

Tiempos improductivos en el proceso de minado de la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” Unidad Arequipa M

RESUMEN

Manuel Rashta Lock

Docente nombrado de la Facultad de Ingeniería de Minas y Geología

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - Huaraz - Perú.

mrashstal@unasam.edu.pe

 <https://orcid.org/0009-0002-9659-153X>

El objetivo del estudio fue determinar los tiempos improductivos aplicando herramientas estadísticas en el proceso de minado en la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” Unidad Arequipa M. Es una investigación descriptiva, con diseño no experimental, transversal. La población estuvo conformada por 16 trabajadores que laboran dentro del proceso de minado de la compañía. Se utilizó la técnica de la observación y como instrumentos el cronómetro, la ficha de control de tiempos y el tablero de observaciones. Los resultados muestran tres tipos tiempo en la duración del turno de trabajo: a) Tiempo improductivo (36 %); b) Tiempo productivo (56%) y c) Tiempo autorizado (8 %). Se concluye que la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” - Unidad Arequipa M presenta un 36 % de tiempos improductivos en sus operaciones. De este total, tres actividades clasificadas como de bajo valor agregado concentran el 85 % del tiempo improductivo. Se concluye que la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” - Unidad Arequipa M cuenta con 36 % de tiempos improductivos, de los cuales tres actividades (pocos vitales) representan el 85% de las actividades improductivas y cuatro actividades triviales o sin importancia, ocasionados por la falta de estándares de trabajo de cada tarea u operación unitaria y estudio de métodos.

Palabras clave: tiempo improductivo, tiempo productivo, tiempo autorizado, minería

Cómo citar este artículo: Rashta Lock, M. (2025). Tiempos improductivos en el proceso de minado de la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” Unidad Arequipa M: Comparative yield and protein levels of three varieties of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) under the effect of three fertilization levels in the town of Marcará, Carhuaz - Ancash 2018. *Aporte Santiaguino*, 18(1), 49–66. <https://doi.org/10.32911/as.2025.v18.n1.1234>

Recibido: 2025-03-17 | Aceptado: 2025-05-15

Non-productive times in the mining process of the Mining Company “AC Agregados S.A.” Arequipa M Unit

The objective of the study was to determine non-productive times by applying statistical tools in the mining process at the “AC Agregados S.A.- Unidad Arequipa M Mining Company. It is a descriptive-explanatory research, with a non-experimental, cross-sectional design. The population was made up of 16 workers who work within the company’s mining process. The technique of observation and timing was used. The instruments were the stopwatch, the time control sheet and the observation board. The results show three types of time in the duration of the work shift: a) Unproductive time (36%); b) Productive time (56%) and c) Authorized time (8%). It is concluded that Compañía Minera “AC Agregados S.A.” – Unidad Arequipa M has 36% of non-productive times in its operations. Of this total, three activities classified as low value-added account for 85% of non-productive time. It is concluded that the Mining Company “AC Agregados S.A.C.-Unidad Arequipa M” has 36% of non-productive times, of which three activities (few vital) represent 85% of the unproductive activities and four trivial or unimportant activities, caused by the lack of work standards of each task or unitary operation and study of methods.

Keywords: downtime, uptime, authorized time, mining

INTRODUCCIÓN

Los tiempos improductivos son aquellos donde no se ejerce ningún acto de producción, es decir, momentos donde no hay actividad de trabajos, ya sea, por ineficiencia de los operadores, fallas repentinas de los equipos, temas logísticos o de mantenimiento. En minería, el tiempo improductivo se refiere a cualquier período en el que los recursos (equipos, trabajadores, etc.) no están siendo utilizados para la producción

directa de minerales. Este tiempo puede incluir paradas de equipos (malos mantenimientos, fallas mecánicas o necesidades de repuestos que detienen la producción), demoras en el transporte (tráfico, problemas en las vías de acceso o falta de personal para la gestión del transporte), tiempo de espera (carga de equipos, a espera de personal, o de permisos para comenzar una actividad), tiempo de inactividad de los trabajadores (ausencias no justificadas, descanso no planeado o falta de trabajo disponible), reuniones no relacionadas directamente con la producción (si las reuniones no llevan a resultados concretos, pueden considerarse tiempos improductivos).

En la minería, la eficiencia de los procesos productivos depende fundamentalmente de la identificación y eliminación de los tiempos improductivos (Oscátegui & Flores, 2023), entendidos como aquellos periodos en los que no se genera valor agregado debido a causas atribuibles tanto al trabajador (ausencias, ritmo lento, reprocesos) como a la dirección (falta de estandarización, diseños inadecuados, planificación deficiente) (Caso, 2006). La identificación de factores determinantes de los tiempos improductivos y proceder con su corrección, contribuye con la mejora de los tiempos operativos. Como consecuencia, se disminuye los tiempos de demora y se mejora la eficiencia en la ejecución del proceso en mina (Oscátegui & Flores, 2023).

