



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad del  
Proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca,  
Junín 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**AUTOR:**

Cajahuamán Rojas, José Luis (ORCID: 0000-0003-3036-1387)

**ASESOR:**

Mg. Morales Chalco, Osmar Raúl (ORCID: 0000-0002-5850-4899)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LIMA – PERÚ**

2021

## **DEDICATORIA**

A nuestro divino creador por concederme llegar muy lejos, con fortaleza y salud para alcanzar mis objetivos.

A mis padres por ser una base esencial en lo que soy ahora, en mi formación, tanto académica y social. A mi cónyuge mujer inherente, por su gran esfuerzo y tesón en todo momento, por el apoyo y empuje constante para formación personal y social, muchas gracias por su amor. A mis apreciados hijos, la razón de mi vida.

A mis tutores, que nos dejaron todo su experiencia, sabiduría y conocimiento en cada etapa nuestro camino como estudiante universitario, agradezco profundamente y muchas gracias por su paciencia.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por su senda correcto de la vida, a mis progenitores por su ejemplo en la vida e inspirarme valores que me han servido mucho en la vida. A mis queridos hijos por estar siempre a mi lado, acompañarme en cada decisión tomada.

A mi asesor de la UCV, que me impartió todo su conocimiento y su paciencia, en la elaboración de este proyecto de investigación.

A la Compañía Minera Volcán que me apoyó para realizar las prácticas e investigaciones cada día, en el tiempo durante mi permanencia; que me permitió a realizar este proyecto de investigación en dicha institución. Agradezco profundamente.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| Índice de tablas .....                                      | v    |
| Índice de figuras .....                                     | vii  |
| Resumen .....   | viii |
| Abstract .....  | ix   |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                       | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                     | 15   |
| III. METODOLOGÍA.....                                       | 39   |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación: .....                  | 39   |
| 3.2. Variables y Operacionalización:.....                   | 41   |
| 3.3. Población, Muestra y Muestreo:.....                    | 46   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: ..... | 47   |
| 3.5. Procedimientos: .....                                  | 49   |
| 3.6. Método de análisis de datos: .....                     | 51   |
| 3.7. Aspectos éticos:.....                                  | 53   |
| IV. RESULTADOS .....  | 54   |
| V. DISCUSIÓN.....   | 89   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                       | 93   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                  | 94   |
| REFERENCIAS .....   | 95   |
| ANEXOS .....  | 99   |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Relación de causa/efecto.....                                | 8  |
| <b>Tabla 2.</b> Tabla de frecuencias.....                                    | 9  |
| <b>Tabla 3.</b> Validez de instrumentos por juicio de expertos.....          | 48 |
| <b>Tabla 4.</b> Flujograma del circuito de Molienda-Flotación.....           | 55 |
| <b>Tabla 5.</b> Diagrama de análisis de procesos.....                        | 57 |
| <b>Tabla 6.</b> Modelo matemático para las pruebas de laboratorio.....       | 62 |
| <b>Tabla 7.</b> Ensayo químico de las leyes de cabeza.....                   | 62 |
| <b>Tabla 8.</b> Dosificación de reactivos g/t.....                           | 63 |
| <b>Tabla 9.</b> Rango e identificación de variables.....                     | 63 |
| <b>Tabla 10.</b> Plantilla de modelo matemático para dos variables.....      | 64 |
| <b>Tabla 11.</b> Resultados de balances metalúrgicos de las 4 pruebas.....   | 65 |
| <b>Tabla 12.</b> Leyes al primer minuto.....                                 | 66 |
| <b>Tabla 13.</b> Recuperaciones al primer minuto.....                        | 66 |
| <b>Tabla 14.</b> Factor metalúrgico al primer minuto.....                    | 66 |
| <b>Tabla 15.</b> Factor favorable al primer minuto.....                      | 67 |
| <b>Tabla 16.</b> Regresión lineal del factor favorable al primer minuto..... | 68 |
| <b>Tabla 17.</b> Balance metalúrgico setiembre 2019.....                     | 69 |
| <b>Tabla 18.</b> Balance metalúrgico octubre 2019.....                       | 70 |
| <b>Tabla 19.</b> Balance metalúrgico noviembre 2019.....                     | 70 |
| <b>Tabla 20.</b> Balance metalúrgico diciembre 2019.....                     | 71 |
| <b>Tabla 21.</b> Balance metalúrgico enero 2020.....                         | 71 |
| <b>Tabla 22.</b> Balance metalúrgico febrero 2020.....                       | 72 |
| <b>Tabla 23.</b> Estudio de contraste de la Productividad.....               | 76 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 24.</b> Estudio de contraste de la Eficiencia. ....                       | 78 |
| <b>Tabla 25.</b> Estudio de contraste de la Eficacia. ....                         | 81 |
| <b>Tabla 26.</b> Pruebas de normalidad del índice de Productividad. ....           | 83 |
| <b>Tabla 27.</b> Estadística de muestras emparejadas índice de Productividad ..... | 84 |
| <b>Tabla 28.</b> Diferencias emparejadas índice de Productividad. ....             | 84 |
| <b>Tabla 29.</b> Prueba de normalidad índice de Eficiencia. ....                   | 85 |
| <b>Tabla 30.</b> Estadística de muestras emparejadas índice de Eficiencia. ....    | 86 |
| <b>Tabla 31.</b> Diferencias emparejadas índice de Eficiencia.....                 | 86 |
| <b>Tabla 32.</b> Pruebas de normalidad índice de Eficacia. ....                    | 87 |
| <b>Tabla 33.</b> Estadística emparejada índice de Eficacia.....                    | 88 |
| <b>Tabla 34.</b> Diferencia emparejada índice de Eficacia. ....                    | 88 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura N° 1.</b> Ubicación geográfica de la Planta Concentradora Alpamarca. ....   | 4  |
| <b>Figura N° 2.</b> Organigrama de la Empresa Alpamarca. ....                         | 5  |
| <b>Figura N° 3.</b> Organigrama de la Planta Concentradora Alpamarca. ....            | 6  |
| <b>Figura N° 4.</b> Diagrama de Ishikawa causa efecto. ....                           | 7  |
| <b>Figura N° 5.</b> Diagrama de Pareto. ....  | 10 |
| <b>Figura N° 6.</b> Ciclo PHVA. ....  | 21 |
| <b>Figura N° 7.</b> Reunión sobre los acuerdo y propuestas del proyecto. ....         | 54 |
| <b>Figura N° 8.</b> Muestreo del mineral ingreso al Molino de Barras. ....            | 60 |
| <b>Figura N° 9.</b> Chancado del mineral muestreado. ....                             | 60 |
| <b>Figura N° 10.</b> Molienda del mineral chancado. ....                              | 61 |
| <b>Figura N° 11.</b> Pruebas de Flotación. ....                                       | 61 |
| <b>Figura N° 12.</b> Diagrama de las pruebas de laboratorio para flotación bulk. .... | 63 |
| <b>Figura N° 13.</b> Cuadro de resumen comparativo % de Productividad. ....           | 73 |
| <b>Figura N° 14.</b> Cuadro de resumen comparativo % de eficiencia. ....              | 73 |
| <b>Figura N° 15.</b> Cuadro de resumen comparativo % de eficacia. ....                | 74 |
| <b>Figura N° 16.</b> Estadística de contraste índice de Productividad. ....           | 77 |
| <b>Figura N° 17.</b> Estadística de contraste índice de Eficiencia. ....              | 79 |
| <b>Figura N° 18.</b> Estadística de contraste índice de Eficacia. ....                | 82 |

## RESUMEN

La presente investigación considera como objetivo, determinar en qué medida la aplicación del ciclo Deming incrementará la productividad del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021. Con la implementación del ciclo Deming, que afirma los cuatro pilares: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

La investigación tipo Aplicada con su enfoque Cuantitativo, diseño experimental de tipo preexperimental y nivel Explicativa. El análisis se realizó 12 semanas antes y 12 semanas después del experimento, con el soporte de 30 personas directas al proyecto entre obreros y supervisores.

Dentro del proceso de recuperación de los elementos se registran calidades de plata de 125 Oz/TMS, con una recuperación de 87-88%. Para mejorar nuestro objetivo, Se ejecutó 4 pruebas de laboratorio con parámetros de flotación, haciendo uso del Colector Flottec 8020 vs colector Aero Phine 3418, buscando mantener y mejorar el performance del factor metalúrgico.

Se incrementó el Factor Metalúrgico de la plata con las máximas recuperación y calidad de la Plata en el concentrado bulk, en 2 a 3 puntos porcentuales más sobre los resultados que se tenían, lo que constituye un importante incremento en las utilidades para la Empresa. Los resultados fueron satisfactorios, se incrementó un 7,21% de Productividad.

**Palabras clave:** Productividad, Flotación Bulk, Recuperación, Eficiencia, Eficacia.

## ABSTRACT

The objective of this research is to determine to what extent the application of the Deming cycle will increase the productivity of the Bulk Flotation process in the Alpamarca Company, Junín 2021. With the implementation of the Deming cycle, which affirms the four pillars: Plan, Do, Check and Act.

Applied type research with its Quantitative approach, pre-experimental experimental design, and Explanatory level. The analysis was carried out 12 weeks before and 12 weeks after the experiment, with the support of 30 direct people to the project between workers and supervisors.

Within the element's recovery process, silver qualities of 125 Oz / TMS are registered, with a recovery of 87-88%. To improve our objective, 4 laboratory tests were carried out with flotation parameters, using the Flottec 8020 collector vs Aero Phine 3418 collector, seeking to maintain and improve the performance of the metallurgical factor.

The Metallurgical Factor of silver was increased with the maximum recovery and quality of the Silver in the bulk concentrate, by 2 to 3 more percentage points over the results that were had, which constitutes a significant increase in profits for the Company. The results were satisfactory, Productivity increased 7,21%.

**Keywords:** Productivity, Bulk Flotation, Recovery, Effectiveness efficiency.

## I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo desarrollaremos la realidad problemática de forma global, nacional y local donde se considera la empresa en mención, además se describe la formulación del problema, las justificaciones e hipótesis:

**A nivel mundial** el mejorar continuamente surge desde el año 1950, el investigador norteamericano, Edwards Deming, que compartió muchas conferencias a los ejecutivos de compañías japonesas, para proponerles los atributos del control estadístico. Deming enseñó a los directivos y a los Ingenieros Japoneses a investigar y reducir las variaciones con la aplicación de las cartas de control. Así como también les mostro todos los principios de la idea científica, con el círculo Deming PHVA.

La compañía Johnson Controls destinado a la preparación de trajes para el artículo de la marca Toyota Corolla, empleando el círculo PHVA para disminuir el grado de insuficiencia al término accedido por la institución de Maquiladoras y satisfacer con las demandas y perspectivas de los consumidores, en primer lugar, reconocieron los problemas que causaron la insuficiencia en los trabajadores, entonces se dialoga con los trabajadores y se examinó las insuficiencias en la compañía.

En la población de Ambala en la India, Productivity Improvement in Milk Industry through PDCA Approach- A Case Study. International Journal for Research in Technological Studies, ejecutaron un proyecto para adoptar el mejoramiento continuo de la producción de manufactura de los lácteos empleando el método PHVA, con el objetivo de confrontar las causas de los requerimientos de buena calidad en la manufactura de productos lácteos que piden los compradores. Entonces evidenciamos que el aprovechamiento del Ciclo PHVA contribuye en la superación de muchas fallas en los procesos de la compañía.

**En Latinoamérica** se comienza a establecer a partir de los años de 1980, el periodo total de un procedimiento abarca como mínimo 05 años y que los conocimientos adquiridos se comprenden en un máximo de 07 u 08 años.

En la actualidad entre las compañías más importantes de latinoamericana que empezaron con este procedimiento de mejora continua fueron en, Acería Rio de Janeiro, Winner de México S.A. Grupo Arenas en Colombia y Corporación Aceros Arequipa en Perú. La aplicación permanente del Ciclo PHVA son los pilares fundamentales para generar incremento de producción y rentabilidad.

**En el Perú** todavía no era aguardarse un rendimiento diferente a lo que se sentía ya en todo el mundo, las dificultades se hacían sentir en la sensación económica, y todas las empresas mineras también fueron afectados directa o indirectamente por pertenecer a una cadena de abastecimiento que finaliza por venderlas a los clientes que producen Cobre, las principales empresas, compañías tales como Souther Perú Cooper Corporation, Empresa Minera Cerro Verde entre otras.

La planificación, así como la toma de decisiones con firmeza en datos son componentes esenciales para la calidad y la productividad. Es muy necesario que los investigadores que ejecutan acciones y proyectos de mejora continua emplean tácticas de resolución de problemas, para así lograr buenos resultados en nuestro trabajo por la calidad y productividad, que han argumentado ser bastante útiles para dirigir los esfuerzos y para orientar los análisis. Otra forma de comprender estos errores es aplicar las estrategias y métodos de la calidad y productividad, la razón de esto se debe a que en gran parte la modalidad de enmendar los problemas, la cual es habitual caer en algunos o varios y fomentar que más equipos se implementen para la solución de sus problemas y en la realización de nuevos proyectos de mejora.

**La Unidad Minera Alpamarca**, sostiene las operaciones, en varias etapas desde el siglo anterior, aproximadamente desde el año 1,950 hasta el año 1,983, inicialmente con un procedimiento subterráneo y al final con pequeños tajos abiertos Nito y Don Pablo. El área que abarca las actividades de explotación del tajo abierto es de 64.766 hectáreas. En la actualidad la unidad minera **Alpamarca**, es una Compañía que en sus explotaciones extrae minerales polimetálicos y que sus operaciones lo realizan en el centro del país, y beneficia metales de zinc, plomo, cobre y Plata.

La planta concentradora Alpamarca cuenta con un yacimiento de baja sulfatación (Pb, Zn, Cu y Ag), con una mineralogía regularmente dócil, actualmente tiene como objetivo procesar y superar las 2625 toneladas diarias de tratamiento con un mineral 100% de Tajo. Dentro del proceso de recuperación de los elementos se registran calidades de plata de 125 Oz/TMS. Con una recuperación de 87 a 88% aproximadamente. Dado el compromiso de seguir en el cumplimiento y en la

mejora de nuestros objetivos, se realizan pruebas a nivel laboratorio buscando mantener y mejorar la metalurgia de la plata con las máximas recuperación y calidad de este elemento en el concentrado bulk. Para establecer la importancia relativa de dos variables en la flotación del mineral procesado en la Planta Concentradora Alpamarca: (A) AP-3418 (B) Flottec 8020

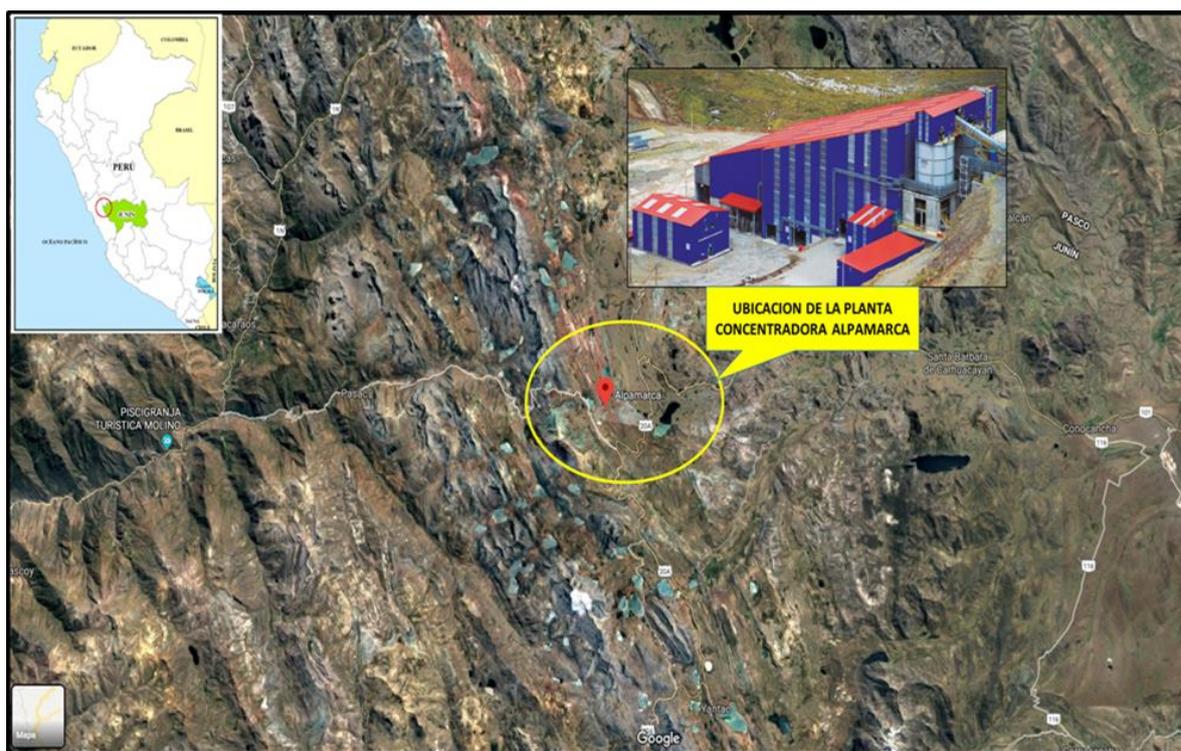
Se justifica el presente trabajo ya que es necesario caracterizar mineralógicamente a este mineral y conocer su respuesta al proceso estándar de flotación y establecer procedimientos y medidas técnicas en caso sea necesario enfocado en realizar pruebas de laboratorio de las variables AP-3418 vs Flottec 8020, para mantener y mejorar la metalurgia de la plata con las máxima recuperación y calidad de este elemento en el concentrado bulk. Este cambio fue estudiado en la inserción de un colector selectivo Flottec 8020, para la flotación de metales con sulfuros de plomo y cobre y deprimir los sulfuros de zinc y hierro en la flotación Bulk, lo cual facilita una mejor selectividad entre el mineral de Plomo y Cobre y las gangas presentes en el mineral, tanto como también en la incrementación de la recuperación de concentrados.

El éxito de la gestión operacional de una planta concentradora depende de una serie de factores relacionados con todos los actores que intervienen en la operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones, en el control de los procesos, y también en la dirección de la organización. Por otra parte, la adecuada interrelación del metalurgista con la mina, en especial con las Áreas de Geología y Planificación, le permitirá anticipar eventuales cambios en las características del mineral que llegará a la planta y diseñar estrategias con los operadores para que la operación y sus resultados no se afecten o, mejor aún, maximizarlos si las condiciones lo permiten. Para controlar debidamente una operación de procesamiento de minerales se debe realizar periódicamente un completo balance de materiales, para evaluar con precisión el rendimiento global de las instalaciones y sus valores de entrada y salida. La información generada facilita el desarrollo de acciones correctivas para alcanzar y permanecer en las condiciones operacionales que entreguen el mayor beneficio económico.

La Misión de la Empresa Alpamarca es como sigue: “Somos una agrupación de mineros de procedencia peruana que busca el máximo valor a sus socios, a través de una excelente operación y de los más buenos estándares de seguridad y conducción del medio ambiente, cooperando al desarrollo de sus personales y de su contexto”.

La Visión de la compañía Alpamarca “Al 2021, llegar a ser una de las compañías más importantes para diversificar en metales base y preciosos, liderar en el desarrollo y una excelente operación, trabajando responsablemente en lo social y con un grupo humano responsable y muy calificado”.

La Ubicación geográfica de la mina Alpamarca se encuentra ubicada políticamente en el Región Junín, Provincia de Yauli, Distrito de Santa Bárbara de Carhuacayan, y geográficamente sobre terrenos superficiales de la comunidad campesina San José de Baños, en la Región central del Perú.

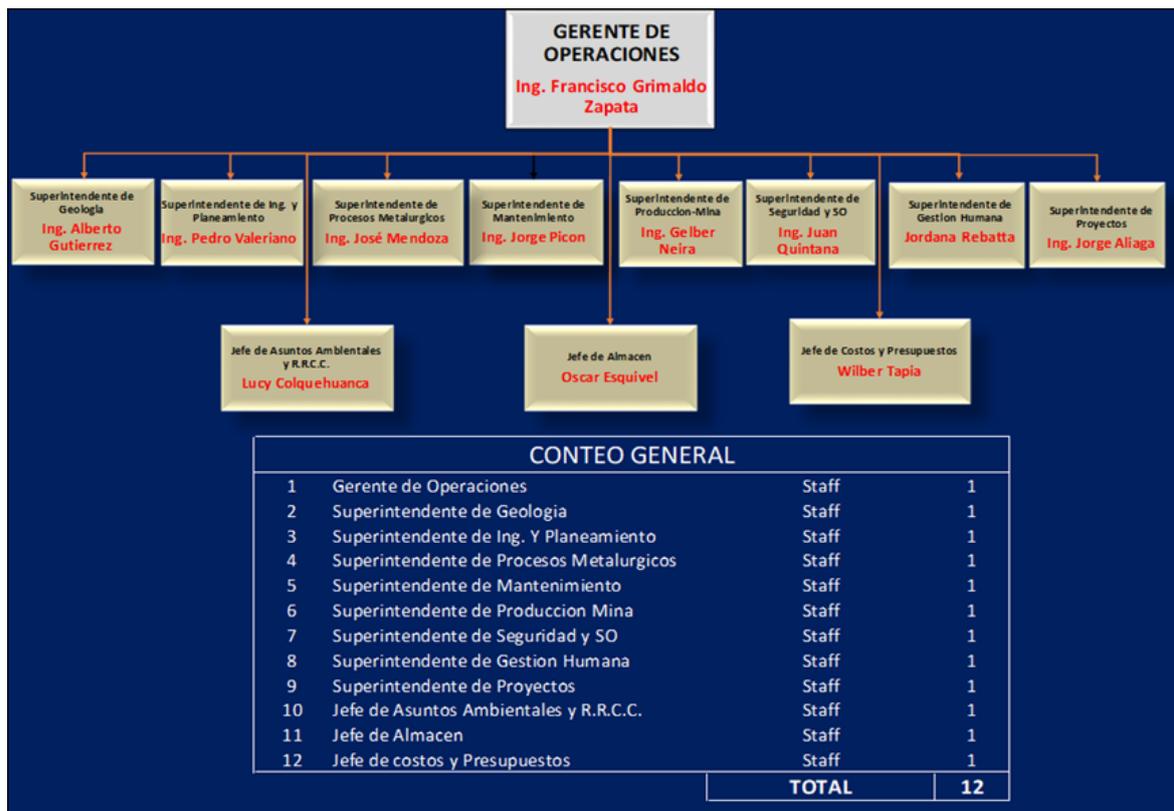


**Figura N° 1.** Ubicación geográfica de la Planta Concentradora Alpamarca.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 1 mostramos la ubicación de La mina Alpamarca que se encuentra ubicada en la meseta intracordillerana de Junín – Cerro de Pasco, a una altitud de 4,470 m.s.n.m. los denuncios están ubicados en el paraje Alpamarca en el extremo oriental de la cordillera occidental de los andes.

La Información del organigrama de la empresa Alparamarca es un esquema organizacional, porque presentan gráficamente la estructura interna de la empresa para visualizar la jerarquía y sus funciones administrativas de la organización y que tienen la relación de las partes entre sí en un todo, y en el análisis de su estructura orgánica solamente contiene los nombres existentes más importantes de cada una de las áreas de la empresa Alparamarca.

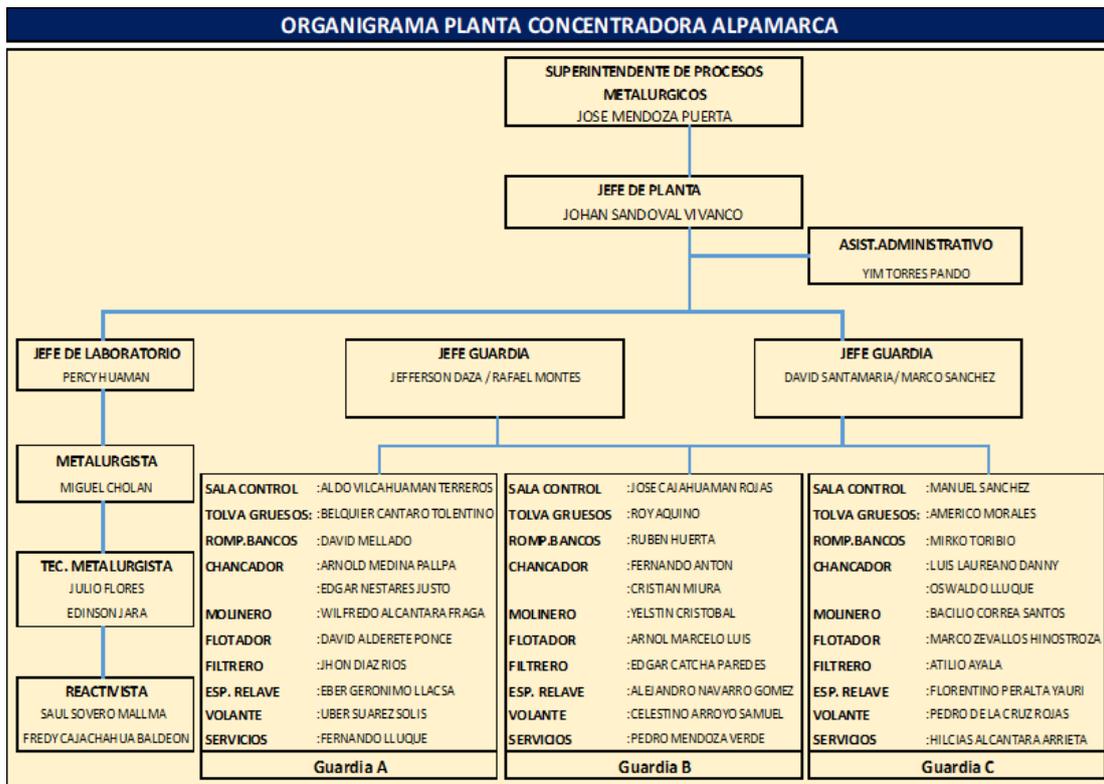
A continuación, presentaremos el organigrama de la empresa Alparamarca:



**Figura N° 2.** Organigrama de la Empresa Alparamarca.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la Figura 2 se tiene 01 Gerente de Operaciones de la compañía Alparamarca, así como también 08 superintendencias: Geología, Ingeniería y Planeamiento, Procesos Metalúrgicos, Mantenimiento, Mina, Seguridad y SO, Gestión Humana y Proyectos, también se cuenta con 03 jefaturas Asuntos Ambientales, Almacén y Costos y presupuestos.

A continuación, presentaremos el organigrama de la Planta Concentradora Alpamarca:



**Figura N° 3.** Organigrama de la Planta Concentradora Alpamarca.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 3 se muestra el Organigrama funcional de la Planta Concentradora Alpamarca, que tenemos 01 superintendente de Procesos Metalúrgicos, 01 Jefe de Planta, 01 Asistente Administrativo, 01 Jefe de Laboratorio Metalúrgico, 02 Metalurgista, 02 reactivistas, 04 Jefes de Guardia y 33 operadores de Planta para las tres guardias.

**El Diagrama de Ishikawa** es un procedimiento gráfico que se interpreta y analiza la correlación entre un efecto (problema) y sus posibles causas. (Gutierrez Pulido 2014, p. 206).

El Diagrama de Ishikawa nos permite determinar un efecto para organizar las causas y variables del proceso, se proyectan hacia la flecha central líneas oblicuas la cual sería la causa principal, a cada flecha oblicua principal se les unen otras flechas secundarias que serían las sub-causas, y en magnitud que hay más niveles, las subdivisiones pueden extenderse.

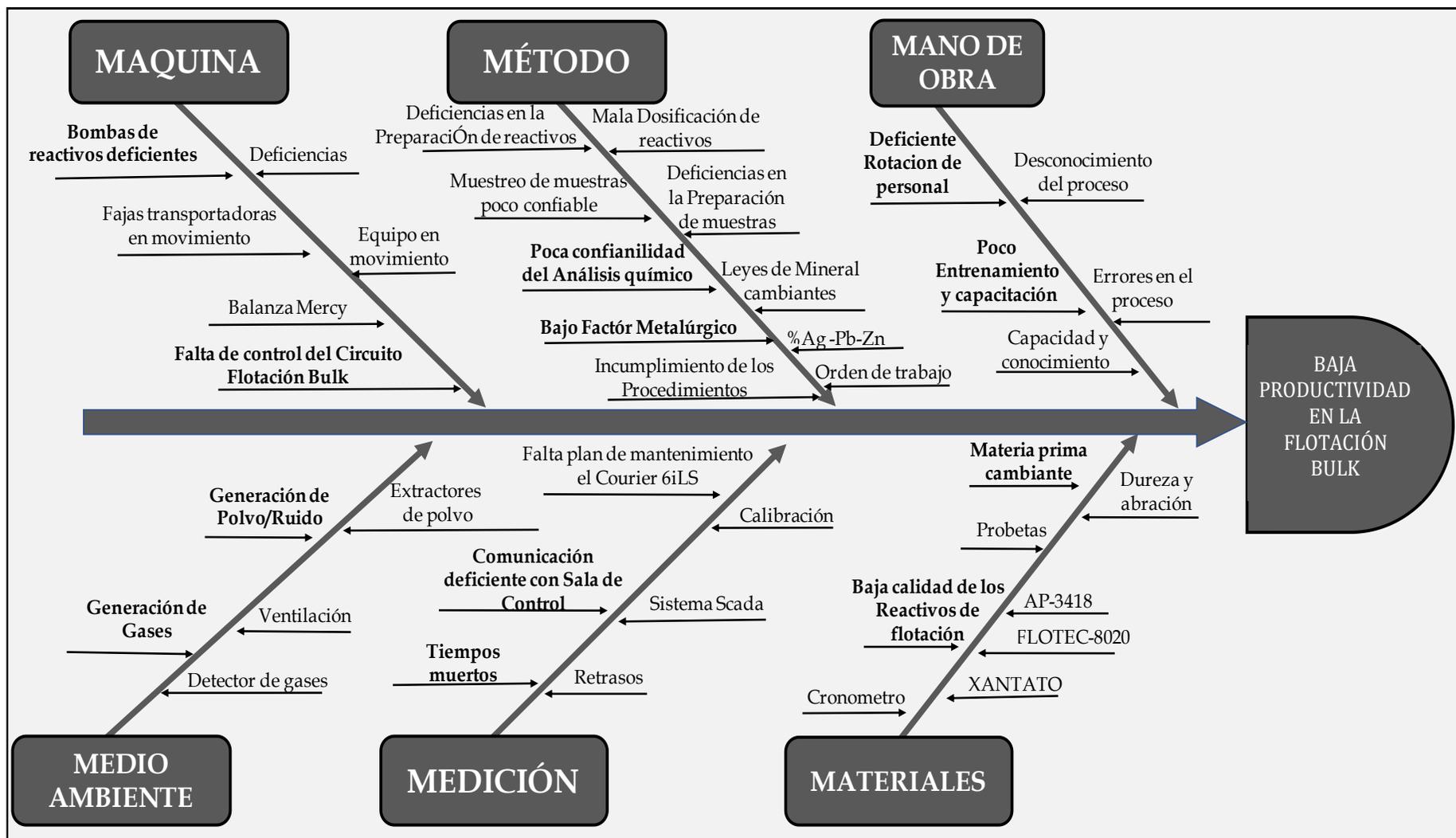


Figura N° 4. Diagrama de Ishikawa causa efecto.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 4, en nuestro diagrama de Ishikawa buscamos reconocer todas las causas o defectos posibles que pudieran estar causando las posibles fallas durante el proceso de la flotación bulk de minerales, ocasionando pérdidas de tiempo y/o incumplimiento de los objetivos planteadas.

Los Principales problemas que causan baja productividad, teniendo identificada la problemática principal, se prosigue al registro de las causas identificadas relacionadas a la Baja Productividad, donde participan miembros del área de laboratorio y planta concentradora que aportaron para la consolidación de ideas bajo el método de lluvia de ideas.

**Tabla 1.** Relación de causa/efecto

| CAUSA / PROBLEMA |  | Datos recolectados |
|------------------|--|--------------------|
| P1               | Deficiente Factor metalúrgico                  | 35                 |
| P2               | Materia Prima cambiante                        | 8                  |
| P3               | Poca confiabilidad del Análisis Químico        | 11                 |
| P4               | Leyes de mineral cambiantes                    | 15                 |
| P5               | Baja calidad de los Reactivos de flotación     | 45                 |
| P6               | Deficiencias en la Preparación de reactivos    | 14                 |
| P7               | Mala Dosificación de reactivos                 | 28                 |
| P8               | Bombas de reactivos deficientes                | 9                  |
| P9               | Muestreo de muestras poco confiable            | 5                  |
| P10              | Deficiencias en la Preparación de muestras     | 7                  |
| P11              | Fajas transportadoras en movimiento            | 3                  |
| P12              | Falta de control en el Circuito flotación bulk | 38                 |
| P13              | Deficiente Rotación del personal               | 2                  |
| P14              | Poco Entrenamiento y capacitación              | 6                  |
| P15              | Comunicación deficiente con Sala de control    | 2                  |
| P16              | Falta plan de Mantenimiento del Courier 6iLS   | 5                  |
| P17              | Tiempos muertos                                | 2                  |
| P18              | Incumplimiento de los Procedimientos           | 2                  |
| P19              | Generación de gases                            | 4                  |
| P20              | Generación de ruido/polvo                      | 4                  |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 1 adjuntamos una lista detallada de todos los problemas que pudieran estar causando posibles fallas o causantes de la baja productividad durante el proceso de flotación bulk de minerales para luego identificar las posibles causas o defectos principales para su posterior control.

La Tabla de Frecuencias es un instrumento donde se organiza los datos de referencia de valores más bajos hasta los valores más altos con límites ya fijados por cada barra. Ya que también nos indica de como ordenar los valores o datos que se nos presentan numéricamente desde un grupo de resultados o muestra.

