

Como implementar un plan de capacitación y experimentación metalúrgica en una planta de beneficio

J.J. Arguijo-López*, J.P. Paz-Ezquivel

J5 Servicios y Productos para Minería. Circuito Belona #220 Fraccionamiento Valle de Los Almendros
C.P. 27058 Torreón, Coahuila, México.

*Jesus.Arguijo@j5consultoria.com

RESUMEN

Hoy, el capacitar al personal de las plantas de beneficio, hacer pruebas en laboratorio, analizar datos y ejecutar correctamente pruebas en campo ahorra dinero y tiempo valioso a las plantas de beneficio. Mañana, a través de la personalización y con los departamentos metalúrgicos, se acelerarán los procesos y la implementación de cambios efectivos en las plantas de beneficio. Es necesario utilizar la capacitación y la experimentación para crear valor real para los clientes y, al hacerlo, esperar establecer una relación laboral duradera, incluso en plantas donde no exista cultura metalúrgica alguna.

Tenemos una oportunidad de oro, ya que, por un lado, las grandes empresas están organizando sus recursos para hacer más con menos, cuidar los recursos naturales, aplicar productos a favor del medio ambiente y darle un valor extra a sus colaboradores como lo es la capacitación.

Consideramos que las decisiones importantes que se deben tomar en los procesos metalúrgicos están basadas en datos. Hay una respuesta correcta y otra incorrecta, una respuesta mejor y otra peor, y las matemáticas nos dicen cuál es cuál. El análisis cuantitativo mejora la experiencia de los procesos metalúrgicos y nuestra estructura de producción y costos.

Debemos utilizar datos históricos, resultados de muestreos y pruebas de experimentación en laboratorio para predecir los resultados más certeros en operación planta y la variabilidad esperada respecto a pruebas con diferentes minerales y esquemas químicos. Si bien, en las

decisiones también consideramos algunas hipótesis y valoraciones, la última palabra la tienen siempre las matemáticas.

Las decisiones basadas en números son objeto de amplios acuerdos, mientras que las decisiones basadas en la deliberación exigen debates a profundidad que a menudo generan controversia, al menos hasta que se llevan a la práctica y se ponen en evidencia. Una institución que rehúye a las controversias debe limitarse a tomar el primer tipo de decisiones, que, desde nuestro punto de vista, no solo evitan la controversia, sino que reducen significativamente la innovación y la creación de valor a largo plazo.

PALABRAS CLAVE: *Capacitación metalúrgica; personal; planta de beneficio*



ANTECEDENTES

Tenemos una oportunidad de oro, ya que, por un lado, las grandes empresas están organizando sus recursos para hacer más con menos, cuidar los recursos naturales, aplicar productos a favor del medio ambiente y darle un valor extra a sus colaboradores como lo es **la capacitación y experimentación metalúrgica**.

Consideramos que las decisiones importantes que se deben tomar en los procesos metalúrgicos están basadas en datos. Hay una respuesta correcta y otra incorrecta, una respuesta mejor y otra peor, y las matemáticas nos dicen cuál es cuál. El análisis cuantitativo mejora la experiencia de los procesos metalúrgicos y nuestra estructura de producción y costos.

El objetivo de la capacitación es crear equipos profesionales con quien delegar y continuar escalando. Trabajar en una metodología disciplinada que nos permita garantizar resultados en la práctica del ejercicio profesional. No podemos depender de la suerte. Lo que no se mide no se puede mejorar.

Actualmente J5 imparte capacitación en Minera Juanicipio de Grupo Fresnillo PLC y MAG Silver. Se encuentra a 8Km al sureste del municipio de Fresnillo, Zacatecas y estima una producción anual de 11.7 moz de planta y 43.5 koz de oro (Figura 1).

