



**Universidad  
Continental**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

**Sistematización del proceso de cálculo de  
presupuestos, rendimiento de maquinarias  
y programación lineal para movimiento de  
tierras con la implementación de una  
aplicación on line**

**Julio Ñahuincopa Arango**

Huancayo, 2016

Tesis para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**ASESOR**

Augusto Elías García Corzo

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi agradecimiento a Dios por ser la estrella que guía mi caminar; a mis padres por su ejemplo, amor y ser el motivo de mis días; a los docentes de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Continental por los conocimientos compartidos en mi formación profesional; asimismo, al asesor Ing. Augusto Corzo por la información compartida de su experiencia profesional. El agradecimiento a mis hermanos por acompañar mis días en los momentos alegres y tristes, a la señora Victoria Lago por su amistad, confianza y apoyo incondicional en mi formación profesional. Y finalmente a las hermanas Trigos Lago por su amistad, compañía y aliento constante.



## **DEDICATORIA**

A mis padres: Juan e Isidora, a mis queridos hermanos: Antonio, Pablo, Teresa, Martha, Carmen Rosa y Juan Gabriel; y a la persona que hace mis días felices Chris Stephanie.

## INDICE

ASESOR.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE .....	vi
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	7
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	7
1.3. OBJETIVOS .....	7
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
1.4. HIPÓTESIS .....	7
1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	7
1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	8
1.5. VARIABLES.....	8
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	8
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTES .....	9
2.2. BASES TEÓRICAS .....	12
2.2.1. PROSPECTIVA DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL .....	12
2.2.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.....	15
2.2.3. PRESUPUESTO .....	18
2.2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	24
2.2.5. PROGRAMACIÓN LINEAL (PL) .....	27
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	28
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.1. MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	30
3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	30

3.1.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.3.1.	POBLACIÓN.....	31
3.3.2.	MUESTRA.....	31
3.4.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
3.5.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	31
CAPÍTULO IV DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....		32
4.1.	INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	32
4.1.1.	DATOS GENERALES.....	32
4.1.2.	ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	32
4.1.3.	MISIÓN.....	33
4.1.4.	VISIÓN.....	33
4.1.5.	OBJETIVOS DE LA EMPRESA.....	33
4.1.6.	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	34
4.2.	ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.....	34
4.2.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	34
4.2.2.	DETERMINACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	42
4.2.3.	SITUACIÓN CON LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA.....	46
4.3.	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE KOSTEMP.....	54
4.3.1.	INTERFAZ DEL USUARIO DE KOSTEMP.....	54
4.4.	APLICACIÓN DEL KOSTEMP EN UN PROYECTO DE CARRETERAS.....	107
4.4.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	107
4.4.2.	ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO CON SISTEMA S10.....	111
4.4.3.	ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO CON SISTEMA KOSTEMP.....	112
4.4.4.	PROGRAMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA BELLA.....	119
CAPÍTULO V RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		138
5.1.	RESULTADOS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	138
5.1.1.	ANÁLISIS DE COSTOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE BRYNAJOM S.R.L.	138
5.1.2.	ANÁLISIS DE TIEMPOS EN EL FLUJO DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	139
5.1.3.	ANÁLISIS CUALITATIVO DE KOSTEMP.....	140
5.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	143
5.2.1.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS PARA COSTOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS.....	143

5.2.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS PARA TIEMPOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS .....	145
CONCLUSIONES .....	147
RECOMENDACIONES .....	148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	149
ANEXOS.....	

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Rendimientos estándares para Motoniveladora .....	61
Tabla 2: Rendimientos estándares para Excavadora .....	62
Tabla 3: Rendimientos estándares para Cargador Frontal .....	64
Tabla 4: Rendimientos estándares para Rodillo .....	65
Tabla 5: Rendimientos estándares para Tractor .....	66
Tabla 6: Longitudes de hojas del tractor bulldozer .....	68
Tabla 7: Velocidades del tractor bulldozer (Km/h) .....	68
Tabla 8: Densidad aproximada y factor de carga de algunos materiales .....	70
Tabla 9: Coeficientes de cambios de volumen de los materiales .....	72
Tabla 10: Factor de tiempo en rendimiento de maquinarias .....	72
Tabla 11: Factor de mano de obra. ....	73
Tabla 12: Factor de corrección del material. ....	74
Tabla 13: Factor de pendiente .....	74
Tabla 14: longitudes de hojas de Motoniveladoras .....	77
Tabla 15: Velocidades de la Motoniveladora .....	78
Tabla 16: Capacidad de cucharones en excavadoras .....	81
Tabla 17: Duración del ciclo en excavadoras .....	82
Tabla 18: Factores de carga del cucharón .....	83
Tabla 19: Capacidad de cucharones en Cargadores frontal (m3) .....	85
Tabla 20: Factores de carga del cucharón .....	85
Tabla 21: Velocidades de trabajo de Rodillo .....	88
Tabla 22: La Accesibilidad a la zona de proyecto .....	109
Tabla 23: Presupuesto del proyecto .....	111
Tabla 24: Análisis cualitativo de Kostemp respecto a S10 y Ms Project. ....	140
Tabla 25: Estadística de pruebas relacionadas evaluada para costos. ....	144
Tabla 26: Prueba de muestras relacionadas evaluada para costos. ....	144
Tabla 27: Estadística de pruebas relacionadas evaluada para tiempos. ....	146
Tabla 28: Prueba de muestras relacionadas evaluada para tiempos. ....	146

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cálculo de rendimiento para transporte de material excavado. ....	5
Figura 2: Opción exportar a Ms Project del S10. ....	6
Figura 3: Organigrama de la empresa Brynajom. ....	34
Figura 4: Sistemas de gestión de proyectos en la empresa Brynajom S.R.L. ....	36
Figura 5: Proceso de gestión de proyectos modelo tradicional Brynajom. ....	38
Figura 6: Costo anual de Herramientas TI en Gestión de proyectos. ....	42
Figura 7: Acceso y disponibilidad de información en la gestión de proyectos. ....	44
Figura 8: Análisis de tiempos para el acceso de información modelo tradicional. ....	46
Figura 9: Proceso de gestión de proyectos con la implementación on line (Kostemp). ....	47
Figura 10: Sistema integral planteado on line. ....	51
Figura 11: Costo de Hardware y Software en Gestión de proyectos con Kostemp. ....	53
Figura 12: Análisis de tiempos para el acceso de información con Kostemp. ....	53
Figura 13: Login para Administrar. ....	55
Figura 14: Módulo configuración general. ....	55
Figura 15: Fondos del sistema por cada usuario. ....	56
Figura 16: Estilos del sistema por usuario. ....	57
Figura 17: Registro de usuarios del sistema. ....	57
Figura 18: Agregar nuevo usuario del sistema. ....	58
Figura 19: Registro de clientes. ....	59
Figura 20: Rendimientos estándares para Motoniveladora Sistema. ....	61
Figura 21: Rendimientos estándares para Excavadora Sistema. ....	63
Figura 22: Rendimientos estándares para Cargador Frontal Sistema. ....	64
Figura 23: Rendimientos estándares para Rodillo Sistema. ....	65
Figura 24: Rendimientos estándares para Tractor Sistema.: ....	67
Figura 25: Formulario para rendimiento del Tractor (m3/día). ....	77
Figura 26: Formulario para rendimiento de la Motoniveladora (m3/día). ....	81
Figura 27: Formulario para rendimiento de la Excavadora (m3/día). ....	84
Figura 28: Formulario para rendimiento del Cargador frontal (m3/día).: ....	87
Figura 29: Formulario para rendimiento del Rodillo (m3/día). ....	90
Figura 30: Formulario crear nuevo presupuesto (pestaña infor. básica). ....	91
Figura 31: Formulario crear nuevo presupuesto (pestaña infor. adicional) ....	92
Figura 32: Catálogo de recursos. ....	92
Figura 33: Búsqueda de cargador frontal en catálogo de recursos. ....	93
Figura 34: Búsqueda de cargador frontal en catálogo de recursos filtrado. ....	93
Figura 35: Catálogo de recursos opciones árbol. ....	94
Figura 36: Catálogo de recursos opciones registro. ....	94
Figura 37: Formulario insertar nuevo recurso. ....	95
Figura 38: Formulario modificar recurso. ....	95
Figura 39: Formulario eliminar recurso. ....	95
Figura 40: Catálogo de títulos. ....	96
Figura 41: Búsqueda de alcantarilla en catálogo de títulos. ....	96
Figura 42: Catálogo de títulos. ....	97
Figura 43: Catálogo de títulos opciones. ....	97
Figura 44: Formulario insertar nuevo título. ....	98
Figura 45: Formulario modificar nombre del título. ....	98
Figura 46: Formulario eliminar título. ....	98
Figura 47: Catálogo de partidas. ....	99
Figura 48: Búsqueda de alcantarilla en catálogo de partidas. ....	99

Figura 49: Catálogo de partidas opciones árbol. ....	100
Figura 50: Catálogo de partidas opciones registro. ....	100
Figura 51: Formulario insertar nueva partida. ....	101
Figura 52: Formulario modificar nombre de la partida. ....	101
Figura 53: Formulario eliminar partida. ....	101
Figura 54: Formulario análisis de costos unitarios. ....	102
Figura 55: Formulario rendimiento de maquinarias. ....	103
Figura 56: Rendimientos estándar de maquinarias. ....	104
Figura 57: Rendimientos calculados por formulas. ....	104
Figura 58: Formulario para calcular rendimiento de maquinarias. ....	105
Figura 59: Formulario adicionar recursos a ACU. ....	105
Figura 60: Formulario adicionar subpartida a ACU. ....	106
Figura 61: Formulario análisis de costos unitarios. ....	106
Figura 62: Plano clave del proyecto. ....	110
Figura 63: Presupuesto del proyecto en S10. ....	112
Figura 64: Presupuesto del proyecto en el sistema implementado. ....	112
Figura 65: Formulario Hoja del Presupuesto íconos. ....	113
Figura 66: Formulario Hoja del Presupuesto. ....	113
Figura 67: Opciones click derecho Formulario Hoja del Presupuesto. ....	114
Figura 68: Detalles Hoja del Presupuesto. ....	115
Figura 69: Reporte hoja de presupuesto. ....	117
Figura 70: Reporte Análisis de Costos Unitarios (ACU) del presupuesto. ....	117
Figura 71: Reporte precio de recursos del presupuesto. ....	118
Figura 72: Reporte de incidencia Presupuesto. ....	118
Figura 73: Actividades principales del proyecto en estudio. ....	120
Figura 74: Programación del proyecto Bella-José Santos Chocano (Diagrama Gantt). ....	121
Figura 75: Programación del proyecto Bella-J.S. Chocano (Diagrama Tiempo-Espacio). ....	122
Figura 76: Programación del proyecto Bella-J.S. Chocano (Diagrama Gantt) Kostemp. ....	123
Figura 77: Diagrama tiempo – espacio construcción de carretera Bella. ....	123
Figura 78: Definir nueva actividad en diagrama tiempo-espacio. ....	125
Figura 79: Definir color de línea diagrama tiempo-espacio. ....	126
Figura 80: Seleccionar partidas definidas en el Presupuesto. ....	126
Figura 81: Información de la partida seleccionada. ....	127
Figura 82: Definir frentes de trabajo de la actividad seleccionada. ....	127
Figura 83: Definir fecha inicial de la actividad. ....	128
Figura 84: Opciones de actividades programadas tiempo-espacio. ....	129
Figura 85: Formulario modificar actividad tiempo-espacio. ....	130
Figura 86: Detalles del diagrama tiempo-espacio. ....	131
Figura 87: Detalle tipo 1 de la leyenda diagrama tiempo-espacio. ....	132
Figura 88: Detalle tipo 2 de la leyenda diagrama tiempo-espacio. ....	132
Figura 89: Diagrama tiempo-espacio en carreteras. ....	133
Figura 90: Control de actividades programadas con diagrama tiempo-espacio. ....	134
Figura 91: Diagrama de control de actividades programadas tiempo-espacio. ....	134
Figura 92: Programación y control de actividades programadas tiempo-espacio. ....	135
Figura 93: Opciones de control de actividades programadas tiempo-espacio. ....	136
Figura 94: Actualizar el control de actividades programadas tiempo-espacio. ....	137

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Índice mensual de la producción del Sector Construcción: 2007-2015 .....	1
Gráfico 2: Software utilizado en los presupuestos de obras en el Perú: 2016. ....	2
Gráfico 3: Análisis comparativo de costos en la gestión de proyectos. ....	139
Gráfico 4: Análisis comparativo de tiempos en el flujo de información en la gestión de proyectos .....	140



## RESUMEN

El tema que se aborda en la presente tesis es la sistematización de los procesos de cálculo de presupuesto, rendimiento de maquinarias y programación lineal mediante la implementación de una aplicación on line. De acuerdo a los objetivos planteados se desarrolla procedimientos que permiten implementar la aplicación on line.

Para lograr tal objetivo, es necesario la intervención de una metodología de la tecnología de la información. Y se abarca el problema mediante las partes principales de esta metodología:

Se inicia con el análisis de la realidad actual de la gestión de proyectos en la empresa Brynajom S.R.L., para lo cual se estudia los procesos que se dan dentro de la gestión de proyectos. Los procesos principales son caracterizados analizando el input y output de cada proceso. Seguidamente, se determina la problemática resumida en 4 ítems: primero, respecto al rendimiento de maquinarias; segundo, respecto a la elaboración del presupuesto; tercero, pertinente a la programación de obra; y cuarto, referente al acceso y disponibilidad de la información en la gestión de proyectos de movimiento de tierras. El análisis principal se centra en los indicadores de tiempos y costos en la gestión de proyectos. Seguidamente, se describe la solución planteada por el Tesista; estos nuevos procesos son analizados y caracterizados.

Una vez analizados los procesos, se procede a la construcción de la base de datos del sistema, que consiste en la elaboración final de las tablas, las cuales almacenan la información de los cálculos de presupuestos, los rendimientos de las maquinarias, la programación de obra, etc. La base de datos seleccionada para la aplicación es el Mysql.

Luego de la construcción de la base de datos, se procede a la implementación de la aplicación on line, mediante la programación del código fuente de la interfaz del usuario (con el lenguaje de programación PHP).

Y, finalmente, se toma un pequeño proyecto de construcción de carreteras para aplicar la solución implementada, resaltando la elaboración de presupuestos, la programación de obra mediante el diagrama tiempo/espacio y el control de obra.

## ABSTRACT

The theme that is discussed in show it thesis is the budget systematization of the calculation processes, machineries performance, and linear programming by means of an application's implementation on line. According to the objectives presenting application develops procedures that they permit itself implementing on line.

To achieve such objective, intervention becomes of necessary a methodology of the information technology. And the intervening problem includes this methodology's principal parts itself:

Brynajom S.R.L Starts off with the analysis of the present-day reality of the projects steps in the company. Stop it as it is gone into processes that they give themselves inside the projects steps. Principal processes are characterized analyzing the input and output out of every process. Straightaway the problems once was summarized in 4 items is determined: First in relation to the machineries performance, next in relation to the elaboration of the budget, as third pertinent point to the work programming and finally relating to the access and ground leveling availability of the information in the projects steps. Principal analysis focuses in the times and costs indicators in the projects steps. Straightaway he describes the solution once was presented by the investigator, these new processes are analyzed are and characterized.

Once examined the processes data of the system that consists in the draws' final elaboration, which are come from to the base design they will store the information of the calculations of budgets, the performances of the machineries, etc., And the existent relations among the draws. The MySQL is the database once was selected in order to the application.

And right after the design proceeds to him to the application's implementation intervening on line the code's programming source of the user's interface ( with the programming language PHP ).

And finally a little of the construction roads project to apply the liquid solution once was implemented, highlighting the elaboration of budgets, the intervening work programming takes his diagram time/space and the work control.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el ser humano está cada día más cerca de la tecnología. En las diferentes labores que realizan es muy necesario el uso de recursos innovadores para ejecutar con la suficiente eficiencia sus actividades diarias. La mayoría de las empresas industriales han decidido dar pasos positivos para optimizar y automatizar sus procesos y así mejorar su producción. Por ende, el mundo de la construcción tampoco puede considerarse ajena a los últimos avances de la tecnología.

Tal como afirma Torres (2011): “Hoy en día se ven resueltos muchos problemas en la construcción con la aplicación de resinas, geosintéticos y aditivos esto gracias a los avances científicos en la Química; también se ha visto avances en los instrumentos de medición con la aplicación de los rayos rojos, infrarrojos, laser, ondas electromagnéticas y el posicionamiento satelital. La industria del acero ha permitido, también, crear estructuras cada vez más complejas y resistentes, entre otras aplicaciones” (p. 01). Todos estos logros no serían factibles si es que el mundo de la construcción se hubiera mantenido ajeno a los avances e innovaciones tecnológicas y continuasen trabajando de manera tradicional.

Para seguir ligados a los avances tecnológicos, la presente tesis, justamente, es una aplicación tecnológica que se desarrolla en la empresa Brynajom S.R.L., específicamente, en el área de gestión de proyectos de movimiento de tierras. Con lo cual, la tesis pretende buscar más alternativas de programas informáticos en el proceso de gestión de proyectos, desde la elaboración de presupuestos, complementado con el rendimiento de maquinarias, programación lineal de los proyectos de movimiento de tierras y control de avance de obra.

El primer capítulo contempla el planteamiento del estudio, donde se detalla la situación problemática, la realidad actual y el ámbito de intervención con las respectivas evidencias provenientes de fuentes confiables. Luego se realiza la formulación del problema, con los objetivos que se persigue con la siguiente investigación, la justificación, hipótesis y los restantes elementos metodológicos que encaminan la presente investigación.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, donde se muestran las investigaciones realizadas anteriormente, las bases teóricas que están ligadas al proceso de elaboración de un presupuesto, movimiento de tierras, los rendimientos de maquinarias en movimiento de tierras y rendimientos estándares en el Perú, la gestión de proyectos en movimiento de tierras y, para culminar este capítulo, la definición de términos básicos.

En el tercer capítulo se presenta la metodología de la investigación, asimismo, el tipo de investigación, seguido del nivel de investigación, luego el método de la investigación, el

diseño de la investigación, juntamente con la población y muestra, y finalmente, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el penúltimo capítulo se presenta el desarrollo de la investigación, parte medular de la tesis, donde se pretende resolver el problema. Para lo cual, se toma como fuente de investigación a la empresa Brynajom S.R.L., específicamente, el área de gestión de proyectos. Este inicia con el análisis y evaluación de la realidad actual de la gestión de proyectos en la empresa en estudio. Se analiza los costos que incurre en los software que usan, los tiempos de demora en el flujo de información entre la oficina principal y las demás dependencias. Seguidamente, se describe la solución planteada por el Tesista. Y para finalizar, en este capítulo, se toma un pequeño proyecto de construcción de carreteras para aplicar la solución implementada, resaltando la elaboración de presupuestos y la programación de obra.

En el quinto y último capítulo, se evidencia el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos. Pues, se analizan los datos, se realizan las pruebas de hipótesis y se discuten los resultados.

Finalmente, la tesis concluye presentando las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

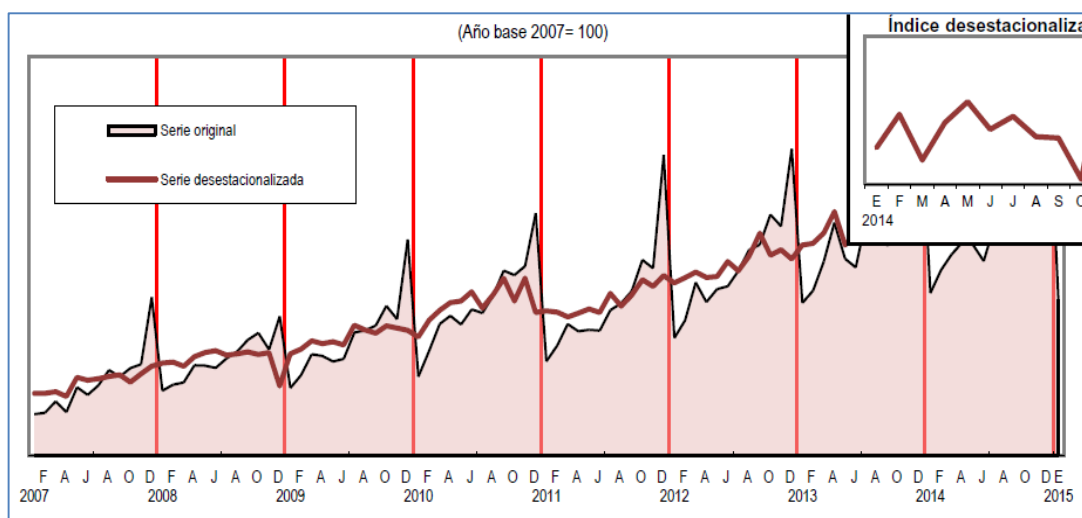
# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de la construcción en el Perú se ha incrementado de manera sostenida y viable en los últimos 11 años, como podemos ver en el Gráfico 1. Las tasas de crecimiento fueron superiores al 10%, lo que implica que fueron superiores a la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI). Evidencia de ello es que en el 2006 se creció en mayor porcentaje al 14% anual, aunque en el año 2009 se redujo al 6%, esto debido a la crisis financiera internacional. Sin embargo, se recuperó inmediatamente y los años subsiguientes continuaron creciendo. Lo cual, implica que el sector de la construcción es una realidad que demanda empresas y profesionales especialistas en el tema.

**Gráfico 1: Índice mensual de la producción del Sector Construcción: 2007-2015**

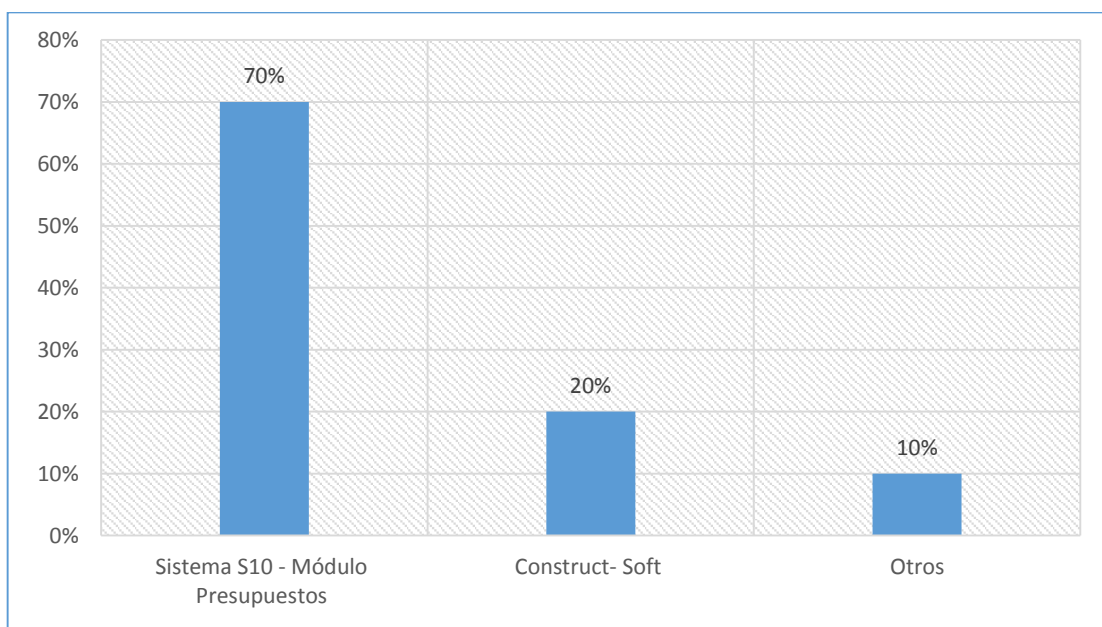


Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática Perú (INEI)

En el Perú un gran porcentaje del sector de la construcción está compuesto por empresas de pequeña o mediana envergadura. Por lo general en este tipo de empresas, la gestión de proyectos es deficiente o simplemente no existe. Para estas empresas, un proyecto es considerado exitoso si la inversión es menor al monto presupuestado. Las decisiones que se toman para sacar adelante el proyecto son respaldadas por experiencias pasadas y no tienen en cuenta la particularidad del proyecto. Para gestionar los proyectos, las empresas pequeñas y medianas, centran sus actividades en dos ítems importantes: costos (la elaboración del presupuesto), y tiempos (la programación de obra).

La empresa en estudio, no es ajena a la situación mencionada anteriormente, pues, sólo centran su preocupación en elaborar el presupuesto y realizar la programación de obra. Para abarcar el ítem costos, la empresa utiliza el sistema S10, puesto que es la herramienta tecnológica de la información más utilizada para el desarrollo del presupuesto en el Perú, tal como se evidencia en el Gráfico 2, donde de acuerdo al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), el 70% de empresas emplean el Sistema S10 - Módulo Presupuestos (software peruano), un 20% el sistema Construct- Soft (software peruano), y el 10% otros sistemas.

**Gráfico 2: Software utilizado en los presupuestos de obras en el Perú: 2016.**



**Fuente: Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).**

El proceso de gestión de proyectos de la empresa en estudio es de la siguiente manera, tal como se muestra en la figura 5 del Capítulo 3:

Se inicia con la solicitud del gerente de proyectos a la oficina técnica para la elaboración del presupuesto de una obra específica. Personal de oficina técnica principal, recopila información de expedientes técnicos similares para definir los análisis de costos unitarios de las partidas y rendimiento de maquinarias. Por ende, la empresa, para obtener el rendimiento de una maquinaria, se basa en los catálogos de los fabricantes o en expedientes técnicos anteriores de obras similares.

Seguidamente, la oficina técnica principal, elabora el presupuesto con el sistema S10, terminado la elaboración del presupuesto, se genera el archivo del presupuesto para el respectivo envío a las oficinas técnicas de las obras. El presupuesto elaborado en el S10 se exporta hacia el Ms Project y se elabora la programación de obra juntamente con el gerente de proyectos y la oficina técnica principal. Los archivos del presupuesto elaborado y la programación de obra son cargados al email y enviados a las oficinas técnicas de las obras. El responsable de ello descarga los archivos y actualiza la información del presupuesto en el S10 y la programación de obra en el Ms Project.

La oficina técnica de la obra elabora el plan de trabajo semanal y entrega este documento a los responsables de campo. Ya en la obra, los trabajadores ingresan y se registran en un formato impreso, donde rellenan sus datos personales, fecha y hora de ingreso. Luego, el jefe de cuadrilla asigna actividades a los trabajadores mediante frentes y especificando las partidas a realizar. Al finalizar el día, el jefe de cuadrilla rellena el tareo y hojas de avance de obra, luego se los entrega al ingeniero de campo. Éste, después de revisar, firma los documentos y entrega los avances originales a la oficina técnica de la obra, las copias a producción y los tareos a la administración de la obra. La oficina técnica de la obra, actualiza el avance del proyecto en el formato Excel y Ms Project y envía a la oficina técnica principal. Quienes descargan, actualizan la información en la oficina principal y generan los indicadores de gestión. Asimismo, la administración de obra ingresa el tareo a su programa Excel y entrega reportes a la oficina técnica de obra, y envía reportes a la oficina principal. Tanto la oficina técnica de obra, como la oficina principal generan indicadores de gestión.

Una vez estudiado los procesos, la problemática surge respecto a 4 ítems fundamentales:

**a) Respetto al rendimiento de las maquinarias.**

La parte más representativa del capital fijo de una constructora está basada por la maquinaria y equipo. El uso adecuado de la maquinaria es determinante en la eficiencia y productividad de la constructora para ejecutar la obra civil.

Una de las restricciones a la hora de licitar un proyecto de movimiento de tierras es la elaboración y el cálculo de presupuestos para estas obras; puesto que resulta indispensable el rendimiento de las maquinarias que se utilizan en dicho presupuesto, en la elaboración de la programación de obra. Por ello, la empresa en estudio, para no sufrir pérdidas de dinero en el futuro, decide ser conservador al momento de asignar el valor a los rendimientos de las maquinarias. Y por ello se coloca valores muy discretos, como son los valores tomados de los catálogos de los fabricantes. Sin embargo, estos valores están basados en un 100% de eficiencia de la maquinaria. Implicando todo ello que las propuestas y valores son alejadas de la realidad, y por ende los costos son recargados.

No obstante, los dos software representativos en la elaboración de presupuestos en el Perú presentan alguna deficiencia en el tema del cálculo de rendimientos de maquinaria pesada en movimiento de tierras. Por ejemplo, el S10 sólo presenta el cálculo de rendimientos para transporte en la partida excavación en terreno normal (ver Figura 1), dejando de lado el rendimiento de las maquinarias principales en movimiento de tierras, así como el cálculo y almacenamiento del rendimiento de las excavadoras, motoniveladoras, tractores, cargadores frontales, rodillos, etc.

En tal sentido, es necesario tener el método de cálculo del rendimiento de las maquinarias pesadas y también almacenar las propuestas de rendimientos elaborados en el Perú; como por ejemplo, los rendimientos elaborados por el ingeniero Walter Ibáñez, en su libro "Costos y Tiempos en Carreteras".



Figura 1: Cálculo de rendimiento para transporte de material excavado.

The screenshot displays a software interface for budget management. The main window, titled 'Hoja del Presupuesto', shows a table with columns: 'Item', 'Descripción', 'Und', 'Metrado', 'Precio', and 'Parcial (S/.)'. The table lists various construction items, including 'OBRAS PROVISIONALES', 'TRABAJOS PRELIMINARES', and 'PAVIMENTOS'. A modal window titled 'Rendimientos' is open, showing a form for calculating transport yields. The form includes fields for 'Rendimiento para transporte', 'AFIRMADO e= 0.20 m.', 'Distancia de transporte' (Km), 'Velocidad de ida' (Km/h), 'Velocidad de vuelta' (Km/h), 'Tiempo de carguo' (min), 'Tiempo de descarga' (min), 'Porcentaje de eficiencia' (%), 'Factor de esponjamiento', 'Capacidad de volquete' (m3), 'Número de volquetes' (und), 'Ciclo de un volquete' (min), 'Número de viajes', 'Rendimiento por volquete' (m3/vol), 'Rendimiento total diario' (m3/dia), and 'Rendimiento efectivo diario' (m3/dia). The background table shows the following data:

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio	Parcial (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				14,199.96
01.01	CARTEL DE OBRA 3.60 X 2.40 UNA CADA	1.00	364.00		864.00
01.02	CAMPAMENTO Y	2.00	101.03		13,335.96
02	TRABAJOS PRELIMINARES				15,145.18
02.01	MOVILIZACION Y	1.00	128.69		12,528.69
02.02	TRAZO, NIVELAC	3.96	360.73		2,616.49
03	EXPLANACIONES				25,368.32
03.01	CORTE EN MAT	0.74	30.04		21,784.64
03.02	RELLENO CON				3,583.68
04	PAVIMENTOS				52,569.20
04.01	PERFILADO Y				10,701.60
04.02	AFIRMADO e=				41,867.60
04.01 03	CORRA S DE				54,967.21

Fuente: Elaboración propia.

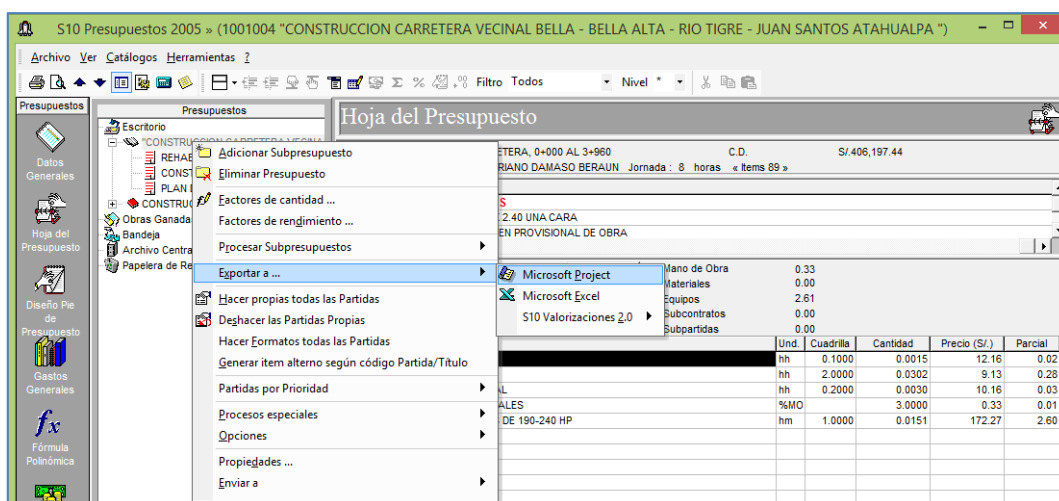
## b) La elaboración del presupuesto.

Respecto a este ítem la empresa Brynajom S.R.L realiza el presupuesto con el Sistema S10. Sin embargo, el S10 presenta dos deficiencias bien significativas: primero, que muchas veces los montos de costo directo no coinciden con la suma de los montos del presupuesto desglosado; segundo, una vez culminado la elaboración del presupuesto y se desea realizar una modificación de algunos datos básicos del presupuesto elaborado como nombre, fecha, lugar, etc., los precios de los recursos se actualizan a valor cero; generando así pérdida de tiempo en el personal que va reingresar los precios de los recursos.

## c) La programación de proyectos lineales.

Tomando como referencia al autor Barber (2007), afirma que: "El buen transcurso de una obra depende en buena medida de la organización, programación y control que se haga de la misma" (p.110). Para cumplir con tal premisa, el S10 incluye para la programación de obra la opción de exportar las partidas al Ms Project (ver Figura 2).

**Figura 2: Opción exportar a Ms Project del S10.**



**Fuente: Elaboración propia.**

El Ms Project, principalmente, basa su funcionamiento en el diagrama de Gantt. Y este diagrama tomando las palabras de Barber (2007) consiste en: “Los diagramas de Gantt son utensilios prácticos y muy utilizados en la gestión de proyectos, pues no sólo presentan facilidad de aplicación, sino que también ayudan a gestionar el proyecto en ejecución” (p.111).

Sin embargo, el diagrama de Gantt tiene limitaciones porque muestra sus resultados en barras que se mueven en el eje del tiempo (hacen hincapié en el tiempo que se tarda en completar las tareas), pero no muestra un enlace gráfico entre el tiempo en que se ejecuta la actividad (parámetro del tiempo) y la locación donde se está desarrollando el trabajo (parámetro de la distancia). De la misma manera, presenta deficiencias al mostrar las velocidades con que interactúan las actividades, pues no muestran si existe cruce en el desarrollo de las mismas. Asimismo, presenta deficiencias a la hora de mostrar el sentido de ejecución de cada actividad (si la actividad inicia desde la progresiva 0 hacia la progresiva final o viceversa).

#### **d) Acceso y disponibilidad de la información**

Cuando el presupuesto es centralizado, estos software presentan una mayor facilidad para el acceso y su correspondiente uso; por ende, el acceso a la información es inmediata. Sin embargo, la mayoría de los proyectos se ejecutan lejos de las oficinas principales de la empresa (en otras unidades, dependencias o lugares de ejecución de la obra) y no se tiene acceso a la información en tiempo real. La actualización de la información entre la oficina principal y las dependencias tiene una demora de aproximadamente 4 días, lo que no permite gestionar los proyectos de manera eficiente.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la influencia de la aplicación del software Kostemp en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la influencia de la aplicación del software Kostemp en la optimización de costos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras?
- ¿Cuál es la influencia de la aplicación del software Kostemp en la optimización de tiempos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia de la aplicación del software Kostemp en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la influencia de la aplicación del software Kostemp en la optimización de costos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.
- Establecer la influencia de la aplicación del software Kostemp en la optimización de tiempos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.

## **1.4. HIPÓTESIS**

### **1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La aplicación del software Kostemp influye significativamente en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.

#### **1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- La aplicación del software Kostemp influye significativamente en la optimización de costos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.
- La aplicación del software Kostemp influye significativamente en la optimización de tiempos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.

#### **1.5. VARIABLES**

Las variables estudiadas en la presente investigación son:

**Variable dependiente:**

- La gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras.

**Variable independiente:**

- La aplicación del software Kostemp.

#### **1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Actualmente las empresas constructoras se enfrentan a un mercado altamente competitivo, donde el control y gestión de sus recursos son factores claves de éxito. Con la sistematización del cálculo de presupuestos, las empresas que realizan movimiento de tierras podrán realizar presupuestos de forma descentralizada y podrán ingresar al sistema de presupuestos desde cualquier lugar, con solo tener acceso a Internet. Asimismo, luego de la elaboración del presupuesto podrán realizar el cronograma de actividades con el pleno conocimiento de los rendimientos de las maquinarias. Para lo cual, la sistematización permitirá tener almacenada en la base de datos los rendimientos estándar de las maquinarias recomendadas en el Perú. Por ejemplo, los rendimientos elaborados por el ingeniero Walter Ibáñez, en su libro “Costos y Tiempos en Carreteras”. Del mismo modo tener una opción de cálculo de estos rendimientos ingresando los principales factores que influyen. Y finalmente, con la información procesada del presupuesto realizar la programación lineal del proyecto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

- a) **Luna, C. (2010)** en su tesis titulada: "Propuesta para la elaboración de presupuestos por medio de una metodología estructurada y herramientas de cómputo, como opción alternativa al software existente, para su uso en la Dirección General de Ingenieros de la Secretaría de la Defensa Nacional". Investigación para optar el grado de maestro en ingeniería civil con especialidad en administración de la construcción en la Universidad Iberoamericana. México.

La presente tesis mencionada, se desarrolla en la Dirección General de Ingenieros de la Secretaria de la Defensa Nacional de México. Y trata de la implementación de un sistema de costos y presupuestos para realizar el Análisis de Precios Unitarios (ACU) en todo tipo de empresas dedicadas a la construcción. Tiene como objetivo principal: "Contar con una herramienta específica que permita a todo Ingeniero Constructor, por medio de la Hoja de Cálculo Excel Beta 2010, elaborar el presupuesto de una obra en forma estandarizada, así como su correspondiente análisis de precios unitarios".

En cuanto a las conclusiones, lo más resaltante es: el análisis de precios unitarios con el uso del Excel Beta 2010 es una opción alternativa a los programas existentes en el mercado. Sin embargo, no trata de suplir a los programas existentes, debido a las grandes dificultades y retos que supone el desarrollo de estos programas, sino que, solamente, se usa en los momentos en los que se hace imposible usarlas por diversos motivos los programas de presupuestos y es allí donde se pretende usar el programa con Excel Beta 2010.

- b) **Meneses, P. (2006)** en su tesis titulada: “Sistematización de la información de costos y presupuestos del proyecto sistema integrado de transporte masivo de Bucaramanga- Metrolínea”. Investigación para optar el título profesional de Ingeniero de Civil en la Universidad Industrial de Santander. Colombia.

En este trabajo el autor nos expone que: “Las actividades referentes a la estimación de los costos y la generación de presupuestos para las obras de infraestructura vial, servicios públicos, plan de manejo de tráfico y desvíos, del Sistema Integrado de Transporte Masivo en la ciudad de Bucaramanga, fueron realizadas durante la práctica empresarial en el grupo de investigación Geomántica de la Universidad Industrial de Santander”.

El aporte primordial de esta tesis consiste, como menciona el autor: “En plantear una metodología que permita sistematizar la información, la cual se desarrolla en dos etapas: la explicación de los procedimientos aplicados para la generación de presupuestos, y la estrategia para la búsqueda, procesamiento, generación, y presentación de información, de acuerdo a lo propuesto en el Project Management Institute (PMI) 2004”.

El objetivo principal de la tesis según el autor es “Generar análisis de precios unitarios y presupuestos del proyecto Metrolínea, brindando un soporte técnico al grupo encargado de los costos del proyecto, sistematizando la información generada en esta área. Para el cumplimiento de este propósito se utilizarán como herramientas de apoyo, software genérico de Microsoft Office y software especializado para presupuestos como el programa OPUS OLE”.

Su conclusión más relevante para el Tesista fue: “La implementación del programa OPUS OLE, se hizo para crear una base de datos de los análisis de precios unitarios, donde se presentan de manera didáctica y se ilustran de forma clara algunos ítems mediante la utilización de fotografías que permiten visualizar los procesos constructivos considerados durante la estimación de los costos. Además, en el transcurso de la práctica se observó su utilización como solución al proceso de actualización de precios”.

- c) **Vargas, R. (1999)** en su tesis titulada: “La Maquinaria Pesada en los Movimientos de Tierra - Descripción y Rendimiento”. Investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad de Cartagena. Colombia.

El objetivo principal de esta tesis según afirma el autor es: “Exponer los diferentes métodos para rendimiento de maquinaria pesada en los movimientos de tierra. En este estudio se describen tres métodos para calcular el rendimiento de una maquina en movimientos de tierra como son: mediante gráficas, mediante fórmulas y por medición directa. De estos tres métodos se describe y precisa la manera como calculan los rendimientos, pero no hacen mediciones en obra y solo aporta la parte teórica mas no la práctica para calcular estos rendimientos”.

La conclusión más relevante para el autor es “que en los últimos 30 años se ha efectuado una revolución total en la maquinaria, los métodos y volúmenes. La rapidez y desarrollo, así como la variedad de maquinarias aumenta constantemente, por consiguiente, las técnicas para su uso provechoso se hacen más complicadas cada día. Por ende, es obligatorio conocer a las maquinarias y sus rendimientos”.

- d) **Torres, JC. (2011)** en su tesis titulada: “Gestión del control de maquinaria pesada en obras viales usando tecnologías de la información”. Investigación para optar el Grado de Maestro en gestión y administración de la construcción en la Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

El Tesista respecto a los objetivos alcanzados afirma: “La tesis que se desarrolla a continuación es el resultado de una investigación en diversos campos de la ingeniería, orientada a mejorar la gestión del control de la Maquinaria Pesada (MP) en las obras viales; en tal sentido, que el desarrollo de ésta se ha efectuado en un ambiente interdisciplinario en donde se ha interactuado con profesionales de diversas especialidades como ingenieros de sistemas, electrónicos y mecánicos con el fin de poder aplicar tecnologías actuales”.

Asimismo, la tesis trata de las actividades que realizan los equipos en la ejecución de carreteras, representando un porcentaje importante respecto a los presupuestos de obra, por ello las organizaciones desarrollan inversiones significativamente altas con el objetivo de controlar los importantes recursos y para tenerlos en óptimas condiciones para el desempeño eficiente. Por ello, el control de la producción, que es primordial en el proceso de gestión y administración de empresas constructoras, representa un papel importante cuando se desea optimizar los procesos.

La conclusión más relevante que resalta el Tesista es: “Que el sistema propuesto puede ser adaptado para el control de las MP de organismos públicos como es el caso del MTC; instituciones que tienen a su cargo demasiados equipos cuyo control se hace complejo, costoso y altamente corruptible; al mismo tiempo, teniendo

grandes flotas de MPs que controlar, se pueden lograr mejores costos para implementar un sistema de control. También se podría lograr buenos precios por la compra de repuestos a gran escala, y se podría alcanzar a estándares de producción de MP a nivel nacional”.

- e) **Nunura, D. (2011)** en su tesis titulada: “Administración de Base de Datos”. Investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El tema de la tesis es presentar una opción para la Administración de Bases de Datos que beneficia a una organización constructora. Dicha importancia y necesidad se identificó después de la experiencia adquirida del Tesista en las labores realizadas dentro del área de Presupuestos y Costos de la empresa constructora Graña y Montero.

Su objetivo principal según menciona el Tesista es: “Analizar un ejemplo real sobre la administración de Base de Datos para el departamento de Presupuestos de GyM aplicado en el proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Arequipa elaborado en el año 2009 y, segundo, el modelo de Administración de Base de Datos que incluye una metodología para su implementación que se propone para ser implementada en pequeñas y medianas empresas del sector construcción”.

La conclusión principal a la que llegó el investigador es: “Gracias a la buena administración de una base de datos hay beneficios significativos en el ahorro de costos, de tiempo y de espacio, lo que se traduce en la generación de información confiable, rápida y oportuna, y en una organización empresarial más efectiva y eficiente. Así, se contribuye también a elevar la productividad o rendimiento de las personas que trabajan o están vinculadas a este tipo de organización”.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. PROSPECTIVA DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN EN LA INGENIERÍA CIVIL**

La aplicación de la tecnología de la información en la ingeniería civil optimiza los procesos y los facilita. Esto implica en todas las áreas que lo conforman, como por ejemplo: el levantamiento de suelos, la topografía, los análisis y lectura de planos, la elaboración de presupuestos, programación de obra, etc.



Gracias a la TI, la ingeniería civil ha evolucionado exponencialmente, puesto que hace unas décadas se empleaba semanas, meses y hasta años en la elaboración de planos. Pues esta actividad se desarrollaba de manera manual, y ahora gracias a la TI se tiene el AutoCAD y con ello se reduce abismalmente la realización de las actividades. Asimismo, los cálculos estructurales anteriormente se desarrollaban utilizando métodos y herramientas limitadas, sin embargo, ahora gracias a la TI se tienen software como el SAP, o el ETABS que realizan cálculos precisos y en cuestión de minutos.

Sin embargo, aún hay muchas actividades en la ingeniería civil, que requieren optimizar los procesos aplicando una TI. Por ejemplo, aplicar la TI en el monitoreo de maquinarias pesadas para la construcción de carreteras. Esto se lograría desarrollando una aplicación que se integre en cada maquinaria y que transmita (el estado y la ubicación de la maquinaria) por georeferenciación hacia una pantalla ubicada en la oficina principal de la obra.

Asimismo, en la actualidad está de moda la tecnología de Internet y, por ende, se debería aprovechar en beneficio de la ingeniería civil.