El Estudio de Tiempos, según la Organización Internacional del Trabajo (1996), consiste en medir el tiempo y ritmo de cada elemento de una tarea bajo condiciones establecidas, con el fin de establecer normas de ejecución y detectar cuellos de botella que estén afectando la producción. Complementariamente, la Medición del Trabajo busca cuantificar el contenido de trabajo de un método definido, de modo que, al analizar el tiempo improductivo, se puedan diseñar acciones concretas para minimizarlo o eliminarlo (Caso, 2006).

Diversos estudios se han realizado sobre el uso del tiempo en operaciones mineras. En la mina Retamas (Pataz, Perú), Acuña (2023) identificó que solo el 50 % y 47 % del tiempo en los turnos nocturno y diurno, respectivamente, correspondía a trabajo efectivo, recomendando reducir tiempos de espera y charlas de seguridad, que sumaban en promedio 45 min de los 71 min no productivos. Asimismo, Oscátegui y Flores (2023) identificaron que las mayores pérdidas de tiempo en el proceso de carguío y acarreo se concentran en tres etapas clave. La primera corresponde al tiempo de carga del mineral, donde se generan colas de espera por parte de los volquetes, consumiendo un promedio de 1,5 minutos, lo que representa el 5,82 % del tiempo total del ciclo. La segunda etapa crítica es el tiempo de acarreo, que requiere aproximadamente 8 minutos, equivalentes al 35,87 % del tiempo del ciclo. Finalmente, el tiempo de descarga del mineral acarreado demanda 1 minuto por volquete, lo que representa el 4,48 % del total del ciclo operativo. Estos resultados evidencian cuellos de botella que, de ser optimizados, podrían mejorar significativamente la eficiencia del proceso. Por su parte, Yarleque (2018) documentó en la Unidad Salinas de Arequipa una utilización de equipos de extracción y acarreo (49,7 %–76,3 %) muy inferior a su disponibilidad técnica (> 94 %), atribuyendo este desfase principalmente a paradas operacionales. Apaza (2017), en Minera Shahuindo (Trujillo), aplicó un plan de mejora continua que redujo los retrasos en carguío en un 65,6 % y en acarreo en un 47,8 %, lo cual incrementó la producción de mineral hasta en un 67,6 % respecto al stockpile planificado. Asimismo, Arriel et al. (2016) emplearon la metodología Lean Mining en la mina subterránea Cerro Lindo (Milpo), hallando que los tiempos improductivos representaban hasta el 25 % en perforación de taladros largos y el 11,1 % en carguío y acarreo, lo que permitió priorizar intervenciones de optimización.

Pese a estos avances de investigación sobre tiempo improductivo en operaciones mineras,

existe una laguna de conocimiento en torno al análisis estadístico de los tiempos improductivos en empresas de mediana escala del sur del Perú que combinan mecanización con mano de obra directa. En particular, no se han documentado estudios sistemáticos que cuantifiquen y clasifiquen los tiempos improductivos en la Compañía Minera "AC Agregados S.A." – Unidad Arequipa M, lo cual impide conocer con precisión los cuellos de botella operativos y diseñar estándares de trabajo adaptados a su realidad.

Por lo tanto, el presente estudio se propuso determinar los tiempos improductivos aplicando herramientas estadísticas en el proceso de minado en la Compañía Minera "AC Agregados S.A." Unidad Arequipa M, que se desglosó en los siguientes objetivos específicos: OE1.- Determinar las principales causas de los tiempos improductivos en el proceso de minado de la Compañía Minera "AC Agregados S.A." - Unidad- Arequipa M; OE2. Determinar en qué etapa se dan los tiempos improductivos en el proceso de minado de la Compañía Minera "AC Agregados S.A." -Unidad Arequipa M. OE3. Determinar las acciones que reducirían los tiempos improductivos en el proceso de minado de la Compañía Minera "AC Agregados S.A." -Unidad Arequipa M.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada en este trabajo es descriptiva. La muestra se conformó con todo el personal de los dos turnos de trabajo de las operaciones unitarias (16 cuadrillas por dos turnos) de la Compañía Minera "AC Agregados S.A." -Unidad Arequipa M. Para el recojo de información de los procesos y actividades del trabajo *in situ*, se utilizó la técnica de la observación y para establecer los tiempos de duración de las actividades de cada operación unitaria, con la finalidad de establecer los cuellos de botella o tiempos improductivos y, además, para establecer un tiempo tipo o estándar que establezca la duración de cada una de las operaciones unitarias que se realizan en la mina, se utilizó la técnica

del cronometraje. Se siguió los pasos establecidos por Ortiz (1999) para un estudio de tiempo por cronómetro:

1. Se seleccionó un trabajador promedio, es decir, ni el más experto ni el más inexperto.
2. Se determinó el ciclo de trabajo (tarea a cronometrar).
3. Se dividió el ciclo de trabajo en elementos, identificando claramente momentos de inicio y de finalización.
4. Se determinó el número de ciclos (observaciones) a registrarse para contar con información suficiente para obtener una estimación más confiable de la duración de la tarea.
5. Se registró los datos.
6. Se calculó el promedio del tiempo observado.
7. Se calculó el tiempo normalizado por elemento.
8. Se asignó suplementos y se obtuvo el tiempo tipo.