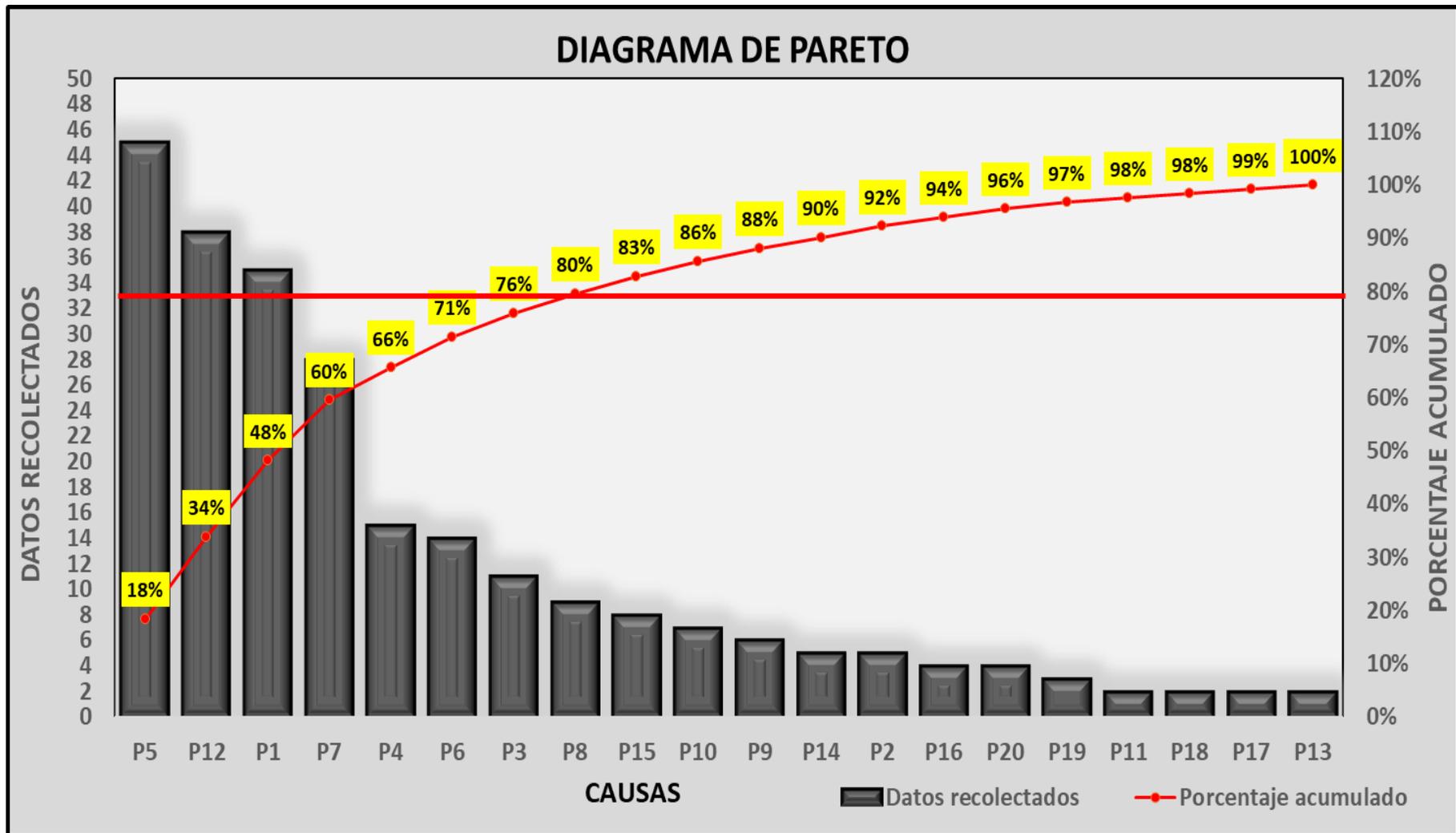
**Tabla 2.** Tabla de frecuencias

| Causa Problema | Frecuencia | Frecuencia Acumulada | Porcentaje  | Porcentaje Acumulado |
|----------------|------------|----------------------|-------------|----------------------|
| P5             | 45         | 45                   | 18%         | 18%                  |
| P12            | 38         | 83                   | 16%         | 34%                  |
| P1             | 35         | 118                  | 14%         | 48%                  |
| P7             | 28         | 146                  | 11%         | 60%                  |
| P4             | 15         | 161                  | 6%          | 66%                  |
| P6             | 14         | 175                  | 6%          | 71%                  |
| P3             | 11         | 186                  | 4%          | 76%                  |
| P8             | 9          | 195                  | 4%          | 80%                  |
| P15            | 8          | 203                  | 3%          | 83%                  |
| P10            | 7          | 210                  | 3%          | 86%                  |
| P9             | 6          | 216                  | 2%          | 88%                  |
| P14            | 5          | 221                  | 2%          | 90%                  |
| P2             | 5          | 226                  | 2%          | 92%                  |
| P16            | 4          | 230                  | 2%          | 94%                  |
| P20            | 4          | 234                  | 2%          | 96%                  |
| P19            | 3          | 237                  | 1%          | 97%                  |
| P11            | 2          | 239                  | 1%          | 98%                  |
| P18            | 2          | 241                  | 1%          | 98%                  |
| P17            | 2          | 243                  | 1%          | 99%                  |
| P13            | 2          | 245                  | 1%          | 100%                 |
| Total          | <b>245</b> |                      | <b>100%</b> |                      |

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 2 organizamos los datos de las diferentes causas/problemas que se detallan, actividades con mayor continuidad y las actividades con menor frecuencia, logrando un porcentaje, y al mismo tiempo se obtiene los resultados de los problemas que generan una declinación en la productividad, siendo las causas vitales representadas por las primeras 8 causas que tienen mayor relevancia puesto que tienen mayor impacto en la baja productividad representando el 80%.

**Diagrama de Pareto** es un instrumento de muestra gráfica que reconoce los problemas más considerables, en función a su frecuencia de acaecimiento, y accede constituir las preferencias de participación. (Camison, Cruz y Gonzales 2006, p. 1234).



**Figura N° 5.** Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración Propia.

Como mostramos en la figura 5, afirmamos y deducimos que la mayor parte de las causas detectadas son 8 que son los siguientes: 1. Baja calidad de los Reactivos de Flotación, 2. Falta de control en el Circuito de flotación bulk, 3. Deficiente Factor metalúrgico, 4. Mala Dosificación de reactivos, 5. Leyes de mineral cambiantes, 6. Deficiencias en la Preparación de reactivos, 7. Poca confiabilidad de los Análisis Químico, 8. Bombas de reactivos deficientes.

En relación con el planteamiento del problema es la definición esencial y concreto de nuestra investigación que realizamos por método de preguntas, encuestas piloto, lecturas, entrevistas, entre otros. La función de la planeación del problema se fundamenta en liberar al investigador si el proyecto de investigación es factible, dentro de los tiempos y los recursos disponibles. (Reyes y Boente 2019, p. 19).

Al formular el problema planteamos que el presente Trabajo de investigación es mantener y mejorar el Factor Metalúrgico de la plata con las máximas recuperación y calidad de este elemento en el concentrado bulk, de la flotación Bulk. Realizando pruebas de laboratorio de las variables AP-3418 vs Flottec 8020, para optimizar la recuperación de plata en un 2 a 3 puntos porcentuales más sobre los resultados actuales en el concentrado bulk, en la Planta Concentradora Alpamarca, lo que constituye un importante crecimiento en la productividad y más ganancias para la empresa Alpamarca.

Las Metas en los incrementos de productividad y la recuperación de los valores de plata, nos permitirá mantener una posición como uno de los productores de plata más importantes en el mundo, para aumentar más el rendimiento de nuestra compañía, haciéndolas más competitivas.

El Problema General propuesto para el estudio de investigación es como sigue: ¿En qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la productividad del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021?

Los problemas específicos planteados para el estudio son los siguientes:

PE 1: ¿En qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la eficiencia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021?

PE 2: ¿En qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la eficacia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021?

Respecto a la Justificación de la Investigación es la parte de su tesis o trabajo de investigación donde se manifiesta el porqué del estudio, la capacidad de su realización. Consiste en señalar las razones de validez que tiene el investigador para el estudio del problema, porque se realiza el estudio y a quien favorece. (Reyes y Boente 2019, p. 34).

La Justificación práctica es la aplicación de la investigación, su importancia en la sociedad, quienes se favorecen de esta, ya sea una organismo o grupo social. (Reyes y Boente 2019, p. 35).

En tal sentido se mejoró el Factor Metalúrgico de la plata con las máximas recuperación y calidad de este elemento en el concentrado bulk, de la flotación Bulk. Realizando pruebas de laboratorio de las variables, AP-3418 vs Flottec 8020, para optimizar la recuperación de plata en un 2 a 3 puntos porcentuales más sobre los resultados actuales en el concentrado bulk, lo que constituye un importante incremento en las utilidades para la Empresa.

La Justificación teórica está enfocado en mostrar las razones teóricas que justifican la investigación, es decir, determinar toda la sabiduría que brindara el trabajo sobre el objeto investigado. (Reyes y Boente 2019, p. 34)

Con la aplicación del Ciclo Deming, se tiene como objetivo seguir incrementando su rentabilidad y teniendo en cuenta el valor de la plata, donde el precio de la plata en el mercado mundial se encuentra en una constante alza, la planta concentradora Alpamarca trata de optimizar sus procesos sobre todo en cuanto se refiere al incremento de las recuperaciones de Plata en el concentrado bulk, por ende, incrementar la productividad para ser una planta concentradora más competitiva.

En tal sentido se aporta al conocimiento ya que mediante el uso del ciclo de Deming se mejora la productividad siendo relevante las fuentes teóricas utilizadas ya que favorecieron el uso de los indicadores con los cuales se pudo comprobar las mejoras en la empresa.

La Justificación metodológica es el aporte de la investigación de otras investigaciones, así como el proyecto empleado. (Reyes y Boente 2019, p. 35).

Al respecto el estudio es válido como fuente de referencia a otras investigaciones, hallando información sobre Ciclo de Deming y cómo aplicarla en el rubro empresarial. Comprobando su autenticidad se empleará en otros trabajos de investigación. Asimismo, se hicieron instrumentos específicos y mediante las mediciones previo procesamiento se comprobó la validación de las hipótesis que reafirma la mejora planteada.

También tiene justificación social ya que se atiende necesidades de aspecto operativo que favorece a nivel social ya que las condiciones favorables en las labores aseguran el cumplimiento y al mismo tiempo permite lograr objetivos empresariales para fortalecer su consolidación en el entorno empresarial.

La Hipótesis de la investigación de acuerdo con la etapa primordial de la investigación, fundamento sin el cual no se realizará un trabajo de investigación. Su estructura debe componerse de acuerdo con las partes del argumento, que son premisa mayor, premisa menor y conclusiones. La hipótesis del trabajo debe ser concebida como una aproximación a la realidad y su planteamiento debe hacerse en el entorno de la experiencia, con el soporte en la teoría. Sin el planteamiento de una hipótesis no existiría una investigación. (Reyes y Boente 2019, p. 26).

Se desarrolló la formulación de la Hipótesis General denominada: La Aplicación del Ciclo Deming incrementa significativamente la Productividad del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

Las Hipótesis específicos planteados para el estudio son los siguientes:

HE 1: La Aplicación del Ciclo Deming incrementa significativamente la eficiencia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

HE 2: La Aplicación del Ciclo Deming incrementa significativamente la eficacia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

Los objetivos de la investigación deben manifestarse con franqueza para prevenir algunos desvíos durante el desarrollo de la investigación cuantitativa y ser capaz de lograr; es el camino del estudio y hay que tenerlos en cuenta durante todo su desarrollo. Ciertamente, los objetivos que se determinan se requieren ser congruente entre sí.

El objetivo general debería plasmar la originalidad de la planificación del problema y la sensación manifestada en el nombre del proyecto de investigación, y los objetivos específicos se desglosan del general y deberían ser planteados de forma que estén dirigidos al éxito del objetivo general. (Reyes y Boente 2019, p. 24).

El Objetivo General del proyecto es: Determinar en qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la Productividad del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

Los Objetivos específicos planteados para el estudio son los siguientes:

OE 1: Determinar en qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la eficiencia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

OE 2: Determinar en qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la eficacia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En principio de esta investigación se localiza algunos antecedentes encontrados de los estudios realizados y que lo referencian de la siguiente manera:

### **Antecedentes Internacionales:**

Campaña Figueroa (2013), su trabajo denominado: “Plan de mejora continua de los procesos productivos para reducir los defectos en los productos lácteos elaborados por la Pasteurizadora San Pablo”. El proyecto tuvo como objetivo general, estudiar el crecimiento productivo ineficiente y su dominio en la concepción de las deficiencias en los productos lácteos producidos por la Pasteurizadora San Pablo. Se planteó un objetivo de incremento de un 62.7% y un indicador de 0.026% de artículos defectuosos, lo cual se logró o tal vez superado con éxito a través de la planificación del proyecto de mejoramiento del desarrollo productivo empleando el modelo Deming, y con la incorporación de un proyecto fundamental.

Se proyectaron 10 indicadores de calidad para observar el progreso del plan de mejoramiento continuo, 7 indicadores permitieron corroborar que aumentaron o controlado un problema. Mientras 3 indicadores afirman que no se ha bajado todos los defectos. En el plan actual a través de un balance se estimó que se redujo la cantidad de los defectos de los artículos lácteos.

Tinco Mendoza (2018), en su trabajo denominado: “Diseño de un sistema automático de dosificación de reactivos en la Empresa Pionner Mining”. La investigación tuvo como objetivo general, esquematizar un sistema automático de dosificación de reactivos y monitoreo de pH, del proceso de la flotación en la recuperación de minerales caso, empresa minera Pionner.

Se logró cumplir dicho objetivo de diseñar un sistema automático de dosificación de reactivos para la empresa Pionner Mining.

Las pruebas realizadas en el prototipo para la dosificación de un reactivo a través de la bomba peristáltica fueron satisfactorias, obteniendo un error aproximado de  $\pm 2$ [ml], y esta variación puede ser subsanada con la implementación de un flujómetro.

El nuevo sistema de dosificación de reactivos se estimó una mejora del proceso en la recuperación de concentrados de mineral, el resultado de la eficiencia del procedimiento dependerá mucho de la selección de la mejor fórmula de reactivos a utilizar.

Dides Zaror (2018), en su trabajo denominado: “Productividad en la gran Minería del Cobre en Chile del diagnóstico a los planes de acción”. La investigación tuvo como objetivo general, proyectar un método que admita extender proyectos de operaciones precisos para incrementar la producción, a partir de las advertencias del aprendizaje de la (CNP), organizadas como gestionables por las compañías, para casos específicos de las compañías mineras a nivel nacional.

La metodología fue aprovechada en forma victoriosa en la minera Resplandor, para la sugerencia de la (CNP) de acrecentar la adhesión y realización de programas, reconociendo una brecha en la extracción de la mina que interpreta un beneficio potencial de US\$72m. La práctica de la metodología accedió producir planes de acción, que, en caso de ser implementados, proporcionarían rentabilidades estimados por US\$26m. Adicionalmente, el crecimiento de este caso aceptó desarrollar descubrimientos considerables de los cuales se desprenden algunas sugerencias, tales como, integrar la metodología DAPA en el ciclo del proyecto fundamental de la empresa.

### **Antecedentes Nacionales**

Paye Vilcanqui (2018), su tesis denominada: “Aplicación del ciclo Deming para mejora de la productividad en el área de producción en la empresa Envases y Envolturas S.A.” La investigación tuvo como Objetivo General, diagnosticar como el empleo del Ciclo Deming incrementa la Productividad en el área de Producción en la compañía Envases y Envolturas S.A.

Se llegó a una definición, que al implantar el círculo Deming se puede analizar el crecimiento en un 18,21% de productividad. Anterior a la aplicación del círculo Deming la compañía obtenía una productividad de 52,42% y, después de la implementación, la empresa obtuvo un crecimiento de un 70,63% de productividad, con esto se llega a realizar el objetivo del propósito del proyecto.

Se especifica que hubo incremento significativo en la Eficiencia, de un 69,67% antes de implementar el círculo Deming a un 77,13%, con ello se llega a satisfacer las expectativas del consumidor y continúa progresando hasta llegar a la complacencia esperada.

Se especificó que hay un incremento significativo en la Eficacia, de un 74,92% antes de implementar el círculo Deming a un 91,50%, con ello se llega a satisfacer el proyecto planificado y refleja el mejoramiento de la productividad.

Canchari Huamani (2018), en su tesis denominado: “Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de producción, empresa CONCREMAX S.A. Lurín, 2018”. La investigación tuvo como objetivo, Definir en qué magnitud la práctica del círculo Deming incrementa la productividad en el área de producción, empresa Concremax S.A. Lurín, 2018.

Por su esencia, el proyecto fue aplicada, cuyo diseño de investigación fue cuasiexperimental. La población estuvo constituida por la elaboración de concreto, de cuya indagación se consigue los formularios de recolección de datos, los cuales se tomarán a diario y se consolidarán por semanas con una duración de 16 semanas antes y después de la aplicación del círculo Deming.

A través del método de análisis de campo, se tuvo entrada a la documentación necesaria de la compañía, y el estudio y proceso de los datos se realizó con la ayuda del software SPSS versión 22, pudiendo argumentar que los datos procesados tenían una práctica frecuente y estaban paramétrico, con conclusiones significativos para la productividad, eficiencia y efectividad de 0.000, por lo que se rechazó la hipótesis nula admitiendo la hipótesis alternativa, logrando al mismo tiempo un incremento de la productividad del 34,41%, 24,82% y 19, 01%.

Daga Chamorro (2017), en su tesis denominado: “Aplicación del ciclo de Deming para incrementar la productividad del área de chancado en una minera que extrae oro, Perú - 2016”. La investigación tuvo como objetivo, Definir como el círculo Deming incrementa la productividad del área de chancado en una minera dedicada a la extracción de oro, Perú - 2016.

La presente investigación su diseño fue preexperimental porque deliberadamente manejamos una variante para investigar las consecuencias que ocurrieron en otra

variante mediante tarjetas de advertencias validadas por el experimento y recolectando datos en la planta concentradora, el muestreo es por tanto la población en cantidad 12 datos, toneladas de los 12 meses del año 2016, extraídos de dos (02) chancadores cónicos MP-800.

La producción de chancado incrementó significativamente después de aplicar el círculo Deming, pasando de una media de 2445.79 en el primer semestre del 2016 a una media de 2660.44, subiendo un 8%

Con la aplicación del círculo Deming al área de chancado secundario en una compañía que extrajo oro incrementó favorablemente la eficiencia del área, incrementando de una media de 93.94 a 100.69 con un porcentaje de 7%.

La eficacia del área de chancado incrementó favorablemente al aplicar el círculo de Deming en la empresa de oro donde se realizó la investigación. Pasando de una media de 74.49 a 86.97. aproximadamente 16%.

Noreña Duran (2018), en su tesis denominado: “Influencia del Colector Flottec 8020 para mejorar la calidad del Concentrado de la Flotación Bulk en la Empresa Minera Nexa Resources S.A.C. - Unidad El Porvenir – Pasco 2018”. La investigación tuvo como objetivo general, Determinar la influencia del colector Flottec 8020 para el mejoramiento del grado del concentrado de la flotación bulk en la Compañía Minera Nexa Resources S.A.C. - Unidad el Porvenir – Pasco 2018.

En el trabajo de investigación, se ejecutó ensayos de flotación Bulk a nivel laboratorio, usando el Colector FLOTTEC 8020, con la intención de descubrir un colector determinado para el circuito de flotación Bulk y sustituir el colector que se viene utilizando el Aero Phine 3418.

Se ejecutó 8 ensayos de laboratorio con procedimientos de flotación estándar y usando uso del Colector Flottec 8020, entre los meses de mayo y junio, consiguiendo valores de recuperación de los metales por encima del estándar.

Como el estadístico P-valúe es 0,1102 es el dato más accesible a cero, este cae en la parte de rechazo, lo cual nos señala que debemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna. Por lo tanto, decimos que el colector Flottec 8020 posee influencia en la recuperación de la flotación bulk, con un nivel de significancia del 84,882%.

Gavancho Valderrama y Jimenez Carhuamaca (2018), en su tesis denominado: "Optimización del circuito de flotación de Pb-Ag modificando la concentración del colector AP-3418 en la Planta Concentradora Lincuna 2018". La investigación tuvo como objetivo general, Optimizar el circuito de flotación de Pb - Ag mediante métodos, de la Planta Concentradora Lincuna.

En estos tiempos las técnicas de mejoramiento sobre un proceso nos implican a examinar el total de los procesos como la adición de cada uno de esos procesos, tal como dice la suma de todo es superior que las partes, el tema organización para cambiar algunos procedimientos de un reactivo es muy atrayente y una consecución que muchas compañías no se arriesgan. Al examinar los procedimientos en exclusiva intensidad el balance metalúrgico es tolerable ya que se cumplió con lo planificado mensual que es de una calidad de 60% en el Pb y 45% en el Zn. En cuanto a las recuperaciones son las planificadas en la Ag es de 87.5% en el Pb es de 92% y en el Zn es de 85%. Con esta especificación observamos que nuestro trabajo de investigación cooperará al mejoramiento en los procedimientos y repercutirá para la tranquilidad de la compañía.

El ciclo de DEMING es parte de la mejora Continua es la secuencia de una manera ordenada de aplicar y desarrollar los procedimientos, determinando causas y limitaciones, proponiendo nuevas alternativas y trabajos de mejoras, dirigiendo una planificación, analizando y profundizando de las consecuencias logrados luego normalizando los resultados eficientes para planificar y examinar el reciente nivel de cumplimiento. (Gutiérrez Pulido 2014, p. 64).

La Mejora Continua, es una teoría muy importante para tratar de optimizar e incrementar la calidad de un producto, del proceso productivo. Es aplicada directamente en todas las empresas de producción o manufactura, debido a las oportunidades con la necesidad principal y constante de minimizar costos de mano de obra y producción, logrando siempre mejorar la calidad del producto final. Como se sabe, todos los recursos económicos alcanzados son limitados y en el mundo de la globalización cada vez más competitivos en nivel de costos, entonces será necesario para una compañía de producción tener algún sistema que le permita siempre mejorar y optimizar.

La Mejora Continua al ser un sistema de mejora, nos da a conocer que es algo ya establecido y conocido por todas las empresas, donde lo están aplicando la mejora continua, entonces se describe las siguientes características:

- **Un proceso acreditado:** Nos permite que todos los involucrados o los integrantes de dicho proceso lo tengan muy claro y lo comprendan, así como también lo apliquen de la misma manera y continuamente.
- **Procedimiento de medición:** Se espera llegar a una conclusión y ver si los resultados esperados de este proyecto se logran como lo plantearon.
- **Participación:** de todos que conforman el equipo de la investigación de forma directa con este proyecto, para que este grupo de personas en el futuro debatir y hacer frente en el día a día con las fortalezas y debilidades.

En resumen, la Mejora continua viéndolo desde este punto de vista, es una de las mejores formas de aplicarla para hacerlo más provechoso y muy agradable nuestro día a día el trabajo. Tiene una gran ventaja en lo personal de una manera simple basándonos únicamente en el Ciclo de Deming. La mejora continua puede emplearse también en maquinarias, materiales, insumos, producción, medio ambiente, calidad y personas en general. Es una herramienta muy útil, para implantar acciones y soluciones de mejora con la aplicación del ciclo de Deming PHVA.

El Ciclo PHVA es un proceso específico para llevar a cabo acciones que favorecen solucionar un problema específico o establecer un concepto de mejora. (Cadena Chávez 2018, p. 83).

El ciclo PHVA es un procedimiento que, junto con la metodología de resolución de causas accede a la obtención del mejoramiento de la calidad en cualquier procedimiento de la empresa. Considera un método para acrecentar día a día y su uso será muy provechoso en la gestión de los procesos. (Camison, Cruz y Gonzales 2006, p. 875).

El Ciclo Deming PHVA, es muy beneficioso para implementar nuevos proyectos de mejora continua, calidad y productividad en todos los niveles jerárquicos de la compañía u organización. Desarrollando de una manera objetiva y profunda una

investigación planeada, en principio aplicando en pequeñas escalas, luego se realiza el estudio y la verificación de los resultados esperados, en consecuencia, la aplicación de este ciclo lo hacemos muy útil para obtener las mejoras mediante diferentes formas o métodos, para cumplir correctamente el ciclo PHVA, es clave fundamental utilizar las herramientas básicas y cumplir con todos los pasos recomendados para la ejecución de un proyecto.



**Figura N° 6.** Ciclo PHVA.  
Fuente: Elaboración Propia.

Las etapas del ciclo PHVA son:

**Planear** en este paso es determinar los objetivos y resolver los procedimientos a emplear para lograr el propósito estudiando la situación actual. (Camison, Cruz y Gonzales 2006, p. 878).

$$\text{Selección de problemas} = \frac{TPC}{TPI} \times 100$$

Donde: *TPC*: Total de problemas criticos

*TPI*: Total de problemas identificados

En esta etapa Planear, seleccionar la oportunidad de mejora, debemos dejar en claro cuál es nuestro objetivo y que queremos alcanzar, que método es el más práctico para lograrlo, identificar la situación por lo que está pasando la empresa mediante el análisis y la observación de datos para proponer los objetivos planteados.

En la planeación debemos adjuntar el análisis de causas/efectos, después identificar las fallas principales o potenciales, así como los problemas de la situación actual al estudio, realizando acciones correctivas.

**Hacer** en este paso se fundamenta en poner en práctica las instrucciones constituidas en la fase de planificación. (Camison, Cruz y Gonzales 2006, p. 878).

$$\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{SO}{TSP} \times 100$$

Donde: *SO: Soluciones optimas*

*TSP: Total de soluciones planteadas*

En esta etapa Hacer, proponemos realizar unas pruebas piloto para comprobar resultados favorables, para después realizar los cambios a gran escala, se busca llevar a cabo los cambios y las actividades programadas con los objetivos de la fase anterior, se debe dar el entrenamiento a todas las personas para mejorar su desempeño en las actividades de sus respectivas áreas de trabajo a la que pertenecen, para el cumplimiento de las metas trazadas.

**Verificar:** En este paso se confirma si el procedimiento se está realizando a cabo acorde a lo planeado en la primera etapa. En definitiva, se trata de constatar las conclusiones y ver si los procedimientos han ido bien. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 878).

$$\text{Comprobar resultados} = \frac{RAc}{RAn} \times 100$$

Donde: *RAc: Resultados actuales*

*RAn: Resultados anteriores*

En esta etapa Verificar, es donde diagnosticamos todos nuestros resultados de la metodología de investigación aplicada, se debe observar los resultados planteadas de nuestros objetivos en caso fueron resultados favorables obteniendo mejoras que favorecen a la empresa, de no ser la óptima, se regresará a la etapa planificar en donde nuevamente se buscará las soluciones y alternativas, para la aplicación de esta situación se realizará nuevos planteamientos de solución para proponer

nuevos objetivos, iniciando nuevamente el ciclo aplicando los cambios ya planteados hasta obtener resultados aceptables.

**Actuar:** en esta fase se podrían dar dos situaciones diferentes:

- **Se ha logrado el objetivo:** En esta ocasión, se considera el triunfo con moderación y las intervenciones irán en la recta de estandarizar los procedimientos y constituir las condiciones que aprueban mantenerlo.
- **No se ha logrado el objetivo:** En esta ocasión, una vez descubiertas las posibles irregularidades en los procedimientos y los problemas que las producen, se procede a su eliminación. Hay que empezar un nuevo ciclo PDCA, comenzando nuevamente por la etapa Plan. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 879).

$$\text{Estandarizar} = \frac{PAE}{PT} \times 100$$

*Donde: PAE: Proceso de adecuación de estándares*

*PT: Procesos totales*

En esta etapa Actuar, realizamos todas las modificaciones existentes que se quisiera hacer, para incluirlo en los procesos de mejorar continuamente adecuándose a las estrategias planteadas, donde se comprueban de lo que aplicamos nuestras observaciones planteadas para cumplir con los resultados esperados, para después realizar toda la documentación y estandarización resaltando todos los cambios y las lecciones aprendidas durante el proyecto.

En conclusión, se analizan el desempeño de muchas organizaciones sobre las desviaciones de sus funciones establecidas por el círculo Deming PHVA. la implementación del Ciclo Deming PHVA es una contribución, para aplicar sobre todos los procesos y no aplicar sobre el talento humano. Con frecuencia las empresas acusan a sus trabajadores por los malos resultados obtenidos, cuando en realidad hay fallas durante el proceso, por esa razón, la gran importancia que debe tener la gerencia de la empresa, para buscar estrategias y alternativas para continuar liderando en el mercado internacional para ser rentables.

En relación con los artículos científicos respecto al Ciclo de Deming se tiene los siguientes:

Según Chen y Li (2019), precisaron que el ciclo incluye principalmente cuatro etapas: planificación, implementación, inspección y procesamiento. Es relevante para plantear mejoras en una organización y que favorece el desarrollo empresarial.

Así mismo Nikolaevich, Evgenevna y Vladimirovna (2015), manifestaron que la calidad de los productos alimenticios, productos agrícolas y agua potable se prevé tengan un proceso de mejora continua porque representan una forma de mejorar el servicio.

De acuerdo a Alauddin y Yamada (2019), mencionaron que es una filosofía para que a dirección empodere a toda la organización y animar a cada individuo a contribuir y participar en la mejora de la organización y mejoramiento.

Para Nguyen y Tran (2020), mencionaron que, aumentando la satisfacción del cliente con producto, sino también en la mejora de los beneficios económicos de una empresa.

Según Chen, Kumar y Basso (2018), mencionó que: hay tres tipos de cambios: evolutivos cambio, cambio revolucionario y cambio en el proceso de evolución. Por lo que el ciclo de Deming es una herramienta válida para mejorar la organización.

Según Alauddin y Yamada (2019), mencionaron que toda la organización y animar a cada individuo a contribuir y participar en la mejora de la organización y mejoramiento.

De acuerdo a Becerra Lois, Andrade Orbe y Diaz Gispert (2019), manifestaron que Este método para controlar y mejorar la cadena de suministro del proceso de gestión o los hábitos de la empresa consisten en repetir cuatro pasos de manera que se logre mejoras significativas.

Así mismo Pérez Gao Montoya (2017), manifestó que la mejora continua se asocia a la calidad siendo vital en entidades dedicadas al sector industrial en el rubro de confecciones establecer programas de mejoramiento en los diversos procesos productivos.

Para Becerra Lois, Andrade Orbe y Diaz Gispert (2019), precisó que el sistema de mejora continua abarca a diversos tipos de entidades, tal es el caso que en el sistema universitario la mejora continua hace posible un mejor servicio en cuanto a labor docente y administrativa, lo cual asegura una buena calidad.

De acuerdo a Salazar garces, Mora sánchez y Romero black (2020), manifestaron que en el sector industrial las constantes variaciones reflejan una mala calidad. Es preciso que se tenga constancia en el sistema que asegura la calidad mediante el Ciclo de Deming.

En relación con la productividad, se tiene que:

La productividad es el mejoramiento constante del procedimiento, más que trabajar apresurado se trata de trabajar mejor. (Gutiérrez Pulido 2014, p. 20).

$$Productividad = Eficiencia \times Eficacia$$

La productividad es el nivel productivo con que se utilizan los recursos disponibles para lograr objetivos definidos. (García Criollo 2005, p. 09).

$$Productividad = \frac{Eficacia}{Eficiencia} = \frac{Valor \rightarrow Cliente}{Costo \rightarrow Productor}$$

La Productividad es una condición específica que lo acredita según la capacidad de producción de la empresa, para realizar la transformación de la materia prima a una producción de bienes y servicios que se brinda a los asistentes en general. En la sección de procesos de una compañía que se considera como el corazón de esta, y si la actividad de esta sección presenta fallas durante el proceso, toda la empresa deja de ser productiva. Y si consideramos que las secciones de procesos como el corazón de una compañía industrial, los trabajos de campo, la metodología de estudio de tiempos y los salarios son el corazón del grupo de la producción.

Cuando se considera el tema de la productividad, debemos tener siempre en mente la ratio o el factor de productividad, es sólo una expresión de una situación de producción que corresponde a una determinada clase. La productividad es la fuerza productiva, la productividad son expresiones de los seres humanos.

La importancia de la Productividad es el principal beneficio en rentabilidad, para obtener mayor incremento de la productividad, se debe tener en cuenta que es el dominio del público objetivo. Es muy posible alcanzar una producción en lo posterior, utilizando semejantes recursos o pocos recursos, para que el grado de calidad de la vida puede incrementarse, el panorama de costos puede convertirse más considerable optimizando la productividad. Utilizar apropiadamente los recursos naturales disminuye los desperdicios y contribuye a conservar los recursos limitados o más costosos. Sin un incremento de la productividad que los equilibre, todos los aumentos de salarios, en los demás costos y en los precios sólo representarían una mayor inflación.

Para este proyecto la productividad se define como los objetivos de una estrategia de procesos y la manera en que se alcanzó la productividad, es decir tiene correlación con los objetivos de la compañía y mejora el clima laboral entre los trabajadores, para lo cual deben considerarse todos los recursos deteriorados para obtener las metas y los resultados. La fórmula de productividad está definida por el porcentaje de eficiencia por la eficacia.

Según artículos científicos de la productividad tenemos:

Según Jha, Prasad y Kumar Singh (2017), precisaron que, La productividad se ha considerado como una relación de salida a entrada de un gran número de profesionales procedentes de diferentes disciplinas

Para Hanaysha (2016), en su artículo precisó que La productividad de los empleados es una evaluación de la eficiencia de un trabajador o grupo de trabajadores, tal que afecta directamente las ganancias de la empresa.

De acuerdo a Attaran, Attaran y Kirkland (2019), mencionaron que la importancia de las tecnologías inteligentes en el lugar de trabajo cubre algunos de los beneficios potenciales que favorecen la mejora de la productividad en las organizaciones.

Así mismo George (2017), precisó que mejorar la productividad es relevante en el desarrollo económico y los estándares de calidad en la vida en diversos países del mundo, por lo que es preciso regularla y mejorarla constantemente.

Las dimensiones de productividad se consideran:

Eficiencia es la correlación entre el producto logrado y las técnicas empleados, así como también ajustar la optimización de los recursos y pretender que no haya despilfarro de los recursos. (Gutiérrez Pulido 2014. p. 20).

Eficiencia es la capacidad utilizable en horas/hombre y horas/máquina para conseguir la productividad. Modo que se utiliza los recursos de la organización: personal, materia prima, tecnología. Se consigue cuando se logra el producto ansiado con menos insumos. (García Criollo 2005, p. 19).

$$\text{Porcentaje de Eficiencia} = \frac{CU}{CD} \times 100$$

Donde: CU: Capacidad usada

CD: Capacidad disponible

La Eficiencia es la señal más empleada para definir los recursos o cumplimientos de gestiones en dos aspectos:

- Cantidad de requerimientos que se usan y cantidad de requerimientos que se estiman.
- Nivel en que son aprovechados los recursos usados, modificadas a productos.

Se entiende que la eficiencia se da cuando se aplican pocas proporciones de los recursos, para lograr un mismo objetivo, de lo contrario, cuando se obtienen buenos resultados realizando uso de los mismos recursos o menos recursos.

Eficacia es el nivel que se ejecutan las tareas planteadas y se obtienen soluciones proyectadas e implica emplear los recursos para la consecución de los objetivos planeados realizar lo planificado. (Gutiérrez Pulido 2014, p. 20).

La Eficacia es el nivel de desempeño de los objetivos, metas y estándares. Incluye la consecución de los resultados obtenidos y puede ser un destello de exceso, calidad percibida o ambos. (García Criollo 2005, p. 19).

$$\text{Porcentaje de Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100$$

Donde: CU: Producción real

CD: Producción programada

Con la Eficacia evaluamos de cómo nos impacta la gestión de los productos o servicios que nos brindan. No basta con producir al 100% de eficacia los servicios o productos que nos trazamos como objetivo, ya sea en cantidades como en la calidad, sino que se requiere que este sea lo conveniente; aquel que conseguirá con seguridad la satisfacción de los clientes o entregar buena impresión en el mercado. En esta etapa se requiere estudios de determinadas funciones de la cadena de valor.

### **Teoría de la flotación de minerales:**

**Flotación:** Proceso más importante y primordial de una planta concentradora, para el proceso de minerales mediante la flotación por espumas y que hacen lo posible la recuperación de minerales valiosos. Antes se pensaba que flotar era un arte el lograr que una partícula se convierta en hidrofóbica, se uniera a una burbuja de aire y conformando un grupo de menor densidad que el agua flote hacia la superficie. (Manzaneda Cabala 2016, p. 01).

El proceso de flotación se rige por un fenómeno complejo que ocurre en la superficie de partículas minerales y burbujas de aire formadas en la fase acuosa. (Bulatovic 2007, p. 92).

Ya en este tiempo, se puede afirmar que la flotación por espumas ya no es un arte. Para tener una buena flotación por espumas es indispensable observar desde la calidad del mineral proveniente de tajo, el producto final de chancado hacia molienda, muy importante el control de las densidades, cargas circulantes y remolienda de medios de molienda, control de densidades de pulpa en las etapas de flotación, buena preparación y dosificación de reactivos, automatización de equipos en el control de nivel de pulpa, control automático de pH, uso de los analizadores o muestreadores químicos en línea, automatización de equipos en control de nivel de pulpa, control automático de pH, uso de analizador químico en línea que son muy importantes para las plantas concentradoras por flotación.