Tal como lo afirma el autor Gil Rubio (2005) quien nos dice: “Antes de la era Internet, la información en el mundo de la construcción se transmitía por teléfono, el fax, el modem y el télex. La informática se aplicaba de forma regular a tareas administrativas, y al cálculo y diseño de infraestructuras a través de centros de cálculo, de estaciones de trabajo potentes y más recientemente de ordenadores personales”.

Actualmente, gracias a Internet, se ha modificado las maneras en cuanto a la comunicación y las formas de realizar los trabajos en la construcción.

Las empresas constructoras que usan las buenas alternativas que ofrece Internet, tienen la posibilidad de manejar la información y esto les permite:

- Interrelacionar con mayor facilidad, las diferentes áreas de la empresa dentro de un mismo sistema.
- Optimizar procesos de gestión, control, compra, etc.
- Establecer distintos procesos como el control de gestión, de calidad, etc.
- Crecer en el control de materiales y control de procesos.
- Guardar, separar y compartir la información de la empresa.

- Desarrollar el conocimiento sobre la organización de forma solidaria.

### **Internet para el desarrollo del proyectista o ingeniero civil**

El autor Gil Rubio (2005), afirma que: “Internet abre un mundo de oportunidades para el proyectista del sector de la construcción. Es posible ya crear una Oficina Técnica Virtual en la cual técnicos que trabajen en distintos lugares de la misma empresa o de empresas distintas, puedan interactuar intercambiando datos relativos al mismo proyecto vía Internet” (p.2). Y esta información es muy importante y debe ser tomada en cuenta.

### **El comercio electrónico en la construcción se da ahora gracias a Internet**

Gil Rubio (2005), afirma que: “Internet es una excelente plataforma para el comercio en muchos ámbitos de la industria. Son conocidos los éxitos de Internet en la venta en red de productos diversos como libros, ropa, billetes de avión, obras de arte, etc. El gran reto es crear un verdadero mercado de productos de peso relativo a la construcción, como por ejemplo, cemento, hormigón, material de canteras, ladrillos, vigas” (p.4). Por ende, es una gran oportunidad usar las ventajas de Internet y realizar el comercio electrónico en la venta de materiales de construcción.

### **Mantenimiento y gestión de una obra gracias al Internet**

Asimismo, Gil Rubio (2005) respecto a las bondades de Internet en el mantenimiento y gestión de obras, afirma: “Las posibilidades de Internet para el seguimiento y gestión en red de la construcción de una obra son muy grandes. Ya es factible el seguimiento en directo de la construcción de una obra mediante cámaras de vídeo que transmiten la información a una web especialmente diseñada al respecto. Estos datos se pueden utilizar para actualizar el proyecto y su planificación. También se utiliza Internet para gestionar la vigilancia y mantenimiento de obras. Con la ayuda de instrumentos de control se puede disponer de información en red sobre el estado de las deformaciones, esfuerzos, temperatura, humedad, etc. de una obra y tomar las decisiones correspondientes” (p.5).

Lo que implica que, gracias a Internet, se puede conocer la información sobre el estado de la obra, los avances, retrasos y las modificaciones del proyecto.

En fin, ahora la gran pregunta es: ¿Los ingenieros civiles actuales estamos preparados para innovar mediante una TI las labores que realizamos rutinariamente? Como diría César Vallejo: “Hay, hermanos, muchísimo que hacer...”.

### **2.2.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS**

Según Gutiérrez y Serrano (2015): “El sistema de gestión de proyectos es el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías, recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto. Puede ser formal o informal, y ayuda al director del proyecto a gestionar de forma eficaz un proyecto hasta su conclusión” (p.13).

De acuerdo a este sistema se puede organizar la gestión de proyectos con las siguientes fases:

1. **INICIACIÓN:** Son los procesos necesarios desarrollados que permiten definir un nuevo proyecto o fase ya existente. Dentro de este proceso se desarrolla la autorización formal del proyecto, se identifican los interesados, se define el alcance inicial y se implica el recurso financiero inicial.
2. **PLANIFICACIÓN:** Comprenden los procesos que se realizan para definir el alcance total del esfuerzo, establecer y redefinir los objetivos. Estos procesos desarrollan un plan que permite dirigir el proyecto y los resultantes documentos que se utilizarán en el proyecto.
3. **EJECUCIÓN:** Comprende los procesos realizados para culminar con el trabajo establecido en el plan de la dirección del proyecto. En este proceso se coordinan las personas y los recursos, también se integran y se realizan las actividades de acuerdo al plan.
4. **SEGUIMIENTO Y CONTROL:** Los procesos que abarcan son los de analizar, regular y supervisar el desempeño y progreso del proyecto, se realizan estos procesos con el fin de identificar las áreas en las cuales se requieran cambios y para iniciar con ellos.

5. CIERRE: Se compone por los procesos que se realizan para finalizar todas las actividades anteriores, con la finalidad de culminar por completo el proyecto. En esta fase se obtiene la aceptación del patrocinador o cliente, la revisión del cierre del proyecto, se registran los impactos de la adaptación a un proceso, se documentan las lecciones aprendidas. Para orientar un proyecto, según menciona Gutiérrez y Serrano (2015) se debe hacer lo siguiente: “Se debe identificar los requisitos, afrontar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados según se planifica y efectúa el proyecto, equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que se relacionan, entre otros aspectos, con: el alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, o los recursos” (p.13).

#### **A. GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO**

Para Gutiérrez y Serrano (2015) en la Gestión del alcance del proyecto: “Se realizan los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal es definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto” (p.14).

1. PLANIFICACIÓN DEL ALCANCE: Este ítem, según Gutiérrez y Serrano (2015) consiste en: “Definir y documentar las necesidades de los interesados a fin de cumplir con los objetivos del proyecto” (p.15).
2. DEFINICIÓN DEL ALCANCE: En este proceso se desarrolla una descripción que detalla el proyecto y producto.
3. CREACIÓN DEL EDT/WBS: La Estructura desglose de trabajo (EDT) o Work Breakdown Structure (WBS), según Gutiérrez y Serrano (2015): “Es el proceso que consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar, de tal manera que estos paquetes de trabajo sean pequeños y fáciles de entender” (p.15). Esta estructura puede ser de distintos niveles, dependiendo de la magnitud del proyecto. Por lo general, el nivel superior o primer nivel es el producto finalizado del proyecto. El segundo nivel se conforma de una lista de entregables principales los cuales describen la totalidad del proyecto terminado o nivel superior. El tercer

nivel desglosa cada uno de los entregables principales y los describe en su totalidad.

4. VERIFICACIÓN DEL ALCANCE: Para Gutiérrez y Serrano (2015): “Es el proceso que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado y los entregables relacionados” (p.15). Por lo tanto, los interesados correspondientes deberán corroborar y cerciorarse que cada entregable esté completado satisfactoriamente.
5. CONTROL DEL ALCANCE: Finalmente, Gutiérrez y Serrano (2015) nos afirma que este proceso consiste en: “Monitorear el estado del alcance del proyecto y del producto, y en gestionar cambios a la línea base del alcance. En este se asegura que todos los cambios solicitados o las acciones preventivas y correctivas se procesen a través del control integrado de cambios” (p.15).

## **B. GESTIÓN DE CALIDAD**

La gestión de calidad abarca todos los trabajos de la organización que ejecuta el proyecto, las cuales son determinar los objetivos, las responsabilidades y las políticas que tengan relación con la calidad, a fin de que cumplan con las necesidades del proyecto. Para tal objetivo, la gestión de la calidad comprende tres fases:

1. PLANIFICAR LA CALIDAD: Pues, Gutiérrez y Serrano (2015) afirma que planificar la calidad es: “El proceso en el cual se identifican los requisitos de calidad o normas para el proyecto y el producto” (p.17). Éste deberá ser documentado a fin que se demuestre el cumplimiento de los mismos. La planificación se da en paralelo a los demás procesos de planificación.
2. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD: Es el que consiste en auditar los parámetros de la calidad y los resultados alcanzados de las medidas de control, de esta manera se aseguran que las normas de calidad utilizadas sean las apropiadas.
3. CONTROL DE CALIDAD: Gutiérrez y Serrano (2015) afirma que: “Es el proceso en el cual se monitorean y se registran el resultado de la

ejecución de las actividades de control de calidad, puesto a que puede evaluar el desempeño y se pueden recomendar los cambios necesarios” (p.17).

### **2.2.3. PRESUPUESTO**

#### **A. DEFINICIÓN**

Según Ibáñez (2011) un presupuesto: “Es una suposición inteligente del valor de un producto, así como también, es un artificio que permite planear y controlar las actividades de un proceso productivo” (p.189).

#### **B. CLASIFICACIÓN DEL PRESUPUESTO**

Los presupuestos, respecto a su clasificación, se dan de diferentes maneras. Se clasifican tomando en cuenta la flexibilidad, según el periodo que cumplen, según el campo de aplicación de la empresa, y según el sector en que se utilicen.

#### **C. COMPONENTES DEL PRESUPUESTO.**

Para conocer los componentes del presupuesto, es importante recurrir al libro del Ing. Walter Ibáñez “Costos y Tiempos en Carreteras”, quien nos dice que el presupuesto está formado por:

- Costo Directo Total.
- Costos Indirectos.
- Impuesto General a la Venta (IGV).
- Utilidad.

El autor desarrolla estos ítems de la siguiente manera:

##### **a) Costo Directo Total**

Según Ibáñez (2011) el costo directo: “Es la sumatoria de la mano de obra, equipos, herramientas y materiales necesarios para la realización de un proceso productivo” (p.15).

Conocer el costo directo de una obra es sencillo si se tienen los metrados y el análisis de costos unitarios de las actividades (partidas). Los metrados

varían de acuerdo a la magnitud de la obra y los costos unitarios se calculan de acuerdo a un análisis detallado. Los costos unitarios pueden representarse por la fórmula matemática siguiente:

$$C.U. = Mj + Ne + Oh + Pm$$

Donde:

j, e, h, m: son variables (el costo de mano de obra, el equipo, herramientas y los materiales de manera respectiva).

M, N, O, P: son variables condicionadas (cantidades consumidas de mano de obra, equipo, herramientas y materiales).

Para Ibáñez (2011): “Las variables condicionadas pueden convertirse en constantes para una obra específica, o para un rango de obras promedio” (p.15). Para el caso de estudio, estas variables van a estar dadas como constantes, las cuales han sido calculadas en base a la experiencia en los diferentes métodos constructivos, tipos de construcción y tendencias estadísticas. Estas constantes facilitarán para calcular un costo unitario lo más aproximado posible.

#### **i. Mano de obra**

Según Ibáñez (2011): “El costo de la mano de obra está determinado por categorías (capataz, operario, oficial y peón)” (p.15).

Si bien es cierto que el Gobierno ha unificado el Jornal Básico para todos los departamentos del Perú, el costo de la mano de obra varía conforme a la facilidad de la realización de la obra, el riesgo o la seguridad en el proceso constructivo, las condiciones climáticas, costumbres locales, etc.

Asimismo, para Ibáñez (2011): “El costo de la mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes: Jornal Básico, Leyes Sociales, y Bonificaciones” (p.15).

El Decreto Supremo con fecha 02/03/45 define las categorías de los trabajadores de construcción civil, y también las actividades que realizan cada uno de los integrantes.

- Operario

Para el autor Ibáñez (2011) pertenecen a la denominación operario: “Albañil, carpintero, herrero, pintores, electricista, gasfitero, plomero, almacenero, chofer, mecánico y demás trabajadores calificados en una especialidad en el ramo” (p.16). Asimismo, pertenecen a esta categoría los maquinistas que realizan las funciones de los operarios wincheros, mezcladores, concreteros, etc.

- Oficial o Ayudante

Asimismo, Ibáñez (2011) afirma que se denomina oficial o ayudante a: “Los trabajadores que desempeñen las mismas ocupaciones, pero que laboran como ayudantes del operario que tenga a su cargo la responsabilidad de la tarea y que no hubieran alcanzado plena calificación en la especialidad. En la categoría de oficiales también están comprendidos los guardianes” (p.16).

- Peón

Son los empleados no calificados que son distribuidos indistintamente en las diferentes actividades de la Industria de la construcción.

- Capataz

Con respecto a los capataces, no existe ningún dispositivo legal que establezca su categoría como tal, pero se puede clasificar de la siguiente forma:

Capataz A.- Se refiere al capataz general de la obra.

Capataz B.- Los trabajadores que dirigen las cuadrillas óptimas en materia de concretos, encofrados, armaduras, pavimentos, excavaciones con utilización de explosivos y excavaciones especiales.

Capataz C.- Los trabajadores que dirigen las cuadrillas óptimas en materia de movimiento de tierras y obras preliminares.

## ii. Materiales

En la ejecución de una carretera se integran materiales semielaborados, elaborados, mano de obra, equipos y herramientas.

El costo de los materiales necesarios para la construcción de las carreteras, son parte fundamental que conforma un Análisis de Costos Unitarios. No



deberán incluir el Impuesto General a las Ventas (IGV); asimismo, deberán ser determinados teniendo en cuenta los gastos que se requiere para ser colocados al pie de la obra, por tal razón, el costo utilizado además de su costo ex fábrica, debe ser incrementado con los siguientes rubros.

- Costo de flete

El flete es el costo del transporte desde su lugar de fabricación o expendio hasta el almacén de la obra. El mismo que deberá ser ubicado en el Centro de Gravedad de la Obra.

Para calcular el costo del flete se debe aplicar los dispositivos legales vigentes (a la fecha se van elaborar los Costos Unitarios) que son publicados en el diario oficial “El Peruano”.

A la fecha del cálculo del flete se hace de acuerdo a lo que se establece en el D.S. N° 049-2002-MTC, el D.S. N° 010-2006-MTC y su modificatoria D.S. N° 033-2006-MTC.

- Costo de Manipuleo

Para Ibáñez (2011) manipular materiales es: “Recoger y depositar, mover en plano horizontal o vertical o ambos casos a la vez y por cualquier medio, materiales o productos de cualquier clase en estado bruto, semi acabado o completamente acabado. Calcular el costo del manipuleo de materiales es complicado debido a que realmente se necesita un análisis bien profundo para cada uno de los materiales necesitados, ya que el trato es diferente” (p.22). En este caso vamos a considerar un costo estimado promedio por kilogramo equivalente al 1/1000 del costo de un jornal del peón incluyendo sus leyes sociales. Este valor ha sido calculado teniendo en cuenta que una cuadrilla de 4 peones puede manipular 4.000 Kg/día.

- Costo de Almacenamiento

El almacenamiento es un servicio auxiliar en la ejecución de proyectos. Sus funciones son:

- Recibir, salvaguardar y proteger, todos los materiales que son necesarios para la construcción vial.
- Facilitar los suministros y materiales, a través de solicitudes autorizados por el ingeniero responsable.

- Controlar los reportes de almacén representativos.
- Ser responsable de los materiales en el proceso constructivo del proyecto.

En el presente trabajo el costo de almacenamiento se estima en un valor que no exceda en el costo del 2% del material.

- Costo por mermas y desperdicios

Según Ibáñez (2011): “Merma es la porción de un material que se consume naturalmente. Desperdicios son pérdidas irre recuperables e inutilizables de los materiales, desechos. Se presentan en el proceso de transporte desde el centro de abastecedor hasta el almacén de la obra, en el proceso constructivo” (p.23). Lo cual implica que son costos que deben de considerarse dentro del costo del material. Para el presente trabajo se considera el 5% del costo del material en el centro abastecedor (para aquellas que la requieran).

- Costo por viáticos

Es la subvención por concepto de gastos de viaje, que se le abona al personal de seguridad que salvaguarda el transporte de Explosivos (dinamita, fulminante, guía, etc.) a la obra. Para fines de cálculo se considera el 30% del precio del material en el centro abastecedor.

### **iii. Equipos**

Equipos representa una parte muy significativa en el presupuesto, y por ello incide en mayor grado en el costo de partidas de pavimentos y movimiento de tierras.

Las empresas constructoras, generalmente, realizan sus actividades con maquinarias alquiladas. Por ende, determinar el costo de alquiler de una maquinaria es muy importante, y para ello se tiene dos ítems fundamentales:

- Costos de Posesión

El cual considera la depreciación, así como el capital, el interés, los seguros correspondientes del equipo, etc.

- Costos de Operación

El cual considera los combustibles, así también los filtros, el mantenimiento, los operadores, etc.

## **b) Costos Indirectos**

Son aquellos costos que no tienen relación directa en la ejecución de una obra, pero son indispensables incluirlos en el presupuesto, porque se refieren a la sumatoria de los diversos gastos técnico-administrativos necesarios para el correcto desarrollo de un proyecto. Estos costos pueden clasificarse en dos rubros: Gastos Generales Fijos y Gastos Generales Variables.

- **Gastos Generales Fijos**

Conformados por los siguientes ítems:

- Campamento de obra (para el Contratistas y la Supervisión).
- Gastos administrados que incluyen los costos de la licitación, gastos legales, carteles de obra, gastos de inspección a obra y publicación derivadas del proceso.

- **Gastos Generales Variables**

Que corresponde a:

- Costos de las oficinas técnicas y administrativas en la obra, que están conformadas por las remuneraciones y sueldos de los trabajadores profesionales, personal técnico, administrativo y auxiliar que participarán en el desarrollo del proyecto.
- Gastos de alimentación y pasajes del personal.
- Asimismo, se consideran los gastos administrativos de la oficina principal y costos del empleado; también los del contratista que participa indirectamente en el proyecto y que estos gastos no han sido cargados ni en el análisis de costos unitarios ni en los de dirección y administración de la obra. Los sueldos y remuneraciones deben ser igualmente afectados con sus leyes sociales.
- Se considera también los costos de equipos livianos que no son incluidos en los costos directos. Equipos como ambulancias,

camionetas, equipos para las pruebas de laboratorio, grupos electrógenos para los campamentos, etc.

- Asimismo, se considera los gastos de pólizas de seguros, que son solicitados por la entidad beneficiada. Estos gastos lo conforman los costos de primas que paga el contratista responsable para asegurar la obra, a sus empleados, y demás personales.

#### **c) Impuesto General a las Ventas (IGV)**

Es el impuesto aprobado por el Decreto Legislativo N° 821. Se aplica al subtotal del presupuesto (costo directo + costos indirectos + utilidad), es equivalente al 18%.

#### **d) Utilidad**

Representa a la ganancia que tiene el contratista al ejecutar la obra. Se aplica al costo directo.

### **2.2.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **A. DEFINICIÓN**

Tal como nos afirma Tiktin (1997): “Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras públicas, minería o industria” (p.7).

También menciona que: “El movimiento de tierras en la ejecución de un proyecto depende directamente de la topografía que haya en el terreno. El movimiento de tierras también depende del tipo de intervención que se haya proyectado, si es paisajista o de edificación.”

Asimismo, el autor Tiktin (1997) nos dice: “Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son: Excavación o arranque, carga, acarreo, descarga, extendido, humectación y compactación, y servicios auxiliares como refinados, saneos, etc.” (p.7).

## **Maquinaria para movimiento de tierras**

Las maquinarias en movimiento de tierras, tal como afirma el Grupo de Investigación Ciencia y Sociedad (2014): “Son en general equipos autopropulsados utilizados en construcción de caminos, carreteras, ferrocarriles, túneles, aeropuertos, obras hidráulicas, y edificaciones. Están diseñados para llevar a cabo varias funciones, como son: soltar y remover la tierra, elevar y cargar la tierra en vehículos que han de transportarla, distribuir la tierra en tongadas o capas de espesor controlado, y compactar la tierra. Algunas máquinas pueden efectuar más de una de estas operaciones” (p.20). Entre las principales maquinarias para realizar movimiento de tierras se menciona a continuación.

### **a) Excavadora**

Asimismo, el Grupo de Investigación Ciencia y Sociedad (2014) menciona que: “Excavadora se denomina a una máquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro y de forma ininterrumpida) que excava o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formada por pluma y brazo o balancín sin que la estructura portante o chasis se desplace” (p.20).

#### **Tipos**

Para el grupo de investigación mencionada anteriormente, existen dos tipos de excavadoras que se diferencian en el diseño y condición de trabajo:

- Excavadora frontal: Posee una cuchara direccionada para arriba. Y posee la facilidad de descargar desde mayor altura. Estos equipos son utilizados y necesarios en la minería, cuando se requiere cargar materiales superiores de la cota de trabajo.
- Retroexcavadora: Posee una cuchara direccionada para abajo. Tiene la ventaja de alcanzar a profundidades mayores. Estas maquinarias son utilizadas en la construcción de zanjas de cimentación.

**b) Tractor sobre orugas o Bulldozer**

El Grupo de Investigación Ciencia y Sociedad (2014) cita que normalmente son conocidas como Bulldozer. “Estas máquinas remueven y empujan la tierra con su cuchilla frontal. Las eficiencias de estas máquinas se limitan a desplazamientos de poco más de 100 m en horizontal” (p.23).

**Tipos**

- Bulldozer: Este tipo tiene la hoja de empuje frontal fijada al chasis del tractor a través de unos cilindros y largueros hidráulicos. La hoja de este tractor realiza los movimientos de inclinación lateral e inclinación referenciados al eje vertical.
- Angledozer: En este tractor el elemento larguero es sustituido por cilindro hidráulico, lo cual facilita que la hoja sea más baja y más ancha y así genera una longitud de trabajo mayor aunque esté inclinada la hoja.
- Tiltadozer: Este tractor se caracteriza porque su hoja puede girar alrededor de su eje longitudinal. Es el equipo con más facilidades para realizar los trabajos.

**c) Pala cargadora frontal o cargador frontal**

Estas maquinarias son utilizadas para remover material suelto, asimismo, para realizar el carguío en los volquetes de transporte.

**d) Motoniveladora**

El Grupo de Investigación Ciencia y Sociedad (2014) define a la motoniveladora como: “Equipo que se utiliza para mezclar los terrenos, cuando provienen de canteras diferentes, para darles una granulometría uniforme, y disponer las tongadas en un espesor conveniente para ser compactadas, y para perfilar los taludes tanto de rellenos como de cortes” (p.25).

### **e) Compactadora**

Son equipos que se utilizan para realizar la compactación de materiales sueltos. A través de ello el material compactado aumenta su capacidad de soporte de cargas, y así evita el hundimiento, la filtración del agua, etc.

## **B. RENDIMIENTO DE MAQUINARIA**

Los integrantes del Grupo de Investigación Ciencia y Sociedad (2014) definen al rendimiento de la maquinaria como: “La producción o rendimiento de una maquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora. Las unidades de trabajo o de obra más comunes empleadas en el movimiento de tierras son m<sup>3</sup> o la tonelada, pero en otras actividades de la construcción se usan otras más adecuadas”.

### **2.2.5. PROGRAMACIÓN LINEAL (PL)**

La Programación Lineal es una técnica que trata de la resolución de problemas de carácter lineal, en donde se trata de optimizar, ya sea maximizando o minimizando una función lineal, llamada “objetivo” y que está sujeta a una serie de restricciones representadas por inecuaciones lineales y cuyas variables, que representan las incógnitas del problema, sólo puede tener valores positivos.

La programación lineal ya enfocada al campo de la construcción, está basada en la utilización de las herramientas existentes para la programación y el control de las actividades a desarrollarse en el proceso constructivo.

Lage (2012) afirma que: “La planificación de un proyecto es, normalmente, la piedra angular del “Project Management”. No sólo permite definir e integrar el trabajo de todas las partes interesadas si no que proporciona una herramienta básica para el seguimiento de coste, plazo y calidad. Además, a partir de dicha planificación se generan los sucesivos calendarios del proyecto y se establecen los hitos<sup>1</sup> (tanto de recepción y de entrega como de cobro). El método más adecuado para planificar un proyecto depende de la naturaleza del mismo. Y una buena forma de describir dicha naturaleza es a través de parámetros tales como: tamaño, nivel de complejidad, duración y carácter singular/repetitivo”.

Y los métodos para programación y control de un proyecto conocidos en nuestro medio son:

- El método PERT Y CPM (denominado como redes): La característica principal del método PERT es que utiliza una estimación probabilística para determinar la duración de una actividad. Mientras el método CPM establece tiempos fijos en la duración de las actividades y se inclina a la optimización de costo y duración.
- El método del diagrama de barras (denominado diagrama de Gantt): Es un método muy intuitivo, debido a que se representa en gráfico de barras el tiempo de duración de cada actividad. Sin embargo, no es suficiente para la programación de proyectos lineales, debido a que la información que ofrece el diagrama de Gantt está basado exclusivamente en el carácter temporal.
- El método LSM (denominado método de planificación lineal): Es el método ideal para proyectos repetitivos (que tienen como característica principal la repetición constante de actividades en un orden a lo largo del espacio).

Por ende, para la programación de proyectos lineales de construcción se debe usar diagramas basados en tiempo versus espacio, tiempo versus camino o tiempo versus localidad, como quiera llamarse.

Los beneficios principales de diagrama tiempo-espacio es que la información que presenta son más visuales, en el cual se puede ubicar una actividad en un tiempo y espacio determinado; asimismo, se observa si existe cruce de actividades, la dirección de ejecución de las mismas, etc.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

- Análisis de Costos Unitarios (ACU): Son los insumos necesarios para el desarrollo de una determinada actividad (mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarias).
- Eficacia: Cumplimiento de metas propuestas por un grupo de personas.
- Eficiencia: Empleo óptimo de los recursos para llevar a cabo la transformación de las entidades.



- Entregable: Se puede definir como el producto o el resultado para prestar un servicio único y este es verificable para concluir un proceso o proyecto.
- Espera Técnica: Consiste en empezar una actividad o fase después de un periodo obligatorio de espera. Es decir, que debido a una restricción técnica una actividad no puede empezar hasta la conclusión de otra.
- Línea base: Plan original del proyecto que se guarda como línea base para compararla contra la ejecución real del proyecto.
- Metrado: Es la cuantificación o el cálculo por actividades de la cantidad del proyecto a desarrollar.
- Partida: Son las partes que componen el presupuesto de un proyecto, con fines de medición, evaluación y pago.
- Proceso: Según la guía de PMBOK (2013) proceso es: "Un conjunto de actividades relacionadas que conducen a un fin en particular y en las que intervienen personas, máquinas, materiales y métodos" (p.47).
- Proyecto: Un proyecto es un esfuerzo temporal que se desarrolla con el objetivo de crear un producto, servicio o resultado único.
- Programación de obra: Es el proceso que tiene como objetivo desarrollar de manera óptima las actividades. Lo que implica realizar al menor costo posible, utilizando el menor tiempo y con los requerimientos mínimos de maquinarias y trabajadores.
- Rendimiento: La cantidad de meta física ejecutada por una determinada cuadrilla durante la jornada de trabajo.
- Reajuste: Es el valor que mantiene actualizado el valor del contrato de la obra.
- Tecnología de la información (TI): Se denomina TI al conjunto de tecnologías que facilitan acceder, producir, tratar y gestionar la información con que desarrolla sus actividades una organización.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. MÉTODO, TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

En el método de la investigación se hizo uso como base de la estructura el método científico, porque mediante la interpretación de los datos obtenidos se analizarán hechos y sucesos en forma metódica y secuencial.

##### **3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación estará dentro de la investigación aplicada, pues es el empleo de los conocimientos teóricos aplicados en la práctica, en provecho de la organización.

##### **3.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación corresponde a una investigación explicativa debido a que se pretende hallar el porqué de los hechos, estableciendo y descubriendo las relaciones de causa y efecto.

#### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de investigación tendrá un diseño cuasi experimental, puesto que se va a modificar la realidad aplicando una variable independiente hacia una dependiente.

Asimismo, el investigador tendrá un papel activo, pues llevará a cabo una intervención, deseando comprobar los efectos de una intervención específica.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

Se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico, el muestreo por conveniencia; el cual ha sido seleccionado por ser accesible a la investigación.

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

La población está conformada por todas las empresas constructoras de la Región Junín que se dedican a proyectos de movimiento de tierras.

#### **3.3.2. MUESTRA**

Está conformada por la empresa Brynajom S.R.L., que se encuentra ubicada en Prolongación Grau N° 2533, El Tambo-Huancayo.

### **3.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de datos se desarrollará mediante la observación y la encuesta correspondiente.

### **3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Las técnicas que se utilizarán en el presente proyecto tendrán un análisis basado en la estadística inferencial. Y los datos obtenidos serán procesados a través del programa SPSS v. 22 de la compañía IBM.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se desarrolla en sí la columna vertebral del proyecto, ya que se trata la intervención metodológica. Para el análisis se tomará a la empresa Brynajom S.R.L.

#### **4.1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA**

##### **4.1.1. DATOS GENERALES**

Razón Social de la Empresa :	Brynajom S.R.L.
RUC :	20486419971
Gerente General :	Ing. José Manuel Guerra Urruche
Dirección de la Empresa :	Prolongación Grau N° 2533
Provincia y Distrito :	Huancayo – El Tambo.

##### **4.1.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES**

- Construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras.
- Construcción de diques de relave para las compañías mineras.
- Construcción de túneles mineros.
- Producción y comercialización de piedra chancada.
- Construcción de obras civiles en general.
- Alquiler de maquinaria pesada.

#### **4.1.3. MISIÓN**

Ser una empresa comprometida con el desarrollo social y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad y medio ambiental.

#### **4.1.4. VISIÓN**

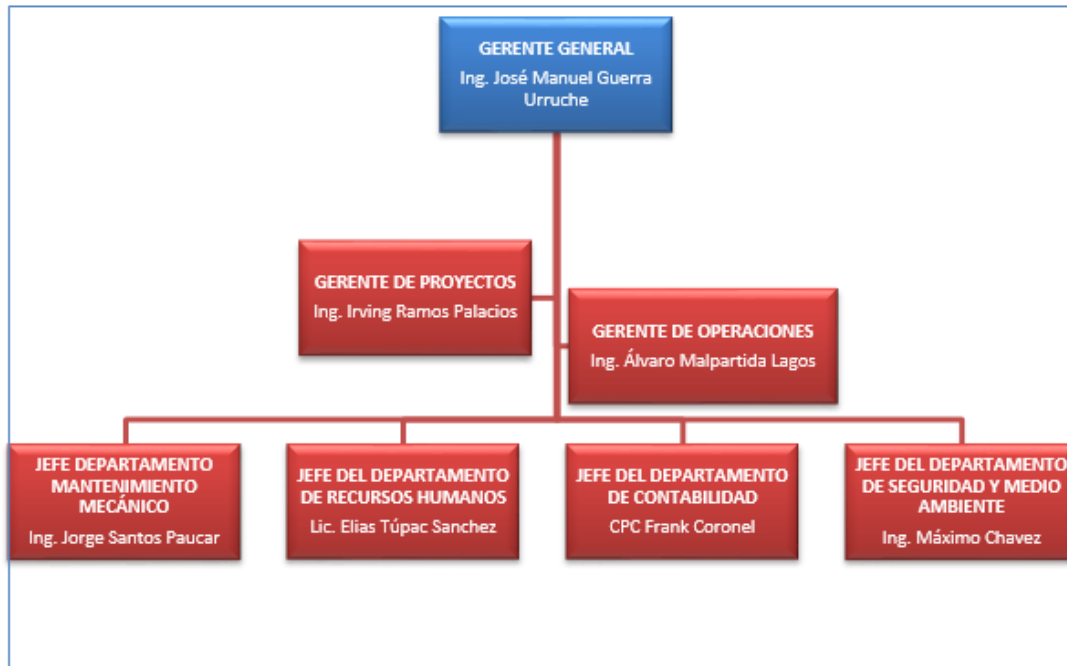
Para el 2020 ser la mejor empresa constructora de la Región Junín.

#### **4.1.5. OBJETIVOS DE LA EMPRESA**

- Contribuir con el desarrollo personal e integral de sus trabajadores, facilitando capacitaciones y formación permanentes.
- Mantener el equipo de trabajo durante la ejecución de obras, así como en periodos de paralización.
- Construir, rehabilitar, mejorar y realizar mantenimiento de carreteras y obras viales.
- Construir diques de relave para las compañías mineras. Del mismo modo, construir túneles mineros.
- Construir obras civiles en general.
- Alquilar maquinarias pesadas.

#### 4.1.6. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Figura 3: Organigrama de la empresa Brynajom.



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS

### 4.2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### A. SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE LA EMPRESA BRYNAJOM S.R.L.

La gestión de proyectos es una herramienta que se aborda desde diferentes puntos de vista o filosofías de la ingeniería. Según Alcaraz (2007) la gestión de proyectos es: “Una manera muy eficaz de unir a los recursos y a las personas durante un tiempo determinado, de tal manera que se desarrolle eficientemente un proyecto” (p.5).

En la gestión de proyectos hay que tener en cuenta siempre los cuatro elementos principales: primero, el costo del proyecto; luego, el tiempo y los recursos con que se cuenta y, finalmente, la calidad.

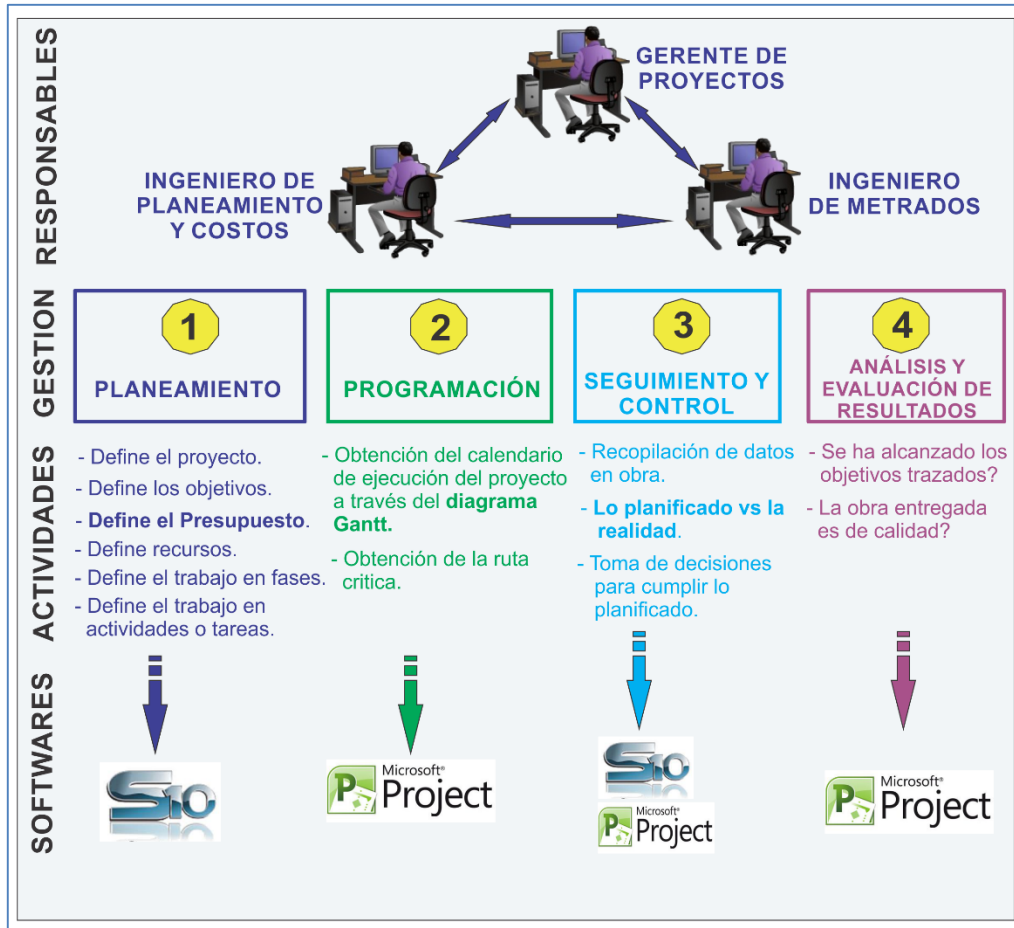
La empresa en estudio no es ajena a la gestión de proyectos y define 4 fases:

- Planificación.- Esta fase comprende la identificación y definición de los componentes y los elementos que participan en la ejecución del proyecto. Alcaraz (2007) respecto a la planificación de proyectos afirma que: “Más concretamente, en la fase de planificación se debe: definir el proyecto, especificando los objetivos, recursos disponibles, tiempo necesario y presupuesto general. Asimismo, dividir el trabajo (fases, departamentos, servicios). Luego, dividir el trabajo en actividades o tareas. Representar el diagrama de descomposición del trabajo adecuado. Establecer las relaciones de precedencia entre actividades. y finalmente estimar la duración de las actividades determinando los recursos implicados y estimando las necesidades de éstos por parte de las actividades” (p.6).
- Programación.- Esta etapa se centra en la elaboración de la programación de obra, basado en el diagrama de Gantt. Aquí se determina la duración del proyecto y se da antes de la ejecución.
- Seguimiento y Control de la obra.- Citando a Alcaraz (2007) esta fase consiste en: “La recopilación de datos sobre el funcionamiento real del proyecto y su incorporación al programa, así como la obtención de los informes pertinentes para que el director y el personal implicado esté informado de los cambios ocurridos frente a la programación de trabajos inicial. Llamamos control a la función que utiliza los datos proporcionados por el seguimiento para llevar la ejecución real del proyecto de acuerdo con los planes previstos” (p.6). En definitiva, controlar significa desarrollar las acciones correctivas suficientes siempre en cuando los reportes en obra son diferentes a lo programado.
- Análisis y evaluación de los resultados.- Esta fase es posterior a la etapa de seguimiento y control. Es la fase en que se realizan los juicios basados en la calidad y efectividad de la obra ejecutada.

Los cuatro procesos principales de Brynajom S.R.L. dentro de la gestión de proyectos se muestran en la figura siguiente (Figura 4). Los responsables de estos procesos en la oficina principal son el gerente de proyectos, el ingeniero de planeamiento y costos, y el ingeniero de metrados. Y los responsables en las oficinas de obra son el ingeniero residente y el jefe de oficina técnica. En cada proceso de gestión resalta algo en particular: por ejemplo, en planeamiento lo que más resalta es la definición del presupuesto; en la programación de obra, lo más

resultante es el desarrollo del cronograma de ejecución del proyecto a través del diagrama de Gantt; en el seguimiento y control, la comparación de lo planificado versus la realidad ejecutada.

Figura 4: Sistemas de gestión de proyectos en la empresa Brynajom S.R.L.



Fuente: Elaboración propia.

## B. PROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTOS MODELO TRADICIONAL BRYNAJOM

El proceso de gestión de proyectos de la empresa Brynajom S.R.L., tal como se muestra en la figura 5, es de la siguiente manera:

Se inicia con la solicitud del gerente de proyectos a la oficina técnica para el desarrollo del presupuesto de una obra en específico. Personal de oficina técnica principal, recopila información de expedientes técnicos similares para definir análisis de costos unitarios de las partidas y rendimiento de maquinarias. La

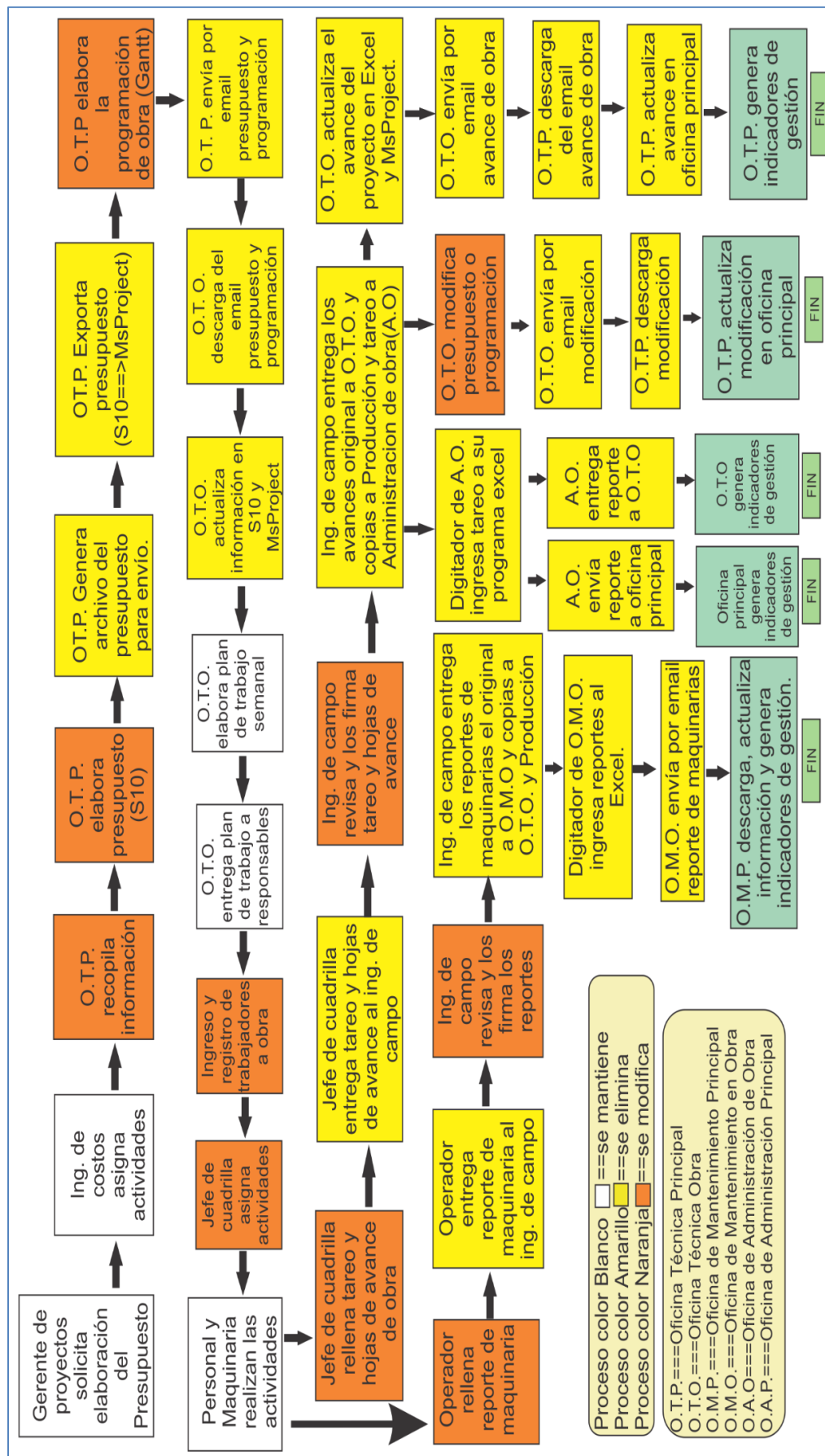


empresa, para obtener el rendimiento de una maquinaria, toma de los catálogos de los fabricantes o de anteriores expedientes técnicos de obras similares.

Luego, la oficina técnica principal elabora el presupuesto con el sistema S10. Terminado la elaboración del presupuesto, se genera el archivo del presupuesto para el respectivo envío a las oficinas técnicas de las obras. El presupuesto elaborado en el S10, se exporta hacia el Ms Project y se elabora la programación de obra juntamente con el gerente de proyectos y la oficina técnica principal. Los archivos del presupuesto elaborado y la programación de obra son cargados al email y enviados a las oficinas técnicas de las obras. El responsable de ello descarga los archivos y actualiza la información del presupuesto en el S10 y la programación de obra en el Ms Project.

La oficina técnica de la obra elabora el plan de trabajo semanal y entrega este documento a los responsables de campo. Ya en la obra, los trabajadores ingresan y se registran en un formato impreso, donde rellenan sus datos personales, fecha y hora de ingreso. Seguidamente, el jefe de cuadrilla asigna actividades a los trabajadores mediante frentes, y especificando las partidas a realizar. Al final del día, el jefe de cuadrilla rellena el tareo y hojas de avance de obra y, luego, los entrega al ingeniero de campo. Éste, luego de revisar, firma los documentos y entrega los avances originales a la oficina técnica de la obra, las copias a producción y los tareos a la administración de la obra. La oficina técnica de obra, actualiza el avance del proyecto en el formato Excel y Ms Project y envía a la oficina técnica principal. Quienes descargan, actualizan la información en la oficina principal y generan los indicadores de gestión. Asimismo, la administración de obra, ingresa el tareo a su programa Excel y entrega reportes a la oficina técnica de obra, y envía reportes a la oficina principal. Tanto la oficina técnica de obra como la oficina principal, generan indicadores de gestión respecto a los tareos.

Figura 5: Proceso de gestión de proyectos modelo tradicional Brynajokm.



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, al finalizar el día, el operador de maquinaria rellena los reportes de su maquinaria y los entrega al ingeniero de campo, quien, luego de revisar y firmar, entrega el reporte original a la oficina de mantenimiento en obra, y las copias a la oficina técnica y producción. La oficina de mantenimiento obra envía por email los reportes de las maquinarias a la oficina principal de mantenimiento, quienes actualizan la información y generan los indicadores de gestión. Si la oficina técnica obra modifica el presupuesto o la programación de obra, envía de inmediato por email a la oficina principal, quienes descargan y actualizan la información modificada.

### C. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRINCIPALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS MODELO TRADICIONAL

Los aproximadamente 40 procesos descritos en la figura 5, fueron agrupados en 18 procesos principales. A continuación se caracterizan estos procesos principales teniendo en cuenta los input, proceso aplicado y output.

