

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURÍMAC**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“ESTRATEGIAS DE FORMACIÓN DE PERSONAL LOCAL ENFOCADA A
LA PRODUCTIVIDAD DE UN OPERADOR DE EQUIPOS EN EL PROYECTO
LAS BAMBAS 2015”**

TESIS

PRESENTADO POR:

GREGORIO PEREZ CORDOVA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

ABANCAY - PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



Tesis

“ESTRATEGIAS DE FORMACIÓN DE PERSONAL LOCAL ENFOCADA A LA PRODUCTIVIDAD DE UN OPERADOR DE EQUIPOS EN EL PROYECTO LAS BAMBAS 2015”

Presentando por: Gregorio Perez Cordova

Para optar el Titulo de:

INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado el 01 de Agosto del 2018 ante el jurado:

Presidente:


Ing. Edgar Crispin Huacac Farfán

Primer Miembro:


Ing. Dario Dante Sanchez Castillo

Segundo Miembro:


Ing. Alex Fidel Becerra Camacho

Asesor:


Ing. Pablo Rubén Zuloaga Candia



Agradecimientos

A Dios.

Por haberme permitido ser lo que soy, por sus bendiciones y sobretodo darme salud para lograr mis objetivos personales y profesionales, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Primitiva e Ignacio.

Por haberme dado la vida, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su paciencia y dedicación a través del tiempo.

A mi hija Ameli Ainara.

Por ser la niña que ilumina mi existir, por brindarme todas las alegrías de mi vida y por su amor incondicional, para ti mi hermosa pequeña.

A mi Esposa

Por su apoyo incondicional y la motivación constante para concluir el desarrollo de la investigación.

A mis hermanos Breiton y Luis Enrique por ser las personas con las que puedo contar en las buenas y malas; a mis tías Mery y Dolo por cuidarme en mi niñez y enseñarme tantas cosas positivas para mi vida.

A mis amigos.

Que nos fortalecimos y apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo grandes amigos: Ivan Pareja, Dirma, Ivan Saravia, Ruben, Eliana, Jhulino, Ruysi, Melissa Fernandez, Melissa Puga, Yani.

Finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.



Dedicatoria

A mis padres, hermanos, esposa, hija y amigos que siempre fueron y son el soporte que necesito para seguir adelante y permitirme ser mejor día a día.



ÍNDICE

Resumen.....	1
Capítulo I. Planteamiento del problema.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Enunciado	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. General.....	5
1.3.2. Específicos.....	5
1.4. Justificación	6
1.5. Delimitación.....	6
Capítulo II. Marco Teórico.....	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Marco referencial	7
2.2.1. Ciclo de la operación minera	8
2.2.2. Rendimiento de equipos	11
2.2.2.1. Rendimiento de un camión minero.....	12
2.2.2.2. Rendimiento de un tractor de orugas.....	14
2.2.2.3. Rendimiento de una motoniveladora.....	17
2.3. Definición de términos.....	21
Capítulo III. Diseño metodológico.....	28
3.1. Definición de Variables	28
3.2. Operacionalización de variables	28
3.3. Hipótesis de la investigación	29
3.3.1. Hipótesis general	29
3.3.2. Hipótesis específicas.....	29
3.4. Tipo y diseño de investigación	29
3.5. Población y muestra.....	29
3.6. Procedimiento de la investigación	30
3.6.1. FERIA laboral.....	31
3.6.2. Selección de personal – perfil del operador.....	32



3.6.3.	Organigrama de capacitación.....	35
3.6.4.	Etapas la capacitación.....	39
3.6.5.	Gestión de la capacitación.....	58
3.6.6.	Rendimiento del operador.....	65
3.6.7.	Encuestas al proceso de entrenamiento.....	67
3.6.8.	Retroalimentación.....	68
3.7.	Material de investigación.....	68
3.7.1.	Pruebas de entrada, proceso y salida de la investigación.....	68
3.7.2.	Instrumentos de investigación.....	68
	Capitulo IV. Resultados.....	69
4.1.	Descripción de los Resultados.....	69
	Camión Minero.....	70
	Tractor de Orugas.....	91
	Motoniveladora.....	94
4.1.1.	Cálculo de la curva de aprendizaje.....	100
4.1.2.	Base de datos.....	100
4.1.3.	Método de cálculo.....	102
4.2.	Contrastación de la hipótesis.....	124
4.3.	Discusión de resultados.....	126
	Capitulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	128
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	129
	ANEXOS.....	130

Índice de tablas

Cuadro 1: Factor de llenado de la hoja.	14
Cuadro 2: Tiempo requerido para el cambio de marcha	16
Cuadro 3: Factor de inclinación de la vertedera.	16
Cuadro 4: Condiciones de operación.....	17
Cuadro 5: Velocidad promedio de trabajo de Motoniveladora.	18
Cuadro 6: Longitud efectiva de la hoja de la Motoniveladora.	20
Cuadro 7: Variables y definición operacional.	28
Cuadro 8: Horas de programación para los procesos de formación de operadores.....	39
Cuadro 9: Operación de la máquina en simulador.	40
Cuadro 10: Mantenimiento del equipo en simulador.	41
Cuadro 11: Seguridad en la operación en simulador.....	42
Cuadro 12: Producción en el simulador.	43
Cuadro 13: Evaluación Final.	43
Cuadro 14: Programa de formación en plataforma de entrenamiento.....	45
Cuadro 15: Practica con instructor	47
Cuadro 16: Practica con operador guía.....	50
Cuadro 17: Operación autónoma.....	54
Cuadro 18: Equipos y materiales requeridos.....	59
Cuadro 19: Plan de Inserción de Personal.	61
Cuadro 20: Participantes programa de formación de camiones IVECO.	71
Cuadro 21: Resultados de la capacitación camiones IVECO Trakker.	72
Cuadro 22: Participantes en el programa de formación de operadores de camión Komatsu 930E-4SE.	86
Cuadro 23: Resultados de Eulogio Alcahua.	87
Cuadro 24: Resultados de Mario Araranja.	88
Cuadro 25: Resultados Emerson Bolivar Orado.....	89
Cuadro 26: Resultados de William Huamani Cahuana.	90
Cuadro 27: Resultados evaluaciones Adrian H.	92
Cuadro 28: Resultados evaluaciones Wilber Segovia	93
Cuadro 29: Resultados evaluaciones Eliseo Huamani	95
Cuadro 30: Resultados evaluaciones Nativido Licahua	96
Cuadro 31: Resultados evaluaciones Julio Pumacahua.....	97
Cuadro 32: Resultados evaluaciones Ruth Santos.....	98
Cuadro 33: Datos de tiempo de cuadrado.....	101
Cuadro 34: Datos de productividad de tractor de orugas	101
Cuadro 35: Cálculo de variables de la curva de aprendizaje.....	102
Cuadro 36: Datos de tiempo de cuadrado.....	103
Cuadro 37: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje.	103
Cuadro 38: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje.	105



Cuadro 39: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje - MAP	106
Cuadro 40: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje – EBO.	108
Cuadro 41: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje –WHC	109
Cuadro 42: Toma de datos de tiempo de empuje con tractor en botadero.	111
Cuadro 43: Información de campo y rendimiento práctico – Wilber S.....	111
Cuadro 44: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Wilber	113
Cuadro 45: Datos de campo y rendimiento práctico motoniveladora 24M.....	117
Cuadro 46: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Nativido.....	118
Cuadro 47: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Julio.....	121
Cuadro 48: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Ruth.....	122

Índice De Figuras

Figura 1: Ciclo de la operación minera.	8
Figura 2: Proceso de perforación.....	9
Figura 3: Carguío de camiones.....	10
Figura 4: Acarreo de material.....	10
Figura 5: Posición de la hoja y ángulo de la vertedera.....	19
Figura 6: Estructura de desarrollo de competencias.....	30
Figura 7: Estructura del programa de formación y adecuación de operadores.	36
Figura 8: Estructura del programa de formación y adecuación de operadores.	37
Figura 9: Organigrama del proceso de formación de motoniveladora.	38
Figura 10: Organigrama del proceso de formación de tractor de orugas	38
Figura 11: Organigrama del proceso de formación de camión minero.	39
Figura 12: Resultado de capacitación Camión IVECO – Elmer Pareja	73
Figura 13: Resultado de capacitación Camión IVECO – Hernan Ccasani.....	75
Figura 14: Resultado de capacitación Camión IVECO – William H.....	76
Figura 15: Resultado de capacitación Camión IVECO – Joaquin G.....	77
Figura 16: Resultado de capacitación Camión IVECO – José Puma	79
Figura 17: Resultado de capacitación Camión IVECO – Emerson B	80
Figura 18: Resultado de capacitación Camión IVECO – Mario A.	82
Figura 19: Resultado de capacitación Camión IVECO – Santos S	83
Figura 20: Resultado de capacitación Camión IVECO – Yuri Baca.....	84
Figura 21: Resultado de capacitación Camión IVECO – Leonardo Q.....	86
Figura 22: Eficiencia de operadores de camión.....	91
Figura 23: Eficiencia del proceso de formación de operadores de Tractor	94
Figura 24: Eficiencia del proceso de formación de Motoniveladora 24M	99
Figura 25: Curva de aprendizaje en la forma lineal.....	104
Figura 26: Curva de aprendizaje potencial – Eulogio A.	105
Figura 27: Curva de aprendizaje en su forma lineal- Mario A.....	106
Figura 28: Curva de aprendizaje potencial – Mario A.	107
Figura 29: Curva de aprendizaje en su forma lineal- Emerson B.....	108
Figura 30: Curva de aprendizaje en su forma potencial - Emerson B.....	108



Figura 31: Curva de aprendizaje en su forma lineal- William H.....	109
Figura 32: Curva de aprendizaje en su forma potencial- William H.....	110
Figura 33: Rendimiento Wilber Segovia Soto.....	113
Figura 34: Curva de aprendizaje Wilber Segovia Soto	114
Figura 35: Rendimiento Adrian Huamani	115
Figura 36: Curva de aprendizaje – Adrian Huamani.....	116
Figura 37: Rendimiento práctico Nativido L.....	117
Figura 38: Curva de aprendizaje del tiempo de nivelado, Nativido L.....	119
Figura 39: Rendimiento práctico – Julio P.	120
Figura 40: Curva de aprendizaje del tiempo de nivelado-Julio P.....	121
Figura 41: Rendimiento práctico – Ruth S.	122
Figura 42: Curva de aprendizaje del tiempo de nivelado – Ruth S.	123

“ESTRATEGIAS DE FORMACIÓN DE PERSONAL LOCAL ENFOCADA A LA PRODUCTIVIDAD DE UN OPERADOR DE EQUIPOS EN EL PROYECTO LAS BAMBAS 2015”

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Esta licencia permite a otras remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.

Introducción

Buscar personal capacitado es un denominador común en cada uno de los proyectos mineros que están próximos a iniciar operaciones, sin embargo hoy en día no solo se trata de lanzar una convocatoria de personal y captar el personal más capacitado del mercado. La licencia social por parte de las comunidades es el primer paso fundamental para el inicio de las operaciones e implica hoy en día que las empresas asuman una serie de compromisos, en lo que refiere al presente estudio el compromiso de capacitación y contratación de mano de obra local.

La mano de obra local por lo general no es calificada para los intereses de la empresa como es el caso de Las Bambas, es por eso que es fundamental que exista un plan de formación de personal con una estrategia clara de cómo lograr que el personal local se convierta en los operadores productivos que estarán obligados a contratar.

El proceso de formación que establece Las Bambas incluye como una estrategia primordial el “Programa de adaptabilidad” cuya importancia es generar confianza entre el alumno y su entrenador. Por la experiencia propia observada en este proceso, si un alumno local no genera confianza con su instructor el proceso de aprendizaje se complica debido que en ningún momento el alumno hará los cuestionamientos que sean necesarios para aclarar dudas oportunamente y fortalecer así su formación. Por otro lado, si un alumno genera la confianza con su instructor realizará todas las preguntas que sean necesarias para aclarar sus dudas y por lo tanto la formación será más efectiva.

Una vez que el alumno ha conseguido la confianza necesaria, pasa por las distintas etapas de formación técnica, en el proceso de formación teórica el aprenderá todos los conocimientos necesarios para responder apropiadamente a las situaciones que se presenten en el entrenamiento práctico. La formación práctica permite al alumno desarrollar sus habilidades en la operación del equipo que en un futuro será parte de su día a día.



La productividad, el objetivo principal del presente estudio es consecuencia de un trabajo continuo y progresivo en la aplicación práctica de cada equipo a entrenar, esto se analiza en el presente estudio a través de la curva de aprendizaje.

Las curvas de aprendizaje (también conocidas como curvas de experiencia por algunos autores) no son más que modelos matemáticos utilizados para estimar las eficiencias obtenidas cuando se repite una actividad. La curva de aprendizaje depende del hecho de que la experiencia adquirida con el incremento de la producción de cualquier producto causa una disminución en los costos de fabricación y, por lo tanto, inevitablemente en los precios en un entorno de mercado competitivo. Más exactamente, la teoría afirma que cada vez que la cantidad de "unidades" (o "lotes") producida se duplica, la unidad correspondiente (o lote) disminuye los costos por un factor de experiencia, también conocido como la relación de aprendizaje o mejora (Burr W., 2013)

A medida que un operador realiza una determinada práctica de operación, su tiempo para la ejecución de la tarea mejora y por lo tanto su productividad.

Tanto en la operación de un camión minero, de un tractor de orugas y de una motoniveladora la constancia en la operación determinará en base a un seguimiento diario el tiempo necesario para que un operador pueda ser productivo y determinará además los costos que implican ejecutar todo el proceso.



Resumen

La investigación tiene como propósito determinar las estrategias necesarias de formación de personal local para alcanzar la productividad deseada en los equipos de mina Las Bambas, de todo el conjunto de equipos con los que cuenta la empresa, el proceso de formación se inició con operadores de camión, operadores de tractor de orugas y operadores de motoniveladora.

Consideramos que el personal involucrado en la capacitación solo tiene como requisito, tener estudios de secundaria completa y contar con licencia de conducir.

La investigación es de tipo descriptivo aplicativo, los resultados se obtuvieron analizando el proceso de formación y el rendimiento de cada operador involucrado en el proceso.

Se hizo un muestreo de tipo no probabilístico intencional, puesto que nuestro trabajo es enfocado al personal en entrenamiento de la zona de influencia directa del proyecto, determinando que el total de la muestra es 10 (Total de operadores involucrados en el primer proceso de formación).

Mediante el análisis de la curva de aprendizaje se demostró que la experiencia es determinante para que un operador mejore su rendimiento con respecto a la operación del equipo. Por lo tanto mientras más tiempo una persona repite una misma actividad, el tiempo para desarrollarla disminuye y por consiguiente su rendimiento aumenta.

Queda demostrado además que las estrategias de formación determinan el resultado positivo o negativo de un entrenamiento.



Abstract

The objective of the research was to determine the strategies necessary for the training of local personnel for the desired productivity of the Las Bambas mine equipment. From the entire set of equipment with the company's account, the training process began with truck operators. , operators of crawler tractors and motor grader operators.

We consider that the personnel involved in the training only have a requirement, have completed high school studies and have a driver's license.

The research is descriptive, the results have been analyzed and the training process and performance of each operator involved in the process.

An intentional non-probabilistic type sampling was done, since our work was focused on the personnel in training of the zone of direct influence of the project. Determining that the total of the sample is 10 (Total of Participating Operators in the First Training Process).

By means of the analysis of the learning curve it is demonstrated that the experience is determinant for the operator to benefit from its performance with respect to the operation of the equipment. Therefore, the longer a person repeats the same activity, the time to develop it and, consequently, its performance increases.

Remaining in addition to the training strategies determine the positive or negative result of a training.



CAPÍTULO I

Planteamiento del problema.

1.1. Descripción del problema

A menudo adoptamos una serie de estrategias con el objetivo de optimizar los procesos productivos, mejoramos la tecnología con la finalidad de lograr una mejor calidad del producto a entregar, esto trae consigo un resultado generalmente positivo en la medida de que nuestro personal se capacite y pueda adaptarse a estos cambios.

Según el Instituto Peruano de Economía (IPE -2013), poner en marcha una cartera de proyectos mineros de 53 mil millones de dólares demandaría 239,807 nuevos empleos directos, un número ampliamente superior a las 170 mil personas que hoy laboran en el sector, lo que ha generado preocupación. La abundancia de proyectos mineros en el país requiere así mismo personal calificado para el desarrollo de los mismos, más allá de profesionales colegiados el mercado requiere técnicos capaces de alcanzar la máxima productividad de los equipos de mina.

Por otro lado, ha cambiado considerablemente el significado del término “Responsabilidad Social”, hoy la viabilidad social de un proyecto es indispensable para el desarrollo y construcción del mismo, y ésta condicionada al cumplimiento de una serie de requerimientos por parte de las comunidades dentro del área de influencia del proyecto.

Un acuerdo muy común entre empresa y comunidad es la empleabilidad del personal local, las comunidades del área de influencia que sin conocimiento alguno de una actividad minera exigen una posición en la empresa, planteado de esta forma ser parte integrante del equipo que estará encargado de sacar adelante la operación minera.

En las convocatorias de personal en las empresas mineras, sin excepción se exige el cumplimiento de un perfil del puesto seguido de años de experiencia indispensables en cada posición, estos requerimientos no cambiarán pues es ese el nivel de



exigencia que se requiere para lograr los objetivos de la empresa. Entonces de un lado se tiene la necesidad de personal calificado y del otro se tiene la necesidad de formar personal que pueda alcanzar esos altos niveles de competitividad para cumplir con los compromisos sociales.

Esta situación no debe considerarse un problema sino una oportunidad que requiere de una estrategia integral de formación del operador local con la finalidad de lograr en éste la productividad que la empresa minera requiere.

Es un hecho casi inevitable el acceder a este pedido, pues demuestra el compromiso con las comunidades y se hace parte integrante de los objetivos de la empresa para lograr el desarrollo sostenible.

1.2. Enunciado

1.2.1. General

- ¿De qué manera la aplicación de la estrategia de formación puede estar asociada a lograr que los operadores locales de equipos mineros puedan alcanzar la productividad que se requiere en el proyecto Las Bambas 2015?

1.2.2. Específicos

- ¿Cómo influye el desarrollo de la habilidad práctica en optimizar el tiempo de conclusión de las tareas de los operadores locales del proyecto Las Bambas 2015?
- ¿Cuál será el resultado de desarrollar un programa de adaptabilidad en la capacidad de los operadores locales para aprender conceptos nuevos en el proyecto Las Bambas 2015?
- ¿Qué metodologías de enseñanza podrán lograr que el operador local pueda coordinar sus tareas con terceros y seguir instrucciones en el proyecto Las Bambas 2015?
- ¿Puede el nivel de conocimiento influenciar en la capacidad del operador local para proponer nuevas formas de hacer el trabajo en el proyecto Las Bambas 2015?



1.3. Objetivos

1.3.1. General

Determinar las estrategias de formación para capacitar operadores que puedan alcanzar la productividad que la empresa minera requiere.

1.3.2. Específicos

- Desarrollar la habilidad práctica de los operadores locales para optimizar el tiempo de conclusión de las tareas en el proyecto Las Bambas 2015.
- Implementar un programa de adaptabilidad para fortalecer la capacidad de aprender conceptos nuevos en los operadores del proyecto Las Bambas 2015.
- Utilizar metodologías de enseñanza para que el operador local pueda coordinar sus tareas con terceros y seguir instrucciones en el proyecto Las Bambas 2015.
- Evaluar el nivel de conocimiento y su influencia en la capacidad del operador local para proponer nuevas formas de hacer el trabajo en el proyecto Las Bambas 2015.

1.4. Justificación

A menudo leemos convocatorias de requerimiento de personal en las distintas empresas mineras, esto debido a que el inicio de operación de nuevos proyectos mineros y/o ampliación de las principales minas del país implica la compra de mayor número de equipos y por lo tanto mayor requerimiento de personal.

Actualmente no existe una institución en la cual se pueda formar operadores con las competencias requeridas para iniciar su labor en minería, esto debido a que no se forman ni entrenan en las condiciones que la minería de hoy exige (Turnos de día y noche, trabajo en condiciones climáticas adversas, trabajo bajo presión, seguridad, competencias actitudinales).

Por lo tanto, ante el déficit de mano de obra calificada en el mercado nacional y los compromisos de contratación asumidos por la empresa, es indispensable elaborar una estrategia de formación enfocada en lograr productividad en los operadores locales sin experiencia, lo que contribuirá a cubrir la necesidad de mano de obra y mejorará la relación empresa comunidad.

1.5. Delimitación

a. Delimitación espacial

La presente investigación está enfocada al personal de las zonas de influencia directa del proyecto las Bambas, directamente al personal de los centros poblados de Fuerabamba y Huancuire.

b. Delimitación temporal

La investigación se desarrollará en el periodo 2015-2016, años en los que se inicia la operación y que nos permitirá medir el indicador de productividad.

c. Delimitación de contenido

El contenido de la investigación está delimitado por la interrelación entre las variables de estudio y todas las pruebas y análisis de datos que sean estrictamente necesarios para obtener los resultados esperados.



CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes

La productividad no es un término nuevo, hoy en día todas y cada una de las empresas están buscando día a día la oportunidad de ser más productivos y los medios de cómo lograrlo. La empresa Ferreyros a través de su “Manual de rendimiento Caterpillar, 2012, EEUU. Nos da las pautas para medir la productividad de un equipo y así mismo indica que el rendimiento de un equipo puede verse afectado por la altura, condiciones de trabajo, características del equipo y por la experiencia del operador. Sin embargo este último factor es muy determinante y no hay una metodología clara de medición puesto que podría ser solo una percepción, en el presente trabajo mediremos las competencias de un operador que puedan determinar la productividad del mismo y por lo tanto influenciar en el resultado en conjunto de todo un equipo de trabajo.

Bajo esa perspectiva nos ayudará en la evaluación lo publicado por Mauricio Lefcovich (2003) en su publicación de Kaizen y la curva de aprendizaje que nos permite dar una mirada distinta al proceso de aprendizaje, en este caso aplicaremos esa mirada desde la perspectiva de una mina y su importancia para los operadores de equipos mineros.

2.2. Marco referencial

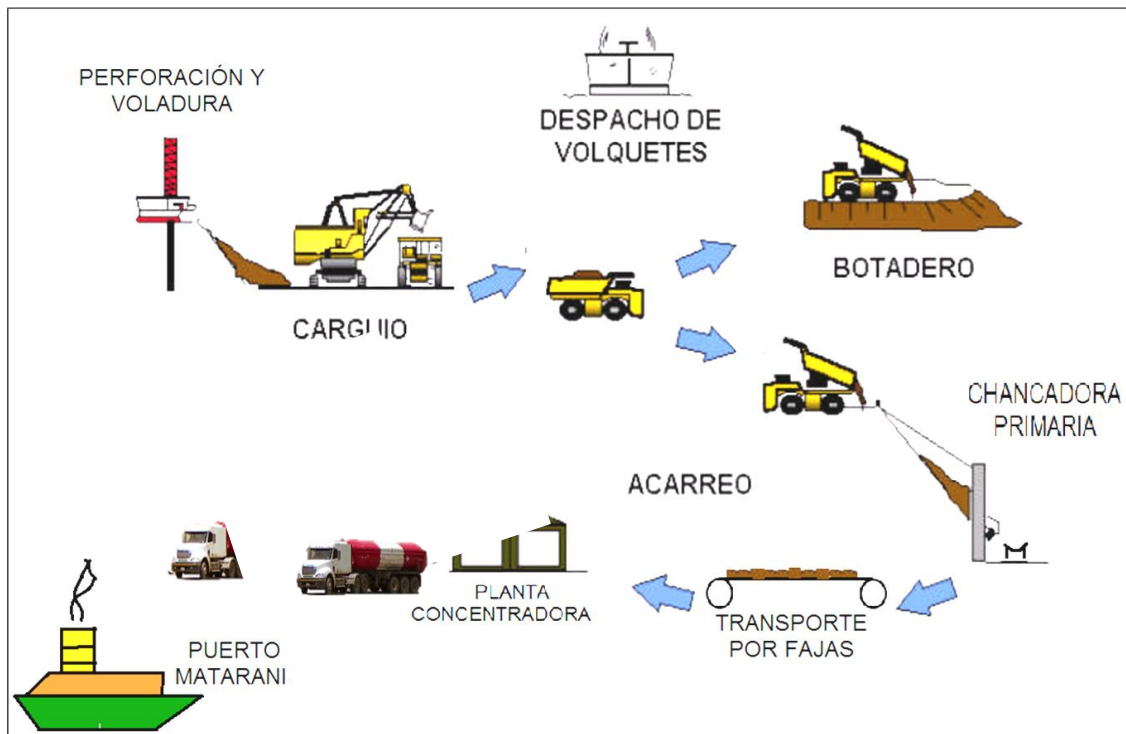
Una mina a tajo abierto es una excavación superficial, cuyo objetivo es la extracción de mineral. Para alcanzar este mineral, usualmente es necesario excavar grandes cantidades de roca estéril y su diseño depende de muchos factores como son: Reservas de mineral, geología del yacimiento, volumen de extracción, dimensiones de los equipos, etc.



2.2.1. Ciclo de la operación minera

El ciclo de la operación minera superficial está organizado de la siguiente manera:

Figura 1: Ciclo de la operación minera.



Fuente: Ciclo de la operación minera – Gerencia de operaciones mina Las Bambas.

La gerencia de Operaciones Mina es responsable hasta la descarga de material en el destino final (Botadero y/o Chancadora).

Perforación y Voladura: La perforación es la primera actividad del ciclo de la operación minera que tiene como finalidad realizar pozos sobre la superficie rocosa que posteriormente albergarán el explosivo.

Figura 2: Proceso de perforación



Fuente: Propia

Una vez que estos pozos han sido cargados con explosivos se procede a realizar la **Voladura**, que tiene como propósito fragmentar la roca a una granulometría deseada para proceder con el carguío.

Carguío:

Esta etapa consiste en cargar el material disparado desde el frente de carguío hacia los equipos de acarreo, para esto se utiliza las palas eléctricas, hidráulicas y cargador frontal (P&H 4100 XPC, CAT 6060, CAT 7495, Letorneau 2350)

Figura 3: Carguío de camiones.



Fuente: Propia

Acarreo: Esta actividad consiste en transportar materiales (Mineral y/o desmonte) desde los frentes de minado hacia un destino final (Chancadora y/o botaderos), los equipos usados para esta actividad son los camiones (Komatsu 930E-4SE y Caterpillar 797F).

Figura 4: Acarreo de material



Fuente: Propia.

2.2.2. Rendimiento de equipos

El término rendimiento refiere al resultado obtenido de equipo siendo aplicado en las condiciones para las cuales fue fabricado, cada fabricante establece el rendimiento máximo de un equipo de acuerdo a las condiciones del área de trabajo, por ejm: un tractor empujando realizando corte de material suelto tiene un rendimiento mucho mayor que cuando realiza la misma actividad en material insitu.

Cuando se planifican proyectos mecanizados, una cuestión extremadamente importante es cómo calcular la producción de las máquinas, el primer paso al estimar la producción es calcular un valor teórico, este valor se ajusta a las cifras reales obtenidas a partir de experiencias anteriores en operaciones, sobre la base de estas cifras (en particular las relativas a la eficiencia del trabajo), será posible determinar los valores adecuados para que el proyecto no sea pesimista ni excesivo.¹ (Komatsu, 2009)

Por lo tanto, primero es necesario comprender completamente los cálculos teóricos y ser capaz de obtener una cifra para la eficiencia de trabajo que es factible en ese sitio de trabajo.

A partir de esto es posible obtener una figura realista para el volumen de trabajo que se puede alcanzar.

Es habitual expresar la producción de máquinas de construcción en términos de producción por hora (m³ / h), esto se calcula básicamente a partir del volumen de transporte por ciclo y el número de ciclos.

En general la producción de un equipo se puede calcular usando la siguiente fórmula:

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{C_m} \times E$$

Formula N°01

¹ SPECIFICATIONS & APPLICATION HANDBOOK Edition 30, Diciembre 2009, Komatsu.



Dónde:

Q: Producción horaria (m^3 / h).

q: Producción (m^3 , yd^3) por ciclo, de suelo suelto y excavado (Esto se determina por la capacidad de la máquina.)

N: Numero de ciclos por hora ($\frac{60}{Cm}$).

Cm: Tiempo de ciclo en minutos.

E: Eficiencia de trabajo.²

En el presente estudio ahondaremos de acuerdo a nuestro objetivo en los siguientes equipos:

2.2.2.1. Rendimiento de un camión minero.

Para obtener el rendimiento óptimo de una flota de acarreo es indispensable que el número de camiones puedan cubrir la capacidad de carguío y viceversa, para obtener su rendimiento se utiliza la siguiente fórmula:

$$Cmt = n \times Cms + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2$$

(1) (2) (3) (4) (5)

Formula N°02

Donde:

1: Tiempo de carguío

2: Tiempo de acarreo (Cargado).

3: Tiempo de descarga

² Al planificar un proyecto, la productividad horaria de las máquinas necesarias en el proyecto es el estándar en condiciones ideales multiplicada por un cierto factor (eficiencia del trabajo). La eficiencia del trabajo depende de muchos factores como la topografía, la habilidad del operador, la selección y disposición de las máquinas. Tiempo de uso de una hora de la máquina se utiliza realmente. Es muy difícil estimar un valor para la eficiencia del trabajo debido a los muchos factores involucrados.



4: Tiempo de retorno (Vacío).

5: Tiempo de posicionamiento en el equipo de carguío.

Además:

n: Es el número de ciclos requeridos para que el equipo de carguío pueda llenar el camión. $n = \frac{C1}{(q1 \times K)}$

C1: Capacidad nominal del camión (m^3 , yd^3)

q1: Capacidad nominal del equipo de carguío (m^3 , yd^3)

K: Factor de llenado de la cuchara del equipo de carguío.

Cms: Tiempo de ciclo del equipo de carguío.

D: Distancia de acarreo del camión (m, yd).

V1: Velocidad promedio del camión cargado (m/min, yd/min).

V2: Velocidad promedio del camión vacío (m/min, yd/min).

t1: Tiempo de posicionamiento para la descarga más el tiempo de descarga,

t2: Tiempo necesario para el posicionamiento del camión más el tiempo hasta que el equipo de carguío dé el primer pase.

Como se puede observar en todo lo mencionado anteriormente, cada proceso en el ciclo de acarreo significa un tiempo, el mismo que para acercarse lo máximo posible al tiempo promedio esperado depende también del rendimiento del operador, cualquier demora ya sean en el posicionamiento para el carguío, acarreo y posicionamiento en la descarga generará un efecto positivo y/o negativo en el ciclo de acarreo que se verá reflejado en los resultados finales, cada segundo cuenta.



2.2.2.2. Rendimiento de un tractor de orugas.

La producción horaria de un tractor de orugas cuando se realizan trabajos de excavación o corte se puede obtener utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times e \times E$$

Formula N°03

Dónde:

Q: Producción horaria (m^3 / h , yd^3/h).

q: Producción por ciclo (m^3 , yd^3).

Cm: Tiempo de ciclo (min)

e: Factor de inclinación

E: Eficiencia de trabajo

Producción por ciclo (q):

Para las operaciones de explanación, la producción por ciclo se calcula teóricamente de la siguiente manera:

$$q = q1 \times a$$

q1: Capacidad de la hoja topadora (m^3 , yd^3).

a: Factor de llenado de la hoja topadora.