**Flotación Bulk:** La flotación bulk obtendrá por las espumas el concentrado bulk de plomo y cobre, descargando por el relave las gangas y el zinc. (Compañía Minera Alpamarca 2012, p. 13).

**Acondicionamiento:** El overflow del nido de hidrociclones (430-CY-001), de la sección de molienda, será enviado por gravedad hacia el tanque acondicionador de flotación bulk 13' x 13' (510-TK-001), con su agitador respectivo (510-AG-001), en donde se acondicionará la pulpa con lechada de cal, espumante MIBC, xantato Z-11, tionocarbamato, sulfato de zinc, cianuro de sodio y complejo de sulfato de zinc-cianuro de sodio, por un tiempo aproximado de 6 minutos. Luego este producto será enviado por gravedad hacia las celdas de flotación rougher tipo OK-U 16.

Es preciso indicar que antes del ingreso al acondicionador se tiene el muestreador en línea (510-SA-008), de cabeza a flotación bulk, que separará la muestra para ser enviada al Courier. Luego de ser analizada, la muestra será enviada al cajón (510BX-024), de donde se enviará por medio de las bombas (510-PU-024), una operando y una en stand by, de retorno al tanque de acondicionamiento. Además, se considera el control del pH de la pulpa en el tanque acondicionador.

**Flotación Rougher Bulk:** La pulpa proveniente del tanque acondicionador (510-TK-001), será alimentada al circuito de flotación rougher, que estará compuesta por 7 celdas de flotación (510FC-001@007), de tipo OK-U 16, distribuidas en dos bancos continuos de 4 y 3 celdas, respectivamente.

Las espumas de flotación serán colectadas mediante canaleta y enviadas a la caja de bomba (510-BX-021), de donde serán enviadas mediante bombeo a la flotación cleaner, para lo cual se consideran dos bombas (510-PU-021A/B), una operando y una en stand by. Mientras tanto, las colas serán enviadas a la flotación scavenger por gravedad y de manera continua, debido a la conexión existente entre ambos bancos de flotación. Por otro lado, se ha considerado un espacio entre el acondicionador bulk y la flotación rougher bulk, en el caso que, en un futuro, se realice la instalación de una celda de flotación adicional.

**Flotación Scavenger Bulk:** La flotación scavenger bulk está compuesta por 3 celdas de flotación (510-FC008@010), de tipo OK-U 16. El concentrado scavenger

bulk, descargará por gravedad al cajón (510-BX-001), el cual será enviado de retorno, por medio de dos bombas (510-PU-001A/B), uno operando y una en stand by, a la alimentación del banco de celdas rougher bulk. Las colas de esta etapa se enviarán al cajón (510BX-002), de donde serán enviadas por medio de dos bombas (510-PU-002A/B), uno operando y una en stand by, al tanque acondicionador (510-TK-005), para dar inicio al circuito de flotación de zinc.

**Flotación Cleaner Bulk:** La flotación cleaner bulk está compuesta por 4 etapas, con una configuración de bancos de 3-2-2-1 celda desde cleaner I hasta cleaner IV, respectivamente, instalados de manera que funcionen en contracorriente.

Las espumas provenientes de la flotación rougher bulk alimentarán a las celdas de flotación cleaner I (510-FC-011@013), compuesta por un banco de 3 celdas OK-R 1.5. Las colas generadas se enviarán por gravedad a la caja de bombas (510-BX003), de donde serán enviadas por medio de dos bombas (510-PU-003A/B), uno operando y una en stand by, de retorno a la alimentación del banco de celdas rougher bulk. Por otro lado, el concentrado producido se enviará a un cajón (510-BX004), de donde será enviado por medio de dos bombas (510-PU-004A/B), uno operando y una en stand by, a las celdas de flotación cleaner II (510-FC-014/015), compuesta por un banco de 2 celdas OK-R 1.5. Las colas generadas alimentarán por gravedad a la flotación cleaner I, mientras que el concentrado se enviará a un cajón (510-BX-005), de donde será enviado por medio de dos bombas (510-PU005A/B), uno operando y una en stand by, a las celdas de flotación cleaner III (510FC-016/017), compuesta por 2 celdas OK-R 1.5.

Las colas de la flotación cleaner III, serán enviadas por gravedad a la flotación cleaner II mientras que el concentrado se enviará a un cajón (510-BX-006), de donde será enviado por medio de dos bombas (510-PU-006A/B), uno operando y una en stand by, a la celda de flotación cleaner IV (510-FC-018), compuesta por 1 celda OK-R 1.5. Las colas alimentarán por gravedad a la flotación cleaner III, mientras que el concentrado de esta etapa se enviará a un cajón (510-BX-007), de donde será enviado por medio de dos bombas (510-PU-007A/B), uno operando y una en stand by, hacia la flotación de separación cobre-plomo.

**Operación de la flotación:** Para una buena operación del circuito de flotación en la planta concentradora se deben aplicar lo siguiente:

- La dosificación de reactivos debe ser verificadas en cantidad con un adecuado dosificador y concentración por densímetros.
- No se debe dosificar depresores y colectores en un mismo punto.
- Los relaves de la flotación de limpieza solicitan necesariamente de remolienda y para fijar circuitos este remolido debe recircular a la cabeza cerrando circuito.
- Debe ser posible elegir un solo colector principal y típico para su operación.
- Investigue mezclas auxiliares.
- Hay que considerar que el mineral que ingresa desde tajo es primordial, Si presenta óxidos, los relaves serán bastante alto.
- El reactivo adecuado para neutralizar las sales solubles de cobre es la Cal.
- Defina su granulometría de molienda a la cual ya estén liberados los valores de las gangas; esto último no se hace por intuición sino por Microscopía de Opacos en la descarga de molino.
- Defina también su grado de remolienda y si es de espuma scavenger; relaves de limpieza o una mezcla de ambos que se denomina mixto.
- Defina el pH de sus etapas de flotación en lo posible regule con cal en circuito cerrado y que la cal sea de calidad.
- Recuperar el agua industrial al 100%, buscando el punto más adecuado para recircularlas por su contenido de iones y su pH.
- Si el circuito de desbaste recibe más carga de lo acostumbrado, las etapas de limpieza también deben crecer, no en longitud sino en volumen para incrementar el tiempo de retención efectiva por celda.

**Aire de Flotación:** El suministro de aire para las celdas de flotación se realizará mediante dos sopladores de aire (570-BL-001/002), uno operativo y uno en stand by, los cuales suministrarán el aire a baja presión requerido hacia la celda flash, flotación bulk, flotación de separación cobre plomo y flotación de zinc. Los sopladores son considerados como paquete vendor y contarán con filtros, interruptores de presión diferencial e indicadores de presión; así mismo contarán con un tablero de control y monitoreo local, con capacidad de integración al SCS a

través de protocolo de comunicación Profibus DP. Por otro lado, las líneas de descarga de los sopladores contarán con medidores multivariable (0570-FE-TE/FIT-PIT-TIT-0101/0102), mediante los cuales se podrá monitorear el flujo, la presión y temperatura del aire suministrado.

**Concentrado de Plomo:** Después de obtener el concentrado de plomo en las colas de las celdas scavenger de separación cobre-plomo, éste pasará a un espesador de 30' de diámetro (530TH-002), para quitarle el contenido de agua, obteniéndose en el overflow del espesador agua clarificada, el cual será enviado hacia una poza de agua de rebose y luego a la presa de relaves. Por otro lado, en el underflow se obtendrá una pulpa con aproximadamente 61.9% de sólidos, la cual será enviada mediante dos bombas (530-PU-002A/B), una operativa y una en stand by, a un Holding Tank (530-TK-002), desde el cual, por medio de dos bombas (530-PU-009A/B), una operativa y una en stand by, se alimentará la pulpa hacia el área de filtrado. Esta área contará con un filtro prensa (530-FL-002), el cual será de uso común para el concentrado de plomo y concentrado de cobre. En este filtro se extraerá agua adicional, obteniéndose un producto final con humedad entre 9 y 10%, el cual caerá a un alimentador de faja reversible (530-FE-002), de manera que, cuando se trate de concentrado de plomo, la faja tendrá el sentido de flujo hacia la pila de almacenamiento de concentrado de plomo. El agua filtrada, producto del filtro, retornará al espesador. El área donde estará instalado este espesador contará con un sumidero y una bomba (530-PU006), que enviará los derrames producidos nuevamente al espesador.

**Reactivos de Flotación preparación y dosificación:** Para el procesamiento del mineral polimetálico de base Pb-Cu-Zn por el método de flotación, se utilizarán reactivos tales como: modificadores de pH, activadores, espumantes, coagulantes, dispersantes, colectores y depresores. Estos reactivos serán suministrados desde el área de preparación, almacenamiento y dosificación de reactivos.

**Modificadores:**

**Lechada de Cal:** La lechada de cal será usada como modificador del pH. Éste se preparará en un tanque cerrado (562-TK-001), con su respectivo agitador (562-AG-

001), ingresando la cal viva proveniente de la tolva con romper sacos (562-PK-001), y el agua fresca de la red de distribución, hasta obtener una concentración al 15%. Luego por medio de las bombas de transferencia (562-PU-001A/B), una operativa y una en stand by, se enviará hacia el tanque de almacenamiento y distribución de 5.5 m x 5.5 m (560TK002), con su agitador (562-AG-002), para finalmente por medio de las bombas (562PU-002A/B), una operativa y una en stand by, ser distribuido a los diferentes puntos en la planta. Los puntos de distribución serán:

- Al tanque acondicionador de flotación bulk,
- A preparación y dosificación de cianuro de sodio,
- A preparación y dosificación de complejo NaCN/ZnSO<sub>4</sub>.

**Carbón activado:** El carbón activado es un adsorbente de reactivos residuales presentes en la pulpa, como el xantato y el espumante. Acondiciona la pulpa y la prepara para la flotación del cobre. El carbón activado se preparará en un tanque cerrado con agitador de 5.5' x 5.5' (560-TK-001/560-AG-001), con la adición del carbón activado al 100% y agua fresca. Luego este reactivo (al 5% de concentración), por medio de las bombas dosificadoras (560-PU-001A/B), será bombeado hacia los siguientes puntos:

- A tanque acondicionador de flotación de Cu.
- A tanque acondicionador de flotación cleaner de Cu.

#### **Activadores:**

**Sulfato de Cobre:** Este reactivo actúa como activador en la flotación de la esfalerita. El sulfato de cobre se preparará en un tanque cerrado con agitador de 10' x 10' (560-TK-002/560-AG002), adicionando agua fresca hasta obtener una solución al 5% de concentración. Una vez preparado y homogenizado, la solución será enviada, por medio de la bomba (560-PU-002), hacia el tanque cerrado de almacenamiento y distribución de 8' x 8' (560-TK-003), de donde a través de las bombas dosificadoras (560-TK-003A/B), el reactivo preparado será distribuido hacia los siguientes puntos:

- A tanque acondicionador de flotación de Zn;
- A flotación scavenger de Zn.

Cabe indicar, que se ha considerado en esta área, la instalación de un de sumidero con su bomba (562-PU-031), que enviará los derrames hacia el tanque de preparación.

### **Espumantes:**

**Metil Isobutil Carbinol (MIBC):** Es utilizado como espumante en la flotación de minerales sulfurados de cobre y en la flotación de oro y plata. Este espumante será transportado en cilindros, los cuales ingresará al primer piso del área de reactivos, luego por medio de una bomba de trasvase (560-PU-034), será enviado hacia un tanque cerrado de almacenamiento y distribución de 3' x 4' (560-TK-026), el cual estará instalado en el segundo nivel. Finalmente, por medio de bombas dosificadoras (560-PU-004A/B/C/D), el reactivo será enviado hacia:

- A tanque acondicionador de flotación bulk;
- A flotación scavenger bulk.

### **Floculantes:**

**Floculantes para Concentrados:** Se usará para aglutinar y coagular los sólidos en suspensión, provocando su precipitación. La preparación de este reactivo será en un tanque cerrado con agitador de 4.7' x 4.7', adicionando agua fresca hasta obtener una solución al 0.05% de concentración en peso. Una vez preparado y homogenizado, la solución será enviada, por medio de una bomba, hacia el tanque cerrado de almacenamiento y distribución de 4.7' x 4.7', de donde a través de las bombas dosificadoras el reactivo preparado será distribuido hacia los siguientes puntos:

- Espesadores de concentrado de Zinc.
- Espesadores de concentrado de Plomo.
- Espesadores de concentrado de Cobre.

**Floculantes para Relaves:** La preparación de este reactivo será agregando el floculante hacia una tolva de alimentación. Luego ésta descargará el reactivo sólido a un sistema de preparación, al cual se le adicionará agua proveniente del rebose del espesador de relaves (200TH- 001), almacenado en un tanque de 2.5' x 2.5'. Luego la solución al 0.5% de concentración será enviada por medio de las bombas

dosificadoras al mezclador estático y distribuido en solución al 0.05%, hacia los siguientes puntos:

- A cajón distribuidor de espesamiento de relaves,
- A cuello de alimentación de espesador de relaves.

#### **Colectores:**

**Xantato Isopropílico de Sodio (Z-11):** Se preparará en un tanque cerrado con agitador 4.5' x 4.5' (560-TK010/560-AG-010), con la adición de agua fresca, hasta obtener una solución al 5% de concentración. La solución preparada y homogenizada se enviará por medio de una bomba de transferencia (560-PU-10), hacia un tanque cerrado de almacenamiento de 4.5' x 4.5' (560-TK-011). Este reactivo será distribuido por medio de bombas dosificadoras (560-PU-11A/B/C), a los siguientes puntos:

- A tanque acondicionador de flotación bulk,
- A la flotación cleaner I bulk.

**Xantato Amílico de potasio (Z-6):** Se preparará en un tanque cerrado con agitador de 4.5' x 4.5' (560-TK013/560-AG-013), con la adición de agua fresca, hasta obtener una solución al 5% de concentración. La solución preparada y homogenizada será enviada por medio de una bomba (560-PU-013), hacia un tanque cerrado de almacenamiento y distribución de 4.5' x 4.5' (560-TK-014). Finalmente, este reactivo será distribuido por medio de las bombas dosificadoras (560-PU-14A/B/C), a los siguientes puntos:

- Al tanque acondicionador de flotación de Zn,
- A la flotación scavenger de Zn;
- A la flotación cleaner I de Zn.

**Aero Phine 3418:** Colector único a base de fosfina, principalmente para la flotación de minerales de Cobre y Zinc, muy conocido por sus características selectivas en minerales complejas polimetálicos y sulfurosos masivos. Totalmente efectivo contra minerales con sulfuros de hierro, esfalerita, incluso para minerales con presencia de arcilla. Es un colector que bien puede usarse como colector primario o secundario en flotación selectiva de minerales de Pb-Ag y con bajos contenidos de

Cu, en contra del Fe en todas sus manifestaciones y Zn cuando aún no ha sido activado.

**Colector Flottec 8020:** Se diferencia principalmente por ser un reactivo colector que tiene poca conexión para flotar minerales de Zn tales como Marmatita y Esfalerita durante la flotación Pb-Cu. Es por ello por lo que cuando usamos Flottec 8020 en la flotación Pb-Cu, el uso de depresores de Zn tales como Sulfato de Zinc, NaCN, se van disminuyendo en por lo menos un 50%, llegando incluso con algunos minerales, a eliminar totalmente el uso de depresores. Flottec 8020 optimiza recuperaciones de Au y Ag en el circuito Pb-Cu.

#### **Depresores:**

**Sulfato de Zinc:** Se usa mezclado con cianuro o sólo para la depresión de la esfalerita mientras flotamos plomo y minerales de cobre. El sulfato de zinc se preparará en un tanque cerrado con agitador de 10' x 10' (560-TK-017/560-AG-017), adicionando agua fresca de la red de distribución hasta obtener una concentración del reactivo al 10%. Luego la solución preparada y homogenizada será enviada, por medio de una bomba (560-PU-17B), a un tanque cerrado de almacenamiento y distribución de 8' x 8' (560-TK-018). Este reactivo será distribuido por medio de bombas dosificadoras (560-PU-018A/B/C/D), a los siguientes puntos:

- A tanque acondicionador de flotación bulk,
- A la flotación scavenger bulk.

**Cianuro de Sodio:** Fuerte depresor de pirita, pirrotita, marcasita y arsenopirita. El cianuro de sodio se preparará en un tanque cerrado con agitador de 8' x 8' (560TK-019/560-AG-019), con la adición de agua alcalinizada con pH mayor a 10.5, hasta obtener una solución al 5% de concentración. Esta solución preparada y homogenizada se enviará, por medio una bomba (560-PU-019B), hacia un tanque cerrado de almacenamiento y distribución de 8' x 8' (560-TK-020), quien finalmente distribuirá el reactivo mediante las bombas dosificadoras (560-PU-020A/B), hacia:

- A tanque acondicionador de flotación bulk,
- A la flotación cleaner I de bulk.

La solución de cianuro de sodio preparada al 5% de concentración será enviada, por medio de la bomba (560-PU-019A), hacia un tanque cerrado con agitador de 8' x 8' (560-TK-021/560-AG-021), para la preparación del complejo NaCN/ZnSO<sub>4</sub>. De la misma manera lo realizará la solución de sulfato de zinc preparada al 10% en concentración, por medio de la bomba (560-PU-017A). Este tanque será previamente acondicionado con lechada de cal, para la cual se ha previsto la instalación de una línea de suministro de lechada de cal; de tal forma que la mezcla de las soluciones en proporción de 1 a 3 alcance un pH mayor a 10.5. La solución final del complejo NaCN/ZnSO<sub>4</sub> será de 8% en concentración y se enviará por medio de las bombas dosificadoras (560-PU-021A/B/C), a los siguientes puntos:

- El tanque acondicionador de flotación bulk,
- A la flotación cleaner I bulk.

**Definición de términos:**

**Ciclo Deming:** Es una herramienta de 4 ciclos que aporta en la ejecución de un proyecto, bien planeada para lograr buenos estándares de calidad en el producto o servicio.

**Eficacia:** Grado de obtención de metas y objetivos con la capacidad para lograr el efecto deseado de una determinada cosa.

**Eficiencia:** Relación entre los recursos utilizados en el proyecto y los objetivos obtenidos con los mismos o menos recursos.

**Producción:** Proceso de transformación de bienes o servicios o de materiales en productos, se trata el conjunto de decisiones de la empresa y se orienta siempre a conseguir la mayor eficacia y la eficiencia del proceso.

**Productividad:** Es la Capacidad de lograr más tareas en menos tiempo, logrando que el valor de los productos crezca en porcentajes aceptables.

**Mineral:** Es el producto de la explotación de una mina, entendiéndose por mina a los yacimientos de minerales que puede ser a tajo abierto o de socavones. El mineral está constituido por dos componentes; mena y ganga.

**Flotación:** procedimiento común para la separación de minerales liberadas mediante la aireación de minerales en el agua con presencia de reactivos de flotación

**Flotación bulk:** Etapa en que se obtiene mediante espumas concentrados de minerales con contenidos metálicos valiosos.

**Mena:** Parte valiosa compuesta por especies mineralógicas valiosas económicamente.

**Ganga:** Material con especies sin valor comercial; como el cuarzo, caliza, pizarras piritas, arsenopirita, oropimente, etc.

**Leyes o ensayos:** Son los valores que se obtienen del resultado de los análisis químicos realizados en el laboratorio, de muestras de planta: cabeza, concentrados, medios, relaves, de estos últimos para realizar los balances metalúrgicos.

**Cabeza o mineral de alimentación:** Es la pulpa que alimenta al circuito de flotación, se encuentra en el rebalse del clasificador overflow.

**Concentrado:** Es el producto final económico que se obtiene en la concentración. Una planta concentradora según el sistema puede tener un producto o concentrado, dos o tres productos, que pueden ser. Concentrado de plomo, zinc y cobre.

**Relave:** Material que se desecha, de donde se ha extraído el mineral valioso, en algunos casos estos sirven como cabeza para otro tratamiento o circuito por contener cierta cantidad de minerales valiosos que no se han podido recuperar en el proceso.

**Porcentaje de recuperación:** Es el porcentaje de metal o elementos valiosos extraído y contenidos en los concentrados y recuperados de los minerales de cabeza.

**Contenido metálico fino:** Cantidad de un metal valiosos en peso contenido en un producto, se calcula multiplicando el peso neto seco por la ley.

**Balance metalúrgico:** Los balances metalúrgicos sirven para cuantificar a partir de los ensayos de laboratorio los pesos de los productos cabeza, concentrados y relaves, los contenidos metálicos finos de cada producto, las leyes de que contienen cada producto, la razón de concentración, la ratio de concentración, la recuperación o porcentaje de recuperación, finalmente para hacer el recálculo de las leyes de cabeza.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación:

**Tipo de Investigación:** La presente investigación de tipo aplicada, de enfoque Cuantitativo, por su objetivo y finalidad, debido a que se aplicara conocimientos teóricos sobre el círculo Deming PHVA, para desarrollar favorablemente la productividad, así como el uso de herramientas, con la función principal de resolver problemas. Se precisa de información numérica que se obtiene de los indicadores a través de las fórmulas planteadas.

**La Investigación Aplicada** tiene como objetivo el análisis de un problema determinado a la operación, que contribuye a las acciones nuevas si planificamos necesariamente bien nuestra investigación aplicada, de forma que sea confiable los hechos puestos al descubierto, la nueva investigación que puede ser de utilidad y muy valorable para la teoría. (Baena Paz 2017, p. 18).

Así como también los autores Guillen Valle y Valderrama Mendoza (2015), consideró que el estudio aplicado hace posible la resolución de problemas de manera práctica. (p. 49).

Así mismo Legra, (2018), precisó que hay un vínculo entre la investigación aplicada y básica y que su asociación es relevante en los estudios. (p. 80)

Para nuestra investigación aplicada emplearemos conocimientos teóricos para convertirlos en conocimientos prácticos para resolver problemas y mejorar las condiciones de productividad, para este proyecto de investigación aplicaremos el ciclo Deming PHVA, para integrar una teoría antes existente.

**La Investigación Explicativa** son las Investigaciones en las que se tiene como propósito, constituir las causas de las circunstancias, problemas o fenómenos que se observan. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 111).

En la Investigación explicativa detallaremos el estudio para encontrar las causas y efectos de todas las variables de nuestra investigación propuesto, y facilitan un sentido de comprensión del fenómeno al que hacen referencia.

**El Enfoque Cuantitativo** es adecuado cuando deseamos valorar las dimensiones u ocurrencias de los fenómenos y demostrar hipótesis. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 06).

El tipo de enfoque del presente estudio es cuantitativo, porque permitió desarrollar cálculos estadísticos con el empleo del ciclo Deming PHVA, con el conjunto de datos recolectados durante la investigación realizaremos evaluaciones de la variable dependiente y luego mediante el análisis estadístico demostraremos nuestras hipótesis.

El Diseño de investigación en la presente investigación; el diseño es experimental, de tipo preexperimental, porque se aplicará el ciclo Deming, para mejorar los resultados de Productividad.

**Diseño Experimental** es un método científico que permite impulsar correlación experimental entre las variables y confirmar la fidelidad de una hipótesis, principio o prototipo, medio de una experimentación comprobado. (Baena Paz 2017, p. 40). Así mismo Fermi Arbaiza (2014), precisó que con el diseño se obtiene información precisa y las evidencias; planificando estrategias para la obtención de información. (p. 123)

El diseño experimental, para la presente investigación emplearemos un procedimiento de estadística que nos permite identificar y cuantificar las principales causas de un efecto dentro del estudio de diseño experimental, manipularemos variables vinculadas a los efectos para medir las causas que tienen las otras variables de importancia.

**Diseño Preexperimental** se puede mencionar así porque su nivel de observación es mínimo. Son planteamientos con una agrupación única. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 152).

Los diseños preexperimentales para esta investigación consisten en proporcionar un tratamiento porque trabajamos con un solo grupo, se aplicará una evaluación de una o más variables y observar cual es el grado de estas variables.

- X: Variable independiente Ciclo de Deming
- 01: Mediciones previas
- 02: Mediciones posteriores

**Diseño Longitudinal** son los análisis que solicitan datos de los diferentes puntos del periodo para ejecutar inferencias acerca de la transformación del problema de investigación, su causa y su efecto. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 180).

El estudio de diseño o corte longitudinal para la presente investigación se argumenta en hipótesis de grupos, porque tienen la ventaja de recolectar o que proporcionan información antes de la investigación hasta la obtención de información después de la investigación.

### **3.2. Variables y Operacionalización:**

**La Variable Independiente es: Ciclo Deming.**

#### **Definición conceptual:**

El ciclo de Deming, llamado también ciclo de Control o Ciclo PHVA es un método específico para llevar a cabo acciones que posibiliten resolver un problema específico o implantar una idea de mejora. (Cadena Chavez 2018, p. 83).

#### **Definición operacional:**

El ciclo PHVA es un procedimiento que, junto con la metodología de resolución de causas accede a la obtención del mejoramiento de la calidad en cualquier procedimiento de la empresa. Considera un método para acrecentar día a día y su uso será muy provechoso en la gestión de los procesos. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 875).

Las dimensiones de la variable independiente son las siguientes:

### **Dimensión: Planificar**

Determinar los objetivos y resolver los procedimientos a emplear para lograr el propósito estudiando la situación actual. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 878).

En esta etapa Planificar realizamos un cronograma de todas las actividades e identificar la situación por lo que está pasando la empresa mediante el análisis y observación de datos de acorde al planteamiento de los objetivos.

Para definir los objetivos y decidir los métodos a utilizar, se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Selección de Problemas} = \frac{\text{Total de Problemas críticos}}{\text{Total de Problemas identificados}} \times 100\%$$

La siguiente fórmula empleada cuya escala de indicadores fue la razón.

### **Dimensión: Hacer**

se fundamenta en poner en práctica las instrucciones constituidas en la fase de planificación. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 878).

En esta etapa Hacer se realiza 4 pruebas a nivel laboratorio para comprobar resultados favorables, para después realizar los cambios a gran escala, se busca llevar a cabo los cambios y las actividades programadas con los objetivos de la fase anterior, para el cumplimiento de las metas trazadas.

Consiste en poner en marcha el plan diseñado en la fase anterior se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{\text{Soluciones optimas}}{\text{Total de Soluciones Planteadas}} \times 100\%$$

La siguiente fórmula empleada cuya escala de indicadores fue la razón.

### **Dimensión: Verificar**

En este paso se confirma si el procedimiento se está realizando a cabo acorde a lo planeado en la primera etapa. En definitiva, se trata de constatar las conclusiones y ver si los procedimientos han ido bien. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 878).

En esta etapa Verificar, es donde se comprobará los resultados actuales con los resultados anteriores, se debe observar los resultados planteadas de nuestros objetivos en caso fueron resultados favorables obteniendo mejoras que favorecen a la empresa.

Comprobar si el trabajo se está llevando a cabo conforme a lo planificado en la primera etapa, se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Comprobar resultados} = \frac{\text{Resultados actuales}}{\text{Resultados anteriores}} \times 100\%$$

La siguiente fórmula empleada cuya escala de indicadores fue la razón.

### **Dimensión: Actuar**

En esta fase se podrían dar dos situaciones diferentes:

- Se ha logrado el objetivo: En esta ocasión, se considera el triunfo con moderación y las intervenciones irán en la recta de estandarizar los procedimientos y constituir las condiciones que aprueban mantenerlo.
- No se ha logrado el objetivo: En esta ocasión, una vez descubiertas las posibles irregularidades en los procedimientos y los problemas que las producen, se procede a su eliminación. Hay que empezar un nuevo ciclo PHVA, comenzando nuevamente por la etapa Plan. (Camisón, Cruz y Gonzáles 2006, p. 879).

En esta etapa Actuar, realizamos todas las modificaciones existentes que se quisiera hacer, para incluirlo en los procesos de mejorar continuamente adecuándose a las estrategias planteadas, donde se comprueban de lo que aplicamos nuestras observaciones planteadas para cumplir con los resultados esperados, para después realizar toda la documentación y estandarización resaltando todos los cambios y las lecciones aprendidas durante el proyecto.

Se analiza los resultados y compararlos con las actividades antes de haber sido aplicada la mejora, se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Estandarizar} = \frac{\text{Proceso de adecuación de estandares}}{\text{Procesos totales}} \times 100\%$$

La siguiente fórmula empleada cuya escala de indicadores fue la razón.

## **La Variable Dependiente es: Productividad.**

### **Definición conceptual:**

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. (Gutiérrez Pulido 2014, p. 20).

### **Definición operacional:**

La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos determinados. (García Criollo 2005, p. 19).

La Productividad es una condición específica que lo acredita según la capacidad de producción de la empresa, para realizar la transformación de la materia prima a una producción de bienes y servicios que se brinda a los asistentes en general. En la sección de procesos de una compañía que se considera como el corazón de esta, y si la actividad de esta sección presenta fallas durante el proceso, toda la empresa deja de ser productiva.

Las dimensiones de la variable dependiente son las siguientes:

### **Dimensión: Eficiencia**

Eficiencia es la correlación entre el producto logrado y las técnicas empleados, así como también ajustar la optimización de los recursos y pretender que no haya despilfarro de los recursos. (Gutiérrez Pulido 2014. p. 20).

Eficiencia es la capacidad utilizable en horas/hombre y horas/máquina para conseguir la productividad. Modo que se utiliza los recursos de la organización: personal, materia prima, tecnología. Se consigue cuando se logra el producto ansiado con menos insumos. (García Criollo 2005, p. 19).

Se entiende que la eficiencia se da cuando se aplican pocas proporciones de los recursos, para lograr un mismo objetivo, de lo contrario, cuando se obtienen buenos resultados realizando uso de los mismos recursos o menos recursos.

Se logra cuando se obtiene un resultado deseado con la forma en que se usan los recursos de la empresa, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}} \times 100\%$$

La siguiente fórmula empleada cuya escala de indicadores fue la razón.

### **Dimensión: Eficacia**

Eficacia es el nivel que se ejecutan las tareas planteadas y se obtienen soluciones proyectadas e implica emplear los recursos para la consecución de los objetivos planeados realizar lo planificado. (Gutiérrez Pulido 2014, p. 20).

La Eficacia es el nivel de desempeño de los objetivos, metas y estándares. Incluye la consecución de los resultados obtenidos y puede ser un destello de exceso, calidad percibida o ambos. (García Criollo 2005, p. 19).

Con la Eficacia evaluamos de cómo nos impacta la gestión de los productos o servicios que nos brindan. No basta con producir al 100% de eficacia los servicios o productos que nos trazamos como objetivo, ya sea en cantidades como en la calidad, sino que se requiere que este sea lo conveniente; aquel que conseguirá con seguridad la satisfacción de los clientes o entregar buena impresión en el mercado. En esta etapa se requiere estudios de determinadas funciones de la cadena de valor. Implica la obtención de resultados deseados con el grado de cumplimiento de los objetivos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Eficacia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción programada}} \times 100\%$$

La siguiente fórmula empleada cuya escala de indicadores fue la razón.

### **Operacionalización**

Al respecto se considera la tabla de operacionalización, ver anexo 2, en la cual se precisa la definición operación de las variables cuyas mediciones se hacen con los indicadores de las variables y para lo cual se tienen las fórmulas respectivas con las cuales se recolectó los datos correspondientes.

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo:**

La Población es la agrupación de todos los casos que conforman con determinadas especificaciones. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 199).

La población, es una agrupación finito o infinito con propiedades frecuentes para los cuales serán extensivas las conclusiones del proyecto. Ésta permanece demarcada por la causa y objetivos de la investigación. (Arias Odón 2012, p. 82).

También Levine, Krehbiel y Berenson (2006), precisaron que lo conforma objetos o individuos los cuales sirven para el estudio investigativo.

Respecto a la población, serán los resultados de los reportes de balances metalúrgicos de la producción semanal del proceso de flotación bulk de la planta concentradora Alpamarca, por un periodo de 12 semanas, con el soporte de 30 personas involucradas al proyecto entre obreros y supervisores para realizar los análisis y registros de los resultados.

**Criterios de inclusión:** En el área de flotación bulk se considera los peligros y riesgos existentes, ya que los colaboradores están expuestos durante jornada diarias de trabajo.

**Criterios de exclusión:** En el área de flotación bulk los colaboradores realizan la manipulación directa de preparación y dosificación de reactivos de flotación.

La Muestra es el Subgrupo de la población del cual se reúnen los datos y que debe ser específico de esta, si se desean extender los resultados. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 196).

La muestra es un subconjunto específico y reducido que se extrae de la población asequible. (Arias Odón 2012, p. 83).

Respecto a la muestra, ya que el estudio necesita de resultados de las muestras representativas de la población de la planta concentradora Alpamarca, para realizar el análisis, entonces se definimos que la muestra interpreta el número total de registros de los balances metalúrgicos, durante un periodo de 12 semanas.

El muestreo es el caso para elegir de una población y cuyo grupo integra la muestra. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 198).

Muestreo es un procedimiento en el que se conoce las posibilidades que tiene cada componente de constituir la muestra. (Arias Odón 2012, p. 83).

Respecto al muestreo para la presente investigación no se aplica al estudio, puesto que se trabajó con el integro de la población.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Las Técnicas Se vuelven respuestas de cómo realizar y permiten la práctica de la metodología en el ambiente donde se aplica. Hay técnicas para todas las actividades humanas que tiene como una finalidad lograr ciertos objetivos, aunque en el caso del procedimiento científico, los métodos con prácticas consientes y prudentes dirigidas al apoyo de la metodología. (Baena Paz 2017, p. 68).

También se considera que, según el método y tipo de investigación a efectuar, se precisa de una técnica. (Bernal 2010, p. 192).

La técnica de la observación es un método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, mediante un conjunto de categorías y subcategorías. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 290).

En la investigación se utilizó la técnica de observación de campo que consistió en la recolección de datos durante todo el estudio, mediante el cual se podrá obtener información directa, valido y confiable de la producción real en la flotación bulk de la empresa Alpamarca lo que nos permitirá tener una conclusión de la situación de la empresa del antes y el después de aplicar e implementar el ciclo Deming.

Los instrumentos de recolección de datos son los recursos que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 228).

Para nuestra investigación se utilizó la ficha de recolección de datos, en esta se registró los resultados de los balances metalúrgicos de la flotación bulk, los cuales serán diseñados en formatos de acuerdo con las dimensiones de las variables, y se recolectará datos e información de acuerdo con los indicadores, a través del tiempo en puntos o periodos para hacer interferencias respecto al cambio que implica el estudio del antes y después de la metodología a aplicar, ver anexo 3.

Así como también se realizó la recopilación de datos de las dimensiones según sus variables, mediante la herramienta estadística SPPSS v23, que nos permitió realizar un análisis más detallado de los resultados obtenidos como se muestra en el anexo 4.

**Validez** nivel en que un mecanismo en verdad calcula la variable que se busca establecer. Se consigue cuando se evidencia que el instrumento refleja el pensamiento indeterminado a través de sus indicadores empíricos. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 229).

La **validez**, Hace referencia al nivel en que un instrumento se realiza con exactitud la variable que se pretende calcular, en nuestro caso para la presente investigación, los instrumentos fueron validadas y aceptadas, para mayor validez se empleó el juicio de expertos cuyos certificados se encuentran en el anexo 6.

**Tabla 3.** Validez de instrumentos por juicio de expertos

| Experto                       | Grado de Instrucción | Resultado |
|-------------------------------|----------------------|-----------|
| Robert Julio Contreras Rivera | Doctor               | Aplicable |
| Osmart Raúl Morales Chalco    | Magister             | Aplicable |
| Romel Darío Bazán Robles      | Magister             | Aplicable |

Fuente: Elaboración propia

**Confiabilidad** Grado en que un instrumento que produce logros consistentes y congruentes en la muestra o casos. (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018, p. 229).