PROCESO	INPUT	PROCESO APLICADO	OUTPUT
PR01 - RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.	Solicitud de elaboración de presupuesto y reunión del gerente de proyectos con la Oficina Técnica.	Oficina Técnica Principal (O.T.P.) busca expedientes técnicos similares para definir análisis de costos unitarios de las partidas, y rendimiento de maquinarias.	Se obtiene análisis de costos unitarios de las partidas a ejecutar y los rendimientos de maquinarias.
PR02 - ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO CON S10.	Partidas a ejecutar, ACUs y Rendimiento de maquinarias.	Oficina Técnica Principal elabora el presupuesto con S10.	Se obtiene el costo del proyecto.
PR03 - EXPORTACIÓN DEL PRESUPUESTO (S10-MS PROJECT).	Presupuesto elaborado en S10.	Ing. De costos exporta el presupuesto del S10 al Ms Project.	Partidas importadas en Ms Project del presupuesto elaborado.
PR04 - ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE OBRA CON MS PROJECT.	Partidas importadas en Ms Project.	Gerente de Proyectos y O.T.P elaboran programación de obra.	Diagrama Gantt y Ruta Crítica.
PR05 - CRUCE DE INFORMACIÓN.	Archivo de Base de Datos del presupuesto y archivo Ms Project de la programación de obra.	O.T.P. Envía el archivo del presupuesto y la programación de obra por email.	Archivo presupuesto y programación en el correo de la Oficina Técnica Obra (O.T.O.).
PR06 - ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN S10 Y MS PROJECT EN O.T.O.	Archivo de Base de Datos y archivo Ms Project descargado del correo.	O.T.O. actualiza la información en S10 y Ms Project con la información descargada del email.	Presupuesto actualizado en S10 y cronograma actualizado en Ms Project.

PR07 - INGRESO/SALIDA A OBRA.	Trabajador ingresa a obra entregando DNI, y sale de obra entregando su DNI.	Trabajador rellena información en formato impreso, colocando nombres y hora de ingreso/salida.	Al final del día se entrega la hoja rellena al Ing. de campo.
PR08 - ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES	Reparto de guardia diaria de cada cuadrilla y plan diario de trabajo.	Jefe de cuadrilla asigna actividades a cada trabajador y maquinaria.	Trabajadores se dirigen a sus respectivos frentes y las partidas a ejecutar.
PR09 - RECOPIACIÓN Y CONSOLIDADO DE LA INFORMACION DE AVANCE DE OBRA	Información de partidas ejecutadas en libreta de jefe de cuadrilla	Al final del día, jefe de cuadrilla traspasa la información al formato de avance de obra.	Ing. de Campo recibe avances de todos los jefes de cuadrilla por toda la jornada
PR10 - DIGITACIÓN DE AVANCES DE OBRA	Hojas de avance validadas y revisadas por el Ing. de campo	Digitador de O.T.O. ingresa avances al Ms Project y el archivo Excel.	Información de avances registrada en Ms Project y el archivo Excel.
PR11 - CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN DE AVANCE DE OBRA EN OFICINA PRINCIPAL.	Ms Project y Archivo Excel con información de avance enviado al correo de la oficina principal	O.T.P. Consolida la información del avance de obra.	Información de avance registrada en el Ms Project y el archivo Excel en la Oficina Principal.
PR12 - RECOPIACIÓN Y CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN DE CONTROL DE MAQUINARIA.	Información de partidas ejecutadas en el día por la maquinaria.	Al final del día el operador de la maquinaria rellena la información respecto a la maquinaria y los trabajos ejecutados.	Ing. de Campo recibe los reportes de los operadores por toda la jornada.
PR13 - DIGITACIÓN DE CONTROL DE MAQUINARIAS EN OBRA.	Reporte de maquinarias validadas y revisadas por el Ing. de campo.	Oficina de Mantenimiento en la obra (O.M.O.) ingresa reporte de maquinarias en el archivo Excel.	Información de reporte de maquinarias registrada en el archivo Excel.
PR14 - CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN DE CONTROL DE MAQUINARIAS EN OFICINA PRINCIPAL.	Archivo Excel con información de reporte de maquinarias enviado al correo de la oficina principal.	Oficina de Mantenimiento Principal (O.M.P.) consolida la información del control de maquinarias.	Información del control de maquinarias registrada en el archivo Excel en la Oficina Principal.
PR15 - RECOPIACIÓN Y CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN DE TAREO EN OBRA.	Información de asignación de partidas en libreta de jefe de cuadrilla.	Al final del día, jefe de cuadrilla traspasa la información al formato de tareo.	Ing. de Campo recibe tareas de todos los jefes de cuadrilla por toda la jornada.
PR16 - DIGITACIÓN DE TAREO EN OBRA	Hojas de tareo validadas y revisadas por el Ing. de campo.	Digitador de administración de obra ingresa tareo a su programa Excel.	Información de tareo registrada en el archivo Excel.
PR17 - CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN DE TAREO EN OFICINA PRINCIPAL.	Archivo Excel con información de tareo enviado al correo de la oficina principal.	Administración en la oficina principal consolida la información de tareos.	Información de tareo registrada en el archivo Excel en la Oficina Principal.
PR18 - GENERACIÓN DE REPORTES DE OBRA.	Información de avance de obra, control de maquinarias y tareo registrada en el archivo Excel y Ms Project.	Oficina Técnica, Administración y Producción generan reportes sobre la información registrada.	Reportes de Control de Productividad, Avance, Costo, Control de maquinarias, etc.

#### **D. COSTO ACTUAL DE HERRAMIENTAS TI EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS**

En el área de gestión de proyectos de la empresa en estudio se cuenta con 8 computadoras de procesador Core i3 (4 en oficina principal y 4 en obras), 4 laptops Toshiba (1 en oficina principal y 3 en obras), 1 Servidor local HP, 1 Servidor Web y dos impresoras Canon.

Estos hardwares dan soporte y sirven de plataforma para el funcionamiento del software. Se tiene como software principal para la elaboración de presupuestos el sistema S10. Instalado en su versión corporativo en la oficina principal y 4 licencias profesionales del S10 para las obras. Asimismo, se cuenta con una licencia corporativa de Ms Project.

De la misma manera se cuenta con una licencia de la base de datos en el gestor SQL Server 2005, en el cual se almacena toda la información del sistema S10. Y, finalmente, se está discutiendo la necesidad de adquirir el software de origen alemán Tilos, para la programación de proyectos lineales basados en el diagrama tiempo-camino.

Los principales software utilizados por el área de gestión de proyectos asciende a S/. 28,553.93 anualmente, tal como evidencia la figura 6. Y el costo de la empresa en obra en los digitadores del control de maquinarias, tareas y avance de obra, ascienden anualmente a S/. 54,000.00.

Figura 6: Costo anual de Herramientas TI en Gestión de proyectos.

<b>HARDWARD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
8	Computadoras core i3	2,000.00	16,000.00
4	Laptop Toshiba Core i3	3,000.00	12,000.00
1	Servidor local HP ProLiant DL320e	4,808.15	4,808.15
1	Servidor Web	350.00	350.00
2	Impresoras Canon	850.00	1,700.00
		total	<b>S/. 34,858.15</b>
<b>SOFTWARE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
1	Licencia Corporativo S10	4,500.00	4,500.00
4	Licencia profesional S10	1,500.00	6,000.00
1	Licencia Corporativo Ms Project	2,099.00	2,099.00
1	Licencia Tilos	10,726.20	10,726.20
1	Licencia de SQL Server 2005 Estándar	5,228.73	5,228.73
		total	<b>S/. 28,553.93</b>
<b>OTROS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
1	Servicios de internet (cableado)	1,440.00	1,440.00
3	Servicios de internet (Modem USB)	720.00	2,160.00
3	Digitadores de reportes en obra	1,500.00	54,000.00
		total	<b>S/. 57,600.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Sin la inclusión del software Tilos el monto de los software ascienden a S/. 17,827.73, que corresponde a la adquisición de licencias del sistema S10 módulo presupuesto, Ms Project corporativo y licencia de SQL Server 2005 estándar. Estas licencias son renovables anualmente e incluyen mantenimiento y soporte de parte de los proveedores.

Respecto al costo del hardware que asciende a s/. 34,858.15, son adquisiciones de parte de la empresa que no implican un gasto anual, más que algún mantenimiento de estos equipos. Cabe resaltar que la empresa cuenta con un servidor local en la oficina principal y un servidor web alquilado.

#### 4.2.2. DETERMINACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La problemática principal gira entorno a los siguientes ítems:

- a. Rendimiento de maquinarias.- Este proceso es primordial para elaborar un presupuesto y su consecuente programación de obra. La empresa para obtener el rendimiento de una maquinaria, toma de los catálogos de

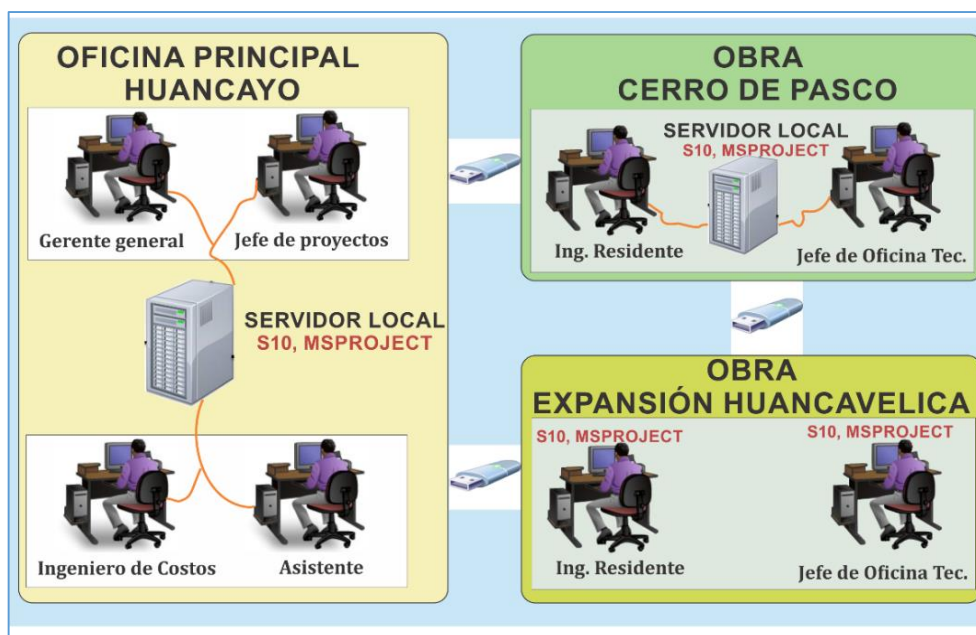
fabricantes o de expedientes técnicos anteriores de obras similares, pero muchas veces, estos datos son tomados de los rendimientos estándares propuestos en el Perú por el ingeniero Walter Ibáñez, o los calculados mediante fórmulas. Sin embargo, estos rendimientos no están agrupados ni almacenados en la base de datos del S10 con el que elabora el presupuesto la empresa Brynajom S.R.L., puesto que, el Sistema S10 presenta deficiencias respecto a este módulo, pues no ofrecen opción de almacenar en la base de datos el historial de los rendimientos de maquinarias para movimiento de tierras, ni los rendimientos estándares elaborados en el Perú, ni el cálculo de los rendimientos de maquinarias mediante parámetros. Ocasionalmente que, respecto a los rendimientos de maquinarias para elaborar presupuestos, se tomen valores empíricos.

- b. La elaboración del presupuesto.- Para este ítem la empresa trabaja con el sistema S10. Sin embargo, el S10 presenta deficiencias puesto que muchas veces los montos de costo directo no coinciden con la suma de los montos del presupuesto desglosado. Asimismo, cuando se modifican los datos básicos del presupuesto elaborado (nombre, fecha, lugar, etc.), los precios de los recursos se actualizan a valor cero, generando así, pérdida de tiempo en el personal que va reingresar los precios de los recursos.
- c. La programación de obra.- Para la programación de obra, la empresa utiliza el sistema Ms Project que trabaja con el diagrama de Gantt; para ello, los datos del presupuesto elaborado son exportados desde el S10 hacia el Ms Project y muchas veces este proceso no se llega a completar debido a las versiones de los programas. Una vez ya en el Ms Project se desarrolla la programación de obra, basado en el diagrama de Gantt. Este programa es más usado como herramienta de dibujo de barras; y no se usa como apoyo real a la planificación, programación y, mucho menos, al control, por las mismas limitaciones del Ms Project, pues sólo usa el parámetro tiempo. Sin embargo, para proyectos lineales de infraestructura como carreteras, ferrocarriles, canales, saneamiento, túneles, etc., se requiere, aparte de manejar el parámetro tiempo, manejar otros parámetros como el eje del espacio, progresiva o camino. Puesto que manejando el parámetro tiempo y parámetro espacio, se genera un diagrama que muestra una conexión gráfica entre el tiempo en que se desarrolla la actividad y el espacio donde se está ejecutando dicha partida. Por ende, para programar proyectos lineales de

infraestructura, se requiere de un diagrama basado en el tiempo/espacio. No es suficiente el diagrama de Gantt.

- d. Acceso y disponibilidad de la información.- Las oficinas técnicas de obras, están distanciadas muchos kilómetros respecto a la oficina principal, lo que implica que la información que gestionan las oficinas de obras, no son accedidas en tiempo real en la oficina principal y viceversa. La figura inferior muestra el acceso de la información en la gestión de proyectos de la empresa en estudio.

Figura 7: Acceso y disponibilidad de información en la gestión de proyectos.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se distingue una oficina principal y dos oficinas técnicas ubicadas en la obra. Cada oficina accede y dispone de la información de manera independiente y centralizada. Esto es debido a que las herramientas de la TI (S10, Ms Project, Excel, etc.), que gestiona la empresa son paquetes que funcionan en el entorno local (instalados en un servidor local), y se tiene acceso sólo estando presente físicamente en la misma oficina. Por ende, el acceso a la información para la gestión de proyectos se da en tiempos diferentes en todas las oficinas; tratando de alguna manera cortar la brecha del tiempo con el cruce de información a través de los correos electrónicos. La descripción de la figura anterior es de la siguiente manera:



- La parte izquierda de la figura, representa la situación de la oficina principal (domicilio fiscal en Huancayo). Esta oficina posee un servidor local en que están instalados los sistemas S10, Ms Project y otros paquetes informáticos. El personal que labora en esta oficina, ya sea el gerente general, jefe de proyectos, ingeniero de costos o el asistente, acceden desde sus computadoras para hacer uso de estos programas informáticos.
- Del mismo modo, en la parte superior derecha de la figura anterior, se observa el proceso de funcionamiento de la oficina de la obra 1 (proyecto de carreteras en Cerro de Pasco), donde el ingeniero residente y el jefe de la oficina técnica, comparten un servidor local, donde también están instalados el sistema S10, Ms Project y otros paquetes informáticos. Los reportes de seguimiento y control de la obra son tomados en el campo y registrados en un formato impreso, y al finalizar la guardia son entregados por el ingeniero de campo hacia la oficina técnica de la obra. Del mismo modo, sucede con los reportes de control de las maquinarias que son entregados a la oficina de mantenimiento y los tareas que son entregados a la oficina de administración de obra. Los responsables de las áreas en las obras ingresan y procesan la información con las herramientas tecnológicas, para luego enviar a la oficina principal de la empresa. En este proceso es común el extravío de hojas de reporte de avance, control de maquinarias, tareo, etc., lo cual conlleva a manejar información y controles poco confiables.
- Finalmente, en la parte inferior derecha de la figura, se evidencia la situación que ocurre en la oficina de la obra 2 (proyecto de saneamiento en Huancavelica), donde el ingeniero residente y el jefe de oficina técnica, trabajan en sus máquinas personales donde están instalados los paquetes informáticos.

Por lo tanto, se evidencia que en cualquiera de las tres situaciones mencionadas, la información respecto al presupuesto, programación, seguimiento y control de obra, así como el control de maquinarias y tareas se desarrolla de manera independiente y separada. Esto muchas veces genera duplicidad e incoherencia de la información compartida entre las diferentes oficinas, y por ende, no se tiene acceso a la información en tiempo real.

Para compartir la información de la oficina principal a las obras y viceversa, los ingenieros responsables de costos y presupuestos, así como los responsables de

administración y mantenimiento de maquinarias, utilizan con mucha frecuencia los correos electrónicos. El tiempo que se demora la oficina técnica en obra para tener la información actualizada de la oficina principal son de aproximadamente 2 horas. El tiempo necesario para rellenar los registros en formato impreso en la obra sobre tareo, reportes de avance y reportes de maquinarias son alrededor de 3 horas. Digitar la información obtenida en campo en las oficinas de obra demora aproximadamente 7.8 horas. Y finalmente, la oficina principal tiene acceso a la información de la obra ya pasado en promedio 2 días y medio. Lo cual genera una incoherencia entre lo que realmente está ocurriendo en la obra y la información que se tiene en la oficina principal en un momento específico del tiempo.

**Figura 8: Análisis de tiempos para el acceso de información modelo tradicional.**

ITEMS	TIEMPO (Minutos)	
Oficina técnica principal comparte información a obra.	60	DIA 1= (2 horas)
Oficina obra actualiza presupuesto y programación.	60	
Registro de Ingreso/salida de trabajadores de obra.	60	DIA 2= (3.0 horas)
Jefe de Cuadrilla asigna actividades.	20	
Jefe de Cuadrilla rellena hoja de avance.	20	
Jefe de Cuadrilla rellena tareo.	20	
Operador rellena reporte de maquinarias.	15	
Ing. De Campo revisa los reportes, firma y entrega a responsables.	45	DIA 3=(7.8 horas)
Digitador de Oficina técnica ingresa reportes de avance a Excel.	90	
Digitador de Administración ingresa tareo a Excel.	120	
Digitador de Mantenimiento ingresa reportes de maquinaria a Excel.	180	
Oficina de técnica obra envía reportes a Oficina Principal.	30	
Administración obra envía reportes a Administración Principal.	20	
Oficina mantenimiento obra envía reportes a Mantenimiento Principal.	30	
Oficina principal actualiza información y genera indicadores de gestión	120	DIA 4 (2 horas)

Elaboración propia.

Estos datos de tiempo, fueron medidos por el Tesista en la experiencia obtenida laborando en la ejecución del proyecto denominado: “Construcción de Presa de Relaves, para la Compañía Minera Milpo, Unidad el Porvenir, Cerro de Pasco”.

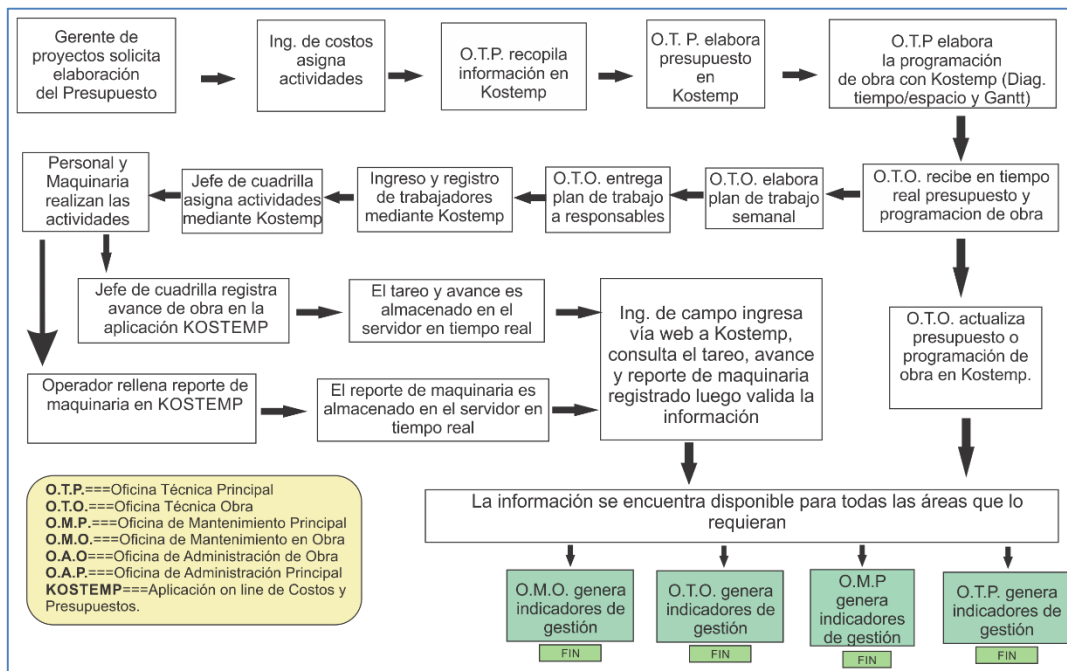
#### **4.2.3. SITUACIÓN CON LA SOLUCIÓN IMPLEMENTADA**

##### **A. PROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTO CON LA IMPLEMENTACIÓN ON LINE**

El proceso de gestión de proyectos dentro de la empresa Brynajom S.R.L con la implementación queda de la siguiente manera, tal como muestra la figura inferior:

- Se inicia con la solicitud del gerente de proyectos a la oficina técnica para el desarrollo del presupuesto de una obra en específico.
- Luego el ingeniero de costos asigna actividades al personal que labora dentro de la oficina técnica principal.
- Personal de la oficina técnica principal, recopila información de expedientes técnicos similares para definir análisis de costos unitarios de las actividades y del rendimiento de maquinarias. Para el rendimiento de las maquinarias Kostemp almacena los rendimientos de la empresa tomados en obra, los rendimientos estándares elaborados para el Perú por el Ing. Walter Ibáñez, y los rendimientos obtenidos mediante fórmulas.
- Seguidamente, la oficina técnica principal elabora el presupuesto con Kostemp, inmediatamente se elabora la programación de obra basado en el diagrama tiempo/espacio. Para ello, Kostemp recupera desde el presupuesto elaborado, las partidas, los metrados ingresados y los rendimientos definidos en cada partida.

**Figura 9: Proceso de gestión de proyectos con la implementación on line (Kostemp).**



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez concluida la elaboración de la programación de obra, las oficinas técnicas de las diferentes obras pueden acceder a la información mediante Kostemp.
- La oficina técnica de la obra elabora el plan de trabajo semanal y entrega este documento a los responsables de campo.
- Ya en la obra, los trabajadores ingresan y se registran presentando su DNI mediante Kostemp, de la misma manera a la hora de salir de la obra.
- Seguidamente, el jefe de cuadrilla asigna actividades a los trabajadores mediante frentes, especificando las partidas a realizar a través de Kostemp. De acuerdo a la asignación, personal y maquinarias realizan las actividades.
- Al finalizar el día, el jefe de cuadrilla registra el avance de obra en Kostemp. De la misma manera, el operador de la maquinaria registra los reportes de cada maquinaria en la aplicación Kostemp.
- El ingeniero de campo, ingresa vía web a Kostemp para consultar el tareo, el avance de obra y reporte de maquinarias registrados. Luego valida la información realizando el respectivo check a cada registro de Kostemp.
- Si la oficina técnica obra modifica el presupuesto o la programación de obra, la oficina principal tiene conocimiento de la información modificada en tiempo real, accediendo a Kostemp.
- La información se encuentra disponible para todas las áreas que lo requieran.
- Tanto la oficina técnica obra, como la oficina principal, generan indicadores de gestión.

## **B. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRINCIPALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS CON LA IMPLEMENTACIÓN ON LINE**

Los aproximadamente 20 procesos descritos en la figura 9, fueron agrupados en 10 procesos principales. Los cuales son caracterizados teniendo en cuenta los input, proceso aplicado y output.

PROCESO	INPUT	PROCESO APLICADO	OUTPUT
PR01 - RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.	Solicitud de elaboración de presupuesto y reunión del gerente de proyectos con la Oficina Técnica.	Oficina Técnica Principal (O.T.P.) busca las partidas del proyecto, y rendimiento de maquinarias en Kostemp.	Se obtiene análisis de costos unitarios de las partidas a ejecutar y el rendimiento de maquinarias.
PR02 - ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO CON KOSTEMP.	Partidas a ejecutar, ACUs y Rendimiento de maquinarias.	Oficina Técnica Principal elabora el presupuesto con Kostemp.	Se obtiene el costo del proyecto.
PR03 - ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE OBRA CON KOSTEMP.	Partidas, metrados y rendimientos del presupuesto elaborado con Kostemp.	Gerente de Proyectos y O.T.P elaboran programación de obra con Kostemp.	Diagrama Tiempo/espacio, Gantt, y Ruta crítica.
PR04 - CRUCE DE INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL.	Presupuesto, programación de obra basado en el diagrama tiempo/espacio, diagrama Gantt a partir del diagrama tiempo/espacio, y ruta crítica.	O.T.P. autoriza para acceder a la información en tiempo real desde las oficinas técnicas de obra.	Presupuesto, programación de obra y ruta crítica en O.T.O.
PR05 - INGRESO/SALIDA A OBRA REGISTRO EN EL SISTEMA.	Trabajador ingresa/sale de la obra entregando su DNI.	Kostemp registra a través del lector de barras de DNI ingreso/salida del trabajador, fecha y hora.	Información almacenada en la base de datos con ingreso/salida de los trabajadores
PR06 - ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES EN TIEMPO REAL.	Reparto de guardia diaria de cada cuadrilla y plan diario de trabajo.	Jefe de cuadrilla asigna actividades a cada trabajador a través del celular mediante Kostemp.	Base de datos con información de partidas realizadas en el día con sus respectivos trabajadores.
PR07 - REGISTRO DE AVANCE DE OBRA.	Información de partidas ejecutadas en libreta de jefe de cuadrilla.	Al final del día, jefe de cuadrilla registra la información de avance de obra en Kostemp.	Base de datos con información de avance de obra.
PR08 - REGISTRO DE REPORTE DE MAQUINARIAS.	Información de partidas ejecutadas en el día por la maquinaria y situación de la maquinaria.	Al final del día el operador de la maquinaria registra la información respecto a la maquinaria y los trabajos ejecutados en Kostemp.	Base de datos con información de reporte de maquinarias.

PR09 - CONTROL Y VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN	Información de avance de obra, control de maquinarias y tareo almacenada en la base de datos.	Ing. de campo ingresa vía web a Kostemp, consulta el tareo, avance y reporte de maquinaria registrados, luego valida la información.	La información validada se encuentra disponible para todas las áreas que lo requieran tanto la oficina principal como las oficinas en obra.
PR10 - GENERACIÓN DE REPORTES DE OBRA.	Información de avance de obra, control de maquinarias y tareo registrada en Kostemp.	Oficina Técnica, Administración y Producción generan reportes sobre la información registrada.	Reportes de Control de Productividad, Avance, Costo, Control de maquinarias, etc.

### C. ESQUEMATIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN ON LINE (KOSTEMP)

Para cubrir las necesidades del entorno actual, en el que todo es cambiante, dinámico, globalizado y con mucha presencia de las Tecnologías de la Información (TI), se requiere con suma urgencia la necesidad de implementar un sistema integral y ligero. Ese sistema es Kostemp.

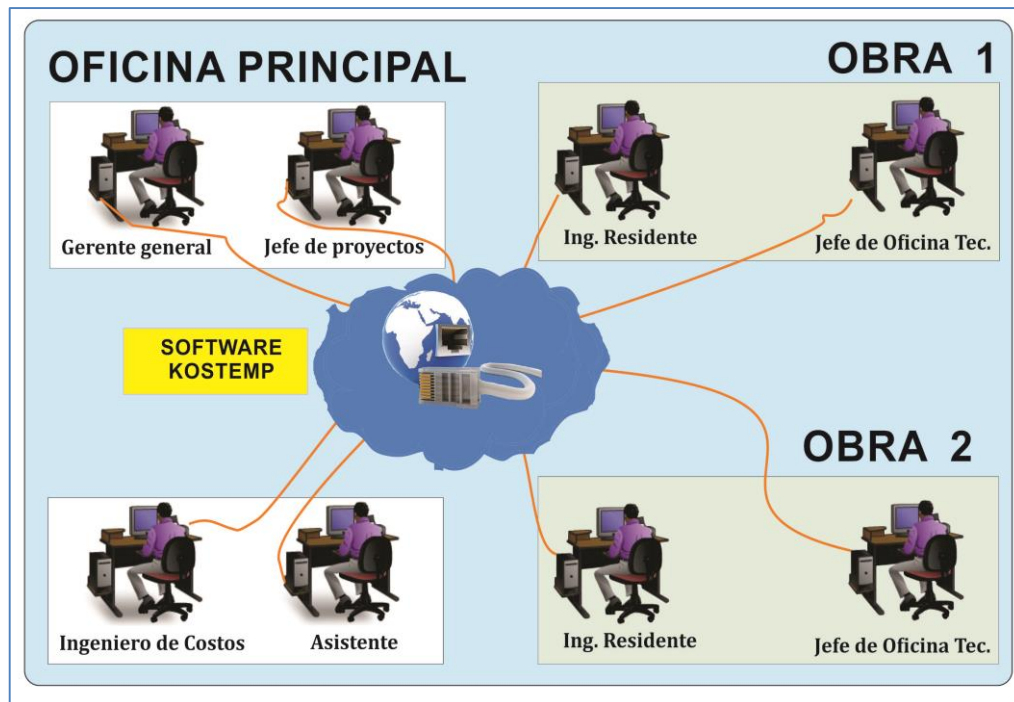
Kostemp es un software implementado en el entorno web, construido con el lenguaje de programación web (PHP, Jquery y Ajax) y que almacena su información en la base de datos Mysql.

A Kostemp se puede acceder mediante una contraseña encriptada desde cualquier dispositivo: Pc, laptop, celular, etc., desde cualquier parte del mundo. Kostemp es un sistema integral que comprende cuatro módulos principales que están integrados entre sí. Estos módulos son: módulo rendimiento de maquinarias, módulo presupuesto de obra, módulo programación de obra, y módulo seguimiento y control de obra.

Este software permite optimizar el tiempo en la transmisión de la información de una oficina a otra, puesto que la información se transmitirá en tiempo real, y con acceso simultaneo de todos los usuarios conectados al sistema.

Con lo cual se reducirá los re-trabajos que no agregan valor al proceso, acelerando el proceso de trabajo mismo y así haciendo posibles economías de velocidad y, finalmente, reduciendo la incertidumbre en la información.

Figura 10: Sistema integral planteado on line.



Fuente: Elaboración propia.

#### D. IMPLEMENTACIÓN Y REQUISITOS MÍNIMOS DE KOSTEMP

La implementación de Kostemp se desarrolló siguiendo los pasos necesarios del proceso constructivo de un software (ver anexo 3). Asimismo, la base de datos de Kostemp se desarrolló en la plataforma Mysql (ver anexo 4) y, el lenguaje de programación para la implementación de Kostemp fue el PHP, basado en la programación por capas (ver anexo 5 y anexo 6).

Los requisitos mínimos para que Kostemp funcione vía Internet son los siguientes:

- a) Requisitos Local:
  - PC Core I3, Tablet, Laptop y Celular.
  - Velocidad de procesador: 600 Mhz.
  - Una memoria RAM de 512 M bytes.
  - Navegador Internet Explorer (superior a 8), Google Chrome, Firefox.
  - Internet Speedy superior o igual a 1.5.

- b) Requisitos mínimos web (Dominio y Hosting)
- Espacio libre en disco: 500 MB.
  - Transferencia mensual de información: 10 GB.
  - Subdominios: 5. Con cuentas de correo: 10.
  - Filtros antispam: Si.
  - Servidor POP y SMTP. Y Cuentas FTP.
  - Base de datos MySQL: indefinido.
  - Disco duro virtual y directorios protegidos.
  - Administrador de archivos.
  - Servidor Apache con Php 5.0 o superior.

#### **E. COSTO DE KOSTEMP EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS**

En el área de gestión de proyectos de la empresa en estudio se seguirá contando con 8 computadoras de procesador Core i3 (4 en oficina principal y 4 en obras), 4 laptops Toshiba (1 en oficina principal y 3 en obras), 1 servidor local HP y 1 servidor web en el que se colocará la aplicación integral plantada.

Se seguirá trabajando con los software adquiridos hasta la actualidad, sin embargo, poco a poco se irá migrando a la nueva aplicación y cuando ya esté puesto en marcha al 100% la nueva aplicación, se dejará de adquirir las licencias. Con lo cual se reducirá considerablemente el costo del software en la gestión de proyectos de la entidad en estudio, tal como lo evidencia la siguiente figura.



Figura 11: Costo de Hardware y Software en Gestión de proyectos con Kostemp.

HARDWARD	DESCRIPCION	Precio unitario	Precio total
8	Computadoras core i3	2,000.00	16,000.00
4	Laptop Toshiba Core i3	3,000.00	12,000.00
1	Servidor local HP ProLiant DL320e	4,808.15	4,808.15
1	Servidor Web	350.00	350.00
2	Impresoras Canon	850.00	1,700.00
		total	<b>S/. 34,858.15</b>
SOFTWARE	DESCRIPCION	Precio unitario	Precio total
1	Software Kostemp	6,000.00	6,000.00
		total	<b>S/. 6,000.00</b>
OTROS	DESCRIPCION	Precio unitario	Precio total
1	Servicios de internet (cableado)	1,440.00	1,440.00
3	Servicios de internet (Modem USB)	720.00	2,160.00
		total	<b>S/. 3,600.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

## F. ANÁLISIS DE TIEMPOS CON KOSTEMP EN LAGESTIÓN DE PROYECTOS

Para compartir la información de la oficina principal a las obras y viceversa, es en tiempo real. Los mínimos tiempos de demora con Kostemp se muestran a continuación en la figura inferior.

Figura 12: Análisis de tiempos para el acceso de información con Kostemp.

ITEMS	TIEMPO (Minutos)	
Oficina técnica principal comparte información a obra.	1	DIA 1= (2 minuto)
Oficina obra accede a Kostemp.	1	
Registro de Ingreso/salida de trabajadores de obra.	20	DIA 1= (1.25 horas)
Jefe de Cuadrilla asigna actividades.	20	
Jefe de Cuadrilla registra reporte de avance.	10	
Operador registra reporte de maquinarias.	10	
Ing. De Campo ingresa a Kopstemp y valida información registrada.	15	
Oficina principal accede a Kostemp y genera indicadores de gestión	2	DIA 1 (2 min.)

Fuente: Elaboración propia.

Para compartir la información desde la oficina principal hacia las oficinas de obra y viceversa, sólo se demoran máximo 2 minutos en el acceso al sistema Kostemp.

Mientras en la obra, para registrar ingreso y salida del personal se demora aproximadamente 20 minutos con el sistema Kostemp. De la misma manera para asignar actividades el jefe de cuadrilla necesita 20 minutos y 10 minutos para rellenar reporte de avance. El ingeniero de campo para validar la información requiere de 15 minutos. Y la oficina principal tiene la información de la obra en tiempo real.

## **4.3. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE KOSTEMP**

### **4.3.1. INTERFAZ DEL USUARIO DE KOSTEMP**

El interfaz permite al usuario interactuar con el Sistema de Gestor de Base de Datos. La implementación de la aplicación se ha realizado con el lenguaje de programación PHP, en la plataforma web (cloud computing) con el IDE NetBeans. Asimismo, se utilizó librerías complementarias para el desarrollo como: Javascript, Ajax, JQuery, css3, etc., con lo cual se logró que el sistema posea practicidad y sencillez en interacción con el usuario final.

Tanto el código fuente como la base de datos, se halla almacenada en un servidor web, para así facilitar el ingreso al sistema desde cualquier parte del mundo a través de Internet, mediante computadoras de escritorio, portátiles, o dispositivos móviles, que cuenten con Internet.

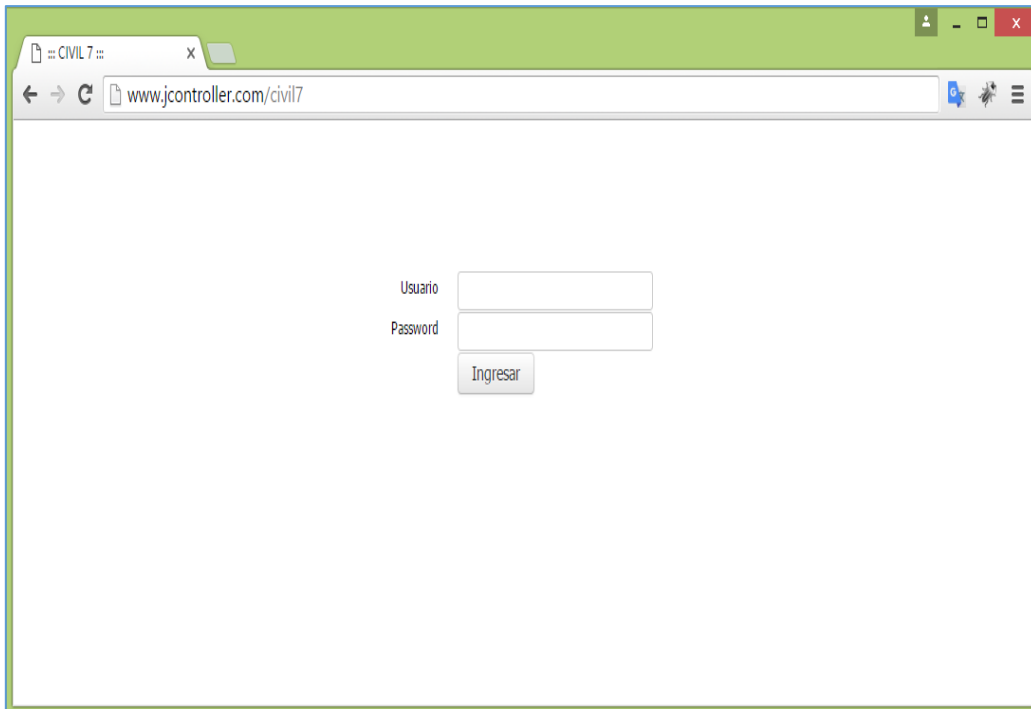
A continuación se presenta las partes más importantes del sistema implementado.

Para ingresar al sistema se coloca la ruta de acceso en el navegador web. Para el caso en estudio abrimos el navegador Google Chrome, colocamos la ruta ([www.jcontroller.com/kostemp](http://www.jcontroller.com/kostemp)) y procedemos al uso del sistema.

#### **1. Logín**

Para ingresar al sistema es necesario el usuario y la contraseña, puesto que de acuerdo a ello se le habilitará las funciones definidas por el administrador del sistema. Por cuestiones de estudio en este proyecto se usará las opciones del administrador.

**Figura 13: Login para Administrar.**

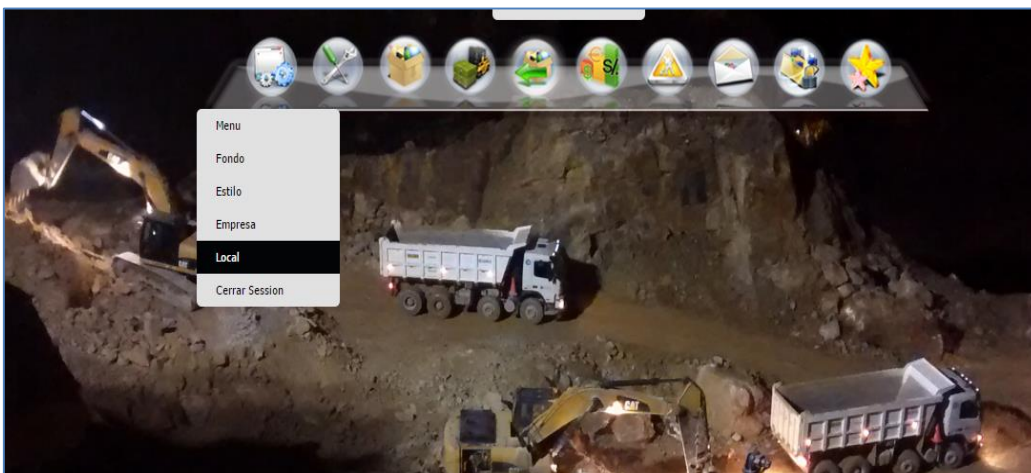


**Fuente: Elaboración propia.**

## **2. Módulo Configuración General**

Agrupar a las opciones preliminares para la utilización del software. Son opciones que básicamente corresponden al administrador principal de la empresa. Los podemos observar en la figura 14.

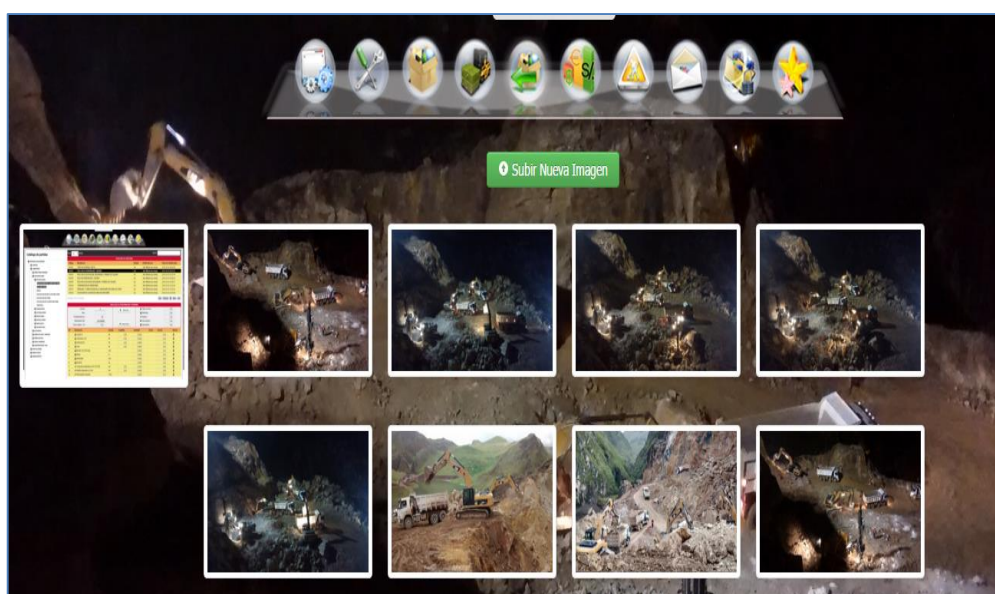
**Figura 14: Módulo configuración general**



**Fuente: Elaboración propia.**

- A. Ítem Menú: Comprende todas las funcionalidades que brinda el software. Estas funcionalidades serán habilitadas o restringidas a los usuarios de acuerdo al cargo que ocupan dentro de la empresa, ingenieros o empleados.
- B. Ítem Fondo: Permite al usuario personalizar el fondo de su escritorio de trabajo. Lo puede realizar subiendo algunas fotografías o imágenes de fondo en los formatos JPG, PNG, GIF. Estos fondos son personalizados por cada usuario y son fijados de acuerdo a la imagen seleccionada.

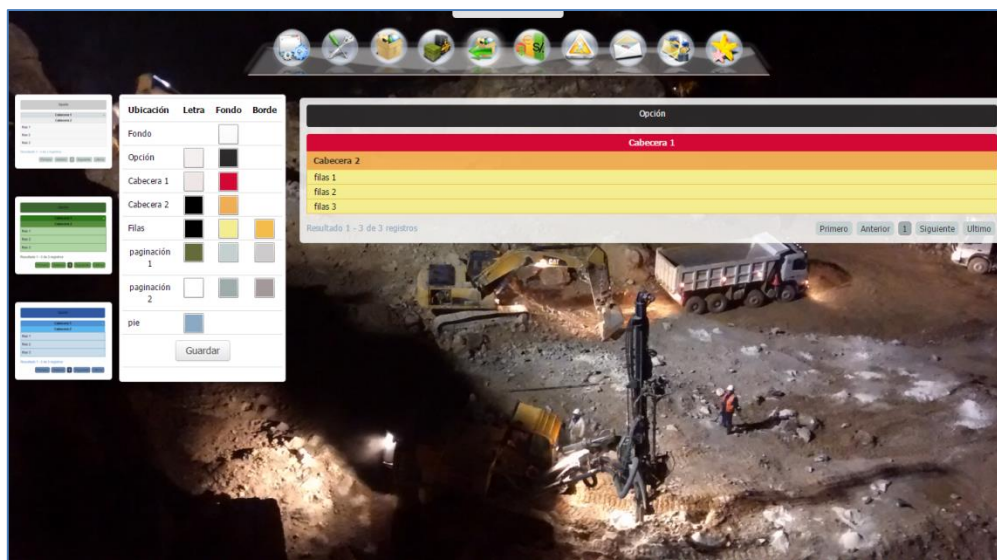
**Figura 15: Fondos del sistema por cada usuario**



**Fuente: Elaboración propia.**

- C. Ítem Estilo: Permite al usuario personalizar el color de letras, color de tablas, color de títulos, subtítulos, etc.

Figura 16: Estilos del sistema por usuario.



Fuente: Elaboración propia.

- D. Ítem Usuarios: Corresponde a las personas que tienen acceso y control del sistema implementado. Ellos acceden al sistema mediante un usuario y contraseña establecida por el administrador, bajo ciertos parámetros de confidencialidad y seguridad. De acuerdo al cargo que ocupan dentro de la organización, las funcionalidades del sistema son restringidas o habilitadas para cada usuario.

Figura 17: Registro de usuarios del sistema.

USUARIOS							
Nº	Nombre	Apellidos	Documento	Cargo	Dirección	Usuario	Acciones
1	PEDRO	REQUENA TAIPE	41820456	Gerente de Proyectos	AV. LA MERCED 791 - EL TAMBO	2015	🔍 ✎ 🗑️
2	JUAN	IBARRA RAMOS	52639875	Gerente General	AV. LOS FRESNOS	Juan	🔍 ✎ 🗑️
3	ANGEL	PADILLA ARANGO	65983245	Gerente de Operaciones	AV. CONQUISTADORES 552 - EL TAMBO	pedro	🔍 ✎ 🗑️
4	KARINA	ASTO RODRIGUEZ	65328596	Jefe de Presupuestos	AV. HEROES DE CENEPÁ 125 - HUANUCO	karina	🔍 ✎ 🗑️
5	ISIDORO	LANDEO PUCLLA	74856532	Ingeniero de Presupuestos	AV. VOLCANES 452 - CERRO DE PASCO	ISIDORO	🔍 ✎ 🗑️
6	MARIO	ESPINOZA RAMIREZ	74852136	Ingeniero de Presupuestos	JR. ATAHUALPA 350 - HUANCVELICA	mario	🔍 ✎ 🗑️

Fuente: Elaboración propia.