Al calcular la productividad estándar de un tractor de orugas, la cifra utilizada para el volumen de tierra transportada en cada ciclo se toma a partir de la capacidad de hoja topadora. De hecho la producción por ciclo difiere con el tipo de suelo, por lo que el factor de llenado de la hoja se utiliza para ajustar esta cifra. Ver la siguiente tabla:

Cuadro 1: Factor de llenado de la hoja.

Condiciones de corte y/o explanación		Factor de llenado de la hoja
Explanación fácil	Al realizar corte de suelo completamente aflojado. Con bajo contenido de agua, suelo arenoso no compactado, suelo en general, material apilado.	1.1 ~ 1.09
Explanación promedio	El suelo está suelto, pero imposible de empujar con la hoja llena de material. Suelo con grava, arena, roca triturada fina.	0.9 ~ 0.7
Explanación con relativa dificultad	Alto contenido de agua y arcilla pegajosa, arena con adoquines, arcilla seca dura y terreno natural.	0.7 ~ 0.6
Explanación dificultosa	Roca producto de voladura, o pedazos grandes de roca.	0.6 ~ 0.4

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar – 2012.

Tiempo de ciclo (Cm):

El tiempo necesario para que un tractor de orugas complete un ciclo (Empuje, retroceso y cambio de marcha) es calculado usando la siguiente fórmula:

$$Cm \text{ (min.)} = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

Formula N°04

Dónde:

D: Distancia de acarreo (m, yd).

F: Velocidad de empuje (m/min, yd/min).

R: Velocidad en reversa (m/min, yd/min).

Z: Tiempo requerido para el cambio de marcha (min).



De acuerdo a las recomendaciones del fabricante debemos tener en cuenta lo siguiente:

Velocidad de avance y velocidad de retroceso: Como una regla general, el rango de velocidad para la marcha hacia adelante debe estar entre 3 y 5 km/h, así mismo para la marcha en retroceso el rango es entre 5 y 7 km/h.

Cuadro 2: Tiempo requerido para el cambio de marcha

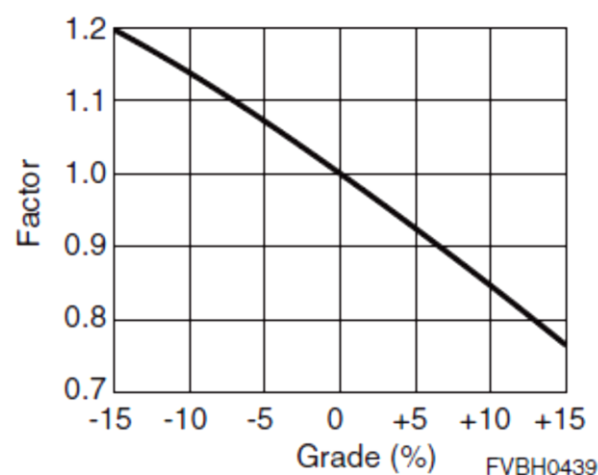
Tipo de cambio	Tiempo requerido para el cambio de marcha
Impulsión directa	0.10 min.
Torqflow (Torque converter type)	0.05 min.

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar.

Factor de inclinación:

La producción es afectada por el ángulo de inclinación del terreno cuando se empuja. El factor de inclinación puede ser seleccionado a partir de la siguiente tabla:

Cuadro 3: Factor de inclinación de la vertedera.



Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar.

Eficiencia de trabajo:

La tabla siguiente da eficiencia típica del trabajo como una guía aproximada. Para obtener la figura de producción real debe determinar el rendimiento según condiciones de funcionamiento reales y evaluar si el equipo es realmente utilizado durante la hora de trabajo.

Cuadro 4: Condiciones de operación.

Condiciones de operación	Eficiencia de trabajo
Bueno	0.83
Promedio	0.75
Bastante pobre	0.67
Pobre	0.58

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar.

Escarificado:

La producción usando el escarificador varía mucho de acuerdo a las condiciones tales como las propiedades de la roca, el método de operación y la habilidad del operador. Por lo tanto, es difícil de estimar.

2.2.2.3. Rendimiento de una motoniveladora.

La motoniveladora se utiliza para muchos propósitos tales como mantenimiento de vías, acabado final para movimiento de tierra proyectos, excavación de zanjas y corte de bancos. Por lo tanto, existen muchos métodos para expresar su capacidad operativa de los cuales nos centraremos básicamente en lo que refiere a corte, escarificado, conformación y nivelado de vías.

A diferencia de los equipos anteriormente mencionados, la productividad de la motoniveladora no se define por el volumen del material movido sino por el área cubierta para mantenimiento de vías en una fracción de tiempo. Se puede calcular de usando la siguiente fórmula:



$$Q_A = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E$$

Formula N°05

Dónde:

Q_A : Área de operación por hora (m^2/h).

V : Velocidad de trabajo (km/h).

L_e : Longitud efectiva de la hoja (m).

L_o : Ancho de superposición (m).

E : Eficiencia de trabajo.

El trabajo de una motoniveladora se realiza generalmente en tramos largos, por lo que el tiempo utilizado para el cambio de marchas puede ser ignorado, a diferencia de lo considerado con el tractor de orugas.

Velocidades de trabajo

La velocidad de trabajo promedio de una motoniveladora varía de acuerdo al trabajo realizado pues esto está directamente relacionado con el implemento utilizado y la técnica necesaria para lograr los resultados deseados.

Cuadro 5: Velocidad promedio de trabajo de Motoniveladora.

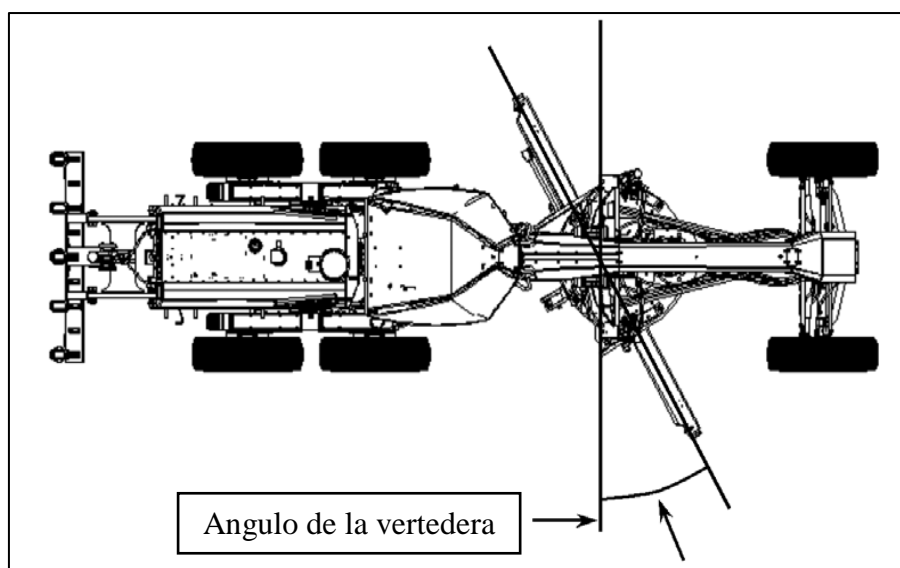
Trabajo	Velocidad promedio
Nivelación de acabado	0-4 km/h (0-2,5 mph)
Trabajo pesado con la hoja	0-9 km/h (0-6 mph)
Reparación de zanjas	0-5 km/h (0-3 mph)
Desgarramiento	0-5 km/h (0-3 mph)
Mantenimiento de carreteras	5-16 km/h (3-9,5 mph)

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar.



Longitud efectiva de la hoja:

Como la vertedera está normalmente formando un ángulo cuando se está moviendo material, debe calcularse la longitud efectiva de la hoja teniendo en cuenta este ángulo. El resultado es el ancho real de material barrido por la vertedera.

Figura 5: Posición de la hoja y ángulo de la vertedera

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar, Edición 42, 2012.

Cuadro 6: Longitud efectiva de la hoja de la Motoniveladora.

		Longitud efectiva de la hoja*							
		Vertedera							
		3,66 m (12')		4,27 m (14')		4,88 m (16')		7,32 m (24')	
Angulo°		m	pies	m	pies	m	pies	m	pies
	0°	3,66	12,00	4,27	14,00	4,88	16,00	7,32	24,00
	5°	3,64	11,95	4,25	13,95	4,86	15,94	7,29	23,91
	10°	3,60	11,82	4,20	13,79	4,80	15,76	7,21	23,64
	15°	3,53	11,59	4,12	13,52	4,71	15,45	7,07	23,18
	20°	3,44	11,28	4,01	13,16	4,58	15,04	6,87	22,55
	25°	3,32	10,88	3,87	12,69	4,42	14,50	6,63	21,75
	30°	3,17	10,39	3,69	12,12	4,22	13,86	6,33	20,78
	35°	3,00	9,83	3,50	11,47	4,00	13,11	5,99	19,66
	40°	2,80	9,19	3,27	10,72	3,74	12,26	5,61	18,39
45°	2,59	8,49	3,02	9,90	3,45	11,31	5,17	16,97	

* La longitud efectiva de la hoja es la cobertura de la hoja que se puede obtener cuando la hoja está a un ángulo determinado.

Fuente: Manual de rendimiento Caterpillar.

Ancho de superposición:

El ancho de superposición es generalmente 0,6 m (2,0'). Esta superposición es para mantener los neumáticos fuera de los camellones en la pasada de retorno.

Eficiencia del trabajo:

La eficiencia del trabajo varía según las condiciones del trabajo, la habilidad del operador, etc.

Una buena estimación de la eficiencia del trabajo es aproximadamente de 0,70 a 0,85, pero habrá que tener en cuenta las condiciones reales de operación para determinar el valor más apropiado.

El mantenimiento del camino de acarreo tiene un impacto directo en el tiempo de ciclo, en los neumáticos, en los componentes del bastidor y el tren de rodaje, en la seguridad y, finalmente, en el costo por tonelada.



Para lograr la óptima productividad del camión, los caminos de acarreo se deben mantener correctamente.

2.3. Definición de términos

Rendimiento

Refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conocen como rendimiento.

Eficiencia

Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

La eficiencia analiza el volumen de recursos gastados para alcanzar las metas. Una actividad eficiente hace un uso óptimo de los recursos y, por tanto, tiene el menor costo posible.

Mientras que el indicador de eficacia es usualmente una tasa porcentual, en el análisis de eficiencia se utilizan indicadores de costo-beneficio o de costo-eficiencia.

El análisis de la eficiencia es utilizado para comparar entre diferentes alternativas de acciones de formación y se puede realizar ex ante o ex post. En general, siempre que se deban revisar opciones de inversión para emprender acciones o reorientarlas, la búsqueda de un costo eficiente es requerida y este tipo de análisis la facilita.

Ejemplo: analizar la opción más eficiente, entre dos, para desarrollar un programa de formación en una comunidad rural apartada. Una, es la de construir un centro de formación, dotar sus instalaciones, contratar y formar personal; la otra, consiste en utilizar unidades móviles con un “centro itinerante” y equipos fácilmente transportables. Es un típico caso en el que, mediante el cálculo de los costos, se



puede hacer una evaluación ex ante de las alternativas e implementar la que se muestre más eficiente.

Para evaluar la eficiencia existen dos tipos de análisis: el costo-beneficio y el costo-efectividad.

Análisis costo-beneficio: se expresa como una relación entre los beneficios obtenidos y los costos incurridos y utiliza como unidad de medida el dinero. En general, en este tipo de análisis se busca una relación beneficio-coste mayor a uno, justamente cuando los beneficios son mayores que los costos.

Dentro del análisis costo-beneficio se utiliza el indicador conocido como: Retorno de la Inversión (ROI) para medir el rendimiento de las inversiones que realizan las empresas en capacitación.

Dentro de los costos se incluyen: pagos a los docentes, salario de los trabajadores separados de sus funciones mientras atendían el curso, el costo de utilizar las instalaciones y el de los demás insumos identificados. Como beneficios se toman la disminución de accidentes laborales, la reducción de productos imperfectos, la disminución de accidentes laborales, la mejora en productividad.

Los beneficios y los costos son traducidos a un valor monetario por los interesados en su medición. Normalmente es fácil calcular estos valores, pero en algunos casos se requiere acuerdo, por ejemplo, sobre cómo medir la variación en la productividad y sobre qué base valorarla.

Una vez sumados los valores de beneficios y costos se puede optar por compararlos directamente o por calcular su valor presente neto si el tiempo de análisis lo amerita.

Actitud personal

Es la forma de actuar de una persona, el comportamiento que emplea un individuo para hacer las cosas. En este sentido, se puede decir que es su forma de ser o el comportamiento de actuar, también puede considerarse como cierta forma de motivación social de carácter, por tanto, secundario, frente a la motivación



biológica, de tipo primario que impulsa y orienta la acción hacia determinados objetivos y metas.

Rodríguez³ distingue tres componentes de las actitudes:

Componente cognitivo: para que exista una actitud, es necesario que exista también una representación cognoscitiva de objeto. Está formada por las percepciones y creencias hacia un objeto, así como por la información que tenemos sobre un objeto. En este caso se habla de modelos actitudinales de expectativa por valor, sobre todo en referencia a los estudios de Fishbein y Ajzen. Los objetos no conocidos o sobre los que no se posee información no pueden generar actitudes. La representación cognoscitiva puede ser vaga o errónea, en el primer caso el afecto relacionado con el objeto tenderá a ser poco intenso; cuando sea errónea no afectará para nada a la intensidad del afecto.

Componente afectivo: es el sentimiento en favor o en contra de un objeto social. Es el componente más característico de las actitudes. Aquí radica la diferencia principal con las creencias y las opiniones - que se caracterizan por su componente cognoscitivo -.

Componente conductual: es la tendencia a reaccionar hacia los objetos de una determinada manera. Es el componente activo de la actitud.

Estrategias de formación

Una estrategia es un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que se llevan a cabo para lograr un determinado fin o misión. Proviene del idioma griego stratos, «ejército», y agein, «conducir», «guiar».

Operador

Técnico encargado de manejar y hacer que funcionen ciertos equipos.

Hoja Topadora

³ Rodríguez, A. (1991). Psicología Social. México: Trillas. ISBN



La hoja topadora es el elemento de corte y empuje de un tractor, están diseñadas para corte, empuje, nivelación y acabado difícil en tierra y grava. Con sus capacidades en 6 direcciones, las hojas topadoras se adaptan mejor para el trabajo de acabado en pendiente en aplicaciones de construcción.

Mina

Es el conjunto de labores necesarias para explotar un yacimiento y, en algunos casos, las plantas necesarias para el tratamiento del mineral extraído. Las minas también reciben el nombre de explotaciones mineras, o, simplemente, explotaciones.

Adaptabilidad

Capacidad de acomodarse o ajustarse una cosa a otra.

Criterio

Capacidad o facultad que se tiene para comprender algo o formar una opinión, juicio para discernir, clasificar o relacionar una cosa conocer la verdad o la falsedad de una cosa.

Proactividad

Es una actitud en la que el sujeto u organización asume el pleno control de su conducta de modo activo, lo que implica la toma de iniciativa en el desarrollo de acciones creativas y audaces para generar mejoras, haciendo prevalecer la libertad de elección sobre las circunstancias del contexto. La proactividad no significa sólo tomar la iniciativa, sino asumir la responsabilidad de hacer que las cosas sucedan; decidir en cada momento lo que queremos hacer y cómo lo vamos a hacer.

Metodología

Metodología es un vocablo generado a partir de tres palabras de origen griego: meta (“más allá”), odòs (“camino”) y logos (“estudio”). El concepto hace referencia al plan de investigación que permite cumplir ciertos objetivos en el marco de una ciencia.



Evaluación

La evaluación es la determinación sistemática del mérito, el valor y el significado de algo o alguien en función de unos criterios respecto a un conjunto de normas. La evaluación a menudo se usa para caracterizar y evaluar temas de interés en una amplia gama de las empresas humanas, incluyendo las artes, la educación, la justicia, la salud, las fundaciones y organizaciones sin fines de lucro, los gobiernos y otros servicios humanos.

Error operacional

Acciones u omisiones no intencionales del personal operativo (pilotos, controladores de tránsito aéreo, personal de mantenimiento o personal de operaciones de aeródromo) conducentes a desviaciones respecto de las intenciones o expectativas del personal operativo o de la organización, que pueden afectar los márgenes de seguridad operacional.

Psicología social

La psicología social es el estudio científico de cómo los pensamientos, sentimientos y comportamientos de las personas son influidos por la presencia real, imaginada o implícita de otras personas.

La Psicología Social es definida también como la ciencia que estudia los fenómenos sociales e intenta descubrir las leyes por las que se rige la convivencia. Investiga las organizaciones sociales y trata de establecer los patrones de comportamientos de los individuos en los grupos, los roles que desempeñan y todas las situaciones que influyen en su conducta. Todo grupo social adopta una forma de organización dictaminada por la misma sociedad con el fin de resolver más eficazmente los problemas de la subsistencia.

Cultura

Es una especie de tejido social que abarca las distintas formas y expresiones de una sociedad determinada. Por lo tanto, las costumbres, las prácticas, las maneras de



ser, los rituales, los tipos de vestimenta y las normas de comportamiento son aspectos incluidos en la cultura.

Para la UNESCO, la cultura permite al ser humano la capacidad de reflexión sobre sí mismo: a través de ella, el hombre discierne valores y busca nuevas significaciones.

Cultura de seguridad

La cultura de seguridad es un término que abarca las actitudes y valores de las personas y de la empresa en los aspectos relativos a la seguridad, tanto en su forma de entenderla como en su comportamiento diario.

Las empresas mineras de hoy en día realizan actividades que buscan reforzar la cultura de seguridad de sus empleados. De esta forma se educa y concientiza a las personas para conseguir un mejor desarrollo de las actividades y una disminución de accidentes potenciales y problemas, tanto dentro del espacio de trabajo, como en los productos y servicios ofrecidos por la empresa.

Entre las ventajas que ofrece tener una cultura de seguridad fuertemente implantada, está no solo la reducción de accidentes, sino también un aumento de la eficiencia y de la competitividad de la empresa. La cultura de seguridad debe formarse en el personal en formación de tal forma que la pueda hacer parte de su quehacer diario durante la jornada de trabajo.

Plan estratégico

El plan estratégico es un programa de actuación que consiste en aclarar lo que pretendemos conseguir y cómo nos proponemos conseguirlo. Esta programación se plasma en un documento de consenso donde concretamos las grandes decisiones que van a orientar nuestra marcha hacia la gestión excelente.

Gestión de personal

Es el arte de preveer, planear, dirigir y controlar el desarrollo de un proceso, el proceso de capacitación va de la mano con la orientación de la compañía pues es el que garantiza el éxito del cambio.



Para tal fin es necesario realizarse algunas preguntas como por ejm:

¿Cómo será el sector minero en 5, 10 y 15 años?

¿Qué nuevas competencias debemos adquirir?

¿En qué debemos ser pioneros?

La respuesta a cada una de estas preguntas debe aclarar la visión de la compañía y definir los objetivos de capacitación del personal a través de planes Específicos, medibles, alcanzables, retadores y enmarcados en un tiempo (Metodología SMART).

Trabajo en equipo

Consiste en el desarrollo de tareas en forma colectiva, basándose en funciones de comunicación, liderazgo y reflexión grupal. En el trabajo en equipo juega un rol importante el liderazgo y el establecimiento de roles.



CAPÍTULO III

Diseño metodológico

3.1. Definición de Variables

a) Variable Independiente

Estrategias de formación, es la variable que manipularemos y que nos permitirá evaluar si el resultado es el esperado.

b) Variable dependiente

La variable que nos mostrará el resultado del estudio es la productividad de los operadores.

3.2. Operacionalización de variables

Cuadro 7: Variables y definición operacional.

VARIABLES	INDICADORES	INDICES
1. Estrategias de Formación	1.1. Habilidad práctica.	1.1.1. N° de errores operativos
	1.2. Adaptabilidad de personal local.	1.2.1. Porcentaje de ausencias
	1.3. Metodologías de enseñanza.	1.3.1. Porcentaje de logro alcanzado
	1.4. Nivel de conocimiento.	1.4.1. Eficiencia
2. Productividad de operadores	2.1. Tiempo de conclusión de tareas.	2.1.1. Rendimiento
	2.2. Capacidad de los operadores para aprender conceptos nuevos.	2.2.1. Adaptabilidad
	2.3. Coordinaciones de tareas con terceros.	2.3.1. Comunicación
	2.4. Identificación y proposición de nuevas formas de hacer el trabajo.	2.4.1. Proactividad
	2.5. Atención y seguimiento de instrucciones.	2.5.1. Criterio

Fuente: Elaboración propia



3.3. Hipótesis de la investigación

3.3.1. Hipótesis general

Si aplicamos la estrategia de formación adecuada, entonces el operador local alcanzará la productividad que requiere el proyecto Las Bambas 2015.

3.3.2. Hipótesis específicas

- Si el operador mejora sus habilidades prácticas, entonces mejorará el tiempo de conclusión de sus tareas en el proyecto Las Bambas 2015.
- El desarrollo de un programa de adaptabilidad incrementará la capacidad de los operadores locales para aprender conceptos nuevos en el proyecto Las Bambas 2015.
- La implementación de metodologías de enseñanza lograrán que el operador local pueda coordinar sus tareas con terceros y seguir instrucciones de trabajo en el proyecto Las Bambas 2015.
- El nivel de conocimiento influenciará en la capacidad del operador local para proponer nuevas formas de hacer el trabajo en el proyecto Las Bambas 2015.

3.4. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es descriptivo aplicativo explicativo.

3.5. Población y muestra

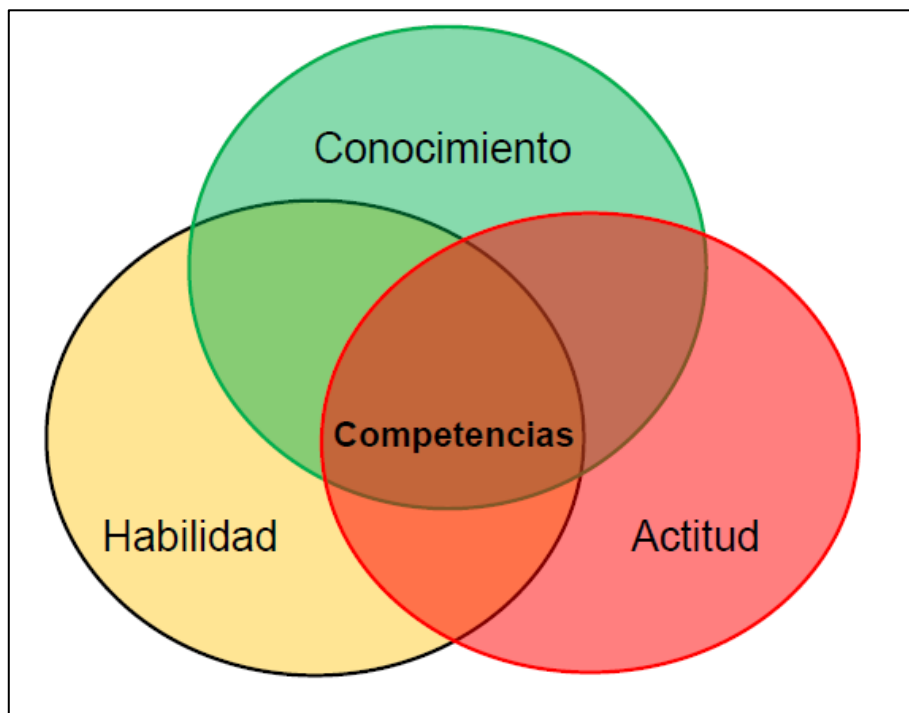
El estudio aplica a todo el personal de la comunidad de Fuerabamba y Huancuire con el perfil requerido para ingresar a capacitarse a mina, del total de personal con el perfil, se ha determinado que el total de la muestra es 10 (Total de operadores involucrados en el primer proceso de formación).



3.6. Procedimiento de la investigación

El proceso de formación de los operadores se inicia mucho antes de que el operador ingrese a laborar por primera vez, se comienza con un programa de atracción de personal y promoción de alternativas de formación, posteriormente el candidato pasa una serie de pruebas para ser considerado apto, pruebas que detallamos a continuación.

Figura 6: Estructura de desarrollo de competencias.



Fuente: Kemp, Jerrold E(1982). Planeamiento Didáctico.

3.6.1. FERIA LABORAL

La feria laboral viene a ser la parte final de todo un programa de información desarrollado por el área de Relaciones Comunitarias (RRCC) en el cual intervienen todas las gerencias de Las Bambas (LB), tiene como objetivo final que cada gerencia informe acerca de los beneficios y oportunidades que podría tener una persona al ser entrenada en su área.

La Gerencia de Operaciones Mina por su parte esta netamente enfocada en la formación de técnicos de operación de los siguientes equipos:

- Operador para tractores sobre orugas.
- Operadores tractores sobre ruedas.
- Operador de cargadores frontales.
- Operador de motoniveladora.
- Operador de excavadora.
- Operador de retroexcavadora.
- Operador de camión komatsu 930 – E
- Personal para operación de perforadora primaria y de precorte.
- Personal para trabajos auxiliares en piso.

Los requisitos para postular a una posición de entrenamiento en la GOM son:

- 1.- Estar predispuesto al cambio.
- 2.- Ganas de aprender.
- 3.- Responsable en sus compromisos.
- 4.- Actitud positiva para alcanzar un objetivo (si se puede).
- 5.- Pasión por el trabajo.



Considerando que la mejor forma de atraer la atención de las personas a capacitar es que puedan observar a través de medios audiovisuales una operación minera, el material a difundir debe contener videos de todo el ciclo de una operación minera, de tal forma que se pueda explicar durante la presentación del mismo la importancia que tiene cada equipo en lograr que el ciclo se cumpla de forma segura, por ejm: “Si bien es cierto que la pala hidráulica carga camiones y estos transportan el material, nada de esto podría hacerse si no tenemos un equipo de limpieza atendiendo los pisos de palas y manteniendo las vías en buenas condiciones para el acarreo”.

En esta etapa suele pasar que muchas personas naturalmente ajenas a la operación de un equipo cuestionen sus capacidades y habilidades para lograr cumplir con el propósito del entrenamiento. Para evitar que esto suceda es indispensable tener información audiovisual de casos similares en otras operaciones mineras en las que personas de la zona de influencia lograron operar equipos de gran minería con los resultados esperados, el objetivo final es lograr que el personal calificado por la comunidad asuma la responsabilidad de entrenarse en un equipo, lo mismo que contribuye a que la empresa cumpla con el compromiso social.

3.6.2. Selección de personal – perfil del operador

Un proceso de selección regular considera que una vez se han reclutados una serie de candidatos, se pasa la selección del mejor. La selección busca solucionar dos problemas fundamentales.

- Eficiencia del hombre en el cargo.
- Adecuación del hombre al cargo.

Es necesaria la selección para poder determinar de forma adecuada entre una enorme gama de diferencias individuales, tanto físicas (estatura, peso, sexo, fuerza, agudeza visual y auditiva, resistencia a la fatiga, etc.) como de



comportamiento y de allí determinar aquella que puede ocupar mejor la posición vacante.

Entrevista

Es una conversación formal y profunda que conduce a evaluar la idoneidad del solicitante para el puesto. Permite la comunicación en dos sentidos: los entrevistadores obtienen información sobre el solicitante y el solicitante la obtiene sobre la organización.

Es importante aclarar que se debe hacer dos entrevistas. Una dirigida por el departamento de recursos humanos y la otra por el futuro supervisor. Esto se debe a que el papel del departamento de personal consiste en enviar al supervisor dos o tres candidatos que hayan obtenido alta puntuación y el supervisor es la persona más idónea para evaluar las habilidades y conocimiento técnicos del solicitante.

Propósitos de la entrevista

Conocer personalmente al individuo

Nos sirven para formular juicios sobre el entusiasmo e inteligencia del candidato

Tipos de entrevistas

No dirigida o no estructurada, el entrevistador sigue puntos de interés conforme vayan surgiendo en respuesta a sus preguntas. No tiene preguntas planeadas. Es muy útil cuando se trata de ayudar al entrevistado en un problema personal o cuando se le explica porque no se lo contratará.

Dirigida o estructurada, Sigue una secuencia fija de preguntas (formulario) a todos los solicitantes. Es muy utilizada para obtener resultados con validez especialmente en números grandes de solicitantes

Panel de entrevistas, Grupo de entrevistadores hace preguntas al aspirante, en un método similar al de una conferencia de prensa.



De estrés o provocación de tensión, Se incomoda al aspirante mediante una serie de preguntas difíciles y rápidas. Es muy útil para candidatos a puestos con alto nivel de tensión.

Errores comunes en las entrevistas

Juicios instantáneos, mala impresión en los primeros minutos de la entrevista.

El no conocer el puesto, No tiene ni la descripción de puesto a la mano.

La presión para contratar

El orden de los candidatos, se evalúa a uno o más candidatos muy buenos o muy malos, justo antes de la entrevista en cuestión.

El efecto de los factores no verbales (gestos), más énfasis en cómo dice las cosas el candidato.

Insinuar la respuesta deseada.

La entrevista eficaz encierra los siguientes elementos

Planificación de la entrevista, esto involucra en el caso de utilizar entrevistas estructuradas la planificación de las preguntas y la búsqueda del salón silencioso y aislado del resto del personal para la realización de la entrevista.

Establecimiento de la familiaridad, el entrevistador tiene la obligación de representar a su organización y dejar una imagen agradable y amistosa a los entrevistados sean éstos contratados o no. Para lograr un buen ambiente, se recomienda convidar una taza de café, hacer a un lado papeles ajenos a la entrevista es importante y evitar interrupciones telefónicas

Organización y control de la entrevista, se establece una comunicación en dos sentidos y no se debe tomar mucho tiempo escribiendo las respuestas que da el entrevistado. Para ese fin, debe sólo escribir una palabra clave y

ubicar el pad de notas de forma tal que el entrevistado no pueda observar que fue lo que se escribió.

Si hubo alguna respuesta donde se cree que el entrevistado exageró o mintió, es necesario reformular la pregunta varias veces y cada vez pedir más detalles al respecto. Si es una respuesta que involucra alguna mentira, en los detalles se descubrirá. Esta acción tiene el nombre de técnica de sondeo y de escucha y las preguntas deben comenzar con Cómo, Por qué, Quién, Cuándo, Cuál, Deme un ejemplo.

Cierre de entrevista, cuando el entrevistador considere que todas sus preguntas han sido respondida o que el tiempo planeado expiró, es hora de finalizar la entrevista. Puede preguntarse al candidato ¿Tiene alguna pregunta final? o hacer un gesto que indique que está terminando la sesión.

Revise la entrevista, Inmediatamente después de que concluya la evaluación, el entrevistador debe registrar las respuestas específicas y sus impresiones generales sobre el candidato en un formulario. Esto debe ser realizado antes de iniciar la próxima entrevista, ya que si lo deja todo para hacerlo de último puede que se olvide de aspectos importantes o peor aún mezcle los resultados.

Toda persona independientemente de la posición a la que aspire ingresar para su entrenamiento, debe pasar la entrevista de trabajo con operaciones mina con la finalidad de definir la actitud de la persona con respecto al entrenamiento que será lo que definirá finalmente la conclusión del mismo.

El único requisito exigido por operaciones mina es que la persona que ya pasó el filtro de Recursos Humanos (RRHH) este comprometida con el entrenamiento.

