

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA
RETROALIMENTACIÓN DE RENDIMIENTOS EN OBRAS DE
MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA EMPRESA
CONSTRUCTORA PERUANA”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

**ELABORADO POR
RONALD ANIBAL QUISPE BEJAR**

ASESOR

Ing. LUIS ALFREDO COLONIO GARCIA

LIMA- PERU

2021

Dedicatoria

A mi esposa y mi pequeño hijo
por ser el motor de mi vida.

A mis padres y hermanos
por su apoyo incondicional en todas las
etapas de mi formación personal y profesional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
PRÓLOGO	7
LISTA DE CUADROS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE SÍMBOLO Y SIGLAS	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	18
1.1. GENERALIDADES	18
1.2. PROBLEMÁTICA	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4. HIPÓTESIS	20
1.4.1. Hipótesis general.....	20
1.4.2. Hipótesis específica.....	20
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	22
2.1. ANTECEDENTES REFERENCIALES	22
2.1.1. Gestión del conocimiento en empresas de construcción del Perú. 22	
2.1.2. Productividades de procesos de movimiento de tierras.	23
2.2. LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	25
2.2.1. Capital intelectual	25
2.2.2. El conocimiento	26
2.2.3. La gestión del conocimiento	30
2.3. PROCESOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA.....	33
2.3.1. Excavación en roca fija.....	33
2.3.2. Excavación en roca fracturada (suelta).....	34

2.3.3.	Excavación en material suelto	34
2.3.4.	Transporte de material.....	34
2.4.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	35
2.5.	RATIOS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	35
CAPÍTULO III: RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE OPERACIONES Y EL ÁREA DE PRESUPUESTOS.		37
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS A ESTUDIAR	38
3.1.1.	Proyecto N°01, carretera en la costa (altura de 0-150 msnm)	39
3.1.2.	Proyecto N°02, carretera en la sierra (altura de 3800-4200 msnm) 39	
3.1.3.	Proyecto N°03, Pad de Lixiviación, sierra (altura de 3800-4200 msnm) 40	
3.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CADA PROYECTO	40
3.3.	FASES DE CONTROL E INDICADORES DE RETROALIMENTACIÓN 41	
3.3.1.	Metrados de las fases de control	43
3.3.2.	Indicadores y ratios de la pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta.....	44
3.3.3.	Indicadores y ratios de la pc02 empuje y carguío en roca fija	45
3.3.4.	Indicadores y ratios de la pc03 transporte de material granular y pc04 transporte de material excedente	47
3.4.	RELACIÓN ENTRE EL CONOCIMIENTO EXISTENTE Y EL ÁREA DE PRESUPUESTOS.....	48
3.4.1.	Proyecto 01	48
3.4.2.	Proyecto 02	55
3.4.3.	Proyecto 03	62
3.5.	CÁLCULO DE PRODUCTIVAD DIARIA TEÓRICA	71
3.5.1.	Proyecto 01	71
3.5.2.	Proyecto 02	78

3.5.3.	Proyecto 03	81
3.6.	RESUMEN DE INDICADORES ESTIMADOS	84
3.6.1.	Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta	85
3.6.2.	Pc02 empuje y carguío en roca fija.....	86
3.6.3.	Pc03 transporte de material granular.....	87
3.6.4.	Pc04 transporte de material excedente	88
CAPÍTULO IV: GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA RETROALIMENTACION DE PRODUCTIVIDADES.....		89
4.1.	RELACIÓN DEL NUEVO CONOCIMIENTO Y EL AREA DE OPERACIONES.....	89
4.1.1.	Datos obtenidos de obra.....	89
4.1.2.	Proyecto 01	90
4.1.3.	Proyecto 02	98
4.1.4.	Proyecto 03	98
4.2.	RESUMEN DE INDICADORES ESTIMADOS Y EJECUTADOS	99
4.2.1.	Metrados de fases de control.....	99
4.2.2.	Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta	100
4.2.3.	Pc02 empuje y carguío en roca fija.....	103
4.2.4.	Pc03 transporte de material granular.....	106
4.2.5.	Pc04 transporte de material excedente	109
4.3.	APLICACIÓN DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD	111
4.3.1.	Productividad de partidas ejecutadas vs productividad del libro “Costos y Tiempos en Carretera”	111
4.3.2.	Productividad ejecutada de tractores vs productividad de la revista CAPECO.	112
4.3.3.	Productividad ejecutada de tractores vs productividad de tesis anteriores	113
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
4.4.1.	Gestión del conocimiento del área de operaciones.....	114

4.4.2. Gestión del conocimiento del área de presupuestos.....	116
4.4.3. Gestión del conocimiento entre el área de presupuestos y operaciones.....	117
4.4.4. Gestión del conocimiento en la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras.	124
CONCLUSIONES.....	127
RECOMENDACIONES.....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
ANEXOS	133

RESUMEN

La gestión del conocimiento en la retroalimentación de productividades permite almacenar, clasificar y difundir el conocimiento generado en los proyectos ejecutados de movimiento de tierras de manera particular, y de diversos proyectos de construcción de modo general. Esta retroalimentación es fundamental para el estudio y/o ejecución de nuevos proyectos, pues forma parte de la experiencia documentada de una empresa constructora.

El presente estudio se hizo en una empresa constructora peruana, que gestiona el conocimiento en todas las áreas que componen su organización. En específico se trabajó con el conocimiento generado, almacenado y difundido en el área de presupuestos y en el área de operaciones.

Se tomó la información de tres proyectos estudiados en el área de presupuestos, y la información de los mismos que fueron generadas por el área de operaciones durante su ejecución. De esta información se analizaron cuatro principales procesos de movimiento de tierras, el corte y carguío de material suelto y roca suelta, el empuje y carguío de roca fija, el transporte de material granular y excedente.

La forma como se encuentra almacenada la información de los procesos mencionados en el área de presupuestos y el área de operaciones no son similares debido a que tienen estructuras diferentes. El primero tiene almacenada la información a nivel de productividad en las partidas y subpartidas y el segundo almacena la información a nivel de partidas de control que prioriza el control del costo sobre la información de la productividad.

La presente investigación reagrupa de una manera lógica los datos de ambas fuentes de información, de manera que puedan ser comparables para permitir una retroalimentación. Este ordenamiento nos permite identificar la variación de la productividad entre el conocimiento existente y el nuevo, y esta información se convierte en datos que permiten la retroalimentación de productividades en los procesos estudiados.

Al concluir la presente investigación se verifica que la gestión del conocimiento en las áreas de presupuestos y de operaciones, permite la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras de una empresa constructora peruana.

ABSTRACT

The management of knowledge in the feedback of productivities allows store, classify and disseminate the knowledge generated in the executed projects of earth movement in a particular way and of various construction projects in a general way. This feedback is essential for the study and / or execution of new projects, as it is part of the documented experience of a construction company.

This study was carried out in a Peruvian construction company, which manages knowledge in all the areas that make up its organization. Specifically, it worked with the knowledge generated, stored and disseminated in the budgeting area and in the operation area.

The information of three projects studied in the budgeting area and the information of the same that were generated by the operation area during their execution were taken. From this information, four main processes of earth movement, the cutting and loading of loose material and loose rock, the pushing and loading of fixed rock, and the transport of granular and surplus material were analyzed.

The way the information on the aforementioned processes is stored in the budget area and the operations area are not similar, because they have different structures. The first has stored the information at the productivity level in the items and sub-items and the second one stores the information at the level of control items that prioritizes cost control over the productivity information.

The present investigation regroups in a logical way the data from both sources of information, so that they can be comparable to allow feedback. This ordering allows us to identify the variation in productivity between existing and new knowledge, and this information is converted into data that allow the feedback of productivities in the studied processes.

At the conclusion of this research, it is verified that knowledge management in the areas of budgets and operations, allows the feedback of productivity in earthmoving works of a Peruvian construction company.

PRÓLOGO

La realidad actual nos presenta a un mundo globalizado, dinámico y competitivo, que genera situaciones dinámicas en las cuales las constructoras aseguran su permanencia en el mercado en la medida de su capacidad para licitar y adjudicarse nuevos proyectos.

Es aquí donde el valor agregado de una empresa se traduce en su capacidad de generar la mejora continua en todos los procesos de su organización, que permite desarrollar y aplicar múltiples maneras de retroalimentar el conocimiento adquirido. Esta retroalimentación se hace posible gracias a la gestión del conocimiento en su organización, y esto a su vez permite determinar las principales ratios de retroalimentación de costo, por ejemplo, el costo en soles por metro cuadrado de construcción en edificaciones, por kilómetro en carreteras, por metro cúbico de movimiento de tierras en obras de infraestructura minera.

Si bien es cierto la principal ratio de retroalimentación es el costo, surge ahora la necesidad de hablar de la productividad, de sus principales procesos de construcción, como fuente para optimizar los costos. El nivel en que esta productividad haya sido retroalimentada e interpretada para el estudio de nuevos proyectos, hace que la optimización de costos sea mayor, y al mismo tiempo los costos asociados a los riesgos sean menores, y por ende pone en una posición ventajosa frente a sus competidores.

El presente estudio evalúa, analiza y obtiene productividades, en base a la información que una empresa constructora peruana generó con el uso de la gestión del conocimiento en sus áreas de presupuestos y operaciones.

Este estudio evidencia la importancia de analizar e interpretar la información generada en las áreas que participan en el estudio y ejecución de sus proyectos, para mejorar la confiabilidad de los costos de nuevos proyectos.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N°1: Incidencia del costo de partidas de movimiento de tierras en los proyectos materia de estudio (Fuente: Elaboración propia)	39
Cuadro N°2: Variables Generales de los proyectos estudiados. (Fuente: Elaboración propia).....	41
Cuadro N°3: Fases de control y partidas contractuales de los proyectos 1, 2 y 3, (Fuente: Cosapi)	42
Cuadro N°4: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en material común" y "Excavación en roca suelta" del Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)	49
Cuadro N°5: Clase de metrados de la "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)	49
Cuadro N°6: Análisis de costo unitario "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)	50
Cuadro N°7: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en roca fija" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi).....	51
Cuadro N°8: Clase de metrados de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)	51
Cuadro N°9: Análisis de costo unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)	52
Cuadro N°10: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material granular hasta 1 km" y "Transporte de material granular después 1 km" del Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)	52
Cuadro N°11: Clase de metrados de la "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)	53
Cuadro N°12: Análisis de costo unitario "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)	53
Cuadro N°13: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material a eliminar hasta 1 km" y "Transporte de material a eliminar después 1 km" del Proyecto 01, (Fuente: Cosapi).....	54
Cuadro N°14: Clase de metrados de la "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)	54
Cuadro N°15: Análisis de costo unitario "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)	55

Cuadro N°16: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en material común" y "Excavación de explanaciones en roca fracturada" del Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)	56
Cuadro N°17: Clase de metrados de la "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 02, (Fuente: Cosapi).....	56
Cuadro N°18: Análisis de costo unitario "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)	57
Cuadro N°19: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en roca fija" Proyecto 02, (Fuente: Cosapi).....	58
Cuadro N°20: Clase de metrados de la " PC02 Empuje y carguío en roca fija " Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)	58
Cuadro N°21: Análisis de costo unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija" Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia).....	59
Cuadro N°22: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material granular hasta 1 km" y "Transporte de material granular después 1 km" del Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)	59
Cuadro N°23: Clase de metrados de la "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)	60
Cuadro N°24: Análisis de costo unitario "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia).....	60
Cuadro N°25: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material a eliminar hasta 1 km" y "Transporte de material a eliminar después 1 km" del Proyecto 02, (Fuente: Cosapi).....	61
Cuadro N°26: Clase de metrados de la "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)	61
Cuadro N°27: Análisis de costo unitario " PC04 Transporte de material excedente " Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)	62
Cuadro N°28: Composición del análisis de costo unitario de las partidas "Limpieza y desbroce de material orgánico" y "Limpieza y desbroce de bofedal" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)	63
Cuadro N°29: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación Material común e inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton" y partida "Excavación roca ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi).....	64

Cuadro N°30: Clase de metrados de la "PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable " Proyecto 03, (Fuente: Cosapi).....	64
Cuadro N°31: Análisis de costo unitario "PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable" Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)	65
Cuadro N°32: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en roca fija" Proyecto 03, (Fuente: Cosapi).....	66
Cuadro N°33: Clase de metrados de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)" Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)	66
Cuadro N°34: Análisis de costo unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)" Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia).....	67
Cuadro N°35: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material granular hasta 1 km" y "Transporte de material granular después 1 km" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)	67
Cuadro N°36: Clase de metrados de la "PC03 Transporte de material granular " Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)	68
Cuadro N°37: Análisis de costo unitario "PC03 Transporte de material granular " Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia).....	68
Cuadro N°38: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material top soil c/Volquete D<=1 KM", "Transporte de material inadecuado c/Volquete D>1 KM", "Transporte de material top soil c/Volquete D>1 KM" y "Transporte de material de excedentes (común, ripeable y roca) c/Volquete D<=1 KM" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)	69
Cuadro N°39: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material inadecuado c/Volquete D<=1 KM" y "Transporte de material de excedentes (común, ripeable y roca) c/Volquete D>1 KM" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi).....	70
Cuadro N°40: Clase de metrados de la "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)	70
Cuadro N°41: Análisis de costo unitario "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia).....	71
Cuadro N°42: Cálculo de la productividad diaria teórica de excavadoras para el proyecto 01 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))	72

Cuadro N°43: Cálculo de la productividad diaria teórica de tractores para el proyecto 01 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))	73
Cuadro N°44: Cálculo de la productividad diaria teórica de cargadores para el proyecto 01 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))	74
Cuadro N°45: Cálculo de la productividad diaria teórica de transporte para el proyecto 01 (Fuente: (Ibañez, 2010)).....	75
Cuadro N°46: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación en material común" PC01 del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)	76
Cuadro N°47: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación en roca suelta" PC01 del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)	76
Cuadro N°48: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia).....	76
Cuadro N°49: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación en roca fija" PC02 del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)	77
Cuadro N°50: Cálculo del factor de productividad estimado "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)	77
Cuadro N°51: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)	78
Cuadro N°52: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia).....	78
Cuadro N°53: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado " PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia).....	80
Cuadro N°54: Cálculo del factor de productividad estimado "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)	80
Cuadro N°55: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)	81
Cuadro N°56: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia).....	81

Cuadro N°57: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia) 83

Cuadro N°58: Cálculo del factor de productividad estimado "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia) 83

Cuadro N°59: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia) 84

Cuadro N°60: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia) 84

Cuadro N°61: Resumen de Indicadores de control de la "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" (Fuente: Elaboración propia) 85

Cuadro N°62: Resumen de Indicadores de control de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" (Fuente: Elaboración propia) 86

Cuadro N°63: Resumen de Indicadores de control de la "PC03 Transporte de material granular" (Fuente: Elaboración propia)..... 87

Cuadro N°64: Resumen de Indicadores de control de la "PC04 Transporte de material excedente" (Fuente: Elaboración propia) 88

Cuadro N°65: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia) 91

Cuadro N°66: Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia) 92

Cuadro N°67: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia).... 93

Cuadro N°68: Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia) 94

Cuadro N°69: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia) 96

Cuadro N°70: Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)..... 96

Cuadro N°71: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control “PC04 Transporte de material excedente” del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)	97
Cuadro N°72: Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC04 Transporte de material excedente” del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia).....	97
Cuadro N°73: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" (Fuente: Elaboración propia)	100
Cuadro N°74: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" (Fuente: Elaboración propia).....	103
Cuadro N°75: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC03 Transporte de material granular" (Fuente: Elaboración propia).....	106
Cuadro N°76: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC04 Transporte de material excedente" (Fuente: Elaboración propia).....	109
Cuadro N°77: Proyecto 01 Costa, productividad diaria de partidas de corte vs productividad diaria del libro “Costos y Tiempos en Carreteras” (Fuente: Elaboración propia).....	111
Cuadro N°78: Proyecto 02 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de partidas de corte vs productividad diaria del libro “Costos y Tiempos en Carreteras” (Fuente: Elaboración propia)	112
Cuadro N°79: Proyecto 03 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de partidas de corte vs productividad diaria del libro “Costos y Tiempos en Carreteras” (Fuente: Elaboración propia)	112
Cuadro N°80: Proyecto 03 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de partidas de transporte de material granular vs productividad diaria del libro “Costos y Tiempos en Carreteras” (Fuente: Elaboración propia).....	112
Cuadro N°81: Proyecto 01 Costa, productividad diaria de Tractor Cat D6T vs productividad diaria indicada en CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)	112
Cuadro N°82: Proyecto 01 Costa, productividad diaria de Tractor Cat D7R2 vs productividad diaria indicada CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)...	113
Cuadro N°83: Proyecto 02 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de Tractor Cat D8R vs productividad diaria indicada CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia).....	113

Cuadro N°84: Proyecto 03 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de Tractor Cat D8R vs productividad diaria indicada CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)..... 113

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Pirámide organizacional (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)	26
Figura N°2: Del dato a la información (Fuente: Pavez Salazar 2000:14).....	27
Figura N°3: De la información al conocimiento informativo (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)	27
Figura N°4: Del conocimiento informativo al conocimiento productivo. (Fuente: Pavez Salazar 2000:14).....	27
Figura N°5: Del conocimiento productivo a la acción. (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)	27
Figura N°6: Los cuatro modos de conversión del conocimiento (Fuente: (Ikujiro & Hirotaka, 1995) (p. 71-72).....	29
Figura N°7: Proceso de gestión del conocimiento (Fuente: (Pavez Salazar, 2000) (p.22).....	31
Figura N°8: Composición de equipos de corte y carguío, excavadoras y cargadores, utilizados en obra en la fase de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)	92
Figura N°9: Composición de equipos de corte tipo tractores, utilizados en obra en la fase de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)	93
Figura N°10: Composición de equipos de corte y carguío, excavadoras y cargadores, utilizados en obra en la fase de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia).....	95
Figura N°11: Composición de equipos de corte tipo tractores, utilizados en obra en la fase de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia).....	95
Figura N°12: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia).....	101
Figura N°13: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia).....	101
Figura N°14: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)	102

Figura N°15: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)..... 104

Figura N°16: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia) 104

Figura N°17: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia) 105

Figura N°18: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC03 Transporte de material granular" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)..... 107

Figura N°19: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC03 Transporte de material granular" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia) 107

Figura N°20: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC03 Transporte de material granular" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)..... 108

Figura N°21: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC04 Transporte de material excedente" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)..... 110

Figura N°22: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC04 Transporte de material excedente" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia) 110

Figura N°23: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC04 Transporte de material excedente" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)..... 111

LISTA DE SÍMBOLO Y SIGLAS

SIGLAS

BM's	:	Benchmarks
BP	:	Buenas prácticas
CPI	:	Cost Performance Index (Índice de Desempeño del Costo)
EDP	:	Equipo de dirección de proyecto
EM	:	Empresa constructora peruana.
EP	:	Equipos de producción
HH	:	Horas hombre
ISP	:	Informe semanal de producción
SPI	:	Schedule Performance Index (Indicador del desempeño del cronograma)
WBS	:	Work Breakdown Structure (Estructura de descomposición del trabajo)
M3	:	Metros cúbico
H-M	:	Hora máquina
H-H	:	Hora hombre

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

A lo largo del tiempo las empresas constructoras han revisado y mejorado sus procesos a fin de minimizar costos y aumentar sus capacidades y elementos diferenciadores, frente a empresas que tiene sus mismas o similares capacidades.

Poniendo el contexto directamente en el mercado peruano, se puede apreciar que varias empresas constructoras nacionales como GyM Ingeniería y Construcción, COSAPI, San Martín Contratistas Generales, STRACON, y empresas constructoras internacionales con sucursal en Perú como Mota-Engil Perú, OHL, Sacyr.

Esta diversidad de empresas nacionales e internacionales hacen que la competencia para la adjudicación de proyectos de construcción en el Perú sea alta, y motive a las empresas a revisar y optimizar sus costos con el objetivo de tener ofertas competitivas y conseguir mayores oportunidades de adjudicarse proyectos.

La revisión de costos guarda relación directa con la pericia de dichas empresas en la construcción de proyecto similares, así se vuelve prioritario contar con resultados de obras ejecutadas a nivel de productividad para optimizar sus costos.

1.2. PROBLEMÁTICA

Actualmente una de las principales empresas constructoras del Perú ha desarrollado e implementado la gestión del conocimiento para la ejecución de proyectos de construcción. Lo cual permite gestionar el conocimiento en todas las áreas funcionales de la empresa, así permite la interacción entre el área de presupuestos y el área de operaciones. El primero maneja el conocimiento existente y el segundo genera conocimiento. Estas dos áreas tienen un proceso de retroalimentación constante, sin embargo, de las dificultades y/o problemas de este proceso, el presente estudio analiza los siguientes problemas:

- ✓ ¿De qué manera la gestión del conocimiento permite la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras de una empresa constructora peruana?

- ✓ ¿De qué manera la gestión del conocimiento en el área de presupuestos permite la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras, para el estudio de nuevos proyectos, en una empresa constructora peruana?
- ✓ ¿De qué manera la gestión del conocimiento en el área de operaciones permite la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora peruana?
- ✓ ¿De qué manera la gestión del conocimiento entre el área de presupuestos y operaciones permite la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora peruana?
- ✓ ¿De qué manera la gestión del conocimiento permite caracterizar diferentes proyectos para comparar los datos que se retroalimentan de estas?

Para el estudio técnico económico de obras de movimientos de tierras, la experiencia e información documentada de la ejecución de este tipo de obras es uno de sus principales activos, lo que nos permite realizar la siguiente pregunta: ¿En qué medida aporta tener información cruzada y compatibilizada entre las áreas de operaciones y presupuestos?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- El objetivo principal de la presente tesis es determinar la relación de la gestión del conocimiento con la retroalimentación de productividad en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora peruana.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la relación del área de presupuestos con la retroalimentación de productividad en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora peruana

- Determinar la relación del área de operaciones con la retroalimentación de productividad en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora peruana
- Determinar la relación de la gestión del conocimiento en la interacción del área de presupuestos y operaciones para la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora
- Determinar la relación de la gestión del conocimiento en la identificación de las principales características de los proyectos para la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras en una empresa constructora

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

- La gestión del conocimiento permite acceder a la data de proyectos de movimiento de tierras adjudicados y ejecutados, que al ser organizados y homologados generan valores que permite la retroalimentación de productividades.

1.4.2. Hipótesis específica

- El área de presupuestos cuenta con las partidas y análisis de costos unitarios de los proyectos de movimiento de tierras adjudicados, al clasificar y reagrupar estas según como fue controlado en la ejecución del proyecto, se puede generar indicadores comparables.
- Los ratios de costos que se retroalimentan de los proyectos ejecutados no permiten la retroalimentación de productividades, sin embargo su base de datos permite la obtención de productividades a nivel de fases de control, que se pueden comparar con las productividades de análisis de costos unitarios.
- La gestión del conocimiento en el área de presupuestos genera información diferente al de operaciones, que no permite la retroalimentación directa de productividades, sin embargo, esta misma gestión del conocimiento permite obtener información de la áreas

indicadas, que al clasificarlas y agruparlas se obtienen indicadores que generan, directa o indirectamente, la retroalimentación de productividades.

- Las características generales de los proyectos son la base para el cálculo de las productividades teóricas en el área de presupuestos, al contar con la retroalimentación de las productividades ejecutadas, del área de operaciones, se genera una retroalimentación con nuevos factores para el cálculo de productividades teóricas.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES REFERENCIALES

2.1.1. Gestión del conocimiento en empresas de construcción del Perú.

Pedraglio O'Hara & Soto (2013), realizaron un estudio para determinar la aplicación de la gestión del conocimiento en 4 empresas del rubro de la ingeniería y construcción del Perú.

Dichas empresas fueron:

- Graña y Montero
- Cosapi
- Edifica
- Cesel

Del estudio indicado se pudo concluir que las cuatro empresas aplican la gestión del conocimiento, y que cada una de ellas generan, almacenan y distribuyen el conocimiento.

- Generar conocimiento: Se evidencia la capacidad, de las empresas descritas en el estudio, generan el conocimiento a través de “lecciones aprendidas, foros, procedimientos y documentación de proyectos”, al mismo tiempo se evidencia la capacidad de adaptar la documentación almacenada mediando propuestas de valor de su capital humano, lo que evidencia la mejora continua dentro de las empresas. (Pedraglio O'Hara & Soto 2013:108)
- Almacena conocimiento: Las cuatro empresas cuentan con herramientas y métodos para el almacenamiento del conocimiento. “Las herramientas utilizadas van desde simples carpetas comparativas en un servidor central hasta el uso de intranets propias y accesibles a través de un navegador” (Pedraglio O'Hara & Soto 2013:108)
- Distribuir conocimiento: De las 4 empresas estudiadas, 3 de ellas distribuyen el conocimiento y miden los efectos de dichas distribuciones de manera indirecta. Dos de las empresas si evidencian el uso de indicadores en sus diferentes portales de distribución de información para medir el uso del conocimiento distribuido a nivel de lecturas, visitas y/o descargas, pero

no evidencia una visión completa del uso de este conocimiento. (Pedraglio O'Hara & Soto 2013:108)

2.1.2.Productividades de procesos de movimiento de tierras.

Del libro “Costos y Tiempos en Carreteras” del Ing. Walter Ibañez (2010:96-120) se tiene la siguiente productividad diaria de equipos:

- Corte en material suelto:
 - Costa: 810 m³/día
 - Sierra a más de 3800 msnm: 460 m³/día
- Corte en roca suelta:
 - Costa: 530 m³/día
 - Sierra a más de 3800 msnm: 370 m³/día
- Corte en roca fija
 - Costa: 450 m³/día
 - Sierra a más de 3800 msnm: 300 m³/día
- Transporte menor a 1km
 - Costa y sierra a más de 3800 msnm: 409 m³/día

De la revista “Análisis de precios unitarios en edificaciones” de la Cámara Peruana de la Construcción (2014:395-398) se tiene la productividad diaria de los siguientes tractores:

- Tractor Cat D6D
 - Costa
 - Material suelto: 470 m³/día
- Tractor Cat D7G
 - Costa
 - Roca suelta: 550 m³/día
 - Roca fija: 450 m³/día
- Tractor Cat D8K
 - Sierra a más de 3800 msnm
 - Material suelto: 670 m³/día
 - Roca suelta: 540 m³/día
 - Roca fija: 430 m³/día

De la tesis “Productividad de la maquinaria en las actividades de movimiento de tierras del depósito de arenas de molienda – La Quina – Fase IV Cajamarca – 2014”, (Vargas Campos, 2015, pág. 96), ubicado en la sierra del Perú a 4,200 msnm, se tiene que la productividad real es el 80.7% respecto a la productividad promedio de expediente técnico.

De la tesis “Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución de cierres de mina - Caso Maqui Maqui Norte – Cajamarca” (Huingo Calua, 2013, pág. 68), ubicado en la sierra del Perú a 4,200 msnm, se obtiene para Tractores tipo D8R y D65EX la productividad real ejecutada en menor en un 12% a 26% con respecto a la productividad teórica.

De la tesis “Rendimiento de la maquinaria pesada en el proyecto cierre de mina Pachacutec, La Quina – Yanacocha - Cajamarca” (Huatay Aliaga, 2014, pág. 58), ubicado en la sierra del Perú a 4,100 msnm, se obtiene para Tractores tipo D8R y D6T la productividad real ejecutada en menor en un 10% a 27% con respecto a la productividad teórica.

2.2. LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento es la capacidad de adquirir, analizar y clasificar la información de manera organizada, el manejo de esta información es base de la experiencia. Esta experiencia es el factor diferenciador entre personas u organizaciones referentes a un mismo tema. En palabras de (Pedraglio O'Hara & Soto Vergara, 2013) <<No existe una sola definición del conocimiento, muchos autores describen que el conocimiento es muy importante dentro de las organizaciones y que puede gestionarse con un activo intangible ya que aporta el verdadero valor>> (p. 15)

También podemos indicar que la gestión del conocimiento fortalece el capital intelectual dentro de una empresa, que en palabras de (Pavez Salazar, 2000)

Gestión del conocimiento: Es el proceso sistemático de detectar, seleccionar, organizar, filtrar, presentar y usar la información por parte de los participantes de la organización, con el objeto de explotar cooperativamente los recursos de conocimiento basados en el capital intelectual propio de las organizaciones, orientados a potenciar las competencias organizacionales y la generación de valor. (p. 21)

2.2.1. Capital intelectual

Una parte importante de una empresa u organización es su recurso humano y el capital de conocimiento que este posee con relación al tipo de negocio de la empresa. Tanto el recurso humano como el conocimiento son los principales componentes del capital intelectual dentro de una empresa. (Pavez Salazar 2000:9)

Desde otro punto de vista, se puede indicar que el recurso humano y el capital del conocimiento son recursos no financieros, y con la finalidad de poder desarrollar su relación con la gestión del conocimiento es necesario revisar las tres categorías del capital intelectual.

2.2.1.1. *Capital humano*

Son las personas que trabajan en la empresa, que tienen capacidades individuales y definidas en cada área de trabajo donde se desempeñan. Las

capacidades individuales están ligadas a las áreas donde laboran, con especial énfasis en el giro de negocio de la empresa. Pedraglio O'Hara & Vergara (2013) indica <<Está basado en las personas que trabajan en la empresa. Se refiere a sus conocimientos, educación, experiencia, habilidades, "know how">>. (p. 13)

2.2.1.2. Capital estructural

Son los activos de estructura interna, que de manera general se pueden catalogar como el conocimiento acumulado, procedimientos, experiencia, patentes, manuales, etc que son propiedad de la empresa. (Pedraglio O'Hara & Vergara 2013:13)

2.2.1.3. Capital relacional

Es el capital que relaciona a la organización con el entorno externo de la empresa, como marcas, consumidores, clientes, reputación, proveedores, etc. (Pavez Salazar 2000:10).

2.2.2.El conocimiento

A nivel de empresas u organizaciones el conocimiento es la información que agrega valor a la elaboración de su producto o servicio, el cual permite cumplir con las expectativas de sus clientes. A nivel de personas, dentro de una organización, el conocimiento se puede adquirir mediante la educación, experiencia, o sociabilización (Pedraglio O'Hara & Vergara 2013:15)

2.2.2.1. La pirámide informacional.

Para poder definir el conocimiento dentro de la organización de la empresa, es preciso poder revisar los componentes de la Figura N°1.

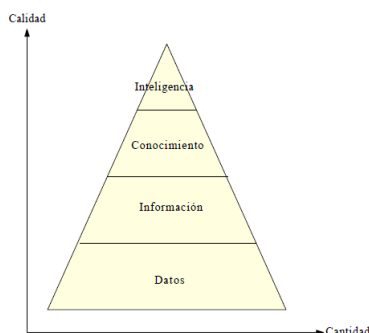


Figura N°1: Pirámide organizacional (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)

La pirámide organizacional representa de una manera gráfica la generación del conocimiento a través de la transformación de los recursos como los datos y la información. Estos a su vez caracterizados por la cantidad y la calidad.

Pavez Salazar (2000) nos explica la transformación de los datos en conocimiento:

Los datos no tienen un significado por sí mismos, ya que deben ser ordenados, agrupados, analizados e interpretados para entender potencialmente lo que por sí solo no quiere indicar. Cuando los datos procesados de esta manera, se convierten en información. La información tiene una esencia y un propósito. Cuando la información es utilizada y puesta en el contexto o marco de referencia de una persona junto con su percepción personal, se transforma en conocimiento. El conocimiento es la combinación de la información, contexto y experiencia. El conocimiento resumido, una vez validado y orientado hacia un objetivo genera inteligencia, la cual pretende ser una representación de la realidad. (p. 14)

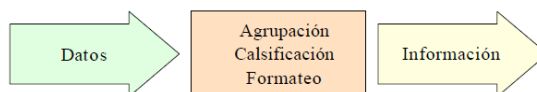


Figura N°2: Del dato a la información (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)

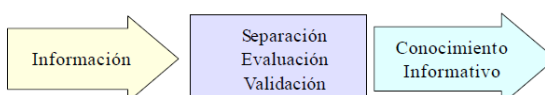


Figura N°3: De la información al conocimiento informativo (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)

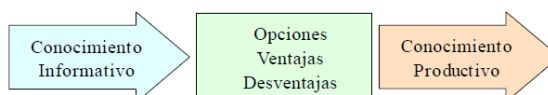


Figura N°4: Del conocimiento informativo al conocimiento productivo. (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)

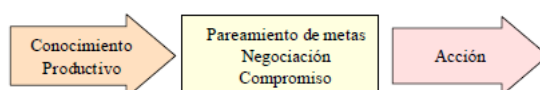


Figura N°5: Del conocimiento productivo a la acción. (Fuente: Pavez Salazar 2000:14)

2.2.2.2. Definición del conocimiento

La Real Academia Española define “conocer” como “averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas”, y el “conocimiento” como “acción y efecto de conocer” (Real Academia Española, 2021)

Una organización o persona adquiere conocimiento por medio de la experiencia, educación y/o la sociabilización con su entorno. El conocimiento tiene múltiples significados y estos son descritos por muchos autores, a su vez cada uno de ellos destaca y describe la importancia y relevancia que tiene el conocimiento en el desarrollo de una organización (Pedraglio O’Hara & Vergara 2013:15)

2.2.2.3. Transformaciones del conocimiento

La transformación del conocimiento está ligado a su creación organizacional. Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi presentan en su libro “*The Knowledge-Creating Company*” la teoría de generación de conocimiento organizacional (p. 56-94). Esta teoría describe la transformación del conocimiento tomando como base al conocimiento tácito y explícito y su relación con la interacción de las personas u organizaciones.