Iniciamos capacitando a un grupo de 40 colaboradores sin experiencia alguna, el personal contratado se dedicaba a lo siguiente:

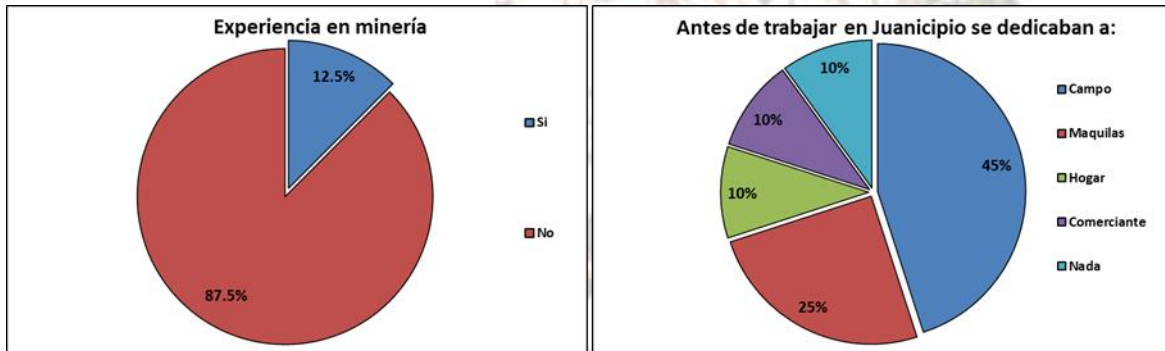


Figura 1.- Experiencia y actividades antes de la capacitación a colaboradores de Juanicipio.

Como parte del plan de capacitación visitamos las unidades mineras San Julián y La Ciénega donde los colaboradores conocieron por primera vez una planta de beneficio. Esto fue de gran apoyo para que el entendimiento de la capacitación teórica fuera más digerible.

Actualmente la planta de beneficio cuenta con 50 personal colaborador para la planta de beneficio y departamento metalúrgico, 18 de laboratorio químico y 09 para el departamento de embarques.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Aprendizaje Organizacional

El aprendizaje organizacional es una competencia genérica, quiere decir que los trabajadores aprendemos de nuestros conocimientos, experiencia y la implementamos dentro de la organización.

Muchas de las ocasiones creemos que: **Educación = Certificado**, y buscamos únicamente el papel al final del curso, diplomado, etc. Sin embargo, la **Educación = Aprender**.

La capacitación y experimentación es una inversión, aunque se tome como gasto y este dentro de los costos de RH. Requerimos rentabilizar la capacitación, que existan beneficios, que existan resultados: económicos, sociales, ambientales, los beneficios son estos y los costos han sido estos.

Medir la rentabilidad de los beneficios contra los costos. Debemos demostrar a la empresa que la **capacitación es rentable**.

Debemos tener un Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC) puede desarrollarse de diferentes maneras: por competencias, para solucionar problemas, para atender objetivos, para mejorar el desempeño o de emergencias.

Un plan de capacitación es bueno si el diagnóstico es bueno, es como un médico, que te atiende en 3, 5 o 10 minutos, te hará un diagnóstico de 3 o 10 minutos, sin embargo, si hace su análisis, rayos x, etc., hará un mejor diagnóstico, por lo cual puede tener un mejor tratamiento. Igualmente, en capacitación, si nosotros no nos hemos esperado en el diagnóstico, tendremos un plan muy ambiguo, muy genérico. Por otro lado, si tenemos un buen plan de capacitación, tendremos una buena ejecución.

¿La capacitación debe tener un rol estratégico? **claro que sí**, siempre y cuando estemos alineados a los objetivos estratégicos de la empresa, que debería ser el camino, el método para cumplir los objetivos de la producción, y la capacitación lo puede hacer.

La base de las organizaciones son las personas, entonces, la capacitación debe ayudar a la creación y cambio de la cultura organizaciones, dirigida al desempeño, a los logros, al desarrollo de personal, una cultura de calidad e innovación.

