



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSE DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO DE PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRÁCTICA PROFESIONAL**



**CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA LINEA III  
DE CVG ALCASA, EN FUNCIÓN DE SU  
CONCEPTUALIZACIÓN**

**AUTOR:  
Pages, M. Mariana C.  
C.I: 19.159.434**

**Ciudad Guayana, Noviembre del 2012**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA LÍNEA III  
DE CVG ALCASA, EN FUNCIÓN DE SU  
CONCEPTUALIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA  
“ANTONIO JOSE DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO DE PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRÁCTICA PROFESIONAL**



## **CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA LÍNEA III DE CVG ALCASA, EN FUNCIÓN DE SU CONCEPTUALIZACIÓN**

Trabajo de Pasantía presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito para aprobar la Práctica Profesional

**Pages Martínez, Mariana Carolina**

---

**ING. Andrés Eloy Blanco**

---

**ING. Jesús González**

**Ciudad Guayana, Noviembre de 2012**

**MARIANA CAROLINA PAGES MARTINEZ**

**Caracterización de las variables de la Línea III de CVG ALCASA, en  
función de su conceptualización**

91 Pág.

Practica Profesional

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.  
Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

**Tutor Académico:** Ing. MSc. Andrés Eloy Blanco

**Tutor Industrial:** Ing. Jesús González

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de La Empresa. III. Marco Teórico.  
IV. Aspectos Procedimentales. V. Resultados. Conclusiones. Recomendaciones.  
Referencias y Anexos.



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITECNICA  
"ANTONIO JOSE DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO DE PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRÁCTICA PROFESIONAL**



**ACTA DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, tutores académico e industrial, designados, para evaluar el Informe de Práctica Profesional presentado por el ciudadano: **MARIANA CAROLINA PAGES MARTINEZ**, portador de la Cédula de Identidad N<sup>o</sup> **V-19.159.434**, titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA LÍNEA III DE CVG ALCASA EN FUNCIÓN SU CONCEPTUALIZACIÓN**, como requisito parcial para la aprobación de la Práctica Profesional, consideramos que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaramos **APROBADO**.

---

Ing. Jesús González  
**Tutor Industrial**

---

Ing. MSc. Andrés Eloy Blanco  
**Tutor Académico**

**CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2012**

## DEDICATORIA

**A Dios** todo poderoso, por haberme dado la vida y permitirme crecer como mujer de bien, por los momentos grandiosos en ella, por darme la gran bendición de cursar esta carrera profesional y darme la fuerza, el valor y voluntad en los momentos más difíciles.

**A mi madre** Yubelis del Valle Martínez, por haberme dado la vida y por ser mi única y mejor amiga. Vida eres mi ejemplo a seguir, por ser una mujer luchadora, trabajadora, emprendedora, dedicada, amorosa y única eres la mejor madre del mundo!! Te Amo mucho Mamá que DIOS te bendiga y preserve siempre.

**A mi padre** Frank Pages, por ser un hombre trabajador, luchador. Te Amo Papá que DIOS te bendiga y preserve siempre.

Muy especialmente para ustedes mis padres quiero que sepan que ninguna palabra llena todo lo que han hecho por mí, gracias a su esfuerzo, cariño y amor me han guiado siempre por el camino correcto de la vida.

**A mi abuela** Lucrecia Martínez, por ser digna de merecer las mejores cosas del mundo, incondicional, noble, maravillosa y única. Te Amo mucho mi cucha que Dios te bendiga y preserve siempre.

**A mis hermanos** María Eugenia Pages y Orlando Pino por ser parte importante en mi vida. Que DIOS los bendiga.

**A mi novio** Luis Armando Medina que estuvo a mi lado en las buenas y malas, apoyándome siempre incondicionalmente y siendo muy paciente y comprensivo. Te Amo Mucho mi amor que DIOS te bendiga.

Dedicado a aquellas personas que creyeron en mí y que día a día me apoyaron para alcanzar con gran éxito esta carrera profesional.

*Esto es por ustedes y para ustedes...*

## AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecerle a **DIOS** por haberme dado la vida y el don del saber los conocimientos que he adquirido hasta los momentos.

A mis padres Yubelis Martínez y Frank Pages, por brindarme todo su apoyo y estar siempre conmigo para alcanzar esta meta por ustedes soy lo que soy, Gracias.

A mi novio Luis Armando Medina, por estar día a día conmigo desde que te conocí, por luchar a mi lado para alcanzar mi título y por formar parte de mi vida y hacer que mi sonrisa cada día sea mayor, gracias por ser mi compañero.

A la UNEXPO por haberme dado la oportunidad de formarme como persona de bien y provecho.

A la Empresa CVG ALCASA, por darme la oportunidad de realizar mi Práctica Profesional.

A mis profesores, Iván Turmero, Scandra Mora, Félix Martínez, Natasha Alarcón, Andrés Eloy Blanco, Jairo Pico y todos los que no nombro pero que fueron mi apoyo y orientación y que marcaron de una manera especial mi vida de estudiante.

A mi Tutor Académico e Industrial Ing. Andrés Eloy Blanco y Jesús González, que me han guiado y brindado su colaboración en el desarrollo del informe de pasantía.

De igual forma, al Ing. Néstor Barreto, por todo el conocimiento impartido a lo largo del estudio, por las asesorías y amistad brindada durante mi pasantía.

A mi compañera de oficina Yulia Fermín e Ivis Velázquez por haber compartido buenos y malos momentos y brindarme su ayuda incondicional cuando más lo necesitaba.

*A todos, muchas Gracias!!...*



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**Mariana Carolina Pages Martínez (2012). CARACTERIZACION DEL SISTEMA DE VARIABLES DE LA LINEA III DE CVG ALCASA EN FUNCION DE CONCEPTUALIZACION. Vice – Rectorado Puerto Ordaz. UNEXPO. Tutor Académico: Andrés Eloy Blanco. Tutor Industrial: Ing. Jesús González.**

## **RESUMEN**

El estudio fue realizado en el área de Línea III Celdas II de CVG ALCASA, donde el objetivo fue **CARACTERIZAR EL SISTEMA DE VARIABLES EN FUNCIÓN DE LA CONCEPTULIZACIÓN**. Para la realización del análisis de los resultados, se tomaron en cuenta las variables que intervienen en la Línea III. También se hizo conjuntamente con los expertos de Calidad y Proceso, Control de Proceso y personal de la línea de producción, el sistema de variables que intervienen en el proceso. Finalmente se clasificaron las variables en función de su naturaleza, tipos de variables y tipos de definición y se presenta un análisis de los resultados.

**Palabras Claves:** Sistema de Variables, Línea III, Alcasa, Variable, Reducción, Caracterización de Variables.

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VIII</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
Planteamiento del Problema .....	3
Objetivo General .....	4
Objetivo Especificos .....	4
Justificación.....	5
Delimitación o Alcance .....	5
<b>CAPITULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	<b>6</b>
Descripción de la Empresa.....	6
Ubicación Geográfica .....	6
Reseña Histórica .....	7
Misión.....	8
Visión.....	9
Política de Calidad, Ambiente y Seguridad .....	9
Objetivos de la Empresa .....	9
Funciones.....	11
Estructura Organizativa General .....	11
Instalaciones de la Empresa .....	12
Proceso de Producción .....	13
Descripción de las Instalaciones de la Empresa .....	15
Productos que Fabrica la Empresa .....	18
Area de Celdas II Línea III.....	20
Organigrama de la Gerencia de Reducción .....	21
Misión y Funciones de Celdas II Línea III.....	23
<b>CAPITULO III: MARCO TEORICO</b> .....	<b>26</b>
Bases Teoricas.....	26
Variable .....	26
Sistema de Variables .....	27

<b>CAPITULO IV: ASPECTOS PROCEDIMENTALES .....</b>	<b>31</b>
Actividades Ejecutadas .....	31
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información .....	32
Procesamiento de la Información .....	34
Descripción de los Elementos .....	35
Tipos de Analisis a Realizar .....	48
 <b>CAPITULO V: RESULTADOS .....</b>	 <b>49</b>
Diagnóstico.....	49
Aplicación de Encuesta .....	52
Clasificación de las Variables Existentes en Celdas II, Línea III de CVG ALCASA .....	54
Analisis de Resultados .....	56
 <b>CONCLUSIONES .....</b>	 <b>65</b>
 <b>RECOMENDACIONES.....</b>	 <b>66</b>
 <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	 <b>67</b>
 <b>REFERENCIAS ELECTRÓNICAS .....</b>	 <b>68</b>
 <b>ANEXOS.....</b>	 <b>69</b>

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>FIGURAS</b>		<b>PAGINA</b>
1	Ubicación Geográfica de CVG ALCASA	7
2	Estructura Organizativa de CVG ALCASA	11
3	Vista Aérea de CVG ALCASA	12
4	Proceso Productivo de CVG ALCASA	13
5	Productos de la Empresa CVG ALCASA	19
6	Tecnología Reynolds	21
7	Organigrama de la Gerencia de Reducción	22
8	Organigrama Superintendencia de Celdas II, Línea III	22
<b>TABLAS</b>		
1	Elementos que se encuentran en la Línea III CVG ALCASA	34
2	Elementos a clasificar que intervienen en la Línea III de CVG ALCASA	49
3	Elementos revisados en la práctica operativa	50
4	Elementos revisados en las Normas de Proceso	51

## INTRODUCCION

Las celdas electrolíticas son el corazón del proceso productivo en CVG ALCASA y lo que allí sucede, en ocasión constituye un gran enigma, que se ha ido descifrando con las innumerables investigaciones realizadas a fin de mejorar tanto las condiciones de operación como las productivas.

En celdas II línea III de CVG ALCASA se lleva a cabo el proceso de reducción del aluminio el cual se desarrolla bajo una serie de parámetros técnico-operativos.

La herramienta realizada para la caracterización de las variables del proceso productivo en las celdas electrolíticas de la Línea III, es el estudio realizado en las instalaciones de la empresa CVG ALCASA, con el propósito de conocer los fenómenos del estado de las variables que intervienen en este.

La siguiente Investigación presenta la caracterización de las variables de la Línea III de CVG ALCASA, en función de su conceptualización.

El presente estudio surge por la necesidad de mejorar la eficiencia de las operaciones ya que se ha venido descifrando que el colectivo no maneja ni conoce el sistema de variable, desde el punto de vista conceptual.

El mismo se apoya en una investigación de tipo aplicada con modelo descriptiva y se sustenta en un diseño de investigación de campo. Finalmente, se presenta este informe cuyo propósito es lograr que la empresa cuente con una eficiencia óptima, que sirva de conocimiento a los trabajadores.

La estructura de este informe consta de cinco capítulos, los cuales se presentan de la siguiente manera:

En el capítulo I se expone el planteamiento del problema, el capítulo II contiene el marco referencial de CVG ALCASA, en el capítulo III se presentan las bases teóricas, en el capítulo IV se presentan los aspectos procedimentales de la investigación, el capítulo V se muestran los resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

En este capítulo detalla la problemática en estudio, así como la formulación de los objetivos que se persiguen con la investigación, incluye el alcance, justificación o importancia y delimitación de la caracterización de las variables en la Línea III en CVG ALCASA.

#### **Planteamiento del Problema**

CVG ALCASA es una empresa que emplea el aluminio en estado líquido que proviene de las celdas para preparar aleaciones de mejor valor agregado de acuerdo a los requerimientos y necesidades del cliente.

En Celdas II Línea III CVG ALCASA se lleva a cabo el proceso de reducción del aluminio primario el cual se desarrolla bajo una serie de parámetros técnicos-operativos.

Cabe destacar que uno de los problemas más comunes que se presentan en esta área son la caracterización de las variables, las cuales vienen dado por todas ellas que intervienen en el proceso que se lleva a cabo en la Línea III de reducción como son: temperatura, voltaje, Nivel de Metal, Nivel de Baño, Nivel de Lodo, luces, entre otras.

En Línea III CVG ALCASA, el personal no maneja ni conoce el sistema de variable, desde el punto de vista conceptual ni entienden las definiciones de las variables nominales y operacionales que se controlan

en la Línea III. Por tal motivo se requiere caracterizar las variables en función de su conceptualización.

En el proceso de reducción del aluminio líquido no se encuentran identificadas las variables como:

- ✓ Cualitativas
- ✓ Cuantitativas, y sus respectivas subdivisiones.

Debido a que los sistemas de variables se presentan muy seguidos, es decir en todo el proceso, se hace necesario el presente estudio, ya que el objetivo es que el personal de celdas, Control de Calidad y Proceso y Control de Proceso tengan claro el tipo de variables, porque hasta la fecha hay divergencia de criterios debido a que no se manejan las mismas. Esto a través del establecimiento de propuesta de mejora para un control óptimo y adecuado, con la finalidad de, generar conocimiento a los trabajadores, lo cual es un beneficio para la empresa.

### **Objetivo General**

Caracterizar las variables de la Línea III de CVG ALCASA, en función de su conceptualización.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico de los elementos que se registran en la Línea III en Celdas de Reducción.
- Definir conjuntamente con los expertos de Calidad y Proceso, Control de Proceso y personal de la Línea de producción, el sistema de las variables que intervienen en el proceso.
- Clasificar las variables en función de:

- Su naturaleza: Cualitativas y cuantitativas.
  - Tipos de variable: independientes, dependientes, intervinientes, moderadas, continuas, discretas, variable de control.
  - Tipos de definición: Nominal, real y operacional.
- Proponer mejoras al sistema de variables.

### **Justificación**

La importancia de este trabajo está fundamentada en:

- Proporcionar al proceso una identificación de las variables por naturaleza, por tipo de variables y por definición.
- Para unificar criterios teóricos a nivel de la Gerencia Técnica.
- Dar a conocer al colectivo de la Línea III los sistemas de variables que intervienen en la Línea de producción.
- Para clarificar conceptos entre la teórica y la práctica, entre la universidad y la empresa.
- Para reflexionar y/o mejorar los indicadores de gestión.

### **Delimitación o Alcance**

Este estudio se llevara a cabo en la empresa Aluminio del Caroní S.A, CVG ALCASA, específicamente en las instalaciones de Celdas II Línea III, área de reducción, relacionado con las actividades sobre “Caracterizar el sistema de las variables, en función de la conceptualización”.

## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En este Capítulo se describe la empresa donde tuvo lugar la investigación CVG ALCASA, desde su origen, estructura general, ubicación hasta el proceso que en ella se realiza.

#### **Descripción de la Empresa**

CVG Aluminio del Caroní S.A, es una empresa del, estado, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), la cual se encuentra en el sector aluminio nacional e internacional como uno de los mayores productores de metal, esta cuenta con un capital social de Bs. 51.442.418.000.00. Además tiene una capacidad de producción de aluminio primario para abastecer el mercado nacional e internacional.

#### **Ubicación Geográfica**

La Región Guayana es el centro de la industria del aluminio en Venezuela, ésta región privilegiada está localizada al sur del río Orinoco, con una extensión de 448.000 km<sup>2</sup> que representa exactamente la mitad del territorio venezolano. En ella se encuentra ubicada la empresa CVG ALCASA específicamente en la zona Industrial Matanzas en el margen derecho del río Orinoco, en la parte sur-oeste de Ciudad Guayana, Estado Bolívar, ocupando una superficie total aproximada de 174 hectáreas (Ver Figura 1).



**Figura 1. Ubicación Geográfica de CVG ALCASA**

**Fuente: Intranet de CVG ALCASA**

## **RESEÑA HISTÓRICA**

El desarrollo de la industria del aluminio en la Región Guayana se inició hacen más de cuatro décadas con los programas destinados al aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de sus principales ríos, mediante la construcción de las represas Guri y Macagua. La disponibilidad y bajo costo de la energía, la reserva de bauxita como materia prima inicial, la capacidad del país para invertir, la estratégica ubicación geográfica, junto con las facilidades de acceso al mar a través del Río Orinoco, determinaron el que Venezuela pudiera producir aluminio en condiciones competitivas a nivel de América Latina y mundial.

En diciembre de 1960, se constituye en Venezuela la empresa CVG Aluminio del Caroní, S.A. (ALCASA) como producto de la asociación entre la Corporación Venezolana de Fomento(50%), que en Febrero de 1.961 traspasa sus acciones a la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), y Reynolds Internacional INC (50%). Quedando oficialmente

inaugurada el 14 de octubre de 1967, la cual estaba constituida por la Sala "A" de Línea I de las celdas de reducción, una Sala de Envarillado de Ánodos y una Sala de Fundición. En 1968, se desarrolló Fase II, que consistió en una Sala de Reducción- Sala "B" con una capacidad de 13 mil toneladas métricas de producción por año, más otra planta de ánodos y sus hornos de cocción denominada Planta de Carbón, una Planta de Laminación y una Planta de Hoja delgada, esta última ubicada en Guacara, estado Carabobo (actualmente no forma parte de ALCASA, y es conocida como ALUCASA – GUACARA. Para 1973, se culminó la Fase II, constituida por una nueva Línea II de Reducción de 28 mil toneladas métricas, y una expansión de la Sala de Fundición.

A finales de 1974, se cambia la tecnología usada hasta ese momento para la producción de aluminio, mediante la incorporación de una nueva Línea elevando la producción a 180 mil TM/A, de alta densidad de corriente de 160 mil amperios. Posteriormente, a los cinco años de operación exitosa de la Línea III, con una nueva tecnología para atender el incremento en el mercado de exportación, se planteó aumentar la capacidad de reducción, es allí cuando nace la Línea IV, y celdas capaces de producir 84 mil TM/A, con 216 celdas tipo Hamburgo. Para mediados de años 80, CVG ALCASA alcanzaba una capacidad instalada de producción de 210 mil TM/A, además de sumarle unas 60 mil TM/A de productos laminados.

