

2017

GUADALUPE

MONSERRAT

MORALES

ROJAS

N°CONTROL:081050048



**TRANSPORTES HIDRO
HIDALGUENSES, S.A. DE C.V.**

**ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE
MAQUINARIA PESADA PARA EL PROCESO DE CANTERA.**

**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
ING. EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

ASESORA: I.I. ALEJANDRA CERVANTES VILLAGRÁN

PABELLÓN DE ARTEAGA, AGUASCALIENTES, OCTUBRE DE 2017

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
III.	JUSTIFICACIÓN.....	10
IV.	OBJETIVOS.....	11
V.	PROBLEMA A RESOLVER.....	12
VI.	PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	13
	VI.1 ETAPA 1. Investigación y recopilación de información de análisis de tiempos y movimientos existentes en la empresa.....	14
	VI.2 ETAPA 2. Inspección continua del desempeño de un operario capacitado para las tareas designadas.....	15
	VI.3 ETAPA 3. Cronometraje de tiempo para la realización del proceso productivo del acarreo de material al quebrador cantera:.....	16
	VI.4 ETAPA 4. Toma de tiempos en las tareas estudiadas para el proceso de cantera.....	18
	VI.5 ETAPA 5. Determinación de actividades necesarias e innecesarias para el acarreo de material al quebrador cantera.....	21
	VI.6 ETAPA 6. Búsqueda de oportunidades de mejora para el estudio de tiempos y movimientos realizado en Transportes Hidro Hidalguenses.....	21
	VI.7 ETAPA 7. Implementación de la propuesta de tiempos y movimientos de maquinaria pesada para el proceso de cantera.....	23
	VI.8 ETAPA 8. Observación continua del trabajo implementando por los operarios.....	28
VII.	RESULTADOS.....	30
VIII.	CONCLUSIONES.....	32
IX.	RECOMENDACIONES.....	33
X.	COMPETENCIAS A DESARROLLAR.....	34
	REFERENCIAS.....	35

INTRODUCCIÓN

Transportes Hidro Hidalguenses S.A. de C.V. es una empresa que forma parte del Grupo Cooperativa Juárez, la cual se fundó debido a la necesidad de prestar servicios a la empresa Cementos y Concretos Nacionales(CYCNA), siendo este su cliente principal, en adicional se proyectó atender también clientes locales dedicados al sector de la construcción. La empresa está ubicada en la comunidad de Arrollo Hondo, del municipio de Tepezalá, en el estado de Aguascalientes.

En el año 2000 se inició la prestación de servicio de explotación y acarreo de materiales a la trituradora primaria del cliente, actividad que a la fecha se sigue realizando, complementado de igual forma con la trituración de agregados, los cuales se venden a diferentes empresas dentro de la región.

Transportes Hidro Hidalguenses S.A. de C.V., cuenta con instalaciones dentro de propiedades CYCNA las cuales son adecuadas y suficientes para realizar las labores que se necesitan. Dentro de sus principales recursos productivos la empresa cuenta con yacimientos, proceso de trituración y equipos de acarreo de materiales.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado. Después de un tiempo, fue el matrimonio Gilbreth el que, basado en los estudios de Taylor, ampliará este trabajo y desarrollara el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés), (E, 2000).

A Frederick W. Taylor se le considera generalmente como el padre del moderno estudio de tiempos en Estados Unidos, aunque en realidad ya se efectuaban estudios de tiempos en Europa muchos años antes que Taylor. En 1760, un francés, Perronet, llevó a cabo amplios estudios de tiempos acerca de la fabricación de alfileres comunes del No. 6 hasta llegar al estándar de 494 piezas por hora.

Taylor empezó su trabajo en el estudio de tiempos en 1881 cuando laboraba en la Midvale Steel Company de Filadelfia. Después de 12 años desarrolló un Sistema basado en el concepto de "tarea". En él, Taylor proponía que:

- La administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación.
- Cada hombre debía recibir instrucciones detalladamente por escrito que describieran su tarea en detalle y le indicaran además los medios que debía usar para efectuarla.
- Cada trabajo debía tener un tiempo estándar que estuviera basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado.

- En el proceso de fijación de tiempos, recomendaba dividir el trabajo en pequeñas porciones llamadas “elementos”.

En Junio de 1903, en la reunión de la A.S.M.E. efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo “Shop Management” (Administración del Taller), en el cual expuso los fundamentos de la Administración Científica. Por mencionar algunos puntos los siguientes:

- El Estudio de tiempos, junto con los implementos y métodos para llevarlo a cabo adecuadamente.
- La Estandarización de todas las herramientas e implementos usados en la fábrica.
- La Estandarización de acciones o movimientos de los obreros para cada clase de trabajo.
- Tarjetas de instrucciones para el trabajador.

ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo(Marvin, 1984).

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Los estudios de tiempos y movimientos son todavía dos de las herramientas de investigación más importantes necesarias para los Ingenieros industriales. Hemos recorrido un largo camino desde la época de los expertos en eficiencia, pero todavía estamos muy interesados en los métodos de ejecución de un trabajo y el tiempo necesario para realizarlo, (Ralph, 1979). A pesar de lo fatigoso que es y de la impopularidad del estudio de tiempo su realización es una de las maneras más rápidas

y eficientes de conocer las interioridades de una empresa. Un buen estudio de tiempos requiere el conocimiento no solo del producto y de las operaciones requeridas para fabricarlo sino también de las funciones del taller que pueden afectar a la operación que se está estudiando, (Richard, 1988).

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. Este estudio se combina con el estudio de tiempos para obtener mejores resultados respecto a la eficiencia y la velocidad con que se lleva a cabo la tarea, (Jose, 1996). El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micros movimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas, (Manuel, 1995).

PRINCIPIOS DE ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

La capacidad humana para la realización de tareas depende del tipo de fuerza, el músculo que se utiliza en la realización de la tarea y la postura de la persona al realizar dicha tarea. Por eso se debe diseñar el trabajo de acuerdo con las capacidades físicas del individuo para lograr un mejor rendimiento en la realización del trabajo. (Jhon, 1951)

Hay tres principios básicos:

- Los relativos al uso del cuerpo humano
- Los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo
- Los relativos al diseño del equipo y las herramientas.