La capacitación debe ser antes de que ocurra el problema, de lo contrario trabajaremos con un paso atrás, en este caso (Juanicipio) estamos preparando al personal que va a iniciar las operaciones de los equipos.

El rol de la capacitación no es el rol final, no es hacer eventos o semanas de capacitación. El objetivo debe ser mejorar el desempeño del personal, por lo cual el indicador de la capacitación no debería ser los actuales, como número de capacitaciones realizadas, presupuesto ejecutado, número de participantes, número de horas hombre de capacitación, etc. Lo real debería ser cuanto se ha logrado del objetivo de producción, de costos, de seguridad generada por la capacitación. Por lo tanto, la capacitación es un objetivo intermedio, no el objetivo final.

Debemos evitar la capacitación catarata, que quiere decir que el capacitado va a capacitar a nuevo personal, y este al nuevo y al que le sigue, ¿por qué? Porque el conocimiento que se trasmite se va transmitiendo erróneamente y a como cada uno lo comprendió.

Que el personal sea más competente, pero para que haga un mejor desempeño y que, por lo tanto, cree valor y se logren los objetivos. No vale, tener una persona altamente capacitada y con muchos cursos realizados, pero de bajo desempeño, no vale, tiene que aportar.

Filosofía J5

La filosofía de J5 (ver Figura 2) incluye la integración y formación de dos equipos fundamentales para el cumplimiento de los presupuestos de planta de producción y costos de producción: **El equipo de Operación y El equipo de Metalurgia.**

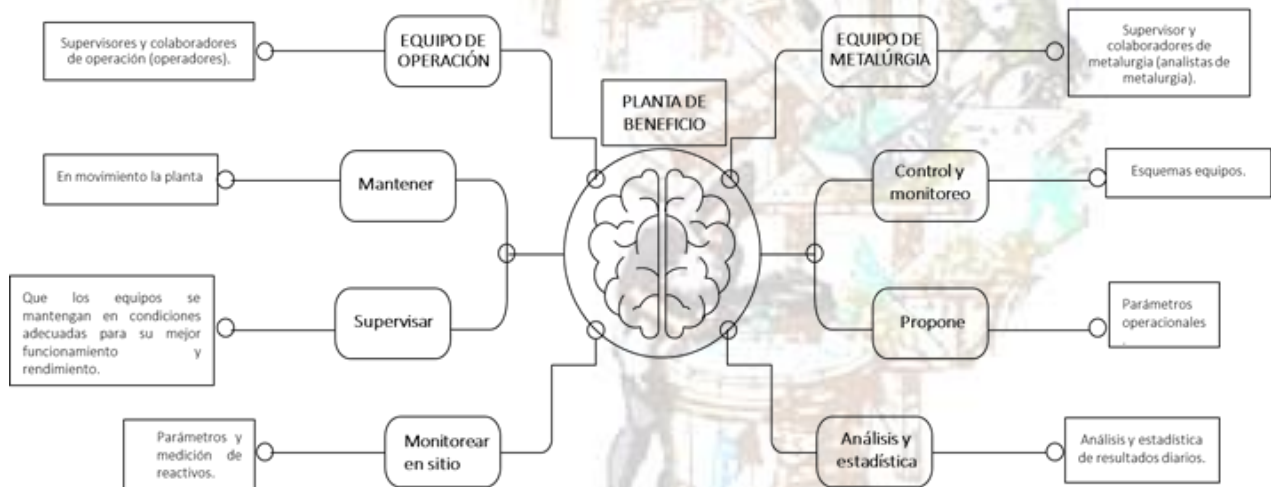


Figura 2.- Esquema de trabajo, según filosofía J5.

Operar una planta bajo este tipo de esquemas permite crear compromiso y fomentar el trabajo en equipo, donde la experimentación y las mejoras siempre se revisan en laboratorio antes de modificar en planta (Figura 3). **La mejora continua siempre se practica.**



Figura 3.- Experimentación metalúrgica.