## **MISIÓN**

Producir y comercializar productos de aluminio en forma competitiva, con calidad integral de gestión, participando activamente en la definición de las políticas de desarrollo de la cadena productiva del sector aluminio, asumiendo el papel que a la empresa corresponde.

## **VISIÓN**

Posicionar a CVG ALCASA como promotor del desarrollo endógeno, impulsando la industria del aluminio, permitiendo diversificar y transformar la materia prima en productos terminados, que aporten al sostenimiento socio- económico del país, a través de empresas de producción social, bajo las premisas del nuevo modelo productivo.

## **POLÍTICA DE CALIDAD, AMBIENTE Y SEGURIDAD**

La empresa CVG ALCASA, tiene como política el fortalecimiento y la participación del recurso humano en el mejoramiento continuo de los procesos, cumpliendo con las practicas de conservación contempladas en la normativa ambiental venezolana vigente y mantenimiento, áreas de trabajo seguras y controladas, garantizando de esta manera, que los productos obtenidos satisfagan los requerimientos y las expectativas de sus clientes, con altos niveles de rentabilidad, competitividad y desempeño, acorde a lo establecido en su misión y visión.

A su vez, en CVG ALCASA tiene como compromiso, elaborar y comercializar, productos de aluminio que satisfagan los requisitos de nuestros clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

## **OBJETIVOS DE LA EMPRESA**

### **Objetivo General**

CVG. ALCASA, es una empresa del estado venezolano, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana, cuyos objetivos primordiales son producir y comercializar aluminio primario y sus derivados, en una manera productiva y rentable para cubrir las necesidades de mercado nacional e internacional.

## Objetivos Específicos

1. **Transformación:** del aluminio líquido procedente de reducción y el sólido reciclado, en productos de fundición y laminación, conforme al plan de ventas de la empresa, en las mejores condiciones de costo, cantidad y oportunidad, dentro de un enfoque de calidad total.
2. **Comercialización:** optimizar la gestión de comercialización para cumplir oportunamente con los requerimientos y necesidades del mercado local e internacional, prestando al cliente un servicio confiable de buena calidad y precios competitivos.
3. **Tecnología:** Planificar, coordinar y controlar los procesos de transferencia y asimilación tecnológica a fin de asegurar el máximo aprovechamiento de las tecnologías disponibles y por adquirir.
4. **Recursos humanos:** Asegurar que el personal con que cuenta la empresa sea el más efectivo y especializado.
5. **Imagen:** Ser órgano oficial de consulta del estrado para proyectar la mejor imagen de la empresa, formulación y ejecución de las políticas y planes generales sobre la industria del aluminio nacional.
6. **Administración Gerencial:** Establecer un sistema gerencial y administrativo sofisticado para lograr el objetivo principal de la empresa.

## FUNCIONES

Producir y comercializar productos de la industria del aluminio en forma competitiva, satisfaciendo a sus clientes, con producto de muy alto valor, a sus accionistas, con altos dividendos; y a sus trabajadores desarrollándolos y reconociéndoles su inestable contribución en los logros de sus metas propuestas; contribuyendo a la generación de ingresos y al bienestar regional y nacional de la economía y por ende a la nación.

## ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL

A continuación se presenta la estructura organizativa de la empresa CVG ALCASA. (Ver Figura 2).

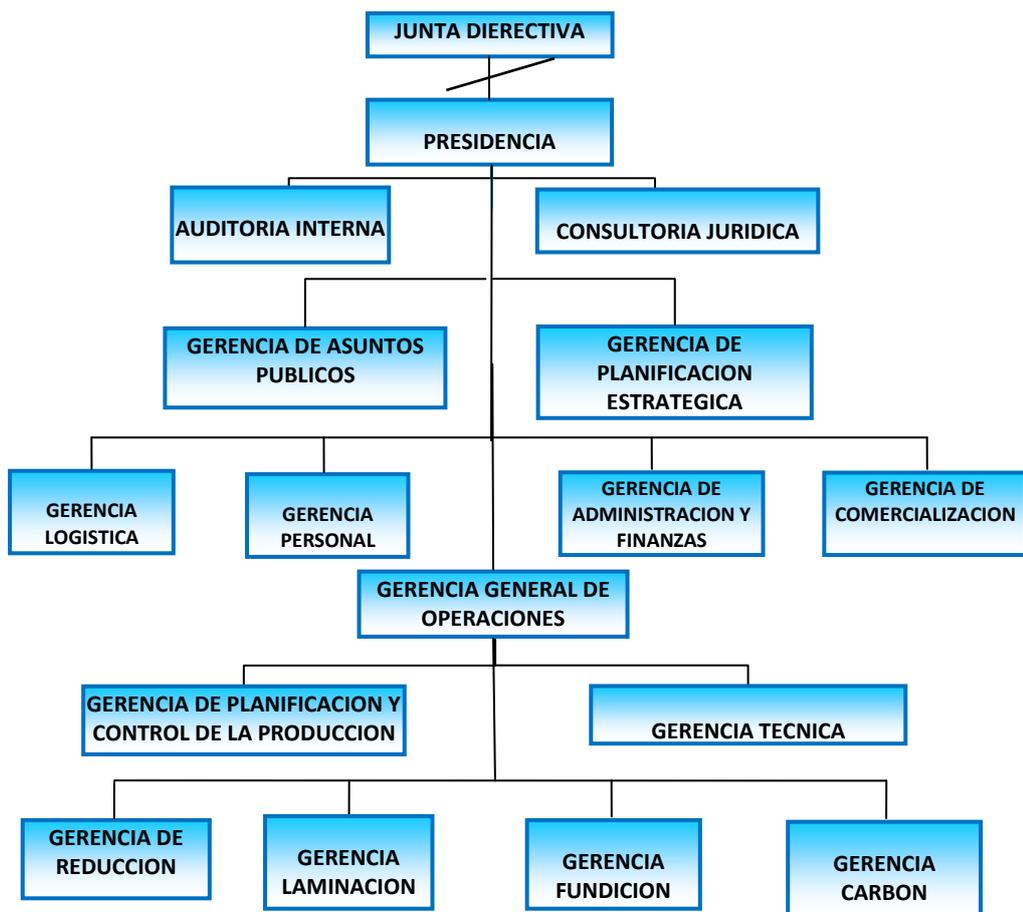


Figura 2. Estructura Organizativa de CVG ALCASA

Fuente: Intranet de CVG ALCASA

## **INSTALACIONES DE LA EMPRESA**

CVG Aluminio de Caroní, S.A. (ALCASA) está constituida por diversas instalaciones industriales que permiten obtener aluminio de la más alta calidad a costos competitivos.

La planta consta de dos líneas de producción de aluminio primario que fueron construidas en seis fases, una planta de carbón (producción de ánodos), las secciones de envarillado, reacondicionamiento de crisoles, reacondicionamiento de celdas, fundición, y la planta de laminación. Además cuenta con instalaciones auxiliares como el muelle, los talleres, los comedores, servicios médicos y el laboratorio analítico. En la Figura 3 se presenta una vista de planta de CVG ALCASA y en la Figura 4 el proceso productivo de la misma.



**Figura 3. Vista Aérea de CVG ALCASA.**

**Fuente: Intranet de CVG ALCASA**

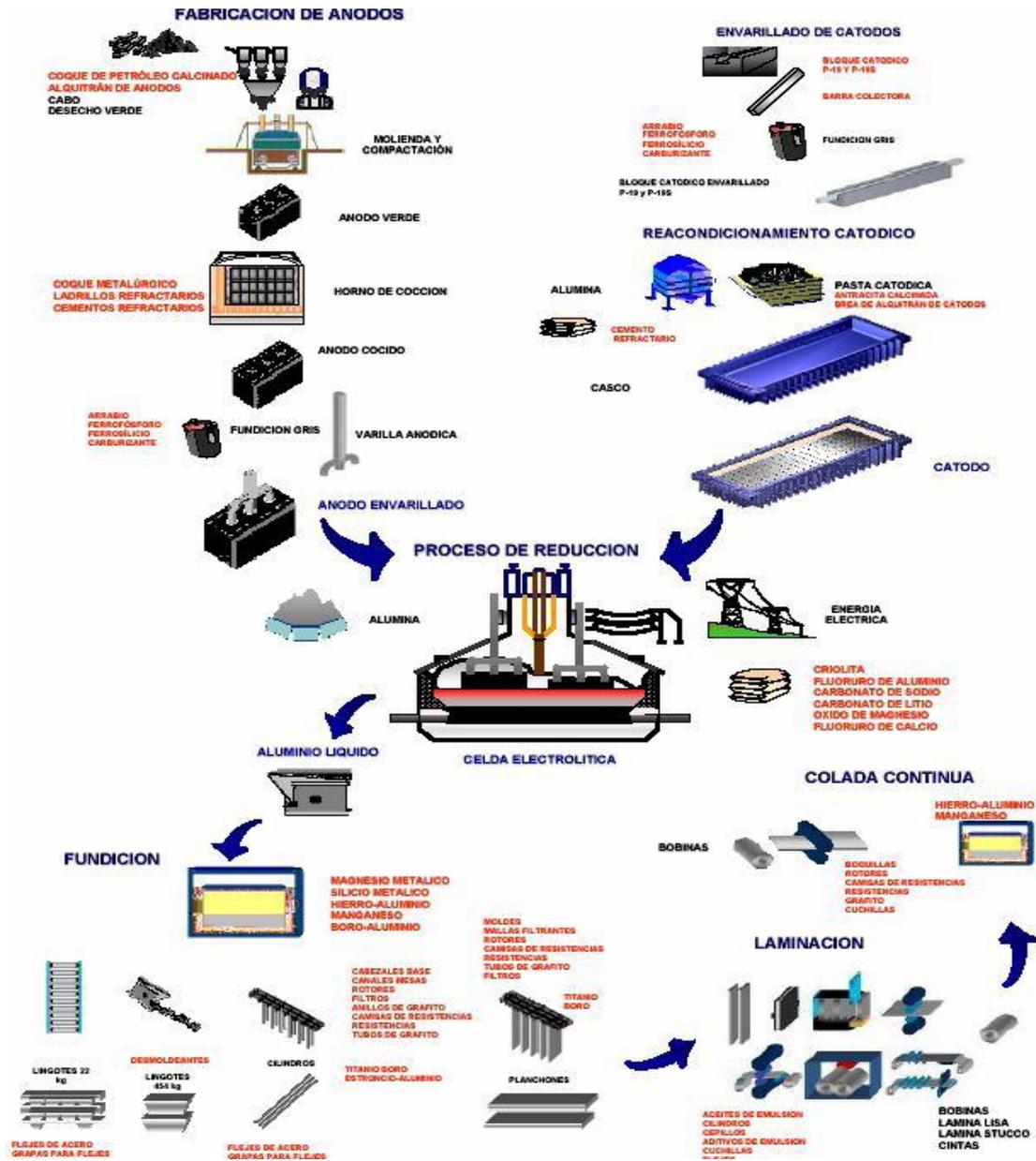


Figura 4. Proceso Productivo de CVG ALCASA

Fuente: Intranet de CVG ALCASA

## PROCESO DE PRODUCCION

La producción de aluminio primario se realiza en 3 pasos: extracción de bauxita, producción de alúmina y el proceso de electrolisis. El aluminio es el 3er metal de mayor abundancia, ocupando un 8% en la superficie de la tierra.

## **Extracción de la bauxita**

El mineral Bauxita, es la materia prima principal para la elaboración de aluminio. Sus componentes son hidróxido de aluminio, sílice, hierro y óxido de titanio. La extracción de este mineral es realizada por el método de mina abierta, de allí que la industria que la explota toma en consideración aspectos ecológicos tales como la limpieza del suelo, flora, fauna y erosión, para minimizar el impacto ambiental que pudiera ocasionar ese proceso sobre la superficie terrestre.

## **Producción de Alúmina**

La bauxita tiene que ser convertida en óxido de aluminio puro (alúmina) antes de que pueda ser transformada en aluminio por medio de la electrolisis.

Esto es realizado a través del uso del proceso químico Bayer en las refinерías de alúmina. El óxido de aluminio es separado de las otras sustancias de la bauxita mediante una solución de soda caustica, la mezcla obtenida es filtrada para remover todas las partículas insolubles. Después de esto, el hidróxido de aluminio es precipitado de la solución de soda, lavado y secado, mientras que la solución de soda es reciclada. Después de la calcinación, el producto final, óxidos de aluminio ( $Al_2O_3$ ), es un fino polvo blanco.

Cuatro toneladas de bauxita son requeridas para producir dos toneladas de alúmina, las cuales producirán a su vez una tonelada de aluminio en una reductora.

## DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA

CVG ALCASA opera procesos integrados de reducción, fundición y laminación de aluminio. Adicionalmente cuenta con instalaciones de servicios de fabricación, cocción y envarillado de ánodos, producción de pasta catódica, muelle y otras facilidades.

### ➤ **Muelle**

Está ubicado en la margen derecha del Rio Orinoco en la Zona Industrial Matanzas, en los Caribes, a 5 km de la Planta. Existen 8 silos y 3 galpones para una capacidad de 72.400 T destinados al almacenamiento de materias primas para la producción del aluminio.

### ➤ **Planta de Carbón**

En la Planta de Carbón comienza el proceso de producción de aluminio con la preparación de los carbones o “ánodos”.

Construida para abastecer el consumo interno de cuatro líneas de reducción pero ahora consta de dos líneas, la Planta de Carbón de CVG ALCASA con tecnología de mezclado tipo batch, da inicio al proceso de producción de aluminio con la preparación de los ánodos, que representan el polo positivo en el proceso electrolítico.

Los ánodos están compuestos de coque de petróleo calcinado y brea de alquitrán, que se combinan y compactan en una máquina vibradora a 145°C, para ser sometidos luego a un proceso de horneado. El ánodo cocido es llevado a la sección de envarillado y de allí a las celdas electrolíticas, dando inicio así al proceso de reducción.

### ➤ **Reducción**

El área de reducción es el corazón del proceso de producción del aluminio.

El proceso de reducción es realizado en celdas, en las cuales se produce la transformación de alúmina en aluminio. El área de reducción comprende 2 líneas.

Allí se disuelve la alúmina mediante un proceso electrolítico de criolita fundida sobre los 965°C, descomponiéndola en sus dos elementos básicos: oxígeno y aluminio. El oxígeno es atraído por los ánodos hacia la parte superior de la celda, donde se quema y se convierte en dióxido de carbono en el ánodo. El aluminio, a su vez, va hacia el fondo del recipiente y se extrae fundido (líquido) por succión hacia el crisol, para ser enviado a la planta de Fundición.

### ➤ **Fundición**

En esta área se preparan las mezclas o aleaciones con otros metales, de acuerdo con los requerimientos del mercado. El metal proveniente de las celdas de reducción, que es 99,8% aluminio puro, se vacía en los hornos de retención donde se le añade otros metales como el titanio, magnesio, cobre o hierro, para preparar las distintas aleaciones.

El metal líquido dentro de los hornos es sometido a diversas pruebas y controles de calidad, para luego ser vaciado en la mesa de colada. En la colada se vierte el metal líquido, a través de canales, a los diferentes moldes que son enfriados por agua. El producto final son aleaciones de aluminio de forma de pailas, cilindros, planchones y lingotes, según el uso que se les vaya a dar y de acuerdo con las necesidades del cliente.

### ➤ **Laminación**

El aluminio llega a la planta de Laminación en forma de planchones, donde es sometido a un proceso de fresado, para darle una superficie lisa por ambas caras. De allí, pasa a los hornos de precalentamiento donde luego de nivelar su temperatura, es transformado en bobinas, para luego ser acondicionada y llevada al área de acabado. Inaugurada en los comienzos de los años 90, comprende un sistema de laminación en caliente de 120.000 TM/año y 42.000 TM/año de laminación en frío. La niveladora a tensión, la cortadora de cintas de bobinas, junto con la línea de embalaje, garantizan la confiabilidad y suministro del producto, todo esto de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Adicionalmente se cumple con los estándares más exigentes de calidad, a fin de asegurar: la uniformidad, el espesor, la nivelación y la superficie del metal, lo cual se mantiene gracias a modelos automatizados de los sistemas de control avanzado de procesos.

### ➤ **Materias Primas**

En la producción de aluminio primario, la energía eléctrica desempeña una función prioritaria.

CVG ALCASA cuenta con una de las instalaciones más avanzadas del mundo: el complejo hidroeléctrico de Guri (Represa Raúl Leoni). La energía eléctrica es recibida por dos grandes subestaciones donde es convertida de corriente alterna a corriente continua, para su utilización directa en las celdas electrolíticas. La alúmina (óxido de aluminio) se extrae del mineral Bauxita, materia de erosión compuesta principalmente por óxido hidratado de aluminio, laterita y mineral de aluminio. La alúmina se extrae mediante el proceso Bayer, el cual consiste en someterla con una solución de soda cáustica a elevada presión y temperatura. Con este proceso se logra obtener el óxido de aluminio de otros elementos

presentes en la bauxita. Venezuela cuenta con reservas probadas de más de 200 millones de toneladas de bauxita en los Pijiguaos, Estado Bolívar.

La Criolita, que es el electrolito ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) que se usa en el proceso de reducción, cuando está fundido se conoce como baño. Tiene la propiedad de disolver la alúmina haciendo posible el proceso de la electrolisis para la reducción.

La Antracita Calcinada, se mezcla con el alquitrán LPS (bajo punto de ablandamiento) para revestir las paredes de las celdas. Esta mezcla permite una buena conductividad eléctrica, baja porosidad para minimizar la absorción de los materiales del baño, y dureza para resistir la erosión que se origina en el proceso de reducción.

El Coque de Petróleo Calcinado, se coloca con los cabos de carbón (ánodos usados, triturados) y el alquitrán para fabricar los ánodos. En la mezcla se utiliza mediano y fino.

Alquitrán, se utiliza en la fabricación de los ánodos para unir o aglutinar las partículas de coque y de cabos de carbón.