El administrador general del sistema tiene la opción de consultar, insertar, modificar y eliminar a los usuarios del sistema. Podemos observar en la figura 18 los campos a rellenar en el formulario nuevo usuario.

En el primer campo se selecciona el local donde pertenece el usuario. Puede ser un usuario en la oficina central o cualquier otro centro de producción. Asimismo, se insertan los nombres, apellidos y dirección. Con respecto a cargo, se selecciona uno de los que establece la empresa: gerente general, gerente de proyectos, gerente de operaciones, jefe de costos, etc.

**Figura 18: Agregar nuevo usuario del sistema.**

The image shows a web application interface. In the foreground, a modal window titled "Nuevo Usuario" is open. It has three tabs: "Información Básica" (selected), "Salario", and "Usuario y funciones". The form contains the following fields:

- [ Sede ] (dropdown menu)
- Nombres (text input)
- Apellidos (text input)
- Nº de DNI (text input)
- [ Cargo ] (dropdown menu)
- Fecha de Ingreso (text input)
- Fecha de Nacimiento (text input)
- Dirección: JUNIN (dropdown), HUANCAYO (dropdown), [ Distrito ] (dropdown)
- Calle (text input)
- Teléfono (+) (text input)
- Correo Electrónico (+) (text input)

At the bottom of the modal are "Cancelar" and "Grabar" buttons. In the background, a table of users is visible with columns for "Nº", "Nombre", "Apellidos", "Usuario", and "Acciones". The table contains 6 rows of data.

Nº	Nombre	Apellidos	Usuario	Acciones
1	PEDRO	REQUENA TAIPE	2015	[icon] [icon] [icon]
2	JUAN	IBARRA RAMOS	juan	[icon] [icon] [icon]
3	ANGEL	PADILLA ARANGO	pedro	[icon] [icon] [icon]
4	KARINA	ASTO RODRIGUEZ	karina	[icon] [icon] [icon]
5	ISIDORO	LANDEO PUCLLA	ISIDORO	[icon] [icon] [icon]
6	MARIO	ESPINOZA RAMIREZ	mario	[icon] [icon] [icon]

**Fuente: Elaboración propia.**

- E. Ítem Cliente: Corresponde a las personas que solicitan la elaboración de los presupuestos. En la elaboración de presupuesto, opción de crear presupuesto, se anexa el cliente correspondiente. El administrador general del sistema tiene la opción de consultar, insertar, modificar y eliminar a los clientes del sistema.



Figura 19: Registro de clientes.

CLIENTES						
Id	Tipo	Documento	Razón Social	Dirección	Telefono	Acciones
1	RUC	10418204562	CORDILLERA J&C	JR. TUPAC AMARU 520 - HUANCAYO		
2	RUC	22458565984	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCAYO	CALLE REAL Nº 245		
3	RUC	40658298653	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUPACA	JR. ODOOVAN 523		
4	RUC	10653241879	GOBIERNO REGIONAL JUNIN	JR. LIMA 250 - HUANCAYO		
5	RUC	96328574125	GOBIERNO REGIONAL HUANCAMELICA	JR. MANCO CAPAC 362 - SANTA ANA		
6	RUC	85963274586	GOBIERNO REGIONAL PASCO	JR. CONQUISTADORES 362 - SAN JUAN		
7	RUC	98653274126	BRYNAJOM S.R.L.	JR. GRAU 520 - EL TAMBO		
8	RUC	74859632545	SGANA SAC	JR. ODONOVA 350 - LIMA		
9	RUC	74859625634	CONSTRUCTORA CONTRATISTA JB SAC	JR. SUCRE 890 - HUAMANGA		
10	RUC	85963241785	CONSTRUCTORA ROMERO SAC	JR. TAHUANTINSUYO 365 - CUSCO		

Resultado 1 - 10 de 10 registros

Primero Anterior 1 Siguiente Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

- F. Ítem Empresa: Permite insertar y modificar los datos principales de la empresa que utiliza el software.
- G. Ítem Local: Permite administrar las diferentes sucursales o locales con que cuenta la empresa, considerando locales donde se ejecutan las obras. El sistema permite desarrollar los presupuestos por cada local, teniendo acceso al total de información solo las personas autorizadas.
- H. Ítem Cerrar Sesión: Permite finalizar las actividades del usuario en el sistema.

### 3. Módulo Rendimientos de maquinarias

Conocer los rendimientos de las maquinarias, en el desarrollo de movimiento de tierras, aportan información útil para mejorar los presupuestos, y por ende las cotizaciones. Asimismo, permite tener información confiable para realizar la planificación, programación de obra, la estimación de costos, etc.

Para obtener los rendimientos de maquinarias, en los movimientos de tierras, podemos conseguir de tres maneras diferentes:

- Catálogo del fabricante.- Está basado en la información que facilita los proveedores de las maquinarias pesadas y normalmente se consideran los valores ideales basados en eficiencia máxima del equipo.

- Por fórmulas.- El cálculo está basado en factores significativos que tienen mayor influencia en el rendimiento de una maquinaria.
- Por observación directa.- Asumo que es la mejor manera de obtener los valores de los rendimientos, porque reflejan las condiciones reales de los rendimientos; puesto que representa los valores estadísticos de cada entidad.

Para la presente tesis se desarrolla un sistema que permite almacenar los rendimientos estándares obtenidos de especialistas o libros como el de ing. Walter Ibáñez (“Costos y Tiempos en Carreteras” 2da Edición 2011). Asimismo, el sistema facilita el cálculo de los rendimientos de las maquinarias mediante fórmulas y luego almacena en la base de datos. Y finalmente, el usuario puede almacenar los rendimientos obtenidos mediante observación directa.

Este sistema de rendimiento de maquinarias está integrado al de presupuestos, debido a que en el desarrollo del análisis de costos unitarios, para ingresar los rendimientos se tiene la opción de seleccionar toda la base de datos almacenada de los rendimientos de maquinarias.

- A. Rendimiento estándar.- El sistema tiene almacenado 100 registros de rendimientos estándares de las principales maquinarias de movimiento de tierras. Esta información fue tomada del libro del ingeniero Walter Ibáñez (“Costos y Tiempos en Carreteras”, 2da Edición 2011). La cantidad de registros y la información puede ser modificada, eliminada o aumentada en el sistema que se plantea.
  - a) Rendimiento estándar para motoniveladora.- Los rendimientos estándares para motoniveladora están clasificadas por altitud del lugar de operación y de acuerdo a las actividades generales que desarrolla la motoniveladora. La tabla 1 y figura 20 muestran estos datos.



Tabla 1: Rendimientos estándares para Motoniveladora

Modelo	Potencia HP	Tipo de Trabajo			Costa	Sierra			Selva
						Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Más de 3800 m.	
120 G	125	Acabado de Sub-Rasante		m2	3,220.00	3,150.00	2,860.00	2,420.00	2,820.00
		Conformación de Terraplen	e=0.30	m3	1,050.00	1,030.00	940.00	790.00	920.00
		Sub-Base Seleccionada	e=0.15	m2	2,860.00	2,820.00	2,560.00	2,160.00	2,530.00
			e=0.20	m2	2,600.00	2,530.00	2,340.00	1,940.00	2,270.00
		Base Granular	e=0.15	m2	2,490.00	2,420.00	2,240.00	1,870.00	2,160.00
			e=0.20	m2	2,340.00	2,310.00	2,090.00	1,760.00	2,050.00
Escarificado de Pavimento		m2	3,480.00	3,410.00	3,110.00	2,600.00	2,040.00		
140 G	140	Acabado de Sub-Rasante		m2	3,410.00	3,370.00	3,080.00	2,600.00	3,000.00
		Conformación de Terraplen	e=0.30	m3	1,140.00	1,110.00	1,020.00	870.00	1,000.00
		Sub-Base Seleccionada	e=0.15	m2	3,080.00	3,000.00	2,750.00	2,340.00	2,710.00
			e=0.20	m2	2,780.00	2,710.00	2,490.00	2,130.00	2,450.00
		Base Granular	e=0.15	m2	2,640.00	2,600.00	2,380.00	2,020.00	2,340.00
			e=0.20	m2	2,420.00	2,380.00	2,200.00	1,870.00	2,130.00
Escarificado de Pavimento		m2	3,700.00	3,630.00	3,330.00	2,820.00	3,260.00		
14 G	180	Acabado de Sub-Rasante		m2	3,670.00	3,590.00	3,290.00	2,740.00	3,200.00
		Conformación de Terraplen	e=0.30	m3	1,220.00	1,190.00	1,090.00	910.00	1,060.00
		Sub-Base Seleccionada	e=0.15	m2	3,250.00	3,200.00	2,900.00	2,430.00	2,860.00
			e=0.20	m2	2,950.00	2,860.00	2,610.00	2,180.00	2,560.00
		Base Granular	e=0.15	m2	2,820.00	2,780.00	2,520.00	2,140.00	2,480.00
			e=0.20	m2	2,560.00	2,520.00	2,310.00	1,920.00	2,260.00
Escarificado de Pavimento		m2	3,970.00	3,890.00	3,550.00	2,940.00	3,460.00		

Fuente: Costos y Tiempos en carreteras, Walter Ibáñez (2011).

Figura 20: Rendimientos estándares para Motoniveladora Sistema

**RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Rendimientos Estándares    Rendimientos con fórmulas    Calcular Rendimientos con fórmulas

Ver 25 registros    Nuevo    Buscar: motoniveladora

RENDIMIENTO STANDARD DE EQUIPOS									
Nº	Nombre	Material	Costa	Srta <2300	Srta 2300 a 3800	Srta > 3800	Selva	Opcion	
10	Motoniveladora 120G 125HP	Acabado de Sub-Rasante en corte m2	3220.00	3150.00	2860.00	2420.00	2820.00	/	
11	Motoniveladora 120G 125HP	Conformacion de Terraplen e=0.30 m3	1050.00	1030.00	940.00	790.00	920.00	/	
12	Motoniveladora 120G 125HP	Sub-Base Seleccionada e=0.15 m2	2860.00	2820.00	2560.00	2160.00	2530.00	/	
13	Motoniveladora 120G 125HP	Sub-Base Seleccionada e=0.20 m2	2600.00	2530.00	2340.00	1940.00	2270.00	/	
14	Motoniveladora 120G 125HP	Base Granular e=0.15 m2	2490.00	2420.00	2240.00	1870.00	2160.00	/	
15	Motoniveladora 120G 125HP	Base Granular e=0.20 m2	2340.00	2310.00	2090.00	1760.00	2050.00	/	
16	Motoniveladora 120G 125HP	Escarificado de Pavimento m2	3480.00	3410.00	3110.00	2600.00	2040.00	/	
17	Motoniveladora 140G 140HP	Acabado de Sub-Rasante en corte m2	3410.00	3370.00	3080.00	2600.00	3000.00	/	
18	Motoniveladora 140G 140HP	Conformacion de Terraplen e=0.30 m3	1140.00	1110.00	1020.00	870.00	1000.00	/	
19	Motoniveladora 140G 140HP	Sub-Base Seleccionada e=0.15 m2	3080.00	3000.00	2750.00	2340.00	2710.00	/	
20	Motoniveladora 140G 140HP	Sub-Base Seleccionada e=0.20 m2	2780.00	2710.00	2490.00	2130.00	2450.00	/	
21	Motoniveladora 140G 140HP	Base Granular e=0.15 m2	2640.00	2600.00	2380.00	2020.00	2340.00	/	
22	Motoniveladora 140G 140HP	Base Granular e=0.20 m2	2420.00	2380.00	2200.00	1870.00	2130.00	/	
23	Motoniveladora 140G 140HP	Escarificado de Pavimento m2	3700.00	3630.00	3330.00	2820.00	3260.00	/	
24	Motoniveladora 14G 180HP	Acabado de Sub-Rasante en corte m2	3670.00	3590.00	3290.00	2740.00	3200.00	/	
25	Motoniveladora 14G 180HP	Conformacion de Terraplen e=0.30 m3	1220.00	1190.00	1090.00	910.00	1060.00	/	
26	Motoniveladora 14G 180HP	Sub-Base Seleccionada e=0.15 m2	3250.00	3200.00	2900.00	2430.00	2860.00	/	
27	Motoniveladora 14G 180HP	Sub-Base Seleccionada e=0.20 m2	2950.00	2860.00	2610.00	2180.00	2560.00	/	
28	Motoniveladora 14G 180HP	Base Granular e=0.15 m2	2820.00	2780.00	2520.00	2140.00	2480.00	/	
29	Motoniveladora 14G 180HP	Base Granular e=0.20 m2	2560.00	2520.00	2310.00	1920.00	2260.00	/	
30	Motoniveladora 14G 180HP	Escarificado de Pavimento m2	3970.00	3890.00	3550.00	2940.00	3460.00	/	

Resultado 1 - 21 de 21 registros (filtered from 86 total entries)

Primero    Anterior    1    Siguiente    Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

- b) Rendimiento estándar para Excavadora.- La tabla 2 representa los rendimientos para la excavadora proporcionados por el Ing. Walter Ibáñez, clasificados por modelo de máquina, por capacidad del cucharón, por el tipo de trabajo y por altitud del centro de operación. Del mismo modo, observamos en la figura 21 que estos rendimientos se hallan guardados en la base de datos del sistema, pudiendo estos ser modificados, agregados o eliminados.

**Tabla 2: Rendimientos estándares para Excavadora**

Modelo	Potencia HP	Capacidad del Cucharón (m3)	Tipo de Trabajo	Costa	Sierra			Selva	
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Más de 3800 m.		
215	90	0.70 m3	(m3/d)	Material suelto	7,200.00	600.00	570.00	450.00	500.00
				Roca suelta	420.00	370.00	50.00	290.00	340.00
				Roca fija c/volad.	290.00	270.00	250.00	200.00	240.00
		0.90 m3	Excav. (m3/d)	Material suelto	840.00	700.00	660.00	520.00	580.00
				Roca suelta	490.00	430.00	410.00	330.00	390.00
				Roca fija c/volad.	330.00	310.00	290.00	230.00	270.00
225	125	1.1 m3	(Rendo. Banco)	Material suelto	1,050.00	980.00	900.00	710.00	740.00
				Roca suelta	620.00	590.00	550.00	450.00	500.00
				Roca fija c/volad.	430.00	400.00	380.00	330.00	360.00
235	195	1.30 m3		Material suelto	1,240.00	1,150.00	1,060.00	840.00	870.00
				Roca suelta	730.00	700.00	650.00	530.00	590.00
				Roca fija c/volad.	500.00	480.00	450.00	390.00	420.00
		1.50 m3		Material suelto	1,430.00	1,330.00	1,230.00	970.00	1,000.00
				Roca suelta	840.00	810.00	750.00	610.00	680.00
				Roca fija c/volad.	580.00	550.00	520.00	450.00	490.00
	1.70 m3		Material suelto	1,620.00	1,500.00	1,390.00	1,100.00	1,140.00	
			Roca suelta	950.00	920.00	850.00	700.00	770.00	
			Roca fija c/volad.	660.00	620.00	590.00	510.00	550.00	
	1.90 m3		Material suelto	1,810.00	1,680.00	1,560.00	1,230.00	1,270.00	
			Roca suelta	1,070.00	1,030.00	940.00	780.00	860.00	
			Roca fija c/volad.	740.00	700.00	660.00	570.00	610.00	

Fuente: Costos y Tiempos en carreteras, Walter Ibáñez (2011).

Figura 21: Rendimientos estándares para Excavadora Sistema.

RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Rendimientos Estándares    Rendimientos con fórmulas    Calcular Rendimientos con fórmulas

Ver 25 registros    Nuevo    Buscar: excavadora

RENDIMIENTO STANDAR DE EQUIPOS								
Nº	Nombre	Material	Costa	Srra <2300	Srra 2300 a 3800	Srra > 3800	Selva	Opcion
31	Excavadora 215 90HP Cucharon =0.70 m3	Material suelto	7200.00	600.00	570.00	450.00	500.00	✍ 🗑
32	Excavadora 215 90HP Cucharon =0.70 m3	Roca suelta	420.00	370.00	50.00	290.00	340.00	✍ 🗑
33	Excavadora 215 90HP Cucharon =0.70 m3	Roca fija c/volad.	290.00	270.00	250.00	200.00	240.00	✍ 🗑
34	Excavadora 215 90HP Cucharon =0.90 m3	Material suelto	840.00	700.00	660.00	520.00	580.00	✍ 🗑
35	Excavadora 215 90HP Cucharon =0.90 m3	Roca suelta	490.00	430.00	410.00	330.00	390.00	✍ 🗑
36	Excavadora 215 90HP Cucharon =0.90 m3	Roca fija c/volad.	330.00	310.00	290.00	230.00	270.00	✍ 🗑
37	Excavadora 225 125HP Cucharon =1.1 m3	Material suelto	1050.00	980.00	900.00	710.00	740.00	✍ 🗑
38	Excavadora 225 125HP Cucharon =1.1 m3	Roca suelta	620.00	590.00	550.00	450.00	500.00	✍ 🗑
39	Excavadora 225 125HP Cucharon =1.1 m3	Roca fija c/volad.	430.00	400.00	380.00	330.00	360.00	✍ 🗑
40	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.3 m3	Material suelto	1240.00	1150.00	1060.00	840.00	870.00	✍ 🗑
41	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.3 m3	Roca suelta	730.00	700.00	650.00	530.00	590.00	✍ 🗑
42	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.3 m3	Roca fija c/volad.	500.00	480.00	450.00	390.00	420.00	✍ 🗑
43	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.5 m3	Material suelto	1430.00	1330.00	1230.00	970.00	1000.00	✍ 🗑
44	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.5 m3	Roca suelta	840.00	810.00	750.00	610.00	680.00	✍ 🗑
45	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.5 m3	Roca fija c/volad.	580.00	550.00	520.00	450.00	490.00	✍ 🗑
46	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.7 m3	Material suelto	1620.00	1500.00	1390.00	1100.00	1140.00	✍ 🗑
47	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.7 m3	Roca suelta	950.00	920.00	850.00	700.00	770.00	✍ 🗑
48	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.7 m3	Roca fija c/volad.	660.00	620.00	590.00	510.00	550.00	✍ 🗑
49	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.9 m3	Material suelto	1810.00	1680.00	1560.00	1230.00	1270.00	✍ 🗑
50	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.9 m3	Roca suelta	1070.00	1030.00	940.00	780.00	860.00	✍ 🗑
51	Excavadora 235 195HP Cucharon =1.9 m3	Roca fija c/volad.	740.00	700.00	660.00	570.00	610.00	✍ 🗑

Resultado 1 - 21 de 21 registros (filtered from 86 total entries)    Primero    Anterior    1    Siguiente    Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

- c) Rendimiento estándar para cargador frontal. - La tabla 3 representa los rendimientos para el cargador frontal proporcionado por el Ing. Walter Ibáñez, clasificados por modelo de máquina, por potencia de la máquina, por el tipo de trabajo y por altitud del centro de operación. Todos los rendimientos de los cargadores frontales están dados para una jornada laboral de 8 horas por día. Y considerando el transporte del material para un camión de 10 m<sup>3</sup>. Estos rendimientos son netamente de carguío del material al volquete, considerando una distancia promedio de 10 m entre el cargador y el volquete. Asimismo, observamos en la figura 22 que estos rendimientos se hallan guardados en la base de datos del sistema, pudiendo ser modificados, agregados o eliminados.

**Tabla 3: Rendimientos estándares para Cargador Frontal**

Modelo	Potencia HP	Tipo de Trabajo		Costa	Sierra			Selva
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Más de 3800 m.	
CAT. 930	100	Transporte de	Material suelto	760.00	700.00	620.00	550.00	600.00
		Material (m3/d)	Roca suelta	680.00	610.00	550.00	480.00	520.00
		(Camión 7 m3)	Roca fija	610.00	550.00	490.00	430.00	470.00
CAT. 950B	155	Transporte de	Material suelto	1,040.00	950.00	840.00	750.00	810.00
		Material (m3/d)	Roca suelta	920.00	840.00	740.00	660.00	710.00
		(Camión 10 m3)	Roca fija	820.00	750.00	690.00	610.00	640.00
CAT. 966D	200	Transporte de	Material suelto	1,290.00	1,180.00	1,050.00	930.00	1,000.00
		Material (m3/d)	Roca suelta	1,110.00	1,010.00	900.00	800.00	860.00
		(Camión 10 m3)	Roca fija	970.00	880.00	790.00	700.00	750.00

Fuente: Costos y Tiempos en carreteras, Walter Ibáñez (2011).

**Figura 22: Rendimientos estándares para Cargador Frontal Sistema.**

RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Rendimientos Estándares    Rendimientos con fórmulas    Calcular Rendimientos con fórmulas

Ver 15 registros    Nuevo    Buscar: cargador

RENDIMIENTO STANDAR DE EQUIPOS								
Nº	Nombre	Material	Costa	Srra <2300	Srra 2300 a 3800	Srra > 3800	Selva	Opcion
1	Cargador Frontal CAT. 930 100HP	Material suelto	760.00	700.00	620.00	550.00	600.00	✍ 🗑
2	Cargador Frontal CAT. 930 100HP	Roca suelta	680.00	610.00	550.00	480.00	520.00	✍ 🗑
3	Cargador Frontal CAT. 930 100HP	Roca fija	610.00	550.00	490.00	430.00	470.00	✍ 🗑
4	Cargador Frontal CAT. 950B 155HP	Material suelto	1040.00	950.00	840.00	750.00	810.00	✍ 🗑
5	Cargador Frontal CAT. 950B 155HP	Roca suelta	920.00	840.00	740.00	660.00	710.00	✍ 🗑
6	Cargador Frontal CAT. 950B 155HP	Roca fija	820.00	750.00	690.00	610.00	640.00	✍ 🗑
7	Cargador Frontal CAT. 966D 200HP	Material suelto	1290.00	1180.00	1050.00	930.00	1000.00	✍ 🗑
8	Cargador Frontal CAT. 966D 200HP	Roca suelta	1110.00	1010.00	900.00	800.00	860.00	✍ 🗑
9	Cargador Frontal CAT. 966D 200HP	Roca fija	970.00	880.00	790.00	700.00	750.00	✍ 🗑

Resultado 1 - 9 de 9 registros (filtered from 86 total entries)    Primero    Anterior    1    Siguiente    Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

d) Rendimiento estándar para rodillo.- La tabla 4 representa los rendimientos para rodillos autopropulsados y pata de cabra, proporcionados por el Ing. Walter Ibáñez, clasificados por modelo de máquina, por potencia de la máquina, capacidad y por altitud del centro de operación. Todos los rendimientos de los rodillos están dados para una jornada laboral de 8 horas por día. Y considerando el material suelto a compactar. En la figura 23 observamos que estos rendimientos se

hallan guardados en la base de datos del sistema, pudiendo estos ser modificados, agregados o eliminados.

**Tabla 4: Rendimientos estándares para Rodillo**

Modelo	Potencia H.P.	Capacidad Tn	Tipo de Trabajo	Costa	Sierra			Selva
					Hasta 2300 m.	2300 a 3800 m.	Más de 3800 m.	
<b>Autopropulsado</b>								
CA-15Liso	101	6.58	Compactación Material Suelto (m3/día)	1,300.00	1,290.00	1,080.00	980.00	1,000.00
CA-15 P								
Pata Cabra	108	7.40		1,140.00	1,110.00	930.00	850.00	1,150.00
CA-25Liso	127	9.00		1,700.00	1,670.00	1,400.00	1,270.00	1,290.00
CA-25D Liso	125	9.40		1,700.00	1,670.00	1,400.00	1,270.00	1,290.00
CA-25 P								
(Pata Cabra)	125	11.10		1,470.00	1,440.00	1,210.00	1,100.00	1,500.00
CC-43 Tandem	140	10.10		1,490.00	1,460.00	1,220.00	1,110.00	1,120.00
CG-11 Tandem	13	1.90		210.00	210.00	170.00	160.00	160.00
<b>Tipo</b>								
CH-44 Liso	60	5.00		1,160.00	1,130.00	950.00	860.00	890.00
CF-44 Pata Cabra	60	5.60		1,010.00	990.00	830.00	750.00	1,020.00

Fuente: Costos y Tiempos en carreteras, Walter Ibáñez (2011).

**Figura 23: Rendimientos estándares para Rodillo Sistema**

RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Rendimientos Estándares [Rendimientos con fórmulas](#) [Calcular Rendimientos con fórmulas](#)

Ver 15 registros  Buscar: rodillo

RENDIMIENTO STANDAR DE EQUIPOS								
Nº	Nombre	Material	Costa	Srra <2300	Srra 2300 a 3800	Srra > 3800	Selva	Opcion
88	Rodillo Autopropulsado CA-15 liso 101 HP 6.58 Tn	Material suelto	1300	1290	1080	980	1000	✍️ 🗑️
89	Rodillo Autopropulsado Pata Cabra 108 Hp 7.40 Tn	Material suelto	1140	1110	930	850	1150	✍️ 🗑️
90	Rodillo Autopropulsado CA-25 liso 127 Hp 9Tn	Material suelto	1700	1670	1400	1270	1290	✍️ 🗑️
91	Rodillo Autopropulsado CA-25D liso 125 Hp 9.4Tn	Material suelto	1700	1670	1400	1270	1290	✍️ 🗑️
92	Rodillo Autopropulsado CA-25P pata cabra 125Hp 11.10Tn	Material suelto	1470	1440	1210	1100	1500	✍️ 🗑️
93	Rodillo Autopropulsado CC-43 Tandem 140 Hp 10.10Tn	Material suelto	1490	1460	1220	1110	1120	✍️ 🗑️
94	Rodillo Autopropulsado CG-11 Tandem 13Hp 1.9Tn	Material suelto	210	210	170	160	160	✍️ 🗑️
95	Rodillo Autopropulsado CH-44 liso 60Hp 5Tn	Material suelto	1160	1130	950	860	890	✍️ 🗑️
96	Rodillo Autopropulsado CF-44 pata cabra 60Hp 5.6Tn	Material suelto	1010	990	830	750	1020	✍️ 🗑️

Resultado 1 - 9 de 9 registros (filtered from 96 total entries)

Fuente: Elaboración propia.

- e) Rendimiento estándar para tractor.- La tabla 5 representa los rendimientos para tractores, proporcionados por el Ing. Walter Ibáñez, clasificados por modelo de máquina y por altitud del centro de operación. Todos los rendimientos de los tractores están dados para una jornada laboral de 8 horas por día. Asimismo, observamos en la figura 24 que estos rendimientos se hallan guardados en la base de datos del sistema, pudiendo estos ser modificados, agregados o eliminados.

**Tabla 5: Rendimientos estándares para Tractor**

Equipo	Tipo de Trabajo (Distancia de Empuje=60mt)	Producción Teórica (m3/hr)	Factor de Corrección Final	Rendimiento en Banco (m3/hr)	Rendimiento Standard en Banco (m3/día)
Tractor s/Orugas CAT-D9L	Mat. suelto	640.00	0.301	193.00	1,540.00
	Roca suelta	640.00	0.258	165.00	1,320.00
	Roca fija	640.00	0.207	132.00	1,060.00
Tractor s/Orugas CAT-D8L	Mat. suelto	340.00	0.301	102.00	820.00
	Roca suelta	340.00	0.258	88.00	700.00
	Roca fija	340.00	0.207	70.00	560.00
Tractor s/Orugas CAT-D8K	Mat. suelto	320.00	0.301	96.00	770.00
	Roca suelta	320.00	0.258	83.00	660.00
	Roca fija	320.00	0.207	66.00	530.00
Tractor s/Orugas CAT-D7G	Mat. suelto	220.00	0.301	66.00	530.00
	Roca suelta	220.00	0.258	57.00	450.00
	Roca fija	220.00	0.207	46.00	360.00
Tractor s/Orugas CAT-D6D	Mat. suelto	160.00	0.240	38.00	310.00
	Roca suelta	160.00	0.207	33.00	260.00
	Roca fija	160.00	0.166	27.00	220.00

**Fuente: Costos y Tiempos en carreteras, Walter Ibáñez (2011).**

Figura 24: Rendimientos estándares para Tractor Sistema.:

RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS EN MOVIMIENTO DE TIERRAS

Rendimientos Estándares    Rendimientos con fórmulas    Calcular Rendimientos con fórmulas

Ver 15 registros    Nuevo    Buscar : tractor

RENDIMIENTO STANDAR DE EQUIPOS								
Nº	Nombre	Material	Costa	Srra <2300	Srra 2300 a 3800	Srra >3800	Selva	Opcion
52	Tractor sobre orugas D9L 460HP	Material suelto	2350	2010	1650	1340	1540	✎ 🗑
53	Tractor sobre orugas D9L 460HP	Roca suelta	1610	1540	1280	1080	1320	✎ 🗑
54	Tractor sobre orugas D9L 460HP	Roca fija	1300	1240	1030	870	1060	✎ 🗑
55	Tractor sobre orugas D8L 335HP	Material suelto	1250	1070	880	710	820	✎ 🗑
56	Tractor sobre orugas D8L 335HP	Roca suelta	860	820	680	580	700	✎ 🗑
57	Tractor sobre orugas D8L 335HP	Roca fija	690	660	550	460	560	✎ 🗑
58	Tractor sobre orugas D8K 300HP	Material suelto	1180	1010	820	670	770	✎ 🗑
59	Tractor sobre orugas D8K 300HP	Roca suelta	810	770	640	540	660	✎ 🗑
60	Tractor sobre orugas D8K 300HP	Roca fija	650	620	510	430	530	✎ 🗑
61	Tractor sobre orugas D7G 200HP	Material suelto	810	690	570	460	530	✎ 🗑
62	Tractor sobre orugas D7G 200HP	Roca suelta	550	530	440	370	450	✎ 🗑
63	Tractor sobre orugas D7G 200HP	Roca fija	450	430	350	300	360	✎ 🗑
64	Tractor sobre orugas D6D 140HP	Material suelto	470	400	360	310	310	✎ 🗑
65	Tractor sobre orugas D6D 140HP	Roca suelta	320	310	280	250	260	✎ 🗑
66	Tractor sobre orugas D6D 140HP	Roca fija	260	250	220	190	220	✎ 🗑

Resultado 1 - 15 de 15 registros (filtered from 96 total entries)    Primero    Anterior    1    Siguiente    Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

- B. Rendimiento por fórmulas.- El cálculo está basado en factores significativos que tienen mayor influencia en el rendimiento de una maquinaria. Estos factores los clasificamos en dos grupos:
- Primero: Influyen en el rendimiento las características de la misma máquina como pueden ser capacidad de sus cucharones, la capacidad de tolva, los ángulos de giro, las velocidades de avance y retroceso, etc.
  - Segundo: Influyen también las condiciones de trabajo que engloba la altura sobre el nivel del mar que se realiza la actividad, el tipo de material, la pendiente del terreno, la destreza del operador, los minutos que se trabajan en una hora o durante el día, etc.

La unidad que más se emplea en las actividades de movimientos de tierras son m<sup>3</sup>; sin embargo, en otras partidas de los proyectos se utilizan otras unidades. Ahora, respecto a la unidad de tiempo que se emplea es la hora, aunque también se puede expresar la producción por días.

Para familiarizar con el conocimiento del rendimiento de las maquinarias en movimientos de tierras, los resultados obtenidos mediante las fórmulas de cálculos estarán expresadas en m<sup>3</sup>/día; considerando la jornada laboral como 8 horas diarias.

a) Rendimiento en tractor Bulldozer

- **Datos de la máquina:**

- Altura y longitud de la hoja.- Son las especificaciones de las maquinarias que podemos encontrar en los manuales.

**Tabla 6: Longitudes de hojas del tractor bulldozer**

ESPECIFICACIONES DE HOJAS (m)							
	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
LONGITUD	2.75	3.36	3.9	3.94	4.31	4.86	5.6
ALTURA	0.999	1.257	1.363	1.69	1.934	2.12	2.37

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.**

- Distancia de corte.- Es la longitud de material que se desea cortar con el tractor. Para el caso de cálculo esta expresado en metros.
- Distancia de empuje.- Es la longitud lineal que se desea empujar el material cortado con el tractor Bulldozer. Para el caso de cálculo esta expresado en metros.
- Velocidad de avance y velocidad de retroceso.- Son las características de las maquinarias que podemos encontrar en los manuales. La diferencia principal entre ellos es la generación de las maquinarias basado en las potencias Hp.

**Tabla 7: Velocidades del tractor bulldozer (Km/h)**

	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
EMPUJE	Hasta 2.8	hasta 3	hasta 3.5	hasta 3.8	hasta 3.9	hasta 4	hasta 4.5
RETROCE	hasta 5	hasta 5.5	hasta 6	hasta 6.5	hasta 7	hasta 8	hasta 8.5

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.**



- **Condiciones de trabajo:**

- Altura sobre el nivel del mar.- Este factor implica reducir la eficiencia del motor de manera proporcional cada vez que se incrementa la altitud sobre el nivel del mar, ya que paralelo a ello la presión atmosférica va disminuyendo.

Los fabricantes recomiendan en reducir el 1% por cada 100 metros adicionales sobre nivel del mar, a partir de 100 metros el primero y de 300 metros el segundo. Para el cálculo de la influencia de la altitud en el rendimiento se considera la siguiente formula:

$$h = \frac{H - 1000}{100 * 100}$$

Donde:

h: incremento del ciclo por altura sobre nivel del mar.

H: altura sobre el nivel del mar

- Factor de esponjamiento.- Se denomina factor de esponjamiento, al factor volumétrico o factor de carga, a la relación existente entre los volúmenes anterior y posterior de realizar la excavación. Es decir, la relación de la densidad del material suelto y la densidad del material en banco.

$$Fw = \frac{V_{banco}}{V_{suelto}} = \frac{d_s}{d_B}$$

Donde:

Fw: representa al factor de esponjamiento.

Vbanco: es el volumen que ocupa el material en banco.

Vsuelto: es el volumen que ocupa el material suelto.

ds: densidad del material suelto.

dB: densidad en banco.

La tabla 8 presenta información guía para obtener el factor de esponjamiento por tipo de material y estado del material.

**Tabla 8: Densidad aproximada y factor de carga de algunos materiales**

MATERIAL		$d_L$ (t/m <sup>3</sup> )	$d_B$ (t/m <sup>3</sup> )	$S_w$ (%)	$F_w$
Caliza		1,54	2,61	70	0,59
Arcilla	Estado natural	1,66	2,02	22	0,83
	Seca	1,48	1,84	25	0,81
	Húmeda	1,66	2,08	25	0,80
Arcilla y Grava	Seca	1,42	1,66	17	0,86
	Húmeda	1,54	1,84	20	0,84
Roca Alterada	75% Roca - 25% Tierra	1,96	2,79	43	0,70
	50% Roca - 50% Tierra	1,72	2,28	33	0,75
	25% Roca - 75% Tierra	1,57	1,06	25	0,80
Tierra	Seca	1,51	1,90	25	0,80
	Húmeda	1,60	2,02	26	0,79
	Barro	1,25	1,54	23	0,81
Granito Fragmentado		1,66	2,73	64	0,61
Grava	Natural	1,93	2,17	13	0,89
	Seca	1,51	1,69	13	0,89
	Mojada	2,02	2,26	13	0,89
Arena y Arcilla		1,60	2,02	26	0,79
Yeso Fragmentado		1,81	3,17	75	0,57
Arenisca		1,51	2,52	67	0,60
Arena	Seca	1,42	1,60	13	0,89
	Húmeda	1,69	1,90	13	0,89
	Empapada	1,84	2,08	13	0,89
Tierra y Grava	Seca	1,72	1,93	13	0,89
	Húmeda	2,02	2,23	10	0,91
Tierra Vegetal		0,95	1,37	44	0,69
Basaltos ó Diabasas Fragmentadas		1,75	2,61	49	0,67
Nieve	Seca	0,13	---	---	---
	Húmeda	0,52	---	---	---

Fuente: Movimiento de tierras, Tiktin (1997).

- Factor de compresibilidad.- Denominado también como factor de consolidación que consiste en relacionar el volumen del material en banco y el volumen que resulta una vez realizado la compactación.

$$Fh = \frac{V_{compactado}}{V_{banco}}$$

Donde:

Fh: es el factor de consolidación.

Vbanco: es el volumen que ocupa el material en banco.

Vcompactado: es el volumen de material compactado.

Sin embargo, cuando se compacta y se consolida no resulta pérdida ni adición de agua, que es lo que pocas veces sucede, el factor de consolidación se puede expresar de la siguiente manera:

$$Fh = \frac{d_C}{d_B}$$

Donde:

Fh: es el factor de consolidación.

ds: es la densidad en banco.

dc: es la densidad del material suelto.

La tabla 9 presenta información guía para obtener el factor de compresibilidad por tipo de material y estado del material.

**Tabla 9: Coeficientes de cambios de volumen de los materiales**

Clase de suelo.	Estado actual del material	Transformado a:		
		Natural	Esponjado	Compactado
Arena.	Natural	1	1,11	0,95
	Esponjado	0,9	1	0,86
	Compactado	1,05	1,17	1
Tierra común y Materiales Húmedos.	Natural	1	1,25	0,9
	Esponjado	0,8	1	0,72
	Compactado	1,11	1,39	1
Arcilla y Rocoso.	Natural	1	1,43	0,9
	Esponjado	0,7	1	0,63
	Compactado	1,11	1,59	1
Roca.	Natural	1	1,5	1,3
	Esponjado	0,67	1	0,87
	Compactado	0,77	1,15	1

Fuente: Movimiento de tierras, Tiktin (1997).

- Factor de tiempo.- Se define como el tiempo efectivo que la maquinaria realiza su trabajo en cada hora o en el día y normalmente se cronometra los minutos por cada hora.

**Tabla 10: Factor de tiempo en rendimiento de maquinarias**

INCENTIVO	ORGANIZACION	MIN/HORA	F <sub>h</sub>
<i>SI</i>	<i>BUENA</i>	<i>50</i>	<i>0,83</i>
<i>SI</i>	<i>MALA</i>	<i>42</i>	<i>0,70</i>
<i>NO</i>	<i>MALA</i>	<i>30</i>	<i>0,50</i>

Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed.31.

- Factor de mano de obra.- Según Vargas (1999) este factor consiste: “En la habilidad, experiencia y responsabilidad de los operadores, quienes constituyen un factor medular en los rendimientos horarios de la maquinaria. Un buen número de contratistas asigna a este factor el 80% como equivalente a operadores promedio, asignando un valor de 100% a aquellos con

amplia experiencia y probada capacidad, digamos, calificados como operadores excelente” (p.50).

**Tabla 11: Factor de mano de obra.**

CONDICIÓN DE TRABAJO	TRACTOR DE ORUGA	TRACTOR DE RUEDAS
<b>OPERADOR</b>		
Excelente	1.00	1.00
Bueno	0.75	0.60
Deficiente	0.60	0.50

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed.31.**

- Factor de eficiencia del trabajo.- Se considera como el producto de los principales factores que determinan la eficiencia del trabajo, y está definido por:

$$E = t * o$$

Donde:

E: factor de eficiencia del trabajo.

t: factor de tiempo.

o: Factor de mano de obra.

- Factor de hoja. - Se refiere al tipo de hoja con que la maquina realiza el trabajo. Siendo la variación de este factor desde 0.70 a 0.75.
- Factor de material. - Se refiere a las condiciones del material a mover. La tabla 12 presenta información guía para obtener el factor de corrección del material por tipo de material y estado del material.

Tabla 12: Factor de corrección del material.

MATERIAL		
Arena húmeda	0.85	0.75
Arena seca	0.80	0.70
Arena suelta	0.90	0.85
Rocas desgarradas	0.6-0.80	
Terreno lodoso	0.80	0.80
Tierra firme (limo o arcilla)	0.85	0.80
Tierra suelta (limo o arcilla)	0.90	0.85
Tierra suelta seca (limo o arcilla)	0.95	0.95

Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed.31.

- Factor de pendiente.- Según Vargas (1999) quien afirma que: “Este elemento es aplicable cuando se calcula la producción de tractores, volquetes, motoniveladoras y en general a equipos y operaciones en los que afecta de manera sustancial la pendiente del terreno” (p.52). La tabla 14 presenta información guía para obtener el factor de pendiente, considerando el porcentaje del pendiente de terreno como negativo si es cuesta abajo, y considerando positivo si es cuesta arriba.

Tabla 13: Factor de pendiente

<b>Pendiente del terreno %</b>	<b>factor "p"</b>
- 10 a - 20	hasta 125%
- 0 a - 10	hasta 110%
0 a 10	hasta 90%
10 a 20	hasta 75%

Fuente: Maquinaria pesada en movimiento de tierras (Vargas, 1999).

- **Resultados:**

- Producción por ciclo(m3)

$$q = 0.48 * a^2 * L$$

Donde:

q: capacidad del cucharón del bulldozer (m3).

a: altura del cucharón del bulldozer (m).

L: largo del cucharón del bulldozer (m).

- Duración del ciclo

$$T = \frac{2 * d}{A} + \frac{D}{A} + \frac{(d + D)}{R}$$

Donde:

T: Duración del ciclo (min).

d: distancia de corte (m).

D: distancia de empuje (m).

A: Velocidad de avance (Km/h).

R: Velocidad de retroceso (Km/h).

- Productividad en suelto (m3/día)

$$Q = \frac{8 * 60 * q * E * Fh * m * p}{T * (1 + h)}$$

Donde:

Q: Producción en suelto (m3/h).

q: capacidad del cucharón del bulldozer (m3)

E: factor de eficiencia del trabajo.

Fh: Factor de hoja.

m: Factor de material.

p: Factor de pendiente.

T: Duración del ciclo (min).

h: Incremento de ciclo por altitud.

- Productividad en banco (m<sup>3</sup>/día)

$$Q_b = Q * F_v$$

Donde:

Q<sub>b</sub>: Producción en banco (m<sup>3</sup>/h).

Q: Producción en suelto (m<sup>3</sup>/h).

F<sub>v</sub>: Factor volumétrico o de esponjamiento.

- Productividad compactada (m<sup>3</sup>/día)

$$Q_c = Q * F_v * F_c$$

Donde:

Q<sub>c</sub>: Producción compactada (m<sup>3</sup>/h).

Q: Producción en suelto (m<sup>3</sup>/h).

F<sub>v</sub>: Factor volumétrico o de esponjamiento.

F<sub>c</sub>: Factor de compresibilidad.

La figura 25 presenta el formulario a rellenar con los parámetros mencionados en líneas superiores, para obtener los rendimientos del tractor.



Figura 25: Formulario para rendimiento del Tractor (m3/día).

**TRACTOR** ✕

TRACTOR CAT D9t (410 hp) \*

DATOS DE LA MAQUINA				
		MAQ. 1	MAQ. 2	MAQ. 3
Altura de hoja (M)	a=	1.363		
Longitud de hoja (M)	L=	3.9		
Distancia de corte (M)	d=	10		
Distancia de empuje (M)	D=	6		
Velocidad de avance (M/Min)	A=	113.3		
Velocidad de Retroceso (M/Min)	R=	140		

CONDICIONES DE TRABAJO				
Altura sobre el nivel del mar (M)		2150		
Factor Volumetrico	Fv=	0.88		
Factor de compresibilidad	Fc=	0.63		
Factor de tiempo	t=	0.75		
Factor de mano de obra	o=	0.66		
Factor de eficiencia del trabajo E=t*o	E=	0.495	NaN	NaN
Factor de hoja	Fh=	0.74		
Factor de material	m=	0.8		
Factor de pendiente	p=	3.73		
Incremento del ciclo por altura s.n.m	h=	0.115	NaN	NaN

RESULTADOS (8 horas/día)				
PRODUCCION POR CICLO (M3) ---> $q=0,48 \cdot a^2 \cdot L$		3.48	NaN	NaN
DURACION DEL CICLO (Min) ---> $T=2d/A+D/A+(d+D)/R$		0,34	NaN	NaN
PRODUCTIVIDAD (M3/Hr) ---> $Q=60 \cdot q \cdot E \cdot Fh \cdot m \cdot p / T(1+h)$		4816.18	NaN	NaN
PRODUCTIVIDAD EN BANCO (M3/Hr) ---> $Qb=Q \cdot Fv$		4238.24	NaN	NaN
PRODUCTIVIDAD COMPACTADA (M3/Hr) ---> $Qc=Q \cdot Fv \cdot Fc$		2670.09	NaN	NaN

Fuente: Elaboración propia.

b) Rendimiento en Motoniveladora

• **Datos de la máquina:**

- Longitud de la hoja. - son las especificaciones de las maquinarias que podemos encontrar en los manuales.

Tabla 14: longitudes de hojas de Motoniveladoras

	120H	135H	12H	140H	143H	160H	163H
Longitud	3.66m	3.66m	3.66m	3.66m	3.66m	4.27m	4.27m
Altura	610mm	610mm	610mm	610mm	610mm	686mm	686mm

Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.

- Longitud efectiva de hoja. – El autor Vargas (1999), afirma que “como la vertedera está normalmente formando un ángulo cuando se está moviendo material, debe calcularse la longitud efectiva de

la hoja teniendo en cuenta este ángulo. El resultado es el ancho real de material barrido por la vertedera” (p.88). Para el caso de cálculo esta expresado en metros y se considera el 90% de la longitud de la hoja.

