



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica  
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica

**Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los  
parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza S.A.C.**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico

**Autores**

**Joel Sebastian Mora**

**Kenyi Eddy Aldave Lorenzo**

**Asesor**

**M(o). Joaquín José Abarca Rodríguez**

**Huacho - Perú**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

*"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"*

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

## **INFORMACIÓN DE METADATOS**

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
<b>Joel Sebastian Mora</b>	<b>75818016</b>	09 – 08 - 2024
<b>Kenyi Eddy Aldave Lorenzo</b>	<b>75533088</b>	09 – 08 - 2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Joaquín José Abarca Rodríguez	15740291	0000-0003-1004-3824
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Alberto Irhaam Sánchez Guzmán	<b>15758117</b>	0000-0003-1575-8466
Víctor Raúl Coca Ramírez	<b>15601160</b>	0000-0002-2287-7060
Jaime Imán Mendoza	<b>40936175</b>	0000-0001-6232-0884

## Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PREMIADAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>pdf.secdatabase.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>tesis.ipn.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

**Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los  
parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza S.A.C.**

**Autores**

**Joel Sebastian Mora**

**Kenyi Eddy Aldave Lorenzo**

**Agosto del 2024**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Metalúrgico en la  
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica  
Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica**

**Huacho – Perú**

**Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza S.A.C.**

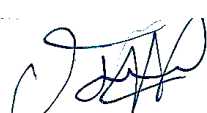
  
.....  
ING ALBERTO IRHAAM SANCHEZ GUZMAN  
.....  
CIP 19681 DNU 187

Dr. Alberto Irhaam Sánchez Guzmán  
Presidente

  
.....  
VICTOR RAUL COCA RAMIREZ  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48944

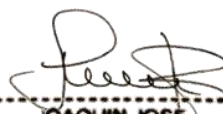
Dr. Víctor Raúl Coca Ramírez

Secretario

  
.....  
Mg. Ing. JAIME IMAN MENDOZA  
C.I.P. 104834 DNU 432

M(o). Jaime Imán Mendoza

Vocal

  
.....  
JOAQUIN JOSE  
ABARCA RODRIGUEZ  
.....  
INGENIERO METALURGICO  
Reg CIP N° 108833

M(o). Joaquín José Abarca Rodríguez

Asesor

## **Dedicatoria**

A nuestros padres por ser el soporte de nuestro éxito profesional, son que estuvieron presente en lo bueno y malo de nuestros estudios.

## **Agradecimiento**

Al omnipotente creador de la luz que nos ilumina nuestro camino, que guio para llegar donde estamos hoy como un ser humano en servicio de la sociedad y nuestra familia.



## **Pensamiento**

“La mente es como un paracaídas, solo funciona cuando lo tenemos abierta” (Albert Einstein)

## Índice general

Dedicatoria .....	vii
Agradecimiento .....	viii
Pensamiento .....	ix
Índice general .....	x
Índice de figura.....	xiii
Índice de tabla .....	xvi
Resumen.....	xviii
Abstract .....	xix
Introducción .....	xx
Capítulo I planteamiento del problema.....	21
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	21
1.2 Formulación del problema.....	21
1.2.1 Problema general.....	21
1.2.2 Problemas específicos.....	22
1.3 Objetivos de la investigación.....	22
1.3.1 Objetivo general .....	22
1.3.2 Objetivo específico.....	22
1.4 Justificación de la investigación.....	22
1.5 Delimitación del estudio .....	23
1.5.1 Delimitación territorial.....	23
1.5.2 Delimitación tiempo y espacio.....	23
1.5.3 Delimitación de recursos.....	23
1.6 Viabilidad del Estudio.....	23
Capitulo II Marco teórico .....	25

2.1.	Antecedentes de la Investigación.....	25
2.1.1.	Investigación Internacional.....	25
2.1.2.	Investigación Nacional.....	26
2.2.	Bases Teóricas.....	28
2.2.1.	Molienda de minerales.....	28
2.2.2.	Variables en la molienda.....	28
2.2.3.	Flotación de minerales.....	30
2.2.4.	Variables de la flotación.....	30
2.3.	Carta de control.....	33
2.3.1.	Límite de control.....	33
2.3.2.	Tipo de carta de control.....	34
2.3.3.	La carta de control de variables.....	34
2.4.	Definiciones conceptuales.....	35
2.5.	Hipótesis de la investigación.....	36
2.5.1.	Hipótesis general.....	36
2.5.2.	Hipótesis específicas.....	36
2.6.	Operacionalización de variables e indicadores.....	37
Capitulo III	Metodología.....	38
3.1.	Diseño Metodológico.....	38
3.2.	Población y Muestra.....	39
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la información.....	39
3.5.	Matriz de consistencia.....	41
Capitulo IV	Resultados.....	42
4.1.1.	Datos de proceso del circuito de molienda y flotación.....	42

4.1.2. Procesamiento de datos del circuito de molienda y flotación.....	48
4.1.3. Contratación de hipótesis general.....	94
2.6.1. Contratación de hipótesis específicos.....	96
Capítulo V.....	100
Discusión.....	100
Capítulo VI.....	101
Conclusiones y recomendaciones.....	101
Capítulo V Fuentes de información.....	103
5.1. Referencias bibliográficas.....	103
ANEXOS.....	107

## Índice de figura

Figura 1 Elementos de carta de control .....	33
Figura 2 Control de parámetro de la densidad de pulpa alimentación al hidrociclón. ....	48
Figura 3 Análisis de capacidad de proceso de la densidad de pulpa alimentación hidrociclón. .....	49
Figura 4 Control de parámetro de la densidad de pulpa de la descarga del hidrociclón. ....	50
Figura 5 Análisis de capacidad de proceso de la densidad de pulpa descarga del hidrociclón. .....	51
Figura 6 Control de parámetro de la densidad de la pulpa rebose del hidrociclón. ....	52
Figura 7 Análisis de capacidad de proceso de la densidad de pulpa rebose del hidrociclón. ...	53
Figura 8 Control de parámetro del %-200m .....	54
Figura 9 Análisis de capacidad de proceso de %-200m .....	55
Figura 10 Control de parámetros de la carga circulante molienda.....	56
Figura 11 Análisis de capacidad de proceso de la carga circulante molienda. ....	57
Figura 12 Control de parámetro de la ley de cabeza para el oro g/t.....	58
Figura 13 Análisis de capacidad de proceso de la ley de cabeza para el oro g/t.....	59
Figura 14 Control de parámetro de la ley de cabeza de la plata g/t .....	60
Figura 15 Análisis de capacidad de proceso de la ley de cabeza de la plata g/t .....	61
Figura 16 Control de parámetro de la ley de cabeza de cobre %t.....	62
Figura 17 Análisis de capacidad de proceso de la ley de cobre en la cabeza % .....	63
Figura 18 Control de parámetro de la ley de concentrado de oro g/t. ....	64
Figura 19 Análisis de capacidad de proceso de la ley de concentrado de oro g/t. ....	65
Figura 20 Control de parámetro de la ley de concentrado de la plata g/t. ....	66
Figura 21 Análisis de capacidad de proceso de la ley de concentrado de la plata g/t. ....	67
Figura 22 Control de parámetro para la ley de cobre en el concentrado %.....	68

Figura 23	Análisis de capacidad de proceso del cobre su ley en el concentrado %.....	69
Figura 24	Control de parámetro de la ley de relave de oro g/t.....	70
Figura 25	Análisis de capacidad de proceso de la ley de relave de oro g/t. ....	71
Figura 26	Control de parámetro de ley para el relave de la plata g/t.....	72
Figura 27	Análisis de capacidad de proceso para la ley de relave de la plata g/t. ....	73
Figura 28	Control de parámetro de la ley respecto al relave de cobre %.....	74
Figura 29	Análisis de capacidad de proceso de ley para el relave de cobre %.....	75
Figura 30	Control de parámetro de la recuperación de oro. ....	76
Figura 31	Análisis de capacidad de proceso de la recuperación de oro. ....	77
Figura 32	Control de parámetro de la recuperación para la plata. ....	78
Figura 33	Análisis de capacidad de proceso de la recuperación para la plata. ....	79
Figura 34	Control de parámetro de la recuperación de cobre. ....	80
Figura 35	Análisis de capacidad de proceso de la recuperación de cobre. ....	81
Figura 36	Diagrama de Pareto de la carga circulante respecto a las densidades de alimentación descarga y rebose.....	82
Figura 37	Diagrama de Pareto del porcentaje pasante a la 200m para las densidades de alimentación, descarga y rebose.....	83
Figura 38	Diagrama de Pareto de la calidad de oro g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	85
Figura 39	Diagrama de Pareto de la calidad de plata g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	86
Figura 40	Diagrama de Pareto de la calidad de cobre % en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	88
Figura 41	Diagrama de Pareto de la recuperación de oro en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	90

Figura 42 Diagrama de Pareto de su recuperación de plata en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....91

Figura 43 Diagrama de Pareto de la recuperación de cobre en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....92

## Índice de tabla

Tabla 1 Operacionalización de las variables e indicadores .....	37
Tabla 2 Matriz de consistencia.....	41
<b>Tabla 3</b> Datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación, rebose, descarga y %-200m 1-20.....	42
<b>Tabla 4</b> Datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación, rebose, descarga y %-200m 21-53. ....	43
<b>Tabla 5</b> Datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación, rebose, descarga y %-200m 54-61. ....	44
<b>Tabla 6</b> Datos de las leyes del circuito de flotación cabeza, concentrado y relave de oro, plata y cobre de 01-22.....	45
<b>Tabla 7</b> Datos de las leyes del circuito de flotación cabeza, concentrado y relave de oro, plata y cobre de 23-44.....	46
<b>Tabla 8</b> Datos de las leyes del circuito de flotación cabeza, concentrado y relave de oro, plata y cobre de 45-61.....	47
<b>Tabla 9</b> Análisis de Varianza de la carga circulante en relación de las densidades de alimentación, descarga y rebose.....	82
<b>Tabla 10</b> Análisis de Varianza del porcentaje pasante a la 200m en relación de las densidades de alimentación, descarga y rebose .....	83
<b>Tabla 11</b> Análisis de Varianza de la calidad de oro g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	84
<b>Tabla 12</b> Análisis de la Varianza de la calidad de la plata g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	86
<b>Tabla 13</b> Análisis de Varianza de la calidad de cobre % en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	87



<b>Tabla 14</b> Análisis de Varianza de la recuperación de oro en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	89
<b>Tabla 15</b> Análisis de Varianza de la recuperación de plata en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	90
<b>Tabla 16</b> Análisis de Varianza de la recuperación de cobre en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu. ....	92

## Resumen

Tiene por finalidad, establecer el control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata, mediante el límite de control operacional de la planta Beneficio Nueva Esperanza SAC, es una investigación no experimental transversal, realizado en la planta concentradora de beneficio perteneciente a la empresa Nueva Esperanza SAC. La información recopilado durante dos meses en los turnos de día y noches para ello se obtuvieron 61 datos de densidad de pulpa alimentación al hidrociclón, descarga y rebose, %-200m, leyes de cabeza, leyes de concentrado y leyes de relave los que se procesó con el uso del Excel y minitab de acceso libre, donde se obtuvieron los parámetros de control de cada parámetro de control y el análisis de varianza, obteniendo la densidad de pulpa en la flotación y porcentaje %- 200m, ley de cabeza del oro se encuentran dentro de los criterios de aceptación, los valores de Pp, Ppk son mayores a 1, sin embargo, la ley de cabeza de plata y cobre no cumplen los criterios de aceptación, los valores de Pp, Ppk son menores a 1. Mientras que en los productos las leyes de oro, plata y referente a su recuperación de oro cumplen con los criterios de aceptación ya que los valores de Pp, Ppk son mayores a 1, mientras que las leyes de la calidad de cobre en su respectivo concentrado, leyes en relave para el oro, plata, cobre, recuperación de plata y cobre no cumplen los parámetros de aceptación ya que los valores de Pp, Ppk son menores a 1. Concluyendo que las condiciones densidad de pulpa, %-200m, las ley del mineral de cabeza de oro, ley de concentrado de Au, plata y su recuperación del Au influye en los parámetros de control, mientras que las leyes de cabeza plata, cobre, leyes de concentrado de cobre, leyes de relave oro, plata, cobre y la recuperación de plata, cobre no está influyen en el parámetro de control.

**Palabra clave:** Control de parámetro, control de operación, parámetro de operación.

## Abstract

Its purpose is to establish the statistical control in the flotation of gold and silver ores, through the operational control limit of the Nueva Esperanza SAC Beneficiation plant. It is a non-experimental transversal investigation, carried out in the Nueva Esperanza SAC company's beneficiation plant. The information collected during two months in the day and night shifts was obtained 61 data of pulp density feed to the hydrocyclone, discharge and overflow, %-200m, head grades, concentrate grades and tailings grades, which were processed with the use of Excel and minitab of free access, where the control parameters of each control parameter and the analysis of variance were obtained, obtaining the pulp density in flotation and percentage %-200m, head grade of gold meet the acceptance criteria, the values of Pp, Ppk are greater than 1, however, the head grade of silver and copper do not meet the acceptance criteria, the values of Pp, Ppk are less than 1. While in the products the quality of gold, silver and gold recovery meet the acceptance criteria as the values of Pp, Ppk are greater than 1, while the quality of copper in the concentrate, tailings grades of gold, silver, copper, silver recovery and copper do not meet the acceptance parameters as the values of Pp, Ppk are less than 1. Concluding that the conditions pulp density, %-200m, gold head grade, gold concentrate grade, silver and gold recovery influence the control parameters, while the head grades silver, copper, copper concentrate grades, tailings grades gold, silver, copper and recovery of silver, copper are not influencing the control parameter.

Keyword: Control parameter, operating control, operating parameter.

## **Introducción**

El control de las operaciones de producción comienza en el XVIII por Adam Smith, con la finalidad de tener un control de los parámetros de producción. Las plantas de procesamiento de minerales con la finalidad de aumentar su producción, disminuir el consumo de los insumos aplicaron los controles en un principio desde un control manual, posteriormente lo realizaron mecánicamente y con la llegada de la informática los controles se han automatizado mediante los ordenadores que nos facilitan el procesamiento de la información y obtener los parámetros de control.

En el Perú las grandes empresas en su mayoría realizan los controles de operación que les permite elevar sus utilidades y disminuir los consumos de los insumos que pueden afectar al medio ambiente.

Las empresas minerales pequeñas y las artesanales que todavía no tienen el hábito de realizar un control de las operaciones, por lo que es necesario su implementación en este sector, por lo que tenemos la curiosidad de realizar ver en qué estado se encuentra respecto al control de operaciones de la empresa de la planta Beneficio Nueva Esperanza SAC, en el circuito de molienda y flotación de minerales.

# Capítulo I

## planteamiento del problema

### 1.1 Descripción de la realidad problemática.

Referente a procesos industriales es necesario establecer parámetros de control y su monitoreo con la finalidad de que el proceso cumpla los objetivos trazados, porque la planta beneficio Nueva Esperanza carece de un control adecuado y su monitorea por ello es necesario que se debe tener en consideración el circuito de liberación de mineral la molienda la clasificación donde se separa por tamaño y la flotación donde se debe establecer ciertos parámetros con datos reales de proceso de producción. Para ello es necesario tener en consideración ciertos estudios realizados en empresas similares del sector o afines.

El control de los parámetros y su monitoreo de las cargas circulante del mineral en el circuito molinos de bolas convencionales tiene por finalidad supervisar y monitorear las variables de carga de mineral que ingresa al molino, tamaño de mineral, índice de trabajo con un control que permite una liberación optima en un tiempo prudente (Lima Yanque, 2016).

Los controles para el molino SAG se han desarrollado de base reglas empíricas y algoritmos que permiten mantener las variables en los parámetros establecidos, base a ellos es necesario establecer control predictivo del proceso con restricciones del molino SAG (Garrido Quintana, 2004).

### 1.2 Formulación del problema.

#### 1.2.1 Problema general.

¿En qué medida el control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata permitirá establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC?

### **1.2.2 Problemas específicos.**

- ¿En qué medida los datos recopilados del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante, nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de proceso en el circuito de liberación?
- ¿En qué medida los datos recopilados del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Establecer el control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata, mediante el límite de control operacional de la planta Beneficio Nueva Esperanza SAC

### **1.3.2 Objetivo específico.**

- Establecer con los datos recopilados del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante, los límites de control de proceso en el circuito de liberación.
- Establecer con los datos recopilados del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave, los límites de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación.

## **1.4 Justificación de la investigación**

En el estudio realizado sobre “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” tiene la importancia de establecer los parámetros de límite de control con la finalidad de tener un control adecuado de las variables del proceso para mejorar y optimizar, por otra parte, las investigaciones es una de las actividades que desarrollo todo los egresados para obtener el

título profesional y la publicación de los trabajos que realizan los egresados para cumplir con los finalidades de la universidad.

## **1.5 Delimitación del estudio**

### **1.5.1 Delimitación territorial.**

El estudio se ha realizado en la planta beneficio Nueva Esperanza SAC, ubicado geográficamente referente al distrito se encuentra en Culebras, perteneciente a la provincia de Huarvey, en la región del departamento de Ancash coordenadas (-9.8262344,-78.1544112,346).

### **1.5.2 Delimitación tiempo y espacio.**

El estudio sobre “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC”, se realizó en el 2022 en la elaboración del plan de tesis y la recopilación de los datos y su posterior procesamiento de los datos y la elaboración del informe. Se podría tomar parte del 2023 sin presentar algún inconveniente. La investigación se realizará en la planta de beneficio Nueva Esperanza.

### **1.5.3 Delimitación de recursos.**

La limitación para realizar el estudio sobre “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC”, son instrumentos de vanguardia por lo que se emplearán los instrumentos tradicionales, por otra parte, los costos de los análisis y personal de apoyo para la toma de datos lo es asumida por la empresa.

## **1.6 Viabilidad del Estudio.**

En el estudio sobre el “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” es viable desde diferentes puntos, se cuenta con su autorización por parte de la gerencia para

uso de la presente información para realizar el estudio, por otra parte, se cuentan con la información, técnica, metodología para realizar el estudio.



## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación

##### 2.1.1. Investigación Internacional.

Álvarez & Sánchez (2021) “Incidencia de la velocidad de rotación en la eficiencia de molienda SAG” publicado en su repositorio de la Universidad del Azuay Ecuador, es una investigación de tipo experimental. Las condiciones de trabajo se empleó un molino SAG de laboratorio con carga moledora de  $\frac{1}{2}$ ” a una velocidad crítica de 70% y 85% en diferentes tiempos se realizaron 48 pruebas para caliza, andesita, granodiorita. Obteniendo los siguientes resultados de la velocidad de rotación o velocidad crítica para la caliza 85%, andesita 79% y para la granodiorita 76%. Concluye que las velocidades crítica de molino de SAG obtenido están dentro de los parámetros establecidos por Austin y Concha.

Velásquez (2018) realiza su investigación sobre “Optimización de la recuperación de cobre en el circuito de flotación de Codelco-El Salvador en base a la evaluación de nuevas formulaciones de reactivos de flotación” lo cual lo publica en el repositorio de la Universidad de Concepción Chile. Este trabajo por su naturaleza es experimental de tipo aplicada. Tiene una finalidad de buscar las mejores condiciones de operaciones de planta para la flotación de cobre a partir de minerales y escoria se evaluaron los colectores y espumante. Los resultados obtenidos a nivel laboratorio para minerales se tiene mejor resultado el empleo de colector denominado hostafлот con código E-501 respecto a los otros colectores empleados aumentando en 2.5 %. Para la escoria se tiene el colector hostafлот denominado NP-107 a razón 50 g/t, de igual manera hostafлот con código E-980 con una dosis de 50 g/t, y el flotanol con código H-70 40 g/t aumentado en 4% respecto pruebas estándar. Mientras que para una mezcla se tiene una mezcla de hostafлот E-501 20 g/t, Aero-3758 18 g/t, Aero-3730 12 g/t, espumante 28 g/t incrementado 2% de Cu respecto las pruebas estándar. Concluyendo que las nuevas fórmulas a

nivel industrial para procesar escoria se aumentan de 67% a 71% incrementado e 4% de recuperación de cobre. Para obtener una mejora recuperación se debe mantener la alimentación en 190 t/h de escoria para no influir en el P80 que influye en forma negativa en la recuperación en 3 puntos porcentaje.

Tito (2021) en su trabajo sobre “Optimización del proceso de flotación de concentrados de Zinc y Plata en el ingenio minero del sur-sección "Rosicler" mediante diseño experimental”, publicado en la Universidad Mayor de San Andrés Bolivia, el estudio realizado es tipo experimental. Se emplearon xantato isopropílico de sodio, sulfato de cobre, espumante ER-450, aerofina colector/depresor se sometieron a molienda y flotación para recuperar Zn y Ag a un pH 10.5 y 12. Resultados obtenidos el 92.9% se encuentran 100 y -200; con una recuperación entre 88.5% a 89.5% a diferencia que se tenía del 85%. Concluyendo que se puede mejorar la recuperación de 85% a 89.5% a nivel industrial.

### **2.1.2. Investigación Nacional.**

Gonzalo (2019) en su trabajo sobre “Análisis de los parámetros del molino de bolas en la producción de la planta concentradora en Milpo”, presentado a la universidad del Centro del Perú es una investigación descriptiva simple. Realizaron la evaluación de un molino de 9.5 pies de diámetros la velocidad de operación, carga moledora de bola, porcentaje de solido en la molienda, eficiencia del molino. Obteniendo los siguientes resultados velocidad critica para el molino de bolas 65% - 82% para mejorar la eficiencia del molino debe subir máximo de 5.8%, velocidad de operación entre 16.159 rpm - 20.385rpm para el molino de 9.5 pies, volumen de carga moledora 42.8% - 45% del volumen de carga, la eficiencia entre 90% - 100%. Concluye que el porcentaje de solido en la molienda es 60%, eficiencia de molienda en 95%, el volumen de la carga moledora en 42.8%, velocidad de operación 72.2% de la velocidad critica.

Chillce & Rodriguez (2019) “Estudio de los parámetros operativos de moliendabilidad de un mineral polimetálico (Pb, Ag y Zn) de la zona de Huancachi – Lima” publicado en la

Universidad Nacional del Centro del Perú. El presente estudio de investigación tiene tipo experimental, obteniendo los resultados en 13 minutos del 56% pasante a la malla 200 con un F80 de 1056  $\mu\text{m}$  y un producto de P80 de 263  $\mu\text{m}$  con un radio de reducción de 4 para un índice de trabajo de 11.66 Kw-h/t. Concluyendo que el tiempo de molienda debe estar entre 12 a 15 minutos para obtener el 60% pasante a la malla 200 y el índice de trabajo entre 12 – 15 Kw-h/t para minerales polimetálicos.

Guerra (2022) en su trabajo titulada “Optimización de la flotación polimetálica la minera Santa Luisa Huanzalá” publicado en su repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Perú, el presente estudio de investigación es de tipo aplicada empírica. El trabajo se realiza a nivel experimental y plata. Obteniendo los siguientes resultados en la liberación de los mineral donde el mineral pasa a la malla 200 se encuentra entre 65 a 70% pasante, incremento de la recuperación en el orden de 73.98% a 79.22% para el Pb y de 31.82% a 43.21% para el cobre; a nivel laboratorio se emplea 18 g/t y a nivel industrial de 10 g/t de NaCN; shapra tiene alto efecto en la depresión de Cu, Pb, Zn para obtener similar resultados que el NaCN se debe emplear 75 g/t; la recuperación del Pb es superior a 78% tanto con el NaCN y el shapra; la dosificación del metabisulfito de sodio de 50 g/t a un pH de 8.5 mejora la recuperación del Cu en el circuito bulk. Concluye que la dosificación de shapra y NaCN a un pH variado tiene la misma recuperación, por otra parte, el pH, metabisulfito de sodio, NaCN tiene influencia en la recuperación del cobre con una dosificación baja de NaCN y alto metabisulfito de sodio se tiene una recuperación superior de 42% de cobre.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1. Molienda de minerales.**

La molienda realiza para los minerales en los molinos de barra, bola, autógena y semi autógena; estos molinos tienen de forma de un cilindro que giran con la finalidad de que las bolas y mineral tengan contacto y se fragmente los minerales. La descarga del mineral en los molinos de bola por rebose puede producir tamaño de mineral en pulpa entre 75 a 105  $\mu\text{m}$  mientras que las de descarga por rejilla entre 150 a 250  $\mu\text{m}$  (Gopta & Yan, 2016).

### **2.2.2. Variables en la molienda.**

En la liberación de los minerales intervienen diferentes factores o variables que hacen posible la fragmentación de las partículas de mineral desde que ingresan al molino hasta que sean evacuados. Entre los que intervienen son la velocidad de operación, porcentaje de sólidos, densidad de pulpa, tamaño de mineral, carga moledora, tiempo, etc (Barry & James, 2016).