El conocimiento tácito: Se define como el conocimiento que no se puede definir por datos concretos y/o físicamente representables. Por ejemplo, podemos describir en este tipo de conocimiento las emociones, vivencias, experiencias, habilidades, creencias, etc. (Pavez Salazar 2000:16)

El conocimiento explícito: Es el conocimiento tangible, que se puede visualizar y/o interpretar a través de datos concretos, muestras, reportes, resultados, que se pueden transmitir a través de un lenguaje formal. (Pavez Salazar 2000:16)



Figura N°6: Los cuatro modos de conversión del conocimiento (Fuente: (Ikujiro & Hirota, 1995) (p. 71-72)

Donde:

- **Tácito a Tácito:** Es el proceso de la sociabilización, que permite el compartir conocimiento a través del trabajo en conjunto, como por ejemplo los practicantes adquieren conocimientos al trabajar bajo la dirección de sus jefes o superiores. (Pavez Salazar 2000:17)
- **Tácito a explícito:** Es el proceso de externalización es el paso del conocimiento tácito al explícito donde se crea nuevo conocimiento a “través de metáforas, analogías, hipótesis, modelos y teoremas” (Pavez Salazar, 2000, pág. 17)
- **Explícito a explícito:** Es el proceso de combinación de conocimientos. Por ejemplo, dentro de una empresa constructora consiste en compartir la información de los resultados de los proyectos ejecutados, informes, papers, etc. (Pavez Salazar, 2000, pág. 17)
- **Explícito a tácito:** La internalización es la aplicación del conocimiento adquirido a través del ciclo de conversión del conocimiento, y al mismo tiempo es la fuente para la generación de un nuevo conocimiento y empezar nuevamente el ciclo. (Pavez Salazar, 2000, pág. 17)

2.2.2.4. *Ciclo de vida del conocimiento (CVC)*

La falta de conocimiento generalmente determina el inicio del ciclo del conocimiento. Este conocimiento adquirido genera otro ciclo el cual se convierte

en un ciclo de mejora continua. Para poder describirlo es preciso definir las tres etapas que este tiene (Pedraglio O'Hara & Vergara 2013:17):

- **Generar conocimiento:** Al identificar la falta de conocimiento, el área que lo requiere solicita la generación del mismo a través de datos, reportes, informes dentro de la organización; en caso no se encuentre se recurre a fuentes externas. Estas fuentes de datos, analizados y generados deben ser validados por las áreas usuarias. (Pedraglio O'Hara & Vergara 2013:17)
- **Almacenar conocimiento:** El conocimiento adquirido debe ser clasificado y almacenado, para que se pueda gestionar el acceso por los trabajadores de áreas específicas de la empresa que requieran esta información, misma que debe ser accesible a fin de garantizar el beneficio de los trabajadores. Por ejemplo, puede almacenarse el conocimiento a través bibliotecas virtuales, intranet, portales, foros, etc. (Pedraglio O'Hara & Vergara 2013:17)
- **Distribuir conocimiento:** El conocimiento generado y almacenado debe ser distribuido para poder generar el ciclo de mejora continua, y este a su vez generar varios ciclos de generación del conocimiento. (Pedraglio O'Hara & Vergara 2013:17)

2.2.3. La gestión del conocimiento

Pavez Salazar (2000) define la gestión del conocimiento como:

Es el proceso sistemático de detectar, seleccionar, organizar, filtrar, presentar y usar la información por parte de los participantes de la organización, con el objeto de explotar cooperativamente los recursos de conocimiento basados en el capital intelectual propio de las organizaciones, orientadas a potenciar las competencias organizacionales y la generación de valor. (p. 21)

La gestión del conocimiento dentro de una empresa u organización debe de tomar en cuenta que uno de los factores clave de este son la personas, y la manera como la empresa brinda a las personas las herramientas y plataformas para el buen manejo de la información determina parte del éxito de la gestión del conocimiento. (Pavez Salazar 2000:21)

2.2.3.1. Los objetivos de la gestión del conocimiento

Es preciso identificar cuáles son los principales objetivos de la gestión del conocimiento dentro de una empresa.

- Generar y estandarizar las herramientas para la solicitud de generación del conocimiento. (Pavez Salazar 2000:21)
- Enfocar el ciclo de gestión del conocimiento entre todas las áreas de la organización de manera particular, y de manera específica en las áreas que generan valor a los productos y/o servicios que brinda la empresa. (Pavez Salazar 2000:21)
- Fomentar que se completen los ciclos de conocimientos, y a través de estos generar ciclos de mejora continua. (Pavez Salazar 2000:21)
- Evaluar constantemente la generación del conocimiento, y el uso de este dentro de la organización. (Pavez Salazar 2000:21)
- Evaluar y monitorear los impactos en costos, plazos, calidad, etc, dentro de la empresa en la medida en que se apliquen los conocimientos generados, almacenados y distribuidos dentro de la empresa. (Pavez Salazar 2000:21)

2.2.3.2. El proceso de gestión del conocimiento

El ciclo de vida del conocimiento está estrechamente ligado al modo de administrar la información que permite la generación del conocimiento.

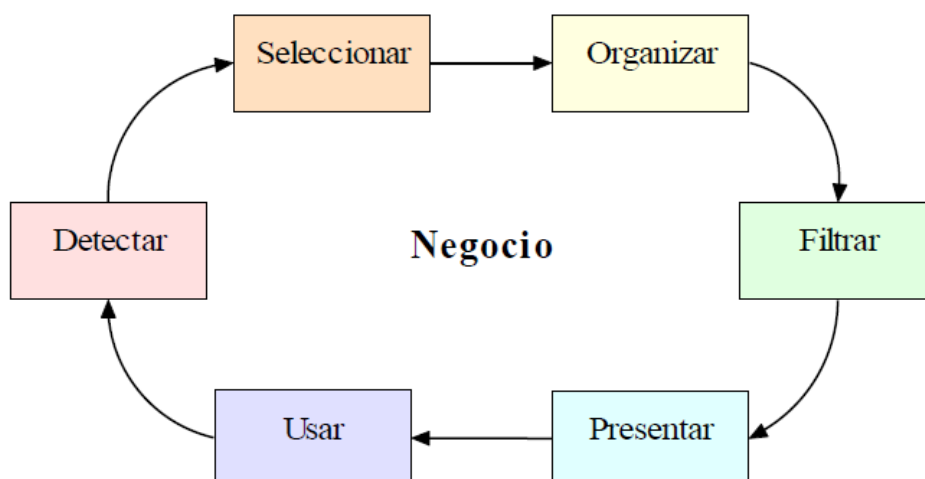


Figura N°7: Proceso de gestión del conocimiento (Fuente: (Pavez Salazar, 2000) (p.22)

Donde:

- **Detectar:** El capital intelectual de una empresa está en las personas que laboran en ella, estas a través de sus conocimientos existentes requieren nuevos para el desarrollo del giro del negocio. El detectar nuevas fuentes para la generación del conocimiento nace en el capital intelectual de la empresa, y las fuentes para esta generación pueden encontrarse dentro o fuera de la misma (Pavez Salazar 2000:22). Por ejemplo, en el área de presupuestos se genera la necesidad de conocer la producción de una excavadora sobre orugas de 120 toneladas, en primera instancia se recurre a las áreas competentes de la organización para recabar dicha información, en caso de no encontrarla, se recurre al entorno externo como son los proveedores de equipos, quienes cuentan con un historial de productividades de sus equipos en otros proyectos nacionales o internacionales.
- **Seleccionar:** Una vez identificado el conocimiento requerido, se debe seleccionar el criterio para la obtención de este conocimiento, y para poder seleccionar adecuadamente el criterio se debe relacionar a los grupos que participarán en la generación de este conocimiento como son el grupo de interés, el de práctica, y el de acción. (Pavez Salazar 2000:22)
- **Organizar:** Para poder almacenar la información referente a los conocimientos adquiridos, se necesita codificar dicha información, de manera que sea fácil su correlación con los principales procesos del giro de negocio de la empresa. Esta organización debe relacionar los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas de una empresa de manera que, (ya sea en la intranet interna, repositorios, etc.) la información se encuentre al alcance de los grupos de interés. Al mismo tiempo, la organización de la información garantizará la transferencia de los mismos a los grupos de interés. (Pavez Salazar 2000:22)
- **Filtrar:** Los motores de búsqueda en la intranet y/o repositorios virtuales son una valiosa herramienta que permiten un rápido acceso a la información organizada y almacenada, sin embargo, también se necesita contar con mapas de conocimiento que permitan guiar de manera efectiva

a los grupos de interés en la búsqueda de la información. (Pavez Salazar 2000:22)

- Usar: El poder del acceso a las fuentes de información, genera en los grupos de interés la capacidad de utilizar la información para la generación de nuevos conocimientos. Esta acción de uso de la fuente permite generar un nuevo ciclo de conocimiento y a la vez genera la actividad denominada como retroalimentación. Es preciso mencionar lo importante de monitorear el proceso de retroalimentación, con la finalidad de generar la mejora continua. (Pavez Salazar 2000:22)

2.2.3.3. *La retroalimentación*

(Coelho, 2019) define la retroalimentación como:

En gestión de empresas, la retroalimentación es un sistema de control en el desarrollo de tareas, actividades o productos, implementado mediante la supervisión y evaluación continua, cuyo objetivo es el mejoramiento paulatino de los resultados. La retroalimentación permite valorar fortalezas y reducir debilidades, considerar puntos positivos y negativos. En general, es aplicada en la gestión de empresas, pero también en ámbitos como la administración, la ingeniería, la arquitectura, la economía, la informática y la educación.

2.3. PROCESOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA

2.3.1. Excavación en roca fija

La EG-2013 del Ministerio de Transportes, define la excavación en roca fija como:

La excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y compactación, requieren el empleo sistemático de explosivos

Para iniciar los trabajos de Perforación y Voladuras de rocas se deberá presentar en primer lugar un Procedimiento Ejecutivo con carácter de obligatoriedad para ser aprobado por la supervisión, en el cual debe establecer los criterios de voladuras, las mallas de perforación; las cargas respectivas, los tipos de explosivos, los

equipos a utilizar, etc. Considerando que se cumpla con los requerimientos ofrecidos en la propuesta técnico-económica del Contratista para realizar esta partida de voladura en roca. Este procedimiento deberá estar en concordancia con el Estudio Geológico y Geotécnico que forma parte del Estudio Definitivo. (pág. 158)

2.3.2. Excavación en roca fracturada (suelta)

La EG-2013 del Ministerio de Transportes, define la excavación en roca fracturada como:

Comprende la excavación de masas de rocas fracturada cuyo grado de cementación requiere el uso de maquinaria con accesorios auxiliares (rippers u otros) y explosivos, de ser el caso, explosivos en pequeña magnitud.

Comprende, también, la excavación, remoción y/o fragmentación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas por acción natural y que para su fragmentación requieran el uso de explosivos. (pág. 158)

2.3.3. Excavación en material suelto

La EG-2013 del Ministerio de Transportes, define la excavación en material suelto como:

Comprende la excavación de materiales no considerados como roca fija ni fracturada o blanda, cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente la ubicación de la napa freática (medición y registros) para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales. (pág. 158)

2.3.4. Transporte de material

La EG-2013 del Ministerio de Transportes, define el transporte de material como:

Este trabajo consiste en la carga, transporte y descarga en los lugares de destino final, de materiales granulares, excedentes, mezclas asfálticas, roca, derrumbes y otros a diferentes distancias, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

El transporte se clasifica según los diferentes tipos de materiales a transportar y su procedencia o destino, en el siguiente detalle:

- a) Granulares provenientes de canteras u otras fuentes para trabajos de mejoramiento de suelos, terraplenes, afirmado, subbase, base, suelo estabilizado, etc.
- b) Excedentes, provenientes de excavaciones, cortes, escombros, derrumbes, desbroce y limpieza y otros, a ser colocados en los Depósitos de Materiales Excedentes (DME).
- c) Mezclas asfálticas en general.
- d) Rocas provenientes de canteras u otras fuentes para trabajos de enrocado, pedraplenes, defensas ribereñas, gaviones, etc. (pág. 1087)

2.4. PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Quizás una de las mejores formas de visualizar el potencial de mejoramiento en los sistemas productivos (ya sea en la construcción o en cualquier industria) es el modelo de producción conocido como “modelo de flujo de procesos.

2.5. RATIOS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

En el presente estudio se hará referencia a los siguientes conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- 1) Rendimiento: Según (Padilla Bonilla, 2016, pág. 11) <<el rendimiento es la razón entre la cantidad de horas-hombre utilizadas y la cantidad de unidades producidas en la ejecución de un proceso constructivo>>. Ejemplo 5 h-h/m² en el encofrado de obras de arte.

- 2) Productividad: Según (Ghio Castillo, 2002, pág. 22) <<La productividad es el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción>>. Ejemplo: 80 m³/HM de excavadora en la excavación de roca suelto.

- 3) Costo unitario: Razón entre el costo directo de todos los recursos utilizados y la cantidad de unidades producidas en la ejecución de un proceso constructivo. Ejemplo: S/. 7.40 / m³ en la excavación de roca suelta.

CAPÍTULO III: RELACIÓN ENTRE EL ÁREA DE OPERACIONES Y EL ÁREA DE PRESUPUESTOS.

En la tesis “Gestión del conocimiento en el sector construcción” (Pedraglio O’Hara & Soto Vergara, 2013) se seleccionan a 4 empresas constructoras peruanas.

- CESEL
- COSAPI
- EDIFICA
- GRAÑA Y MONTERO (GyM)

En La tesis mencionada se analizó las 4 fases del conocimiento.

- Generar conocimiento
- Almacenar conocimiento
- Distribuir conocimiento
- Medir conocimiento.

Se evidencia que cuatro de ellas gestionan el conocimiento hasta sus tres primeras fases, y solo tres de ellas gestionan el conocimiento en las cuatro fases.

Para la presente tesis se tomará los datos de una de las cuatro empresas, el cual no se indicará cuál de ellas es para mantener la confidencialidad del caso.

La gestión del conocimiento de la empresa constructora peruana en relación a la retroalimentación entre proyectos ejecutados y el estudio de nuevos proyectos abarca múltiples conceptos y áreas del conocimiento, desde lecciones aprendidas, ratios de costos, mejores prácticas, informes detallados de procesos constructivos, etc, y áreas como presupuestos, operaciones, calidad, seguridad, oficina técnica, administración de obra, administración de contrato, etc. La presente tesis se enfocará en la retroalimentación de productividades entre el área de presupuestos y operaciones.

La presente tesis analiza el conocimiento explícito, como se recaba la información del conocimiento nuevo y como este se interpreta y analiza para formar un nuevo conocimiento.

Para el análisis del conocimiento explícito, es necesario poder describirla de forma breve como se estudian y ejecutan los proyectos de construcción en una empresa constructora peruana.

El área de presupuestos es la encargada de hacer la propuesta técnica - económica para las licitaciones en las que participa la empresa constructora, en dicha área se utiliza el conocimiento existente, con base en este conocimiento, se formula el presupuesto con el cual se ejecutan las obras.

El área de operaciones se encarga de la ejecución de los proyectos adjudicados, esta recibe el conocimiento existente, para generar una línea base para medir los resultados obtenidos en obra, y mediante estos resultados, se obtiene un conocimiento nuevo.

El presente capítulo resumirá el conocimiento existente con el que cuenta el área de presupuestos. Para ello estudiará tres proyectos en los cuales las partidas de movimiento de tierras tienen una incidencia del 20% al 50% del costo directo.

La información de los tres proyectos ejecutados, el conocimiento nuevo generado por el área de operaciones, no guarda una relación directa con el conocimiento existente del área de presupuestos.

Para poder comparar el conocimiento nuevo generado por el área de operaciones con el existente del área de presupuestos, se deberá generar una lista de indicadores comunes entre el conocimiento existente y el nuevo.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS A ESTUDIAR

Para el presente trabajo de investigación, se ha tomado la información de tres proyectos de construcción, dos de ellos son proyectos de carreteras y uno es la construcción de un Pad de lixiviación.

- ✓ Proyecto N°01: Carretera, costa (0-150 msnm)
- ✓ Proyecto N°02: Carretera, sierra (3800-4200 msnm)
- ✓ Proyecto N°03: Pad de lixiviación, sierra (3800-4200 msnm)

En los cuales las actividades de movimientos de tierras son:

- ✓ Excavación en material suelto

- ✓ Excavación en roca suelta
- ✓ Excavación en roca fija
- ✓ Transporte de material granular
- ✓ Transporte de material excedente

Y tienen una incidencia, en costo directo, entre el 20% y 50% del costo directo total de cada proyecto.

Cuadro N°1: Incidencia del costo de partidas de movimiento de tierras en los proyectos materia de estudio (Fuente: Elaboración propia)

CONCEPTO		PROYECTO 01		PROYECTO 02		PROYECTO 03	
Item	Descripción	Monto S/	% Parcial	Monto S/	% Parcial	Monto S/	% Parcial
01	Partidas de Movimiento de Tierra	144,269,940	34%	33,665,694	22%	7,704,463	43%
02	Partidas Varias	285,573,773	66%	120,708,697	78%	10,380,143	57%
	Total Costo Directo	429,843,712		154,374,391		18,084,605	

3.1.1. Proyecto N°01, carretera en la costa (altura de 0-150 msnm)

El proyecto construido fue el mejoramiento vial de 30 km de carretera y la construcción de 64.5 km de carretera nueva. Los 94.5 km de tendrán pavimento asfáltico y sus correspondientes obras de arte y drenaje, así como un puente de 240 m de longitud, de concreto y con vigas post-tensadas además de tener cimentación profunda de pilotes con tratamiento de jet grouting.

3.1.2. Proyecto N°02, carretera en la sierra (altura de 3800-4200 msnm)

Construcción, mantenimiento y conservación de carretera de 2da clase, tiene una longitud de 36.29 km y 6.6 m de ancho, pertenece a la Ruta Nacional 3S D. En ella se pueden identificar los siguientes componentes:

Tramo I: del km 0+000 al km 21+350, de orografía tipo 1 y 2, es decir, de superficies planas a onduladas que demandan poco a moderado movimiento de tierras y la pendiente a lo largo del eje de la vía va de 0 a 6%, su alineamiento es de tramos más o menos rectos, sin mayores dificultades en su trazo.

Tramo II: del km 21+350 al final del tramo, de orografía tipo 3 y 4, es decir, de superficies accidentadas a escarpadas que demandaron importantes a movimientos de tierra y la pendiente a lo largo de la vía va de 6% a 8% y en algunos casos hasta 9% su alineamiento posee muchas curvas.

Puente: De losa maciza armada de $e = 55$ cm simplemente apoyada de 9.74 m de luz libre y 15.64 m de ancho. Los estribos de concreto armado tipo cantiléver de altura variable de 6.7 m a 7.09 m.

3.1.3. Proyecto N°03, Pad de Lixiviación, sierra (altura de 3800-4200 msnm)

El proyecto se localiza a una altitud que se ubica entre los 4,050 a 4,210 msnm en la sierra del Perú.

El alcance de este contrato consistió en construir y poner en servicio un PAD de Lixiviación.

Los trabajos ejecutados comprendieron la ejecución de:

- ✓ Trabajos preliminares
- ✓ Movimiento de tierras
- ✓ Sistema de subdrenaje
- ✓ Sistema de colección de solución
- ✓ Obras civiles: construcción cajas para monitoreo de subdrenaje y solución, canales y cunetas de derivación
- ✓ Caminos de acceso perimetral
- ✓ Instalación de geosintéticos: geomembrana, geocompuesto y GCL.

3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CADA PROYECTO

Las características generales del proyecto influyen directamente en el estudio y estimación inicial de los proyectos, específicamente en la producción de las partidas.

En particular para las partidas de movimiento de tierras en estudio, las siguientes características de los proyectos son relevantes para poder revisar y comparar los resultados, estas características se presentan en el Cuadro N°2.

Cuadro N°2: Variables Generales de los proyectos estudiados. (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01	PROYECTO 02	PROYECTO 03
VR	VARIABLES GENERALES				
VR01	Cliente		ESTADO	ESTADO	PRIVADO
VR02	Tipo de Obra		CARRETERA	CARRETERA	PAD DE LIXIVIACIÓN
VR03	Sector		CONSTRUCCION CIVIL	CONSTRUCCION CIVIL	MINERIA
VR04	Ubicación		COSTA	SIERRA	SIERRA
VR05	Año de ejecución		Oct. 2013 - Oct. 2014	Nov. 2014 - Abr. 2016	Dic. 2015 - Ago. 2016
VR06	Altura	msnm	50-150	3900-4200	3800-4200
VR07	Tiempo de ejecución (*1)	meses	13	12	9
VR08	Tiempo de periodo de Lluvias (*2)	meses	3	3	4

(*1) Meses de ejecución promedio de partidas de movimiento de tierra

(*2) Meses de lluvia, que se dieron durante los meses de ejecución de las partidas de movimiento de tierra.

3.3. FASES DE CONTROL E INDICADORES DE RETROALIMENTACIÓN

Para obras que se ejecutan con el estado peruano, se tiene una estructura de presupuesto que se rige bajo el “MC-01-13 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013”, en el presente manual se indican todas las partidas requeridas para la construcción de carreteras, en particular se indican las partidas de movimiento de tierras y transporte que son:

- ✓ Sección 201 Desbroce y limpieza del terreno
- ✓ Sección 202 Excavación para explanaciones
- ✓ Sección 203 Remoción de derrumbes
- ✓ Sección 204 Excavación general de túneles
- ✓ Sección 205 Terraplenes
- ✓ Sección 206 Pedraplenes
- ✓ Sección 207 Mejoramiento de suelos
- ✓ Sección 208 Obras de encauzamiento
- ✓ Sección 209 Conformación y acomodo de DME
- ✓ Sección 700 Transporte

Las partidas de movimiento de tierras y transporte a considerar para el presente estudio serán las que superen en su conjunto el 50% en costo con referencia al 100% del monto total de dichas partidas.

Para llevar el control del proyecto e identificar los costos realmente incurridos en las diferentes partidas, se hace una lista de fases de control, las cuales agrupan varias partidas contractuales. Esta agrupación forma parte del conocimiento existente aplicado al control de proyectos y además representa entre

el 55% y 85% de las partidas de movimiento de tierras y transporte de los proyectos en estudio (ver Anexo V). Proyecto 01: 55%, proyecto 02: 70% y proyecto 03: 89%

Cuadro N°3: Fases de control y partidas contractuales de los proyectos 1, 2 y 3, (Fuente: Cosapi)

PROYECTO 01					
PARTIDAS CONTRACTUALES			FASES DE CONTROL		
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	UND	CODIGO	FASE DE CONTROL	UND
205.B1	Excavación en roca suelta	m3	PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	m3
205.C	Excavación en material común	m3			
205.B1	Excavación en roca fija	m3	PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FLUA.	m3
700.A	Transporte de material granular hasta 1Km	m3-Km	PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR.	m3-km
700.B	Transporte de material granular después de 1Km	m3-Km			
700.E	Transporte de material a eliminar hasta 1Km	m3-Km			
700.F	Transporte de material a eliminar después de 1Km	m3-Km	PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE.	m3-km

PROYECTO 02					
PARTIDAS CONTRACTUALES			FASES DE CONTROL		
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	UND	CODIGO	FASE DE CONTROL	UND
200.05	Excavación de explanaciones en roca fracturada	m3	PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	m3
200.06	Excavación de explanaciones en material común	m3			
200.04	Excavación de explanaciones en roca fija	m3	PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FLUA.	m3
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<= 1KM	m3k	PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR.	m3-km
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1KM	m3k			
700.G	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA PARA TERRAPLENES D<= 1KM	m3k			
700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA PARA TERRAPLENES D> 1KM	m3k			
700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL PROPIO PARA TERRAPLENES D<= 1KM	m3k			
700.J	TRANSPORTE DE MATERIAL PROPIO PARA TERRAPLENES D> 1KM	m3k	PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE.	m3-km
700.C	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D<= 1KM	m3k			
700.D	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D> 1KM	m3k			
700.M	TRANSPORTE DE ESCOMBROS D <= 1KM	m3k			
700.N	TRANSPORTE DE ESCOMBROS D > 1KM	m3k			
700.O	TRANSPORTE DE ROCA D<= 1KM	m3k			
700.P	TRANSPORTE DE ROCA D> 1KM	m3k			

PROYECTO 03					
PARTIDAS CONTRACTUALES			FASES DE CONTROL		
ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	UND	CODIGO	FASE DE CONTROL	UND
1.01	Limpieza, desbroce, carguio y disposición final del material orgánico (e = 0,40 m, incluye bofedales y depósito de topsoil existente)	m3	PC01	CORTE Y CARGUÍO DE MATERIAL ORGÁNICO, MATERIAL SUELTO, MATERIAL INADECUADO Y ROCA RIPEABLE	m3
1.03	Corte y/o excavación y disposición final en botadero de rellenos no controlados, material suelto, inadecuado y roca ripeable	m3			
1.04	Corte en roca fija y disposición final en botadero	m3	PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FLUA (INCLUYE PERVOL)	m3
1.06	Procesamiento de material en acopio y conformación de relleno con material de préstamo	m3	PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR.	m3-km
1.07	Procesamiento de material, transporte y conformación de relleno con material de corte propio	m3			
1.08	Suministro, procesamiento y conformación de grava para colección de solución	m3			
1.09	Transporte de material de préstamo para rellenos >1km	m3-km			
1.11	Procesamiento de material propio y colocación de capa de rodadura en acceso perimetral (e= 0,20 m)	m3			
1.12	Transporte y colocación de material de sobrerrevestimiento (e=0,70m)	m3	PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE.	m3-km
1.01	Limpieza, desbroce, carguio y disposición final del material orgánico (e = 0,40 m, incluye bofedales y depósito de topsoil existente)	m3			
1.02	Transporte para eliminación de material Orgánico a botaderos >1km	m3 -km			
1.03	Corte y/o excavación y disposición final en botadero de rellenos no controlados, material suelto, inadecuado y roca ripeable	m3			
1.04	Corte en roca fija y disposición final en botadero	m3			
1.05	Transporte para eliminación de material de corte a botaderos > 1km	m3 -km			

Del Cuadro N°3 se puede indicar:

- La fase de control “PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta” registra los recursos tipo mano de obra, materiales y equipos que se utilicen en las partidas contractuales. El corte de roca suelta solo contempla la excavación de roca que puede ser removida por medios mecánicos de tractor o excavadora, no incluye trabajos de perforación y voladura. Las partidas contractuales que conforman la presente fase de control utilizan los mismos recursos en su ejecución, por ello que su control se hace en una sola fase de control.
- La fase de control “PC02 Empuje y carguío de roca fija”, registra los recursos mano de obra, materiales y equipos que se utilicen en la partida contractual “Excavación en roca fija”, no incluyéndose en esta los procesos de perforación y voladura, los cuales son registrados en otra fase de control que no forman parte del presente estudio.
- La fase de control “PC03 Transporte de material granular” y la fase de control “PC04 Transporte de material excedente”, registra los recursos tipo mano de obra, materiales y equipos que se utilicen en sus respectivas partidas contractuales. El registro de los recursos utilizados en cada una de las fases de control descritas se hace posible debido a que estas se desarrollan en frentes de trabajos diferentes, así como la fuente de material de la partida PC03 son plantas de procesamiento de material, y la fuente de material para la fase de control PC04 son las zonas de explanaciones que van directamente a los depósitos de material excedente.

Una vez definidos las fases de control, se identifican los indicadores que se considerarán para el estudio y toma de datos de cada fase de control.

3.3.1. Metrados de las fases de control

Para poder estimar una cantidad inicial y un costo inicial para las fases de control, los proyectos en estudio presentan tres tipos de metrados:

- **Metrado contractual:** con el cual se adjudican los proyectos.
- **Metrado valorizado:** ejecutado en obra y valorizado al cliente, tanto como obra principal como también en los adicionales.

- Metrado controlado: producido en obra con los recursos controlados por el área de operaciones.

Las fases de control clasifican y organizan los datos obtenidos de obra con base en el metrado controlado, por lo tanto, los indicadores del conocimiento existente y nuevo son de este metrado.

3.3.2. Indicadores y ratios de la pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta

Los indicadores a tomar en cuenta para la presente fase de control serán:

- IRC01 Metrado (m³): Es la cantidad de trabajo ejecutado que fue controlado en obra. La unidad del indicador es el metro cúbico banco.
- IRC02 Composición metrado (%): Es la composición de material suelto y roca suelta en referencia al metrado controlado.
- ICR03 Equipos (corte y carguío) (h-m): Este indicador contiene la cantidad de horas máquina de equipos que realizan los trabajos de corte y carguío dentro de la fase de control, equipos como excavadoras, cargadores y/o tractores. Esta cantidad de horas no incluye las horas de equipos de apoyo tales como motoniveladoras, rodillos o cisternas, así como tampoco equipos menores como grupos electrógenos, compresoras, torres de iluminación, martillos hidráulicos, etc. La unidad del indicador es la hora máquina.
- ICR 04 Combustible (gl): Es la cantidad total de galones de petróleo estimados para la ejecución de la fase de control. La unidad del indicador es galón.
- ICR 05 Mano de obra – operadores (h-h): Es la cantidad horas hombre de operadores estimados para la ejecución de la fase de control. La unidad del indicador es la hora hombre.
- ICR 06 Mano de obra – obreros (h-h): Es la cantidad horas hombre de personal de construcción que acompañan las actividades de la fase de control tales como jefe de grupo civil (capataz), operario, oficial, ayudante y/o vigía. La unidad del indicador es la hora hombre.

Los ratios a considerar para la presente fase de control serán:

- ITR01 Productividad diaria estimada o ejecutada ($m^3/día$): Es la cantidad de trabajo ejecutado en un jornal de trabajo. La unidad del indicador metro cúbico compacto por día de un solo turno.
- ITR02 Precio unitario ($S/ /m^3$): Es el costo en soles por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es soles por metro cúbico compacto.
- ITR03 Combustible (gln/m^3): Es la cantidad de combustible por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es galones por metro cúbico compacto.
- ITR04 Horas hombre ($h-h/m^3$): Es la cantidad de horas hombre de personal de construcción por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es horas hombre por metro cúbico compacto.
- ITR05 Combustible por hora máquina (gln/hm): Es la cantidad de combustible por hora máquina de equipos de corte y carguío. La unidad del indicador es galones por hora máquina.
- ITR06 Horas operador por hora máquina ($h-h/h-m$): Es la cantidad de horas hombre de operadores por hora máquina de equipos de corte y carguío. La unidad del indicador es horas hombre por hora máquina.
- ITR07 Productividad diaria teórica ($m^3/día$): Es la cantidad de trabajo ejecutado en un jornal de trabajo calculado según los manuales de rendimientos de equipos. La unidad del indicador metro cúbico compacto por día de un solo turno.
- ITR08 Factor de productividad estimada y ejecutada (%): Es el porcentaje que varía la productividad estimada o ejecutada, en referencia a la productividad teórica.

3.3.3. Indicadores y ratios de la pc02 empuje y carguío en roca fija

Los indicadores a considerar para la presente fase de control serán:

- IRC01 Metrado (m^3): Es la cantidad de trabajo ejecutado que fue controlado en obra. La unidad del indicador es el metro cúbico banco.
- ICR02 Equipos (corte y carguío) ($h-m$): Este indicador contiene la cantidad de horas máquina de equipos que realizan los trabajos de corte y carguío dentro de la fase de control, equipos como excavadoras, cargadores y/o tractores. Esta cantidad de horas no incluye las horas de equipos de apoyo tales como motoniveladoras, rodillos o cisternas, así como tampoco equipos menores como grupos electrógenos, compresoras, torres de

iluminación, martillos hidráulicos, etc. La unidad del indicador es la hora máquina.

- ICR 03 Combustible (gln): Es la cantidad total de galones de petróleo estimados para la ejecución de la fase de control. La unidad del indicador es galón.
- ICR 04 Mano de obra – operadores (h-h): Es la cantidad horas hombre de operadores estimados para la ejecución de la fase de control. La unidad del indicador es la hora hombre.
- ICR 05 Mano de obra – obreros (h-h): Es la cantidad horas hombre de personal de construcción que acompañan las actividades de la fase de control tales como jefe de grupo civil (capataz), operario, oficial, ayudante y/o vigía. La unidad del indicador es la hora hombre.

Los ratios a considerar para la presente fase de control serán:

- ITR01 Productividad diaria estimada o ejecutada (m³/día): Es la cantidad de trabajo ejecutado en un jornal de trabajo. La unidad del indicador metro cúbico compacto por día de un solo turno.
- ITR02 Precio unitario (S/ /m³): Es el costo en soles por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es Soles por metro cúbico compacto.
- ITR03 Combustible (gln/m³): Es la cantidad de combustible por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es galones por metro cúbico compacto.
- ITR04 Horas hombre (h-h/m³): Es la cantidad de horas hombre de personal de construcción por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es horas hombre por metro cúbico compacto.
- ITR05 Combustible por hora máquina (gln/hm): Es la cantidad de combustible por hora máquina de equipos de corte y carguío. La unidad del indicador es galones por hora máquina.
- ITR06 Horas operador por hora máquina (h-h/h-m): Es la cantidad de horas hombre de operadores por hora máquina de equipos de corte y carguío. La unidad del indicador es horas hombre por hora máquina.
- ITR07 Productividad diaria teórica (m³/día): Es la cantidad de trabajo ejecutado en un jornal de trabajo calculado según los manuales de rendimientos de equipos. La unidad del indicador metro cúbico compacto por día de un solo turno.