- Ancho de traslape. - El ancho de traslape o superposición se considera de 0.6 m o 2.0 pies. Este traslape se da para establecer los neumáticos lejos de los surcos en el trabajo de retorno.
- Velocidad de trabajo. - son las características de las maquinarias que podemos encontrar en los manuales. La diferencia principal entre ellos es la generación de las maquinarias basado en las potencias Hp.

**Tabla 15: Velocidades de la Motoniveladora**

<b>Actividades</b>	<b>Velocidad (Km/h)</b>
Nivelación de acabado	0-4
Trabajo pesado con la hoja	0-9
Reparación de zanjas	0-5
Desgarramiento	0-5
Mantenimiento de carreteras	5-16
Mantenimiento de caminos de acarreo	5-16
Movimiento de nieve	7-21
Limpieza de nieve	15-28

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.**

- Número de pasadas. – Es la repetición del trabajo de la motoniveladora sobre un área determinada. El número de pasadas depende del tipo de trabajo, por ejemplo, para el perfilado de carreteras generalmente se realiza 4 a 6 pasadas.
- Espesor capa de terraplén suelto. - Es el espesor de la capa a conformar. Generalmente las capas son de 0.45m.
- Espesor capa de terraplén compactado. - Es el espesor de la capa final compactado. Generalmente las capas son de 0.30m.

- **Condiciones de trabajo:**

Las condiciones de trabajo que influyen en las motoniveladoras son: altura sobre el nivel del mar, factor de Esponjamiento, factor de compresibilidad, factor de tiempo, factor de mano de obra, factor de eficiencia del trabajo, factor de hoja y factor de pendiente. Los valores de estos factores son los mismos descritos en el cálculo del rendimiento del Tractor Bulldozer.

- **Resultados:**

- Productividad (m<sup>2</sup>/Hr)

$$Q_a = \frac{8 * 1000 * (Le - Lo) * V * E * Fh * p}{N * (1 + h)}$$

Donde:

Qa: Productividad (m<sup>2</sup>/Hr).

Le: Es la longitud efectiva de hoja (m)

Lo: Es el ancho de traslape (m)

V: Velocidad de trabajo (Km/Hr)

E: factor de eficiencia del trabajo.

Fh: Factor de hoja.

p: Factor de pendiente.

N: Número de pasadas.

h: Incremento de ciclo por altitud.

- Productividad en suelto (m<sup>3</sup>/día)

$$Q = Q_a * Hs$$

Donde:

Q: Producción en suelto (m<sup>3</sup>/h).

Qa: Productividad en metros cuadrados (m<sup>2</sup>/Hr)

Hs: Espesor de capa de terraplén suelto.

- Productividad en banco (m3/día)

$$Q_b = Q_a * Hc$$

Donde:

Qb: Producción en banco (m3/h).

Qa: Productividad en metros cuadrados (m2/Hr)

Hc: Espesor de capa de terraplén compactado.

- Productividad compactada (m3/día)

$$Q_c = Q * F_v * F_c$$

Donde:

Qc: Producción compactada (m3/h).

Q: Producción en suelto (m3/h).

Fv: Factor volumétrico o de esponjamiento.

Fc: Factor de compresibilidad.

La figura 26 presenta el formulario a rellenar con los parámetros mencionados en líneas superiores, para obtener los rendimientos de la Motoniveladora.

Figura 26: Formulario para rendimiento de la Motoniveladora (m3/día).

MOTONIVELADORA			
		MOTONIVELADORA CAT 450	
DATOS DE LA MAQUINA			
		MAQ. 1	MAQ. 2
Longitud de hoja (M)	L=	3.7	0
Longitud efectiva de la hoja (0.9*L) (M)	Le=	3.33	0.00
Ancho de traslape (M)	Lo=	3	
Velocidad de trabajo (M/Hr)	V=	4000	
Numero de pasadas	N=	4	
Espesor capa de terraplen suelto (M)	Hs=	0.45	
Espesor capa de terraplen compactado (M)	Hc=	0.3	
CONDICIONES DE TRABAJO			
Altura sobre el nivel del mar (M)		2150	
Factor Volumetrico	Fv=	0.82	
Factor de compresibilidad	Fc=	0.75	
Factor de tiempo	t=	0.75	
Factor de mano de obra	o=	0.66	
Factor de eficiencia del trabajo $E=t*o$	E=	0.495	NaN
Factor de hoja	Fh=	0.75	
Factor de pendiente	p=	3.73	
Incremento del ciclo por altura s.n.m	h=	0.115	NaN
RESULTADOS (8 horas/día)			
DURACION DEL CICLO(Min) ---> $Qa=(Le-Lo)*V*E*Fh*p/N$		456.97	NaN
PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN(M3/Hr) ---> $Q= Qa*Hs$		1645.09	NaN
PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN BANCO (M3/Hr) ---> $Qb= Qa*Hc$		1096.73	NaN
PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN COMPACTADO(M3/Hr) ---> $Qc= Q*Fv*Fc$		1011.73	NaN

Fuente: Elaboración propia.

c) Rendimiento en Excavadora

- **Datos de la máquina:**

- Producción por ciclo. – son las capacidades de los cucharones que presentan las excavadoras. La tabla 16 representa la capacidad de los cucharones de excavadoras especificados en el manual de rendimiento de Caterpillar.

Tabla 16: Capacidad de cucharones en excavadoras

	312B	318B	320B	325B	330B	345B	365B
capacidad	0.86 m3	1.05 m3	1.35 m3	1.9 m3	2.2 m3	2.4 m3	3.5 m3

Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.

- Duración del ciclo. – Comprende el tiempo acumulado de la carga del cucharón, del giro con carga, de las descargas del cucharón y el giro sin carga en el proceso de carguío de la excavadora. La siguiente tabla representa la duración del ciclo de las excavadoras más comunes especificadas en el manual de rendimiento de Caterpillar.

**Tabla 17: Duración del ciclo en excavadoras**

Modelo	307B	311B	312B, 312B L	315B, 315B L	317B L, 317B LN	318B L, 318B LN	320B	322B	325B	330B	345B*	365B	375
Tamaño del cucharón L (yd <sup>3</sup> )	280 0,37	450 0,59	520 0,68	520 0,68	520 0,68	800 1,05	800 1,05	1000 1,31	1100 1,44	1400 1,83		1900 2,5	2800 3,66
Tipo de suelo	Tierra Compactada						Arcilla dura						
Profund. de excavación (m) (pies)	1,5 5	1,5 5	1,8 6	3,0 10	3,0 10	3,0 10	2,3 8	3,2 10	3,2 10	3,4 11		4,2 14	5,2 17
Carga del cucharón (min)	0,08	0,07	0,07	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09		0,10	0,11
Giro con carga (min)	0,05	0,06	0,06	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07		0,09	0,10
Descarga del cucharón (min)	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04		0,04	0,04
Giro sin carga (min)	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07		0,07	0,09
Tiempo total de ciclo (min)	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,25	0,23	0,25	0,25	0,27		0,30	0,34

Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.

- **Condiciones de trabajo:**

Las condiciones de trabajo que influyen en las excavadoras son: altura sobre el nivel del mar, factor de Esponjamiento, factor de compresibilidad, factor de tiempo, factor de mano de obra, factor de eficiencia del trabajo y factor de material. Los valores de estos factores son los mismos descritos en el cálculo del rendimiento del Tractor Bulldozer.

- Factor de carga. – Es el factor de corrección que se utiliza en excavadoras y cargadores frontales.

Tabla 18: Factores de carga del cucharón

Eficiencia del trabajo Tiempo de trabajo por hora	Factor de Eficiencia	Factor de carga del cucharón
60 min./hora	100%	Tamaño del cuch. × 1,00
55	91%	0,95
50	83%	0,90
45	75%	0,85
40	69%	0,80
—	—	0,75

Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.

- **Resultados:**

- Productividad en suelto (m3/día)

$$Q = \frac{8 * 60 * q * E * K * m}{T * (1 + h)}$$

Donde:

Q: Producción en suelto (m3/h).

q: Capacidad del cucharón de la excavadora(m3)

E: Factor de eficiencia del trabajo.

K: Factor de carga útil.

m: Factor de material.

T: Duración del ciclo (min).

h: Incremento de ciclo por altitud.

- Productividad en banco (m3/día)

$$Q_b = Q * F_v$$

Donde:

Qb: Producción en banco (m3/h).

Q: Producción en suelto (m3/h).

Fv: Factor volumétrico o de esponjamiento.

- Productividad compactada (m3/día)

$$Q_c = Q * F_v * F_c$$

Donde:

Qc: Producción compactada (m3/h).

Q: Producción en suelto (m3/h).

Fv: Factor volumétrico o de esponjamiento.

Fc: Factor de compresibilidad.

La figura 27 presenta el formulario a rellenar con los parámetros mencionados en líneas superiores, para obtener los rendimientos de la Excavadora.

Figura 27: Formulario para rendimiento de la Excavadora (m3/día).

**EXCAVADORA**

EXCAVADORA CAT M313D (128 hp) \*

X

DATOS DE LA MAQUINA			
		MAQ. 1	MAQ. 2
Produccion por ciclo (M3)	q=	0.7	0.7
Duracion del ciclo (min)	T=	0.33	0.33

CONDICIONES DE TRABAJO			
		MAQ. 1	MAQ. 2
Altura sobre el nivel del mar (M)		2150	2150
Factor Volumetrico	Fv=	0.83	0.83
Factor de compresibilidad	Fc=	0.78	0.78
Factor de tiempo	t=	0.75	0.75
Factor de mano de obra	o=	0.68	0.68
Factor de eficiencia del trabajo E=t*o	E=	0.510	0.510
Factor de carga util	K=	1.05	1.05
Factor de material	m=	1.2	1.2
Incremento del ciclo por altura s.n.m	h=	0.115	0.115

RESULTADOS (8 horas/día)			
		MAQ. 1	MAQ. 2
PRODUCTIVIDAD (M3/Hr) ---> Q= 60*q*E*K*m/T(1+h)		586.80	586.80
PRODUCTIVIDAD EN BANCO (M3/Hr) ---> Qb=Q*Fv		487.04	487.04
PRODUCTIVIDAD COMPACTADA (M3/Hr) ---> Qc= Q*Fv*Fc		379.89	379.89

Cancelar Guardar

Fuente: Elaboración propia.



d) Rendimiento en Cargador frontal

- **Datos de la máquina:**

- Volumen del cucharón. – Se refiere a la capacidad de los cucharones que presentan los cargadores frontales.

**Tabla 19: Capacidad de cucharones en Cargadores frontal (m3)**

	930G	950G	962G	972G	980G	990G	994D
capacidad	2.5 m3	3.1 m3	3.3 m3	4.3 m3	5.7 m3	8.6 m3	16 m3

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.**

- Duración del ciclo. –Tal como manifiesta el Manual de rendimiento de Caterpillar (2000), “el promedio del tiempo de ciclo básico (carga, descarga, maniobra) de un cargador articulado es de 0,45-0,55 minutos, el ciclo básico para los cargadores grandes, de 3 m3 (4 yd3) y más, puede ser ligeramente más largo, aunque se pueden anticipar variaciones sobre el terreno”.

- **Condiciones de trabajo:**

Las condiciones de trabajo que influyen en los cargadores frontales son: altura sobre el nivel del mar, factor de Esponjamiento, factor de compresibilidad, factor de tiempo, factor de mano de obra, factor de eficiencia del trabajo y factor de material. Los valores de estos factores son los mismos descritos en el cálculo del rendimiento del Tractor Bulldozer.

- Factor de carga. – Es el factor de corrección que se emplea en excavadoras y cargadores frontales.

**Tabla 20: Factores de carga del cucharón**

<b>Eficiencia del trabajo</b>	<b>Factor de</b>	<b>Factor de carga</b>
<b>Tiempo de trabajo</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>del cucharón</b>
<b>por hora</b>		
60 min./hora	100%	Tamaño del cuch. × 1,00
55	91%	0,95
50	83%	0,90
45	75%	0,85
40	69%	0,80
—	—	0,75

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.**

- **Resultados:**

- Productividad en suelto (m3/día)

$$Q = \frac{8 * 60 * q * E * K * p}{T * (1 + h)}$$

Donde:

Q : Producción en suelto (m3/h).

q : capacidad del cucharón del cargador (m3)

E : factor de eficiencia del trabajo.

K : Factor de carga útil.

p : Factor del cucharón.

T : Duración del ciclo (min).

h : Incremento de ciclo por altitud.

- Productividad en banco (m3/día)

$$Q_b = Q * F_v$$

Donde:

Qb: Producción en banco (m3/h).

Q : Producción en suelto (m3/h).

Fv : Factor volumétrico o de esponjamiento.

- Productividad compactada (m3/h)

$$Q_c = Q * F_v * F_c$$

Donde:

Qc: Producción compactada (m3/h).

Q: Producción en suelto (m3/h).

Fv: Factor volumétrico o de esponjamiento.

Fc: Factor de compresibilidad.

La figura 28 presenta el formulario a rellenar con los parámetros mencionados en líneas superiores, para obtener los rendimientos del Cargador Frontal.

Figura 28: Formulario para rendimiento del Cargador frontal (m3/día):

**CARGADOR FRONTAL**

CARGADOR FRONTAL CAT 143 HP 924 HZ \* X

DATOS DE LA MAQUINA			
		MAQ. 1	MAQ. 2
Volumen del cucharón (M3)	q=	2	[ ]
Duración del ciclo (Min)	T=	5	[ ]

CONDICIONES DE TRABAJO			
Altura sobre el nivel del mar (M)		2150	[ ]
Factor Volumetrico	Fv=	0.9	[ ]
Factor de compresibilidad	Fc=	0.86	[ ]
Factor de tiempo	t=	0.75	[ ]
Factor de mano de obra	o=	0.68	[ ]
Factor de eficiencia del trabajo E=t*o	E=	0.510	NaN
Factor de cucharón	K=	0.15	[ ]
Factor de pendiente	p=	3.73	[ ]
Incremento del ciclo por altura s.n.m	h=	0.115	NaN

RESULTADOS (8 horas/día)			
		MAQ. 1	MAQ. 2
PRODUCTIVIDAD EN SUELTO (M3/Hr ---> $Q = 60 \cdot q \cdot E \cdot K \cdot p / (T + h)$ )		49.14	NaN
PRODUCTIVIDAD EN BANCO (M3/Hr ---> $Q_b = Q \cdot F_v$ )		44.23	NaN
PRODUCTIVIDAD COMPACTADO (M3/Hr ---> $Q_c = Q \cdot F_v \cdot F_c$ )		38.03	NaN

Cancelar
Guardar

Fuente: Elaboración propia.

e) Rendimiento en Rodillo

• **Datos de la máquina:**

- Longitud efectiva de compactación. – es la longitud del rodillo que entra en contacto con el material al compactar. Es decir, es la longitud del tambor del rodillo.
- Velocidad de trabajo. - son las características de las maquinarias que podemos encontrar en los manuales. La diferencia principal entre ellos es la generación de las maquinarias basado en las potencias Hp.

**Tabla 21: Velocidades de trabajo de Rodillo**

	PATA DE CABRA	VIBRATORIOS
Espesor compactado (cm)	20 – 30	25 – 60
Velocidad de trabajo (Km./h)	7 – 10	2 – 4
Nº de pasadas	5-8	4 – 8

**Fuente: Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31.**

La velocidad normal de compactación es de 5 a 7 Km/hr, la cual puede aumentar hasta 10Km/hr en capas delgadas y calientes; y disminuir hasta 3 o 4 Km/hr en capas gruesas y mezclas rígidas.

- Número de pasadas. – Es la repetición del trabajo de rodillo sobre un área determinado. El número de pasadas depende del tipo de trabajo. Para un espesor de compactación de 25 a 60 cm se recomienda realizar de 4 a 8 pasadas con rodillo vibratorio; y para un espesor de 20 a 30 cm se recomienda realizar de 5 a 8 pasadas con rodillo pata de cabra.
- Espesor capa de terraplén suelto. - Es el espesor de la capa a conformar. Generalmente las capas son de 0.45m.
- Espesor capa de terraplén compactado. - Es el espesor de la capa final compactado. Generalmente las capas son de 0.30m
- **Condiciones de trabajo:**  
Las condiciones de trabajo que influyen en los rodillos son: altura sobre el nivel del mar, factor de esponjamiento, factor de compresibilidad, factor de tiempo, factor de mano de obra, factor de eficiencia del trabajo y factor de incremento de ciclo por nivel de altitud. Los valores de estos factores son los mismos descritos en el cálculo del rendimiento del Tractor Bulldozer.
- **Resultados:**
  - Productividad en área (m2/Hr)

$$Q_a = \frac{1000 * W * V * E}{N * (1 + h)}$$

Donde:

$Q_a$  : Productividad (m<sup>2</sup>/Hr).

$W$  : Longitud efectiva de hoja (m).

$V$  : Velocidad de trabajo (Km/Hr).

$E$  : factor de eficiencia del trabajo.

$N$  : Número de pasadas.

$h$  : Incremento de ciclo por altitud.

- Productividad en suelto (m<sup>3</sup>/h)

$$Q = Q_a * Hs$$

Donde:

$Q$  : Producción en suelto (m<sup>3</sup>/h).

$Q_a$  : Productividad en metros cuadrados (m<sup>2</sup>/Hr)

$Hs$  : Espesor de capa de terraplén suelto.

- Productividad en banco (m<sup>3</sup>/h)

$$Q_b = Q_a * Hc$$

Donde:

$Q_b$  : Producción en banco (m<sup>3</sup>/h).

$Q_a$  : Productividad en metros cuadrados (m<sup>2</sup>/Hr)

$Hc$  : Espesor de capa de terraplén compactado.

- Productividad compactada (m<sup>3</sup>/h)

$$Q_c = Q * F_v * F_c$$

Donde:

$Q_c$ : Producción compactada (m<sup>3</sup>/h).

$Q$ : Producción en suelto (m<sup>3</sup>/h).

$F_v$ : Factor volumétrico o de esponjamiento.

$F_c$ : Factor de compresibilidad.

La figura 29 presenta el formulario a rellenar con los parámetros mencionados en líneas superiores, para obtener los rendimientos del Rodillo.

**Figura 29: Formulario para rendimiento del Rodillo (m3/día).**

**RODILLO** X

RODILLO LISO CAT CS54 (124hp) \*

---

DATOS DE LA MAQUINA			
		MAQ. 1	MAQ. 2
Longitud efectivo de compactacion (M)	W=	2.145	
Velocidad de trabajo (Km/Hr)	V=	5800	
Numero de pasadas	N=	5	
Espesor capa de terraplen suelto (M)	Hs=	0.5	
Espesor capa de terraplen compactado (M)	Hc=	0.3	

---

CONDICIONES DE TRABAJO			
Altura sobre el nivel del mar (M)		2150	
Factor Volumetrico	Fv=	0.82	
Factor de compresibilidad	Fc=	0.65	
Factor de tiempo	t=	0.75	
Factor de mano de obra	o=	0.69	
Factor de eficiencia del trabajo E=t*o	E=	0.5175	
Incremento del ciclo por altura s.n.m	h=	0.115	

---

RESULTADOS (8 horas/dia)			
PRODUCTIVIDAD EN AREA(M2/Hr) ---> $Qa = W * V * E / N$		1287.64	
PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN SUELTO (M3/Hr) ---> $Q = Qa * Hs$		643.82	
PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN BANCO(M3/Hr) ---> $Qb = Qa * Hc$		386.29	
PRODUCTIVIDAD EN VOLUMEN COMPACTADO(M3/Hr) ---> $Qc = Q * Fv * Fc$		343.16	

Cancelar Guardar

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Módulo Presupuesto

Agrupar a las opciones correspondientes a la elaboración del presupuesto. Los pasos a seguir son: crear de un presupuesto, agregar títulos, agregar partidas, definir los análisis de costos unitarios a partir de los ya existentes en los catálogos, y agregar los metrados. Automáticamente paralelo a la alimentación de la información el sistema irá procesando los resultados. Y finalizado la inserción de datos, se genera los reportes correspondientes del presupuesto.

- A. Ítem Crear presupuesto: comprende las funcionalidades de crear los datos principales del presupuesto. Se observa en la figura 30 en la pestaña información básica, las opciones a rellenar. Se busca el cliente por su nombre y filtrará de la base de datos de clientes almacenados; luego se rellena el nombre del proyecto que aparecerá en los títulos del reporte del presupuesto, la ubicación geográfica de los precios, la fecha de elaboración del presupuesto, plazo de ejecución, las horas de la jornada de trabajo.

**Figura 30: Formulario crear nuevo presupuesto (pestaña infor. básica).**

The image shows a web application interface with a modal window titled "Nuevo presupuesto". The modal has two tabs: "Información Básica" (selected) and "Información Adicional". Under "Información Básica", there is a search field for "Cliente" with a red asterisk, a text area for "Nombre proyecto", and a section for "Ubicación Geográfica" with three dropdown menus containing "JUNIN", "HUANCAYO", and "[ Distrito ]". Below this are input fields for "Fecha", "Plazo" (with a unit of "días"), and "Jornada" (with a unit of "horas"). At the bottom of the modal is a section for "Presupuesto Base" with input fields for "CD", "CI", and "TOTAL". There are "Cancelar" and "Guardar" buttons at the bottom right of the modal. The background shows a blurred view of a data table with columns like "Nº", "Presupuesto", "Fecha", and "Fecha actualización".

**Fuente: Elaboración propia.**

Asimismo, se observa en la figura 31 en la pestaña información Adicional, las opciones a rellenar. Numero de decimales en precios representa la cantidad de cifras decimales con que se trabajara en el presupuesto. Por defecto son dos cifras. Del mismo modo es necesario definir el número de decimales en las incidencias, y se recomienda que sean de 4 cifras como mínimo.

Y finalmente los decimales en los metrados que por defecto corresponden a 2 decimales. Definir estos parámetros es importante porque tienen una influencia directa en la precisión de resultados.

Figura 31: Formulario crear nuevo presupuesto (pestaña infor. adicional)

**Nuevo presupuesto**

Información Básica | Información Adicional

DECIMALES

Número de decimales en precios : 2

Número de decimales en incidencias : 4

Número de decimales en metrados : 2

Moneda principal : Nuevos Soles

Cancelar Guardar

Fuente: Elaboración propia.

- B. Ítem Catálogo de Recursos: comprende las funcionalidades de crear, modificar y eliminar los registros guardados en la base de datos, de todos los recursos (que son los medios necesarios para ejecutar una partida), que se utilizarán posteriormente en el análisis de cotos unitarios.

La figura 32 presenta el ítem catálogo de recursos, que se divide en dos áreas bien diferenciadas: primero se observa en el lado izquierdo de la figura el árbol principal que agrupa a los recursos; siendo 3 los principales: equipos, mano de obra y materiales. En el lado derecho de la figura se observa el listado de los recursos almacenados en la base de datos, clasificados de acuerdo a los tres principales recursos antes mencionados.

Figura 32: Catálogo de recursos

**Catálogo de recursos**

Ver 25 registros | Buscar:

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000001	Compresoras Neumaticas	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000002	Compresoras Neumaticas	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000003	Compresoras Neumaticas 250-330 PCM	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000004	Compresoras Neumaticas 335-375 PCM	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000005	Compresoras Neumaticas	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000006	Compresoras Neumaticas 600-690 PCM	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000007	Compresoras Neumaticas 700-800 PCM	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000008	Martillo Neumatico 24 KG	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000009	Martillos Neumaticos 29 KG	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000010	Motoperforadora 1400 RPM	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-10-03 20:21:51
000011	Perforadora sobre orugas 660-690 PCM	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000012	Cargadores sobre oruga 110-135 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000013	Cargadores sobre oruga 150-180 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000014	Cargadores sobre oruga 190-225 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000015	Cargadores sobre oruga 245 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000016	Cargadores Retroexcavador 62 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000017	Cargadores sobre llantas 80-95 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44
000018	Cargadores sobre llantas 100-115 HP	hm	Julio Ñahuincopa Arango	2015-08-13 17:52:44

Fuente: Elaboración propia.



Para la búsqueda por el nombre del recurso se escribe el recurso a buscar en el lado derecho superior y automáticamente se realiza el filtro. El nombre a buscar puede ser el nombre completo del recurso o solo una parte de ella, o en el nombre en desorden.

Por ejemplo, para buscar el recurso Cargador sobre llantas 260-300 Hp, podemos realizar la búsqueda escribiendo cargador (figura 33), o sobre llantas, o 260-300 Hp, o simplemente como 300 Hp cargador, la búsqueda igual nos mostrador al Cargador sobre llantas 260-300 Hp solicitado.

Figura 33: Búsqueda de cargador frontal en catálogo de recursos

Ver 25 registros      Buscar : cargador

**CATALOGO DE RECURSOS**

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000012	Cargadores sobre oruga 110-135 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000013	Cargadores sobre oruga 150-180 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000014	Cargadores sobre oruga 190-225 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000015	Cargadores sobre oruga 245 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000016	Cargadores Retroexcavador 62 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000017	Cargadores sobre llantas 80-95 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000018	Cargadores sobre llantas 100-115 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000019	Cargadores sobre llantas 100-125 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000020	Cargadores sobre llantas 125-155 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000021	Cargadores sobre llantas 160-195 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000022	Cargadores sobre llantas 200-250 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000023	Cargadores sobre llantas 200-260 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000024	Cargadores sobre llantas 260-300 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000025	Cargadores sobre llantas 375 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000083	Minicargador Komatsu	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000084	Cargadores sobre llantas Komatsu	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000085	Cargadores sobre llantas Komatsu	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44

Resultado 1 - 17 de 17 registros (filtered from 113 total entries)      Primer   Anterior   1   (Siguiente)   Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34: Búsqueda de cargador frontal en catálogo de recursos filtrado.

Ver 25 registros      Buscar : 300 hp cargador

**CATALOGO DE RECURSOS**

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000024	Cargadores sobre llantas 260-300 HP	hm	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44

Resultado 1 - 1 de 1 registros (filtered from 113 total entries)      Primer   Anterior   1   (Siguiente)   Ultimo

Fuente: Elaboración propia.

Al hacer anti clic sobre el ítem seleccionado, en el árbol izquierdo de la figura inferior, se tiene la opción de agregar nuevo recurso, modificar el nombre del ítem seleccionado en el árbol, o simplemente eliminar todo el ítem del árbol con sus respectivos recursos almacenados.

Figura 35: Catálogo de recursos opciones árbol.

The screenshot shows the 'Catálogo de recursos' interface. On the left, a tree view is expanded to 'ACEROS' and 'TUBOS'. A context menu is open over 'TUBOS', showing options: '+ Nuevo Subitem', 'Modificar', and 'Eliminar'. The main table displays a list of resources with columns: Código, Descripción, Unidad, Modificado por, and Fecha de modificación. The table contains 13 rows of data, including items like 'Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 (grado 60)', 'Alambre negro #6 y #8', and 'Alcantarilla T.M.C. diametro 36 pulg'.

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000102	Acero corrugado fy=4200 kg/cm2 (grado 60)	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000103	Alambre negro #6 y #8	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000104	Alcantarilla T.M.C. diametro 36 pulg	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000105	Alcantarilla T.M.C. diametro 48 pulg	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000106	Alcantarilla T.M.C. diametro 60 pulg	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000107	Alcantarilla T.M.C. diametro 72 pulg	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000108	Arco perfil bajo modelo 39sab	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000109	Angulo de fierro 1x1x3/16 pulg	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000110	Clavos diferentes medidas	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000111	Gaviones tipo caja	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000112	Gaviones tipo colchon	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000113	Perfil T1 1/2x3/16 pulg	m	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000114	Pemos 3/8x8pulg +T+2A	und	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000115	Pemos 1 1/4 x8 pulg +T+A	und	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-09-13 22:33:34
000116	Pemos 5/8x4 pulg + T+A	und	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000117	Acero estructural grado 36 (laminado)	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000118	Acero estructural grado 60 (laminado)	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000119	Acero estructural A36	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000120	Plancha de acero 1.5mmx1.20mx2.40m	pl	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000121	Plancha de acero 0.5mmx1.20mx2.40m	pl	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000122	Plancha de acero 16mmx1.20mx2.40m	pl	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000123	Plancha de acero 19mmx1.20mx2.40m	pl	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera al hacer anti clic sobre el ítem seleccionado, en la parte derecha de la figura inferior, se tiene la opción de agregar, modificar y eliminar el recurso seleccionado.

Figura 36: Catálogo de recursos opciones registro.

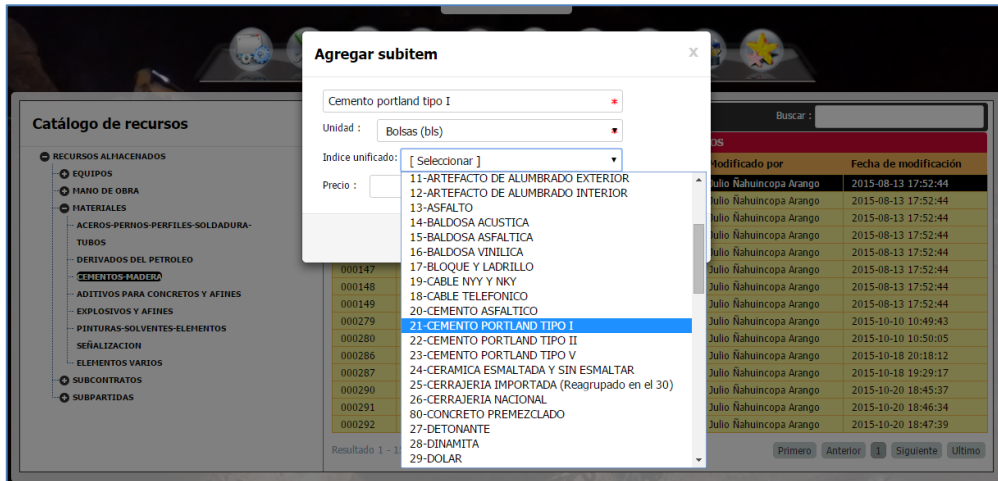
The screenshot shows the 'Catálogo de recursos' interface. The main table displays a list of resources with columns: Código, Descripción, Unidad, Modificado por, and Fecha de modificación. The table contains 15 rows of data, including items like 'Filler (cal hidratado)', 'Yeso', and 'Cemento portland tipo I'. A context menu is open over the row for 'Cemento portland tipo I', showing options: '+ Nuevo Recurso', 'Modificar Recurso', and 'Eliminar Recurso'. The table also shows pagination information: 'Resultado 1 - 15 de 15 registros' and navigation buttons: 'Primero', 'Anterior', '1', 'Siguiente', 'Último'.

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000142	Filler (cal hidratado)	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000143	Yeso	bls	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000144	Aditivo mejorador de adherencia	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000145	Cemento portland tipo I	bls	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000146	Lija		PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000147	Madera tomillo		PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000148	Triplay 19mm para		PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000149	Arena para arenado		PEDRO REQUENA TAIPE	2015-08-13 17:52:44
000279	Agua (inc. riego) considerando 100 lts/m3	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 10:49:43
000280	Agua (inc. riego) considerando lts/m3	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 10:50:05
000286	Material Chancado (1.20x0.20)	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-18 20:18:12
000287	Material seleccionado (1.20x0.15)	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-18 19:29:17
000290	Arena Gruesa	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-20 18:45:37
000291	Piedra Chancada de 1/2 pulg	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-20 18:46:34
000292	Filler (cemento)	kg	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-20 18:47:39

Fuente: Elaboración propia.

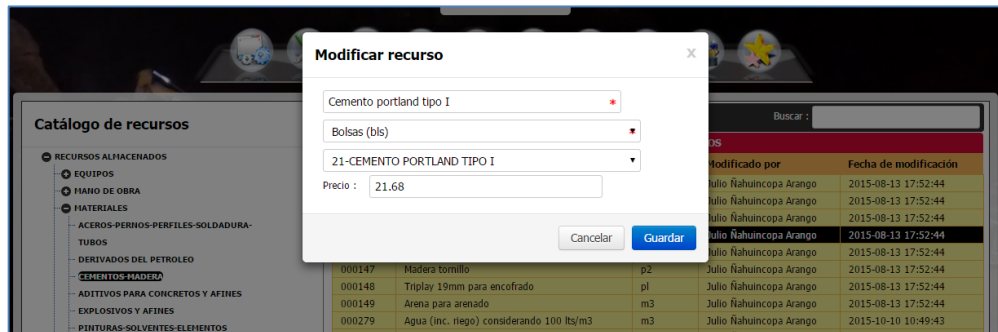
Los formularios de insertar nuevo, modificar y eliminar recurso se observa en la figura 37, figura 38, figura 39 respectivamente. Estos formularios aparecen, una vez seleccionado la opción de Nuevo sub ítem, modificar o eliminar. Los botones en la parte inferior de cada formulario representan una acción: ya sea de cancelar la operación o simplemente aceptar la acción.

**Figura 37: Formulario insertar nuevo recurso**



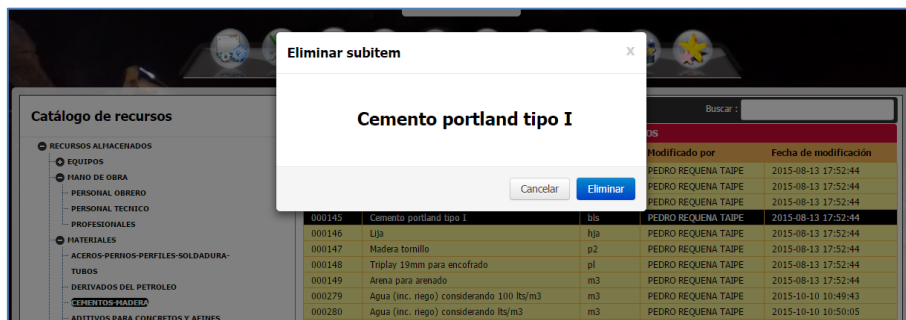
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 38: Formulario modificar recurso.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 39: Formulario eliminar recurso.**



Fuente: Elaboración propia.

- C. Ítem Catálogo de Títulos: comprende las funcionalidades de crear y almacenar en la base de datos los títulos que se utilizarán posteriormente en la elaboración del presupuesto. Se observa en el lado izquierdo de la figura 40 el árbol principal que agrupa a los títulos de acuerdo a especialidades de presupuestos. En el lado derecho de la figura inferior se observa el listado de los títulos guardados en la base de datos.

Figura 40: Catálogo de títulos.

Nº	Código	Descripción	Modificado por	Fecha de modif.
1	108028	ACEROS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:02:16
2	108023	ALICANTARILLA METALICAS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:01:06
3	108022	ALICANTARILLAS DIVERSAS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:00:55
4	108039	ALICANTARILLAS TMC	Julio Nahuincopa Arango	2015-11-03 18:52:18
5	108040	BADEN	Julio Nahuincopa Arango	2015-11-03 20:33:38
6	108015	BASES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:59:12
7	108018	CARPETA ASFALTICA Y TRATAMIENTOS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:00:05
8	108029	CONCRETOS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:02:29
9	108035	CONSERVACION AMBIENTAL	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:04:11
10	108026	CUNETAS	Julio Nahuincopa Arango	2015-10-03 10:45:17
11	108010	DEMOLICIONES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:57:59
12	108021	DRENES Y SUB DRENES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:00:43
13	108008	ELIMINACIONES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:57:29
14	108025	EMBOQUILLADOS Y REVESTIMIENTOS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:01:36
15	108006	EXCAVACIONES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:56:59
16	108005	EXPLANACIONES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:56:47
17	108020	FILTROS Y GEOTEXILES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:00:32
18	108016	IMPRIMACION ASFALTICA	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:59:27
19	108003	LIMPIEZAS Y DEFORESTACIONES	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:56:14
20	108036	MANTENIMIENTO VIAL	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:04:27
21	108037	MANTENIMIENTOS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 15:04:39
22	108017	MATERIALES ASFALTICOS	Julio Nahuincopa Arango	2015-09-20 14:59:39

Fuente: Elaboración propia.

Para la búsqueda por el nombre de título se escribe el título a buscar en el lado derecho superior y automáticamente se realiza el filtro. Por ejemplo, para buscar el título ALICANTARILLA METÁLICAS, escribimos alcantarilla y nos filtra todos los títulos coincidentes con ese nombre.

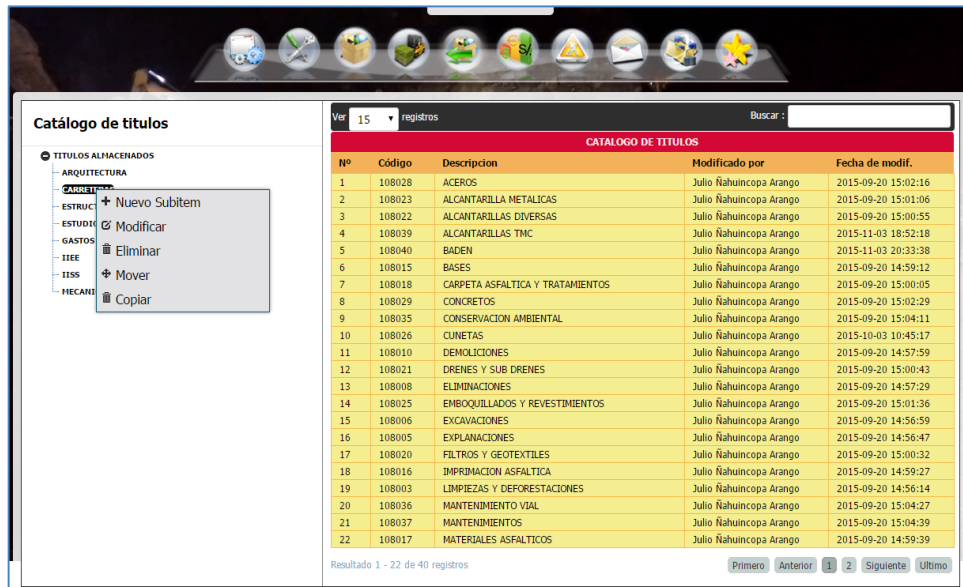
Figura 41: Búsqueda de alcantarilla en catálogo de títulos.

Nº	Código	Descripción	Modificado por	Fecha de modif.
2	108023	ALICANTARILLA METALICAS	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-09-20 15:01:06
3	108022	ALICANTARILLAS DIVERSAS	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-09-20 15:00:55
4	108039	ALICANTARILLAS TMC	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-11-03 18:52:18

Fuente: Elaboración propia.

Al hacer anti clic sobre el ítem seleccionado, en el árbol izquierdo de la figura inferior, se tiene la opción de agregar nuevo título, modificar el nombre del ítem seleccionado en el árbol, o simplemente eliminar todo el ítem del árbol con sus respectivos títulos almacenados.

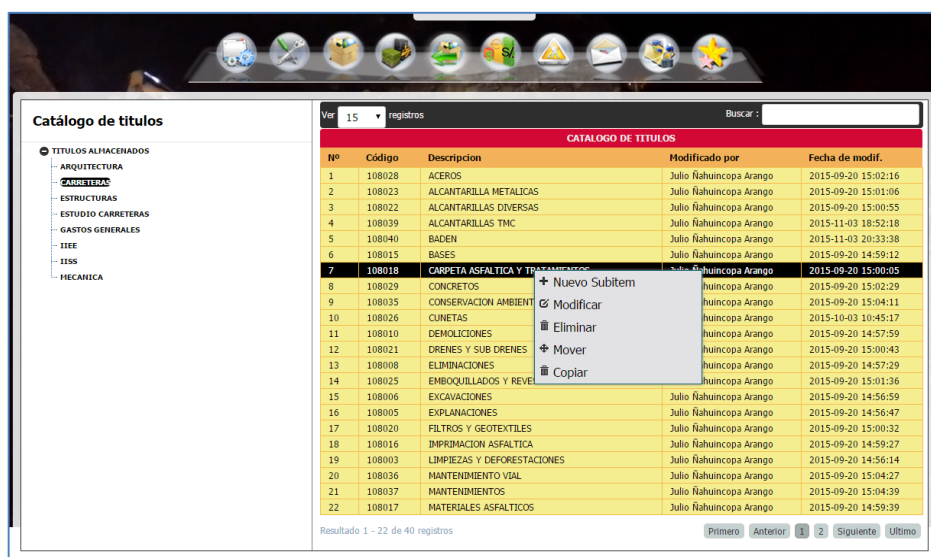
Figura 42: Catálogo de títulos



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera al hacer anti clic sobre el ítem seleccionado, en la parte derecha de la figura inferior, se tiene la opción de agregar nuevo título, modificar el nombre del título, y eliminar el título seleccionado.

Figura 43: Catálogo de títulos opciones

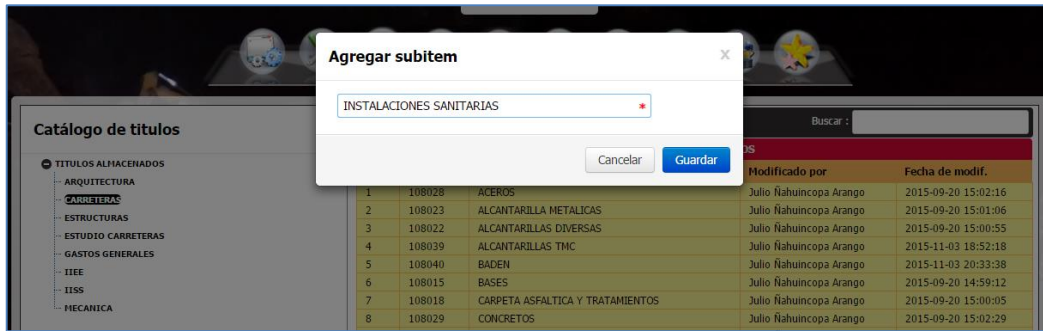


Fuente: Elaboración propia.



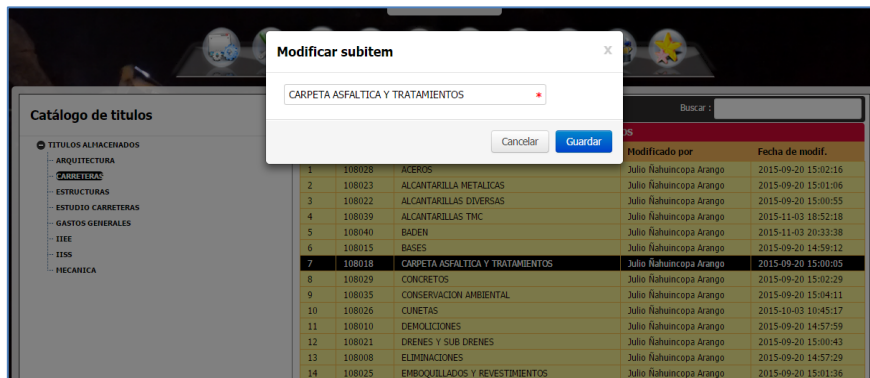
Los formularios de insertar nuevo, modificar y eliminar partida se observa en la figura 44, figura 45, figura 46 respectivamente. Estos formularios aparecen, una vez seleccionado la opción de Nuevo sub ítem, modificar o eliminar. Los botones en la parte inferior de cada formulario representan una acción: ya sea de cancelar la operación o simplemente aceptar la acción.

**Figura 44: Formulario insertar nuevo título.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 45: Formulario modificar nombre del título.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 46: Formulario eliminar título.**



Fuente: Elaboración propia.

- D. Ítem Catálogo de Partidas: comprende las funcionalidades de crear y guardar en la base de datos las partidas que se utilizarán posteriormente en la elaboración del presupuesto. Se observa en el lado izquierdo de la figura 47 el árbol principal que agrupa a las partidas de acuerdo a especialidades de presupuestos. En el lado derecho de la figura inferior se observa el listado de las partidas almacenadas en la base de datos del sistema.

Figura 47: Catálogo de partidas.

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000001	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 09:18:36
000002	ROCA SUELTA PERFORACION Y DISPARO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:27:22
000003	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:27:41
000004	ROCA FIDA PERFORACION Y DISPARO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:28:02
000005	ROCA FIDA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m2	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:28:17
000006	EXCAVACION EN ROCA CON PRE-CORTE	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 13:00:40
000007	PERFORACION Y DISPARO EN TUNEL	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 08:39:26
000008	CARGUIO EN TUNEL	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 08:39:53
000009	TRANSPORTE EN TUNEL	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:28:58
000010	PRESTAMO LATERAL EXTRACCION Y APLAMIENTO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:23:11

Fuente: Elaboración propia.

Para la búsqueda por el nombre de la partida se escribe el nombre a buscar en el lado derecho superior y automáticamente se realiza el filtro. Por ejemplo, para buscar la partida ENROCADO TIPO A SELECCIÓN Y CARGUÍO, escribimos enrocado y nos filtra todas las partidas coincidentes con ese nombre.

Figura 48: Búsqueda de alcantarilla en catálogo de partidas.

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000032	ENROCADO TIPO A SELECCION Y CARGUIO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 22:06:49
000033	ENROCADO TIPO A TRANSPORTE	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 22:07:07
000034	ENROCADO TIPO A ACOMODO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 22:07:29
000035	ENROCADO TIPO B SELECCION Y CARGUIO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 22:14:43
000036	ENROCADO TIPO B TRANSPORTE	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 22:15:11
000037	ENROCADO TIPO B ACOMODO	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 22:15:29

Fuente: Elaboración propia.

Al hacer anticlick sobre el ítem seleccionado, en el árbol izquierdo de la figura inferior, se tiene la opción de agregar nueva partida, modificar el nombre del ítem seleccionado en el árbol, o simplemente eliminar todo el ítem del árbol con sus respectivas partidas almacenadas.