Nuestra investigación si es **confiable** porque los instrumentos de nuestro estudio fueron basados en teorías preexistentes ampliamente aceptadas y validadas, La confiabilidad, se diagnostica mediante diversos procedimientos, las cuales se argumentarán momentáneamente después de revisar los conceptos de validez y veracidad. Por lo tanto, para esta investigación se realizan primero las pruebas de normalidad para nuestra variable dependiente, Una vez realizada las pruebas de normalidad se realizó las pruebas de hipótesis según el resultado para nuestra investigación, siendo la prueba de T Student la seleccionada, ver anexo 4.

### **3.5. Procedimientos:**

Para nuestro trabajo de investigación es muy importante describir las siguientes etapas del procedimiento en base a las dimensiones de la variable independiente, ciclo Deming.

**Fase 1: Planear:** En esta fase de actividades preliminares se inició con una propuesta de mejora con todos los responsables de la Planta Concentradora y laboratorio metalúrgico, proponiendo ideas y alcances para los nuevos objetivos a ejecutar en la presente investigación en el área de flotación bulk.

Se logro aplicar los procedimientos necesarios y conseguir una conclusión a través de los instrumentos de calidad elaborando una lista de los principales problemas de causa o efecto y luego se graficó el diagrama de Ishikawa, con todo ello se determinó los problemas de causa raíz para así alcanzar los objetivos y mejorar la productividad del factor metalúrgico en la sección de flotación bulk.

Se cumplió con la sensibilización, entrenamiento y capacitación a todos los involucrados del proyecto, así como también a todo el personal activo de la planta concentradora, para la aplicación del estudio de investigación.

Se realizó un recorrido por las áreas de laboratorio metalúrgico para revisar los procedimientos, manuales, hojas MSDS, y después se realizó la difusión de toda la información cumpliendo con los protocolos de la empresa.

**Fase 2: Hacer:** En esta fase se comprobó todo de acuerdo con lo planificado en la etapa anterior, es muy importante realizar una prueba de plan piloto, para comprobar los resultados antes de aplicar un cambio a gran escala, La etapa de flotación bulk es uno de los procesos más importante en la planta concentradora Alparmarca, y nuestro objetivo principal, es optimizar ésta, para así aumentar nuestra productividad que es el valor de la recuperación de sus metales preciosos, para generar un incremento en las utilidades para la empresa Alparmarca.

El fundamento principal es establecer la importancia relativa de dos variables en la flotación batch del mineral polimetálico procesado en la Planta Concentradora Alparmarca: (A) AP-3418 y (B) Flottec 8020, para incrementar la recuperación de la

plata sin descuidar el grado en el concentrado bulk del circuito de flotación bulk, para obtener una óptima recuperación de plata y con un grado aceptable.

Se cumplió con las 4 pruebas de laboratorio debido a que dio confirmaciones reales en el campo industrial como en el circuito de flotación bulk de la planta concentradora Alpamarca. Además, se realizó la manipulación de variables independientes que se aplicó al estudio de la influencia del colector Flottec 8020 en la recuperación y el factor metalúrgico de la flotación Bulk.

Las muestras de mineral fueron tomadas del proceso alimentación al molino primario, chancadas y preparadas al 100%, -10 malla, se realizaron a cabo un total de 4 pruebas metalúrgicas, el material sobre el cual se trabajo es el mineral de tajo 100%.

Para cada prueba se pesó 1000 gramos y en la molienda fue con 65% de sólidos, en la flotación se utilizará celda de flotación de 2,300lt. El porcentaje de sólidos en flotación fue aproximadamente 35% de sólidos, los colectores y espumantes en flotación fueron los del estándar y la extracción de espumas fue a modo de cinética de flotación con espumas al minuto 1-2-3.

El espumante fueron adicionados de acuerdo con el estándar de flotación. La extracción de espumas de flotación será a modo de cinética de tres distintos tiempos a 1, 2 y 3 minutos que representan las etapas Rougher I, Rougher II y Scavenger de una prueba de flotación abierta. Las muestras de reactivos fueron preparadas a nivel de laboratorio al 1% en volumen

Se realizó un diagrama en Excel sobre la dosificación de reactivos, para su verificación e inclusión al sistema Scada de la sala de control, para tener un mejor control de la dosificación de reactivos como también facilitarles el trabajo a los operadores de flotación y a los reactivistas.

El estudio de los resultados se realizó en la función respuesta denominada Factor Metalúrgico Favorable al Primer Minuto que resulta de sumar los factores metalúrgicos del primer minuto del Plomo, Cobre y Plata menos los factores

metalúrgicos al primer minuto del zinc y Hierro. Se considera al factor metalúrgico como una medición adecuada de eficiencia metalúrgica porque considera selectividad al grado y fuerza a la recuperación de la acción de las variables.

Se utilizó una plantilla en Excel para documentar todas las pruebas de laboratorio que consta de cuatro pruebas en la cual se estudia dos variables. Las variables para probar serán los colectores: (A) AP-3418 (B) FLOTTEC-8020.

**Fase 3: Verificar:** En esta etapa se realizará la verificación de las tareas a realizar verificando que se cumplan con todos los procedimientos de los acuerdos planificados, revisando minuciosamente las mejoras realizadas, elaborando gráficos de tendencias para que nos muestren resultados de forma más clara y precisa, luego exponerlos a los responsables y dentro del tiempo prudente los encargados de planta y laboratorio metalúrgico revisaran y analizaran los resultados de la mejora propuesta y por último se realizara una comparación del antes y el después de la investigación.

**Fase 4: Actuar:** En esta etapa final se realizará el análisis de los resultados de los logros y objetivos alcanzados durante el proyecto, verificar y constatar si la productividad mejoró en el proceso y en qué porcentaje mejoró, verificar si se cumplió con lo planificado si se logró el objetivo entonces se procede con la implementación y estandarización de los procedimientos empleados durante el estudio.

De otra manera si no se logra el objetivo o presenta algunas irregularidades en los procedimientos empleados y los problemas que las producen, se procede con la corrección de las posibles fallas detectadas durante el proceso, y si es posible se volverá a la fase de planificación y se comenzará un nuevo ciclo PHVA.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

La metodología de análisis de datos significa la manera para seguir mediante una serie de procedimientos y reglas determinadas de antemano para lograr el resultado planeado, ya que procura establecer los métodos que deben acompañar,

en el orden de la observación, experimentos, experiencia y razones y la categoría de los objetivos a las cuales se aplica. (Baena Paz 2017, p. 67).

Para nuestra investigación aplicaremos la metodología científica que afirman la duda fundamentada en la observación y el resumen de los problemas planteadas. también, se aplicará los métodos complementarios de la estadística descriptiva y estadística inferencial.

**Estadística Descriptiva:** Es la sección de la estadística que nos faculta estudiar todo un grupo de valores de los cuales se obtienen resultados valederos único para ese grupo. (Salazar Pinto y Del Castillo Galarza 2018, p. 14).

Estadística descriptiva es el conocimiento o metodología, que se ocupa de la selección, organización, presentación y descripción de datos. (Manzaneda Cabala 2016, p. 03).

Para nuestra estadística descriptiva ejecutaremos un balance que procede con la recolección de datos, luego realizaremos una representación de la información obtenida. Para la presente investigación la herramienta principal que se utilizaron: el programa Microsoft Excel, representando los gráficos de información.

**Estadística Inferencial:** En esta etapa de la estadística, lo que se busca es lograr resúmenes generales de una determinada población, a través del análisis de una muestra representativa obtenida de ella, viendo de otra forma, lo que encontramos es que, con la valoración de los estadísticos logrados, se puede establecer los datos de los parámetros. Podemos terminar que la estadística inferencial estudia o investiga a una población, valiéndose de los datos y resultados que se lograron de una muestra. (Salazar Pinto y Del Castillo Galarza 2018, p. 14).

Estadística inferencial nos proporciona la teoría suficiente para decidir frente a la inseguridad o confirmar algo relacionado a la población a partir de los datos de estudio. Cuando no es probable una información completa de una población se adquieren muestras específicas de dicha población mediante el muestreo. (Manzaneda Cabala 2016, p. 03).

Para nuestra estadística inferencial de nuestra investigación, utilizaremos la herramienta SPSS v23, para validar las hipótesis y establecer los parámetros de las pruebas de normalidad, estadísticas de muestras emparejadas y la prueba de muestras emparejadas de las variables productividad, eficiencia y eficacia, para que la hipótesis de la población sea congruente con las conclusiones obtenidos de la muestra. En este caso previamente se aplicó la prueba de normalidad con Shapiro Wilk por los datos procesados menores a 50 y luego se utilizó para la prueba de hipótesis es estadígrafo T-student por que los datos fueron paramétricos, es decir tuvieron comportamiento normal.

### **3.7. Aspectos éticos:**

La Ética Se define como la ciencia referida al estudio filosófico del acto y el comportamiento humano, respetando su aprobación o desaprobación con la recta razón o como la ciencia que ordena la acción de las personas guiados a su fin extremo; el bienestar. (Rodríguez Ruiz 2015, p. 19).

Para que nuestra investigación se afirma a los principios de ética se obtuvo la autorización de la Planta Concentradora y Laboratorio Metalúrgico de la Empresa Alpamarca, tendremos en cuenta los parámetros de calidad, nos comprometemos a honrar la total veracidad de las proyecciones logradas durante la ejecución de la investigación, la confiabilidad de los valores reservados y suministrados por la compañía, así como las personas que se involucraron en la investigación, como también todas las fuentes de información que referencio en mi proyecto de investigación. La validación por parte de Laboratorio Metalúrgico como área de análisis y preparación de muestras realiza cuatro procesos para brindar información confiable y oportuna de todos los procesos metalúrgicos en la planta concentradora Alpamarca, se puede visualizar en el anexo 5.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Situación antes de la mejora:

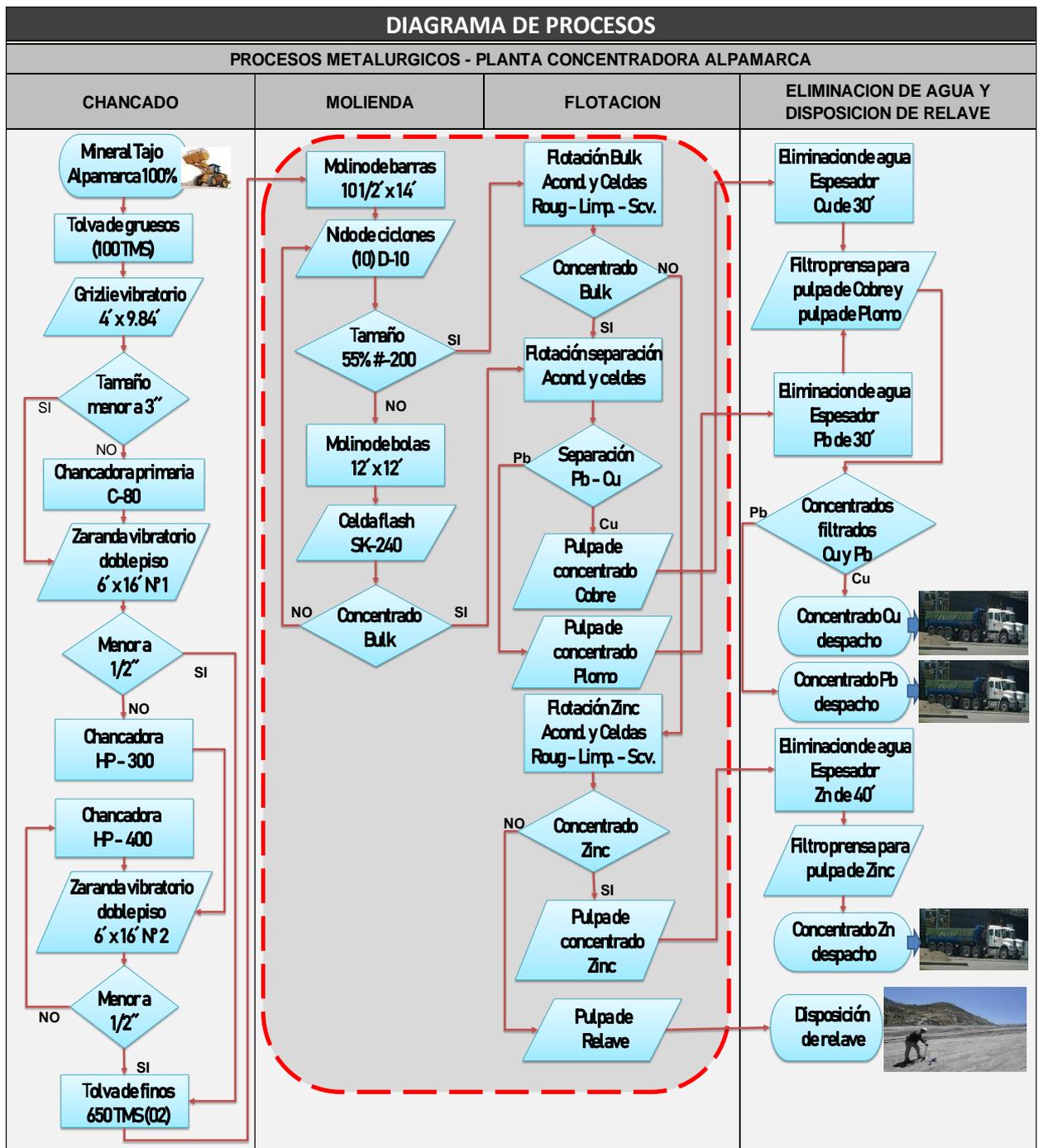
El presente proyecto será realizado en la planta concentradora Alpamarca, dedicada a la producción de minerales polimetálicos que beneficia minerales de zinc, plomo, cobre y Plata. Se tiene el apoyo constante de la Gerencia de Procesos Metalúrgicos, Jefe de Planta Concentradora, así como también de la Jefatura de laboratorio Metalúrgico y los Jefes de Guardia, para realizar las pruebas de laboratorio experimental e incrementar la productividad, Eficiencia y eficacia, se cuenta con todos los insumos y materiales a nuestra disposición, así como el manejo y control de la dosificación y toma de muestras en la planta concentradora se tiene la autorización de los Jefes de Guardia de la planta que facilitan los trabajos.



**Figura N° 7.** Reunión sobre los acuerdo y propuestas del proyecto.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la figura 7, para el inicio del presente proyecto de investigación, se realizó una reunión extraordinaria, con los responsables directos de la planta concentradora y laboratorio metalúrgico, para la programación del tiempo de duración del proyecto, también detallar y analizar el problema y por último definir las actividades a realizar.

Tabla 4. Flujograma del circuito de Molienda-Flotación.



Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la tabla 4, en el siguiente flujograma se puede visualizar el circuito de operaciones relacionadas al estudio donde se realizó el proyecto como las áreas de molienda y flotación, para el proceso productivo de la flotación bulk.

Se realizó cada una de las actividades planteadas teniendo en cuenta los parámetros establecidos y los procedimientos de trabajo seguro.

- Se adjuntará toda la información de los resultados obtenidos de los balances metalúrgicos setiembre, octubre y noviembre 2019.
- Se realizará la verificación y el análisis de los balances metalúrgicos, antes y después de la investigación.
- Se realizará la revisión de los procedimientos de muestreo, así como también a los procedimientos de preparación de muestras.
- Se realizará el muestreo y preparación de muestras de acuerdo con los procedimientos existentes.
- Se realizará una inspección, verificación y recorrido de almacenes de reactivos, laboratorio metalúrgico y las instalaciones de planta concentradora para definir los diferentes puntos de muestreo.
- Se realizará la capacitación sobre preparación y dosificación de reactivos, así como la verificación de las hojas MSDS.
- Se diseñará un diagrama de dosificación de reactivos, para fácil control de los reactivistas en campo.
- Se cumplirá con el acompañamiento a los reactivistas y flotadores que está involucrado en la rotación de personal.
- Lo más importante se realizará pruebas de laboratorio de las variables AP-3418 vs Flottec 8020, para optimizar la recuperación de plata en un 2 a 3 puntos porcentuales más sobre los resultados actuales en el concentrado bulk, lo que constituye un importante crecimiento en la productividad y más ganancias para la empresa Alpamarca, y que después será aplicado al campo industrial con los controles y parámetros obtenidos.

La planta concentradora Alpamarca tiene como objetivo seguir incrementando su rentabilidad y teniendo en cuenta el costo del valor la plata, donde el precio de la plata en el mercado mundial se encuentra en una constante alza, la planta concentradora Alpamarca trata de optimizar sus procesos sobre todo en cuanto se refiere al incremento de las recuperaciones de Plata en el concentrado bulk, por ende, incrementar la productividad para ser una planta concentradora más competitiva.

**Tabla 5.** Diagrama de análisis de procesos.

| Paso         | Actividades Pre-Test                   |                | Area         | Tiempo (Minutos) | Tipo de Actividad |          |          |        |        |
|--------------|--|----------------|--------------|------------------|-------------------|----------|----------|--------|--------|
|              | Inicio: Setiembre 2019                 |                |              |                  | Operación         | Revisión | Traslado | Espera | Activo |
|              | Lugar: Planta Concentradora Alpamarca  |                |              |                  | ●                 | ■        | ➔        | D      | ▼      |
|              | Elaborado por: José Cajahuamán         |                |              |                  | ●                 | ■        | ➔        | D      | ▼      |
| 1            | Abastecimiento de Mineral              | Chancado       | 1200         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 2            | Operación y control circuito Chancado  | Chancado       | 1200         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 3            | Operación y control circuito Molienda  | Molienda       | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 4            | Faja transportadoras 2625 TMH          | Molienda       | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 5            | Molino de Barras                       | Molienda       | 1210         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 6            | Adición de barras                      | Molienda       | 230          |                  |                   |          | ●        |        |        |
| 7            | Molino de Bolas                        | Molienda       | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 8            | Adición de Bolas                       | Molienda       | 60           | ●                |                   |          |          |        |        |
| 9            | Nido de ciclones                       | Molienda       | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 10           | Densidades y flujos                    | Molienda       | 1440         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 11           | Operación y control circuito Flotacion | Flotación Bulk | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 12           | Acondicionador N° 1                    | Flotación Bulk | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 13           | Celdas de Flotacion                    | Flotación Bulk | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 14           | Celdas Cleaner                         | Flotación Bulk | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 15           | Operación de bombas                    | Flotación Bulk | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 16           | Leyes de mineral                       | Flotación Bulk | 1440         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 17           | Contenido metalico del mineral         | Flotación Bulk | 1440         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 18           | Recuperación del mineral               | Flotación Bulk | 1440         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 19           | Factor metalurgico                     | Flotación Bulk | 1440         |                  | ●                 |          |          |        |        |
| 20           | Resultados de balances metalurgicos    | Flotación Bulk | 1440         |                  |                   |          | ●        |        |        |
| 21           | Concentrado final                      | Flotación Bulk | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 22           | Operación y control circuito Reactivos | Reactivos      | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 23           | Preparacion de Reactivos               | Reactivos      | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 24           | Dosificacion de reactivos              | Reactivos      | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| 25           | Operación de bombas de reactivos       | Relavera       | 1440         | ●                |                   |          |          |        |        |
| <b>Total</b> |  |                | <b>32700</b> |                  |                   |          |          |        |        |

Fuente: Elaboración Propia.

Como mostramos en la tabla 5, se puede afirmar que en el ítem 6 adición de barras el tiempo de demora en su procedimiento es de 230 minutos, lo cual genera una baja producción del proceso de la flotación bulk.

## **4.2. Situación mejorada:**

La planta concentradora Alpamarca cuenta con un yacimiento de baja sulfatación Pb, Zn, Cu y Ag, con una mineralogía regularmente dócil, actualmente tiene como objetivo procesar y superar las 2625 toneladas diarias de tratamiento con un mineral 100% de Tajo. Dentro del proceso de recuperación de los elementos se registran calidades de plata de 125 Oz/TMS. Con una recuperación de 87 a 88% aproximadamente.

Dado el compromiso de seguir en el cumplimiento y en la mejora de nuestros objetivos, se realizan pruebas a nivel laboratorio buscando mantener y mejorar la metalurgia de la plata con las máximas recuperación y calidad de este elemento en el concentrado bulk. Para establecer la importancia relativa de dos variables en la flotación del mineral procesado en la Planta Concentradora Alpamarca: (A) AP-3418 (B) Flottec 8020. Con la aplicación del ciclo Deming, que afirma los cuatro pilares: Planear, Hacer, Verificar y Actuar, se cambió muchos factores como también se incrementó la producción.

**Implementación del Ciclo Deming:** Desde este punto de vista, es una de las mejores formas de aplicarlos para hacerlo más provechoso y muy agradable nuestro día a día el trabajo. Tiene una gran ventaja en lo personal de una manera simple basándonos únicamente en el Ciclo de Deming.

La mejora continua puede emplearse también en maquinarias, materiales, insumos, producción, medio ambiente, calidad y personas en general. Es una herramienta muy útil, para implantar acciones y soluciones de mejora con la aplicación del ciclo de Deming PHVA.

**Fase 1: Planear:** Ya en esta fase se inició con una propuesta de mejora con todos los responsables de la Planta Concentradora y laboratorio metalúrgico, proponiendo ideas y alcances para los nuevos objetivos a ejecutar en la presente investigación en el área de flotación bulk.

Se realizó la recopilación de información de los balances metalúrgicos correspondientes a los meses setiembre, octubre y noviembre del 2019, para su análisis y verificación de las recuperaciones de plata en el concentrado bulk.

Preparación de los procedimientos necesarios y conseguir una conclusión a través de los instrumentos de calidad elaborando una lista de los principales problemas de causa o efecto y luego se graficó el diagrama de Ishikawa, con todo ello se determinó los problemas de causa raíz para así alcanzar los objetivos y mejorar la productividad del factor metalúrgico en la sección de flotación bulk.

Elaboración del diagrama de Pareto, instrumento que emplearemos con el objetivo de priorizar las principales causas que generan mayor relevancia en la baja productividad en la flotación bulk.

Coordinación para la sensibilización, entrenamiento y capacitación a todos los involucrados del proyecto, así como también a todo el personal activo de la planta concentradora, para la aplicación y desarrollo del estudio de investigación.

Cumplimiento del recorrido por las áreas de laboratorio metalúrgico para revisar los procedimientos, manuales, hojas MSDS, y después se realizó la difusión de toda la información cumpliendo con los protocolos de la empresa.

Dentro de la estrategia de hacer bien las cosas y mejorarlas, estamos decididos a utilizar todos los recursos invertidos en la planta; con creatividad, orden, limpieza y liderazgo. Sobre la base de los conocimientos se desarrolla cambios y/o modificaciones de los parámetros en nuestros procesos; de esta manera, innovamos el modelo de producción optimizando tiempo y esfuerzo.

El fundamento principal es establecer la importancia relativa de dos variables en la flotación batch del mineral polimetálico procesado en la Planta Concentradora Alparmarca: (A) AP-3418 y (B) Flottec 8020, para incrementar la recuperación de la plata sin descuidar el grado en el concentrado bulk del circuito de flotación bulk, para obtener una óptima recuperación de plata y con un grado aceptable.

**Fase 2: Hacer:** En esta fase se realizó todo de acuerdo con lo planificado en la etapa anterior, es muy importante realizar una prueba de plan piloto, para comprobar los resultados antes de aplicar un cambio a gran escala, La etapa de flotación bulk es uno de los procesos más importante en la planta concentradora Alpamarca, y nuestro objetivo principal, es optimizar ésta, para así aumentar nuestra productividad que es el valor de la recuperación de sus metales preciosos, para generar un incremento en las utilidades para la empresa Alpamarca.



**Figura N° 8.** Muestreo del mineral ingreso al Molino de Barras.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como apreciamos en la Figura 8, se viene realizando el muestreo del mineral proveniente de tajo, las muestras son tomadas de la faja 400-CB-003 ingreso al molino primario de Barras



**Figura N° 9.** Chancado del mineral muestreado.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como mostramos en la Figura 9, se viene realizando el chancado del mineral muestreado en una chancadora de quijada a nivel de laboratorio para prepararlas al 100%, -10 malla.



**Figura N° 10.** Molienda del mineral chancado.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como mostramos en la Figura 10, se viene realizando la molienda del mineral chancado para cada prueba se pesó 1000 gr y la molienda fue con 65% de sólidos.



**Figura N° 11.** Pruebas de Flotación.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como se aprecia en la Figura 11, se realiza las pruebas de acondicionamiento y la flotación la extracción de espumas de flotación fue a modo de cinética de tres distintos tiempos a 1, 2 y 3 minutos que representan las etapas Rougher I, Rougher II y Scavenger de una prueba de flotación abierta.

Para las pruebas de laboratorio de las variables AP-3418 y Flottec-8020, se utilizó un modelo matemático que se aplicara a la investigación, ya que dio conclusiones excelentes en el campo industrial del circuito de flotación bulk de la planta concentradora Alparamarca. Dado el compromiso de seguir en el cumplimiento y en la mejora de nuestros objetivos, se realizan pruebas a nivel laboratorio buscando mantener y mejorar la metalurgia de la plata con las máximas recuperación y calidad de este elemento en el concentrado bulk. Para determinar las pruebas de laboratorio de las variables AP-3418 y Flottec-8020 se aplicó el siguiente modelo matemático:

**Tabla 6.** Modelo matemático para las pruebas de laboratorio.

|  |
|--|
| $N = 2^n$                                      |
| Donde: <b>N</b> = Número de pruebas a realizar |
| <b>n</b> = Número de Variables                 |
| → AP - 3418.....(A)                            |
| → FLOTTEC 8020.....(B)                         |

Fuente: Elaboración Propia.

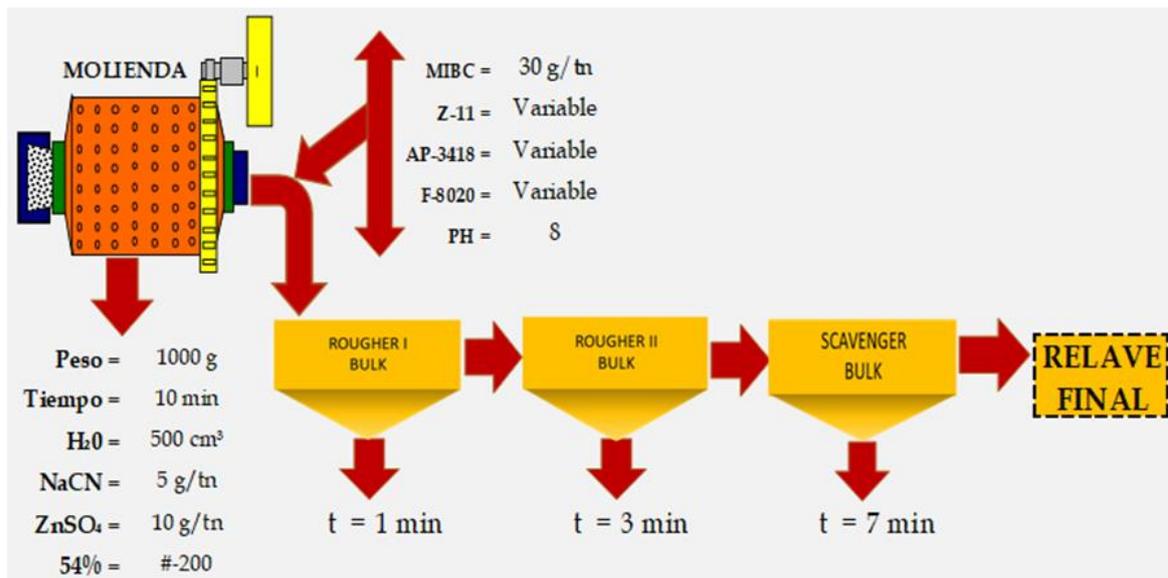
**Análisis químico del mineral:** El mineral que es destinado a la planta concentradora Alparamarca procedente del Tajo Nito Norte Nivel 4620 y Tajo Nito Oeste Nivel 4615 y muestreado en la faja de alimentación a los molinos tiene el siguiente resultado:

**Tabla 7.** Ensayo químico de las leyes de cabeza.

| %Pb  | %Zn  | % Cu | Ag Oz/t | % Fe |
|------|------|------|---------|------|
| 0.60 | 0.91 | 0.05 | 1.50    | 3.25 |

Fuente: Elaboración Propia.

**Prueba de flotación:** La ejecución de la investigación se ejecutó cumpliendo el método tratado en el campo de la ingeniería metalúrgica. A continuación, se realiza su diagrama de los procesos experimentales a nivel del laboratorio metalúrgico en la empresa.



**Figura N° 12.** Diagrama de las pruebas de laboratorio para flotación bulk.  
 Fuente: Elaboración Propia.

**Condiciones de pruebas de flotación gr/tiempo:** En relación con los datos de la tabla 8, se puede anotar que el espumante MIBC y los colectores variables fueron utilizados puros, y el colector xantato es una mezcla de 40% Xantato amílico de potasio (Z6) y 60% Xantato Isopropílico de sodio (Z11) preparada solución al 1%.

**Tabla 8.** Dosificación de reactivos g/t.

| Etapa         | T (min) | pH | Xantato  | MIBC | AP-3418  | FT 8020  |
|---------------|---------|----|----------|------|----------|----------|
| Molienda      | 10      |    |          |      | variable | variable |
| Acondi. Bulk  | 4       | 8  | variable |      |          |          |
| Rougher I     | 1       |    |          | 30   |          |          |
| Rougher II    | 3       |    |          |      |          |          |
| Scavenger III | 7       |    |          |      |          |          |

Fuente: Elaboración Propia.

**Rango e identificación de variables:** El siguiente es el cuadro de Rangos de identificación de variables de unidades reales, que representa un aproximado de los datos empleados en la aplicación de variables operacionales.

**Tabla 9.** Rango e identificación de variables.

|   | VARIABLE     | MÍNIMO | MÁXIMO |
|---|--------------|--------|--------|
| A | AP-3418      | 0      | 10     |
| B | FLOTTEC 8020 | 0      | 10     |
| C | XANTATO      | 0      | 20     |

Fuente: Elaboración Propia.

- **AP-3418:** Soluble en agua El Aerophine 3418 es un colector que bien puede usarse como colector primario o secundario en flotación selectiva de minerales de Pb Ag y con bajos contenidos de Cu, en contra del Fe en todas sus manifestaciones y Zn cuando aún no ha sido activado.
- **Flottec 8020:** Soluble en agua El Colector es una mezcla de Ditiófosfatos modificado con una concentración del 65 al 75% en peso con 25 a 35% de agua. El Flottec 8020 en el circuito Pb Cu está diseñado para disminuir o desplazar depresores, Así como también considerando sus propiedades de espumante tiende a reducir el consumo de Espumante en el circuito de flotación.
- **Xantato Z – 11:** soluble al agua, estos productos son sólidos, utilizados en la flotación de metales sulfurados y metálicos. Tiene características colectoras en el circuito de flotación Bulk para los minerales metálicos. Se dosifican con soluciones en concentración del 5 al 20% en peso.

**Plantilla del modelo matemático para dos variables:** El modelo matemático en periodos de variable codificada y real es de la siguiente manera.

**Tabla 10.** Plantilla de modelo matemático para dos variables.

| PRUEBA | CODIFICADA |    | REAL    |         |         |
|--------|------------|----|---------|---------|---------|
|        | A          | B  | AP-3418 | FT-8020 | XANTATO |
| 1      | -1         | -1 | 0       | 0       | 20      |
| 2      | 1          | -1 | 10      | 0       | 10      |
| 3      | -1         | 1  | 0       | 10      | 10      |
| 4      | 1          | 1  | 10      | 10      | 0       |

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez que se terminó de realizar las pruebas en laboratorio metalúrgico cumpliendo estrictamente los estándares y procedimientos de muestreo y preparación de muestras, las 4 muestras obtenidas son enviados a laboratorio químico, para su análisis mediante absorción atómica, obteniendo resultados confiables y verídicas, que detallaremos en la siguiente tabla:

**Tabla 11. Resultados de balances metalúrgicos de las 4 pruebas.**

|   | PRODUCTO        | Peso        | LEYES       |             |             |             |             | RECUPERACIONES |               |               |               |               | FACTOR METALÚRGICO |               |               |               |             |  |
|---|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--|
|   |                 |             | %Pb         | %Zn         | %Cu         | Ag Oz/t     | %Fe         | Plomo          | Zinc          | Cobre         | Plata         | Fierro        | Plomo              | Zinc          | Cobre         | Plata         | Fierro      |  |
| 1 | Cabeza          | 1000        | 0.60        | 0.91        | 0.05        | 1.50        | 3.25        | 100.00         | 100.00        | 100.00        | 100.00        | 100.00        |                    |               |               |               |             |  |
|   | C. I Pb 1 Min   | 13.86       | 16.44       | 18.95       | 0.45        | 14.80       | 4.30        | 38.41          | 29.34         | 10.70         | 13.58         | 1.79          | 1064.4             | 621.0         | 82.6          | 133.1         | 2.3         |  |
|   | C. II Pb 3 Min  | 11.65       | 11.65       | 14.23       | 1.50        | 50.71       | 4.80        | 22.88          | 18.52         | 29.98         | 39.11         | 1.68          | 449.3              | 294.3         | 771.7         | 1313.2        | 2.4         |  |
|   | C. III Pb 7 Min | 11.78       | 6.42        | 10.21       | 1.30        | 32.05       | 5.55        | 12.75          | 13.43         | 26.28         | 25.00         | 1.96          | 138.0              | 153.2         | 586.1         | 530.4         | 3.3         |  |
|   | Rel.Gral.       | 962.71      | 0.16        | 0.36        | 0.02        | 0.35        | 3.27        | 25.96          | 38.71         | 33.04         | 22.31         | 94.57         | 7.0                | 15.6          | 11.3          | 5.2           | 92.9        |  |
|   | <b>Cab.Calc</b> | <b>1000</b> | <b>0.59</b> | <b>0.90</b> | <b>0.06</b> | <b>1.51</b> | <b>3.33</b> | <b>100.00</b>  | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>1651.6</b>      | <b>1068.5</b> | <b>1440.5</b> | <b>1976.7</b> | <b>8.0</b>  |  |
| 2 | Cabeza          | 1000        | 0.60        | 0.91        | 0.05        | 1.50        | 3.25        | 100.00         | 100.00        | 100.00        | 100.00        | 100.00        |                    |               |               |               |             |  |
|   | C. I Pb 1 Min   | 11.07       | 31.44       | 10.36       | 2.12        | 71.34       | 4.21        | 58.14          | 12.70         | 39.23         | 52.35         | 1.43          | 3053.5             | 145.6         | 1390.1        | 2475.3        | 1.8         |  |
|   | C. II Pb 3 Min  | 14.91       | 8.31        | 11.34       | 0.73        | 20.48       | 4.65        | 20.70          | 18.72         | 18.19         | 20.24         | 2.12          | 287.3              | 235.0         | 222.0         | 274.8         | 3.0         |  |
|   | C. III Pb 7 Min | 15.77       | 3.78        | 10.72       | 0.40        | 9.82        | 5.26        | 9.96           | 18.72         | 10.54         | 10.26         | 2.54          | 62.9               | 222.2         | 70.5          | 66.8          | 4.1         |  |
|   | Rel.Gral.       | 958.25      | 0.07        | 0.47        | 0.02        | 0.27        | 3.20        | 11.21          | 49.86         | 32.03         | 17.15         | 93.91         | 1.3                | 25.9          | 10.7          | 3.1           | 92.0        |  |
|   | <b>Cab.Calc</b> | <b>1000</b> | <b>0.60</b> | <b>0.90</b> | <b>0.06</b> | <b>1.51</b> | <b>3.27</b> | <b>100.00</b>  | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>3403.7</b>      | <b>602.8</b>  | <b>1682.6</b> | <b>2816.8</b> | <b>9.0</b>  |  |
| 3 | Cabeza          | 1000        | 0.60        | 0.91        | 0.05        | 1.50        | 3.25        | 100.00         | 100.00        | 100.00        | 100.00        | 100.00        |                    |               |               |               |             |  |
|   | C. I Pb 1 Min   | 19.67       | 8.94        | 11.18       | 0.57        | 15.41       | 7.66        | 28.61          | 24.36         | 17.80         | 20.17         | 4.59          | 416.0              | 301.7         | 161.2         | 206.8         | 10.7        |  |
|   | C. II Pb 3 Min  | 22.88       | 13.08       | 8.81        | 1.50        | 32.84       | 4.24        | 48.68          | 22.33         | 54.50         | 49.99         | 2.95          | 1035.9             | 217.9         | 1298.2        | 1092.4        | 3.8         |  |
|   | C. III Pb 7 Min | 21.85       | 3.82        | 9.61        | 0.37        | 9.39        | 8.78        | 13.58          | 23.26         | 12.84         | 13.65         | 5.84          | 84.4               | 247.6         | 75.4          | 85.3          | 15.6        |  |
|   | Rel.Gral.       | 935.6       | 0.06        | 0.29        | 0.01        | 0.26        | 3.04        | 9.13           | 30.05         | 14.86         | 16.19         | 86.62         | 0.9                | 9.7           | 2.4           | 2.8           | 80.2        |  |
|   | <b>Cab.Calc</b> | <b>1000</b> | <b>0.61</b> | <b>0.90</b> | <b>0.06</b> | <b>1.50</b> | <b>3.28</b> | <b>100.00</b>  | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>1536.3</b>      | <b>767.1</b>  | <b>1534.8</b> | <b>1384.5</b> | <b>30.1</b> |  |
| 4 | Cabeza          | 1000        | 0.60        | 0.91        | 0.05        | 1.50        | 3.25        | 100.00         | 100.00        | 100.00        | 100.00        | 100.00        |                    |               |               |               |             |  |
|   | C. I Pb 1 Min   | 11.76       | 35.70       | 9.20        | 2.25        | 82.66       | 4.48        | 71.18          | 12.07         | 55.41         | 64.52         | 1.63          | 4308.2             | 123.9         | 2611.0        | 3539.8        | 2.3         |  |
|   | C. II Pb 3 Min  | 11.11       | 6.85        | 8.33        | 0.72        | 19.39       | 3.85        | 12.90          | 10.32         | 16.75         | 14.30         | 1.32          | 149.8              | 96.0          | 252.6         | 184.0         | 1.6         |  |
|   | C. III Pb 7 Min | 12.14       | 2.17        | 7.22        | 0.30        | 7.21        | 3.34        | 4.47           | 9.78          | 7.63          | 5.81          | 1.25          | 16.4               | 78.8          | 47.9          | 27.8          | 1.3         |  |
|   | Rel.Gral.       | 964.99      | 0.07        | 0.63        | 0.01        | 0.24        | 3.21        | 11.45          | 67.83         | 20.21         | 15.37         | 95.79         | 1.4                | 47.7          | 4.2           | 2.4           | 95.1        |  |
|   | <b>Cab.Calc</b> | <b>1000</b> | <b>0.59</b> | <b>0.90</b> | <b>0.05</b> | <b>1.51</b> | <b>3.23</b> | <b>100.00</b>  | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>4474.4</b>      | <b>298.6</b>  | <b>2911.5</b> | <b>3751.7</b> | <b>5.1</b>  |  |

Fuente: Reportes de resultados Laboratorio Químico.