- ITR08 Factor de productividad estimada y ejecutada (%): Es el porcentaje que varía la productividad estimada o ejecutada, en referencia a la productividad teórica.

3.3.4. Indicadores y ratios de la pc03 transporte de material granular y pc04 transporte de material excedente

Los indicadores a tomar en cuenta para la presente fase de control serán:

- IRC01 Metrado (m³-km): Es la cantidad de trabajo ejecutado que fue controlado en obra. La unidad del indicador es el metro cúbico kilómetro.
- IRC02 Distancia (km): Es la distancia media de transporte que se ejecutó en obra. La unidad del indicador es en kilómetros.
- ICR03 Equipos (transporte) (h-m): Este indicador contiene la cantidad de horas máquina de equipos que realizan los trabajos transporte dentro de la fase de control. La unidad del indicador es la hora hombre.
- ICR 04 Combustible (gln): Es la cantidad total de galones de petróleo estimados para la ejecución de la fase de control. La unidad del indicador es galón.
- ICR 05 Mano de obra – operadores (h-h): Es la cantidad horas hombre de operadores estimados para la ejecución de la fase de control. La unidad del indicador es la hora hombre.

Los ratios a tomar en cuenta para la presente fase de control serán:

- ITR01 Productividad diaria estimada o ejecutada (m³-km/día): Es la cantidad de trabajo ejecutado en un jornal de trabajo. La unidad del indicador metro cúbico kilómetro por día de un solo turno.
- ITR02 Precio unitario (S/ /m³-km): Es el costo en soles por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es Soles por metro cúbico kilómetro.
- ITR03 Combustible (gln/m³-km): Es la cantidad de combustible por una unidad de trabajo. La unidad del indicador es galones por metro cúbico kilómetro.
- ITR04 Combustible por hora máquina (gln/hm): Es la cantidad de combustible por hora máquina de equipos de transporte. La unidad del indicador es galones por hora máquina.

- ITR05 Horas operador por hora máquina (h-h/h-m): Es la cantidad de horas hombre de operadores por hora máquina de transporte. La unidad del indicador es horas hombre por hora máquina.
- ITR06 Productividad diaria teórica (m³/día): Es la cantidad de trabajo ejecutado en un jornal de trabajo calculado según los manuales de rendimientos de equipos. La unidad del indicador metro cúbico compacto por día de un solo turno.
- ITR07 Factor de productividad estimada y ejecutada (%): Es el porcentaje que varía la productividad estimada o ejecutada, en referencia a la productividad teórica.

3.4. RELACIÓN ENTRE EL CONOCIMIENTO EXISTENTE Y EL ÁREA DE PRESUPUESTOS

El área de presupuestos genera los análisis de costos unitarios estimados, estos con productividades validadas por el área de operaciones.

Para poder comparar los valores indicados en los análisis de costos unitarios con los valores que se han obtenido de obra es preciso tomar algunas consideraciones:

- Las fases de control, al agrupar varias partidas contractuales, es necesario saber previamente la incidencia de cada una de estas partidas contractuales y esta incidencia la obtenemos del metrado ejecutado en obra por cada partida contractual.
- Al tener los análisis de costos unitarios de cada partida contractual y su metrado controlado en obra, se obtiene un análisis de costos unitario de la fase de control.
- El análisis de costo de la fase de control permite obtener el valor de los indicadores estimados.

3.4.1. Proyecto 01

3.4.1.1. *Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta*

Para obtener los recursos de la fase de control PC01, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°4: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en material común" y "Excavación en roca suelta" del Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
205.C	Excavación en material común	m3		
	Avance	m3/Jornal	1,300.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
Descripción Recurso		Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.5000	0.0038
	Oficial Civil	h-h	1.0000	0.0077
	Ayudante Civil	h-h	1.0000	0.0077
	Vigia	h-h	2.0000	0.0154
Equipos				
	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	h-m	0.5000	0.0038
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.5000	0.0038
	Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	h-m	0.2000	0.0015

ITEM	PARTIDA	UND		
205.B1	Excavación en roca suelta	m3		
	Avance	m3/Jornal	1,000.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
Descripción Recurso		Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.5000	0.0050
	Oficial Civil	h-h	1.0000	0.0100
	Ayudante Civil	h-h	4.0000	0.0400
	Vigia	h-h	2.0000	0.0200
Equipos				
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hid. de 2.80 ton	h-m	0.2000	0.0020
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.0000	0.0100
	Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	h-m	0.5000	0.0050

En el Cuadro N°5 se presentan los metrados de la PC01.

Cuadro N°5: Clase de metrados de la "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
205.B1	Excavación en roca suelta	m3	879,701	1,212,154	510,707
205.C	Excavación en material común	m3	1,877,032	2,746,151	1,157,013
	Total	m3	2,756,733	3,958,304	1,667,719
	Metrado respecto al metrado contractual	%		144%	60%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°4, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para

la fase de control PC01. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°6.

Cuadro N°6: Análisis de costo unitario "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (S/)	
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA (69%MS+31%RS)	m3		1,667,719.02	7,863,368.70	
	Avance	m3/Jornal		1,200.00		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		4.72		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			1.58	33%	2,632,430.86
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.50	0.0042	6,950.18	125,728.76
	Oficial Civil	h-h	1.01	0.0084	14,016.06	183,890.73
	Ayudante Civil	h-h	2.11	0.0176	29,337.26	346,473.00
	Vigía	h-h	2.02	0.0168	28,032.12	331,059.37
	Operador	h-h		0.0122	20,263.34	451,136.92
	Añadidos Mano de obra	glb				1,194,142.09
	Equipos			2.04	43%	3,400,558.37
	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	h-m	0.32	0.0026	4,396.65	748,397.34
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.76	0.0063	10,525.13	1,771,168.14
	Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	h-m	0.18	0.0015	2,553.53	528,887.66
	Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	h-m	0.12	0.0010	1,735.52	269,595.48
	Martillo Hidráulico de 2.2 Ton	h-m	0.07	0.0006	1,021.41	82,509.74
	Combustible			1.10	23%	1,830,379.47
	Combustible	gln		0.0903	150,648.52	1,830,379.47

3.4.1.2. Pc02 empuje y carguío en roca fija

Para obtener los recursos de la fase de control PC02, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°7: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en roca fija" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
205.B1	Excavación en roca fija	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		750.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.5000	0.0067
	Oficial Civil	h-h	1.0000	0.0133
	Ayudante Civil	h-h	4.0000	0.0533
	Vigia	h-h	2.0000	0.0267
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.2000	0.0027
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.0000	0.0133
	Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	h-m	0.5000	0.0067

En el Cuadro N°8 se presentan los metrados de la PC02.

Cuadro N°8: Clase de metrados de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
205.B2	Excavación en roca fija	m3	1,803,066	2,331,342	2,176,858
	Total	m3	1,803,066	2,331,342	2,176,858
	Metrado respecto al metrado contractual	%		129%	121%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°7, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC02. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°9.

Cuadro N°9: Análisis de costo unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)	
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA	m3	2,176,858.38	18,114,422.34	
	Avance	m3/Jornal	750.00		
	Jornal	Hrs	10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3	8.32		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra		3.18	38%	6,930,060.86
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.50 0.0067	14,584.95	263,841.77
	Oficial Civil	h-h	1.00 0.0133	28,952.22	379,853.08
	Ayudante Civil	h-h	4.00 0.0533	116,026.55	1,370,273.57
	Vigía	h-h	2.00 0.0267	58,122.12	686,422.22
	Operador	h-h	0.0213	46,432.39	1,032,476.74
	Añadidos Mano de obra	glb			3,197,193.48
	Equipos		3.30	40%	7,183,314.83
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	H-H	0.20 0.0027	5,877.52	45,609.54
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	H-M	1.00 0.0133	28,952.22	4,872,078.98
	Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	H-M	0.50 0.0067	14,584.95	2,265,626.31
	Combustible		1.84	22%	4,001,046.65
	Combustible	gln	0.1513	329,304.25	4,001,046.65

3.4.1.3. Pc03 transporte de material granular

Para obtener los recursos de la fase de control PC03, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°10: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material granular hasta 1 km" y "Transporte de material granular después 1 km" del Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)	
700.A	Transporte de material granular hasta 1Km	m3-Km			
	Avance	m3/Jornal	255.00		
	Jornal	Hrs	10.00		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo
	Materiales Consumibles				
	Consumibles civiles	m3	1.0000 0.0100		
	Equipos				
	Camión Volquete 15 m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.0000 0.0392		
700.B	Transporte de material granular después de 1Km	m3-Km			
	Avance	m3/Jornal	1,270.00		
	Jornal	Hrs	10.00		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra				
	Vigía	h-h	0.2500 0.0020		
	Equipos				
	Camión Volquete 15 m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.0000 0.0079		

En el Cuadro N°11 se presentan los metrados de la PC03.

Cuadro N°11: Clase de metrados de la "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 01,
(Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
700.A	Transporte de material granular hasta 1Km	m3	2,266,864	2,820,143	2,052,432
700.B	Transporte de material granular después de 1Km	m3	14,657,918	11,910,465	8,668,151
	Total	m3	16,924,782	14,730,608	10,720,583
	Metrado respecto al metrado contractual	%		87%	63%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°10, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC03. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°12.

Cuadro N°12: Análisis de costo unitario "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 01
(Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S/)
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=5.22 km)	m3-km	10,720,582.99	20,880,465.42
	Avance	m3/Jornal	720.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
	Precio Unitario	S/ / m3	1.95	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad Costo
	Mano de Obra		0.47	24% 5,039,872.84
	Vigía	h-h	0.12 0.0016	17,336.30 204,741.72
	Operador	h-h	1.00 0.0139	148,933.74 2,798,464.97
	Añadidos Mano de obra	glb		2,036,666.14
	Equipos		0.97	50% 10,411,957.76
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00 0.0139	148,933.74 10,411,957.76
	Combustible		0.51	26% 5,428,634.82
	Combustible		0.0417	446,801.22 5,428,634.82

3.4.1.4. Pc04 transporte de material excedente

Para obtener los recursos de la fase de control PC04, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°13: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material a eliminar hasta 1 km" y "Transporte de material a eliminar después 1 km" del Proyecto 01, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
700.E	Transporte de material a eliminar hasta 1Km	m3-Km		
	Avance	m3/Jornal	300.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Equipos				
	Camión Volquete 15 m3 de 400 - 440 HP (Roquero)	h-m	0.5000	0.0167
	Camión Volquete 15 m3 de 400 - 440 HP	h-m	0.5000	0.0167

ITEM	PARTIDA	UND		
700.F	Transporte de material a eliminar después de 1Km	m3-Km		
	Avance	m3/Jornal	1,100.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Vigia	h-h	0.2500	0.0023
Equipos				
	Camión Volquete 15 m3 de 400 - 440 HP (Roquero)	h-m	0.5000	0.0045
	Camión Volquete 15 m3 de 400 - 440 HP	h-m	0.5000	0.0045

En el Cuadro N°14 se presentan los metrados de la PC04.

Cuadro N°14: Clase de metrados de la "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 01 (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
700.E	Transporte de material a eliminar hasta 1Km	m3	2,137,436	3,027,266	1,595,390
700.F	Transporte de material a eliminar después de 1Km	m3	9,316,028	9,635,952	5,078,212
	Total	m3	11,453,464	12,663,218	6,673,602
	Metrado respecto al metrado contractual	%		111%	58%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°13, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC04. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°15.

Cuadro N°15: Análisis de costo unitario "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 01
(Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (\$)	
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE. (D=4.18 km)	m3-km		6,673,601.94	13,882,111.71	
	Avance	m3/Jornal		675.00		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		2.08		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.50	24%	3,353,542.91
	Vigia	h-h	0.12	0.0018	11,679.89	137,939.48
	Operador	h-h	1.00	0.0148	98,989.93	1,860,020.76
	Añadidos Mano de obra	glb				1,355,582.67
	Equipos			1.04	50%	6,920,385.91
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0148	98,989.93	6,920,385.91
	Combustible			0.54	26%	3,608,182.90
	Combustible			0.0445	296,969.79	3,608,182.90

3.4.2. Proyecto 02

3.4.2.1. Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta

Para obtener los recursos de la fase de control PC01, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°16: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en material común" y "Excavación de explanaciones en roca fracturada" del Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
200.06	Excavación de explanaciones en material común	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal	770.00	
	<i>Jornal</i>	Hrs	10.00	
Descripción Recurso		Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.3850	0.0050
	Ayudante Civil	h-h	0.7700	0.0100
	Vigia	h-h	1.5400	0.0200
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.1540	0.0020
	Excavadora Sobre Orugas de 200 - 240 HP	h-m	0.1540	0.0020
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.0010	0.0130
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	0.2310	0.0030

ITEM	PARTIDA	UND		
200.05	Excavación de explanaciones en roca fracturada	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal	1,000.00	
	<i>Jornal</i>	Hrs	10.00	
Descripción Recurso		Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.5000	0.0050
	Oficial Civil	h-h	0.5000	0.0050
	Ayudante Civil	h-h	4.0000	0.0400
	Vigia	h-h	2.0000	0.0200
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.3000	0.0030
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.0000	0.0100
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hidráulico de 2.80 ton (Inc. Puntas)	h-m	0.1000	0.0010
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	1.0000	0.0100

En el Cuadro N°17 se presentan los metrados de la PC01.

Cuadro N°17: Clase de metrados de la "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
200.06	Excavación de explanaciones en material comun	m3	426,441	426,441	471,089
200.05	Excavación de explanaciones en roca fracturada	m3	741,638	746,275	824,408
	Total	m3	1,168,079	1,172,716	1,295,497
	Metrado respecto al metrado contractual	%		100%	111%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°16, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC01. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°18.

Cuadro N°18: Análisis de costo unitario "PC01 Corte en material suelto y roca suelta" Proyecto 02
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (S/)	
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA (36%MS+64%RS)	m3		1,295,497.10	10,669,048.23	
	Avance	m3/Jornal		850.00		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		8.24		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			1.98	24%	2,558,813.03
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.43	0.0050	6,477.49	120,092.58
	Oficial Civil	h-h	0.27	0.0032	4,122.04	57,873.47
	Ayudante Civil	h-h	2.47	0.0291	37,687.22	473,351.54
	Vigia	h-h	1.70	0.0200	25,909.94	325,428.87
	Operador	h-h		0.0221	28,657.68	674,888.45
	Añadidos Mano de obra	glb				907,178.12
	Equipos			4.18	51%	5,414,253.27
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.22	0.0026	3,415.40	34,152.32
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.94	0.0111	14,368.24	2,415,385.40
	Excavadora Sobre Orugas de 200 - 240 HP	h-m	0.06	0.0007	942.18	129,367.91
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo Hidráulico de 2.80 ton (Inc. Puntas)	h-m	0.05	0.0006	824.41	224,958.07
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	0.63	0.0075	9,657.35	2,610,389.57
	Combustible			2.08	25%	2,695,981.92
	Combustible	gln		0.1819	235,662.76	2,695,981.92

3.4.2.2. Pc02 empuje y carguío en roca fija

Para obtener los recursos de la fase de control PC02, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°19: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en roca fija"
Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
200.04	Excavación de explanaciones en roca fija	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		800.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Jefe de Grupo Civil	h-h	1.0000	0.0125
	Oficial Civil	h-h	0.5000	0.0063
	Ayudante Civil	h-h	2.0000	0.0250
	Vigia	h-h	2.0000	0.0250
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.5000	0.0063
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.0000	0.0125
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	1.0000	0.0125

En el Cuadro N°20 se presentan los metrados de la PC02.

Cuadro N°20: Clase de metrados de la " PC02 Empuje y carguío en roca fija " Proyecto 02,
(Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
200.04	Excavación de explanaciones en roca fija	m3	357,195	394,202	300,700
	Total	m3	357,195	394,202	300,700
	Metrado respecto al metrado contractual	%		110%	84%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°19, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC02. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°21.

Cuadro N°21: Análisis de costo unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija" Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S)		
PC01	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA	m3	300,700.08	3,232,973.30		
	Avance	m3/Jornal	800.00			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S// m3	10.75			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			2.47	23%	743,089.74
	Jefe de Grupo Civil	h-h	1.00	0.0125	3,758.75	69,687.24
	Oficial Civil	h-h	0.50	0.0062	1,864.34	26,175.34
	Ayudante Civil	h-h	2.00	0.0250	7,517.50	94,419.83
	Vigía	h-h	2.00	0.0250	7,517.50	94,419.83
	Operador	h-h		0.0278	8,352.70	196,706.00
	Añadidos Mano de obra	glb				261,681.50
	Equipos			5.54	52%	1,666,517.43
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.50	0.0062	1,864.34	18,643.40
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.00	0.0125	3,758.75	631,883.63
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	1.00	0.0125	3,758.75	1,015,990.40
	Combustible			2.74	25%	823,366.13
	Combustible	gln		0.2394	71,972.56	823,366.13

3.4.2.3. Pc03 transporte de material granular

Para obtener los recursos de la fase de control PC03, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°22: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material granular hasta 1 km" y "Transporte de material granular después 1 km" del Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S)
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<= 1KM	m3k		
	Avance	m3/Jornal	290.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0345
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S)
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1KM	m3k		
	Avance	m3/Jornal	990.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0101

En el Cuadro N°23 se presentan los metrados de la PC03.

Cuadro N°23: Clase de metrados de la "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 02,
(Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<= 1KM	m3k	116,722	117,766	140,002
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1KM	m3k	1,219,875	1,657,959	1,971,015
700.G	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA PARA TERRAPLENES D<= 1Km	m3k	75,865	200,231	238,039
700.H	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA PARA TERRAPLENES D> 1KM	m3k	381,068	929,371	1,104,855
700.I	TRANSPORTE DE MATERIAL PROPIO PARA TERRAPLENES D<= 1KM	m3k	39,693	64,177	76,295
700.J	TRANSPORTE DE MATERIAL PROPIO PARA TERRAPLENES D> 1KM	m3k	6,078	142,072	168,899
Total		m3	1,839,302	3,111,576	3,699,105
Metrado respecto al metrado contractual		%		169%	201%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°22, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC03. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°24.

Cuadro N°24: Análisis de costo unitario "PC03 Transporte de material granular" Proyecto 02
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$/)		
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=8.14 km)	m3-km	3,699,104.80	6,851,736.66		
	Avance	m3/Jornal	763.61			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S// m3	1.85			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.46	25%	1,704,021.98
	Operador	h-h		0.0146	53,824.15	1,148,081.45
	Añadidos Mano de obra	glb				555,940.53
	Equipos			0.91	49%	3,374,290.20
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.00	0.0131	48,442.22	3,374,290.20
	Combustible			0.48	26%	1,773,424.48
	Combustible			0.0419	155,015.10	1,773,424.48

3.4.2.4. Pc04 transporte de material excedente

Para obtener los recursos de la fase de control PC04, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°25: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material a eliminar hasta 1 km" y "Transporte de material a eliminar después 1 km" del Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
700.C	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D<= 1KM	m3k		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal	320.00	
	<i>Jornal</i>	Hrs	10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Equipos				
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	H-M	0.7000	0.0219
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP (Roquero)	H-M	0.3000	0.0094

ITEM	PARTIDA	UND		
700.D	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D> 1KM	m3k		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal	1,100.00	
	<i>Jornal</i>	Hrs	10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Equipos				
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	H-M	0.7000	0.0064
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP (Roquero)	H-M	0.3000	0.0027

En el Cuadro N°26 se presentan los metrados de la PC04.

Cuadro N°26: Clase de metrados de la "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 02, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
700.C	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D<= 1KM	m3k	1,339,138	1,390,070	1,123,804
700.D	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D> 1KM	m3k	3,241,587	3,241,587	2,620,664
700.M	TRANSPORTE DE ESCOMBROS D <= 1KM	m3k	364	364	294
700.N	TRANSPORTE DE ESCOMBROS D > 1KM	m3k	5,114	5,114	4,135
700.O	TRANSPORTE DE ROCA D<= 1KM	m3k	400	705	570
700.P	TRANSPORTE DE ROCA D> 1KM	m3k	11,345	17,492	14,142
	Total	m3	4,597,948	4,655,333	3,763,608
	Metrado respecto al metrado contractual	%		101%	82%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°25, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para

la fase de control PC04. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°27.

Cuadro N°27: Análisis de costo unitario " PC04 Transporte de material excedente " Proyecto 02
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (\$)	
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE (D=3.35 km)	m3-km		3,763,608.49	8,366,861.62	
	Avance	m3/Jornal		636.33		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		2.22		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.55	25%	2,080,884.75
	Operador	h-h		0.0175	65,686.31	1,401,851.03
	Añadidos Mano de obra	glb				679,033.72
	Equipos			1.09	49%	4,120,477.80
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0157	59,145.41	4,120,477.80
	Combustible			0.58	26%	2,165,499.07
	Combustible	gln		0.0503	189,291.91	2,165,499.07

3.4.3. Proyecto 03

3.4.3.1. *Pc01 corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable*

Para obtener los recursos de la fase de control PC01, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°28: Composición del análisis de costo unitario de las partidas "Limpieza y desbroce de material orgánico" y "Limpieza y desbroce de bofedal" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
1130	Limpieza y desbroce de material orgánico	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		900.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Oficial Civil	h-h	0.5000	0.0056
	Ayudante Civil	h-h	1.0000	0.0111
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.2000	0.0022
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP (36 ton)	h-m	1.0000	0.0111
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP (D8)	h-m	0.5000	0.0056
ITEM	PARTIDA	UND		
1132	Limpieza y desbroce de bofedal	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		500.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Oficial Civil	h-h	0.5000	0.0100
	Ayudante Civil	h-h	1.0000	0.0200
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.2000	0.0040
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP (36 ton)	h-m	1.0000	0.0200
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP (D8)	h-m	0.5000	0.0100

Cuadro N°29: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación Material común e inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton" y partida "Excavación roca ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
1100	Excavacion Material Común e Inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		1,000.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Oficial Civil	h-h	1.0000	0.0100
	Vigia	h-h	0.6667	0.0067
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	1.0000	0.0100
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP (36 ton)	h-m	1.0000	0.0100
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP (D8)	h-m	0.6667	0.0067
	Motoniveladora de 160 - 185 HP	h-m	0.3333	0.0033
	Rodillo Vibratorio Liso de 12 ton, 130 - 155 HP	h-m	0.3333	0.0033

ITEM	PARTIDA	UND		
1115	Excavacion Roca Ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		800.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Oficial Civil	h-h	0.3300	0.0041
	Vigia	h-h	1.0000	0.0125
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.5000	0.0063
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP (36 ton)	h-m	1.0000	0.0125
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP (D8)	h-m	1.0000	0.0125

En el Cuadro N°30 se presentan los metrados de la PC01.

Cuadro N°30: Clase de metrados de la "PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable " Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
1.01	Limpieza, desbroce, carguío y disposición final del material orgánico (e = 0,40 m, incluye bofedales y depósito de topsoil existente)	m3	23,215	39,392	23,673
1.03	Corte y/o excavación y disposición final en botadero de rellenos no controlados, material suelto, inadecuado y roca ripeable	m3	209,500	279,799	212,845
Total		m3	232,715	319,191	236,518
Metrado respecto al metrado contractual		%		137%	102%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°29, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC01. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°31.

Cuadro N°31: Análisis de costo unitario "PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable" Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S/)		
PC01	CORTE Y CARGUIO DE MATERIAL ORGÁNICO, MATERIAL SUELTO, MATERIAL INADECUADO Y ROCA RIPEABLE (91%MS+9%RS)	m3	236,518.16	1,471,804.27		
	Avance	m3/Jornal	963.34			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S/ / m3	6.22			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.90	14%	212,942.46
	Oficial Civil	h-h	0.87	0.0091	2,140.50	35,135.09
	Ayudante Civil	h-h	0.11	0.0012	273.64	4,017.24
	Vigía	h-h	0.63	0.0065	1,541.18	22,625.44
	Operador	h-h		0.0254	6,011.73	60,318.16
	Añadidos Mano de obra					90,846.54
	Equipos			3.50	56%	827,697.14
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.86	0.0089	2,103.22	9,479.83
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.00	0.0104	2,455.20	360,665.17
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	0.68	0.0071	1,679.80	338,500.74
	Motoniveladora de 160 - 185 HP	h-m	0.26	0.0027	638.70	81,363.34
	Rodillo Vibratorio Liso de 12 ton, 130 - 155 HP	h-m	0.26	0.0027	638.54	37,688.05
	Combustible			1.82	29%	431,164.66
	Combustible	gln		0.1891	44,729.54	431,164.66

3.4.3.2. Pc02 empuje y carguío en roca fija (incluye pervol)

Para obtener los recursos de la fase de control PC02, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°32: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Excavación en roca fija"
Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
1120	Excavacion Roca Fija p/PAD - Exc S/O 36 ton	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		1,000.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
Mano de Obra				
	Oficial Civil	h-h	0.5000	0.0050
	Vigia	h-h	1.0000	0.0100
Equipos				
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.2000	0.0020
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP (36 ton)	h-m	1.0000	0.0100
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP (D8)	h-m	1.0000	0.0100
Sub partidas				
	P&V c/Rock-Drill Diam=3.5", Malla 2.5m x 2.5m x (H=3m y H=6m)	m3b		0.9000
	P&V c/Compresora Diam=1", Malla 1.2m x 1.2m - EXPLANACION	m3b		0.1000
	Construccion de caminos de construccion	glb		1.0000

En el Cuadro N°33 se presentan los metrados de la PC02.

Cuadro N°33: Clase de metrados de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)"
Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
1.04	Corte en roca fija y disposición final en botadero	m3	59,000	58,705	58,532
	Total	m3	59,000	58,705	58,532
	Metrado respecto al metrado contractual	%		100%	99%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°32, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC02. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°34.

Cuadro N°34: Análisis de costo unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)"
Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)		
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA (INCLUYE PERVOL)	m3	58,531.88	865,409.66		
	Avance	m3/Jornal	1,000.00			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S/ / m3	14.79			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo	
	Mano de Obra			5.21	35%	305,049.96
	Operario Civil	h-h	9.00 0.0900	5,267.51	104,835.05	
	Oficial Civil	h-h	1.12 0.0112	653.46	10,726.14	
	Ayudante Civil	h-h	2.83 0.0283	1,658.02	24,340.83	
	Vigía	h-h	1.00 0.0100	585.03	8,588.62	
	Operador	h-h	0.0407	2,380.50	60,216.60	
	Añadidos Mano de obra	glb			96,342.71	
	Equipos			6.31	43%	369,483.84
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.36 0.0036	213.62	962.85	
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	1.01 0.0101	591.48	86,887.53	
	Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	h-m	1.02 0.0102	595.26	119,951.78	
	Rock Drill Diam.=3.0"- 3.5" (No inc. Columna de Acero)	h-m	0.83 0.0083	487.75	115,907.81	
	Compresora Neumática de 250 PCM - 750 PCM	h-m	0.80 0.0080	468.11	24,051.98	
	Perforadora Neumática Mod. RH-658L de 24 kg y 119 CFM	h-m	2.40 0.0240	1,404.77	21,721.88	
	Combustible			3.26	22%	190,875.27
	Combustible	gln	0.3383	19,801.63	190,875.27	

3.4.3.3. Pc03 transporte de material granular

Para obtener los recursos de la fase de control PC03, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°35: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material granular hasta 1 km" y "Transporte de material granular después 1 km" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)	
7800.27	Transporte de MATERIAL GRANULAR c/Volquete D<=1 KM	m3			
	Avance	m3/Jornal		426.00	
	Jornal	Hrs		10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo
	Equipos				
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0235	
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)	
7800.4	Transporte de MATERIAL GRANULAR c/Volquete D>1 KM	m3-km			
	Avance	m3-km/Jornal		923.00	
	Jornal	Hrs		10.00	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo
	Equipos				
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0108	

En el Cuadro N°36 se presentan los metrados de la PC03.

Cuadro N°36: Clase de metrados de la "PC03 Transporte de material granular " Proyecto 03,
(Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
1.06	Procesamiento de material en acopio y conformación de relleno con material de préstamo	m3	5,050	4,950	5,520
1.07	Procesamiento de material, transporte y conformación de relleno con material de corte propio	m3	33,314	33,114	36,927
1.08	Suministro, procesamiento y conformación de grava para colección de solución	m3	2,907	1,279	1,426
1.09	Transporte de material de préstamo para rellenos >1km	m3-km	3,878	3,233	3,605
1.11	Procesamiento de material propio y colocación de capa de rodadura en acceso perimetral (e= 0,20 m)	m3	1,345	1,408	1,570
1.12	Transporte y colocación de material de sobrecubrimiento (e=0.70m)	m3	7,500	2,796	3,118
Total		m3	53,994	46,779	52,165
Metrado respecto al metrado contractual		%		87%	97%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Para obtener los recursos de la fase de control PC03, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°35, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC03. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°37.

Cuadro N°37: Análisis de costo unitario "PC03 Transporte de material granular " Proyecto 03
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$/)		
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D=1.07 KM	m3-km	52,165.11	140,197.28		
	Avance	m3/Jornal	443.86			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S/ / m3	2.69			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
Mano de Obra				0.85	32%	44,495.05
	Operador	h-h	1.11	0.0250	1,305.55	31,873.28
	Añadidos Mano de obra	glb				12,621.77
Equipos				1.25	46%	65,113.38
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0225	1,175.26	65,113.38
Combustible				0.59	22%	30,588.86
	Combustible			0.0608	3,173.32	30,588.86

3.4.3.4. Pc04 transporte de material excedente

Para obtener los recursos de la fase de control PC04, y, por ende, los indicadores, se ha identificado los recursos que componen cada partida contractual, la cual es agrupada por la fase de control. Esto se detalla a nivel de cantidades e incidencias.

Cuadro N°38: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material top soil c/Volquete D<=1 KM", "Transporte de material inadecuado c/Volquete D>1 KM", "Transporte de material top soil c/Volquete D>1 KM" y "Transporte de material de excedentes (común, ripeable y roca) c/Volquete D<=1 KM" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
7800.11	Transporte de MATERIAL TOP SOIL c/Volquete D<=1 KM	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		437.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0229

ITEM	PARTIDA	UND		
7800.1	Transporte de MATERIAL INADECUADO c/Volquete D>1 KM	m3-km		
	<i>Avance</i>	m3-km/Jornal		900.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0111

ITEM	PARTIDA	UND		
7800.12	Transporte de MATERIAL TOP SOIL c/Volquete D>1 KM	m3-km		
	<i>Avance</i>	m3-km/Jornal		763.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0131

ITEM	PARTIDA	UND		
7804	Transporte de MATERIAL DE EXCEDENTES (Común,Ripeable, Roca) c/Volquete D<=1 KM	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		412.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0243

Cuadro N°39: Composición del análisis de costo unitario de la partida "Transporte de material inadecuado c/Volquete D<=1 KM" y "Transporte de material de excedentes (común, ripeable y roca) c/Volquete D>1 KM" del Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	PARTIDA	UND		
7800.9	Transporte de MATERIAL INADECUADO c/Volquete D<=1 KM	m3		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		412.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0243

ITEM	PARTIDA	UND		
7805	Transporte de MATERIAL DE EXCEDENTES (Común,Ripeable, Roca) c/Volquete D>1 KM	m3-km		
	<i>Avance</i>	m3/Jornal		900.00
	<i>Jornal</i>	Hrs		10.00
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento
	Equipos			
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.0000	0.0111

En el Cuadro N°40 se presentan los metrados de la PC04.

Cuadro N°40: Clase de metrados de la "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 03, (Fuente: Cosapi)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
1.01	Limpieza, desbroce, carguío y disposición final del material orgánico (e = 0,40 m, incluye bofedales y depósito de topsoil existente)	m3	23,215	39,392	23,575
1.02	Transporte para eliminación de material Orgánico a botaderos >1km	m3 -km	18,902	18,902	19,196
1.03	Corte y/o excavación y disposición final en botadero de rellenos no controlados, material suelto, inadecuado y roca ripeable	m3	209,500	279,799	211,968
1.04	Corte en roca fija y disposición final en botadero	m3	59,000	58,705	59,438
1.05	Transporte para eliminación de material de corte a botaderos >1km	m3-km	2,334,616	2,048,517	2,080,282
	Total	m3	2,645,233	2,445,316	2,394,460
	Metrado respecto al metrado contractual	%		92%	91%

Los datos obtenidos de obra son del metrado controlado, por ello se utiliza este para poder los indicadores estimados.

Con los recursos e incidencias de cada partida, indicados en el Cuadro N°39, y sus respectivos metrados, se calcula la cantidad de recursos a utilizar para la fase de control PC04. Estos recursos se agrupan según el formato de análisis de costos unitario presentado en el Cuadro N°41.