El Fluoruro de Aluminio y el Coque Metalúrgico son las demás materias primas necesarias, la mayoría de ellas materias primas importadas.

### **Productos que Fabrica la Empresa**

Los productos fabricados por CVG ALCASA se muestran a continuación en la Figura 5.



**Figura 5. Productos de la Empresa CVG ALCASA**

**Fuente: Intranet de CVG ALCASA**

***Lingotes estándar.***

CVG ALCASA produce lingotes de 22.5 Kg. En bultos de 45 lingotes de 1012.5 Kg. Cada uno.

***Lingotes para extrusión.***

La empresa emplea una tecnología de colada DC vertical, estado del arte para producir lingotes de extrusión en el rango 5 1/8"-10" en diámetro y 16"- 152" en longitud. El producto, el cual exhibe una superficie libre de defectos, se entrega homogeneizado y cortado a longitud.

***Lingotes de 454 kg.***

CVG ALCASA suministra lingotes tipo paila de 454 Kg., adecuados para aquellos clientes con hornos de tamaño moderado.

***Lingotes para laminados.***

El proceso emplea la tecnología de colada DC vertical más común en todo el mundo para producir planchones para laminación en una

variedad de formatos y longitudes. El producto se entrega en estado de colada y cortado a longitud, para luego ser procesado por plantas de laminación.

### ***Bobinas, láminas y cintas.***

CVG ALCASA produce una amplia gama de bobinas, láminas y cintas en su planta de laminación.

## **AREA DE CELDAS II, LINEA III**

### **Planta de Reducción**

El área de reducción es el corazón del proceso de producción del aluminio.

Allí se disuelve la alúmina mediante un proceso electrolítico de criolita fundida sobre los 965°C, descomponiéndola en sus dos elementos básicos: oxígeno y aluminio. El oxígeno es atraído por los ánodos hacia la parte superior de la celda, donde se quema y se convierte en dióxido de carbono en el ánodo. El aluminio, a su vez, va hacia el fondo del recipiente y se extrae fundido (líquido) por succión hacia el crisol, para ser enviado a la planta de Fundición.

CVG ALCASA realiza su proceso de reducción por medio de celdas electrolíticas. El complejo operativo de reducción de CVG ALCASA está formado por dos (2) líneas las cuales suman un total de 396 celdas, de tecnología Reynolds, 180 tipo P-20 y 216 tipo P20S.

### ***Tecnología Reynolds P-19 Alimentación semi-puntual.***

La tecnología P-19 fue desarrollada por Reynolds y modificada por CVG ALCASA (P-20) y usa cuatro rompecostras y alimentadores que actúan simultáneamente. Esta tecnología es usada en las 180 celdas que conforman la Línea III, cuya capacidad nominal es de 208.73 TM/día (Ver Figura 6).



**Figura 6. Tecnología Reynolds**  
**Fuente: Intranet de CVG ALCASA**

### ***Tecnología Reynolds P-19S Alimentación puntual.***

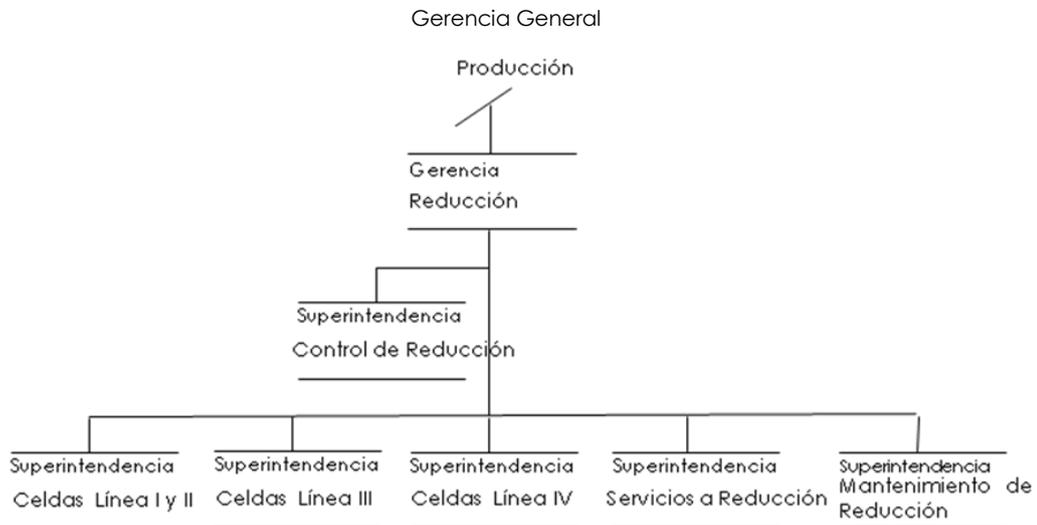
Esta tecnología fue desarrollada por Reynolds y modificada por CVG ALCASA (P-20S), usa cuatro rompecostras y alimentadores de alúmina. Las 216 celdas que conforman la Línea IV, operan bajo esta tecnología, para una producción de 250.48 TM/día.

### **Organigrama de la Gerencia de Reducción**

El organigrama de la Gerencia de reducción está conformado por cinco superintendencias, como se muestra a continuación:

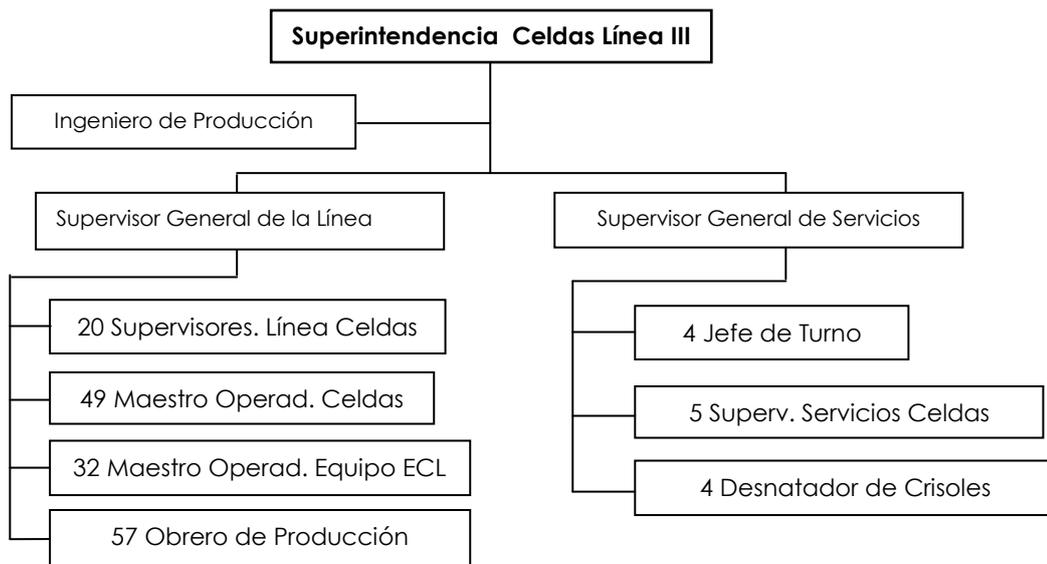
## Organigrama de la Gerencia Reducción

El organigrama de la gerencia de reducción está conformado por cinco superintendencias, como se muestra a continuación en la Figura 7:



**Figura 7. Organigrama de la Gerencia de Reducción**

El organigrama de la superintendencia de Celdas II, Línea III, está conformado por dos supervisores generales, una de producción y una de servicios (Ver figura 8).



**Figura 8. Organigrama Superintendencia de Celdas II, Línea III**

## **MISION Y FUNCIONES DE CELDAS II, LINEA III**

### **Misión**

Producir y transferir aluminio líquido a Fundición, en las mejores condiciones de calidad, cantidad, oportunidad y costos, requerida con el máximo nivel de seguridad y competitividad.

### **Funciones de Celdas II, Línea III**

- Garantizar el funcionamiento de la parte operativa y de servicios, con el objeto de alcanzar las metas previstas en los planes y programas de producción de aluminio líquido a un mínimo costo y un máximo rendimiento.
- Garantizar la planificación, programación, coordinación y control de la renovación de las unidades productivas, con el objeto de que se mantengan en óptimas condiciones de operatividad, en la oportunidad requerida y al menor costo posible.
- Garantizar la revisión de las prácticas operativas del proceso de producción de aluminio, introduciendo mejoras pertinentes para su posterior aprobación y aplicación.
- Programar y coordinar actividades con las demás unidades organizativas adscritas a la Gerencia de Reducción con miras al logro de las metas de producción establecidas.
- Coordinar actividades con todas las unidades organizativas de la Planta, a fin de dar cumplimiento a funciones administrativas o de servicio.

- Garantizar el establecimiento de la magnitud de parámetros básicos del proceso de producción, tales como amperaje de línea, voltaje básico de las celdas, nivel mínimo de metal.
- Elaborar el presupuesto de gastos de la Superintendencia, velando por la ejecución y control del mismo
- Propiciar la realización de proyectos de ingeniería que conlleven a introducir modificaciones y mejoras en las áreas productivas de la Superintendencia.
- Implementar normas, sistemas y procedimientos, a fin de mejorar los procesos de producción.
- Velar por el cumplimiento de las normas de Higiene y Seguridad Industrial, en todas las áreas de la Superintendencia.
- Establecer mecanismos de divulgación de los factores de riesgos y del sistema de gestión ambiental en el área de trabajo, a fin de evitar accidentes laborales y cumplir con las normas de ambiente vigentes.
- Garantizar la elaboración de planes estratégicos de la Unidad, a mediano y largo plazo, de acuerdo con las metas y estrategias establecidas por la Empresa.
- Identificar conjuntamente con la Gerencia de Planificación Estratégica, Oportunidades, Amenazas, Debilidades y Fortalezas, durante la ejecución de los planes estratégicos, definidos para la Superintendencia, de acuerdo con los objetivos y lineamientos establecidos por la Gerencia de Reducción.
- Propiciar el establecimiento y aplicación de indicadores de gestión y/o mecanismos de seguimiento y control, que permitan medir y evaluar el rendimiento de la Superintendencia, durante la ejecución de los planes estratégicos, en forma oportuna y

confiable, que sirvan a los altos niveles jerárquicos para la toma de decisiones.

- Evaluar el comportamiento de los indicadores de gestión, así como analizar las desviaciones y tomar las acciones correctivas correspondientes.
- Velar y asegurar el cumplimiento de los programas de capacitación y/o adiestramiento, necesarios para el manejo y el análisis estadísticos de los indicadores de gestión generados en el control de la gestión, a fin de asegurar el dominio y la divulgación de la metodología por parte de todos los trabajadores.
- Elaborar planes de mejoramiento continuo, de acuerdo a los lineamientos y objetivos establecidos por la Gerencia de Reducción.

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEORICO**

#### **Bases Teóricas**

Una vez definido el planteamiento del problema y precisado el objetivo general y los objetivos específicos que determinan los fines de la investigación, es necesario establecer los aspectos teóricos que sustentaron la finalidad del estudio.

En toda investigación es importante plantear variables, ya que éstas permiten relacionar algunos conceptos y hacen referencia a las características que el investigador va a estudiar.

#### **Variable**

Es la representación característica que puede variar entre individuos y presentan diferentes valores. Una variable es una cualidad susceptible de sufrir cambios.

Es importante señalar que para Álvarez (2008) los tipos de variables de una investigación se pueden clasificar y distinguir de diversas maneras dependiendo de los tipos de valores que toman las mismas, pero para iniciarse en el mundo de la investigación es necesario que distinguir las siguientes: variables independientes, dependientes e intervinientes.

## **Sistemas de variables**

Se pueden definir como todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en una investigación o estudio. La capacidad de poder medir, controlar o estudiar una variable viene dado por el hecho de que ella varía, y esa variación se puede observar, medir y estudiar. Por lo tanto, es importante, antes de iniciar una investigación, que se sepa cuáles son las variables que se desean medir y la manera en que se hará.

Las variables representan, según Bernal (2006), “ a los elementos, factores o términos que puedan asumir diferentes valores cada vez que son examinados, o que reflejan distintas manifestaciones según sea el contexto en el que se presentan”.

De allí, la finalidad de la investigación científica es descubrir la existencia de las variables, sus magnitudes o interrelaciones, porque como lo señala Bernal (ob. cit.), esa red dinámica se convierte en características observables, las cuales admiten mediciones, bien sea cualitativas o cuantitativas.

En este orden de ideas, Hernández, Fernández y Baptista (2003), señalan que es indispensable definir las variables, ya que al ser conceptualizadas va a permitir evaluar más adecuadamente los resultados de la investigación.

Según su naturaleza las variables pueden ser cuantitativas o cualitativas.

### **Variables Cuantitativas**

Es aquella que puede examinar los datos de manera numérica.

## **Variables Cualitativas**

Son las variables que expresan distintas cualidades, características o modalidad. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría y la medición consiste en una clasificación de dichos atributos.

## **Tipos de variables**

Los tipos de variables son:

### **Variable Independiente**

Se refiere a aquella donde el investigador puede manipular ciertos efectos; en otras palabras supone la causa del fenómeno estudiado.

### **Variable Dependiente**

Implica el efecto producido por la variable independiente, es decir representa lo que se quiere determinar en forma directa en la investigación.

### **Variable Interviniente**

Es aquella que puede influir en la variable dependiente, pero que no está sometida a consideración como variable de investigación.

### **Variable Moderadora**

Representan un tipo especial de variable independiente, que es secundaria y se selecciona con la finalidad de determinar si afecta la

relación entre la variable independiente primaria y las variables dependientes.

### **Variables Continuas**

Son aquellas que pueden adoptar entre dos números puntos de referencias intermedio.

### **Variables Discretas**

Son aquellas que no admiten posiciones intermedias entre dos números.

### **Variables de Control**

La define como esos factores que son controlados por el investigador para eliminar o neutralizar cualquier efecto que podrían tener de otra manera en el fenómeno observado.

### **Tipos de definición**

#### **Variable Nominal**

Es el nombre de la variable que le interesa al investigador.

#### **Variable Real**

Consiste en determinar las dimensiones que contienen las variables nominales.

## **Variable Operacional**

Esta la base para su medición y la definición de los indicadores que constituyen los elementos más concretos de una variable y de donde el investigador derivará los ítems o preguntas para el instrumento con que recolectará la información.

## **CAPITULO IV**

### **ASPECTOS PROCEDIMENTALES**

#### **Actividades Ejecutadas**

El procedimiento que se siguió para la realización de esta investigación se presenta continuación:

1. Inducción en Celdas II, Línea III de CVG ALCASA.
2. Técnicas e instrumentos de recolección de información.
3. Conocer los diferentes elementos que intervienen en la Línea III de reducción en ALCASA.
4. Descripción de los elementos que intervienen en la Línea III de reducción en ALCASA.
5. Adquirir conocimientos del proceso y poner en práctica para la definición de variables.

#### **Inducción en Celdas II, Línea III de CVG ALCASA.**

La inducción, se basó en conocer de forma general el área de trabajo y las funciones que estos cumplen. Una vez conocida de forma general el sitio de estadía de la pasantía se procedió a conocer el sitio de trabajo en el cual se desarrollarían las actividades a realizar. Con la ayuda

del tutor industrial se preparó el plan de trabajo donde se estableció el cronograma de actividades a desarrollar, se definieron el objetivo general y específicos del informe, se dio información acerca de cómo trabajar con la intranet y se asignaron tareas de búsqueda de información en la misma acerca de las normas de proceso y practicas operativas.

Seguidamente se dieron a conocer los elementos que intervienen en la Línea III, con los cuales se trabajarían en el informe, se definieron cada uno de ellos y se realizo una tabla organizativa de los mismos.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.**

Considerando lo mencionado por Rojas de Narvárez (1997) en torno a los instrumentos de recolección de datos o información expresa lo siguiente:

Por instrumento para recolectar datos o información para una investigación se entenderá todos aquellos medios, herramientas, recursos, métodos, modelos, técnicas o implementos, tales como: cuestionarios (encuestas, pruebas, entrevistas, test), utensilios (herramientas), aparatos, mecanismos, dispositivos, máquinas, equipos, materiales, modelos, sistemas, programas o paquetes de computación u otros objetos que el investigador elabora, selecciona, adapta, produce o crea para efecto de estudio; con el fin de obtener los datos e información de acuerdo con el diseño de la investigación que se planteó.

En la obtención de la información requerida para el desarrollo de este trabajo de pasantía fueron las siguientes:

## **Observación Directa**

Se realizaron por la interrelación que se dio entre el pasante, el tutor industrial y el personal del Área de celdas II, Línea III. En ocasiones el mismo pasante adopta un papel en el contexto social para obtener información. Todo esto, con la finalidad de identificar, conocer y recabar toda la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

## **Entrevistas no estructuradas**

Las entrevistas fueron realizadas durante las primeras semanas de una forma constante al personal involucrado en las operaciones estudiadas, la cual no siguieron una estructura en particular, sino que se efectuaron por la necesidad de búsqueda de información clara, precisa y específica.

## **Encuestas**

Se diseñó una encuesta, a fin de conocer que tanto el personal conoce el Sistema de Variables y clasificación de las variables (Anexo 4).

## **Herramientas Computacionales**

En referencia a las herramientas computacionales se mantuvo el uso continuo de los Paquetes Office y ambiente Windows. También se empleó el correo electrónico interno de CVG ALCASA para el envío y recepción de información.

## **Recursos Utilizados**

Entre los recursos físicos utilizados podemos mencionar: Computadoras, manuales, teléfonos.

## PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

A continuación se muestran paso a paso los procedimientos que se llevaron a cabo para la obtención de datos.