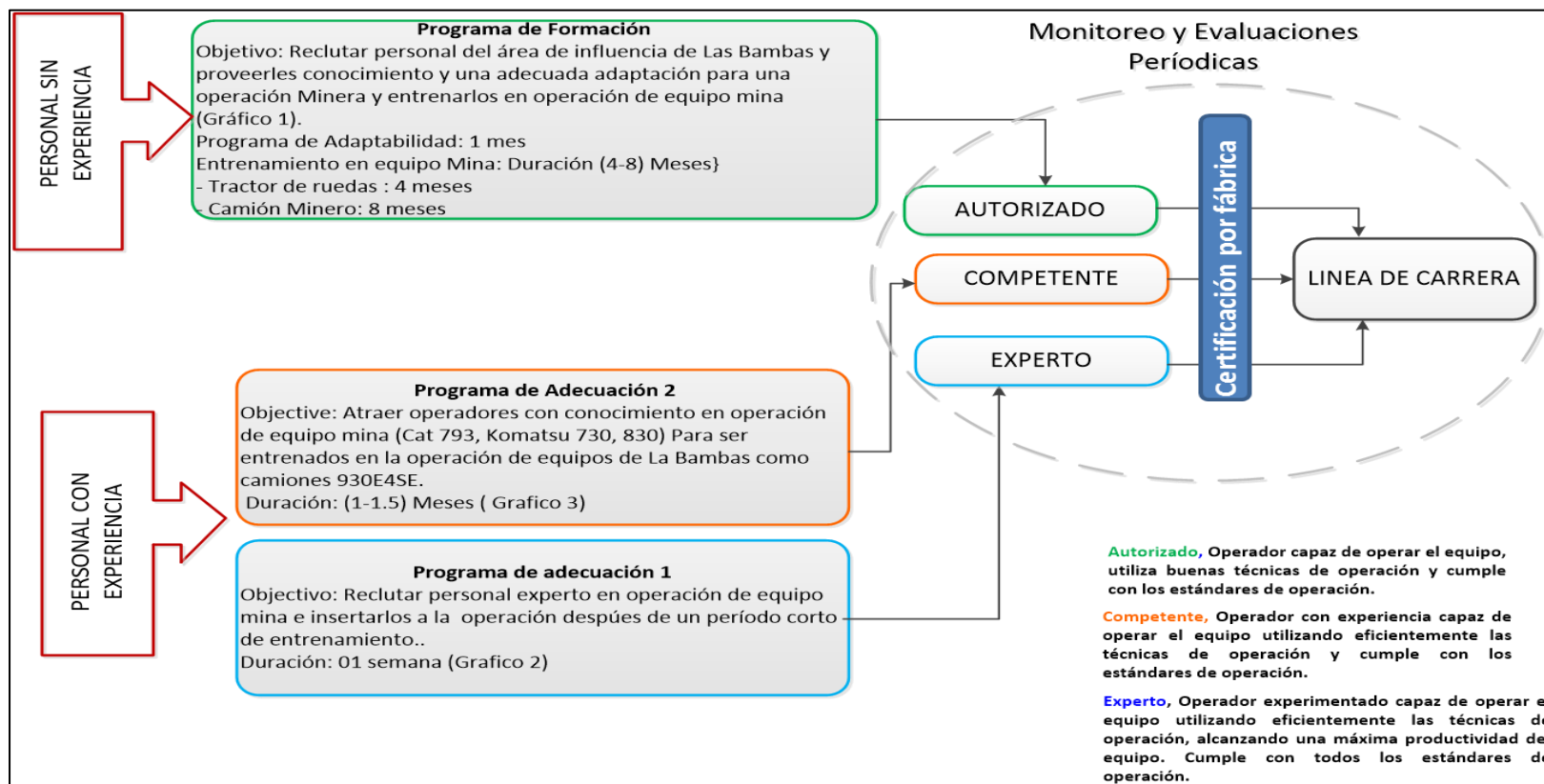
3.6.3. Organigrama de capacitación.

La capacitación está estructurada de la siguiente manera:

Capacitación del personal nuevo.



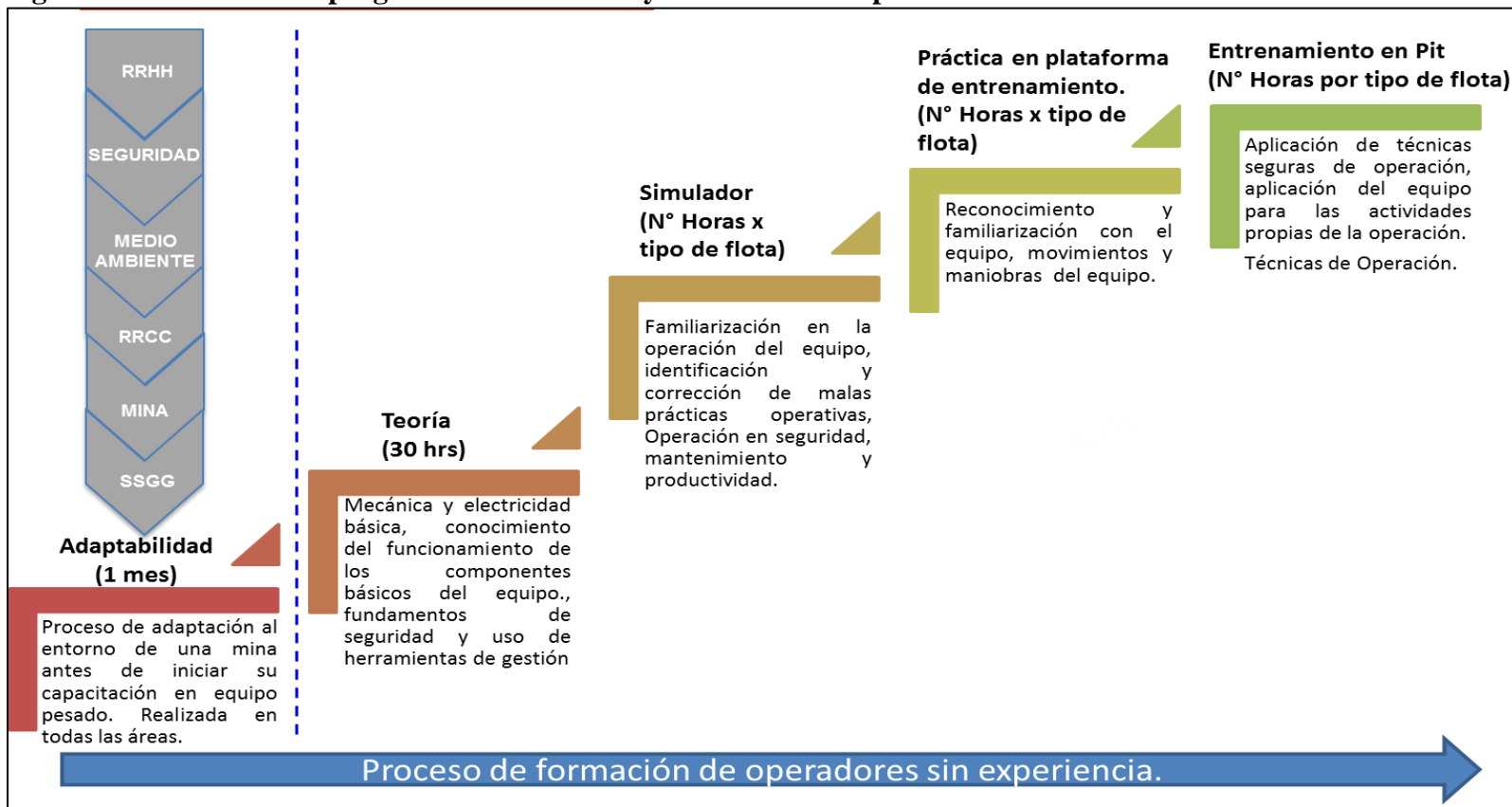
Figura 7: Estructura del programa de formación y adecuación de operadores.



Fuente: Norma operativa Formación de personal – Gerencia mina.

El presente estudio solo se enfocará en el desarrollo del programa de formación, por lo tanto la estructura general del programa de formación está formada de la siguiente manera.

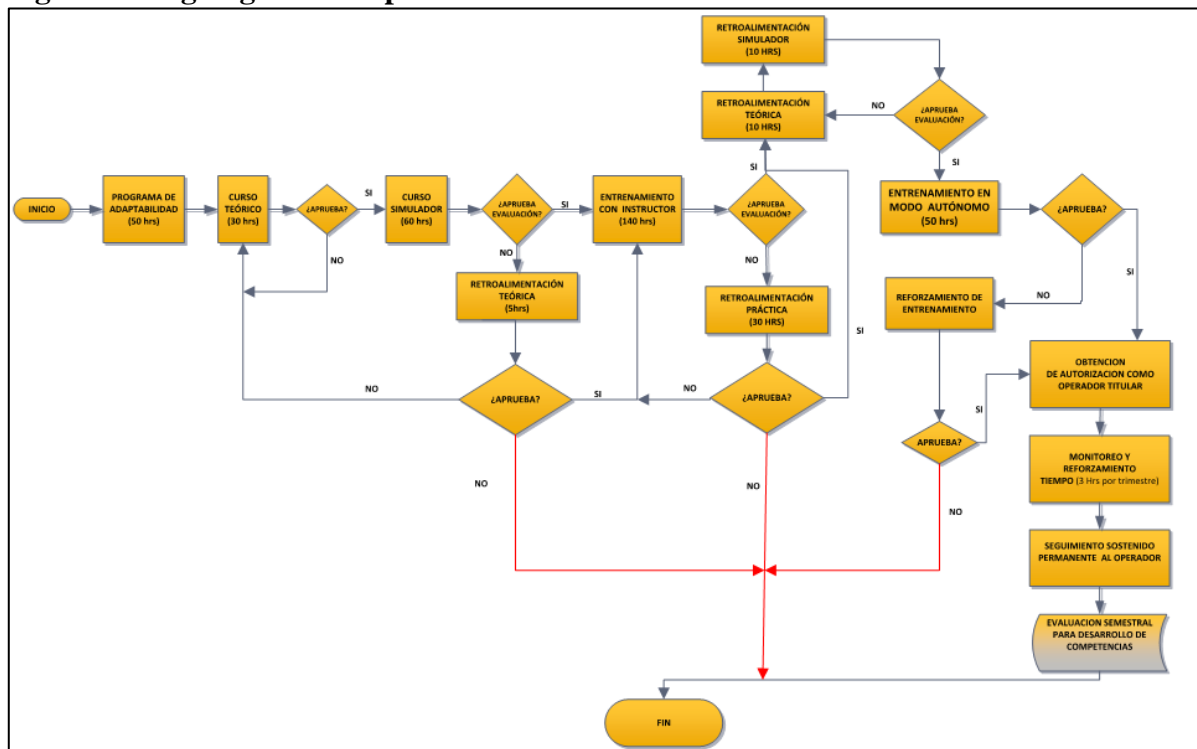
Figura 8: Estructura del programa de formación y adecuación de operadores.



Fuente: Norma operativa Formación de personal – Gerencia mina.

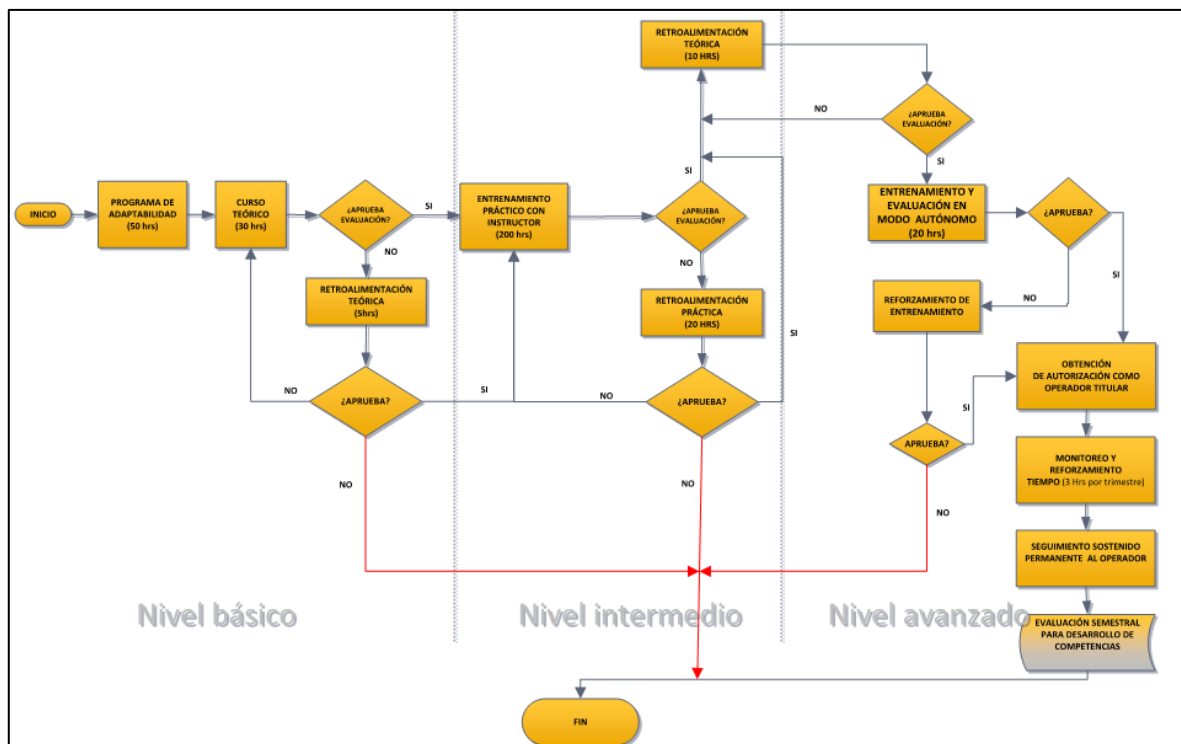
De acuerdo al equipo a capacitar, la Norma Operativa de Capacitación de personal establece un número definido de horas en cada módulo de formación, se detalla a continuación la duración de la formación de los equipos para los cuales tiene alcance el siguiente estudio.

Figura 9: Organigrama del proceso de formación de motoniveladora.



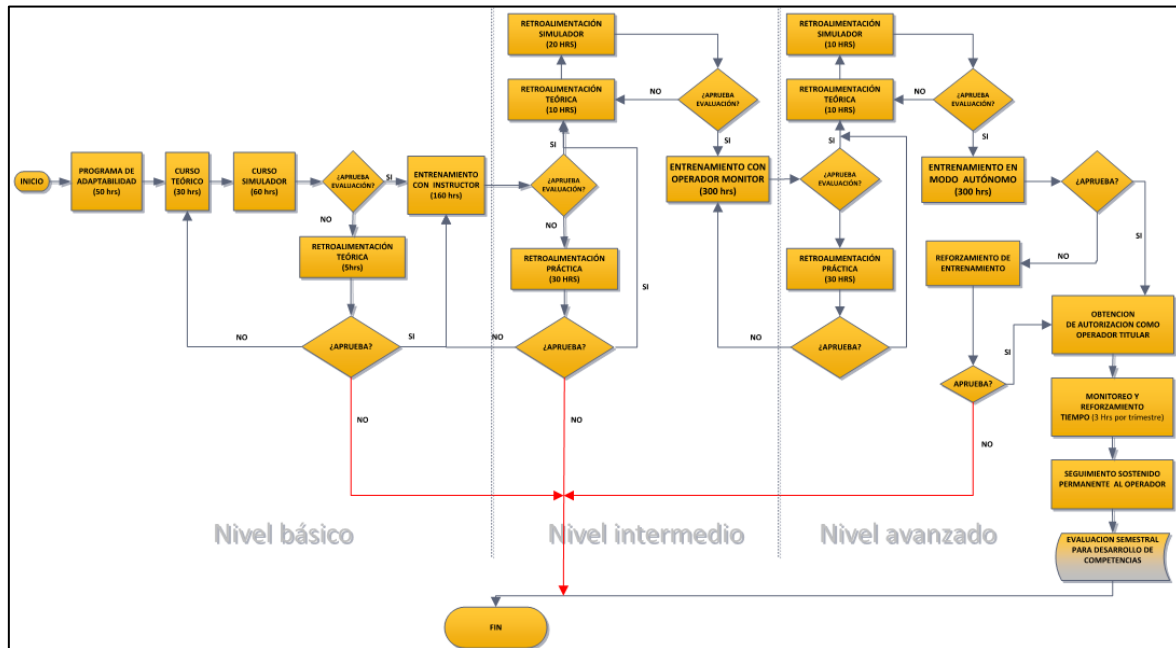
Fuente: Fuente: Norma operativa Formación de personal – Gerencia mina.

Figura 10: Organigrama del proceso de formación de tractor de orugas



Fuente: Norma operativa Formación de personal – Gerencia mina.

Figura 11: Organigrama del proceso de formación de camión minero.



Fuente: Norma operativa Formación de personal – Gerencia mina.

3.6.4. Etapas la capacitación

La capacitación de los operadores nuevos se programa de acuerdo a los tiempos establecidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 8: Horas de programación para los procesos de formación de operadores.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN EQUIPOS DE LAS BAMBAS (Dirigido a operadores sin experiencia)										
FLOTA	PERFORACION	ACARREO	AUXILIAR				SOPORTE			
MODULO / equipo	Perforadora Pre Split DR560	Cisterna HD1500 / Camión 930E 4SE	Tractor de Orugas D475A	Tractor de Ruedas 844H	Motoniveladora 24M	Rodillo CS56	Excavadora 390DL	Martillo Hidráulico 374DL	Manipulador de Cable 834H	CF 988 / 992
Conocimientos Teóricos	48	30	30	30	20	20	30	30	30	40
Simulador	x	60	30	x	30	x	30	30	x	30
Práctica en Plataforma de Entrenamiento	x	40	x	x	x	x	x	x	x	x
Entrenamiento en el Pit	288	260	280	220	200	80	300	260	170	200
TOTAL HORAS	336	390	340	250	250	100	360	320	200	270

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015



1.1.4.1. Capacitación teórica

Tiene una duración de 30 horas, se consideran los siguientes tópicos:

- a) Estudio de todos los procedimientos asociados a la operación del equipo en el cual será capacitado.
- b) Teoría de la operación del equipo y su implicancia dentro de la cadena de valor del negocio minero.
- c) Teoría de cómo es el funcionamiento mecánico del equipo, esto tiene relación con sistema hidráulico, sistema motriz, sistema de frenos, sistema eléctrico, etc.

1.1.4.2. Capacitación en simulador

La capacitación en simulador tiene una duración de 60 horas y está orientado a reforzar la capacitación teórica e iniciar la formación práctica y de procedimientos.

Cuadro 9: Operación de la máquina en simulador.

MÓDULOS	ESCENARIOS	OBJETIVO DE LOS ECENARIOS	TIEMPO
I. Operación de Máquina	000 Aclimatación	Aclimatación del simulador por primera vez para evitar mareos en un escenario delimitado.	15:00
	101 Familiarización de Camión	Familiarización y aclimatación en la conducción del camión por primera vez en escenario delimitado.	



	102 Operaciones Básicas	Familiarizarse con las operaciones básicas, realizar movimientos y simulación de diferentes tareas con el camión en vacío en diferentes rutas en vías cortas.	
	103 Estacionamiento en Taller	Conocer las referencias del tamaño del equipo y en el dominio de espacios cortos para estacionarse en el taller.	
	104 Estacionamiento en Parqueo	Conocer las referencias del tamaño del equipo y el dominio de estacionamiento entre equipos estacionados en la zona de parqueo.	
	105 Carga y Descarga	Conocer con los puntos de referencia y ángulos de posicionamiento para ingresar al equipo de carguío y en el posicionamiento en la zona de descarga.	
	106 Evaluación Operación del Camión	Evaluación final para determinar su habilidad, criterio y destreza alcanzada para operar el equipo de forma eficiente.	

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015

Cuadro 10: Mantenimiento del equipo en simulador.

MÓDULOS	ESCENARIOS	OBJETIVO DE LOS ECENARIOS	TIEMPO
II. Mantenimiento	107 Categoría de advertencias	Conocer los riesgos, familiarizarse y practicar las acciones correctas que debe realizar ante cada una de las advertencias del equipo, para tener presente durante la operación.	15:00
	108 Obstáculos	Desarrollar criterio y habilidades correctas ante los diferentes obstáculos que se presente durante la operación del equipo.	
	109 Evaluación de mantenimiento	Evaluación final para determinar su nivel de habilidad, criterio y destreza alcanzada ante las advertencias y obstáculos, operando el equipo de forma eficiente y segura.	

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015



Cuadro 11: Seguridad en la operación en simulador.

MÓDULOS	ESCENARIOS	OBJETIVO DE LOS ECENARIOS	TIEMPO
III. Seguridad	110 Eventos de Emergencia	Conocer y desarrollar criterio y habilidades correctas ante los diferentes eventos de emergencia que se presente en diferentes condiciones de trabajo durante la operación del equipo.	15:00
	111 Condiciones Climáticas	Conocer y familiarización en la operación y dominio del equipo bajo diferentes condiciones de climas y terrenos.	
	112 Abastecimiento de combustible	Conocer los riesgos y familiarizarse en la práctica de estacionamiento para el abastecimiento de combustible	
	113 Conducción Nocturna	Conocer los riesgos y familiarizarse en la operación del equipo bajo diferentes condiciones de trabajo en turno nocturno.	
	114 Conducción en Rampa Resbalosa	Conocer los riesgos, desarrollar criterio y habilidades correctas ante las diferentes condiciones de las vías.	
	115 Evaluación de Seguridad	Evaluación final para determinar su habilidad, criterio y destreza alcanzada para operar el equipo bajo diferentes condiciones en forma segura.	

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015



Cuadro 12: Producción en el simulador.

MÓDULOS	ESCENARIOS	OBJETIVO DE LOS ECENARIOS	TIEMPO
IV. Producción	116 Posicionamiento para el Carguío	Conocer con los puntos de referencia, ángulos de posicionamiento y utilizar tiempo óptimo para ingresar en forma adecuada al equipo de carguío.	13:00
	117 Posicionamiento Carga Nocturna	Conocer los riesgos asociados en turno nocturno, los puntos de referencia, ángulos de posicionamiento y utilizar tiempo óptimo para ingresar en forma adecuada al equipo de carguío.	
	118 Posicionamiento para la Descarga	Conocer y familiarizarse con los puntos de referencia y ángulos de posicionamiento y utilizar tiempo óptimo para ingresar en forma adecuada a la zona de descarga.	
	119 Descarga Simultanea en Botadero	Conocer y familiarizarse con los puntos de referencia y ángulos de posicionamiento y utilizar tiempo óptimo para ingresar en forma adecuada al botadero.	
	120 Descarga en Chancadora	Conocer y familiarizarse con los puntos de referencia y ángulos de posicionamiento y utilizar tiempo óptimo para ingresar en forma adecuada a la chancadora.	
	121 Descarga en Chancadora	Evaluación final para determinar su habilidad, criterio y destreza alcanzada para operar el equipo bajo diferentes condiciones de trabajo en forma eficiente y productiva.	

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015

Cuadro 13: Evaluación Final.

MÓDULOS	ESCENARIOS	OBJETIVO DE LOS ECENARIOS	TIEMPO
V. Final	122 Evaluación Final	Medir su nivel de habilidad, criterio y destreza alcanzada del alumno bajo diferentes condiciones climáticas, de terreno y frentes de trabajo. Simular la operar el equipo de una forma, segura, eficiente y productiva.	02:00
VI. Feedback	Utilizar los escenarios de acuerdo a las observaciones por mejorar.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar las observaciones que se le haya determinado durante el proceso de entrenamiento. Feedback antes de pasar al a los siguientes módulos de acuerdo a la NOP- CAP-01-2013. 	15:00



Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015.

1.1.4.3. Capacitación práctica

La capacitación práctica tiene una duración de 300 horas, la misma está dividida en dos etapas.

Plataforma De entrenamiento:

Es un área de 2 ha. Acondicionada para el tránsito de equipo pesado, provista de distintos circuitos para la práctica de la operación básica del equipo, en esta etapa se desarrollan circuitos que ponen a prueba lo aprendido en el simulador por el participante y ponen a prueba en cada etapa la aptitud requerida para iniciar su formación en campo, tiene una duración de 40 horas.



Cuadro 14: Programa de formación en plataforma de entrenamiento.

MÓDULOS	OBJETIVO	EQUIPO	PROCESO DEL ENTRENAMIENTO	TIEMPO
I. Familiarización práctica en la operación del equipo.	✓Familiarizarse con la operación y dimensión del equipo en la simulación de diferentes frentes de trabajo con el equipo en movimiento.	✓Camión 930E-4SE vacío a disponibilidad completa del entrenamiento.	<p>Explicar, realizar y evaluar los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el AST. ✓ Inspeccionar el equipo. ✓ Arranque, calentamiento del motor y llenado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispach ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Procedimiento de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adelante/atrás ✓ Simular el posicionamiento para carguío, traslado y descarga. ✓ Paradas y salidas suaves. ✓ Proceso de levante y bajada de tolva. ✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor. ✓ Inspección final. 	10:00
II. Práctica en estacionamiento y apagado del equipo	✓familiarizarse con las maniobras para el estacionamiento y apagado del equipo en las zonas específicas de parqueo.	✓Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento.	<p>Explicar, realizar y evaluar los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el AST. ✓ Inspeccionar el equipo. ✓ Arranque, calentamiento del motor y llenado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispach ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Procedimiento de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Desplazamiento del equipo en ruta corta. ✓ Ingreso simultaneo a la zona de estacionamiento. ✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor. ✓ Inspección final y bloqueo de equipo. 	5:00
III. Práctica de Puntos Referenciales con Conos.	✓Conocer los puntos ciegos y referenciales con respecto a la dimensión del equipo desde el asiento del operador con referencia a la vía y las bermas, con el equipo en movimiento.	✓Camión 930E-4SE vacío a disponibilidad completa del entrenamiento.	<p>Explicar, realizar y evaluar los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el AST. ✓ Inspeccionar el equipo. ✓ Arranque, calentamiento del motor y llenado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispach ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Procedimiento de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Realizar prácticas con conos en; <ol style="list-style-type: none"> 1. Avance y retroceso en línea recta. 2. Avance y retroceso en curva. 3. Avance y retroceso esquivando obstáculos. 4. Estacionamiento en línea recta y en L. 5. Referencia segura con respecto a la berma. ✓ Finalizado, estacionar y apagar del motor. ✓ Inspección final. 	10:00

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015

Operación mina

Esta etapa consiste en aplicar en campo todo lo aprendido en las etapas anteriores, es la etapa más importante puesto que el operador deberá demostrar sus conocimientos de los procedimientos y

aplicarlos durante el carguío, acarreo y descarga de material, así mismo estará expuesto a las condiciones reales de las vías en condiciones adversas, aprenderá a controlar el equipo para evitar el derrape, estará expuesto a condiciones de neblina, lluvias intensas y más situaciones reales a partir de las cuales se evaluará un nivel de competencia que definirá la aptitud final del participante. Está dividido en 03 niveles: Practica con instructor, práctica con operador guía y práctica en módulo autónomo, duración (260 hrs).

Entrenamiento práctico con instructor

Esta etapa de entrenamiento se realiza en el equipo en movimiento por un periodo de tiempo de 160 horas, de acuerdo a la NOP-CAP-01-2013, en esta etapa el instructor hará desarrollar las habilidades y criterio durante el entrenamiento en la operación del equipo. En esta etapa están divididas en dos partes, la primera parte el instructor demuestra al participante la operación del equipo en sus diferentes actividades, en la segunda parte el participante operará el equipo en su diferentes actividades demostradas en presencia del instructor a cargo.

Al finalizar la etapa el participante debe aprobar con una calificación $\geq 80\%$, el cual le permite continuar con la siguiente etapa del proceso de entrenamiento.

Observación

En esta etapa si el Instructor observa en el participante que no demuestra las aptitudes y actitudes requeridas para la operación del equipo, y que sea un riesgo para la operación, se suspenderá el proceso de entrenamiento definitivamente y el instructor presentara el informe sustentando los motivos al Superintendente de Gestión Mina.



Cuadro 15: Practica con instructor

MÓDULOS	OBJETIVO	REQUISITOS DE ENTRENAMIENTO		PROCESO DEL ENTRENAMIENTO	TIEMPO
		AREA	EQUIPO		
I. Práctica de carguío, acarreo y descarga	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Familiarizarse y desenvolverse en la aplicación de los mandos, controles y operación del equipo en diferentes condiciones de clima, terreno y frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Área de operaciones mina ✓ Interactuar con equipos en movimiento en diferentes frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento en producción. ✓ Equipo de carguío y limpieza. 	<p>Explicar, realizar y evaluar los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el AST. ✓ Inspeccionar el equipo. ✓ Arranque, calentamiento del motor y llenado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispatch ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Procedimiento de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado ✓ Posicionamiento en pala o cargador. ✓ Traslado en vías de acarreo, rampa positiva y negativa. 	90:00

				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posicionamiento en botadero, levante y bajada de tolva para la descarga. ✓ Proceso de abastecimiento de combustible. ✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor. ✓ Inspección final. ✓ Uso de radio en forma adecuada. 	
II. Evaluación Final.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar la operación y el dominio del equipo de una forma, segura, eficiente y productiva. ✓ Medir su nivel de habilidad, criterio y destreza alcanzada bajo diferentes condiciones de clima, terreno y frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Área de operaciones mina ✓ Interactuar con equipos en movimiento en diferentes frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento en producción. ✓ Equipo de carguío y limpieza. 	<p>Realizar la evaluación en el cumplimiento de los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenado adecuado el AST. ✓ Conocimiento de los componentes principales del equipo a nivel inferior, superior y cabina. ✓ Conocimiento de la función y aplicación de los mandos, controles, parámetros de velocidad y carga, dimensión, advertencias, etc. ✓ Proceso adecuado del arranque, calentamiento del motor y llenado adecuado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispatch ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Proceso adecuado de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Conocimiento de la función y aplicación / utilización de los 	5:00

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015

Entrenamiento práctico con operador guía

En esta etapa del entrenamiento el Instructor asignara a un operador guía para que continúe el entrenamiento del participante que le permita desarrollar y mejora su habilidad, criterio y destreza en la operación del equipo bajo diferentes condiciones de clima, terreno y frentes de trabajo.

Durante este periodo el instructor deberá realizar el seguimiento del cumplimiento de del programa de entrenamiento y la evaluación semanal para verificar su rendimiento, eficiencia y mejora continua del participante.

Al finalizar la etapa el participante debe aprobar con una calificación $\geq 80\%$, el cual le permita continuar con la siguiente etapa del proceso de entrenamiento.

Observación

En esta etapa si el Instructor observa en el participante que no demuestra las aptitudes, actitudes y mejora continua requeridos para la operación del equipo y que sea un riesgo para la operación, se suspenderá el proceso de entrenamiento definitivamente y el instructor presentara el informe sustentado los motivos al Superintendente de Gestión Mina.



Cuadro 16: Practica con operador guía.

