

Rafael Carpio¹, Antonio Bravo², Samuel Apolinario³ y Hugo Toledo⁴

¹Compañía Minera Antapaccay S.A., Cusco, Perú (rafael.carpio@glencore.com.pe)

²Compañía Minera Antapaccay S.A., Cusco, Perú (antonio.bravo@glencore.com.pe)

³Compañía Minera Antapaccay S.A., Cusco, Perú (samuel.apolinario@glencore.com.pe)

⁴Compañía Minera Antapaccay S.A., Cusco, Perú (hugo.toledo@glencore.com.pe)

RESUMEN

La planta concentradora de compañía minera Antapaccay tiene un circuito de molienda SABC, compuesto de un molino SAG de 40' x 25', dos molinos de bolas de 26' x 40.5', dos chancadoras de pebbles, un sistema de clasificación con trommel - zaranda en molienda primaria y un sistema de clasificación con hidrociclones en molienda secundaria; este circuito fue diseñado para procesar 70 ktpd de mineral (76 ktpd de mineral efectivo), actualmente la planta concentradora alcanzó una capacidad de 95 ktpd de mineral efectivo, mediante la implementación de iniciativas de excelencia operacional, sin significativos costos de inversión; si bien el incremento de la capacidad de procesamiento fue en ascenso cada año, también el P80 del producto final de molienda fue incrementando paulatinamente sin que esto signifique una pérdida para el proceso, ya que la mayor proporción de mineral del yacimiento alcanza un grado de liberación aceptable entre 240 y 250 micrones (base del modelo geometalúrgico), sin embargo las características del yacimiento y la ocurrencia de minerales de mayor dureza generan variaciones en el tamaño del producto final de molienda asociado a los cambios de work index.

Para controlar el efecto negativo del incremento del work index se han trabajado estrategias e iniciativas de mejora que permitieron controlar el P80 y disminuir su variabilidad, las cuales fueron:

Control del F80 de alimentación al molino SAG, esta variable depende del resultado de los procesos previos de chancado primario y voladura, es precisamente en esas etapas en las cuales se han realizado mejoras significativas generando una sinergia entre mina y planta que tuvo como resultado una disminución sostenible del F80; así mismo antes de alimentar a la molienda SAG se cuenta con un stock pile de mineral grueso provisto de cuatro alimentadores los cuales tienen diferente granulometría y competencia de mineral debido a la segregación natural, es por ello que fue necesario aplicar una estrategia de gestión integral del stock pile, que permitió equilibrar la carga

almacenada, la carga enviada a la planta de Tintaya y la carga que se alimenta al molino SAG, para ello se estableció desde el sistema de control (DCS) la alimentación continua y controlada de un mínimo de 40% de feeders extremos y la diferencia con los feeders centrales, de igual forma se establecieron controles en la operación de equipos de traslado del mineral almacenado, durante las detenciones de chancado, esta estrategia fue crucial para la operación, salvo algunas excepciones la estrategia tuvo éxito lo cual se refleja en los resultados obtenidos.

Control de la alimentación de pebbles chancados en función a la granulometría y competencia del mineral alimentado del stock pile, en esta etapa se establecieron reglas condicionales de operación para trabajar con una o dos chancadoras de pebbles, esto permitió sostener el incremento del tonelaje y controlar progresivamente la variación del P80.

Incremento del uso de la potencia disponible en el circuito de molienda, para ello se realizaron cambios: en el molino SAG se cambió la configuración del slot y diseño de parrillas; en los molinos de bolas se disminuyó la carga circulante con el cambio de la relación ápex - vortex, así mismo para incrementar el nivel de bolas y la velocidad de los molinos se realizó el cambio de diseño de los retenedores de bolas (spiders) y el uso de liners híbridos en los molinos; en las chancadoras de pebbles se controló la cantidad de finos alimentados, con la mejora del sistema de lavado del trommel y zaranda, al mismo tiempo se estandarizó el cierre periódico del CSS.

Cada cambio realizado fue soportado por simulaciones y análisis estadístico que fueron herramientas fundamentales para la toma de decisiones.

El resultado final de las mejoras realizadas en molienda fue el incremento sostenido del throughput, maximizando el uso de la potencia instalada y al mismo tiempo controlando la variabilidad del P80.

1. Objetivos

Aplicar la gestión de stock pile en conjunto con mejoras en la molienda para controlar el P80 ante incrementos de throughput y condiciones del mineral como granulometría y work index.

2. Características del Mineral

2.1. Procedencia del mineral

El mineral que se procesa en la planta concentradora proviene de dos tajos, denominados tajo norte y tajo sur, las características mineralógicas de cada uno determinan un desempeño diferente tanto en la molienda como en la flotación, por ello el tratamiento independiente de cada uno de los tajos tendrá un resultado diferente a las mismas condiciones de operación, es por ello que para establecer la estrategia de operación de molienda la proporción del tajo que tendrá mayor aporte es la que define las condiciones de configuración de parrillas en el molino SAG, mallas en el sistema de clasificación trommel – zaranda y parámetros de molienda, en la figura 1 se puede observar la distribución de mineral por procedencia de los tajos y de los stocks de los años 2018 al 2022.

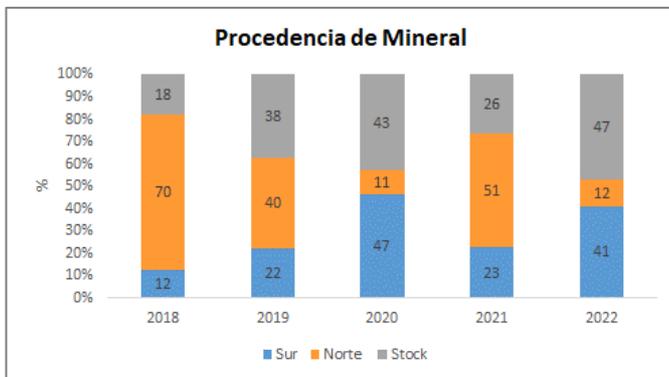


Figura 01 – Procedencia de Mineral

Los años 2018 y 2021 se caracterizaron por tener mayor proporción de mineral de tajo norte, por otro lado los años 2020 y 2022 tienen mayor proporción de tajo sur, estas características condicionaron los parámetros de operación y el ajuste de variables en la operación del circuito de molienda.

2.2. Variables asociadas a la competencia de mineral

El mineral que será enviado a planta cuenta con información del modelo geometalúrgico, del cual se tienen los parámetros de Axb y Work Index, esta información es la base para los modelos de estimación

de tonelaje y está incluida en los programas y planes de producción, su cumplimiento está sujeto a la adherencia del envío de mineral respecto al plan de producción. En la figura 2 se muestra la variación del Axb y en la figura 3 la variación del Wi del año 2019 al 2022.