BUSCAR	B	Negro	
SELECCIONAR	SE	Gris claro	
TOMAR	T	Rojo	
ALCANZAR	AL	Verde oliva	
MOVER	M	Verde	
SOSTENER	SO	Dorado	
SOLTAR	SL	Carmin	
COLOCAR EN POSICIÓN	P	Azul	
PRECOLOCAR EN POSICIÓN	PP	Azul cielo	
INSPECCIONAR	I	Ocre quemado	
ENSAMBLAR	E	Violeta oscuro	
DESENSAMBLAR	D	Violeta claro	
USAR	U	Purpura	
RETRASO INEVITABLE	DI	Amarillo ocre	
RETRASO EVITABLE	DEV	Amarillo limón	
PLANEAR	PL	Castaño o café	
DESCANSAR	DES	Naranja	

Tabla. 1 Movimientos fundamentales

Fuente: Esposos Gilbreth

OBJETIVOS

Del estudio de tiempos

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.

Del estudio de movimientos

Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE TIEMPO

La medición del trabajo sigue siendo una práctica útil, pero polémica. Por ejemplo, la medición del trabajo con frecuencia es un punto de fricción entre la mano de obra y la administración. Si los estándares son demasiados apretados, pueden resultar en un motivo de queja, huelgas o malas relaciones de trabajo. Por otro lado, si los estándares son demasiados holgados, pueden resultar en una planeación y control pobre, altos costos y bajas ganancias.

La medición del trabajo hoy en día involucra no únicamente el trabajo de los obreros en sí, sino también el trabajo de los ejecutivos, (E, 2000).

Siete puntos importantes son:

- 1. Evaluar el comportamiento del trabajador.** Esto se lleva a cabo comparando la producción real durante un periodo de tiempo dado con la producción estándar determinada por la medición del trabajo.
- 2. Planear las necesidades de la fuerza de trabajo.** Para cualquier nivel dado de producción futura, se puede utilizar la medición del trabajo para determinar qué tanta mano de obra se requiere.
- 3. Determinar la capacidad disponible.** Para un nivel dado de fuerza de trabajo y disponibilidad de equipo, se pueden utilizar los estándares de medición del trabajo para proyectar la capacidad disponible.
- 4. Determinar el costo o el precio de un producto.** Los estándares de mano de obra obtenidos mediante la medición del trabajo, son uno de los ingredientes de un sistema de cálculo de precio. En la mayoría de las organizaciones, el cálculo exitoso del precio es crucial para la sobrevivencia del negocio.
- 5. Comparación de métodos de trabajo.** Cuando se consideran diferentes métodos para un trabajo, la medición del trabajo puede proporcionar la base para la comparación de la economía de los métodos. Esta es la esencia de la administración científica, idear el mejor método con base en estudios rigurosos de tiempo y movimiento.

6. Facilitar los diagramas de operaciones. Uno de los datos de salida para todos los diagramas de sistemas es el tiempo estimado para las actividades de trabajo. Este dato es derivado de la medición del trabajo.

7. Establecer incentivos salariales. Bajo incentivos salariales, los trabajadores reciben más paga por más producción. Para reforzar estos planes de incentivos se usa un estándar de tiempo que define al 100% la producción.

JUSTIFICACIÓN

En cualquier ámbito económico, toda empresa que lleve a cabo un proceso productivo o preste un servicio, siempre estará en búsqueda de crecimiento e incremento de su rentabilidad y el camino ideal para lograrlo es a través del aumento de su productividad.

El área de oportunidad más importante que presenta la compañía en este momento es el proceso de cantera, ya que la manera actual de ejecución implica demoras en el proceso atribuibles principalmente a: retrasos en ciclo de continuidad dentro del quebrador; afectaciones por demora personal; retrasos en logística inevitables; tiempos muertos por espera de operador; interrupciones en los traslados del material; y, dificultad del movimiento del operario en su área de trabajo.

Por estas razones esta problemática se ha tomado como objeto de estudio, con la finalidad de proponer cambios y mejoras, efectuando un análisis de tiempos y movimientos en la maquinaria pesada para este proceso. Esta metodología se define como una herramienta para la medición de trabajo, además de que proporciona la técnica para establecer un estándar permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo, del método prescrito con la finalidad de minimizar tiempos ociosos en la realización del trabajo, aprovechar los recursos y minimizar los costos, efectuar la producción y eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.

Esta condición presentada en la organización, representa un reto de nivel académico y profesional, en el cual a través del análisis de las diferentes materias de estudio, se ha definido el marco teórico que da la generación de alternativas de solución al presente proyecto. Además es importante comentar que la realización de la propuesta de mejora tiene un alto potencial de éxito con importante beneficio económico para la organización, lo que produciría grandes impactos en los indicadores operativos actuales.

OBJETIVO GENERAL

Analizar las causas que afectan al proceso de cantera con la finalidad de evaluar posibles mejoras utilizando el estudio de tiempos y movimientos, con el fin de incrementar por lo menos un 12% en la eficiencia del proceso en la empresa Transportes Hidro Hidalguenses en un periodo no mayor a 6 meses.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Plantear ideas y propuestas de nivel ingenieril que puedan surgir durante el periodo del estudio.
- Incrementar la eficiencia individual del cargador CAT 980G por lo menos en un 12%.
- Incrementar la eficiencia individual del camión CAT 771D por lo menos en un 12%.
- Proponer un método de trabajo al área de operación, con el fin de solucionar los problemas y mejorar algunos aspectos con el proceso para así aumentar la eficiencia y productividad de la empresa.

PROBLEMAS A RESOLVER

Como se describe en la sección de justificación de este informe, en la empresa Transportes Hidro Hidalguenses, se encuentran múltiples irregularidades dentro del proceso de cantera, por lo que se realizará un análisis de tiempos y movimientos, con la intención de encontrar la causa raíz de los elementos que provocan que el proceso sea más lento, tomando en cuenta que pueden ser diferentes motivos, a continuación cito algunos posibles problemas a resolver (basados en la clasificación de las 5M's):

1. Disponibilidad de maquinaria. Asociada a que los equipos no tengan la suficiente capacidad mecánica para producir la demanda actual o que presenten condiciones de deterioro que generen tiempo muerto por reparaciones.
2. Recurso Humano no disponible. Derivado de problemas de inasistencia, rotación de personal o incapacidad para mantener una plantilla de producción completa. En esta sección también se incluyen las causas asociadas al clima laboral que pudiesen estar afectando el compromiso de los colaboradores.
3. Deficiencia en el método y/o estándares. Aquellos problemas asociados a que los procedimientos de trabajo no se encuentren bien establecidos o que no se hayan definido. También se analizan aquellas asociadas a la falta de capacitación o entrenamiento.
4. Ambiente laboral. Se analizan las posibles causas asociadas al entorno físico del centro laboral, las cuales puedan estar afectando la productividad.
5. Problemas de materiales. Se identificarán los factores externos a la organización derivados de las materia primas (yacimientos) o insumos (refacciones y consumibles) que estén asociados a la productividad del proceso.