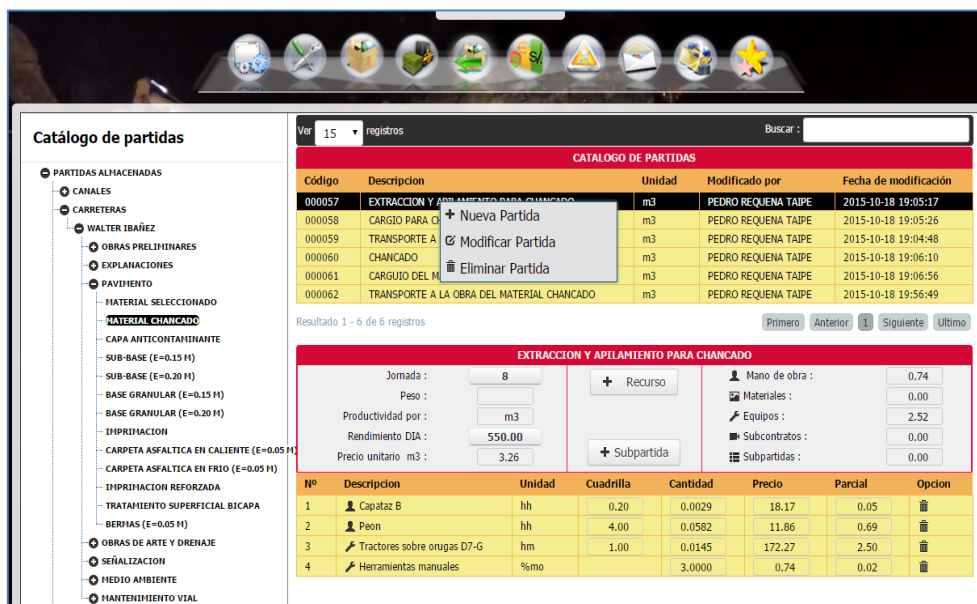
Figura 49: Catálogo de partidas opciones árbol.



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera al hacer anticlick sobre el ítem seleccionado, en la parte derecha de la figura inferior, se tiene la opción de agregar nueva partida, modificar el nombre de la partida, y eliminar la partida seleccionada.

Figura 50: Catálogo de partidas opciones registro.



Fuente: Elaboración propia.



Los formularios de insertar nuevo, modificar y eliminar partida se observa en la figura 51, figura 52, figura 53 respectivamente. Estos formularios aparecen, una vez seleccionado la opción de Nuevo sub ítem, modificar o eliminar. Los botones en la parte inferior de cada formulario representan una acción: ya sea de cancelar la operación o simplemente aceptar la acción.

Figura 51: Formulario insertar nueva partida.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 52: Formulario modificar nombre de la partida.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 53: Formulario eliminar partida.

Fuente: Elaboración propia.

- E. Ítem Análisis de Costos Unitarios (ACU): este ítem se encuentra anexo a las partidas del catálogo. En la figura 54 se observa en el lado izquierdo el árbol de partidas dentro de las cuales se hallan clasificadas las partidas; y en el lado derecho se observa el listado de partidas almacenadas en el catálogo. Asimismo, la figura nos presenta cuatro pequeños cuadrados de diferentes colores.

Figura 54: Formulario análisis de costos unitarios.

Código	Descripción	Unidad	Modificado por	Fecha de modificación
000008	CARGUDO EN TUNEL	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 06:34:53
000016	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 10:21:42
000001	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 09:14:34
000028	DEMOLICION DE ALCANTARILLAS	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 14:23:27
000029	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUDO	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 21:58:14
000030	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE TRANSPORTE	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 22:00:30
000034	ENROCADO TIPO A ACOMODO	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 22:07:29
000032	ENROCADO TIPO A SELECCION Y CARGUDO	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 22:06:49
000033	ENROCADO TIPO A TRANSPORTE	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 22:07:07
000037	ENROCADO TIPO B ACOMODO	m3	PEDRO REQUENA TAPE	2015-10-10 22:15:28

Nº	Descripción	Unidad	Cudrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Opcion
1	Capataz A	hh	0.20	0.0037	19.68	0.07	🗑️
2	Controlador (sf)	hh	0.20	0.0037	13.16	0.05	🗑️
3	Paco	hh	2.00	0.0372	11.86	0.44	🗑️
4	Tractores sobre orugas D7-G	hm	1.00	0.0186	172.27	3.20	🗑️
5	Herramientas manuales	suma		3.0000	0.56	0.02	🗑️

Fuente: Elaboración propia.

El primero (verde) señala la partida seleccionada. Al hacer clic sobre esta partida muestra en la parte inferior su análisis de costos unitarios correspondientes a ésta. El segundo (naranjado), muestra el rendimiento de la partida, que al hacer click en el botón presenta la ventana de los rendimientos de las maquinarias almacenadas en la base de datos (figura 55), que nos presenta cuatro opciones de selección de rendimientos: escribir el rendimiento deseado, seleccionar de los rendimientos estándares de maquinarias, seleccionar de los rendimientos de la empresa obtenidos en las obras ejecutadas, o calcular por formula. El tercero (azul), muestra el botón

recurso, que al hacer click sobre ella presenta una ventana flotante con la información de los recursos almacenados en la base de datos (figura 59).

Y cuarto (rojo), muestra el botón subpartida, que al hacer click sobre ella presenta una ventana flotante con la información de todas las partidas existentes en el catálogo (figura 60).

Botón rendimiento: Al hacer click en rendimiento (color naranja, figura anterior) aparece por defecto la figura 55, donde presenta una caja de texto para rellenar el rendimiento. Este caso normalmente se da cuando en el análisis de costos unitarios no existe ningún recurso referido a las maquinarias. Se consideran los rendimientos de la mano de obra.

**Figura 55: Formulario rendimiento de maquinarias.**

Fecha de modificación
2015-10-10 09:18:36
2015-10-10 20:27:22
2015-10-10 20:27:41
2015-10-10 20:28:02
2015-10-10 20:28:17
2015-10-10 10:21:42
2015-10-10 11:03:20
2015-10-10 13:42:54

Resultado 1 - 8 de 8 registros						
000004	ROCA SUELT	EXCAVACION, DESQUINCH	Y PERINADO DE TALUDES	m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:27:22
000005	ROCA FIDA	EXCAVACION, DESQUINCH	Y PERINADO DE TALUDES	m2	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 20:28:02
000016	CONFORMACION	DE TERRAPLENES		m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 10:21:42
000017	PERFILADO Y	COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE	EN ZONAS DE CORTE	m2	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 11:03:20
000019	EXCAVACION	NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES		m3	PEDRO REQUENA TAIPE	2015-10-10 13:42:54

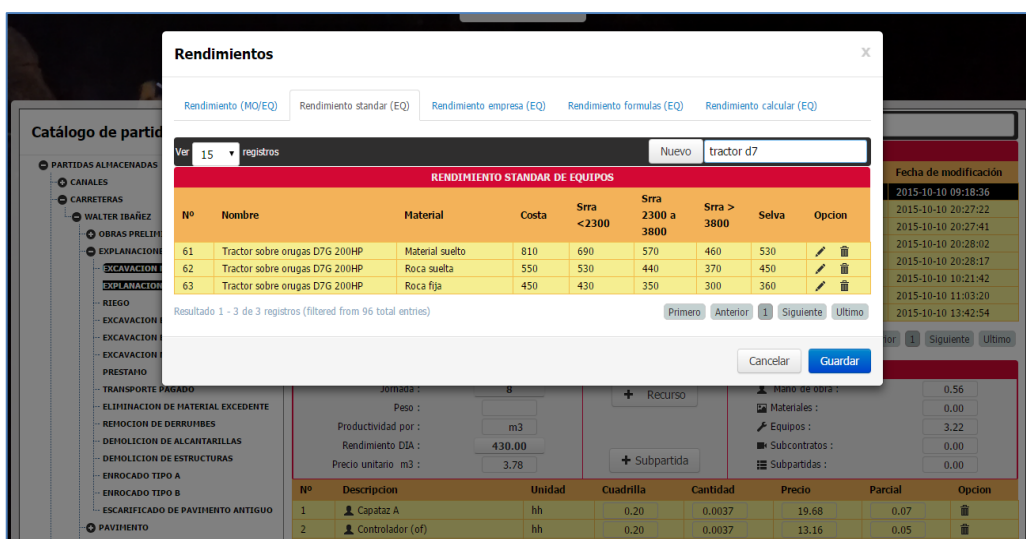
  

CORTE DE MATERIAL SUELTO				
Jornada :	8	+ Recurso	Mano de obra :	0,56
Peso :			Materiales :	0,00

**Fuente: Elaboración propia.**

Al hacer click en la segunda pestaña de la figura anterior, se halla los rendimientos estándares almacenados de las maquinarias. Para el ejemplo escribimos en la caja de búsqueda tractor d7, y hallamos los rendimientos almacenados para este tractor. Para seleccionar rendimiento, buscamos por tipo de material a trabajar y la altura sobre el nivel del mar donde se desarrollará la ejecución de la partida. Una vez ya escogido el numero rendimiento, para agregar al ACU simplemente se realiza dobleclick en el número de rendimiento escogido (430).

Figura 56: Rendimientos estándar de maquinarias.



Fuente: Elaboración propia.

Al seleccionar la tercera pestaña del formulario, se halla los rendimientos almacenados por la empresa a lo largo de la ejecución de obras realizadas. Es una base de datos propia del rendimiento de sus maquinarias y partidas realizadas por la empresa.

Asimismo, al seleccionar la cuarta pestaña se halla los rendimientos almacenados mediante el cálculo por formulas. Para agregar el número al ACU, se sigue los mismos pasos realizados en la pestaña dos.

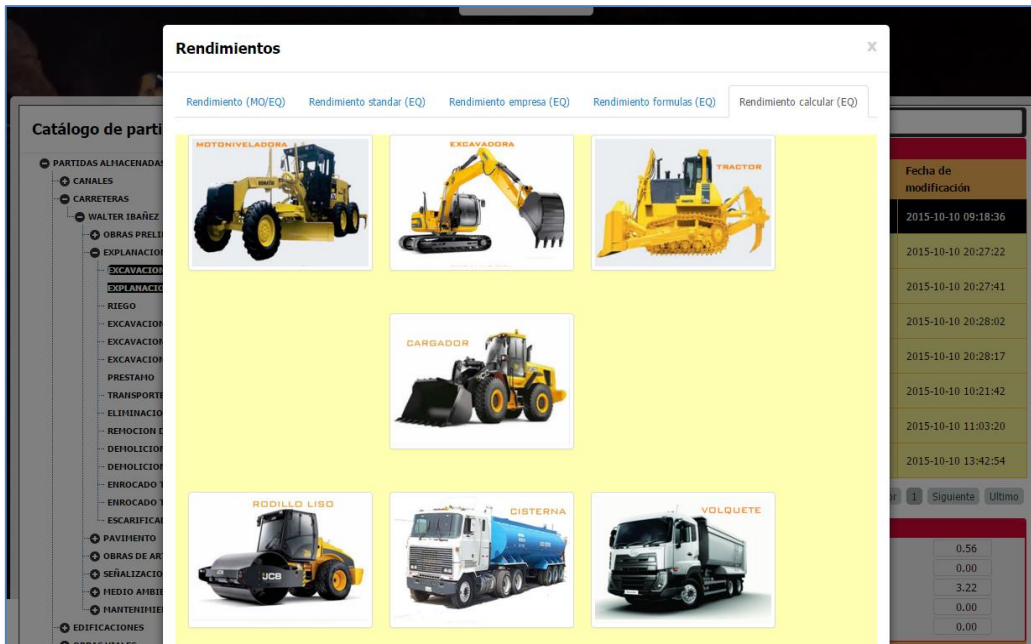
Figura 57: Rendimientos calculados por formulas



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, al seleccionar la quinta pestaña del formulario, se halla el menú de las maquinarias a escoger para realizar un cálculo de rendimiento personalizado. Para agregar el rendimiento al ACU se realiza los mismos pasos explicados en la pestaña dos.

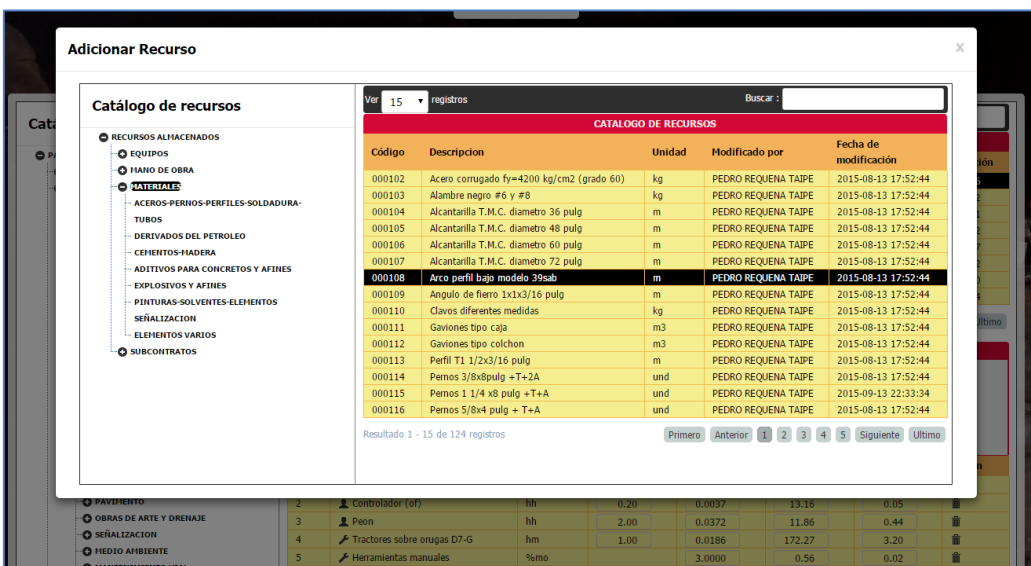
Figura 58: Formulario para calcular rendimiento de maquinarias.



Fuente: Elaboración propia.

Botón Recurso: Al hacer click en recurso (color azul, figura 54) aparece por defecto la figura inferior, donde presenta los recursos almacenados en el catálogo del sistema. Para agregar al ACU simplemente se realiza doble click en el recurso y queda agregado.

Figura 59: Formulario adicionar recursos a ACU.

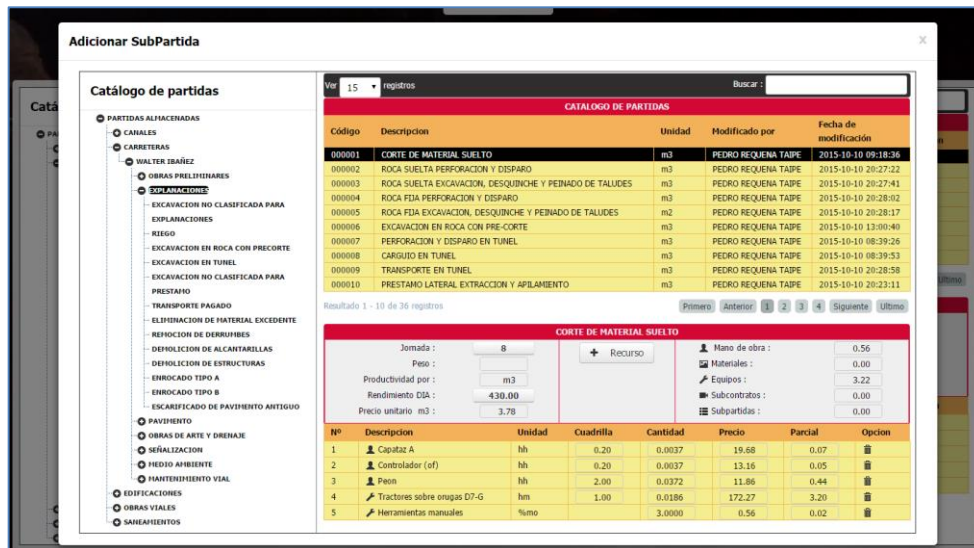


Fuente: Elaboración propia.



Botón Subpartida: Al hacer click en subpartida (color rojo, figura 54) aparece por defecto la figura inferior, donde presenta las partidas almacenadas en el catálogo del sistema. Para agregar al ACU una partida como recurso simplemente se realiza doble click en la partida seleccionada y queda agregado.

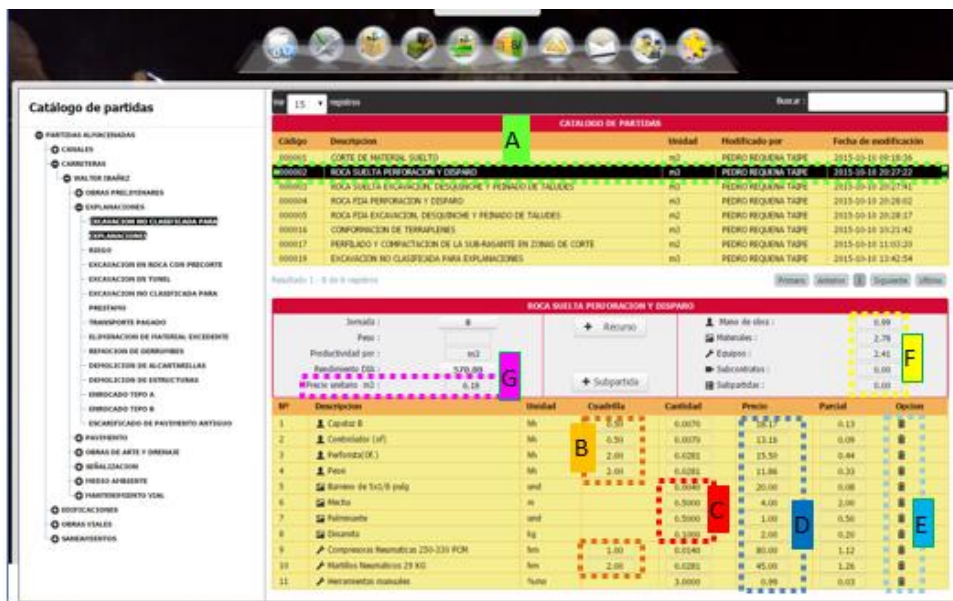
Figura 60: Formulario adicionar subpartida a ACU.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 61, se halla 6 pequeños cuadrados con sus respectivas letras.

Figura 61: Formulario análisis de costos unitarios



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la explicación de cada uno de ellos:

- Letra A (verde) señala la partida seleccionada. Al hacer click sobre esta partida muestra en la parte inferior su análisis de costos unitarios correspondientes a ésta.
- Letra B (naranjado), son los casilleros a insertar de las cuadrillas en la mano de obra y equipos. En los materiales estos casilleros no están habilitados.
- Letra C (rojo), muestra las cantidades a ingresar de los materiales. Estas proporciones los podemos hallar en los libros de costos y presupuestos para carreteras o en la CAPECO para edificaciones.
- Letra D (azul), son los precios a insertar de los recursos.
- Letra E (celeste), muestra la opción de eliminar un recurso del análisis de costos unitarios.
- Letra F (amarillo), muestra el consolidado de precios de la partida seleccionada, agrupando por cada recurso (mano de obra, materiales, equipos); sin embargo, también se consolidan si hubiera subcontratos o subpartida en el ACU.
- Letra G (rosado), presenta el precio total del ACU, por unidad de medida en que se presenta la partida.

#### **4.4. APLICACIÓN DEL KOSTEMP EN UN PROYECTO DE CARRETERAS**

El sistema implementado se aplicará en el proyecto:  CONSTRUCCIÓN CARRETERA VECINAL BELLA – BELLA ALTA – RIO TIGRE – JUAN SANTOS ATAHUALPA”. Para lo cual se describe las partes principales del proyecto.

##### **4.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DEL PROYECTO**

###### **A. UBICACIÓN**

La ubicación de la vía, materia del presente estudio se sitúa en el Distrito de Mariano Dámaso Beraún, en la provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco.

Geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas UTM:

Bella.

Norte : 8'969,246.92

Este : 385,831.53

Caserío Rio Tigre. (Fin Tramo I)

Norte : 8'963,079.81

Este : 383,039.42

Caserío Juan Santos Atahualpa parte alta.

Norte : 8'964,046.41

Este : 385,279.06

Caserío Juan Santos Atahualpa parte baja. (Fin Tramo II)

Norte : 8'964,202.58

Este : 386,660.22

Cota Inicial : 647.50 m.s.n.m.

Cota Final (tramo II) : 1074 m.s.n.m

#### B. RELIEVE

La zona de estudio presenta un relieve accidentado, con presencia de cadenas de cerros que decrecen en altitud y relieve.

#### C. CLIMA

Debido a su posición geográfica el clima de la zona es cálido tropical, típico de Selva Alta con altas precipitaciones durante todo el año, las precipitaciones promedio anual son de 630 mm y una temperatura promedio de 18° centígrados. La altitud varía entre 650 y 1000 m.s.n.m.

#### D. VÍAS DE COMUNICACIÓN

La zona del proyecto se conecta con la capital del Departamento de Huánuco a través de la Carretera Huánuco – Tingo María, Tingo María - Bella.

Tabla 22.- La Accesibilidad a la zona de proyecto



**Tabla 22: La Accesibilidad a la zona de proyecto**

DE	A	TIPO DE VIA	DISTANCIA (Km)	TIPO DE SERVICIO	TIEMPO (Hrs)
Huánuco	Tingo María	Asfaltada	120.00	Auto	2.00
Tingo María	Bella	Afirmada	4.00	Auto	0.25
<b>TOTAL</b>			<b>124.00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>2.25</b>

Fuente: Expediente técnico de la construcción de carretera.

#### E. METAS DEL PROYECTO

El presente proyecto a la culminación de las obras deberá alcanzar las siguientes metas:

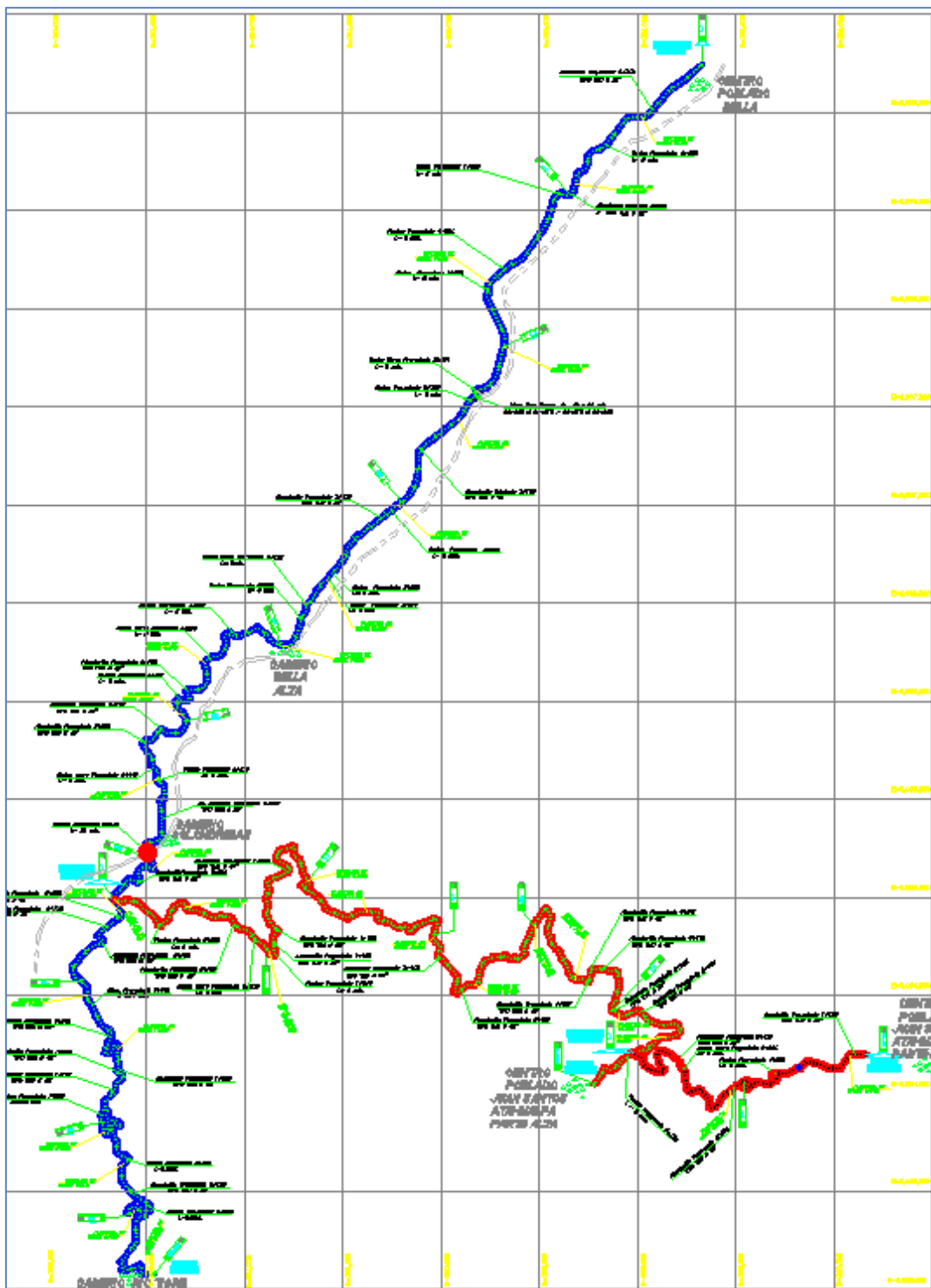
- Rehabilitación de 3+960 Km (Km 0+000 hasta km 03+960) de carretera en el tramo inicial.
- Apertura de 15+540 Km (Km 03+960 hasta km 19+500) de carretera, con plazoletas de cruce ubicadas convenientemente cada 500 metros.
- Afirmado del total de la vía, haciendo un total de 19+500 Km de longitud de carretera, con espesor de 0.20 m de afirmado.
- Construcción de 11 pontones de concreto armado de 6.00 y 8.00 m respectivamente.
- Construcción de un puente de 15.60 m. en la progresiva 5+940
- Construcción de 29 alcantarillas de TMC.
- Construcción de 15 badenes
- Señalización preventiva e informativa respectivamente, así como también hitos kilométricos.

#### F. DESCRIPCIÓN DEL PLANO CLAVE DEL PROYECTO

Para la descripción del plano clave del proyecto se toma como referencia a la figura de la parte inferior, en donde la carretera está conformado por dos tramos: el primer tramo (color azul) inicia en el centro poblado Bella (kilómetro 0+000) y termina en el caserío Rio Tigre (kilómetro 9+600). En el trayecto de esta carretera se halla proyectado un puente de 15.60 m, en el kilómetro 05+940.

El segundo tramo (color rojo) inicia en el km 06+420 de la carretera de color azul, y termina en el centro poblado Juan Santos Atahualpa parte Baja. En su totalidad el segundo tramo comprende 09+900 km.

Figura 62: Plano clave del proyecto



Fuente: Expediente técnico de la construcción de carretera Bella-J. Santos Atahualpa

## G. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto total de obra está conformado por la rehabilitación de la carretera desde el km 0+000 hacia el km 3+960. Luego la construcción de la carretera desde el km 03+960 al km 19+500. También comprende un presupuesto para la ejecución del plan de manejo ambiental de la carretera.

Tabla 23: Presupuesto del proyecto

DESCRIPCIÓN	MONTO
REHABILITACION DE CARRETERA DEL 0+000 AL 3+960	S/. 406,197.44
CONSTRUCCION DE CARRETERA	S/. 2'710,957.61
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	S/. 77,115.64
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/. 3'194,270.69</b>
GASTOS GENERALES (10.00%)	S/. 319427.07
UTILIDAD (8.00%)	S/. 255,541.66
SUB TOTAL PRESUPUESTO	S/. 3'769,239.42
I.G.V (19.00%)	S/. 716,155.49
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>S/. 4'485,394.91...(1)</b>
<b>GASTOS DE SUPERVISIÓN DE OBRA</b>	<b>S/. 159,713.53...(2)</b>
<b>GASTOS POR PROCESOS DE ADJUDICACION</b>	<b>S/. 6,590.00...(3)</b>
<b>MONTO TOTAL DE PRESUPUESTO: (1)+(2)+(3)</b>	<b>S/. 4'651,698.44</b>

Fuente: Expediente técnico de la construcción de carretera Bella-Chocano

### 4.4.2. ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO CON SISTEMA S10

El software utilizado para la elaboración del presupuesto del expediente técnico de la construcción de la carretera Bella-José Santos Chocano, fue el Sistema S10. En la figura inferior se muestra la evidencia de ello.

Figura 63: Presupuesto del proyecto en S10

Hoja del Presupuesto							
002 CONSTRUCCION DE CARRETERA		C.D.		S/2,710,957.61			
Fecha : 30/04/2008		Lugar : MARIANO DAMASO BERAUN		Jornada : 8 horas « Items 119 »			
»	≡	Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
		<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>83,005.42</b>
		01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	ha	26.22	1,146.10	30,050.74
		01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EXPLOSIVOS	gib	1.00	44,021.61	44,021.61
		01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	km	13.52	660.73	8,933.07
		<b>02</b>	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>822,112.96</b>
		02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	153,853.81	2.94	452,330.20
		02.02	CORTE EN ROCA SUELTA	m3	9,630.85	10.76	103,627.95
		02.03	CORTE EN ROCA FIJA	m3	3,699.67	19.14	70,811.68
		02.04	RELLENO CON EXCEDENTE DE CORTE	m3	54,111.67	3.61	195,343.13
		<b>03</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>181,770.40</b>
		03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN Z	m2	46,616.00	0.86	40,089.76

Fuente: Expediente técnico de la construcción de carretera Bella-Chocano

#### 4.4.3. ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO CON SISTEMA KOSTEMP

##### A. HOJA DE PRESUPUESTO

Para ingresar al formulario del presupuesto, seleccionar en el menú principal opción Hoja Presupuesto. Una vez seleccionado se obtiene un formulario que muestra la figura inferior, donde se observa el presupuesto de la construcción de la carretera elaborado en el sistema implementado. El monto obtenido en el nuevo sistema equivale a S/. 2, 710,957.61 y es el mismo valor que resulta de la elaboración con el sistema S10.

Figura 64: Presupuesto del proyecto en el sistema implementado

HOJA DE PRESUPUESTO : CONSTRUCCION DE CARRETERA						
Lugar :		SAN MARTIN-TOCACHE-TOCACHE		Jornada :		8 horas
Fecha :		11/09/2015		Costo Directo S/. :		2,710,957.61
Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>83,005.42</b>	
01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Ha	26.22	1146.10	30,050.74	
01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EXPLOSIVOS	gib	1.00	44021.61	44,021.61	
01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	Km	13.52	660.73	8,933.07	
<b>02</b>	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>822,112.96</b>	
02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	153853.81	2.94	452,330.20	
02.02	ROCA SUELTA PERFORACION Y DISPARO	m3	9630.85	6.98	67,223.33	
02.03	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	9630.85	3.78	36,404.61	
02.04	ROCA FIJA PERFORACION Y DISPARO	m3	3699.67	14.01	51,832.38	
02.05	ROCA FIJA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m2	3699.67	5.13	18,979.31	
02.06	RELLENO CON EXCEDENTE DE CORTE	m3	54111.67	3.61	195,343.13	
<b>03</b>	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>181,770.40</b>	
03.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	46616.00	0.86	40,089.76	
03.02	AFIRMADO E=0.20	m2	55344.00	2.56	141,680.64	

Fuente: Elaboración propia.

Los íconos encerrados de color rojo en la figura inferior, sirven para desplazar los títulos y las partidas del presupuesto elaborado. Para ello primero hay que seleccionar el título o la partida, luego hacer click en el ícono mano apuntando a la izquierda, lo que implica que el ítem seleccionado se moverá a la izquierda. Y al hacer click en el ícono apuntando a la derecha el ítem seleccionado se moverá a la derecha. De la misma manera al hacer click en el ícono mano apuntando hacia arriba, implica que el ítem seleccionado se moverá una línea hacia arriba, y al hacer click en el ícono apuntando hacia abajo, el ítem descenderá una línea hacia abajo.

Figura 65: Formulario Hoja del Presupuesto íconos.

HOJA DE PRESUPUESTO : CONSTRUCCION DE CARRETERA						
Lugar : SAN MARTIN-TOCACHE-TOCACHE		Jornada : 8 horas				
Fecha : 11/09/2015		Costo Directo \$/ : 2,710,957.61				
Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	
01	TRABAJOS PRELIMINARES					83,005.42
01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Ha	26.22	1146.10		30,050.74
01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EXPLOSIVOS	gbl	1.00	44021.61		44,021.61
01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	Km	13.52	660.73		8,933.07
02	EXPLANACIONES					822,112.96
02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	153853.81	2.94		452,330.20
02.02	ROCA SUELTA PERFORACION Y DISPARO	m3	9630.85	6.98		67,223.33
02.03	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	9630.85	3.78		36,404.61

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra las partes principales del formulario Hoja de Presupuesto.

Figura 66: Formulario Hoja del Presupuesto.

HOJA DE PRESUPUESTO : CONSTRUCCION DE CARRETERA						
Lugar : SAN MARTIN-TOCACHE-TOCACHE		Jornada : 8 horas				
Fecha : 11/09/2015		Costo Directo \$/ : 2,710,957.61				
Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	
01	TRABAJOS PRELIMINARES					83,005.42
01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Ha	26.22	1146.10		30,050.74
01.02	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EXPLOSIVOS	gbl	1.00	44021.61		44,021.61
01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	Km	13.52	660.73		8,933.07
02	EXPLANACIONES					822,112.96
02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	153853.81	2.94		452,330.20
02.02	ROCA SUELTA PERFORACION Y DISPARO	m3	9630.85	6.98		67,223.33
02.03	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	9630.85	3.78		36,404.61
02.04	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	3699.67	14.01		51,832.28
02.05	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	3699.67	5.13		18,979.31
02.06	RELLENO CON TENDENTE DE CORTE	m3	94111.67	3.41		324,942.13
03	PAVIMENTOS					183,776.40
03.01	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-BASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	44616.09	0.46		46,086.26
03.02	AFRANCO E=40.20	m2	55344.00	2.56		141,682.04
04	TRANSPORTES					0.00
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE					0.00
06	PUENTE SOBRE RIO TORE 1-15.00 M					115,223.51
06.01	Puente	uml	1.00	115223.51		115,223.51
07	SEÑALIZACION					0.00

PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-BASANTE EN ZONAS DE CORTE						
Jornada :	8	Retorno		Mazo de alba :	0.13	
Peso :	8			Materiales :	0.23	
Productividad por :	m2			Equipos :	0.48	
Rendimiento DBA :	2420.00			Subcontratos :	0.00	
Precio unitario m2 :	0.88			Subpartidos :	0.00	
Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial	Opcion
01	Cantidad 8	M	1.00	0.0028	12.26	0.03
02	Peso	M	4.00	0.0113	5.13	0.10
03	Agua (inc. agua) consumida 8/m3	m3	0.0060	6.45	0.25	
04	Motocombustor 125 HP	hm	1.00	0.0028	100.45	0.28
05	Alfilero tipo vibratorio adimensional 7-8 Tn	hm	1.00	0.0028	75.26	0.20
06	Motocombustor manual	huma	3.0000	0.23	0.69	

Fuente: Elaboración propia.

- En el lado izquierdo de la figura anterior se halla el árbol de presupuestos, seguido del nombre completo del presupuesto, con sus respectivos subpresupuestos (letra P). Para agregar un nuevo subpresupuesto se selecciona el presupuesto, click derecho y la opción agregar nuevo subpresupuesto. Para modificar nombre y eliminar subpresupuesto, click derecho encima del subpresupuesto y escoger las opciones deseadas.
- En el lado derecho superior se evidencia los títulos y partidas que comprende dicho subpresupuesto (letra Q). Para agregar nuevo título o nueva partida en el presupuesto, seleccionar debajo de qué partida o título se va insertar el nuevo ítem, y escoger las opciones más indicadas para el requerimiento.

**Figura 67: Opciones click derecho Formulario Hoja del Presupuesto.**

Item	Descripcion	Unidad	Metrado	Precio	Parcial
01	TRABAJOS PRELIMINARES				14.90
01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Ha	20.00	0.00	0.00
01.02	ELIMINACION DE MATERIAL ORGANICO	m3	10.00	1.49	14.90
02	EXPLANACIONES				449.40
02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	0.00	1.10	0.00
02.02	EXCAVACION EN ROCA CON DE CORTE	m3	0.00	6.05	0.00
03	PAVIMENTO				685.50
03.01	SUB-BASE (E=	20	90.00	0.79	71.10
03.02	BASE GRANUL	DN=1.20	0.00	0.89	0.00
03.03	IMPRIMACION	m2	500.00	0.33	165.00
03.04	BERMAS (E=0	m2	100.00	0.00	0.00
04	OBRAS DE AR				0.00
04.01	ALCANTARIL				0.00
04.01.01	TRABAJOS				0.00
04	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Ha	0.00	0.00	0.00

**Fuente: Elaboración propia.**

La opción nuevo título o nueva partida implica agregar alguno de éstos al presupuesto desde el catálogo del sistema. Mientras las opciones modificar o eliminar corresponden a la acción de modificar y eliminar los títulos o partidas seleccionadas del presupuesto, mas no del catálogo.

Y en la parte inferior derecha (letra R) de la figura 66 se halla el análisis de costos unitarios de la partida seleccionada, los botones rendimiento, recursos y subpartida, los cuales ya fueron explicados en el Ítem Análisis de Costos Unitarios (ACU).

En la figura inferior se presenta los detalles más relevantes de la Hoja del Presupuesto. La parte superior (letra R, color verde), representa la cabecera del presupuesto, en el cual se muestra el lugar, la fecha y el costo directo del presupuesto. La fecha es modificable, sin que esto signifique que, al aceptar la modificación de la fecha, los precios del presupuesto se actualicen a un valor cero. El costo directo se calcula automáticamente cada vez que se alimenten las partidas y los metrados en el presupuesto, y no necesita procesar.

Figura 68: Detalles Hoja del Presupuesto.

HOJA DE PRESUPUESTO: CONSTRUCCION DE CARRETERA						
Lugar : Haicacavelica		Jornada : 8 horas		R		
Fecha : 25/03/2016		Costo Directo : 2,154,250.75				
Items	Descripciones	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	
01	TRABAJOS PRELIMINARES				22968.53	
01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Hs	2.24	4660.70	10439.97	
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	gbl	1.00	12528.56	12528.56	
02	EXPLANACIONES				443917.03	
02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	57029.41	3.73	212719.70	
02.02	ROCA SUELTA PERFORACION Y DESPARO	m3	4834.69	6.14	29665.00	
02.03	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHO Y PEINADO DE TALUDES	m3	4834.69	3.20	15471.01	
02.04	ROCA FEA PERFORACION Y DESPARO	m3	3594.55	14.31	51438.01	
02.05	ROCA FEA EXCAVACION, DESQUINCHO Y PEINADO DE TALUDES	m2	3594.55	4.32	15528.46	
02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUJO	m3	49614.52	0.06	2976.87	
02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE TRANSPORTE	m3	49614.52	2.34	116097.98	
03	SUB BASES				89970.07	
03.01	SUB-BASE (E=0.15 M) FACTOR DE COMPACTACION=1.20	m2	63808.56	1.41	89970.07	
04	BASES				369226.07	
04.01	BASE GRANULAR (E=0.15 M) FACTOR DE COMPACTACION=1.20	m2	61231.52	6.03	369226.07	
05	PAVIMENTO				603419.94	
05.01	IMPRESION PROPORCION 0.30 g/m2	m2	384365.52	0.31	119153.31	
05.02	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m2	461206.32	0.81	373577.12	
05.03	TRANSPORTE A LA OBRA DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m2	461206.32	0.01	4612.06	
05.04	ESPACIADO Y COMPACTADO DE LA CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m2	461206.32	0.23	106077.45	

ROCA SUELTA PERFORACION Y DESPARO							
Jornada :	8	+ Recurso	Mano de obra :	0.95			
Peso :	m3		Materiales :	2.78			
Productividad por :	570.00	+ Subpartida	Equipos :	2.41			
Rendimiento CDA :	6.14		Subcontratos :	0.00			
Precio unitario m3 :			Subpartidas :	0.00			
Nº	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Opcion
1	Capataz B	hh	0.50	0.0070	17.46	0.12	
2	Controlador (of)	hh	0.50	0.0070	13.16	0.09	
3	Perforista(OF)	hh	2.00	0.0281	15.50	0.44	
4	Peon	hh	2.00	0.0281	10.76	0.30	
5	Dinamita	kg		0.1000	2.00	0.20	
6	Fulminante	und		0.5000	1.00	0.50	
7	Mecha	m		0.5000	4.00	2.00	
8	Barreno de 5x1/8 pulg	und		0.0040	20.00	0.08	
9	Compresoras Neumaticas 250-330 PCH	hm	1.00	0.0140	80.00	1.12	
10	Martillos Neumaticos 29 KG	hm	2.00	0.0281	45.00	1.26	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la parte resaltada por el color negro (letra S), de la figura anterior, muestra el detalle principal del presupuesto:

- La primera columna agrupa a los ítems que corresponde a cada título y partida. Estos ítems, se autogeneran cada vez que se adiciona o se elimina una partida o título.
- La segunda columna agrupa la descripción de cada ítem. Los títulos van cambiando de color de acuerdo al nivel que ocupan en el presupuesto, mientras las partidas siempre llevan el color negro. Los iconos manos hallados al lado derecho de la Descripción, permiten deslizar a la izquierda o a la derecha, o hacia arriba o abajo los ítems seleccionados.
- La tercera columna agrupa a las unidades de medida que corresponde a las partidas del presupuesto. Los títulos no llevan unidades de medida.
- La cuarta columna permite ingresar los metrados correspondientes de cada partida. Los títulos no poseen metrados.

- La quinta columna representa los precios de cada partida por unidad de medida, y automáticamente resulta del análisis de costos unitarios (ACU), que se detalla en la parte inferior de la figura.
- La sexta columna es el precio parcial de cada partida, y el consolidado de cada título, que resultan de la sumatoria de todos los parciales que se hallan dentro de un título.

La parte resaltada por el color celeste (letra T), de la figura anterior, muestra la cabecera del Análisis de Costos Unitarios (ACU), presentando el consolidado del precio de la partida por unidad de medida y la sumatoria de los precios agrupados por mano de obra, materiales, equipos, subpartida y subcontratos participantes dentro del ACU. Los botones rendimiento, recurso, y subpartida hallados en esta área, fueron explicados en el ítem análisis de costos unitarios.

Finalmente, la parte resaltada por el color azul (letra V), muestra el detallado del ACU: la descripción, unidad de medida, la cuadrilla, la cantidad, y los precios de los insumos participantes en el ACU.

## B. REPORTES DEL PRESUPUESTO:

Los reportes que genera el sistema son:

- Reporte del Presupuesto en formato pdf.
- Reporte del Análisis de Costos Unitarios en formato pdf.
- Reporte de recursos con sus respectivos precios en formato pdf.
- Reporte de recursos en gráfico estadístico circular (Torta).

Reporte del Presupuesto. - son las hojas generadas con todo el presupuesto elaborado, que sirven para la impresión correspondiente.



Figura 69: Reporte hoja de presupuesto

Presupuesto		CONSTRUCCION CARRETERA VECINAL BELLA - BELLA ALTA - RIO TIGRE - JUAN SANTOS			
Subpresupuesto		ATAHUALPA			
Cliente		CONSTRUCCION CARRETERA VECINAL BELLA			
Lugar		GOBIERNO REGIONAL DE HUANUCO			
		HUANUCO - LEONCIO PRADO - MARIANO DAMASO BERAUN			
		Costo al 14/01/2016			
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>22968.53</b>
01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	Ha	2.24	4660.70	10439.97
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	gbl	1.00	12528.56	12528.56
<b>02</b>	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>443917.03</b>
02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	57029.41	3.73	212719.70
02.02	ROCA SUELTA PERFORACION Y DISPARO	m3	4834.69	6.14	29685.00
02.03	ROCA SUELTA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3	4834.69	3.20	15471.01
02.04	ROCA FIJA PERFORACION Y DISPARO	m3	3594.55	14.31	51438.01
02.05	ROCA FIJA EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m2	3594.55	4.32	15528.46
02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO	m3	49614.52	0.06	2976.87
02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE TRANSPORTE	m3	49614.52	2.34	116097.98
<b>03</b>	<b>SUB BASES</b>				<b>89970.07</b>
03.01	SUB-BASE (E=0.15 M) FACTOR DE COMPACTACION=1.20	m2	63808.56	1.41	89970.07
<b>04</b>	<b>BASES</b>				<b>369226.07</b>
04.01	BASE GRANULAR (E=0.15 M) FACTOR DE COMPACTACION=1.20	m2	61231.52	6.03	369226.07
<b>05</b>	<b>PAVIMENTO</b>				<b>603419.94</b>
05.01	IMPRIMACION PROPORCION 0.30 glns/m2	m2	384365.52	0.31	119153.31
05.02	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m2	461206.32	0.81	373577.12

Fuente: Elaboración propia.

Reporte del Análisis de Costos Unitarios. - son las hojas generadas en formato pdf que contiene todo el análisis de costos unitarios de todas las partidas y subpartidas realizadas en el presupuesto.