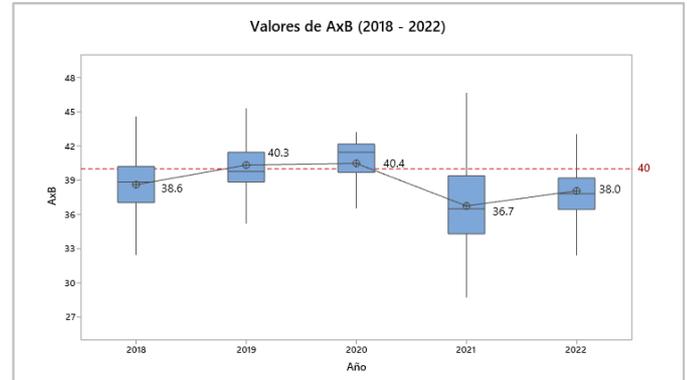


Figura 02 – Axb modelo geometalúrgico

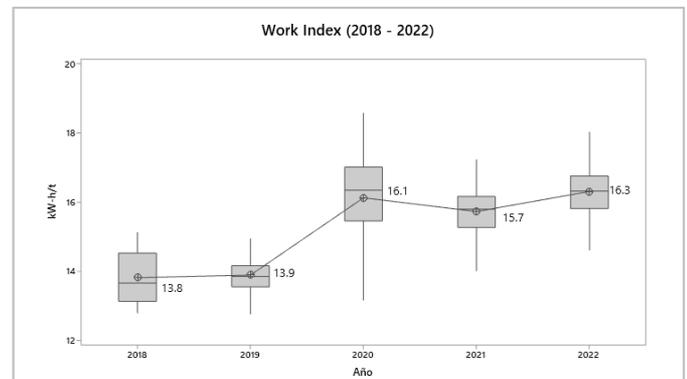


Figura 03 – Wi modelo geometalúrgico

De los gráficos se puede apreciar que en el año 2021 cuando se incrementa la proporción de mineral de tajo norte se tiene una disminución del Axb (mineral de mayor competencia), lo cual a condiciones de diseño podría generar restricción del throughput por sobrecarga del molino, en este periodo las condiciones fueron modificadas específicamente el tamaño de alimentación (menor F80) y la configuración de parrillas; en el mismo periodo se tiene una disminución del Wi valor que permite mantener una mayor eficiencia de reducción en la molienda secundaria. Por otro lado en el año 2022 cuando se incrementa la proporción de mineral de tajo sur el Axb se incrementa (mineral de menor competencia) y también el Wi, esta particularidad muestra que tanto en la molienda SAG (primaria) como en la molienda de bolas (secundaria) el mineral se comportará de forma diferente generando un desequilibrio del uso de la potencia disponible del circuito, para ello fue necesario acondicionar parámetros de operación en ambas etapas para maximizar el uso de la potencia disponible y como consecuencia la mejora en la eficiencia de reducción del circuito.

Teniendo en cuenta el comportamiento diferenciado de ambos tajos, las estrategias de operación en blending y en tamaño de reducción desde la etapa de voladura han sido claves para sostener el incremento de producción durante los últimos años.

3. Descripción del proceso

3.1. Chancado

El circuito de chancado está compuesto por una chancadora tipo giratoria de 60" x 113". La chancadora tiene una capacidad de diseño en el rango 4167 a 7500 t/h, dependiendo de las características del mineral y el OSS de operación, el OSS nominal de la chancadora primaria es de 178 mm (7pulgadas). El sistema de transporte del producto de la chancadora primaria, que incluye el alimentador bajo la tolva de descarga y las fajas de transporte de mineral (faja de sacrificio y overland) tienen una capacidad de 5900 t/h transportando el mineral desde el área de chancado primario hasta el stock pile de gruesos situado a unos 7 km de distancia.

En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo del circuito de chancado primario.

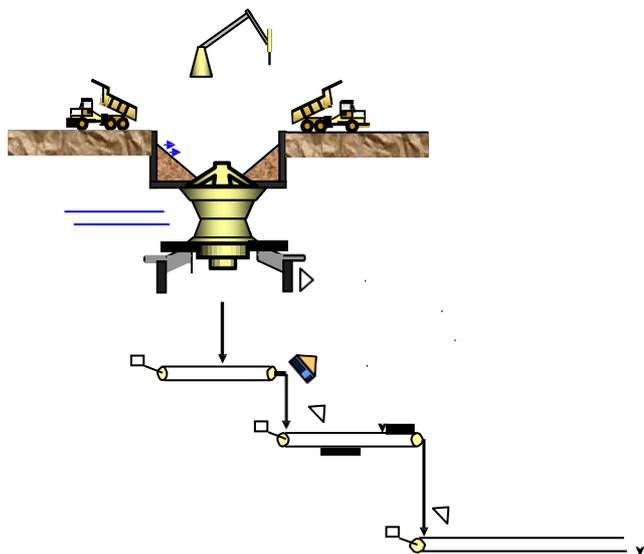


Figura 04 – Circuito de chancado primario

3.2. Molienda

El circuito de molienda contempla un stock pile de gruesos de 450,000 ton de capacidad, con una capacidad viva de 55,000 ton de diseño, provisto de cuatro alimentadores de placas (Apron Feeders) para alimentar mineral del stock al molino SAG. El circuito está compuesto por un molino SAG de 40' x 25' de 24 MW, provisto de un trommel corto, el sobre-tamaño alimenta a una zaranda vibratoria de doble piso de 12'

x 24', para clasificación del mineral. El producto grueso (Pebbles), es enviado mediante fajas a la planta de chancado de Pebbles, mientras que el producto fino del trommel y zaranda es enviado al circuito de molienda secundaria, compuesto por dos molinos de bolas de 26' x 40.5' de 16.4 MW, ambos molinos operan en circuito cerrado inverso con tres baterías de 13 ciclones de 33" de diámetro, el overflow de los hidrociclones es enviado al circuito de flotación, mientras que el underflow es alimentado a los molinos de bolas cerrando el circuito.

Los pebbles generados son almacenados en un stock con capacidad de 30 kton, desde donde se alimenta a las chancadoras de pebbles y el producto es alimentado al molino SAG.

En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo del circuito de molienda.