Los anteriores son hipotéticas causas que pudiesen estar afectando en la productividad del proceso de cantera, las cuales se descartarán o enfatizarán en función de los resultados obtenidos en el estudio de tiempos y movimientos.

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El estudio de tiempos y movimientos dentro de cualquier empresa es de suma importancia, ya que uno de sus primeros objetivos es minimizar el tiempo para la ejecución de trabajos, conservando los recursos y minimizando los costos.

Por tal motivo la empresa desea saber los tiempos totales de hombre-máquina en la realización de cada tarea, esto para posteriormente hacer un comparativo de los tiempos reales contra lo que nos indican los manuales de cada una de las máquinas para tener así información confiable y real de lo que se desea saber.

La metodología aplicada en el proceso consistió en la toma de tiempos y movimientos de las diferentes actividades que se realizan dentro de la empresa para el proceso de cantera, todo ello para mostrar una mejora notable durante el transcurso en la etapa de producción, por consecuencia se aplicaron de la mejor manera los recursos disponibles. A continuación se describen las etapas que comprendieron dicha metodología.



Fig. 1 Representación gráfica de las etapas a desarrollar en la metodología

Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO:

ETAPA 1. Investigación y recopilación de información de análisis de tiempos y movimientos existentes en la empresa:

Para la realización de la investigación y recopilación de información, se tomó en cuenta un estudio realizado en el año 2003 el cual fue elaborado con la finalidad de conocer la situación actual en la que se encontraba la empresa en cuanto a tiempos y movimientos, el estándar derivado del resultado de ese estudio no lo pusieron en marcha por falta de tiempo e interés de los encargados de la empresa. Puesto que el nivel de producción no era tan alto como lo es hoy en día y considerando en su debido tiempo que no era tan importante el trabajar en los resultados que les había arrojado el estudio, esto porque a pesar de ello se podía alimentar de manera eficiente el quebrador de CYCNA. A continuación se presenta un cuadro de resultados que se obtuvo en el estudio de tiempos y movimientos del año 2003.

Tabla de resultados del estudio de tiempos y movimientos del 2003

CARGADOR CATERPILLAR 345I		CAMIÓN CATERPILLAR 777D	
Horas operativas	10 hrs	Horas Operativas	10 hrs
Horas efectivas	6.78 hrs	Horas efectivas	7.21 hrs
Horas en Demoras	3.22 hrs	Horas en Demoras	2.79 hrs
Eficiencias	67.8%	Eficiencias	72.1 %

Tabla.2 Representación de resultados de estudio 2003

Fuente: Empresa Transportes Hidro Hidalguenses

En la tabla anterior se muestra la información de tiempos, horas efectivas, eficiencia y demoras que realizaban los cargadores y camiones en el 2003, año en el que realizaron el estudio, observando en ambos casos ineficiencias mayores al 25% del

tiempo disponible, lo cual representa una importante área de oportunidad para la empresa.

ETAPA 2. Inspección continúa del desempeño de un operario capacitado para las tareas designadas:

Dentro de la empresa se manejan diferentes tipos de camiones para el acarreo de material al quebrador de cantera, es por esto que se compraron camiones más grandes (camión Caterpillar 771D y Mack, así como cargadores Caterpillar 980G y 966H). Para poder sostener el abastecimiento de lo que el quebrador requería, en el momento en que llegaron los camiones fue necesario traer a una persona facultada con la finalidad de capacitar a los trabajadores en cuanto al manejo de los camiones y cargadores, ya que eran más nuevos y con menos velocidad, también en el aspecto de hacer dos maniobras al mismo tiempo como fue sacar el cucharón cargado e ir de reversa con cuidado para que no se vacíe el cucharón. En estas actividades fueron en las que el personal se capacitó puesto que no tenían el conocimiento necesario para disponer de ellos. Con un operario ya encargado de las capacitaciones se decidió realizar la inspección del proceso de cantera, con el objetivo de estudiar y analizar lo que tardaban en ejecutar cada paso para el proceso terminado del acarreo de material.

Inspección continúa del desempeño

Medición	Tiempo de Inicio	Tiempo Final	Tiempo promedio (min)
Carga c/ maniobra	7:30:00	7:30:36	36 seg
Viaje cargado	7:35:00	7:35:55	55 seg
Descarga en tolvas c/ maniobra	7:40:00	7:41:10	70 seg
Viaje Vacío	7:45:00	7:45:45	45 seg
Total de Proceso			3:26 min

Tabla. 3 Formato utilizado para la inspección continúa del desempeño

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra los tiempos utilizados por los operarios para la realización de cada tarea, basándose en un operario capacitado en el proceso.

ETAPA 3. Cronometraje de tiempo para la realización del proceso productivo del acarreo de material al quebrador cantera:

En la empresa Transportes Hidro Hidalguenses no había un estudio reciente donde se hiciera la toma de tiempos y movimientos en las tareas de los operarios, puesto que con el estudio realizado en el año 2003, no implementaron las actividades propuestas por desconocimiento e ignorancia por parte de los supervisores, por lo que los operarios no contaban con un estándar de tiempo determinado para la realización de sus tareas, en base a ello se tomó la decisión de realizar un estudio en la toma tiempos y movimientos con el objetivo de poder brindarles a los operarios un tiempo estandarizado para la creación y realización de las actividades.

Cronometraje tomado a las tareas correspondientes para el proceso cantera.

Evento 1	Tiempo Carga c/maniobra	Tiempo Viaje cargado	Tiempo Descarga c/maniobra	Tiempo viaje vacío	Total tiempo ciclo
1	0.33	0.42	1.10	0.42	2.27
2	0.38	0.45	0.90	0.38	2.11
3	0.35	0.40	0.88	0.49	2.12
4	0.49	0.48	0.78	0.39	2.14
5	0.50	0.47	0.81	0.38	2.16
6	0.36	0.53	0.83	0.50	2.22
7	0.32	0.46	1.04	0.40	2.22
Total	2.73	3.21	6.35	2.96	15.25

Tabla 4. Cronometraje de las actividades realizadas para el proceso cantera

Fuente: Elaboración propia

Evento 2	Tiempo Carga c/maniobra	Tiempo Viaje cargado	Tiempo Descarga c/maniobra	Tiempo viaje vacío	Total tiempo ciclo
1	0.45	0.51	1.02	0.41	2.39
2	0.52	0.54	1.05	0.42	2.53
3	0.61	0.49	0.99	0.39	2.48
4	0.59	0.53	1.36	0.35	2.83
5	0.47	0.50	1.51	0.38	2.86
6	0.40	0.41	1.05	0.47	2.33
7	0.35	0.39	1.11	0.55	2.40
Total	3.39	3.37	8.09	2.97	17.82

Tabla 5. Cronometraje de las actividades realizadas para el proceso cantera

Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se muestra la toma de tiempos que se realizaron en 14 ocasiones diferentes, las cuales tienen variación en las mismas (por ser un proceso manual), lo que indica que no se cumple con un determinado tiempo para cada una de ellas. Se pueden apreciar las diferencias en comparación con los manuales que a continuación se muestran:

Equipo: Cargador Caterpillar 980G y H

Capacidades

Capacidad de cucharón: 4.60 m³
Factor de llenado: 85.00 %
Tiempo por cucharón: 0.525 min.