#### **2.2.2.1. Carga moledora.**

Para determinar la carga de bolas se debe tener en consideración que la carga entre las bolas y la pulpa debe tener entre 30 a 40% del volumen de molino de los cuales el espacio vacío como mínimo está en un 26%. La carga del mineral debe ocupar normalmente entre 20 a 25% del volumen del molino. El método empírico detalla la carga de bolas debe estar en un 45% de volumen del molino para una descarga por rebose mientras que para una descarga por parrillas debe ocupar el 50% de volumen del molino (Gopta & Yan, 2016).

#### **2.2.2.2. Alimentación de mineral.**

La carga que ingresa a un proceso de molienda debe cumplir ciertas condiciones como el peso de mineral constante para no variar las condiciones de molienda, tamaño de mineral que permite el tiempo de permanencia y el tamaño de producto es el caso convencional el tamaño del mineral debe ser menor a 1/2" (Porras Castillo, 1997).

### ***2.2.2.3.Velocidad de operación.***

La velocidad de operación de los molinos depende del diámetro del molino porque es necesario tener en consideración una fracción pertinente de su velocidad crítica. Para el molino de bolas está considerando entre 70 a 85% de la velocidad crítica para una molienda pertinente adecuada, donde se puede aprovechar mejor la energía potencia para la liberación en ello se tiene una caída por cascada y catarata para la liberación del mineral (Egas, 1985).

### ***2.2.2.4.Densidad de pulpa.***

la densidad de pulpa en la molienda es importante en la molienda esta densidad debe ser lo fuertemente que permita que el mineral se pegue a las bolas para ser fragmentada, el ingreso de agua en exceso se diluye y lava las bolas y no hay una molienda adecuada, cuando es muy deficiente el agua se forma una pasta y no deja que tenga el contacto de la bola amortiguando por ello es necesario su control. La densidad de pulpa depende una parte de la densidad del mineral y por otra del porcentaje de sólidos por ello la densidad esta entre 1700 a 2100 g/L equivalente entre el 55% a 80% sólidos; donde la densidad de los óxidos debe de ser los más bajos y sulfuros los más alto (Egas, 1985).

### ***2.2.2.5.Tiempo de molienda.***

La permanencia del mineral en el interior de molino permite obtener en grado de liberación del mineral, a mayor tiempo se tendrá mayor liberación y las relación del diámetro y el largo del molino para los molinos de diámetros y largo se tendrá mayor finura de los minerales para los casos de la flotación de minerales y si se desea tener una mayor liberación se debe de considerar que el diámetro del molino debe ser menor al largo en lo que el mineral tendrá mayor permanencia en el molino, por otra parte también el control del agua que ingresa al molino (Egas, 1985).

### **2.2.3. Flotación de minerales.**

El mecanismo de la separación a partir de un aglomerado de mineral para los minerales específicos de sulfuros, por la intervención de agentes químicos se conoce como flotación de minerales, donde se aprovechan las condiciones físicas y químicas de los minerales como propiedad hidrofóbica y la propiedad hidrofílica. Los reactivos permiten modificar las condiciones de las partículas como los colectores al adherirse a la superficie del mineral lo hace repélete al agua y son atraídos por las burbujas de mineral, mientras que los depresores tienen efecto inverso haciendo que se mojen y no sean atraídos las partículas del mineral así las burbujas, las burbujas de aire cumplen las funciones una de atraer los minerales sulfuros hidrofóbicos y conducirlo a la parte superior para ser evacuados. Los componentes que intervienen en la flotación la parte sólida mineral, líquida el agua y el gas el aire componentes importantes para que ocurra el proceso de flotación del mineral por la acción de un movimiento dinámico por acción mecánica o neumática. La entropía generada por el movimiento de las paletas de la celda de flotación permite que el sólido, líquido y gas entre en contacto estableciendo equilibrio entre el sólido-aire, sólido-tensiones interfaciales líquidos, líquido- aire (Barry & James, 2016).

### **2.2.4. Variables de la flotación**

En la secuencia de separación de minerales por el método de flotación intervienen una serie de variables entre las más importantes para el proceso de operación en la flotación se tiene en consideración las siguientes: Pulpa, pH de medio, velocidad de agitación, tamaño de partículas, carga circulante, tiempo de flotación, grado y tipo de aireación, reactivos de flotación (Porrás Castillo, 1997).

#### **2.2.4.1. La pulpa.**

El mineral en la flotación tiene una mezcla con el agua por lo tanto es una mezcla constituida por una parte de agua y mineral, está un rango del 15% a un 40% de mineral sólidos

que tiene una relacionado con la densidad de la mezcla de pulpa entre 1200g/L a 1400 g/L, en este rango permite una flotación adecuado los sulfuros de interés el rango promedio es de 1350 g/L de densidad de pulpa. La liberación del mineral tiene un intervalo entre la malla 2700 a malla 48. En este rango el mineral puede ser separado las partículas de mineral sulfuro. Mineral mayor a la malla 48 se precipita y se sedimentarse en el fondo de las celdas y llegar al impulsor de las celdas y atoro a las tuberías, atoro de las bombas, etc. Si las partículas son menores a la malla 270 se formar lamas y perdida de los valores y no son recolectado en las burbujas y son muy diluida por que se pierde capacidad de producción. El tamaño optimo en la flotación esta entre 50% a 60% pasante a la malla 200 en promedio de 55% (Medina Beltran, 1982).

#### ***2.2.4.2.El aire.***

Para la formación de las burbujas es necesario la presencia del aire, por lo que las burbujas es las encargadas de recolectar las partículas de mineral y conducirlo a la parte superior en las celdas. La inyección del aire es a razón de 2 psi de presión, que pueden ser inyectas en algunas celdas en forma natural por la velocidad de agitación o con una inyección forzado mediante una compresora. El exceso de aire rompe las burbujas y arrastra las gangas a la superficie y no se separada adecuadamente las menas de las gangas. Cuando hay poco aire o insuficiencia de aire no se forma un colcho de espuma y no se recupera, no llega a la parte superior es decir al labio de las celdas las burbujas por lo que los sulfuros de interés se van al relave. El aire adecuado para poder cumplir los parámetros debe de controlarse (Porras Castillo, 1997).

#### ***2.2.4.3.La agitación.***

El efecto de la agitación permite el proceso de la formación de las burbujas para su posterior flotación y la mezcla homogéneas de los reactivos con el mineral de la pulpa. Por otra parte, la agitación no permite que el mineral se esciente en las celdas. El exceso de la agitación permite que la pulpa se rebalse por lo que es necesario una agitación controlada. la agitación

insuficiente la columna de las burbujas no llega a rebalsarse por los labios de las celdas (Azañero Ortiz, 2015).

#### **2.2.4.4. Los reactivos de flotación.**

En el proceso de flotación se emplean reactivos orgánicos e inorgánicos que permiten modificar las superficies de los minerales y el pH de medio. Los reactivos que son empleados están conformados por colectores que se encarga de la colección de los minerales, los espumantes darle estabilidad de las espumas, los modificadores permiten modificar el medio y la superficie del mineral, etc.

Los colectores son aquellos reactivos que se encargan de modificar su superficie de los minerales convirtiéndole en hidrofóbico por lo que el mineral es atraído por las burbujas del aire. Estos reactivos más empleados tenemos los xantatos como Z-6, Z-11 y los arefloat A-404, A-3418, A-208, etc (Azañero Ortiz, 2015).

los espumantes por su parte permite darle estabilidad a las espumas o burbujas para que no se fragmentan en la colección y transporte del mineral, entre los espumantes tenemos MIBC, D250, aceite de pino, F70, etc (Medina Beltran, 1982).

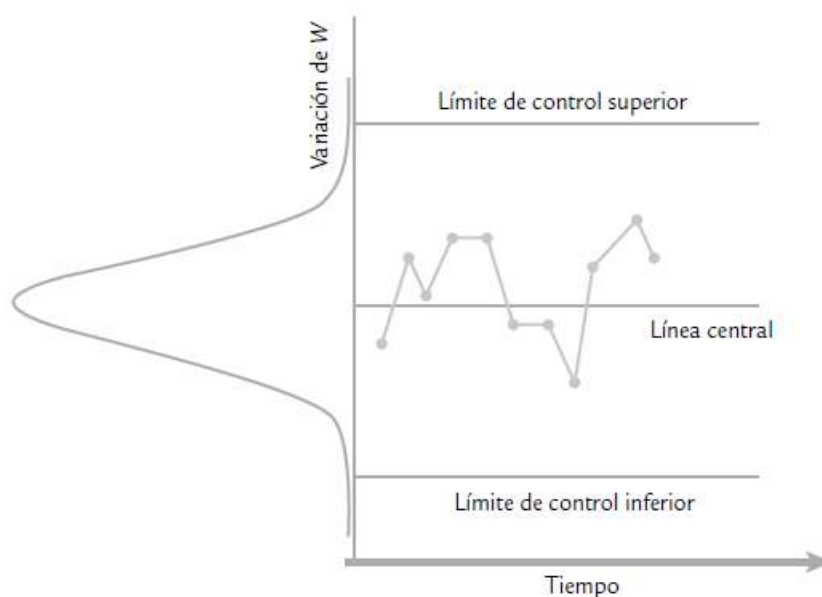
Los modificadores son reactivos depresores, activadores, modificador de pH, sulfurizantes, dispersantes, floculantes, etc. Los reactivos denominados depresores se tiene cianuro de sodio como depresores de pirita, sulfato de zinc depresor de zinc, bisulfito de sodio depresor de cobre. Los activadores se tiene sulfato de cobre activador de zinc, nitrato de plomo, etc. Entre los modificadores del pH del medio se tiene ácido sulfúrico, hidróxido de sodio empleado para llevar al medio básico, óxido de cal. Sulfurizante sulfuro de sodio, Na<sub>2</sub>S. Dispersantes silicato de sodio, almidón. Floculante superfloc 16, magnafloc 990, separan NP-10, etc (Porras Castillo, 1997).



### 2.3. Carta de control.

En un proceso de producción para poder controlar las variables dentro de los parámetros establecidos se emplea la carta de control, que “es una gráfica que sirve para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo” (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2013, p. 176).

*Figura 1*  
*Elementos de carta de control*



En la figura 1 se tiene los elementos de la carta de control conformado por una línea de límite de control inferior, línea de central, línea de límite de control superior y los datos que se dispersan dentro de los límites de control.

#### 2.3.1. Límite de control.

Son parámetros para establecer el control a considerar dentro de un proceso en el tiempo, lo que se pueden calcular por los límites de probabilidades que “se calculan con la distribución de probabilidades del estadístico para que logren un porcentaje de cobertura específico” (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2013, p. 177). Los límites de control están conformados por los datos obtenidos de un proceso  $W$  de lo que se determina la media ( $\mu_w$ ), las desviaciones estándar ( $\sigma_w$ ).

El límite de control inferior (LCI)=  $\mu_w - \sigma_w$

Línea central =  $\mu_w$

El límite de control superior (LCS)=  $\mu_w + \sigma_w$

### **2.3.2. Tipo de carta de control**

Las cartas de control existen dos tipos denominado-variables y atributos. Carta de control para variables y carta de control para atributos (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2013). En el caso de nuestro trabajo se empleará la carta de control de variable.

### **2.3.3. La carta de control de variables.**

Son los usados para emplear en el caso de variables continuos que son peso, longitud, volumen, voltaje, temperatura, humedad, etc. Las medidas más empleadas son rango(R), desviación estándar(S), medias( $\bar{X}$ ), etc (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2013).

#### 2.4. Definiciones conceptuales.

- a. **Carga circulante:** Es el material que recircula en un circuito cerrado como en la molienda clasificación y en la flotación del scavenger al rougher.
- b. **Clasificación:** Es la separación por medio de un clasificador los tamaños de mineral mediante el hidrociclón o la zaranda de alta frecuencia.
- c. **Control:** Es la verificación de los datos de un proceso que se encuentran en el interior de los límite superior inferior o parámetros establecidos.
- d. **Densidad de pulpa del mineral:** Se refiere a una mezcla conformado por una parte mineral y otra de agua en el circuito de molienda y de la flotación que se tiene en consideración para medir si el porcentaje del solido se encuentran dentro del paramento de control.
- e. **Flotación:** Es el proceso de separación de la mena y ganga en medio acuoso por medio de espuma donde se adhieren los sulfuros de interés para ser evacuados a la parte superior por diferencia de densidad y agitación producido por las paletas de la celda de flotación.
- f. **Límite de control:** Son los parámetros de control superior e inferior con la finalidad que los datos obtenido de un proceso deben de estar dentro de ello.
- g. **Molienda:** Es la última etapa de la liberación del mineral que se lleva cabo en un molino en un medio húmedo por la intervención de las bolas.
- h. **Operaciones:** conjunto de acción y efecto de operar en la molienda, clasificación y flotación de los minerales en el procesamiento de minerales para obtener un concentrado y relave a partir de minerales.
- i. **Paramento:** Son datos o factor que se tiene para analizar o valorar una situación o caso de un determinado proceso para ser la comprobación si se encuentran dentro de ello.
- j. **Reactivos:** Son compuestos o sustancias conformado por dos o más elementos químicos que se emplean en la flotación de aquellos minerales de interés con la finalidad de permitirle

darle condiciones adecuadas para la flotación y depresión de aquellos minerales que no se desee.

## **2.5. Hipótesis de la investigación.**

### **2.5.1. Hipótesis general.**

Realizando un control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata nos permitirá establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC.

### **2.5.2. Hipótesis específicas.**

- Con los datos del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de proceso en el circuito de liberación.
- Con los datos del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación.

## 2.6. Operacionalización de variables e indicadores.

La operacionalización de la investigación sobre “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” se detalla en la tabla 1.

*Tabla 1*  
*Operacionalización de las variables e indicadores*

Variable	Concepto	Dimensiones	Indicador
Independiente			
<b>Control estadístico</b>	Es el control de datos mediante la estadística y gráficos para manejo de un conjunto de información de un proceso, con la finalidad de limitar rangos de variación.	Factores	- Densidad de pulpa. - %-200m - Ley de cabeza. - Carga circulante. - Ley de concentrado.
	Dependiente		
<b>Parámetro de control</b>	Son rangos que permite limitar información de datos centrales, con la finalidad de minimizar las variaciones de datos numérico, con lo que reduce mejorar las operaciones.	Rango	- Establecer limite.
Intervinientes			
			- Carga de bola. - Reactivos. - Agitación - Tiempo.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Diseño Metodológico.**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación.**

En la investigación sobre el “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” es de tipo Aplicada (Vaena Paz, 2014) ya que la información obtenida es de las operaciones de producción con fines de mejorar el control de parámetros de la operación.

##### **3.1.2. Nivel de Investigación.**

En el trabajo de investigación respecto a “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” tiene un nivel explicativo (Bernal Torres, 2006) ya que se tratará de buscar parámetros de control a partir de los datos de operación para controlar las variables de operación para obtener mejores resultados en la producción.

##### **3.1.3. Diseño de la Investigación.**

En el presente estudio respecto a “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” es un tipo de investigación no experimental transversal ya que la información recopilado es un tiempo para ver la variabilidad del comportamiento de los variables (Avila Baray, 2006).

##### **3.1.4. Enfoque de la Investigación.**

Referente de la investigación del enfoque sobre el estudio “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” tiene un enfoque cuantitativo la información recopilada y procesada son cuantificables (Hernandez Sampieri, 2018).

## **3.2. Población y Muestra.**

### **3.2.1. Población de la Investigación.**

Para el estudio se tuvo en consideración el mineral que se procesa a razón de 150 t/d de mineral que tiene presencia de oro, plata y cobre. En los dos turnos de día y noche.

### **3.2.2. Muestra de la Investigación.**

La recopilación de datos se realizó con un muestreo mediante un muestreador de copas cada dos horas durante las dos guardias para el estudio de las leyes mientras que para las densidades de pulpa se emplearán la balanza marcy cada hora y registrado. Las muestras de cada guardia se llevaron al laboratorio para su respectiva caracterización y análisis, luego la información se procesó para obtener la información requerida por día.

## **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **3.3.1. Técnicas de recolección empleada.**

En el presente estudio las técnicas empleadas en “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” es la observación ya que la información extraído será directo del proceso de producción (Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2012).

### **3.3.2. Descripción de los instrumentos**

Instrumentos empleados para la recopilación de la información se emplearán fecha de cotejo y la ficha de observación (Carrasco, 2010), respecto al trabajo de investigación “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC”.

## **3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.**

Para procesamiento de la información de datos que se obtuvo del trabajo sobre “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” se empleará la estadística de carta

de control para establecer los parámetros de control superior e inferior, gráficos, tables, media, desviación, etc. Con ello se contrastará la hipótesis establecido, para su procesamiento de los datos se empleará Excel y el programa minitab 19. Para la digitalización del proyecto y el informe se utilizará procesador de texto Word y para su distribución y difusión el pdf (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).



### 3.5. Matriz de consistencia.

Tabla 2

Matriz de consistencia.

	<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Metodología</b>
<b>Generales</b>	¿En qué medida el control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata permitirá establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC?	Establecer el control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata, mediante el límite de control operacional de la planta Beneficio Nueva Esperanza SAC	Realizando un control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata nos permitirá establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC.	<u>Independiente</u> • Control estadístico	<b>Factores</b>	<u>Tipo de investigación:</u> Aplicada
				<u>Dependiente.</u> <u>Parámetro de control</u>	<b>Rango</b>	<u>Nivel de Investigación:</u> Explicativo
<b>Específico</b>	¿En qué medida los datos recopilados del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante, nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de proceso en el circuito de liberación?	Establecer con los datos recopilados del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante, los límites de control de proceso en el circuito de liberación.	Con los datos del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de proceso en el circuito de liberación.	<u>Independiente</u> - Densidad de pulpa, %'200m, ley de cabeza, concentrado, carga circulante.	<b>Factores</b>	<u>Diseño de Investigación:</u> No experimental transversal
				<u>Dependiente.</u> - Limite	<b>Rango</b>	<u>Enfoque de Investigación:</u> cuantitativo
	¿En qué medida los datos recopilados del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación?	Establecer con los datos recopilados del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave, los límites de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación.	Con los datos del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación.	<u>Independiente</u> -	<b>Factores</b>	<u>Población: Mineral que ingresa al proceso</u> <u>Muestra:</u> Muestra extraído por guardia
			<u>Dependiente.</u> - Limite	<b>Rango</b>	<u>Técnica Recolección Datos:</u> Observación	
						<u>Técnica Procesamiento Información:</u> Control Estadístico

## Capítulo IV

### Resultados

#### 4.1. Análisis de resultados.

##### 4.1.1. Datos de proceso del circuito de molienda y flotación.

- a) La información recopilada de datos perteneciente al circuito de molienda se obtuvo durante dos meses como densidad de pulpa alimentación al hidrociclón, descarga, rebose y el pasante a la malla 200 en las tablas 3, 4 y 5.

**Tabla 3**

*Datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación, rebose, descarga y % -200m 1-20*

Días N°	Densidad pulpa			%
	Alimentación g/L	Descarga g/L	Rebose g/L	
1	1650	1850	1350	80.00
2	1720	1873	1310	80.65
3	1690	1845	1300	80.00
4	1750	1877	1320	81.25
5	1770	1950	1300	80.00
6	1750	1890	1310	80.65
7	1698	1920	1300	80.00
8	1640	1930	1325	80.20
9	1589	1877	1354	80.50
10	1680	1865	1323	81.00
11	1760	1867	1345	79.98
12	1625	1910	1298	81.01
13	1720	1865	1312	80.05
14	1650	1845	1325	80.45
15	1755	1910	1305	81.01
16	1654	1867	1298	80.35
17	1688	1867	1306	79.87
18	1721	1857	1303	81.07
19	1687	1856	1321	80.75
20	1623	1887	1304	80.55

**Tabla 4**

*Datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación, rebose, descarga y*

*%-200m 21-53.*

Días	Densidad pulpa			%-200m
N°	Alimentación g/L	Descarga g/L	Rebose g/L	%-200m
21	21	1674	1850	1287
22	22	1678	1934	1306
23	1734	1876	1326	80.32
24	1683	1863	1298	80.21
25	1763	1953	1319	80.79
26	1689	1931	1328	81.11
27	1714	1898	1298	79.89
28	1751	1852	1326	80.67
29	1687	1921	1317	80.96
30	1711	1869	1325	80.73
31	1678	1856	1289	80.14
32	1683	1931	1299	80.21
33	1712	1862	1321	81.06
34	1690	1926	1309	80.45
35	1787	1941	1321	81.06
36	1654	1862	1304	80.84
37	1751	1895	1297	80.76
38	1726	1913	1305	80.83
39	1687	1867	1317	80.51
40	1732	1883	1321	79.87
41	1678	1875	1289	80.45
42	1721	1921	1315	80.62
43	1680	1872	1289	80.81
44	1734	1875	1304	80.91
45	1721	1846	1326	80.76
46	1692	1925	1306	80.86
47	1689	1876	1286	80.78
48	1642	1894	1313	81.14
49	1695	1931	1308	80.19
50	1687	1896	1298	79.89
51	1743	1905	1306	81.02
52	1719	1869	1316	80.87
53	1769	1913	1298	80.45

**Tabla 5**

*Datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación, rebose, descarga y % -200m 54-61.*

Días	Densidad pulpa			%
N°	Alimentación g/L	Descarga g/L	Rebose g/L	-200m
54	1654	1895	1286	80.75
55	1735	1873	1321	80.96
56	1697	1909	1307	80.84
57	1732	1919	1327	80.89
58	1752	1886	1311	81.13
59	1647	1961	1305	80.65
60	1732	1916	1296	80.81
61	1698	1895	1321	80.93

- b) La recopilación de datos del circuito de flotación obtenido durante dos meses las leyes pertinentes de cabeza, para el concentrado y del relave de oro g/t, plata g/t y cobre % en las tablas 6, 7 y 8.