A continuación, se describe los instrumentos utilizados en la investigación:

- a) Cronómetro mecánico acumulativo. - Se empleó para registrar el tiempo transcurrido en las distintas etapas del trabajo en la mina, permitiendo acumular los intervalos medidos y calcular así el tiempo total invertido en cada jornada operativa.
- b) Ficha de Control de Tiempos (Hoja de recopilación de datos). - Se utilizó para recoger información de los tiempos de cada actividad.
- c) Tablero de observaciones. - Es un tablero liso (triplay acrílico o plástico) de tamaño A4. Se usó para fijar los formularios y anotar las observaciones.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo, empleada para registrar los tiempos y ritmos del trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida.

Los tiempos que se tomaron antes y durante las operaciones son dos:

- Tiempo en el cronómetro (TC): son las lecturas del cronómetro.
- Tiempo observado (TO): Es la diferencia en los tiempos entre lecturas sucesivas del cronómetro.

El procedimiento que se aplicó para tomar el tiempo con cronómetro fue el cronometraje acumulativo. Se registraron tiempos continuos. Es decir, el reloj funcionó de modo ininterrumpido durante todo el estudio. Se puso en marcha al inicio del primer elemento (inicio de guardia) del ciclo y no se detuvo hasta que acabó el estudio (término de la guardia).

Al final de cada elemento o actividad se registró el tiempo que marcaba el cronómetro (TC) y los tiempos observados de cada tarea o elemento (TO) se obtuvo haciendo las respectivas restas después de terminar el estudio.

$$TO = TC_n - TC_{n-1}$$

Este procedimiento nos dio la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo estuvo sometido a observación, ya que se incluyeron los retrasos y los elementos o tareas extrañas (este método es mejor cuando las tareas tienen duración muy corta).

RESULTADOS

En esta sección se presentan los hallazgos relativos a los tiempos improductivos identificados en el proceso de minado, obtenidos a partir de la observación directa en campo y del análisis estadístico de los datos operativos. Mediante un diagrama de Pareto, se destacan las principales fuentes de pérdida de tiempo, en línea con el objetivo de este estudio: determinar los tiempos improductivos utilizando herramientas estadísticas para mejorar la productividad en

la Compañía Minera “AC Agregados S.A.”. – Unidad Arequipa M. Además, se analizan las causas de dichas pérdidas y se proponen acciones de mejora dirigidas a eliminarlas y, de este modo, optimizar la eficiencia del proceso.

reflejan el tiempo invertido por cada trabajador en las distintas fases de la operación, diferenciando los períodos “antes de la operación” y “durante la operación”. En la hoja de control se registraron dos tipos de tiempos:

En la Tabla 1, se presenta el resumen de las mediciones diarias del tiempo dedicado al movimiento rutinario del personal en el proceso productivo, para ambas guardias. Estas mediciones se obtuvieron mediante cronómetro y

a) Tiempo de cronómetro (TC): lecturas directas tomadas del cronómetro.

b) Tiempo observado (TO): cálculo de los intervalos entre lecturas sucesivas del cronómetro.

Tabla 1

Resumen del control del tiempo de las operaciones

CONTROL DE TIEMPOS (RESUMEN)					
Mina: Compañía Minera “AC AGREGADOS S.A.”			Labor:		
Nivel:			Personal:		
Guardia:			Fecha:		
Equipo: Guardias de trabajo		Investigador:			
Ítem.	Antes/Durante/después DE:	(TC)min	(TO)min	Minutos	Horas
Antes de las operaciones					
	Reunión de gerencia: De 5:40 am a 6:30 am	5:40-6:30	40	40	0.67
	Despacho de guardia y charla de seguridad	6:30-7:10	40	40	0.67
	Inicio de la guardia de trabajo: 7:00 Am				
A	Traslado a mina (de oficina a la mina de 7:10 a 8:00)	50 min	50	50	0.83
B	Boleo de coca en puntos de concentración	110	60	60	1.00
C	Traslado a su labor	120	10	10	0.17
D	Ventilación	130	10	10	0.17
Durante la operación					
E	Desate rocas	150	20	20	0.33
F	Enmaderado	260	110	110	1.83
G	Instalación de Maq.perf	290	30	30	0.50
H	Traslado al comedor	300	10	10	0.17
I	ALMUERZO O DESCANSO (Tiempo autorizado)	350	50	50	0.83
J	Regreso al tajo (traslado a su labor)	360	10	10	0.17
K	Boleo luego del almuerzo	410	50	50	0.83
L	Perforación de taladros	590	180	180	3.00
M	Recojo de la Máquina	600	10	10	0.17
N	Carguío y chispeo de los taladros	660	60	60	1.00
O	Salida (fin de guardia): 7:00 PM	720	60	60	1.00
Tiempo total de la guardia				720	12.00