Dentro de nuestra filosofía podemos encontrar 3 metodologías a seguir:

- Inspeccionar: La visita en campo es demasiado importante para entender la problemática y las oportunidades del proceso a trabajar
- Analizar: Evalúa detalladamente el proceso; después de los recorridos y la información recopilada debemos analizar el porqué de los problemas, aquí es cuando hacemos las preguntas que nos llevaban a los 5 porqués llegando a lo más profundo de la situación.
- Verificar: Comprobar que la solución recomendada ha dado solución al área de oportunidad, no únicamente J5 te proporciona la solución al problema metalúrgico, si no comprueba que el problema haya sido solucionado.



Figura 4.- El Yin-Yang de una planta de beneficio.

Actividades desarrolladas

Como anteriormente lo hablamos, debemos tener un Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC) fundamentado en la filosofía de J5, en este caso para Juanicipio, 100% de los operadores no tenía experiencia en operación de plantas de beneficio, teníamos ventajas y desventajas.

Desventajas:

- 0% del grupo tenía experiencia en planta y mucho menos en metalurgia.
- 60% del grupo tenía menos de 25 años (Puede tomarse como inmadurez).
- 100% de los colaboradores era de comunidades rurales, por lo que podía tomarse como personas poco preparadas.

Ventajas:

- Al no tener experiencia en operación o metalurgia, podíamos guiarlos por las buenas prácticas de operación y metalurgia.
- Al ser un equipo joven, sería fácil de aprender conceptos teóricos y prácticos.
- Todo el equipo tenía sed de aprender, de superarse personal y profesionalmente.

La propuesta de capacitación y experimentación metalúrgica propuesta para Juanicipio fue la siguiente:

1. Capacitación teórica: Previo al arranque.
2. Capacitación práctica: Durante el arranque.
3. Entrenamiento y buenas prácticas: Estabilización.

Experimentación metalúrgica: Optimización.

Visita a unidades mineras

El objetivo de las visitas fue, principalmente, que los colaboradores de Juanicipio conocieran en persona el procesamiento de minerales en una planta de beneficio y conocer cuestiones importantes de seguridad.

Cada operador contó con una estancia de dos a tres días en cada área del proceso como fue: cuarto de control, molienda, flotación, espesamiento, filtrado, depósito de jales y reactivos. Para evaluar el conocimiento adquirido en cada área se aplicó un examen con preguntas básicas del proceso, así como se les solicitó dibujar el diagrama de flujo de cada área.