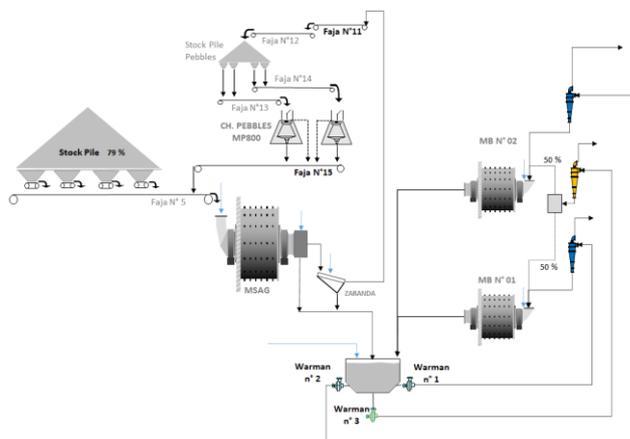


Figura 05 – Circuito de molienda

4. Mejoras del proceso

4.1. Mejoras en Chancado Primario

En el chancado primario se modificó la estrategia del cambio de revestimientos de la chancadora primaria pasando de una configuración convencional que usaba por campaña 1 juego de cóncavos por 3 juegos de mantos a una configuración nueva que usa por campaña 1 juego de cóncavos por 2 juegos de mantos, esto permitió mantener un desgaste uniforme de los perfiles, incrementando la eficiencia de reducción del equipo y el incremento del tonelaje procesado.

En la figura 6 se muestra la configuración convencional del cambio de revestimientos, uno de los principales problemas de esta configuración fue la deformación del perfil de los revestimientos al realizar el tercer cambio de mantos, esta deformación generó problemas de retención de carga afectando la eficiencia de operación y restricción del paso de carga,

esta condición generó una disminución de la capacidad de procesamiento a 4991 tph en promedio, disminuyendo drásticamente el nivel del stock pile de gruesos lo cual puso en riesgo la estabilidad de operación del circuito de molienda, además el producto de la chancadora se incrementó debido a que se tuvo que operar con un OSS mayor a 8 pulgadas para incrementar la capacidad de procesamiento. Con la nueva configuración se logró mantener la producción de chancado en niveles óptimos llegando a procesar hasta 5900 tph y logrando incrementar el nivel del stock pile hasta 450 kton, asegurando una alimentación constante al circuito de molienda, en cuanto al producto de chancado se pudo mantener con un P80 de 3 pulgadas ya que la OSS se mantuvo constante en 7 pulgadas, el cambio de estrategia tuvo un efecto significativo para la operación de molienda ya que fue el punto de partida para sostener las estrategias y gestión de operación del stock pile.

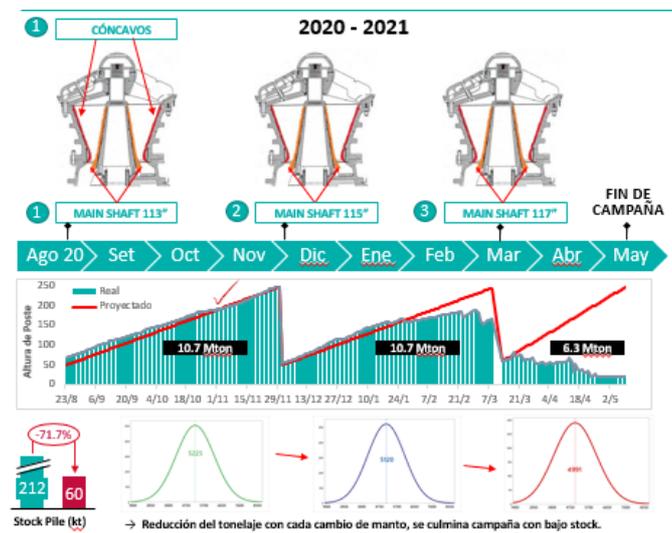


Figura 06 – Campaña de revestimientos chancado primario antes del cambio

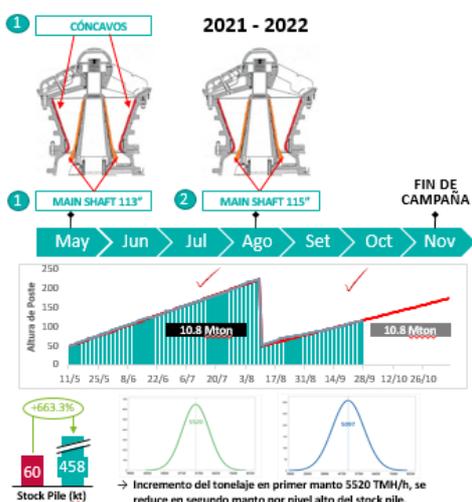


Figura 07 – Campaña de revestimientos chancado primario después del cambio

Mantener un nivel alto del stock pile con la nueva estrategia de revestimientos generó ventajas en la operación de molienda ya que como se puede apreciar en la figura 08, existe una correlación entre el nivel del stock pile y tonelaje procesado, esto debido a que con un nivel alto se puede controlar y equilibrar la cantidad de finos que será alimentado al molino SAG figura 09.

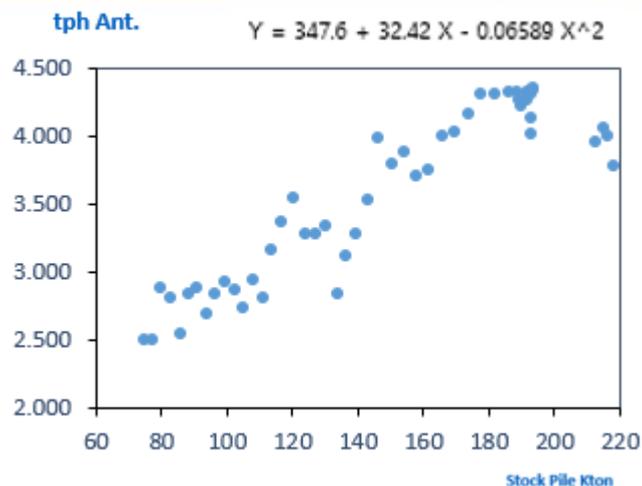


Figura 08 – Correlación nivel de stock pile y tph de molienda

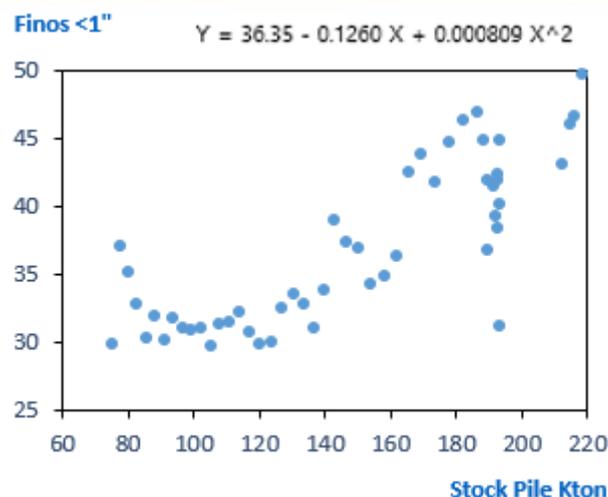


Figura 09 – Correlación nivel de stock pile y contenido de finos alimentados a molienda

4.2. Gestión del stock pile

El mineral almacenado en el stock pile, tiene una mayor proporción de gruesos por la segregación natural que se genera al momento de la descarga, es por ello que la gestión durante el almacenamiento, alimentación y en el traslado de mineral tiene un

impacto considerable en el throughput y en el P80 del circuito de molienda.