Figura 70: Reporte Análisis de Costos Unitarios (ACU) del presupuesto

Presupuesto		CONSTRUCCION CARRETERA VECINAL BELLA - BELLA ALTA - RIO TIGRE - JUAN SANTOS				
Subpresupuesto		ATAHUALPA				
Cliente		CONSTRUCCION CARRETERA VECINAL BELLA				
Lugar		GOBIERNO REGIONAL DE HUANUCO				
		HUANUCO - LEONCIO PRADO - MARIANO DAMASO BERAUN				
		Costo al 14/01/2016				
Partida	03.02	CORTE EN ROCA SUELTA				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por: m3 16.84		
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0160	21.15	0.34
	PEON	hh	2.0000	0.0640	14.33	0.92
	CONTROLADOR	hh	1.0000	0.0320	20.00	0.64
	PERFORISTA OFICIAL	hh	2.0000	0.0640	19.83	1.27
						3.17
	<b>Materiales</b>					
	MECHA NARANJA	m		0.5000	0.48	0.24
	FULMINANTE	u		0.5000	0.48	0.24
	DINAMITA	kg		0.1000	7.25	0.73
	BARRENO 5"X 1/8"	u		0.0040	780.43	3.12
						4.33
	<b>Equipos</b>					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.17	0.16
	COMPRESORA 250	hm	2.0000	0.0640	75.44	4.83
	MARTILLO NEUMATICO DE 25 kg	hm	2.0000	0.0640	4.68	0.30
						5.29
	<b>Subpartidas</b>					
	EXCAVACION DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUDES	m3		1.0000	4.05	4.05
						4.05
Partida	03.03	CORTE EN ROCA FIJA				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 320.0000	EQ. 320.0000	Costo unitario directo por: m3 28.51		
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					

Fuente: Elaboración propia.

Reporte de Recursos. - es el listado de todos los recursos utilizados en el presupuesto y sus respectivos precios. Cabe resaltar que modificar el nombre y la fecha del presupuesto no actualiza a valor cero los precios de los recursos. Si un recurso esta con precio cero, el sistema automáticamente lanza una alerta para ingresar el precio.

**Figura 71: Reporte precio de recursos del presupuesto.**

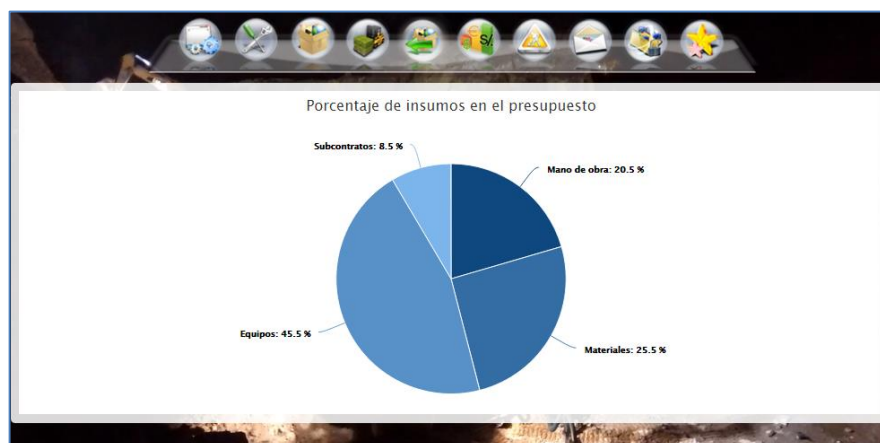


PRECIO DE RECURSOS DEL PRESUPUESTO						
Nº	Clasificación	Recurso	Unidad	Precio	Fecha actualización	Acción
1	MATERIALES	Agua (inc. riego) considerando 100 lts/m3	m3	15.04	04/03/2016	
2	MATERIALES	Agua 100 lts/m3	gln	0.10	04/03/2016	
3	MATERIALES	Arena Gruesa	m3	20.14	04/03/2016	
4	MATERIALES	Barreno de 5x1/8 pulg	und	20.00	04/03/2016	
5	MATERIALES	Cemento portland tipo I	bls	22.00	04/03/2016	
6	MATERIALES	Dinamita	kg	2.00	04/03/2016	
7	MATERIALES	Fulminante	und	1.00	04/03/2016	
8	MATERIALES	Material Chancado (1.20x0.20)	m3	24.77	04/03/2016	
9	MATERIALES	Mecha	m	4.00	04/03/2016	
10	MANO DE OBRA	Capataz A	hh	17.46	04/03/2016	
11	MANO DE OBRA	Capataz B	hh	17.46	04/03/2016	
12	MANO DE OBRA	Controlador (of)	hh	13.16	04/03/2016	
13	MANO DE OBRA	Oficial	hh	13.16	04/03/2016	
14	MANO DE OBRA	Operario	hh	13.43	04/03/2016	
15	MANO DE OBRA	Peon	hh	10.76	04/03/2016	
16	MANO DE OBRA	Perforista(Of.)	hh	15.50	04/03/2016	
17	EQUIPOS	Camion imprimador	hm	50.00	04/03/2016	
18	EQUIPOS	Cisterna 2000 galones	hm	30.00	04/03/2016	
19	EQUIPOS	Compresoras Neumaticas 250-330 PCM	hm	80.00	04/03/2016	
20	EQUIPOS	Compresoras Neumaticas 600-690 PCM	hm	50.00	04/03/2016	
21	EQUIPOS	Martillos Neumaticos 29 KG	hm	45.00	04/03/2016	
22	EQUIPOS	Mezcladora 11 p3	hm	15.00	04/03/2016	
23	EQUIPOS	Motoniveladora 125 HP	hm	185.02	04/03/2016	
24	EQUIPOS	Motosierra	hm	6.00	04/03/2016	

Fuente: Elaboración propia.

Reporte de recursos en gráfico estadístico circular. - es el gráfico estadístico circular generado de acuerdo a la incidencia en costos de los recursos que participan en presupuesto.

**Figura 72: Reporte de incidencia Presupuesto.**



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4.4. PROGRAMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA BELLA**

##### **A. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN DE OBRA**

Tomando de referencia Ibáñez (2011), podemos afirmar que “la programación de obra tiene la finalidad de lograr el desarrollo óptimo de los trabajos al más bajo costo, empleando el menor tiempo posible y con el requerimiento mínimo de equipo y mano de obra” (p.237). Por ende, es muy importante elaborar una buena programación de obra para garantizar el cumplimiento de los objetivos definidos en el menor tiempo y costo bajo.

Para realizar una programación de obra se cuenta con herramientas que facilitan tal labor, siendo los principales los siguientes:

- Diagramas de redes PERT (Técnica de Evaluación y Revisión de Proyectos).
- Diagramas de redes CPM (Método de Ruta Crítica).
- Diagramas de barras (GANTT).

Método PERT. - Es el método más indicado para los proyectos de investigación; en las cuales existe el problema de las estimaciones del tiempo y la posibilidad o riesgo de cumplir con determinados objetivos. Éste método fue creado a raíz de los complejos problemas de dirección y control que ofrecieron los proyectos espaciales, con actividades de base probabilísticas realizados por primera vez por el hombre. En resumen, podemos afirmar que el método PERT utiliza tiempos probabilísticas y determina fechas probables de terminación.

Método CPM. – Llamado también como el método de la ruta crítica. Su esencia es determinístico y se aplica a proyectos cuyas actividades son conocidas y existen experiencias de las tareas. El CPM asocia a cada proyecto un tiempo y un costo. En resumen, el método CPM considera tiempos fijos y tiende a la optimización de costos y tiempos, ya sea hallando el costo mínimo en el menor plazo o la duración mínimo del programa de menor costo.

De estos tres métodos, para programar proyectos de construcción de movimiento de tierras, el más recomendable es el CPM, debido a que las actividades son conocidas, y su duración se basa en los rendimientos estándar de las cuadrillas y equipos. Aunque, el método que más se usa es el diagrama de barras GANTT.

Sin embargo, ni uno de los tres diagramas clásicos, posee la capacidad de reflejar una relación gráfica entre el tiempo en que se está desarrollando la actividad y la localidad o el espacio en que la partida es ejecutada. Los diagramas tradicionales se adaptan muy bien en la programación de proyectos no lineales, sin embargo para proyectos lineales, que posee la característica en que tanto los equipos y las cuadrillas se trasladan a lo largo de la progresiva del proyecto, se requiere de la programación basado en el diagrama tiempo/espacio.

## B. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO CON EL MS PROJECT (DIAGR. GANTT)

El Ms Project es el más usado para desarrollar una programación de obra y está basado en el diagrama Gantt.

El proceso a seguir es el siguiente:

- a) Primero se determina las principales partidas que se ejecutarán durante la ejecución de obra.

**Figura 73: Actividades principales del proyecto en estudio.**

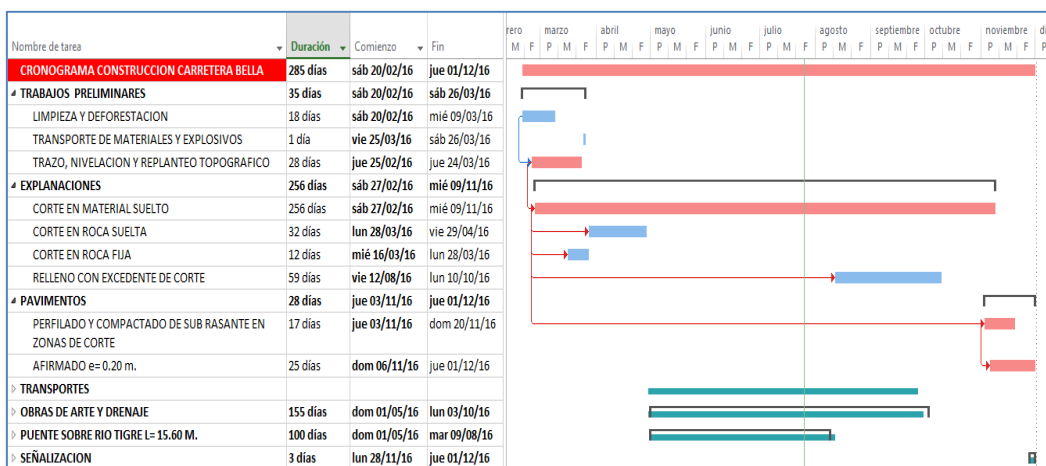
Nombre de tareas
<b>1.- TRABAJOS PRELIMINARES</b>
1.1.- LIMPIEZA Y DEFORESTACION
1.2.- TRANSPORTE DE MATERIALES Y EXPLOSIVOS
1.3- TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO
<b>2.- EXPLANACIONES</b>
2.1.- CORTE EN MATERIAL SUELTO
2.2- CORTE EN ROCA SUELTA
2.3- CORTE EN ROCA FIJA
2.4- RELLENO CON EXCEDENTE DE CORTE
<b>3.- PAVIMENTOS</b>
3.1.- PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE
3.2.- AFIRMADO e= 0.20 m.
<b>4.- TRANSPORTES</b>
<b>5.- OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>
<b>6.- PUENTE SOBRE RIO TIGRE L= 15.60 M.</b>
<b>7.- SEÑALIZACION</b>

Fuente: Elaboración propia.

- b) Se estima la fecha de inicio y término de cada actividad
- c) Cada actividad se representa mediante una barra recta construida a escala conveniente, y la longitud de esta barra muestra la duración de la partida.
- d) Se hace una relación de las actividades, manteniendo el orden de ejecución; luego guardando el orden se grafican las barras que representan cada actividad, en una escala de tiempo.

Siguiendo los pasos principales para la construcción del diagrama Gantt, se obtiene que la duración del proyecto será aproximadamente 285 días tal como lo evidencia la figura inferior. La actividad que lleva mayor cantidad de días es el corte en material suelto, seguido de las obras de arte y drenaje, y la construcción del puente de 15.60m.

**Figura 74: Programación del proyecto Bella-José Santos Chocano (Diagrama Gantt).**



Fuente: Elaboración propia.

### C. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO CON EL SISTEMA KOSTEMP

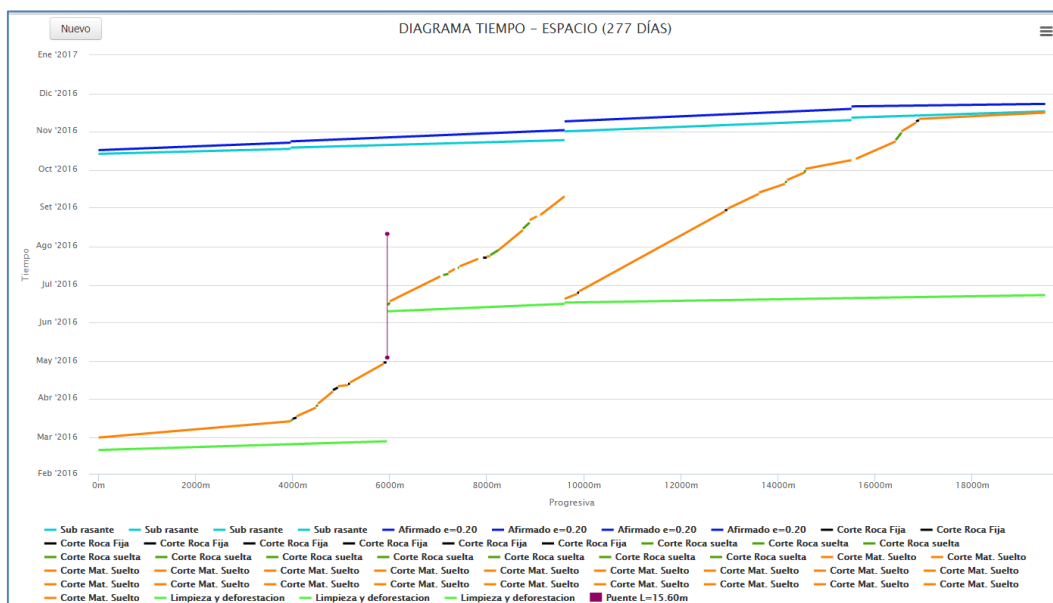
La presente tesis plantea la programación de obra teniendo como base el diagrama tiempo/espacio. El diagrama tiempo/espacio, es una nueva forma de realizar programación de obra básicamente para proyectos lineales de construcción relacionados con movimiento de tierras. Son utilizados en las distintas industrias de la construcción, como carreteras, obras como tuberías de distribución, construcción de líneas de ferrocarril, saneamiento, ejecución de túneles, construcción de obras hidráulicas y ejecución de líneas de transmisión eléctrica. Sin embargo, en el Perú el uso de esta metodología no es muy conocida, No hay experiencias del uso del

software en el desarrollo de los proyectos. La razón fundamental, es el costo altísimo del software, y siendo el S10 el sistema de presupuestos con mayor presencia en el Perú no tiene incorporada esta metodología de programación.

Esta programación de obra comunica claramente el objetivo, al presentar los detalles que comprenden el proyecto entero y la programación en una misma vista. Por ello los beneficios clave del diagrama tiempo-camino son la presentación de datos visuales en representados a través del tiempo y el espacio en un plan desarrollado. La programación PERT tiene la ventaja de ser más analítica, mas no ofrece una conexión visual entre lo planificado y el proyecto.

Para la programación del proyecto Bella-José Santos Chocano mediante el diagrama tiempo/espacio, se maneja los siguientes parámetros: el eje del tiempo, el eje de la progresiva, las pendientes y las actividades del proyecto. El resultado de ésta programación se muestra en la figura inferior, del cual se irá describiendo paso a paso en líneas posteriores. La duración del proyecto será aproximadamente 277 días.

**Figura 75: Programación del proyecto Bella-J.S. Chocano (Diagrama Tiempo-Espacio).**

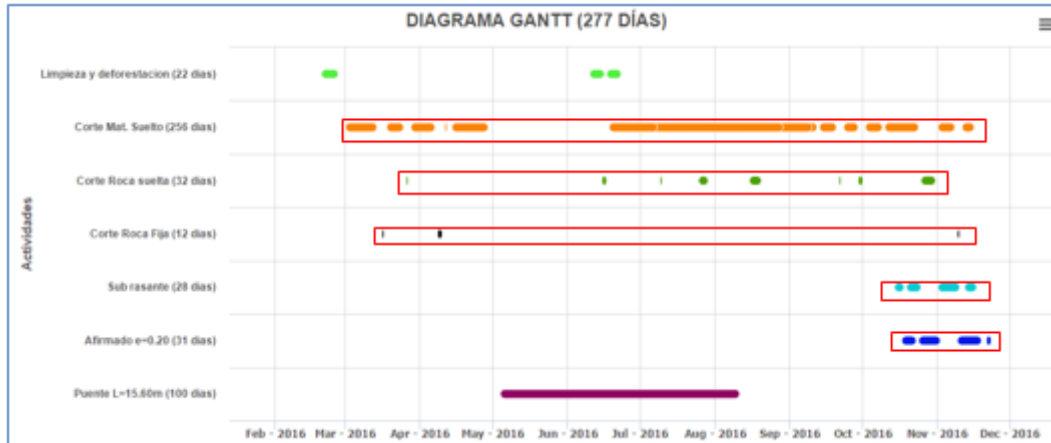


**Fuente: Elaboración propia.**

Una vez elaborado la programación de obra mediante el diagrama tiempo-espacio, el sistema Kostemp permite generar el diagrama de Gantt a partir de la programación basado en Tiempo-espacio. Los resultados son similares al Gantt

elaborado con el Ms Project, sin embargo el Gantt del sistema Kostemp muestra la programación de las actividades no como una sola barra continua, sino como varias barras continuas. La ruta crítica son las actividades encerradas de rojo.

Figura 76: Programación del proyecto Bella-J.S. Chocano (Diagrama Gantt) Kostemp.

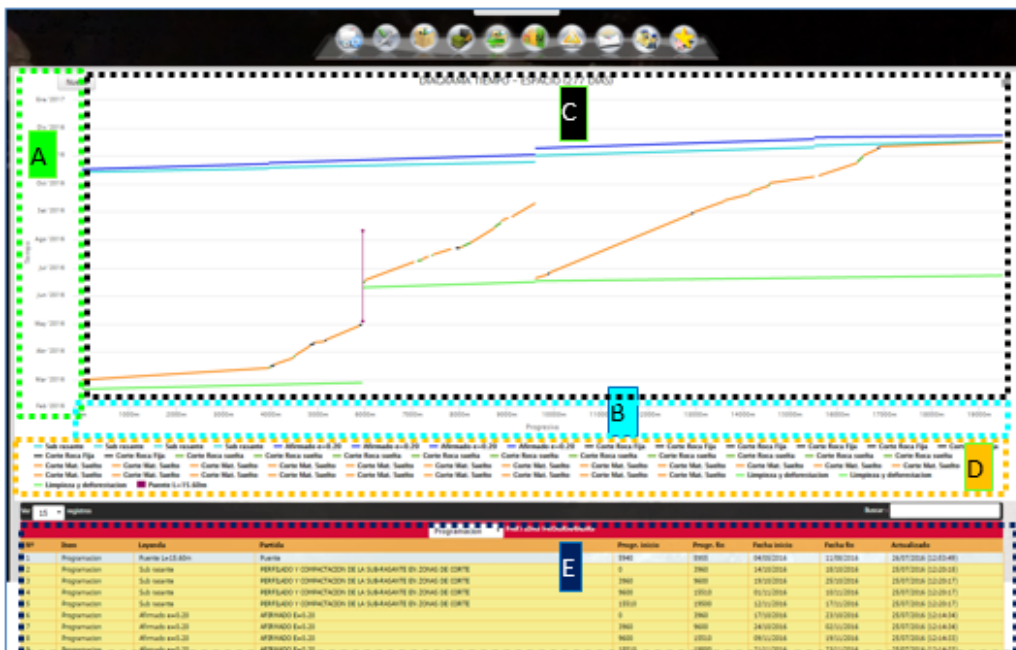


Fuente: Elaboración propia.

### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DIAGRAMA TIEMPO-ESPACIO KOSTEMP

Para ingresar a la programación de obra, realizar click en la opción Diagrama tiempo-espacio y por defecto aparece la figura 77, que muestra 5 partes fundamentales del diagrama tiempo/espacio que se describe a continuación:

Figura 77: Diagrama tiempo – espacio construcción de carretera Bella.



Fuente: Elaboración propia.

- La parte resaltada por el color verde (letra A), de la figura anterior, representa el eje del tiempo (vertical). Indica las fechas de inicio y finalización de la partida programada.
- La parte resaltada por el color celeste (letra B), representa el eje de la progresiva (horizontal). Indica las progresivas de inicio y finalización de la partida programada.
- La parte resaltada por el color negro (letra C), muestra mediante líneas a las actividades programadas. En ellas existen actividades lineales y no lineales:
- Actividades lineales, donde la cuadrilla se mueve a lo largo de toda la progresiva, se representan con líneas inclinadas (línea color naranja, verde, azul, celeste, etc.). La pendiente de la línea de partidas representa la productividad o la velocidad con que desarrolla una cuadrilla el trabajo en campo. Las líneas que se cruzan representan las posibilidades de riesgo en la construcción de la obra.
- Actividades no lineales, lo que implica que las cuadrillas son estáticas, se simbolizan con bloques verticales de actividades. Para el presente estudio en la progresiva km 05+940 existe un puente de 15m de longitud.
- La parte resaltada por el color anaranjado (letra D), representa la leyenda de cada actividad programada. Por ejemplo, para el caso de estudio la línea color celeste representa la sub rasante, azul la capa afirmada de 0.20m y el color naranja excavación de material suelto.
- La parte resaltada por el color azul (letra E), representa el registro de las partidas programadas.

### **Definir nueva actividad en diagrama tiempo-espacio.**

Para ingresar nueva actividad a programar hacer click en el botón “Nuevo”, que aparece en el diagrama tiempo-espacio. El formulario presenta los siguientes campos a rellenar.



**Figura 78: Definir nueva actividad en diagrama tiempo-espacio**

**Nueva actividad** [X]

Tipo de Grafica: Horizontal

Color de linea: [Color selection box]

Partida del Presupuesto: [Text input field]

Medrado partida: [Text input field]

Rendimiento partida: [Text input field]

Duracion partida: [Text input field]

Leyenda: [Text input field]

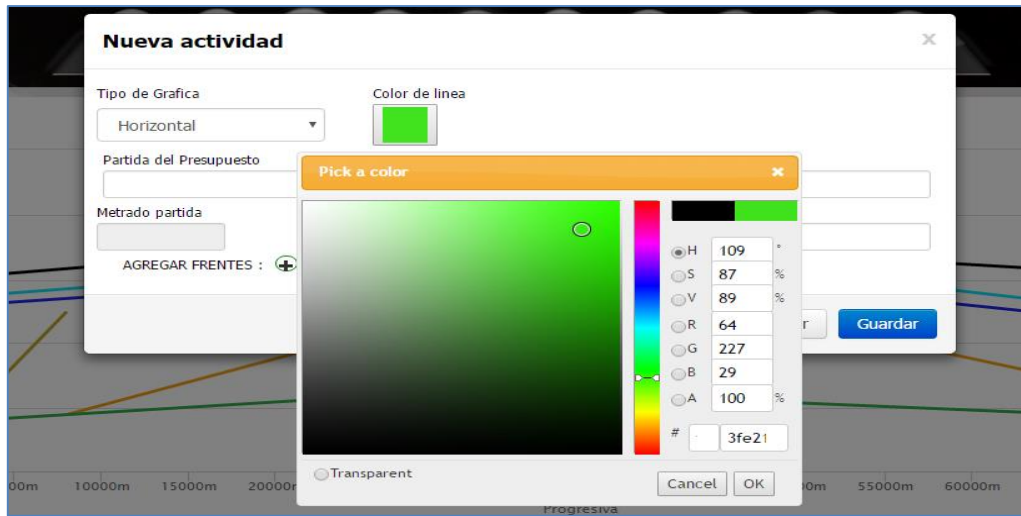
AGREGAR FRENTES : + Dias Calendario [checked]

[Cancelar] [Guardar]

**Fuente: Elaboración propia.**

- El primer campo a seleccionar de la figura 78, es el tipo de gráfica, que implica si la línea a dibujar es horizontal (actividad lineal) o vertical (actividad no lineal).
- El segundo campo a rellenar es de seleccionar el color de línea a dibujar. Por defecto el color de la línea es negro, y se recomienda personalizar el color cada vez que se define una nueva actividad o partida. Al hacer click en el pequeño cuadrado color negro aparece una ventana flotante con los colores a escoger.
- Para seleccionar el color sencillamente hay que desplazarse con el mouse encima de la paleta de colores, y luego dar click en ok. O para cancelar la operación hacer click en cancelar.

Figura 79: Definir color de línea diagrama tiempo-espacio.

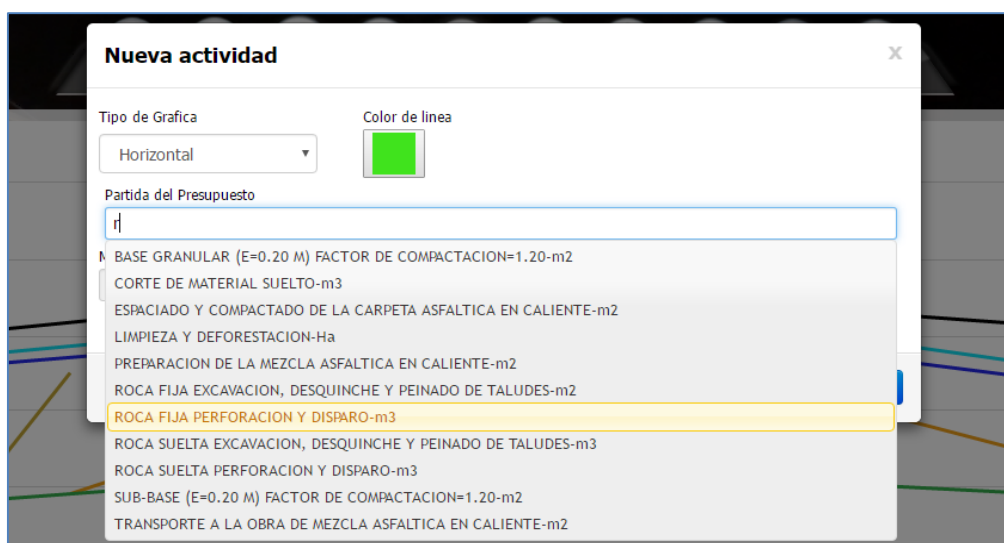


Fuente: Elaboración propia.

- El tercer campo a rellenar es para el nombre de la partida. Este campo automáticamente nos da la opción de escoger una partida de entre las que fueron definidas en el desarrollo del presupuesto. Con la selección de la partida se obtiene el metrado y rendimiento correspondiente de la partida definida en el presupuesto. Con estos datos se calcula internamente el tiempo de duración de la actividad.

$$Tiempo_{(dias)} = \frac{metrado}{rendimiento}$$

Figura 80: Seleccionar partidas definidas en el Presupuesto.



Fuente: Elaboración propia.

Al seleccionar la partida del presupuesto, se obtiene el metrado correspondiente, el rendimiento de la partida y la duración de la actividad en días.

**Figura 81: Información de la partida seleccionada.**

**Fuente: Elaboración propia.**

- El icono cruz de la figura 81, es para programar el desarrollo de la actividad en uno o más frentes, o en todo caso desarrollar la programación de la actividad por progresiva. Por ejemplo, para el caso de estudio la partida que se desea programar es corte de material suelto. Se iniciará del km 0+000 hasta km 03+960, que corresponde a un metrado de 7409.735 m<sup>3</sup>, con un rendimiento de 530 m<sup>3</sup>/día. Y resultando 14 días. Luego del km 04+080 a km 04+480 con una duración de 8 días. Entres el km 3960 a 4080 existe roca suelta y luego roca fija.


**Figura 82: Definir frentes de trabajo de la actividad seleccionada.**

Metrado	Cuadrilla	Rendimiento	Duracion (días)
7409.735	1	530	14
4122.44	1	530	8

**Fuente: Elaboración propia.**

La figura 83, muestra el desarrollo de la actividad “AFIRMADO E=0.20M”, subdividida en cuatro progresivas. El primero que comprende desde el km 0+000 hasta 03+960, que corresponde a la rehabilitación de la carretera. Este tramo comprende un metrado de 15980 m2 de afirmado. Se pretende ejecutar con 1 cuadrilla y con un rendimiento de 2270 m2/día (rendimiento del presupuesto), con lo cual el sistema calcula y se obtiene 7 días de duración de la actividad. Seguidamente se fija la fecha de inicio de la actividad, y la fecha de finalización obtiene el sistema mediante un cálculo interno.

**Figura 83: Definir fecha inicial de la actividad**

Tipo de Grafica		Color de linea	
Horizontal			
Partida del Presupuesto			
AFIRMADO E=0.20-m2			
Metrado partida	Rendimiento partida	Duracion partida	Leyenda
55344.00	2270.00	24.38	Afirmado e=0.20
AGREGAR FRENTERES : 1 <input checked="" type="checkbox"/> Dias Calendario <input checked="" type="checkbox"/>			
Metrado	Cuadrilla	Rendimiento	Duracion (dias)
15980	1	2270	7
Fecha Inicio	Fecha Final	Progresiva Inicio	Progresiva Final
17/10/2016	23/10/2016	0	3960
Metrado	Cuadrilla	Rendimiento	Duracion (dias)
23280	1	2270	10
Fecha Inicio	Fecha Final	Progresiva Inicio	Progresiva Final
24/10/2016	02/11/2016	3960	9600
		Rendimiento	Duracion (dias)
		2270.00	11
		Progresiva Inicio	Progresiva Final
		9600	15510
		Rendimiento	Duracion (dias)
		2270.00	3
		Progresiva Inicio	Progresiva Final
		15510	19500

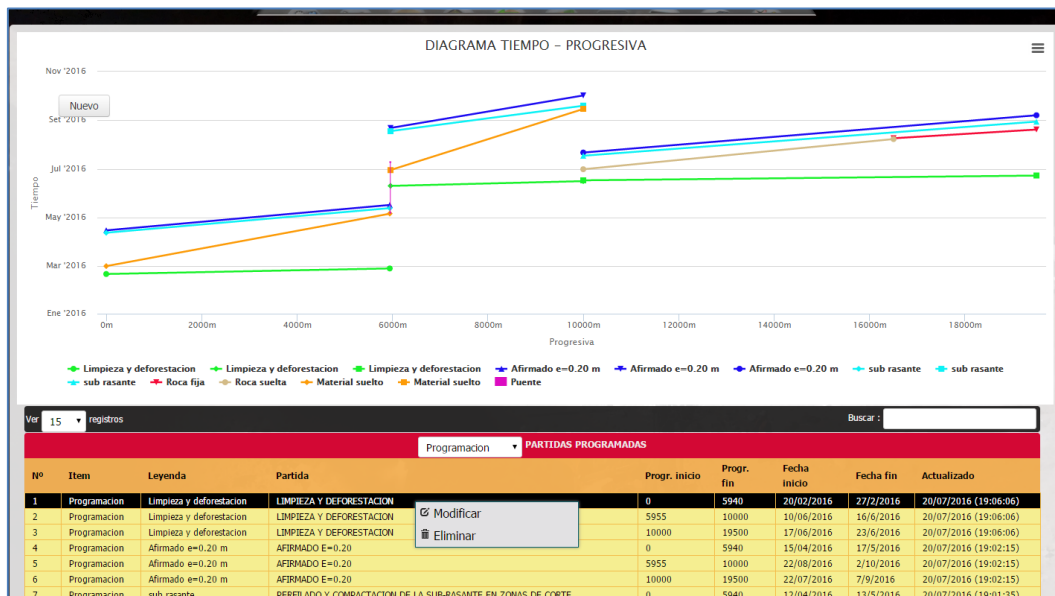
Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la segunda programación muestra que la actividad se desarrollará desde la progresiva Km 03+960 hasta la progresiva km 09+960. En este tramo comprende

un metrado de 23280 m2 de afirmado. Se pretende ejecutar con 1 cuadrillas y con un rendimiento de 2270 m2/día (rendimiento del presupuesto), con lo cual el sistema calcula y se obtiene 11 días de duración de la actividad.

Para esta opción hay que seleccionar la partida en la tabla partidas programadas, luego seleccionar una partida, click derecho y se tiene las opciones de modificar y eliminar la actividad seleccionada.

**Figura 84: Opciones de actividades programadas tiempo-espacio.**



Fuente: Elaboración propia.

Cuando se selecciona la opción modificar se presenta el formulario mostrado en la siguiente figura. Haciendo click en el icono cruz, se puede agregar más frentes. Asimismo, con icono tacho, se puede eliminar frentes. Luego de cada modificación click en el botón Guardar.

**Figura 85: Formulario modificar actividad tiempo-espacio.**

**Editar actividad**

Tipo de Grafica: Horizontal | Color de linea: [Orange]

Partida del Presupuesto: CORTE EN MATERIAL SUELTO-m3

Metrado partida	Rendimiento partida	Duracion partida	Legenda
153853.81	530.00	290.29	Material suelto

AGREGAR FRENTES:  Dias Calendario

Metrado	Cuadrilla	Rendimiento	Duracion (dias)
70926.92	2	530	67
82926.89	2	530	78

Fecha Inicio	Fecha Final	Progresiva Inicio	Progresiva Final
01/03/2016	6/5/2016	0	5940
30/06/2016	15/9/2016	5955	10000

Cancelar | Guardar

Nº	Item	Legenda	Partida	Progr. inicio	Progr. fin	Fecha inicio	Fecha fin	Actualizado
11	Programacion	Roca suelta	ROCA SUELTA PERFORACION Y DISPARO	10000	16500	01/07/2016	8/8/2016	20/07/2016 (18:58:27)
12	Programacion	Material suelto	CORTE EN MATERIAL SUELTO	0	5940	01/03/2016	6/5/2016	20/07/2016 (18:54:38)
13	Programacion	Material suelto	CORTE EN MATERIAL SUELTO	5955	10000	30/06/2016	15/9/2016	20/07/2016 (18:54:38)

Fuente: Elaboración propia.

### Detalles del diagrama tiempo-espacio.

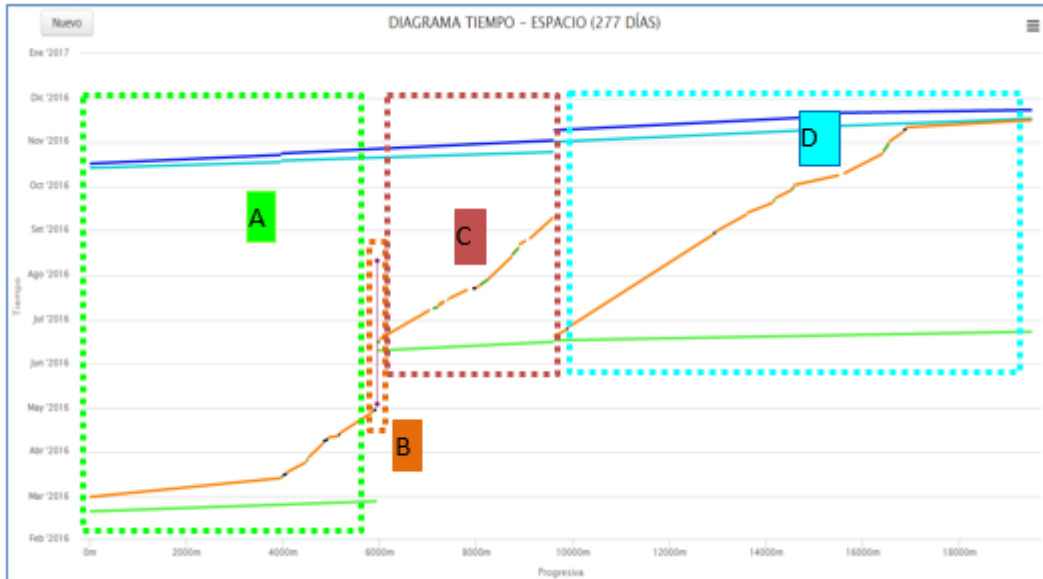
La figura inferior muestra las gráficas de las actividades programadas. Para describirlo mejor se divide en tres áreas resaltadas.

- La parte resaltada de color verde (letra A), representa a las actividades lineales programadas desde la progresiva km 0+000 hasta la progresiva km 5+940.
- La parte resaltada de color anaranjado (letra B), representa a las actividades no lineales programadas desde la progresiva km 5+940 hasta la progresiva km 5+960. Específicamente en este tramo se halla un puente de concreto armado de 15.60m.
- La parte resaltada de color marrón (letra C), representa a las actividades lineales programadas desde la progresiva km 5+960 hasta la progresiva km 9+600.
- La parte resaltada de color celeste (letra D), representa a las actividades lineales programadas desde la progresiva km 09+600 hasta la progresiva km 19+500.

Lo que implica que el desarrollo de las actividades se realizará en tres frentes: Habrá un frente que ejecute la construcción de un puente de concreto armado de 15.60m, en la progresiva km 05+940; luego se desarrollaran las partidas de la

rehabilitación y construcción de una carretera desde el km 0+000 hasta el km 09+600; y finalmente habrá un tercer frente que construya la carretera desde el km 09+600 hasta el km 19+500.

**Figura 86: Detalles del diagrama tiempo-espacio.**

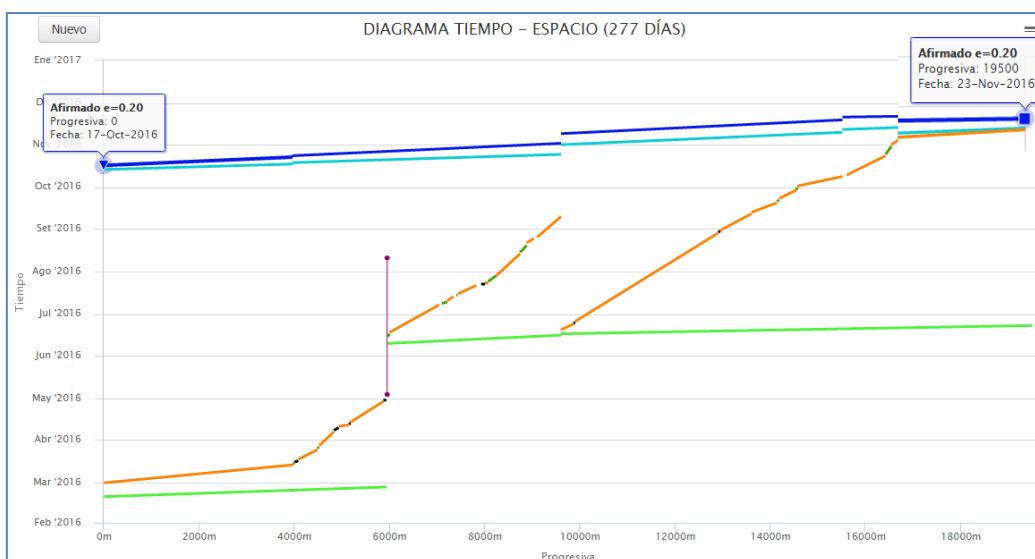


**Fuente: Elaboración propia.**

En la figura se observa que hay líneas que cubren todo el tramo de construcción, mientras otras son entrecortadas. Lo que implica que hay actividades que se realizarán por todo el tramo de la carretera, por ejemplo, la sub rasante, el afirmado de 0.20m, etc. Y otras actividades como corte roca fija solo por pequeños tramos, corte de roca suelta, etc.

Asimismo, en la figura 87, al pasar el mouse encima de la línea celeste se obtiene que esta línea corresponde a la actividad afirmado, y que tiene como punto de partida en la progresiva km 0+000 con fecha 17 de octubre del 2016 y termina el 23 de noviembre del 2016. Así sucesivamente, si se desea obtener información de cada línea graficada, simplemente hay que pasar el mouse encima de la línea.

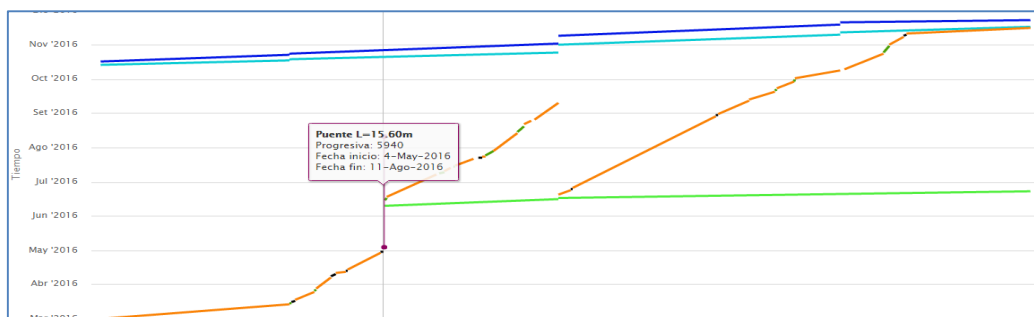
**Figura 87: Detalle tipo 1 de la leyenda diagrama tiempo-espacio.**



**Fuente: Elaboración propia.**

Asimismo, para las actividades no lineales, se obtiene la información detallada, al pasar el mouse por la línea vertical.

**Figura 88: Detalle tipo 2 de la leyenda diagrama tiempo-espacio.**



**Fuente: Elaboración propia.**

Finalmente se presenta en la figura 89, el diagrama tiempo-espacio completo para la programación lineal en la construcción de la carretera Bella.



Figura 89: Diagrama tiempo-espacio en carreteras.



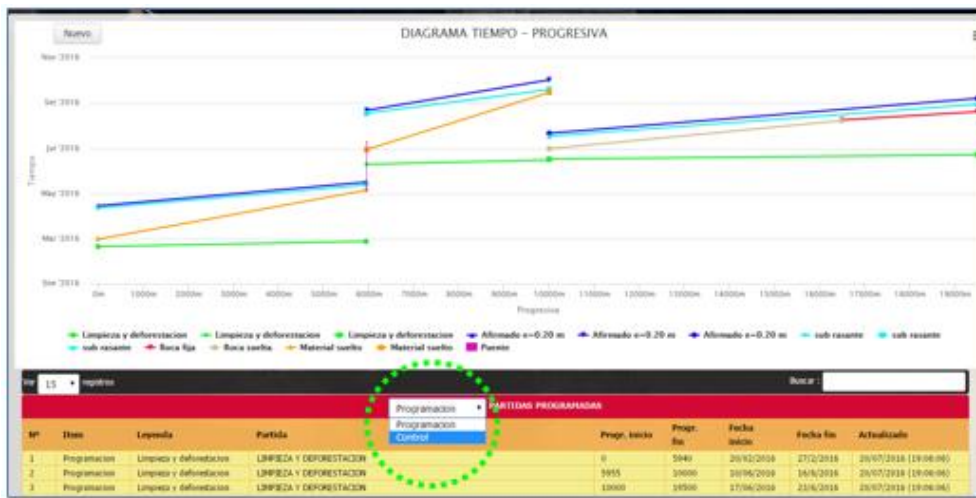
Fuente: Elaboración propia.

## 5. Módulo control con diagrama tiempo-espacio.

Aparte de planificar las actividades de un proyecto con el diagrama tiempo-progresiva, el sistema permite controlar esta programación.

Para lo cual hay que ingresar al mismo módulo de programación lineal, y seleccionar en el combobox la opción Control, tal como se evidencia en la figura inferior.

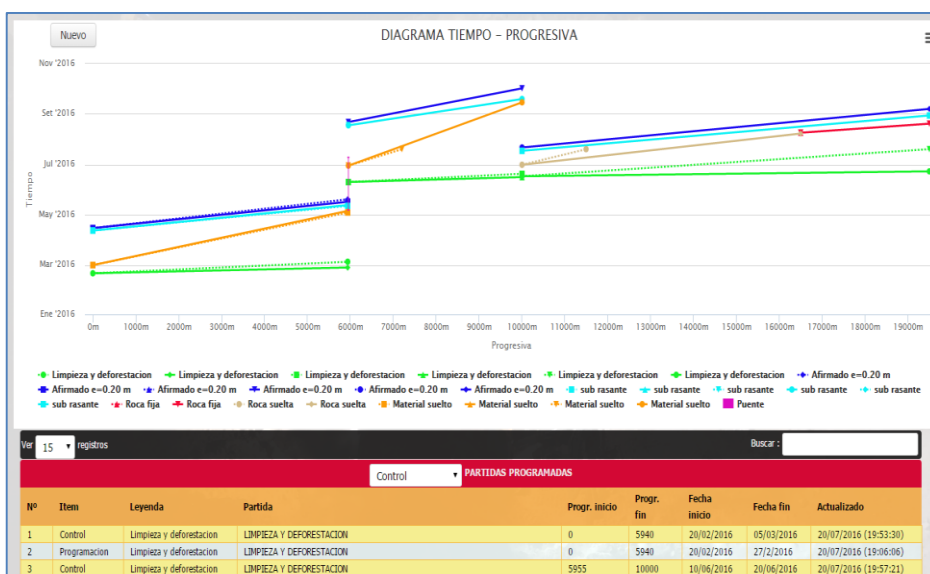
**Figura 90: Control de actividades programadas con diagrama tiempo-espacio.**



Fuente: Elaboración propia.

Una vez seleccionado la opción control, se genera el diagrama tiempo progresiva, de las actividades programadas más el avance real de dichas actividades.