Densidad Caliza In Situ: 2.30 Ton/m³
Densidad Caliza Fragmentada: 1.53 Ton/m³

Capacidad real del cucharón (m³): 4.6 m³ * 85.00% = 3.91 m³
Capacidad real del cucharón (Ton): 3.91 m³ * 1.53Ton/m³ = 5.98 Ton.

Productividad por hora: 5.98 Ton. * 60 / 0.525 min = 569.74 Ton/Hrs.

OBSERVACIONES

LA CAPACIDAD DE CUCHARÓN Y EL FACTOR DE LLENADO SE TOMA CON BASE EN EL MANUAL DE RENDIMIENTO CAT ED 37 PARA ROCA DE VOLADURA

EL TIEMPO POR CUCHARÓN SE TOMA EN BASE AL MANUAL DE RENDIMIENTO CAT ED 37, EL CUAL CONSIDERA PARA CARGADORES 980 UN TIEMPO ENTRE 0.50-0.53 MIN.

SE CORRIJEN LA DENSIDAD DE CALIZA IN SITU Y FRAGMENTADA DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR CYCIA

Análisis de productividad de maquinaria y equipo.

Equipo: Camión Caterpillar 771D

Capacidades

Capacidad de camión: 27.50 m³
Factor de llenado: 85.00 %
Velocidad cargado: 18.90 Km/Hrs.
Velocidad vacío: 20.00 Km/Hrs.
Tiempo por cucharón: 0.525 min
Densidad Caliza In Situ: 2.30 Ton/m³
Densidad Caliza Fragmentada: 1.53 Ton/m³

Capacidad real del camión (m³): 27.5 m³ * 85% = 23.38 m³
Capacidad real del camión (Ton): 23.375 m³ * 1.53Ton/m³ = 35.76 Ton.

Tiempo de ciclo de Caliza

Distancia media de acatrec: 1.078 Km.

Tiempo de viaje lleno: 1.078 Km. / 18.9 Km/Hrs. = 0.06 = 3.42 min.
Tiempo de viaje vacío: 1.078 Km. / 20 Km/Hrs. = 0.05 = 3.23 min.

Tiempo de cargado: 3.14 min.
Tiempo de descarga: 2.50 min.

Tiempo total de ciclo: 12.29 min.

Productividad por hora: 174.53 Ton/Hrs.

OBSERVACIONES

EL FACTOR DE LLENADO Y LA CAPACIDAD DEL CAMIÓN SE TOMA CON BASE EN EL MANUAL DE RENDIMIENTO CAT ED 37

SE CORRIJEN LA DENSIDAD DE CALIZA IN SITU Y FRAGMENTADA DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN DE CYCIA

SE MODIFICA LA DISTANCIA DE 2.1 A 1.078 KM Y SE AJUSTAN LAS VELOCIDADES

SE CALCULA EL TIEMPO DE CARGA CON BASE EN LA SIGUIENTE FÓRMULA:

TIEMPO DE CARGA = (0.5157) CAMIÓN/T (CUCHARÓN)

EL VALOR DE 0.525 ES EL TIEMPO POR CUCHARÓN PROMEDIO DE ACUERDO A MANUAL PARA UN CARGADOR 980 CON CAPACIDAD EN CUCHARÓN DE 5.98 TON.

Fig. 2 Manuales de camión Mack y Cargadores

Fuente: Manuales de transportes Hidro Hidalguenses

En estas imágenes se puede apreciar los datos más importantes de los camiones así como de los cargadores, tales como la capacidad del cucharón, tiempo que debe tardar por cada cucharón y la productividad total por hora, en el caso del cargador. En cuanto al camión se puede observar la capacidad, la velocidad a la que tiene que ir con carga, tiempo de descarga, tiempo cargado y tiempo total de ciclo. Es con estos datos como se obtuvo la comparación.

ETAPA 4. Toma de tiempos en las tareas estudiadas para el proceso de cantera:

La toma de tiempos de esta etapa se realizó seleccionando las tareas más importantes para llevar a cabo el proceso, puesto que se consideró que había movimientos que no eran necesarios, como el separar tan detalladamente las actividades, por ejemplo: bajar cucharón, meter al material y cargar, sacar, levantar, salir de reversa para posteriormente vaciar.

En esta etapa se hicieron también inspecciones de las labores más importantes con la finalidad de tener una inspección establecida, ya que la empresa no contaba tampoco con ello, observando lo que la empresa tenía dificultades para alcanzar un estándar se realizó el siguiente diagrama en el cual se ilustran las labores más destacadas del proceso de acarreo para el quebrador cantera.



Fig. 3. Representación gráfica de la toma de tiempos en las tareas estudiadas

Fuente: Elaboración propia

◆ **En la carga de maniobra:** Se tomaron los tiempos sacando un estándar de 35 segundos aproximadamente entre las siguientes labores a iniciar:

1. Ataca banco
2. Levanta cucharón
3. Se va de reversa
4. Sale
5. Se acerca lo más que pueda al cargador
6. Inclina el cucharón
7. Para por ultimo vaciar