### Elementos que se encuentran en la Línea III

En primera instancia, se dan a conocer los elementos que se encuentran en la Línea III de CVG ALCASA, a través de tormenta de ideas, reportes de la Línea, PDL, formatos, las cuales se mencionan en la Tabla 1 y se da una breve descripción de algunas, lo que conforman cada uno de ellas:

**Tabla 1. Elementos que se encuentra en la Línea III CVG ALCASA**

1	Temperatura de baño
2	Calidad de Metal
3	Nivel de Metal
4	Nivel de Baño electrolítico
5	Nivel de Lodo
6	Intensidad de corriente
7	Voltaje (VPRE, VAJM,VICC,VOPE)
8	Voltaje de celdas
9	Eficiencia de Corriente
10	Producción
11	Potencia
12	Vida útil de las celdas
13	Alimentación de las celdas
14	Subida del puente anódico
15	Trasegado de metal depositado
16	Resistencia eléctrica específica del baño
17	Densidad de baño
18	Aditivos del baño electrolítico
19	Presión de vapor del baño
20	Concentración de Alúmina
21	Inspección visual de las celdas

22	Desnatado de Celdas
22	Temperatura de celdas
24	Punto de fusión
25	Temperatura e cambio de fase
26	Aditivos
27	Ánodos
28	Dinámica del cambio de ánodos
29	Cátodos
30	Celda
31	Casco
32	Tensión superficial
33	Corriente
34	Efectos anódicos
35	Carbones Extras
36	Calidad de aire
37	Razón de Baño
38	Nº de celdas en operación
39	Pureza del Metal
40	Ánodos extras
41	Viscosidad
42	Golpe de Alúmina
43	Duración de la fase (ultra, rápida, normal, reducida)
44	Química de baño
45	Voltaje alto, Voltaje bajo, Voltaje inestable
46	Inestabilidad de la línea
47	Ciclos de control
48	Factor de consumo
49	Energía
50	Mano de obra (nº de personas, nº de sobretiempo, nº de ausentismo)

**Fuente: Propia**

## **DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS**

### **Temperatura de baño**

El proceso electrolítico se efectúa sobre el baño en estado líquido, por lo cual es de fundamental importancia el punto de fusión de la mezcla

que constituye el baño para el buen funcionamiento de la celda electrolítica.

El punto de fusión es la temperatura a la que el baño sólido pasa a líquido, el cual depende de la composición química del baño.

### **Calidad de Metal**

Son las Trazas presentes de algunos elementos en el Aluminio Líquido, y la diferencia de estas Trazas con el Aluminio Líquido representa la calidad del metal en Celdas.

Permite Conocer el grado del metal en las celdas de reducción optimizando los recursos de los elementos de las Trazas utilizados.

### **Nivel de Metal**

La cantidad de metal presente en la celda. Este nivel se obtiene mediante la medida de profundidad del baño con una varilla metálica y es expresada en pulgadas.

### **Nivel de Baño electrolítico**

El baño electrolítico es una solución formada principalmente de criolita, alúmina y aditivos.

El baño utilizado para la reducción electrolítica de la Alúmina utiliza Fluoruro de Aluminio,  $AlF_3$ , para bajar el punto de fusión de la criolita,  $Na_3AlF_6$  el solvente, y disminuye la solubilidad del metal en el baño y su subsecuente reoxidación.

La obtención industrial del Aluminio se efectúa por vía electroquímica en celdas de reducción en un medio de sales fundidas, que constituyen el baño electrolítico como tal, el cual está formado principalmente por criolita de 85% a 90% en peso aproximadamente, además también están presentes la Alúmina, ciertos compuestos como Fluoruro de Aluminio ( $AlF_3$ ), Fluoruro de Calcio ( $CaF_2$ ), Fluoruro de litio ( $LiF$ ), Fluoruro de Magnesio ( $MgF_2$ ) e impurezas tales como el carboncillo.

El baño de sales fundidas debe reunir varias cualidades para que el proceso se realice en óptimas condiciones tales como:

- ✓ Buena solubilidad a la Alúmina.
- ✓ Temperatura de solidificación lo más baja posible.
- ✓ Menor densidad que el Aluminio líquido.
- ✓ Punto de fusión relativamente bajo.
- ✓ Baja presión de vapor.
- ✓ Buena estabilidad termodinámica.
- ✓ Poca solubilidad de Aluminio.
- ✓ Costo razonable.

En función de lo expuesto, la mayoría de los baños electrolíticos utilizados en la actualidad en la industria de Aluminio pueden dividirse en cuatro grupos:

- ✓ Baños tradicionales (3-7) % peso de  $AlF_3$ .
- ✓ Baños modificados (2-4) % peso de  $AlF_3$ ,  $LiF$  y  $MgF_2$ .
- ✓ Baños de razones bajas (8-14) % peso de  $AlF_3$ .
- ✓ Baños modificados de razones bajas (15-40)% peso de  $AlF_3$  y pocas cantidades de  $LiF$  y  $MgF_2$  (actualmente utilizadas en Venalum y Línea III de CVG ALCASA).

## **Intensidad de corriente**

Es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de los electrones en el interior del material.

Se expresa con la siguiente fórmula:

$$I = Q t$$

La unidad de la intensidad de corriente en el Sistema Internacional es el amperio (A): un amperio corresponde a la intensidad de corriente que circula por un conductor cuando por este pasa una carga de un culombio en cada segundo.

## **Voltaje**

Es la fuerza que motiva un flujo de electrones o elementos de carga negativa. Su unidad de medida es el voltio, su símbolo es "V". Hay una ley de la electricidad que es la Ley de Ohm. El voltaje en términos de amperios y resistencia según la Ley de Ohm dice que un amperio multiplicado por un ohmio es un voltio. Esto es:

$$\text{Voltio} = \text{Corriente} \times \text{Resistencia}$$

## **Voltaje de Celdas**

El voltaje de operación de celda, VOPE, es la sumatoria de un voltaje que deriva de la condición de proceso (caídas óhmicas y no óhmicas) denominado VPRE, de voltajes de ajustes manuales (VM) y de voltajes de ajustes por el sistema de control, que son ajustes de voltaje por cambio de ánodo y por inestabilidad de la celda, VA. De manera que el VOPE se define:

$$\text{VOPE} = \text{VPRE} + \text{VM} + \text{VA}.$$

Los factores que influyen en la dinámica del voltaje son los se citan a continuación:

- ✓ Disolución y concentración de alúmina.
- ✓ La química de baño.
- ✓ La distancia ánodo-cátodo.
- ✓ La condición del cátodo (Lodo, protuberancias y lechos).
- ✓ La colocación del ánodo.
- ✓ La distribución de corriente de los ánodos, la calidad del carbón y del envarillado.

### **Eficiencia de corriente**

La eficiencia de corriente, es la relación entre la masa efectiva del depósito catódico y la masa teórica, según la ley de Faraday:

$$\text{Efic} = (\text{mo}/\text{m}) * 100 \text{ (1)}$$

Donde:

mo= Masa efectiva del depósito de aluminio, Kg

m= Masa teórica, Kg

La masa teórica para una eficiencia dada y depositada por el flujo de corriente es:

$$\text{m} = \text{M} \times \text{I} \times \text{t} / \text{z} \times \text{F}$$

## **Producción**

Total de Toneladas Netas generadas de Aluminio Líquido por Producción de las Líneas de Reducción.

Permite medir la Producción Total de Aluminio Líquido Maximizando su Capacidad de las Líneas de Producción.

## **Potencia**

Es la capacidad o rata de producción. Su unidad de medida es el vatio. En circuito de corriente continuo como el de celdas de reducción, la potencia es el producto del voltaje y la corriente:

$$\text{Potencia} = \text{Voltaje} \times \text{Corriente}$$

## **Promedio de vida útil de las celdas**

Es la relación de edades de celdas fuera de servicio en las líneas de reducción en un período determinado entre el número de celdas fuera de servicio en las líneas de reducción.

Permite cuantificar el tiempo promedio de edades de las celdas fuera de servicios en las líneas de reducción en un período determinado.

## **Alimentación de Celdas**

Es una simple adición de alúmina que se realiza con la finalidad de asegurar el proceso interrumpido de producción de aluminio.

## **Subida de puente anódico**

En la medida que se consumen los ánodos a razón de centímetros por día, el puente anódico empieza a bajar a esa misma razón, de forma

de mantener a la distancia ánodo cátodo constante. Es por ello, que cuando el puente alcance el valor más bajo en la escala de puente, sea subido. Existe una práctica operativa para tal fin, que procura al menor inestabilización de las celdas.

### **Trasegado de Metal Depositado**

Es la extracción del aluminio desde la celda. Se realiza mediante un proceso de Sifoneado. En condiciones normales de operación de la celda. Este proceso se lleva a cabo diariamente.

El trasegado debe ser realizado en forma correcta para garantizar que el nivel de metal después de esta operación sea el adecuado debido a:

- Mantener la estabilidad de la celda.
- Evitar el contacto de los ánodos con el lodo para evitar el corto circuito, lo que implica un quemado prematuro de los ánodos.

Se debe evitar el movimiento excesivo de la celda por razón de magnetismo.

### **Resistencia eléctrica específica del baño**

Es la resistencia que ofrece un volumen de baño al paso de la corriente eléctrica a través del mismo. Debido a la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo de una celda, fluirá corriente eléctrica a través del baño en el espacio interpolar, es decir, el espacio entre los ánodos y el cátodo. El baño actúa como conductor de esa corriente eléctrica. La resistividad eléctrica aumenta cuando, el baño electrolítico tiende a ser más ácido, también aumenta el contenido de alúmina y disminuye la temperatura del baño.

## Densidad del baño

Es el peso por unidad de volumen del baño. La densidad del baño debe ser menor que la densidad del metal, para así tener una separación entre las dos fases líquidas.

Para que esta condición sea estable, la densidad del aluminio fundido debe ser mayor que la del baño electrolítico es aproximadamente  $2,30 \text{ g/cm}^3$ , siendo este valor entre 9 y 10% menor que la densidad del aluminio fundido ( $2,7 \text{ g/cm}^3$ ).

Es importante tener en cuenta que si la diferencia de densidad entre el metal fundido y el baño electrolítico se reduce extremadamente, el transporte de aluminio disuelto hacia el ánodo aumenta a la vez que se incrementan las pérdidas en el rendimiento de corriente, hechos que son desfavorables para el proceso de reducción.

## Aditivos del baño electrolítico

Los aditivos son sustancias que se añaden al baño electrolítico para modificar las propiedades físico-químicas del mismo, siendo afectada positiva o negativamente dependiendo del aditivo utilizado. Todos los aditivos tienen dos efectos en común.

- ✓ Reducen el punto de fusión lo cual es favorable, por lo tanto es posible operar la celda a una menor temperatura de baño y
- ✓ Reducen la solubilidad de la Alúmina en el baño lo cual es desfavorable.

Los requerimientos que deben cumplir un aditivo para ser empleado en las celdas de reducción electrolíticas son:

- ✓ Reducir el punto de fusión del electrolito, Criolita.
- ✓ Reducir la densidad del baño.

- ✓ Disminuir la presión de vapor y en consecuencia las pérdidas de vapores del electrolito.
- ✓ Aumentar la conductividad térmica del electrolito.
- ✓ Aumentar la tensión interfacial del baño-metal.
- ✓ Deben ser de bajo costo.
- ✓ Incrementar la viscosidad del baño.
- ✓ Cualquier emanación debería ser no toxica.
- ✓ No debe poseer cationes con voltajes de descomposición menores que el Aluminio.

### **Presión de vapor del baño**

La presión de vapor del baño fundido, reviste gran importancia porque afecta la evolución de fluoruros, cuando ocurre un incremento en la temperatura de operación en celdas electrolíticas, algunos componentes del baño incrementan su presión de vapor ( $\text{AlF}_3$ , y  $\text{MgF}_2$ ) y presentan una marcada tendencia a evaporarse, lo cual implica una continua disminución de la concentración de estos elementos en el baño electrolítico. El  $\text{AlF}_3$  es el elemento que presenta el mayor nivel de pérdida por evaporación o volatilización del exceso de  $\text{AlF}_3$  respecto al vapor óptimo de trabajo, lo cual es favorable.

### **Concentración de alúmina en el baño**

De acuerdo a mediciones experimentales, la concentración de alúmina para la operación óptima de una celda, oscila entre un 2 a 3 %. Por debajo de este rango los valores de eficiencia disminuyen.

### **Inspección visual de las celdas**

Esta operación persigue identificar cualquier anomalía de celda, tales como:

- ✓ Distribución anódica para visualizar ánodos aterrados, quemados o con mayor flujo de corriente.
- ✓ Celdas para desnatar
- ✓ Tolvas vacías.
- ✓ Niveles de baño, metal y lodo.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Ánodos mal colocados.
- ✓ Grapas flojas.
- ✓ Puentes desnivelados.
- ✓ Puntos que no alimentan.
- ✓ Aspecto de los ánodos.
- ✓ Barras anódicas por remarcar.
- ✓ Ánodos sin identificación de colocación.
- ✓ Voltaje de celdas.

### **Desnatado de celdas**

Es una operación que consiste en retirar periódicamente el polvillo de carbón que se forma sobre la superficie del baño en las celdas de reducción.

### **Temperatura de Operación**

Es la menor temperatura con la que una celda puede operar en condiciones normales, para producir sin presentar problemas operacionales.

### **Punto de fusión**

Es la temperatura a la que el baño pasa a estado líquido o recíprocamente, la temperatura a la que el baño fundido comienza a

congelarse el cual, es un valor que depende mucho de la composición química del baño.

### **Temperatura e cambio de fase**

Son los fenómenos de cambios de fases que se producen a una temperatura constante.

### **Viscosidad del Baño**

Es la medida de la fluidez de un líquido. Una alta viscosidad hace difícil la separación de partículas de carbón y causa que la conductividad eléctrica disminuya. Una baja viscosidad esta relacionada con el transporte de la alúmina a la cercanía del ánodo. La viscosidad afecta los procesos hidrodinámicos, tales como convección en el baño y el meta, la expulsión de burbujas de gas en la superficie del ánodo y la rata de solución de alúmina en el electrolito.

### **Ánodos**

En la producción electrolítica del aluminio, la cantidad del ánodo es de gran interés para la celda debido a que tiene una influencia directa en el consumo neto de carbón, comportamiento operativo de la celda y calidad del metal.

Los ánodos son mezclas, los cuales deben tener la menor cantidad de impurezas posibles. Las materias primas utilizadas para producir los ánodos son: Coke de petróleo, Brea de alquitrán, Desechos verdes, Cabos.

## **Dinámica del cambio de ánodo**

El cambio de ánodo ocurre en una rutina de programación. El cambio fuera de la programación es un cambio adicional o extra. La programación del cambio del ánodo en las líneas de reducción está sujeta al amperaje y calidad del ánodo.

Las características más resaltantes cuando se coloca un ánodo:

- Baja la temperatura del baño electrolítico en unos 5 °C durante las primeras 4 horas de colocado.
- Reduce el volumen de líquido en aproximadamente  $\frac{3}{4}$  partes del ánodo sumergido durante las primeras 4 horas.
- Incrementa la distribución de corriente al resto de los ánodos en aproximadamente un 30 % durante las primeras 4 horas.
- Baja la eficiencia de corriente.

## **Cátodos**

Polo negativo de la celda. No es indispensable en el cátodo un alto grado de impureza química (como en el ánodo), ya que el cátodo prácticamente no se consume. Sin embargo sus cualidades físicas deben ser mucho mejor. Se requiere de él cátodo que permita:

- Buena conductividad eléctrica.
- Buena resistencia mecánica (dureza).
- Baja porosidad, para producir la absorción del baño y del metal fundido en la masa catódica.

## **Celda**

Equipo mecánico para reducir la alúmina y producir aluminio. El cual está compuesto de un casco de acero con bloques de carbón, unido por medio de la mezcla catódica, compuesta de antracita y alquitrán, de bajo punto de ablandamiento. El cátodo lo forman el conjunto de bloques de grafito cubierto con aluminio líquido.

## **Casco**

Revestimiento de acero del cátodo.

## **Tensión superficial**

Es una medida de fuerzas que existen entre las moléculas de un líquido. Cuando existen dos líquidos en contacto, la tensión superficial de cada uno de ellos con respecto al otro, se denomina tensión interfacial. En las celdas electrolíticas se debe considerar tanto tensiones superficiales (contacto y mojado de los ánodos por el baño), como interfaciales (superficie de separación aluminio-baño).

## **Efectos Anódicos**

El efecto anódico es un fenómeno común a muchos procesos electrolíticos con sales fundidas. Su manifestación física en la celda es una celda repentina en la corriente eléctrica que pasa a través de la misma y un correspondiente aumento de voltaje (30-50 voltios).

Generalmente, el efecto anódico en la celda de alúmina ocurre cuando la concentración de alúmina en el baño cae por debajo del 2%. Esto conduce a una disminución de la humectabilidad de los ánodos por parte del electrolito, finalmente se forma una película de gas compuesta

de pequeñas burbujas con cargas negativas que se acumulan en la parte inferior de los ánodos, creando una especie de aislamiento, lo cual se traduce en un aumento de la resistencia al paso de la corriente, lo que conduce al aumento del voltaje.

## **TIPOS DE ANALISIS A REALIZAR**

- **Según la estrategia: De Campo**

Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, es decir; los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. Este tipo de investigación se apoya en informaciones que provienen de entrevistas no estructuradas, encuestas, cuestionarios y observación directa en el área de estudio.

- **Según el nivel de profundidad: Descriptiva**

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y composición o procesos de los fenómenos trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta. De acuerdo a esto, el estudio efectuado es descriptivo, ya que su propósito está basado en la descripción precisa y posterior registro de los Índices de Rotación evaluados por el Departamento de Administración de Bienes y Materiales.