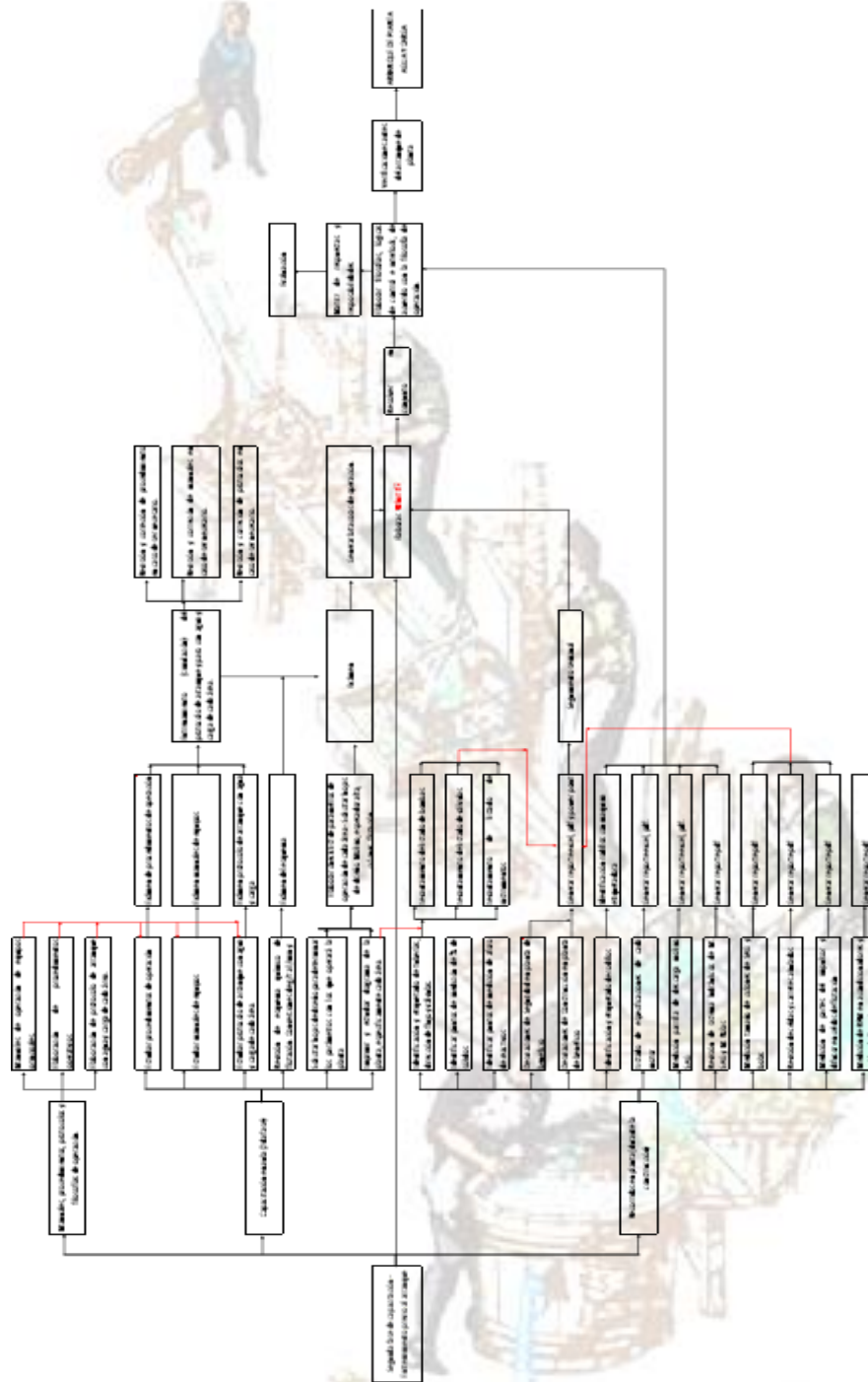


Figura 5.- Representación de una estructura de plan de trabajo J5 – Juanicipio.



Figura 6.- Visita unidades mineras La Ciénega y San Julián.

Capacitación teórica

Capacitar al personal asignado en los fundamentos teóricos de los procesos de trituración, molienda, flotación, espesamiento, filtrado, sistemas de control y depósito de jales.

Manual		Temas	Lugar	Estatus	Inicio del plan	Fin del plan	Julio			Agosto			Septiembre				Octubre		
							26-30	02-06	09-13	16-20	23-27	30-31	01-03	06-10	13-17	20-24	27-30	04-08	11-15
Manual de molienda	9 Temas	95 Subtemas	Sala de capacitación Juanicipio (Valle)	Proyección	26-07-21	18-08-21	[Hatched]			[Hatched]									
	Real			26-07-21	18-08-21	[Green]			[Green]										
Manual de flotación	8 Temas	88 Subtemas	Sala de capacitación Juanicipio (Valle)	Proyección	19-08-21	10-09-21				[Hatched]			[Hatched]						
	Real			19-08-21	10-09-21				[Green]			[Green]							
Manual de espesamiento y filtrado	9 Temas	53 Subtemas	Sala de capacitación Juanicipio (Valle)	Proyección	02-09-21	22-09-21							[Hatched]						
	Real			13-09-21	28-09-21							[Green]							
Sistema de control PCS 7 siemens	4 Temas		Sala de capacitación Juanicipio (Valle)	Proyección	29-09-21	01-10-21											[Hatched]		
	Real			29-09-21	01-10-21											[Green]			
Manual de manejo de jales	9 Temas	25 Subtemas	Sala de capacitación Juanicipio (Valle)	Proyección	04-10-21	08-10-21											[Hatched]		
	Real			07-10-21	15-10-21											[Green]			

Figura 7.- Plan de capacitación teórica.