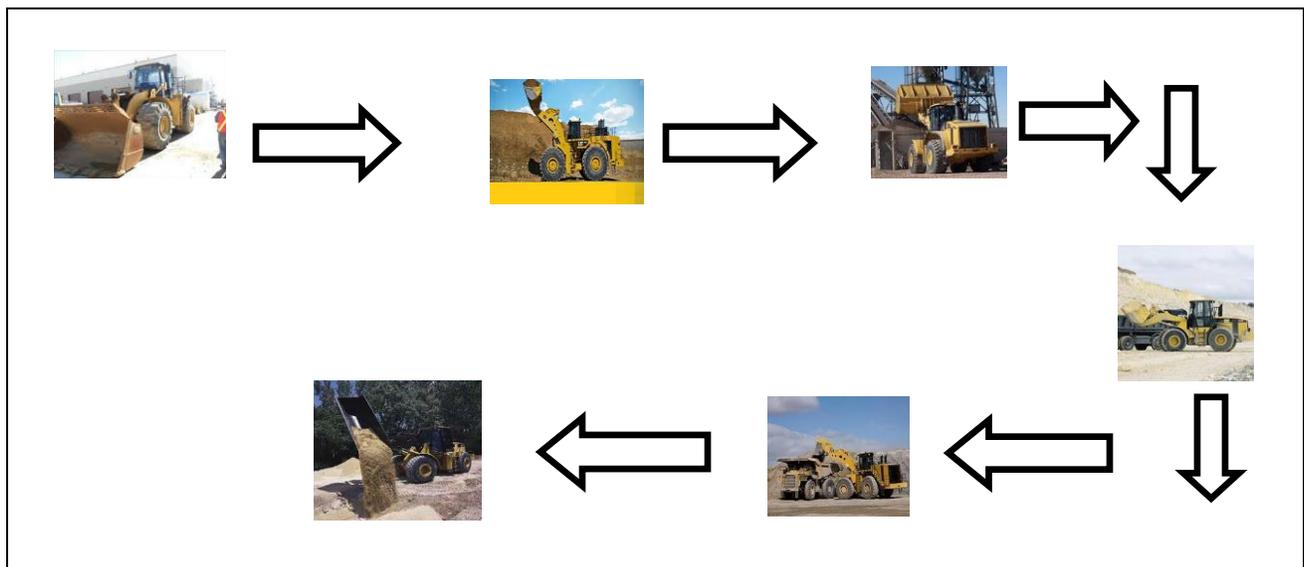


Fig. 4 Representación gráfica de las actividades en la carga de maniobra

Fuente: Elaboración propia

◆ **En el viaje cargado:** el camión se dirige hacia las tolvas a una velocidad de 20 km/h, llega al punto donde se ubica la báscula, para pesar el material que será vaciado a su determinada tolva.

- ◆ **En la descarga en tolvas con maniobra:** llega el cargador y hace la maniobra de reversa para acomodarse en la que le corresponda, esto depende del número que traiga su cargador para el acomodo de cada una de ellas, ya que son 3 tolvas las que alimenta cantera.

Ya estando acomodado el cargador frente a la tolva correspondiente, levanta la caja y vacía.

- ◆ **El viaje vacío:** es realizar el mismo recorrido que ya se hizo cargado y repetir el proceso.



Fig. 5 Representación gráfica del proceso del acarreo de material a la quebradora cantera

Fuente: Elaboración propia

ETAPA 5. Determinación de actividades necesarias e innecesarias para el acarreo de material ala quebradora cantera:

La determinación de actividades se realizó mediante la observación de un operario capacitado que fue traído desde el estado de Hidalgo a brindar el apoyo para la capacitación de lo ya antes mencionado, esto lo efectúo en un día de labor donde analizó los movimientos que no son indispensables para llevar a cabo las tareas, esto se hizo de esta manera puesto que no tuvo un tiempo para cada una de ellas específico.

Por ejemplo:

- Subir al cargador
- Encender el motor
- Tomar el volante
- Meter la velocidad
- Avanzar hacia donde se encuentra el material

Lo antes señalado se realizó basándose simplemente en la experiencia que tiene con los tiempos y movimientos de los cargadores.

ETAPA 6. Búsqueda de oportunidades de mejora para el estudio de tiempos y movimientos realizado en Transportes Hidro Hidalguenses:

En la búsqueda de oportunidades se demostraron las mejores propuestas para la solución del problema de la toma de tiempos, ya que se necesitó reducir las actividades que se llevaron a cabo para el acarreo de material, esto se hizo mediante el análisis de los tiempos tomados para el acarreo, haciendo un comparativo con lo que nos marca cada manual de cada uno de los cargadores puesto que la capacidad de cada uno de ellos varia.

Actividades a realizar	Tiempo
Tiempo carga c/ maniobra	0.38 min
Tiempo viaje cargado	0.47 min
Tiempo descarga c/ maniobra	1.10 min
Tiempo viaje vacío	0.45 min
Total del proceso	2.40 min

Tabla. 6. Tiempos tomados para el acarreo de material

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran los tiempos que realiza actualmente un operario en la realización del proceso.

✦ Análisis de productividad de maquinaria y equipo.

Equipo: Camión Caterpillar 771D

Capacidades

Capacidad de camión	27.50 m3.	
Factor de llenado	85.00 %.	
Velocidad cargado	18.90 Km/Hrs.	
Velocidad vacío	20.00 Km/Hrs.	
Tiempo por cucharar	0.525 min	
Densidad Caliza In Situ	2.30 Ton/m3.	
Densidad Caliza Fragmentada	1.53 Ton/m3.	



Capacidad real del camión (m3.) $27.5 \text{ m}^3 \cdot 85\% = 23.38 \text{ m}^3$.

Capacidad real del camión (Ton.) $23.375 \text{ m}^3 \cdot 1.53 \text{ Ton/m}^3 = 35.76 \text{ Ton}$.

Tiempo de ciclo de Caliza

Distancia media de acarreo	1.078 Km.	
Tiempo de viaje lleno	$1.078 \text{ Km.} / 18.9 \text{ Km/Hrs.} = 0.06 = 3.42 \text{ min.}$	
Tiempo de viaje vacío	$1.078 \text{ Km.} / 20 \text{ Km/Hrs.} = 0.05 = 3.23 \text{ min.}$	
Tiempo de carga	3.14 min.	
Tiempo de descarga	2.50 min.	
Tiempo total de ciclo	12.29 min.	

Productividad por hora 174.53 Ton/Hrs.

OBSERVACIONES

EL FACTOR DE LLENADO Y LA CAPACIDAD DEL CAMIÓN SE TOMA CON BASE EN EL MANUAL DE RENDIMIENTOS CAT ED 37

SE CORRIJEN LA DENSIDAD DE CALIZA IN SITU Y FRAGMENTADA DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN DE CYCNA

SE MODIFICA LA DISTANCIA DE 2 A 1.078 KM Y SE AJUSTAN LAS VELOCIDADES

SE CALCULA EL TIEMPO DE CARGA CON BASE EN LA SIGUIENTE FORMULA:

$\text{TIEMPO DE CARGA} = 0.515 \cdot (\text{T CAMIÓN} / \text{CUCCHARON})$

EL VALOR DE 0.525 ES EL TIEMPO POR CUCCHARON PROMEDIO DE ACUERDO A MANUAL PARA UN CARGADOR 988 CON CAPACIDAD EN CUCCHARON DE 5.98 TON

Fig. 6 Manual de camión Caterpillar 771D

Fuente: Manual de Transportes Hidro Hidalguenses

En la anterior figura se muestran los tiempos, eficiencia y capacidad que debe hacer un camión en cuanto al recorrido de las actividades para el proceso terminado.