Nota. TC= Tiempo Cronómetro; TO=Tiempo Observado

$TO = TC_n - TC_{n-1}$

La Tabla 1 presenta un control detallado de los tiempos invertidos por el personal en un turno de 12 horas (720 minutos) de la “Unidad Arequipa M”. En la fase previa a la operación, que abarca aproximadamente 210 minutos (29 % del turno), se concentran actividades como la reunión de gerencia y la charla de seguridad (40 minutos cada una), el traslado de la oficina a la mina (50 minutos) y breves intervenciones de ajuste de equipo y ventilación. Estos periodos, aunque necesarios para la coordinación y el cumplimiento de protocolos, suponen un alto consumo de tiempo que podría reducirse mediante estrategias controladas.

Durante la operación propiamente dicha, el personal dedicó alrededor de 490 minutos (68 % del turno) a tareas de valor agregado. La perforación de taladros ocupó la mayor parte de este bloque (180 minutos, 25 % del turno), seguida del enmaderado o armado de soportes (110 minutos, 15 %) y el carguío y chispeo (60 minutos, 8,3 %). Actividades complementarias como la instalación de maquinaria de perforación, el desate de rocas y otros procesos menores

sumaron otros 80 minutos. A estas se añaden pausas autorizadas para almuerzo (50 minutos, 7 %) y desplazamientos internos breves (10 minutos cada uno, 1,4 %), cuya correcta planificación resulta clave para maximizar el tiempo efectivo de trabajo.

Finalmente, el cierre de turno, que incluye el ordenamiento del área y el retiro del personal, consumió 60 minutos (8 % del total). En conjunto, los datos revelan cuellos de botella claros en la etapa preparatoria y en los desplazamientos rutinarios, así como oportunidades de mejora en la gestión de pausas y traslados internos. Reducir estos tiempos improductivos, estableciendo normas de trabajo más precisas y optimizando los flujos de desplazamiento, permitirá incrementar la proporción de horas dedicadas a las actividades de mayor valor agregado —especialmente la perforación y el enmaderado— y, con ello, mejorar la productividad global del proceso de minado.

En la Tabla 2, se presenta la clasificación de los tiempos encontrados en el muestreo del control del tiempo.

Tabla 2
Clasificación de los tipos de tiempos encontrados por guardia

Tiempos	Descripción	Tiempos x actividad (min)	Total Tiempos (horas)
Tiempo improductivo	- Traslado del personal de Of. mina a mina	50	0.83
	- Boleo de coca	60	1.00
	- Traslado a su labor	10	0.17
	- Ventilación	10	0.17
	- Traslado al comedor	10	0.17
	- Traslado a su labor (luego del almuerzo)	10	0.17
	- Boleo de coca (luego del almuerzo)	50	0.83
	- Salida (6:00-7:00) pm	60	1.0
Total		260	4.33

Tiempos	Descripción	Tiempos x actividad (min)	Total Tiempos (horas)
Tiempo productivo	- Despacho de guardia (órdenes de trabajo)	10	
	- Preparación para la tarea (inspección y desate de rocas)	10	
	- Ejecución de la tarea (enmaderado, perforación, carguío de los taladros y chispeo o encendido para la voladura)	360	
Total		400	6.66
Tiempo autorizado	Almuerzo o descanso (12 a 13 horas)	60	1:00
Total de horas por guardia		720	12:00

La Tabla 2 muestra la distribución de un turno de 12 horas (720 minutos) en tres categorías: tiempo improductivo, tiempo productivo y tiempo autorizado. El tiempo improductivo asciende a 260 minutos (4,33 horas), equivalente al 36 % del turno. Este bloque incluye desplazamientos rutinarios (traslado de la oficina a la mina y al comedor), pausas informales (boleo de coca antes y después del almuerzo) y el cierre de jornada (salida). La alta proporción de minutos dedicados a estas actividades de bajo valor sugiere la necesidad de optimizar la logística de traslados y revisar la estructura de las pausas para reducir el tiempo no productivo.

Por su parte, el tiempo productivo suma 400 minutos (6,66 horas), lo que representa aproximadamente el 56 % del turno. Dentro de este bloque, la mayor parte corresponde

a la ejecución de tareas de valor agregado — enmaderado, perforación de taladros, carguío y chispeo— que ocupan 360 minutos. La fase de preparación previa (inspección y desate de rocas) añade 30 minutos, y la recepción de órdenes de trabajo 10 minutos. Estos datos ponen de relieve que la continuidad y eficiencia de estas actividades son cruciales para maximizar la productividad diaria.