Capacitación en campo

Derivado a que el inicio de operaciones de la planta de beneficio de Juanicipio ha sido prolongado por situaciones ajenas a J5 y Juanicipio, implementamos diferentes actividades de entrenamiento en campo para reconocer áreas, equipo y diagramas de flujo de las tuberías, válvulas, bombas, etc.

Algunas de las actividades desarrolladas son:

1. Elaboración y presentación de diagramas operativos planta Juanicipio.
2. Elaboración de procedimientos seguros de operación: Molienda SAG, Molienda Bolas, Flotación Plomo, Flotación Zinc, Flotación Fierro, Espesamiento, Filtrado, Depósito de Jales y Reactivos
3. Curso de la filosofía 5'S.
4. Platicas diarias de seguridad (182 pláticas-temas de seguridad)
5. Identificación y numeración de rodillos en bandas.
6. Calcular la capacidad del stock pile.
7. Manuales de operación de principales equipos: Molino SAG, Molino de Bolas, Celdas de flotación. Filtros.
8. Recorrido y elaboración del listado de especificaciones de motores.
9. Revisión de sistemas hidráulicos de M. SAG y M. Bolas.
10. Medición parrilla de descarga molino SAG.
11. Desviaciones de seguridad, infraestructura, seguridad y medio ambiente.
12. Elaboración del protocolo de arranque con agua y carga de cada área.
13. Etiquetado de rodillos de bandas transportadoras, con maquina rotuladora. Identificación y etiquetado de tuberías, dirección de flujo y válvulas.
14. Levantamiento de listado de bombas, válvulas e instrumentos.
15. Cálculo de consumo de aire para celdas de flotación.
16. Recorrido para revisión de líneas de llenado rápido en circuito de flotación.
17. Análisis toma de porcentaje de sólidos, en áreas de la planta.
18. Cálculo de consumo de reactivos, para flotación y espesamiento.

19. Actualización de procedimientos operativos de acuerdo con las condiciones actuales de la planta.
20. Recorrido y revisión de las desviaciones para preparación de cianuro de sodio.
21. Elaboración de matriz de respuestas y responsabilidades. Estudio de parámetros operativos de acuerdo con DTI's y documentos oficiales de Juanicipio.
22. Actualización de desviaciones de: seguridad, infraestructura, seguridad y medio ambiente.
23. Actualización de desviaciones encontradas en pre comisionamiento. Identificación y etiquetado de tuberías, dirección de flujo y válvulas.
24. Elaboración de bitácoras días para la operación. Elaboración de check list por área de operación.
25. Elaboración de listado de lazos de control.
26. Elaboración de bitácoras de verificación en pruebas de motores.
27. Cálculo de tiempos de residencia en tanques de flotación, molienda y tanques balance.
28. Capacitación a personal de nuevo ingreso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 8 muestra el porcentaje promedio de conocimiento adquirido en cada área. Depósito de jales y preparación de reactivos fueron las áreas de mejor comprensión, seguido de espesamiento, filtrado y molienda, flotación fue el área donde se tuvo mayor complejidad.