ETAPA 7. Implementación de la propuesta de tiempos y movimientos de maquinaria pesada para el proceso de cantera:

La implementación se hizo para tener una propuesta de mejora completa, precisa y de muy buena calidad para la empresa, tomando en cuenta el operario, la maquinaria, los tiempos y movimientos necesarios para lograr la realización del proceso.

Lo anterior fue, porque no había propuestas para dar a conocer a los laboristas por falta de interés, y voluntad para que la empresa mejorara en cuanto a esas áreas. Se alinó de tal manera que se consideró que esté lista para ponerse en marcha con todas las características necesarias para lograr el objetivo propuesto, que fue reducir tiempos y movimientos con el mismo nivel de producción. La descripción de la implementación se presenta a continuación:

- 1) **Base histórica de datos.** En la búsqueda de información del 2003 se encontraron las tablas que hacían referencia al resultado de estudio, en el cual la eficiencia en los cargadores era de un 67.8% y en los camiones de un 72.1%, por lo que, con la aplicación de nuevos tiempos y movimientos se logró aumentar al porcentaje de eficiencia de estos, y quedó de la siguiente manera:
- 2) **Inspección del operador.** La inspección llevada a cabo dentro de esta etapa arrojó como resultado que la inspección se tuvo que realizar más continuamente, ya que en los operarios esta la productividad, eficiencia y eficacia del trabajo, esto de acuerdo a los efectos obtenidos de las herramientas aplicadas en la inspección anterior a los colaboradores.

De acuerdo a los resultados de la tabla se observó que la capacitación aplicada tuvo éxito puesto que el tiempo total del proceso es de 2:30 min a 3:00 min, y se puede ver que tardaron 2:46 min en todo el proceso cantera, por lo que se realizó con más frecuencia las inspecciones hasta obtener el 2:30 min que se requiere para una productividad del 100%.

- 3) **Cronometraje.** Con los resultados obtenidos en la tercera etapa se llegó a los efectos realizados por los operarios, por lo tal se hizo una nueva tabla de tiempos la cual al llevarla a campo para que los operarios pusieran en marcha esos nuevos tiempos estos fueron los resultados:

Evento	Tiempo Carga c/maniobra	Tiempo Viaje cargado	Tiempo Descarga c/maniobra	Tiempo viaje vacío	Total tiempo ciclo
1	0.33	0.45	1.00	0.40	2.18

Tabla 7. Nueva tabla de tiempos

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla solo se tomó como dato un solo evento en el cual los resultados de éste fue de 2.18 min, lo cual nos indica que teniendo en secuencia nuestras propuestas el objetivo se cumplirá con éxito.

- 4) **Toma de tiempos en las tareas estudiadas.** Esta etapa dio como resultados el beneficio de ahorrar tiempo en las mismas actividades a realizar, solo que se elaboró de manera diferente y fue lo que hizo que estas mismas acciones se hicieran igual con menos tiempo, esto debido a que anteriormente hacían por separados todos los pasos y ahora se pueden omitir uno o dos para hacerlo más ágil.

Aquí se ilustra la manera de elaborar de los empleados:

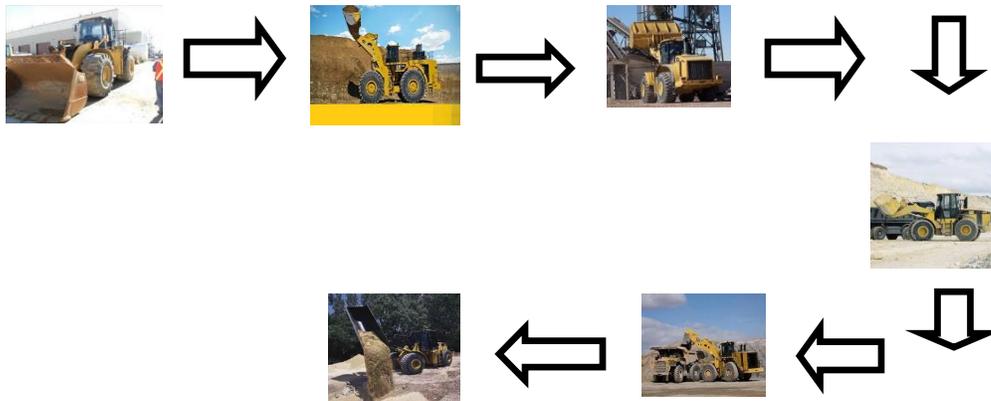


Fig. 7 Representación gráfica de las actividades en la carga de maniobra

Fuente: Elaboración propia

En esta etapa se unieron pasos para la realización del proceso, puesto que se podían reducir tiempos en la unión de dos o más de ellos. Las etapas más importantes que se utilizan para reducir los tiempos son: el girar el cucharón ya cargado, ir saliendo del lugar de carga al momento en el que va de reversa e inclinar el cucharón igual que el vaciarlo.

Es de esta manera como se logró hacer un cambio en el proceso para la reducción de los tiempos y movimientos por lo que es aplicado así por los operarios.

- 5) **Determinación de actividades necesarias e innecesarias.** En esta etapa se obtuvo resultados muy beneficiosos puesto que las labores como se muestran en la Metodología las hacían tomando en cuenta el más mínimo tiempo del trabajador, ya que no tenían una determinada persona que les dijera de manera clara y concisa como debían hacerse los movimientos para manejar un camión y un cargador, por ejemplo: el tiempo que tardaban en subir al cargador, encender el motor, meter la velocidad y tomar el volante. Con el estudio elaborado esos

tiempos fueron minimizados y solo fueron tomados los que traían mayor importancia hacia el proceso.