- **Según su finalidad: De tipo aplicada**

Este tipo de investigación busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada mejora los procesos desarrollando nuevas técnicas para lograr así diseñar estrategias y llegar a los resultados deseados.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

A continuación se presenta el resultado de los objetivos obtenidos del proyecto:

#### Diagnóstico

Se recopiló información de reportes, PLD y formularios, que intervienen en el proceso de la Línea III, de donde se obtuvieron los elementos con el cual se desarrollará el trabajo y se muestran en la tabla 2:

**Tabla 2. Elementos a clasificar que intervienen en la Línea III de CVG ALCASA**

1	Temperatura de baño
2	Calidad de Metal
3	Nivel de Metal
4	Nivel de Baño electrolítico
5	Intensidad de corriente
6	Voltaje de celdas
7	Eficiencia de Corriente
8	Producción
9	Potencia
10	Vida útil de las celdas
11	Alimentación de las celdas
12	Subida del puente anódico
13	Trasegado de metal depositado
14	Resistencia eléctrica específica del baño
15	Densidad de baño
16	Aditivos del baño electrolítico
17	Presión de vapor del baño

18	Concentración de Alúmina
19	Inspección visual de las celdas
20	Desnatado de Celdas
21	Temperatura de celdas
22	Punto de fusión
23	Ánodos
24	Viscosidad
25	Dinámica del cambio de ánodos
26	Cátodos
27	Celda
28	Casco
29	Tensión superficial
30	Efectos anódicos

**Fuente: Propia**

Por otra parte, se revisan las prácticas operativas y normas de proceso donde se obtuvieron otros elementos:

**Tabla 3. Elementos revisados en la práctica operativa**

<b>Prácticas</b>	<b>Otros elementos</b>
Cambio de Ánodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración de los ánodos</li> <li>• Capa de alúmina primaria</li> </ul>
Control de efectos anódicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Varas de madera verde</li> <li>• Concentración de alúmina en el baño</li> <li>• Voltaje de celda</li> <li>• Resistencia</li> <li>• Efectos anódicos no deseados.</li> </ul>
Cocción de celdas Línea III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe ser 72 horas</li> <li>• Temperatura mínima requeridas 850 y 870 °C</li> </ul>
Subida de puente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje de operación</li> <li>• Distancia ánodo/Carbón</li> <li>• Aire comprimido</li> </ul>
Medición de temperatura al baño electrolítico	

Arranque de celdas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baño electrolítico líquido con temperatura entre 925 y 940 °C</li> </ul>
--------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Intranet de CVG ALCASA

**Tabla 4. Elementos revisados en las Normas de Proceso**

Normas	Otros elementos
Trasegado de Metal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trasegado Prog. por celda.</li> <li>Volumen de metal</li> <li>Amperaje básico (159,5 K/A)</li> <li>Eficiencia de corriente</li> <li>Nivel de Metal</li> </ul>
Cambio de carbón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corriente de la Línea (159,5 K/A)</li> <li>Altura inicial del ánodo (56 cm)</li> <li>Altura del baño (25 cm)</li> <li>Distancia ánodo – cátodo</li> </ul>
Efectos anódicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Golpe de Alúmina</li> <li>Voltaje máximo</li> </ul>
Temperatura de baño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentación</li> <li>Efectos anódicos</li> <li>Ánodos a tierra</li> <li>Edad de la celda</li> <li>Voltaje de operación</li> <li>Exceso de partículas de material flotante (polvillo de carbon)</li> </ul>

Fuente: Normas de Proceso

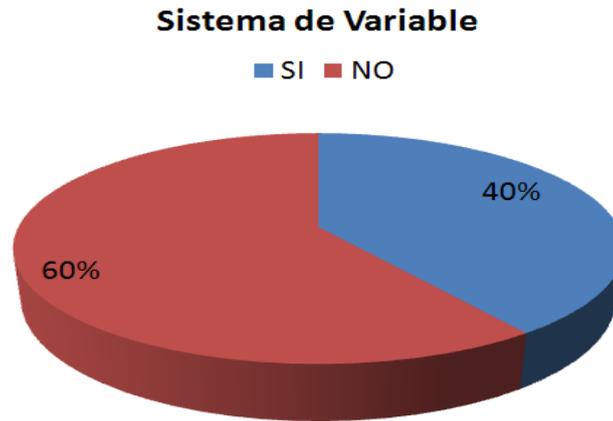
## Aplicación de Encuesta

### Representación estadística de la encuesta realizada

A fin de conocer que tanto el personal de la planta CVG ALCASA conoce del sistema de variable de las líneas de producción, le solicitamos al colectivo responder con toda franqueza las preguntas siguientes:

1. ¿Sabe usted que es un sistema de variables?

<b>Sistema de Variables</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	4	6	10
<b>%</b>	40	60	100

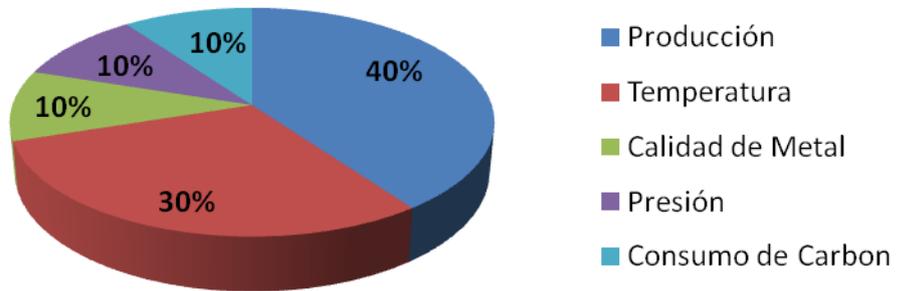


El 60% del colectivo que labora en Celdas II, Línea III no conoce que es un sistema de variables.

2. Las variables por su naturaleza, pueden ser cuantitativas o cualitativas ¿puede usted darme un ejemplo de una variable cuantitativa?

El 100% de las encuestas dio un ejemplo de variable cuantitativa, entre las cuales se encuentran:

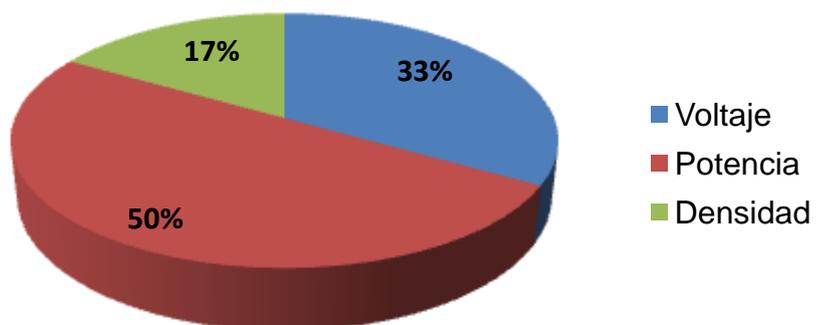
<b>Variable</b>	<b>Cantidad</b>	<b>%</b>
Producción	4	40
Temperatura	3	30
Deposito de alúmina en celdas	1	10
Presión del aire comprimido	1	10
Consumo de carbón	1	10
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100</b>



3. Las variables pueden ser definidas conceptual y operacional, ¿Puede usted darme un ejemplo de una variable conceptual?

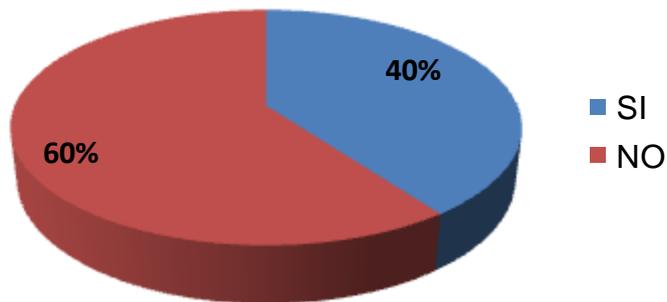
El 60% de las encuestas dio un ejemplo de variable conceptual, entre las cuales se encuentran:

Variable	Cantidad	%
Voltaje	2	33
Potencia	3	50
Densidad	1	17
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>



4. ¿Conoce usted las variables del Proceso Línea III?

<b>Variables del Proceso</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TOTAL</b>
	4	6	10
<b>%</b>	40	60	100



El 60% del colectivo que labora en Celdas II, Línea III no conoce las variables del proceso.

#### **CLASIFICACION DE LAS VARIABLES EXISTENTES EN CELDAS II, LINEA III DE CVG ALCASA**

Se observó en conjunto con el tutor académico y el tutor industrial los elementos que intervienen en el proceso y se procedió a clasificar las variables que generan el resultado.

#### **Clasificación de las variables en función de:**

- Su naturaleza: Cualitativa y Cuantitativa.

**Cuantitativa:**

Temperatura de Baño, Calidad de Metal, Nivel de Metal, Nivel de Baño Electrolítico, Intensidad de Corriente, el Voltaje de Celdas, la Eficiencia de Corriente, Potencia, Promedio de Vida útil de las Celdas, Alimentación de las Celdas, Subida del Puente Anódico, el Trasegado de Metal Depositado, la Densidad del Baño, la Presión de Vapor del Baño, la Concentración de Alúmina del Baño, Temperatura de Celda, Dinámica del Cambio de Ánodo, Tensión Superficial, Aditivos de Baño electrolítico, Efectos Anódicos y la Viscosidad.

**Cualitativa:**

Inspección visual de celdas, desnatado de celdas.

- Tipos de variable: Independientes, dependientes, intervinientes, moderadas, continuas, discretas, variable de control.

**Dependientes:**

Temperatura de Baño, Calidad de Metal, Nivel de Metal, Nivel de Baño Electrolítico, Intensidad de Corriente, Voltaje De Celdas, Eficiencia De Corriente, Potencia, Promedio de Vida Útil de las Celdas, Subida del Puente Anódico, Densidad del Baño, Concentración de Alúmina, Viscosidad, Tensión Superficial, Efectos Anódicos.

**Variable de Control:**

Alimentación de las Celdas, Subida del Puente Anódico, Trasegado de Metal Depositado, Inspección Visual de Celdas, Desnatado de Celdas,

Temperatura de la Celda, Dinámica del Cambio de Ánodo, , Inspección visual de celdas, Desnatado de Celdas.

### **Análisis de los resultados**

Una vez aplicado los instrumentos de recolección de la información y saber cuáles son los elementos del proceso para poder clasificar las variables debemos realizar el análisis de los mismos, por cuanto la información que arrojará será la que indique las conclusiones a las cuales llega la investigación.

Durante la realización de este análisis es imprescindible contar además con el personal que labora en la Línea III para hacer consultas puntuales o generar toma de decisiones importantes a la hora de clasificar las posibles variables que nombramos a continuación:

La Temperatura de Baño, según los formatos de Control de Temperatura de Celdas II (Ver anexo 1) y su conceptualización nos arroja valores numéricos los cuales se miden por el investigador y se llenan en un formato (formal 80.40.40.003 04 – 86) para llevar un control de la misma, además, este elemento depende de la composición química del baño. Por lo tanto, es una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente por las características de la composición química del baño por lo que es indispensable para el buen funcionamiento de las celdas electrolíticas.

En cuanto a la Calidad de Metal, si observamos los reportes de calidad de metal (PDL) Producción diaria de Línea (Ver anexo 2), nos refleja por día el porcentaje de metal lo cual se registran. Cada celda nos arroja un Grado de metal en % (Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Ga, Na, Al) según el Reporte CEL7003 (Ver anexo 12), con ese grado se calcula por medio de una formula la calidad de metal. Además, este elemento depende de las

trazas presentes en el aluminio en estado líquido. Por lo tanto es una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente por los elementos presente en el aluminio líquido.

El nivel de metal se obtiene con una varilla que arroja un valor el cual podemos observar los valores en el formato de Control de Medición de Niveles y Producción (Ver anexo 10), expresado como Metal, se lleva un registro por celda de cuanto es el nivel para cada una. Se considera una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente por la profundidad que tenga el baño ya que esta puede variar el nivel de metal en las celdas.

El nivel de baño electrolítico reflejado como Baño en el Formato de Control de Medición de Niveles y Producción (Ver anexo 10) y luego llevados a los Reportes de Niveles de Baño por Sala (NIB)- Línea III (Anexo 6), se registran en centímetros y oscilan en un rango de 22 a 25 por lo tanto, se considera una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente ya que es indispensable los aditivos la criolita y alúmina para que el proceso se realice en óptimas condiciones.

La Intensidad de Corriente reflejado como Corriente de Línea en el reporte de Desviaciones Últimos Dos Minutos (DUDM) - Línea III (Ver anexo 7), es de 159,2 kA (kiloamperio), además, la intensidad de la corriente depende de la diferencia de potencial eléctrico (volts), de la resistencia de la carga y de la resistencia interna del generador (ohms). Por lo cual se denomina una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente.

El voltaje de celdas o VOPE, así como está reflejado en el reporte de Desviaciones Últimos Dos Minutos (DUDM) - Línea III (Ver anexo 7), se registran mediante un valor por lo tanto se denomina una variable de

naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente de las condiciones que tenga la celda.

La eficiencia de corriente reflejado como % Efic en el PDL de Línea III (Anexo 2), se registran con valores y se obtiene mediante una fórmula según la ley de Faraday. Por lo tanto, es una variable cuantitativa y de tipo dependiente porque si aumenta la masa del depósito de aluminio aumenta la eficiencia de corriente.

La potencia y la presión de vapor del baño lo registra el Reporte de Producción y Consumo en Línea de Celdas no anexado por datos confidenciales que no puede sacarse de la empresa pero a continuación se muestran los datos del reporte:

	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>
<b>Potencia (Kw-H Bruto)</b>	17,82	18,87	19,23
<b>Presión de vapor del baño (Pa)</b>	0,008299	0,009774	0,009677

La potencia se considera una variable de naturaleza cuantitativa ya que en los meses de estadía en la empresa presento un cambio además se considera una variable dependiente de las uniones mecánicas por donde se transfiere la corriente, el tratamiento de los ánodos, aislamiento de la celda y de los efectos anódicos que afectan el consumo de corriente.

La presión de vapor de baño según los reportes se considera una variable de naturaleza cuantitativa y mediante el Cálculo de Fluoruro Total a través de la Ecuación de Predicción (Anexo 9), al variar los aditivos, la temperatura, razón de baño, eficiencia de corriente y la alúmina la presión de vapor cambia. Además, se considera una variable de tipo dependiente de los factores anteriores.

El promedio de vida útil de las celdas lo refleja el reporte de Desviaciones Últimos Dos Minutos (Anexo 7), como EDAD, esta nos permite conocer de forma numérica los días que tiene la celda en operación. Una celda dura aproximadamente 1600 días dependiendo de su operación. Se puede decir que es una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente ya que intervienen 3 factores, la primera etapa es el envarillado de cátodos, la segunda etapa es el reacondicionamiento de la celda y la tercera etapa cocción y arranque de la celda. Entre esos tres factores se debe garantizar el 85% de vida útil de la celda el otro 25% depende de la operatividad de la celda.

Alimentación de las celdas también se encuentra en el reporte de Desviaciones Últimos Dos Minutos reflejado como ALIMENTADOR, nos muestra por día el GA1, GA2, TGA y varía de 350 a 400 golpes diarios en la Línea III en función de lo cual se registran. Cada golpe de alúmina equivale a 5Kg de alúmina. Por lo tanto, es una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo control ya que esta operación debe realizarse constante para evitar un proceso interrumpido de la producción del aluminio.

La Subida del Puente Anódico fue un elemento encontrado en la Practica Operativa en el cual se pudo observar que se expresa en una unidad de medida (cm). A su vez, se registra en el formato de Reporte Diario Jefe de Turno (Anexo 8), Puentes subidos en cada una de las salas. Además, este elemento depende de la cantidad de centímetros que se consumen los ánodos por día, para así poder mantener una distancia ánodo-cátodo. A su vez se considera de control ya que cuando el puente alcance su valor más bajo deber ser ajustado para evitar la inestabilización de las celdas.

El trasegado de metal depositado lo encontramos reflejado en el formato de Control de Metal Trasegado Línea III (Anexo 11), donde se

registra por turno las celdas trasegadas, los pesos de los crisoles vacios, peso lleno, peso trasegado entre otros factores que se pueden examinar los datos de manera numérica y alineados a su conceptualización podemos decir que es una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo control ya que se debe llevar un seguimiento para poder mantener la estabilidad de la celda y evitar un contacto con el lodo para que no se produzca un corto circuito.

La densidad del baño es una variable de naturaleza cuantitativa ya que existe un incremento en cuanto a la diferencia en densidad del baño y el aluminio fundido. La densidad del aluminio fundido de 99.75% de pureza ( $\rho_{Al}$  en  $g/cm^3$ ) como  $\rho_{Al} = 2.635 - 0.000272T$  y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\rho_{Baño} = 100 / \left\{ \frac{(Na_3AlF_6)}{(3.305 - 0.000937T)} + \frac{(AlF_3)}{[1.987 - 0.0094(AlF_3)]} + \frac{(CaF_2)}{[3.177 - 0.000391T + 0.0005(CaF_2)^2]} + \frac{(MgF_2)}{[3.392 - 0.000524T - 0.01407(MgF_2)]} + \frac{(LiF)}{(2.358 - 0.00049T)} + \frac{(Al_2O_3)}{[1.449 + 0.0128(Al_2O_3)]} \right\}$$

Además, se considera una variable de tipo dependiente de la composición química del baño, la concentración de alúmina, los aditivos del baño y la temperatura.

En cuanto a la concentración de alúmina en el baño (%  $Al_2O_3$ ), durante la estadía en la planta, fue de 4% mostrado en el Cálculo de Fluoruro a través de la Ecuación de Predicción (Anexo 9) pero varía entre 7 y 4 ya que depende de la condiciones que se encuentre la Línea. Por lo tanto, se puede afirmar que es una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente.