Cuadro N°41: Análisis de costo unitario "PC04 Transporte de material excedente" Proyecto 03
(Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (S/)	
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D=8.12 KM	m3-km		2,394,459.81	3,645,531.87	
	Avance	m3/Jornal		785.99		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		1.52		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra				32%	1,164,779.84
	Operador	h-h	1.11	0.0141	33,846.90	826,330.68
	Añadidos Mano de obra	glb				338,449.16
	Equipos				46%	1,687,821.51
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0127	30,464.11	1,687,821.51
	Combustible				22%	792,930.52
	Combustible	gln		0.0344	82,259.57	792,930.52

3.5. CÁLCULO DE PRODUCTIVAD DIARIA TEÓRICA

3.5.1. Proyecto 01

3.5.1.1. *Productividad diaria de equipo teórica de corte, carguío y transporte*

De los análisis de costos unitarios de las partidas de movimiento de tierras se puede identificar los equipos para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras. Considerando las características generales del proyecto como ubicación, altitud, periodo de lluvias, y factores propios de la operación de los equipos como operador y eficiencia, se hace un cálculo teórico de las productividades de dichos equipos.

Cuadro N°42: Cálculo de la productividad diaria teórica de excavadoras para el proyecto 01 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO	ROCA SUELTA		ROCA FIJA	
			CORTE Y CARGUIO	CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO	CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO
01	Cálculo de factor de corrección						
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
01.02	Clima	(b) Costa (13 meses de obra, incluye 3 meses de lluvia)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 0-3000 msnm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
01.05	Factores de corrección	$(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)$	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
02	Características de material						
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,720.00	1,720.00	1,750.00	1,750.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	2,280.00	2,280.00	2,610.00	2,610.00
02.03	Factor corrección por densidad	$(Fc2)=(e)/(f)$	0.79	0.75	0.75	0.67	0.67
03	Cálculo de producción del equipo excavadora CAT 336DL						
03.01	Capacidad de cucharón	(g) Capacidad volumétrica (m3s)	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
03.02	Factor corrección cucharón	(h) Factor de corrección cucharon material suelto	0.95	0.85	0.85	0.56	0.56
03.03	Capacidad de cucharon corregido	(i) Capacidad para material suelto (m3s)	2.00	1.79	1.79	1.18	1.18
03.04	Capacidad de volquete	(j) Capacidad volumétrica (m3s)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
03.05	Tiempo de lamponada	(k) Tiempo de lamponada para cortas y cargar (min)	0.43	0.33	0.43	0.33	0.43
03.06	Número de lamponadas	$(m)=(j)/(i)$	8.00	9.00	9.00	13.00	13.00
03.07	Tiempo de carguío de volquete	$(n)=(m)*(k)$	3.44	2.97	3.87	4.29	5.59
03.08	Producción m3 suelto por hora	$(o)=(i)/(n)*60$ (m3s)	261.63	303.03	232.56	209.79	161.00
03.09	Producción m3 suelto corregido por hora	$(p)=(o)*(Fc1)$ (m3s)	187.16	216.78	166.37	150.08	115.18
03.10	Producción m3 compacto por hora	$(Pr1)=(p)*(Fc2)$ (m3c)	149.00	164.00	126.00	101.00	77.00
03.11	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
03.12	Producción m3 compacto por jornal	$(Pr2)=(Pr1)*(q)$ (m3c)	1,490.00	1,640.00	1,260.00	1,010.00	770.00

Cuadro N°43: Cálculo de la productividad diaria teórica de tractores para el proyecto 01 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO	ROCA SUELTA	ROCA DE VOLADURA
			CORTE	CORTE	CORTE
01	Cálculo de factor de corrección				
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.75	0.75	0.75
01.02	Clima	(b) Costa (13 meses de obra, incluye 3 meses de lluvia)	0.95	0.95	0.95
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 0-3000 msnm	1.00	1.00	1.00
01.05	Factor de tracción	(ft) Terreno Normal	0.90	0.90	0.90
01.06	Pendiente	(pt) Pendiente 0%	1.00	1.00	1.00
01.07	Material	(mt) Fácil o difícil de cortar	1.00	0.70	0.90
01.08	Metodo de empuje	(me)	1.00	1.00	1.00
01.09	Factores de corrección	(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)*(ft)*(pt)*(me)	0.54	0.38	0.48
02	Características de material				
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,720.00	1,750.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	2,280.00	2,610.00
02.03	Factor corrección por densidad	(Fc2)=(e)/(f)	0.79	0.75	0.67
03	Cálculo de producción del Tractor D6T				
03.01	Producción m3 suelto por hora	(g) Hoja Semiuniversal dempuje 45 mts	230.00	230.00	230.00
03.02	Producción m3 suelto corregido por hora	(p)=(o)*(Fc1) (m3s)	123.40	86.38	111.06
03.03	Producción m3 compacto por hora	(Pr1)=(p)*(Fc2) (m3c)	98.00	65.00	74.00
03.04	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00
03.05	Producción m3 compacto por jornal	(Pr2)=(Pr1)*(q) (m3c)	980.00	650.00	740.00
04	Cálculo de producción del Tractor D7R2				
04.01	Producción m3 suelto por hora	(r) Hoja Semiuniversal dempuje 45 mts	305.00	305.00	305.00
04.02	Producción m3 suelto corregido por hora	(s)=(r)*(Fc1) (m3s)	163.64	114.55	147.28
04.03	Producción m3 compacto por hora	(Pr3)=(s)*(Fc2) (m3c)	130.00	86.00	99.00
04.04	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00
04.05	Producción m3 compacto por jornal	(Pr4)=(Pr3)*(q) (m3c)	1,300.00	860.00	990.00

Cuadro N°44: Cálculo de la productividad diaria teórica de cargadores para el proyecto 01 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO	
			CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO
01	Cáculo de factor de corrección			
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.90	0.90
01.02	Clima	(b) Costa (13 meses de obra, incluye 3 meses de lluvia)	0.95	0.95
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 0-3000 msnm	1.00	1.00
01.05	Factores de corrección	(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)	0.72	0.72
02	Características de material			
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,510.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	1,900.00
02.03	Factor corrección por densidad	(Fc2)=(e)/(f)	0.79	0.79
03	Cáculo de producción del equipo 966H			
03.01	Capacidad de cucharón	(g) Capacidad volumétrica (m3s)	4.00	4.00
03.02	Factor corrección cucharón	(h) Factor de corrección cucharón material suelto	0.95	0.95
03.03	Capacidad de cucharón corregido	(i) Capacidad para material suelto (m3s)	3.80	3.80
03.04	Capacidad de volquete	(j) Capacidad volumétrica (m3s)	15.00	15.00
03.05	Tiempo de lamponada	(k) Tiempo de lamponada para cortas y cargar (min)	0.90	1.10
03.06	Número de lamponadas	(m)=(j)/(i)	4.00	4.00
03.07	Tiempo de carguío de volquete	(n)=(m)*(k)	3.60	4.40
03.08	Producción m3 suelto por hora	(o)=[(j)/(n)]*60 (m3s)	250.00	204.55
03.09	Producción m3 suelto corregido por hora	(p)=(o)*(Fc1) (m3s)	178.85	146.33
03.10	Producción m3 compacto por hora	(Pr1)=(p)*(Fc2) (m3c)	142.00	116.00
03.11	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00
03.12	Producción m3 compacto por jornal	(Pr2)=(Pr1)*(q) (m3c)	1,420.00	1,160.00

Para las partidas de transporte se hace el cálculo de la productividad diaria de transporte para el primer kilómetro y mayor a un kilómetro, y con la distancia ponderada obtenida de obra se hace el cálculo de la productividad diaria teórica de transporte por m3-km de la fase de control.

Cuadro N°45: Cálculo de la productividad diaria teórica de transporte para el proyecto 01 (Fuente: (Ibañez, 2010))

Descripción de Actividad	Nomenclatura	Unidades	VOLQUE 15-17 M3 (MATERIAL EXCEDENTE)		VOLQUE 15M3 (MATERIAL GRANULAR)	
			D<=1 KM	D>1 KM	D<=1 KM	D>1 KM
DATOS DE INGRESO						
Distancia de Ida	DI	Km	1.00	1.00	1.00	1.00
Distancia de Retorno	DR	Km	1.00	1.00	1.00	1.00
Jornada Efectiva	JE	Hr	10.00	10.00	10.00	10.00
Capacidad de Volquete Volumen	CV	M3	15.00	15.00	15.00	15.00
Capacidad de Volquete Peso	CW	Tn	25.60	25.60	25.60	25.60
Velocidad de Transporte Cargado	VC	Km/hr	12.00	20.00	12.00	20.00
Velocidad de Transporte Descargado	VD	Km/hr	15.00	25.00	15.00	25.00
Tiempo de Descarga	TD	Min	1.50		3.00	
Eficiencia	EF		0.83	0.83	0.83	0.83
Densidad en Banco (*1)	DC	Tn/m3	2.352	2.352	1.840	1.840
Densidad suelta (*1)	DS	Tn/m3	1.681	1.681	1.540	1.540
Rendimiento de Carguo (*2)	RC	M3c/hr	95.90		150.00	
Esponjamiento	ESP=(DC/DS)		1.40		1.19	
CALCULO PRODUCCIÓN						
CAPACIDAD EFECTIVA DE CARGA						
Volumen suelto transportado	VVS	M3s	15.00	15.00	15.00	15.00
Peso suelto transportado	VWS=(VVS*DS)	Tn	25.22	25.22	23.10	23.10
Volumen Efectivo Transportado	VET=(VVS*DS/DC)	M3c	10.72	10.72	12.55	12.55
CALCULO DE CICLO						
Tiempo de Carguo	TL	Min	6.71	-	5.02	-
Tiempo de Recorrido Cargado	TC=(DI*60/VC)	Min	5.00	3.00	5.00	3.00
Tiempo de Descarga	TD	Min	1.50	-	3.00	-
Tiempo de Recorrido Descargado	TU=(DR*60/VD)	Min	4.00	2.40	4.00	2.40
Ciclo Normal	CICLO=(TL+TC+TD+TU)	Min	17.21	5.40	17.02	5.40
Ciclo Corregido por eficiencia (*3)	CICLOF=(TC+TD+TU)/EF+TL	Min	19.31	6.48	19.42	6.48
CALCULO DE VOLQUETES Y VIAJES						
Volquetes Estimados	NVA=(CICLOF/TL)	Und	2.88	1.00	3.87	1.00
Calculo de Viajes por Jornada	NV=(JE*60/CICLOF)	Vje	31.08	92.59	30.89	92.59
PRODUCCIÓN DE TRANSPORTE						
Producción de transporte por flota	ROT=(NV*NVA*VET)	m3-km/Flota	959.46	992.61	1,500.96	1,162.44
Producción de transporte por Volquete	PRO=(ROT/NVA)	m3-km/Jornada	333.15	992.61	387.84	1,162.44
CALCULO PRODUCCIÓN A UNA DISTANCIA PONDERADA						
Transporte por m3-km (*4)	T0	m3-km	1,595,390	5,078,212	2,052,432	8,668,151
Total Transporte por m3-km	T1=(T0 <=1km +T0 >1km)	m3-km		6,673,602		10,720,583
Total Horas	T2=(T0*JE/PRO)	horas	47,888	51,160	52,919	74,569
Total Horas Acumuladas	T3=(T2 <=1km +T2 >1km)	horas		99,049		127,488
Producción a una Distancia Ponderada	PROD=(T1/T3*JE)	m3-km/Jornada	D=4.18 km	673.77	D=5.22 km	840.91

(*1) La densidad indicada para el transporte de material excedente, es el promedio de densidades de material suelto, roca suelta y roca fija ejecutados en el proyecto.

(*2) La producción de carguo para material excedente corresponde al promedio de las producciones teóricas del corte y carguo de una excavadora tipo CAT 336DL en material suelto, roca suelta y roca fija. Mientras que la producción de carguo para el material granular es la producción teórica de un cargador tipo CAT 966 H.

(*3) El factor de eficiencia no afecta al tiempo de carguo, dado que este tiempo depende de la producción de carguo que ya viene afectado por un factor de eficiencia.

(*4) La cantidad de material producida en el primer kilometro y mayor a un kilometro en el proyecto.

3.5.1.2. Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

- Excavación en material común

Cuadro N°46: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación en material común" PC01 del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m3/jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m3/jornal)
Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	CAT D6T	0.20	Corte	980	196
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.50	Corte y Carguío	1,490	745
Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	CAT 966H	0.14	Carguío	1,420	196
Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	CAT 966H	0.36	Corte y Carguío	1,160	420
Producción Corte y Carguío					1,361

- Excavación en roca suelta

Cuadro N°47: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación en roca suelta" PC01 del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m3/jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m3/jornal)
Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	CAT D7R2	0.50	Corte	860	430
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.26	Carguío	1,640	430
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.74	Corte y Carguío	1,260	930
Producción Corte y Carguío					1,360

Con las productividades diarias teóricas de cada partida y sus incidencias en la fase de control se tiene la productividad diaria teórica de la fase de control y con ello el factor de productividad estimado.

Con la productividad diaria estimada de cada partida y sus incidencias en la fase de control se tiene la productividad diaria estimada de la fase de control.

Cuadro N°48: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	% PC	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
205.C	Excavación en material común	69%	1,361	1,300
205.B1	Excavación en roca suelta	31%	1,360	1,000
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUE		1,360	1,200
Factor de Productividad estimado				-12%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.1.3. Pc02 empuje y carguío en roca fija

Del análisis de costo unitario de la partida y las productividades diarias teóricas de equipos obtenidas, se hace el cálculo productividad diaria teórica de la fase de control.

- Excavación en roca fija

Cuadro N°49: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación en roca fija" PC02 del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m3/jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m3/jornal)
Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	CAT D7R2	0.50	Corte	990	495
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.49	Carguío	1,010	495
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.51	Corte y Carguío	770	393
Producción Corte y Carguío					888

Cuadro N°50: Cálculo del factor de productividad estimado "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA	888	750
Factor de Productividad estimado			-16%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.1.4. Pc03 transporte de material granular

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cuadro N°51: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	UND	METRADO	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
700.A	Transporte de material granular hasta 1Km	m3	2,052,432	388	255
700.B	Transporte de material granular después de 1Km	m3-km	8,668,151	1,162	1,270
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=5.22 KM)	m3-km	10,720,583	841	720
Factor de Productividad estimado					-14%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.1.5. Pc04 transporte de material excedente

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cuadro N°52: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 01 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	UND	METRADO	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
700.E	Transporte de material a eliminar hasta 1Km	m3	1,595,390	333	255
700.F	Transporte de material a eliminar después de 1Km	m3-km	5,078,212	993	1,270
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE (D=4.18 KM)	m3-km	6,673,602	674	675
Factor de Productividad estimado					0%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.2. Proyecto 02

3.5.2.1. Productividad diaria de equipo teórica de corte, carguío y transporte

De los análisis de costos unitarios de las partidas de movimiento de tierras se puede identificar los equipos para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras. Considerando las características generales del proyecto como ubicación, altitud, periodo de lluvias, y factores propios de la operación de los

equipos como operador y eficiencia, se hace un cálculo teórico de las productividades de dichos equipos.

Cálculo de la productividad diaria teórica de excavadoras para el proyecto 02 (ver Anexo A)

Cálculo de la productividad diaria teórica de tractores para el proyecto 02 (ver Anexo B)

Para las partidas de transporte se hace el cálculo de la productividad diaria de transporte para el primer kilómetro y mayor a un kilómetro, y con la distancia ponderada obtenida de obra se hace el cálculo de la productividad diaria teórica de transporte por m³-km de la fase de control.

Cálculo de la productividad diaria teórica de transporte para el proyecto 02 (ver Anexo C)

3.5.2.2. *Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta*

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación de explanaciones en material común", "Excavación de explanaciones en roca fracturada" y "Excavación de explanaciones en roca fija" para el proyecto 02 (ver Anexo D)

Con las productividades diarias teóricas de cada partida y sus incidencias en la fase de control se tiene la productividad diaria teórica de la fase de control y con ello el factor de productividad estimado.

Con la productividad diaria estimada de cada partida y sus incidencias en la fase de control se tiene la productividad diaria estimada de la fase de control.

Cuadro N°53: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado " PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	% PC	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
205.C	Excavación de explanaciones en material común	36%	1,454	770
205.B1	Excavación de explanaciones en roca fracturada	64%	1,260	1,000
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA		1,330	850
	Factor de Productividad estimado			-36%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.2.3. Pc02 empuje y carguío en roca fija

Del análisis de costo unitario de la partida y las productividades diarias teóricas de equipos obtenidas, se hace el cálculo productividad diaria teórica de la fase de control.

Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación de explanaciones en material común", "Excavación de explanaciones en roca fracturada" y "Excavación de explanaciones en roca fija" para el proyecto 02 (ver Anexo D)

Cuadro N°54: Cálculo del factor de productividad estimado "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA	840	800
	Factor de Productividad estimado		-5%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.2.4. Pc03 transporte de material granular

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cuadro N°55: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	UND	METRADO	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
700.A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<= 1KM	m3	454,337	369	290
700.B	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1KM	m3-km	3,244,768	1,162	990
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=8.14 KM)	m3-km	3,699,105	919	764
Factor de Productividad estimado					-17%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.2.5. Pc04 transporte de material excedente

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cuadro N°56: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	UND	METRADO	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
700.C	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D<= 1KM	m3	1,124,668	359	320
700.D	TRANSPORTE DE EXCEDENTES A DME D> 1KM	m3-km	2,638,941	1,063	1,100
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE (D=3.35 KM)	m3-km	3,763,608	670	636
Factor de Productividad estimado					-5%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.3. Proyecto 03

3.5.3.1. Productividad diaria de equipo teórica de corte, carguío y transporte

De los análisis de costos unitarios de las partidas de movimiento de tierras se puede identificar los equipos para la ejecución de las partidas de movimiento de tierras. Considerando las carteristas generales del proyecto como ubicación, altitud, periodo de lluvias, y factores propios de la operación de los equipos como

operador y eficiencia, se hace un cálculo teórico de las productividades de dichos equipos.

Cálculo de la productividad diaria teórica de excavadoras para el proyecto 03 (ver Anexo E)

Cálculo de la productividad diaria teórica de tractores para el proyecto 03 (ver Anexo F)

Para las partidas de transporte se hace el cálculo de la productividad diaria de transporte para el primer kilómetro y mayor a un kilómetro, y con la distancia ponderada obtenida de obra se hace el cálculo de la productividad diaria teórica de transporte por m³-km de la fase de control.

Cálculo de la productividad diaria teórica de transporte para el proyecto 03 (ver Anexo G)

3.5.3.2. *Pc01 corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable*

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación Material Común e Inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton", " Excavación Roca Ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton" y "Excavación Roca Fija p/PAD - Exc S/O 36 ton" para el proyecto 03 (ver Anexo H)

Con las productividades diarias teóricas de cada partida y sus incidencias en la fase de control se tiene la productividad diaria teórica de la fase de control y con ello el factor de productividad estimado.

Con la productividad diaria estimada de cada partida y sus incidencias en la fase de control se tiene la productividad diaria estimada de la fase de control.

Cuadro N°57: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	% PC	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
1100	Excavacion Material Común e Inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton	91%	1,355	1,000
1115	Excavacion Roca Ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton	9%	1,172	800
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA		1,338	963
	Factor de Productividad estimado			-28%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.3.3. Pc02 empuje y carguío en roca fija (incluye pervol)

Del análisis de costo unitario de la partida y las productividades diarias teóricas de equipos obtenidas, se hace el cálculo productividad diaria teórica de la fase de control.

Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación Material Común e Inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton", " Excavación Roca Ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton" y "Excavación Roca Fija p/PAD - Exc S/O 36 ton" para el proyecto 03 (ver Anexo H)

Cuadro N°58: Cálculo del factor de productividad estimado "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA (INCLUYE PERVOL)	780	1,000
	Factor de Productividad estimado		28%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.3.4. Pc03 transporte de material granular

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cuadro N°59: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	UND	METRADO	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
7800.27	Transporte de MATERIAL GRANULAR c/Volquete D<=1 KM	m3	48,560	369	426
7800.4	Transporte de MATERIAL GRANULAR c/Volquete D>1 KM	m3-km	3,605	1,162	923
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=1.07 km)	m3-km	52,165	387	444
Factor de Productividad estimado					15%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.5.3.5. Pc04 transporte de material excedente

Del análisis de costo unitario de las partidas y las productividades diarias de equipos teóricos obtenidos, se hace el cálculo productividad diaria teórica de las partidas que componen la fase de control y también de la fase de control.

Cuadro N°60: Cálculo de la productividad diaria teórica y estimada de la fase de control y factor de productividad estimado "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	PARTIDA	UND	METRADO	Producción teórica (m3/jornal)	Producción Estimada (m3/jornal)
7804	Transporte de MATERIAL DE EXCEDENTES (Común, Ripeable, Roca) c/Volquete D<=1 KM	m3	294,982	382	412
7805	Transporte de MATERIAL DE EXCEDENTES (Común, Ripeable, Roca) c/Volquete D>1 KM	m3-km	2,099,478	1,171	900
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE (D=8.12 km)	m3-km	2,394,460	933	786
Factor de Productividad estimado					-16%

El factor de productividad estimado es el porcentaje de variación entre la productividad diaria teórica y la productividad diaria estimada, con respecto a la productividad diaria teórica.

3.6. RESUMEN DE INDICADORES ESTIMADOS

Con los análisis de costos unitarios de las fases de control, y los metrados controlados del área de operaciones, se obtienen los valores de los indicadores estimados.

3.6.1.Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta

Cuadro N°61: Resumen de Indicadores de control de la "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01	PROYECTO 02	PROYECTO 03
			ESTIMADO	ESTIMADO	ESTIMADO
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA				(*01)
IRC	RECURSOS ESTIMADOS				
IRC01	Metrado	m3	1,667,719	1,295,497	236,518
IRC02	Composición metrado		69%MS+31%RS	36%MS+64%RS	91%MS+9%RS
IRC03	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	19,211	25,792	5,412
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	150,649	235,663	44,730
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	20,263	28,658	6,012
IRC06	Mano de Obra - Obreros	h-h	78,336	74,197	3,955
IRT	RATIOS ESTIMADOS				
IRT01	Productividad diaria estimada	m3/día	1,200	850	963
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	4.72	8.24	6.22
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	1.58	1.98	0.90
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	2.04	4.18	3.50
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	1.10	2.08	1.82
IRT03	Combustible	gln/m3	0.090	0.182	0.189
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.047	0.057	0.017
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.842	9.137	8.265
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.055	1.111	1.111
IRT	RATIOS TEORICOS				
IRT07	Productividad diaria teórica	m3/día	1,360	1,330	1,338
IRT08	Factor de productividad estimada & ejecutada	%	-12%	-36%	-28%

(*1) Las partidas de material suelto incluyen trabajos de excavación en bofedales, material orgánico e inadecuado.

3.6.2.Pc02 empuje y carguío en roca fija

Cuadro N°62: Resumen de Indicadores de control de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01	PROYECTO 02	PROYECTO 03
			ESTIMADO	ESTIMADO	ESTIMADO
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA.				(*01)
IRC	RECURSOS ESTIMADOS				
IRC01	Metrado	m3	2,176,858	300,700	58,532
IRC02	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	43,537	7,518	2,143
IRC03	Combustible (Petróleo)	gln	329,304	71,973	19,802
IRC04	Mano de Obra - Operadores	h-h	46,432	8,353	2,380
IRC05	Mano de Obra - Obreros	h-h	217,686	20,658	8,164
IRT	RATIOS ESTIMADOS				
IRT01	Productividad diaria estimada	m3/día	750	800	1,000
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	8.32	10.75	14.79
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	3.18	2.47	5.21
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	3.30	5.54	6.31
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	1.84	2.74	3.26
IRT03	Combustible	gln/m3	0.151	0.239	0.338
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.100	0.069	0.139
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.564	9.574	9.242
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.067	1.111	1.111
IRT	RATIOS TEORICOS				
IRT07	Productividad diaria teórica	m3/día	888	840	780
IRT08	Factor de productividad estimada & ejecutada	%	-16%	-5%	28%

(*1) Las partidas Empuje y carguío en roca fija incluye recursos de perforación y voladura.

3.6.3.Pc03 transporte de material granular

Cuadro N°63: Resumen de Indicadores de control de la "PC03 Transporte de material granular" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01	PROYECTO 02	PROYECTO 03
			ESTIMADO	ESTIMADO	ESTIMADO
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR				
IRC	RECURSOS ESTIMADOS				
IRC01	Metrado	m3-km	10,720,583	3,699,105	52,165
IRC02	Distancia	km	5.22	8.14	1.07
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	148,934	48,442	1,175
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	446,801	155,015	3,173
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	148,934	53,824	1,306
IRT	RATIOS ESTIMADOS				
IRT01	Productividad diaria estimada	m3-km/día	720	764	444
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3-km	1.95	1.85	2.69
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	0.47	0.46	0.85
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	0.97	0.91	1.25
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	0.51	0.48	0.59
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.042	0.042	0.061
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	3.000	3.200	2.700
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.000	1.111	1.111
IRT	RATIOS TEORICOS				
IRT06	Productividad diaria teórica	m3-km/día	841	919	387
IRT07	Factor de productividad estimada & ejecutada	%	-14%	-17%	15%

3.6.4.Pc04 transporte de material excedente

Cuadro N°64: Resumen de Indicadores de control de la "PC04 Transporte de material excedente" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01	PROYECTO 02	PROYECTO 03
			ESTIMADO	ESTIMADO	ESTIMADO
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE				
IRC	RECURSOS ESTIMADOS				
IRC01	Metrado	m3-km	6,673,602	3,763,608	2,394,460
IRC02	Distancia	km	4.18	3.35	8.12
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	98,990	59,145	30,464
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	296,970	189,292	82,260
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	98,990	65,686	33,847
IRT	RATIOS ESTIMADOS				
IRT01	Productividad diaria estimada	m3-km/día	675	636	786
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	2.08	2.22	1.52
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	0.50	0.55	0.49
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	1.04	1.09	0.70
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	0.54	0.58	0.33
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.044	0.050	0.034
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	3.000	3.200	2.700
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.000	1.111	1.111
IRT	RATIOS TEORICOS				
IRT06	Productividad diaria teórica	m3-km/día	674	670	933
IRT07	Factor de productividad estimada & ejecutada	%	0%	-5%	-16%

CAPÍTULO IV: GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LA RETROALIMENTACION DE PRODUCTIVIDADES

4.1. RELACIÓN DEL NUEVO CONOCIMIENTO Y EL AREA DE OPERACIONES

El área de operaciones se encarga de la construcción de los proyectos adjudicados a la empresa constructora peruana.

El área de operaciones cuenta con conocimiento existente en las diversas áreas que se requieren para la ejecución de los proyectos, tales como:

- Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
- Calidad
- Oficina técnica
- Control de proyectos
- Producción
- Administración
- Logística
- Equipos

Además del conocimiento existente en las diferentes áreas, también cuenta con el conocimiento existente que viene del área de presupuestos.

Este conocimiento existente ya fue clasificado y agrupado en indicadores en el capítulo III, en el presente capitulo se estudiará la información proveniente de la ejecución de los proyectos de movimiento de tierras.

4.1.1. Datos obtenidos de obra.

El conocimiento existente de la empresa constructora contempla la ejecución de los proyectos bajo la dirección de un equipo de dirección del proyecto (ver Anexo W), el cual tiene ya definido sus roles y funciones.

Dentro de la organización para la ejecución de los proyectos se tiene el área de control de proyectos que es liderada por el jefe de control de proyectos, la presente área cuenta con un equipo de trabajo, que parte de uno de sus entregables es el de hacer los reportes semanales de obra los cuales contienen:

- Los costos y cantidades de los recursos utilizados por cada fase de control, mano de obra, equipos, herramientas, subcontratos y materiales.

- Producción ejecutada por fase de control.

Para la elaboración de este reporte semanal intervienen:

- Área de control de proyectos.
 - Difunde y entrega los partes diarios en funciones a las fases de control.
 - Recolecta y ordena la información de las diferentes áreas del proyecto.
- Área de producción y equipos con:
 - Genera y valida partes de mano de obra.
 - Genera y valida partes de equipos.
 - Genera partes de producción.
- Área de oficina técnica con:
 - Genera y valida los reportes de producción.
- Área de almacén y administración de obra.
 - Reporte de mano de obra por fases de control.
 - Genera y valida los egresos de almacén.

El reporte semanal es revisado y validado por la gerencia del proyecto, y cual recoge principalmente el costo semana a semana por cada fase de control, lo que permite en cada proyecto poder diagnosticar el estado actual del proyecto.

4.1.2. Proyecto 01

4.1.2.1. *Pc 01 corte y carguío en material suelto y roca suelta*

Los datos obtenidos se tiene el siguiente resumen.

Cuadro N°65: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
<u>IRC</u> RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3	1,667,719
IRC02	Composición metrado (*1)		69%MS+31%RS
IRC03	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	33,140
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	282,116
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	80,407
IRC06	Mano de Obra - Obreros	h-h	85,392
<u>IRT</u> RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3/día	775
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	8.20
IRT03	Combustible	gln/m3	0.1692
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.0512
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	8.5127
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	2.4262
(*1) Composición de metrado de material suelto (MS) y roca suelta (RS)			

Con los datos obtenidos, se formula un análisis de costos unitario de la fase de control:

Cuadro N°66: Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta” del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$/)
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA (69%MS+31%RS)	m3	1,667,719.02	13,668,805.71
	Avance	m3/Jornal	775.00	
	Jornal	Hrs	10.00	
	Precio Unitario	S/ / m3	8.20	

Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			2.10	26%	3,503,288.85
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.37	0.0048	7,968.00	134,495.46
	Operario Civil	h-h	0.33	0.0043	7,089.98	124,129.90
	Oficial Civil	h-h	0.77	0.0100	16,639.92	225,425.68
	Ayudante Civil	h-h	2.39	0.0308	51,324.38	603,626.62
	Vigia	h-h	0.11	0.0014	2,370.00	19,699.30
	Operador	h-h		0.0482	80,406.73	1,499,878.94
	Añadidos Mano de obra	glb				896,032.95
	Equipos			4.00	49%	6,670,106.04
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.63	0.0081	13,508.63	100,532.83
	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	h-m	0.02	0.0003	452.33	90,608.81
	Cargador Sobre Llantas de 170 - 200 Hp, 2.5 - 3.5 m3	h-m	0.02	0.0003	423.97	71,340.09
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.81	0.0104	17,337.45	3,082,615.68
	Excavadora Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.15	0.0019	3,126.95	526,433.58
	Excavadora Sobre Orugas de 170-200 HP	h-m	0.01	0.0002	255.50	37,120.26
	Excavadora Sobre Neumaticos de 110-140 HP	h-m	0.00	0.0001	95.70	11,467.34
	Tractor Sobre Orugas de 300-330 HP	h-m	0.39	0.0050	8,363.05	2,172,423.69
	Tractor Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.04	0.0005	771.76	158,289.45
	Tractor Sobre Orugas de 180-200 HP	h-m	0.08	0.0011	1,754.55	327,661.87
	Camión cisterna de agua	h-m	0.03	0.0003	559.20	44,888.83
	Martillo Hidráulico de 2.2 Ton	h-m	0.01	0.0001	161.00	11,266.42
	Motobomba de 6"	h-m	0.01	0.0001	161.00	35,457.20
	Combustible			2.10	26%	3,495,410.81
	Combustible	gln		0.1692	282,115.99	3,495,410.81

El presente análisis de costo unitario ejecutado de la fase de control también permite identificar los tipos de equipos que realmente se utilizaron en la ejecución de los trabajos de la fase de control.

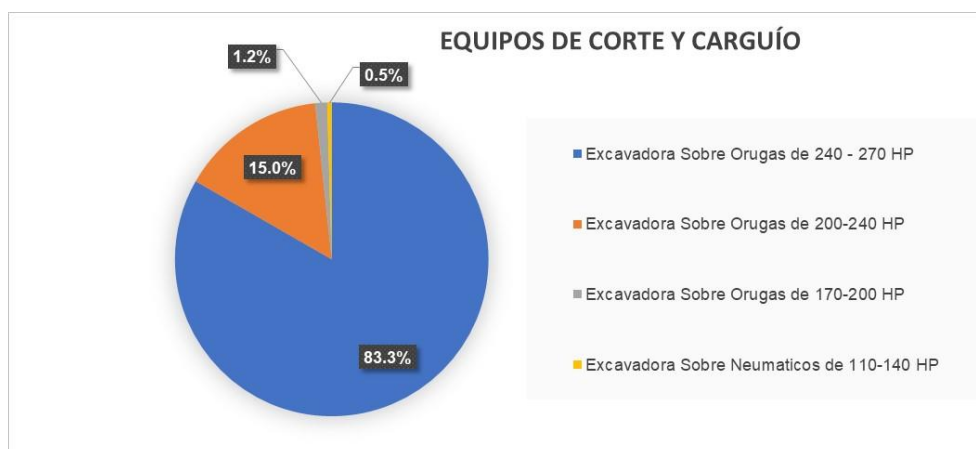


Figura N°8: Composición de equipos de corte y carguío, excavadoras y cargadores, utilizados en obra en la fase de control “PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta” del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

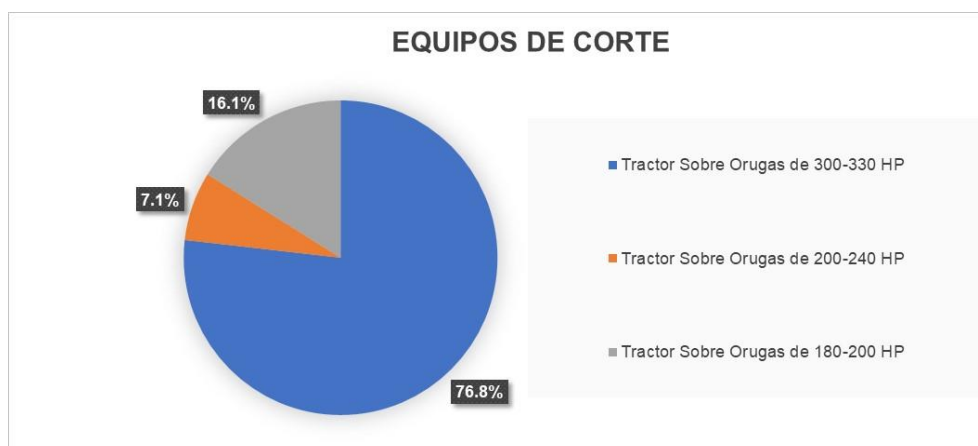


Figura N°9: Composición de equipos de corte tipo tractores, utilizados en obra en la fase de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

Pc 02 empuje y carguío en roca fija

Los datos obtenidos se tiene el siguiente resumen.