Como detallamos en la Tabla 11, los resultados de las 4 pruebas metalúrgicas que se han obtenido por análisis químico, que determinan las leyes de cabeza, así como también las recuperaciones de los productos metálicos, para después obtener el factor metalúrgico que resulta; la ley del concentrado x la recuperación / la cabeza calculada de cada producto.

## Resumen de los Resultados de las Leyes al primer minuto:

**Tabla 12.** Leyes al primer minuto.

| PRUEBA | CODIFICADA |    | REAL    |         |         | LEYES AL PRIMER MINUTO |       |       |       |        |
|--------|------------|----|---------|---------|---------|------------------------|-------|-------|-------|--------|
|        | A          | B  | AP-3418 | FT-8020 | XANTATO | Plomo                  | Zinc  | Cobre | Plata | Fierro |
| 1      | -1         | -1 | 0       | 0       | 20      | 16.44                  | 18.95 | 0.45  | 14.80 | 4.30   |
| 2      | 1          | -1 | 10      | 0       | 10      | 31.44                  | 10.36 | 2.12  | 71.34 | 4.21   |
| 3      | -1         | 1  | 0       | 10      | 10      | 8.94                   | 11.18 | 0.57  | 15.41 | 7.66   |
| 4      | 1          | 1  | 10      | 10      | 0       | 35.70                  | 9.20  | 2.25  | 82.66 | 4.48   |

Fuente: Resultado y análisis de la tabla 11.

## Resumen de los Resultados de las Recuperaciones al primer minuto:

**Tabla 13.** Recuperaciones al primer minuto.

| PRUEBA | CODIFICADA |    | REAL    |         |         | RECUPERACIÓN AL PRIMER MINUTO |       |       |       |        |
|--------|------------|----|---------|---------|---------|-------------------------------|-------|-------|-------|--------|
|        | A          | B  | AP-3418 | FT-8020 | XANTATO | Plomo                         | Zinc  | Cobre | Plata | Fierro |
| 1      | -1         | -1 | 0       | 0       | 20      | 38.41                         | 29.34 | 10.70 | 13.58 | 1.79   |
| 2      | 1          | -1 | 10      | 0       | 10      | 58.14                         | 12.70 | 39.23 | 52.35 | 1.43   |
| 3      | -1         | 1  | 0       | 10      | 10      | 28.61                         | 24.36 | 17.80 | 20.17 | 4.59   |
| 4      | 1          | 1  | 10      | 10      | 0       | 71.18                         | 12.07 | 55.41 | 64.52 | 1.63   |

Fuente: Resultado y análisis de la tabla 11.

## Resultados y Análisis del Factor metalúrgico al primer minuto:

**Tabla 14.** Factor metalúrgico al primer minuto.

| PRUEBA | CODIFICADA |    | REAL    |         |         | FACTOR METALÚRGICO AL PRIMER MINUTO |        |         |         |        |
|--------|------------|----|---------|---------|---------|-------------------------------------|--------|---------|---------|--------|
|        | A          | B  | AP-3418 | FT-8020 | XANTATO | Plomo                               | Zinc   | Cobre   | Plata   | Fierro |
| 1      | -1         | -1 | 0       | 0       | 20      | 1064.40                             | 620.97 | 82.63   | 133.08  | 2.31   |
| 2      | 1          | -1 | 10      | 0       | 10      | 3053.47                             | 145.65 | 1390.09 | 2475.25 | 1.84   |
| 3      | -1         | 1  | 0       | 10      | 10      | 416.03                              | 301.66 | 161.16  | 206.79  | 10.70  |
| 4      | 1          | 1  | 10      | 10      | 0       | 4308.16                             | 123.89 | 2610.99 | 3539.84 | 2.26   |

Fuente: Resultado y análisis de la tabla 11.

Del resultado de la tabla 14, se comenta lo siguiente:

- Se observa que el mejor factor Metalúrgico está en la cuarta prueba; para los valores de zinc es conveniente que en la primera etapa de flotación la activación sea mínima, por tanto, en el caso actual el valor de la cuarta prueba para el zinc es la menor de todas.

- Se observa también que la tercera prueba, donde se alimenta solo el colector Flottec 8020 la activación disminuye con respecto a la primera prueba; sin embargo, la metalurgia del Pb, Cu, Ag presenta una cinética lenta al primer minuto.
- Es interesante observar que el AP-3418 tiene buena acción de flotabilidad al primer minuto tanto como para el plomo y plata, y en activación de Zinc 145.65 mucho mejor comparado a la tercera prueba 301.66.
- La cuarta prueba sugiere la dosificación mezclada de los dos colectores AP+Flottec. Sin embargo, las regresiones manifiestan que estos colectores individualmente no impactan de manera crítica en la obtención de resultados.
- La mejor activación de Zinc 123.89, se presenta al mezclar los reactivos AP+Flottec, esto evidencia la interacción positiva del reactivo en prueba para el control de activación y la disminución de depresores en el circuito bulk. Así también se observa que los valores de factor Metalúrgico con mejores con la mezcla de estos dos reactivos.

**Resultados del Factor Favorable al primer minuto:** El resultado de las cuatro pruebas metalúrgicas, el término factor metalúrgico favorable al primer minuto es una operación de resultado típica y que resulta de sumar los factores metalúrgicos del primer minuto del Pb, Cu y Ag menos los factores del Zn y Fe.

**Tabla 15.** Factor favorable al primer minuto.

| PRUEBA | CODIFICADA |    | REAL    |         |         | FACTOR METALÚRGICO PRIMER MINUTO |        |         |         |        | FAC. FAV. 1 MIN |          |
|--------|------------|----|---------|---------|---------|----------------------------------|--------|---------|---------|--------|-----------------|----------|
|        | A          | B  | AP-3418 | FT-8020 | XANTATO | Plomo                            | Zinc   | Cobre   | Plata   | Fierro | Fav.            | Total    |
| 1      | -1         | -1 | 0       | 0       | 20      | 1064.40                          | 620.97 | 82.63   | 133.08  | 2.31   | 1280.10         | 656.83   |
| 2      | 1          | -1 | 10      | 0       | 10      | 3053.47                          | 145.65 | 1390.09 | 2475.25 | 1.84   | 6918.82         | 6771.33  |
| 3      | -1         | 1  | 0       | 10      | 10      | 416.03                           | 301.66 | 161.16  | 206.79  | 10.70  | 783.98          | 471.61   |
| 4      | 1          | 1  | 10      | 10      | 0       | 4308.16                          | 123.89 | 2610.99 | 3539.84 | 2.26   | 10459.00        | 10332.85 |

Fuente: Resultado y análisis de la tabla 11.

De la Tabla 15 se comenta que el resultado consolidado será una función respuesta que indique como la más favorable la flotación sumada de Pb + Cu + Ag descontando la activación la activación de Fe + Zn, este resultado denominado Factor Favorable al primer minuto.

**Regresión Lineal:** La terminación R squared es la relación, en preferencia de variable podrá ser tolerable mayor a 0.80, con lo que el T student resultará favorable. El resultado correspondiente al T student no se registra automáticamente en la regresión, se calcula dividiendo el coeficiente entre su error estándar, Se calcula para todas las variables. valor absoluto debería ser mayor a 2 será la significancia de la variable. (Manzaneda Cabala 2016, p. 14).

**Regresión Lineal del Factor Favorable del primer minuto:** El análisis del resultado por regresión con la plantilla de valores independientes A y B, la variable dependiente o función resultado denominado; Factor Favorable en el primer minuto es como sigue:

**Tabla 16.** Regresión lineal del factor favorable al primer minuto.

| Factor Favorable al Primer Minuto |                |                |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Resultado de la regresión         |                |                |
| Constante                         |                | 4558.1557      |
| Error típico de est Y             |                | 1873.3632      |
| R cuadrado                        |                | <b>0.9500</b>  |
| Nº de observaciones               |                | 4              |
| Grados de libertad                |                | 1              |
|                                   | <u>AP-3418</u> | <u>FT-8020</u> |
| Coeficientes X                    | 3993.936       | 844.076        |
| Error típico del coef.            | 936.682        | 936.682        |
| <b>T-Student</b>                  | <b>4.264</b>   | <b>0.901</b>   |

Fuente: Resultado y análisis de la tabla 11.

Del resultado de la tabla 16 se comenta lo siguiente:

- La correlación o R cuadrado es de 95%, como se sabe los resultados de una regresión de selección de variable por lo menos debería alcanzar una correlación de 80%. Por lo cual podemos decir que estos colectores si son determinantes para un resultado positivo para obtener los mejores resultados.

- El valor estadístico t-Student que en valor absoluto debería ser mayor a 2 y aquí se nos muestra que la variable (A) AP 3418, es el reactivo que presenta mejor performance es la variable significativamente más importante para la flotabilidad total Plomo, Cobre y Plata, menos las indeseables activaciones de Zinc y Fierro en el mineral +4.26, y (B) Flottec 8020, si bien es cierto es positivo en la flotabilidad total Plomo, Cobre y Plata esta no es significativa pues es menor a +2.

**Fase 3: Verificar:** Esta etapa consistió básicamente en el análisis, verificación y comparación de los resultados de los balances metalúrgicos antes y después. Todos los responsables de la presente investigación deberán revisar y evaluar los resultados obtenidos a detalle sobre la mejora que lograron obtener, para después realizar un análisis de la forma estadística donde se realizará una confrontación de resultados antes de la investigación con los resultados obtenidos después de la investigación. Se adjunta resultados de los balances metalúrgicos antes de la ejecución del proyecto correspondientes a los meses de Set, Oct, Nov del 2019.

**Tabla 17.** Balance metalúrgico setiembre 2019.

| PRODUCCION MES |          | Leyes |       |      |         |      |      |      | Recuperación |        |       |         |        |        |        |  |
|----------------|----------|-------|-------|------|---------|------|------|------|--------------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--|
| Producto       | Peso     | % Pb  | % Zn  | %Cu  | Ag Oz/t | %Fe  | %As  | %Sb  | % Pb         | % Zn   | %Cu   | Ag Oz/t | %Fe    | %As    | %Sb    |  |
| Cabeza         | 78943.94 | 0.55  | 0.71  | 0.05 | 1.44    | 3.49 | 0.04 | 0.03 |              |        |       |         |        |        |        |  |
| Conc. Bulk     | 635.49   | 62.48 | 4.73  | 4.88 | 127.12  | 2.62 | 1.04 | 2.62 | 91.03        | 5.38   | 76.40 | 83.20   | 0.61   | 23.54  | 66.13  |  |
| Conc. Zinc     | 836.51   | 0.34  | 57.10 | 0.30 | 6.29    | 4.60 | 0.08 | 0.09 | 0.65         | 85.48  | 6.42  | 3.76    | 1.41   | 2.33   | 3.12   |  |
| Rel. Gral.     | 77471.95 | 0.05  | 0.07  | 0.01 | 0.15    | 3.44 | 0.03 | 0.01 | 8.32         | 9.14   | 14.32 | 10.66   | 97.97  | 74.13  | 30.75  |  |
| Cab. Calc.     | 78943.94 | 0.55  | 0.71  | 0.05 | 1.40    | 3.44 | 0.04 | 0.03 | 100.00       | 100.00 | 97.14 | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 |  |
|                |          |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       | 86.96   |        |        |        |  |

Fuente: Reportes de balances metalúrgicos.

Del balance metalúrgico de la tabla 17, correspondiente al mes de setiembre 2019 encontramos que, la ley de plata en el concentrado bulk es de 127,12 Oz/tn, la recuperación de plata en el concentrado bulk es de 83,20%, y en concentrado zinc tenemos 3,76%, que hacen un total de 86,96%, obteniendo resultados aceptables.

**Tabla 18.** Balance metalúrgico octubre 2019.

| UNIDAD:        | ALPAMARCA      |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |  |
|----------------|----------------|-------|-------|------|---------|------|------|------|--------------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--|
| PERIODO:       | OCTUBRE - 2019 |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |  |
| FECHA:         | 30/10/2019     |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |  |
| PRODUCCION MES |                | Leyes |       |      |         |      |      |      | Recuperación |        |       |         |        |        |        |  |
| Producto       | Peso           | % Pb  | % Zn  | %Cu  | Ag Oz/t | %Fe  | %As  | %Sb  | % Pb         | % Zn   | %Cu   | Ag Oz/t | %Fe    | %As    | %Sb    |  |
| Cabeza         | 81986.27       | 0.63  | 0.76  | 0.05 | 1.44    | 3.62 | 0.04 | 0.03 |              |        |       |         |        |        |        |  |
| Conc. Bulk     | 776.55         | 61.92 | 4.57  | 4.30 | 126.73  | 2.96 | 1.04 | 2.53 | 93.20        | 5.66   | 79.58 | 83.61   | 0.79   | 25.82  | 69.07  |  |
| Conc. Zinc     | 920.09         | 0.27  | 58.92 | 0.26 | 5.34    | 3.43 | 0.07 | 0.08 | 0.48         | 86.50  | 5.92  | 3.92    | 1.09   | 1.91   | 2.66   |  |
| Rel. Gral.     | 80289.63       | 0.04  | 0.06  | 0.01 | 0.14    | 3.54 | 0.03 | 0.01 | 6.32         | 7.84   | 12.46 | 9.77    | 98.12  | 72.26  | 28.28  |  |
| Cab. Calc.     | 81986.27       | 0.63  | 0.76  | 0.05 | 1.42    | 3.54 | 0.04 | 0.03 | 100.00       | 100.00 | 97.97 | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 |  |
|                |                |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       | 87.54   |        |        |        |  |

Fuente: Reportes de balances metalúrgicos.

Del balance metalúrgico de la tabla 18, correspondiente al mes de octubre 2019 encontramos que; la ley de plata en el concentrado bulk es de 126,73 Oz/tn, la recuperación de plata en el concentrado bulk es de 83,61%, y en concentrado zinc tenemos 3,92%, que hacen un total de 87,54%, obteniendo resultados aceptables.

**Tabla 19.** Balance metalúrgico noviembre 2019.

| UNIDAD:        | ALPAMARCA        |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |  |
|----------------|------------------|-------|-------|------|---------|------|------|------|--------------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|--|
| PERIODO:       | NOVIEMBRE - 2019 |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |  |
| FECHA:         | 30/11/2019       |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |  |
| PRODUCCION MES |                  | Leyes |       |      |         |      |      |      | Recuperación |        |       |         |        |        |        |  |
| Producto       | Peso             | % Pb  | % Zn  | %Cu  | Ag Oz/t | %Fe  | %As  | %Sb  | % Pb         | % Zn   | %Cu   | Ag Oz/t | %Fe    | %As    | %Sb    |  |
| Cabeza         | 78121.55         | 0.62  | 0.86  | 0.05 | 1.46    | 3.27 | 0.03 | 0.03 |              |        |       |         |        |        |        |  |
| Conc. Bulk     | 728.20           | 61.81 | 5.62  | 3.86 | 132.19  | 3.39 | 1.73 | 2.17 | 92.47        | 6.09   | 76.06 | 82.94   | 0.97   | 40.97  | 65.09  |  |
| Conc. Zinc     | 982.83           | 0.37  | 58.96 | 0.27 | 5.55    | 2.91 | 0.06 | 0.09 | 0.74         | 86.22  | 7.24  | 4.65    | 1.12   | 1.85   | 3.49   |  |
| Rel. Gral.     | 76410.52         | 0.04  | 0.07  | 0.01 | 0.15    | 3.27 | 0.02 | 0.01 | 6.79         | 7.69   | 14.71 | 9.83    | 97.91  | 57.18  | 31.42  |  |
| Cab. Calc.     | 78121.55         | 0.62  | 0.86  | 0.05 | 1.44    | 3.27 | 0.04 | 0.03 | 100.00       | 100.00 | 98.01 | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 |  |
|                |                  |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       | 87.59   |        |        |        |  |

Fuente: Reportes de balances metalúrgicos.

Del balance metalúrgico de la tabla 19, correspondiente al mes de noviembre 2019 encontramos que; la ley de plata en el concentrado bulk es de 132,19 Oz/tn, la recuperación de plata en el concentrado bulk es de 82,94%, y en concentrado zinc tenemos 4,65%, que hacen un total de 87,59%, obteniendo resultados favorables.

También adjuntamos resultados de balances metalúrgicos después de realizar las pruebas de laboratorio y la implementación en el campo industrial correspondientes a los meses de Dic 2019, Ene, Feb 2020.

**Tabla 20.** Balance metalúrgico diciembre 2019.

|          |                  |
|----------|------------------|
| UNIDAD:  | ALPAMARCA        |
| PERIODO: | DICIEMBRE - 2019 |
| FECHA:   | 30/12/2019       |

| PRODUCCION MES |          | Leyes |       |      |         |      |      |      | Recuperación |        |       |         |        |        |        |
|----------------|----------|-------|-------|------|---------|------|------|------|--------------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|
| Producto       | Peso     | % Pb  | % Zn  | %Cu  | Ag Oz/t | %Fe  | %As  | %Sb  | % Pb         | % Zn   | %Cu   | Ag Oz/t | %Fe    | %As    | %Sb    |
| Cabeza         | 81979.68 | 0.54  | 0.68  | 0.05 | 1.42    | 3.32 | 0.03 | 0.03 |              |        |       |         |        |        |        |
| Conc. Bulk     | 696.83   | 58.31 | 5.92  | 4.30 | 143.49  | 4.37 | 0.92 | 2.70 | 92.30        | 7.43   | 78.94 | 86.61   | 1.14   | 24.83  | 68.04  |
| Conc. Zinc     | 776.97   | 0.33  | 59.75 | 0.23 | 5.62    | 2.55 | 0.05 | 0.08 | 0.58         | 83.54  | 4.79  | 3.78    | 0.74   | 1.56   | 2.37   |
| Rel. Gral.     | 80505.88 | 0.04  | 0.06  | 0.01 | 0.14    | 3.27 | 0.02 | 0.01 | 7.13         | 9.03   | 14.47 | 9.71    | 98.12  | 73.61  | 29.59  |
| Cab. Calc.     | 81979.68 | 0.54  | 0.68  | 0.05 | 1.41    | 3.27 | 0.03 | 0.03 | 100.00       | 100.00 | 98.20 | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| <b>90.39</b>   |          |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |

Fuente: Reportes de balances metalúrgicos.

Del balance metalúrgico de la tabla 20, correspondiente al mes de diciembre 2019 encontramos que; la ley de plata en el concentrado bulk es de 143,49 Oz/tn, y la recuperación de plata en el concentrado bulk es de 86,61%, y en concentrado zinc 3,78%, que hacen un total de 90,39%, logrando resultados bastante favorables.

**Tabla 21.** Balance metalúrgico enero 2020

|          |              |
|----------|--------------|
| UNIDAD:  | ALPAMARCA    |
| PERIODO: | ENERO - 2020 |
| FECHA:   | 30/01/2020   |

| PRODUCCION MES |          | Leyes |       |      |         |      |      |      | Recuperación |        |       |         |        |        |        |
|----------------|----------|-------|-------|------|---------|------|------|------|--------------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|
| Producto       | Peso     | % Pb  | % Zn  | %Cu  | Ag Oz/t | %Fe  | %As  | %Sb  | % Pb         | % Zn   | %Cu   | Ag Oz/t | %Fe    | %As    | %Sb    |
| Cabeza         | 79040.34 | 0.55  | 0.75  | 0.05 | 1.47    | 3.30 | 0.04 | 0.03 |              |        |       |         |        |        |        |
| Conc. Bulk     | 685.25   | 58.51 | 5.70  | 4.41 | 141.82  | 3.86 | 0.97 | 2.96 | 92.40        | 6.63   | 78.40 | 87.06   | 1.01   | 22.79  | 69.83  |
| Conc. Zinc     | 855.40   | 0.29  | 58.64 | 0.27 | 6.76    | 2.68 | 0.06 | 0.10 | 0.57         | 85.10  | 6.03  | 4.07    | 0.88   | 1.88   | 3.06   |
| Rel. Gral.     | 77499.69 | 0.04  | 0.06  | 0.01 | 0.15    | 3.30 | 0.03 | 0.01 | 7.03         | 8.28   | 13.77 | 10.32   | 98.11  | 75.33  | 27.12  |
| Cab. Calc.     | 79040.34 | 0.55  | 0.75  | 0.05 | 1.44    | 3.30 | 0.04 | 0.04 | 100.00       | 100.00 | 98.20 | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| <b>91.13</b>   |          |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       |         |        |        |        |

Fuente: Reportes de balances metalúrgicos.

Del balance metalúrgico de la tabla 21, correspondiente al mes de enero 2020 encontramos que; la ley de plata en el concentrado bulk es de 141,82 Oz/tn, la recuperación de plata en el concentrado bulk es de 87,06%, y en concentrado zinc tenemos 4,07%, que hacen un total de 91,13%, logrando resultados favorables.

**Tabla 22.** Balance metalúrgico febrero 2020

|          |                |
|----------|----------------|
| UNIDAD:  | ALPAMARCA      |
| PERIODO: | FEBRERO - 2019 |
| FECHA:   | 29/02/2020     |

| PRODUCCION MES |          | Leyes |       |      |         |      |      |      | Recuperación |        |       |         |        |        |        |
|----------------|----------|-------|-------|------|---------|------|------|------|--------------|--------|-------|---------|--------|--------|--------|
| Pdto           | Peso     | % Pb  | % Zn  | %Cu  | Ag Oz/t | %Fe  | %As  | %Sb  | % Pb         | % Zn   | %Cu   | Ag Oz/t | %Fe    | %As    | %Sb    |
| Cabeza         | 88831.01 | 0.58  | 0.79  | 0.04 | 1.29    | 3.53 | 0.03 | 0.03 |              |        |       |         |        |        |        |
| Conc. Bulk     | 792.96   | 59.28 | 6.07  | 3.54 | 143.90  | 4.87 | 0.84 | 1.86 | 91.66        | 6.89   | 73.38 | 88.07   | 1.22   | 22.95  | 62.43  |
| Conc. Zinc     | 1026.86  | 0.48  | 57.71 | 0.29 | 5.93    | 3.83 | 0.07 | 0.09 | 0.96         | 84.88  | 7.85  | 3.40    | 1.24   | 2.55   | 4.05   |
| Rel. Gral.     | 87011.20 | 0.04  | 0.07  | 0.01 | 0.14    | 3.54 | 0.02 | 0.01 | 7.38         | 8.23   | 16.70 | 10.83   | 97.53  | 74.50  | 33.52  |
| Cab. Calc.     | 88831.01 | 0.58  | 0.79  | 0.04 | 1.27    | 3.56 | 0.03 | 0.03 | 100.00       | 100.00 | 97.93 | 100.00  | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
|                |          |       |       |      |         |      |      |      |              |        |       | 91.47   |        |        |        |

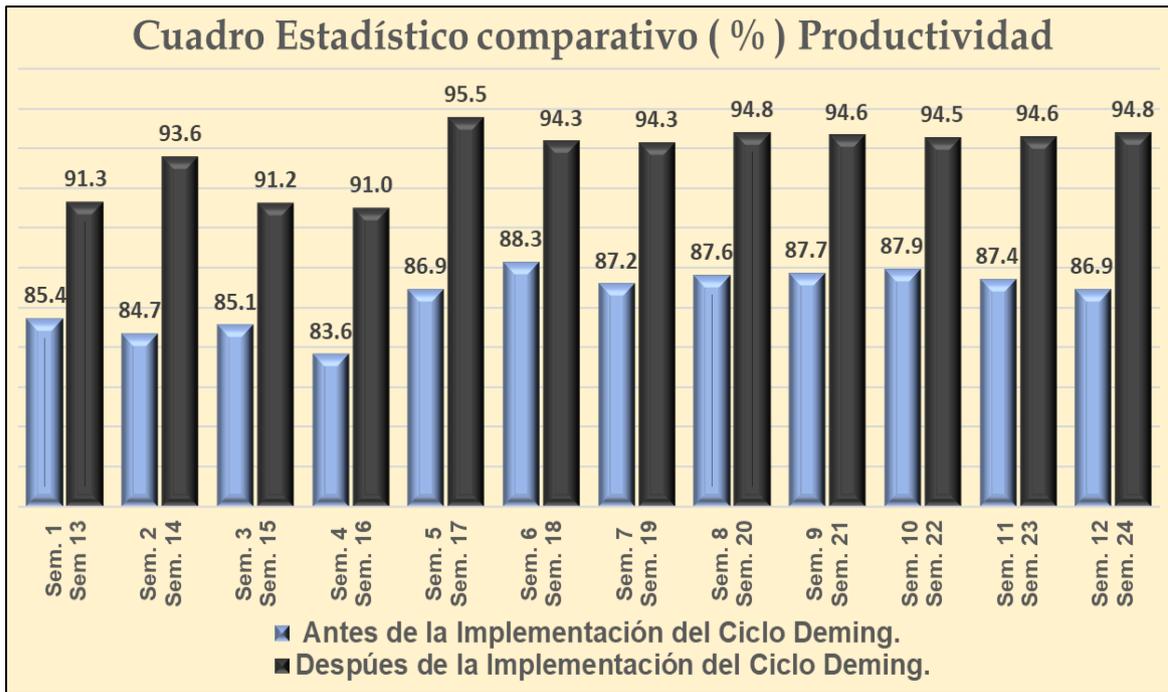
Fuente: Reportes de balances metalúrgicos.

Del balance metalúrgico de la tabla 22, correspondiente al mes de febrero 2020 encontramos que; la ley de plata en el concentrado bulk es de 143,90 Oz/tn, la recuperación de plata en el concentrado bulk es de 88,07%, y en concentrado zinc tenemos 3,40%, que hacen un total de 91,47%, logrando resultados favorables.

**Fase 4: Actuar:** Ya en esta etapa final corresponde el trabajo de los involucrados o los responsables del estudio, después de analizar los resultados obtenidos, plantear algunas recomendaciones y alternativas para levantar observaciones encontradas durante la ejecución del proyecto, para tener un antecedente de lo observado, para evitar la persistencia del problema.

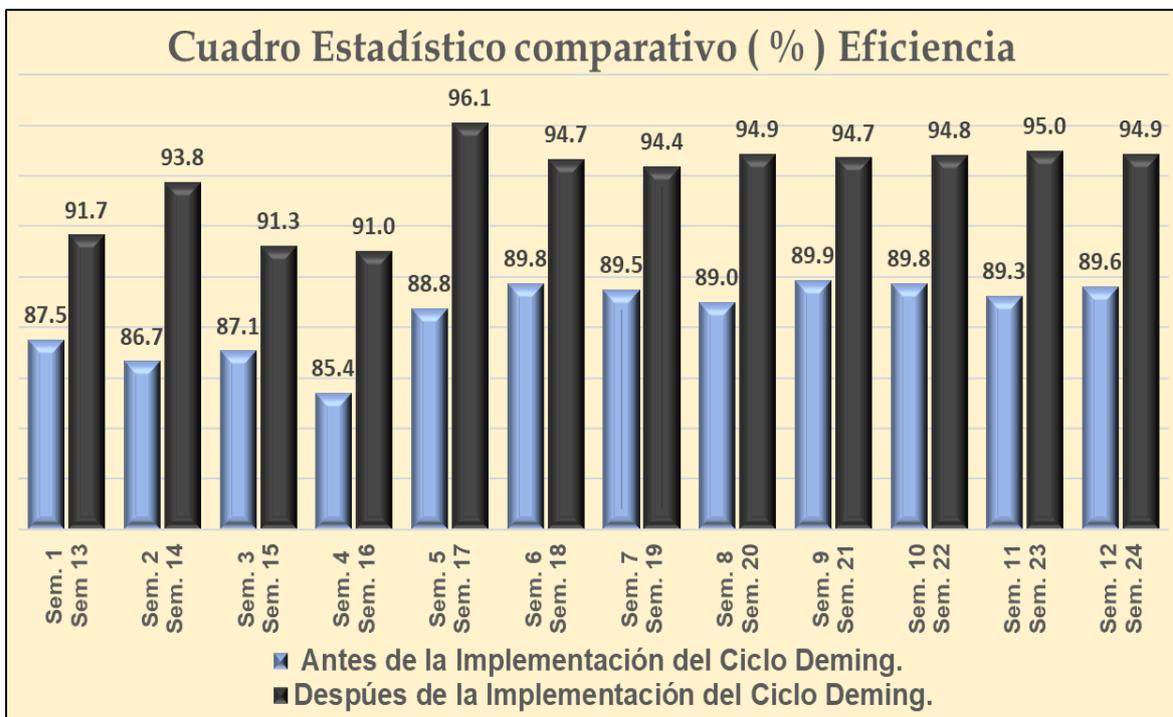
Los resultados de los cuadros estadísticos comparativos de Productividad, Eficiencia y Eficacia nos facultan a estandarizar los procedimientos y protocolos empleados durante el estudio, de tal manera que el aprendizaje para posteriores proyectos se refleje en las operaciones, así como en las responsabilidades. Así mismo el equipo conformado por los responsables del estudio deberá revisar y documentar todos los procedimientos seguidos durante el proyecto para planear el trabajo a futuro.

A continuación, mostramos cuadros estadísticos comparativos y detallados de los índices de productividad, eficiencia y eficacia.



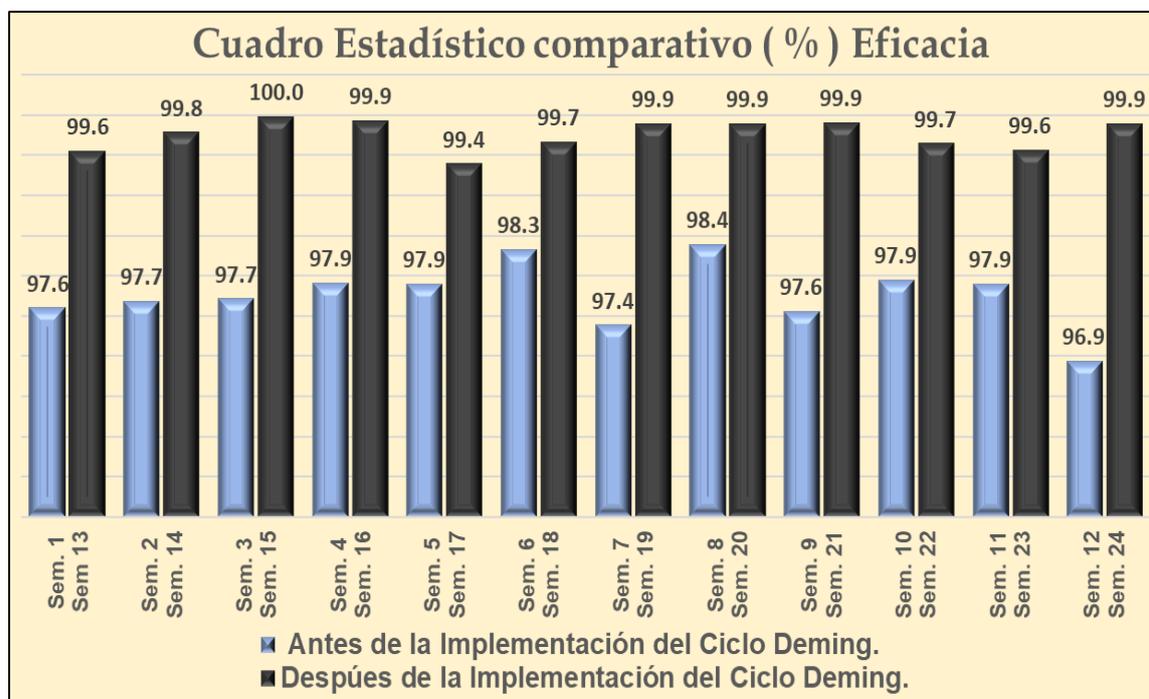
**Figura N° 13.** Cuadro de resumen comparativo porcentaje de Productividad.  
 Fuente: Resultados base de datos tabla anexo 3.

En la Figura 13, se puede visualizar resumen comparativo de los porcentajes de productividad de 12 semanas antes y 12 semanas después del proyecto de investigación con la implementación del Ciclo Deming.



**Figura N° 14.** Cuadro de resumen comparativo porcentaje de eficiencia.  
 Fuente: Resultados base de datos tabla anexo 3.

En la Figura 14, se puede visualizar resumen comparativo de los porcentajes de eficiencia de 12 semanas antes y 12 semanas después del proyecto de investigación con la implementación del Ciclo Deming.



**Figura N° 15.** Cuadro de resumen comparativo porcentaje de eficacia.  
 Fuente: Resultados base de datos tabla anexo 3.

