1	2004
9	8.	47,64	8,26	1,31		ACBL-631	1	1986
10	7.	49,91	7,57	0,97		ACBL-656	1	1803
11	5.	48,99	7,11	1,80		ACBL-625	1	1986
12	3.	49,58	7,58	1,41		REM-016	1	1578
13	5.	49,69	7,33	1,57		FMO-017	1	1689
14	5.	50,05	7,40	1,35		MTI-18	1	1721
15	2.	48,84	8,77	1,22		FMO-021	1	1721
PONDERA	9					TM-120	1	2050
DESVEST						TM-108	1	2095
MAX						TM-107	1	2095
MIN						TM-117	1	2059
						TM-101	1	2132
						FMO-024	1	1769
						FMO-002	1	1769
						REM-004	1	1769
						FMO-011	1	1769
						MTI-15	1	1769

Continuación tabla A.12.

Formación						Recuperación								
Nº	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO	F	Gabarras	F	t						
						4	TM-109	1	2041					
							TM-112	1	2041					
							TM-103	1	2022					
							MTI-02	1	1673					
							REM-038	1	1618					
							REM-021	1	1610					
							MTI-13	8	1737					
							MTI-12	1	1769					
							TM-104	1	2132					
							TM-113	1	2150					
							TM-105	1	2132					
							TM-111	1	2095					
							TM-116	1	2041					
							TM-115	1	2022					
						MTI-19	1	1675						
						MTI-20	1	1675						
						5						REM-032	1	1625
												REM-031	1	1557
						PONDERADO							1	7991
						DESVEST							0	
MAX							1							
MIN							8							

Continuación tabla A.13.

Formación						Recuperación		
N°	t	AL ₂ O ₃	SiO	SiO		Gabarras	F	TONELA
						REM-029	1	1721,44
						TM-120	1	2095,00
						TM-102	1	2077,00
						TM-101	1	2077,00
						FMO-024	1	1705,00
						MTI-19	1	1737,00
						REM-044	1	1578,44
						REM-016	1	1578,44
						REM-032	1	1721,44
						FMO-022	1	1697,00
						FMO-006	1	1705,00
						TM-105	1	2095,00
						TM-117	1	2095,00
						TM-103	1	2077,00
						TM-115	1	2077,00
						TM-107	1	2059,00
						FMO-001	1	1721,00
						ACBL-	1	1978,00
						ACBL-	1	1994,00
						ACBL-	1	1978,00
						ACBL-	1	2010,00
						ACBL-	1	2004,00
						ACBL-	1	1978,00
						REM-033	1	1676,00
						ACBL-	1	1667,00
						ACBL-	1	1755,00
						ACBL-	1	1891,00

Continuación tabla A.13.

Formación						Recuperación		
Nº	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO	F	Gabarras	F	TONELA
						ACBL-	1	1994,00
						ACBL-	1	2010,00
						PONDERADO	1	93251,28
						DESVEST	0	
						MAX	1	
						MIN	1	

Tabla A.14 Formación y recuperación de la pila P3D09. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación						Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO		Gabarras	Fe	t	
1	8.	49,90	7,16	1,43		REM-018	12	115	
2	6.	50,62	7,32	1,38		REM-022	12	115	
3	5.	48,70	8,67	1,27		TM-106	12	145	
4	5.	50,15	7,98	1,33		TM-110	12	143	
5	7.	49,27	10,8	1,59		TM-109	13	143	
6	7.	50,58	6,14	1,34		TM-116	12	147	
7	6.	49,09	8,18	1,33		TM-111	13	145	
8	5.	49,52	5,10	1,37		REM-040	12	119	
9	7.	48,98	8,63	1,34		REM-019	13	119	
10	7.	49,60	8,05	1,32		TM-114	13	149	
11	4.	47,95	9,55	1,43		TM-112	13	149	
12	5.	48,81	11,0	1,26		TM-102	12	149	
13	7.	49,79	9,43	1,27		TM-118	13	149	
PONDER	8					TM-113	12	151	
DESVES						TM-115	13	143	
MAX						MTI-02	14	119	
MIN						ACBL-640	12	150	
						ACBL-613	13	148	
						ACBL-632	12	148	
						ACBL-628	12	148	
						ACBL-609	11	155	

Continuación tabla A.14.