El tiempo autorizado, correspondiente al almuerzo o descanso reglamentario, asciende a 60 minutos (1 hora), lo que equivale al 8 % del turno. Aunque este periodo está dentro de los límites normativos y resulta indispensable para el bienestar del personal, es fundamental coordinarlo de modo que no genere extensiones informales adicionales del tiempo improductivo.

Tabla 3*Actividades donde se pierde tiempo*

Selección de actividades donde se pierden tiempo					
Ítem	Antes y durante de las operaciones	(TC)min	(TO)min	min	Horas
A	-Traslado a la mina (de Of. Mina a La Mina)	0 a 50 min	50	50	0.83
B	-Boleo de coca (a inicio de guardia)	110	60	60	1.00
C	-Traslado a su labor	120	10	10	0.17
D	-Ventilación	130	10	10	0.17
E	Almuerzo y/o descanso (Tiempo autorizado)			(60)	(1.0)
H	-Traslado al comedor	300	10	10	0.17
J	-Traslado a su labor (luego del almuerzo)	360	10	10	0.17
K	-Boleo de coca (luego del almuerzo)	410	50	50	0.83
O	-Salida (fin de guardia)	720	60	60	1.00
TOTAL				260	4.33

Nota. TC= Tiempo Cronómetro; TO=Tiempo Observado $TO = TCn - TCn-1$

La Tabla 3 muestra que, de los 720 minutos de un turno de 12 horas, 260 minutos (4,33 horas) se destinan a actividades que no aportan valor agregado al proceso de minado. En la fase inicial de la jornada, el traslado desde la oficina de mina a su punto de trabajo acumula 50 minutos, seguido por el tradicional “boleo de coca” al inicio de guardia con 60 minutos, y desplazamientos menores —traslado a la labor y ventilación— que suman 20 minutos adicionales. Estas tareas preliminares representan más de la mitad del tiempo improductivo total, lo que sugiere la necesidad de optimizar tanto las rutas como la organización de las pausas iniciales.

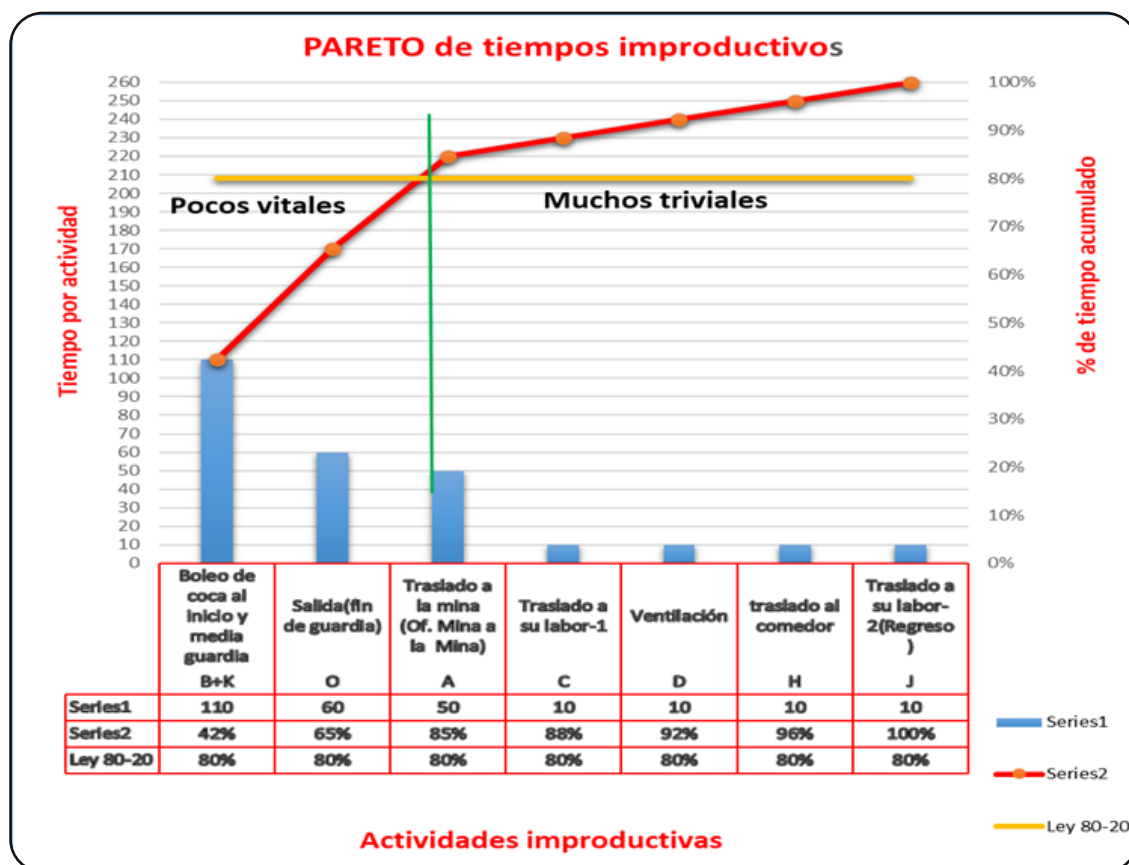
Durante y después de la pausa de almuerzo, el personal invierte 70 minutos en nuevas actividades de transición: 10 minutos para llegar al comedor, 10 minutos para regresar al puesto de trabajo y 50 minutos en un segundo “boleo de coca”. Aunque la hora de almuerzo