Cuadro N°67: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3	2,176,858
IRC02	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	52,868
IRC03	Combustible (Petróleo)	gln	447,373
IRC04	Mano de Obra - Operadores	h-h	76,645
IRC05	Mano de Obra - Obreros	h-h	105,761
IRT RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3/día	621
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	8.96
IRT03	Combustible	gln/m3	0.206
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.049
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	8.462
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.450

Con los datos obtenidos, se formula un análisis de costos unitario de la fase de control:

Cuadro N°68: Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S/)	
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA	m3	2,176,858.38	19,509,446.55	
	Avance	m3/Jornal	620.73		
	Jornal	Hrs	10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3	8.96		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra		1.98	22%	4,307,068.54
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.48 0.0077	16,754.91	303,323.72
	Operario Civil	h-h	0.42 0.0067	14,578.83	231,529.96
	Oficial Civil	h-h	0.61 0.0098	21,293.40	312,645.51
	Ayudante Civil	h-h	1.44 0.0233	50,625.40	641,459.66
	Vigía	h-h	0.07 0.0012	2,508.54	17,459.42
	Operador	h-h	0.0352	76,644.62	1,613,074.07
	Añadidos Mano de obra	glb			1,187,576.19
	Equipos		4.59	51%	9,998,850.89
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	H-H	0.48 0.0078	16,970.00	125,373.94
	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	H-M	0.01 0.0001	208.30	37,680.15
	Cargador Sobre Llantas de 200-240 Hp, 2.7-3.8 m3	H-M	0.00 0.0000	8.70	1,127.47
	Cargador Sobre Llantas de 170 - 200 Hp, 2.5 - 3.5 m3	H-M	0.00 0.0001	128.80	18,812.44
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	H-M	0.90 0.0145	31,542.19	5,542,205.22
	Excavadora Sobre Orugas de 200-240 HP	H-M	0.03 0.0005	996.70	138,141.66
	Excavadora Sobre Orugas de 170-200 HP	H-M	0.05 0.0009	1,909.70	257,491.43
	Excavadora Sobre Neumaticos de 110-140 HP	H-M	0.01 0.0001	275.00	34,602.73
	Tractor Sobre Orugas de 300-330 HP	H-M	0.34 0.0055	12,050.10	2,913,337.47
	Tractor Sobre Orugas de 200-240 HP	H-M	0.09 0.0014	2,992.80	645,275.98
	Tractor Sobre Orugas de 180-200 HP	H-M	0.03 0.0004	914.00	172,375.22
	Motoniveladora de 160 - 185 HP	H-M	0.00 0.0000	8.60	1,279.27
	Camión cisterna de agua	H-M	0.00 0.0000	3.40	295.44
	Martillo Hidráulico de 2.2 Ton	H-M	0.05 0.0008	1,830.00	93,773.12
	Motobomba de 6"	H-M	- -		17,079.36
	Combustible		2.39	27%	5,203,527.13
	Combustible	gln	0.2055	447,373.00	5,203,527.13

El presente análisis de costo unitario ejecutado de la fase de control también permite identificar los tipos de equipos que realmente se utilizaron en la ejecución de los trabajos de la fase de control.

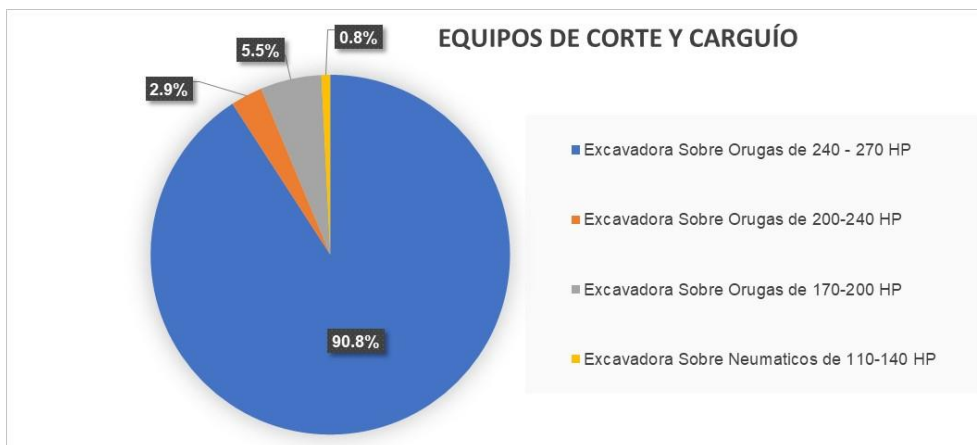


Figura N°10: Composición de equipos de corte y carguío, excavadoras y cargadores, utilizados en obra en la fase de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

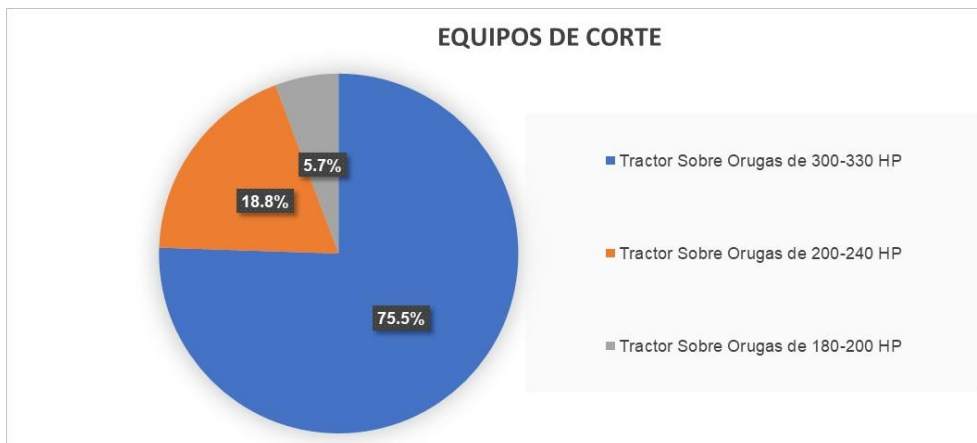


Figura N°11: Composición de equipos de corte tipo tractores, utilizados en obra en la fase de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

4.1.2.2. Pc 03 transporte de material granular

Los datos obtenidos se tiene el siguiente resumen.

Cuadro N°69: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3-km	10,720,583
IRC02	Distancia	km	5.22
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	205,137
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	587,116
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	336,459
IRT RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3-km/día	523
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3-km	2.92
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.055
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	2.862
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.640

Con los datos obtenidos, se formula un análisis de costos unitario de la fase de control:

Cuadro N°70: Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC03 Transporte de material granular" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=5.22 km)	m3-km	10,720,582.99	31,311,699.82
	Avance	m3/Jornal	522.61	
	Jornal	Hrs	10.00	
	Precio Unitario	S/ / m3	2.92	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad Costo
	Mano de Obra		0.80	28% 8,621,161.76
	Jefe de grupo	h-h	0.00 0.0001	777.83 13,966.74
	Operario	h-h	0.00 0.0001	693.09 11,048.08
	Oficial	h-h	0.01 0.0003	2,885.30 37,506.28
	Peon	h-h	0.03 0.0006	6,035.56 71,850.21
	Vigía	h-h	0.01 0.0002	1,688.99 11,755.38
	Operador	h-h	1.64 0.0314	336,459.08 6,354,024.50
	Añadidos Mano de obra	glb		2,121,010.57
	Equipos		1.48	51% 15,885,408.21
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00 0.0191	205,137.23 15,885,408.21
	Combustible		0.63	22% 6,805,129.85
	Combustible		0.0548	587,116.50 6,805,129.85

4.1.2.3. Pc 04 transporte de material excedente

Los datos obtenidos se tiene el siguiente resumen.

Cuadro N°71: Datos obtenidos de obra referente a la fase de control "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3-km	6,673,602
IRC02	Distancia	km	4.18
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	95,431
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	258,922
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	150,267
IRT RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3-km/día	699
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3-km	2.10
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.039
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	2.713
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.575

Con los datos obtenidos, se formula un análisis de costos unitario de la fase de control:

Cuadro N°72: Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC04 Transporte de material excedente" del proyecto 01, (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$)
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE. (D=4.18 km)	m3-km	6,673,601.94	14,009,565.88
	Avance	m3/Jornal	699.31	
	Jornal	Hrs	10.00	
	Precio Unitario	S/ / m3	2.10	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen. Rendimiento	Cantidad Costo
	Mano de Obra		0.58	28% 3,885,244.54
	Jefe de grupo	h-h	0.00 0.0001	424.67 7,930.93
	Operario	h-h	0.00 0.0000	144.80 2,688.45
	Oficial	h-h	0.01 0.0002	1,072.13 14,576.90
	Peon	h-h	0.05 0.0007	4,538.91 54,327.60
	Vigía	h-h	0.01 0.0001	967.32 7,979.06
	Operador	h-h	1.57 0.0225	150,267.16 2,811,182.45
	Añadidos Mano de obra	glb		986,559.16
	Equipos		1.06	51% 7,102,616.60
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00 0.0143	95,431.36 7,102,616.60
	Combustible		0.45	22% 3,021,704.74
	Combustible		0.0388	258,922.28 3,021,704.74

4.1.3. Proyecto 02

4.1.3.1. *Pc 01 corte y carguío en material suelto y roca suelta*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta” (ver Anexo I)

El presente análisis de costo unitario ejecutado de la fase de control también permite identificar los tipos de equipos que realmente se utilizaron en la ejecución de los trabajos de la fase de control. (ver Anexo J)

4.1.3.2. *Pc 02 empuje y carguío en roca fija*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC02 Empuje y carguío en roca fija” (ver Anexo K)

El presente análisis de costo unitario ejecutado de la fase de control también permite identificar los tipos de equipos que realmente se utilizaron en la ejecución de los trabajos de la fase de control. (ver Anexo L)

4.1.3.3. *Pc 03 transporte de material granular*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC03 Transporte de material granular” (ver Anexo M)

4.1.3.4. *Pc 04 transporte de material excedente*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC04 Transporte de material excedente” (ver Anexo N)

4.1.4. Proyecto 03

4.1.4.1. *Pc 01 corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable” (ver Anexo O)

El presente análisis de costo unitario ejecutado de la fase de control también permite identificar los tipos de equipos que realmente se utilizaron en la ejecución de los trabajos de la fase de control. (ver Anexo P)

4.1.4.2. *Pc 02 empuje y carguío en roca fija (incluye pervol)*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)” (ver Anexo Q)

El presente análisis de costo unitario ejecutado de la fase de control también permite identificar los tipos de equipos que realmente se utilizaron en la ejecución de los trabajos de la fase de control. (ver Anexo R)

4.1.4.3. *Pc 03 transporte de material granular*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC03 Transporte de material granular” (ver Anexo S)

4.1.4.4. *Pc 04 transporte de material excedente*

Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC04 Transporte de material excedente” (ver Anexo T)

4.2. RESUMEN DE INDICADORES ESTIMADOS Y EJECUTADOS

4.2.1. Metrados de fases de control

En cada partida de control se identificó tres tipos de metrados, el metrado contractual, el valorizado y el controlado, para el presente estudio se tomó el metrado controlado. (ver Anexo U)

- ✓ Metrado contractual, es aquel con el que se firma el contrato de ejecución de cada proyecto.
- ✓ Metrado valorizado, son los metrados valorizados en obra, que incluyen los adicionales y deductivos.
- ✓ Metrado controlado es el que fue ejecutado con el control correspondiente de los recursos. Este metrado es aquel que se toma en consideraciones para la toma de indicadores de productividad.

4.2.2.Pc01 corte y carguío en material suelto y roca suelta

Cuadro N°73: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01		PROYECTO 02		PROYECTO 03	
			ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA							(*01)
IRC	RECURSOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRC01	Metrado	m3	1,667,719		1,295,497		236,518	
IRC02	Composición metrado		69%MS+31%RS		36%MS+64%RS		91%MS+9%RS	
IRC03	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	19,211	33,140	25,792	17,735	5,412	6,738
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	150,649	282,116	235,663	139,402	44,730	49,740
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	20,263	80,407	28,658	26,148	6,012	15,436
IRC06	Mano de Obra - Obreros	h-h	78,336	85,392	74,197	85,242	3,955	53,813
IRT	RATIOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRT01	Productividad diaria estimada / ejecutada	m3/día	1,200	775	850	898	963	423
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	4.72	8.20	8.24	5.15	6.22	13.21
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	1.58	2.10	1.98	1.66	0.90	7.24
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	2.04	4.00	4.18	2.49	3.50	4.31
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	1.10	2.10	2.08	1.00	1.82	1.66
IRT03	Combustible	gln/m3	0.090	0.169	0.182	0.108	0.189	0.210
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.047	0.051	0.057	0.066	0.017	0.228
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.842	8.513	9.137	7.860	8.265	7.382
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.055	2.426	1.111	1.474	1.111	2.291
IRT	RATIOS TEORICOS							
IRT07	Productividad diaria teórica	m3/día	1,360		1,330		1,338	
IRT08	Factor de productividad estimada / ejecutada	%	-12%	-43%	-36%	-32%	-28%	-68%

(*1) Las partidas de material suelto incluyen trabajos de excavación en bofedales, material orgánico e inadecuado.

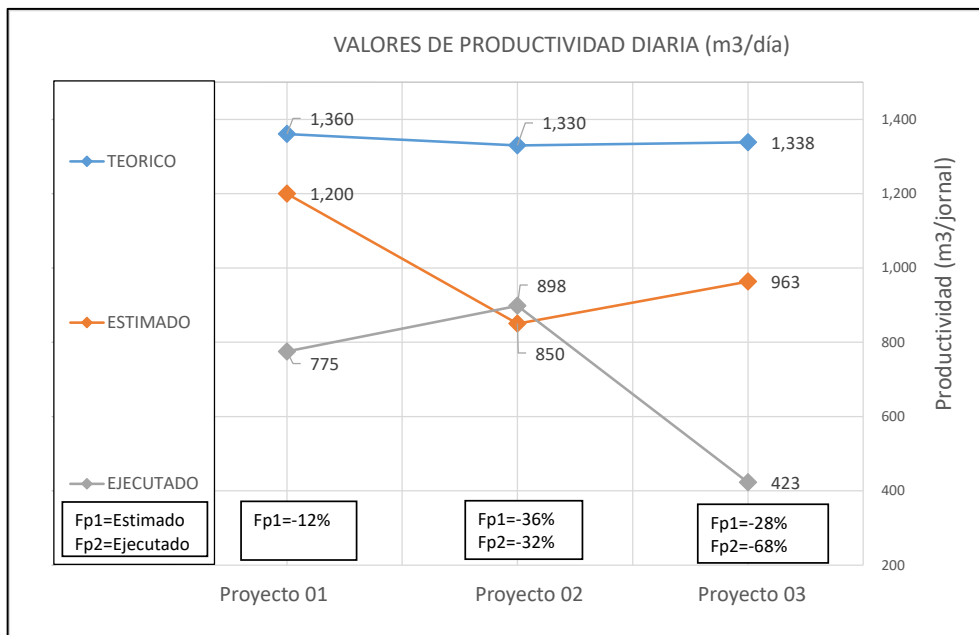


Figura N°12: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

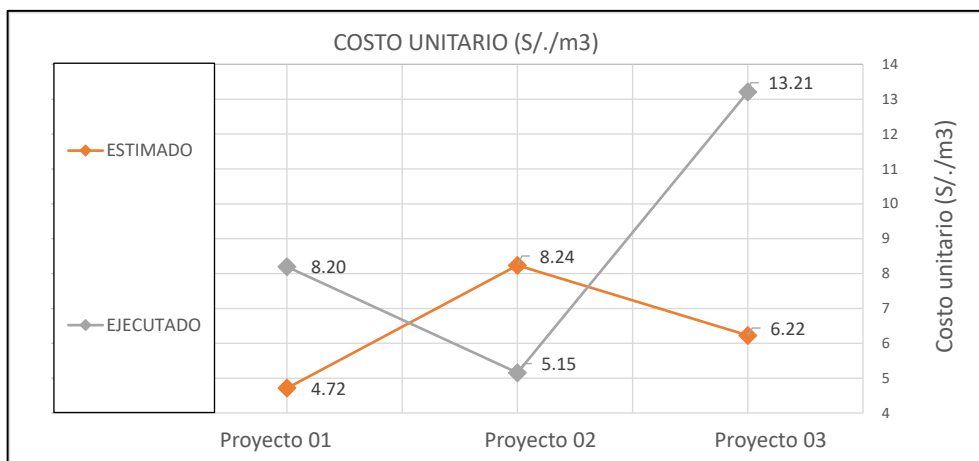


Figura N°13: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

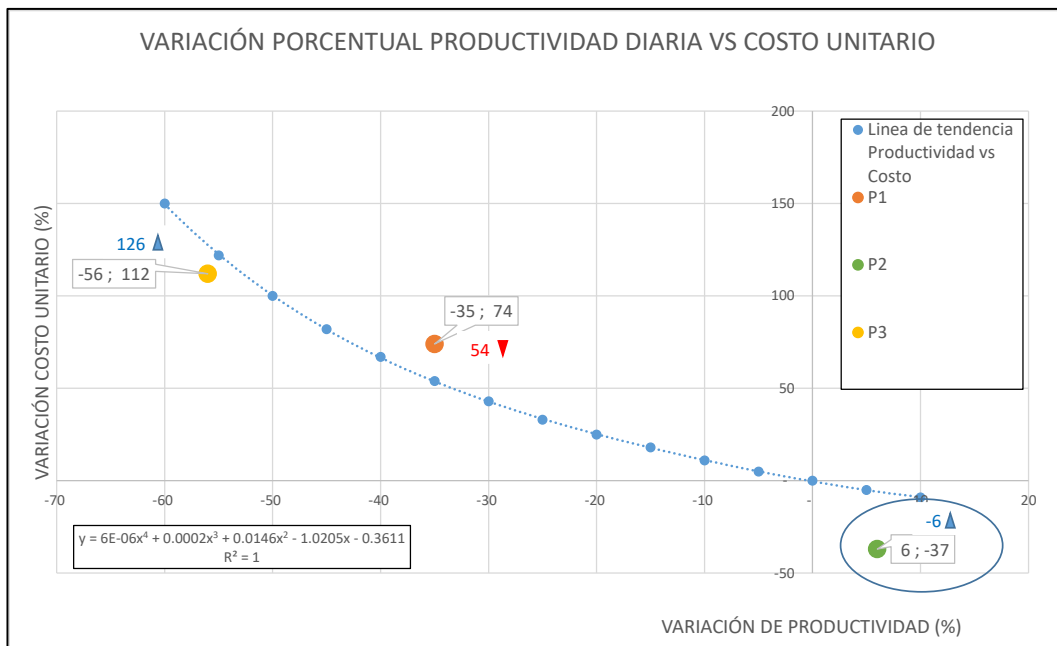


Figura N°14: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

4.2.3.Pc02 empuje y carguío en roca fija

Cuadro N°74: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01		PROYECTO 02		PROYECTO 03	
			ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA							(*01)
IRC	RECURSOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRC01	Metrado	m3	2,176,858		300,700		58,532	
IRC02	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	43,537	52,868	7,518	7,226	2,143	2,468
IRC03	Combustible (Petróleo)	gln	329,304	447,373	71,973	57,654	19,802	20,118
IRC04	Mano de Obra - Operadores	h-h	46,432	76,645	8,353	9,744	2,380	7,080
IRC05	Mano de Obra - Obreros	h-h	217,686	105,761	20,658	24,274	8,164	14,361
IRT	RATIOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRT01	Productividad diaria estimada / ejecutada	m3/día	750	621	800	542	1,000	543
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	8.32	8.96	10.75	8.63	14.79	20.58
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	3.18	1.98	2.47	2.42	5.21	9.49
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	3.30	4.59	5.54	4.44	6.31	8.04
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	1.84	2.39	2.74	1.76	3.26	3.05
IRT03	Combustible	gln/m3	0.151	0.206	0.239	0.192	0.338	0.344
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.100	0.049	0.069	0.081	0.139	0.245
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.564	8.462	9.574	7.979	9.242	8.151
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.067	1.450	1.111	1.348	1.111	2.868
IRT	RATIOS TEORICOS							
IRT07	Productividad diaria teórica	m3/día	888		840		780	
IRT08	Factor de productividad estimada / ejecutada	%	-16%	-30%	-5%	-35%	28%	-30%

(*1) Las partidas Empuje y carguío en roca fija incluye recursos de perforación y voladura.

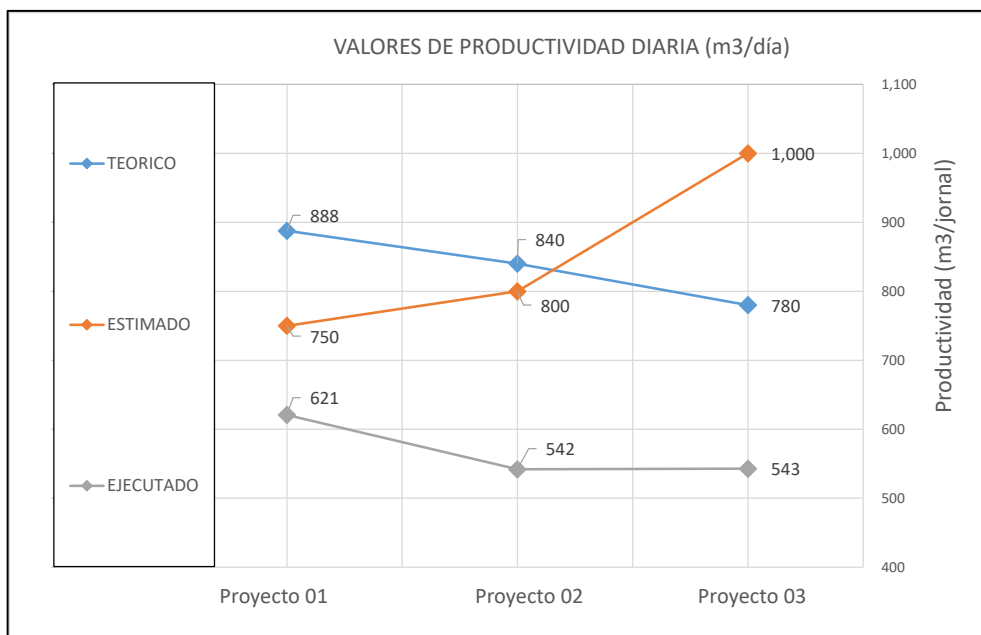


Figura N°15: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

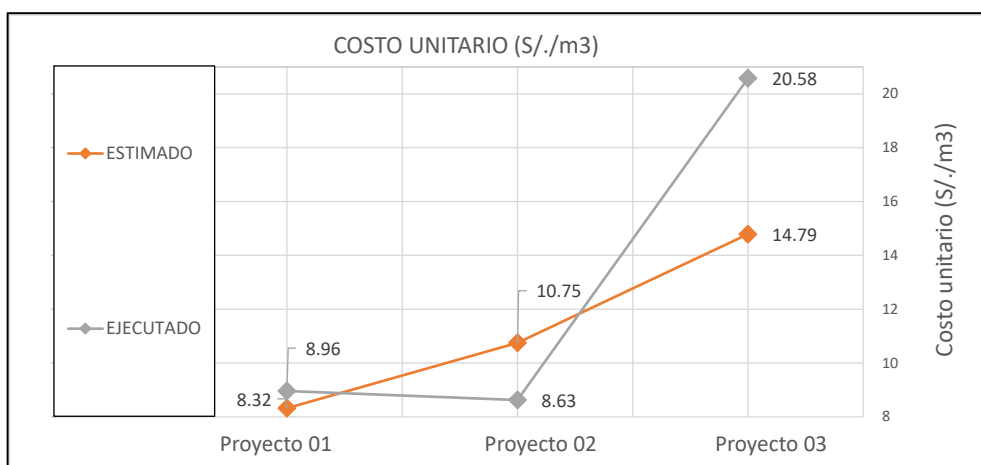


Figura N°16: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC02 Empuje y carguío en roca fija" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

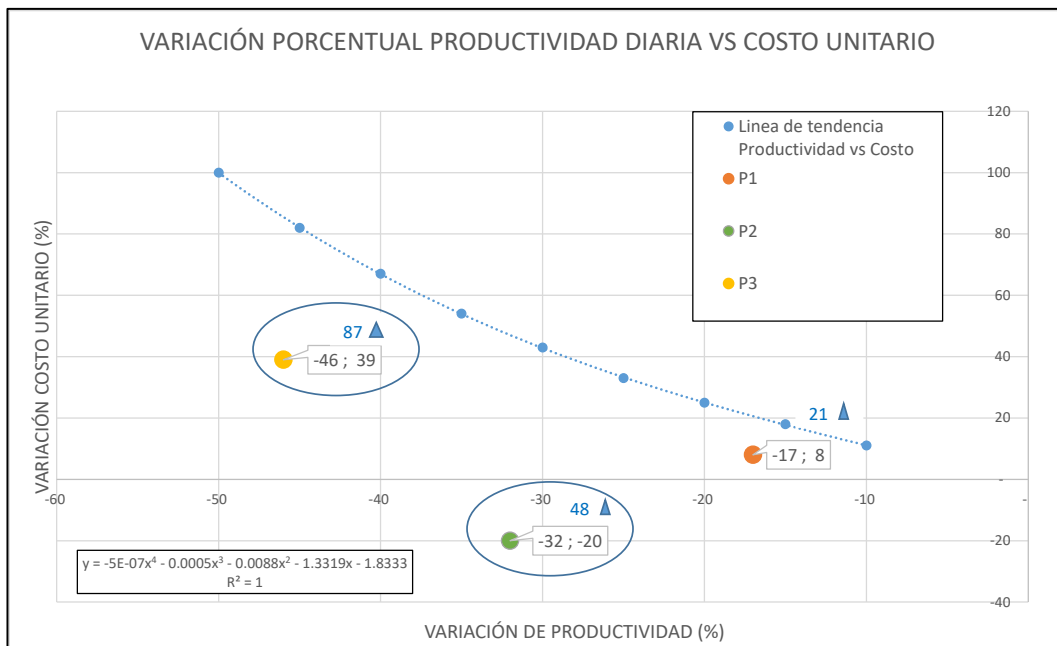


Figura N°17: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC02 Empuje y carguío en roca fija" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

4.2.4.Pc03 transporte de material granular

Cuadro N°75: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC03 Transporte de material granular" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01		PROYECTO 02		PROYECTO 03	
			ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR							
IRC	RECURSOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRC01	Metrado	m3-km	10,720,583		3,699,105		52,165	
IRC02	Distancia	km	5.22		8.14		1.07	
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	148,934	205,137	48,442	56,732	1,175	1,330
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	446,801	587,116	155,015	140,483	3,173	4,402
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	148,934	336,459	53,824	70,219	1,306	4,504
IRT	RATIOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRT01	Productividad diaria estimada / ejecutada	m3-km/día	720	523	764	652	444	392
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3-km	1.95	2.92	1.85	1.88	2.69	4.73
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	0.47	0.80	0.46	0.53	0.85	2.48
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	0.97	1.48	0.91	1.05	1.25	1.88
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	0.51	0.63	0.48	0.31	0.59	0.37
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.042	0.055	0.042	0.038	0.061	0.084
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	3.000	2.862	3.200	2.476	2.700	3.310
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.000	1.640	1.111	1.238	1.111	3.386
IRT	RATIOS TEORICOS							
IRT06	Productividad diaria teórica	m3-km/día	841		919		387	
IRT07	Factor de productividad estimada / ejecutada	%	-14%	-38%	-17%	-29%	15%	1%

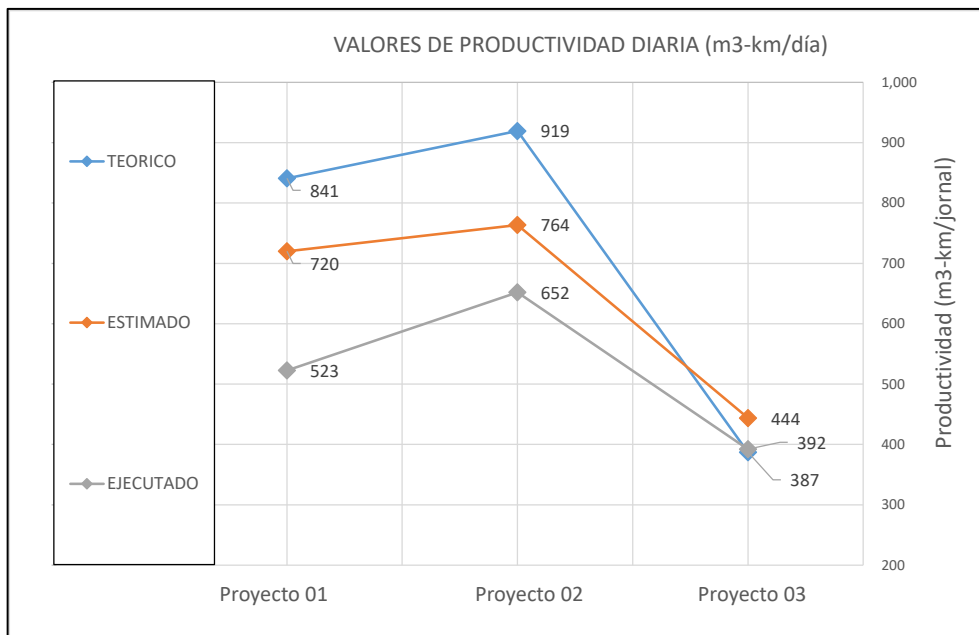


Figura N°18: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC03 Transporte de material granular" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

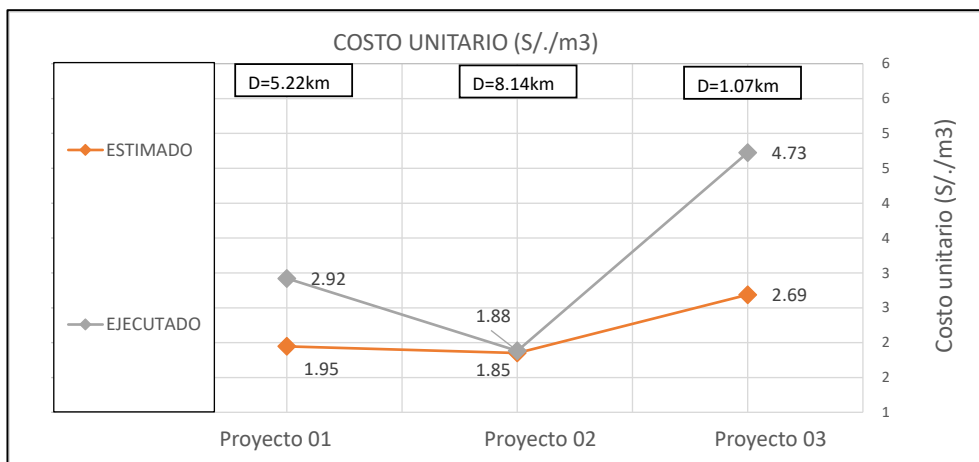


Figura N°19: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC03 Transporte de material granular" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

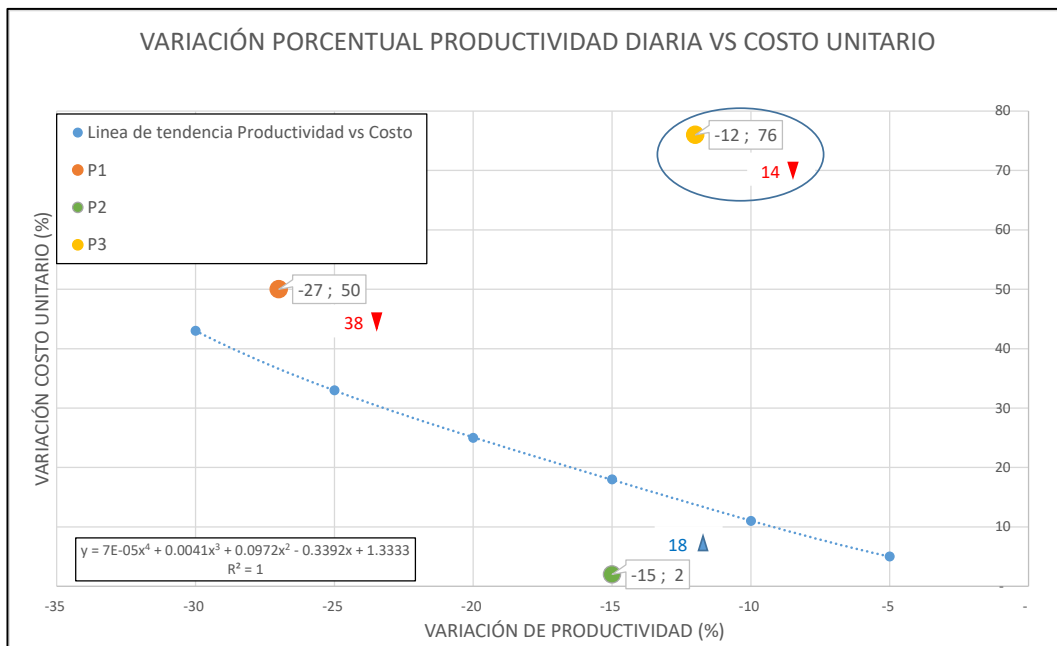


Figura N°20: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC03 Transporte de material granular" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