**Tabla 6**

*Datos de las leyes del circuito de flotación cabeza, concentrado y relave de oro, plata y cobre de 01-22.*

Días	Cabeza			concentrado			Relave		
	Cab. (Au g/t)	Cab. (Ag g/t)	Cab. %Cu	Conc. (Au g/t)	Conc. g/t Ag	Conc. %Cu	Rel. Au g/t	Rel. Ag g/t	Rel %Cu
1	2.88	5.79	0.22	136.13	308.74	17.56	1.372	2.370	0.027
2	2.90	12.25	0.28	121.63	466.24	18.19	1.250	5.942	0.030
3	3.10	16.17	0.27	123.28	679.99	19.44	1.670	8.271	0.045
4	2.78	13.35	0.25	131.33	546.45	16.78	1.220	6.881	0.049
5	2.57	12.56	0.22	128.45	687.32	19.74	1.430	6.449	0.043
6	3.41	11.65	0.35	127.65	476.89	18.65	1.320	3.824	0.042
7	3.25	12.65	0.32	125.65	469.42	17.18	1.270	5.261	0.047
8	3.23	11.65	0.29	124.76	456.87	17.76	1.540	5.459	0.047
9	2.87	12.23	0.27	132.32	559.43	18.74	1.250	5.382	0.039
10	2.52	13.03	0.23	128.51	528.98	18.87	1.180	7.542	0.032
11	2.62	11.40	0.24	127.01	484.99	18.56	1.230	6.110	0.035
12	3.13	13.92	0.31	125.41	687.91	18.04	1.380	4.278	0.056
13	2.87	11.34	0.28	132.43	387.97	18.65	1.170	6.398	0.039
14	2.64	12.52	0.23	123.54	570.22	17.89	1.323	6.446	0.038
15	3.21	10.65	0.33	127.25	544.54	18.52	1.340	2.601	0.056
16	2.87	11.98	0.24	137.91	641.34	18.15	1.377	5.024	0.042
17	2.56	12.18	0.25	127.58	495.24	18.87	1.190	6.883	0.046
18	2.96	13.17	0.28	128.53	558.45	18.46	1.323	6.063	0.043
19	3.06	12.22	0.34	122.54	524.47	18.67	1.220	4.332	0.058
20	3.17	10.58	0.32	132.65	567.29	18.49	1.263	2.382	0.052
21	2.65	12.22	0.25	128.29	615.45	18.76	1.260	5.548	0.045
22	2.67	11.56	0.25	125.54	528.71	18.19	1.291	5.756	0.049

**Tabla 7**

*Datos de las leyes del circuito de flotación cabeza, concentrado y relave de oro, plata y cobre de 23-44.*

Días	Cabeza			concentrado			Relave		
	Cab. (Au g/t)	Cab. (Ag g/t)	Cab. %Cu	Conc. (Au g/t)	Conc. g/t Ag	Conc. %Cu	Rel. Au g/t	Rel. Ag g/t	Rel %Cu
23	1326	80.32	2.78	10.76	0.26	127.74	500.91	17.89	1.278
24	1298	80.21	2.62	11.72	0.25	124.38	478.98	18.19	1.240
25	1319	80.79	3.02	12.76	0.27	130.91	560.37	16.98	1.302
26	1328	81.11	2.95	11.87	0.29	131.34	565.01	18.49	1.297
27	1298	79.89	2.89	12.52	0.31	125.87	612.87	18.96	1.244
28	1326	80.67	3.06	10.98	0.31	127.91	550.07	17.98	1.269
29	1317	80.96	2.65	11.67	0.24	134.89	529.78	18.64	1.248
30	1325	80.73	2.83	12.75	0.25	128.83	570.48	16.98	1.271
31	1289	80.14	2.98	11.51	0.30	127.19	548.36	18.28	1.276
32	1299	80.21	3.07	13.01	0.30	132.87	612.67	18.09	1.270
33	1321	81.06	2.57	11.75	0.24	127.68	513.42	18.98	1.273
34	1309	80.45	2.86	12.91	0.26	125.67	468.78	16.87	1.280
35	1321	81.06	2.69	11.87	0.23	136.89	579.42	18.14	1.281
36	1304	80.84	2.97	11.79	0.29	128.37	386.56	18.48	1.270
37	1297	80.76	2.67	12.89	0.25	124.68	564.24	17.88	1.254
38	1305	80.83	2.85	11.80	0.26	130.54	578.65	17.87	1.263
39	1317	80.51	2.72	13.09	0.26	128.54	549.54	18.45	1.265
40	1321	79.87	3.17	12.42	0.32	129.63	577.17	17.78	1.272
41	1289	80.45	2.87	11.65	0.27	138.91	579.45	18.98	1.273
42	1315	80.62	2.65	12.56	0.25	128.74	531.62	18.95	1.274
43	1289	80.81	2.71	12.18	0.25	130.08	567.89	18.73	1.278
44	1304	80.91	3.21	13.08	0.33	125.78	478.25	17.83	1.277

**Tabla 8**

*Datos de las leyes del circuito de flotación cabeza, concentrado y relave de oro, plata y cobre de 45-61.*

Días	Cabeza			concentrado			Relave		
	Cab. (Au g/t)	Cab. (Ag g/t)	Cab. %Cu	Conc. (Au g/t)	Conc. g/t Ag	Conc. %Cu	Rel. Au g/t	Rel. Ag g/t	Rel %Cu
45	1326	80.76	2.78	12.18	0.27	129.98	605.76	18.89	1.268
46	1306	80.86	2.59	11.97	0.23	127.86	509.82	17.98	1.262
47	1286	80.78	2.75	12.59	0.25	125.54	564.14	16.99	1.261
48	1313	81.14	2.91	10.87	0.28	129.57	397.45	18.03	1.267
49	1308	80.19	2.54	12.39	0.22	132.36	568.72	18.86	1.270
50	1298	79.89	2.90	13.04	0.28	128.87	587.98	18.04	1.273
51	1306	81.02	3.21	12.13	0.33	132.58	559.65	18.76	1.275
52	1316	80.87	2.86	11.98	0.29	128.20	389.54	18.77	1.276
53	1298	80.45	2.76	12.48	0.27	123.89	550.63	18.78	1.274
54	1286	80.75	2.86	11.87	0.26	130.89	457.89	17.86	1.269
55	1321	80.96	2.70	12.25	0.26	127.79	559.91	19.02	1.264
56	1307	80.84	3.21	13.06	0.33	125.01	399.78	17.67	1.263
57	1327	80.89	2.73	11.95	0.26	129.16	510.10	18.65	1.266
58	1311	81.13	3.09	12.10	0.32	124.87	604.65	18.31	1.270
59	1305	80.65	2.88	12.52	0.28	131.27	572.12	18.73	1.273
60	1296	80.81	2.76	12.38	0.27	126.89	512.39	18.52	1.275
61	1321	80.93	2.94	12.20	0.30	128.22	587.86	18.56	1.275

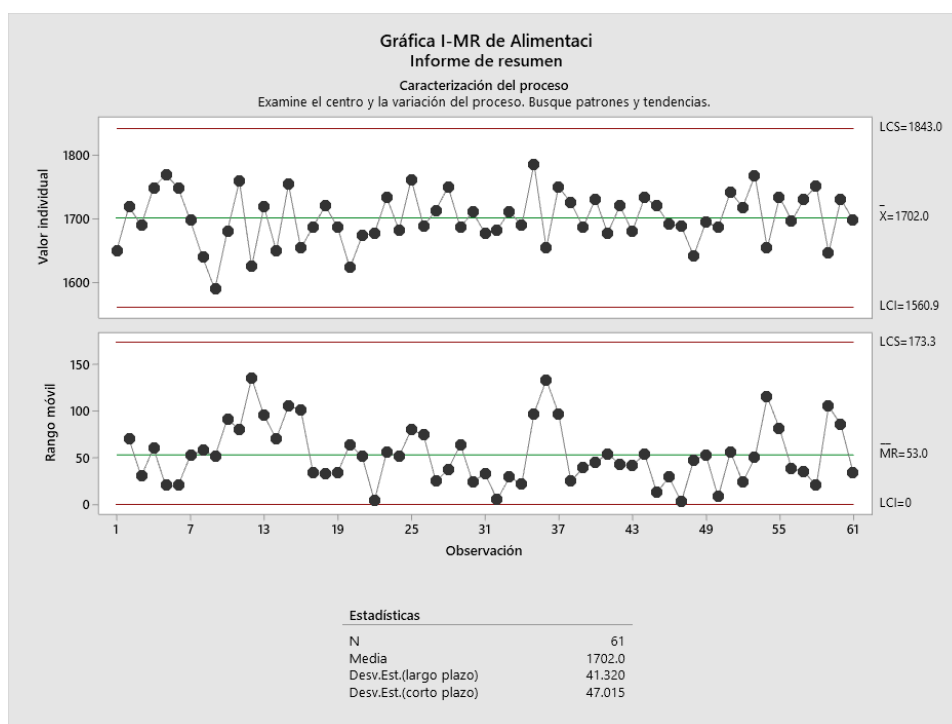
## 4.1.2. Procesamiento de datos del circuito de molienda y flotación.

### 4.1.2.1. Procesamiento de circuito de molienda.

a) Procesamiento de los datos del circuito de molienda densidad de pulpa alimentación al hidrociclón, descarga, rebose descrito en la figura 2,3, 4, 5,6 y 7.

**Figura 2**

*Control de parámetro de la densidad de pulpa alimentación al hidrociclón.*

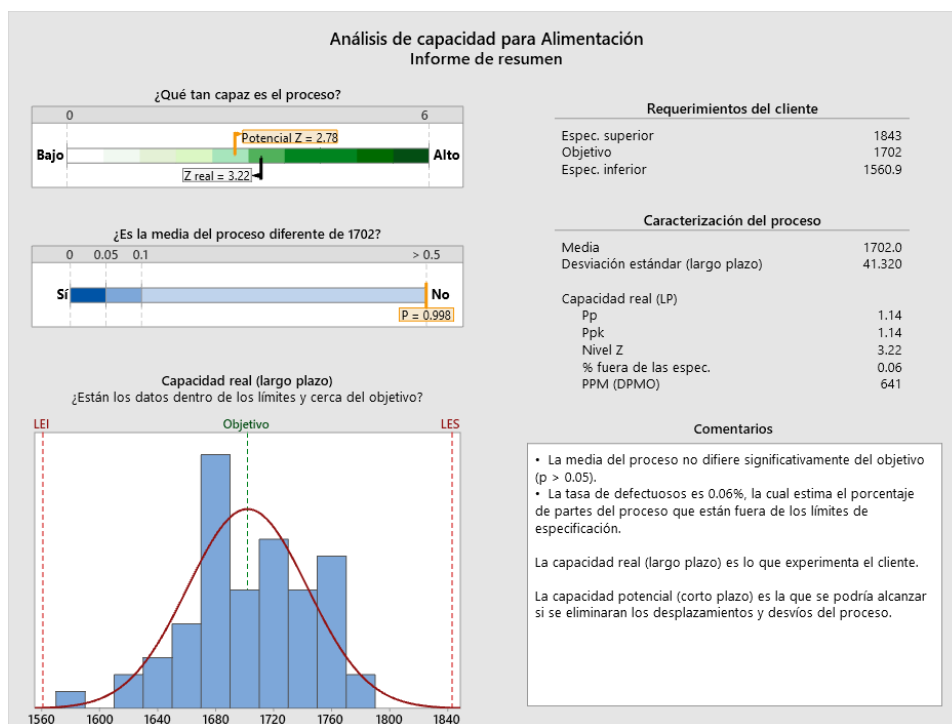


Para la figura 2, aquellos valores individuales de proceso se tienen la densidad de pulpa alimentación al hidrociclón de 1702 g/L, para un control límite referente al superior de 1843 g/L y control de límite inferior de 1560.9 g/L para un rango móvil en promedio de 53, rango de control superior de 173.3, para 61 datos para una desviación referente a estándar a un largo plazo de 41.32 y su desviación pertinente estándar para el corto plazo de 47.015.



Figura 3

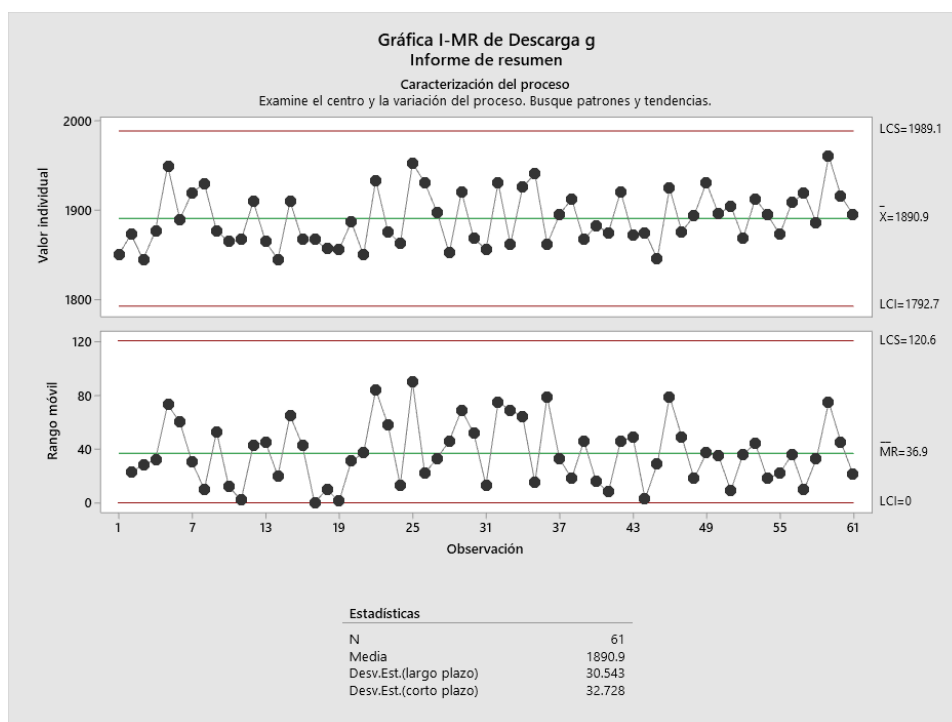
*Análisis de capacidad de proceso de la densidad de pulpa alimentación hidrociclón.*



Se describe en figura 3, los datos de los valores de capacidad real de proceso de la densidad de mineral de la pulpa alimentación al hidrociclón Pp es 1.14, Ppk es de 1.14 mayor que 1 por que los datos del proceso se encuentran en los límites o parámetros de control, pero se debe mejorar para superar Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.22 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.06% fueran de los límites de especificación.

Figura 4

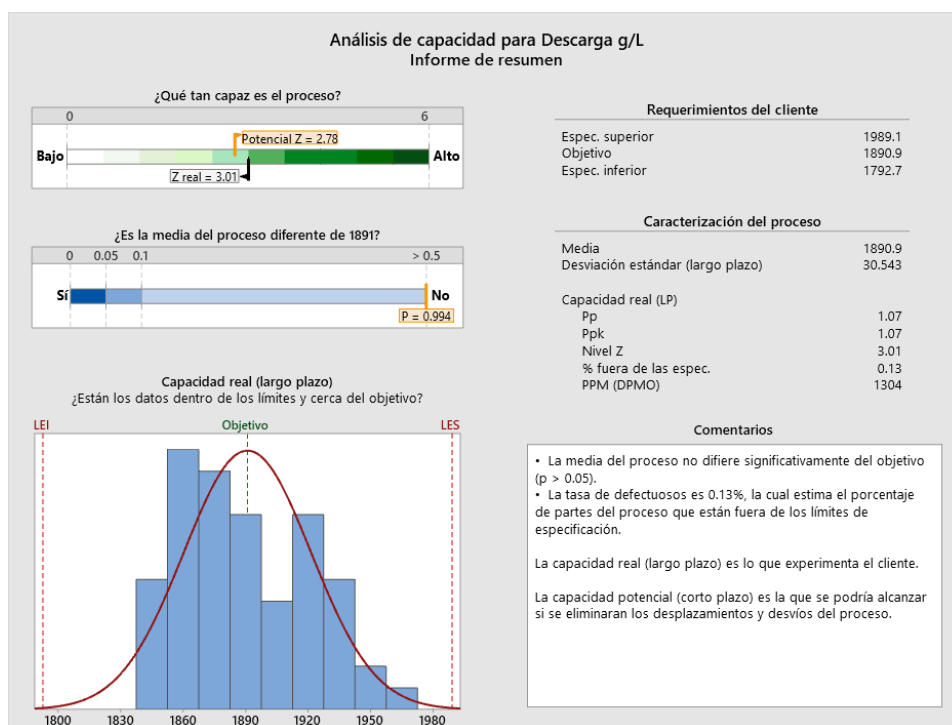
Control de parámetro de la densidad de pulpa de la descarga del hidrociclón.



La información en figura 4, los valores individuales de proceso de la densidad de pulpa descarga al hidrociclón en promedio de 1890.9 g/L, con un información de límite superior de 1989.1 g/L y control de información inferior de 1792.7 g/L con un rango móvil promedio de 36.9, rango de control superior de 120.6, para 61 datos para una desviación predeterminate estándar a largo plazo de 30.543 y desviación coherente estándar corto plazo de 32.728.

Figura 5

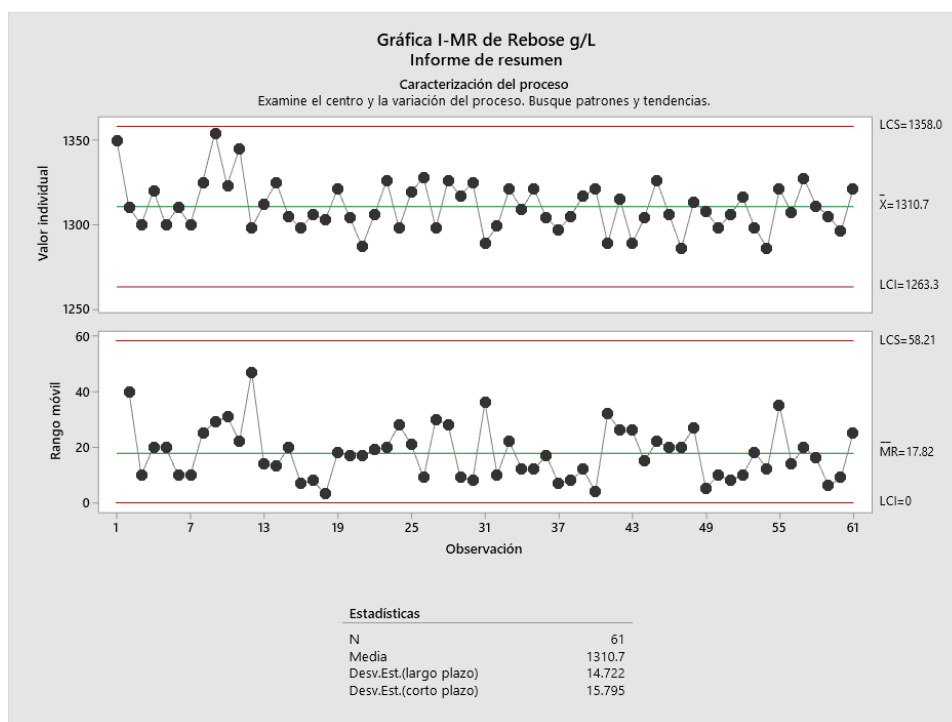
Análisis de capacidad de proceso de la densidad de pulpa descarga del hidrociclón.



En la figura 5, los valores de capacidad real de proceso de la densidad de pulpa descarga del hidrociclón Pp es 1.07, Ppk es de 1.07 mayor que 1 por que los datos del proceso esta dentro de los limites o parámetros de control, pero se debe mejorar para superar Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.01 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.13% fueran de los límites de especificación.

Figura 6

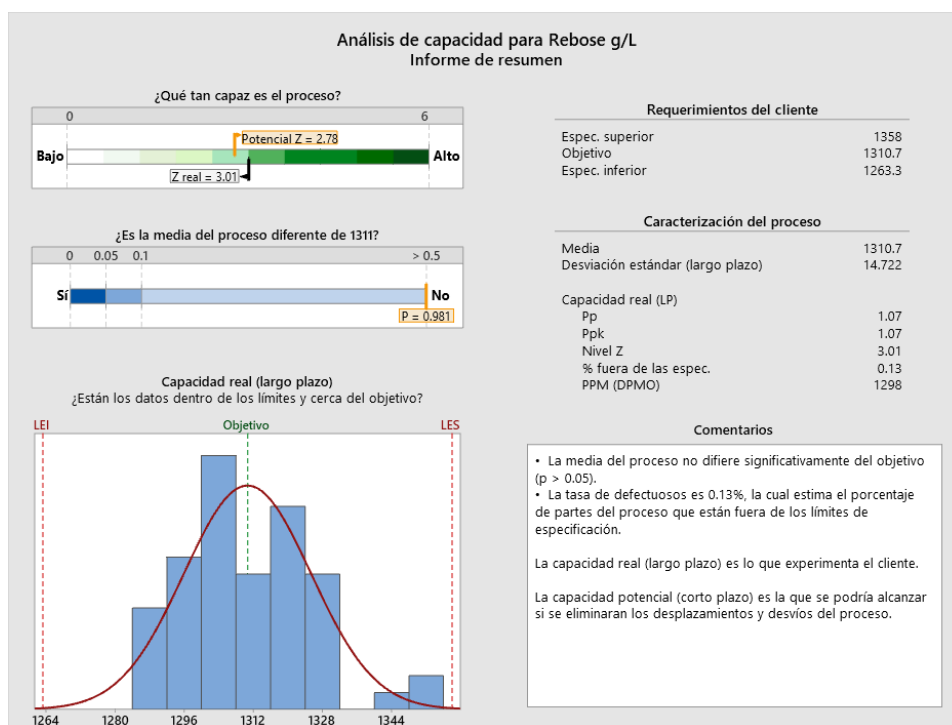
Control de parámetro de la densidad de la pulpa rebose del hidrociclón.



En la figura 6, los valores individuales de proceso de la densidad de pulpa rebose del hidrociclón en promedio de 1310.7 g/L, el control de parámetro superior de 1358 g/L y el control inferior de 1263.3 g/L con su rango predeterminante móvil promedio de 17.82, rango de control superior de 58.21, para 61 datos para una desviación pertinente estándar en un largo plazo de 14.722 y desviación referente estándar de corto plazo de 15.795.

Figura 7

Análisis de capacidad de proceso de la densidad de pulpa rebose del hidrociclón.

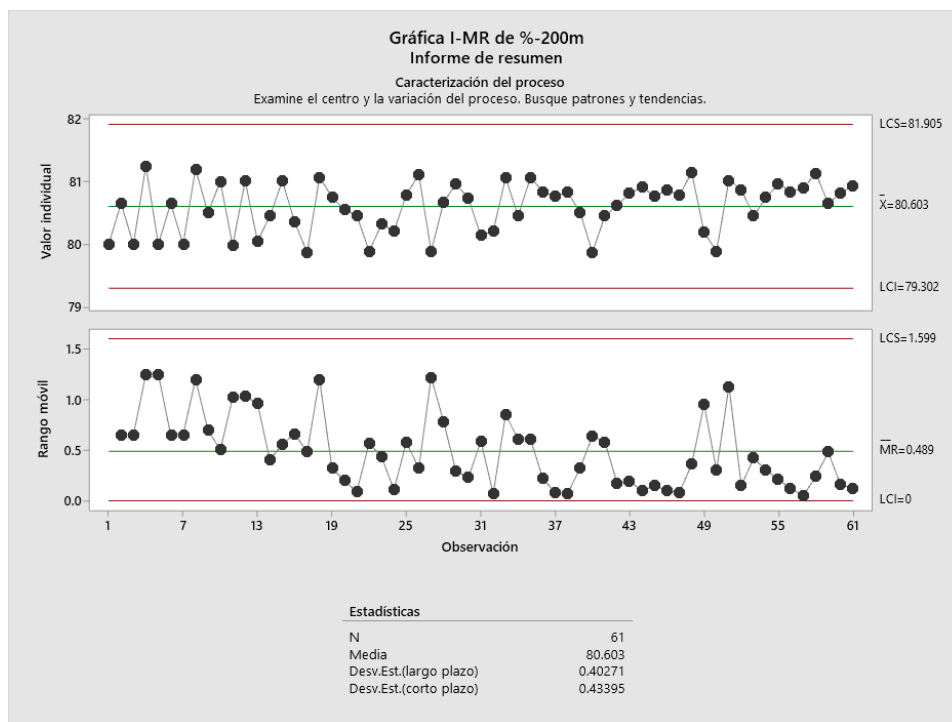


En la figura 7, los valores de capacidad real de proceso de la densidad de pulpa rebose del hidrociclón Pp es 1.07, Ppk es de 1.07 mayor que 1 por que los datos del proceso se encuentran dentro de los límites de control, pero se debe mejorar para superar Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.01 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.13% fueran de los límites de especificación.

- b) Procesamiento de los datos del circuito para la molienda del porcentaje que son pasante a la malla 200, carga circulante descrito en la figura 8, 9, 10 y 11.

### Figura 8

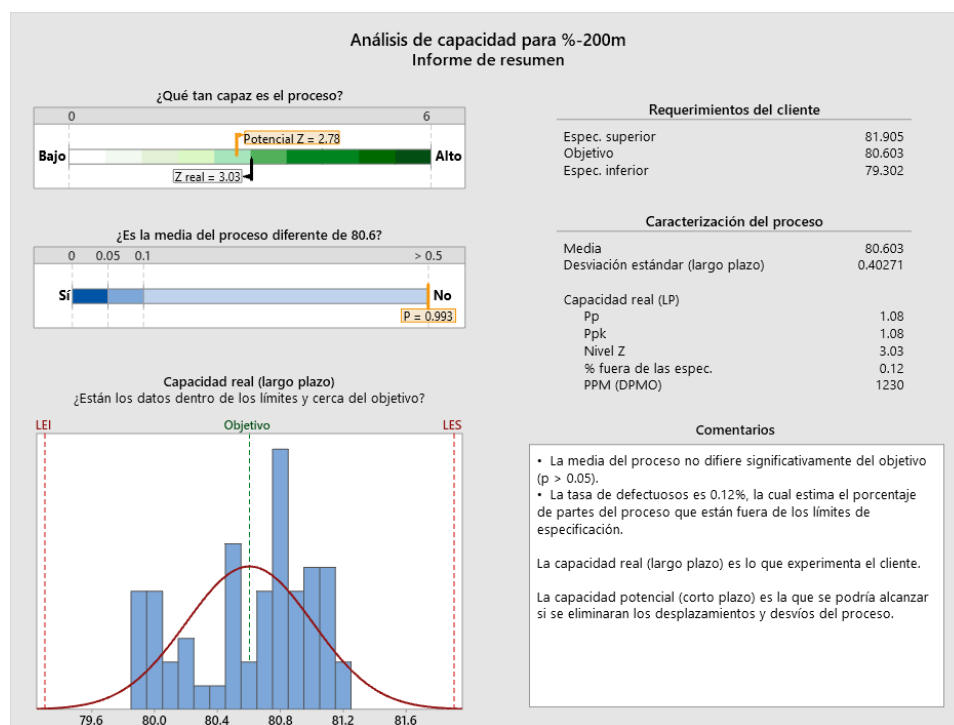
#### Control de parámetro del %-200m



En la figura 8, los valores individuales de proceso se tienen en promedio de 80.603% que pasan la malla 200, con un límite control pertinente superior de 81.905% y límite de control para el inferior de 79.302%, con un rango móvil promedio en 0.489, rango de control para superior de 1.599, para 61 datos para una desviación de la parte estándar a un plazo largo en 0.40271 y desviación estándar para el corto plazo de 0.43395.