Por otra parte, la inspección visual de celdas y el desnatado de celdas se consideran variables de naturaleza cualitativa ya que la primera nos permite identificar cualquier anomalía de la celda, por ejemplo, tolvas vacías, celdas por desnatar, ánodos mal colocados entre otros factores y la segunda es una operación que realizan los trabajadores con la intención de retirar periódicamente el polvillo de carbón. A su vez, se consideran variables de tipo control ya que se realiza una serie de observaciones para identificar cualquier anomalía y eliminar o neutralizar cualquier efecto que pueda tener.

Los aditivos del baño electrolítico se considera una variable de naturaleza cuantitativa y lo registra el Reporte de Producción y Consumo en Línea de Celdas no anexado por datos confidenciales que no puede sacarse de la empresa pero a continuación se muestran los datos del reporte:

<b>ADITIVOS (% Prom)</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>
FLUORURO-CALCIO	6,16	5,86	5,56
FLUORURO-LITIO	0,00	0,00	0,00
FLUORURO- MAGNESIO	0,00	0,00	0,00

Los ánodos, cátodos y casco son elementos que están presentes en el proceso y no son considerados variables.

La viscosidad, debido a que son datos confidenciales no se puede anexar en el trabajo pero se puede decir que es una variable de naturaleza cuantitativa ya que es calculada por la siguiente fórmula:

$$\eta_{Al} = 0.2567 \exp (1.572/T)$$

Esta variable es de tipo dependiente ya que el fluoruro de calcio incrementa la viscosidad del baño y el fluoruro de litio la disminuye y estos participan en el proceso.

La temperatura de la celda lo muestra el reporte Desviaciones Últimos Dos Minutos (DUDM) – Línea III (Anexo 7). Donde nos refleja por celda la temperatura de cada una que se encuentra en un rango de 950 a 960 °C. Por lo tanto se considera una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo control ya que debe permanecer en este rango para poder controlar o neutralizar cualquier efecto.

En cuanto a la Dinámica del cambio de ánodos es otro elemento reflejado en el reporte de Producción Diaria de la Línea (PDL) como Carbones (PRG, EXT, QA, CAM) que se considera una variable de naturaleza cuantitativa porque se monitorea y dura de 21 a 23 días para volver a cambiarlos y de tipo control ya que permite reducir el consumo de ánodos en las celdas lo cual es controlado para eliminar o neutralizar cualquier efecto que podría ocasionar. Además esta variable en el reporte de Producción Diaria de la Línea (Anexo 2) y en el Reporte Diario Jefe de Turno (Anexo 8), nos muestra que se hace un cambio de carbones lo cual es Ánodos y debería usarse el termino adecuado para evitar posibles confusiones de parte de quien no conozca el Proceso de la Línea III.

La tensión superficial no es reflejada en ningún formato ni reporte. En la empresa el borde de dos fases inmiscibles puede ser estimado por la diferencia y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

El ángulo de mojado en la interfase carbón-gas-electrolito es:

$$\cos \theta = ((v_{G-C} - v_{B-C}) / v_{G,B})$$

Esta fórmula arroja ciertos valores lo cual varia si la tensión interfacial del gas y el carbón es mayor ella aumentara. Por lo tanto, se considera una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente

por la influencia del tamaño de las burbujas de gas y la separación de las partículas de carbón del electrolítico.

La celda no se considera una variable sino el sistema que genera los elementos estudiados. Entonces, la celda es un conjunto de variables que tienen una cualidad susceptible de sufrir cambios.

Los valores de los Efectos Anódicos son las luces por días reflejado en el reporte de Producción Diaria de Línea (ver anexo 2), se considera una variable de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente ya que dependen de la falta de alimentación, problemas con la grúas ya sea por fallas mecánicas o eléctricas, fallas de operación y fallas en el rompe costra.

La resistencia eléctrica específica del baño y el punto de fusión son elementos calculados en la Línea III pero por cuestiones del factor tiempo y la poca disponibilidad de los trabajadores no se puede concluir ni anexar nada referente a estas posibles variables.

Actualmente la Gerencia de reducción asigna un valor nominal como meta y lo real es el valor registrado diario o mensual (promedios), lo cual se registran en el formato del PDL (Anexo 2) y en relación a lo operacional están reflejados en los indicadores.

DIA		Celdas		NTB		NIM		Trasegado		Calidad		Pureza		Kg AL		% Effic.		Cort		Voltajes			Luz		Transferidos		KWHDC		TEMP		Carbones				Metal		Golpes		Líquido	
Prod.	Ope.			Prog	Real	Metal	Metal	C/DIA												Línea	C/DIA	C/DIA	Baño	Metal	Kg	C/DIA	PRG	EXT	QA	CAM	Envarillado	Alumina	Fund.							
Prom.	76,43	76,43	22,90	24,63	77.457,00	77.857,00	79,26	99,60	1.018,93	81,53	155,20	358,37	4,689	0,68	4.714,29	0,00	17,15	996,43	65,86	22,14	0,57	88,00	0	292,81	77.494,29															
Total	535	535			542.200	545.000																	33.000	0			461	155	4	616	0			542.460						
Meta D	79	81	25,00	25,00	88.328	88.328	93,00	99,70	1.118	89,00	156,00	380,54	4,698	0,50	5.300	1.548	15,73	960,00	67	4	1	71	323	375	87.683															
Meta A	553	567			618.296	618.296																	37.100	10.836			469	28	7	497	2.261			613.761						

Con respecto a Reportes, PDL y formatos de control encontrados podemos decir lo siguiente:

En los formatos Producción Diaria de Línea (PDL) – Línea III (Ver anexo 2), aparecen elementos como: Nivel de Baño, Nivel de Metal, Calidad de Metal, Pureza Metal, Corriente de la Línea, Voltajes, Golpes Alúmina, Liquido Fundido. Estos elementos escritos como tal son parámetros que intervienen en el proceso ya que están reflejados como promedios y deben escribirse como tales; por ejemplo, NiB debe decir promedio NiB. Además, en este formato se utiliza la palabra Carbones en vez de Ánodos (PRG, EXT, QA, CAM) por lo tanto deberían acomodarlo a la realidad.

En las Prácticas Operativas y Normas de Proceso, se emplea erróneamente la palabra Amperaje de la línea, lo cual debería decir Intensidad de Corriente de la Línea, ya que es un vocabulario mal empleado porque el Amperaje es la unidad de intensidad de corriente y forma parte de las unidades básicas en el Sistema Internacional de Unidades.

Cabe destacar, que algunos elementos reflejados en el Reporte de Producción (Ver anexo 2) carecen de su unidad de medidas lo cual debería ser reflejados.

## CONCLUSIONES

Después de haber desarrollado el estudio en Celdas II Línea III en CVG ALCASA, se presentan a continuación las siguientes conclusiones:

1. Se realizó un diagnóstico de los elementos que intervienen en la Línea III donde se pudo observar que el personal que labora en el área de reducción el 60% desconoce que es un sistema de variables.
2. El estudio realizado arrojó que la mayoría de las variables son de naturaleza cuantitativa y de tipo dependiente.
3. Se pudo percibir que no existe suficiente material bibliográfico acerca de los elementos que intervienen en el proceso, lo que lleva a concluir que deberían aportar la información, ya que esto los llevaría a ser más destacados y hacer más fácil la realización de los trabajos.
4. La observación, charla realizada y la encuesta aplicadas al personal de celdas de reducción, permiten determinar que es necesario presentar diferentes propuestas para que los trabajadores se familiaricen con el Sistema de Variable lo cual es indispensable conocer para saber que tipo de variables se están utilizando.

## RECOMENDACIONES

Una vez realizadas las conclusiones se procede a recomendar lo siguiente:

1. Implementar los procedimientos propuestos.
2. Difundir los resultados de esta investigación a todo el equipo de Celdas II, Línea III en CVG ALCASA. Además, este trabajo debe estar disponible, de tal forma que pueda ser consultado en cualquier momento por el personal de Celdas II, Línea III, para que se familiaricen con el Sistema de Variables y valoren el contenido del mismo.
3. Plan de cursos para que el personal de la empresa conozca cuales son las variables que se manejan.
4. Pegar avisos donde se indiquen las variables de cada área.
5. Hacer los ajustes necesarios y el cambio de términos en el Reporte del PDL de la Línea para así evitar posibles confusiones por parte de quien no conoce el proceso de la Línea III.
6. Evaluar los resultados obtenidos en el diagnostico y dar un nuevo conocimiento interno a la organización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**FRANCISCA RÍUS DÍAZ, FRANCISCO JAVIER BARÓN LOPEZ, ELISA SÁNCHEZ FONT Y LUIS PARRAS GUIJOSA.** Bioestadística: métodos y aplicaciones. 1 ed. Malaga: Ed. Universidad de Malaga, 2004.

**JOAQUÍN ALEGRE MARTÍN, MAGDALENA CLADERA MUNA.** Introducción a la Estadística Descriptiva. Palma, 2002.

**MICHAEL J. EVANS, JEFFREY S. ROSENTHAL.** Probabilidad y Estadística. Editorial Reverte.

**ROJAS DE NARVÁEZ, Rosa.** Orientación Práctica para la Elaboración de Informe de Investigación. Edición UNEXPO. Puerto Ordaz. Segunda Edición.1997.

**SABINO, C.** (1980). El Proceso de Investigación. Ediciones Panapo. Caracas.

## REFERENCIAS ELECTRONICAS

**Intranet de CVG ALCASA.**

**Pineda, A.** (2009). **Formulación y Evaluación de Proyectos.**  
<http://www.funlam.edu.co/administracion.modulo/NIVEL08/FormulacionyEvaluaciondeProyectos.pdf> (Consultado: Septiembre 2012)

# **ANEXOS**

# Anexo 1

## Control de Temperatura de Celdas II



**ALCASA**  
ALUMINIO DEL CARONI, S.A.  
G.C.I.A. DE REDUCCION  
DPT.CIA. DE CONTROL DE REDUCCION

SALA  
F

FECHA DE MEDICION		
DIA	MES	AÑO
13	05	2011

**CONTROL DE TEMPERATURA DE CELDAS II**

CELDA	RANGO					CELDA	RANGO				
	≤ 945	946 950	951 956	957 960	≥ 961		≤ 945	946 950	951 956	957 960	≥ 961
201						246					976
202						247					
203						248					967
204			954			249					971
205						250					974
206			952			251			954		
207						252					987
208						253				958	
209						254					
210				957		255					
211				960		256				960	
212					971	257					996
213		947				258		948			
214						259					980
215		949				260					
216						261					972
217					998	262					971
218						263			956		
219						264					970
220						265			954		
221						266			956		
222		949				267					
223					963	268					1000
224					968	269					
225						270					982
226						271					
227					965	272					
228						273			950		
229	943					274					
230					963	275					
231			953			276					
232						277					
233				959		278					979
234						279					968
235						280			952		
236						281					
237						282					
238			954			283					966
239						284					
240	944					285					962
241						286					
242						287					
243						288			951		
244						289					
245						290					972

PROMEDIO	
F <sub>1</sub>	958
F <sub>2</sub>	968
F <sub>3</sub>	963

INSTRUMENTO USADO

ELABORADO POR

APROBADO POR

RECIBIDO POR

## Anexo 2

### Reporte Producción Diaria de Línea (PDL) – Línea III

Producción Diaria de Línea (PDL) - Línea III																									Procesado: 08/10/2012									
																									Emitido: 08/10/2012									
																									Hora: 8:49:01									
																									Pág: 1 / 1									
DIA	Celdas		NIB	NIM	Trasegado		Calidad Metal	Pureza Metal	Kg AL C/DIA	% Eficc.	Corrt Línea	Voltajes		Luz C/DIA	Transferidos		KWHDC Kg	TEMP C/DIA	Carbones				Metal Envarillado	Golpes Alumina	Líquido Fund.									
	Prod.	Ope.			Prog	Real						Línea	C/DIA		Baño	Metal			PRG	EXT	QA	CAM												
01	79	79	23,00	24,51	79.500	80.100	81,87	99,67	1.013,92	81,32	154,82	366,68	4,641	0,58	3.000	0	17,01	987,51	79	27	0	106	0	285,00	80.830									
02	77	77	22,69	24,44	77.100	77.500	84,27	99,66	1.006,49	80,01	156,21	364,98	4,740	0,53	4.000	0	17,62	0,00	71	23	2	94	0	288,70	69.400									
03	77	77	22,64	24,79	77.200	77.900	77,57	99,55	1.011,69	80,53	156,00	365,40	4,745	0,60	5.000	0	17,56	988,13	71	25	0	96	0	289,34	78.810									
04	77	77	23,12	24,73	77.000	77.200	76,05	99,60	1.002,60	80,05	155,53	362,99	4,714	0,56	4.000	0	17,55	0,00	77	19	0	96	0	282,14	71.360									
05	76	76	22,74	24,51	77.100	77.400	82,00	99,44	1.018,42	81,54	155,09	356,18	4,687	0,92	3.000	0	17,16	983,66	80	18	0	98	0	309,49	95.960									
06	75	75	23,12	24,71	76.800	77.000	72,11	99,57	1.026,67	81,85	155,75	349,19	4,656	0,67	10.000	0	16,95	0,00	58	21	0	79	0	295,27	69.170									
07	74	74	23,00	24,71	77.500	77.900	80,96	99,71	1.052,70	85,43	153,02	343,21	4,638	0,92	4.000	0	16,17	0,00	25	22	2	47	0	299,70	76.930									
Prom.	76,43	76,43	22,90	24,63	77.457,00	77.857,00	79,26	99,60	1.018,93	81,53	155,20	358,37	4,689	0,68	4.714,29	0,00	17,15	986,43	65,86	22,14	0,57	88,00	0	292,81	77.494,29									
Total	535	535			542.200	545.000									33.000	0			461	155	4	616	0		542.460									
Meta D	79	81	25,00	25,00	88.328	88.328	93,00	99,70	1.118	89,00	156,00	380,54	4,698	0,50	5.300	1.548	15,73	960,00	67	4	1	71	323	375	87.683									
Meta A	553	567			618.296	618.296									37.100	10.836			469	28	7	497	2.261		613.781									
Descripción	DIA																															Promedios		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Celdas Deficientes ≤ 1.099 Kg.	12	14	15	14	10	11	8																											12,00
Celdas Eficientes ≥ 1.100 Kg.	68	63	62	63	65	64	65																											64,29
Celda Ciclos Inest. > 40 scans	7	6	7	8	3	9	9																										7,00	
Duración Prom de las Luces	06:34	07:07	07:18	06:57	05:58	07:00	06:17																										06:44	
Total luces con durac >= 5 min	32	34	34	32	41	32	47																										36,00	

### Anexo 3

## Normas de Proceso. Temperatura del Baño en Celdas II



C.V.G. ALUMINIO DEL CARONI, S.A.  
GERENCIA TÉCNICA  
DPTO. ING. DE PROCESO - CONTROL CALIDAD

### MANUAL DE NORMAS DE PROCESO

PAG.  
1 DE 7

GERENCIA: <b>REDUCCION - CELDAS II</b>	CODIGO: <b>R20 - NP - 005</b>	FECHA DE EMISION <b>24/11/97</b>	Nº DE REVISION
REFERENCIA: <b>TEMPERATURA DEL BAÑO</b>		FECHA DE REVISION <b>Mayo - 2000</b>	<b>02</b>

#### 1. OBJETIVO:

Resaltar la importancia del control de la temperatura sobre la eficiencia de corriente de las celdas.

#### 2. ALCANCE:

Celdas II Línea III.

#### 3. MARCO TEORICO:

El funcionamiento normal de una celda depende en gran parte del equilibrio térmico de la misma. Entre los factores que afectan de una u otra forma la estabilidad de la temperatura de una celda se tienen:

- Alimentación.
- Efectos Anódicos.
- Trasegado en Exceso.
- Trasegado por defecto.
- Anodos a tierra.
- Adiciones de grandes cantidades de Material Sólido.
- Exceso de partículas de Material flotante (Polvillo de Carbón).
- Edad de la Celda.
- Variaciones en las propiedades de la Alúmina.
- Voltaje de Operación.

CONFORMACION:			APROBACION:	
REALIZADO POR	JEFE DPTO. ING. PROCESO CONTROL CALIDAD	JEFE DPTO. Y/O SUPTICIA USUARIA	GERENCIA TECNICA:	GERENCIA USUARIA:
NOMBRE: Rafael Rodriguez	NOMBRE: Oscar Gonzalez	NOMBRE: Miguel Figueroa	NOMBRE: Dello Franco	NOMBRE: Pedro Yoris
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
FICHA: 14708	FICHA: 16424	FICHA: 2521	FICHA: 2960	FICHA:

Formal: P-OPC-003-02 (01/96)

## Anexo 4

### Encuesta realizada al personal de Celdas de Reducción



#### ENCUESTA

A FIN DE CONOCER QUE TANTO CONOCE USTED DEL SISTEMA DE VARIABLES DE LAS LINEAS DE PRODUCCION, LE SOLICITAMOS A USTED RESPONDER CON TODA FRANQUEZA LAS PREGUNTAS SIGUIENTES:

¿Sabe usted que es sistemas de variables?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Es la respuesta es no, ¿le gustaría conocer la definición de sistemas de variables?

Las variables por su naturaleza, pueden ser cuantitativas o cualitativas ¿Puede usted darme un ejemplo de una variable cuantitativa? \_\_\_\_\_

Las variables pueden ser definidas conceptual y operacional, ¿Puede usted darme un ejemplo de una variable conceptual? \_\_\_\_\_

¿Conoce usted las variables del proceso Línea III?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si su respuesta es positiva, ¿Indique dos (2) variables del proceso Línea III?