En la Figura 15, se puede visualizar resumen comparativo de los porcentajes de eficacia de 12 semanas antes y 12 semanas después del proyecto de investigación con la implementación del Ciclo Deming.

### 4.3. Análisis Descriptivo:

Para realizar nuestro análisis descriptivo para el índice de productividad se analizaron y se obtuvieron valores numéricos desde la base de datos como se muestra en el anexo 3. Para los resultados que se visualizan en la tabla 23, del estudio comparativo de productividad desarrollaremos un ejemplo ilustrativo y detallado de cómo se obtuvieron los resultados que se muestran:

- Producción programada recuperación Ag.= **88,98%**
- Producción obtenida recuperación Ag. = **86,85%**
- Personal directo involucrado al estudio. = 30 personas
- Horas hombre disponible. = (30 x 24h x 7días) = **5040h**
- Horas hombre perdidas. = (3h x 30h x 7 días) = **630h**
- Horas hombre utilizada. = (5040h – 630h) = **4410h**

Entonces decimos que, una vez que obtuvimos estos valores ya podemos calcular la eficiencia y la eficacia, y por último hallaremos la productividad:

- Eficiencia =  $\frac{\text{h/hombre utilizado}}{\text{h/hombre disponible}} \times 100\%$   
=  $(4410 / 5040) \times 100 = \mathbf{87,50\%}$
- Eficacia =  $\frac{\text{Producc. obtenida}}{\text{Producc. programada}} \times 100\%$   
=  $(86,85 / 88,98) \times 100 = \mathbf{97,61\%}$
- Productividad =  $\frac{\text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}}{100\%}$   
=  $(87,50 \times 97,61) / 100 = \mathbf{85,41\%}$

Entonces concluimos que el resultado del pre- test del índice de productividad correspondiente a la semana 1 del mes de setiembre del 2019, es de **85,41%**, tal como muestra en la tabla 23, de la misma forma se aplicó la misma metodología para todos los datos productividad antes y productividad después.

**Índices de Productividad:** De los datos logrados durante el periodo de la investigación como se muestra en el anexo, tenemos el siguiente cuadro comparativo de productividad. En este caso el procedimiento de obtención de los valores correspondientes a la productividad se basó en el ejemplo antes mencionado:

**Tabla 23.** Estudio de contraste de la Productividad.

| ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD |         |                         |          |         |                           |
|---|---------|-------------------------|----------|---------|---------------------------|
| Meses                                   | Periodo | Productividad Antes (%) | Meses    | Periodo | Productividad Después (%) |
| Set-19                                  | Sem. 1  | 85,41                   | Dic-19   | Sem. 13 | 91,26                     |
|   | Sem. 2  | 84,66                   |          | Sem. 14 | 93,55                     |
|   | Sem. 3  | 85,10                   |          | Sem. 15 | 91,24                     |
|   | Sem. 4  | 83,63                   |          | Sem. 16 | 91,61                     |
| Oct-19                                  | Sem. 5  | 86,89                   | Ene-20   | Sem. 17 | 95,55                     |
|   | Sem. 6  | 88,25                   |          | Sem. 18 | 94,34                     |
|   | Sem. 7  | 87,17                   |          | Sem. 19 | 94,28                     |
|   | Sem. 8  | 87,58                   |          | Sem. 20 | 94,78                     |
| Nov-19                                  | Sem. 9  | 87,68                   | Feb-20   | Sem. 21 | 94,64                     |
|   | Sem. 10 | 87,91                   |          | Sem. 22 | 94,49                     |
|   | Sem. 11 | 87,38                   |          | Sem. 23 | 94,59                     |
|   | Sem. 12 | 86,89                   |          | Sem. 24 | 94,78                     |
| Promedio                                |         | <b>86.54</b>            | Promedio |         | <b>93.76</b>              |

Fuente: Base de datos ver Anexo 3.

Cómo evidenciamos en la tabla 23, a continuación, realizaremos el estudio de comparación del índice de **productividad** de la flotación Bulk, antes de la investigación realizadas durante los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2019, logrando un promedio de 86,54%, y después de la investigación con la aplicación del Ciclo Deming PHVA, realizadas durante los meses de diciembre del 2019, enero y febrero del 2020, incrementando el índice de **productividad** a 93,76%, cumpliendo con el objetivo planteado.

**Gráfico de barras comparativas del índice de Productividad:** del promedio obtenido del índice de productividad se realiza el siguiente gráfico estadístico.

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Productividad Antes   | 86,54 % |
| Productividad Después | 93,76 % |
| Diferencia            | 7,21 %  |



**Figura N° 16.** Estadística de contraste índice de Productividad.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 16, se muestra antes de la investigación el porcentaje obtenida es de 86,54% que corresponde al periodo setiembre a noviembre 2019, y después de la investigación el porcentaje obtenido de 93,76% que corresponde al periodo diciembre 2019 a febrero 2020, y se obtiene una diferencia de 7,21% en productividad.

**Índices de Eficiencia:** Para realizar nuestro análisis descriptivo para el índice de eficiencia también se analizaron valores numéricos de la base de datos que mostramos en el anexo 3, para los resultados que se visualizan en la tabla 24, del estudio comparativo de eficiencia se detalla de la forma siguiente:

- Horas hombre disponible. = (30 x 24h x 7días) = **5040h**
- Horas hombre utilizada. = (5040h – 630h) = **4410h**

Entonces decimos que, una vez que se obtuvimos estos valores ya podemos calcular la eficiencia:

- Eficiencia = h/hombre utilizado/h/hombre disponible x 100%  
= (4410 / 5040) x 100 = **87,50%**

Entonces concluimos que el resultado del pre- test del índice de eficiencia correspondiente a la semana 1 del mes de setiembre del 2019, es de **87,50%**, tal como se muestra en la tabla 24, de la misma forma se aplicó para todos los datos eficiencia antes y eficiencia después, tenemos el siguiente cuadro comparativo:

**Tabla 24.** Estudio de contraste de la Eficiencia.

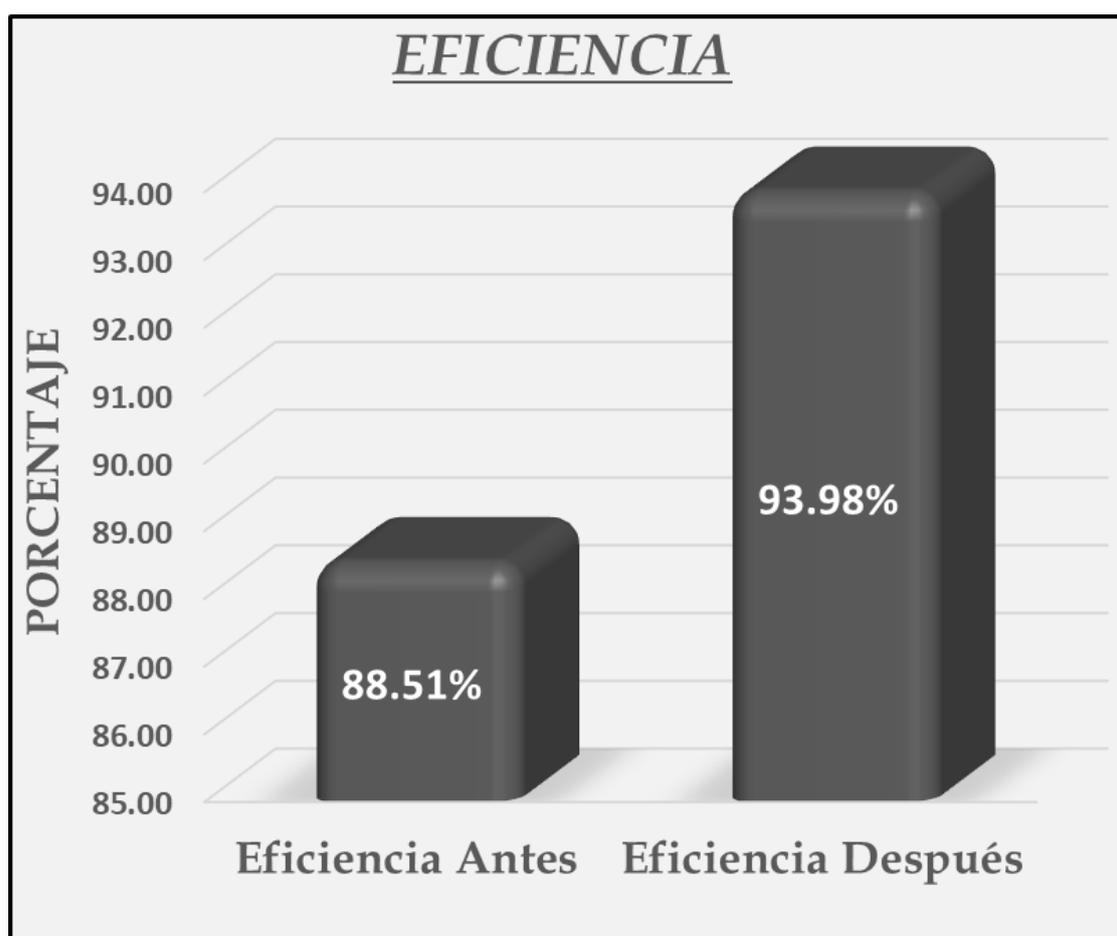
| ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA |         |                      |          |         |                        |
|--------------------------------------|---------|----------------------|----------|---------|------------------------|
| Meses                                | Periodo | Eficiencia Antes (%) | Meses    | Periodo | Eficiencia Después (%) |
| Set-19                               | Sem. 1  | 87,50                | Dic-19   | Sem. 13 | 91,67                  |
|                                      | Sem. 2  | 86,67                |          | Sem. 14 | 93,75                  |
|                                      | Sem. 3  | 87,08                |          | Sem. 15 | 91,25                  |
|                                      | Sem. 4  | 85,42                |          | Sem. 16 | 91,04                  |
| Oct-19                               | Sem. 5  | 88,75                | Ene-20   | Sem. 17 | 96,13                  |
|                                      | Sem. 6  | 89,75                |          | Sem. 18 | 94,65                  |
|                                      | Sem. 7  | 89,50                |          | Sem. 19 | 94,38                  |
|                                      | Sem. 8  | 89,00                |          | Sem. 20 | 94,88                  |
| Nov-19                               | Sem. 9  | 89,88                | Feb-20   | Sem. 21 | 94,73                  |
|                                      | Sem. 10 | 89,75                |          | Sem. 22 | 94,83                  |
|                                      | Sem. 11 | 89,25                |          | Sem. 23 | 95,00                  |
|                                      | Sem. 12 | 89,63                |          | Sem. 24 | 94,88                  |
| Promedio                             |         | <b>88.51</b>         | Promedio |         | <b>93.98</b>           |

Fuente: Base de datos Ver Anexo 3.

Como evidenciamos en la tabla 24, a continuación, realizaremos el estudio de comparación del índice de **Eficiencia** de la flotación Bulk antes de la investigación, realizadas durante los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2019, logrando un promedio de 88,51%, y después de la investigación con la aplicación del Ciclo Deming PHVA, realizadas durante los meses de diciembre 2019, enero y febrero del 2020, incrementando el índice de **Eficiencia** a 93,98%, cumpliendo con el objetivo planteado.

**Gráfico de barras comparativas de índice de eficiencia:** del promedio obtenido del índice de eficiencia se realiza el siguiente gráfico estadístico.

|                    |         |
|--------------------|---------|
| Eficiencia Antes   | 88,51 % |
| Eficiencia Después | 93,98 % |
| Diferencia         | 5,47 %  |



**Figura N° 17.** Estadística de contraste índice de Eficiencia.  
Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 17, de estadística de contraste, se muestra antes de la investigación el porcentaje obtenida es de 88,51% que corresponde al periodo setiembre a noviembre 2019, y después de la investigación el porcentaje obtenido de 93,98% que corresponde al periodo diciembre 2019 a febrero 2020, y se obtiene una diferencia de 5,47% en eficiencia.

**Índices de Eficacia:** Para realizar nuestro análisis descriptivo para el índice de eficacia también se analizaron valores numéricos de la base de datos (ver tabla anexo 3), para los resultados tal como se muestran en la tabla 25, el estudio comparativo de eficacia se detalla de la forma siguiente:

- Producción programada recuperación Ag. = **88,98%**
- Producción obtenida recuperación Ag. = **86,85%**

Entonces decimos que, una vez que obtuvimos estos valores ya podemos calcular la eficacia.

- Eficacia =  $\text{Producción obtenida} / \text{Producción programada} \times 100$   
=  $(86,85 / 88,98) \times 100 = \mathbf{97,61\%}$

Entonces concluimos que el resultado del pretest del índice de eficiencia correspondiente a la semana 1 del mes de setiembre del 2019, es de **97,61 %**, tal como muestra en la tabla 25, de la misma forma se aplicó para todos los datos eficacia antes y eficacia después, tenemos el siguiente cuadro comparativo de eficacia.:

**Tabla 25.** Estudio de contraste de la Eficacia.

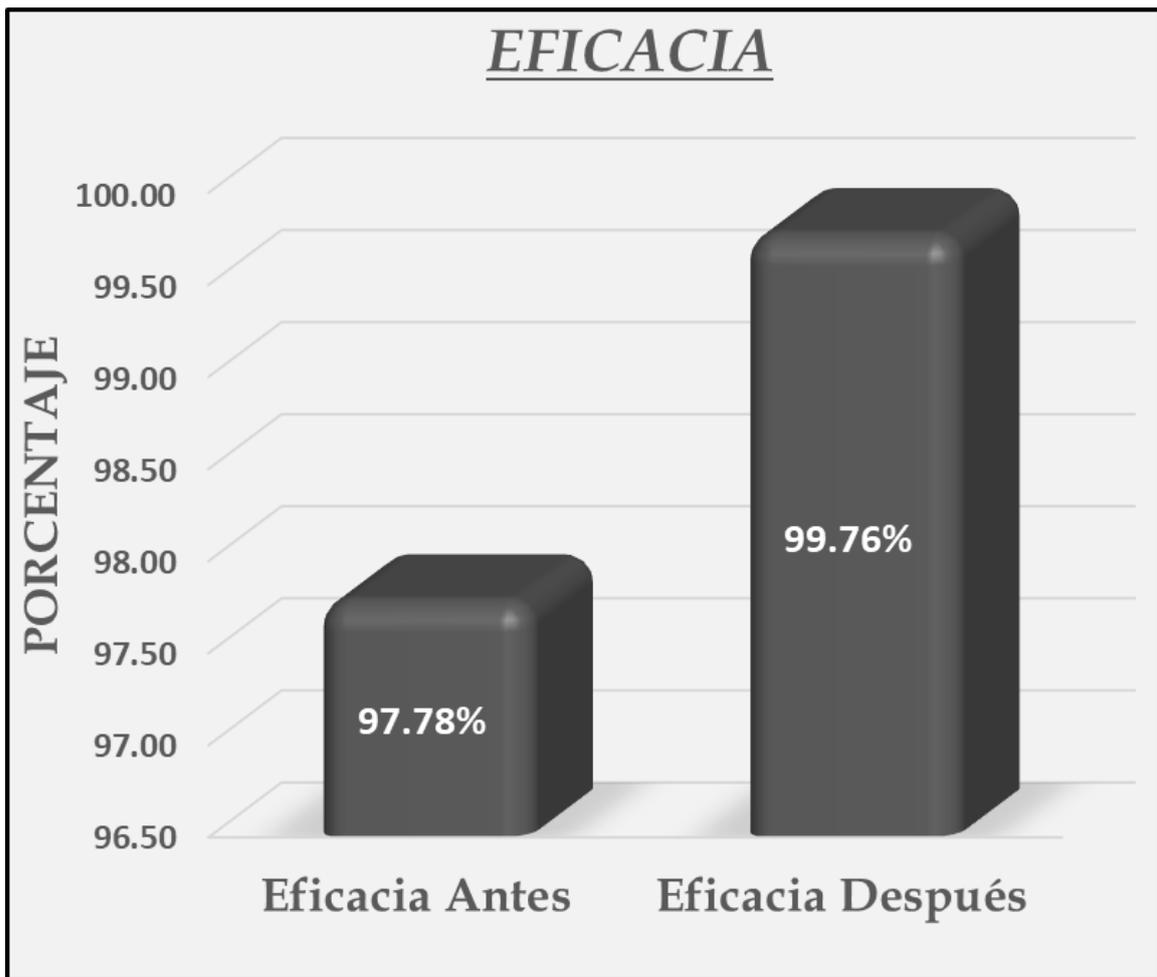
| Meses    | Periodo | Eficacia Antes (%) | Meses    | Periodo | Eficacia Después (%) |
|----------|---------|--------------------|----------|---------|----------------------|
| Set-19   | Sem. 1  | 97,61              | Dic-19   | Sem. 13 | 99,56                |
|          | Sem. 2  | 97,68              |          | Sem. 14 | 99,79                |
|          | Sem. 3  | 97,72              |          | Sem. 15 | 99,99                |
|          | Sem. 4  | 97,91              |          | Sem. 16 | 99,93                |
| Oct-19   | Sem. 5  | 97,91              | Ene-20   | Sem. 17 | 99,40                |
|          | Sem. 6  | 98,33              |          | Sem. 18 | 99,67                |
|          | Sem. 7  | 97,39              |          | Sem. 19 | 99,90                |
|          | Sem. 8  | 98,40              |          | Sem. 20 | 99,90                |
| Nov-19   | Sem. 9  | 97,56              | Feb-20   | Sem. 21 | 99,91                |
|          | Sem. 10 | 97,95              |          | Sem. 22 | 99,65                |
|          | Sem. 11 | 97,91              |          | Sem. 23 | 99,56                |
|          | Sem. 12 | 96,95              |          | Sem. 24 | 99,90                |
| Promedio |         | <b>97.78</b>       | Promedio |         | <b>99.76</b>         |

Fuente: Base de datos Ver Anexo 3.

Como evidenciamos en la tabla 25, a continuación, realizaremos el estudio de comparación del índice de **Eficacia** de la flotación Bulk, antes de la investigación realizadas durante los meses de setiembre, octubre y noviembre del 2019, logrando un promedio de 97,78%, y después de la investigación con la aplicación del Ciclo Deming PHVA, realizadas durante los meses de diciembre del 2019, enero y febrero del 2020, y, incrementando el índice de **Eficacia** a 99,76%, cumpliendo con el objetivo planteado.

**Gráfico de barras comparativas de índice de eficacia:** del promedio obtenido del índice de eficiencia se realiza el siguiente gráfico estadístico.

|                  |         |
|------------------|---------|
| Eficacia Antes   | 97.78 % |
| Eficacia Después | 99.76 % |
| Diferencia       | 1.99 %  |



**Figura N° 18.** Estadística de contraste índice de Eficacia.  
Fuente: Elaboración Propia.

Así mismo como mostramos en la Figura 18, antes de la investigación el porcentaje obtenida es de 97,78% que corresponde al periodo setiembre a noviembre 2019, y después de la investigación el porcentaje obtenido de 99,76% que corresponde al periodo diciembre 2019 a febrero 2020, y se obtiene una diferencia de 1,99% en eficacia.

#### 4.4. Análisis Inferencial:

##### Validación de la Hipótesis general del Índice de Productividad:

**Pruebas de Normalidad:** Se aplicó a la variable dependiente **productividad**, mediante el ensayo de Shapiro-Wilk, porque la cantidad de datos es menos de 50, podemos visualizar en el anexo 4.

- Si la solución de la P-valor es mayor a 0.05, los datos de la muestra se originan de una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la  $H_0$ .
- Si la solución de la P-valor es menor a 0.05, los datos de la muestra no se originan de una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la  $H_a$ .

**Tabla 26.** Pruebas de normalidad del índice de Productividad.

|  | Kolmogórov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |              |
|--|--------------------|----|-------|--------------|----|--------------|
|  | Estadístico        | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.         |
| Dif. Productividad   | 0.168              | 12 | ,200* | 0.95         | 12 | <b>0.606</b> |
| *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.<br>a. Corrección de significación de Lilliefors |                    |    |       |              |    |              |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Comentario:** Como evidenciamos en la tabla 26, analizado con el programa SPSS v23, se detalla que el valor de la Sig. De la variable **Productividad** es 0.606, lo cual es mayor a 0.05, entonces decimos que los valores correspondientes a este ensayo se originan de una distribución normal lo cual definimos que, para la confirmación de la hipótesis, mis valores son paramétricos.

Para nuestro estudio inferencial demostramos lo siguiente: Empleamos T-Student, ya que nuestros datos son paramétricos.

Se tomó en cuenta el siguiente criterio:

- Si: Sig. Es  $<$  a 0.05 son valores no paramétricos (Wilcoxon)
- Si: Sig. Es  $>$  a 0.05 son valores paramétricos (T-Student)

**Validación de la Hipótesis general de la Variable dependiente Productividad:**

**Ho:** La Aplicación del Ciclo Deming **no influye**, en la mejora de la **productividad** del proceso de la flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

**Ha:** La Aplicación del Ciclo Deming **influye**, en la mejora de la **productividad** del proceso de la flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

**Tabla 27.** Estadística de muestras emparejadas índice de Productividad

|                              | Media | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|------------------------------|-------|----|---------------------|-------------------------|
| <b>Productividad después</b> | 93.76 | 12 | 1.51                | 0.44                    |
| <b>Productividad antes</b>   | 86.55 | 12 | 1.47                | 0.43                    |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Explicación:** En la tabla 27 se muestra los resultados de la Media de la Productividad antes es de 86,54%, y Productividad después el porcentaje obtenido es de 93,76% logrando un incremento del 7,21% en productividad.

**Tabla 28.** Diferencias emparejadas índice de Productividad.

|  | Diferencias emparejadas |                     |                         |  |          | t     | gl | Sig. (bilateral) |
|--|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|-------|----|------------------|
|  | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |    |                  |
|  |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior |       |    |                  |
| <b>Productividad después - Productividad antes</b> | 7.213                   | 0.986               | 0.285                   | 6.587  | 7.840    | 25.34 | 11 | <b>0.000</b>     |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Explicación:** Como se evidencia en la tabla 28, se detalla que el resultado logrado de la Sig. Bilateral es 0.00 resultando menor que 0.05, lo cual rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (Ha), se obtiene un incremento aceptable de la media en el índice de la **productividad** de 7,21%, demostrando una gran diferencia significativa en productividad y se determina qué; La Aplicación del Ciclo Deming si influye en la mejora de la **Productividad** del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

## Validación de la primera Hipótesis Específica Índice de Eficiencia:

**Pruebas de Normalidad:** Se aplicó a la variable dependiente **eficiencia**, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, porque la cantidad de datos es menos que 50.

- Si la solución de la P-valor es mayor a 0.05, los datos de la muestra se originan de una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la  $H_0$ .
- Si el resultado de la P-valor es menor a 0.05, los datos de la muestra no se originan de una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la  $H_a$ .

**Tabla 29.** Prueba de normalidad índice de Eficiencia.

|  | Kolmogórov-Smirnov |    |       | Shapiro-Wilk |    |              |
|--|--------------------|----|-------|--------------|----|--------------|
|  | Estadístico        | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.         |
| <b>Dif. Eficiencia</b>   | 0.156              | 12 | ,200* | 0.908        | 12 | <b>0.201</b> |
| *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.<br>a. Corrección de significación de Lilliefors |                    |    |       |              |    |              |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Comentario:** Como se evidencia en la tabla 29, analizado con el programa SPSS v23, se detalla que el valor de la Sig. De la variable **Eficiencia** es 0.201, lo cual es mayor a 0.05, entonces decimos que los datos correspondientes a este ensayo se originan de una distribución normal lo cual definimos que, para la confirmación de la hipótesis, mis valores son paramétricos.

Para nuestro estudio inferencial demostramos lo siguiente: Empleamos T-Student, ya que nuestros valores son paramétricos.

Se definió con el siguiente criterio:

- Si: Sig. Es  $<$  a 0.05 son valores no paramétricos (Wilcoxon)
- Si: Sig. Es  $>$  a 0.05 son valores paramétricos (T-Student)

### Validación de la Hipótesis Especifica Variable dependiente Eficiencia:

**Ho:** La Aplicación del Ciclo Deming **no influye**, en la mejora de la **eficiencia** del proceso de la flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

**Ha:** La Aplicación del Ciclo Deming **influye**, en la mejora de la **eficiencia** del proceso de la flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

**Tabla 30.** Estadística de muestras emparejadas índice de Eficiencia.

|                           | Media | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------------------------|-------|----|---------------------|-------------------------|
| <b>Eficiencia después</b> | 93.93 | 12 | 1.67                | 0.48                    |
| <b>Eficiencia antes</b>   | 88.52 | 12 | 1.48                | 0.43                    |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Explicación:** En la tabla 30 se muestra los resultados de la Media de la Eficiencia antes el porcentaje era de 86,54%, y Eficiencia después el porcentaje obtenido es de 93,93% logrando un incremento del 5,42% en eficiencia.

**Tabla 31.** Diferencias emparejadas índice de Eficiencia.

|  | Diferencias emparejadas |                     |                         |  |          | t     | gl | Sig. (bilateral) |
|--|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|-------|----|------------------|
|  | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |    |                  |
|  |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior |       |    |                  |
| <b>Eficiencia después - Eficiencia antes</b> | 5.418                   | 1.005               | 0.290                   | 4.779  | 6.056    | 18.67 | 11 | <b>0.000</b>     |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Explicación:** Como se evidencia en la tabla 31, se detalla que el resultado logrado de la Sig. Bilateral es 0.00 resultando menor que 0.05, lo cual rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (Ha), se obtiene un incremento aceptable de la media en el índice de **eficiencia** de 5,42%, demostrando una gran diferencia significativa en la eficiencia y se determina qué; La Aplicación del Ciclo Deming si influye en la mejora de la **eficiencia** del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

## Validación de la Segunda Hipótesis Específica Índice de Eficacia:

**Pruebas de Normalidad:** Se aplicó a la variable dependiente **eficacia**, mediante el ensayo de Shapiro-Wilk, porque la cantidad de datos es menos que 50.

- Si la solución de la P-valor es mayor a 0.05, los valores de la muestra se originan de una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la  $H_0$ .
- Si la solución de la P-valor es menor a 0.05, los valores de la muestra no se originan de una distribución normal, por lo tanto, aceptamos la  $H_a$ .

**Tabla 32.** Pruebas de normalidad índice de Eficacia.

|  | Kolmogórov-Smirnov |    |                   | Shapiro-Wilk |    |              |
|--|--------------------|----|-------------------|--------------|----|--------------|
|  | Estadístico        | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig.         |
| Dif. Eficacia  | 0.142              | 12 | ,200 <sup>a</sup> | 0.960        | 12 | <b>0.789</b> |
| *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. |                    |    |                   |              |    |              |
| a. Corrección de significación de Lilliefors                 |                    |    |                   |              |    |              |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Comentario:** Como evidenciamos en la tabla 32, analizado con el programa SPSS v23, se detalla que el valor de la Sig. De la variable **Eficacia** es 0.789, lo cual es mayor a 0.05, entonces decimos que los datos correspondientes a este ensayo se originan de una distribución normal lo cual definimos que, para la confirmación de la hipótesis, mis valores son paramétricos.

Para nuestro estudio inferencial demostramos lo siguiente: Empleamos T-Student, ya que nuestros valores son paramétricos.

Se definió con el siguiente criterio:

- Si: Sig. Es < a 0.05 son valores no paramétricos (Wilcoxon)
- Si: Sig. Es > a 0.05 son valores paramétricos (T-Student)

### Validación de la Hipótesis Especifica Variable dependiente Eficacia:

**Ho:** La Aplicación del Ciclo Deming **no influye**, en la mejora de la **eficacia** del proceso de la flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

**Ha:** La Aplicación del Ciclo Deming **influye**, en la mejora de la **eficacia** del proceso de la flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

**Tabla 33.** Estadística emparejada índice de Eficacia

|                  | Media | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|------------------|-------|----|---------------------|-------------------------|
| Eficacia después | 99.76 | 12 | 0.19                | 0.05                    |
| Eficacia antes   | 97.78 | 12 | 0.39                | 0.11                    |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Explicación:** En la tabla 33 se muestra los resultados de la Media de la Eficacia antes el porcentaje era de 97,77%, y Eficacia después el porcentaje obtenido es de 99,76% logrando un incremento del 1,99% en eficacia.

**Tabla 34.** Diferencia emparejada índice de Eficacia.

|                                   | Diferencias emparejadas |                     |                         |  |          | t     | gl | Sig. (bilateral) |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--|----------|-------|----|------------------|
|                                   | Media                   | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |    |                  |
|                                   |                         |                     |                         | Inferior                                       | Superior |       |    |                  |
| Eficacia después - Eficacia antes | 1.987                   | 0.479               | 0.138                   | 1.682  | 2.291    | 14.35 | 11 | <b>0.000</b>     |

Fuente: Elaboración Propia ver anexo 4.

**Explicación:** Como se evidencia en la tabla 34, se detalla que el resultado logrado de la Sig. Bilateral es 0.00 resultando menor que 0.05, lo cual rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (Ha), se obtiene un incremento aceptable de la media en el índice de **eficacia** de 1,99%, demostrando una gran diferencia significativa en la eficiencia y se determina que: La Aplicación del Ciclo Deming si influye en la mejora de la **eficacia** del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021.

## V. DISCUSIÓN

En este capítulo de discusiones demostraremos los rendimientos logrados en el presente estudio validando la calidad de la Plata en el concentrado Bulk, mejorando la performance metalúrgica con respecto a los balances anteriores al estudio, con la implementación del Ciclo Deming se multiplica favorablemente la productividad del proceso de flotación Bulk de Minerales en la Planta Concentradora Alpamarca.

1. Con la implementación del ciclo Deming para aumentar la **productividad** del proceso de la flotación bulk en la compañía minera Alpamarca, se logró resultados favorables originando un incremento del 7,21% como resultado porcentual, incrementando considerablemente la productividad, los resultados obtenidos de las Medias Pretest (antes) es de 86,54% y Post test (después) es de 93,76%. El resultado obtenido es el soporte de **PAYE, Domingo, (2018)**, en su tesis titulada: Aplicación del ciclo Deming para mejorar de la productividad en el área de producción en la compañía Envases y Envolturas S.A. los resultados que se alcanzaron afirman con la implementación del Ciclo Deming acrecienta la productividad en el área de producción en un 18,21% de aumento en productividad, siendo sus resultados de media Pre-Test (Antes) de 52,42% y Post Test (Después) de 70,63%.

Además, considerando lo descrito por Attaran, Attaran y Kirkland (2019), mencionan que la importancia de las tecnologías inteligentes en el lugar de trabajo cubre algunos de los beneficios potenciales que favorecen la mejora de la productividad en las organizaciones.

Las actuales circunstancias en el mercado internacional dan oportunidad a pensar, a tener el conocimiento de que la tecnología, el lanzamiento de nuevos productos, nuevas teorías que rompen esquemas con lo tradicional, requieren un sitio abierto en nuestra organización, ser acogidos, adoptados, aplicados y puestos a prueba en nuestra realidad, con la aplicación del ciclo Deming detallamos aspectos trabajados y fortalecidos durante la investigación en el presente año, resaltando que éstas aportaron en la mejora de resultados operacionales en productividad claro está que seguirán siendo investigados e implementados durante los próximos años.

Durante el estudio de investigación, se consideró mantener y/o mejorar el promedio del grado o calidad del concentrado de plomo a los valores obtenidos en los balances metalúrgicos anteriores, el motivo fundamental fue optimizar la dosificación de reactivos con maniobras operativas manteniendo estos valores ya comerciales para nuestra organización. Sin embargo, es importante resaltar la buena performance en la evolución de lograr calidades de concentrados de plomo durante los años de operación de la planta concentradora.

Las consideraciones tradicionales y teóricas mencionan que es muy difícil la recuperación de minerales con valores de ley de cabeza bajos, esto sustentado en base a tipos de mineral, asociaciones mineralógicas, diseños de planta, etc. La performance metalúrgica en este aspecto para Alpamarca confirma la buena aplicación de los elementos operativos para la obtención de una buena recuperación con respecto a la ley de cabeza debido a la mejora en los valores valiosos de plomo en el relave.

Se evidencia la buena performance metalúrgica productiva de la plata en términos de recuperación con respecto a la ley de cabeza baja. Las obtenciones de valores bajos de plata en el relave con respecto a los balances anteriores validan la buena performance.

En la actividad metalúrgica, lo perfecto es alcanzar excelentes recuperaciones con un grado de concentrado aceptable. Por otro lado, los procesos de flotación bulk normalmente alcanzan elevados grados de concentrado y recuperaciones cuando la ley de cabeza es superior. El procedimiento aceptable es aquella donde se alcanzan mayores recuperaciones y excelentes grados de concentrados con leyes de cabeza parcialmente bajas. El factor Metalúrgico es una cifra adimensional que resulta multiplicando el porcentaje del grado de concentrado por el porcentaje de recuperación y dividido por el producto anterior entre la ley de cabeza. A mayor factor metalúrgico, la flotación será óptima. Este nuevo criterio recompensa a las operaciones de baja ley de cabeza y que demandan una excelente y mayor esfuerzo en las plantas concentradoras por flotación como es el caso Alpamarca.

2. Con la implementación del ciclo Deming para acrecentar la **eficiencia** del proceso de la flotación bulk en la compañía minera Alpacamarca, se logró resultados favorables originando un incremento del 5,42% como resultado porcentual, incrementando considerablemente la eficiencia, los resultados obtenidos de las Medias Pre-Test (antes) es de 86,54% y Post Test (después) es de 93,76%. El resultado obtenido es el soporte de **CANCHARI, Ricardo (2018)**, en su tesis titulada: Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de producción, empresa CONCREMAX S.A. Lurín, 2018, los resultados afirman que se alcanzaron y sustentan que la implementación del Ciclo Deming incrementa la eficiencia en el área de producción en un 24,82% de aumento porcentual.

Además, García Criollo (2005), manifiesta que la Eficiencia es la capacidad utilizable en horas/hombre y horas/máquina para conseguir la productividad. Modo que se utiliza los recursos de la organización: personal, materia prima, tecnología. Se consigue cuando se logra el producto ansiado con menos insumos.

En tal sentido está bien argumentado que con la implementación del ciclo de Deming mejora significativamente la eficiencia en el área de Flotación bulk de minerales en la planta concentradora de la compañía minera Alpacamarca, logrando sensibilizar a todos los trabajadores sobre cual importante es la aplicación, para que así puedan darle continuidad y seguimiento para el mejoramiento constante, pues para lograr procedimiento de este tipo es muy importante realizar un buen trabajo en equipo y llevando a cabo un mayor compromiso en el trabajo en equipo trabajo colaborativo, realizando inspecciones a detalle internas enfoque técnico autocritico de nuestras áreas en periodos de tiempos prudentes.

Mejorar la performance en la cultura de seguridad, mayor trabajo en liderazgo visible, trabajo de campo se fortalecerá los conocimientos de seguridad de nuestra población operativa aplicado al trabajo de campo y acompañamientos de comités multidisciplinario.

3. Además, con la implementación del ciclo Deming para acrecentar la **eficacia** del proceso de la flotación bulk en la compañía minera Alpacamarca, se logró resultados favorables originando un incremento del 1,99% como resultado porcentual, incrementando considerablemente la eficacia, los resultados obtenidos de las Medias Pre-Test (antes) es de 97,77% y Post Test (después) es de 99,76%.

El resultado obtenido es el soporte de **DAGA, Henry (2016)**, en su tesis titulada: Aplicación del ciclo de Deming para aumentar la productividad del área de chancado en una minera que extrae oro, Perú - 2016, los resultados afirman que se alcanzaron más eficacia en el área de chancado incrementando significativamente con la aplicación del Ciclo de Deming en la minera de oro donde se fue elaborado la investigación. Logrando de una media de 74,49 a 86,97. aproximadamente 16%.