reglamentaria se considera tiempo autorizado, estos traslados y descansos adicionales incrementan significativamente las pérdidas. Finalmente, al cierre de la guardia, el proceso de salida ocupa 60 minutos, completando así el 36 % del turno dedicado a tareas de bajo valor.

Estos resultados ponen de relieve cuellos de botella claros en el manejo de los desplazamientos y pausas informales. Para reducir este tiempo improductivo, se recomienda consolidar los “boleos” en un único momento, reorganizar los recorridos internos mediante rutas más directas o asistencia mecanizada, y revisar los procedimientos de ventilación para minimizar esperas sin comprometer la seguridad. Implementar estas mejoras liberaría hasta 4,33 horas por guardia, incrementando de manera apreciable el tiempo disponible para las actividades de alto valor agregado en el proceso productivo.

Figura 1

Diagrama de Pareto –Pocos vitales y los muchos triviales, unificado por actividad



En la Figura 1, se observa siete actividades improductivas, de las cuales tres son las vitales y cuatro triviales. La actividad de “boleo” (B+K) suma 110 minutos; la actividad “salida del trabajo(O)”, 60 min; la actividad “traslado a la mina de la oficina de la mina” (A), 50 min. También se observa cuatro actividades con 10 min. de tiempo improductivo: actividad de traslado a su labor a primera hora (C), actividad de ventilación (D), actividad de traslado al comedor (H) y actividad (J) de traslado a su labor luego del almuerzo. También se aprecia que estas tres actividades (pocos vitales) representan el 85% (210 min) de las actividades

improductivas (260 min). Solucionando las dos actividades con pérdida de tiempo que se dan al inicio de guardia (boleo y traslado del personal a mina), estaríamos incrementando el tiempo productivo en 160 minutos. En consecuencia, mejoraríamos la productividad. La gráfica lineal, % de tiempo acumulado (color rojo) y la línea 80-20 (color amarillo) se interceptan en un punto y trazando una línea vertical (color verde) por dicho punto logramos discriminar las actividades más importantes de las actividades triviales o de poca trascendencia.

Tabla 4*Propuesta de soluciones a los tiempos improductivos*

Problemas	Soluciones propuestas
Holgura de trabajo	Es urgente cambiar el método de trabajo por la especialización del trabajo (de las tareas). La empresa tiene que optar por el sistema de trabajo especializado, donde cada tarea sea desarrollada por un especialista. Es decir, las operaciones unitarias principales del proceso productivo (enmaderado, perforación y voladura) deben ser asignadas a diferentes individuos, grupos o parejas de trabajo atendiendo a sus características, habilidades o recursos.
Falta de un estudio de medición del trabajo	El estudio del trabajo tiene por objetivo estandarizar el rendimiento de cada uno de las tareas que componen el proceso productivo, por lo que se tiene que realizar experimentalmente en las tres tareas principales (enmaderado, perforación y voladura) seleccionando la pareja de trabajadores convenientemente.
Costumbre de boleo	Una vez cambiado el método de trabajo por el sistema especializado y teniendo la medición del trabajo (estándares), la costumbre de boleo irá desapareciendo automáticamente, ya que la holgura de trabajo se verá reducido adecuadamente.
Mal uso del camión porta tropa	Se sugiere el control estricto en cuanto al cumplimiento de los horarios de traslado al personal. De igual manera, se debe realizar un control estricto del horario de ingreso del personal a interior mina, incluyendo a los supervisores.
Tiempo de ventilación de labores	Urgente el monitoreo del tiempo de ventilación de las labores y tener el tiempo real, para reducir el tiempo improductivo. Debe ser a lo más de treinta minutos.