En base a la experiencia operativa y al análisis de datos se definieron las estrategias para cada condición de mineral abastecido a planta

4.2.1 Procesamiento de mineral fino

El incremento del mineral fino (<1") genera inestabilidad en el nivel de carga del molino SAG.

El aporte de mineral grueso (>4") de los feeders extremos equilibra la proporción de carga gruesa dentro del molino, que es necesaria para generar la molienda semi autógena.

Condiciones de operación:

Datos del Split online de faja 01 (>45%, <1")

Potencia de molino SAG <21MW

Estrategia operativa:

- Incremento del aporte de los feeders extremos, operando en un rango de 70 a 100 % para equilibrar granulometría de alimentación al molino SAG.
- Operación con una chancadora de Pebbles, en algunas ocasiones se deja de operar con chancadora de pebbles.

4.2.2 Procesamiento de mineral grueso

El incremento de mineral grueso sobrecarga el molino, llegando a operar con valores máximos de potencia (24 MW) y valores límite de torque, lo cual genera restricción del Throughput.

Condiciones de operación:

Datos del Split online de faja 01 (<40%, <1")

Potencia de molino SAG >23MW

Estrategia operativa:

- Maximización del uso de feeders centrales, sobre todo si el nivel del stock pile es bajo.
- Operación con 02 chancadoras de Pebbles.
- CSS de chancadoras de Pebbles en 13mm.
- Sólidos molino SAG en el rango mínimo 70%.
- Alimentación de zonas de mineral con granulometría fina del stock pile hacia los feeders extremos.
- Cambio de frente de mineral y/o variación de la proporción con otro frente de mineral.

4.2.3 Procesamiento con circuito de chancado detenido

Estrategia operativa pre - parada de chancado:

- De acuerdo con el nivel de stock pile proyectado, se define envío de mineral a planta Tintaya.
- Un día antes de la parada, se coordina con mina para incrementar proporción de mineral fino para la acumulación del stock de Pebbles.
- Coordinación anticipada para acceder a 4 tractores como mínimo asegurando la rapidez del movimiento del mineral que será alimentado a planta.

Estrategia operativa parada de chancado:

- Operación coordinada de equipos, priorizando zonas con granulometría fina.
- Proporción de feeders en función a la disposición del mineral y la granulometría.
- Operación con 02 chancadoras de Pebbles, de forma continua para incrementar alimentación de mineral de granulometría fina <1".

4.2.4 Gestión de operación con equipos

Operación de corte de talud:

- Antes de iniciar la operación evaluar, tipo de material, altura, agrietamientos, deslizamientos de material, berma mínima un 1 m. de altura.
- Así mismo el corte se realiza buscando el ángulo de reposo del material, ampliando la plataforma de avance del tractor.
- Los cortes se realizan en función a los parámetros de diseño. (Dejando el talud entre 30 a 35°).

En la figura 10 se muestra una vista de planta del diseño del stock pile, una de las principales condiciones operativas es la generación de mineral segregado alrededor del cono lo cual genera una diferencia en la granulometría de alimentación y calidad de mineral en cada uno de los cuatro alimentadores.

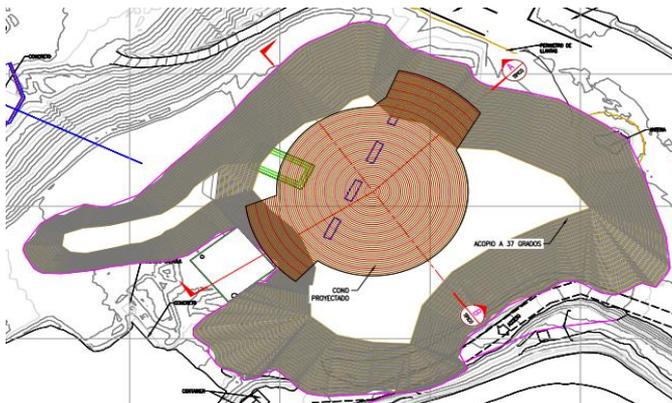


Figura 10 – Layout del stock pile y ubicación de los alimentadores

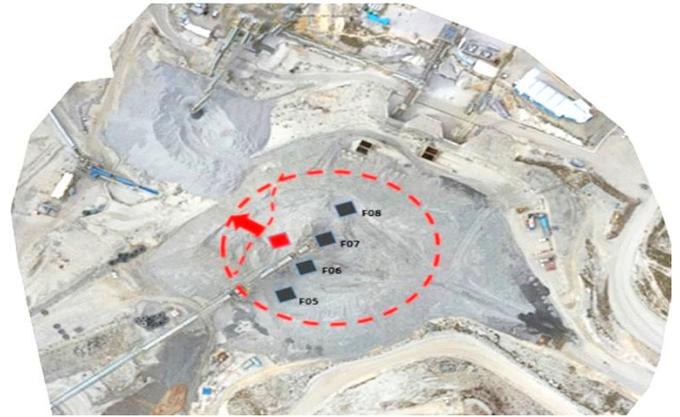


Figura 12 – Ubicación de feeders de alimentación

4.2.5. Acondicionamiento de la carga para el procesamiento de la planta Antapaccay y Tintaya.

Parte de mineral segregado con mayor proporción de gruesos e intermedios es derivado con maquinaria para alimentar a planta Tintaya, logrando:

- Bajar inventarios de mineral con granulometría gruesa que impactan en el Throughput de Antapaccay.
- Mineral con mejor condición para épocas de lluvia en Tintaya.

Controles:

- Control de OSS de la chancadora primaria, para evitar tamaños mayores a 8" y deformaciones del perfil de los liners.
- Cambios de mantos y cóncavo en el rango óptimo, manteniendo un control adecuado del desgaste de liners.
- Uso óptimo de equipos en el stock pile.

En la figura 11 se muestran las curvas de distribución granulométricas del mineral producto del chancado primario, alimento al molino SAG y del material segregado, este material es preferentemente alimentado a la planta Tintaya como se puede apreciar en la figura 12.