SUBMÓDULOS	OBJETIVO	REQUISITOS DE ENTRENAMIENTO		PROCESO DE ENTRENAMIENTO	TIEMPO
		AREA	EQUIPO		
I. Operación del equipo en carguío, acarreo y descarga.	<ul style="list-style-type: none"> ✓Coger experiencia y mejorar su habilidad, criterio y destreza continuamente en la operación del equipo bajo la supervisión operador guía y las indicaciones del instructor a cargo. ✓Mejorar continuamente en la operación del equipo bajo diferentes condiciones de clima, terreno y frentes de trabajo de una forma, segura, eficiente y productiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Área de operaciones mina ✓Interactuar con equipos en movimiento en diferentes frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento en producción. ✓Equipo de carguío y limpieza. 	<p>Realizar las prácticas de los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el AST. ✓ Inspeccionar el equipo. ✓ Arranque, calentamiento del motor y llenado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispatch ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Procedimiento de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado ✓ Posicionamiento en pala o cargador. 	110:00

				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Traslado en vías de acarreo, rampa positiva y negativa. ✓ Posicionamiento en botadero, levante y bajada de tolva para la descarga. ✓ Proceso de abastecimiento de combustible. ✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor. ✓ Inspección final. ✓ Uso de radio en forma adecuada. 	
II. Evaluación Semanal.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar la operación adecuada del equipo de una forma, segura, eficiente y productiva por el instructor a cargo, para medir su nivel de mejora en su habilidad, criterio y destreza alcanzada bajo diferentes condiciones de clima, terreno y frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Área de operaciones mina ✓ Interactuar con equipos en movimiento en diferentes frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento en producción. ✓ Equipo de carguío y limpieza. 	<p>Realizar la evaluación en el cumplimiento de los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenado adecuado el AST. ✓ Conocimiento de los componentes principales del equipo a nivel inferior, superior y cabina. ✓ Conocimiento de la función y aplicación de los mandos, controles, parámetros de velocidad y carga, dimensión, advertencias, etc. ✓ Proceso adecuado del arranque, calentamiento del motor y llenado adecuado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispatch ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Proceso adecuado de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Conocimiento de la función y aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. 	

				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desplazamiento adecuado adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Realiza la prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Realiza la parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado ✓ Realiza el posicionamiento adecuado en pala y/o cargador en el tiempo, ángulo y espacios cortos. ✓ Traslado adecuado en vías de acarreo, rampa positiva y negativa. ✓ Se posicionamiento adecuadamente en botadero y realiza el levante y bajada de tolva para la descarga en forma correcta. ✓ Realiza el proceso de abastecimiento de combustible en forma correcta. ✓ Realiza el proceso de estacionamiento y apagado del motor al finalizar en forma correcta. ✓ Realiza la inspección finalizar. ✓ Uso de radio en forma adecuada. Aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado ✓ Posicionamiento en pala o cargador. ✓ Traslado en vías de acarreo, rampa positiva y negativa. ✓ Posicionamiento en botadero, levante y bajada de tolva para la 	
--	--	--	--	---	--

				descarga. ✓ Proceso de abastecimiento de combustible. ✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor. ✓ Inspección final.	
--	--	--	--	--	--

Fuente: Norma Operativa de formación de operadores 2015

Operación autónoma y Evaluación final

En esta etapa del entrenamiento el Instructor supervisara al participante la correcta aplicación y operación del equipo de forma, segura, eficiente y productiva, y también observara el desarrollo y mejora continua de sus habilidades, criterio y conocimiento para la operación del equipo bajo diferentes condiciones de clima, terreno, frentes de trabajo y lograr los KPIs requeridos por Operaciones Mina

Al finalizar la etapa el participante debe aprobar con una calificación $\geq 80\%$, el cual le permita dar la evaluación final.

En la evaluación final

En esta evaluación final el participante será evaluado en el conocimiento y operación del equipo, bajo diferentes condiciones de clima, terreno, frentes de trabajo y lograr los KPIs requeridos por Operaciones Mina, demostrando su habilidad, criterio, conocimiento y buena actitud para la operación del equipo de manera segura, eficiente y productiva.

Al finalizar la etapa el participante debe aprobar con una calificación $\geq 80\%$. Si el participante aprueba, el instructor realizara el informe correspondiente y gestionará la autorización y vigencia de la licencia interna en la cual se le autoriza al participante operar el camión komatsu 930E-4SE.

También se dará la conformidad a la gerencia de Operaciones Mina.

Cuadro 17: Operación autónoma.

MÓDULOS	OBJETIVO	REQUISITOS DE ENTRENAMIENTO		PROCESO DE ENTRENAMIENTO	TIEMPO
		AREA	EQUIPO		
I. Operación Autónoma	<ul style="list-style-type: none"> ✓Coger experiencia de forma individual en la operación del equipo bajo diferentes condiciones de clima, terreno y frentes de trabajo de una forma, segura, eficiente y productiva. ✓Logrando los KPIs requeridos por Operaciones Mina. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Área de operaciones mina ✓Interactuar con equipos en movimiento en diferentes frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento en producción. ✓Equipo de carguío y limpieza. 	<p>Supervisar el cumplimiento de los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenar el AST, Inspeccionar el equipo. ✓ Arranque, calentamiento del motor y llenado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispatch ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Procedimiento de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado ✓ Posicionamiento en pala o cargador. 	50:00

				<ul style="list-style-type: none">✓ Traslado en vías de acarreo, rampa positiva y negativa.✓ Posicionamiento en botadero, levante y bajada de tolva para la descarga.✓ Proceso de abastecimiento de combustible.✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor.✓ Inspección final.✓ Uso de radio en forma adecuada.	
--	--	--	--	--	--

<p>II. Evaluación Semanal y final.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar la eficiencia de la operación del equipo de forma, segura, eficiente y productiva, logrando los KPIs requeridos por Operaciones Mina. ✓ Medir la mejora continua en la operación y conocimiento del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Área de operaciones mina ✓ Interactuar con equipos en movimiento en diferentes frentes de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Camión 930E-4SE vacío/cargado a disponibilidad completa del entrenamiento en producción. ✓ Equipo de carguío y limpieza. 	<p>Realizar la evaluación en el cumplimiento de los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llenado adecuado el AST. ✓ Conocimiento de los componentes principales del equipo a nivel inferior, superior y cabina. ✓ Conocimiento de la función y aplicación de los mandos, controles, parámetros de velocidad y carga, dimensión, advertencias, etc. ✓ Proceso adecuado del arranque, calentamiento del motor y llenado adecuado del check list, tarjeta de control y/o quipu dispatch ✓ Pruebas del funcionamiento de los sistemas de los controles de los frenos. ✓ Proceso adecuado de la prueba de la dirección de emergencia. ✓ Pruebas del funcionamiento de la dirección, freno y retardo en movimiento. ✓ Conocimiento de la función y aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adecuado adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Realiza la prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Realiza la parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado. ✓ Realiza el posicionamiento adecuado en pala y/o cargador en el tiempo, ángulo y espacios cortos. ✓ Traslado adecuado en vías de acarreo, rampa positiva y 	
--	--	---	---	---	--

				<p>negativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se posicionamiento adecuadamente en botadero y realiza el levante y bajada de tolva para la descarga en forma correcta. ✓ Realiza el proceso de abastecimiento de combustible en forma correcta. ✓ Realiza el proceso de estacionamiento y apagado del motor al finalizar en forma correcta. ✓ Realiza la inspección finalizar. ✓ Uso de radio en forma adecuada. Aplicación / utilización de los mandos y controles en operación. ✓ Desplazamiento adelante/atrás en vías de acarreo, rampa positiva y negativa, en plataforma de carguío y descarga. ✓ Prueba de la resistencia del freno de estacionamiento con camión vacío y cargado en rampa. ✓ Parada y salida sutil en rampa con camión vacío y cargado ✓ Posicionamiento en pala o cargador. ✓ Traslado en vías de acarreo, rampa positiva y negativa. ✓ Posicionamiento en botadero, levante y bajada de tolva para la descarga. ✓ Proceso de abastecimiento de combustible. ✓ Proceso de estacionamiento y apagado del motor. ✓ Inspección final. 	
--	--	--	--	--	--

Fuente: Norma operativa de formación de operadores 2013 – Gerencia mina Las Bambas.

3.6.5. Gestión de la capacitación

Un proceso de capacitación exitoso dependerá de prever los recursos necesarios y planificar con anticipación el desarrollo del mismo, de esta forma una vez iniciado el mismo se pueda organizar, dirigir y controlar apropiadamente para obtener los resultados esperados.

Recursos

Recursos Humanos

Debido al perfil académico promedio del personal local es necesario que los profesionales contratados para ejecutar este trabajo reúnan las características necesarias para lograr desarrollar en el operador las habilidades y competencias requeridas en la operación de un equipo pesado en mina.

Supervisor de entrenamiento

El supervisor encargado del proceso debe cumplir el siguiente perfil:

- Ingeniero titulado y colegiado.
- Experiencia mínima de 5 años en operaciones mineras a tajo abierto.
- Capacitación “Train the trainer”
- Manejo intermedio de Office.
- Habilidades blandas: Facilidad de expresión, empático y asertivo para trabajar con personal local, capacidad de liderazgo.

Se requerirá un total de 02 Supervisores para que hagan la función de relevo durante el desarrollo de la capacitación en general.

Instructor de equipo pesado

El instructor de equipo pesado debe cumplir el siguiente perfil:

- Profesional técnico en la operación de equipo pesado.
- Experiencia mínima en la operación de equipos pesados en minería.
- Capacitación “Train the trainer”
- Manejo intermedio de Office.
- Habilidades blandas: Facilidad de expresión, empático y asertivo para trabajar con personal local, capacidad de liderazgo.



En total se requerirán 16 instructores en función del número de participante planificado (Ver título Siguiete “**planificación**”).

Operador en entrenamiento

El operador en entrenamiento debe cumplir el siguiente perfil:

- Estudios secundarios concluidos.
- Entender y hablar el castellano.
- Habilidades blandas: Ganas de aprender, estar predispuesto al cambio, responsable con sus compromisos, actitud positiva para alcanzar un objetivo, pasión por el trabajo.

Recursos Materiales

Los recursos materiales son indispensables para el éxito de la capacitación, en términos generales para el desarrollo de este proceso se requerirá los siguientes equipos y materiales:

Cuadro 18: Equipos y materiales requeridos.

EQUIPOS Y/O MATERIALES	CANTIDAD
Aula de capacitación	02
Carpetas educativas	50
Proyectores multimedia	03
Simulador Immersive de camión Minero	01
Simulador Cat de tractor de orugas	01
Simulador Cat de Motoniveladora	01
Camión Komatsu 930E-4SE	01
Tractor de orugas Komatsu D475A	01



Motoniveladora CAT 24M	01
------------------------	----

Fuente: Elaboración propia.

Además se requiere de manera permanente materiales de escritorio cuyo detalle se verá en el capítulo de costos.

Planificación del entrenamiento

Del reporte del LOM (Life of mine) realizado por el área de planeamiento a largo plazo se puede obtener calcular el requerimiento de operadores contemplando el tiempo de puesta en marcha de los equipos, así mismo soportados en este requerimiento podemos también realizar la planificación de la capacitación del personal local de tal manera que podamos proyectarnos a cumplir con los compromisos de la empresa y tener el 70% del personal técnico de la zona de influencia del proyecto.



Cuadro 19: Plan de Inserción de Personal.

Equipo Mina - INSERCIÓN DE PERSONAL													
Años		Jan-13	Feb-13	Mar-13	Apr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Aug-13	Sep-13	Oct-13	Nov-13	Dec-13
Días		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Período		January	February	March	April	May	June	July	August	Septembe	October	November	December
LOM 2013 V06 R02													
Equipos	Modelos												
Volquete	Komatsu 930 (nro de equipos)												
	Requerimiento de Operadores					7	7	7	7	7	23	23	23
	Con Experiencia										16		
	Personal Local sin Experiencia					7							
Water Truck	Komatsu HD 1500 (nro de equipos)												
	Requerimiento de Operadores												2
	Con Experiencia												2
	Personal Local sin Experiencia												
Motor Grader	Caterpillar 24M (Nro de equipos)	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
	Requerimiento de Operadores						2	2	2	4	6	6	6
	Con Experiencia						2						
	Personal Local sin Experiencia									2	2		
Bulldozer	Komatsu D475A (nro de equipos)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7
	Requerimiento de Operadores	16	16	16	16	16	16	16	16	18	18	18	18
	Con Experiencia	8									1		
	Personal Local sin Experiencia	8								1			
Wheel Dozer	Caterpillar 844H (nro de equipos)												
	Requerimiento de Operadores									6	6	6	6
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia								6				
Excavadora	Caterpillar 374 DL (nro de equipos)					1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores					2	2	2	2	2	2	2	2
	Con Experiencia					2							
	Personal Local sin Experiencia												3
Excavadora	Caterpillar 390 DL (nro de equipos)					1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores												3
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												3
Roller Vibrator	Caterpillar CS56 (nro de equipos)					1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores					2	2	2	2	2	2	2	2
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia					2							
Camion Grua	380T42ADN / F380B.25(nro de equipos)					1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores												1
	Con Experiencia												1
	Personal Local sin Experiencia												
Loader	Caterpillar 988H (nro de equipos)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	Con Experiencia	2											
	Personal Local sin Experiencia												1
Total Personal Externo		10	-	-	-	2	2	-	-	1	16	-	3
Total Personal Local		8	-	-	-	9	-	-	-	9	2	-	3

Cuadro 19: Plan de inserción de personal (Continuación).

Equipo Mina - INSERCIÓN DE PERSONAL													
Años		Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Aug-14	Sep-14	Oct-14	Nov-14	Dec-14
Días		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Periodo		January	February	March	April	May	June	July	August	Septembeber	October	November	December
LOM 2013 V06 R02													
Equipos	Modelos												
Volquete	Komatsu 930 (nro de equipos)				8	14	14	14	14	14	14	16	24
	Requerimiento de Operadores	23	33	43	54	58	60	79	83	87	106	110	114
	Con Experiencia		10		11				15		15		
Water Truck	Personal Local sin Experiencia			10		4	2	4	4	4	4	4	4
	Komatsu HD 1500 (nro de equipos)		2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	Requerimiento de Operadores	2	6	6	10	12	16	16	16	16	16	16	16
Motor Grader	Con Experiencia		4			2							
	Personal Local sin Experiencia				4		4						
	Caterpillar 24M (Nro de equipos)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Bulldozer	Requerimiento de Operadores	6	10	10	10	16	16	16	17	17	17	17	17
	Con Experiencia					2							
	Personal Local sin Experiencia		4			4			1				
Wheel Dozer	Komatsu D475A (nro de equipos)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Requerimiento de Operadores	18	18	22	28	28	30	30	30	30	30	30	30
	Con Experiencia				6								
Excavadora	Personal Local sin Experiencia			4			2						
	Caterpillar 844H (nro de equipos)		-	-	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Requerimiento de Operadores	9	13	16	22	25	29	30	30	30	30	30	30
Excavadora	Con Experiencia		4		6		4						
	Personal Local sin Experiencia	3		3		3		1					
	Caterpillar 374 DL (nro de equipos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavadora	Requerimiento de Operadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Con Experiencia		2										
	Personal Local sin Experiencia												
Roller Vibrator	Caterpillar 390 DL (nro de equipos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores	3	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
	Con Experiencia		2										
Camion Grúa	Personal Local sin Experiencia						1						
	Caterpillar CS56 (nro de equipos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Loader	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia			1									
	380T42ADN / F380B.25(nro de equipos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Loader	Requerimiento de Operadores	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Con Experiencia	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
	Personal Local sin Experiencia						1					1	
Total Personal Externo		-	20	-	23	4	4	15	-	-	15	-	-
Total Personal Local		3	4	18	4	11	9	5	5	4	4	4	4

Cuadro 19: Plan de inserción de personal (Continuación).

Equipo Mina - INSERCIÓN DE PERSONAL		Jan-15	Feb-15	Mar-15	Apr-15	May-15	Jun-15	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	Nov-15	Dec-15
Años		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Días		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Período		January	February	March	April	May	June	July	August	Septmeber	October	November	December
LOM 2013 VO6 R02													
Equipos	Modelos												
Volquete	Komatsu 930 (nro de equipos)	24	24	24	24	24	24	24	28	28	28	30	37
	Requerimiento de Operadores	118	122	126	130	132	136	138	142	170	176	206	212
	Con Experiencia									28		28	
	Personal Local sin Experiencia	4	4	4	4	2	4	2	4	-	6	2	6
Water Truck	Komatsu HD 1500 (nro de equipos)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Requerimiento de Operadores	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Motor Grader	Caterpillar 24M (Nro de equipos)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Requerimiento de Operadores	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Bulldozer	Komatsu D475A (nro de equipos)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Requerimiento de Operadores	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Wheel Dozer	Caterpillar 844H (nro de equipos)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Requerimiento de Operadores	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Excavadora	Caterpillar 374 DL (nro de equipos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Excavadora	Caterpillar 390 DL (nro de equipos)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Requerimiento de Operadores	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Roller Vibrator	Caterpillar CS56 (nro de equipos)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Requerimiento de Operadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Camion Grua	380T42ADN / F380B.25(nro de equipos)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Requerimiento de Operadores	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Loader	Caterpillar 988H (nro de equipos)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Requerimiento de Operadores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Con Experiencia												
	Personal Local sin Experiencia												
Total Personal Externo		-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	28	-
Total Personal Local		4	4	4	4	2	4	2	4	-	6	2	6

Cuadro 19: Plan de inserción de personal (Continuación).

Equipo Mina - INSERCIÓN DE PERSONAL				
	Años	Jan-16	Manning Staffing	TOTAL
	Días	31		
	Periodo	January		
LOM 2013 V06 R02				
Equipos	Modelos			
Volquete	Komatsu 930 (nro de equipos)	48		
	Requerimiento de Operadores	212	212	
	Con Experiencia			123
	Personal Local sin Experiencia			89
Water Truck	Komatsu HD 1500 (nro de equipos)	4		
	Requerimiento de Operadores	16	16	
	Con Experiencia			8
	Personal Local sin Experiencia			8
Motor Grader	Caterpillar 24M (Nro de equipos)	4		
	Requerimiento de Operadores	17	17	
	Con Experiencia			4
	Personal Local sin Experiencia			13
Bulldozer	Komatsu D475A (nro de equipos)	7		
	Requerimiento de Operadores	30	30	
	Con Experiencia			15
	Personal Local sin Experiencia			15
Wheel Dozer	Caterpillar 844H (nro de equipos)	7		
	Requerimiento de Operadores	30	30	
	Con Experiencia			14
	Personal Local sin Experiencia			16
Excavadora	Caterpillar 374 DL (nro de equipos)	1		
	Requerimiento de Operadores	2	2	
	Con Experiencia			2
Excavadora	Caterpillar 390 DL (nro de equipos)	3		
	Requerimiento de Operadores	6	6	
	Con Experiencia			2
	Personal Local sin Experiencia			4
Roller Vibrator	Caterpillar CS56 (nro de equipos)	1		
	Requerimiento de Operadores	2	2	
	Con Experiencia			-
	Personal Local sin Experiencia			2
Camion Grua	380T42ADN / F380B.25(nro de equipos)	2		
	Requerimiento de Operadores	2	2	
	Con Experiencia			1
	Personal Local sin Experiencia			1
Loader	Caterpillar 988H (nro de equipos)	2		
	Requerimiento de Operadores	5	5	
	Con Experiencia			2
	Personal Local sin Experiencia			3
Total Personal Externo		-	-	171
Total Personal Local		-	-	151

Fuente: Elaboración propia.

3.6.6. Rendimiento del operador

El rendimiento de un operador en un proceso de entrenamiento está directamente ligado con el tiempo que requieren para el desarrollo de competencias necesarias para la operación del equipo. Un operador en proceso de formación será monitoreado permanentemente para evaluar las competencias que le permitirán avanzar de nivel a nivel hasta finalmente lograr obtener su autorización para la operación.

1.1.6.1. Monitoreo de operadores.

El monitoreo es el seguimiento que se realiza al operador en entrenamiento, de acuerdo al nivel de formación en el que se encuentra puede ser permanente, semanal, mensual y/o trimestral.

Monitoreo Permanente: Es el que se realiza a los operadores nuevos durante las etapas: Capacitación teórica y capacitación práctica con instructor. Es durante el desarrollo de estas etapas en las que el instructor no podrá delegar el entrenamiento a otra persona que no sea igualmente calificada, de no haber un instructor para desarrollar el entrenamiento este se paralizará.

Monitoreo Semanal: Cuando el operador en entrenamiento ha superado las primeras etapas del proceso y se encuentra a cargo de un operador guía, el instructor deberá realizar un mínimo de un monitoreo semanal para evaluar la evolución del operador y tomar acciones de acuerdo a su desempeño.

Monitoreo Mensual: Cuando el operador en formación ha culminado recientemente su entrenamiento y tiene la licencia para operar, considerando que hay aspectos en los que podría tener deficiencias es necesario que el monitoreo se haga de manera mensual para así ir corrigiendo las oportunidades de mejora encontradas.

1.1.6.2. Evaluación de competencias.

Muy a parte de las habilidades técnicas que son indispensables para la operación del equipo, el operador en entrenamiento será evaluado en las siguientes competencias:

- Eficiencia.- En esta competencia se evaluará lo siguiente:
 - Prevé y organiza todo lo necesario para sus tareas
 - Posee las habilidades y conocimientos básicos requeridos.
 - Usa racional y adecuadamente los equipos y materiales asignados y autorizados
 - Es oportuno en la conclusión o entrega de las tareas.

- Criterio
 - Afronta situaciones nuevas con buen juicio y criterio.
 - Muestra capacidad para atender y seguir instrucciones, detalles y prioridades.

- Proactividad
 - Identifica y propone nuevas formas de hacer mejor el trabajo o solucionar problemas.
 - Asume su responsabilidad y reconoce sus equivocaciones.
 - Busca superar su desempeño y no comete el mismo error.

- Comunicación
 - Escucha con mente abierta y respeta la opinión de los demás.
 - Equilibrado, claro y veraz en sus opiniones, ideas y aportes.
 - Coordina sus tareas con terceros de manera efectiva.

- Adaptabilidad



- Muestra capacidad y disposición para aprender tareas y conceptos nuevos.
- Respeta las normas y los horarios de trabajo.
- Cumple con las normas de seguridad e higiene industrial.

1.1.6.3. Curva de aprendizaje del operador.

Se generará un modelo para el cálculo de la curva de aprendizaje del operador en función de la siguiente hipótesis:

“El mejor operador no es solo aquel que saca las mejores notas, sino aquel que obtiene los mejores resultados y adquiere mayores habilidades en el menor tiempo posible” esto está directamente relacionado con el cumplimiento del presupuesto utilizado para operador en formación.

3.6.7. Encuestas al proceso de entrenamiento.

Las encuestas son una herramienta indispensable de autoevaluación por dos motivos:

Autoevaluación: Nos presenta una oportunidad de medir nuestras perspectivas con respecto al desarrollo del proceso para poder corregir algunas prácticas, re direccionar algunas estrategias y elaborar nuevas metodologías que permitan al operador en entrenamiento conseguir su objetivo.

Respaldo: Una encuesta también nos brinda una información escrita sobre como el participante ve el desarrollo del proceso en general, siendo una prueba de que éste está siendo consultado sobre las posibles oportunidades de mejora de manera oportuna, por lo tanto una posible reprobación no podrá ser traducido en un reclamo comunal sin fundamentos.

3.6.8. Retroalimentación.

La retroalimentación al participante debe ser en todo momento y en cada oportunidad encontrada a lo largo de todo el proceso, por ejm:

Durante el curso teórico, el instructor deberá reforzar cada aspecto en el que crea que el alumno tiene alguna dificultad, se debe recordar esto a cada momento.

Durante el curso práctico, aprovechar la inspección para recordar componentes principales del equipo, aprovechar el cuadrado en pala, acarreo y descarga para reforzar permanentemente los procedimientos de trabajo.

3.7. Material de investigación

3.7.1. Pruebas de entrada, proceso y salida de la investigación.

Al ser un proceso de formación inicial y no comparativo, consideraremos como prueba de entrada que todo el personal involucrado en el proceso de formación haya pasado la misma entrevista personal previa a la incorporación a la empresa y que haya demostrado cualidades blandas para operar el equipo en el que será instruido.

En el proceso se realizará constantemente monitoreo a los operadores sobre su desempeño, en función de los cuales se evaluará continuar o modificar la estrategia de formación.

Como prueba de salida se evaluará el rendimiento promedio de cada operador de equipo y a través del mismo se reevaluará las estrategias del proceso de formación.

3.7.2. Instrumentos de investigación

El instrumento a usar es la toma de información masiva por parte del sistema modular para su análisis e interpretación.



CAPITULO IV

Resultados

4.1. Descripción de los Resultados

Cuando pensamos en una actividad cualquiera en una empresa, esta tiene un tiempo definido para ser realizada por una persona y por consiguiente se puede calcular la eficiencia de esta persona para realizar dicha actividad. Aplicaremos el mismo concepto para el proceso de formación de operadores con la finalidad de determinar la eficiencia de los mismos.

Por citar un ejemplo, si asignamos 30 horas al módulo “Teoría de camión minero”, estas 30 horas deben ser suficientes para que el participante pueda asimilar el total del contenido teórico del curso y por consiguiente obtener un resultado de 100%, de ser así estaríamos hablando de una eficiencia del 100% en el desarrollo de este primer módulo, sin embargo:

- Si el participante aprueba el módulo teórico con un 80% de calificación podrá acceder al siguiente módulo sin embargo hay un 20% de desconocimiento que requerirá reforzamiento teórico en algún momento ocasionando por lo tanto un mayor gasto en recursos de capacitación y mayor tiempo para aprender al 100% el módulo teórico. Esto significa que su eficiencia para el aprendizaje del módulo es del 80%.
- Por otro lado si el participante en el citado ejemplo requiere no solo 30 sino 40 horas para aprobar el módulo teórico y tras las 40 horas de capacitación solo obtiene una nota aprobatoria de 80%, significa que no solo tenemos un 33.3 % más de tiempo de capacitación (tiempo de instructores, equipos, costos), sino que tenemos además un 20% de desconocimiento que debe ser complementado en otro momento generando mayores gastos de los previstos.

De acuerdo al ejemplo citado concluimos que la eficiencia de un operador durante el proceso de formación incide directamente en: El tiempo de duración del programa, los costos planificados para el entrenamiento y por último en su rendimiento durante la operación del equipo (Ver Cap. 4.1.1).



La eficiencia del operador en entrenamiento está definida por la siguiente relación:

$$E = \frac{NM(2HAP-HAR)}{NMx*HAP} * AR$$

Formula N°06

Dónde:

E: Eficiencia (%)

NM: Nota obtenida por módulo evaluado (%)

HAP: Horas acumuladas programadas (hrs.)

HAR: Horas acumuladas reales (hrs.)

NMx: Nota máxima por módulo (%)

AR: Avance real (%)

Mediante esta relación podemos determinar la eficiencia en cada etapa del proceso, identificar oportunidades de mejora y hacer un análisis final que permita tomar decisiones importantes sobre el programa de entrenamiento.

A continuación mostraremos los datos y resultados obtenidos en cada uno de los equipos evaluados y analizaremos los resultados de cada participante para complementarlos en el cap. 4.1.1 con el análisis de productividad.

Camión Minero

En el programa de formación de operadores de camión minero se ha seguido dos etapas fundamentales para conseguir la aptitud final.

a) Curso de formación de operadores de volquete IVECO TRAKKER 420

El curso de formación de operadores de volquete IVECO TRAKKER 420 será tocado superficialmente puesto que en la actualidad estos equipos no hacen actividades de acarreo de material en la operación, sin embargo está siendo mencionado debido a que los participantes realizaron este curso como pre requisito para acceder al curso de camión Komatsu 930E.

Es importante además mencionar que un operador desarrolla mejor sus habilidades en el camión minero cuando ya tiene habilidades previas sobre el



cuadrado en un equipo de carguío y criterios de conducción con volquete cargado y vacío.

Cuadro 20: Participantes programa de formación de camiones IVECO.

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI
1	Pareja Baca Elmer.	41866715
2	Ccasani Quispetira Hernán.	80126193
3	Huamani ccahuana William.	47858485
4	Gutiérrez Escudero Joaquín.	43037600
5	Puma Huamani Jose.	31422160
6	Bolívar Orado Emerson.	46639810
7	Araranja Paniura Mario.	47024661
8	Sueldo Zamora Santos.	44776811
9	Baca Alarcón Yuri.	48072744
10	Quispe Ccorpuna Leonardo.	31430271

Fuente: Elaboración Propia.

Evaluaciones Teóricas

Las evaluaciones teóricas consideraron básicamente los siguientes contenidos:

- Seguridad
- Procedimientos de trabajo
- Características del equipo



- Inspección
- Sistema monitor
- Mandos y controles
- Operación del equipo
- Aplicación del equipo según diseño
- Técnicas de operación
- Aplicación de técnicas de operación en el trabajo

Los resultados de las evaluaciones teóricas fueron las siguientes:

Cuadro 21: Resultados de la capacitación camiones IVECO Trakker.

EQUIPO	MODULOS TEORICOS (hrs)											
	NOMBRES Y APELLIDOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P. MODULOS	EXAMEN FINAL
Elmer Baca Pareja	20	18	20	18	20	20	18	10	10		96,25	84,00
Mario Araranja Paniura	20	18	14	16	18	12	20	10	10		86,25	80,00
Emerson Bolivar Orado	20	18	18	18	20	8	12	10	10		83,75	80,00
William Huamani Ccahuana	14	16	8	18	16	12	16	16	8		77,50	80,00
Hernan Ccasani Quispetira	20	20	16	18	20	12	20	10	10		91,25	92,00
Joaquin Gutierrez Escudero	20	16	16	16	8	20	20	20	10		91,25	88,00
Santos Sueldo Zamora	11	16	12	12	12	14	16	8	10		69,38	72,00
Leonardo Quispe Ccorpuna	15	18	8	14	20	16	14	10	10		78,13	72,00
Yuri Baca Alarcon	15	0	0	0	0	20	20	10	10		46,88	56,00
Jose Puma Huamani	13	16	14	14	12	12	10	6	8		65,63	44,00

Fuente: Elaboración Propia.

En el caso de las evaluaciones prácticas detallaremos los resultados finales por participante así como un comentario sobre su desempeño durante la capacitación.

Elmer Pareja Baca

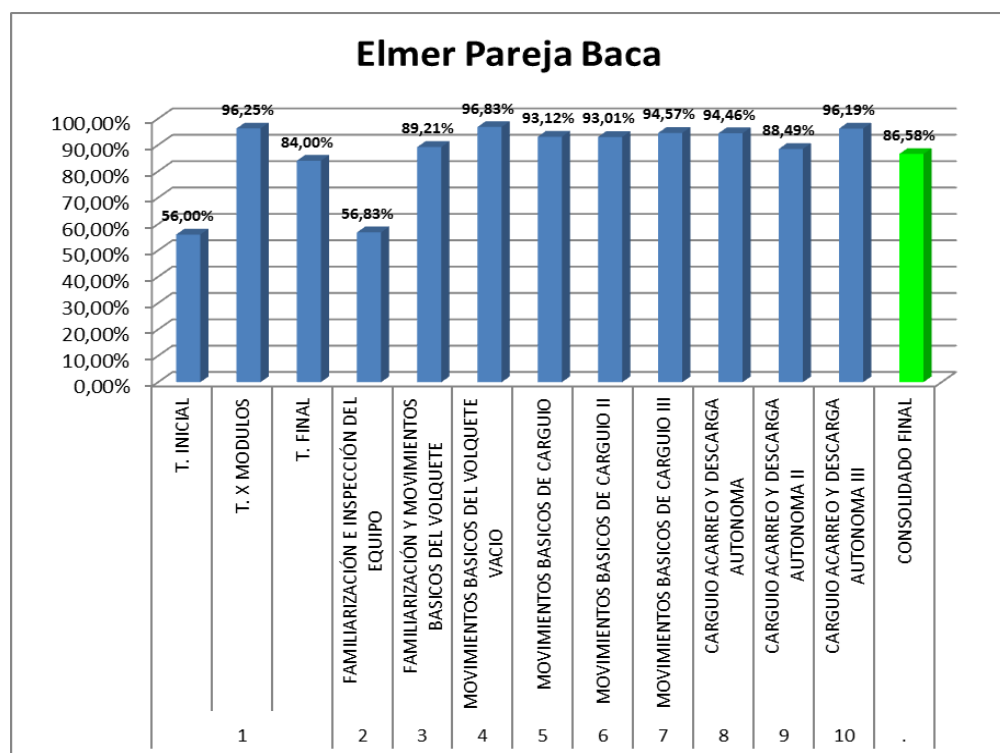
Durante el tiempo de la capacitación, el operador demostró responsabilidad asimismo mejoras continuamente en su habilidad, conocimiento y operar el equipo en las tareas asignadas como; familiarización, inspección, acarreo y descarga de material, traslado y cuadrado en el equipo de carguío.