---

---

Existen varios tipos de variables; entre las cuales se encuentran: Independientes, dependientes, intervinientes, moderadas, continuas, discretas y variables de control. ¿Puede usted darme un ejemplo de una variable dependiente y una de variable de control? \_\_\_\_\_

Existen tres (3) tipos de variables por definición; las cuales son: Nominal, real y operacional (indicadores). ¿Puede usted indicar un indicador de la Línea de Producción? \_\_\_\_\_

Y ¿Puede usted darme un ejemplo de una variable nominal? \_\_\_\_\_

¿Conoce usted los parámetros del proceso Línea III?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si su respuesta es positiva, ¿Indique dos (2) parámetros de proceso?

---

---

UG - 009 A (05-05-2012) POLÍTICA DE CALIDAD: En CVG ALCA S.A, nuestro compromiso es, elaborar y comercializar, productos de aluminio que satisfagan los requisitos de nuestros clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad.





## Reporte de Niveles de Metal por Sala (NIM) - Línea III

Semi - Sala: E2



**Procesado:** 01/10/2012 - 25/10/2012  
**Emitido:** 25/10/2012  
**Hora:** 8:16:48  
**Pág:** 3 / 8

Celda	DIAS																															Contador de Criterios								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	<23	≥23 y <24	≥24 y <25	≥25 y <26	≥26				
146	25	24	26	24	24	24	24	25	25	25	24	24	25	25	24	25	28	26	24	25	25	26	25	24											0	0	10	10	4	
147	25	25	26	25	26	25	24	25	25	25	25	27	28	27	25	24	25	24	25	24	24	25	26	26											0	0	5	12	7	
148																																								
149																																								
150																																								
151	25	25	25	27	28	25	26	24	24	24	24	24	24	24	25	25	26	27	28	23	23	24	25	25											0	2	8	8	6	
152	24	24	20	24	24	24	24	25	24	24	24	25	24	25	23	25	27	25	25	25	25	25	24	25											1	1	11	10	1	
153	24	24	24	25	24	24	24	23	24	23	24	24	23	24	25	26	21	24	24	23	24	24	25	25											1	4	14	4	1	
154																																								
155																																								
156	25	25	24	24	25	26	25	25	25	24	25	23	28	29	32	28	28	28	25	27	26	28	27	32											0	1	3	8	12	
157																																								
158	23	24	20	24	24	25	25	25	24	24	24	23	25	23	25	24	24	25	25	28	28	28														1	3	8	7	3
159	25	25	23	23	23	24	26	25	25	24	25	26	27	27	27	27	25	24	24	26	26	26	30	30											0	3	4	6	11	
160																																								
161																																								
162																																								
163	24	23	24	25	24	25	25	26	26	25	25	26	26	28	24	24	24	23	25	25	25	25	24	24	28										0	2	8	9	6	
164	26	24	25	25	25	25	25	24	24	24	23	25	25	26	24	25	26	23	25	28	27	24	25	24	25	24	25								0	2	7	11	5	
165																																								
166																																								
167																																								
168																																								
169	23	23	24	22	23	24	24	25	25	27	25	25	26	30	24	24	24	28	24	23	23	23	24	24	24										1	6	10	4	4	
170																																								
171																																								
172																																								
173	25	24	25	24	24																															0	0	3	2	0
174	24	24	24	26	26	26	25	25	25	24	25	27	28	30	26	26	28	28	29	30	26	26	24	24	25										0	0	6	5	14	
175	24	24	24	27	25	25	24	24	24	24	23	23	28	24	25	25	25	27	26	24	24	26	24	24	24										0	2	13	5	5	
176	25	25	26	25	25	27	28	25	24	26	27	30	30	29	30	27	25	27	25	25	25	25	24	24											0	0	3	10	11	
177																																								
178	25	24	24	25	24	24	22	23	23	24	24	24	24	24	24	25	23	24	24	24	24	25	23	25											1	4	14	5	0	
179	25	24	24	25	25	24	26	25	25	25	24	24	24	24	24	25	24	25	25	24	24	24	24	24											0	0	13	10	1	
180	25	26	25	25	25	24	25	27	28	27	26	26	25	25	24	25	21	23	23	23	24	24	25	25											1	3	4	10	6	
181	26	26	25	25	25	25	25	26	27	25	24	25	25	25	24	23	25	24	25	26	26	24	24	24											0	1	6	11	6	
182	24	23	24	24	25	25	27	25	28	24	24	24	24	23	25	25	24	25	25	24	25	25	24	25	26										0	2	10	8	3	
183	23	24	24	24	24	24	24	25	24	24	24	24	25	26	25	24	24	26	28	26	26	25	27	25											0	1	12	5	6	
184																																								
185	26	25	25	25	25	28	29	26	26	27	26	25	24	25	25	23	23	24	25	24	24	25	25	24												0	2	5	10	7
186	24	23	22	23	24	22	24	24	24	26	24	23	24	24	24	24	28	24	25	26	26	26	27	30											2	3	11	1	7	
187	24	24	25	25	24	25	24	23	24	24	24	24	24	24	24	25	26	24	26	27	26	25	27	25											0	1	12	6	5	
188	26	25	26	25	25	25	26	25	25	24	24	24	24	24	24	25	25	25	27	25	25	27	25	25											0	0	6	13	5	
189	25	25	25	25	25	28	26	24	27	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	25	25	24												0	0	12	9	3
190	24	24	25	26	26	32																														0	0	2	1	3
Semi-S	24,59	24,30	24,22	24,70	24,70	25,19	25,06	24,76	25,00	24,72	24,48	24,76	25,16	25,72	25,04	24,88	25,00	25,00	25,28	25,24	24,96	25,12	25,29	25,30	25,20									8	43	220	200	142		
Sala	24,66	24,39	24,27	24,55	24,48	24,91	24,67	24,67	24,81	24,62	24,43	24,52	25,05	25,24	24,79	24,71	24,79	24,57	24,67	24,69	24,69	24,74	24,66	24,75	24,33									21	83	447	298	179		





## Reporte de Niveles de Metal por Sala (NIM) - Línea III

Semi - Sala: F2



**Procesado:** 01/10/2012 - 25/10/2012  
**Emitido:** 25/10/2012  
**Hora:** 8:16:48  
**Pág:** 7 / 8

Celda	DIAS																															Contador de Criterios									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	<23	≥23 y <24	≥24 y <25	≥25 y <26	≥26					
246	24	25	26	25	25	26	26	25	25	26	25	25	24	23	24	24	25	26	24	25	26	27	25	26											0	1	5	10	8		
247																																									
248	24	26	27	25	26	24	25	25	25	25	25	24	24	23	24	27	26	23	23	24	25	26	24													0	3	7	8	6	
249	26	27	30	28	27	24	28	25	28	27	28	26	25	25	28	26	25	24	24	24	25	26	24													0	0	5	6	13	
250	23	24	25	26	25	24																														0	1	2	2	1	
251	25	25	28	26	25	25	25	25	24	25	25	24	24	27	28	27	26	24	25	26	26	25	24	24											0	0	6	10	8		
252																																									
253	25	26	30	30	28	28	27	25	25	24	25	24	24	24	25	25	26	24	28	27	27	30	27	25												0	0	5	7	12	
254	25	24	23	24	24	25	24	23	24	24	25	24	24	26	25	25	23	24	26	24	24	25	25	25												0	3	11	8	2	
255																																									
256																																									
257	24	24	26	26	25	25	24	25	25	27	27	25	30	32	26	26	28	25	25	26	26	26														0	0	3	7	12	
258	24	24	23	24	24	24	24	25	25	24	25	24	24	24	24	23	24	23	25	24	28	27	26	27												0	3	13	4	4	
259	24	23	22	24	22	22	24	23	25	25	24	24	25	26	28	25	24	25	24	24	23	24	23	24												3	4	9	6	2	
260	24	24	24	25	24	24	25	24	26	24	26	24	20	23	25	27	24	24	25	25	25	24	24	24												1	1	13	6	3	
261																																									
262																																									
263	25	24	24	26	25	24	24	25	24	24	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	25	24	23											0	1	15	8	1	
264	24	24	24	26	24	25	26	24	25	24	24	22	22	24	24	24	24	22	24	25	24	24	24	23	24											3	1	16	3	2	
265	25	26	34	27	24	24	24	23	24	24																											0	1	5	1	3
266																																									
267																																									
268	24	24	24	23	24	24	24	25	24	24	24	23	23	23	24	24	24	28	24	28	24	24	24	24	24											0	4	18	1	2	
269	24	26	25	25	24	24	24	25	24	25	25	25	25	25	26	25	23	24	25	25	24	24	24	23	24											0	2	10	11	2	
270	24	24	28	25	26	25	25	25	27	24	24	24	24	25	25	24	24	25	23	23	24	24	24	24	24											0	2	13	7	3	
271	22	21	21	22	23	23	24	23	24	24	24	26	24	24	24	23	23	26	24	24	23	23	22	23	24											5	8	10	0	2	
272	24	25	26	24	25	25	24	24	26	24	26	28	26	24	25	27	24	24	24	25	24	24	24	24	24											0	0	14	5	6	
273	26																																			0	0	0	0	1	
274	24	25	26	25	24	24	25	24	24	24	24	24	24	24	25	24	24	24	22	24	25	25	24	25	25										1	0	15	8	1		
275	24	24	24	24	23	24	26	24	24	24	24	24	24	24	24	23	22	22	20	21	24	21	23	24												5	3	16	0	1	
276																																									
277																																									
278	24	24	25	26	24	24	24	25	25	23	23	24	24	24	24	28	27	26	27	27	26	25	25	25												0	2	9	6	7	
279																																									
280																																									
281	24	25	27	25																																	0	0	1	2	1
282	23	26	27	25	24	25	26	25	30	30	24																										0	1	2	3	5
283																																									
284																																									
285																																									
286																																									
287																																									
288																																									
289																																									
290	26	27	28	26	25	25	26	25	24	24	24	24	24	24	24	24	25	25	26	26	26	26	23	26												0	1	8	6	9	
Semi-S	24,27	24,68	25,88	25,28	24,58	24,46	24,91	24,48	25,13	24,74	24,86	24,48	24,14	24,71	24,81	25,14	24,67	24,52	24,48	24,71	24,71	24,95	24,35	24,30	24,00									18	42	231	135	117			
Sala	24,31	24,52	25,48	24,97	24,56	24,44	24,93	24,43	24,90	24,53	24,62	24,36	24,07	24,61	24,71	24,93	24,71	24,61	24,46	24,57	24,57	24,61	24,22	24,15	24,00									20	69	327	176	130			
Línea	24,51	24,44	24,79	24,73	24,51	24,71	24,78	24,57	24,85	24,58	24,51	24,46	24,66	24,99	24,76	24,80	24,76	24,59	24,59	24,64	24,64	24,69	24,49	24,51	24,16									41	152	774	474	309			

### Resumen Niveles de Metal

Día 25				
<23	≥23 y <24	≥24 y <25	≥25 y <26	≥26
1	3	15	5	1





## Reporte de Niveles de Baño por Sala (NIB) - Línea III

Semi - Sala: E2



**Procesado:** 01/10/2012 - 25/10/2012  
**Emitido:** 25/10/2012  
**Hora:** 8:16:11  
**Pág:** 3 / 8

Celda	DIAS																															Contador de Criterios							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	<22	≥22 y <23	≥23 y <24	≥24 y <25	≥25			
146	26	24	24	25	24	27	24	24	24	24	23	24	24	23	24	26	25	26	24	24	28	22	24	24											0	1	2	14	7
147	25	26	20	23	24	25	25	26	24	26	25	20	24	24	22	24	23	23	22	20	25	20	23	19											5	2	4	5	8
148																																							
149																																							
150																																							
151	24	24	23	24	22	25	24	23	23	26	21	23	22	23	22	23	24	27	24	25	26	25	18	23															
152	23	24	23	24	23	25	24	24	24	26	24	28	24	25	24	26	20	25	24	24	25	24	23	21															
153	25	26	26	28	23	24	24	23	24	25	24	26	25	25	24	22	24	26	23	24	26	26	23	24															
154																																							
155																																							
156	20	24	18	23	24	25	25	25	25	24	23	24	20	20	18	25	26	22	23	20	20	23	22	18															
157																																							
158	20	24	26	25	24	25	24	22	23	24	21	22	25	25	25	21	24	20	23	21	20	20																	
159	18	24	23	22	21	23	22	24	24	22	21	20	24	22	22	22	23	22	23	21	24	26	16	15															
160																																							
161																																							
162																																							
163	22	23	24	24	23	24	24	24	24	23	23	23	24	20	21	22	24	24	24	23	21	26	23	27	19														
164	23	22	22	22	24	24	25	23	22	21	23	25	24	25	22	24	25	24	24	21	22	20	18	23	20														
165																																							
166																																							
167																																							
168																																							
169	22	20	24	22	25	23	24	23	24	23	25	24	25	21	22	22	22	24	23	22	22	23	22	23	24														
170																																							
171																																							
172																																							
173	24	24	24	23	23																																		
174	25	24	23	22	20	24	24	23	23	23	18	22	20	25	23	21	21	26	23	22	21	26	22	15	22														
175	22	21	23	24	23	22	21	23	21	22	24	22	23	26	24	25	24	26	22	24	23	24	26	25	23														
176	25	24	23	24	24	24	23	24	20	23	24	23	24	25	24	23	22	26	23	23	24	24	20	20															
177																																							
178	24	23	25	24	22	22	22	23	22	24	24	24	25	23	25	25	26	24	23	22	24	22	24																
179	22	21	22	22	21	20	25	21	22	20	22	23	24	24	24	24	23	23	24	26	25	20	22	22															
180	23	23	24	24	22	21	23	23	22	23	24	24	23	23	25	26	29	27	26	25	26	24	24																
181	26	24	23	24	25	26	25	24	24	23	24	23	24	24	22	21	22	24	23	24	24	24	24																
182	22	21	23	24	24	22	22	18	16	20	23	23	22	21	24	25	24	23	24	22	24	21	17																
183	20	22	24	21	23	21	22	23	21	25	24	24	25	24	24	22	26	23	22	23	25	21	21																
184																																							
185	22	23	22	22	22	20	23	20	22	22	21	22	24	22	24	23	26	26	25	25	26	27	24	18															
186	21	20	22	23	24	26	26	25	25	22	24	24	25	23	23	24	26	22	23	22	21	24	22																
187	20	21	23	23	24	24	22	23	25	22	23	24	25	22	23	25	22	24	22	23	18	21	16	23															
188	23	22	20	24	25	25	24	21	20	21	23	24	23	23	24	26	24	25	25	26	24	24	25	23															
189	24	22	20	22	22	24	23	22	23	24	24	24	24	24	24	25	25	27	25	24	24	23	24	23															
190	18	24	25	23	25	16																																	
Semi-S	22,56	22,96	22,93	23,37	23,19	23,35	23,60	22,96	22,72	23,04	23,00	23,40	23,60	23,44	23,00	23,60	23,76	24,68	23,52	23,12	23,44	23,24	21,79	21,78	21,60														
Sala	22,75	22,91	22,82	23,05	23,16	23,51	23,31	23,07	23,07	23,33	23,26	23,55	23,79	23,69	23,17	23,57	23,57	24,24	23,71	23,24	23,38	23,45	22,29	22,15	22,58														
																											96	94	122	176	125								
																											145	145	206	323	209								





## Reporte de Niveles de Baño por Sala (NIB) - Línea III

Semi - Sala: F2



**Procesado:** 01/10/2012 - 25/10/2012  
**Emitido:** 25/10/2012  
**Hora:** 8:16:11  
**Pág:** 7 / 8

Celda	DIAS																															Contador de Criterios									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	<22	≥22 y <23	≥23 y <24	≥24 y <25	≥25					
246	23	23	26	18	19	22	24	22	22	22	22	24	23	23	24	25	25	27	25	26	25	22	21	22											3	7	4	3	7		
247																																									
248	24	24	24	20	20	18	24	24	24	23	25	23	23	24	22	20	23	20	22	21	24	23	22	24											6	3	5	9	1		
249	25	24	23	22	15	24	23	24	22	24	22	24	20	18	20	20	21	22	18	23	20	23	25	24											8	4	4	6	2		
250	26	24	24	20	18	20																														3	0	0	2	1	
251	26	23	22	22	20	22	24	23	24	23	23	23	20	24	24	18	20	21	20	20	26	25	23	24											7	3	6	5	3		
252																																									
253	23	24	20	22	20	24	22	23	22	22	22	24	23	23	24	25	23	18	23	20	23	22	20	20											6	6	7	4	1		
254	24	23	24	22	20	26	24	22	24	25	22	24	24	23	24	22	21	25	22	20	24	22	25	26											3	6	2	8	5		
255																																									
256																																									
257	25	29	25	24	20	22	22	18	24	26	21	20	16	15	20	21	16	18	23	18	20	20													13	2	1	2	4		
258	23	22	24	22	24	24	25	25	24	25	25	26	24	24	22	21	23	23	28	24	26	26	25	23											1	3	4	7	9		
259	23	23	24	24	18	18	26	26	26	27	26	26	20	25	25	23	23	23	22	28	25	23	25	25											3	1	6	2	12		
260	24	22	22	25	24	24	24	24	25	23	25	22	23	24	24	20	22	24	25	26	25	16	18	22											3	5	2	8	6		
261																																									
262																																									
263	25	22	22	26	24	23	24	23	21	22	25	24	24	22	26	25	24	25	24	21	20	20	24	25	23										4	4	3	7	7		
264	20	20	18	24	23	23	22	23	24	22	24	22	25	23	25	25	22	20	23	23	22	24	22	24	24										4	6	6	6	3		
265	25	15	15	25	25	21	21	25	23	22																											4	1	1	0	4
266																																									
267																																									
268	24	24	21	25	22	23	24	25	24	22	24	24	24	24	24	22	22	23	23	26	21	24	22	20	20										4	5	3	10	3		
269	23	23	22	25	24	23	23	24	23	22	25	24	24	24	24	25	21	21	24	25	24	24	24	27	25										2	2	5	10	6		
270	23	22	21	23	22	24	24	21	22	20	24	22	22	22	24	21	21	23	24	24	24	24	22	23												5	7	4	9	0	
271	23	20	20	24	24	22	25	26	24	26	25	28	23	21	25	22	21	25	18	28	26	25	25	20												6	2	2	3	12	
272	21	22	23	22	23	21	20	22	23	20	21	22	21	22	23	22	22	21	24	25	23	24	20	22	18											9	8	5	2	1	
273	22																																			0	1	0	0	0	
274	22	24	20	23	23	20	24	23	24	24	24	22	25	24	24	21	21	26	26	24	27	26	23	25	25										4	2	4	8	7		
275	24	18	20	24	23	21	22	23	23	26	26	22	22	24	25	22	20	22	23	24	25	25	24	26	24										4	5	4	6	6		
276																																									
277																																									
278	23	22	26	26	21	22	22	25	26	23	24	24	25	25	27	19	20	30	21	23	20	24	24	25											5	3	3	4	9		
279																																									
280																																									
281	23	21	21	24																																	2	0	1	1	0
282	21	20	23	23	24	25	24	20	20	23	25																									4	0	3	2	2	
283																																									
284																																									
285																																									
286																																									
287																																									
288																																									
289																																									
290	25	24	23	23	23	22	22	22	24	23	23	24	23	22	24	22	20	24	20	23	22	23	20	24												3	6	8	6	1	
Semi-S	23,46	22,32	22,12	23,12	21,63	22,25	23,26	23,17	23,39	23,26	23,77	23,52	22,57	22,67	23,81	21,95	21,48	22,90	22,76	23,43	23,43	23,10	22,80	23,75	22,44									116	92	93	130	112			
Sala	23,31	22,39	22,39	23,21	22,16	22,59	23,33	23,10	23,27	23,10	23,41	23,25	22,39	22,46	23,57	21,86	21,89	23,07	22,93	23,07	23,29	23,00	22,74	23,67	22,85									147	129	134	178	134			
Línea	23,00	22,69	22,64	23,13	22,74	23,12	23,34	23,08	23,19	23,24	23,32	23,43	23,23	23,20	23,33	22,89	22,90	23,77	23,40	23,17	23,34	23,27	22,47	22,76	22,72									292	274	340	501	343			

### Resumen Niveles de Baño

Día 25				
<22	≥22 y <23	≥23 y <24	≥24 y <25	≥25
6	4	3	6	6









## Anexo 8. Reporte Diario Jefe de Turno

### Reporte Diario Jefe de Turno

Turno: 2 Grupo: D  Línea III  Línea IV Fecha: 27 09 11.