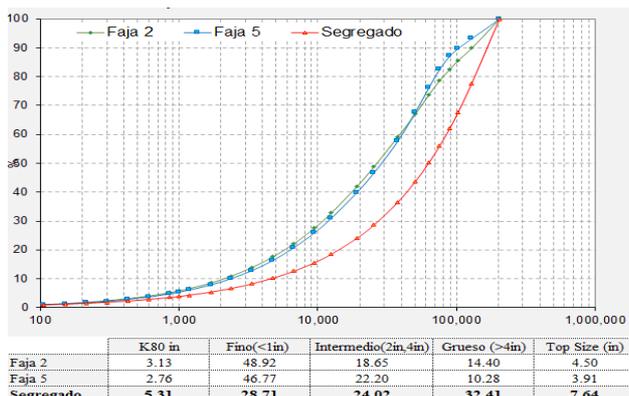


Figura 11 – Distribución granulométrica

4.2.6 Estrategia de operación de feeders.

Para mantener el equilibrio entre la carga de mineral alimentado al molino y la carga almacenada en el stock pile, se implementó en el sistema de control (DCS), una condicional de proporción mínima de aporte de los feeders extremos, esto además de disminuir el inventario de mineral grueso del stock pile permitió incrementar el uso de la potencia disponible del molino SAG, en la figura 13 se puede observar que a partir del año 2020 se inicia la aplicación de esta estrategia manteniéndose hasta la fecha, en el año 2021 se tuvo que retirar eventualmente la estrategia debido al ingreso de mineral de mayor competencia del tajo norte.

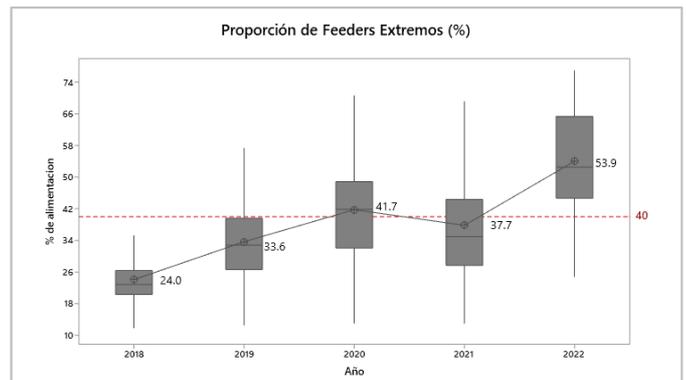


Figura 13 – Proporción de feeders extremos

4.3. Operación con chancadoras de pebbles

En la figura 14 se muestra el circuito de chancado de pebbles el cual cuenta con un stock propio lo cual permite aplicar estrategias de operación en función a la granulometría y la calidad del mineral alimentado de chancado primario, optimizando el procesamiento en la molienda SAG.

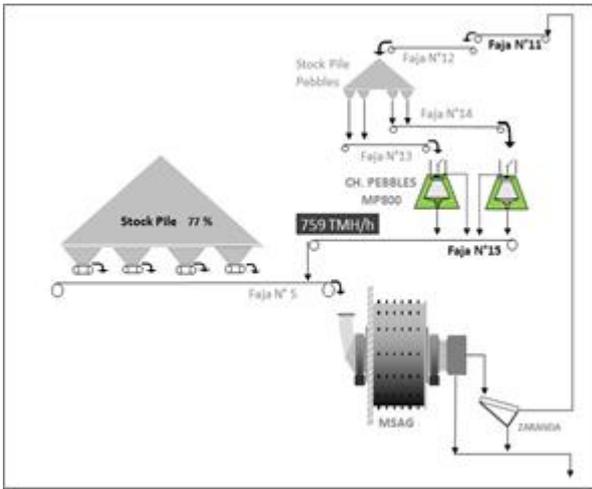


Figura 14 – Circuito de chancado de pebbles

En la figura 15 se muestra el P80 de chancado primario, la disminución progresiva es producto del trabajo conjunto entre las áreas de mina y planta.

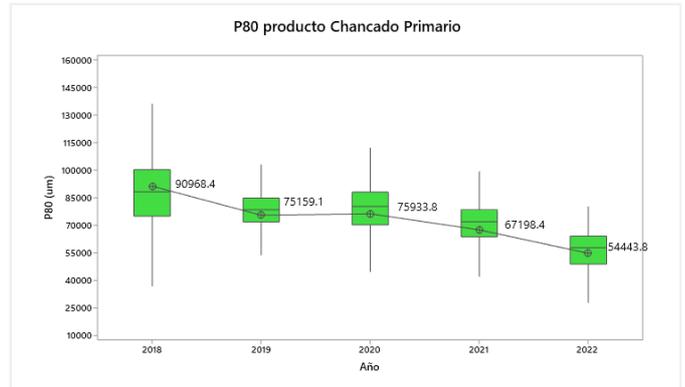


Figura 15 – P80 Producto de chancado primario

Condiciones:

- Maximizar el uso de la potencia disponible de las chancadoras de pebbles.
- Asegurar el cumplimiento y sostenibilidad del throughput de molida
- Controlar y mantener un stock de pebbles en 30 kTon, asegurando el abastecimiento continuo para las dos chancadoras de pebbles.

Estrategia operativa:

- Si el throughput es ≥ 97 kTon, la potencia del molino SAG es < 22 MW y el stock de pebbles es < 30 kTon se deberá operar con una chancadora de pebbles hasta incrementar el stock de pebbles a 30 kTon.
- Si el throughput es ≥ 98 kTon, la potencia del molino SAG es < 22 MW y el stock de pebbles es < 30 kTon se deberá operar sin chancado de pebbles para incrementar el nivel del stock de pebbles hasta alcanzar un stock ≥ 30 kTon.
- Si el throughput es < 95.5 kTon se deberá operar con una chancadora de pebbles.
- Si el throughput es < 94.5 kton se deberá operar con dos chancadoras de pebbles.
- Controlar el CSS de las chancadoras de pebbles en 13 mm y el amperaje de operación entre 90 a 105 amperios.

4.4. Incremento del uso de la potencia disponible del circuito.

El incremento del tonelaje procesado tuvo como factor determinante el control del P80 del producto de chancado primario, para ello el trabajo integrado de mina y planta denominado “throughput increase”, tuvo como resultado una disminución significativa del P80 alimentado al circuito de molida SAG.

Desde el año 2018 hasta el año 2022 se ha tenido una disminución gradual del P80, a excepción del año 2020, durante ese año el abastecimiento de mineral fue en mayor proporción del mineral de stocks que se encontraban almacenados.

4.4.1. Molino SAG

La potencia del molino SAG, varía principalmente en función a la granulometría y a la competencia del mineral alimentado, teniendo en cuenta esa condición, la estrategia de reducción del F80 del alimento al molino SAG y el cambio de configuración del slot de parrillas fue un factor clave para incrementar la capacidad de producción del molino SAG.

En la figura 16 se muestra la variación de la potencia del molino SAG, desde el año 2018 hasta el 2022. En el año 2021 se tuvo el mayor uso de energía promedio, debido al ingreso de mayor proporción de mineral de tajo norte que tiene un menor Axb y al incremento del throughput.