Actividades realizadas anteriormente	Actividades realizadas actualmente
◆ Meter el cucharón	◆ Meter el cucharón y cargarlo al mismo tiempo
◆ Cargar y subir cucharón	◆ Ir sacándolo subiéndolo poco a poco
◆ Sacar cucharón	◆ Salir de reversa e ir girando a dirección donde está el camión a donde será vaciado
◆ Salir de reversa con el cargador	◆ Vaciar material al camión
◆ Girar a la posición correcta el cucharón	◆ Salir e reversa con el cargador
◆ Posicionar en dirección a la caja del camión	◆ Llegar a la tolva con el cargador y acomodarse
◆ Vaciar material al camión	◆ Vaciar a la tolva
◆ Salir de reversa con el cargador	◆ Regresar hacer el mismo procedimiento
◆ Llegar a la tolva	
◆ Acomodarse de reversa	
◆ Vaciar en tolva	
◆ Regresar hacer el mismo procedimiento	

Tabla 8. Pasos para la realización del proceso cantera

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior de lado izquierdo se observan los pasos de la manera en que eran efectuados sin la toma de tiempos ya aplicada, y del lado derecho los pasos que se realizan ya con el estudio, se puede apreciar la manera en que se juntaron los tiempos para ahorrar tiempos y movimientos dentro del proceso cantera.

6) **Detección de oportunidades de mejora.** Con el comparativo realizado de los tiempos reales los cuales cumplen los empleados, y lo del manual de camión y cargador se pudo observar que no es mucho el tiempo que toman de más al realizar el proceso, puesto que son solo 30 segundos los cuales se omitieron en una nueva tabla en la etapa siguiente, se está realizando de manera comparativa puesto que no hay bases de donde seguir el consecutivo de resultados de un estudio anterior, ya que nadie lo tomaba seriedad al pequeño problema que existía en los camiones y cargadores.

7) **Implementación de la propuesta de tiempos y movimientos de maquinaria pesada para el proceso de cantera.** La propuesta fue dar a conocer a los operarios la capacitación adecuada de la metodología que se necesita para poder manejar un camión con menos movimientos obteniendo el mismo resultado, por ende se realizó un nuevo formato de tiempos más cortos los cuales cumplieron al pie de la letra y estos fueron los resultados.

Tiempos nuevos para la ejecución del proceso cantera.

Pasos a realizar	Tiempo que se debe hacer
▪ Tiempo de carga con maniobra	▪ 0.33 segundos
▪ Tiempo de viaje cargado	▪ 0.45 segundos
▪ Tiempo de descarga con maniobra	▪ 1 minuto
▪ Tiempo de viaje vacío	▪ 0.40 segundos

Tabla 9. Tiempos para la ejecución de las actividades

Fuente: Elaboración propia

Al ya contar con estos tiempos específicos se pretendió reducir esos 30 segundos para que el ciclo completo se haga en 2.5 minutos, tiempo que va a beneficiar a la productividad de la empresa.

ETAPA 8. Observación continúa del trabajo implementando por los operarios:

Tener en continua observación la implementación de lo que fue la solución del problema, teniendo como prioridad a los operarios que lo estén ejerciendo, para así constatar que fue una alternativa positiva para la empresa, ya que se tendrán que exponer los nuevos pasos a realizar de la maquinaria pesada para el proceso de acarreo de material, puesto que algunos pasos se tendrán que omitir haciendo dos o tres al mismo tiempo, con eso se estará generando menos tiempo con la misma producción como puede ser:

- El girar el cucharón cuando ya está cargado al momento de vaciar
- Ir saliendo de donde lo están cargando al mismo tiempo que va de reversa
- Inclinar el cucharón e ir vaciándolo

Realizando estos pasos juntos se estará ahorrando más de 30 segundos, tiempo que será utilizado al momento que tenga que bajar el cargador a vaciar a las tolvas para así poder reducir todo el proceso desde carga hasta descarga en el proceso de cantera.

Al ya tener la nueva tabla de tiempos lo que posteriormente se tuvo que llevar a cabo y constantemente es la observación de las actividades, ya que se tiene que observar a los empleados para constatar que se está haciendo correctamente lo propuesto, esto debido a que se minimizaron varios pasos que se consideraban innecesarios para el proceso.

Ejemplo de Checklist utilizado para los operarios:

Actividades a realizar para el proceso terminado de acarreo ala quebradora cantera.

- Llegar a la voladura
- Meter el cucharon
- Meter el cucharon y cargarlo al mismo tiempo **1**
- Sacar cucharon salir de reversa con el cargador
- Girar a la posición correcta el cucharon
- Posicionar en dirección a la caja del camión
- Vaciar material
- Ir sacándolo y subiéndolo poco a poco **2**
- Salir de reversa con el cargador **5**
- Acomodarse de reversa
- Vaciar en tolva **7**
- Salir de reversa e ir girando a dirección donde está el camión a donde será vaciado **3**
- vaciar material al camión **4**
- Regresar hacer el mismo procedimiento **8**
- Llegar con el cargador y acomodarse en la tolva **6**

Tabla 10. Hoja de Chequeo

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la tabla anterior los pasos desordenadamente, estos los tienen que ordenar de acuerdo al proceso de acarreo de material al quebrador cantera, este es aplicado a los trabajadores los cuales ya con el estudio realizado saben que tienen que omitir pasos para realizarlo más rápido y eficiente.

RESULTADOS

Los resultados que a continuación se presentan son el entregable de las actividades propuestas en la sección anterior tomando como base el estudio de tiempos y movimientos y la detección de oportunidades de mejora.

Formato de resultados del estudio de 2013

CARGADOR CATERPILLAR 980G		CAMIÓN CATERPILLAR 771D	
Horas operativas	10 hrs	Horas Operativas	10 hrs
Horas efectivas	8.23hrs	Horas efectivas	9.12hrs
Horas en Demoras	1.77hrs	Horas en Demoras	0.88hrs
Eficiencias	82.3%	Eficiencias	91.2 %

Tabla.11 Representación de resultados de estudio 2013

Fuente: Elaboración propia

Al ver los resultados del estudio realizado del 2013 se puede apreciar que fue mucha la evolución que se obtuvo de la maquinaria dentro del proceso en cuanto a los cargadores fue un 14.5% de mayor eficiencia y en los camiones un 19.10%, con estos resultados se puede decir que el cambio aplicado en el proceso fue de calidad y utilidad para la empresa.

Para efectos corporativos, se han preparado los siguientes gráficos con la visualización del impacto en el porcentaje de eficiencia derivado de las acciones implementadas, destacando que el resultado final estuvo por encima del objetivo planteado.