Conclusiones

- El participante tiene una buena actitud, aplicó y cumplió todas las recomendaciones impartidas y cumplió con los objetivos del curso.
- El participante demostró criterio, habilidad, destreza y los resultados fueron muy positivos, es importante conducir estos camiones correctamente para alcanzar un buen rendimiento.
- Alcanzó a controlar, maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente, demostró día a día esfuerzo, criterio y empeño personal durante la duración del curso.
- Tener esta actitud proactiva y responsabilidad es muy importante para seguir el siguiente nivel del entrenamiento, también es importante para mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mecánicas y cuidado del medio ambiente.

Figura 12: Resultado de capacitación Camión IVECO – Elmer Pareja



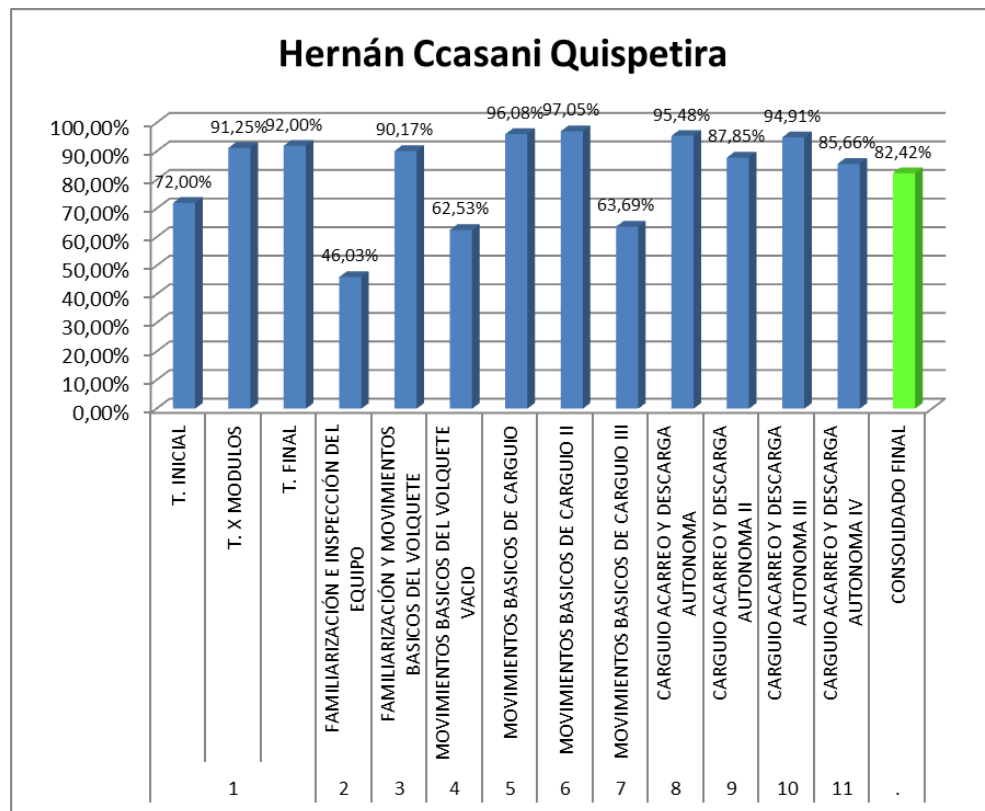
Fuente: Elaboración propia.

Hernán Ccasani Quispetira

Durante el tiempo de la capacitación, el operador demostró mejoras continuamente en su habilidad, y destreza para maniobrar algunos controles y la experiencia que tiene en conducción de vehículos menores le ayudaron a, operar el equipo en las tareas asignadas como; familiarización, inspección, acarreo de material, traslado, descarga de material y cuadrado en el equipo de carguío.

Conclusiones

- El participante tiene una buena actitud de segura y aplico, cumplió con todas las recomendaciones impartidas y así logro alcanzar el objetivo final del curso (aprobado).
- La operación correcta de estos camiones es muy importante para su buen rendimiento productivo.
- El llenado del AST es importante para un buen control de prevención de riesgos y peligros en las diversas tareas encomendadas en el campo de entrenamiento.
- Tener esta actitud y responsabilidad es muy importante para seguir al siguiente nivel del entrenamiento, mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mecánicas y cuidado del medioambiente.

Figura 13: Resultado de capacitación Camión IVECO – Hernan Ccasani

Fuente: Elaboración propia.

William Huamani Ccahuana

Durante el tiempo de la capacitación, el operador demostró mejoras continuamente en su habilidad, y rápida familiarización, conocimiento para operar el equipo en las tareas asignadas como; familiarización, inspección, acarreo y descarga de material, traslado y cuadrado en el equipo de carguío.

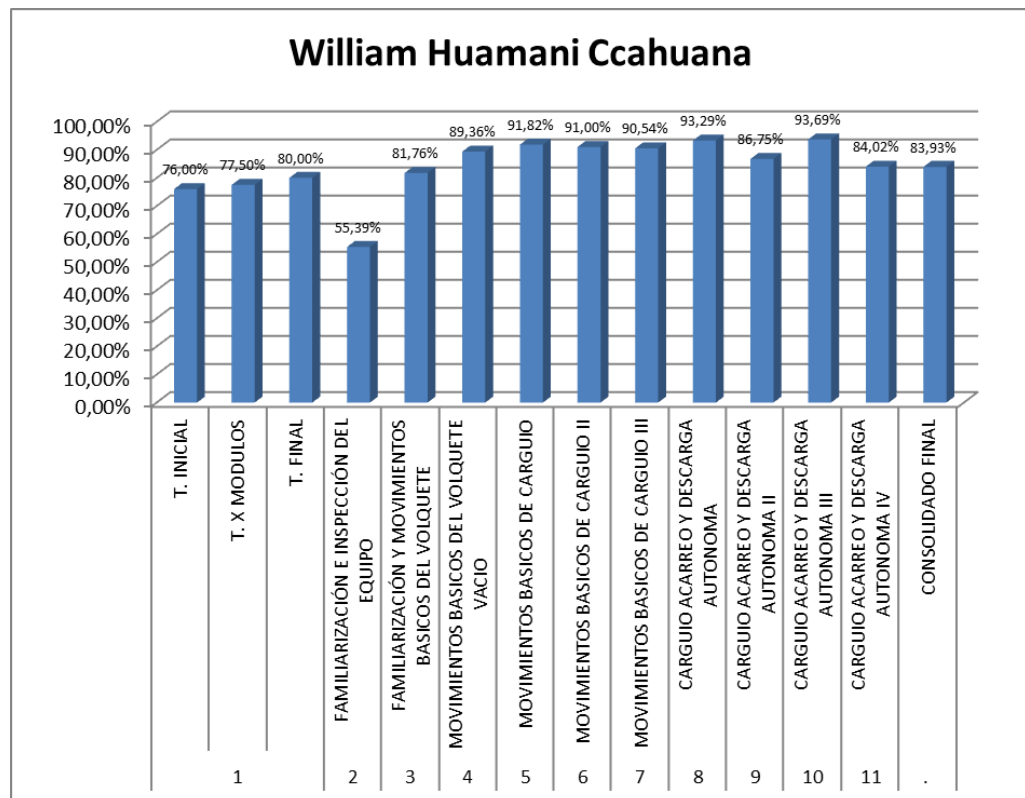
Conclusiones

- a. El participante demostró criterio de menos a más para maniobrar los controles del equipo y cumplió con todas las recomendaciones impartidas, aplicó con todas las enseñanzas impartidas por el instructor por lo tanto alcanzó la valla del curso (aprobado)
- b. Alcanzó a controlar, maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su habilidad, criterio y empeño

personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.

- c. Tener esta actitud y responsabilidad es muy importante para mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mecánicas y cuidado del medio ambiente.

Figura 14: Resultado de capacitación Camión IVECO – William H.



Fuente: Elaboración propia.

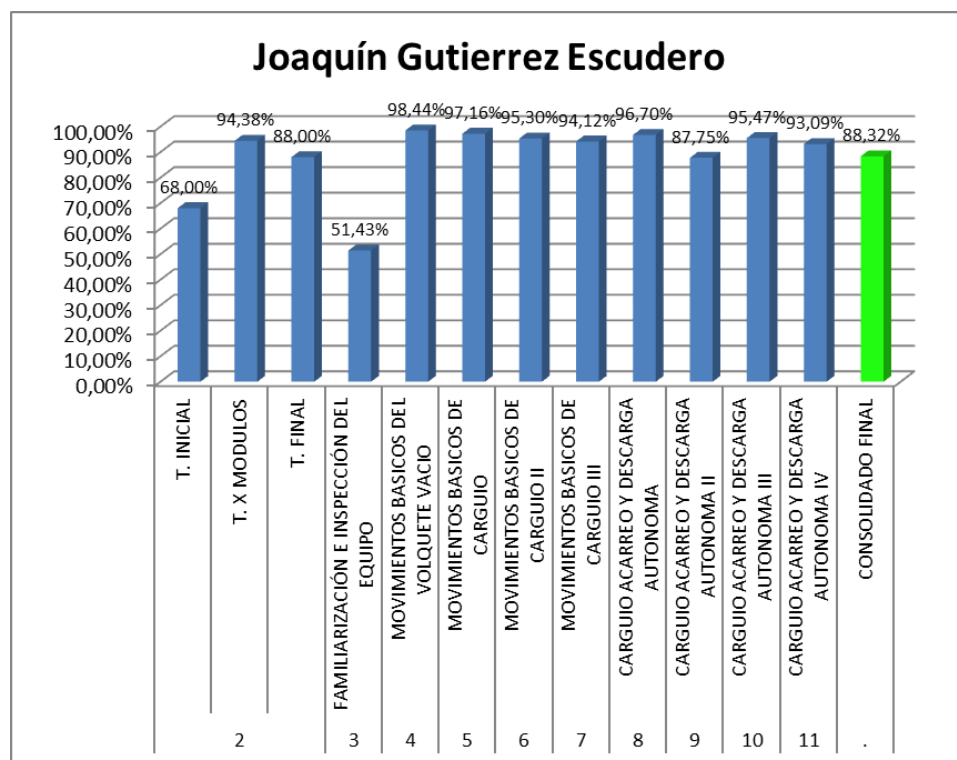
Joaquín Gutiérrez Escudero

Durante el tiempo de la capacitación, el operador demostró mejoras continuamente en su habilidad, criterio para maniobrar los controles del equipo, conocimiento y experiencia que tiene en vehículos menores le sirvieron para operar el equipo en las tareas asignadas como; familiarización, inspección, acarreo y descarga de material, traslado y cuadrado en el equipo de carguío.

Conclusiones

- El participante tiene una buena actitud de seguridad, cumplió con todas las recomendaciones impartidas y así logro alcanzar el objetivo final del curso (aprobado).
- Controlo y maniobro los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su esfuerzo, habilidad, destreza y empeño personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.
- Las buenas prácticas de operación en este camión son muy importantes para su rendimiento productivo, se acoplo rápidamente a la conducción de este camión, la experiencia que tiene de conductor influyo bastante.
- Tener esta actitud y responsabilidad es muy importante para mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mecánicas y cuidado del medio ambiente.

Figura 15: Resultado de capacitación Camión IVECO – Joaquín G



Fuente: Elaboración propia.

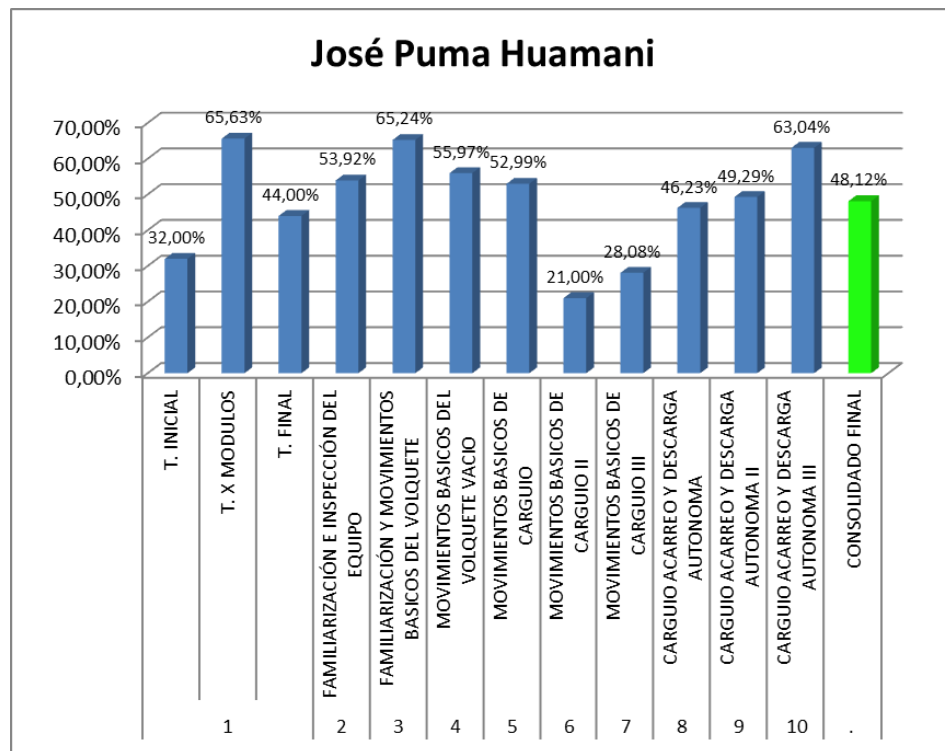
Jose Puma Huamani

Durante el tiempo de la capacitación, el operador realizo escasas mejoras en su habilidad, conocimiento, destrezas y habilidades para operar el equipo en las tareas asignadas como; familiarización, inspección, acarreo y descarga de material, traslado y cuadrado en el equipo de carguío.

Conclusiones

- a) El participante no tiene empeño en dedicarse con responsabilidad a la capacitación, el resultado de todo esto es no conocer las características y bondades de este camión, el resultado de esta conclusión y las otras en mención dan como resultado de reprobado.
- b) Alcanzo a controlar maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su esfuerzo, responsabilidad y empeño personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.
- c) Si no tiene responsabilidad con la asistencia a la capacitación deja mucho que pensar de su imagen como persona y esto es indispensable para poder lograr su objetivo de la capacitación.
- d) Concentración y confianza en si mismo en las diversas tareas asignadas, muy importante para poder conseguir el objetivo de esta capacitación.(el instructor le brindo la confianza de que el si podía lograrlo pero más dependió de la fuerza de voluntad, concentración de el mismo y así hubiese logrado el objetivo final)
- e) Tener una buena actitud y responsabilidad es muy importante para mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mecánicas y cuidado del medio ambiente.



Figura 16: Resultado de capacitación Camión IVECO – José Puma

Fuente: Elaboración propia.

Emerson Bolívar Orado.

Durante el tiempo de la capacitación, el participante demostró mejoras continuamente en su habilidad, conocimiento y experiencia para operar el equipo en las tareas asignadas como; inspección de equipo, familiarización, acarreo de material, traslado, cuadrado en el equipo de carguío, y descarga en botadero.

Conclusiones

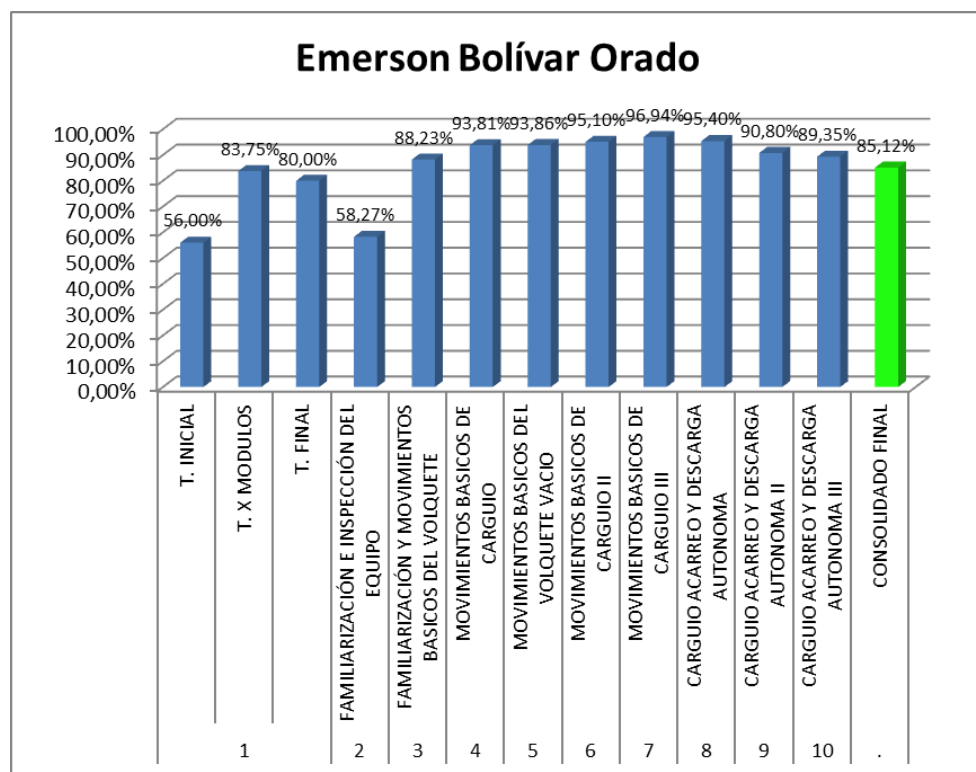
a) El participante tuvo una buena actitud y cumplió con todas las recomendaciones impartidas y así logro alcanzar el objetivo final del curso, ubicándose en el tercio superior (aprobado).

b) El participante se esmeró y los resultados fueron muy positivos, es importante conducir estos camiones correctamente para un óptimo rendimiento productivo.

c) Alcanzo a controlar maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su esfuerzo, responsabilidad y empeño personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.

d) Tener esta actitud proactiva y responsable es muy importante para seguir el siguiente nivel del entrenamiento, también es importante para mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mayores con los equipos.

Figura 17: Resultado de capacitación Camión IVECO – Emerson B



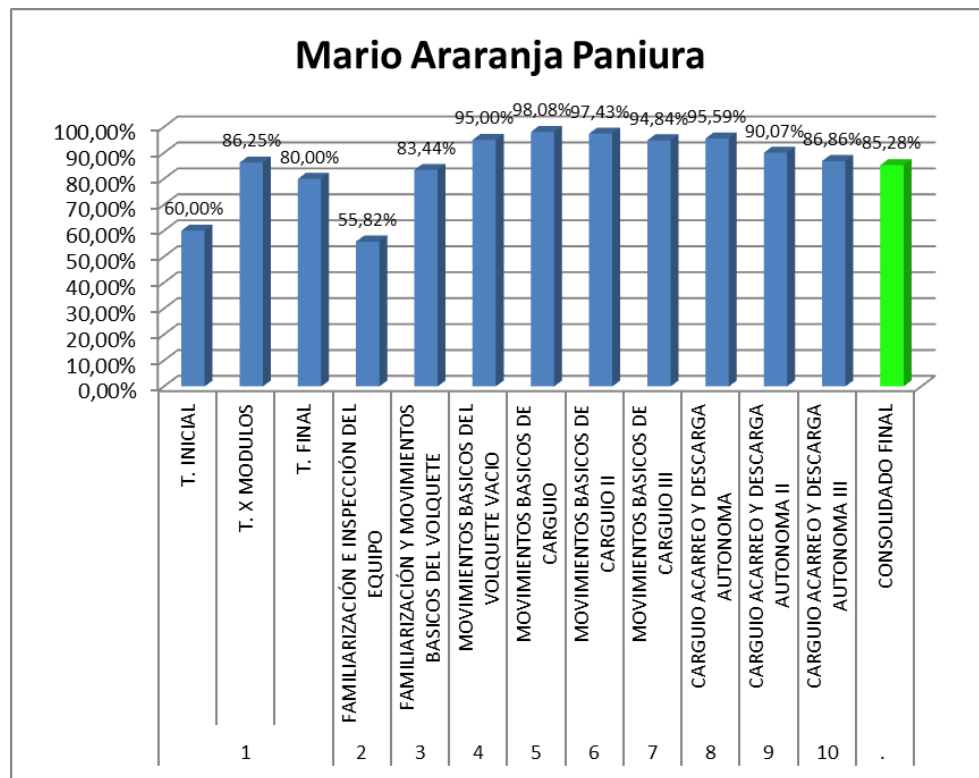
Fuente: Elaboración propia.

Mario Araranja Paniura.

Durante el tiempo de la capacitación, el participante demostró mejoras continuamente en su habilidad, conocimiento y experiencia para operar el equipo en las tareas asignadas como; inspección de equipo, familiarización, acarreo de material, traslado, cuadrado en el equipo de carguío, y descarga en botadero.

Conclusiones

- a) El participante tuvo una buena actitud y cumplió con todas las recomendaciones impartidas y así logro alcanzar el objetivo final del curso, ubicándose en el tercio superior (aprobado).
- b) Resaltar la responsabilidad mostrada por el participante con un 100% de asistencia.
- c) La operación correcta de estos camiones es muy importante para su buen rendimiento productivo.
- d) Tener esta actitud y responsabilidad es muy importante para seguir al siguiente nivel del entrenamiento, mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mayores con los equipos.

Figura 18: Resultado de capacitación Camión IVECO – Mario A.

Fuente: Elaboración propia.

Santos Sueldo Zamora.

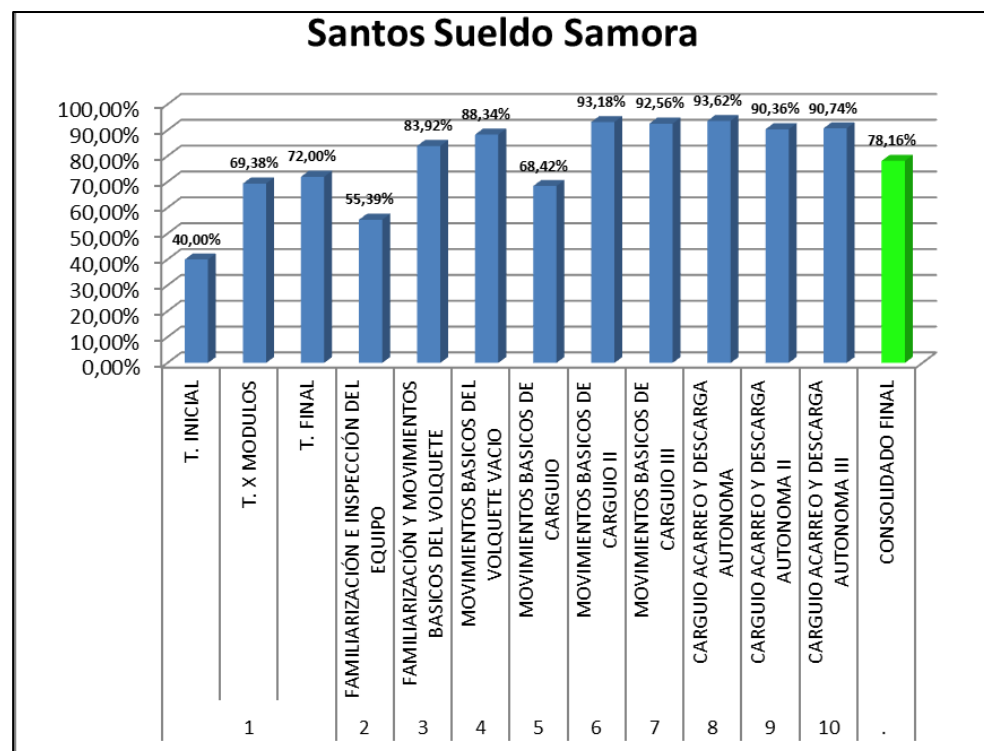
Durante el tiempo de la capacitación, el participante demostró mejoras continuamente en su habilidad, conocimiento y experiencia para operar el equipo en las tareas asignadas como; inspección, familiarización, acarreo de material, traslado, cuadrado en el equipo de carguío, y descarga en botadero.

Conclusiones

- a) El participante tuvo una buena actitud y demostró un desarrollo sostenible durante todo el curso, adaptándose con facilidad a la conducción del equipo, y cumplió con todas las recomendaciones impartidas.
- b) Alcanzo a controlar maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su esfuerzo, responsabilidad y empeño personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.

- c) La operación correcta del camión volquete es muy importante para su buen desempeño productivo del equipo y así prolongar la vida útil del mismo.
- d) Resaltar la responsabilidad que demostró con un 98% de asistencia.
- e) Tener esta actitud y responsabilidad es muy importante para mantener las unidades en buenas condiciones y así prevenir anomalías mayores en los equipos.

Figura 19: Resultado de capacitación Camión IVECO – Santos S



Fuente: Elaboración propia.

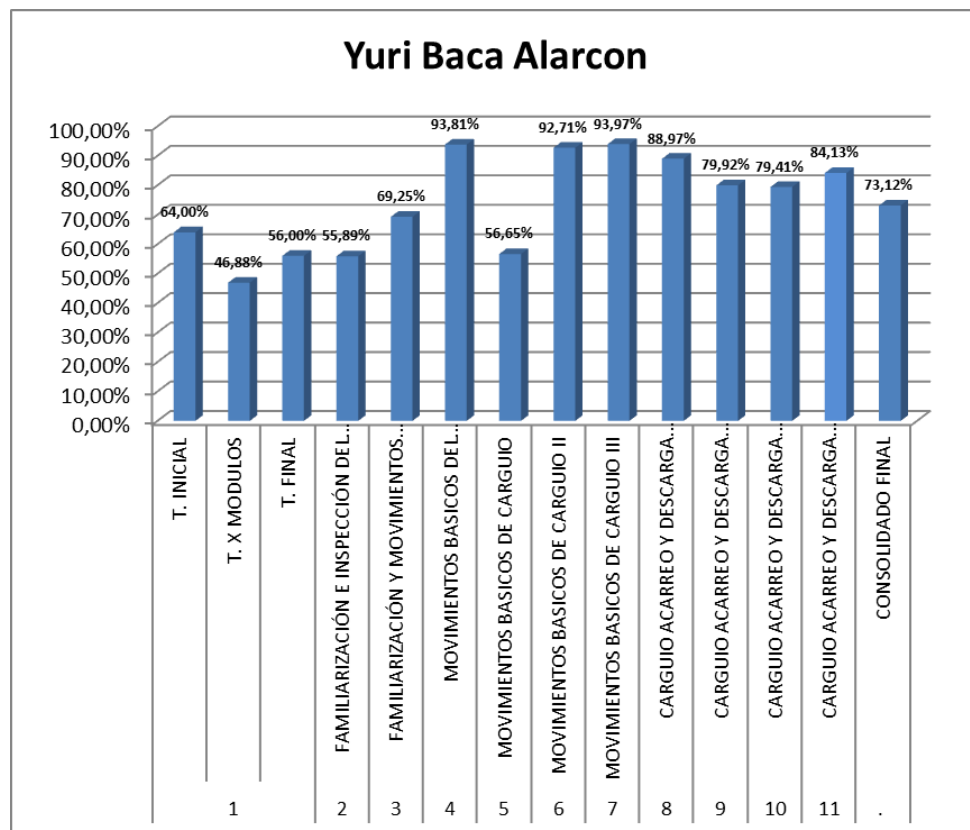
Yuri Baca Alarcón.

Durante el tiempo de la capacitación, el participante demostró mejoras continuamente en su habilidad, conocimiento y experiencia para operar el equipo en las tareas asignadas como; inspección, familiarización, acarreo de material, traslado, cuadrado en el equipo de carguío, y descarga en botadero.

Conclusiones

- a) El participante tuvo una buena actitud y demostró un desarrollo sostenible durante todo el curso, adaptándose con facilidad a la conducción del equipo, y cumplió con todas las recomendaciones impartidas.
- b) Alcanzo a controlar maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su esfuerzo, responsabilidad y empeño personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.
- c) La operación correcta del camión volquete es muy importante para su buen desempeño productivo del equipo y así prolongar la vida útil del mismo.
- d) Seguir trabajando más en el tema de responsabilidad, pues es de vital importancia y de seguro obtendrá resultados sobresalientes.

Figura 20: Resultado de capacitación Camión IVECO – Yuri Baca



Fuente: Elaboración propia.

Leonardo Quispe Ccoropuna.

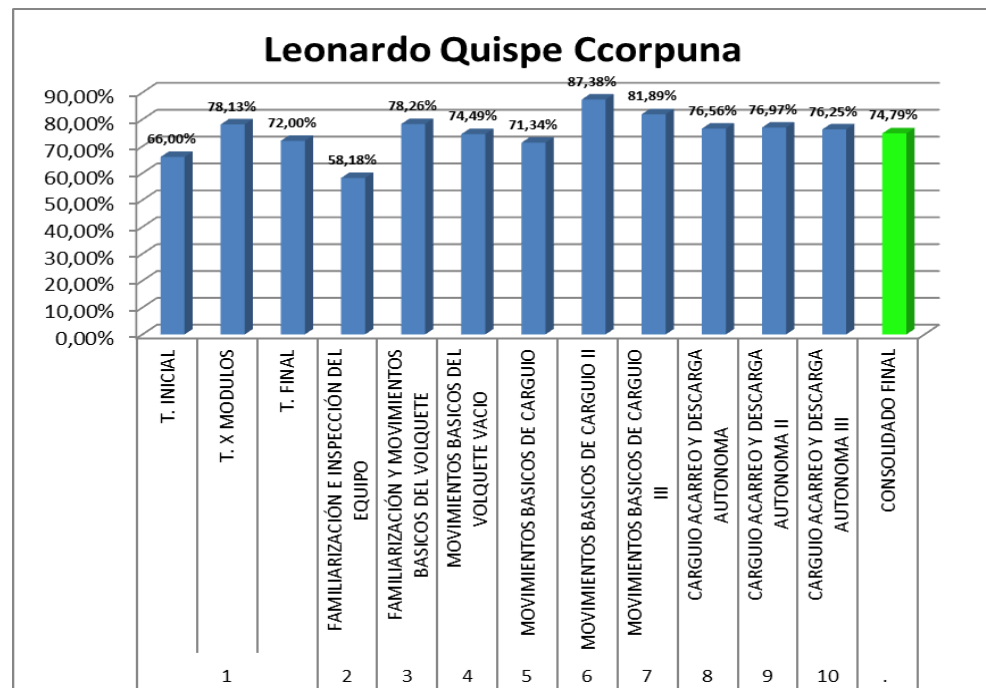
Durante el tiempo de la capacitación, el participante demostró mejoras continuamente en su habilidad, conocimiento y experiencia para operar el equipo en las tareas asignadas como; inspección, familiarización, acarreo de material, traslado, cuadrado en el equipo de carguío, y descarga en botadero.