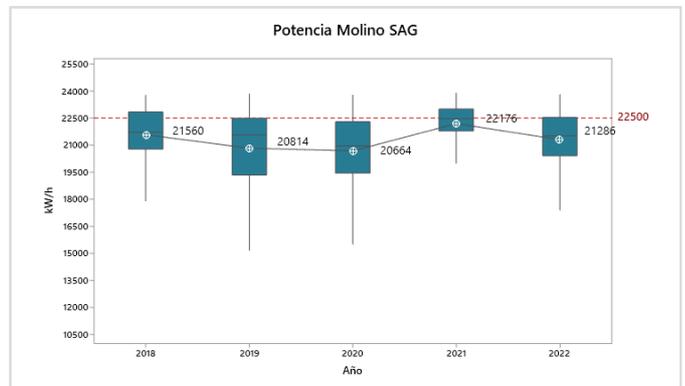


Figura 16 – Potencia Molino SAG

Cambio de configuración de parrillas:



Figura 17 – Incremento de parrillas de 80 mm

El cambio de configuración de parrillas fue determinante para equilibrar el uso de la potencia disponible en el molino SAG, generando una condición adecuada para el procesamiento de mineral competente (menor Axb) con ello se disminuyó los eventos de sobrecarga y se mantuvo un incremento sostenible del throughput.

4.4.2. Chancadoras de Pebbles

La operación de las chancadoras de pebbles tienen un efecto directo en el P80 del circuito de molienda, es por ello que maximizar el uso de la potencia instalada fue clave para controlar el P80, el tamaño de alimentación controlado con el nuevo sistema de lavado del trommel zaranda disminuyó el ingreso de material fino, dando una condición favorable para el cierre de CSS e incremento del uso de la potencia disponible.

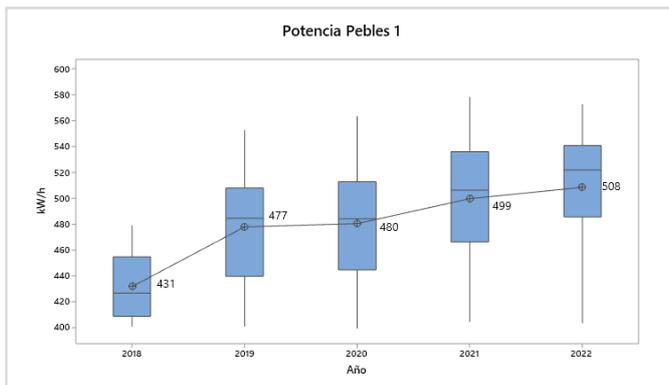


Figura 18 – Incremento de potencia ch. pebbles 01

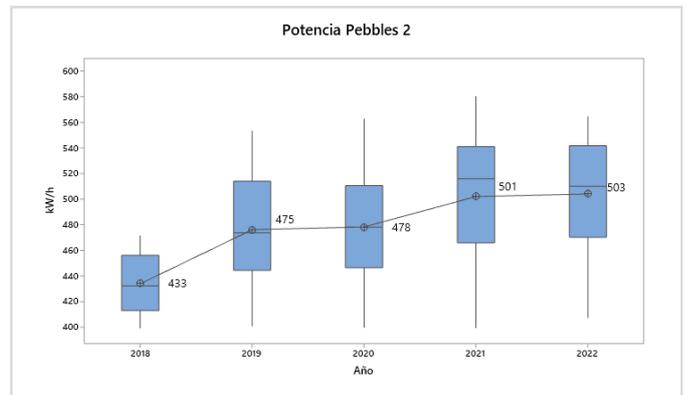


Figura 19 – Incremento de potencia ch. pebbles 02

En las figuras 18 y 19 se puede observar el incremento progresivo de la potencia en las chancadoras de pebbles, para ello se controló la alimentación a las chancadoras con el sistema de lavado del trommel – zaranda y además con un control estandarizado del cierre del CSS.

4.4.3. Molinos de Bolas

El incremento de la potencia en los molinos de bolas permitió controlar el incremento del P80, este cambio fue generado por: reducción de la carga circulante con el cambio de configuración ápex y vortex de los hidrociclones, cambio de diseño del retenedor de bolas (spider) y reducción de peso de los liners cambiando los liners de acero por híbridos en los molinos de bolas, con ello se pudo incrementar el nivel de bolas y la velocidad.

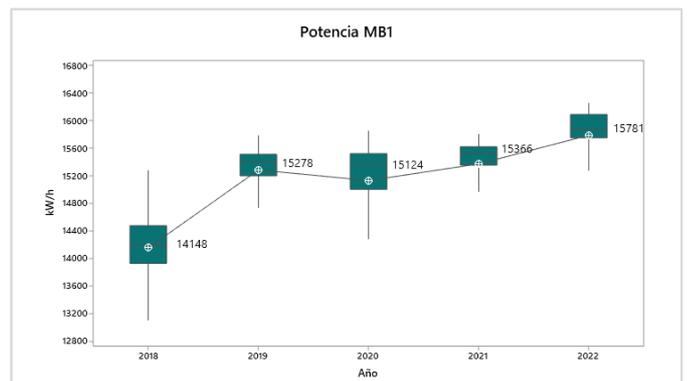


Figura 20 – Incremento de potencia molino 01

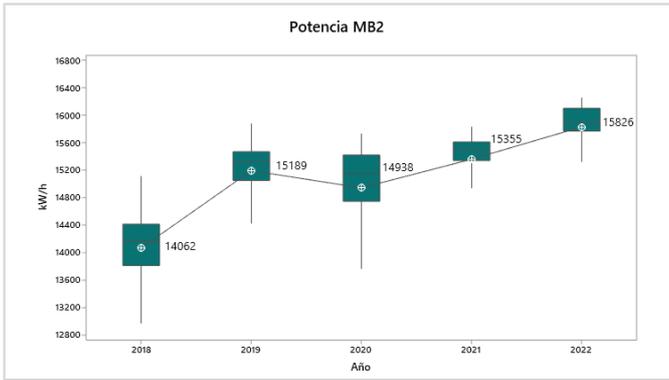


Figura 21 – Incremento de potencia molino 02

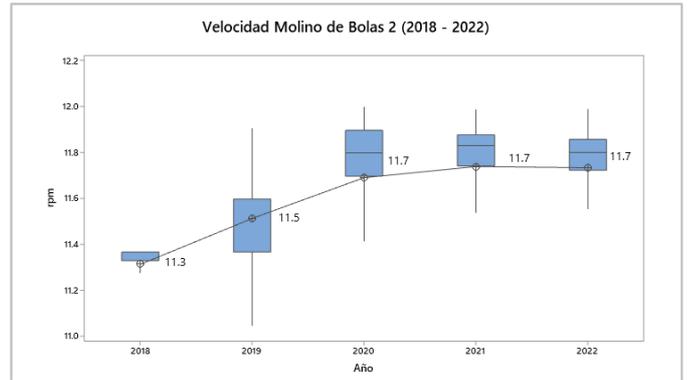


Figura 24 – Incremento de velocidad de operación molinos de bolas 02

Reducción de carga circulante:

Los nidos de hidrociclones, tenían una configuración de ápex : vortex de 0,5 usando ápex de 7 pulgadas y vortex de 14 pulgadas, esta relación fue modificada pasando a una relación ápex : vortex de 0.46 usando ápex de 7 pulgadas y vortex de 15 pulgadas, con ello se logró disminuir la carga circulante como se puede observar en la figura 22.