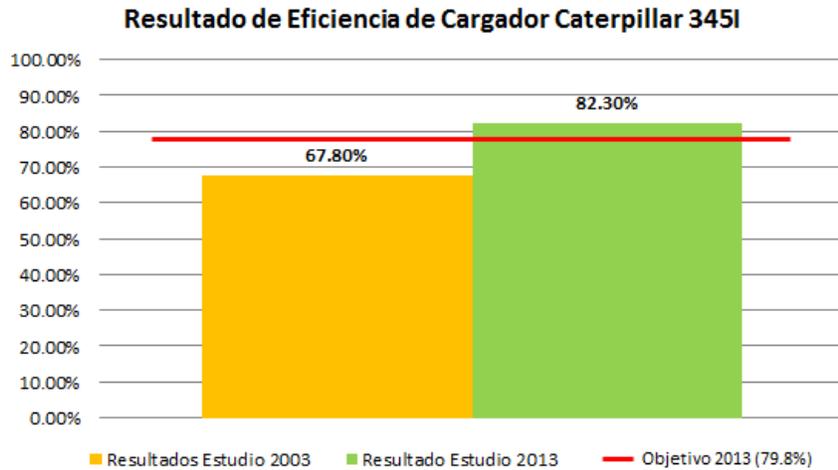


Figura 8. Gráfico de resultados de eficiencia 2003 vs 2013 en Cargador

Fuente: Elaboración propia

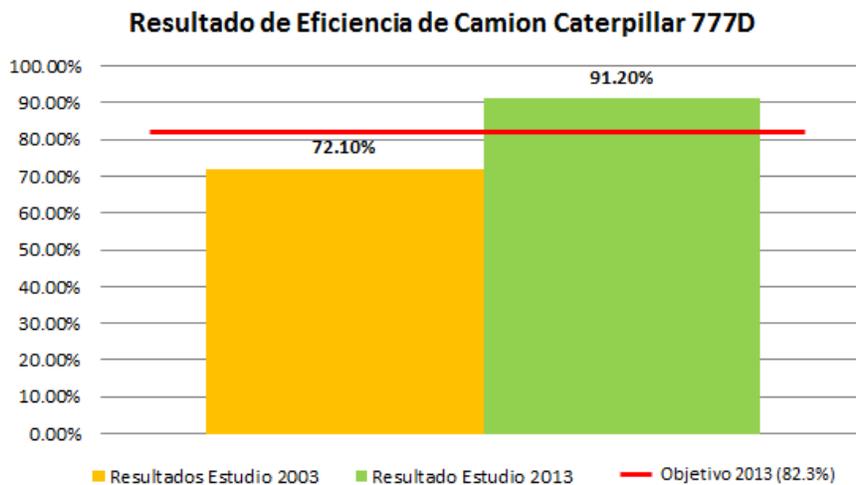


Figura 9. Gráfico de resultados de eficiencia 2003 vs 2013 en Camión

Fuente: Elaboración propia

Los resultados son visiblemente buenos y se han complementado con indicadores operativos que se han visto beneficiados. Los datos son comprobables a través de la observación continua de la etapa 8. La empresa deberá mantener sus condiciones de eficiencia a través de la medición continua y el entrenamiento de su personal.

CONCLUSIONES

Partiendo del análisis de los resultados obtenidos en la investigación realizada se derivan las siguientes conclusiones:

Por medio del estudio de tiempos y movimientos para el proceso de cantera, se pudo tener información necesaria para realizar los ajustes necesarios dentro del mismo que trajo como consecuencia el beneficio de tener un control del proceso para la realización de las tareas determinadas para cada uno de los operarios.

El tiempo generado que trae cada camión y cada cargador es de 30 segundos, por lo que la aplicación de las nuevas actividades determino una disminución de los tiempos incrementando con esto la eficiencia al lograr reducir 30 segundos en cada uno de los procesos.

El estudio realizado de Tiempos y movimientos en la empresa Transportes Hidro Hidalguenses le trajo como beneficios optimizar los procesos y mejorar las condiciones de trabajo de los empleados para con ello evitar retrasos o demoras en la producción y actividades de alto riesgo(accidentes). Por consecuencia de lo anterior se obtendrá de la misma manera un mayor porcentaje de productividad puesto que ya se cuenta con todo el personal de cantera capacitado para realizar dicho proceso con calidad y eficiencia.

RECOMENDACIONES

La organización debe centrar su objetivo en incrementar a productividad, sin dejar a un lado la calidad del producto o servicio, tomando en cuenta la concientización, disponibilidad y cooperación de los empleados para que este objetivo se cumpla, así como la manera de ejecutar sus actividades.

El empeño que ponen en cumplir sus determinadas labores con calidad, no se debe dejar a un lado la alternativa de continuar realizando estudios de este tipo dentro de los diferentes departamentos de la empresa para llevar un control continuo de los procesos en miras de que estos aporten valor, especialmente en el desempeño y eficiencia de la organización, así como en su eficacia.

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Con la realización de este proyecto surgieron muchas competencias que fueron desarrolladas dentro de él mismo y que me servirán posteriormente para un mejor conocimiento y experiencia laboral.

- **Capacidad de aprendizaje.** Contar con la voluntad, agilidad y capacidad de una persona para aprender de las experiencias y posteriormente aplicar estas lecciones y conocimientos para tener éxito en las nuevas situaciones.
- **Solucionar Problemas.** Esto fue fundamental para la elaboración del proyecto, ya que implica una serie de capacidades y habilidades del pensamiento para tomar con ello la mejor solución de los problemas presentados día a día.
- **Trabajo en equipo.** Es de suma importancia en cualquier empresa contar con la unión de dos o más personas para la organización de forma determinada, las cuales cooperan para lograr un fin común que es la ejecución de un proyecto, considerando que cada una ellas tienen conocimientos diferentes y es más factible crear un lazo ligado para beneficio de la compañía.
- **Responsabilidad laboral.** Se debe tener un nivel de responsabilidad con las tareas y actividades que se nos asignan para que estas se cumplan con calidad y profesionalismo.

REFERENCIAS

- E, M. F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos*. Mexico: Pearson Educacion.
- Frederick. (1760). *Tiempos y Movimientos*. Mexico.
- Jhon, S. (1951). *Principios de conomia politica*. Mexico: Fondo de cultura economica.
- Marvin, E. M. (1984). *Estudio de tiempos y movimientos*. Mexico: Continental.
- Richard, V. B. (1988). *Introduccion a la Ingenieria Industrial*. Barcelona: Reverté.
- Manuel, F. R. (1995). *Analisis y descripcion de puestos de trabajo* . Mexico: Diaz de Santos Gandhi.
- Jose, R. I. (1996). *El estudio de los puestos de trabajo*. Mexico: Diaz de Santos.
- Ralph, B. (1979). *Estudio de tiempos y movimientos*. Mexico: Diaz de Santos.