Además García Criollo (2005), manifiesta que la Eficacia es el nivel de desempeño de los objetivos, metas y estándares. Incluye la consecución de los resultados obtenidos y puede ser un destello de exceso, calidad percibida o ambos.

Por lo cual queda bien argumentado el estudio, que con la implementación del ciclo de Deming acrecienta significativamente la eficacia en el área de Flotación bulk de la planta concentradora en la compañía minera Alpacamarca, los resultados alcanzados son el fruto de un buen trabajo en equipo, donde se aplicaron los procedimientos de Deming para el cumplimiento de las metas trazadas y los objetivos planteados y continuar con las Investigaciones metalúrgicas de oportunidades para la optimización de los procesos unitarios en la planta concentradora, continuo aprendizaje para hacer cada vez más selectivo en el control del proceso valor agregado vs grado recuperación.

## **VI. CONCLUSIONES**

Después de realizar el análisis inferencial mediante el software SPSS v23, describimos que:

1. Dando la conformidad al Objetivo General, Determinar en qué medida la aplicación del Ciclo Deming incrementará la productividad del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpacamarca, Junín 2021, anterior a la implementación del Ciclo Deming, alcanzaba una productividad de 86,54%, y después de la implementación del Ciclo Deming se generó un crecimiento en la productividad de 93,76%, con esto llegamos a confirmar; que con la implementación del Ciclo Deming se obtuvo un incremento favorable en productividad de 7,21%, lo cual se determina que se da cumplimiento del objetivo general de la investigación.
2. En conformidad con el primer objetivo específico, Determinar en qué medida la aplicación del Ciclo Deming incrementará la eficiencia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpacamarca, Junín 2021, anterior a la implementación del Ciclo Deming alcanzaba una eficiencia de 88,52%, y después de la implementación del Ciclo Deming se generó un aumento en la eficiencia de 93,93%, con esto llegamos a la conclusión final; que con la implementación del Ciclo Deming se obtuvo un crecimiento favorable en la eficiencia de 5,42%, lo cual se determina que se da cumplimiento del primer objetivo específico de la investigación.
3. En conformidad con el segundo objetivo específico, Determinar en qué medida la aplicación del Ciclo Deming incrementará la eficacia del proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpacamarca, Junín 2021, anterior a la implementación del Ciclo Deming alcanzaba una eficacia de 97,77%, y después de la implementación del Ciclo Deming se generó un aumento en la eficacia de 99,76%, con esto llegamos a la conclusión satisfactoria; que con la implementación del Ciclo Deming se obtuvo un crecimiento favorable en la eficiencia de 1,99%, lo cual se determina que se da cumplimiento del segundo objetivo específico de la investigación.

## VII. RECOMENDACIONES

1. La empresa Alpamarca, tiene muy claro que el área de Laboratorio Metalúrgico cuenta con la tarea de asistir al proceso con alternativas de mejora, estas alternativas nacen de un trabajo en equipo competitivo con liderazgo, desarrollando así ideas e investigaciones.

Se recomienda continuar con los estudios estadísticos, pruebas metalúrgicas, diseños experimentales, diseños hexagonales, microscopia cualitativa, cuantitativa, entre otros, cumpliendo con una política de calidad que nos permite aumentar la **productividad** en la planta concentradora Alpamarca.

Recomendamos fortalecer la continuidad operativa de las mejoras ejecutadas durante el proyecto y si es necesario volver a aplicar e implementar el ciclo Deming en otras áreas productivas y que sean incorporados en el proceso con la finalidad de lograr mejoras productivas y rentables.

2. Se recomienda fortalecer los conocimientos de seguridad de nuestra población operativa aplicado al trabajo de campo, adecuando procesos de evaluaciones y selección en base a competencias, para mejorar su performance de **eficiencia** laboral en favor de la empresa con comportamientos técnicos y los valores de acuerdo con la cultura de la empresa, para lograr de manera eficiente las alternativas de mejora continua.

Recomendamos seguir aplicando el ciclo PHVA en los cuellos de botella que se presenten en el momento y generan problemas, pérdidas de tiempo y que afectan en la eficiencia al proceso productivo.

3. Se recomienda Mejorar el control de costos operativos, mejor manejo de Opex y Capex en proporción a los resultados de producción, así como también el desarrollo de programas de motivación de alta frecuencia para mejorar la **eficacia**, para cumplir con los objetivos de la empresa Alpamarca para conseguir la satisfacción de los clientes.

Se recomienda también mejorar el mantenimiento oportuno de los equipos para garantizar la operatividad del proceso continuo y nos permita una utilización efectiva, para mejorar la eficacia e incrementar significativamente la producción.

## REFERENCIAS

- ALAUDDIN, N. y YAMADA, S., 2019. Overview of Deming criteria for total quality management conceptual framework design in education services. *Journal of Engineering and Science Research*, vol. 3, no. 5, pp. 12-20.
- ARIAS ODÓN, F.G., 2012. EL PROYECTO DE INVESTIGACION, Introducción a la Metodología Científica. *Introducción a la metodología científica*, vol. 6a Edición, no. Caracas, Venezuela, pp. 146.
- ATTARAN, M., ATTARAN, S. y KIRKLAND, D., 2019. The need for digital workplace: Increasing workforce productivity in the information age. *International Journal of Enterprise Information Systems*, vol. 15, no. 1, pp. 1-23. ISSN 15481123. DOI 10.4018/IJEIS.2019010101.
- BAENA PAZ, G., 2017. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. *Serie integral por competencias* [en línea], vol. 3a Edición, no. Mexico, pp. 157. Disponible en: file:///C:/Users/Tony Sanchez/Downloads/metodologia de la investigacion Baena 2017.pdf.
- BECERRA LOIS, Á.F., ANDRADE ORBE, M.A. y DIAZ GISPERT, L.I., 2019. Sistema de gestión de la calidad para el proceso de investigación : Universidad de Otavalo , Ecuador Quality management system for the research process : University of Otavalo , Ecuador. *Actualidades investigativas en educación*, vol. 19, pp. 1-32. DOI 10.15517/aie.v19i1.35235.
- BERNAL, C.A., 2010. Metodología de la investigación. *Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*, vol. 3a Edición, pp. 322.
- BULATOVIC, S.M., 2007. HANDBOOK OF FLOTATION REAGE. *Handbook of Flotation Reagents*, pp. 448. DOI 10.1016/b978-044453029-5/50025-3.
- CADENA CHÁVEZ, O., 2018. GESTION DE LA CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD. *Universidad de las Fuerzas Armadas*, vol. 1a Edición, no. Sangolqui, Ecuador, pp. 102.
- CAMISÓN, C., CRUZ, S. y GONZÁLES, T., 2006. GESTION DE LA CALIDAD, Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. *Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*, vol. 1a Edición, no. Madrid, España, pp. 1464.
- CAMPAÑA FIGUEROA, D.R., 2013. Plan de mejora continua de los procesos productivos para reducir los defectos en los productos lácteos elaborados por la Pasteurizadora San Pablo. *Universidad Tecnica de Ambato*, vol. 0, no. Ambato, Ecuador, pp. 262.

- CANCHARI HUAMANI, R.J., 2018. Aplicación del ciclo de deming para mejorar la productividad en el área de producción, empresa CONCREMAX S.A. Lurín, 2018. *Universidad César Vallejo*, no. Lima, Perú, pp. 104.
- CHEN, X., KUMAR, M. y BASSO, S., 2018. On the effectiveness of recession analysis methods for capturing the characteristic storage-discharge relation: An intercomparison study. *Hydrology and Earth System Sciences*, pp. 1-30. ISSN 1027-5606. DOI 10.5194/hess-2018-65.
- CHEN, Y. y LI, H., 2019. Research on Engineering Quality Management Based on PDCA Cycle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 490, no. 6. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/490/6/062033.
- COMPAÑIA MINERA ALPAMARCA, 2012. Memoria Descriptiva del Proceso. *Memoria descriptiva*, pp. 33.
- DAGA CHAMORRO, H.C., 2017. APLICACIÓN DEL CICLO DE DEMING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE CHANCADO EN UNA MINERA QUE EXTRAE ORO, PERÚ - 2016. *Universidad César Vallejo*, no. Lima, Perú, pp. 112.
- DIDES ZAROR, J.E., 2018. PRODUCTIVIDAD EN LA GRAN MINERÍA DEL COBRE EN CHILE: DEL DIAGNOSTICO A LOS PLANES DE ACCIÓN. *Universidad de Chile*, no. Santiago de Chile, pp. 55.
- FERMINI ARBAIZA, L., 2014. ADMINISTRACION Y ORGANIZACION Un enfoque contemporaneo. *CENGAGE Learnig*, vol. 1a Edicion, pp. 50.
- GARCÍA CRIOLLO, R., 2005. ESTUDIO DEL TRABAJO, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo. *Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, vol. 2a Edición, no. Mexico, pp. 459.
- GAVANCHO VALDERRAMA, J.D. y JIMENEZ CARHUAMACA, F.O., 2018. Optimización del circuito de flotación de Pb-Ag modificando la concentración del colector AP-3418 en la Planta Concentradora Lincuna 2018. *Universidad Nacional del Centro del Perú*, pp. 80.
- GEORGE, G., 2017. Business Performance and Productivity in Globalization. , pp. 76.
- GUILLEN VALLE, O.R. y VALDERRAMA MENDOZA, S.R., 2015. Guía Para Elaborar La Tesis Universitaria Escuela De Posgrado. *Ando Educando*, pp. 150.

- GUTIÉRREZ PULIDO, H., 2014. CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD. *Calidad y Productividad*, vol. 4a Edición, no. Mexico, pp. 400.
- HANAYSHA, J., 2016. Improving employee productivity through work engagement: Evidence from higher education sector. *Management Science Letters*, no. January, pp. 61-70. ISSN 19239335. DOI 10.5267/j.msl.2015.11.006.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea], vol. 1a Edición, no. Mexico, pp. 714. Disponible en: [http://www.mhhe.com/latam/sampieri\\_mi1e](http://www.mhhe.com/latam/sampieri_mi1e).
- JHA, S., PRASAD, K. y KUMAR SINGH, A., 2017. Productivity , quality and business performance : an empirical study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, pp. 16. DOI 10.1108/IJPPM-03-2015-0041.
- LEVINE, D.M., KREHBIEL, T.C. y BERENSON, M.L., 2006. Estadística para administración. *El programa de Prentice Hall*, vol. 4a Edición, pp. 341.
- LEGRA, A. 2018. Elementos teóricos y prácticos de la investigación científicotecnológica.(1.a ed.). Cuba: Félix Varela.
- MANZANEDA CABALA, J., 2016a. ESTADÍSTICA BÁSICA. *Capítulo VI Estadística Básica*, pp. 54.
- MANZANEDA CABALA, J., 2016b. Flotación. *Flotación*, pp. 105.
- MANZANEDA CABALA, J., 2016c. PROGRESOS EN LA APLICACIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL. *Capítulo VI Progresos en la aplicación del Diseño Experimental*, pp. 47.
- NGUYEN, V. y TRAN, T., 2020. Article practical application of plan-do-check-act cycle for quality improvement of sustainable packaging: A case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, pp. 16. ISSN 20763417. DOI 10.3390/APP10186332.
- NIKOLAEVICH, M., EVGENEVNA, E. y VLADIMIROVNA, N., 2015. The Deming Cycle ( PDCA ) Concept as an Efficient Tool for Continuous Quality Improvement in the Agribusiness. *Published by Canadian Center of Science and Education*, vol. 11, no. 1, pp. 239-246. DOI 10.5539/ass.v11n1p239.
- NOREÑA DURAN, W.M., 2018. Influencia del Colector Flottec 8020 para mejorar la calidad del Concentrado de la Flotación Bulk en la Empresa Minera Nexa Resources S.A.C. - Unidad El Porvenir – Pasco 2018. *Universiad Nacional*

*Daniel Alcides Carrion*, pp. 111.

PAYE VILCANQUI, D., 2018. Aplicación de Ciclo Deming para mejora de la Productividad en el área de Producción en la empresa Envases y Envolturas S.A. *Universidad César Vallejo*, no. Lima, Peru, pp. 104.

PÉREZ GAO MONTOYA, M., 2017. Implementación de herramientas de control de calidad en MYPEs de confecciones y aplicación de mejora continua PHRA. *Industrial Data*, vol. 20, no. 2, pp. 95. ISSN 1560-9146. DOI 10.15381/idata.v20i2.13955.

REYES, N. y BOENTE, A., 2019. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION COMPILACION TOTAL. *Compilación total*, vol. 1a Edición, no. Mexico, pp. 104.

RODRÍGUEZ RUIZ, J.R., 2015. ETICA PROFESIONAL Y DEONTOLOGIA. *Etica profesional y deontologia* [en línea], vol. 1a Edición, pp. 220. Disponible en: [http://utex.uladech.edu.pe/bitstream/handle/ULADECH\\_CATOLICA/17/L005-AUTORIA PROPIA.pdf?sequence=1](http://utex.uladech.edu.pe/bitstream/handle/ULADECH_CATOLICA/17/L005-AUTORIA PROPIA.pdf?sequence=1).

SALAZAR-GARCES, J.A., MORA-SÁNCHEZ, N.V. y ROMERO-BLACK, W.E., 2020. Diagnosis of the application of the PHVA cycle. , vol. 1, no. dic, pp. 459-472.

SALAZAR PINTO, C. y DEL CASTILLO GALARZA, S., 2018. FUNDAMENTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA. *Fundamentos Básicos De Estadística*, vol. 1a Edición, no. Ecuador, Quito, pp. 226.

TINCO MENDOZA, W., 2018. DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS EN LA EMPRESA PIONNER MINING. *Universidad Mayor de San Andrés*, no. La Paz, Bolivia, pp. 131.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

| APLICACIÓN DEL CICLO DEMING PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA FLOTACIÓN BULK EN LA EMPRESA ALPAMARCA. JUNÍN 2021 |   |   |   |  |  |  |  |  |   |   |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|---|---|
| LINEA DE INVESTIGACIÓN  | EMPRESA   | PROBLEMA GENERAL  | OBJETIVO GENERAL  | HIPÓTESIS GENERAL  | VARIABLES  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES  | INDICADORES   | METODOLOGÍA   |
| GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA  | COMPañía MINERA ALPAMARCA   | ¿En qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>productividad</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales de la empresa Alpamarca – 2021?         | Determinar en qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>productividad</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales en la empresa Alpamarca – 2021. | La Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>productividad</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales en la Empresa Alpamarca – 2021. | Variable Independiente<br><b>CICLO DE DEMING</b> | "El ciclo de Deming, llamado también ciclo de Control o Ciclo PHVA (PDCA) es un método específico para llevar a cabo acciones que posibiliten resolver un problema específico o implantar una idea de mejora."<br><b>(Cadena Chavez, Oscar, 2018 Pag. 83)</b>          | "El ciclo PDCA es un proceso que, junto con el método clásico de resolución de problemas permite la consecución de la mejora de la calidad en cualquier proceso de la organización. Supone una metodología para mejorar continuamente y su aplicación resulta muy útil en la gestión de los procesos"<br><b>(Camisón, Cruz y Gonzales, 2006, Pág. 875)</b> | <b>Planificar (Plan)</b><br>Definir los objetivos y decidir los metodos a utilizar para alcanzar los objetivos.            | $\text{Selección de Problemas} = \frac{TPC}{TPI} \times 100$ Donde: TPC: Total problemas críticos<br>TPI: Total problemas identificados | Tipo de la investigación:<br><b>APLICADA</b><br><br>Enfoque de la investigación:<br><b>CUANTITATIVO</b><br><br>Diseño de la investigación:<br><b>EXPERIMENTAL</b><br>de tipo:<br><b>PREEXPERIMENTAL</b><br><br>Corte de la investigación:<br><b>LONGITUDINAL</b><br><br>Nivel de la investigación:<br><b>EXPLICATIVA</b><br><br><b>POBLACIÓN</b><br>Respecto a la población, serán los resultados de los reportes de balances metalúrgicos de la producción semanal del proceso de flotación bulk de la planta concentradora Alpamarca, por un periodo de 12 semanas. |
|   |   |   |   |  |  |  |  | <b>Hacer (Do)</b><br>Consiste en poner en marcha el plan diseñado en la fase anterior                                      | $\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{SO}{TSP} \times 100$ Donde: TSO: Soluciones óptimas<br>TSP: Total soluciones planteadas          |   |
|   |   |   |   |  |  |  |  | <b>Verificar (Check)</b><br>Comprobar si el trabajo se esta llevando a cabo conforme a lo planificado en la primera etapa. | $\text{Comprobar Resultados} = \frac{RAc}{RAn} \times 100$ Donde: RAc: Resultados Actuales<br>RAn: Resultados anteriores                |   |
|   |   |   |   |  |  |  |  | <b>Actuar (Act)</b><br>Analizar los resultados y compararlos con las actividades antes de haber sido aplicada la mejora.   | $\text{Estandarizar} = \frac{PAE}{PT} \times 100$ Donde: PAE: Proceso adecuación estandares<br>PT: Procesos totales                     |   |
|   |   | PROBLEMAS ESPECIFICOS   | OBJETIVOS ESPECIFICOS   | HIPOTESIS ESPECIFICOS  | VARIABLES  | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES  | INDICADORES   |   |
|   |   | 1. ¿En qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>eficiencia</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales de la empresa Alpamarca - 2021?         | 1. Determinar en qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>eficiencia</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales en la empresa Alpamarca – 2021. | 1. La Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>eficiencia</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales en la Empresa Alpamarca – 2021. | Variable Dependiente<br><b>PRODUCTIVIDAD</b>     | "La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos."<br><b>(Gutierrez, Humberto 2014 Pag. 20)</b> | "La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos determinados".<br><b>(García, Roberto 2005 Pag. 09)</b>   | <b>Eficacia:</b><br>Implica la obtencion de resultados deseados con el grado de cumplimiento de los objetivos.             | $\% \text{ de Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100$ Donde: PR: Produccion real<br>PP: Produccion programada                             |   |
|   | 2. ¿En qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>eficacia</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales de la empresa Alpamarca - 2021? | 2. Determinar en qué medida la Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>eficacia</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales en la empresa Alpamarca – 2021. | 2. La Aplicación del Ciclo Deming incrementará la <b>eficacia</b> del proceso de Flotación Bulk de minerales en la Empresa Alpamarca – 2021.                            | <b>Eficiencia:</b><br>Se logra cuando se obtiene un resultado deseado con la forma en que se usan los recursos de la empresa.                  |  |  |  |  |   | $\% \text{ de Eficiencia} = \frac{CU}{CD} \times 100$ Donde: CU: Capacidad usada<br>CD: Capacidad disponible  |

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de las variables

| APLICACIÓN DEL CICLO DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE LA FLOTACIÓN BULK EN LA EMPRESA ALPAMARCA, JUNÍN 2021. |   |  |   |   |                       |
|---|---|--|---|---|-----------------------|
| VARIABLE  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES   | INDICADORES   | ESCALA DE INDICADORES |
| Variable Independiente<br><b>CICLO DE DEMING</b>  | "El ciclo de Deming, llamado también ciclo de Control o Ciclo PHVA (PDCA) es un método específico para llevar a cabo acciones que posibiliten resolver un problema específico o implantar una idea de mejora.". (Cadena Chavez, Oscar, 2018 Pag. 83)          | "El ciclo PDCA es un proceso que, junto con el método clásico de resolución de problemas permite la consecución de la mejora de la calidad en cualquier proceso de la organización. Supone una metodología para mejorar continuamente y su aplicación resulta muy útil en la gestión de los procesos" (Camisón, Cruz y Gonzales, 2006, Pág. 875) | <b>Planificar (Plan)</b><br>Definir los objetivos y decidir los metodos a utilizar para alcanzar los objetivos.               | $\text{Selección de Problemas} = \frac{TPC}{TPI} \times 100$ Donde: TPC: Total problemas criticos<br>TPI: Total problemas identificados | Razón                 |
|   |   |  | <b>Hacer (Do)</b><br>Consiste en poner en marcha el plan diseñado en la fase anterior   | $\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{SO}{TSP} \times 100$ Donde: SO: Soluciones optimas<br>TSP: Total soluciones planteadas           |                       |
|   |   |  | <b>Verificar (Check)</b><br>Comprobar si el trabajo se esta llevando a cabo conforme a lo planificado en la primera etapa.    | $\text{Comprobar Resultados} = \frac{RAc}{RAn} \times 100$ Donde: RAc: Resultados Actuales<br>RAn: Resultados anteriores                |                       |
|   |   |  | <b>Actuar (Act)</b><br>Analizar los resultados y compararlos con las actividades antes de haber sido aplicada la mejora.      | $\text{Estandarizar} = \frac{PAE}{PT} \times 100$ Donde: PAE: Proceso adecuacion estandares<br>PT: Procesos totales                     |                       |
| Variable Dependiente<br><b>PRODUCTIVIDAD</b>  | "La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.". (Gutierrez, Humberto 2014 Pag. 20) | "La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos determinados". (García, Roberto 2005 Pag. 09)   | <b>Eficacia:</b><br>Implica la obtención de resultados deseados con el grado de cumplimiento de los objetivos.                | $\% \text{ de Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100$ Donde: PR: Produccion real<br>PP: Produccion programada                             | Razón                 |
|   |   |  | <b>Eficiencia:</b><br>Se logra cuando se obtiene un resultado deseado con la forma en que se usan los recursos de la empresa. | $\% \text{ de Eficiencia} = \frac{CU}{CD} \times 100$ Donde: CU: Capacidad usada<br>CD: Capacidad disponible                            |                       |

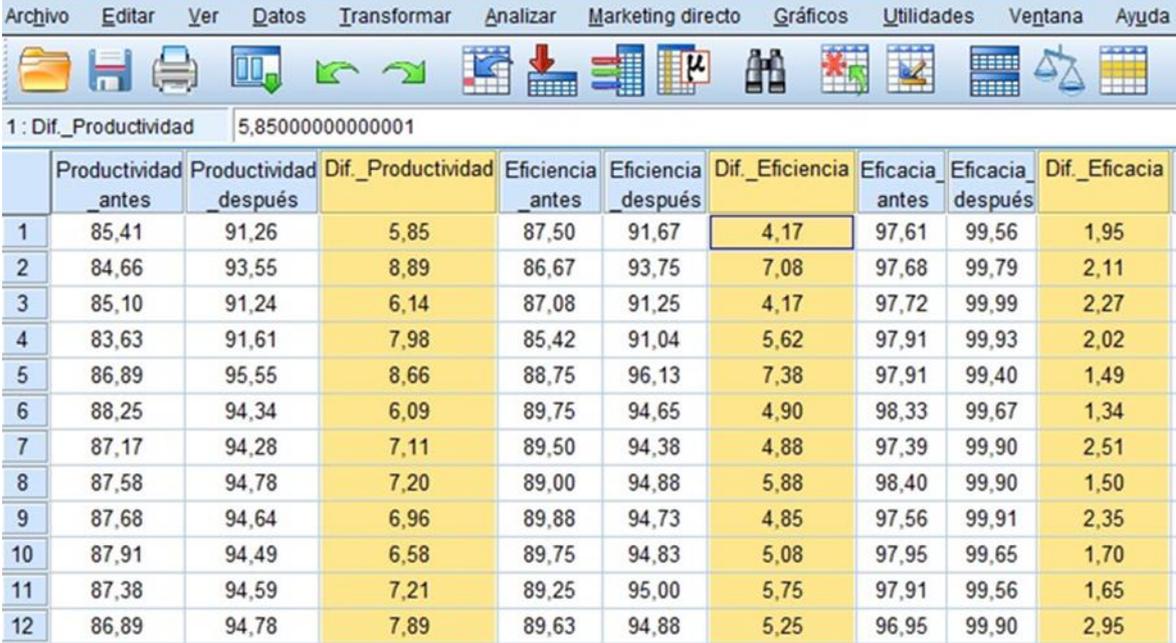
### Anexo 3. Instrumento de Validación base de datos del estudio.

| BASE DE DATOS DE PRODUCCIÓN SEMANAL FLOTACIÓN BULK EMPRESA ALPAMARCA (PRE - TEST) |                 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Indicadores   |                 | Set-19   |          |          |          | Oct-19   |          |          |          | Nov-19   |          |          |          |
|   |                 | Sem. 1   | Sem. 2   | Sem. 3   | Sem. 4   | Sem. 5   | Sem. 6   | Sem. 7   | Sem. 8   | Sem. 9   | Sem. 10  | Sem. 11  | Sem. 12  |
| Producción programada   | Rec. Total Ag % | 88.98    | 88.98    | 88.98    | 88.98    | 89.32    | 89.32    | 89.32    | 89.32    | 89.75    | 89.75    | 89.75    | 89.75    |
| Producción obtenida   | Rec. Total Ag % | 86.85    | 86.92    | 86.95    | 87.12    | 87.45    | 87.83    | 86.99    | 87.89    | 87.56    | 87.91    | 87.87    | 87.01    |
| Personal asignado   |                 | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       |
| Horas Hombre Disponible   |                 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 |
| Horas Hombre Perdidas   |                 | 630.00   | 672.00   | 651.00   | 735.00   | 567.00   | 516.60   | 529.20   | 554.40   | 510.30   | 516.60   | 541.80   | 522.90   |
| Horas Hombre Utilizada  |                 | 4,410.00 | 4,368.00 | 4,389.00 | 4,305.00 | 4,473.00 | 4,523.40 | 4,510.80 | 4,485.60 | 4,529.70 | 4,523.40 | 4,498.20 | 4,517.10 |
| Eficiencia  |                 | 87.50    | 86.67    | 87.08    | 85.42    | 88.75    | 89.75    | 89.50    | 89.00    | 89.88    | 89.75    | 89.25    | 89.63    |
| Eficacia  |                 | 97.61    | 97.68    | 97.72    | 97.91    | 97.91    | 98.33    | 97.39    | 98.40    | 97.56    | 97.95    | 97.91    | 96.95    |
| Productividad   |                 | 85.41    | 84.66    | 85.10    | 83.63    | 86.89    | 88.25    | 87.17    | 87.58    | 87.68    | 87.91    | 87.38    | 86.89    |

| BASE DE DATOS DE PRODUCCIÓN SEMANAL FLOTACIÓN BULK EMPRESA ALPAMARCA (POST - TEST) |                 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Indicadores  |                 | Dic-19   |          |          |          | Ene-20   |          |          |          | Feb-20   |          |          |          |
|  |                 | Sem. 13  | Sem. 14  | Sem. 15  | Sem. 16  | Sem. 17  | Sem. 18  | Sem. 19  | Sem. 20  | Sem. 21  | Sem. 22  | Sem. 23  | Sem. 24  |
| Producción programada  | Rec. Total Ag % | 90.55    | 90.55    | 90.55    | 90.55    | 91.39    | 91.39    | 91.39    | 91.39    | 91.69    | 91.69    | 91.69    | 91.69    |
| Producción obtenida  | Rec. Total Ag % | 90.15    | 90.36    | 90.54    | 90.49    | 90.84    | 91.09    | 91.30    | 91.30    | 91.61    | 91.37    | 91.29    | 91.60    |
| Personal asignado  |                 | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       | 30       |
| Horas Hombre Disponible  |                 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 | 5,040.00 |
| Horas Hombre Perdidas  |                 | 420.00   | 315.00   | 441.00   | 420.00   | 195.30   | 269.64   | 283.50   | 258.30   | 265.86   | 260.82   | 252.00   | 258.30   |
| Horas Hombre Utilizada   |                 | 4,620.00 | 4,725.00 | 4,599.00 | 4,620.00 | 4,844.70 | 4,770.36 | 4,756.50 | 4,781.70 | 4,774.14 | 4,779.18 | 4,788.00 | 4,781.70 |
| Eficiencia   |                 | 91.67    | 93.75    | 91.25    | 91.67    | 96.13    | 94.65    | 94.38    | 94.88    | 94.73    | 94.83    | 95.00    | 94.88    |
| Eficacia   |                 | 99.56    | 99.79    | 99.99    | 99.93    | 99.40    | 99.67    | 99.90    | 99.90    | 99.91    | 99.65    | 99.56    | 99.90    |
| Productividad  |                 | 91.26    | 93.55    | 91.24    | 91.61    | 95.55    | 94.34    | 94.28    | 94.78    | 94.64    | 94.49    | 94.59    | 94.78    |

#### Anexo 4. Estadística Inferencial con SPSS V23.

Ingresamos los valores obtenidos desde la base de datos, al programa SPSS 23, y hallamos la diferencia de Productividad después menos Productividad antes, una vez que se tiene la diferencia se realiza las pruebas de normalidad de la variable Productividad.



|    | Productividad<br>antes | Productividad<br>después | Dif._Productividad | Eficiencia<br>antes | Eficiencia<br>después | Dif._Eficiencia | Eficacia<br>antes | Eficacia_<br>después | Dif._Eficacia |
|----|------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------|
| 1  | 85,41                  | 91,26                    | 5,85               | 87,50               | 91,67                 | 4,17            | 97,61             | 99,56                | 1,95          |
| 2  | 84,66                  | 93,55                    | 8,89               | 86,67               | 93,75                 | 7,08            | 97,68             | 99,79                | 2,11          |
| 3  | 85,10                  | 91,24                    | 6,14               | 87,08               | 91,25                 | 4,17            | 97,72             | 99,99                | 2,27          |
| 4  | 83,63                  | 91,61                    | 7,98               | 85,42               | 91,04                 | 5,62            | 97,91             | 99,93                | 2,02          |
| 5  | 86,89                  | 95,55                    | 8,66               | 88,75               | 96,13                 | 7,38            | 97,91             | 99,40                | 1,49          |
| 6  | 88,25                  | 94,34                    | 6,09               | 89,75               | 94,65                 | 4,90            | 98,33             | 99,67                | 1,34          |
| 7  | 87,17                  | 94,28                    | 7,11               | 89,50               | 94,38                 | 4,88            | 97,39             | 99,90                | 2,51          |
| 8  | 87,58                  | 94,78                    | 7,20               | 89,00               | 94,88                 | 5,88            | 98,40             | 99,90                | 1,50          |
| 9  | 87,68                  | 94,64                    | 6,96               | 89,88               | 94,73                 | 4,85            | 97,56             | 99,91                | 2,35          |
| 10 | 87,91                  | 94,49                    | 6,58               | 89,75               | 94,83                 | 5,08            | 97,95             | 99,65                | 1,70          |
| 11 | 87,38                  | 94,59                    | 7,21               | 89,25               | 95,00                 | 5,75            | 97,91             | 99,56                | 1,65          |
| 12 | 86,89                  | 94,78                    | 7,89               | 89,63               | 94,88                 | 5,25            | 96,95             | 99,90                | 2,95          |

En la ventana Analizar ingresamos en Estadísticos descriptivos luego click en explorar y aparece la ventana, seleccionamos dif.\_productividad verificamos en estadísticos que el intervalo de confianza para la media figure 95%, y en gráficos seleccionamos gráficos de normalidad con pruebas, por último, aceptamos y nos realiza el resultado de las pruebas de normalidad del índice de productividad como se muestra en el siguiente grafico

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1 : Dif\_Productividad 5,85000000000001

|    | Productividad antes | Productividad después | Dif_Productividad |
|----|---------------------|-----------------------|-------------------|
| 1  | 85,41               | 91,26                 | 5,85              |
| 2  | 84,66               | 93,55                 | 8,89              |
| 3  | 85,10               | 91,24                 | 6,14              |
| 4  | 83,63               | 91,61                 | 7,98              |
| 5  | 86,89               | 95,55                 | 8,66              |
| 6  | 88,25               | 94,34                 | 6,09              |
| 7  | 87,17               | 94,28                 | 7,11              |
| 8  | 87,58               | 94,78                 | 7,20              |
| 9  | 87,68               | 94,64                 | 6,96              |
| 10 | 87,91               | 94,49                 | 6,58              |
| 11 | 87,38               | 94,59                 | 7,21              |
| 12 | 86,89               | 94,78                 | 7,89              |

Explorar

Lista de dependientes:  
 Dif\_Productividad [Dif...]

Lista de factores:

Etiquetar los casos mediante:

Mostrar  
 Ambos  Estadísticos  Gráficos

Aceptar Pegar Restablecer Cancelar Ayuda

Explorar: Estadísticos

Descriptivos  
 Intervalo de confianza para la media: 95 %

Estimadores M  
 Valores atípicos  
 Percentiles

Continuar Cancelar Ayuda

Con los mismos datos hallamos la prueba de hipótesis para el índice de productividad de la estadística Inferencial.

Archivo Editar Ver Datos Transformar A Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

1 : Dif\_Productividad 5,85000000000001

|    | Productividad antes | Productividad después | Dif_Productividad |
|----|---------------------|-----------------------|-------------------|
| 1  | 85,41               | 91,26                 | 5,85              |
| 2  | 84,66               | 93,55                 | 8,89              |
| 3  | 85,10               | 91,24                 | 6,14              |
| 4  | 83,63               | 91,61                 | 7,98              |
| 5  | 86,89               | 95,55                 | 8,66              |
| 6  | 88,25               | 94,34                 | 6,09              |
| 7  | 87,17               | 94,28                 | 7,11              |
| 8  | 87,58               | 94,78                 | 7,20              |
| 9  | 87,68               | 94,64                 | 6,96              |
| 10 | 87,91               | 94,49                 | 6,58              |
| 11 | 87,38               | 94,59                 | 7,21              |
| 12 | 86,89               | 94,78                 | 7,89              |

Resultado

- Registro
- Explorar
  - Título
  - Notas
  - Resumen de procesami
  - Descriptivos
  - Pruebas de normalidad
    - Dif\_Productividad
      - Título
      - Gráfico Q-Q normal
      - Gráfico Q-Q normal
      - Diagramas de caja

- Registro
- Explorar
- Título
- Notas
- Resumen de procesami
- Descriptivos
- Pruebas de normalidad
  - Dif\_Productividad
    - Título
    - Gráfico Q-Q normal
    - Gráfico Q-Q normal
    - Diagramas de caja

Descriptivos

|                   | Estadístico                                 | Error estándar |
|-------------------|---|----------------|
| Dif_Productividad | Media 7,2133                                | ,28469         |
|                   | 95% de intervalo de confianza para la media |                |
|                   | Limite inferior 6,5867                      |                |
|                   | Limite superior 7,8399                      |                |
|                   | Media recortada al 5% 7,1959                |                |
|                   | Mediana 7,1550                              |                |
|                   | Varianza ,973                               |                |
|                   | Desviación estándar ,98620                  |                |
|                   | Mínimo 5,85                                 |                |
|                   | Máximo 8,89                                 |                |
|                   | Rango 3,04                                  |                |
|                   | Rango intercuartil 1,71                     |                |
|                   | Asimetría ,346                              | ,637           |
|                   | Curtosis -,805                              | 1,232          |

Pruebas de normalidad

|                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |                   | Shapiro-Wilk |    |      |
|-------------------|---------------------------------|----|-------------------|--------------|----|------|
|                   | Estadístico                     | gl | Sig.              | Estadístico  | gl | Sig. |
| Dif_Productividad | ,168                            | 12 | ,200 <sup>*</sup> | ,948         | 12 | ,606 |

<sup>\*</sup>. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
 a. Corrección de significación de Lilliefors.

En la ventana analizar seleccionamos comparar medidas y damos click en prueba T para muestras relacionadas y aparece la siguiente ventana donde ingresaremos en la variable 1 Productividad antes y en la variable 2 Productividad despues, verificamos el porcentaje del intervalo de confianza este en 95%.