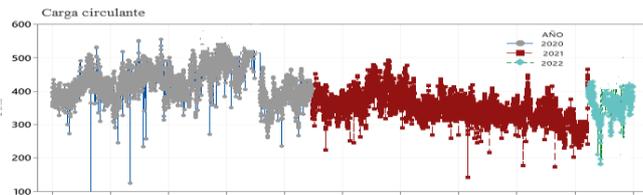


Figura 22 – Carga circulante molienda secundaria

Parte importante de la mejora fue el cambio de los liners híbridos y el cambio de diseño de los retenedores de bolas (spiders), con ello se logró incrementar la velocidad de los molinos y el nivel de bolas, haciendo sostenible el incremento de potencia en los molinos de bolas.

En las figuras 23 y 24 se aprecia el incremento de velocidad de los molinos y en la figura 25 el cambio del nivel de bolas.

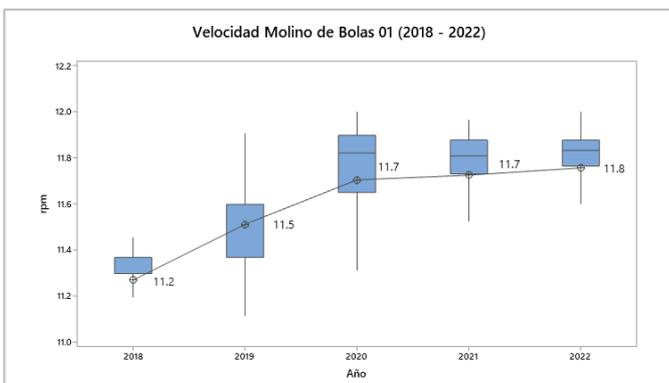


Figura 23 – Incremento de velocidad de operación molinos de bolas 01

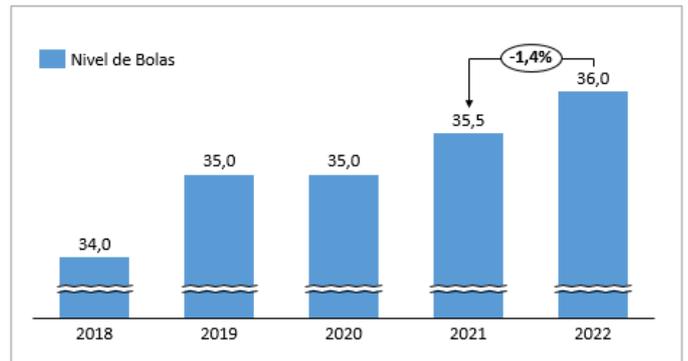


Figura 25 – Incremento del nivel de bolas en los molinos de bolas

El mayor uso de la potencia tiene un impacto directo en la reducción del P80 sin embargo, ese efecto puede ser disminuido ante un incremento del work index como se puede apreciar el gráfico de la figura 25.

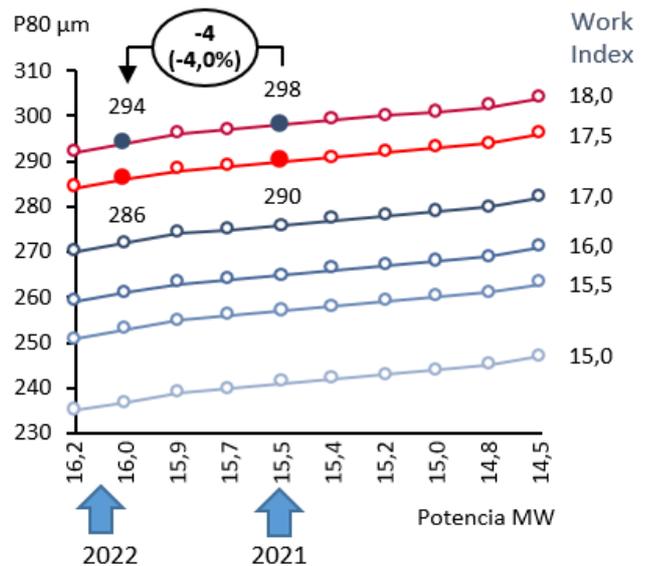


Figura 25 – Variación del P80 en función de la potencia y el work index

5. Discusión de resultados:

El incremento del throughput, refleja el resultado final de todas las mejoras las cuales han hecho posible que este incremento sea sostenible en el tiempo, como se puede apreciar en la figura 27 el incremento del throughput fue constante, destacando en el año 2022 la disminución de la variabilidad.

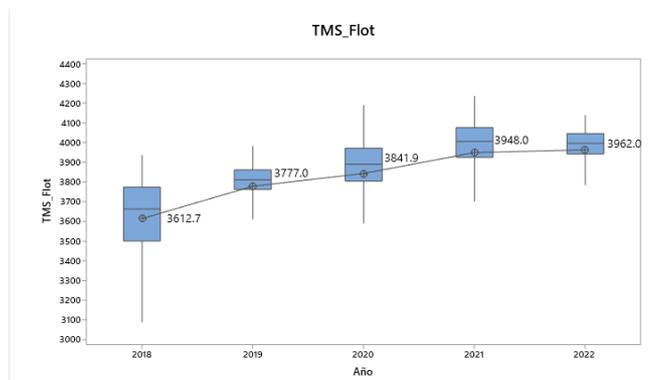


Figura 27 – Incremento del throughput 2018 - 2022

En la figura 28 se puede apreciar que el P80 ha tenido incrementos relacionados con el incremento del tonelaje, este incremento se ha controlado paulatinamente maximizando el uso de la potencia disponible del circuito, disminuyendo la variabilidad, cabe señalar que este incremento no ha significado una pérdida ya que los resultados de recuperación no se han visto afectados durante estos últimos años, como se puede apreciar en la figura 29.