4.2.5.Pc04 transporte de material excedente

Cuadro N°76: Resumen de Indicadores estimados y ejecutados de la "PC04 Transporte de material excedente" (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01		PROYECTO 02		PROYECTO 03	
			ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO	ESTIMADO	EJECUTADO
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE							
IRC	RECURSOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRC01	Metrado	m3-km	6,673,602		3,763,608		2,394,460	
IRC02	Distancia	km	4.18		3.35		8.12	
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	98,990	95,431	59,145	72,730	30,464	22,696
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	296,970	258,922	189,292	215,927	82,260	82,180
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	98,990	150,267	65,686	99,531	33,847	42,981
IRT	RATIOS ESTIMADOS / EJECUTADOS							
IRT01	Productividad diaria estimada / ejecutada	m3-km/día	675	699	636	517	786	1,055
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	2.08	2.10	2.22	2.66	1.52	1.53
IRT02-1	Precio Unitario (Mano de obra)	S/. /m3	0.50	0.58	0.55	0.71	0.49	0.55
IRT02-2	Precio Unitario (Equipos)	S/. /m3	1.04	1.06	1.09	1.41	0.70	0.69
IRT02-3	Precio Unitario (Combustible)	S/. /m3	0.54	0.45	0.58	0.54	0.33	0.30
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.044	0.039	0.050	0.057	0.034	0.034
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	3.000	2.713	3.200	2.969	2.700	3.621
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.000	1.575	1.111	1.368	1.111	1.894
IRT	RATIOS TEORICOS							
IRT06	Productividad diaria teórica	m3-km/día	674		670		933	
IRT07	Factor de productividad estimada / ejecutada	%	0%	4%	-5%	-23%	-16%	13%

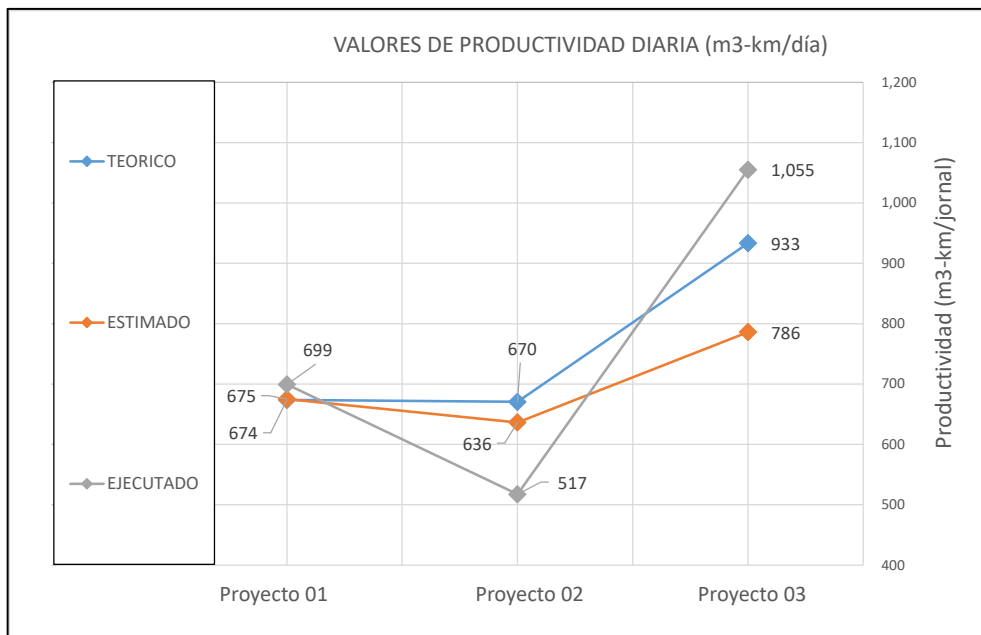


Figura N°21: Productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de la partida de control "PC04 Transporte de material excedente" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

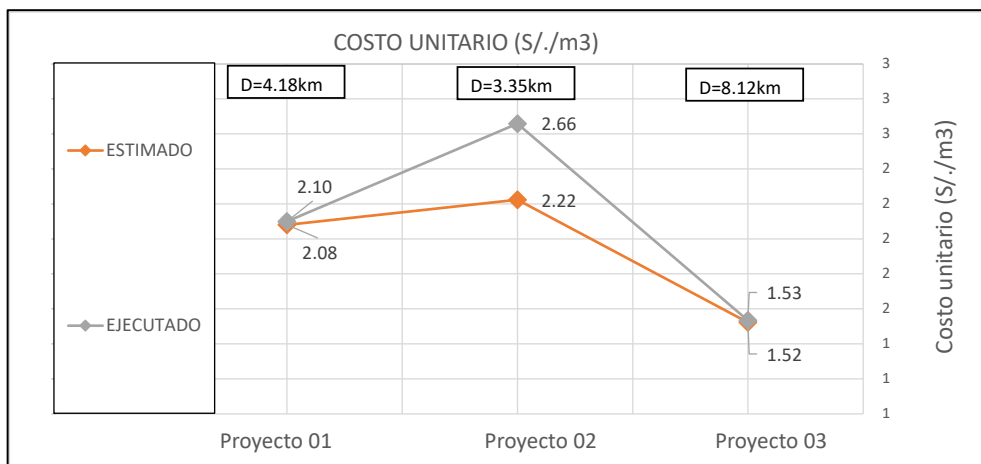


Figura N°22: Costo unitario estimada y ejecutada de la partida de control "PC04 Transporte de material excedente" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

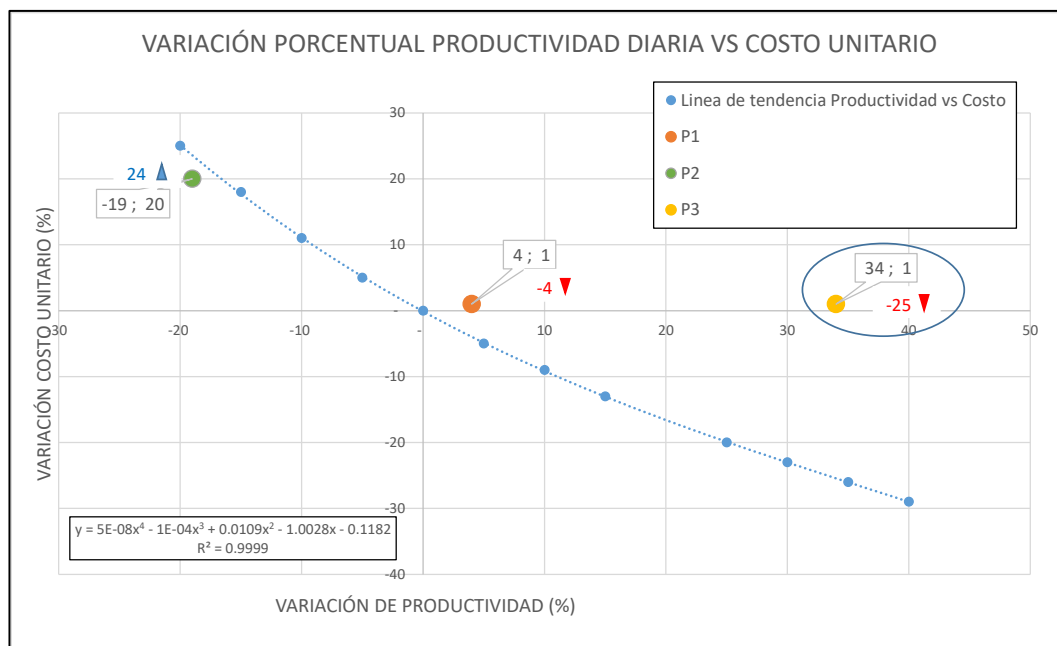


Figura N°23: Variación porcentual de productividad diaria versus costos unitario "PC04 Transporte de material excedente" de los proyectos 1, 2 y 3 (Fuente: Elaboración propia)

4.3. APLICACIÓN DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD

4.3.1. Productividad de partidas ejecutadas vs productividad del libro "Costos y Tiempos en Carretera"

Se aplica el factor de productividad a las partidas de movimiento de tierras, y se compara la productividad ejecutada con la productividad del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" del Ing. Walter Ibañez (2010:96-120):

Cuadro N°77: Proyecto 01 Costa, productividad diaria de partidas de corte vs productividad diaria del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) = (a) * [1 - (b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez (2010)
		m3/día	%	m3/día	m3/día
01	Corte en material suelto	1,361 <i>Ver cuadro N°48</i>	-43% <i>Ver cuadro N°73</i>	776	810
02	Corte en roca suelta	1,360 <i>Ver cuadro N°48</i>	-43% <i>Ver cuadro N°73</i>	775	530
03	Corte en roca fija	888 <i>Ver cuadro N°50</i>	-30% <i>Ver cuadro N°74</i>	622	450

Cuadro N°78: Proyecto 02 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de partidas de corte vs productividad diaria del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) =(a)*[1-(b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez (2010)
		m3/día	%	m3/día	m3/día
01	Corte en material suelto	1,454 Ver cuadro N°53	-32% Ver cuadro N°73	989	460
02	Corte en roca suelta	1,260 Ver cuadro N°53	-32% Ver cuadro N°73	857	370
03	Corte en roca fija	840 Ver cuadro N°54	-35% Ver cuadro N°74	546	300

Cuadro N°79: Proyecto 03 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de partidas de corte vs productividad diaria del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) =(a)*[1-(b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez (2010)
		m3/día	%	m3/día	m3/día
01	Corte en material suelto	1,355 Ver cuadro N°57	-68% Ver cuadro N°73	434	460
02	Corte en roca suelta	1,172 Ver cuadro N°57	-68% Ver cuadro N°73	375	370
03	Corte en roca fija	780 Ver cuadro N°54	-30% Ver cuadro N°74	546	300

Cuadro N°80: Proyecto 03 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de partidas de transporte de material granular vs productividad diaria del libro "Costos y Tiempos en Carreteras" (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) =(a)*[1-(b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez (2010)
		m3/día	%	m3/día	m3/día
01	Transporte d=1km	369 Ver cuadro N°59	13% Ver cuadro N°76	417	409

4.3.2.Productividad ejecutada de tractores vs productividad de la revista CAPECO.

Cuadro N°81: Proyecto 01 Costa, productividad diaria de Tractor Cat D6T vs productividad diaria indicada en CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica Cat D6T (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) =(a)*[1-(b)]	Productividad CAPECO 2014 Cat D6D
		m3/día	%	m3/día	m3/día
01	Corte en material suelto Cat D6T	980 Ver cuadro N°43	-43% Ver cuadro N°73	559	470

Cuadro N°82: Proyecto 01 Costa, productividad diaria de Tractor Cat D7R2 vs productividad diaria indicada CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica Cat D7R2 (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) = (a)*[1+(b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez
		m3/día	%	m3/día	m3/día
01	Corte en roca suelta Cat D7R2	860 <i>Ver cuadro N°43</i>	-43% <i>Ver cuadro N°73</i>	490	550
02	Corte en roca fija Cat D7R2	990 <i>Ver cuadro N°43</i>	-43% <i>Ver cuadro N°73</i>	564	450

Cuadro N°83: Proyecto 02 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de Tractor Cat D8R vs productividad diaria indicada CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica Cat D8R (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) = (a)*[1+(b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez
		m3/día	%	m3/día	m3/día
1	Corte en material suelto Cat D8R	1,360 <i>Ver Anexo B</i>	-32% <i>Ver cuadro N°73</i>	925	670
2	Corte en roca suelta Cat D8R	900 <i>Ver Anexo B</i>	-32% <i>Ver cuadro N°73</i>	612	540
3	Corte en roca fija Cat D8R	1,030 <i>Ver Anexo B</i>	-35% <i>Ver cuadro N°74</i>	670	430

Cuadro N°84: Proyecto 03 Sierra mayor a 3,800 msnm, productividad diaria de Tractor Cat D8R vs productividad diaria indicada CAPECO (2014) (Fuente: Elaboración propia)

ITEM	DESCRIPCIÓN	Productividad diaria teórica Cat D8R (a)	Factor de productividad diaria ejecutada (b)	Productividad diaria ejecutada (c) = (a)*[1+(b)]	Productividad Ing. Walter Ibañez
		m3/día	%	m3/día	m3/día
1	Corte en material suelto Cat D8R	1,260 <i>Ver Anexo F</i>	-68% <i>Ver cuadro N°73</i>	403	670
2	Corte en roca suelta Cat D8R	840 <i>Ver Anexo F</i>	-68% <i>Ver cuadro N°73</i>	269	540
3	Corte en roca fija Cat D8R	960 <i>Ver Anexo F</i>	-30% <i>Ver cuadro N°74</i>	672	430

4.3.3. Productividad ejecutada de tractores vs productividad de tesis anteriores

En el proyecto 03, del Cuadro N°73, para la partida de control PC01, se tiene que la productividad estimada es de 963 m3/día y la ejecutada de 423 m3/día que represente un 44% y para la partida de control PC02, del Cuadro N°74, se tiene que la productividad estimada es de 1,000 m3/día y la ejecutada de 543 m3/día que represente un 54% y en la tesis "Productividad de la maquinaria en las actividades de movimiento de tierras del depósito de arenas de molienda – La Quina – Fase IV Cajamarca – 2014", (Vargas Campos, 2015, pág. 96), ubicado en la sierra del Perú a 4,200 msnm, donde se tiene que la productividad real es el 80.7% de la productividad estimada.

Las tesis "Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución de cierres de mina - Caso Maqui Maqui Norte – Cajamarca" (Huingo Calua, 2013, pág. 68), y "Rendimiento de la maquinaria pesada en el proyecto cierre de mina Pachacutec, La Quina – Yanacocha - Cajamarca" (Huatay Aliaga,

2014, pág. 58), dan como resultado que las productividades reales de tractores tipo D8R y D6T son de un 10% a un 27% menores a las productividades teóricas, que representa para el presente estudio los factores de productividad diaria ejecutada, obteniendo en la presente tesis para la “PC02 empuje y carguío de roca fija” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria ejecutada es -30%, -35% y -30% respecto a la teórica, ver Cuadro N°74.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.4.1. Gestión del conocimiento del área de operaciones

La gestión del conocimiento en el área de operaciones permite obtener la información de los proyectos ejecutados, el análisis de esta información permite obtener valores de productividades ejecutadas, resumidos en los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76 y comentados en los seis puntos siguientes. Estos datos permiten validar la segunda hipótesis específica de la presente tesis.

- 1) En el capítulo 4.1 se detallan todos los datos obtenidos de obra en referencia a las fases de control de los tres proyectos. Estos datos permiten obtener la productividad diaria ejecutada, así como los demás indicadores y ratios definidos en el capítulo 3.3.
- 2) En los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76 se indica el factor de productividad ejecutado de los tres proyectos, así como el comparativo de los demás ratios e indicadores definidos en el capítulo 3.3.
- 3) PC01 Corte y carguío de material suelto y roca suelta, se tiene:
 - a. Proyecto 01: De la Figura N°8, el 83.3% de proceso de carguío fue con una excavadora sobre orugas de 240-270 HP tipo CAT 336DL, de lo que se puede inferir que dicho equipo tuvo una productividad diaria de 775 m³/día en la actividad de carguío. No se puede determinar la participación de la excavadora en proceso de corte dado que se tiene también en la partida el tractor sobre orugas de 300-330HP tipo CAT D8T.
 - b. Proyecto 02: Del Anexo J, el 86% de proceso de carguío fue con una excavadora sobre orugas de 240-270 HP tipo CAT 336DL, de lo que se puede inferir que dicho equipo tuvo una productividad diaria de 898 m³/día en la actividad de carguío. No se puede determinar la participación de la excavadora en proceso de corte

dado que se tiene también en la partida el tractor sobre orugas de 300-330HP tipo CAT D8T.

- c. Proyecto 03: Del Anexo P, el 66.3% de proceso de carguío fue con una excavadora sobre orugas de 240-270 HP tipo CAT 336DL, el 22.9% con una excavadora sobre orugas de 170-200 HP tipo CAT 324DL, y un 10.9% con excavadoras menores de 110-140HP. Esta distribución de excavadoras en la partida de control no permite inferir directamente que la productividad de la excavadora tipo CAT 336 DL. Al mismo tiempo esta productividad no se puede asociarse directamente a la partida de materia suelta o roca suelta.

4) PC02 empuje y carguío de roca fija, se tiene:

- a. Proyecto 01: De la Figura N°10, el 90.8% de proceso de carguío fue con una excavadora sobre orugas de 240-270 HP tipo CAT 336DL de lo que se puede inferir que la excavadora tuvo una productividad de 621 m³/día en la actividad de carguío.
- b. Proyecto 02: Del Anexo L, el 77.3% de proceso de carguío fue con una excavadora sobre orugas de 240-270 HP tipo CAT 336DL y el 15.8% con una excavadora sobre orugas de 200-240 HP tipo CAT 339DL, de lo que se puede inferir que la excavadora tipo CAT 336DL tuvo una productividad diaria de 542 m³/día en la actividad de carguío.
- c. Proyecto 03: Del Anexo R, el 81.5% de proceso de carguío fue con una excavadora sobre orugas de 240-270 HP tipo CAT 336DL y el 18% con una excavadora sobre orugas de 170-200 HP tipo CAT 324DL, de lo que se puede inferir de manera aproximada que la excavadora tipo CAT 336DL tuvo una productividad diaria de 543 m³/día en la actividad de carguío.

5) PC03 Transporte de material granular, se tiene:

- a. En el proyecto 3, de la Figura N°19, la distancia promedio de transporte fue de 1.07 km, es decir que a nivel de estimación la productividad diaria estimada en el primer kilómetro puede ser comparada a la ejecutada. Al mismo tiempo la productividad diaria ejecutada es aproximadamente igual a la teórica.
- b. Las productividades diarias obtenidas no se pueden relacionar directamente a las partidas de estimación, transporte hasta 1 km y

el transporte para mayores a 1 km, salvo en el proyecto 3, toda vez que las productividades diarias obtenidas están relacionadas a las distancias promedio de acarreo de material.

- 6) PC04 Transporte de material excedente, de la Figura N°21 se tiene:
 - a. Las productividades diarias obtenidas no se pueden relacionar directamente a las partidas de estimación, transporte hasta 1 km y el transporte para mayores a 1 km, toda vez que estas están relacionadas a las distancias promedio de acarreo de material.

4.4.2. Gestión del conocimiento del área de presupuestos

La gestión del conocimiento en el área de presupuestos permite obtener la información de los proyectos estudiados que posteriormente fueron adjudicados, el análisis de esta información permite obtener valores de productividades teóricas y estimadas en el formato de fases de control, resumidos en los Cuadro N°61, Cuadro N°62, Cuadro N°63 y Cuadro N°64 y comentados en los siete puntos siguientes, esto genera la línea base para el posterior comparativo con las productividades ejecutadas. Estos datos permiten validar la primera hipótesis específica de la presente tesis.

Al mismo tiempo en los Cuadro N°61, Cuadro N°62, Cuadro N°63 y Cuadro N°64 se tiene el resumen de las productividades teóricas, las cuales se hallan considerando las características generales de los proyectos lo que permite comparar posteriormente entre uno y otro proyecto según su ubicación geográfica y/o altitud, estos datos permiten validar la cuarta hipótesis específica de la presente tesis.

- 1) Para la “PC01 Corte y carguío de material suelto y roca suelta” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria estimada es -12%, -36% y -28% respecto a la teórica, ver Cuadro N°61. Estos valores representan el factor de productividad estimado.
- 2) Para la “PC02 empuje y carguío de roca fija” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria estimada es -16%, -5% y 28% respecto a la teórica, ver Cuadro N°62. Estos valores representan el factor de productividad estimado.
- 3) Para la “PC03 Transporte de material granular” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria estimada es -14%, -17% y 15% respecto

a la teórica, ver Cuadro N°63. Estos valores representan el factor de productividad estimado.

- 4) Para la "PC04 Transporte de material excedente" en los tres proyectos estudiados la productividad diaria estimada es -0%, -5% y -16% respecto a la teórica, ver Cuadro N°64. Estos valores representan el factor de productividad estimado.
- 5) El factor de productividad diaria estimada para el proyecto 01, carretera en la costa, oscila entre -12% y -14% a excepción de la partida de control PC04.
- 6) El factor de productividad diaria estimada para el proyecto 02, carretera en la sierra a una altura de 3,800 y 4,200 msnm, oscila entre -5% y -36%.
- 7) El factor de productividad diaria estimada para el proyecto 03, pad de lixiviación a una altura de 3,800 y 4,200 msnm, son muy dispersos teniendo factores positivos del 28% y 15% y negativos de -28% y -16%.

4.4.3. Gestión del conocimiento entre el área de presupuestos y operaciones

La gestión del conocimiento en el área de operaciones permite obtener la información del control de proyecto en fases de control y este se hace a nivel de costos y no de productividades, este primer término "partida de control" no es utilizado en el área de presupuestos, ya que en esta última se estima los costos a nivel de partidas con análisis de costos unitarios, y la revisión y control de estas se hacen a base de productividades. Esta diferencia de conceptos no permite una retroalimentación de productividad en la obra de movimiento de tierras de una empresa constructora peruana.

Sin embargo, al identificar y unificar los datos de las partidas con análisis de costos unitarios del área de presupuestos y las fases de control del área de operaciones, tal como se detalla en los siguientes primeros cuatro puntos, permite la retroalimentación de productividades, lo cual deja sin validez la segunda hipótesis planteada de la presente tesis.

Del punto cinco al punto ocho se detallan las variaciones que se encuentran al comparar la retroalimentación de productividades con respecto a los resultados de costos.

Del punto nueve al punto doce se describe los demás indicadores que se pueden retroalimentar a parte del costo y la productividad.

- 1) Para la “PC01 Corte y carguío de material suelto y roca suelta” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria ejecutada es -43%, -32% y -68% respecto a la teórica, ver Cuadro N°73. Estos valores representan el factor de productividad ejecutado.
- 2) Para la “PC02 empuje y carguío de roca fija” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria ejecutada es -30%, -35% y -30% respecto a la teórica, ver Cuadro N°74. Estos valores representan el factor de productividad ejecutado.
- 3) Para la “PC03 Transporte de material granular” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria ejecutada es -38%, -29% y 1% respecto a la teórica, ver Cuadro N°75. Estos valores representan el factor de productividad ejecutado.
- 4) Para la “PC04 Transporte de material excedente” en los tres proyectos estudiados la productividad diaria ejecutada es 4%, -23% y +13% respecto a la teórica, ver Cuadro N°76. Estos valores representan el factor de productividad ejecutado.
- 5) PC01 Corte y carguío de material suelto y roca suelta
 - a. La Figura N°14, resume la variación de la productividad estimada y ejecutada, así como la variación del costo, al respecto se indica:
 - i. Proyecto 01: La productividad diaria ejecutada fue 35% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 74% mayor al estimado.
 - ii. Proyecto 02: La productividad diaria ejecutada fue 6% mayor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 37% menor al estimado. En esta partida de control la variación de la productividad fue 6% mayor, lo que debe generar un menor costo unitario del orden del 6%, sin embargo, el costo unitario fue un 37% menor.
 - iii. Proyecto 03: La productividad diaria ejecutada fue 56% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 112% mayor al estimado.
 - iv. A nivel general se puede evidenciar que la productividad diaria estimada en comparación a la ejecutada en los proyectos 1 y 3 fue del 35% y 56% menor, y el proyecto 2 un 6% mayor.

- b. De la Figura N°12, se tiene la productividad teórica, estimada y ejecutada de los proyectos.
- i. Proyecto 01: La productividad diaria teórica es 1,360 m³/día, la estimada 1,200 m³/día y la ejecutada 775 m³/día. Esto refleja que la productividad diaria ejecutada es un 43% menor al teórico. Esta productividad no puede asociarse directamente a la partida de materia suelta o roca suelta.
 - ii. Proyecto 02: La productividad diaria teórica es 1,330 m³/día, la estimada de 850 m³/día y ejecutada de 898 m³/día. Esto refleja que la productividad ejecutada es un 32% menor al teórico. Esta productividad no se puede asociarse directamente a la partida de materia suelta o roca suelta.
 - iii. Proyecto 03: La productividad diaria teórica es 1,338 m³/día, la estimada de 963 m³/día y la ejecutada de 423 m³/día. Esto refleja que la productividad diaria ejecutada es un 68% menor al teórico. Esta productividad no puede asociarse directamente a la partida de materia suelta o roca suelta.
 - iv. Proyecto 03: La productividad diaria ejecutada de 423 m³/día se debe en parte a que dicha partida también contemplo trabajos de excavación de material orgánico, excavación en bofedales y de material inadecuado. En el proyecto se consideró un solo metrado y un solo control de recursos, lo que no permite obtener la productividad individual de cada partida.
 - v. Si revisamos las productividades diarias ejecutadas con respecto a las teóricas se evidencia una reducción del orden del 32% al 43%, siendo la mayor reducción del 68% en el proyecto 03, al respecto se logró evidenciar que dicha partida también contemplo trabajos de excavación de material orgánico, excavación en bofedales y de material inadecuado, lo que ha influido en la baja productividad obtenida en relación con el proyecto 1 y 2.

6) PC02 empuje y carguío de roca fija

- a. La Figura N°17, resume la variación de la productividad diaria estimada y ejecutada, así como la variación del costo, al respecto se indica:
 - i. Proyecto 01: La productividad diaria ejecutada fue 17% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 8% mayor al estimado.
 - ii. Proyecto 02: La productividad diaria ejecutada fue 32% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 20% menor al estimado. En esta partida de control la variación de la productividad fue 32% menor, lo que debe generar un mayor costo unitario del orden del 48%, sin embargo, el costo unitario fue un 20% menor.
 - iii. Proyecto 03: La productividad diaria ejecutada fue 46% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 39% mayor al estimado. En esta partida de control la variación de la productividad fue 46% menor, lo que debe generar un mayor costo unitario del orden del 87%, sin embargo, el costo unitario fue un 39% mayor.
 - iv. A nivel general se puede evidenciar que la productividad diaria estimada en comparación a la ejecutada tiene reducciones del orden del 17% al 46%.
- b. De la Figura N°15, se tiene la productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de los proyectos.
 - i. Proyecto 01: La productividad diaria teórica es 888 m³/día, la estimada de 750 m³/día y la ejecutada de 621 m³/día. Esto refleja que la productividad diaria ejecutada es un 30% menor al teórico. Esta productividad se puede asociarse directamente a la partida de Excavación en roca fija
 - ii. Proyecto 02: La productividad diaria teórica es 840 m³/día, la estimada de 800 m³/día y la ejecutada de 542 m³/día. Esto refleja que la productividad diaria ejecutada es un 35% menor al teórico. Esta productividad se puede asociarse directamente a la partida de Excavación en roca fija

- iii. Proyecto 03: La productividad diaria estimada fue de 1,000 m³/día, superior en un 28% con respecto a la teórica, esto evidencia una postura optimista en la etapa de estimación del costo. Finalmente, la productividad diaria ejecutada fue de 543 m³/día un 30% menor a la teórica, y que guarda relación a la disminución de productividad del 30% al 35% en los proyectos 1 y 2.
- iv. Si revisamos las productividades diarias ejecutadas con respecto a las teóricas se evidencia una reducción del orden del 30% al 35%, lo que nos permite tener una mejor percepción con respecto a la productividad diaria teórica versus la ejecutada.

7) PC03 Transporte de material granular

- a. La Figura N°20, resume la variación de la productividad diaria estimada y ejecutada, así como la variación del costo, al respecto se indica:
 - i. Proyecto 01: La productividad diaria ejecutada fue 27% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 50% mayor al estimado.
 - ii. Proyecto 02: La productividad diaria ejecutada fue 15% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 2% mayor al estimado. En esta partida de control la variación de la productividad fue 15% menor, lo que debe generar un mayor costo unitario del orden del 18%, sin embargo, el costo unitario fue un 2% mayor.
 - iii. Proyecto 03: La productividad diaria ejecutada fue 12% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 76% mayor al estimado. En esta partida de control la variación de la productividad fue 12% menor, lo que debe generar un mayor costo unitario del orden del 14%, sin embargo, el costo unitario fue un 76% mayor.
 - iv. A nivel general se puede evidenciar que la productividad diaria estimada en comparación a la ejecutada tiene reducciones del orden del 12% al 27%.

- b. De la Figura N°18, se tiene la productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de los proyectos.
 - i. Si revisamos las productividades diarias ejecutadas con respecto a las teóricas se evidencia una reducción del 36% y 29% respectivamente en los proyectos 1 y 2, y una mayor productividad del 1% en el proyecto 3.
- 8) PC04 Transporte de material excedente
 - a. La Figura N°23, resume la variación de la productividad diaria estimada y ejecutada, así como la variación del costo, al respecto se indica:
 - i. Proyecto 01: La productividad diaria ejecutada fue 4% mayor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 1% mayor al estimado.
 - ii. Proyecto 02: La productividad diaria ejecutada fue 19% menor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 20% mayor al estimado.
 - iii. Proyecto 03: La productividad diaria ejecutada fue 34% mayor respecto a la estimada, y el costo unitario ejecutado 1% mayor al estimado. En esta partida de control la variación de la productividad fue 34% mayor, lo que debe generar un menor costo unitario del orden del 25%, sin embargo, el costo unitario fue un 1% mayor.
 - iv. A nivel general se puede evidenciar que la productividad diaria estimada en comparación a la ejecutada es 19% menor en el proyecto 2, sin embargo, es 4% y 34% mayor en los proyectos 1 y 3.
 - b. De la Figura N°21, se tiene la productividad diaria teórica, estimada y ejecutada de los proyectos.
 - i. Si revisamos las productividades diarias ejecutadas con respecto a las teóricas se evidencia una reducción del 23% en el proyecto 2, y una mayor productividad diaria del orden de 4% y 13% en los proyectos 1 y 3 respectivamente.
- 9) PC01 Corte y carguío de material suelto y roca suelta. En el Cuadro N°73, se tiene el resumen de los recursos estimados y ejecutados.

- b. El consumo de combustible por hora máquina estimado fue de 7.842, 9.137 y 8.265 gln/h-m y el consumo ejecutado fue de 8.513, 7.860 y 7.382 gln/h-m respectivamente en los proyectos 1, 2 y 3.
 - c. Este consumo de combustible no se puede relacionar directamente al consumo de combustible por equipo, para ello se requiere el análisis de control de combustible por equipo.
 - d. El ratio de horas de operador entre horas de equipos, en el proyecto 1 y 3 se tuvo un ratio de 2.43 y 2.29 respectivamente, y en el proyecto 2 un ratio de 1.47. Lo que evidencia que el control de horas del personal en obra está relacionada a su permanencia en obra, dado que se le controla y pago 10 horas por día, este o no este operativo el equipo, mientras que los equipos se controlan por las horas productivas.
- 10) PC02 empuje y carguío de roca fija. En el Cuadro N°74, se tiene el resumen de los recursos estimados y ejecutados.
- a. El consumo de combustible por hora máquina estimado fue de 7.564, 9.574 y 9.242 gln/h-m y el consumo ejecutado fue de 8.462, 7.979 y 8.151 gln/h-m respectivamente en los proyectos 1, 2 y 3.
 - b. Este consumo de combustible no se puede relacionar directamente al consumo de combustible por equipo, para ello se requiere el análisis de control de combustible por equipo.
 - c. El ratio de horas de operador entre horas de equipos, en el proyecto 1 y 2 se tuvo un ratio de 1.45 y 1.35 respectivamente, y en el proyecto 3 un ratio de 2.87.
- 11) PC03 Transporte de material granular. En el Cuadro N°75, se tiene el resumen de los recursos estimados y ejecutados.
- b. El consumo de combustible por hora máquina estimado fue de 3, 3.2 y 2.7 gln/h-m y el consumo ejecutado fue de 2.86, 2.48 y 3.31 gln/h-m respectivamente en los proyectos 1, 2 y 3.
 - c. Este consumo de combustible se puede relacionar directamente al consumo de combustible de los volquetes que efectúan el transporte, dado que en esta partida de control solo se tiene el uso de estos equipos.

- d. El ratio de horas de operador entre horas de equipos, en el proyecto 1 y 2 se tuvo un ratio de 1.64 y 1.24 respectivamente, y en el proyecto 3 un ratio de 3.38.

12) PC04 Transporte de material excedente. En el Cuadro N°76, se tiene el resumen de los recursos estimados y ejecutados.