Formación						Recuperación			
N°	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO		Gabarras	Fe	t	
						ACBL-638	13	146	
						REM-009	11	127	
						REM-037	12	127	
						ACBL-226	13	136	
						ACBL-222	12	134	
						ACBL-649	12	147	
						ACBL-664	13	138	
						ACBL-661	12	137	
						ACBL-614	13	148	
						REM-035	12	127	
						REM-027	12	124	
						REM-025	13	146	
						MTI-18	12	157	
						REM-031	12	157	
						TM-108	12	189	
						TM-105	13	189	
						FMO-002	12	159	
						REM-010	12	159	
						MTI-05	13	157	
						REM-011	12	151	
						REM-044	13	148	
						FMO-010	13	159	
						FMO-005	13	157	
						ACBL-224	11	173	
						ACBL-205	12	173	
						ACBL-622	12	197	
						ACBL-629	11	196	

Continuación tabla A.14.

Formación						Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O ₃	SIO	SIO		Gabarras	Fe	t	
						ACBL-642	12	200	
						ACBL-619	12	197	
						ACBL-645	12	197	
						ACBL-635	12	197	
						REM-008	13	169	
						PONDERADO	12	809	
						DESVEST	0,		
						MAX	14		
						MIN	11		

Tabla A.15 Formación y recuperación de la pila P4D09. (Formación – Aseguramiento de la Calidad)

Formación						Recuperación			
Nº	t	AL ₂ O	SI	SI	Fe ₂	Gabarras	F	t	
1	5	49,32	9,2	1,1	12,	MTI-15	1	1673	
2	7	50,37	8,3	1,2	12,	MTI-19	1	1673	
3	3	48,96	6,5	1,3	14,	REM-038	1	1721	
4	5	49,82	6,4	1,5	14,	TM-107	1	2050	
5	5	50,29	8,7	1,4	12,	TM-120	1	2022	
6	1	47,67	8,5	1,4	15,	REM-029	1	1641	
7	4	49,65	7,6	1,3	14,	REM-016	1	1641	
8	7	49,83	7,5	1,3	13,	MTI-12	1	1721	
9	4	48,43	9,1	1,3	13,	FMO-016	1	1721	
10	6	49,16	7,4	1,3	14,	REM-004	1	1737	
11	7	48,84	7,8	1,3	14,	TM-101	1	2059	
12	7	48,75	8,7	1,3	14,	TM-103	1	2059	
13	3	50,63	7,8	1,3	12,	REM-002	1	1705	
14	9	49,85	7,6	1,4	12,	FMO-014	1	1721	
PONDE	6				13,	ACBL-216	1	1803	
DESVST					1,1	ACBL-206	1	1794	
MAX					15,	ACBL-637	1	2010	
MIN					12,	REM-024	1	1708	
						ACBL-213	1	1715	
						PONDERADO	1	3417	
						DESVST	0		
						MAX	1		
						MIN	1		

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

Título	ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS CONCENTRACIONES DE HIERRO EN LOS PROCESOS DE FORMACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LAS PILAS DE BAUXITA EN LA MINA DEL CERRO PÁEZ, PARA EL LAPSO 2007-2009, LOS PIJIGUAOS, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR - VENEZUELA.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
FABIOLA Y, FLORES H	CVLAC	18.012.894
	e-mail	fabiolafloresh@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Concentraciones de hierro.
Pilas tipo Chevron
Bauxita
Formación de pilas
Recuperación de pilas
Cerro Páez

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Rojas Maria	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	8.555.445
	e-mail	
	e-mail	
Araya Luis	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	13.156.123
	e-mail	
	e-mail	
Medori Nelson	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.194.992
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2011	03	17

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Analisis de la variabilidad de las concentraciones de hierro.doc	Aplication/msword

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: CVG Bauxilum- Los Pijiguaos (Opcional)

Temporal: 10 años (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Ingeniero Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio: Departamento de Geología

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

**De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.



AUTOR 1

AUTOR 2

AUTOR 3



TUTOR

AUTOR 4



JURADO 1



JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