DISCUSIÓN

El objetivo general de este estudio fue determinar los tiempos improductivos aplicando herramientas estadísticas en el proceso de minado de la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” – Unidad Arequipa M, con el propósito de proponer mejoras que incrementen la productividad. Los hallazgos obtenidos cumplieron dicho objetivo al cuantificar que aproximadamente un 36% de la jornada laboral corresponde a actividades improductivas y al identificar, mediante análisis estadístico (diagrama de Pareto), las fuentes específicas de estas pérdidas de tiempo. En consecuencia, el estudio proporciona un diagnóstico claro de cuellos de botella operativos

en la compañía minera e insumos para formular intervenciones basadas en datos objetivos, algo inédito hasta ahora en la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” – Unidad Arequipa M. Estos resultados globales son consistentes con la literatura previa que subraya la magnitud del tiempo improductivo en minería. Por ejemplo, Acuña (2023) reportó que solo el 47–50% del tiempo de turno en mina Retamas correspondía a trabajo efectivo, mientras que el resto eran pausas o esperas no productivas, lo que coincide en esencia con el porcentaje de improductividad aquí encontrado. No obstante, el 36% de tiempo improductivo en la compañía en estudio se sitúa

por debajo del nivel de inactividad reportado por Acuña, posiblemente debido a diferencias en las operaciones (el presente estudio distingue tiempo “autorizado” de descanso reglamentario, que Acuña incluía dentro del tiempo no productivo). En cualquier caso, la evidencia refuerza la relevancia de abordar los tiempos muertos en la jornada minera, ya que constituyen un componente sustancial del día laboral que podría reorientarse a tareas productivas.

En cuanto al objetivo específico 1 (OE1), referido a *determinar las principales causas de los tiempos improductivos*, el análisis identificó claramente tres actividades de bajo valor agregado que acaparan el 85% del tiempo improductivo total del turno. Estas son: (i) el “boleo” de coca al inicio de la guardia, (ii) el traslado inicial del personal de la oficina a la mina, y (iii) la salida o cierre de jornada. Cada una de estas actividades individuales supone decenas de minutos de inactividad por turno (110 min el boleo inicial, 50 min el traslado matutino, 60 min la salida. El predominio de estas tres fuentes confirma el principio de Pareto en el contexto operativo: unos pocos factores “vitales” explican la mayor parte de las pérdidas. Las causas últimas detrás de estas actividades improductivas se relacionan básicamente con factores organizacionales y culturales. Por ejemplo, la prolongada pausa de *boleo* (masticación de hoja de coca) al inicio y durante el almuerzo responde a factores culturales y, en parte, a una falta de estándares de trabajo y disciplina operativa que permite holguras excesivas. De igual manera, los retrasos en el transporte del personal sugieren ineficiencias logísticas y escaso control de horarios (uso inadecuado del camión portatropa), mientras que la larga duración del proceso de salida evidencia ausencia de procedimientos optimizados para el fin de turno. Estos hallazgos coinciden con los señalados por Yarleque (2018), quien en una operación de Arequipa atribuyó la baja utilización de equipos (49–76% frente a 94% de disponibilidad) principalmente a paradas

operacionales prolongadas. En esencia, tanto en nuestro estudio como en el de Yarleque se observa que un elevado porcentaje de los recursos permanece inactivo debido a *ineficiencias operativas internas* más que a averías o mantenimiento. Asimismo, Acuña (2023) destacó que las charlas de seguridad y esperas iniciales representaban una porción considerable del tiempo no productivo en Retamas (45 minutos de un total de 71 minutos improductivos por turno), lo cual guarda paralelismo con nuestro caso donde la charla matutina y preparación antes de iniciar labores (incluyendo traslados y boleo) consumen una parte importante de la mañana.

Respecto al segundo objetivo específico (OE2), orientado a *determinar en qué etapas del proceso de minado se manifiestan los tiempos improductivos*, nuestros resultados indican que los periodos de transición de la jornada – principalmente el comienzo y el cierre de cada guardia de trabajo– concentran la mayor parte del tiempo perdido. Específicamente, al inicio del turno se acumula un bloque significativo de inactividad debido al transporte del personal subterráneo y a las pausas antes de comenzar efectivamente las labores (como el boleo de coca inicial). Durante la mitad de la jornada, si bien se cuenta con un periodo autorizado de almuerzo de 60 minutos, se detectaron *tiempos adicionales improductivos* asociados: por ejemplo, 10 minutos de traslado hacia el comedor, 10 minutos de regreso al tajo tras la comida, y un segundo boleo después del almuerzo (50 min) que excede el tiempo estrictamente reglamentado de descanso. Finalmente, al final del turno, el proceso de salida de la mina y entrega de guardia involucra aproximadamente 1 hora (60 min) de actividades no productivas. De este modo, se evidencia que las etapas de preparación y conclusión de la jornada laboral son las más críticas, dado que en ellas se dilapida tiempo. Tal como señalan otros estudios, los cambios de turno y las movilizaciones de personal suelen ser focos de tiempo improductivo (Acuña, 2023; Arriel et al., 2016).