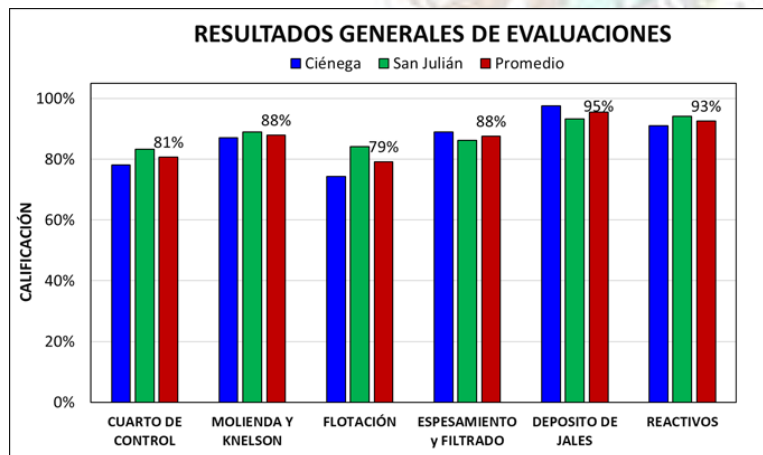


Figura 8.- Evaluaciones de visitas a unidades mineras.

Capacitación teórica

Los manuales impartidos fueron: molienda, flotación, espesamiento y filtrado, sistema de control PCS 7 y manejo de jales (ver Figura 9).

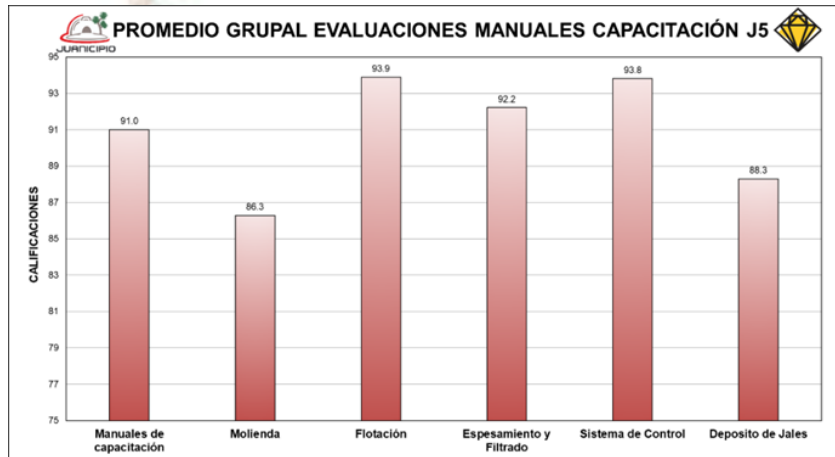


Figura 9.- Calificación promedio manuales J5.

El manual con la mejor calificación obtenida fue flotación con 93.9, seguido del sistema de control con 93.8, molienda obtuvo calificación de 86.3, esto se asume porque los operadores estaban comenzando a comprender los temas (ver Figura 9).

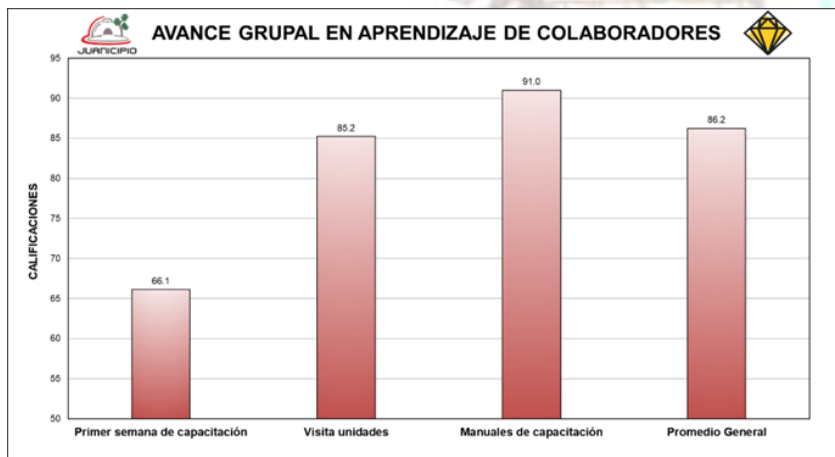


Figura 10.- Avance de aprendizaje colaboradores Juanicipio.