Personal Presente				Personal Ausente			
Cargo		Cantidad		Nombre y Apellido (Causa)			
Maestro Operador		12					
Maestro Operador ECL		04		O Bolivia Esp. M. Caotillo Pined C Navare + E Jimenez P. H.			
Desnatador de Crisoles		01					
Obrero de Producción		18		A. Sarainillo "C"			
Supervisor Oper. / Serv.		06					
Total Presentes:		35+6		Total Ausentes:			

CARBONES	Camb.	Ext.	Pend.	Disp.	CELDAS	Trasegadas	Pendientes	SISTEMAS DE LLENADO	Operativo	No Operativo
Sala <input type="checkbox"/> E1 <input type="checkbox"/> G1	09	00	00	21	Sala <input type="checkbox"/> E1 <input type="checkbox"/> G1	03	00	Sala <input type="checkbox"/> E1 <input type="checkbox"/> G1		
Sala <input type="checkbox"/> E2 <input type="checkbox"/> G2	09	00	00		Sala <input type="checkbox"/> E2 <input type="checkbox"/> G2	11	00	Sala <input type="checkbox"/> E2 <input type="checkbox"/> G2		
Sala <input type="checkbox"/> F1 <input type="checkbox"/> H1	06	00	00	39	Sala <input type="checkbox"/> F1 <input type="checkbox"/> H1	03	00	Sala <input type="checkbox"/> F1 <input type="checkbox"/> H1		
Sala <input type="checkbox"/> F2 <input type="checkbox"/> H2	00	00	08	39	Sala <input type="checkbox"/> F2 <input type="checkbox"/> H2	09	00	Sala <input type="checkbox"/> F2 <input type="checkbox"/> H2		
Totales:					Totales:		Totales:			
					26		00			

Puentes Subidos	Sala <input type="checkbox"/> E1 <input type="checkbox"/> G1:	Sala <input type="checkbox"/> E2 <input type="checkbox"/> G2:	Sala <input type="checkbox"/> F1 <input type="checkbox"/> H1:	Sala <input type="checkbox"/> F2 <input type="checkbox"/> H2:
Grúas	# 5		# 4	# 1

Paradas y Ubicación de Equipos						
Nombre	Número	Ubicación	Total Duración (min.)	N° Paradas	Fuera de Servicio	Motivo de la Parada
Grúas	# 3		8 horas			Computor
	# 4		3 HORAS			PLUGA + PUERTA CABINA. Trasl. Cabina
	# 5		1 Hora			Compresor
Montacargas	# 1		6 Horas			ELECTRICIDAD FALLA Y CON PRESOR
Tractores						

Total Tiempos de Paradas (min.):		Grúas:	Montacargas:	Tractores:	Otros:

Condiciones de Otros Equipos				Evaluación de Proveedores			Seguridad Orden y Limpieza del Área (SOL)				
Nombre	Cant	Condición Física		Suministro	0	1	2	Descripción	Evaluación		
		Operativo	No Operativo						0	1	2
Mesa de Ánodos				Crisoles				Extintor			
Canales de Vaciado				Tapas de Crisoles				Estado de Pisos			
Crisolitos				Aire Comprimido				Orden y Limpieza			
Estructura Subir Puente				Carreta de Ánodos				Alumbrado			
Ganchos Colada				Varas Verdes				Tapado de Celdas			
Pinzas Sacar Quemados				Porta Tapas				Leyenda Evaluación			
Llaves Manuales				Silos de Aditivos				Deficiente	0		
Llaves U				Otros				Regular	1		
								Buena	2		

Observaciones: - Grúa #1 se cambió parada en la 290, con falla eléctrica = Grúa #4 se agregó sin puerta de la cabina + problemas con gancho de Colada + Pluga + Conjunto de Pinza. Grúa #5 Presente falla con el compresor.  
 - Se adiciono baño cercano con el crisolito a las celdas 132+168 y 0005 (Celdas 127-125-113-117-)

Elaborado por: (Jefe de Turno) J. Alcalá Revisado por: (Sup. General) [Firma]  
 Nombre y Apellido: J. Alcalá Nombre y Apellido: [Firma]  
 Firma: [Firma] Fecha: [Firma]

## Anexo 9. Calculo de Fluoruro Total a través de la Ecuación de Predicción

### CÁLCULO DE FLORURO TOTAL A TRAVÉS DE LA ECUACIÓN DE PREDICCIÓN

#### Coeficientes de Predicción para el Fluoruro Total

Fluoruro de Al.	ALF3 [%]	6,926	b0 =	14,4216	Variables Principales	
Fluoruro de Litio	LIF [%]	0,15	b1 =	922577,5422		X1 = 9,31524E-06
Fluoruro de Calcio	CAF2 [%]	5,81	b2 =	-631378,3196		X2 = 1,15509E-05
Fluoruro de Mg.	MGF2 [%]	0,54	b3 =	-14,4486		X3 = 0,00776490
Temperatura	T [°C]	965,5	b4 =	271391047,09		X4 = 1,27484E-09
	T [°K]	1238,5	Coeficientes de Predicción para el Fluoruro Gaseoso			
Razón de Baño	R	1,24	a0 =	8,8559		
Efic. de Corriente	%EC	86,6	a1 =	438295,6315		
Presión Barom.	Pb [kPa]	100,745043	a2 =	-128298,5212		
Alúmina	%AL2O3	4	Fluoruro Gaseoso:		Fluoruro Particulado:	
Agua en Al2O3	%H2O_AL2O3	0,89	FG = a0 + a1*X1 + a2*X2		Fvp = Ft - FG	
Hidrog. en anodo	% H2_ANODO	0,08	Fluoruro Total:			
			Ft = b0 + b1*X1 + b2*X2 + b3*X3 + b4*X4			

<b>FG = 11,45678</b>	<b>Fvp = 4,4997</b>	<b>=&gt;</b>	<b>Ft = 15,95648</b>
----------------------	---------------------	--------------	----------------------

#### CALCULOS:

T exp	2,0443402			
HH2O	0,0274923	0,165808	eB1	4,480154808
R exp	0,1011024		A1	9,9447294
AL2O3 r	0,1542689	2,371457	B1	2,607285023
			%AL2O3 sat.	25,92874402
Y1	0,08127099			
A	13,61062352			
B	22871,79264			
Pv	0,007776024			
K	0,18446962			
Pm	0,007764902			
Pd	1,11224E-05			

  
 30/10/12

## Anexo 10. Control de Medición de los Niveles de Producción

CONTROL DE MEDICION DE NIVELES Y PRODUCCION																				CELDAS II - LINEA III FECHA: 24/10/2012 HORA:				
SALA E1					SALA E1					SALA E1					SALA E2									
Cid.	Baño	Metal	Lodo	Prog.	Cid.	Baño	Metal	Lodo	Prog.	Cid.	Baño	Metal	Lodo	Prog.	Cid.	Baño	Metal	Lodo	Prog.					
101					146	24	24	8	1100	201					246	22	26		1300					
102					147	19	26	11	1300	202					247									
103					148					203					248	24	24	5	1100					
104	23	26		1300	149					204					249	24	24	10	1100					
105					150					205					250									
106					151	23	25	18	NT	206					251	24	24	8	1100					
107					152	21	25	6	1200	207					252									
108	25	25	8	1200	153	24	25	7	1000	208					253	20	25	20	NT					
109					154					209					254	26	25	15	1000					
110					155					210					255									
111					156	18	32	25	NT	211	24	24		1100	256									
112	23	24		1100	157					212					257									
113					158					213					258	23	27	10	1400					
114	25	23		NT	159	15	30	12	2000	214					259	25	23	8	NT					
115					160					215					260	22	24		1100					
116					161					216					261									
117	26	25		1200	162					217	26	24		1100	262									
118					163	19	28		1500	218					263	23	23	3	NT					
119					164	20	25		1200	219					264	24	24	7	1100					
120					165					220					265									
121	24	24		1100	166					221	22	24		1100	266									
122					167					222					267									
123					168					223	25	24		1100	268	20	24		1100					
124					169	24	24		1100	224					269	25	24		1100					
125	25	25		1200	170					225					270	23	24		1000					
126	18	23		NT	171					226					271	20	24		1100					
127	22	23		NT	172					227					272	18	24	8	1000					
128	24	22		NT	173					228					273									
129					174	22	25	20	NT	229					274	25	25	4	1000					
130	24	24	10	1100	175	23	24		1100	230	22	24		1100	275	24	24	3	1000					
131	20	24		1100	176	20	24		1100	231					276									
132	24	24		1100	177					232					277									
133					178	24	25		1200	233					278	25	25		1200					
134	23	24		1100	179	24	24	3	1100	234	20	23		NT	279									
135	23	24		1100	180	24	25	9	1200	235					280									
136					181	24	24		1100	236					281									
137	24	23		NT	182					237					282									
138					183	21	25	12	1200	238					283									
139					184					239					284									
140	22	24		1000	185	13	24	7	1100	240	24	24		1100	285									
141					186	22	30	22	NT	241					286									
142					187	23	25	11	1200	242					287									
143					188	23	25	7	1200	243					288									
144					189	23	24		1100	244					289									
145					190					245					290	24	26	6	1300					
Total Programado E1: 13.700					Total Programado E2: 23.000					Total Programado F1: 6.600					Total Programado F2: 18.000									
TOTAL PROGRAMADO																				61.300				
Realizado por: <i>Guillermo Sops</i>										Ficha: 20375														
Firma: <i>[Signature]</i>																								

### Anexo 11. Control de Metal Trasegado Línea III

N° Colada		Detalle de Crisol (Metal al Horn)						Control de Celdas Trasegadas					
N° Colada	N° Crisol	Peso Vacío	Peso Lleno	Peso Trasegado	Peso Programado	Peso Ticket	% Fe	Programada	Adelantada	Atrasada			
455	10	12000	18000	-300	6000	5700	08	127	128	130	131	135	
456	24	12000	18700	-250	6700	6450	08	112	121	126	151	163	
457	07	13000	20300	+370	6200	6570	08	178	79	80	81	64	
Peso Total del Turno:				-180									
Diferencia Turno (P. Ticket - P. Prog):													
458	23	13500	19200	-250	5700	5450	10	132	134	135	137	140	
459	07	12500	17000	-400	4500	4100	12	126	182	186	187	183 NT	
460	24	12500	16300	-210	3800	3590	14	185	188	189	190 NT		
Peso Total del Turno:				-860									
Diferencia Turno (P. Ticket - P. Prog):													
461	06	13000	18800		5800	5520	10	104	108	112	116	147	
462	24	12600	17100		4500	4230	57	173	159	152	153		
Peso Total del Turno:													
Diferencia Turno (P. Ticket - P. Prog):													
Diferencia Sala (P. Ticket - P. Prog):													
893	23	12000	16100	+170	4100	4270	1.18	204	233	234			
894	24	12000	15600	+900	4600	5580	15	265	273	274	278		
895	06	11000	17700		5700	6030	18	253	265	264	265	268	
Peso Total del Turno:													
Diferencia Turno (P. Ticket - P. Prog):													
Diferencia Sala (P. Ticket - P. Prog):													
896	24	12000	17200		5700	5910	12	222	275	279	281	290	
897	06	12000	17400		5900	6150	25	258	259	270			
Peso Total del Turno:													
Diferencia Turno (P. Ticket - P. Prog):													
Diferencia Sala (P. Ticket - P. Prog):													
898	07	12300	18100		5900	5500	06	211	217	221	230	246	
899	07	12600	18700		5800	5730	10	240	278	256	257	254	
Peso Total del Turno:													
Diferencia Turno (P. Ticket - P. Prog):													
Diferencia Sala (P. Ticket - P. Prog):													
Diferencia Línea (P. Ticket - P. Prog):													

RD - 005 (26-08-08) Original: Unidad Usaria

008% = 24.270  
 009% = 0.00  
 010% = 11.180

## Anexo 12. Metal de Celdas Muestras Blancas. Reporte: CEL7003



Sistema de Celdas

Metal de Celdas Muestras Blancas. Sala E

Fecha 23-10-2012

Reporte : CEL7003

Fecha : 25-10-12 08:20

Pág. : 1

Celda	% Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Ga	% Na	% Al	Grado
101									
102									
103									
104	0.05	0.07	0.0003	0.001	0.001	0.006	0.0055	99.88	5A
105									
106									
107									
108	0.05	0.08	0.0006	0.001	0.002	0.006	0.0070	99.87	5A
109									
110									
111									
112	0.07	0.17	0.0004	0.002	0.001	0.004	0.0025	99.77	3A
113									
114	0.08	0.11	0.0006	0.001	0.002	0.005	0.0090	99.80	4A
115									
116									
117	0.08	0.07	0.0003	0.001	0.001	0.004	0.0057	99.85	5A
118									
119									
120									
121	0.05	0.09	0.0002	0.001	0.001	0.006	0.0062	99.86	5A
122									
123									
124									
125	0.06	0.15	0.0004	0.001	0.001	0.005	0.0054	99.79	3A
126	0.11	0.20	0.0041	0.001	0.007	0.006	0.0080	99.69	A
127	0.07	0.12	0.0003	0.001	0.001	0.005	0.0082	99.82	4A
128	0.08	0.30	0.0004	0.002	0.002	0.005	0.0079	99.62	B
129									
130	0.07	0.09	0.0005	0.001	0.001	0.005	0.0073	99.84	4A

Celdas altas en Fe y Mn

← 99,

Grado de Metal  $\geq 99,70\%$  → Buena

Analizado por		Aprobado por	
Nombre :	Ficha :	Nombre :	Ficha :
Firma :	Fecha :	Firma :	Fecha :



Sistema de Celdas

**Metal de Celdas Muestras Blancas. Sala E**

Fecha 23-10-2012

Reporte : CEL7003

Fecha : 25-10-12 08:20

Pág. : 2

Celda	% Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Ga	% Na	% Al	Grado
131	0.06	0.10	0.0003	0.001	0.001	0.006	0.0072	99.84	4A
132	0.08	0.07	0.0005	0.001	0.002	0.004	0.0085	99.85	5A
133									
134	0.06	0.05	0.0004	0.001	0.001	0.004	0.0070	99.89	5A
135	0.07	0.15	0.0003	0.001	0.002	0.004	0.0045	99.78	3A
136									
137	0.05	0.05	0.0002	0.001	0.001	0.004	0.0080	99.90	6A
138									
139									
140	0.07	0.06	0.0002	0.001	0.002	0.004	0.0081	99.87	5A
141									
142									
143									
144									
145									
146	0.09	0.10	0.0004	0.001	0.001	0.005	0.0053	99.80	4A
147	0.08	0.09	0.0003	0.001	0.002	0.006	0.0070	99.83	4A
148									
149									
150									
151	0.17	1.19	0.0014	0.006	0.003	0.007	0.0072	98.63	I
152	0.07	0.13	0.0003	0.001	0.001	0.006	0.0050	99.80	4A
153	0.09	0.20	0.0005	0.002	0.003	0.004	0.0070	99.71	2A
154									
155									
156	0.16	1.21	0.0026	0.006	0.003	0.007	0.0049	98.64	I
157									
158									
159	0.06	0.96	0.0008	0.007	0.001	0.005	0.0061	98.99	I
160									

Celdas altas en Fe y Mn

Analizado por		Aprobado por	
Nombre :	Ficha :	Nombre :	Ficha :
Firma :	Fecha :	Firma :	Fecha :