Figura 9

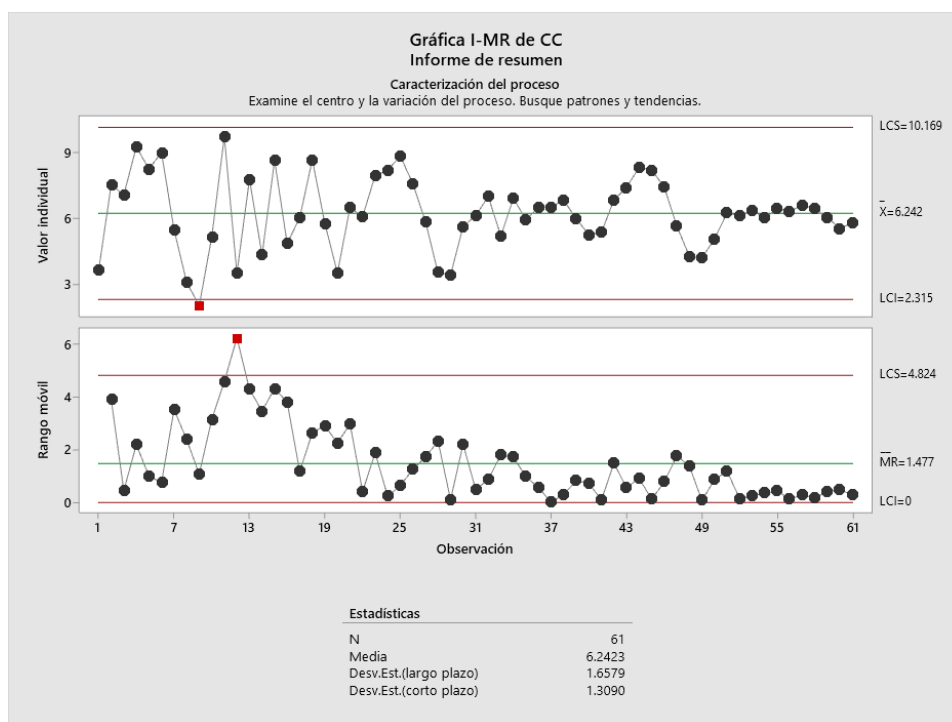
## Análisis de capacidad de proceso de %-200m



En la figura 9, los valores de capacidad real de proceso del porcentaje pasante a la malla 200 Pp es 1.08, Ppk es de 1.08 mayor que 1 por que los datos del proceso se encuentran en los parámetros de control, pero se debe mejorar para superar Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.03 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.12% fueran de los límites de especificación.

Figura 10

## Control de parámetros de la carga circulante molienda

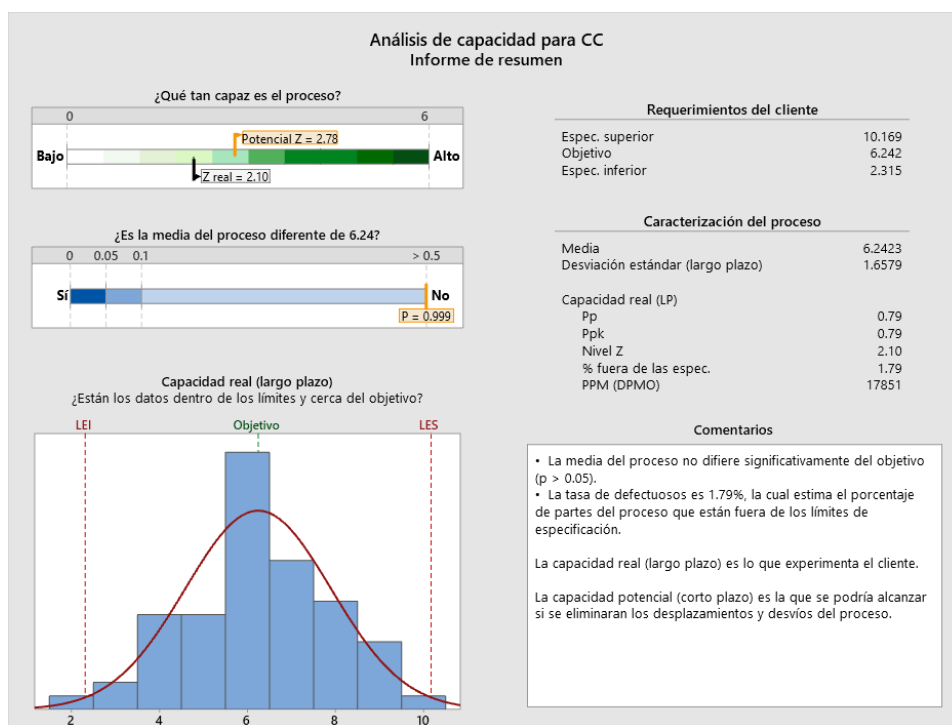


En la figura 10, los valores individuales de proceso se tienen en promedio de 6.242 de carga que circulante del proceso, con un límite control para el superior de 10.169 y control para el inferior de 2.315, con un rango móvil en promedio de 1.477, rango de control para su superior de 4.824, para 61 datos con desviación estándar para el largo plazo de 0.1.6579 y desviación estándar para el corto plazo de 1.3090.



Figura 11

Análisis de capacidad de proceso de la carga circulante molienda.



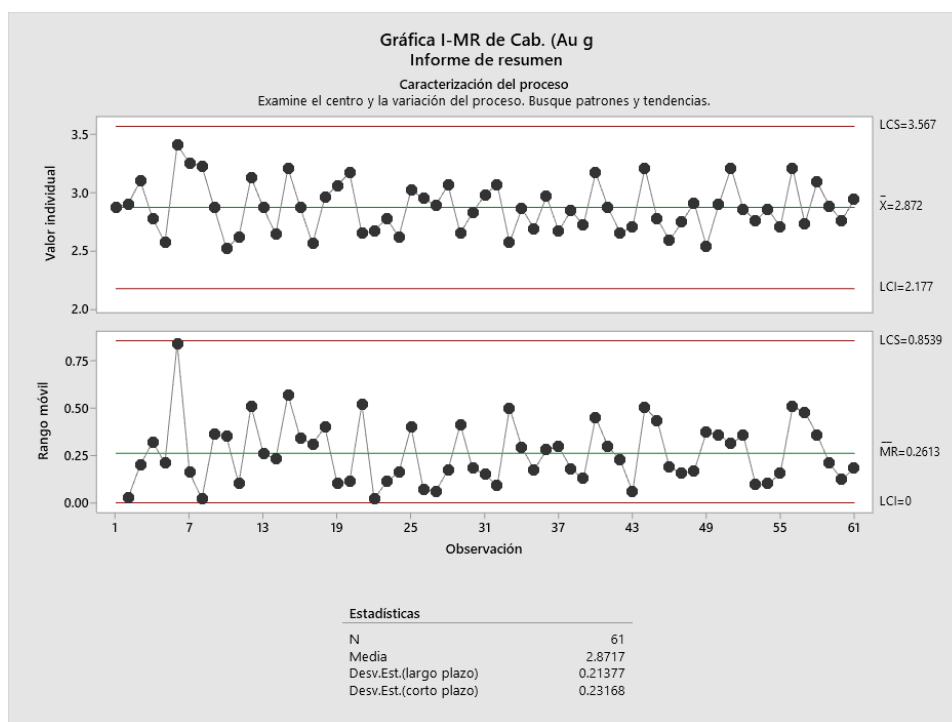
En la figura 11, los valores de capacidad real de proceso de la carga circulante Pp es 0.79, Ppk es de 0.79 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se debe realizar una intervención para una mejora del proceso para superar a 1 o superar Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.10 mayor que  $-+1.95$  para un 5% error y la solo el 1.79% fueran de los límites de especificación.

#### 4.1.2.2. Procesamiento de datos circuito de flotación.

a) Procesamiento de los datos del circuito de flotación ley de cabeza oro, plata, cobre descrito en la figura 12, 13, 14, 15, 16 y 17.

Figura 12

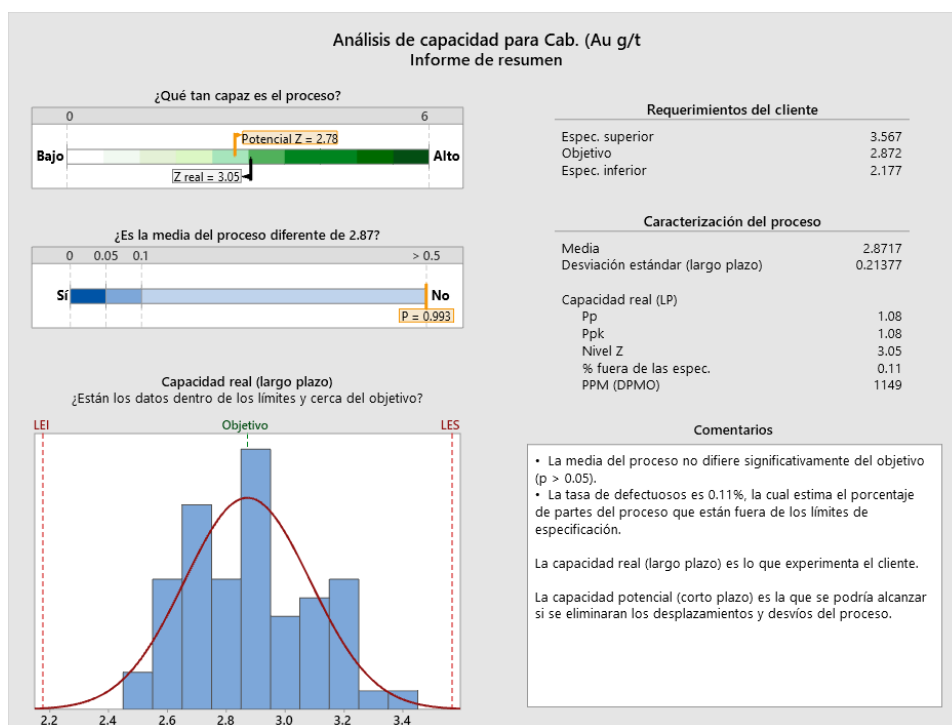
Control de parámetro de la ley de cabeza para el oro g/t



En la figura 12, los valores individuales de proceso de la ley de cabeza oro g/t con promedio de 2.872 g/t, referente al límite control superior se encuentra en 3.567 g/t y límite de control inferior esta en 2.177 g/t, con un rango móvil promedio de 0.2613, rango de control superior de 0.8539, para 61 datos para la desviación estándar para un largo plazo de 0.21377 y desviación estándar referente de corto plazo de 0.23168.

Figura 13

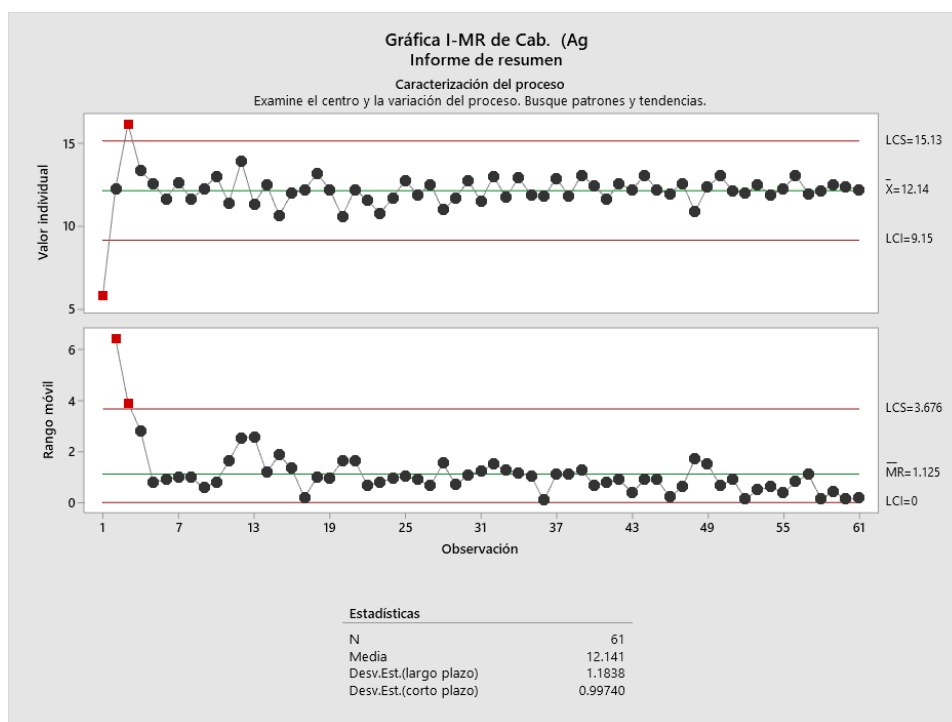
## Análisis de capacidad de proceso de la ley de cabeza para el oro g/t



La información para la figura 13, los valores de capacidad real de proceso de la ley de cabeza oro g/t Pp es 1.08, Ppk es de 1.08 mayor que 1 por que los datos del proceso se encuentran entre los parámetros de control, sin embargo se deben de mejorar el proceso para superar Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.05 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.11% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 14**

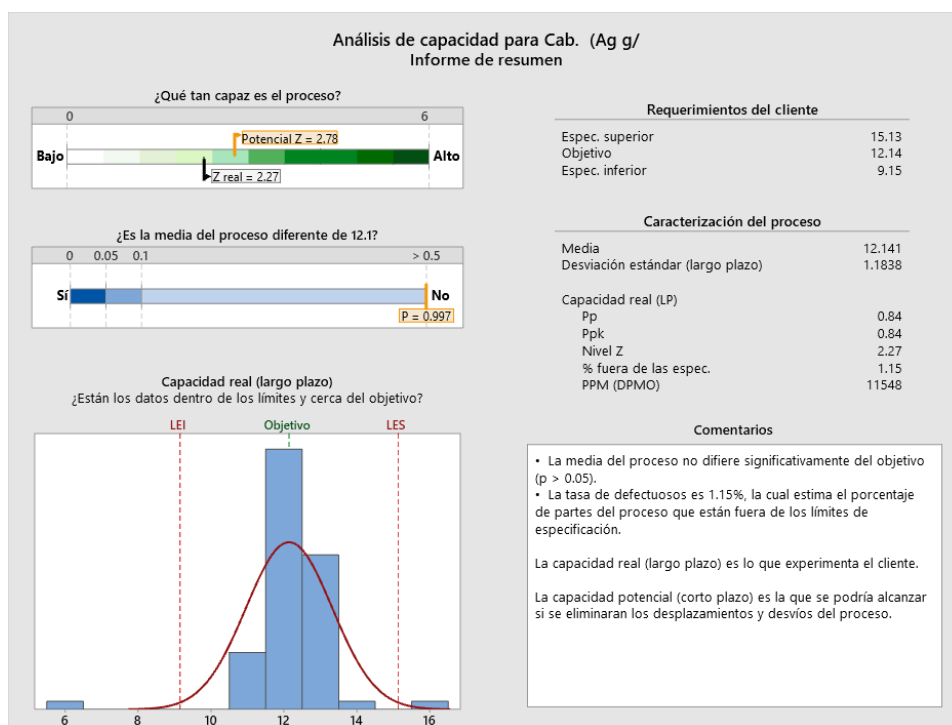
*Control de parámetro de la ley de cabeza de la plata g/t*



La información de la figura 14, los valores individuales de proceso de la ley de cabeza de plata g/t tiene un promedio de ley de 12.14 g/t, para ello su límite control referente a superior de 15.13 g/t y para el límite de control inferior de 9.15 g/t, mientras que el rango móvil en promedio de 1.125, rango de control superior de 3.676, para 61 datos para una desviación estándar a referente a largo plazo de 1.1838 y una desviación estándar para el corto plazo de 0.9974.

Figura 15

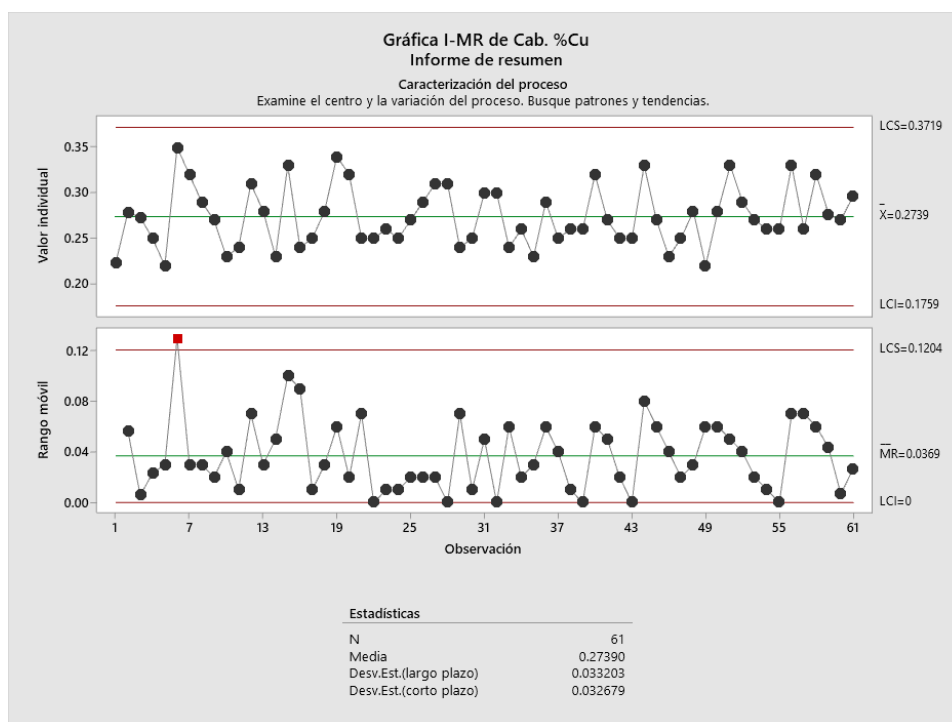
*Análisis de capacidad de proceso de la ley de cabeza de la plata g/t*



Para la información de la figura 15, los valores de capacidad real de proceso de la ley de cabeza plata g/t Pp es 0.84, Ppk es de 0.84 menor que 1 por que los datos del proceso se están fuera de límites de los parámetros de control, es necesario la intervención para mejorar el proceso para superar 1 o superior de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.05 mayor que  $-1.95$  para un 5% error y la solo el 0.11% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 16**

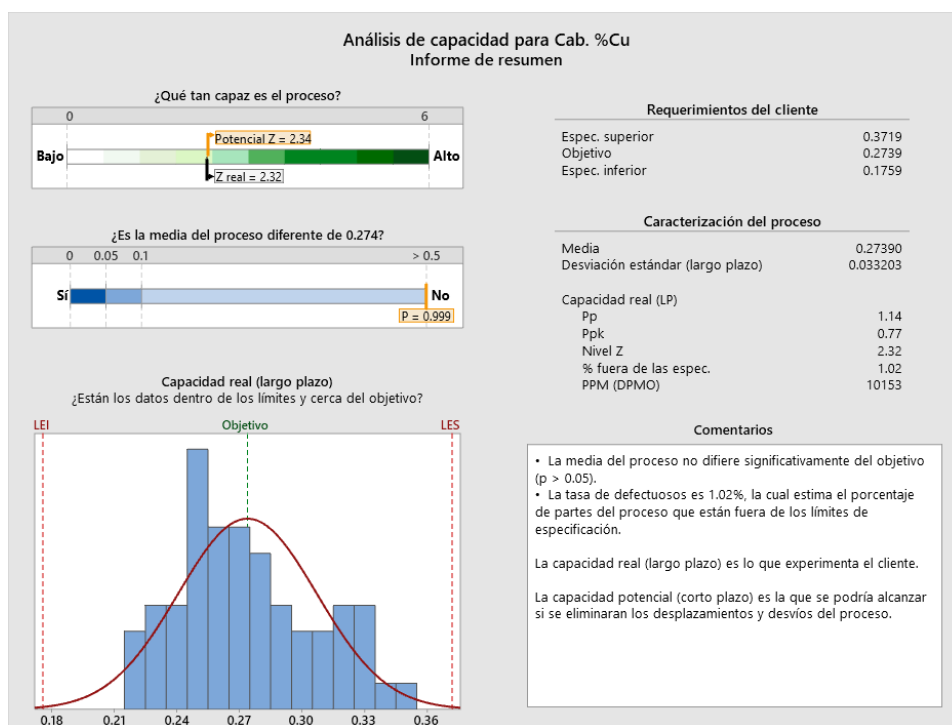
*Control de parámetro de la ley de cabeza de cobre %t*



Referente a la figura 16, los valores individuales de proceso de la ley de cabeza cobre % están en promedio de 0.2739%, mientras que los parámetros de control superior esta en 0.3719% y el control inferior tiene en valor de 0.1759%, con su rango móvil de 0.0369, mientras que su rango de control para el superior es de 0.1204, para 61 datos para una desviación estándar esta en 0.033203 y 0.032679 para el largo plazo y el corto plazo respectivamente.

**Figura 17**

*Análisis de capacidad de proceso de la ley de cobre en la cabeza %*

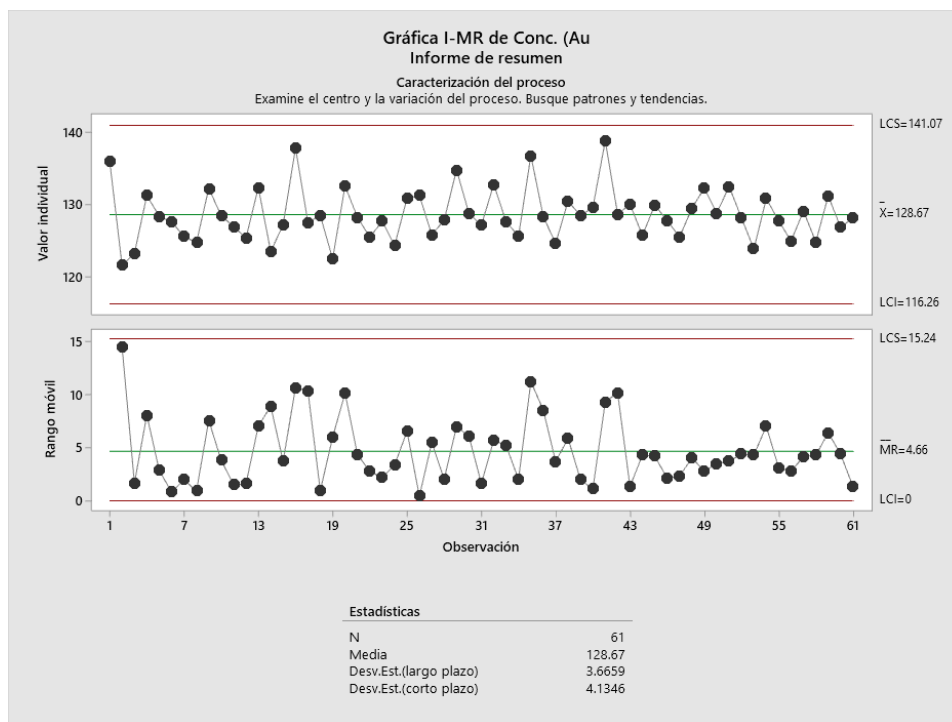


Para la figura 17, los valores de capacidad real de proceso de la ley de cabeza cobre % Pp es 1.14 mayor a 1, pero la capacidad real Ppk es de 0.77 menor que 1 por que los datos del proceso esta fuera de los rangos o parámetros de control, cumple con los criterios de aceptación perp necesita mejorar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.32 mayor que  $-1.95$  para un 5% error y la solo el 1.02% de datos fueran de los límites de especificación.

b) Procesamiento de los datos del circuito de flotación ley de concentrado oro, plata, cobre descrito en la figura 18,19, 20, 21,22 y 23.

### Figura 18

*Control de parámetro de la ley de concentrado de oro g/t.*

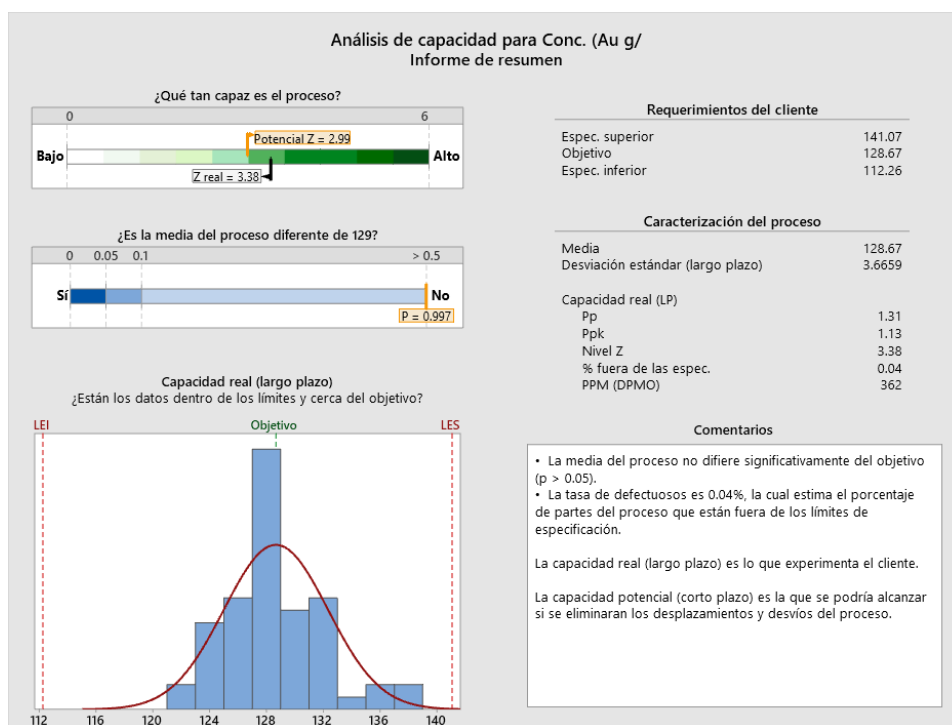


En la figura 18, los valores individuales de proceso de la ley de concentrado de oro g/t con promedio de 128.67 g/t, con un límite control superior de 141.07 g/t y límite de control inferior de 116.26 g/t, con un rango móvil promedio de 4.66, rango de control superior de 15.25, para 61 datos para una desviación estándar a largo plazo de 3.6659 y desviación estándar corto plazo de 04.1346.