Prueba T para muestras relacionadas

Variables emparejadas:

| Par | Variable1    | Variable2   |
|-----|--------------|-------------|
| 1   | Productiv... | Producti... |
| 2   |              |             |

Porcentaje del intervalo de confianza: 95 %

Valores perdidos

Excluir casos según análisis

Excluir casos según lista

Botones: Continuar, Cancelar, Ayuda

Aceptamos y nos muestra resultados de la estadística de muestras emparejadas y la prueba de muestras emparejadas para su análisis respectivo

Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

|       |                       | Media   | N  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|-------|-----------------------|---------|----|---------------------|-------------------------|
| Par 1 | Productividad_después | 93,7592 | 12 | 1,51222             | ,43654                  |
|       | Productividad_antes   | 86,5458 | 12 | 1,47347             | ,42535                  |

Correlaciones de muestras emparejadas

|       |   | N  | Correlación | Sig. |
|-------|---|----|-------------|------|
| Par 1 | Productividad_después & Productividad_antes | 12 | ,782        | ,003 |

Prueba de muestras emparejadas

|       |   | Media   | Desviación estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t       | gl     | Sig. (bilateral) |
|-------|---|---------|---------------------|--|----------|---------|--------|------------------|
|       |   |         |                     | Inferior                                       | Superior |         |        |                  |
| Par 1 | Productividad_después - Productividad_antes | 7,21333 | ,98620              | ,28469   | 6,58673  | 7,83993 | 25,337 | ,000             |

Anexo 5. Carta de Autorización de la Empresa.

**CHUNGAR**



-UNIDAD MINERA ALPAMARCA-

---

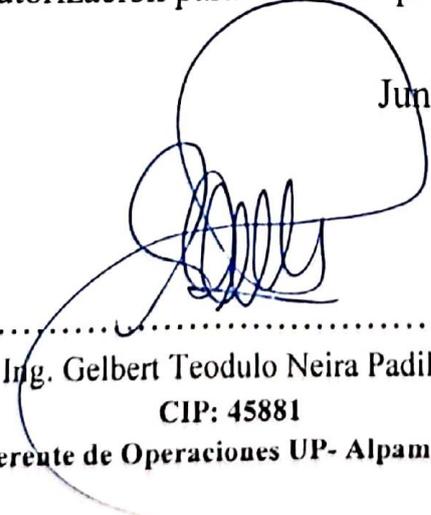
**EL GERENTE DE OPERACIONES DE LA UNIDAD MINERA ALPAMARCA, QUE SUSCRIBE:**

**AUTORIZA**

Al Estudiante José Luis, CAJAHUAMÁN ROJAS, identificado con DNI N° 04070478, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este, para el desarrollo del proyecto de tesis denominado “Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad del Proceso de la Flotación bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021”, en el área de Laboratorio Metalúrgico.

Se expide la presente Autorización para los fines que cree pertinentes.

Junín, 01 de octubre del 2020



.....  
Ing. Gelbert Teodulo Neira Padilla  
CIP: 45881  
Gerente de Operaciones UP- Alpamarca

## Anexo 6. Validación de Instrumentos de medición a Través de Juicio de Expertos

### Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad

| Nº | DIMENSIONES  | Pertinencia <sup>1</sup> |           | Relevancia <sup>2</sup> |           | Claridad <sup>3</sup> |           | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------|
|    |  | SI                       | NO        | SI                      | NO        | SI                    | NO        |             |
| 1  | $\text{Selección de Problemas} = \frac{TPC}{TPI} \times 100$ Donde:<br>TPC: Total problemas criticos<br>TPI: Total problemas identificados | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 2  | $\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{SO}{TSP} \times 100$ Donde:<br>SO: Soluciones optimas<br>TSP: Total soluciones planteadas           | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 3  | $\text{Comprobar Resultados} = \frac{RAc}{RAn} \times 100$ Donde:<br>RAc: Resultados Actuales<br>RAn: Resultados anteriores                | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 4  | $\text{Estandarizar} = \frac{PAE}{PT} \times 100$ Donde:<br>PAE: Proceso adecuacion estandares<br>PT: Procesos totales                     | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
|    | <b>DIMENSIÓN 2: PRODUCTIVIDAD</b>  | <b>SI</b>                | <b>NO</b> | <b>SI</b>               | <b>NO</b> | <b>SI</b>             | <b>NO</b> |             |
| 1  | $\% \text{ de Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100$ Donde:<br>PR: Produccion real<br>PP: Produccion programada                             | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 2  | $\% \text{ de Eficiencia} = \frac{CU}{CD} \times 100$ Donde:<br>CU: Capacidad usada<br>CD: Capacidad disponible                            | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |

Observaciones:

---

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable: [SI]

Aplicable después de corregir: [ ]

No aplicable: [ ]

Apellidos y nombres del juez validador **Dr. CONTRERAS RIVERA, ROBERT JULIO**

DNI: 09961475

Especialidad del validador.

10 de enero del 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión




-----  
**Firma del Experto Informante.**  
**Especialidad**

## Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad

| Nº | DIMENSIONES  | Pertinencia <sup>1</sup> |           | Relevancia <sup>2</sup> |           | Claridad <sup>3</sup> |           | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------|
|    |  | SI                       | NO        | SI                      | NO        | SI                    | NO        |             |
| 1  | $\text{Selección de Problemas} = \frac{TPC}{TPI} \times 100$ Donde:<br>TPC: Total problemas criticos<br>TPI: Total problemas identificados | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 2  | $\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{SO}{TSP} \times 100$ Donde:<br>SO: Soluciones optimas<br>TSP: Total soluciones planteadas           | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 3  | $\text{Comprobar Resultados} = \frac{RAc}{RAn} \times 100$ Donde:<br>RAc: Resultados Actuales<br>RAn: Resultados anteriores                | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 4  | $\text{Estandarizar} = \frac{PAE}{PT} \times 100$ Donde:<br>PAE: Proceso adecuacion estandares<br>PT: Procesos totales                     | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
|    | <b>DIMENSIÓN 2: PRODUCTIVIDAD</b>  | <b>SI</b>                | <b>NO</b> | <b>SI</b>               | <b>NO</b> | <b>SI</b>             | <b>NO</b> |             |
| 1  | $\% \text{ de Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100$ Donde:<br>PR: Produccion real<br>PP: Produccion programada                             | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 2  | $\% \text{ de Eficiencia} = \frac{CU}{CD} \times 100$ Donde:<br>CU: Capacidad usada<br>CD: Capacidad disponible                            | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |

Observaciones:

---

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable:  [SI]

Aplicable después de corregir:  [ ]

No aplicable:  [ ]

Apellidos y nombres del juez validador Mg. BAZAN ROBLES, ROMEL DARIO

DNI: 41091024

Especialidad del validador.

10 de enero del 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



-----  
**Firma del Experto Informante.  
 Especialidad**

## Certificado de validez de contenido del instrumento que mide la Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad

| Nº                                | DIMENSIONES  | Pertinencia <sup>1</sup> |           | Relevancia <sup>2</sup> |           | Claridad <sup>3</sup> |           | Sugerencias |
|-----------------------------------|--|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------|
|                                   |  | SI                       | NO        | SI                      | NO        | SI                    | NO        |             |
| 1                                 | $\text{Selección de Problemas} = \frac{TPC}{TPI} \times 100$ Donde:<br>TPC: Total problemas críticos<br>TPI: Total problemas identificados | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 2                                 | $\text{Desarrollo del trabajo} = \frac{SO}{TSP} \times 100$ Donde:<br>SO: Soluciones optimas<br>TSP: Total soluciones planteadas           | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 3                                 | $\text{Comprobar Resultados} = \frac{RAc}{RAn} \times 100$ Donde:<br>RAc: Resultados Actuales<br>RAn: Resultados anteriores                | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 4                                 | $\text{Estandarizar} = \frac{PAE}{PT} \times 100$ Donde:<br>PAE: Proceso adecuacion estandares<br>PT: Procesos totales                     | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| <b>DIMENSIÓN 2: PRODUCTIVIDAD</b> |  | <b>SI</b>                | <b>NO</b> | <b>SI</b>               | <b>NO</b> | <b>SI</b>             | <b>NO</b> |             |
| 1                                 | $\% \text{ de Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100$ Donde:<br>PR: Produccion real<br>PP: Produccion programada                             | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |
| 2                                 | $\% \text{ de Eficiencia} = \frac{CU}{CD} \times 100$ Donde:<br>CU: Capacidad usada<br>CD: Capacidad disponible                            | X                        |           | X                       |           | X                     |           |             |

Observaciones: \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable: [SI]

Aplicable después de corregir: [ ]

No aplicable: [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador Mg. MORALES CHALCO, OSMART RAUL**  
**DNI: 09900421**

**Especialidad del validador.**

**10 de enero del 2021**

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

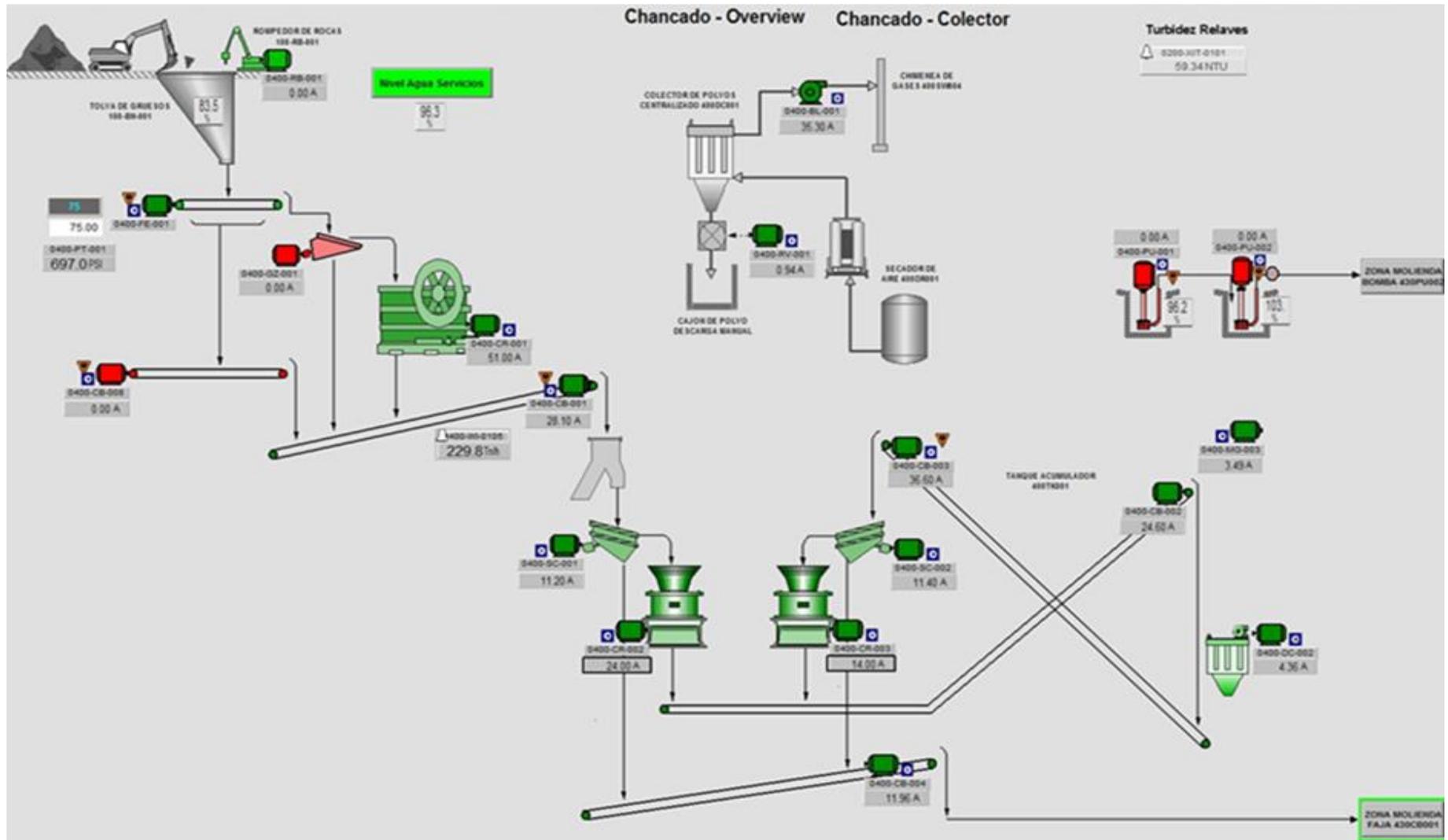
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

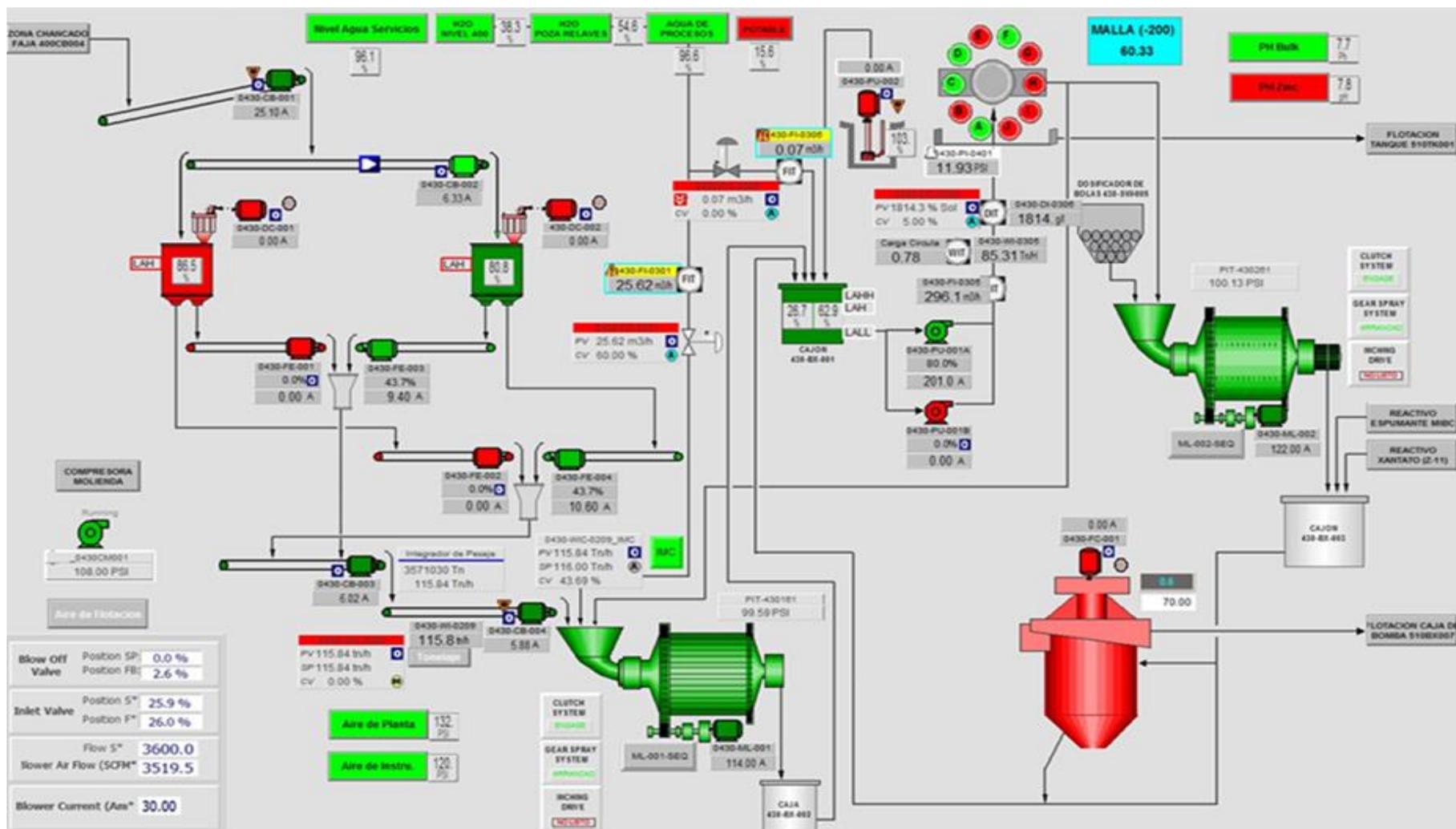


-----  
**Firma del Experto Informante.**  
**Especialidad**

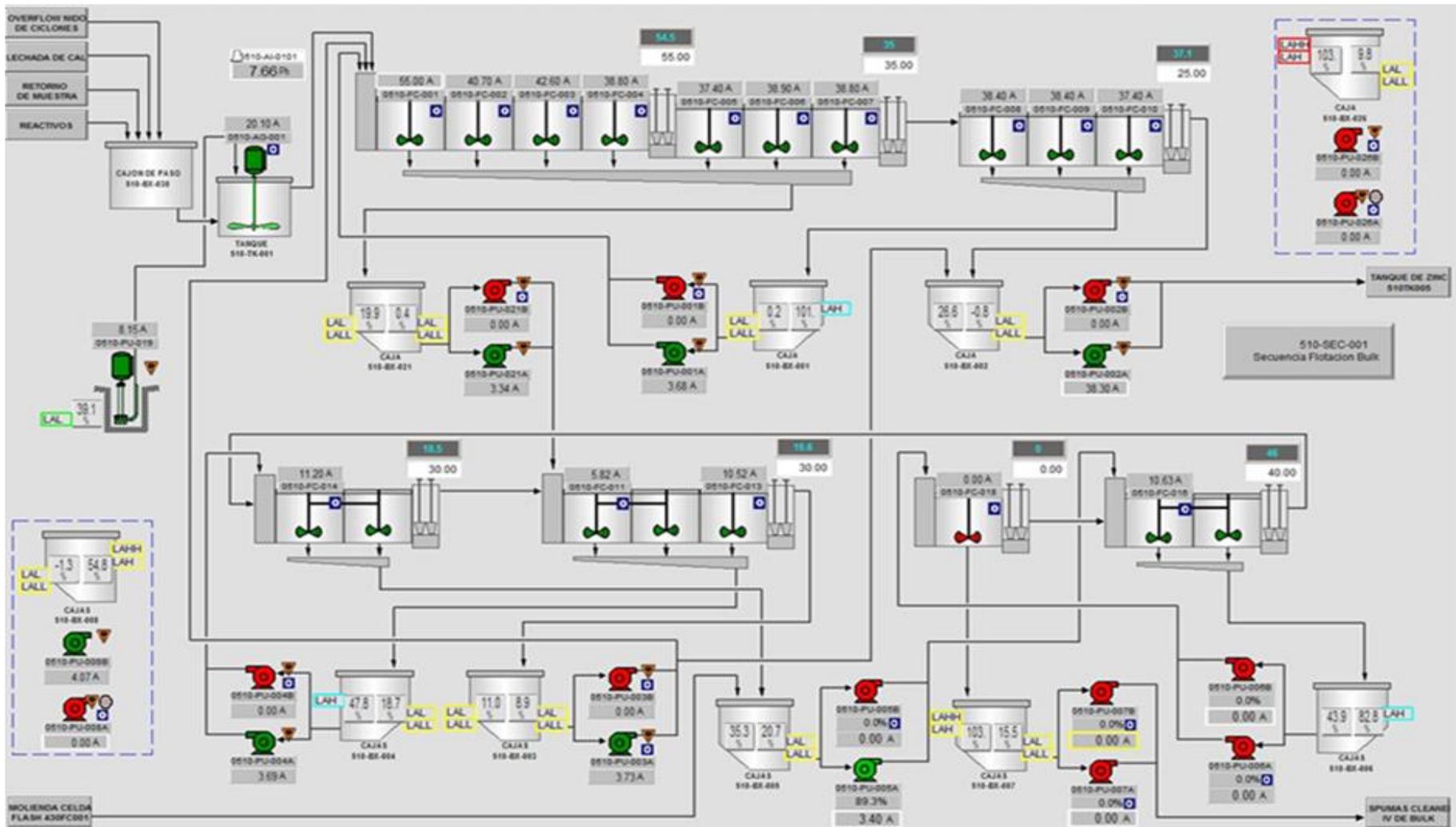
### Anexo 7. Diagrama del Circuito de Chancado.



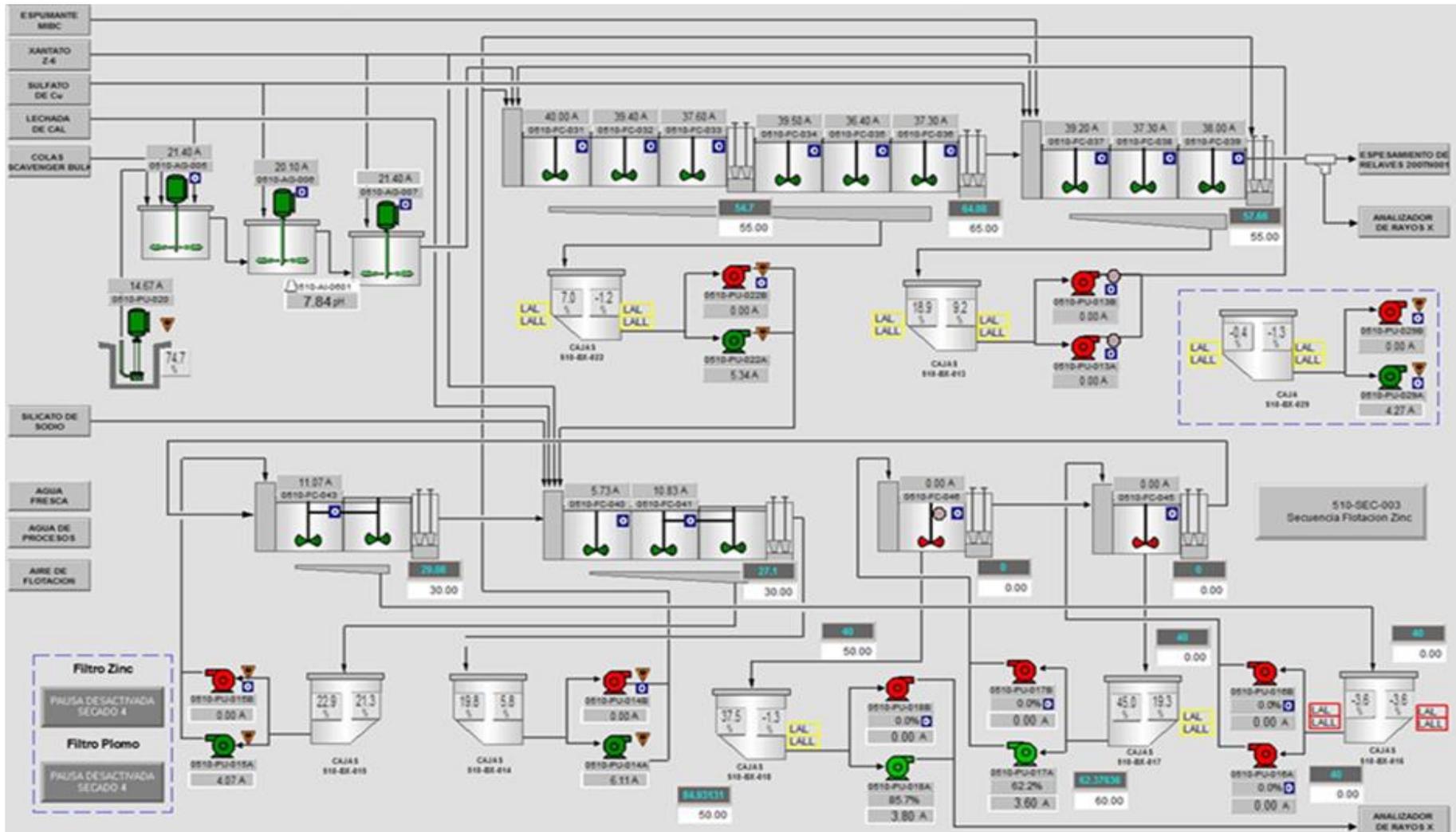
## Anexo 8. Diagrama del Circuito de Molienda.



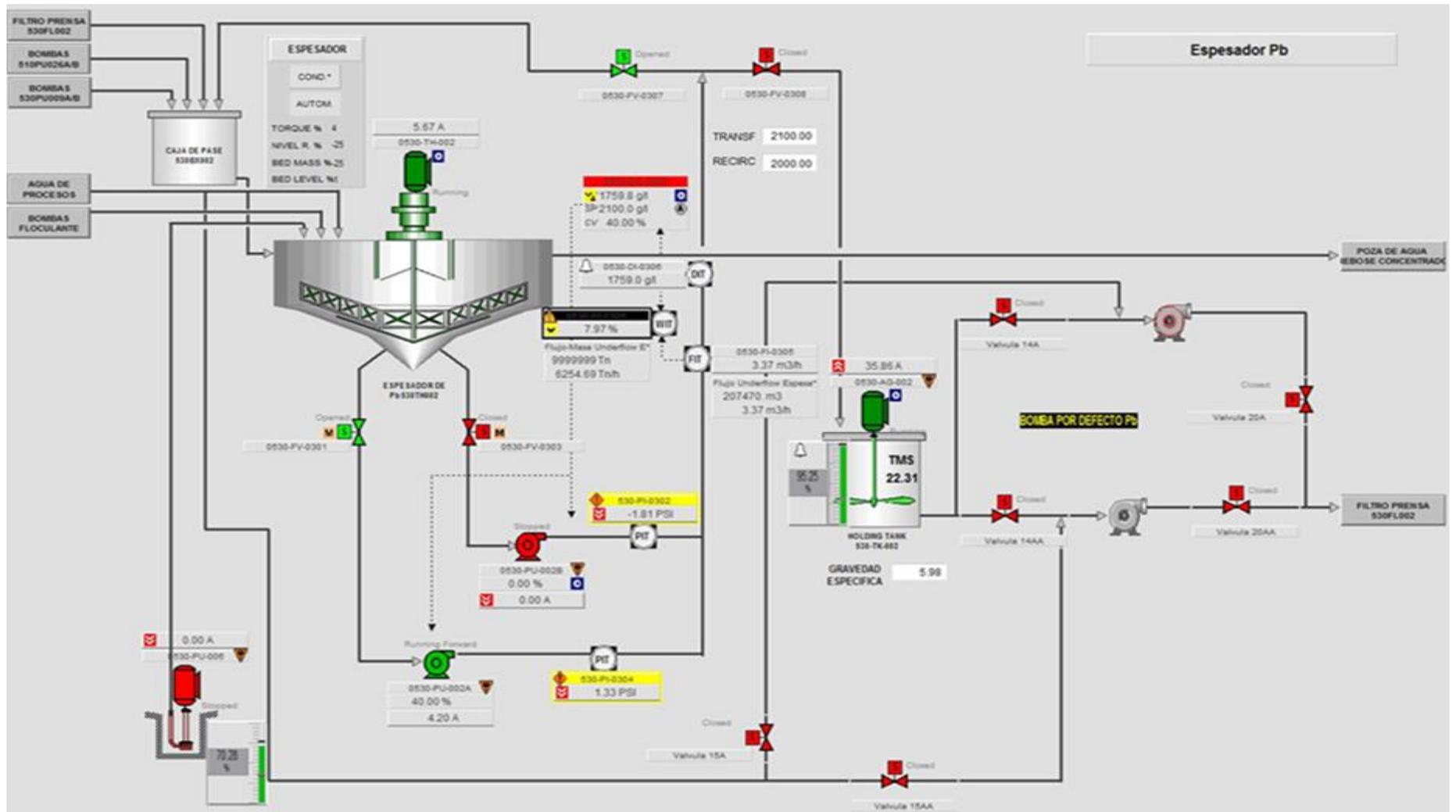
## Anexo 9. Diagrama del Circuito de Flotación Bulk.



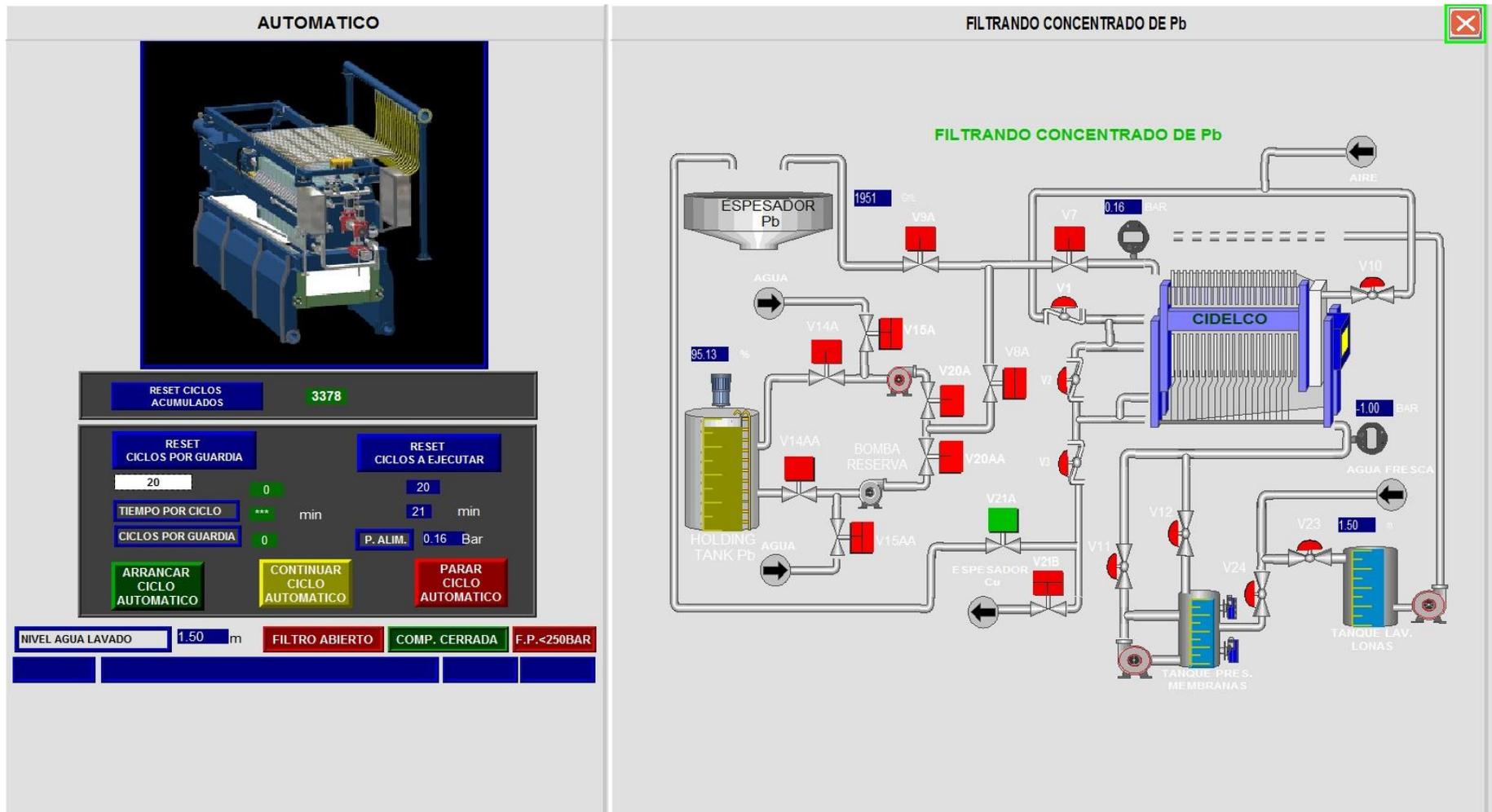
### Anexo 10. Diagrama del Circuito de Flotación Zinc.



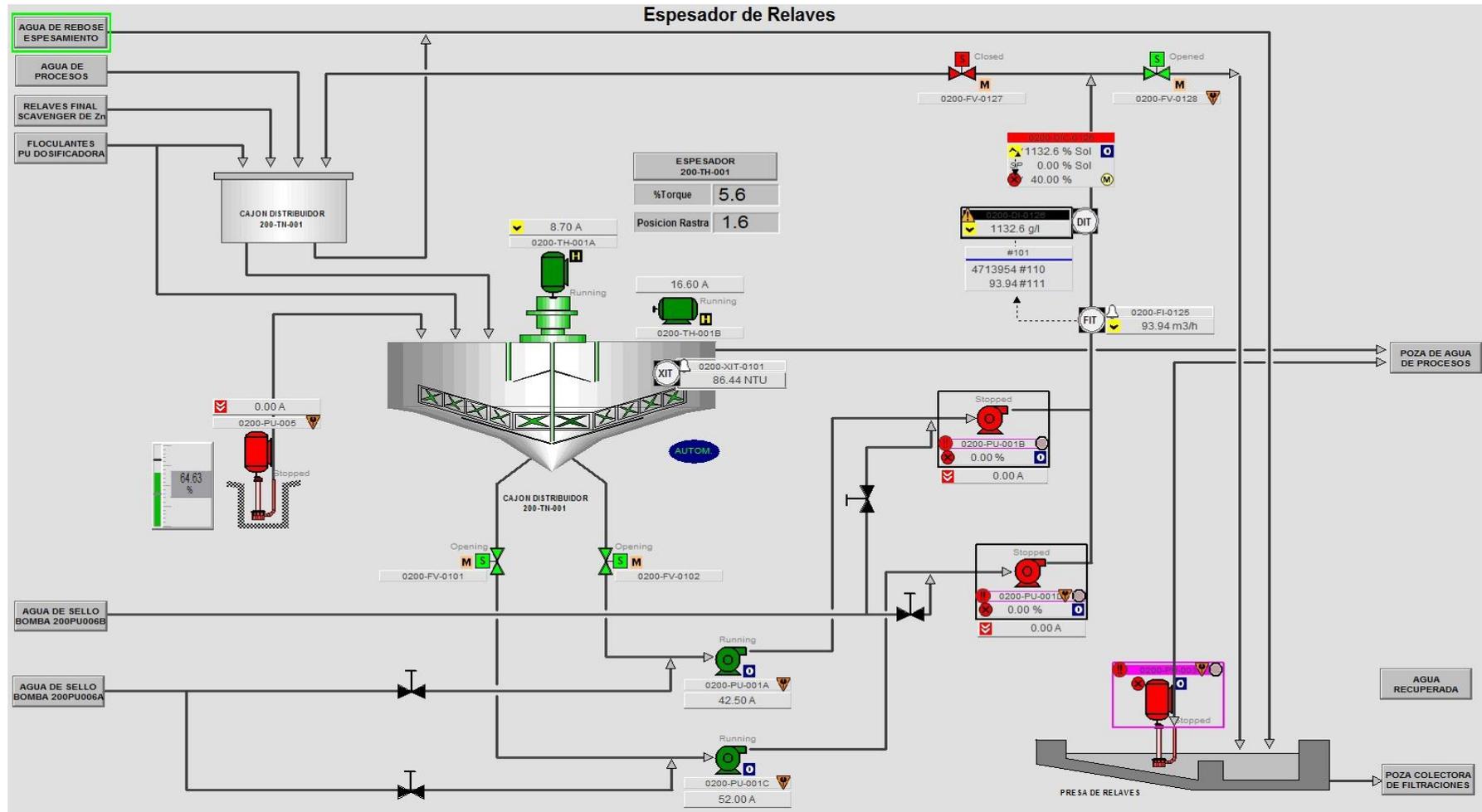
### Anexo 11. Diagrama del Circuito de Espesamiento de Plomo.



## Anexo 12. Diagrama del Circuito de Filtrado de Plomo.



### Anexo 13. Diagrama del Circuito de Espesamiento y Disposición de Relaves



“Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía. Para terminar un gran proyecto, hace falta perseverancia.” Gracias....



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CAJAHUAMAN ROJAS JOSE LUIS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la Productividad del Proceso de la Flotación Bulk en la Empresa Alpamarca, Junín 2021", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| <b>Nombres y Apellidos</b>   | <b>Firma</b>  |
|--|---|
| CAJAHUAMAN ROJAS JOSE LUIS<br><b>DNI:</b> 04070478<br><b>ORCID</b> 0000-0003-3036-1387 | Firmado digitalmente por:<br>JOCAJAHUAMANR el 02-06-2021 17:04:50 |

Código documento Trilce: INV - 0212227