Conclusiones

- a) El participante tuvo una buena actitud y demostró un desarrollo sostenible durante todo el curso, adaptándose a la conducción del equipo, y cumplió con todas las recomendaciones impartidas.
- b) Alcanzo a controlar maniobrar los controles, interruptores y palancas del camión correctamente y eso es gracias a su esfuerzo, responsabilidad y empeño personal del participante que demostró día a día durante la duración del curso.
- c) La operación correcta del camión volquete es muy importante para su buen desempeño productivo del equipo y así prolongar la vida útil del mismo.
- d) Seguir trabajando más en el tema de la impaciencia, pues es de vital importancia y de seguro obtendrá resultados sobresalientes.
- e) El participante es una persona hábil y responsable, falta más horas de entrenamiento pues al no tener experiencia en conducción no supero la valla del curso.



Figura 21: Resultado de capacitación Camión IVECO – Leonardo Q.



Fuente: Elaboración propia.

b) Curso de formación de operadores de camión KOMATSU 930E-4SE.

De todo el personal que pasó por el programa de formación de operadores de volquete IVECO solo 4 personas ingresaron al programa de formación de operadores de camión KOMATSU 930E-4SE, esto debido a que fueron los únicos que ingresaron en fechas similares y por lo tanto iniciaron su formación en condiciones similares de operación lo que nos permitirá entender mejor los resultados.

Cuadro 22: Participantes en el programa de formación de operadores de camión Komatsu 930E-4SE.

N°	Nombres y Apellidos
1	Alcahua Huamani, Eulogio
2	Araranja Paniura Mario
3	Bolivar Orado Emerson
4	Huamani Cahuana William

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al desarrollo del syllabus los resultados de la capacitación fueron los siguientes:

Cuadro 23: Resultados de Eulogio Alcahua.

Eulogio Alcahua Huamani	1. Teórico	Teórico	55	81%
	2. Simulador	I - Familiarización en la operación del camión	10	80%
		II - Desarrollo de habilidades en la operación	5	84%
		III - Op. En condiciones adversas	25	84%
		IV - Op. En turno nocturno	11	96%
		V - Op. En productividad	11	86%
		VI - Op. En mantenimiento	6	81%
		VII - Evaluación final	1	82%
	3. Práctico con instructor	I - Conocimiento y famil. d/l componentes princ.	6	81%
		II - Inspección y arranque del equipo	5	86%
		III - Observación y adaptación en la op. del equipo	24	86%
		IV - Familiarización práctica en la operación del equipo	24,5	86%
		V - Práctica de puntos referenciales con conos	17	83%
		VI - Práctica de estacionamiento y apagado de equipo	5	84%
		VII - Práctica de carguío, acarreo y descarga	76	86%
		VIII - Evaluacion final - operación del camion	6	85%
	4. Práctico con Op. guía	Práctica de carguío, acarreo y descarga	91	95%
	5. Autónomo	Práctica de carguío, acarreo y descarga	55	92%

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 24: Resultados de Mario Araranja.

OPERADOR / ALUMNO	MÓDULO	ESCENARIO / TEMA	Sum.	
			Horas	NOTA
Mario Araranja Paniura	1. Teórico	Teórico	25	88%
	2. Simulador	I - Familiarización en la operación del camión	5	87%
		II - Desarrollo de habilidades en la operación	5	87%
		III - Op. En condiciones adversas	5	94%
		IV - Op. En turno nocturno	5	89%
		V - Op. En productividad	5	86%
		VI - Op. En mantenimiento	4	86%
		VII - Evaluación final	9	84%
	3. Práctico con instructor	I - Conocimiento y famil. d/l componentes princ.	6	86%
		II - Inspección y arranque del equipo	10	86%
		III - Observación y adaptación en la op. del equipo	7	80%
		IV - Familiarización práctica en la operación del equipo	11	83%
		V - Práctica de puntos referenciales con conos	11	84%
		VI - Práctica de estacionamiento y apagado de equipo	11	88%
		VII - Práctica de carguío, acarreo y descarga	44	87%
		VIII - Evaluacion final - operación del camion	11	92%
	4. Práctico con Op. guía	Práctica de carguío, acarreo y descarga	106	91%
5. Autónomo	Autónomo	50	99%	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25: Resultados Emerson Bolivar Orado

OPERADOR / ALUMNO	MÓDULO	ESCENARIO / TEMA	Sum.	
			Horas	NOTA
Emerson Bolívar Orado	1. Teórico	Teórico	35	91%
	2. Simulador	I. Familiarización en la operación del camión	5	80%
		II. Desarrollo de habilidades en la operación	20	84%
		III. Op. En condiciones adversas	5	86%
		IV. Op. En turno nocturno	5	85%
		V. Op. En productividad	5	92%
		VI. Op. En mantenimiento	4	75%
		VII. Evaluación final	14	94%
	3. Práctico con instructor	I - Conocimiento y famil. d/l componentes princ.	6	86%
		II - Inspección y arranque del equipo	10	85%
		III - Observación y adaptación en la op. del equipo	17	88%
		IV - Familiarización práctica en la operación del equipo	11	87%
		V - Práctica de puntos referenciales con conos	8	82%
		VI - Práctica de estacionamiento y apagado de equipo	11	86%
		VII - Práctica de carguío, acarreo y descarga	75	99%
		VIII - Evaluación final - operación del camión	8	92%
	4. Práctico con Op. guía	Práctica de carguío, acarreo y descarga	120	90%
	5. Autónomo	Autónomo	60	90%

Fuente: Elaboración propia.



Cuadro 26: Resultados de William Huamani Cahuana.

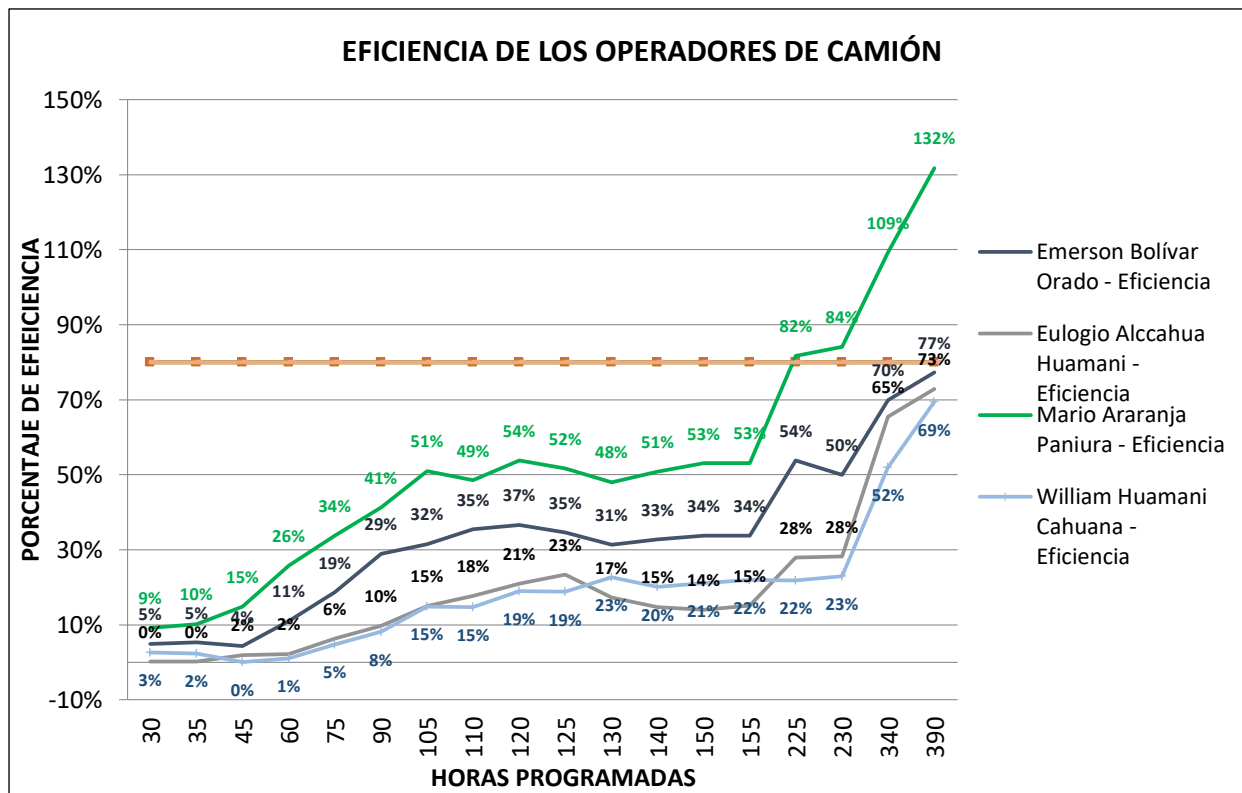
OPERADOR / ALUMNO	MÓDULO	ESCENARIO / TEMA	Sum.	
			Horas	NOTA
William Huamani Cahuana	1. Teórico	Teórico	79	85%
	2. Simulador	I - Familiarización en la operación del camión	11	80%
		II - Desarrollo de habilidades en la operación	4	83%
		III - Op. En condiciones adversas	9	81%
		IV - Op. En turno nocturno	7	87%
		V - Op. En productividad	11	82%
		VI - Op. En mantenimiento	2	80%
		VII - Evaluación final	10	83%
	3. Práctico con instructor	I - Conocimiento y famil. d/l componentes princ.	5	85%
		II - Inspección y arranque del equipo	5	80%
		III - Observación y adaptación en la op. del equipo	5	91%
		IV - Familiarización práctica en la operación del equipo	16	81%
		V - Práctica de puntos referenciales con conos	16	86%
		VI - Práctica de estacionamiento y apagado de equipo	3	82%
		VII - Práctica de carguío, acarreo y descarga	116	84%
		VIII - Evaluación final - operación del camión	5	84%
	4. Práctico con Op. guía	Práctico con Op. guía	93	86%
	5. Autónomo	Autónomo	40	90%

Fuente: Elaboración propia.

Observando los cuadros anteriores podemos observar que los participantes del proceso de formación, independientemente del tiempo que les haya tomado superar cada módulo lo lograron alcanzando superar la nota mínima aprobatoria, es decir fueron eficaces para superar el proceso de formación.

Sin embargo debemos considerar que no es lo mismo aprobar el programa, con el tiempo y recursos establecidos para tal fin e incluso superarlos, esto último determina la eficiencia de un alumno. En el siguiente gráfico evaluaremos la eficiencia de los operadores que participaron en el proceso de formación de camión.

Figura 22: Eficiencia de operadores de camión



Fuente: Elaboración propia.

Tractor de Orugas

El proceso de formación de los operadores de tractor de orugas se desarrolló con los siguientes participantes:

Nombre	Equipo
Adrian Huamani Llanque	Tractor Komatsu D475A
Wilber Segovia Soto	Tractor Komatsu D475A

El resumen de las calificaciones se muestra en los siguientes cuadros:

Adrian Huamani Llanque

Cuadro 27: Resultados evaluaciones Adrian H.

ESCENARIO / TEMA	horas programadas	Horas reales	Nota por modulo
Teórico	30	30	88%
1. Familiarización en la operación del equipo	5	7	83%
2. Aplicación de mandos y controles	5	8	83%
3. Operación de nivelado de plataformas	5	8	87%
4. Aplicación de ripper y hoja topadora para corte de material.	5	8	78%
5. Conformación de rampas	5	7	80%
6. Evaluación Final	5	5	85%
1. Inspección, familiarización y operación del equipo	20	15	83%
2. Desplazamientos y movimientos básicos del equipo	10	13	87%
3. Empuje recto y en zanja.	30	30	87%
4. Trabajos de nivelación	30	33	87%
5. Trabajos de desgarramiento	30	41	100%
6. Cierre de Operación	10	10	82%
7. Evaluación Final	10	10	83%
1. Corte ,empuje ,nivelación y acarreo de material	30	30	89%
2. Construcción de accesos	40	31	87%
3. Desbroce, corte ,empuje ,nivelación plataforma	60	63	92%
4. Evaluación final	10	10	84%

Fuente: Evaluación propia.

Del cuadro anterior podemos apreciar que las principales dificultades se muestran en la parte teórica, el participante no logra alcanzar el objetivo en lo que refiere al tiempo considerado para el desarrollo del proceso.

Wilber Segovia Soto

Los resultados de evaluación del señor Segovia se muestran a continuación.



Cuadro 28: Resultados evaluaciones Wilber Segovia

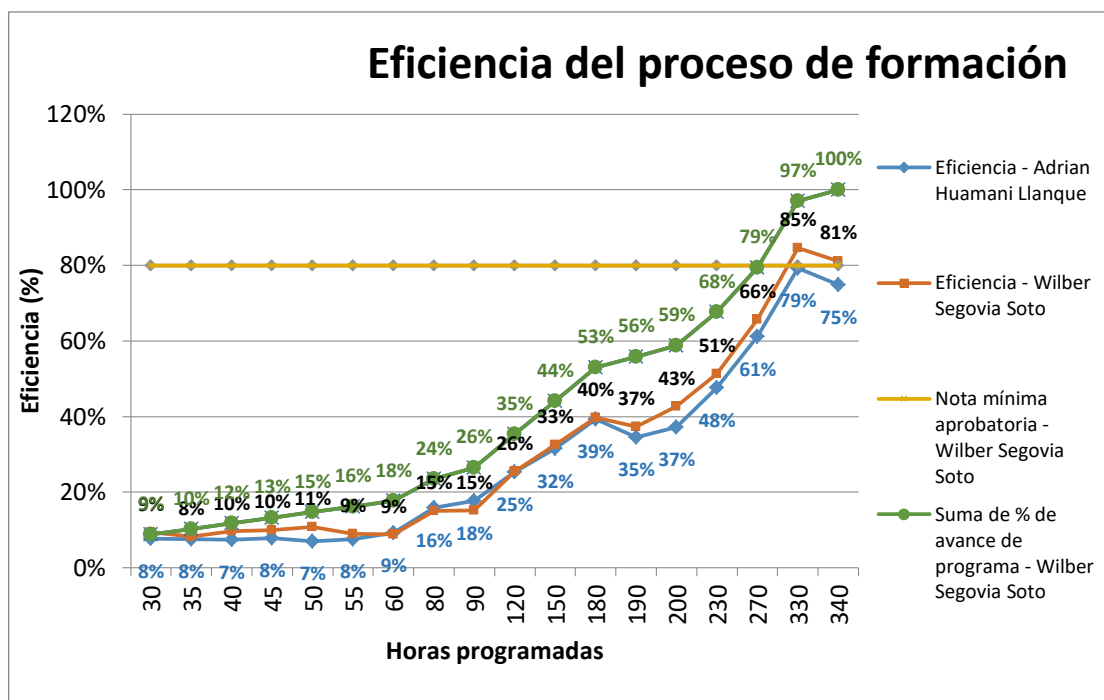
ESCENARIO / TEMA	horas programadas	Horas reales	Nota por modulo
1. Familiarización en la operación del equipo	5	8	90%
2. Aplicación de mandos y controles	5	5	91%
3. Operación de nivelado de plataformas	5	7	91%
4. Aplicación de ripper y hoja topadora para corte de material.	5	6	91%
5. Conformación de rampas	5	10	83%
6. Evaluación Final	5	8	82%
1. Inspección, familiarización y operación del equipo	20	20	91%
2. Desplazamientos y movimientos básicos del equipo	10	10	78%
3. Empuje recto y en zanja.	30	30	91%
4. Trabajos de nivelación	30	32	91%
5. Trabajos de desgarramiento	30	35	95%
6. Cierre de Operación	10	10	83%
7. Evaluación Final	10	10	90%
1. Corte ,empuje ,nivelación y acarreo de material	30	30	91%
2. Construcción de accesos	40	35	93%
3. Desbroce, corte ,empuje ,nivelación plataforma	60	64	98%
4. Evaluación final	10	10	91%

Fuente: Evaluación propia.

Del cuadro anterior se puede apreciar una diferencia marcada entre ambos participantes en la etapa de conocimientos teóricos.

A continuación evaluaremos la eficiencia de ambos participantes durante todo el proceso de formación a partir del siguiente gráfico:



Figura 23: Eficiencia del proceso de formación de operadores de Tractor

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico podemos observar lo siguiente:

- Ambos participantes tienen una eficiencia por debajo de lo esperado en el programa de capacitación.
- Durante la etapa de formación teórica y simulador es donde más dificultades tiene el personal y donde más alejados están de los resultados esperados.
- Durante la etapa práctica la evolución de ambos participantes se ve positiva, estando próximos a alcanzar los resultados esperados según el programa.
- Sin embargo en la etapa de operación autónoma (Etapa final) no logran desarrollar las competencias mínimas para ser considerados aptos, por lo tanto requiere más horas de práctica.
- La principal dificultad a superar con este equipo fueron: “Habilidad para la operación de equipos y comunicación”

Motoniveladora

En el proceso de formación de operadores de motoniveladora se contó con los siguientes participantes:

Nombre	Equipo
Huamani Criollo, Eliseo	Motoniveladora 24M
Licahua Vargas, Nativido	Motoniveladora 24M
Pumacahua Zegarra, Julio	Motoniveladora 24M
Santos Vargas, Ruth	Motoniveladora 24M

El resumen de las calificaciones obtenidas se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 29: Resultados evaluaciones Eliseo Huamani

Modulo	ESCENARIO / TEMA	horas program adas	Horas reales	Nota por modulo
Teórico	Teórico	20	30	80%
Simulador	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	5	80%
	II. Familiarización en la operación del equipo.	5	5	80%
	III. Circuito de movimientos y precisión en la aplicación de mandos.	10	5	80%
	IV. Escarificado, desgarramiento y nivelación final.	10	5	80%
Práctico	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	20	81%
	II. Reconocimiento de controles y movimientos básicos.	15	17	80%
	III. Circuito de movimientos y traslados cortos	10	27	80%
	IV. Nivelación básica.	30	20	81%
	V. Desgarramiento de material.	20	20	81%
	VI. Construcción de cunetas.	30	20	40%
	VII. Mantenimiento y lastrado de vías.	30	0	0%
	VIII. Nivelación Final	10	0	0%
Autonomo		50	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro de las evaluaciones muestra que Eliseo tuvo dificultades para superar el módulo teórico, en el módulo de simulador cumplió con los tiempos establecidos sin embargo su nota aprobatoria siempre fue la mínima. Durante el desarrollo de la parte práctica mostró un desempeño regular sin embargo tras la última etapa del proceso de entrenamiento decidió retirarse.



Cuando una persona abandona un proceso de aprendizaje debemos considerar que todos los recursos invertidos en su formación (Instructores, materiales, equipos) se reducen a cero puesto que no habrá ningún retorno futuro a través del trabajo de la persona entrenada.

Cuadro 30: Resultados evaluaciones Nativido Lichahua

Modulo	ESCENARIO / TEMA	horas programadas	Horas reales	Nota por modulo
Teórico	Teórico	20	26	80%
Simulador	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	6	80%
	II. Familiarización en la operación del equipo.	5	6	80%
	III. Circuito de movimientos y precisión en la aplicación de mandos.	10	6	80%
	IV. Escarificado, desgarramiento y nivelación final.	10	6	80%
Práctico	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	24	80%
	II. Reconocimiento de controles y movimientos básicos.	15	22	80%
	III. Circuito de movimientos y traslados cortos	10	22	80%
	IV. Nivelación básica.	30	24	83%
	V. Desgarramiento de material.	20	24	83%
	VI. Construcción de cunetas.	30	24	83%
	VII. Mantenimiento y lastrado de vías.	30	22	85%
	VIII. Nivelación Final	10	22	87%
Autónomo		50	44	82%

Fuente: Elaboración propia.

En Sr. Nativido mostró dificultades de aprendizaje en el módulo teórico, sin embargo en la última parte de la formación práctica demostró un rendimiento más que aceptable puesto que estuvo superando los módulos antes del tiempo programado, por otro lado cabe mencionar que todos los módulos aprobados estuvieron muy próximos al límite inferior (80%).



Cuadro 31: Resultados evaluaciones Julio Pumacahua

Modulo	ESCENARIO / TEMA	horas progra madas	Horas reales	Nota por modulo
Teórico	Teórico	20	26	80%
Simulador	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	6	80%
	II. Familiarización en la operación del equipo.	5	6	80%
	III. Circuito de movimientos y precisión en la aplicación de mandos.	10	6	80%
	IV. Escarificado, desgarramiento y nivelación final.	10	6	80%
Práctico	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	24	80%
	II. Reconocimiento de controles y movimientos básicos.	15	22	80%
	III. Circuito de movimientos y traslados cortos	10	22	80%
	IV. Nivelación básica.	30	24	85%
	V. Desgarramiento de material.	20	24	85%
	VI. Construcción de cunetas.	30	24	87%
	VII. Mantenimiento y lastrado de vías.	30	22	87%
	VIII. Nivelación Final	10	22	90%
	Autónomo	50	44	83%

Fuente: Elaboración propia.

Como en los casos anteriores el Sr. Julio, tuvo problemas con el aprendizaje del contenido teórico, así mismo durante la inspección del equipo tuvo muchas dificultades para reconocer los componentes del equipo, sin embargo durante la etapa práctica mostro una evolución favorable de su aprendizaje logrando culminar la capacitación con éxito.



Cuadro 32: Resultados evaluaciones Ruth Santos

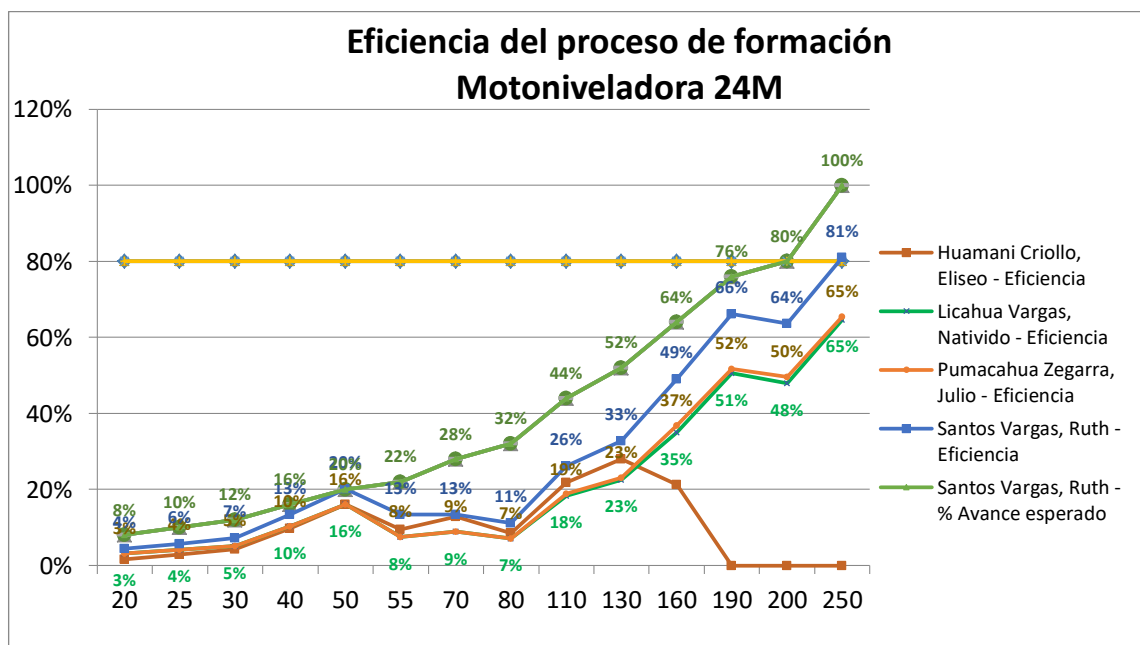
Modulo	ESCENARIO / TEMA	Horas	Nota	
		progra madas	Horas reales	por modulo
Teórico	Teórico	20	24	85%
Simulador	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	5	80%
	II. Familiarización en la operación del equipo.	5	5	80%
	III. Circuito de movimientos y precisión en la aplicación de mandos.	10	5	80%
	IV. Escarificado, desgarramiento y nivelación final.	10	5	80%
Práctico	I. Inspección del equipo y reconocimiento de componentes.	5	20	87%
	II. Reconocimiento de controles y movimientos básicos.	15	22	80%
	III. Circuito de movimientos y traslados cortos	10	22	83%
	IV. Nivelación básica.	30	20	85%
	V. Desgarramiento de material.	20	20	85%
	VI. Construcción de cunetas.	30	20	85%
	VII. Mantenimiento y lastrado de vías.	30	22	87%
	VIII. Nivelación Final	10	22	90%
	Autónomo	50	44	85%

Fuente: Elaboración propia.

La Srta. Ruth Santos Vargas, demostró un desempeño por encima del promedio, desde el módulo teórico maco una diferencia con respecto a los otros participantes del programa, siendo su principal dificultad el reconocimiento de componentes durante la inspección y los trabajos de nivelación final. A continuación evaluaremos la eficiencia de cada participante durante todo el proceso de formación.



Figura 24: Eficiencia del proceso de formación de Motoniveladora 24M



Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica que representa la eficiencia de los operadores durante el proceso de formación podemos afirmar lo siguiente:

- Los alumnos en general mostraron una eficiencia muy por debajo de la esperada en este proceso.
- La principal dificultad fueron los módulos: teórico e inspección del equipo, de los cuales se demuestra un bajo nivel de retención en los participantes.
- En la parte práctica muestran un mejor desempeño, sin embargo las calificaciones los ubican por al menos 15% por debajo de lo esperado.
- El nivel de eficiencia al momento de concluir su capacitación muestra que necesariamente se debe invertir recursos para reforzar los módulos teórico y práctico.

El análisis de la curva de aprendizaje y rendimientos en la operación del equipo contribuirán serán necesarios para realizar una conclusión general sobre el programa de formación de operadores de motoniveladora.

4.1.1. Cálculo de la curva de aprendizaje

Cuando las personas, individualmente o mediante alguna forma de sociedad o empresa iniciamos un actividad, normalmente necesitamos un periodo de aprendizaje hasta que se ejecuta con la perfección deseada.

En la producción de un bien, en el que el tiempo o los costos son menores a medida que se realizan más unidades o ciclos, y además la tasa de disminución del tiempo es cada vez menor. Se puede establecer entonces, una relación entre el tiempo que se tarda en producir cada unidad y el número de unidades de producción consecutivas, que denominamos: curva de aprendizaje.

En nuestro caso consideramos que dependiendo al equipo, las unidades de producción son: Cuadrado en pala, empuje de material en la descarga y mantenimiento de vías. Por lo tanto a mayor número de veces que un operador de camión se cuadra en una pala para el carguío el tiempo requerido para realizar esta actividad debería ser menor, sin embargo llega un punto en el que el operador ya no puede mejorar este tiempo, en el caso ideal este tiempo debería coincidir con el tiempo establecido por la empresa para esta actividad.

Del análisis de la curva de aprendizaje obtendremos los resultados que nos permitirán sacar conclusiones con respecto a la productividad alcanzada por los operadores entrenados.

4.1.2. Base de datos

Durante todo el desarrollo del entrenamiento, la toma de información fue enfocada en dos aspectos que presentamos a continuación:

Formación del operador.

Durante la etapa de formación del operador, la información obtenida fue la siguiente:

Cuadro 33: Datos de tiempo de cuadrado

FECHA	MODELO	TURNO	ID OPERADOR	OPERADOR	TIEMPO DE CUADRAD	TIEMPO DE DESCARG
10/29/2015	KOM 930E-4SE	D	109957	Araranja Paniura Mario	2,58	0,82
6/11/2015	KOM 930E-4SE	D	109957	Araranja Paniura Mario	2,32	0,78
6/12/2015	KOM 930E-4SE	D	109957	Araranja Paniura Mario	2,22	0,86
6/14/2015	KOM 930E-4SE	D	109957	Araranja Paniura Mario	2,20	0,87
7/9/2015	KOM 930E-4SE	N	109957	Araranja Paniura Mario	2,20	0,75
7/21/2015	KOM 930E-4SE	D	109957	Araranja Paniura Mario	2,18	0,92
7/21/2015	KOM 930E-4SE	D	109957	Araranja Paniura Mario	2,18	0,88

Fuente: Elaboración propia.

Esto con la finalidad de obtener la información directamente relacionada con la productividad y poder analizar posteriormente los resultados para identificar oportunidades de mejora y replanteos de estrategias de capacitación (Ver tabla completa en ANEXOS).

Productividad del operador

La información de productividad es necesaria para monitorear el desempeño del operador a lo largo de su formación, es necesario considerar que al autorizar a un operador no necesariamente significa que haya alcanzado su máximo rendimiento pues esto se logra con la experiencia a medida que pasa el tiempo.

Cuadro 34: Datos de productividad de tractor de orugas

FECHA	MODELO	TURNO	ID OPERADOR	OPERADOR	TIEMPO DE EMPUJE (Min - 10 METROS)	N° de ciclos por carga	Rendimiento (m ³ /hr)	Target (m ³ /hr)
6/11/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,50	12,00	2373,33	5061,61
6/12/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,50	12,00	2373,33	5061,61
6/13/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,50	12,00	2373,33	5061,61
6/14/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,40	12,00	2427,27	5061,61
6/15/2017	KOM D475A	N	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,40	12,00	2427,27	5061,61

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información se puede elaborar la curva de aprendizaje que en términos sencillos relaciona el tiempo necesario por un operador para alcanzar su máxima productividad.

4.1.3. Método de cálculo

Existen varios métodos de cálculo para la curva de aprendizaje, en el presente estudio utilizaremos el método aritmético, el cual tiene el siguiente enunciado:

Fórmula:

$$Y = KX^N$$

En donde:

Y: Tiempo acumulado promedio para X unidades.

K: Tiempo teórico en completar la primera unidad.

X: Número de unidades producidas.

N: Índice de aprendizaje (Pendiente de la recta).

Para acondicionar la ecuación a nuestros datos se puede transformar a una ecuación lineal de la forma:

$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(K) + N\text{Log}(X)$$

Curva de aprendizaje Camión Minero

Para el cálculo de la curva de aprendizaje organizaremos nuestra información de camiones de la siguiente forma:

Cuadro 35: Cálculo de variables de la curva de aprendizaje.

N° Veces de cuadrado	Tiempo de cuadrado	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	2,58	2,58	2,583333	0	0,41218039	-0,125662111	0,46348576	2,907272636	0,91658329
2	2,32	4,90	2,44999975	0,30103	0,38916604	0,0034831	0,00560271		
3	2,22	7,12	2,374999667	0,47712125	0,37566355	0,933314121	0,01357561		
4	2,20	9,32	2,33124975	0,60205999	0,3675888	1301,598095	93		
5	2,20	11,52	2,3049998	0,69897	0,36267089				

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que tengamos la información ajustada a la forma lineal de la ecuación de la curva de aprendizaje podemos calcular las variables de la ecuación y obtener la ecuación y gráfica de la curva para cada caso.

Alcchua Huamani Eulogio

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 36: Datos de tiempo de cuadrado.

FECHA	MODELO	TURNO	ID OPERADOR	OPERADOR	TIEMPO DE CUADRAD	TIEMPO DE DESCARG
10/6/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	2,24	0,83
6/11/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	2,08	0,83
6/12/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,93	1,02
6/13/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,92	1,02
6/14/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,89	0,85
6/15/2015	KOM 930E-4SE	N	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,88	1,12
6/16/2015	KOM 930E-4SE	N	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,86	1,13
6/17/2015	KOM 930E-4SE	N	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,84	0,92
6/18/2015	KOM 930E-4SE	N	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,79	1,01
6/19/2015	KOM 930E-4SE	N	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,77	0,83
6/30/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,77	0,92
7/1/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,73	0,97
7/2/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,70	0,89
7/3/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,70	0,98
7/4/2015	KOM 930E-4SE	D	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,68	1,74
7/5/2015	KOM 930E-4SE	N	87330	Eulogio Alcchua Huamani	1,66	0,96

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos mostrados (Ver datos completos en ANEXOS) se hace el cálculo de las variables de la ecuación de la curva de aprendizaje que se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 37: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje.