**Figura 19**

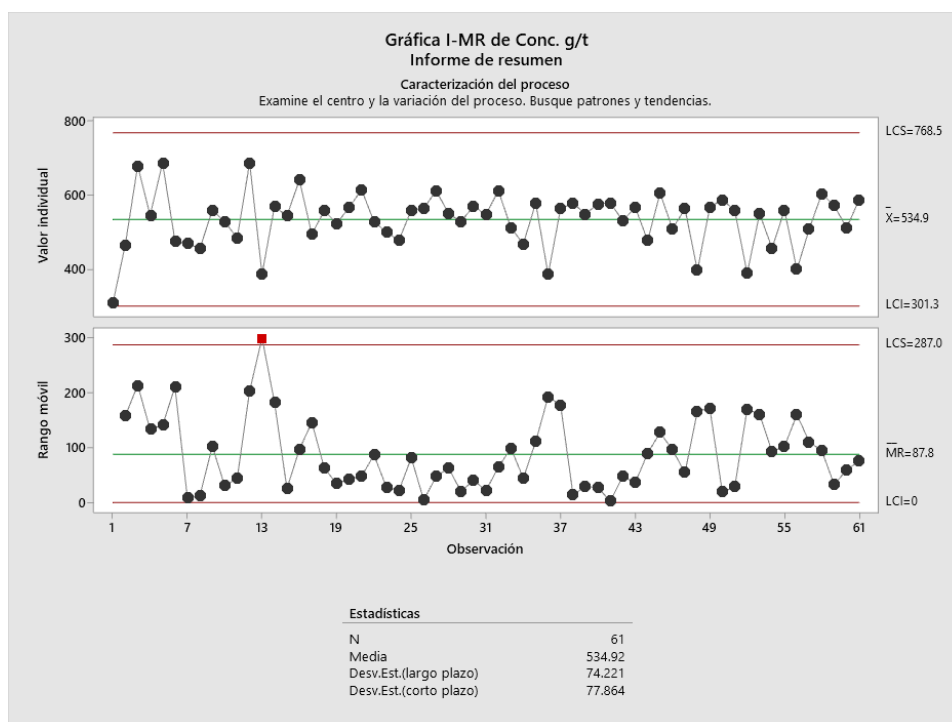
*Análisis de capacidad de proceso de la ley de concentrado de oro g/t.*



En la figura 19, los valores de capacidad real de proceso de la ley de concentrado de oro g/t, Pp es 1.31 mayor a 1, la capacidad real Ppk es de 1.13 mayor que 1 por que los datos del proceso se encuentran entre los parámetros de control, cumple con los criterios de aceptación, pero necesita mejorar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.38 mayor que +1.95 para un 5% error y la solo el 0.04% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 20**

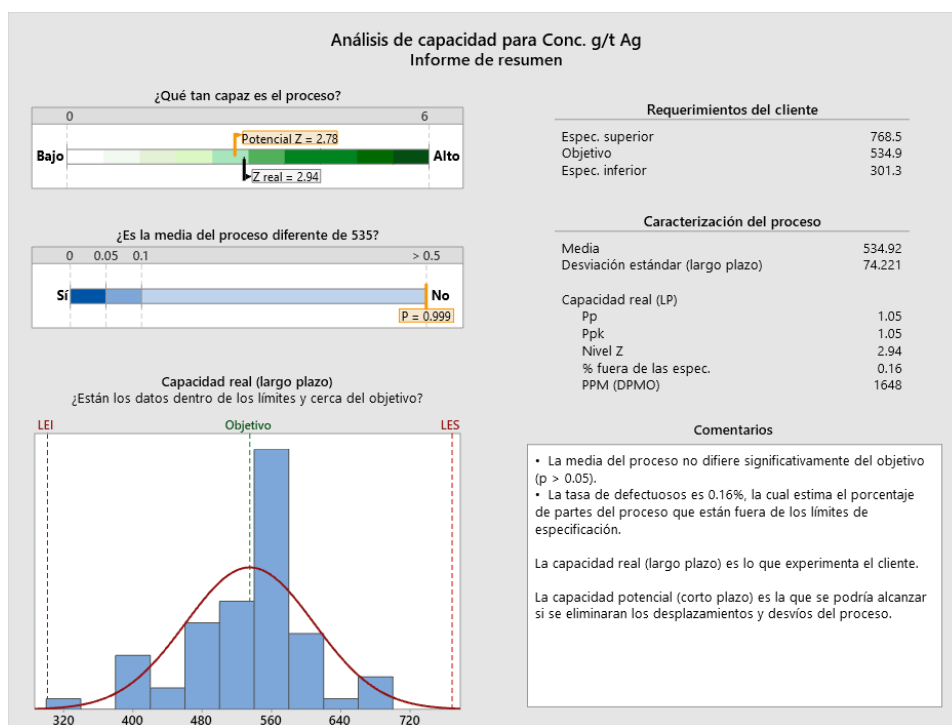
*Control de parámetro de la ley de concentrado de la plata g/t.*



Las informaciones en figura 20, los valores individuales de proceso de la ley de concentrado de plata g/t con promedio de 534.9 g/t, para el límite control máximo de 768.5 g/t y su mínimo en su control inferior de 301.3 g/t, con un valor de rango móvil promedio de 87.8, rango de control superior de 287, para 61 datos para una desviación estándar se tiene 74.221 y 77.864 respectivamente para un largo plazo y corto plazo.

**Figura 21**

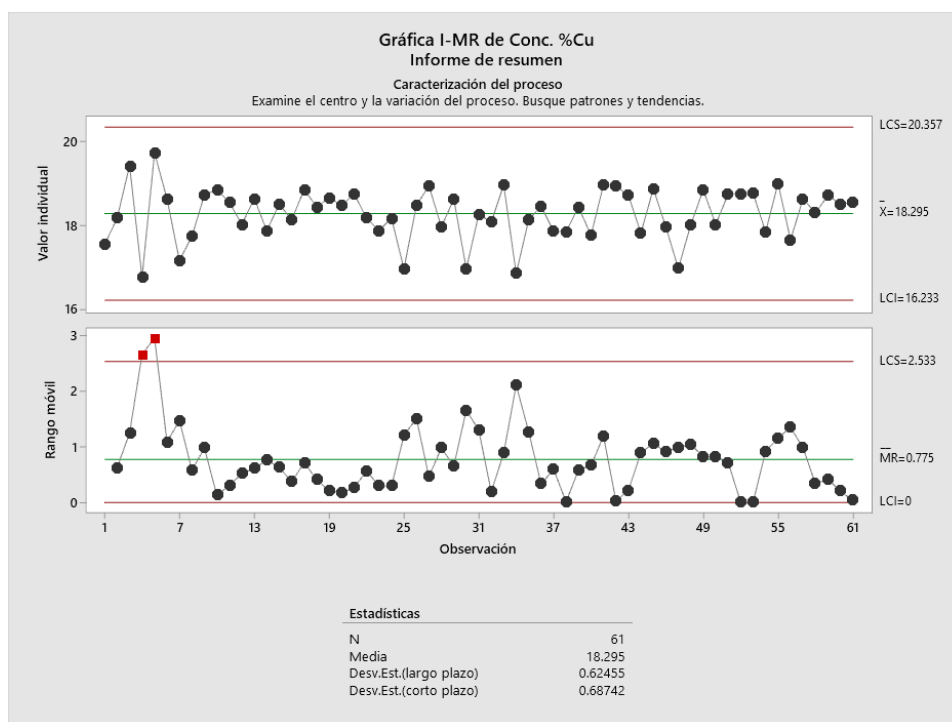
*Análisis de capacidad de proceso de la ley de concentrado de la plata g/t.*



En la figura 21, los valores de capacidad real de proceso de la ley de concentrado de plata g/t, Pp es 1.05 mayor a 1, la capacidad real Ppk es de 1.05 mayor que 1 por que los datos del proceso está dentro de los parámetros de control, cumple con los criterios de aceptación, pero necesita mejorar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.95 mayor que  $+1.95$  para un 5% error y la solo el 0.16% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 22**

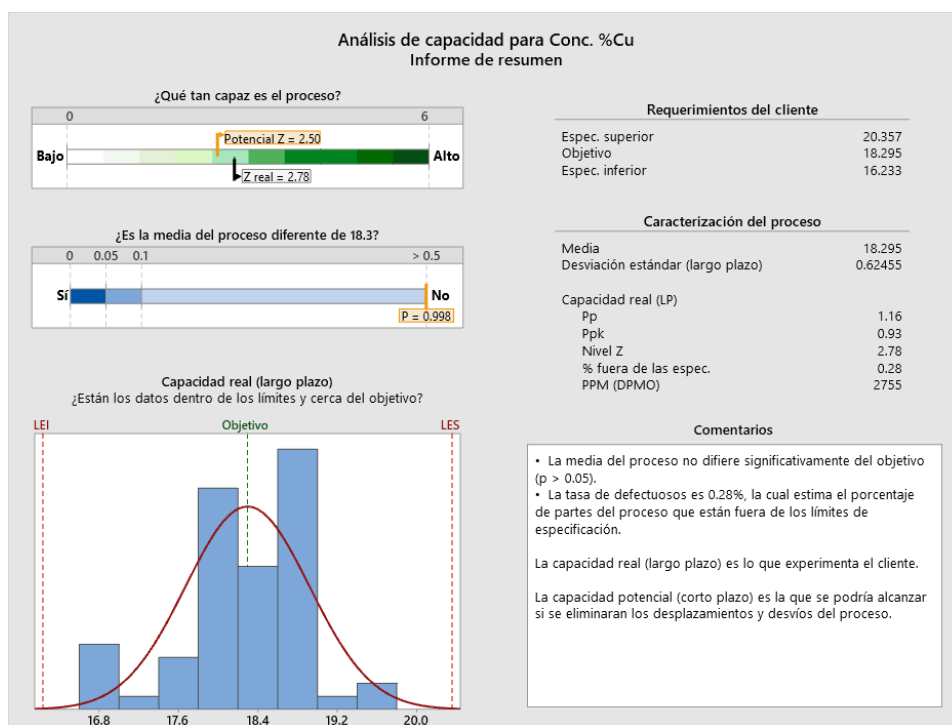
*Control de parámetro para la ley de cobre en el concentrado %.*



Los valores de la figura 22, respecto al proceso de la ley en el concentrado de cobre en % con promedio se encuentra de 18.295%, el máximo valor superior es de 20.357% y el mínimo valor inferior es de 16.233%, con un valor móvil promedio de 0.775, y su rango de control para el superior es de 2.533, para 61 datos la desviación estándar se encuentra en 0.62455 y 0.68742 para largo y corto plazo respectivamente.

**Figura 23**

*Análisis de capacidad de proceso del cobre su ley en el concentrado %.*

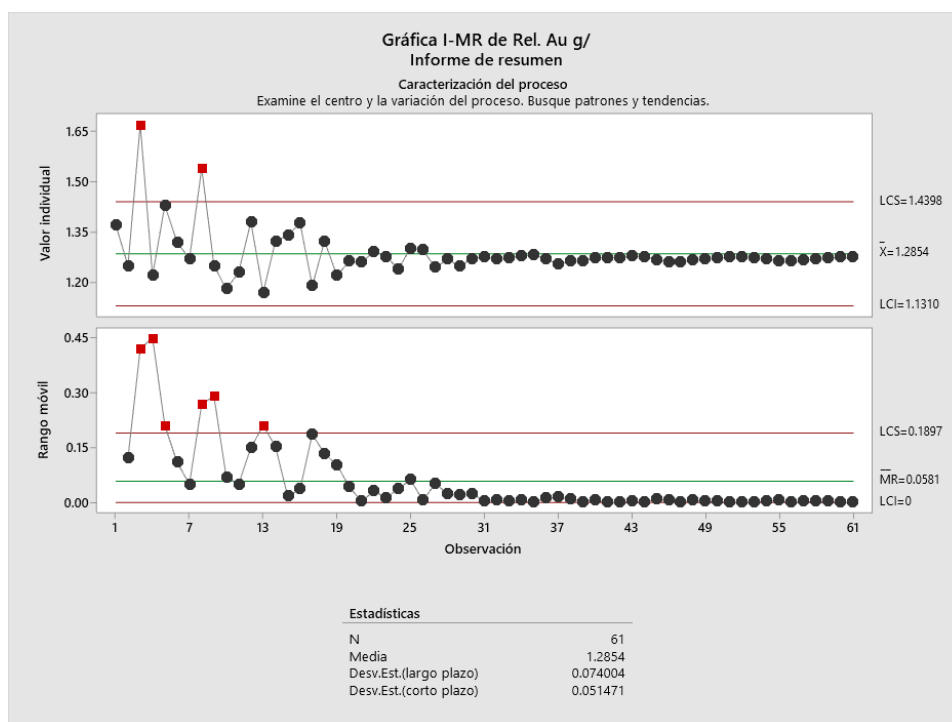


En la figura 23, los valores de capacidad real de proceso de la ley de concentrado de cobre %, Pp es 1.16 mayor a 1, la capacidad real Ppk es de 0.93 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se deben de intervenir para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.78 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.28% de datos fueran de los límites de especificación.

- c) Procesamiento de los datos del circuito de flotación ley de relave oro, plata, cobre descrito en la figura 24,25, 26, 27,28 y 29.

### Figura 24

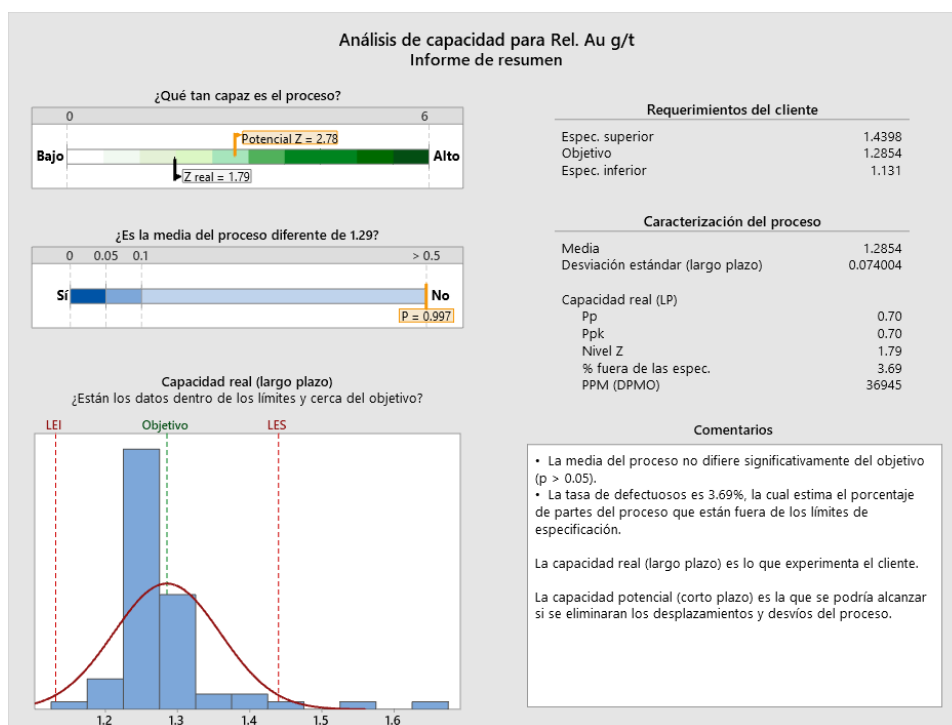
*Control de parámetro de la ley de relave de oro g/t.*



En la figura 24, los valores individuales de proceso de la ley de relave de oro g/t está en promedio en 1.2854 g/t, con un máximo valor superior de 1.4398 g/t y un mínimo de control de 1.131 g/t, con un rango para el móvil en promedio de 0.0581, rango de control superior de 0.1897, para 61 datos para la desviación estándar a un largo y corto plazo se encuentran en 0.074004 y 0.051471 respectivamente.

**Figura 25**

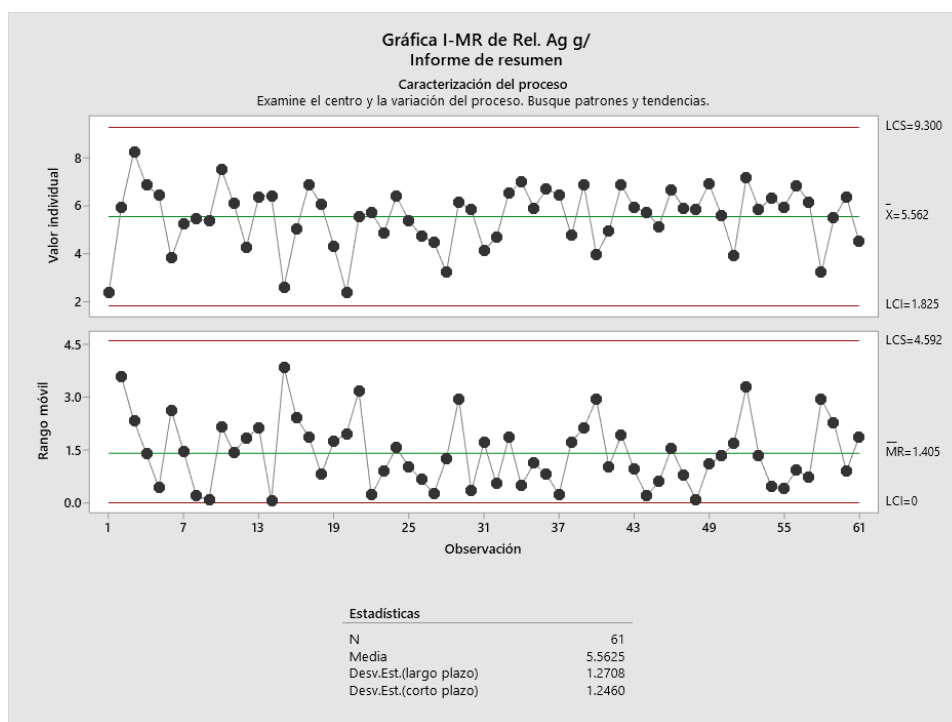
*Análisis de capacidad de proceso de la ley de relave de oro g/t.*



En la figura 25, los valores de capacidad real de proceso de la ley de relave de oro g/t, Pp es 0.70 menor a 1, la capacidad real Ppk es de 0.70 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se deben de intervenir para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 1.79 menor a  $+1.95$  para un 5% error y la solo el 3.69% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 26**

*Control de parámetro de ley para el relave de la plata g/t.*

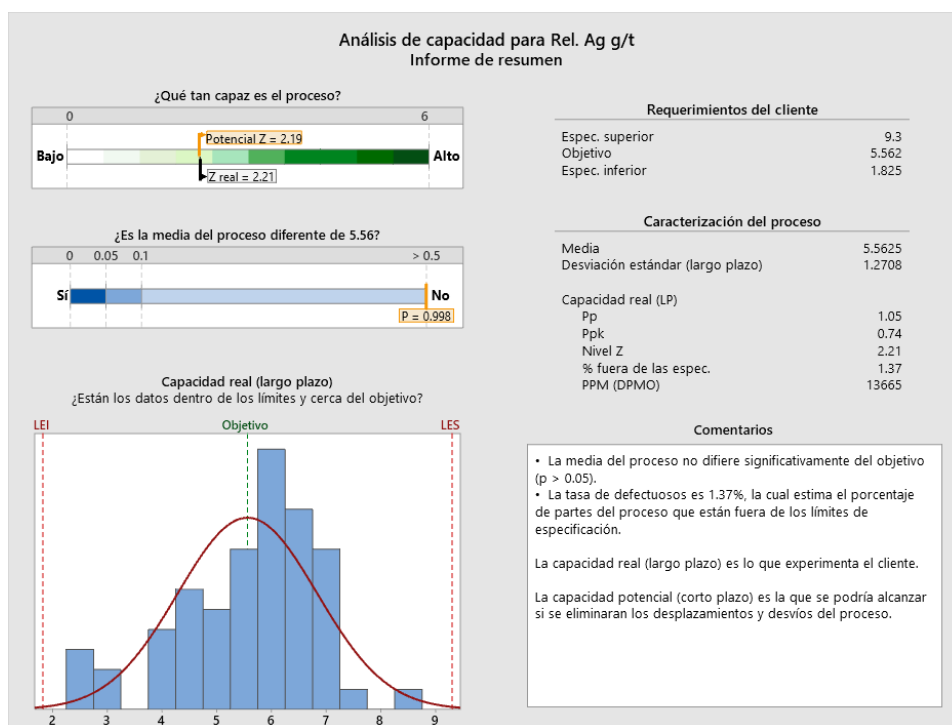


La información que se muestra en la figura 26, los valores individuales de proceso de la ley que pertenece al relave de la plata g/t con promedio de 5.562 g/t, y un máximo valor en su control superior de 9.30 g/t y el mínimo valor de control inferior de 1.825 g/t, con un rango respecto al móvil se tiene 1.405, rango de control superior de 4.592, para 61 datos para las desviación respecto a la estándar a largo y corto plazo se 1.2708 y 1.2460.



**Figura 27**

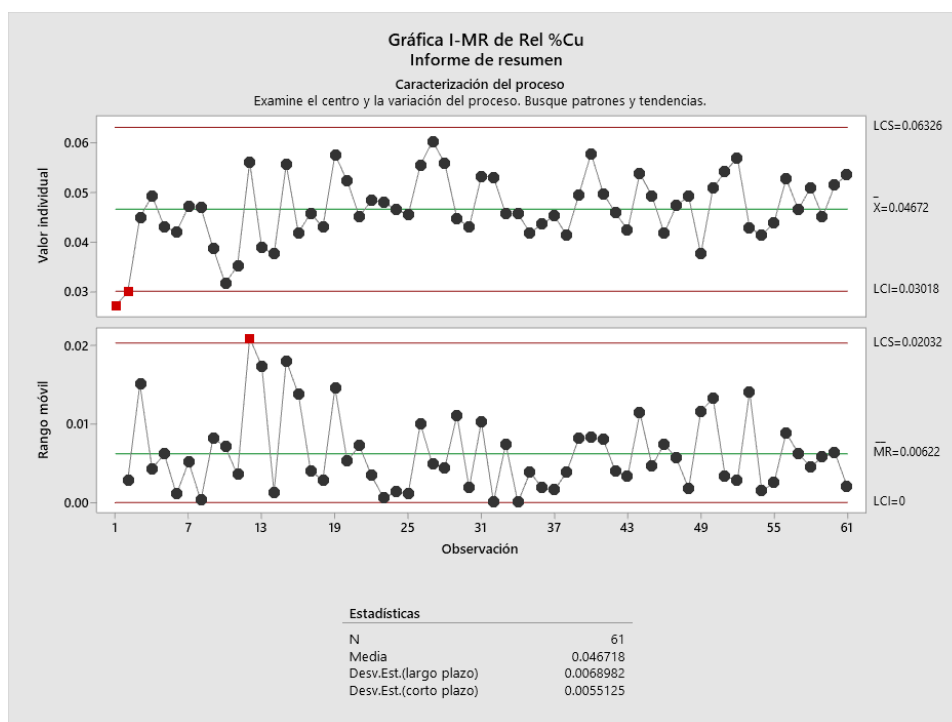
*Análisis de capacidad de proceso para la ley de relave de la plata g/t.*



Para la figura 27, los valores de capacidad real de proceso de la ley respecto al relave para la plata g/t, Pp es 1.05 mayor a 1, pero para Ppk es de 0.74 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se deben de intervenir para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.21 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 1.37% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 28**

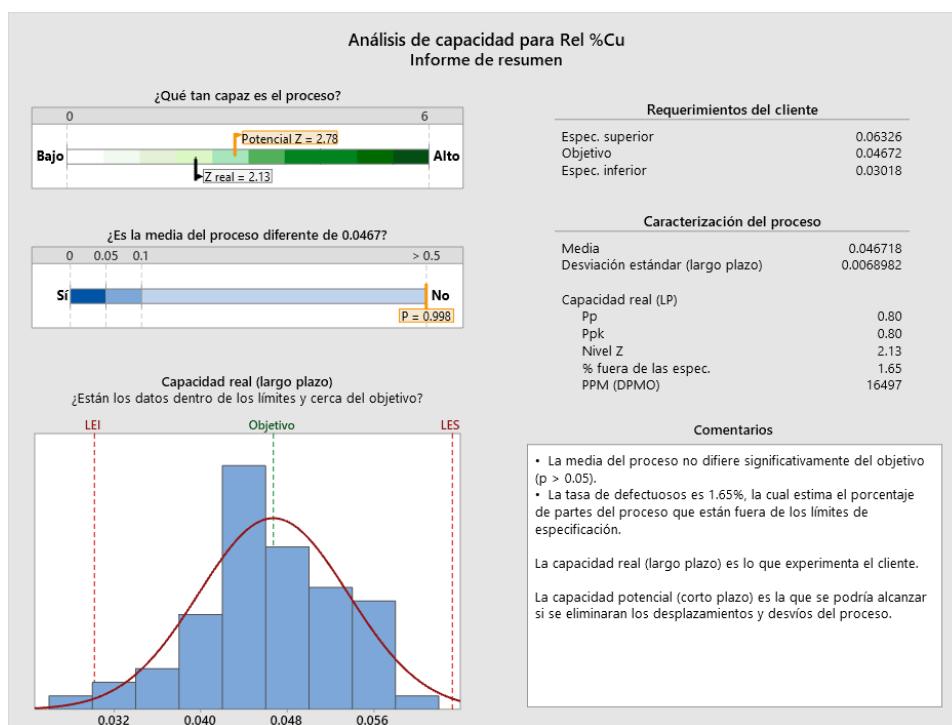
*Control de parámetro de la ley respecto al relave de cobre %.*



En figura 28, los valores individuales de proceso de la ley de relave de cobre % con se tiene 0.04672 %, con un máximo valor para control superior de 0.06326 % y el mínimo límite de control de 0.03018 %, con su rango móvil en promedio 0.00622, rango de control para la parte superior de 0.02032, para 61 datos para una desviación estándar respecto a la largo y corto plazo esta en 0.0068982 y 0.0055125 respectivamente.