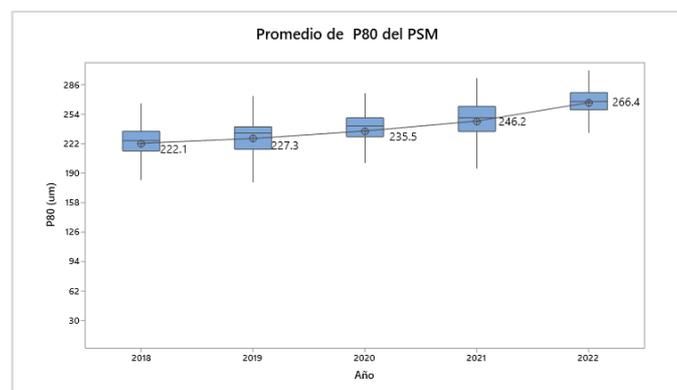


Figura 28 – Variación del P80 2018 - 2022

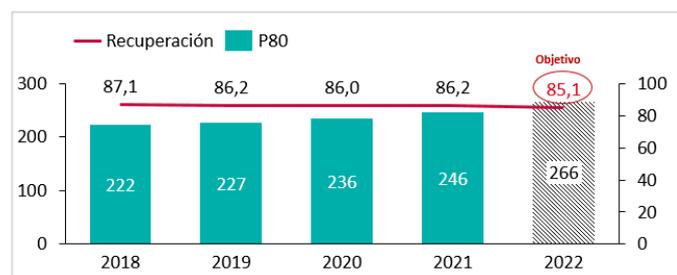


Figura 29 – Variación del P80 y recuperación 2018 - 2022

En cuanto a la recuperación proyectada para el año 2022, si bien es menor respecto a los años anteriores, está asociada a la mineralogía del mineral que se procesará durante el año.

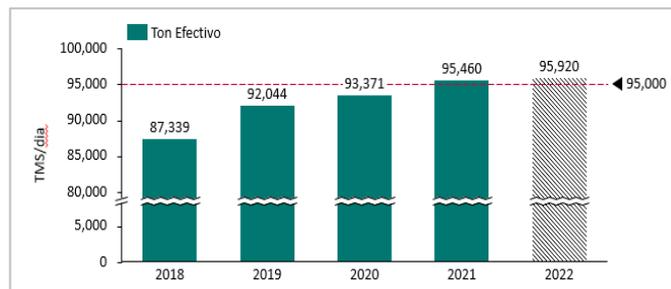


Figura 30 – Throughput efectivo (2018 – 2022)

En la figura 30 se muestra el incremento promedio del throughput efectivo, el cual fue incrementando de forma progresiva desde el 2019 llegando a una capacidad de 95 ktpd en el 2021, teniendo un incremento adicional en el 2022 con lo cual se consolidan los resultados de las mejoras y cambios ejecutados.

6. Conclusiones

La gestión del stock pile en Antapaccay tiene una influencia directa en el resultado final del proceso de molienda, tanto en el throughput como en el P80, es por ello que el establecimiento de estrategias y rangos de operación fueron los pilares para alcanzar los objetivos de producción.

Las mejoras del tamaño de producto de chancado primario, asociadas a la modificación de estrategia de cambio de revestimientos y las mejoras en voladura, así como la gestión del stock pile, si bien generaron un beneficio en la planta Antapaccay tal como se muestra y describe en el presente trabajo, también generaron beneficios en la planta de Tintaya logrando alcanzar una capacidad de procesamiento de 20 ktpd.

Las mejoras implementadas en molienda son el resultado del modelo de gestión aplicado en Antapaccay, el cual promueve la generación de iniciativas, su desarrollo y ejecución.

La aplicación oportuna de las iniciativas de mejora, alineadas al uso de la potencia disponible del circuito ha tenido resultados favorables, los cuales han marcado hitos en los rangos de operación de la planta concentradora Antapaccay, en los molinos de bolas se pasó de tener un promedio de 14.1 MW en el 2018 a 16.1 MW promedio a partir de marzo del 2022 llegando a usar un 98.2% de uso de la potencia disponible; mientras que en las chancadoras de pebbles se pasó de 432 kW en el 2018 a 500 kW en promedio durante el

2022, llegando a usar 83.8% de uso de la potencia disponible.

Finalmente la suma de cada uno de los proyectos, ha permitido que en Antapaccay se tenga un incremento sostenible del Throughput llegando a tener una capacidad de procesamiento 95 ktpd de mineral efectivo, logrando un incremento de 11.8% respecto al diseño.

Agradecimientos

Si bien el presente trabajo es presentado por el equipo de molienda de la gerencia técnica en realidad es producto del trabajo en equipo de todas las áreas involucradas en la cadena de valor, partiendo desde la mina, procesos, mantenimiento, logística y las áreas administrativas, así mismo un especial agradecimiento a la gerencia general, a la gerencia senior de procesos y a todo el equipo que lo integra por el apoyo y el respaldo continuo en el desarrollo de cada una de las estrategias y mejoras mostradas en el presente trabajo.

Perfil profesional

Magíster en Administración y mención en Gerenciamiento Empresarial, Gestión de Empresas Mineras y "Black Belt" en metodología Six Sigma. Actual Gerente Técnico de Procesos en Compañía Minera Antapaccay S.A., con 23 años de experiencia en la industria minera.

Nombre del coautor (1): Rafael Carpio Zegarra

Cargo: Gerente Técnico de Procesos

Empresa: Compañía Minera Antapaccay S.A.

Correo electrónico: Rafael.carpio@glencore.com.pe

Teléfono / Celular: 914359611

Dirección: Calle Oswaldo Baca 211, Urb. Magisterio

1era Etapa, Cusco.

Perfil profesional

Magíster en Metalurgia y Geometalurgia. Actual Superintendente de Metalurgia en Compañía Minera Antapaccay S.A., con 22 años de experiencia en la industria minera.

Nombre del coautor (2): Antonio Bravo Galvez

Cargo: Superintendente de Metalurgia

Empresa: Compañía Minera Antapaccay S.A.

Correo electrónico: antonio.bravo@glencore.com.pe

Teléfono / Celular: 942710943

Dirección: Calle los Mirlos 177, Distrito Lince - Lima

Perfil profesional

MBA, Diplomado en Geometalurgia, Ingeniero Metalurgista y de Materiales, con especialización en metodología SIX SIGMA. Actual Supervisor Metalurgista de Molienda en Compañía Minera Antapaccay S.A., con 16 años de experiencia en plantas concentradoras de Cu y polimetálicos.

Nombre del coautor (3): Samuel Apolinario Huancaya

Cargo: Supervisor Metalurgista

Empresa: Compañía Minera Antapaccay S.A.

Correo electrónico:

samuel.apolinario@glencore.com.pe

Teléfono / Celular: 992850930

Dirección: Manchego Muñoz 280, El Tambo, Huancayo

Perfil profesional

MBA, Ingeniero Metalurgista especializado en metodología SIX SIGMA y dominio de herramientas de simulación de procesos. Actual Supervisor Metalurgista de Molienda en Compañía Minera Antapaccay S.A., con 17 años de experiencia en procesos de Cu, Au y polimetálicos.

Nombre del coautor (4): Hugo Toledo Callante

Cargo: Supervisor Metalurgista

Empresa: Compañía Minera Antapaccay S.A.

Correo electrónico: Hugo.toledo@glencore.com.pe

Teléfono / Celular: 953716635