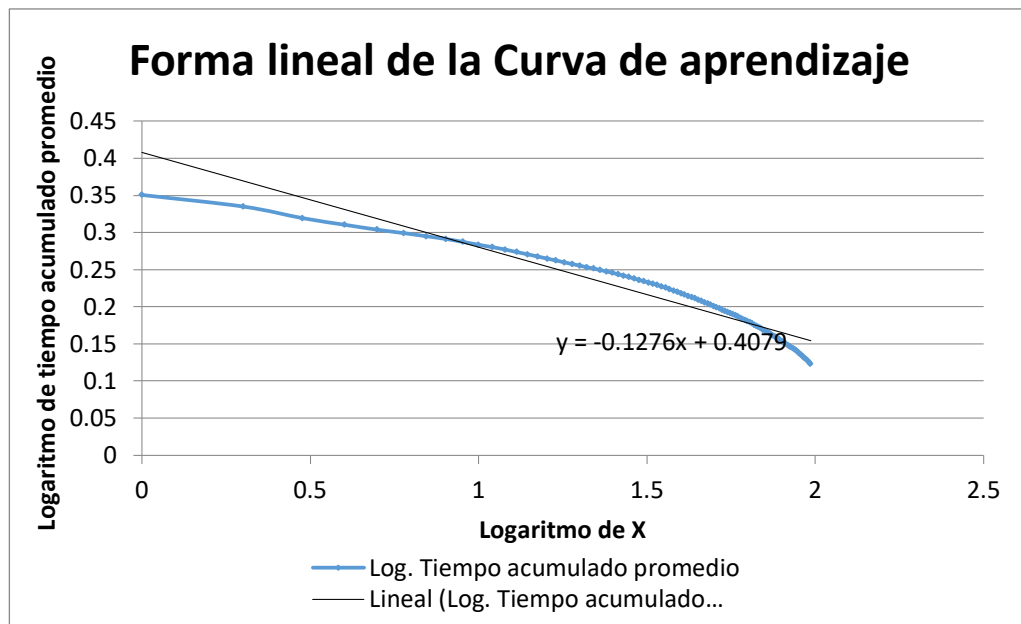
N° Veces de cuadrado	Tiempo de cuadrado	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	2,24	2,24	2,2416665	0	0,350571	-0,127624614	0,40794053	2,55823554	0,915337306
2	2,08	4,32	2,16249975	0,30103	0,33495607	0,003938005	0,00636845		
3	1,93	6,26	2,086110833	0,47712125	0,31933738				
4	1,92	8,17	2,043749625	0,60205999	0,31042769				
5	1,89	10,06	2,012777433	0,69897	0,30379575				
6	1,88	11,95	1,991203361	0,77815125	0,29911562				
7	1,86	13,81	1,972221881	0,84509804	0,29495577				
8	1,84	15,64	1,955555229	0,90308999	0,29127009				
9	1,79	17,44	1,937654019	0,95424251	0,28727623				
10	1,77	19,21	1,920555267	1	0,28342681				
11	1,77	20,97	1,906565364	1,04139269	0,2802517				
12	1,73	22,71	1,892129333	1,07918125	0,27695082				
13	1,70	24,41	1,877350128	1,11394335	0,27354528				
14	1,70	26,10	1,864444119	1,14612804	0,27054937				
15	1,68	27,78	1,851814511	1,17609126	0,26759748				
16	1,66	29,44	1,839895542	1,20411998	0,26479317				

Fuente: Elaboración propia.

Con la información del cuadro anterior podemos graficar la forma lineal de la curva de aprendizaje.



Figura 25: Curva de aprendizaje en la forma lineal.

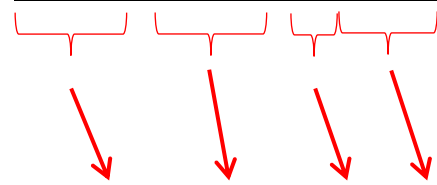


Fuente: Elaboración propia.

A continuación realizaremos un análisis de la forma de cálculo para éste único caso a partir del gráfico.

La ecuación del gráfico es:

$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(K) + N\text{Log}(X)$$



$$Y = 0,4079 - 0,1276X$$

Consideramos que del valor de N podemos obtener el porcentaje de aprendizaje usando la fórmula:

$$\text{Índice de aprendizaje} = 2^N$$

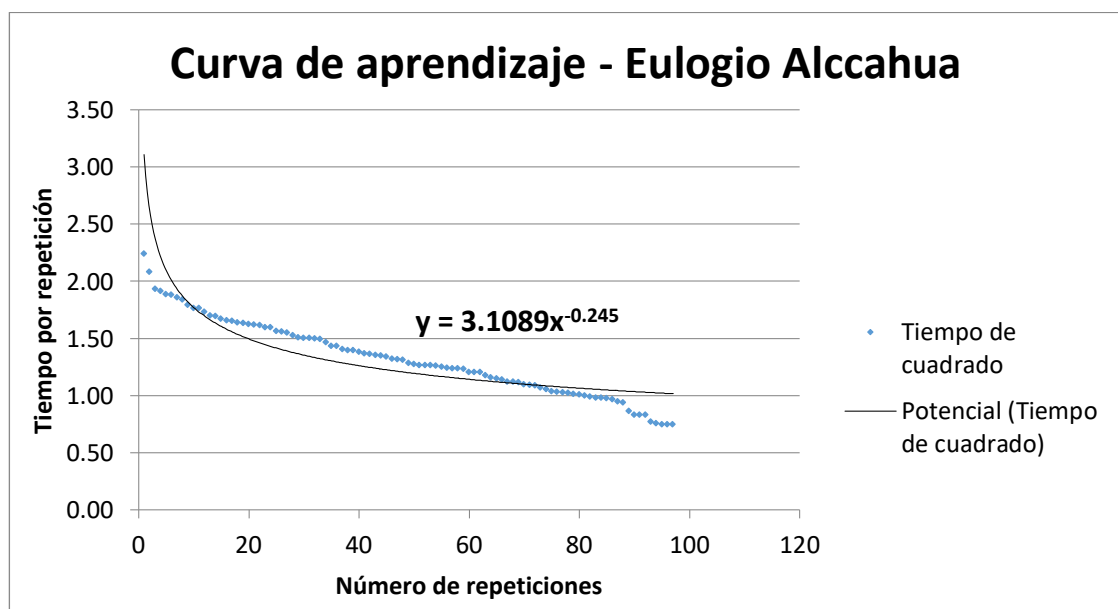
De los cálculos realizados y apoyándonos de la función “Estimación Lineal” del Excel tenemos la siguiente información:

Cuadro 38: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje.

N° Veces de cuadrado	Tiempo de cuadrado	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	2,24	2,24	2,2416665	0	0,350571	-0,127624614	0,40794053	2,55823554	0,915337306
2	2,08	4,32	2,16249975	0,30103	0,33495607	0,003938005	0,00636845		

Fuente: Elaboración propia.

Además a partir de los datos registrados podemos obtener también el gráfico de la curva de aprendizaje en su forma potencial de la siguiente forma:

Figura 26: Curva de aprendizaje potencial – Eulogio A.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de la curva de aprendizaje podemos afirmar lo siguiente:

- La primera parte de la formación práctica fue donde el tiempo de cuadrado estuvo muy por encima del promedio esperado.
- A medida que se repite la actividad de cuadrado los tiempos de esta actividad se reducen.
- De las observaciones en campo se registró información que altera la curva, esto debido al cuadrado de los camiones en frentes fuera del estándar (Palas cargando en rampa, anchos reducidos para el giro de los camiones), por lo tanto estos datos que no entran a un estándar de evaluación fueron retirados del análisis.
- Cada dato mostrado en el gráfico corresponde a un promedio del día, es decir representa aproximadamente a 15 repeticiones.

- En la última etapa de la gráfica podemos observar que el la reducción ya no es tan significativa, esto debido que estamos próximos al punto en el que sin importar el número de repeticiones ya no se puede mejorar el tiempo para el cuadrado de camiones.
- Su porcentaje de aprendizaje es de 91.53%

Araranja Paniura Mario

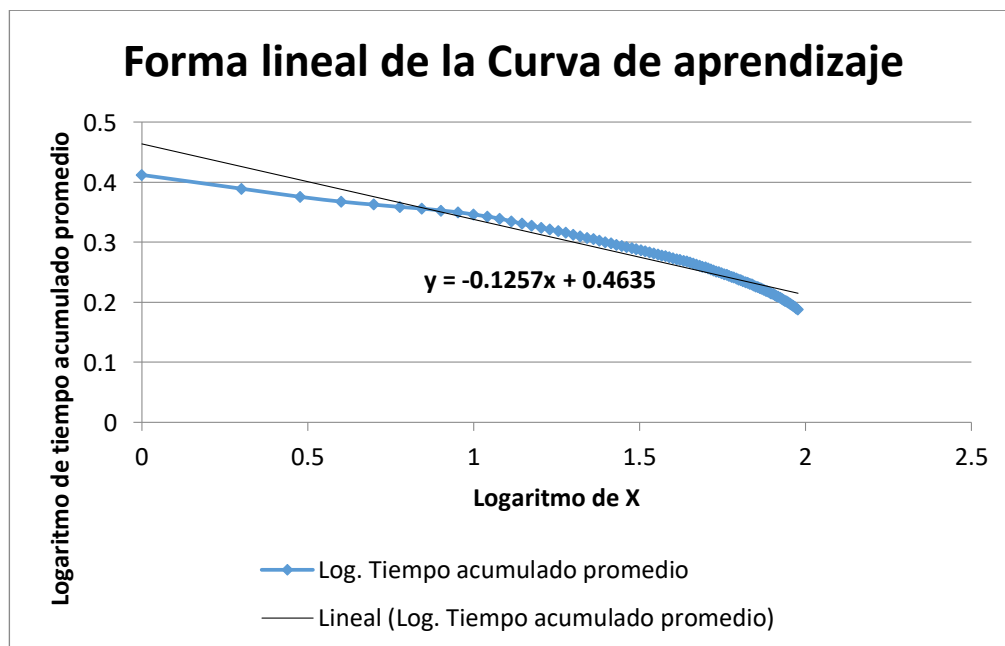
A continuación se muestran los resultados del cálculo de las variables y de la curva de aprendizaje:

Cuadro 39: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje - MAP

N° Veces de cuadrado	Tiempo de cuadrado	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	2,58	2,58	2,583333	0	0,41218039	-0,125662111	0,46348576	2,907272636	0,91658329
2	2,32	4,90	2,44999975	0,30103	0,38916604	0,0034831	0,00560271		

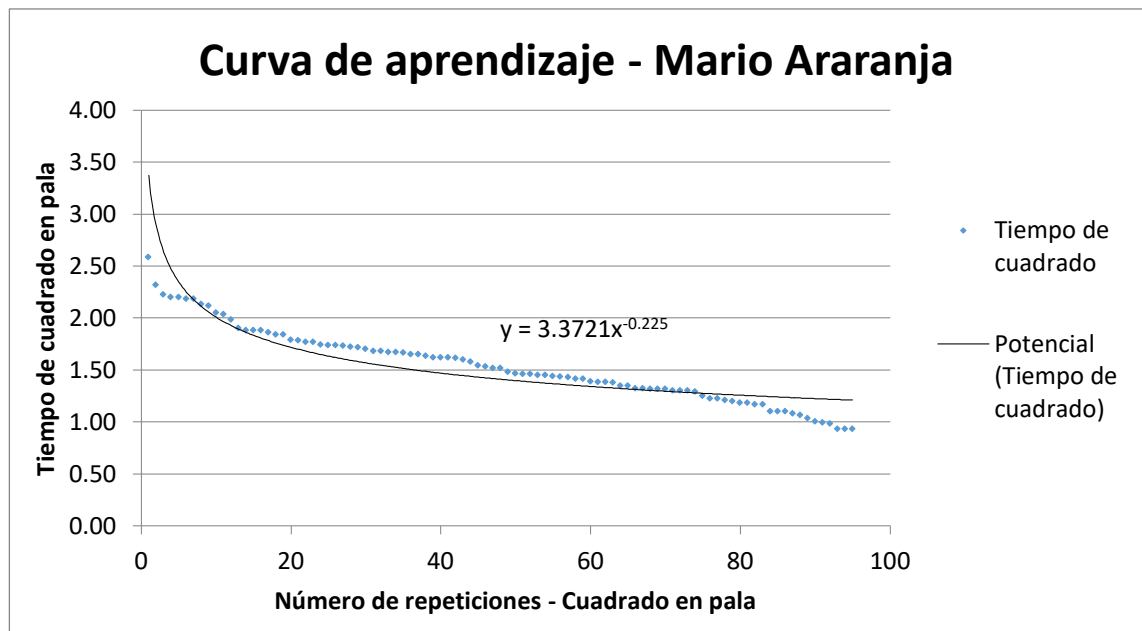
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27: Curva de aprendizaje en su forma lineal- Mario A.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28: Curva de aprendizaje potencial – Mario A.



Fuente: Elaboración propia.

En comparación al desempeño mostrado en el proceso de formación, la productividad evaluada en la curva de aprendizaje muestra lo siguiente:

- Su tiempo promedio para la primera vez que se cuadró en una pala debería ser 2.90 minutos y tiene como registro 2.58 min.
- Pasaron más 20 días (300 repeticiones) para superar los 1.62 minutos de tiempo de cuadrado, los operadores llegan a un punto en el que se encuentran su estado de confort, es decir ya saben cuadrarse y no se preocupan por mejorar el tiempo del mismo.
- Con el seguimiento del caso su tiempo de cuadrado disminuyó hasta 0.93, aún tiene oportunidades de mejora.
- Su porcentaje de aprendizaje es del 91.65%.

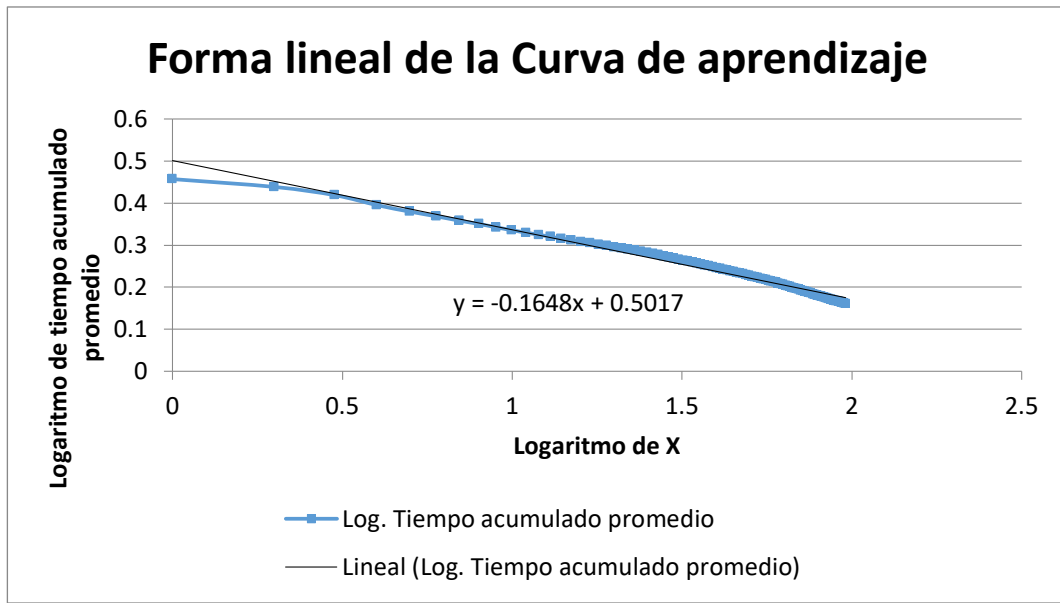
Bolivar Orado, Emerson

A continuación se muestran los resultados del cálculo de las variables y curva de aprendizaje:

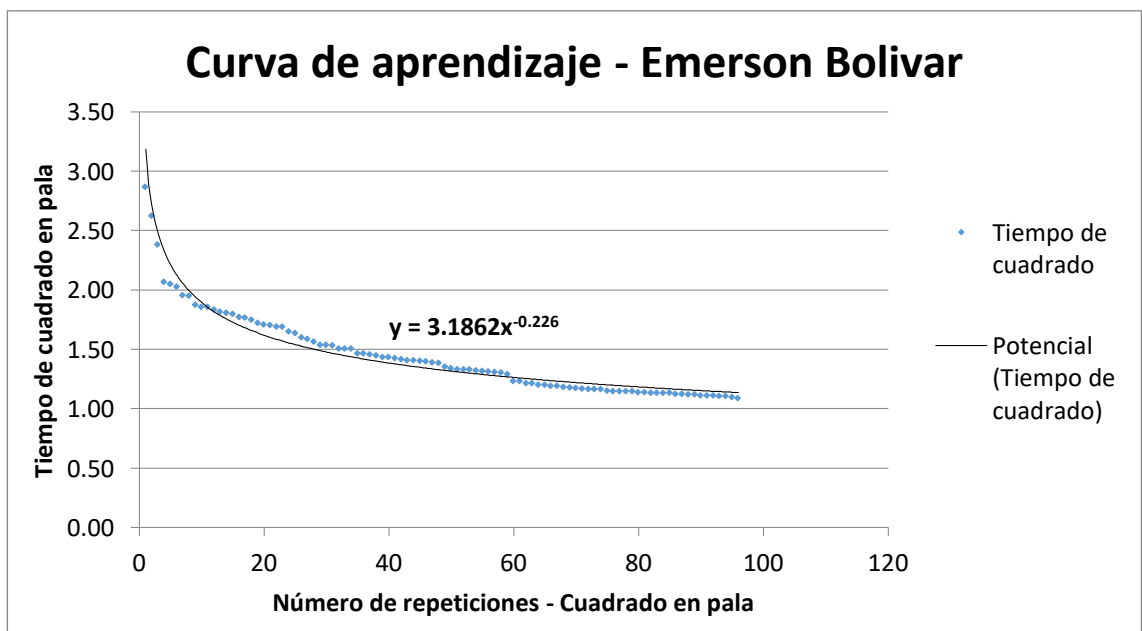
Cuadro 40: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje – EBO.

N° Veces de cuadrado	Tiempo de cuadrado	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	2,87	2,87	2,866666	0	0,4573771	-0,164767106	0,50166614	3,174432824	0,892072515
2	2,62	5,49	2,74583275	0,30103	0,43867408	0,002323072	0,00374684		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29: Curva de aprendizaje en su forma lineal- Emerson B.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30: Curva de aprendizaje en su forma potencial - Emerson Bolivar.

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico podemos afirmar lo siguiente:

- La tasa de aprendizaje de Emerson es de 89%.
- Su tiempo de cuadrado hasta la última fecha de toma de datos aún no baja del minuto.
- Según los resultados, en el caso de Emerson el primer cuadrado debería haber tomado 3.15 minutos y tomó 2.87 minutos.
- Tiene oportunidades de mejora, se debe realizar mayor seguimiento.

Huamani Cahuana, William

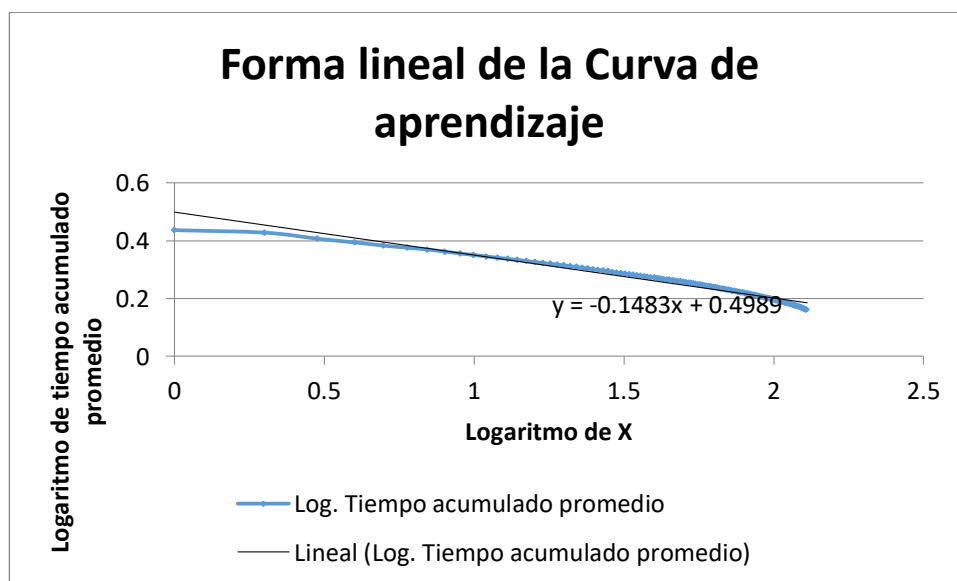
A continuación mostramos los resultados de los cálculos de las variables para el análisis de la curva de aprendizaje.

Cuadro 41: Cálculos para la forma lineal de la curva de aprendizaje –WHC

Nº Veces de cuadrado	Tiempo de cuadrado	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	2,73	2,73	2,733333	0	0,43669254	-0,148340138	0,49889084	3,1542117	0,902287974
2	2,63	5,36	2,6791665	0,30103	0,4279997	0,002532104	0,00439517		

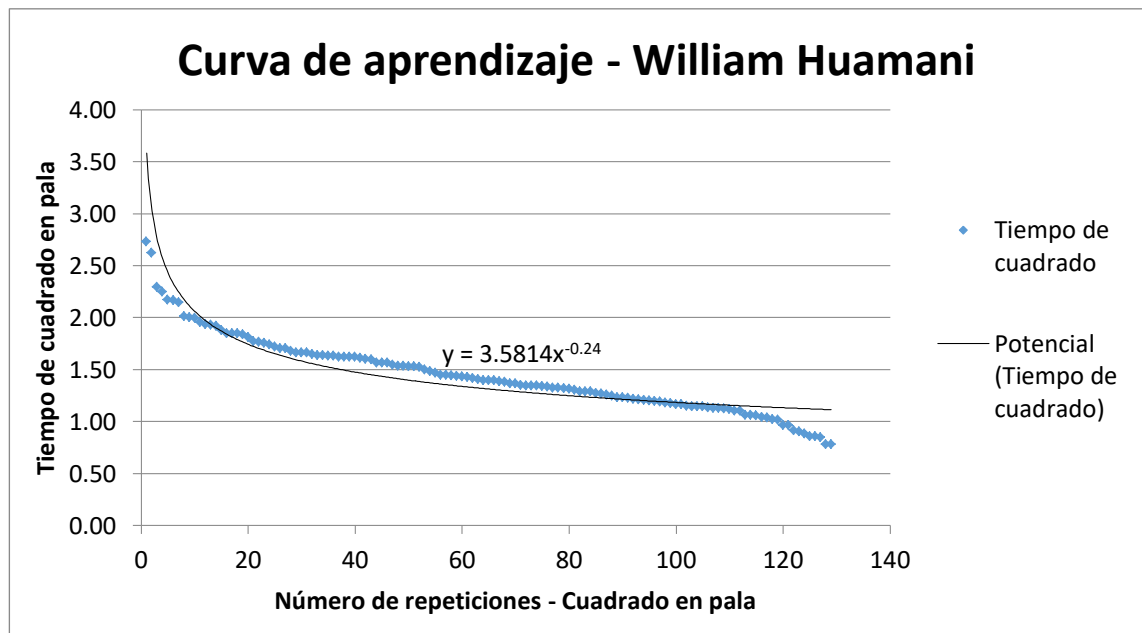
Cuadro N° 37: Cálculo de variables para la curva de aprendizaje.

Figura 31: Curva de aprendizaje en su forma lineal- William H.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32: Curva de aprendizaje en su forma potencial- William H.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico de la curva podemos afirmar lo siguiente:

- Su porcentaje de aprendizaje del proceso de cuadrado en pala es del 90%.
- El tiempo de cuadrado entre los días 40 y 100 muestran una tendencia lineal negativa.
- A partir de la repetición N° 100 la mejora es resaltante, puesto que termina con un tiempo de cuadrado de 0,78, ya por debajo del límite de 0,80 establecido por la empresa.
- Ese ritmo debe hacerse constante en todas las condiciones y frentes de minado.

Curva de aprendizaje Tractor de Orugas.

En el caso del tractor de orugas, evaluaremos el rendimiento del operador en función de la tarea más frecuente realizada en mina, el “empuje de material en botadero”, para esto tuvimos que tomar la siguiente información:

Cuadro 42: Toma de datos de tiempo de empuje con tractor en botadero.

FECHA	MODELO	TURNO	ID OPERADOR	OPERADOR	TIEMPO DE EMPUJE (Min - 10 METROS)	N° de ciclos por carga
6/11/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,50	12,00
6/12/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,50	12,00
6/13/2017	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	4,50	12,00

Fuente: Elaboración propia.

Por procedimiento en Minera Las Bambas, la descarga de los camiones se realiza a 10 metros de la cresta, por lo tanto es la distancia que debe empujar el tractor de orugas y al mismo tiempo dejar habilitado para la siguiente descarga. En función de lo antes mencionado evaluaremos el rendimiento del operador.

En el caso del tractor de orugas evaluaremos la curva de aprendizaje a partir del tiempo que le toma a un operador el despejar una carga de 178 m³ (300 ton) dejada por el camión Komatsu 930E. Este tiempo será variable de acuerdo los siguientes aspectos: Angulo de ataque, factor de llenado de la hoja, número de marcha en retroceso, velocidad de empuje, tiempo para el cambio de marcha, Etc.

A continuación veremos el caso por operador:

Wilber Segovia Soto

Cuadro 43: Información de campo y rendimiento práctico – Wilber S.

FECHA	MODELO	TURNO	ID OPERADOR	OPERADOR	TIEMPO DE EMPUJE (Min - 10 METRO)	N° de ciclos por carga	Rendimiento (m ³ /hr)	Target (m ³ /hr)
2/5/2016	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.35	8.00	4544.68	5061.61
2/6/2016	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.35	8.00	4544.68	5061.61
2/6/2016	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.35	8.00	4544.68	5061.61
2/7/2016	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.35	8.00	4544.68	5061.61
2/8/2016	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.32	8.00	4603.45	5061.61
2/9/2016	KOM D475A	D	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.32	8.00	4603.45	5061.61
2/11/2016	KOM D475A	N	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.32	8.00	4603.45	5061.61
2/11/2016	KOM D475A	N	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.30	8.00	4643.48	5061.61
2/12/2016	KOM D475A	N	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.30	8.00	4643.48	5061.61
2/13/2016	KOM D475A	N	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.30	8.00	4643.48	5061.61
2/13/2016	KOM D475A	N	23981349	Segovia Soto Wilbert	2.30	8.00	4643.48	5061.61

Fuente: Elaboración propia.



El rendimiento práctico de un operador de tractor de orugas que empuja un determinado volumen de material suelto a 10 metros de distancia, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento Práctico} \left(\frac{m^3}{hr} \right) = \frac{\text{Volumen de material} (m^3)}{\text{tiempo de empuje} (hrs)}$$

De esta forma se calcula el rendimiento del cuadro anterior.

Por otro lado, para el cálculo teórico del rendimiento teórico necesitamos lo siguiente:

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times e \times E$$

Dónde:

Q: Producción horaria (m^3 / h , yd^3/h).

q: Producción por ciclo (m^3 , yd^3).

Cm: Tiempo de ciclo (min)

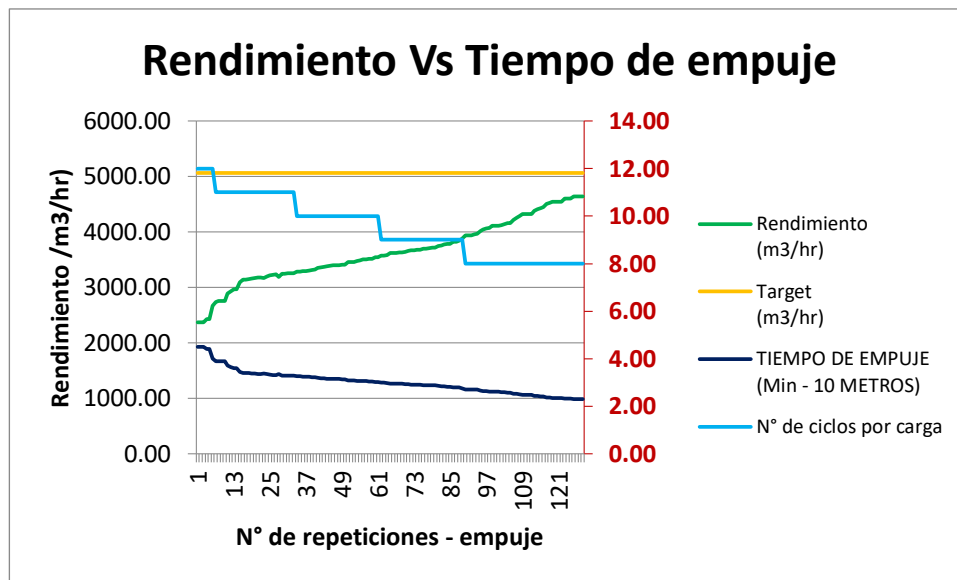
e: Factor de inclinación

E: Eficiencia de trabajo

La eficiencia de trabajo es determinante para lograr incrementar la productividad horaria y por lo tanto será el que determine lo mostrado en el siguiente gráfico:



Figura 33: Rendimiento Wilber Segovia Soto



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico mostramos el rendimiento práctico del Sr. Wilber Segovia, se puede observar claramente que el rendimiento es inversamente proporcional al tiempo de empuje y al número de ciclos realizados para despejar una carga de 178 m^3 .

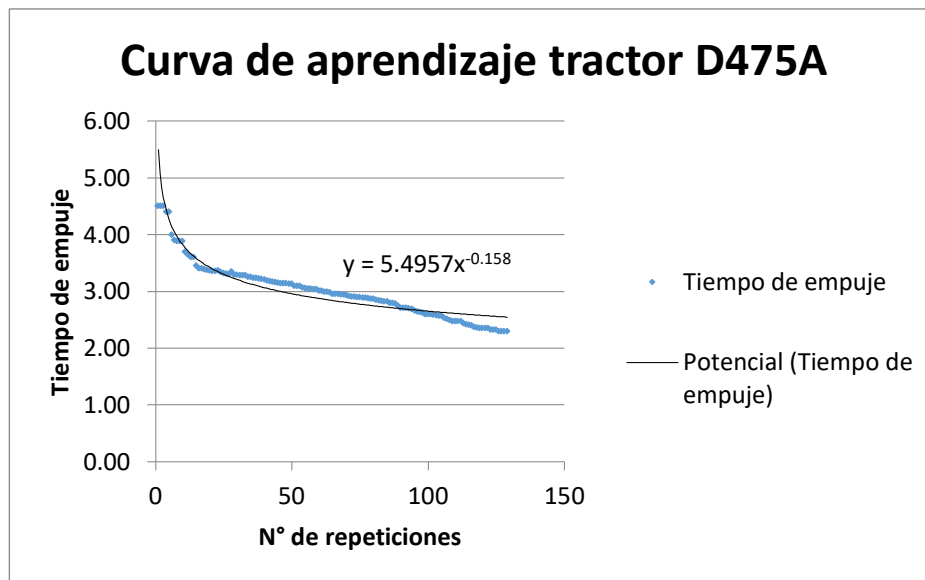
A través de la curva de aprendizaje tenemos lo siguiente:

Cuadro 44: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Wilber

N° DE CARGAS A EMPUJAR	Tiempo de empuje	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	4,50	4,50	4,5	0	0,653212514	-0,106856695	0,718474729	5,229675343	0,928609088
2	4,50	9,00	4,5	0,301029996	0,653212514	0,001924764	0,003340959		0,8962667

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34: Curva de aprendizaje Wilber Segovia Soto



Fuente: Elaboración propia.