**Figura 29**

*Análisis de capacidad de proceso de ley para el relave de cobre %.*

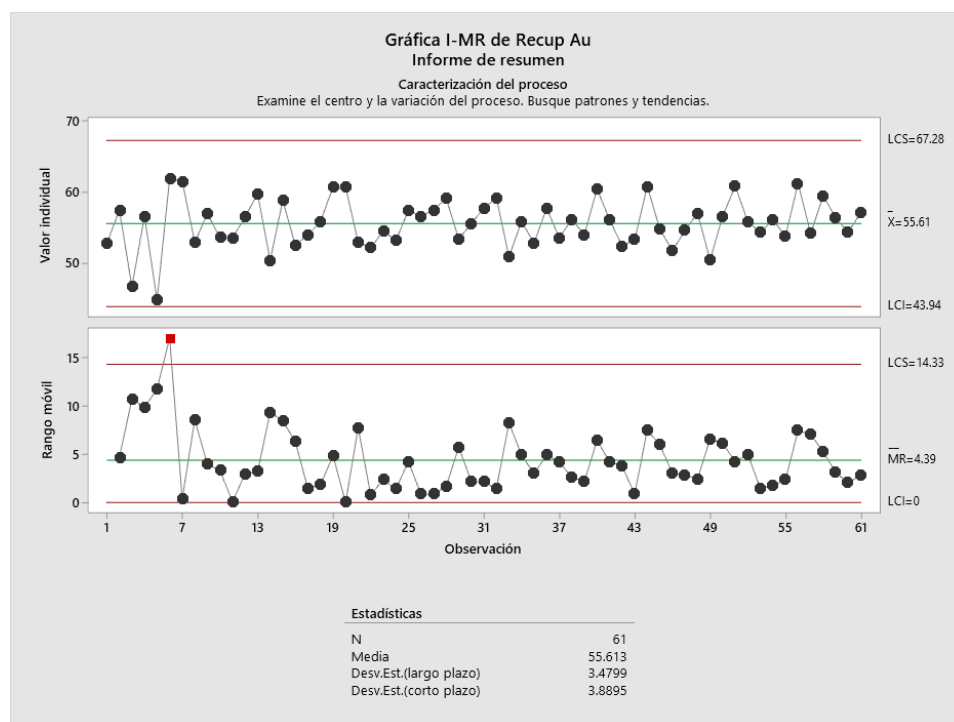


En figura 29, los valores de capacidad real de proceso de la ley de relave del cobre %, Pp es 0.80 menor a 1, pero para Ppk es de 0.80 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se deben de intervenir para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.13 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 1.65% de datos fueran de los límites de especificación.

d) Procesamiento de los datos del circuito de flotación recuperación de oro, plata, cobre descrito en la figura 30,31, 32, 33,34 y 35.

**Figura 30**

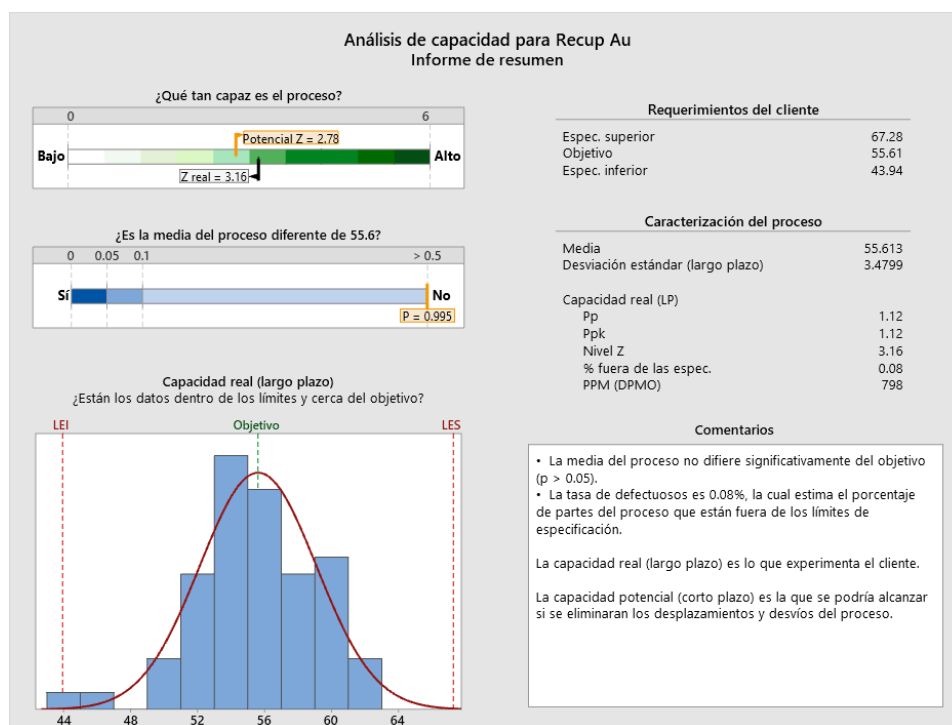
*Control de parámetro de la recuperación de oro.*



En la figura 30, los valores individuales de proceso de la recuperación de oro con promedio de 55.61 %, el máximo valor de control superior de 67.28 % y mínimo valor de control inferior de 43.94 %, mientras que el rango móvil se encuentra en promedio el valor de 4.39, rango de control superior de 14.33, para 61 datos su desviación estándar se encuentra en 3.4799 y 3.8895 para largo y corto plazo.

Figura 31

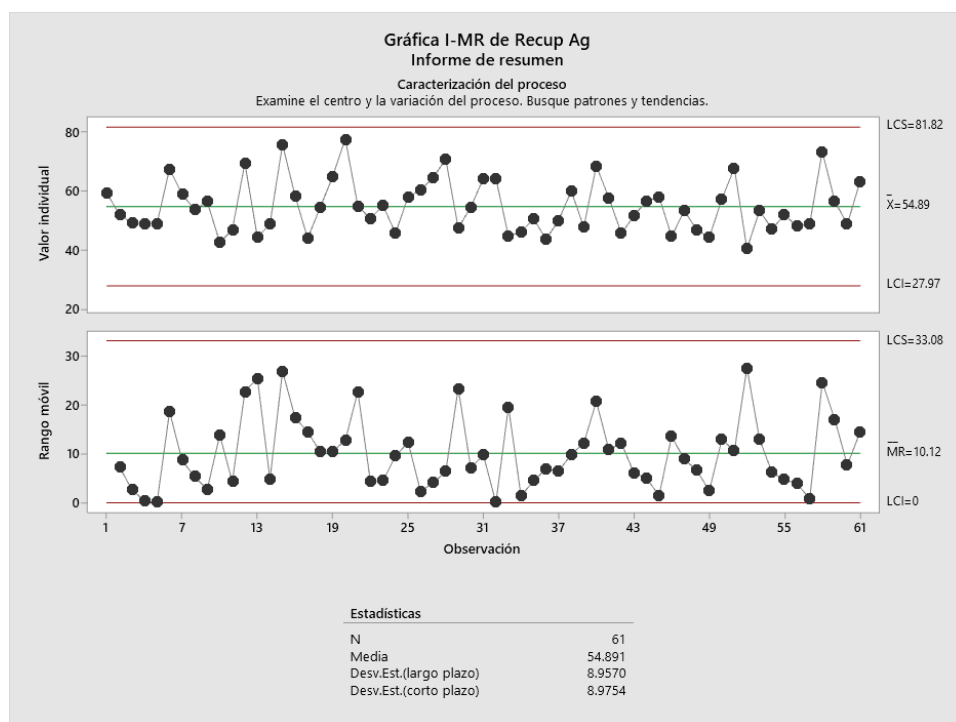
*Análisis de capacidad de proceso de la recuperación de oro.*



En la figura 31, los valores de capacidad real de proceso de la recuperación de oro, Pp es 1.12 mayor a 1, pero para Ppk es de 1.12 mayor que 1 por que los datos del proceso se encuentran los valores dentro de los parámetros de control, se deben de mejorar para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 3.16 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 0.08% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 32**

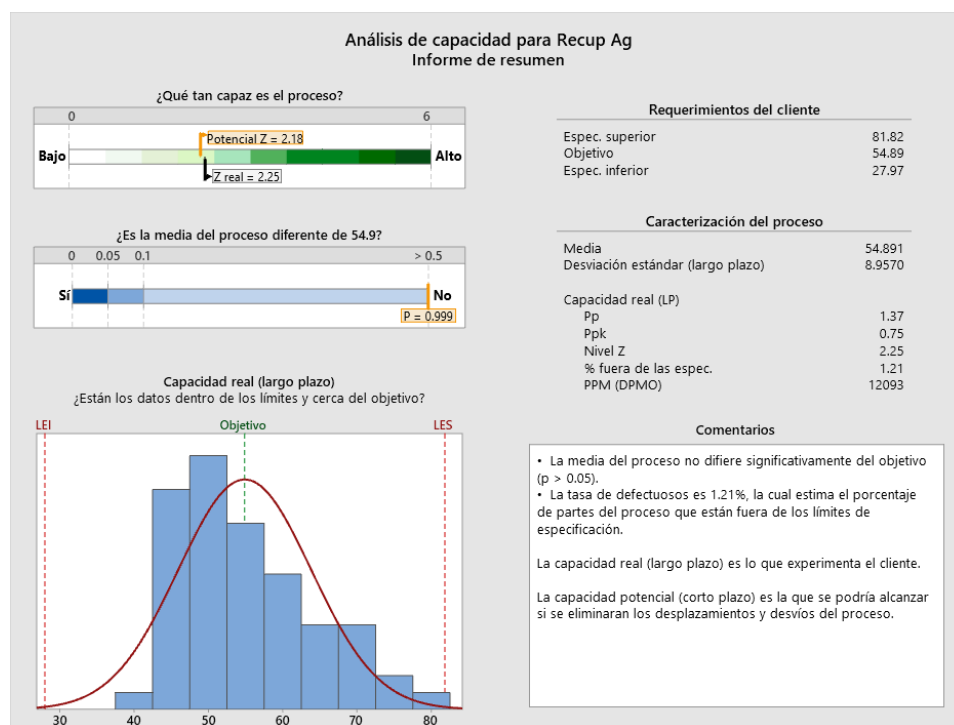
*Control de parámetro de la recuperación para la plata.*



En esta figura 32, los valores individuales de proceso respecto su recuperación para la plata se tiene el 54.89 %, con un límite máximo de control superior en 81.82 % y límite mínimo de control para el inferior de 27.97 %, el rango móvil se encuentra en promedio de 10.12, rango de control superior de 33.08, para 61 datos para un largo y corto plazo para la desviación estándar esta en 8.9570 y 8.9754 respectivamente.

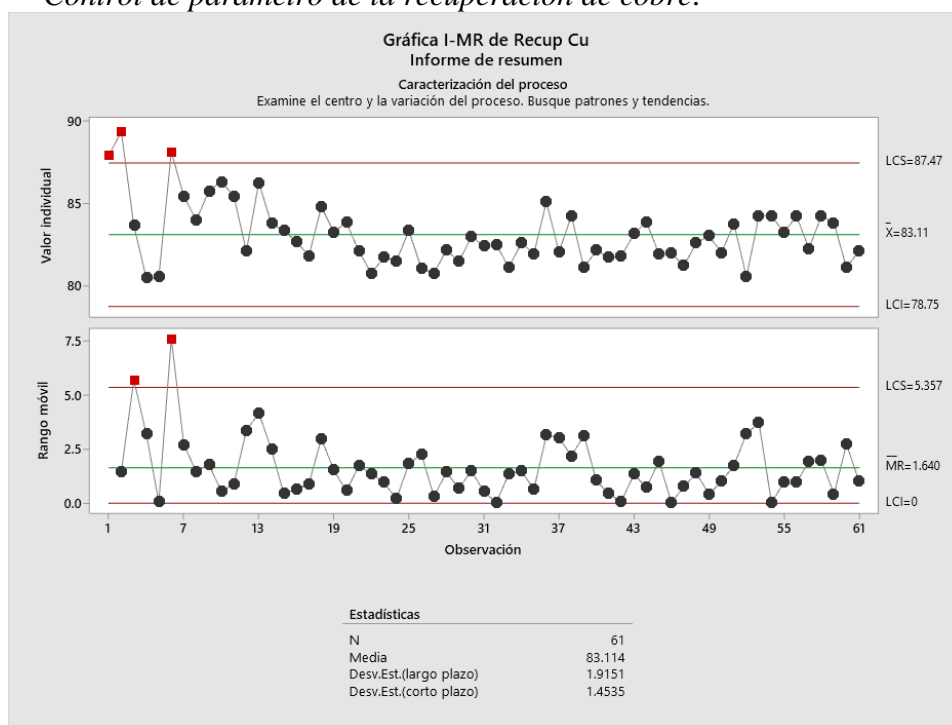
**Figura 33**

*Análisis de capacidad de proceso de la recuperación para la plata.*



Los datos de la figura 33, los valores de capacidad real de proceso de la recuperación plata Pp es 1.37 mayor a 1, pero para Ppk es de 0.75 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se deben de intervenir para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.25 mayor que  $\pm 1.95$  para un 5% error y la solo el 1.21% de datos fueran de los límites de especificación.

**Figura 34**  
Control de parámetro de la recuperación de cobre.

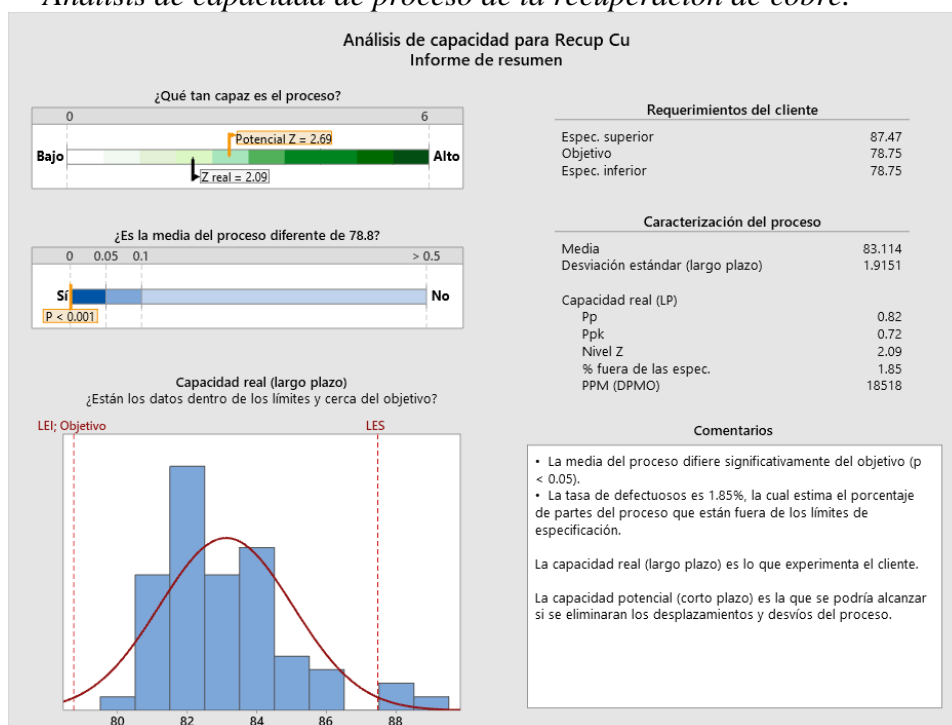


En la figura 34, los valores individuales de proceso de la recuperación de cobre con promedio de 83.11%, con un límite máximo de control en superior es de 87.47% y límite mínimo de control inferior de 78.75 %, mientras que el rango móvil promedio se encuentra en 1.64, rango de control para lo superior es de 5.357, para 61 datos para un largo y corto plazo la desviación estándar esta en 1.9151 y 1.4535.



**Figura 35**

*Análisis de capacidad de proceso de la recuperación de cobre.*



En la figura 35, los valores de capacidad real de proceso de la recuperación de cobre % Pp es 0.82 mayor a 1, pero para Ppk es de 0.72 menor que 1 por que los datos del proceso se encuentran fuera de los parámetros de control, se deben de intervenir para superar los proceso de Pp o Cp mayor a 1.33 y Ppk o Cpk mayor a 1.67, por otra parte, el nivel Z es de 2.09 mayor que +1.95 para un 5% error y la solo el 1.85% de datos fueran de los límites de especificación.

### 4.1.2.3. Evaluación del procesamiento de circuito de molienda.

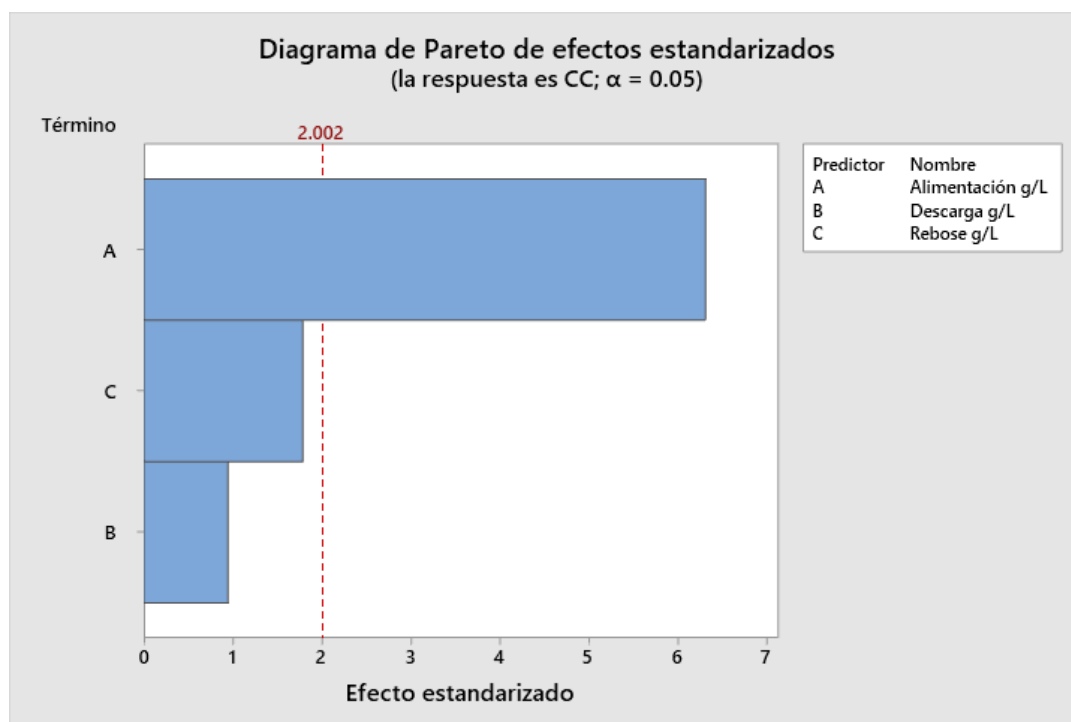
**Tabla 9**

*Análisis de Varianza de la carga circulante en relación de las densidades de alimentación, descarga y rebose*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	69.998	23.333	14.01	0.000
Alimentación g/L	1	66.224	66.224	39.77	0.000
Descarga g/L	1	1.493	1.493	0.90	0.348
Rebose g/L	1	5.298	5.298	3.18	0.080
Error	57	94.915	1.665		
Total	60	164.913			

**Figura 36**

*Diagrama de Pareto de la carga circulante respecto a las densidades de alimentación descarga y rebose.*



En la tabla 9 el p calculado respecto a la carga circulante en la molienda en relación su densidades de pulpa de mineral de la alimentación, descarga y rebose para el hidrociclón es de 0.000 para la alimentación, 0.348 para la densidad de descarga y 0.080 para la densidad del

rebose, mientras que en la figura 36 para el diagrama de Pareto respecto a la barra de la densidad de alimentación es mayor a 2.002 y la barra de densidad de descarga y rebose es de menor a 2.002.

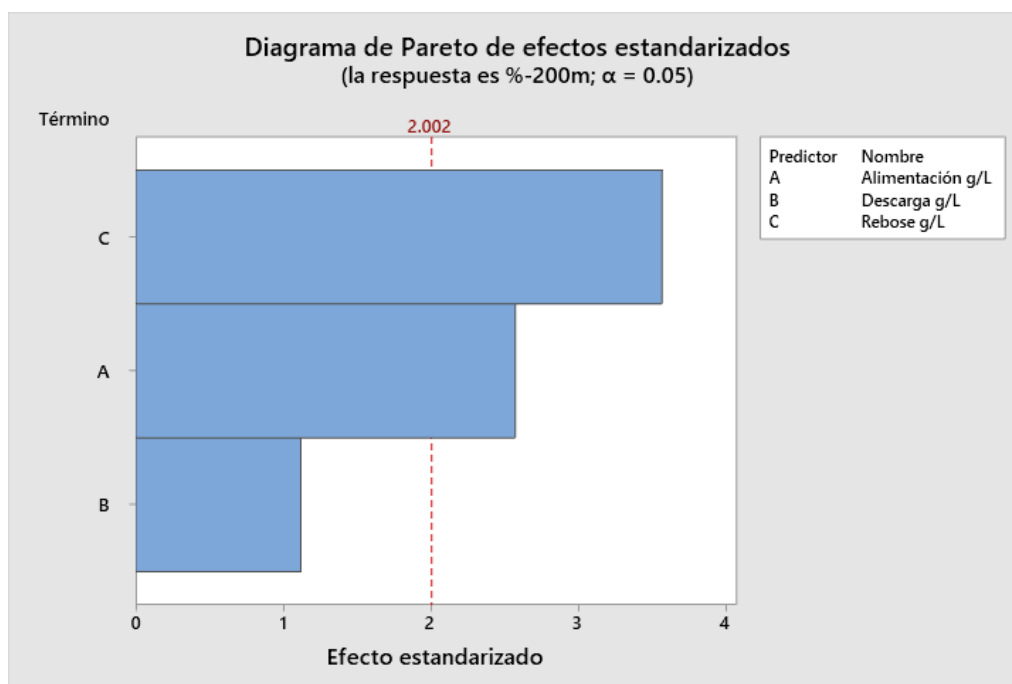
**Tabla 10**

*Análisis de Varianza del porcentaje pasante a la 200m en relación de las densidades de alimentación, descarga y rebose*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	7.4239	2.4746	6.20	0.001
Alimentación g/L	1	2.6413	2.6413	6.61	0.013
Descarga g/L	1	0.4996	0.4996	1.25	0.268
Rebose g/L	1	5.0711	5.0711	12.70	0.001
Error	57	22.7597	0.3993		
Total	60	30.1836			

**Figura 37**

*Diagrama de Pareto del porcentaje pasante a la 200m para las densidades de alimentación, descarga y rebose.*



En la tabla 10 el p calculado para el porcentaje que son pasante a la malla 200 respecto a la molienda en relación a sus densidades de pulpa respecto a la alimentación, descarga y

rebose del hidrociclón es de 0.013 para la alimentación, 0.268 para la densidad de descarga y 0.001 para la densidad del rebose, mientras que para figura 37 en el diagrama de Pareto respecto a la barra para la densidad de alimentación y rebose es mayor a 2.002 y la barra de densidad de descarga es menor a 2.002.