- b. El consumo de combustible por hora máquina estimado fue de 3, 3.2 y 2.7 gln/h-m y el consumo ejecutado fue de 2.71, 2.97 y 3.62 gln/h-m respectivamente en los proyectos 1, 2 y 3.
- c. Este consumo de combustible se puede relacionar directamente al consumo de combustible de los volquetes que efectúan el transporte, dado que en esta partida de control solo se tiene el uso de estos equipos.
- d. El ratio de horas de operador entre horas de equipos, en el proyecto 1 y 2 se tuvo un ratio de 1.57 y 1.37 respectivamente, y en el proyecto 3 un ratio de 1.89.

4.4.4. Gestión del conocimiento en la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras.

En los siguientes siete puntos se exponen los principales resultados obtenidos a partir de la información de los presupuestos de obras adjudicadas y el control de costos de estas, el acceso a esta información es producto de la gestión del conocimiento en las áreas de presupuestos y operaciones de la empresa constructora peruana.

Esta información procesada genera el factor de productividad ejecutado, mediante el cual se puede retroalimentar la productividad de proyectos ejecutados para el estudio de nuevos, lo cual valida la primera hipótesis planteada de la presente tesis.

- 1) Los factores de productividades diarios estimados permiten evidenciar la relación e interacción del área de propuestas y el área de operaciones en el estudio de proyectos, al mismo tiempo permiten tener una línea base para la comparación con los factores de productividad ejecutados. Ver Cuadro N°61, Cuadro N°62, Cuadro N°63 y Cuadro N°64
- 2) El factor de productividad diaria estimada para el proyecto 01, carretera en la costa, oscila entre -12% y -14% y el factor de productividad diaria

- ejecutada oscila entre -38% y -43%, a excepción de la partida de control PC04. Ver los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76.
- 3) El factor de productividad diaria estimada para el proyecto 02, carretera en la sierra a una altura de 3,800 y 4,200 msnm, oscila entre -5% y -36% y el factor de productividad diaria ejecutada oscila entre -23% y -35%. Ver los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76.
 - 4) El factor de productividad diaria estimada para el proyecto 03, pad de lixiviación a una altura de 3,800 y 4,200 msnm, para las fases de control PC01, PC02, PC03 y PC04 son -28%, +28%, +15% y -16% respectivamente, mientras que el factor de productividad diaria ejecutada fue de -68%, -30%, 1% y +13%. Ver los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76.
 - 5) En los proyectos 01 y 02, se obtuvo factores de productividades diarias ejecutadas para las fases de control PC01, PC02, PC03 y PC04 de -38% a -43%, y -23% a -35% respectivamente. Estos valores son fundamentales para el estudio de nuevos proyectos de características similares, ya que su aplicación en el cálculo de productividades teóricas permite una retroalimentación directa. Ver los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76.
 - 6) Para el proyecto 03, se obtuvo factores de productividades diarias ejecutadas para las fases de control PC01, PC02, PC03 y PC04 de -68%, -30%, +1% y +13% respectivamente. Estos valores son muy dispersos a comparación de lo obtenido en los proyectos 01 y 02, lo que determina en primera instancia no ser tomados en cuenta para la retroalimentación de productividades sin antes ser revisados a detalle.
 - 7) La gestión del conocimiento en la retroalimentación de productividades permite hallar los factores de productividad, los cuales, al ser aplicados a las productividades teóricas, permiten comparar con datos indicados en los antecedentes de la presente tesis.
 - 7.1) Factor de productividad en partidas de excavación.
 - a. Para el proyecto 1 en la costa, del Cuadro N°77, la productividad diaria de corte en material suelto es inferior en un 4%, corte en roca suelta y roca fija es superior en un 46% a 38% con respecto a la productividad diaria indicada en el libro del Ingeniero Walter Ibañez (2010)

- b. Para el proyecto 2 en la sierra mayor a 3,800 msnm, del Cuadro N°78, la productividad diaria de corte en material suelto, roca suelta y roca fija es superior en un 82% a 132% con respecto a la productividad indicada en el libro del Ingeniero Walter Ibañez (2010)
 - c. Para el proyecto 3 en la sierra mayor a 3,800 msnm, del Cuadro N°79, la productividad diaria de corte en material suelto y roca suelta es similar y la de corte en roca fija es superior en un 82% con respecto a la indicada en el libro del Ingeniero Walter Ibañez (2010)
 - d. Para el proyecto 3 en la sierra mayor a 3,800 msnm, del Cuadro N°80, la productividad diaria de transporte de material excedente menor o igual a 1 kilómetro es similar a la indicada en el libro del Ingeniero Walter Ibañez (2010)
- 7.2) Factor de productividad aplicado a la productividad de tractores.
- a. Para el proyecto 1 en la costa, del Cuadro N°81, la productividad diaria del tractor Cat D6T en corte de material suelto es 19% superior con respecto a la indicada en la revista (Camará Peruana de la Construcción, 2014)
 - b. Para el proyecto 1 en la costa, del Cuadro N°82, la productividad diaria del tractor Cat D7R2 en corte de roca suelta es 11% menor y en corte roca fija 25% mayor con respecto a la indicada en la revista (Camará Peruana de la Construcción, 2014)
 - c. Para el proyecto 2 en la sierra mayor a 3,800 msnm, del Cuadro N°83, la productividad diaria del tractor Cat D8R en corte de material suelto, roca suelta y roca fija es 38%, 13% y 25% mayor con respecto a la indicada en la revista (Camará Peruana de la Construcción, 2014)
 - d. Para el proyecto 3 en la sierra mayor a 3,800 msnm, del Cuadro N°84, la productividad diaria del tractor Cat D8R en corte de material suelto, roca suelta es 40% y 50% menor, y en corte de roca fija 56% mayor, con respecto a la indicada en la revista (Camará Peruana de la Construcción, 2014)

CONCLUSIONES

La gestión del conocimiento permite acceder a la data de proyectos de movimiento de tierras adjudicados y ejecutados, que al ser organizados y homologados generan valores que permite la retroalimentación de productividades mediante el factor de productividad, este factor de productividad es producto de la relación entre la gestión del conocimiento y la retroalimentación de productividad en obras de movimiento de tierras. De manera general, en los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76, se ha obtenido que el proceso de corte y carguío en material suelto, roca suelta y roca fija la productividad diaria obtenida en campo, en comparación a la teórica, es de un 30% a un 40% menor, y para los procesos de transporte de material granular y excedente de un 0% a un 30% menor, estas últimas con dos excepciones en las cuales se tiene productividades 1% a 28% mayor.

De las doce fases de control estudiados en la presente tesis, se evidencio que diez de ellas tuvieron un costo unitario mayor al que se estimó, sin embargo, a nivel de costos los tres proyectos arrojaron márgenes positivos para la empresa, esto evidencia que los datos más importantes a retroalimentar del conocimiento nuevo son los factores de productividad, ya que los costos unitarios son sensibles a la variación de los precios de los recursos en el tiempo.

La aplicación de la gestión del conocimiento en el área de operaciones permite tomar la información que se generó, almacenó y distribuyó en los tres proyectos ejecutados para obtener las productividades ejecutadas diarias de las fases de control, resumidas en los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76. Estas productividades permiten relacionar la gestión del conocimiento en el área de operaciones con la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras.

La aplicación de la gestión del conocimiento en el área de presupuestos permite tener la información histórica de las productividades diarias teóricas y estimadas de los proyectos estudiados, estas al ser explotadas y reagrupadas según las fases de control, que es el conocimiento del área de operaciones, se obtiene el factor de productividad estimado. La productividad diaria la teórica y estimada, junto al factor de productividad estimado, son el punto de inicio para completar el proceso de retroalimentación a nivel de productividades, evidenciando a su vez la relación de la gestión del conocimiento en el área de

presupuestos con la retroalimentación de productividades de obras de movimiento de tierras. La productividad estimada en el proyecto 01 va del -12% al -16% respecto al teórico, a excepción de la partida de control PC04 que no hubo reducción, ver Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76. En el proyecto 02 el factor de productividad estimado va del -5% al -36% con respecto al teórico, y en el proyecto 03 se tiene para la PC02 y PC03 un +28% y +15% lo cual denota un optimismo por parte del área de operaciones a la hora de validar las productividades en el proceso de licitación, ver Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76.

La gestión del conocimiento aplicado en el área de presupuestos permite obtener la productividad teórica y estimada, indicadas en los Cuadro N°61, Cuadro N°62, Cuadro N°63 y Cuadro N°64, y en el área de operaciones la productividad ejecutada. La relación y comparación de estas tres productividades se muestran en los Cuadro N°73, Cuadro N°74, Cuadro N°75 y Cuadro N°76, permiten evidenciar la relación de la gestión del conocimiento en la interacción del área de presupuestos y operaciones para la retroalimentación de productividades en obras de movimiento de tierras.

Las características generales de los proyectos, como ubicación, altura sobre el nivel del mar, meses de ejecución en temporada de lluvias, son factores que influyen directamente en el cálculo de la productividad diaria teórica, resumidas en los Cuadro N°61, Cuadro N°62, Cuadro N°63 y Cuadro N°64. La productividad diaria teórica es la línea base para comparar las productividades estimadas y las ejecutadas, por lo tanto, se evidencia la relación de la gestión del conocimiento en la identificación de las principales características de los proyectos con la retroalimentación de productividades de obras de movimiento de tierras. En el proyecto uno que es de la costa se presenta la productividad diaria teórica mayor respecto a los proyectos dos y tres que se encuentran en la sierra a una altura superior a los 3800 msnm, a mayor altura menor productividad diaria, esto también se evidencia directamente en el proceso de empuje y carguío de roca fija, en el proyecto uno tuvo una productividad diaria ejecutada de 621 m³/día y en los proyectos dos y tres de 542 m³/día y 543 m³/día respectivamente. El valor del factor de productividad ejecutado en las fases de control va desde +13% a -68%, generando una dispersión que no permite mejorar el cálculo de las productividades teóricas.

El proyecto uno, que es el proyecto más antiguo con relación a los otros dos proyectos, se evidencio la estimación de los procesos de corte con tractores sobre orugas tipo D6T y D7R2, y en el mismo proyecto en su ejecución se utilizaron en un 77% tractores sobre orugas tipo D8T, este nuevo tractor con una mayor potencia se utilizó en los siguientes proyectos dejando de lado el modelo D7R2 y el D6T.

Con los resultados del presente estudio, en específico con el factor de productividad ejecutada, se comparó la productividad diaria obtenida en los proyectos 1, 2 y 3 a nivel de partidas de excavación, con respecto a la indicada en el libro de “Costos y Tiempos en Carreteras” del ingeniero (Ibañez, 2010), obteniendo en su mayoría productividades superiores a lo indicado en el libro.

Del mismo modo se aplicó el factor de productividad ejecutada a las productividades diarias teóricas de los tractores Cat D6T, D7R2 y D8R y se comparó los resultados con lo indicado en la revista (Camará Peruana de la Construcción, 2014) obteniendo resultados mayores en el corte de roca fija, y resultados positivos en el corte de material suelto y roca suelta del proyecto 2, y resultados negativos en el proyecto 3.

RECOMENDACIONES

En la gestión del conocimiento en el área de operaciones se recomienda controlar la productividad diaria (m³/día) en el control de obra, de esta manera la retroalimentación será más fluida y confiable. Actualmente el control de proyectos en las partidas de movimiento de tierras prioriza el costo, obteniendo gráficas de la variación del costo a lo largo del desarrollo del proyecto, dejando de lado la información referente a la productividad.

En referencia a la aplicación del conocimiento generado y almacenado para el estudio de nuevos proyectos, a través de la retroalimentación de la productividad diaria obtenida en obra. Se recomienda su aplicación bajo la supervisión y validación del área de operaciones, dado que los valores obtenidos en obra también absorben condiciones particulares de cada proyecto, tanto ineficiencias propias de la empresa como factores externos, como cambios de ingeniería, paralizaciones sindicales, etc. Como ejemplo se tiene el proyecto tres que tuvo un factor de productividad diaria de 68% menor en el proceso de corte y carguío de material suelto y roca suelta, esto debido a las condiciones de propias del material a cortar.

Se recomienda generar procesos de mejora continua en referencia al cálculo de productividades diaria teóricas en el área de presupuestos con apoyo del área de operaciones, toda vez que la variación entre la productividad diaria teórica y ejecutada en el proceso de transporte tuvo valores positivos del 1%, 4% y 16% en los proyectos uno y tres, esto último permite inferir que las velocidades consideradas en el cálculo de la productividad teórica fueron menores a lo ejecutado, por lo que generar un proceso de mejora continua en relación a las velocidad de transporte aportan directamente en mejorar la línea base para el estudio de nuevos proyecto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camará Peruana de la Construcción. (2014). Análisis de precios unitarios en edificaciones. Lima, Perú.
- CATERPILLAR. (Enero de 2017). Caterpillar Performance Handbook. 47. Peoria, Illinois, USA.
- Coelho, F. (27 de mayo de 2019). Retroalimentación. *Retroalimentación*. Recuperado el 13 de junio de 2021, de <https://www.significados.com/retroalimentacion>
- Ghio Castillo, V. (2002). *Productividad en obras de construcción, diagnostico y crítica propuesta*. Lima: PUCP-Fondo Editorial.
- Huatay Aliaga, M. A. (2014). Rendimiento de la maquinaria pesada en el proyecto cierre de mina Pachacutec, La Quinoa – Yanacocha - Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Huingo Calua, N. (2013). Evaluación de rendimientos de maquinaria pesada en la ejecución de cierres de mina - Caso Maqui Maqui Norte - Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Ibañez, W. (2010). *Costos y Tiempos en Carreteras*. Lima: Empresa Editora Macro E.I.R.L.
- Ikujiro, N., & Hirotaka, T. (1995). *The Knowledge-Creating Company*". Oxford University Press, EEUU.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Junio de 2013). Manual de carreteras . *Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013*. Lima, Perú.
- Padilla Bonilla, A. A. (Junio de 2016). Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR. Costa Rica.
- Pavez Salazar, A. A. (2000). Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. Valparaiso, Chile.

Pedraglio O'Hara, D., & Soto Vergara, D. A. (Octubre de 2013). Gestión del conocimiento en el sector construcción. Lima. Recuperado el 28 de Junio de 2020

Real Academia Española. (10 de Marzo de 2021). <https://dle.rae.es/>. Obtenido de <https://dle.rae.es/>: <https://dle.rae.es/conocer>

Vargas Campos, C. A. (2015). Productividad de la maquinaria en las actividades de movimiento de tierras del depósito de arenas de molienda - La Quinua – Fase IV Cajamarca – 2014. Cajamarca, Perú.

ANEXOS

Anexo A: Cálculo de la productividad diaria teórica de excavadoras para el proyecto 02 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO		ROCA SUELTA		ROCA FUA
			CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO	CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO	CARGUIO PURO
01	Cálculo de factor de corrección						
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
01.02	Clima	(b) Sierra (12 meses de obra, incluye 3 meses de lluvia)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 3800-4600 msnm	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
01.05	Factores de corrección	(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
02	Características de material						
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,510.00	1,720.00	1,720.00	1,750.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	1,900.00	2,280.00	2,280.00	2,610.00
02.03	Factor corrección por densidad	(Fc2)=(e)/(f)	0.79	0.79	0.75	0.75	0.67
03	Cálculo de producción del equipo excavadora CAT 336DL						
03.01	Capacidad de cucharón	(g) Capacidad volumétrica (m3s)	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
03.02	Factor corrección cucharón	(h) Factor de corrección cucharón material suelto	0.95	0.95	0.85	0.85	0.56
03.03	Capacidad de cucharón corregido	(i) Capacidad para material suelto (m3s)	2.00	2.00	1.79	1.79	1.18
03.04	Capacidad de volquete	(j) Capacidad volumétrica (m3s)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
03.05	Tiempo de lamponada	(k) Tiempo de lamponada para cortar y cargar (min)	0.33	0.43	0.33	0.43	0.33
03.06	Número de lamponadas	(m)=(j)/(i)	8.00	8.00	9.00	9.00	13.00
03.07	Tiempo de carguío de volquete	(n)=(m)*(k)	2.64	3.44	2.97	3.87	4.29
03.08	Producción m3 suelto por hora	(o)=[(j)/(n)]*60 (m3s)	340.91	261.63	303.03	232.56	209.79
03.09	Producción m3 suelto corregido por hora	(p)=(o)*(Fc1) (m3s)	204.09	156.63	181.41	139.23	125.59
03.10	Producción m3 compacto por hora	(Pr1)=(p)*(Fc2) (m3c)	162.00	124.00	137.00	105.00	84.00
03.11	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
03.12	Producción m3 compacto por jornal	(Pr2)=(Pr1)*(q) (m3c)	1,620.00	1,240.00	1,370.00	1,050.00	840.00
04	Cálculo de producción del equipo excavadora CAT 329DL						
04.01	Capacidad de cucharón	(r) Capacidad volumétrica (m3s)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
04.02	Factor corrección cucharón	(s) Factor de corrección cucharón material suelto	0.95	0.95	0.85	0.85	0.56
04.03	Capacidad de cucharón corregido	(t) Capacidad para material suelto (m3s)	1.43	1.43	1.28	1.28	0.84
04.04	Capacidad de volquete	(u) Capacidad volumétrica (m3s)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
04.05	Tiempo de lamponada	(w) Tiempo de lamponada para cortar y cargar (min)	0.33	0.43	0.33	0.43	0.33
04.06	Número de lamponadas	(v)=(u)/(t)	11.00	11.00	12.00	12.00	18.00
04.07	Tiempo de carguío de volquete	(x)=(v)*(w)	3.63	4.73	3.96	5.16	5.94
04.08	Producción m3 suelto por hora	(y)=[(u)/(x)]*60 (m3s)	247.93	190.27	227.27	174.42	151.52
04.09	Producción m3 suelto corregido por hora	(z)=(y)*(Fc1) (m3s)	148.43	113.91	136.06	104.42	90.71
04.10	Producción m3 compacto por hora	(Pr3)=(z)*(Fc2) (m3c)	118.00	91.00	103.00	79.00	61.00
04.11	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
04.12	Producción m3 compacto por jornal	(Pr4)=(Pr3)*(q) (m3c)	1,180.00	910.00	1,030.00	790.00	610.00

Anexo B: Cálculo de la productividad diaria teórica de tractores para el proyecto 02 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO	ROCA SUELTA	ROCA DE VOLADURA
			CORTE	CORTE	CORTE
01	Cálculo de factor de corrección				
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.75	0.75	0.75
01.02	Clima	(b) Sierra (12 meses de obra, incluye 3 meses de lluvia)	0.92	0.92	0.92
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 3800-4600 msnm	0.87	0.87	0.87
01.05	Factor de tracción	(ft) Terreno Normal	0.90	0.90	0.90
01.06	Pendiente	(pt) Pendiente 0%	1.00	1.00	1.00
01.07	Material	(mt) Fácil o difícil de cortar	1.00	0.70	0.90
01.08	Metodo de empuje	(me)	1.00	1.00	1.00
01.09	Factores de corrección	$(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)*(ft)*(pt)*(me)$	0.45	0.31	0.40
02	Características de material				
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,720.00	1,750.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	2,280.00	2,610.00
02.03	Factor corrección por densidad	$(Fc2)=(e)/(f)$	0.79	0.75	0.67
05	Cálculo de producción del Tractor D8R				
05.01	Producción m3 suelto por hora	(t) Hoja Semiuniversal dempuje 45 mts	380.00	380.00	380.00
05.02	Producción m3 suelto corregido por hora	$(x)=(t)*(Fc1)$ (m3s)	170.62	119.43	153.56
05.03	Producción m3 compacto por hora	$(Pr5)=(x)*(Fc2)$ (m3c)	136.00	90.00	103.00
05.04	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00
05.05	Producción m3 compacto por jornal	$(Pr6)=(Pr5)*(q)$ (m3c)	1,360.00	900.00	1,030.00

Anexo C: Cálculo de la productividad diaria teórica de transporte para el proyecto 02 (Fuente: (Ibañez, 2010))

Descripción de Actividad	Nomenclatura	Unidades	VOLQUE 15-17 M3 (MATERIAL EXCEDENTE)		VOLQUE 15M3 (MATERIAL GRANULAR)	
			D<=1 KM	D>1 KM	D<=1 KM	D>1 KM
DATOS DE INGRESO						
Distancia de Ida	DI	Km	1.00	1.00	1.00	1.00
Distancia de Retorno	DR	Km	1.00	1.00	1.00	1.00
Jornada Efectiva	JE	Hr	10.00	10.00	10.00	10.00
Capacidad de Volquete Volumen	CV	M3	16.00	16.00	15.00	15.00
Capacidad de Volquete Peso	CW	Tn	25.60	25.60	25.60	25.60
Velocidad de Transporte Cargado	VC	Km/hr	12.00	20.00	12.00	20.00
Velocidad de Transporte Descargado	VD	Km/hr	15.00	25.00	15.00	25.00
Tiempo de Descarga	TD	Min	1.50		3.00	
Eficiencia	EF		0.83	0.83	0.83	0.83
Densidad en Banco (*1)	DC	Tn/m3	2.230	2.230	1.840	1.840
Densidad suelta (*1)	DS	Tn/m3	1.668	1.668	1.540	1.540
Rendimiento de Carguo (*2)	RC	M3c/hr	104.80		125.00	
Esponjamiento	ESP=(DC/DS)		1.34		1.19	
CALCULO PRODUCCIÓN						
CAPACIDAD EFECTIVA DE CARGA						
Volumen suelto transportado	VWS	M3s	15.35	15.35	15.00	15.00
Peso suelto transportado	WWS=(VWS*DS)	Tn	25.60	25.60	23.10	23.10
Volumen Efectivo Transportado	VET=(VWS*DS/DC)	M3c	11.48	11.48	12.55	12.55
CALCULO DE CICLO						
Tiempo de Carguo	TL	Min	6.57	-	6.03	-
Tiempo de Recorrido Cargado	TC=(DI*60/VC)	Min	5.00	3.00	5.00	3.00
Tiempo de Descarga	TD	Min	1.50	-	3.00	-
Tiempo de Recorrido Descargado	TU=(DR*60/VD)	Min	4.00	2.40	4.00	2.40
Ciclo Normal	CICLO=(TL+TC+TD+TU)	Min	17.07	5.40	18.03	5.40
Ciclo Corregido por eficiencia (*3)	CICLOF=(TC+TD+TU)/EF+TL	Min	19.17	6.48	20.43	6.48
CALCULO DE VOLQUETES Y VIAJES						
Volquetes Estimados	NVA=(CICLOF/TL)	Und	2.92	1.00	3.39	1.00
Calculo de Viajes por Jornada	NVV=(JE*60/CICLOF)	Vje	31.30	92.59	29.37	92.59
PRODUCCIÓN DE TRANSPORTE						
Producción de transporte por flota	ROT=(NVV*NVA*VET)	m3-km/Flota	1,049.05	1,062.94	1,250.14	1,162.44
Producción de transporte por Volquete	PRO=(ROT/NVA)	m3-km/Jornada	359.26	1,062.94	368.77	1,162.44
CALCULO PRODUCCIÓN A UNA DISTANCIA PONDERADA						
Transporte por m3-km (*4)	T0	m3-km	1,124,668	2,638,941	454,337	3,244,768
Total Transporte por m3-km	T1=(T0 <=1km + T0 >1km)	m3-km		3,763,608		3,699,105
Total Horas	T2=(T0*JE/PRO)	horas	31,305	24,827	12,320	27,913
Total Horas Acumuladas	T3=(T2 <=1km + T2 >1km)	horas		56,132		40,234
Producción a una Distancia Ponderada	PROD=(T1/T3*JE)	m3-km/Jornada	D=3.35 km	670.50	D=8.14 km	919.41

(*1) La densidad indicada para el transporte de material excedente, es el promedio de densidades de material suelto, roca suelta y roca fija ejecutados en el proyecto.

(*2) La producción de carguo para material excedente corresponde al promedio de las producciones teóricas del corte y carguo de una excavadora tipo CAT 336DL en material suelto, roca suelta y roca fija. Mientras que la producción de carguo para el material granular es la producción teórica de un cargador tipo CAT 966 H.

(*3) El factor de eficiencia no afecta al tiempo de carguo, dado que este tiempo depende de la producción de carguo que ya viene afectado por un factor de eficiencia.

(*4) La cantidad de material producida en el primer kilómetro y mayor a un kilómetro en el proyecto.

Anexo D: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación de explanaciones en material común", "Excavación de explanaciones en roca fracturada" y "Excavación de explanaciones en roca fija" para el proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

Excavación de explanaciones en material común					
Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m ³ /jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m ³ /jornal)
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	CAT D8T	0.23	Corte	1,360	314
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.19	Carguío	1,620	314
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.81	Corte y Carguío	1,240	1,000
Excavadora Sobre Orugas de 200 - 240 HP	CAT 329DL	0.15	Corte y Carguío	910	140
				Producción Corte y Carguío	1,454
Excavación de explanaciones en roca fracturada					
Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m ³ /jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m ³ /jornal)
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	CAT D8T	1.00	Corte	900	900
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.66	Carguío	1,370	900
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.34	Corte y Carguío	1,050	360
				Producción Corte y Carguío	1,260
Excavación de explanaciones en roca fija					
Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m ³ /jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m ³ /jornal)
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	CAT D8T	1.00	Corte	1,030	1,030
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	1.00	Carguío	840	840
				Producción Corte y Carguío	840

Anexo E: Cálculo de la productividad diaria teórica de excavadoras para el proyecto 03 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO		ROCA SUELTA		ROCA FIJA
			CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO	CARGUIO PURO	CORTE Y CARGUIO	CARGUIO PURO
01	Cálculo de factor de corrección						
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
01.02	Clima	(b) Sierra (9 meses de obra, incluye 4 meses de lluvia)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 3800-4600 msnm	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
01.05	Factores de corrección	(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
02	Características de material						
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,510.00	1,720.00	1,720.00	1,750.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	1,900.00	2,280.00	2,280.00	2,610.00
02.03	Factor corrección por densidad	(Fc2)=(e)/(f)	0.79	0.79	0.75	0.75	0.67
03	Cálculo de producción del equipo excavadora CAT 336DL						
03.01	Capacidad de cucharón	(g) Capacidad volumétrica (m3s)	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
03.02	Factor corrección cucharón	(h) Factor de corrección cucharón material suelto	0.95	0.95	0.85	0.85	0.56
03.03	Capacidad de cucharón corregido	(i) Capacidad para material suelto (m3s)	2.00	2.00	1.79	1.79	1.18
03.04	Capacidad de volquete	(j) Capacidad volumétrica (m3s)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
03.05	Tiempo de lamponada	(k) Tiempo de lamponada para cortas y cargar (min)	0.33	0.43	0.33	0.43	0.33
03.06	Número de lamponadas	(m)=(j)/(i)	8.00	8.00	9.00	9.00	13.00
03.07	Tiempo de carguío de volquete	(n)=(m)*(k)	2.64	3.44	2.97	3.87	4.29
03.08	Producción m3 suelto por hora	(o)=[(j)/(n)]*60 (m3s)	340.91	261.63	303.03	232.56	209.79
03.09	Producción m3 suelto corregido por hora	(p)=(o)*(Fc1) (m3s)	189.82	145.67	168.73	129.49	116.81
03.10	Producción m3 compacto por hora	(Pr1)=(p)*(Fc2) (m3c)	151.00	116.00	127.00	98.00	78.00
03.11	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
03.12	Producción m3 compacto por jornal	(Pr2)=(Pr1)*(q) (m3c)	1,510.00	1,160.00	1,270.00	980.00	780.00

Anexo F: Cálculo de la productividad diaria teórica de tractores para el proyecto 03 (Fuente: (CATERPILLAR, 2017))

ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGOS Y FORMULACIÓN	MATERIAL SUELTO	ROCA SUELTA	ROCA DE VOLADURA
			CORTE	CORTE	CORTE
01	Cálculo de factor de corrección				
01.01	Factor Operador	(a) Bueno	0.75	0.75	0.75
01.02	Clima	(b) Sierra (9 meses de obra, incluye 4 meses de lluvia)	0.85	0.85	0.85
01.03	Eficiencia	(c) 50 min / hora	0.83	0.83	0.83
01.04	Altura	(d) 3800-4600 msnm	0.87	0.87	0.87
01.05	Factor de tracción	(ft) Terreno Normal	0.90	0.90	0.90
01.06	Pendiente	(pt) Pendiente 0%	1.00	1.00	1.00
01.07	Material	(mt) Fácil o difícil de cortar	1.00	0.70	0.90
01.08	Metodo de empuje	(me)	1.00	1.00	1.00
01.09	Factores de corrección	$(Fc1)=(a)*(b)*(c)*(d)*(ft)*(pt)*(me)$	0.42	0.29	0.38
02	Características de material				
02.01	Densidad suelta	(e) (kg/m3s)	1,510.00	1,720.00	1,750.00
02.02	Densidad compacta	(f) (kg/m3c)	1,900.00	2,280.00	2,610.00
02.03	Factor corrección por densidad	$(Fc2)=(e)/(f)$	0.79	0.75	0.67
05	Cálculo de producción del Tractor D8R				
05.01	Producción m3 suelto por hora	(t) Hoja Semiuniversal dempuje 45 mts	380.00	380.00	380.00
05.02	Producción m3 suelto corregido por hora	$(x)=(t)*(Fc1)$ (m3s)	158.69	111.08	142.82
05.03	Producción m3 compacto por hora	$(Pr5)=(x)*(Fc2)$ (m3c)	126.00	84.00	96.00
05.04	Jornal	(q) (horas)	10.00	10.00	10.00
05.05	Producción m3 compacto por jornal	$(Pr6)=(Pr5)*(q)$ (m3c)	1,260.00	840.00	960.00

Anexo G: Cálculo de la productividad diaria teórica de transporte para el proyecto 03 (Fuente: (Ibañez, 2010))

Descripción de Actividad	Nomenclatura	Unidades	VOLQUE 15-17 M3 (MATERIAL EXCEDENTE)		VOLQUE 15M3 (MATERIAL GRANULAR)	
			D<=1 KM	D>1 KM	D<=1 KM	D>1 KM
DATOS DE INGRESO						
Distancia de Ida	DI	Km	1.00	1.00	1.00	1.00
Distancia de Retorno	DR	Km	1.00	1.00	1.00	1.00
Jornada Efectiva	JE	Hr	10.00	10.00	10.00	10.00
Capacidad de Volquete Volumen	CV	M3	16.00	16.00	15.00	15.00
Capacidad de Volquete Peso	CW	Tn	25.60	25.60	25.60	25.60
Velocidad de Transporte Cargado	VC	Km/hr	12.00	20.00	12.00	20.00
Velocidad de Transporte Descargado	VD	Km/hr	15.00	25.00	15.00	25.00
Tiempo de Descarga	TD	Min	1.50		3.00	
Eficiencia	EF		0.83	0.83	0.83	0.83
Densidad en Banco (*1)	DC	Tn/m3	2.024	2.024	1.840	1.840
Densidad suelta (*1)	DS	Tn/m3	1.603	1.603	1.540	1.540
Rendimiento de Carguío (*2)	RC	M3c/hr	104.51		125.00	
Esponjamiento	ESP=(DC/DS)		1.26		1.19	
CALCULO PRODUCCIÓN						
CAPACIDAD EFECTIVA DE CARGA						
Volumen suelto transportado	VVS	M3s	15.97	15.97	15.00	15.00
Peso suelto transportado	VWS=(VVS*DS)	Tn	25.60	25.60	23.10	23.10
Volumen Efectivo Transportado	VET=(VVS*DS/DC)	M3c	12.65	12.65	12.55	12.55
CALCULO DE CICLO						
Tiempo de Carguío	TL	Min	7.26	-	6.03	-
Tiempo de Recorrido Cargado	TC=(DI*60/VC)	Min	5.00	3.00	5.00	3.00
Tiempo de Descarga	TD	Min	1.50	-	3.00	-
Tiempo de Recorrido Descargado	TU=(DR*60/VD)	Min	4.00	2.40	4.00	2.40
Ciclo Normal	CICLO=(TL+TC+TD+TU)	Min	17.76	5.40	18.03	5.40
Ciclo Corregido por eficiencia (*3)	CICLOF=(TC+TD+TU)/EF+TL	Min	19.86	6.48	20.43	6.48
CALCULO DE VOLQUETES Y VIAJES						
Volquetes Estimados	NVA=(CICLOF/TL)	Und	2.74	1.00	3.39	1.00
Calculo de Viajes por Jornada	NVV=(JE*60/CICLOF)	Vje	30.21	92.59	29.37	92.59
PRODUCCIÓN DE TRANSPORTE						
Producción de transporte por flota	ROT=(NVV*NVA*VET)	m3-km/Flota	1,046.79	1,170.84	1,250.14	1,162.44
Producción de transporte por Volquete	PRO=(ROT/NVA)	m3-km/Jornada	382.04	1,170.84	368.77	1,162.44
CALCULO PRODUCCIÓN A UNA DISTANCIA PONDERADA						
Transporte por m3-km (*4)	T0	m3-km	294,982	2,099,478	48,560	3,605
Total Transporte por m3-km	T1=(T0 <=1km +T0 >1km)	m3-km		2,394,460		52,165
Total Horas	T2=(T0*JE/PRO)	horas	7,721	17,931	1,317	31
Total Horas Acumuladas	T3=(T2 <=1km +T2 >1km)	horas		25,653		1,348
Producción a una Distancia Ponderada	PROD=(T1/T3*JE)	m3-km/Jornada	D=8.12 km	933.42	D=1.07 km	387.04

(*1) La densidad indicada para el transporte de material excedente, es el promedio de densidades de material suelto, roca suelta y roca fija ejecutados en el proyecto.