Según el gráfico de la curva de aprendizaje ajustado, el valor de N es -0,158. Por consiguiente la tasa de aprendizaje es 2^N , siendo entonces 89.6%.

Consideramos además que según lo indicado en el capítulo 3.1.2.2, la eficiencia máxima que puede considerarse para un operador es de 0,83; consideramos entonces que el 0,83 de eficiencia representa el 100% de aprendizaje en un operador, en nuestro caso el Sr. Wilber Segovia tiene un aprendizaje de 89.6% lo que representa entonces el **74.37%** de eficiencia.

Usaremos entonces la fórmula para el cálculo del rendimiento de un operador de tractor de orugas.

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times e \times E$$

Dónde:

Q: Producción horaria (m^3 / h , yd^3/h).

q: Producción por ciclo (m^3 , yd^3).

Cm: Tiempo de ciclo (min)

e: Factor de inclinación

E: Eficiencia de trabajo

Hallando $q=q^{\prime} \cdot a$, donde:

q^{\prime} = Capacidad de la hoja (27.2 m^3 , hoja semiuniversal)

a = Tipo de material a acarrear (1.1, ver cap 3.1.2.2).

Entonces el valor de $q = 27.2 \cdot 1.1 = 29.92$.

$C_m = 0,2875$ según mejor dato del cuadro N°43.

e = Factor de inclinación 0,97 (2% para botaderos según diseño).

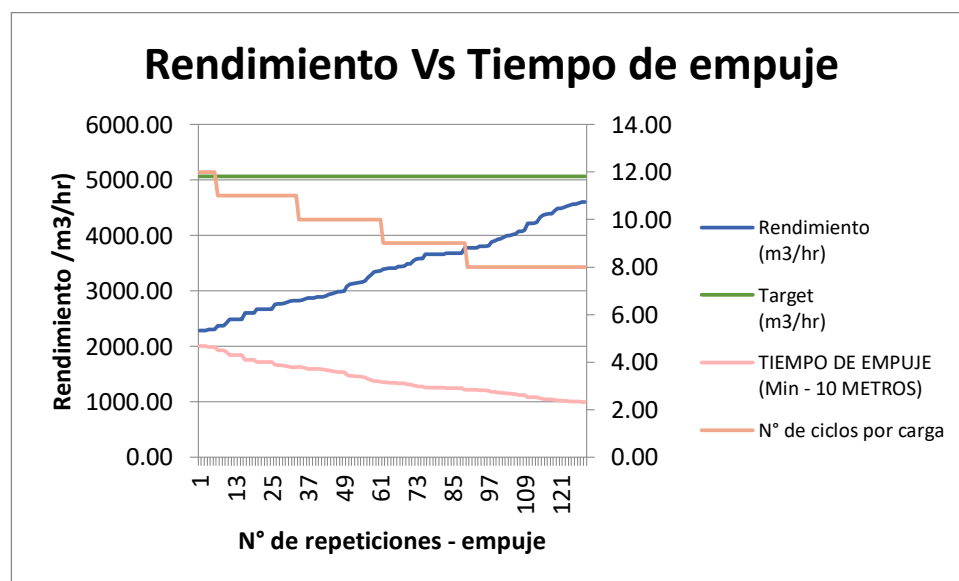
E = Eficiencia de trabajo (74,37 %) calculado a partir de la curva de aprendizaje.

Entonces tenemos el valor de "Q"

Q = 4504.5 m³/hr, valor por debajo de del promedio esperado, el operador requiere seguir mejorando.

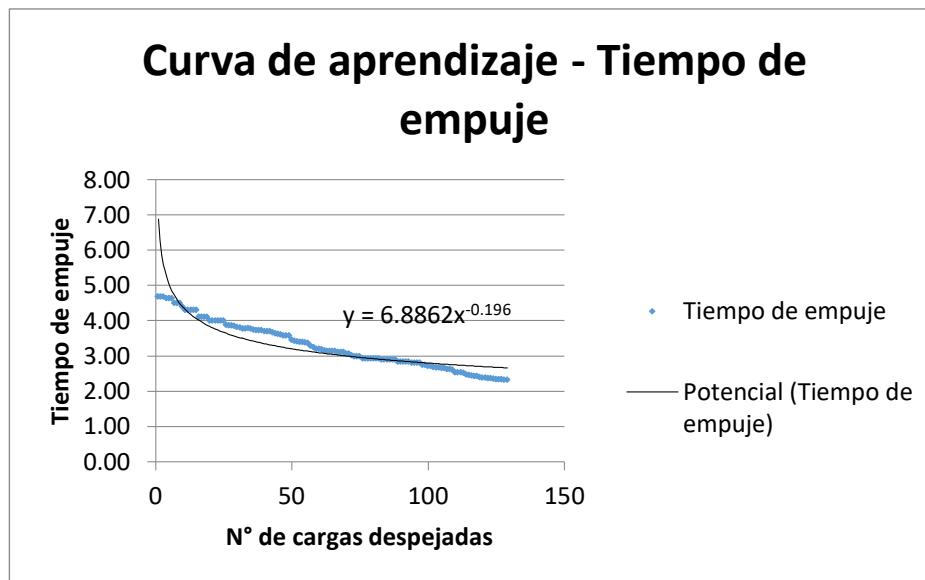
Adrian Huamani Llanque

Figura 35: Rendimiento Adrian Huamani



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36: Curva de aprendizaje – Adrian Huamani



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a lo detallado en el caso anterior, hallaremos la Eficiencia del operador en función a la curva de aprendizaje ajustada.

$$E = 87.29\% * 0.83 = 72.45\%$$

Por lo tanto para hallar el rendimiento horario “Q” es (m³/hr), requerimos el tiempo de ciclo del Sr. Huamani es 0.29 min.

$$\text{Entonces } Q = 4,400.24 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

Según el cálculo teórico el rendimiento teórico de Adrian está por debajo del esperado, puede seguir mejorando, sin embargo según los resultados prácticos demuestra un mejor resultado.

Curva de aprendizaje Motoniveladora

En el caso de la motoniveladora mediremos el rendimiento del operador en función del área de una superficie nivelada por una hora de trabajo.

Debemos considerar que el ancho de las vías en minera Las Bambas es de 35 metros de ancho efectivo, los datos que se mostrarán a continuación se tomaron

en tramos rectos que según procedimiento deben ser de 150 metros, el equipo considerado es el mismo descrito en el capítulo 3 (Motoniveladora 24M).

Cuadro 45: Datos de campo y rendimiento práctico motoniveladora 24M.

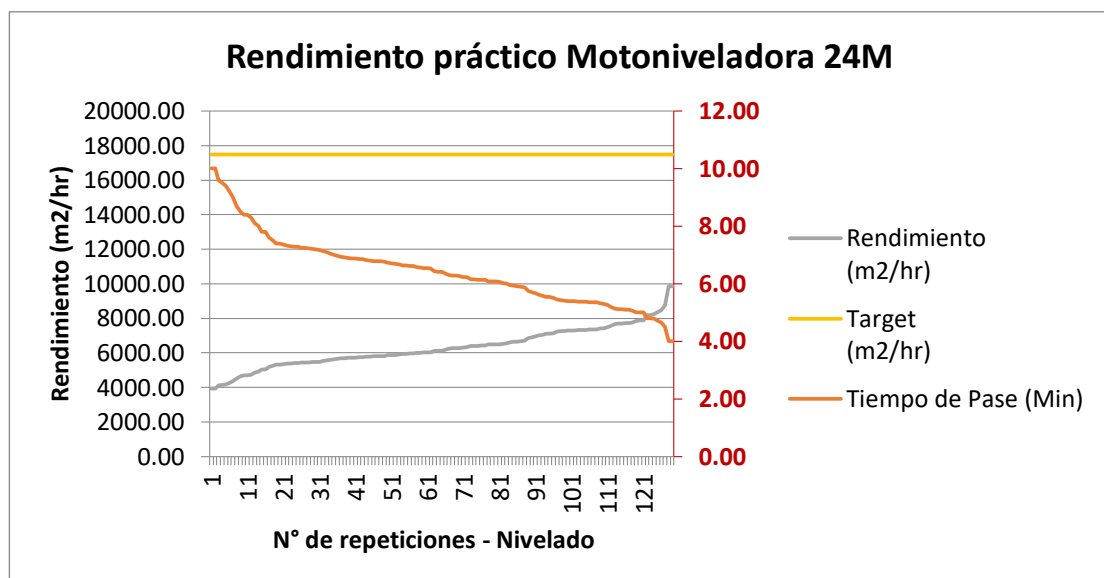
FECHA	MODELO	TURNO	OPERADOR	Lugar	Ancho de v	Distancia de mantenimiento (Tiempo de Pase (Min)	N° de pases	Rendimiento (m2/hr)	Target (m2/h)
2/7/2016	CAT 24M	D	Nativido Licahua Vargas	Tramo 2	35	150.00	4.80	8.00	8203.13	17480.25
2/9/2016	CAT 24M	D	Nativido Licahua Vargas	Tramo 1	35	150.00	4.78	8.00	8237.45	17480.25
2/11/2016	CAT 24M	N	Nativido Licahua Vargas	Tramo 1	35	150.00	4.70	8.00	8377.66	17480.25
2/11/2016	CAT 24M	N	Nativido Licahua Vargas	Tramo 1	35	150.00	4.65	8.00	8467.74	17480.25
2/12/2016	CAT 24M	N	Nativido Licahua Vargas	Tramo 3	35	150.00	4.50	8.00	8750.00	17480.25
2/13/2016	CAT 24M	N	Nativido Licahua Vargas	Tramo 3	35	150.00	4.00	8.00	9843.75	17480.25
2/13/2016	CAT 24M	N	Nativido Licahua Vargas	Tramo 3	35	150.00	4.00	8.00	9843.75	17480.25

Fuente: Elaboración propia.

A continuación evaluaremos el rendimiento de cada operador en el proceso de formación.

NATIVIDO LICAHUA VARGAS

Figura 37: Rendimiento práctico Nativido L.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la motoniveladora 24M, al igual que en el caso del tractor de orugas consideraremos un rendimiento teórico y un rendimiento práctico, para el cálculo del rendimiento teórico nos apoyaremos en el porcentaje de aprendizaje obtenido a partir de la curva de aprendizaje. Entonces tenemos:

$$Q_A = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E$$

Dónde:

Q_A : Área de operación por hora (m^2/h).

V : Velocidad de trabajo (km/h).

L_e : Longitud efectiva de la hoja (m).

L_o : Ancho de superposición (m).

E : Eficiencia de trabajo.

La velocidad de trabajo la calculamos a partir de del cuadro de datos de campo, teniendo que $V=150*60/(4*1000)=2.25$ km/hr.

La longitud de la hoja a un ángulo estándar de trabajo en condiciones de mina (45°) es 5.17 m (ver cuadro N° xx).

El ancho de superposición es 0,6 metros como estándar de operación para el cuidado de neumáticos. Del mismo modo que en el caso de los tractores de orugas hallaremos la eficiencia del operador a través de la curva de aprendizaje.

Cuadro 46: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje -

Nativido

N° de repeticiones	Tiempo de empuje	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	10,00	10,00	10	0	1	-0,115163778	1,07185	11,79913635	0,923277492
2	10,00	20,00	10	0,30103	1	0,002332583	0,004049		0,882091365

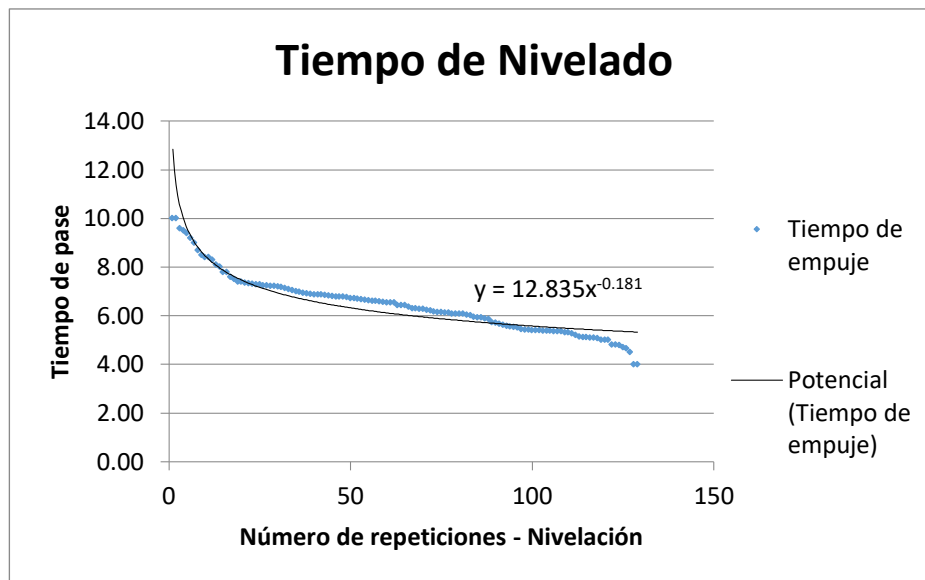
Fuente: Elaboración propia.

Con el apoyo de la función Estimación lineal del Excel, calculamos el valor de las variables y por lo tanto el % de aprendizaje en 92.3%.

Sin embargo para ajustar el valor del porcentaje de aprendizaje lo hallaremos con la gráfica de la curva de aprendizaje.



Figura 38: Curva de aprendizaje del tiempo de nivelado, Nativido L.



Fuente: Elaboración propia.

El índice de aprendizaje ajustado (N) es de -0,181. Por lo tanto el porcentaje de aprendizaje es 2^N , es decir $2^{-0,181} = 88.20\%$.

En el caso de la motoniveladora y de acuerdo a lo indicado en el manual de rendimiento Caterpillar la eficiencia de un operario oscila entre 0.70 y 0.85, consideraremos que el mejor escenario es 0.85, entonces la eficiencia del sr. Licahua en función a su porcentaje de aprendizaje es:

$$E = \text{Eficiencia teórica} \times \text{Porcentaje de aprendizaje} = 0.85 \times 0.88 \times 100\% = \mathbf{74.80\%}$$

Entonces retornando a la fórmula de rendimiento tenemos:

$$Q_A = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E$$

Dónde:

Q_A : Área de operación por hora (m^2/h).

V: Velocidad de trabajo (2.25 km/h)

L_e : Longitud efectiva de la hoja (5.17 m).

L_o : Ancho de superposición (0.6 m).

E: Eficiencia de trabajo (74.80%).

Entonces:

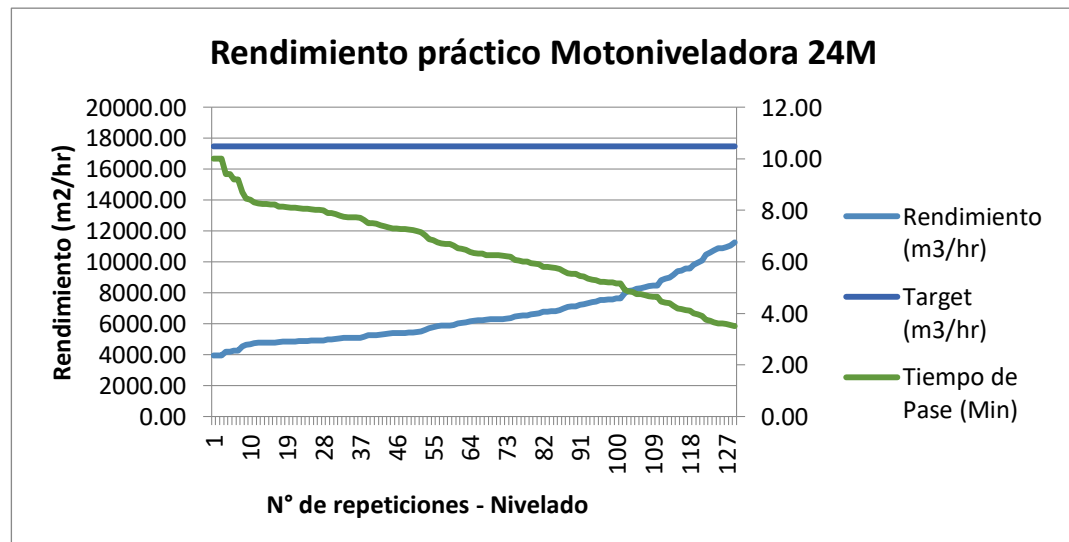
$$Q_A = 2.25 \times (5.17 - 0.6) \times 1000 \times 0.761$$

$$Q_A = 7825 \text{ m}^2/\text{hr}$$

El valor alcanzado está muy lejos de lo esperado, en el caso de la operación de la motoniveladora debemos considerar que el factor determinante para alcanzar una mayor productividad es la velocidad de operación sin descuidar la calidad del acabado, según el manual de rendimiento la velocidad promedio de operación debe ser de 4.5 km/hr, y en cada uno de los casos la velocidad promedio de trabajo no supera los 2.25 km/hr.

JULIO PUMACAHUA ZEGARRA

Figura 39: Rendimiento práctico – Julio P.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de Julio Pumacahua, su rendimiento evaluado en campo llega hasta los 11250 m2/hr, sin embargo aún está lejos del promedio esperado.

Al igual que en el caso anterior calcularemos el rendimiento teórico en función a la curva de aprendizaje.

Cuadro 47: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Julio

N° De repeticiones	Tiempo de pase	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	10,00	10,00	10	0	1	-0,11072792	1,07911267	11,99810541	0,926120664
2	10,00	20,00	10	0,30103	1	0,003701141	0,00642435		0,847332435

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40: Curva de aprendizaje del tiempo de nivelado-Julio P.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico podemos calcular el porcentaje de aprendizaje y por lo tanto la eficiencia (E)

$$E = 0.85 \times 0.85$$

$$E = 72.25\%$$

Calculando el Rendimiento teórico tenemos:

$$Q_A = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E$$

Entonces:

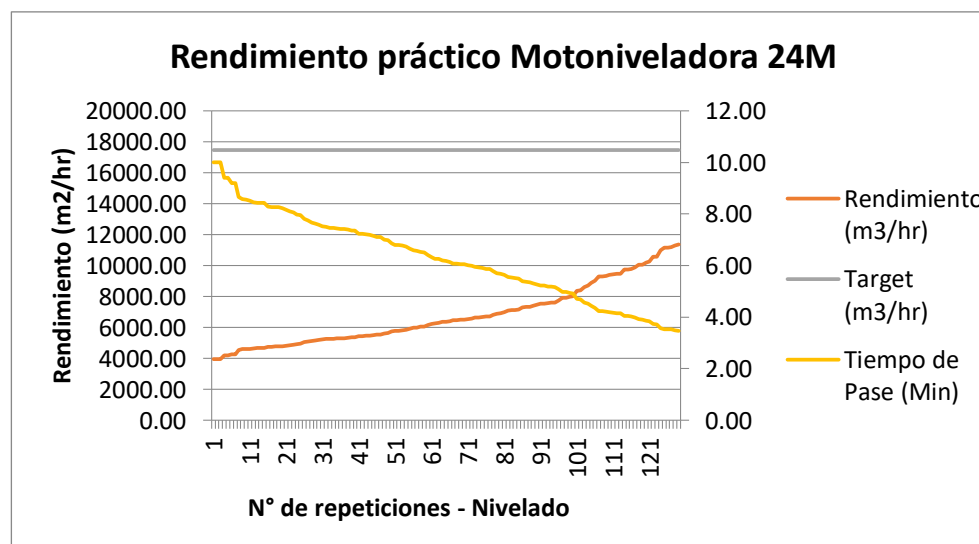
$$Q_A = 2.57 \times (5.17 - 0.6) \times 1000 \times 0.723$$

$$Q_A = 8491.56 \text{ m}^2/\text{hr}$$

El rendimiento aún está por debajo de lo esperado, sin embargo muestra un mejor rendimiento con respecto al alumno anterior.

RUTH SANTOS VARGAS

Figura 41: Rendimiento práctico – Ruth S.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra un rendimiento mayor al del promedio de los demás participantes llegando hasta los 11380m²/hr. Sin embargo tampoco alcanza el promedio esperado.

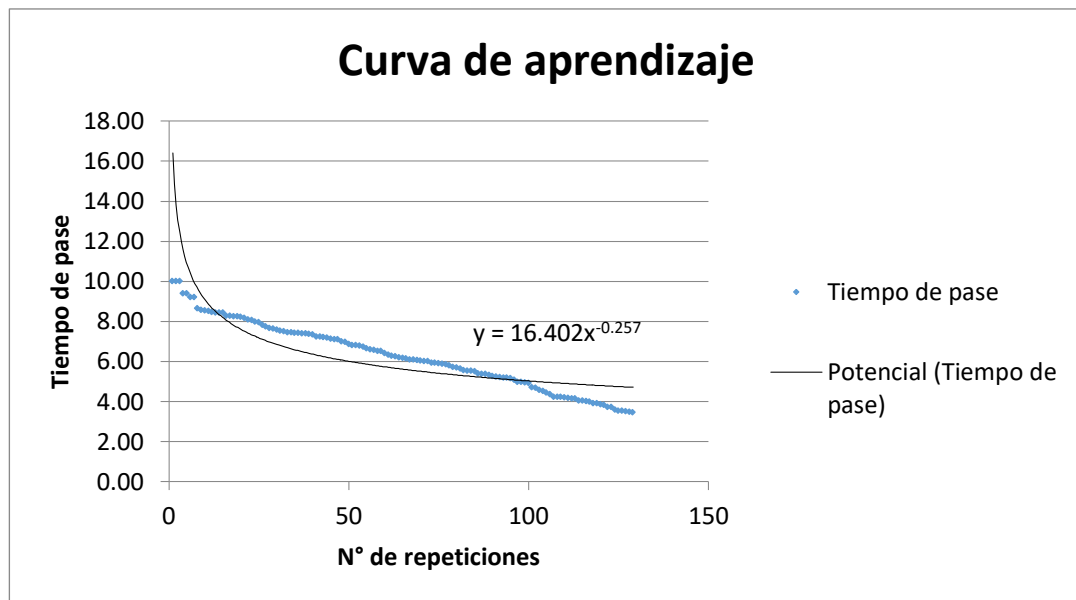
Cuadro 48: Cálculo para la forma lineal de la curva de aprendizaje - Ruth

Nº DE REPETICIONES	Tiempo de pase	Tiempo acumulado	Tiempo acumulado promedio (Y)	Logaritmo de "X"	Logaritmo de "Y"	Índice de aprendizaje "N"	Log K	Tiempo teórico para 1ra unidad (K)	% de aprendizaje
1	10,00	10,00	10	0	1	-0,120981047	1,09103854	12,33214266	0,919562126
2	10,00	20,00	10	0,30103	1	0,004153592	0,00720971		0,836826243

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro anterior podemos observar que el porcentaje de aprendizaje es 91.9%. Sin embargo haremos un ajuste en función de la curva.

Figura 42: Curva de aprendizaje del tiempo de nivelado – Ruth S.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico podemos calcular el porcentaje de aprendizaje y por lo tanto la eficiencia (E)

$$E = 0.85 \times 0.837$$

$$E = 71,15\%$$

Calculando el Rendimiento teórico tenemos:

$$Q_A = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E$$

Entonces:

$$Q_A = 2.60 \times (5.17 - 0.6) \times 1000 \times 0.7115$$

$$Q_A = 8454.04 \text{ m}^2/\text{hr}$$

El rendimiento aún está por debajo de lo esperado, el operador todavía tiene mucho que aprender para llegar a la productividad establecida por el manual de rendimiento Caterpillar.

4.2. Contrastación de la hipótesis

El proceso de formación en el caso de Minera Las Bambas, es un compromiso social por lo tanto no hay opción a cancelar el programa, al contrario, los resultados obtenidos nos permiten identificar más oportunidades de mejora en el proceso de formación de operadores locales por lo tanto haremos un comentario a cada una de las hipótesis planteadas en el inicio de este estudio para considerar si se cumplen con el objetivo del estudio.

- **Si el operador mejora sus habilidades prácticas, entonces mejorará el tiempo de conclusión de sus tareas en el proyecto Las Bambas 2015.**

A través del análisis de la curva de aprendizaje demostramos que la habilidad práctica influye directamente en el tiempo de conclusión de las tareas, esto debido a que mientras más veces realice una actividad, menor será el tiempo requerido para la conclusión de la misma.

- **El desarrollo de un programa de adaptabilidad incrementará la capacidad de los operadores locales para aprender conceptos nuevos en el proyecto Las Bambas 2015.**

El principal problema detectado en las evaluaciones de habilidades blandas es el tema de la comunicación, esto al mismo tiempo juega un papel fundamental en el desarrollo del operador. Un operador que comunica tiene la oportunidad de corregir errores al principio y desarrollarse rápidamente, sin embargo un operador que no comunica seguirá haciendo la misma actividad sin corregir sus malas prácticas y por lo tanto demorando más del tiempo programado por actividad. Por ejemplo:

Un operador de camión que no tiene claras las referencias de cuadrado en pala, siempre esperará a que el operador de la pala presente el cucharón y aún con este le tomará hasta 3 intentos ingresar para el carguío. Sin embargo alguien con la confianza suficiente para comunicar el problema, puede ser re instruido en operación y mejorar su práctica en un corto tiempo.

Por lo tanto el programa de adaptabilidad es fundamental para que el participante pueda desarrollar habilidades blandas que lo ayudarán a desempeñarse mejor durante todo el proceso de capacitación. Es más el programa de adaptabilidad debe ser fortalecido para lograr mejores resultados.

- **La implementación de metodologías de enseñanza lograrán que el operador local pueda coordinar sus tareas con terceros y seguir instrucciones de trabajo en el proyecto Las Bambas 2015.**

La metodología empleada consigue como resultado que el operador logre dominar un equipo y ejecutar una tarea, sin embargo después de los análisis realizados vemos que requiere una mejora en la etapa de formación teórica y simulador, los tiempos para la ejecución de las tareas deben estar claros desde el inicio, es decir un operador debe saber cuál es el tiempo que le debe tomar cada una de las tareas que realizará y cada evaluación debe contener un Ítem de productividad. De esta forma el operador estará enfocado en que su objetivo no es solo operar un equipo sino también que tiene una meta en tiempos que debe cumplir.

Por otro lado debe considerarse que la estrategia debe ser progresiva y en función de la habilidad obtenida para la operación del equipo, puesto que querer alcanzar tiempos establecidos sin tener la habilidad para hacerlo puede conllevar a un accidente nada productivo para la empresa.

- **El nivel de conocimiento influenciará en la capacidad del operador local para proponer nuevas formas de hacer el trabajo en el proyecto Las Bambas 2015.**

Si, El nivel de conocimiento adquirido genera confianza y por lo tanto genera también la posibilidad de que el operador pueda proponer nuevas formas de hacer el trabajo, ya que según su experiencia podría haber otras alternativas para hacer el mismo trabajo en un menor tiempo.



4.3. Discusión de resultados

Camión Minero

El rendimiento promedio en la actividad evaluada (Cuadrado en pala) muestra que los operadores ya alcanzaron el tiempo promedio de cuadrado establecido por el plan de minado (0,8 min), al conseguirse esto también aseguramos la productividad de la mina, ya que el ciclo de minado se desarrollará de acuerdo al plan. Se requiere seguir trabajando con los operadores en el logro de los KPIs de operación.

Hay operadores con mejores habilidades que otros para la operación del equipo, por lo tanto es fundamental que de acuerdo al perfil requerido para un determinado equipo se realice la selección y asignación de personal para el inicio del entrenamiento.

El perfil del operador de camión minero debe ser:

- Resistencia a la monotonía, alto.
- Facilidad de comunicación, intermedia
- Sentido de orientación, alto.
- Precisión para la ejecución de tareas, alto.

Considero que un candidato con este perfil puede tener un mejor desempeño en la operación del camión, caso del señor Mario Araranja Paniura.

Tractor de orugas

Su desempeño esta quinientos metros cúbicos por debajo del promedio esperado, la evolución ha sido positiva, sin embargo debemos mejorar en la técnica de empuje de material puesto que la diferencia que aún no logran superar puede ser determinante para tener uno o 2 equipos en una zona de descarga.



Motoniveladora

Debido a los resultados mostrados en el capítulo 4, podemos afirmar que la capacitación de operadores de motoniveladora fue la menos satisfactoria, puesto que el máximo rendimiento alcanzado fue de 11300 m²/hr, es decir haciendo una comparación con un operador de experiencia promedio, el operador entrenado tiene un rendimiento de solo el 65%. Se requiere trabajar y reformular la estrategia de enseñanza para los operadores de motoniveladora.

La alternativa propuesta sería, incluir un módulo de simulador para productividad una vez concluida la parte práctica de operación, entonces a partir de este se evaluará también el rendimiento y no solo la operación del equipo.



CAPITULO V

Conclusiones y recomendaciones

- La principal dificultad para alcanzar el rendimiento deseado en la operación de los equipos es que no se enseñó desde el principio de la capacitación, por lo tanto debe incluirse en el syllabus y en todo el programa de formación, para que cada participante tenga claro a dónde quiere llegar.
- La habilidad práctica para la ejecución de una tarea determina el tiempo en el que se desarrolla la misma y por lo tanto el rendimiento del operador.
- El programa de adaptabilidad es fundamental para el inicio de un proceso de formación, permite tener participantes más predispuestos y con mayor confianza para afrontar un proceso de aprendizaje, el programa debe fortalecer las habilidades de comunicación y permitir que persona sea asignada a un equipo en función a sus habilidades.
- El operador debe hacer uso de la radio de comunicación desde el primer momento que toca el equipo, la confianza en la comunicación es determinante para coordinar sus tareas con terceros y mejorar al mismo tiempo su rendimiento.
- Los operadores con mejor formación académica previa demuestra un mejor rendimiento en la operación del equipo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kemp, Jerrold E(1982). Planeamiento Didáctico. Plan de Desarrollo para Unidades y Cursos. Editorial Diana. México.
- Roberto Hernandez Sampieri (2010) Metodología de la investigación, 5ta Edición, Editorial Mc Graw – Hill Companies, Inc.
- Gerens (2013), Gestión estratégica para la nueva minería.
- Brigneti, Silvio. 2014, Vicepresidente de Recursos Humanos – Antamina
- Caterpillar (2012), Hand book, Edición 42. EEUU.
- Rodríguez, A. (1991). Psicología Social. México: Trillas. ISBN
- Allport, G. W. (1985). The historical background of social psychology. En G. Lindzey & E. Aronson (Eds.), the handbook of social psychology. New York: McGraw Hill.

Sitios Web

- <https://es.slideshare.net/ManagersMagazine/mauricio-lefcovich-kaizen-y-la-curva-de-aprendizaje>
- www.immersivetechologies.com
- <http://www.consejominero.cl/wp-content/uploads/2013/06/Presentacion-Paquetes-para-Entrenamiento.pdf>
- http://www.phmining.com/PHMining/TrainingContent/TrainingDescriptions/eLearning/Operator_eLearning_Course_Catalog_SP.pdf



ANEXOS