#### 4.1.2.4. Evaluación del procesamiento de circuito de flotación.

Calidad de los concentrados en relación a las leyes de cabeza de cobre, oro, plata, densidad de pulpa y el porcentaje del mineral pasante a la malla 200.

**Tabla 11**

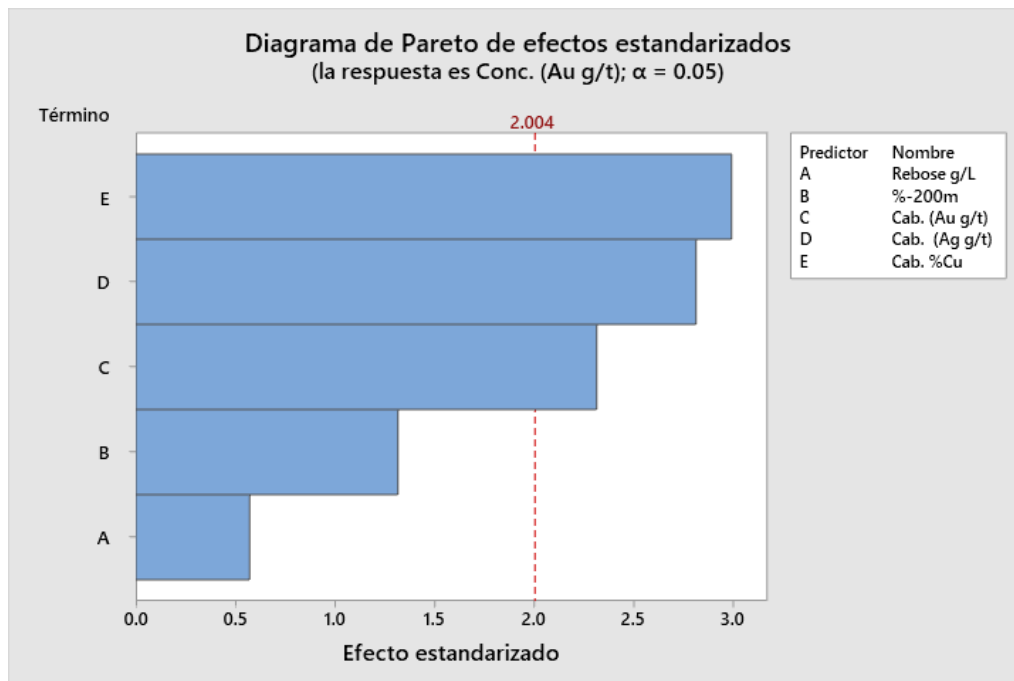
*Análisis de Varianza de la calidad de oro g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Regresión	5	219.014	43.803	4.10	0.003
Rebose g/L	1	3.491	3.491	0.33	0.570
%-200m	1	18.513	18.513	1.73	0.193
Cab. (Au g/t)	1	57.187	57.187	5.36	0.024
Cab. (Ag g/t)	1	84.497	84.497	7.91	0.007
Cab. %Cu	1	95.506	95.506	8.94	0.004
Error	55	587.304	10.678		
Total	60	806.318			

En el tabla 11, para la calidad de de oro en su respectivo concentrado los valores calculados de p para densidad de pulpa 0.570, %-200m 0.193 mayores a 0.05, y para las leyes de cabeza Au g/t 0.024, cabeza Ag g/t 0.007, cabeza Cu % 0.04, son menores al valor de 0.05.

**Figura 38**

*Diagrama de Pareto de la calidad de oro g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*



En la figura 38 las barras A y B densidad de pulpa de rebose, %-200m son menores a 2.004, mientras que para las barras C, D, E leyes de cabeza de Au, Ag y Cu son mayores a 2.004.

**Tabla 12**

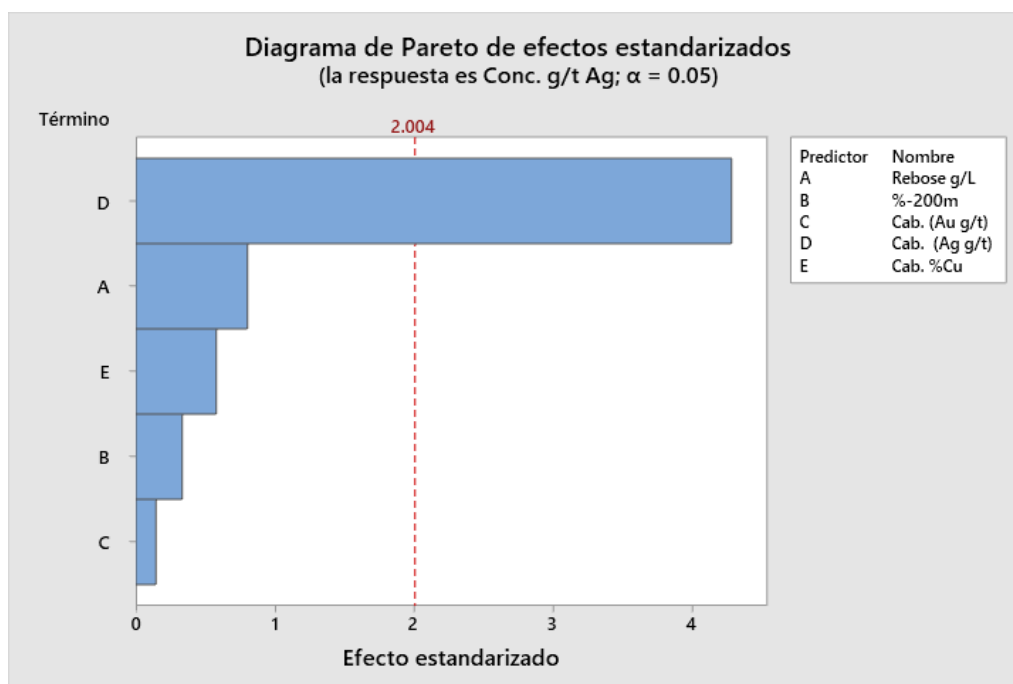
*Análisis de la Varianza de la calidad de la plata g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	102867	20573.5	4.97	0.001
Rebose g/L	1	2671	2671.1	0.65	0.425
%-200m	1	462	462.1	0.11	0.740
Cab. (Au g/t)	1	87	87.1	0.02	0.885
Cab. (Ag g/t)	1	75829	75828.8	18.32	0.000
Cab. %Cu	1	1381	1381.3	0.33	0.566
Error	55	227660	4139.3		
Total	60	330527			

En el tabla 12, respectot a la calidad de la plata en su respectivo concentrado los valores calculados de p para densidad de pulpa 0.425, %-200m 0.740 mayores, de cabeza Au g/t 0.885, cabeza Cu % 0.566 mayor a 0.05 mientras que para la cabeza Ag g/t 0.000 menor a 0.05.

**Figura 39**

*Diagrama de Pareto de la calidad de plata g/t en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*



En la figura 39 las barras A, B, C, E densidad de pulpa de rebose, %-200m, leyes de cabeza de Au, Cu son menores a 2.004, mientras que la barra D ley de cabeza de Ag tiene valor superior de 2.004.

**Tabla 13**

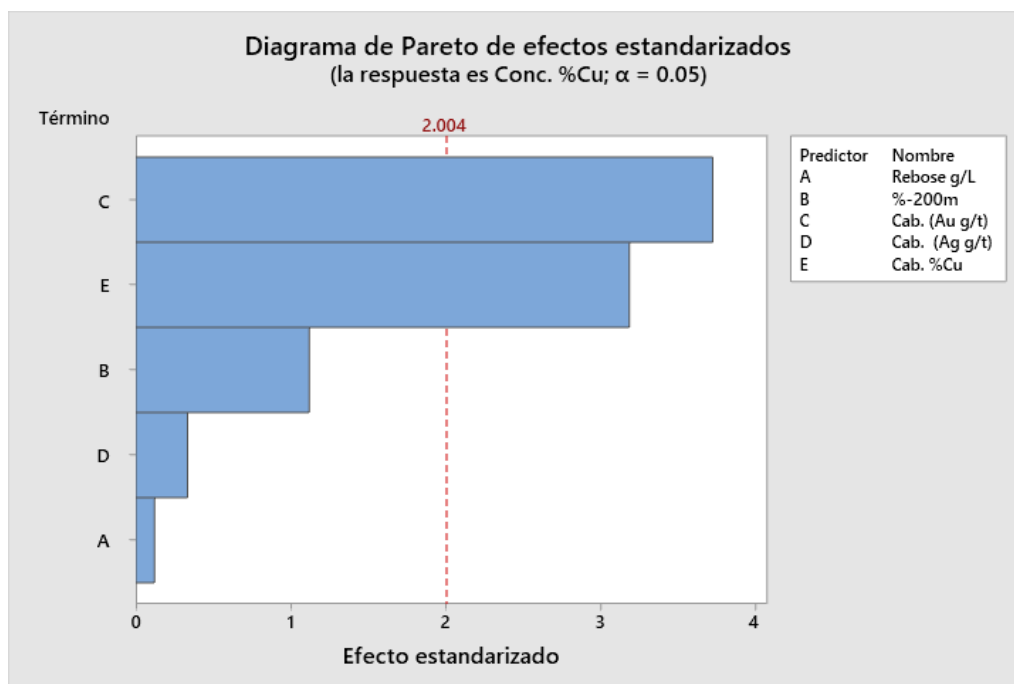
*Análisis de Varianza de la calidad de cobre % en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Regresión	5	5.0291	1.00583	3.01	0.018
Rebose g/L	1	0.0048	0.00483	0.01	0.905
%-200m	1	0.4193	0.41932	1.26	0.267
Cab. (Au g/t)	1	4.6284	4.62842	13.85	0.000
Cab. (Ag g/t)	1	0.0375	0.03754	0.11	0.739
Cab. %Cu	1	3.3889	3.38888	10.14	0.002
Error	55	18.3743	0.33408		
Total	60	23.4034			

En el tabla 13, la calidad de de cobre en el concentrado los valores calculados de p para densidad de pulpa 0.905, %-200m 0.267 mayores, cabeza Ag g/t 0.739 mayor a 0.05 mientras que para la cabeza Ag g/t 0.000 , cabeza Cu % 0.002 menor al valor de 0.05.

Figura 40

Diagrama de Pareto de la calidad de cobre % en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.



En la figura 40 las barras A, B y D densidad de pulpa de rebose, %-200m, leyes para cabeza de plata es menores a 2.004, mientras que para las barras C, E leyes de cabeza de Au y Cu son mayores a 2.004.



Recuperación de cobre, oro, playa, en relación de la ley de cabeza de cobre, plata, oro, densidad de pulpa y el porcentaje de mineral pasante la malla 200.

**Tabla 14**

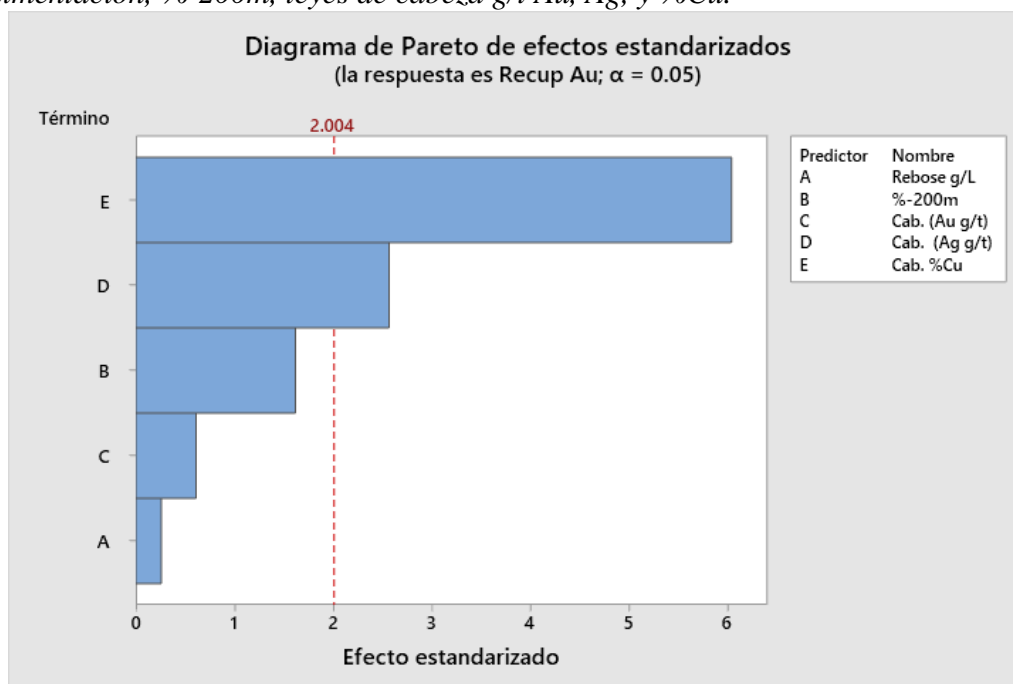
*Análisis de Varianza de la recuperación de oro en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Regresión	5	542.370	108.474	32.39	0.000
Rebose g/L	1	0.225	0.225	0.07	0.797
%-200m	1	8.759	8.759	2.62	0.112
Cab. (Au g/t)	1	1.245	1.245	0.37	0.545
Cab. (Ag g/t)	1	22.037	22.037	6.58	0.013
Cab. %Cu	1	121.933	121.933	36.41	0.000
Error	55	184.205	3.349		
Total	60	726.574			

En el tabla 14, la recuperación de oro en el concentrado los valores calculados de p para densidad de pulpa 0.797, %-200m 0.112 mayores, cabeza Ag g/t 0.545 mayor a 0.05 mientras que para la cabeza Ag g/t 0.013 , cabeza Cu % 0.000 inferior de 0.05.

**Figura 41**

*Diagrama de Pareto de la recuperación de oro en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*



En la figura 41 las barras A, B y C densidad de pulpa de rebose, %-200m y ley de cabeza de oro son menores a 2.004, mientras que para las barras E, D leyes de cabeza de Ag y Cu son mayores a 2.004.

**Tabla 15**

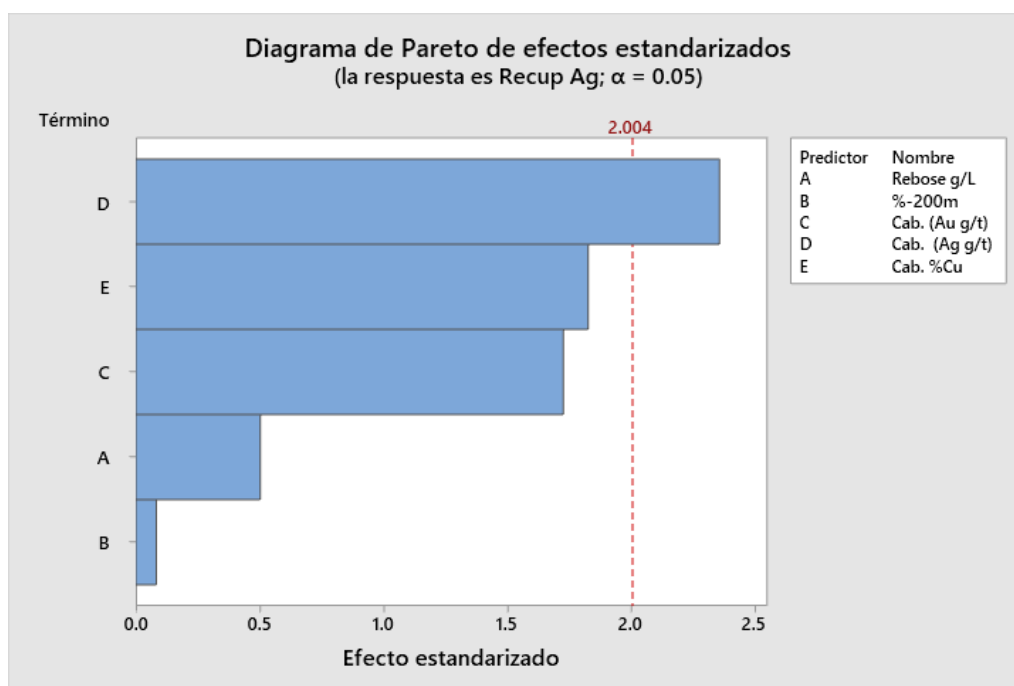
*Análisis de Varianza de la recuperación de plata en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	2590.30	518.061	12.82	0.000
Rebose g/L	1	10.18	10.179	0.25	0.618
%-200m	1	0.28	0.278	0.01	0.934
Cab. (Au g/t)	1	120.28	120.281	2.98	0.090
Cab. (Ag g/t)	1	223.94	223.940	5.54	0.022
Cab. %Cu	1	134.53	134.535	3.33	0.074
Error	55	2223.39	40.425		
Total	60	4813.70			

En el tabla 15, la recuperación respecto a la plata en el concentrado los valores calculados de p para densidad de pulpa 0.618, %-200m 0.934, cabeza Au g/t 0.090, cabeza de Cu % 0.074 mayor a 0.05 mientras que para la cabeza Ag g/t 0.022 menor a 0.05.

### Figura 42

*Diagrama de Pareto de su recuperación de plata en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*



En la figura 42 las barras A, B, C y E densidad de pulpa de rebose, %-200m, leyes de cabeza de Au y Cu son menores a 2.004, mientras que para las barras D la leyes de cabeza de Ag son mayores a 2.004.

**Tabla 16**

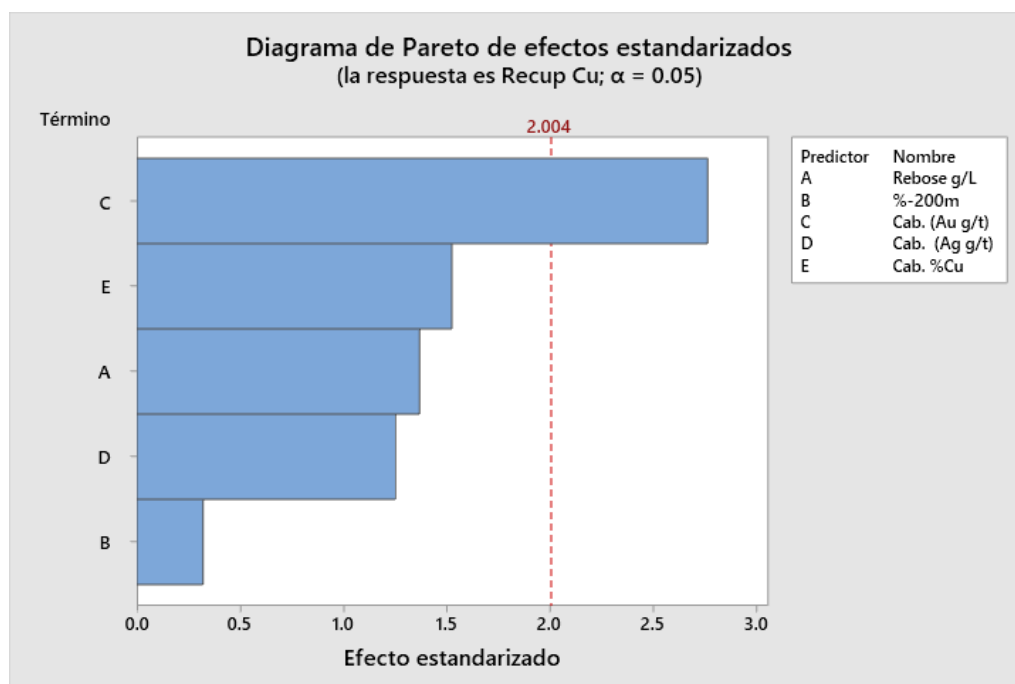
*Análisis de Varianza de la recuperación de cobre en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	5	54.730	10.9459	3.64	0.006
Rebose g/L	1	5.620	5.6199	1.87	0.177
%-200m	1	0.311	0.3112	0.10	0.749
Cab. (Au g/t)	1	22.924	22.9243	7.63	0.008
Cab. (Ag g/t)	1	4.712	4.7124	1.57	0.216
Cab. %Cu	1	6.977	6.9773	2.32	0.133
Error	55	165.316	3.0057		
Total	60	220.046			

En el tabla 16, la recuperación de cobre en el concentrado los valores calculados de p para densidad de pulpa 0.177, %-200m 0.749, cabeza Ag g/t 0.216, cabeza de Cu % 0.133 mayor a 0.05 mientras que para la cabeza Au g/t 0.008 menor a 0.05.

**Figura 43**

*Diagrama de Pareto de la recuperación de cobre en relación de las densidades de alimentación, %-200m, leyes de cabeza g/t Au, Ag, y %Cu.*



En la figura 43 las barras A, B, D y E densidad de pulpa de rebose, %-200m, leyes de cabeza de Ag y Cu son menores a 2.004, mientras que para las barras C la leyes de cabeza de Au son mayores a 2.004.

## 4.2. Contrastación de hipótesis.

### 4.1.3. Contrastación de hipótesis general.

**Ha:** Realizando un control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata nos permitirá establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC.

**Ho:** Realizando un control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata **no** permitirá establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC.

En la caracterización del proceso de la capacidad real del porcentaje pasante a la malla 200, Pp, Ppk 1.08, con ello cumple con los criterios de aceptación ya que son mayores a 1, para la densidad de pulpa en la flotación los valores de Pp, Ppk se tiene 1.07 con ello cumple los criterios de aceptación por ser mayor a 1.

En la caracterización del proceso de la capacidad real de la ley de cabeza de oro Pp, Ppk 1.08, con ello cumple con los criterios de aceptación ya que son mayores a 1, para las leyes de cabeza para la plata los valores de Pp, Ppk se tiene 0.84 con ello no cumple los criterios de aceptación, para el cobre la ley de cabeza Pp, Ppk se tiene 1.14 y 0.77 no cumple con los criterios.

En la caracterización del proceso de la capacidad real de la ley de concentrado de oro Pp, Ppk 1.31, 1.13, con ello cumple con los criterios de aceptación ya que son mayores a 1, para la ley de concentrado de la plata los valores de Pp, Ppk se tiene 1.05 con ello cumple los criterios de aceptación, para el cobre la ley de concentrado Pp, Ppk se tiene 1.16 y 0.93 no cumple con los criterios.

En la caracterización del proceso de la capacidad real de la ley de relave de oro Pp, Ppk 0.70, con ello no cumple con los criterios de aceptación ya que son menores a 1, para la ley de

relave de la plata los valores de Pp, Ppk se tiene 1.05, 0.74 con ello no cumple los criterios de aceptación, para el cobre la ley de relave Pp, Ppk se tiene 0.80 no cumple con los criterios.

En la caracterización del proceso de la capacidad real de la recuperación de oro Pp, Ppk 1.12, con ello cumple con los criterios de aceptación ya que son mayores a 1, para la recuperación de la plata los valores de Pp, Ppk se tiene 1.37, 0.75 con ello no cumple los criterios de aceptación, para la recuperación de cobre Pp, Ppk se tiene 0.82, 0.72 no cumple con los criterios.

La densidad de pulpa para la flotación y su porcentaje pasante a la malla 200, ley de cabeza del oro cumplen con sus criterios de aceptación, los valores de Pp, Ppk son mayores a 1, sin embargo, la ley en la cabeza para la plata y cobre no cumplen los criterios de aceptación, los valores de Pp, Ppk son menores a 1. Mientras que, en los productos para su calidad de oro, la plata y su respectiva recuperación del oro cumplen con los criterios de aceptación ya que los valores de Pp, Ppk son mayores a 1, mientras que la calidad respecto al cobre en su concentrado, leyes en relave de oro, plata, cobre, recuperación de plata y cobre no cumplen los parámetros de aceptación ya que los valores de Pp, Ppk son menores a 1.

La hipótesis alternativa para este caso predetermina en el caso de las condiciones densidad de pulpa, %-200m, leyes en la cabeza de oro, leyes en el concentrado de oro, plata y su recuperación de oro, mientras la hipótesis nula permite predetermina ley de cabeza plata, cobre, leyes de concentrado de cobre, leyes de relave oro, plata, cobre y la recuperación de plata, cobre.

### 2.6.1. Contrastación de hipótesis específicos.

- **Ha:** Con los datos del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de proceso en el circuito de liberación.
- **Ha:** Con los datos del proceso de molienda y clasificación de la densidad de pulpa, %-200m, carga circulante **no** permitirá mejorar los parámetros de límite de control de proceso en el circuito de liberación.