En lo que respecta al tercer objetivo específico (OE3) –*determinar las acciones que reducirían los tiempos improductivos*–, a partir de los análisis anteriores se formularon propuestas concretas de mejora dirigidas a atacar las causas raíz de los tiempos improductivos. Entre las acciones recomendadas destacan: (a) *La especialización de tareas operativas*, de modo que cada cuadrilla o trabajador se dedique a una función específica (enmaderado, perforación, voladura, etc.) en lugar de rotar por múltiples actividades. Esto busca eliminar la holgura de trabajo que surge cuando el personal polifuncional pierde tiempo reorganizándose para distintas labores. Al asignar especialistas, se espera una ejecución más ágil y continua de cada proceso unitario. (b) *El control estricto de los traslados y cumplimiento de horarios*, particularmente en el transporte del personal a interior mina al inicio del turno y en el retorno a superficie al final. Se propone optimizar el uso del camión portatropa, asegurando salidas puntuales y rutas directas, así como supervisar el ingreso oportuno del personal (incluyendo supervisores) a sus puestos. Con ello se pretende acortar drásticamente los minutos improductivos de movilización. (c) *El monitoreo y reducción del tiempo de ventilación* tras las voladuras u otras labores críticas, empleando registros fiables para determinar el tiempo mínimo seguro de espera (idealmente no más de 30 minutos) y coordinando las actividades de modo que ese tiempo de ventilación no prolongue innecesariamente la inactividad del personal. (d) *La estandarización de los tiempos de trabajo mediante estudios de tiempo y movimiento*, estableciendo normas claras de duración para cada actividad clave. En conjunto, estas acciones abordan tanto los síntomas como las causas subyacentes. Estudios previos sugieren que dichas medidas pueden tener impactos positivos. Apaza (2017) documentó en la Minera Shahuindo que la implementación de un plan de mejora continua –similar a nuestras propuestas– disminuyó los tiempos improductivos en más de 50%, lo que a su vez permitió incrementar la producción de mineral en un 67.6% respecto a la

meta original. Del mismo modo, la filosofía Lean Mining aplicada por Arriel et al. (2016) logró aumentar la eficiencia en procesos subterráneos. Por lo tanto, si “AC Agregados S.A.” adopta las iniciativas propuestas, podría reducir sustancialmente el tiempo improductivo.

CONCLUSIONES

La aplicación de herramientas estadísticas permitió cuantificar que el 36 % del tiempo total en el proceso de minado de la Compañía Minera “AC Agregados S.A.” – Unidad Arequipa M corresponde a actividades improductivas. Esta proporción representa una pérdida significativa de eficiencia operativa que limita el aprovechamiento del recurso humano y técnico disponible.

Las principales causas del tiempo improductivo son el boleto de coca, el traslado inicial a la mina y la salida al final del turno. Estas tres actividades acumulan el 85 % del tiempo improductivo total, lo que evidencia que las pérdidas se concentran en pocos factores clave y, por lo tanto, son susceptibles de intervención focalizada.

Se identificó acciones concretas para reducir los tiempos improductivos: la especialización de tareas, el control estricto de horarios de transporte, la reducción del tiempo de ventilación, y la estandarización del trabajo mediante estudios de tiempo y métodos. Estas acciones permitirían mejorar la productividad sin requerir grandes inversiones, simplemente optimizando el uso del tiempo operativo.

Los tiempos improductivos se concentran mayoritariamente en las etapas inicial y final de la jornada laboral, es decir, durante el ingreso, preparación y salida del personal. Esta identificación permite focalizar la planificación y control operativo en los momentos de mayor pérdida de eficiencia.

REFERENCIAS

- Acuña, E. D. (2023). *Evaluación de la distribución de tiempos en el ciclo de minado de la Cámara 1 – Nivel 3175 Marsa en el año 2021* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://goo.su/8Q1QO>
- Apaza, E. (2017). *Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C.* [Tesis para optar el título de Ingeniero de Minas, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://goo.su/exGhO>
- Arriel, M., Vela, L., & Rojas, J. (2016). *Identificación y análisis de los tiempos improductivos en equipos de las principales actividades operativas del ciclo de producción de una mina subterránea Sublevel Stoping (Tajeo por Subniveles)* [Trabajo de Investigación, Escuela de Postgrado GERENS]. <https://ideas.repec.org/p/ger/tesmgm/0002.html>
- Caso, A (2006). *Técnicas de medición del trabajo* (Segunda edición). Editorial Fundación Confemetal.
- Organización Internacional del Trabajo (1996). *Introducción al estudio del trabajo* (cuarta edición). <https://goo.su/HYRKjy4>
- Ortiz, N. R. (1999). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*. Publicaciones UIS.
- Oscátegui, J. E., & Flores, J. D. (2023). *Modelo de control de tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo mediante el uso de software de simulación Arena en una unidad minera superficial del centro del Perú* [Trabajo de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://goo.su/GVjdxU>
- Yarleque, C. A. (2018). *Identificación y análisis de los tiempos improductivos en equipos de explotación de Ulexita – Unidad de Operaciones Salinas, INKABOR S.A.C.* [Tesis de titulación, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://goo.su/6XPGfFf>

Figura 2

Arequipa, una de las regiones mineras más importantes de Perú



Fuente: <https://sectorminero.com.pe/wp-content/uploads/2023/09/Foto-58-SME-1536x1129.webp>