Los cálculos que se realizaron para el área de molienda son:

- % Sólidos.
- % Carga Circulante.
- % Nivel de Bola.
- Reposición consumo de acero (bola).
- % Velocidad Crítica.
- % Pasado por malla de corte 400 (estimado de P80).
- Cálculo de potencia del motor del molino.

Los cálculos que se realizaron para el área de flotación son:

- Cálculo de Grado máximo de galena, esfalerita y pirita.
- Cálculo de Grado y Recuperación, de Unidad Juanicipio.
- Cálculo de gramos por tonelada a mililitros por minuto de reactivo.

Los cálculos que se realizaron para espesamiento y filtrado fueron:

- Cálculo de determinación de % de sólidos.
- Cálculo de % de humedad.
- Cálculo de toneladas filtradas por día.

Con respecto al sistema de control, solo se cubrió los temas de: arquitectura del sistema de control y software del sistema de control. Los operadores comprenden a grandes rasgos que es un:

- Terminal bus.
- CFU.
- Redes de comunicación.
- Arquitectura del sistema de control.
- Red plant bus.
- Gabinetes principales y remotos.
- Pantallas del sistema de control.

Hemos entregado: 12 Reportes mensuales 44 Reportes semanales 61 reportes de bitácoras diarias de operación. 26 reporte de actividades extras realizadas durante el año de colaboración.

CONCLUSIONES

En conjunto Juanicipio – J5, hemos desarrollado operadores técnicos metalurgistas que comprenden el porqué de las situaciones y deberán operar la planta de la manera más eficiente posible, cuidando la seguridad, producción y los costos operativos.

En fechas recientes se evaluaron a 30 operadores, el restante con el que iniciamos la capacitación hace un año, siendo los siguientes temas los más relevantes:

- Solo el 5% de los operadores se sentía capaz de operar la planta hace un año.
- Hoy el 100% de los operadores se siente capaz de iniciar operaciones en Juanicipio, creyendo firmemente que esto saldrá adelante ya que cuentan con las bases y el conocimiento necesario para afrontar los problemas del día a día.
- El 100% de los operadores conocen las metas de molienda, tonelaje y liberación.
- El 100 de los operadores conocen y comprenden los conceptos básicos de sus áreas asignadas.
- El 90% de los operadores conocen en su totalidad los diagramas de sus áreas designadas, incluyendo los tags de cada equipo, bombas y válvulas.

Actualmente los operadores se sienten diferente en personalidad de hace un año, ahora pueden desenvolverse de mejor manera, desde como relacionarse con sus compañeros y como se sienten en el día a día. De las mejores experiencias que tuvieron en este año fue visitar las unidades mineras de La Ciénega, San Julián y Velardeña e interior mina de Juanicipio, también fue la exposición de los temas ante diferentes lideras de la unidad y que fueran reconocidos y felicitado por esto. El 90% de los operadores desean continuar aprendiendo y ser mejor cada día, superarse día a día y agradecen que Juanicipio los haya capacitado y se encuentren en un proceso de aprendizaje constante.

Agradecimientos

Los autores desean reconocer el apoyo brindado por el personal de Minera Juanicipio durante este largo año de capacitación, en especial al departamento de operación planta de esta unidad. Todo el esfuerzo es muy apreciado. Un agradecimiento hasta el cielo a nuestro compañero Daniel Castruita siempre nos ha impulsado a ser mejores cada día; y como siempre un agradecimiento especial y amoroso a todas nuestras familias que nos apoyan en todo momento y soportan el que estemos lejos de casa durante varios días y semanas de trabajo. Gracias a Eduardo, Yamilet y Fernando un grupo de trabajo talentoso, inteligente y

trabajador, para nosotros es un gran orgullo formar parte de este equipo. *Si hay algo que hacer, seguro que lo haremos... es y seguirá siendo la clave del éxito de J5.*