La densidad de mineral de pulpa alimentación influye directamente en la carga circulante ya que valor hallada de  $p$  se encuentra menor 0.05 y su respectivo diagrama de Pareto el valor de la barra supera 2.002, mientras que la densidad de pulpa de descarga y rebose no influyen en la carga circulante los valores haladas de  $p$  tienen valor superiores de 0.05 y valor de barra es menor a 2.002. por otra parte para las densidades respecto a la pulpa en la alimentación y su rebose del hidrociclón influye en su porcentaje que pasa a la malla 200, ya que los estos valores calculados para  $p$  es menor a lo establecido de 0.05 y las barras en el diagrama de Pareto son superiores a 2.002.

En relación a los que se obtuvo la densidad de alimentación y rebose la liberación para el mineral en el porcentaje pasante a la  $m-200$  en lo que la hipótesis alternativa predetermina, mientras que para la densidad de descarga del hidrociclón predetermina la hipótesis nula.

- **Ha:** Con los datos del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave nos permitirá mejorar los parámetros de límite de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación.
- **Ho:** Con los datos del mineral respecto a su ley del mineral, concentrado y relave **no** permitirá mejorar los parámetros de límite de control de las leyes y recuperación en el circuito de flotación.



Respecto a su calidad para el oro en su respectivo concentrado influye la ley de cabeza de oro, plata y cobre, ya que los valores hallados de  $p$  calculado son inferiores de 0.05 y las barras en el diagrama de Pareto son mayores a 2.004 y no influyen la densidad de mineral de pulpa en la flotación y el porcentaje pasante a la malla 200 ya el valor de  $p$  obtenida es superior de 0.05 y las barras para diagrama halado de Pareto son menores a 2.004.

En la calidad de la plata en el concentrado influye su ley de cabeza plata, los valores de  $p$  obtenido son menores de 0.05 y las barras en el diagrama de Pareto son mayores a 2.004 y no influyen la densidad de la mezcla de la pulpa en la flotación y el porcentaje de mineral pasante a la malla 200, ley de cabeza de oro y cobre tiene un valor de  $p$  hallada que es superior de 0.05 y las barras que se presenta en el diagrama referente de Pareto son menores a lo predicho 2.004.

El concentrado en su calidad de cobre tiene una influye por parte de su ley respecto a la cabeza oro y cobre, en los resultados los valores para  $p$  obtenida son menores al valor 0.05 y las barras en el diagrama de Pareto son mayores a 2.004 y no influyen la densidad de la mezcla de pulpa en la flotación y el porcentaje de solidos pasante a la dicha malla 200, ley de cabeza de la plata, en resultado del  $p$  obtenida tiende ser superior a 5% y las barras obtenida del diagrama que se presente para Pareto son menores 2.004.

Para la recuperación del mental de oro influye las variables como ley de cabeza de plata y el cobre, fundamentada por los valores de  $p$  hallada tienden a ser menores del 0.05 y las barras que se tiene en su diagrama de Pareto son mayores a 2.004 y no influyen la mezcla de la densidad de mineral en la pulpa en la flotación y el porcentaje de solido que superan pasar a la malla 200, ley de cabeza de oro en virtud del valor de  $p$  obtenida tiene ser superior a la fracción de 0.05 y las barras presente del diagrama Pareto son menores de 2.004.

En la recuperación de la plata influye la ley de plata en la cabeza, el dato de  $p$  obtenida es menor al valor de 0.05 y las barras para el diagrama de Pareto son mayores a 2.004 y no influyen la densidad de mineral más agua la pulpa en el proceso de la flotación y el porcentaje

de los sólidos que superan pasar a la malla 200, ley de la cabeza para el oro, cobre en relación a ello el p determinado estadísticamente supera al valor establecido de 0.05, complementado a ello en la barra que se encuentra dentro del diagrama de Pareto son menores a 2.004.

En la obtención del concentrado su recuperación referente al cobre influye la ley de cabeza oro, para ello se fundamenta en el valor de p hallada tiene un valor menor a lo establecido estadísticamente de 0.05 y dándole más confiabilidad con la barra de diagrama de Pareto son mayores a 2.004 y no influyen la variable de densidad de la mezcla de pulpa en la flotación y el porcentaje de los sólidos que supera pasar a la malla 200, ley de cabeza para la plata y cobre, dándole su crédito para una confiabilidad del 95% el p calculado tiene a ser superior estadísticamente del 0.05 y la barra se encuentra por debajo del valor establecido gráficamente de 2.004 para diagrama hallada de Pareto.

Respecto a la calidad del oro en el concentrado estadísticamente influye las ley de oro, plata, cobre, mientras que para la calidad de plata en el concentrado influye su ley de plata; para la calidad referente al cobre está sujeto a la ley de oro y cobre; en el proceso la recuperación del elemento de oro influye leyes de oro, cobre; recuperación de plata influye ítem referente a la ley de cabeza de plata; con una recuperación de cobre que tiene influye la ley de cabeza del oro, mientras que la densidad de pulpa y el porcentaje que supere pasar a la malla 200 no influye.

Para el concentrado la calidad del elemento metálico del oro la ley de cabeza de oro, de la plata, cobre, calidad de la plata, la ley de cabeza de la plata; calidad del cobre, la ley referente a cabeza de oro y cobre predetermina que la hipótesis primaria o alternativa y mientras la hipótesis secundaria o nula predetermina en la calidad de oro la densidad de pulpa y %-200m, calidad de plata, densidad de la pulpa, %-200m, la ley referente a la cabeza de oro cobre, calidad de cobre y su densidad de la pulpa, %-200m, ley de plata que ingresa.

En el proceso la recuperación de Au la ley que ingresa de la plata, cobre; recuperación para la plata, la ley ingresa de cabeza de plata; recuperación referente al cobre, la ley que ingresa en la cabeza de oro, predetermina la primera hipótesis o alternativa, mientras la hipótesis secundaria o nula predetermina en la recuperación de oro la densidad de pulpa y %-200m ley de cabeza de oro, recuperación de plata la densidad de la mezcla de la pulpa y %-200m ley que ingresa en cabeza de oro cobre, recuperación de cobre la densidad sólido líquido en pulpa y %-200m ley que ingresa en cabeza de plata cobre.

## Capítulo V

### Discusión

#### 5.1. Discusión de Resultados.

En la evaluación del proceso de la recopilación de los 2 meses y procesado las variables que ingresan al proceso se trabajaron se tiene una ley de cabeza de 2.87 g/t para el oro, 12.14 g/t para la plata y del cobre de 0.27% y con una densidad de pulpa en la alimentación de 1721 g/L, mientras que para la arena o descarga se tiene 1891 g/L y en el rebose del hidrociclón de 1311 g/L obteniendo como resultado una carga circulante de 6.24 y un liberación que pasa la malla 200 del 80.59%.

Como resultado en la flotación, relave y su recuperación se tiene 128.67 g/t para el oro de 534.92 g/t para la plata, 18.30% de cobre con una recuperación de oro, plata y cobre de 55.61%, 54.89%, 83.11% respectivamente; mientras que en el relave se tiene una presencia de 1.29 g/t de Au, 5.56 g/t Ag y 0.05% de cobre.

Las variables que ingresan el porcentaje de pasante a %-200m, ley de cabeza de oro y su densidad de pulpa en el proceso de flotación cumplen con los criterios de aceptación, mientras que la ley de cabeza de cobre y plata no cumplen con los criterios. En el producto los que cumplen las condiciones de aceptación se tiene la calidad para la plata, oro y la recuperación de oro, mientras que la calidad de cobre, las leyes de cobre, plata, oro y la recuperación de cobre y plata no cumplen con los criterios establecidos.

Las velocidades de crítica de operación de 85%, 79%, 76% se encuentran dentro de las velocidades críticas de operación (Álvarez Aguirre & Sánchez Dután, 2021), con una liberación del 92.9% entre 100m y -200m se puede mejorar la recuperación entre 85% a 89.5% (Tito Cruz, 2021), la puede tener una eficiencia en 95% con un control de carga moledora de 42.85, 72.2% de la velocidad crítica y porcentaje de sólido en 60% (Gonzalo Astuhuaman, 2019).

## Capítulo VI

### Conclusiones y recomendaciones

#### 6.1. Conclusiones.

Las conclusiones determinado sobre el “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” se tiene los siguientes:

La densidad de pulpa en la flotación y porcentaje pasante a la malla 200, ley de cabeza del oro cumplen con los criterios de aceptación de los valores de Pp, Ppk que son mayores a 1, sin embargo, la ley de cabeza de plata y cobre no cumplen los criterios de aceptación, ya los valores de Pp, Ppk son menores a 1. Mientras que en los productos la calidad de oro, plata y la recuperación de oro cumplen con los criterios de aceptación ya que los valores de Pp, Ppk son mayores a 1, mientras que la calidad de cobre en el concentrado, leyes en relave de oro, plata, cobre, recuperación de plata y cobre no cumplen los parámetros de aceptación ya que los valores de Pp, Ppk son menores a 1.

La densidad de pulpa en la alimentación influye directamente en la carga circulante ya que valor de p calculado es menor 0.05 y en el diagrama de Pareto el valor de la barra supera 2.002, mientras que la densidad de pulpa de descarga y rebose no influyen en la carga circulante los valores de p calculado son superiores a 0.05 y valor de la barra es menor a 2.002. Las densidades de pulpa de alimentación y rebose del hidrociclón influye en el porcentaje pasante a la malla 200, ya que los valores calculados de p es menor a 0.05 y las barras del diagrama de Pareto son superiores a 2.002.

En el concentrado influye en la calidad de oro ley de oro, plata, cobre, para la calidad de plata influye la ley de playa; para la calidad de cobre la ley de oro y cobre; mientras que en la recuperación de oro influye leyes de oro, cobre; recuperación de playa influye la ley de cabeza de plata; en la recuperación de cobre influye la ley de cabeza del oro ya que los valores de p

calculado son menores a 0.05 y las barras en el diagrama de Pareto superan 2.004, mientras que la densidad de pulpa y el porcentaje pasante a la malla 200 no influye los datos de  $p$  calculado son inferiores a 0.05 y las barras del diagrama de Pareto para los casos son menores a 2.004.

## **6.2. Recomendaciones.**

En el trabajo realizado sobre, “Control estadístico en la flotación de minerales auríferos y plata para establecer los parámetros de control operacional planta beneficio Nueva Esperanza SAC” en relación a los resultados se recomienda:

Los parámetros de trabajo deben mejorarse para ello es necesario un control más adecuado de los variables de operación ya que no se está teniendo un adecuado control.

Realizar procesamiento de los datos de operación y aplicar para así mejorar las operaciones.

Realizar un análisis mineralógico para ver la composición y toma de decisiones.

Realizar un monitoreo del circuito de molienda para mejorar la carga circulante del proceso y de esa manera elevar la producción.

## Capítulo V

### Fuentes de información

#### 5.1. Referencias bibliográficas

- Álvarez Aguirre, P. J., & Sánchez Dután, E. F. (2021). Incidencia de la velocidad de rotación en la eficiencia de molienda SAG. *Ingeniero en minas*. Universidad del Azuay, Cuenca. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11537/1/17069.pdf
- Avila Baray, H. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación*. Edición electrónica. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=r93TK4EykfUC&pg=PA44&dq=tipo+de+investigaci%C3%B3n+no+experimental+transversal&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj094nNqvX6AhVIBrkGHbOQDewQ6AF6BAgCEAI#v=onepage&q=tipo%20de%20investigaci%C3%B3n%20no%20experimental%20transversal&f=>
- Azañero Ortiz, A. (2015). *Flotación y Concentración de Minerales*. Lima : Editorial colecciones jóvic.
- Barry, W., & James, F. (2016). *Mineral Processing Technology: An Introduction to the ..* Montreal: McGill University. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=uMWcBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=uMWcBAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Bernal Torres, C. (2006). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. CD mexico : Pearson educación .
- Carrasco, S. (2010). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.

- Castro, A. (19988). Recuperación de metales preciosos, oro y plata, de los relaves de flotación por el método de segregación. *Ingeniero Químico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7858>
- Chillce Aquino, L. F., & Rodriguez Altez, L. E. (2019). Estudio de los parámetros operativos de moliendabilidad de un mineral polimetálico (Pb, Ag y Zn) de la zona de Huancachi – Lima. *Ingeniero Metalurgista y Materiales*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgiclfndmkaj/https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5574/T01071789797\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5574/T01071789797_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Egas, S. A. (1985). *Evaluación de plantas concentradoras* . Lima.
- Garrido Quintana, C. (2004). Control Predictivo con Restricciones para una Planta de Molienda SAG. *Ingeniero civil electrico* . Universidad de Concepción , Concepción . Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgiclfndmkaj/http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/883/1/Tesis\\_Control\\_Predictivo\\_con\\_Restricciones.Image.Marked.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/883/1/Tesis_Control_Predictivo_con_Restricciones.Image.Marked.pdf)
- Gonzalo Astuhuaman, J. P. (2019). Análisis de los parámetros del molino de bolas en la producción de la planta concentradora en milpo. *Ingeniero mecanico*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgiclfndmkaj/https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5386/T010\\_73815655\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5386/T010_73815655_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gopta, A., & Yan, D. (2016). *Mineral Processing Design and Operations*. Perth: Elsevier. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63589-1.00007-1>
- Guerra Mamani, G. A. (2022). Optimización de la flotación polimetálica la minera Santa Luisa Huanzalá. *Ingeniero Metalurgista*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/14879>



- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Guanajuato: McGraw-HILL/Interamericana Editores S.A.
- Hernandez Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGRAW-HILL.
- Lima Yanque, M. (2016). Control y monitoreo de la carga de Mineral en los molinos de bolas en un proceso de molienda convencional – Caso Planta Concentradora de Cobre. *Ingeniero electrico*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1903>
- Medina Beltran, O. (1982). *Tecnología de la Flotación*. Lima: UNI.
- Morales, E. (2016). Extracción de plata y oro del relave sulfurado de la Minera Santa Fe por lixiviación con adición de peróxido de hidrógeno y acetato de plomo. *Ingeniero Metalúrgico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5518/Morales\\_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/5518/Morales_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Palella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL.
- Porras Castillo, D. (1997). *Procesamiento de minerales*. Cerro de Pasco: UNDAC.
- Tito Cruz, A. (2021). Optimización del proceso de flotación de concentrados de Zinc y Plata en el ingenio minero del sur-sección "Rosicler" mediante diseño experimental. *Licenciado en Ciencias Químicas*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/17949>
- Vaena Paz, G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.

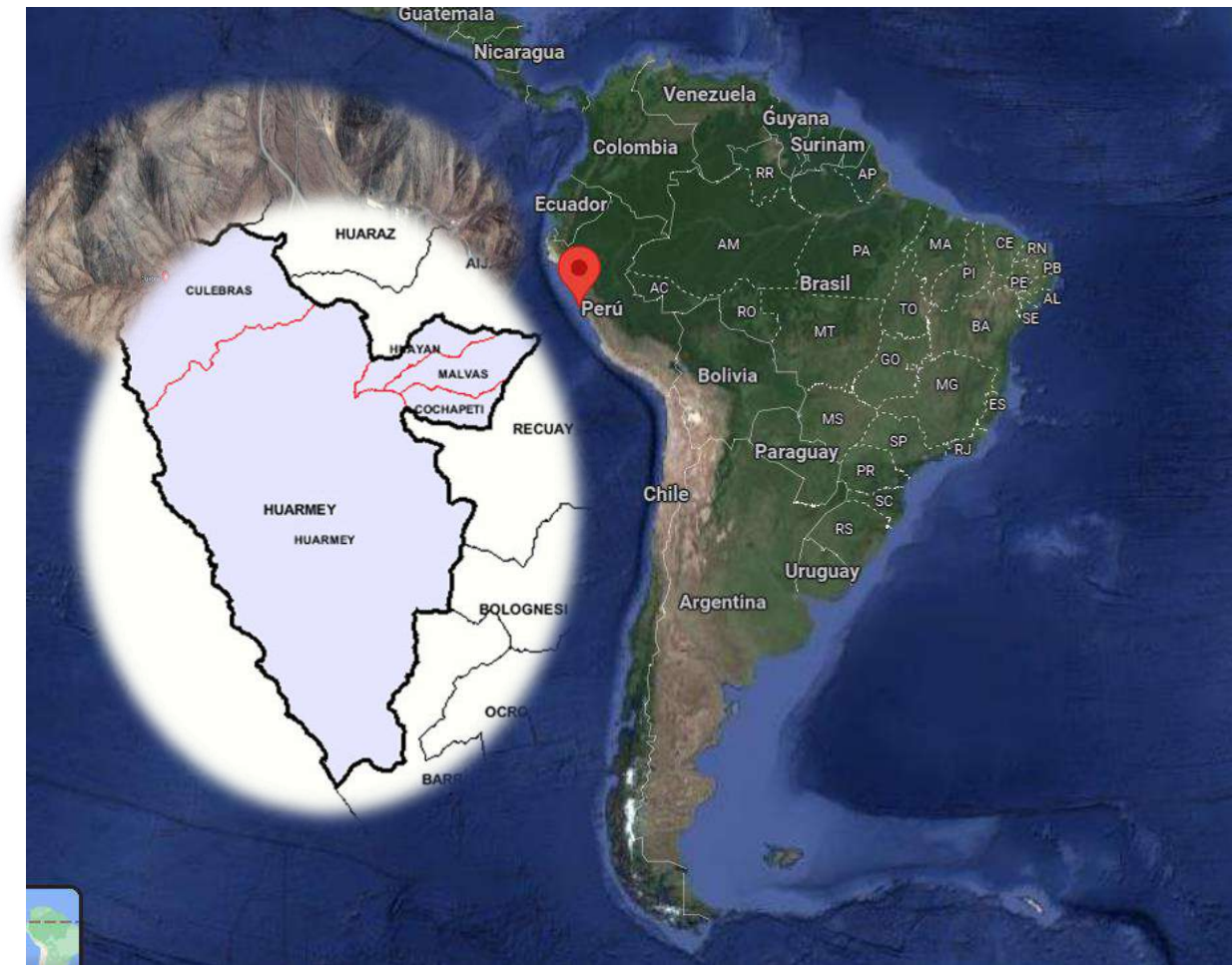
Velásquez Barrenechea, V. (2018). Optimización de la recuperación de cobre en el circuito de flotación de Codelco-El Salvador en base a la evaluación de nuevas formulaciones de reactivos de flotación. *Ingeniero Civil Metalúrgico*. Universidad de Concepción, Concepción. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/3058>

## **ANEXOS**

## Anexo

### Anexo 1

#### Localización de la planta



### *Instrumentos para la toma de datos*

#### *Anexo 2*

##### *Toma de muestra por guardia de las leyes*

GUARDIA	Jefe de Guardia	CODIGO DE MUESTRA	Au		Ag	
			(g/t)	(Oz/t)	(g/t)	(Oz/t)
		FAJA				
		OVER				
		CONC. BULK				
		RELAVE. BULK				
		CONC. Fe				
		RVE FINAL				

#### *Anexo 3*

##### *Toma de muestra por guardia de las densidades*

Guardia	Hora	Kg	Densidad g/L		
		Peso faja 6'x12'	Descarga Molino 6'x12'	Over 6'x12'	%-200m
	Promedio				

#### *Anexo 4*

##### *Datos por día de las leyes %-200*

Día	Ley g/t			
	Cabeza	Concentrado	Relave	%-200m
	Promedio			





Días	Desnsidad pulpa			Porcentaje sólido			Dilución			CC	% -200m
	Alimentación g/L	Descarga g/L	Rebose g/L	%Sf	%Sd	%Sr	Df	Dd	Dr		
1	1650	1850	1350	60.69	70.78	39.94	0.65	0.41	1.50	3.64	80.00
2	1720	1873	1310	64.49	71.80	36.46	0.55	0.39	1.74	7.55	80.65
3	1690	1845	1300	62.90	70.56	35.55	0.59	0.42	1.81	7.09	80.00
4	1750	1877	1320	66.02	71.98	37.35	0.51	0.39	1.68	9.28	81.25
5	1770	1950	1300	67.02	75.05	35.55	0.49	0.33	1.81	8.27	80.00
6	1750	1890	1310	66.02	72.54	36.46	0.51	0.38	1.74	9.02	80.65
7	1698	1920	1300	63.33	73.82	35.55	0.58	0.35	1.81	5.50	80.00
8	1640	1930	1325	60.12	74.23	37.79	0.66	0.35	1.65	3.11	80.20
9	1589	1877	1354	57.10	71.98	40.28	0.75	0.39	1.48	2.02	80.50
10	1680	1865	1323	62.36	71.45	37.61	0.60	0.40	1.66	5.17	81.00
11	1760	1867	1345	66.52	71.54	39.52	0.50	0.40	1.53	9.75	79.98
12	1625	1910	1298	59.25	73.40	35.37	0.69	0.36	1.83	3.50	81.01
13	1720	1865	1312	64.49	71.45	36.63	0.55	0.40	1.73	7.80	80.05
14	1650	1845	1325	60.69	70.56	37.79	0.65	0.42	1.65	4.33	80.45
15	1755	1910	1305	66.27	73.40	36.00	0.51	0.36	1.78	8.66	81.01
16	1654	1867	1298	60.91	71.54	35.37	0.64	0.40	1.83	4.86	80.35
17	1688	1867	1306	62.79	71.54	36.10	0.59	0.40	1.77	6.05	79.87
18	1721	1857	1303	64.54	71.10	35.82	0.55	0.41	1.79	8.69	81.07
19	1687	1856	1321	62.74	71.05	37.43	0.59	0.41	1.67	5.78	80.75
20	1623	1887	1304	59.13	72.41	35.91	0.69	0.38	1.78	3.53	80.55
21	1674	1850	1287	62.03	70.78	34.35	0.61	0.41	1.91	6.51	80.46
22	1678	1934	1306	62.69	71.05	37.32	0.60	0.41	1.69	6.09	79.89
23	1734	1876	1326	64.47	71.45	36.45	0.55	0.40	1.74	7.97	80.32
24	1683	1863	1298	65.31	72.53	36.15	0.53	0.38	1.77	8.21	80.21
25	1763	1953	1319	66.35	73.19	36.45	0.51	0.37	1.74	8.86	80.79
26	1689	1931	1328	65.46	73.80	35.85	0.53	0.36	1.79	7.60	81.11
27	1714	1898	1298	63.16	73.53	36.60	0.59	0.36	1.73	5.88	79.89
28	1751	1852	1326	60.18	73.34	37.87	0.66	0.36	1.65	3.54	80.67
29	1687	1921	1317	59.86	72.55	38.56	0.67	0.38	1.60	3.43	80.96
30	1711	1869	1325	61.99	71.66	39.13	0.62	0.40	1.56	5.65	80.73
31	1678	1856	1289	62.71	72.13	37.50	0.60	0.39	1.67	6.14	80.14
32	1683	1931	1299	63.42	72.13	37.17	0.58	0.39	1.70	7.02	80.21
33	1712	1862	1321	61.48	71.80	36.60	0.63	0.39	1.73	5.21	81.06
34	1690	1926	1309	63.82	71.80	36.81	0.57	0.39	1.72	6.93	80.45
35	1787	1941	1321	62.63	71.83	36.39	0.60	0.39	1.75	5.95	81.06
36	1654	1862	1304	63.33	72.16	35.82	0.58	0.39	1.79	6.52	80.84
37	1751	1895	1297	62.75	71.39	35.76	0.59	0.40	1.80	6.53	80.76
38	1726	1913	1305	63.36	71.23	36.45	0.58	0.40	1.74	6.84	80.83
39	1687	1867	1317	62.14	71.52	36.39	0.61	0.40	1.75	6.00	80.51
40	1732	1883	1321	61.30	71.42	35.90	0.63	0.40	1.79	5.27	79.87
41	1678	1875	1289	61.28	71.41	35.86	0.63	0.40	1.79	5.38	80.45
42	1721	1921	1315	63.06	71.09	36.04	0.59	0.41	1.78	6.86	80.62
43	1680	1872	1289	64.16	71.67	36.64	0.56	0.40	1.73	7.42	80.81
44	1734	1875	1304	65.38	72.39	36.35	0.53	0.38	1.75	8.35	80.91
45	1721	1846	1326	65.71	73.18	36.15	0.52	0.37	1.77	8.22	80.76
46	1692	1925	1306	64.99	73.51	36.30	0.54	0.36	1.76	7.44	80.86
47	1689	1876	1286	62.93	73.56	36.77	0.59	0.36	1.72	5.67	80.78
48	1642	1894	1313	61.07	73.14	37.68	0.64	0.37	1.66	4.28	81.14
49	1695	1931	1308	60.68	72.52	38.52	0.65	0.38	1.60	4.21	80.19
50	1687	1896	1298	61.52	72.11	38.40	0.63	0.39	1.61	5.07	79.89
51	1743	1905	1306	62.71	71.97	37.94	0.60	0.39	1.64	6.27	81.02
52	1719	1869	1316	62.54	72.02	37.09	0.60	0.39	1.70	6.12	80.87
53	1769	1913	1298	62.90	71.91	36.86	0.59	0.39	1.72	6.39	80.45