(*2) La producción de carguío para material excedente corresponde al promedio de las producciones teóricas del corte y carguío de una excavadora tipo CAT 336DL en material suelto, roca suelta y roca fija. Mientras que la producción de carguío para el material granular es la producción teórica de un cargador tipo CAT 966 H.

(*3) El factor de eficiencia no afecta al tiempo de carguío, dado que este tiempo depende de la producción de carguío que ya viene afectado por un factor de eficiencia.

(*4) La cantidad de material producida en el primer kilómetro y mayor a un kilómetro en el proyecto.

Anexo H: Cálculo de la productividad diaria teórica de la partida "Excavación Material Común e Inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton", " Excavación Roca Ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton" y "Excavación Roca Fija p/PAD - Exc S/O 36 ton" para el proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

Excavacion Material Común e Inadecuado p/PAD - Exc S/O 36 ton					
Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m3/jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m3/jornal)
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	CAT D8T	0.67	Corte	1,260	840
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.56	Carguío	1,510	840
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.44	Corte y Carguío	1,160	515
				Producción Corte y Carguío	1,355
Excavacion Roca Ripeable p/PAD - Exc S/O 36 ton					
Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m3/jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m3/jornal)
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	CAT D8T	1.00	Corta	840	840
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.66	Carguío	1,270	840
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	0.34	Corte y Carguío	980	332
				Producción Corte y Carguío	1,172
Excavación Roca Fija p/PAD - Exc S/O 36 ton					
Equipo	Tipo	Aporte Unitario	Tipo de Producción	Producción teórica (m3/jornal)	Producción teórica Aporte Unitario (m3/jornal)
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	CAT D8T	1.00	Corta	960	960
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	CAT 336DL	1.00	Carguío	780	780
				Producción Corte y Carguío	780

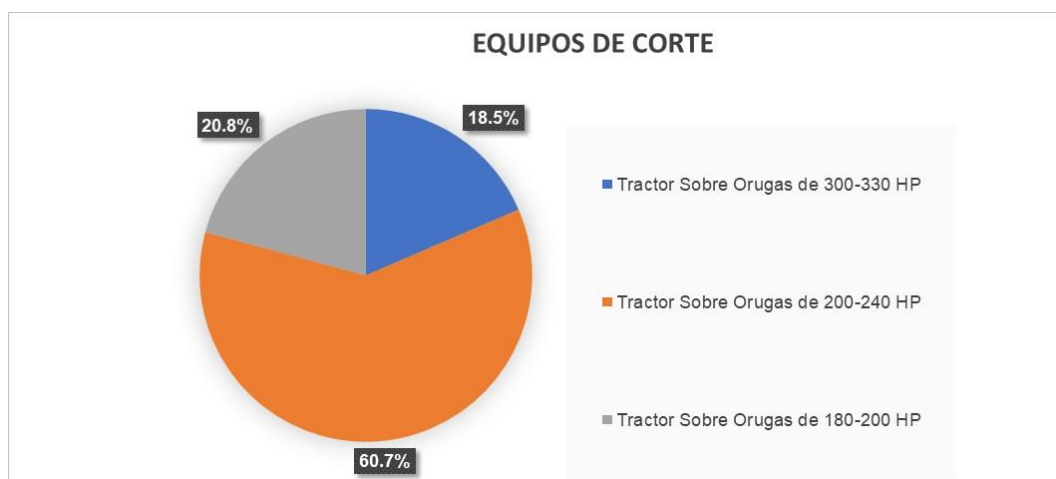
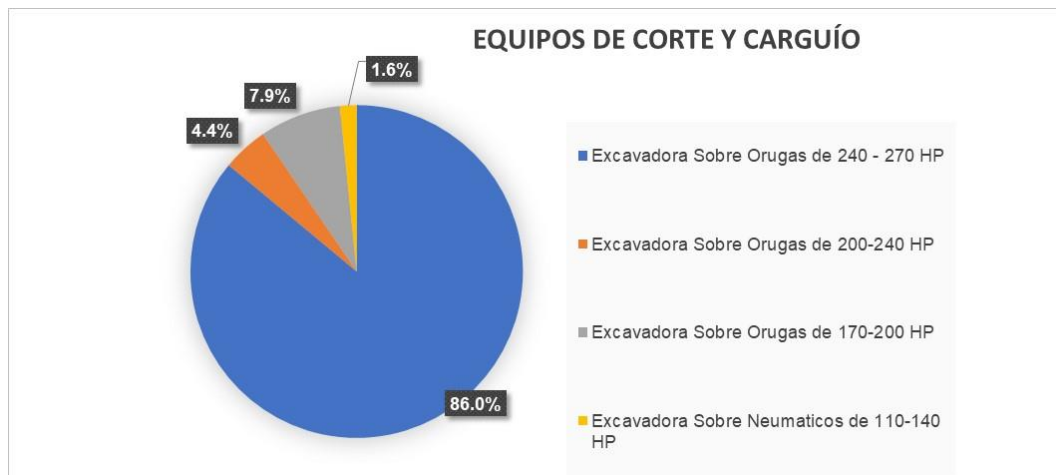
Anexo I: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta" del Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3	1,295,497
IRC02	Composición metrado (*1)		36%MS+64%RS
IRC03	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	17,735
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	139,402
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	26,148
IRC06	Mano de Obra - Obreros	h-h	85,242
IRT RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3/día	898
IRT02	Precio Unitario	S/ /m3	5.15
IRT03	Combustible	gln/m3	0.1076
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.0658
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.8605
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.4744

(*1) Composición de metrado de material suelto (MS) y roca suelta (RS)

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND			CANT	COSTO (S/)
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA (36%MS+64%RS)	m3			1,295,497.10	6,675,322.19
	Avance	m3/Jornal			897.94	
	Jornal	Hrs			10.00	
	Precio Unitario	S/ / m3			5.15	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			1.66	32%	2,153,596.21
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.36	0.0040	5,186.00	95,260.78
	Operario Civil	h-h	0.46	0.0052	6,685.00	114,812.72
	Oficial Civil	h-h	1.12	0.0125	16,146.00	229,016.17
	Ayudante Civil	h-h	1.83	0.0204	26,405.00	371,355.49
	Vigía	h-h	2.14	0.0238	30,820.00	265,805.03
	Operador	h-h		0.0202	26,147.50	563,794.43
	Añadidos Mano de obra	glb				513,551.59
	Equipos			2.49	48%	3,220,766.28
	Torre de Iluminación Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.46	0.0051	6,620.00	39,264.42
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.85	0.0095	12,319.26	2,190,303.68
	Excavadora Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.04	0.0005	636.60	98,113.00
	Excavadora Sobre Orugas de 170-200 HP	h-m	0.08	0.0009	1,131.70	167,550.00
	Excavadora Sobre Neumaticos de 110-140 HP	h-m	0.02	0.0002	231.60	32,032.05
	Cargador Sobre Llantas de 285 - 320 Hp, 4 - 5 m3	h-m	0.01	0.0001	92.20	16,017.49
	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	h-m	0.00	0.0000	5.00	862.49
	Cargador Sobre Llantas de 200-240 Hp, 2.7-3.8 m3	h-m	0.00	0.0000	11.00	1,909.14
	Tractor Sobre Orugas de 300-330 HP	h-m	0.04	0.0005	613.10	158,842.49
	Tractor Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.14	0.0015	2,006.10	398,305.72
	Tractor Sobre Orugas de 180-200 HP	h-m	0.05	0.0005	688.00	117,565.78
	Combustible			1.00	19%	1,300,959.70
	Combustible	gln		0.1076	139,402.37	1,300,959.70

Anexo J: Equipos de corte y carguío de la “PC01 Corte y carguío en material suelto y roca suelta” del Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

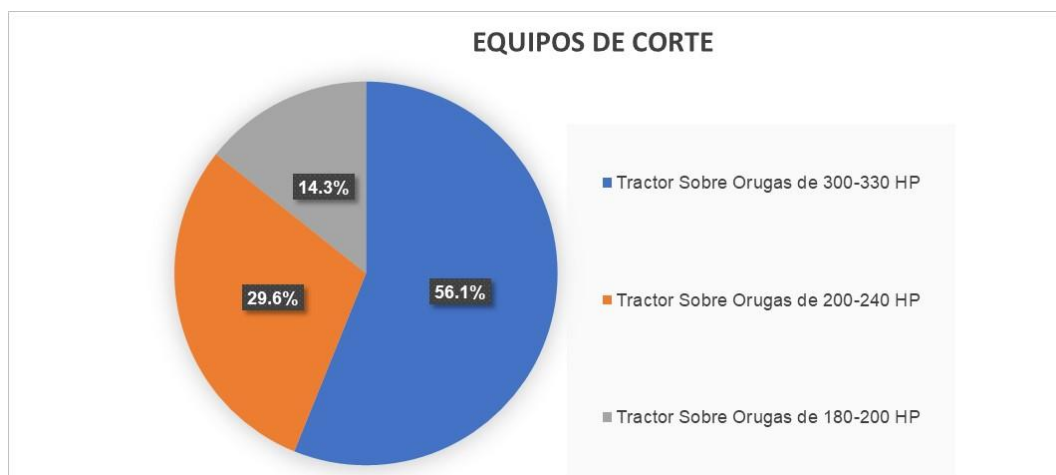
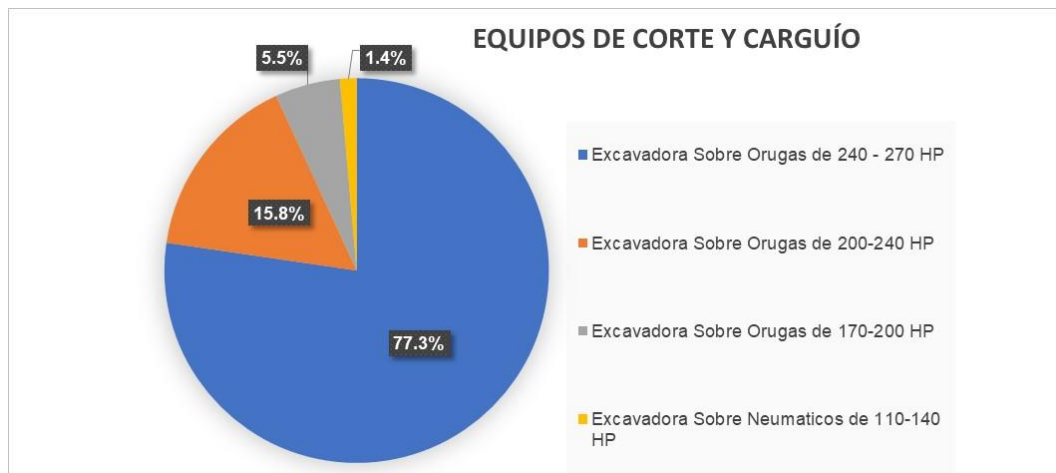


Anexo K: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la
“PC02 Empuje y carguío en roca fija” del Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3	300,700
IRC02	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	7,226
IRC03	Combustible (Petróleo)	gln	57,654
IRC04	Mano de Obra - Operadores	h-h	9,744
IRC05	Mano de Obra - Obreros	h-h	24,274
IRT RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3/día	542
IRT02	Precio Unitario	S/ /m3	8.63
IRT03	Combustible	gln/m3	0.1917
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.0807
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.9792
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.3485

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$/)		
PC01	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA	m3	300,700.08	2,594,043.50		
	Avance	m3/Jornal	541.98			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S/ / m3	8.63			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			2.42	28%	728,829.88
	Jefe de Grupo Civil	h-h	0.34	0.0063	1,904.00	36,427.60
	Oficial Civil	h-h	0.83	0.0153	4,612.00	79,603.70
	Oficial Civil	h-h	0.91	0.0168	5,046.50	72,180.63
	Ayudante Civil	h-h	1.68	0.0310	9,311.00	119,397.86
	Vigía	h-h	0.61	0.0113	3,400.00	28,958.53
	Operador	h-h		0.0324	9,743.50	209,290.50
	Añadidos Mano de obra	glb				182,971.07
	Equipos			4.44	51%	1,334,614.50
	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	h-m	0.08	0.0014	421.78	8,119.27
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.75	0.0138	4,158.10	734,140.76
	Excavadora Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.15	0.0028	850.80	129,096.48
	Excavadora Sobre Orugas de 170-200 HP	h-m	0.05	0.0010	294.70	43,601.84
	Excavadora Sobre Neumaticos de 110-140 HP	h-m	0.01	0.0002	75.00	11,561.87
	Cargador Sobre Llantas de 285 - 320 Hp, 4 - 5 m3	h-m	0.02	0.0003	92.30	16,012.97
	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	h-m	0.01	0.0002	73.20	12,866.77
	Cargador Sobre Llantas de 200-240 Hp, 2.7-3.8 m3	h-m	0.00	0.0000	4.10	727.63
	Tractor Sobre Orugas de 300-330 HP	h-m	0.17	0.0031	941.10	225,690.30
	Tractor Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.09	0.0016	495.90	99,136.33
	Tractor Sobre Orugas de 180-200 HP	h-m	0.04	0.0008	240.30	42,482.88
	Martillo Hidráulico de 2.80 ton	h-m	0.04	0.0007	200.00	11,177.42
	Combustible			1.76	20%	530,599.13
	Combustible	gln		0.1917	57,653.91	530,599.13

Anexo L: Equipos de corte y carguío de la “PC02 Empuje y carguío en roca fija” del Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)



Anexo M: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC03 Transporte de material granular" del Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC RECURSOS EJECUTADOS			
IRC01	Metrado	m3-km	3,699,105
IRC02	Distancia	km	8.14
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	56,732
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	140,483
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	70,219
IRT RATIOS EJECUTADOS			
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3-km/día	652
IRT02	Precio Unitario	S/./m3	1.88
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.038
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	2.476
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.238

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (S/)		
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR (D=8.14 km)	m3-km	3,699,104.80	6,963,150.35		
	Avance	m3/Jornal	652.03			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S// m3	1.88			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.53	28%	1,947,949.91
	Operador	h-h	1.24	0.0190	70,218.92	1,501,542.44
	Añadidos Mano de obra	glb				446,407.47
	Equipos			1.05	56%	3,865,839.58
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	H-M	1.00	0.0153	56,732.28	3,865,839.58
	Combustible			0.31	17%	1,149,360.87
	Combustible			0.0380	140,483.20	1,149,360.87

Anexo N: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC04 Transporte de material excedente” del Proyecto 02 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC	RECURSOS EJECUTADOS		
IRC01	Metrado	m3-km	3,763,608
IRC02	Distancia	km	3.35
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	72,730
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	215,927
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	99,531
IRT	RATIOS EJECUTADOS		
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3-km/día	517
IRT02	Precio Unitario	S/./m3	2.66
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.057
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	2.969
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.368

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND			CANT	COSTO (S/)
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE (D=3.35 km)	m3-km			3,763,608.49	10,005,198.64
	Avance	m3/Jornal		517.47		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S// m3		2.66		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.71	27%	2,680,408.59
	Operador	h-h	1.37	0.0264	99,531.12	2,058,378.98
	Añadidos Mano de obra	glb				622,029.61
	Equipos			1.41	53%	5,299,118.83
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0193	72,730.33	5,299,118.83
	Combustible			0.54	20%	2,025,671.23
	Combustible	gln		0.0574	215,927.41	2,025,671.23

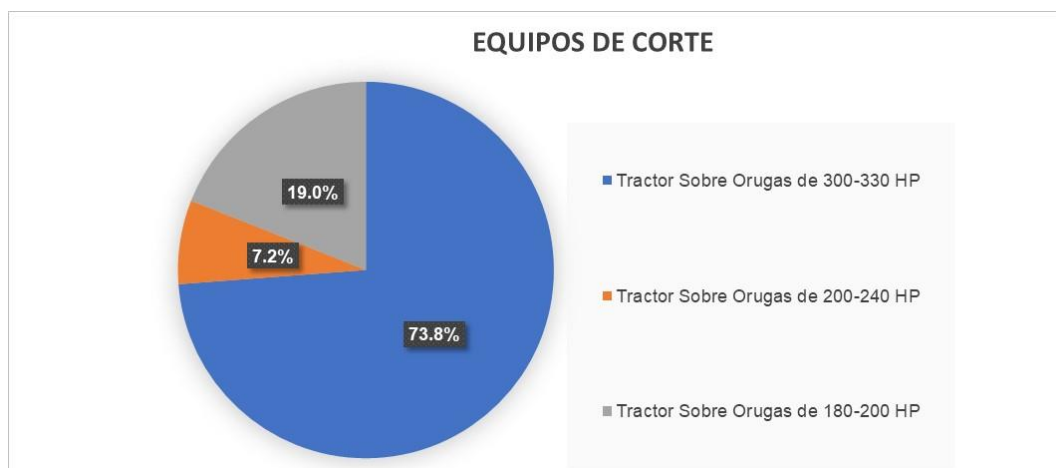
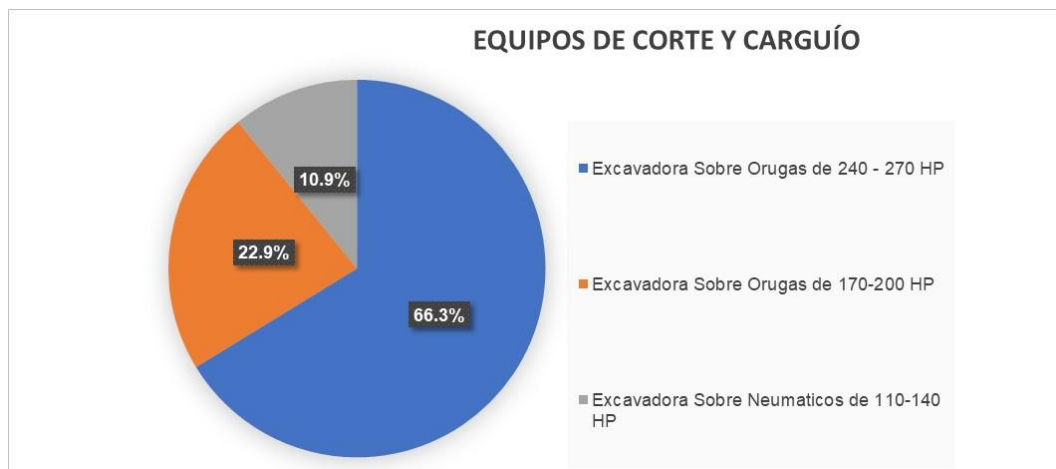
Anexo O: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la “PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable” del Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC	RECURSOS EJECUTADOS		
IRC01	Metrado	m3	236,518
IRC02	Composición metrado (*1)		91%MS+9%RS
IRC03	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	6,738
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	49,740
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	15,436
IRC06	Mano de Obra - Obreros	h-h	53,813
IRT	RATIOS EJECUTADOS		
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3/día	423
IRT02	Precio Unitario	S/. /m3	13.210
IRT03	Combustible	gln/m3	0.210
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.228
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	7.382
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	2.291

(*1) Composición de metrado de material suelto (MS) y roca suelta (RS)

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND			CANT	COSTO (S/)
PC01	CORTE Y CARGUIO DE MATERIAL ORGÁNICO, MATERIAL SUELTO, MATERIAL INADECUADO Y ROCA RIPEABLE (91%MS+9%RS)	m3			236,518.16	3,124,416.71
	Avance	m3/Jornal			422.81	
	Jornal	Hrs			10.00	
	Precio Unitario	S/ / m3			13.21	
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			7.24	55%	1,711,847.37
	Jefe de Grupo Civil	h-h	1.23	0.0291	6,882.00	132,051.24
	Operario Civil	h-h	1.23	0.0292	6,897.00	117,484.86
	Oficial Civil	h-h	0.40	0.0094	2,215.00	31,488.14
	Ayudante Civil	h-h	4.54	0.1073	25,371.00	300,645.66
	Vigía	h-h	2.23	0.0526	12,448.00	146,349.86
	Operador	h-h		0.0653	15,436.20	317,330.71
	Añadidos Mano de obra					666,496.89
	Equipos			4.31	33%	1,018,793.01
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.66	0.0157	3,706.80	590,347.44
	Excavadora Sobre Orugas de 170-200 HP	h-m	0.23	0.0054	1,279.60	158,165.34
	Excavadora Sobre Neumaticos de 110-140 HP	h-m	0.11	0.0026	607.50	41,249.98
	Tractor Sobre Orugas de 300-330 HP	h-m	0.15	0.0036	844.10	181,566.08
	Tractor Sobre Orugas de 200-240 HP	h-m	0.01	0.0003	82.40	13,148.16
	Tractor Sobre Orugas de 180-200 HP	h-m	0.04	0.0009	217.30	34,316.02
	Combustible			1.66	13%	393,776.33
	Combustible	gln		0.2103	49,739.55	393,776.33

Anexo P: Equipos de corte y carguío de la “PC01 Corte y carguío de material orgánico, material suelto, material inadecuado y roca ripeable” del Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

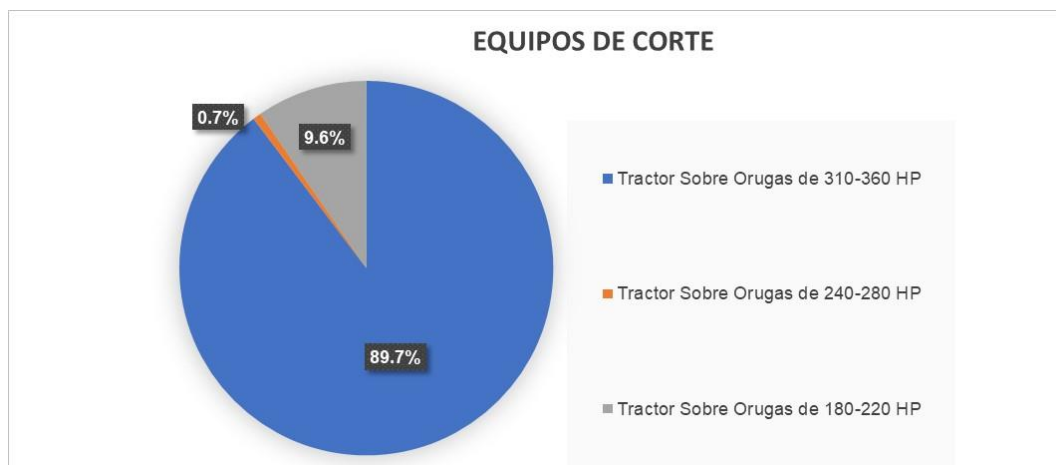
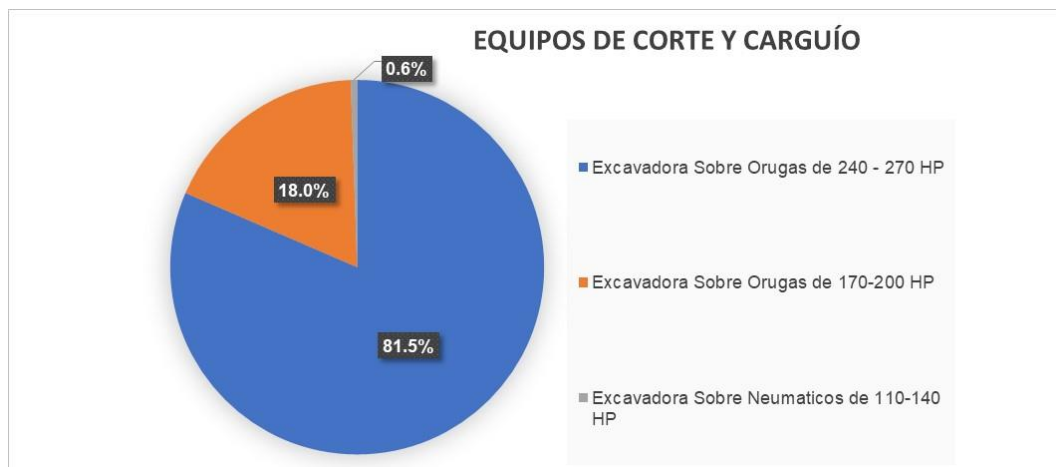


Anexo Q: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)" del Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC	RECURSOS EJECUTADOS		
IRC01	Metrado	m3	58,532
IRC02	Equipos (Corte y Carguío)	h-m	2,468
IRC03	Combustible (Petróleo)	gln	20,118
IRC04	Mano de Obra - Operadores	h-h	7,080
IRC05	Mano de Obra - Obreros	h-h	14,361
IRT	RATIOS EJECUTADOS		
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3/día	543
IRT02	Precio Unitario	S/./m3	20.579
IRT03	Combustible	gln/m3	0.344
IRT04	Horas hombre	h-h/m3	0.245
IRT05	Combustible por hora máquina	gln/hm	8.151
IRT06	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	2.868

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	COSTO (\$/)		
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA (INCLUYE PERVOL)	m3	58,531.88	1,204,555.16		
	Avance	m3/Jornal	542.82			
	Jornal	Hrs	10.00			
	Precio Unitario	S/ / m3	20.58			
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
Mano de Obra				9.49	46%	555,516.32
	Jefe de Grupo Civil	h-h	1.08	0.0199	1,167.20	21,135.30
	Operario Civil	h-h	5.13	0.0945	5,531.00	91,918.07
	Oficial Civil	h-h	0.72	0.0133	780.00	10,078.66
	Ayudante Civil	h-h	5.67	0.1044	6,111.00	72,111.21
	Vigia	h-h	0.72	0.0132	772.00	8,842.61
	Operador	h-h		0.1210	7,080.00	137,169.55
	Añadidos Mano de obra	glb				214,260.92
Equipos				8.04	39%	470,709.96
	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	h-m	0.81	0.0150	878.70	145,852.73
	Excavadora Sobre Orugas de 170-200 HP	h-m	0.18	0.0033	193.60	23,929.99
	Excavadora Sobre Neumaticos de 110-140 HP	h-m	0.01	0.0001	6.00	611.94
	Tractor Sobre Orugas de 310-360 HP	h-m	0.60	0.0111	650.70	139,965.70
	Tractor Sobre Orugas de 240-280 HP	h-m	0.00	0.0001	5.10	813.78
	Tractor Sobre Orugas de 180-220 HP	h-m	0.06	0.0012	69.70	11,007.02
	Rock Drill Diam.=3.0"- 3.5" (No inc. Columna de Acero)	h-m	0.39	0.0072	423.00	105,641.67
	Compresora Neumática de 250 PCM - 750 PCM	h-m	0.22	0.0041	241.40	42,887.12
Combustible				3.05	15%	178,328.88
	Combustible	gln		0.3437	20,117.79	178,328.88

Anexo R: Equipos de corte y carguío de la “PC02 Empuje y carguío en roca fija (Incluye PERVOL)” del Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)



Anexo S: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC03 Transporte de material granular" del Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC	RECURSOS EJECUTADOS		
IRC01	Metrado	m3-km	52,165
IRC02	Distancia	km	1.07
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	1,330
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	4,402
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	4,504
IRT	RATIOS EJECUTADOS		
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3-km/día	392
IRT02	Precio Unitario	S/./m3	4.725
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.084
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	3.310
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	3.386

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (S/)	
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D=1.07 KM	m3-km		52,165.11	246,493.22	
	Avance	m3/Jornal		392.17		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		4.73		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			2.48	52%	129,155.59
	Operador	h-h	3.39	0.0863	4,504.40	87,098.83
	Añadidos Mano de obra	glb				42,056.77
	Equipos			1.88	40%	97,849.01
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0255	1,330.18	97,849.01
	Combustible			0.37	8%	19,488.63
	Combustible			0.0844	4,402.50	19,488.63

Anexo T: Datos obtenidos de obra y Análisis de costo unitario ejecutado de la "PC04 Transporte de material excedente" del Proyecto 03 (Fuente: Elaboración propia)

DATOS OBTENIDOS DE OBRA			
CODIGO	INDICADORES	UND	EJECUTADO
IRC	RECURSOS EJECUTADOS		
IRC01	Metrado	m3-km	2,394,460
IRC02	Distancia	km	8.12
IRC03	Equipos (Transporte)	h-m	22,696
IRC04	Combustible (Petróleo)	gln	82,180
IRC05	Mano de Obra - Operadores	h-h	42,981
IRT	RATIOS EJECUTADOS		
IRT01	Productividad diaria ejecutada	m3-km/día	1,055
IRT02	Precio Unitario	S/./m3	1.53
IRT03	Combustible	gln/m3-km	0.034
IRT04	Combustible por hora máquina	gln/hm	3.621
IRT05	Horas operador por hora máquina	h-h/h-m	1.894

ANALISIS DE COSTO UNITARIO						
ITEM	PARTIDA	UND		CANT	COSTO (S/)	
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D=8.12 KM	m3-km		2,394,459.81	3,672,295.99	
	Avance	m3/Jornal		1,055.02		
	Jornal	Hrs		10.00		
	Precio Unitario	S/ / m3		1.53		
Recurso	Descripción Recurso	Und	Elemen.	Rendimiento	Cantidad	Costo
	Mano de Obra			0.55	36%	1,314,459.45
	Operador	h-h	1.89	0.0180	42,980.90	824,646.19
	Añadidos Mano de obra	glb				489,813.27
	Equipos			0.69	45%	1,640,530.59
	Camión Volquete 6x4 de 15 m3 - 17m3 de 400 - 440 HP	h-m	1.00	0.0095	22,695.81	1,640,530.59
	Combustible			0.30	20%	717,305.94
	Combustible	gln		0.0343	82,180.36	717,305.94

Anexo U: Resumen de metrados de las fases de control (Fuente: Elaboración propia)

CODIGO	INDICADORES	UND	PROYECTO 01			PROYECTO 02			PROYECTO 03		
			CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO	CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO	CONTRACTUAL	VALORIZADO	CONTROLADO
PC01	CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA										
01	Metrados	m3	2,756,733	3,958,304	1,667,719	1,168,079	1,172,716	1,295,497	232,715	319,191	236,518
02	Metrado respecto al metrado contractual	%		144%	60%		100%	111%		137%	102%
PC02	EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA										
01	Metrados	m3	1,803,066	2,331,342	2,176,858	357,195	394,202	300,700	59,000	58,705	58,532
02	Metrado respecto al metrado contractual	%		129%	121%		110%	84%		100%	99%
PC03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR										
01	Metrados	m3-km	16,924,782	14,730,608	10,720,583	1,839,302	3,111,576	3,699,105	53,994	46,779	52,165
02	Metrado respecto al metrado contractual	%		87%	63%		169%	201%		87%	97%
PC04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE										
01	Metrados	m3-km	11,453,464	12,663,218	6,673,602	4,597,948	4,655,333	3,763,608	2,645,233	2,445,316	2,394,460
02	Metrado respecto al metrado contractual	%		111%	58%		101%	82%		92%	91%

Anexo V: Incidencia en monto de las partidas de movimiento de tierras y transporte (Fuente: Cosapi)

PARTIDAS DE CONTROL PROYECTO 01		MONTO (S/)	%PARCIAL	
MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRANSPORTE				
CORTE Y GARGUÍO EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	CONSIDERADOS	15,119,728	10%	55%
EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA.		20,433,548	14%	
TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR.		32,040,632	22%	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE.		13,756,166	9%	
PERFORACIÓN Y VOLADURA	NO CONSIDERADOS	38,394,716	26%	45%
CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES (INCL. PERFILADO Y BANQ. RELLENO)		27,747,595	19%	
PERFORACIÓN Y VOLADURA C/ROCK DRILL 90% Y MANUAL 10%		698,226	0%	
TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRA CONTROLADO DEL PROYECTO 01		148,190,611		

PARTIDAS DE CONTROL PROYECTO 02		MONTO (S/)	%PARCIAL	
MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRANSPORTE				
CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	CONSIDERADOS	6,751,422	18%	70%
EMPUJE Y CARGUÍO EN ROCA FIJA (RF)		2,575,939	7%	
TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR		6,973,851	18%	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Km. 0+000 @ Km. 21+350		2,950,345	8%	
TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Km. 21+360 @ Km. 36+200		7,064,276	19%	
PERFORACIÓN Y VOLADURA	NO CONSIDERADOS	4,904,462	13%	30%
CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES (INCL. PERFILADO Y BANQ. RELLENO)		2,610,450	7%	
REMOCIÓN DE DERRUMBES		2,195,177	6%	
TRANSPORTE DE MATERIAL INTEGRAL DESDE CANTERA ROCA (KM 10+200)		1,217,289	3%	
TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA		579,631	2%	
TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRA CONTROLADO DEL PROYECTO 02		37,822,843		

PARTIDAS DE CONTROL PROYECTO 03		MONTO (USD)	%PARCIAL	
MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRANSPORTE				
CORTE Y CARGUÍO DE MATERIAL ORGÁNICO, MATERIAL SUELTO, MATERIA	CONSIDERADOS	817,765	30%	89%
EXCAVACION ROCA FIJA, INC PERFORACIÓN Y VOLADURA		419,707	15%	
TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULAR PARA RELLENO		69,455	3%	
TRANSPORTE DE MATERIAL ORGÁNICO, MATERIAL SUELTO, MATERIAL INA		1,113,626	41%	
CONFORMACIÓN DE BOTADEROS DE MATERIAL ORGÁNICO, MATERIAL SU	NO CONSIDERADOS	205,698	8%	11%
TRANSPORTE DE MATERIALES DE BAJA PERMEABILIDAD PARA SOIL LINER		84,180	3%	
TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRA CONTROLADO DEL PROYECTO 03		2,710,431		

Anexo W: Organigrama tipo de los proyectos 01, 02 y 03 (Fuente: Cosapi)