**Figura 91: Diagrama de control de actividades programadas tiempo-espacio.**



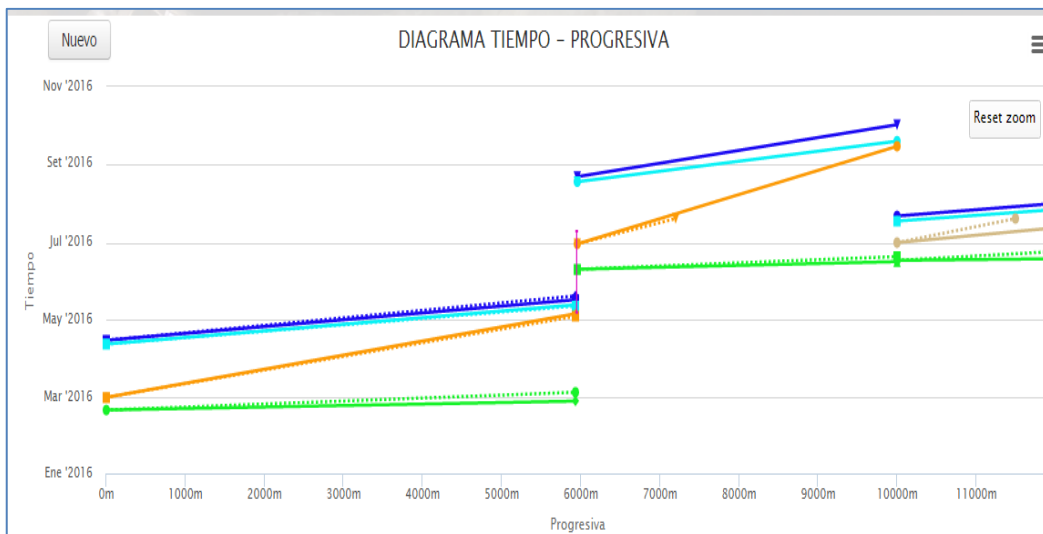
Fuente: Elaboración propia.

### Descripción del diagrama control tiempo-espacio.

Como se evidencia en la figura 92, aparecen nuevas líneas punteadas, casi paralelas a las líneas sólidas de color: azul, naranja, marrón y color verde.

La línea de color verde grafica la programación de la actividad LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN. En el primer frente de trabajo dicha actividad inicia el 20 de febrero del 2016 y termina el 27 de febrero del 2016. Cada avance diario de esta actividad se va actualizando, siendo la última actualización de avance el 05 de marzo del 2016. Estos avances se van graficando con la línea tipo punteada de color verde. Y se puede concluir que el desarrollo de la actividad LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN, en el primer frente (lado izquierdo de la figura 92) hay una pequeña demora a lo planificado, lo mismo que en el segundo frente, hay una demora, pues la gráfica de la línea verde evidencia una brecha entre lo programado y lo ejecutado.

**Figura 92: Programación y control de actividades programadas tiempo-espacio.**



Fuente: Elaboración propia.

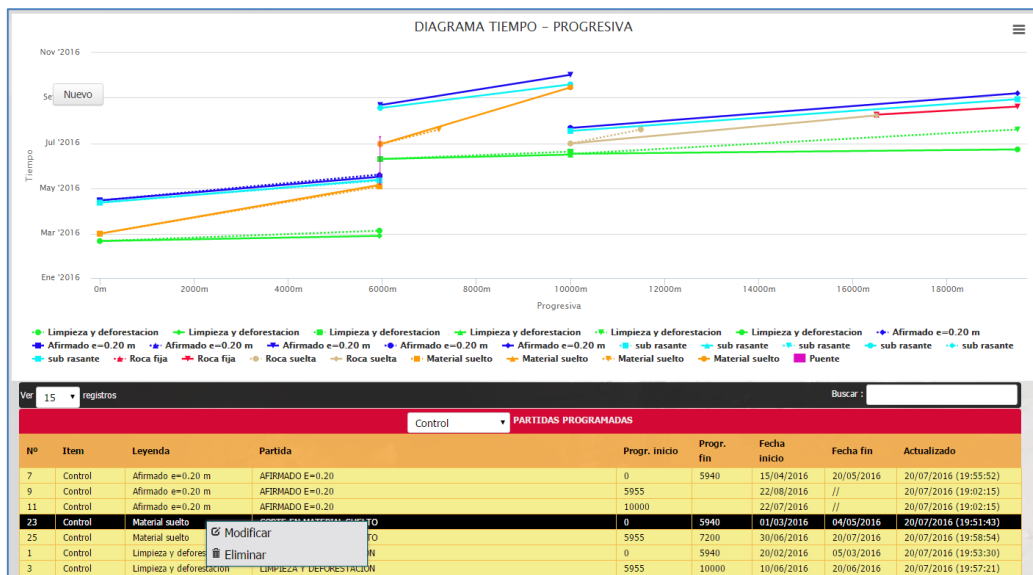
Asimismo, la gráfica de la línea naranja, que representa a la actividad CORTE DE MATERIAL SUELTO, muestra que la ejecución va holgada en cuanto a lo programado, pues la línea punteada se halla por debajo de lo programado, lo que implica afirmar que posiblemente esta actividad en ambas frentes se terminen antes del tiempo programado.

Más por el contrario, la línea marrón, CORTE DE ROCA SUELTA, muestra un ligero retraso a lo programado. Y la línea azul, desde el km 0+000 hasta 05+940 que representa afirmado, también evidencia un retraso a lo programado, aunque a la fecha ya se concluyó la actividad programada.

### Actualización del diagrama control tiempo-espacio.

Para alimentar la base de datos con la información del avance diario de las actividades desarrolladas hay que seleccionar la partida que se presenta en la parte inferior de la figura 93, y escoger la opción modificar. Sin embargo, vale aclarar que la partida seleccionada debe poseer el ítem "Control", y no "Programación".

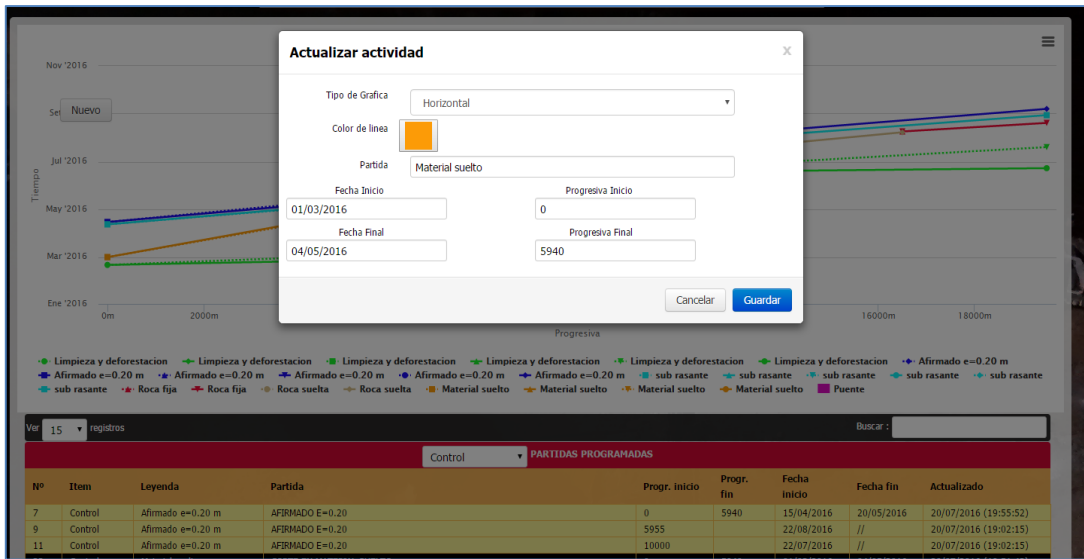
Figura 93: Opciones de control de actividades programadas tiempo-espacio.



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura presenta el formulario para alimentar el avance diario de las actividades desarrolladas. Siendo los dos únicos parámetros a ingresar: la fecha de actualización y progresiva final.

Figura 94: Actualizar el control de actividades programadas tiempo-espacio.



Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este último capítulo se desarrolla la parte final del proyecto, que consiste en mostrar los resultados obtenidos de la aplicación del software Kostemp en los proyectos lineales de movimiento de tierras.

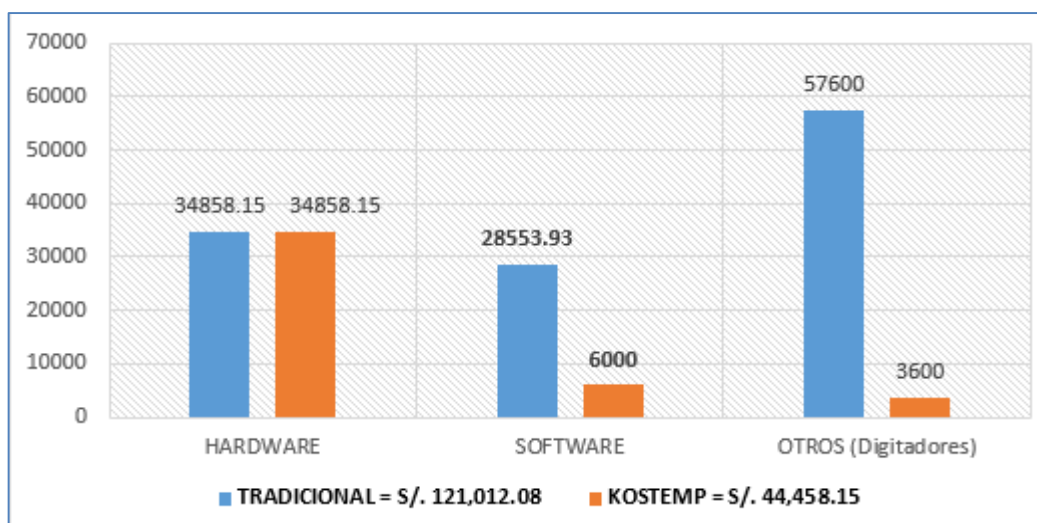
#### **5.1. RESULTADOS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **5.1.1. ANÁLISIS DE COSTOS EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE BRYNAJOM S.R.L.**

Del Gráfico inferior se puede afirmar:

- Los costos respecto al software en la empresa Brynajom antes y después de la aplicación del sistema Kostemp sí varían. Se reduce de S/. 28,553.93 a S/. 6,000.
- Los costos respecto a otros en la empresa Brynajom S.R.L., antes y después de la aplicación del software Kostemp descienden de S/. 57,600.00 a S/. 3,600.00.

**Gráfico 3: Análisis comparativo de costos en la gestión de proyectos.**



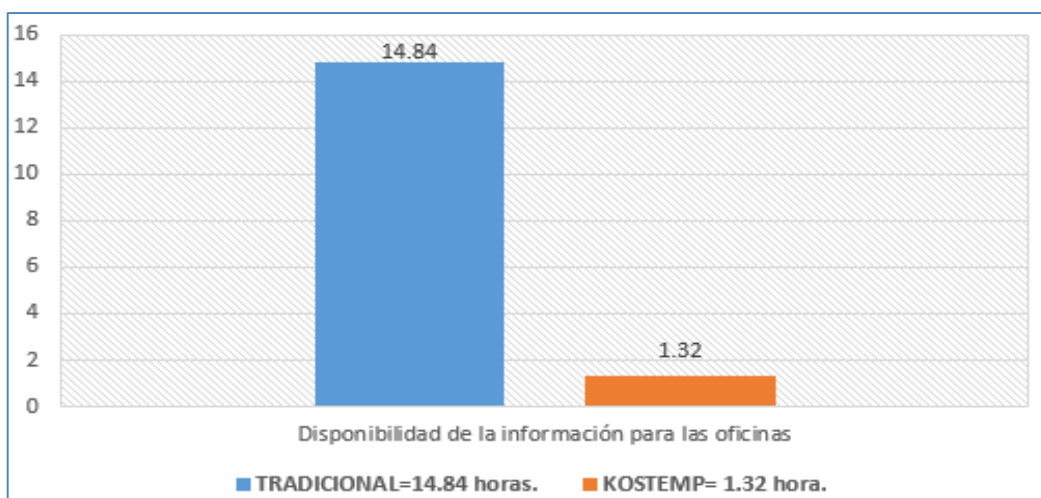
Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.2. ANÁLISIS DE TIEMPOS EN EL FLUJO DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS

De los resultados se puede afirmar:

- El tiempo que la oficina técnica principal se demora para compartir información a la oficina técnica en obra (luego actualizar la información) se reducen de 2 horas a 2 minutos, tras la aplicación del software Kostemp.
- El tiempo que se demora en el registro de la información en obra (ingreso/salida de trabajadores, asignación de actividades, registro de reportes, etc.) se reduce de 3.0 horas a 1.25 horas, tras la aplicación del software Kostemp.
- El tiempo que se demora en digitar la información recogida en campo y luego enviar a la oficina principal se reduce de 7.8 horas a 2 minutos, tras la aplicación del software Kostemp en la empresa.
- El tiempo que se demora la oficina principal en actualizar la información y generar indicadores de gestión se reduce de 2.0 horas a 2.0 minutos, tras la aplicación del software Kostemp en la empresa.
- Finalmente, se evidencia en la figura inferior, que el tiempo total para acceder a la información en las oficinas se reduce de 14.84 horas a 1.32 horas.

**Gráfico 4: Análisis comparativo de tiempos en el flujo de información en la gestión de proyectos**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1.3. ANÁLISIS CUALITATIVO DE KOSTEMP

Kostemp gestiona la información en tiempo real integrando el cálculo de presupuestos, los rendimientos de las maquinarias, la programación lineal basada en el diagrama tiempo-espacio y el control de la programación en obra.

Las ventajas cualitativas de Kostemp, respecto a los sistemas clásicos y tradicionales como S10 y Ms Project, se muestran en la tabla inferior.

**Tabla 24: Análisis cualitativo de Kostemp respecto a S10 y Ms Project.**

KOSTEMP	S10 Y MS PROJECT
<b>ACCESO AL SISTEMA</b>	
A Kostemp se accede a través de Internet desde cualquier parte del mundo y desde cualquier dispositivo móvil (Celular, Tablet, etc.).	S10 y Ms Project son sistemas que sólo se acceden en las oficinas y computadoras instaladas (funcionan sólo en la computadora local).
<b>MÓDULO RENDIMIENTO DE MAQUINARIAS</b>	
Kostemp desarrolla el rendimiento de maquinarias de tres maneras: ✓ Calcula y almacena el rendimiento obtenidos mediante parámetros, de las principales maquinarias de movimiento de tierras (excavadora, tractor, motoniveladora, rodillo, volquete, etc.).	El sistema S10 desarrolla el rendimiento de maquinarias de la siguiente manera: ✓ S10 sólo presenta el cálculo de rendimiento del volquete para transporte de material.





- ✓ Almacena los rendimientos de maquinarias de la empresa obtenidos en la misma obra.
- ✓ Almacena los rendimientos de maquinarias estándares del Perú.

Distancia de transporte	0	Km
Velocidad de ida	0	Km/h
Velocidad de vuelta	0	Km/h
Tiempo de carguo	0	min
Tiempo de descarga	0	min
Porcentaje de eficiencia	0	%
Factor de esponjamiento	0	
Capacidad de volquete	0	m3
Número de volquetes	0	und

Ciclo de un volquete	0.0000	min
Número de viajes	0	
Rendimiento por volquete	0.0000	m3/vol
Rendimiento total diario	0.0000	m3/día
Rendimiento efectivo diario	0.0000	m3/día

- ✓ S10 limita su desarrollo de rendimientos para el resto de las maquinarias de movimiento de tierras, como excavadoras, motoniveladoras, tractores oruga, cargadores frontales, rodillos, etc.
- ✓ S10 tampoco almacena los rendimientos de maquinarias estándares del Perú.

Nº	Nombre	Material	Costa	Srrac 2300	Srra 2300 a 3800
1	Cargador Frontal CAT. 930 100HP	Material suelto	760.00	760.00	620.00
2	Cargador Frontal CAT. 930 100HP	Roca suelta	680.00	610.00	550.00
3	Cargador Frontal CAT. 930 100HP	Roca fija	610.00	530.00	490.00
4	Cargador Frontal CAT. 950B 155HP	Material suelto	1940.00	950.00	840.00
5	Cargador Frontal CAT. 950B 155HP	Roca suelta	920.00	840.00	740.00
6	Cargador Frontal CAT. 950B 155HP	Roca fija	820.00	750.00	690.00
7	Cargador Frontal CAT. 966D 200HP	Material suelto	1290.00	1180.00	1050.00
8	Cargador Frontal CAT. 966D 200HP	Roca suelta	1110.00	1010.00	900.00
9	Cargador Frontal CAT. 966D 200HP	Roca fija	970.00	890.00	790.00
10	Motoniveladora 120G 125HP	Acabado de Sub-Rasante en corte m2	3220.00	3150.00	2860.00
11	Motoniveladora 120G 125HP	Conformación de Terraplen e=0.30 m3	1050.00	1030.00	940.00
12	Motoniveladora 120G 125HP	Sub-Base Seleccionada e=0.15 m2	2860.00	2820.00	2560.00
13	Motoniveladora 120G 125HP	Sub-Base Seleccionada e=0.20 m2	2650.00	2530.00	2240.00
14	Motoniveladora 120G 125HP	Base Granular e=0.15 m2	2490.00	2420.00	2240.00
15	Motoniveladora 120G 125HP	Base Granular e=0.20 m2	2340.00	2310.00	2090.00
16	Motoniveladora 120G 125HP	Escarificado de Pavimento m2	3480.00	3410.00	3110.00
17	Motoniveladora 140G 140HP	Acabado de Sub-Rasante en corte m2	3410.00	3370.00	3080.00
18	Motoniveladora 140G 140HP	Conformación de Terraplen e=0.30 m3	1140.00	1110.00	1020.00

### MÓDULO PRESUPUESTOS

Kostemp elabora presupuestos siguiendo la metodología del software más utilizado en el Perú S10. Pero agrega a su valor la integración de otros módulos como rendimiento de maquinarias, programación de obra, etc.

Kostemp permite modificar el nombre, la fecha o los datos del presupuesto, sin que esto implique actualizar los precios de los recursos a valor cero.

S10 es un sistema robusto en la elaboración de presupuestos, sin embargo, presenta una deficiencia puesto que al modificar los datos del presupuesto (nombre o fecha), automáticamente los precios definidos de los recursos se actualizan a valor cero.

Nº	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	Opción
1	Oficial	hh	1.00	0.0035	10.16	0.04	
2	Controlador (of)	hh	1.00	0.0035	10.16	0.04	
3	Peon	hh	6.00	0.0211	9.13	0.19	
4	Agua 100 lts/m3	gln	1.00	0.0200	8.45	0.17	
5	Motoniveladora 125 HP	hm	1.00	0.0035	100.45	0.35	
6	Rodillo liso vibratorio autopropulsado 10-12 Tn	hm	1.00	0.0035	71.26	0.25	
7	Herramientas manuales	%mo	3.0000		0.27	0.81	
8	ZARANDEO DE MATERIAL	m3	0.2400		1.66	0.40	Q
9	EXTRACCION Y APLAMIENTO DEL MATERIAL SELECCIONADO	m3	0.2400		3.06	0.73	Q
10	CARGO DEL MATERIAL SELECCIONADO	m3	0.2400		1.59	0.38	Q

Descripción Recurso	Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
ZARANDEO DE MATERIAL	m3		0.2400		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULS.	hm	1.0000	0.0035	0.00	0.00
PEON	hh	6.0000	0.0211	0.00	0.00
OFICIAL	hh	1.0000	0.0035	0.00	0.00
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0035	0.00	0.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.00	0.00
EXTRACCION Y APLAMIENTO	m3		0.2400		
CONTROLADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0035	0.00	0.00
CARGO DE MATERIAL	m3		0.2400		
AGUA PARA RIEGO	m3		0.0200		

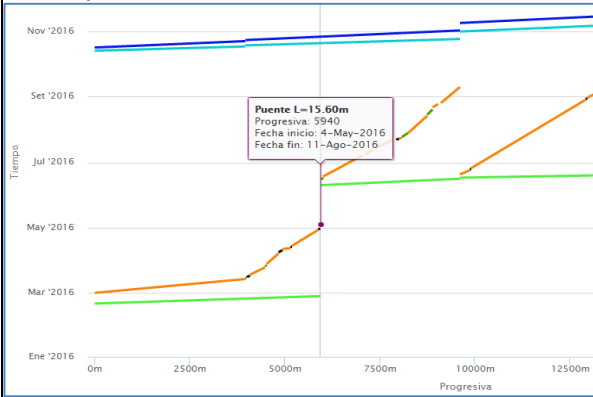
### MÓDULO PROGRAMACIÓN DE OBRA

Kostemp realiza programación de obra basada en el diagrama tiempo-espacio. Para esta labor recupera la información (metrados, rendimiento de maquinarias, etc.) desde el presupuesto definido con Kostemp.

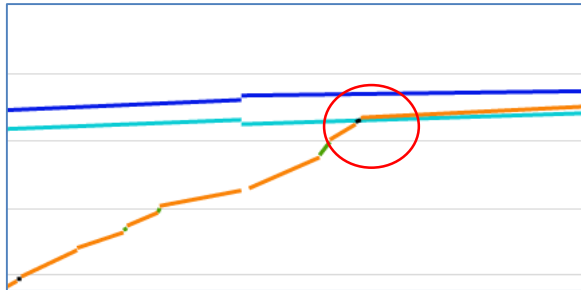
S10 facilita la opción de exportar a Ms Project para la programación de obra. El Ms Project usa el diagrama de Gantt para la programación de obra, y a través de

Asimismo, Kostemp a través del diagrama tiempo-espacio permite:

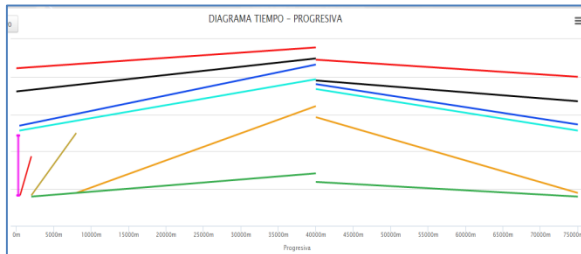
- ✓ Controlar el tiempo de cada actividad.
- ✓ Localizar las actividades en una progresiva o espacio.



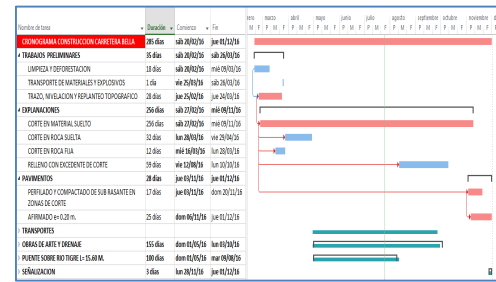
- ✓ Visualizar la velocidad de cada actividad y si existe cruce de actividades.



- ✓ Visualizar el sentido de ejecución de las actividades.



este diagrama, controla el tiempo de cada actividad.

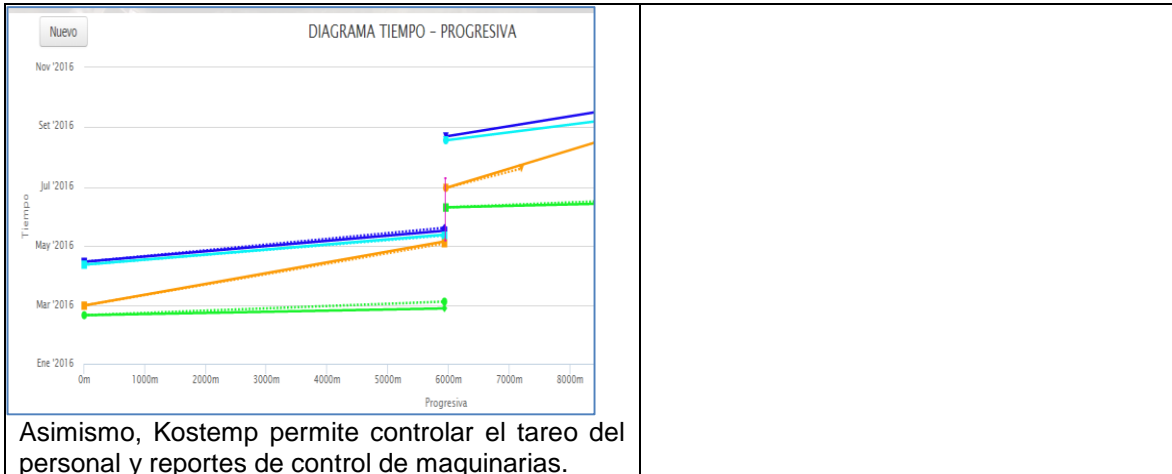


- ✓ Diagrama de Gantt no permite localizar las actividades en una progresiva o espacio.
- ✓ Tampoco permite visualizar la velocidad de cada actividad y si existe cruce de actividades.
- ✓ Y finalmente, el diagrama de Gantt no visualiza el sentido de ejecución de las actividades.

### MÓDULO CONTROL DE PROGRAMACIÓN DE OBRA

Kostemp ofrece un diagrama tiempo-espacio en el que se muestra el gráfico de las actividades programadas y las actividades ejecutadas, es un diagrama que presenta lo planeado versus lo real. Las líneas sólidas representan lo programado, y las líneas punteadas representan lo avanzado en lo real.

El programa Ms Project a través del diagrama de Gantt lleva el control de la programación de obra, pero teniendo sólo como parámetro el tiempo.



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 5.2.1. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS PARA COSTOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS

#### a) Formulación de la hipótesis:

Ho: No existe diferencia significativa entre los costos de la gestión de proyectos lineales antes y después de la aplicación del software Kostemp.

$$H_0: \bar{X}_{PRE} = \bar{X}_{POST}$$

Ha: Existe diferencia significativa entre los costos de la gestión de proyectos lineales antes y después de la aplicación del software Kostemp.

$$H_a: \bar{X}_{PRE} \neq \bar{X}_{POST}$$

#### b) Nivel de significación:

$\alpha=0.05$  a un 95% de nivel de confianza

#### c) Determinación de la prueba:

El estadístico de prueba adecuado, para la comparación de medias del mismo grupo fue el análisis de Prueba del T de Student para las muestras relacionadas.

**d) Software utilizado:**

El cálculo estadístico se realizó a nivel del software SPSS v.22 IBM.

**e) Obtención de tabla de datos por el software:**

Se determinó el área de aceptación o rechazo de la hipótesis nula o estadística, según el valor de la significancia estadística bilateral, mostrándose esta en la siguiente tabla.

**Tabla 25: Estadística de pruebas relacionadas evaluada para costos.**

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Costo_Tradicional	9573,1543	7	11471,56212	4335,84293
	Costo_Kostemp	6351,1643	7	12791,20536	4834,62119

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 26: Prueba de muestras relacionadas evaluada para costos.**

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Costo_Tradicional - Costo_Kostemp	3221,990	2505,4556	946,973	904,83	5539,15000	3,4	6	<b>,014</b>

Fuente: Elaboración propia.

**f) Decisión Estadística:**

Si el valor de la probabilidad P-valor  $\leq \alpha$ , rechaza la  $H_0$  (se acepta  $H_a$ ).

Si el valor de la probabilidad P-valor  $\geq \alpha$ , no rechaza la  $H_0$  (se acepta  $H_0$ ).

$$\text{P-valor} = 0.014 < \alpha = 0.05$$

**g) Conclusión Estadística:**

Se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, ya que la significancia bilateral es menor que 0.05.

Las diferencias son significativas estadísticamente a un 99% de nivel de confianza, demostrándose que después de la aplicación del Software Kostemp se logró disminuir significativamente los costos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras. ( $p=0.014$ )

### **5.2.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS PARA TIEMPOS EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

#### **a) Formulación de la hipótesis:**

Ho: No existe diferencia significativa entre los tiempos de la gestión de proyectos lineales antes y después de la aplicación del software Kostemp.

$$H_0: \bar{X}_{PRE} = \bar{X}_{POST}$$

Ha: Existe diferencia significativa entre los tiempos de la gestión de proyectos lineales antes y después de la aplicación del software Kostemp.

$$H_a: \bar{X}_{PRE} \neq \bar{X}_{POST}$$

#### **b) Nivel de significación:**

$\alpha=0.05$  a un 95% de nivel de confianza

#### **c) Determinación de la prueba:**

El estadístico de prueba adecuado, para la comparación de medias del mismo grupo fue el análisis de Prueba del T de Student para muestras relacionadas.

#### **d) Software utilizado:**

El cálculo estadístico se realizó a nivel del Software SPSS v.22 IBM.

**e) Obtención de tabla de datos por el software:**

Se determinó el área de aceptación o rechazo de la hipótesis nula o estadística, según el valor de la significancia estadística bilateral, mostrándose esta en la siguiente tabla.

**Tabla 27: Estadística de pruebas relacionadas evaluada para tiempos.**

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Tiempo_Tradicional	28,0000	5	19,55761	8,74643
	Tiempo_Kostemp	3,4000	5	1,51658	,67823

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 28: Prueba de muestras relacionadas evaluada para tiempos.**

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tiempo_Tradicional - Tiempo_Kostemp	24,6000	18,71630	8,37019	1,36064	47,83936	2,94	4	<b>,042</b>

Fuente: Elaboración propia.

**f) Decisión Estadística:**

Si el valor de la probabilidad P-valor  $\leq \alpha$ , rechaza la  $H_0$  (se acepta  $H_a$ ).

Si el valor de la probabilidad P-valor  $\geq \alpha$ , no rechaza la  $H_0$  (se acepta  $H_0$ ).

$$\mathbf{P\text{-valor} = 0.042} \quad < \quad \mathbf{\alpha=0.05}$$

**g) Conclusión Estadística:**

Se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, ya que la significancia bilateral es menor que 0.05.

Las diferencias son significativas estadísticamente a un 99% de nivel de confianza, demostrándose que después de la aplicación del Software Kostemp se logró disminuir significativamente los tiempos en la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras. ( $p=0.042$ ).

## CONCLUSIONES

1. La aplicación del software Kostemp influye significativamente en la eficiencia operativa de la gestión de proyectos lineales de movimiento de tierras en la empresa Brynajom S.R.L; pues de tener un costo en las herramientas TI de S/. 121,012.08 se reduce a S/. 44,458.15 y de emplear 14.84 horas para tener la disponibilidad de la información en todas las oficinas se reduce a 1.32 horas.
2. Kostemp gestiona la información en tiempo real en la elaboración de presupuestos, la programación de obra basado en diagrama tiempo-espacio, el control de la programación de obra, los reportes de las maquinarias y tareo del personal.
3. El sistema Kostemp a través del diagrama tiempo-espacio permite controlar el tiempo de cada actividad, permite localizar las actividades en una progresiva o espacio. Asimismo, visualiza la velocidad de cada actividad y alerta si existe cruce de actividades. Y finalmente, visualiza el sentido de ejecución de las actividades programadas.
4. Los rendimientos de las maquinarias para movimiento de tierras se obtienen de tres maneras: por cálculos basados en fórmulas establecidas, por catálogo de los fabricantes y por medición de datos en la misma obra.
5. Los valores más exactos de los rendimientos de las maquinarias son los obtenidos en la obra. Y son los valores que se deben usar en los Análisis de Costos Unitarios (ACU) de los presupuestos y consecuentemente en la programación de obra.
6. Las herramientas informáticas de desarrollo de software están muy ligadas a la carrera de la ingeniería civil. Y el lenguaje de programación web (PHP, JavaScript y Ajax), se complementan muy bien con la base de datos Mysql, y sirven para desarrollar aplicaciones de cualquier índole en el campo de la ingeniería.

## RECOMENDACIONES

1. Completar el módulo de fórmula polinómica para el sistema desarrollado para que la aplicación on line sea más completa.
2. El uso del diagrama tiempo-espacio se recomienda en proyectos lineales (donde la cuadrilla se mueve a lo largo de toda la progresiva) como: carreteras, obras de tuberías de distribución, construcción de líneas de ferrocarril, saneamiento, ejecución de túneles, obras hidráulicas y ejecución de líneas de transmisión eléctrica.
3. A las empresas que desarrollan proyectos de movimiento de tierras, se recomienda realizar mediciones directas en obra del rendimiento de sus maquinarias por cada partida, para luego almacenar y así obtener una base de datos local en proyectos de movimiento de tierras.
4. Se recomienda a la carrera de ingeniería civil considerar en el Plan de Estudio desarrollar cursos básicos de programación y base de datos para que el profesional egresado de la carrera no tenga limitación en cuanto a la sistematización de algunos procesos de cálculo dentro de su labor cotidiana.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alberto Tabeada Jiménez. "Fundamentos De Uml". (1º edición).
2. Alcaraz Soria, Javier. "Gestión de Proyectos". Edit. Omega. Agosto 2007.
3. Barber Lloret, Pedro. "Maquinaria de obras públicas II: Máquinas y equipos" (4ª edición) (2006).
4. Castillo Aristondo, Rodolfo. "Fórmulas polinómica de reajuste automático en obras de construcción". Capeco – 2º edición.
5. Ceballos Sierra, Javier. Java TM 2, Curso de Programación. Edit. Alfaomega. Marzo 2000.
6. Crovetto Huerta, Christian y Alarcón Herrera, Erika. "Base de Datos en MySQL 5.5". Edit. Megabyte. Octubre 2004.
7. Charles Peter Ratchet, "Part 4 - Information Modeling Manual - IDEF1 Extended". Diciembre 1985.
8. Gil rubio, Javier y Tejedor Cerbel, Jorge. "Creación de sitios web con PHP 5". McGraw-Hill. Diciembre 2005.
9. Gutiérrez Paredes, Víctor y Serrano Chávez, Elisvan (2015). "Sistematización del control de costos en pequeñas empresas de construcción civil". Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
10. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK ). Quinta edición.
11. Grupo de Investigación Ciencia y Sociedad de la Universidad de Cartagena. "Rendimientos de maquinaria pesada en la ciudad de Cartagena tomando como caso de estudio: las obras de urbanismo Coral Lakes en el km 13 vía Barranquilla y Zona Franca Parque Central ubicado en la variante Cartagena, sector aguas prietas. Calle 1 Cra 2-5." Julio 2014.
12. Hernández Sampieri, Roberto. "Metodología de la investigación". México. Edit. Mc Graw Hill. Noviembre 2007.
13. Ibáñez, Walter. "Costos y Tiempos en Carreteras". Lima- Perú. Edit. Macro. Noviembre 2011.
14. Ibáñez, Walter. "Manual de costos y presupuestos de obras hidráulicas y de saneamiento". Lima- Perú. Edit. Macro. Julio 2012.

15. Lage Cal, Susana. "Planificación y control de proyectos lineales repetitivos". Julio 2012.
16. Luna González, Claudio. "Propuesta para la elaboración de presupuestos por medio de una metodología estructurada y herramientas de cómputo, como opción alternativa al software existente, para su uso en la dirección general de ingenieros de la secretaría de la defensa nacional". Tesis para grado de maestro en ingeniería civil con especialidad en administración de la construcción. Universidad Iberoamericana. Mexico-2010.
17. Manual de rendimiento de Caterpillar, Ed. 31. Octubre 2000.
18. Meneses castellanos, Paola Andrea. "Sistematización de la información de costos y presupuestos del proyecto sistema integrado de transporte masivo de Bucaramanga – Metrolínea". Tesis para el título de ingeniero civil. Universidad Industrial de Santander. Colombia – 2010.
19. Peurifoy, R. L. "Métodos planeamiento y equipos de construcción". México – 1969.
20. Ramírez R. "La tecnología de información y las empresas". Santiago-Chile; 2008.
21. Ramos Salazar, Jesús. "Costos y presupuestos en edificaciones". Lima- Perú. Edit. Gesco S.R.L. diciembre 2010.
22. Tiktin, Juan. "Procedimientos generales de construcción- Movimiento de Tierras". Setiembre 1997.
23. Torres Estrada, Juan Carlos. "Gestión del control de maquinaria pesada en obras viales usando tecnologías de la información". Tesis para grado de maestro en ingeniería civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú -2011.
24. Vargas, R. "La maquinaria pesada en movimientos de tierras (descripción y rendimientos)", Licenciatura en ingeniería de construcción, Instituto tecnológico de la construcción, México 1999.
25. Welling Luke y Thomson Laura. "PHP and MySQL Web Development". Anaya. Madrid, 2010.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. CÓDIGO FUENTE JQUERY DE LA FUNCIÓN ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS (ACU)

```
function operar_acu(){

    var catjornada=parseFloat($('#a#catjornada').text());

    var catrendimiento =parseFloat($('#a#catrendimiento').text());

    var codacu =$('#codacu').val();

    var dataenviar="";

    var num=$('#tabla-lista-catpartida-acu tbody tr').length;

    if(num!=0){

        for(inicio=0;inicio<=1;inicio++){

            var manodeobra=0; var material=0; var equipo=0; var subcontrato=0; var subpartida=0;

            $('#tabla-lista-catpartida-acu tbody tr').each(function (i) {

                var codacudetalle,codclasifniv,codunidad,codrecursoacu,cuadrilla,cantidad,precio, parcial,tempor;

                $(this).children("td").each(function (j) {

                    switch (j) {

                        case 0:

                            codacudetalle = $(":first-child", this).val();

                            break;

                        case 1:

                            codclasifniv = $(":first-child", this).val();

                            break;

                    }

                });

            });

        }

    }

}
```

case 2:

```
codrecursoacu = $(":nth-of-type(1)", this).val();  
codunidad = $(":nth-of-type(2)", this).val();  
break;
```

case 3:

```
cuadrilla = $(":first-child", this).val();  
break;
```

case 4:

```
if(codclasifniv==1 || codclasifniv==3){  
  
if(codunidad=="%mo"){  
cantidad = $(":first-child", this).val();  
} else {  
cantidad = ((catjornada*cuadrilla)/catrendimiento).toFixed(4);  
$(":first-child", this).val(cantidad);  
}  
  
} else {  
cantidad = $(":first-child", this).val();  
}  
break;
```

case 5:

```
if(codunidad=="%mo"){
```

```

var manobrtemp= $('#manoobraSUM1').val();
$("#first-child", this).val(manobrtemp);
precio = $("#first-child", this).val();
} else {
precio = $("#first-child", this).val();
}
break;

```

case 6:

```

if(codunidad=="%mo"){

var tempor=((cantidad/100)*precio).toFixed(2);
$("#first-child", this).val(tempor);
parcial = parseFloat(tempor).toFixed(2);

} else {

parcial = parseFloat((cantidad*precio)).toFixed(2);
$("#first-child", this).val(parcial);

}

break;

```

```

}

```

```

})

```

```

if(codclasifniv==1){

```

```

        manodeobra=manodeobra+parseFloat(parcial);
    } else if(codclasifniv==2){
        material=material+parseFloat(parcial);
    } else if(codclasifniv==3){
        equipo=equipo+parseFloat(parcial);
    } else if(codclasifniv==4){
        subcontrato=subcontrato+parseFloat(parcial);
    } else if(codclasifniv==5){
        subpartida=subpartida+parseFloat(parcial);
    }
    if(inicio==1){
        if(codacudetalle!=undefined){
            dataenviar=
            codacudetalle+'&'+codrecursoacu+'&'+cuadrilla+'&'+cantidad+'&'+precio+'&'+parcial+'&'+c
            odunidad+'&'+codclasifniv+'/' +dataenviar;
        }
    }

});

$('#manoobraSUM1').val(manodeobra.toFixed(2));
$('#materialSUM1').val(material.toFixed(2));
$('#equipoSUM1').val(equipo.toFixed(2));
$('#subcontratoSUM1').val(subcontrato.toFixed(2));
$('#subpartidaSUM1').val(subpartida.toFixed(2));
$('#preciounitarioSUM1').val((parseFloat(manodeobra.toFixed(2))+
parseFloat(material.toFixed(2))+

```

```

parseFloat(equipo.toFixed(2))+
parseFloat(subcontrato.toFixed(2))+
parseFloat(subpartida.toFixed(2)).toFixed(2));

    }
    var preciounit=$('#preciounitarioSUM1').val();

dataprin=

codacu+'&'+manodeobra.toFixed(2)+'&'+material.toFixed(2)+'&'+equipo.toFixed(2)+'&'+sub
contrato.toFixed(2)+'&'+subpartida.toFixed(2)+'&'+preciounit;

//=====ajax para grabar acu_detalle

var parametros = {

"CLASE" : 'CATALOGOPARTIDA',
"METODO" : 'update_acudetall',
"DATA_PRIN" : dataprin,
"DATA_DETALLES" : dataenviar

};

$.ajax({

    type:"POST",
    url:"controllers/Controller.php",
    data:parametros,

```



```
beforeSend: function () {},
success:function(respuesta)
{
//alert(respuesta)
}

});

}

}
```

## ANEXO 2. CÓDIGO FUENTE PHP Y JQUERY DEL FORMULARIO DIAGRAMA TIEMPO-PROGRESIVA

```
<?php

require_once '../../models/ModelSession.php';

ModelSession::open();

require_once '../../core/CoreDataBase.php';

require_once '../../models/ModelGraficotp.php';

$хid_graficotp=$_POST["CODGRAFICOTP"];

$хpc=$_POST["PC"];

$хmodel=new ModelGraficotp();

$хlista=$хmodel->select_data_grafidetall($хid_graficotp,$хpc);

$хrange = "";

$хsaverage = "";

for ($хi=0; $хi < count($хlista); $хi++){

    if ($хlista[$хi]['tipo']==1) { //linea tipo horizontal

        if ($хlista[$хi]['pc']=="P") { //controla tipo de linea programacion y control

            $хdashStyle="Solid";

        } elseif ($хlista[$хi]['pc']=="C"){

            $хdashStyle="shortdot";

        }

        $хsaverage = '{

            name: "'. $хlista[$хi]['nombre']."',
```

```

        data:
[[['.$lista[$i]['tramoinicio'].','.$lista[$i]['fechainicio'].'],['.$lista[$i]['tramofin'].','.$lista[$i]['fechafin']
'].'],['.$lista[$i]['tramofin'].', null]],

        lineWidth:3,

        zIndex: 1,

        color: " ".$lista[$i]['color'].",

        dashStyle: " ".$dashStyle."

    },'.$average;

}elseif ($lista[$i]['tipo']==2){ //linea tipo vertical

    $range = '{

        name: " ".$lista[$i]['nombre'].",

        data:
[[['.$lista[$i]['tramoinicio'].','.$lista[$i]['fechainicio'].','.$lista[$i]['fechafin'].'],['.$lista[$i]['tramofin']
'].','.$lista[$i]['fechainicio'].','.$lista[$i]['fechafin'].'],['.$lista[$i]['tramofin'].', null, null]],

        lineWidth: 4,

        linkedTo: ":previous",

        color: " ".$lista[$i]['color'].",

        fillOpacity: 0,

        showInLegend: true,

        marker: {

            lineColor: " ".$lista[$i]['color'].",

        }

    },'.$range;

}    ?>

<div class="modal" id="myModal-Graficotpdetall-Add" ></div>

<div class="modal" id="myModal-Graficotpdetall-Edit" ></div>

<div class="modal" id="myModal-Graficotpdetall-Delete" ></div>

```

```
<div class="left-btn"><a href="#myModal-Graficotpdetall-Add" id="modal-graficotpdetall-
add" role="button" cod='<?php echo $id_graficotp; ?>' pc='<?php echo $pc; ?>' data-
toggle="modal" class="btn">Nuevo</a>
```

```
</div>
```

```
<input type="hidden" id="txtid_graficotp" value="<?php echo $id_graficotp; ?>">
```

```
<div id="menu-div-graficotpdetall" style="z-index: 50; display: none" >
```

```
  <ul id="menu-ul">
```

```
  <li class="menu-li" id="modificar-graficotpdetall" href="#myModal-Graficotpdetall-Edit"
  role="button" data-toggle="modal">
```

```
    &nbsp;&nbsp;&nbsp;<i class="icon-edit"></i>&nbsp;&nbsp;&nbsp;Modificar
```

```
  </li>
```

```
  <li class="menu-li" id="eliminar-graficotpdetall" href="#myModal-Graficotpdetall-Delete"
  role="button" data-toggle="modal">
```

```
    &nbsp;&nbsp;&nbsp;<i class="icon-trash"></i>&nbsp;&nbsp;&nbsp;Eliminar
```

```
  </li>
```

```
</ul>
```

```
</div>
```

```
<div class="cuerpo">
```

```
  <div id="container" style="width: 100%; height: 500px;"></div> <!-- medidas de la
  pantalla de imagen -->
```

```
  <div class="catalogo-cuerpo" id="div-graficotp" style="z-index: 1" ></div>
```

```
</div>
```

```
<script>
```

```
  $(function () {
```

```

libreriahits.setOptions({
  lang: {
    months: ['Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun',
      'Jul', 'Ago', 'Set', 'Oct', 'Nov', 'Dic'],
    weekdays: ['Dom', 'Lun', 'Mar', 'Mie',
      'Jue', 'Vie', 'Sab'],
    shortMonths: ['Ene', 'Feb', 'Mar', 'Abr', 'May', 'Jun', 'Jul',
      'Ago', 'Set', 'Oct', 'Nov', 'Dic'],
    decimalPoint: ',',
    downloadPNG: 'Descargar en imagen PNG',
    downloadJPEG: 'Descargar en imagen JPEG',
    downloadPDF: 'Descargar en documento PDF'
  }
});

$('#container'). libreriahits ({
  chart: {
    inverted: false, /* para invertir las coordenadas*/
    zoomType: 'xy'
  },
  title: {
    text: 'DIAGRAMA TIEMPO - PROGRESIVA'
  },
  yAxis: { //===COORDENADA "Y"---TIEMPO
    reversed: false,
    type: 'datetime',
    dateTimeLabelFormats: { // formatos de fechas
      millisecond: '%H:%M:%S.%L',

```

```

    second: '%H:%M:%S',
    minute: '%H:%M',
    hour: '%H:%M',
    day: '%e. %b',
    week: '%e. %b',
    month: '%b \'%Y',
    year: '%Y'
  },
  title: {
    enabled: true,
    text: 'Tiempo'
  }
},
xAxis: { //===COORDENADA 'X'---PROGRESIVA
  reversed: false,
  title: {
    enabled: true,
    text: 'Progresiva'
  },
  labels: {
    formatter: function () {
      return this.value + 'm';
    }
  },
  maxPadding: 0.01, //margen derecho hacia la leyenda
  showLastLabel: true
},

```

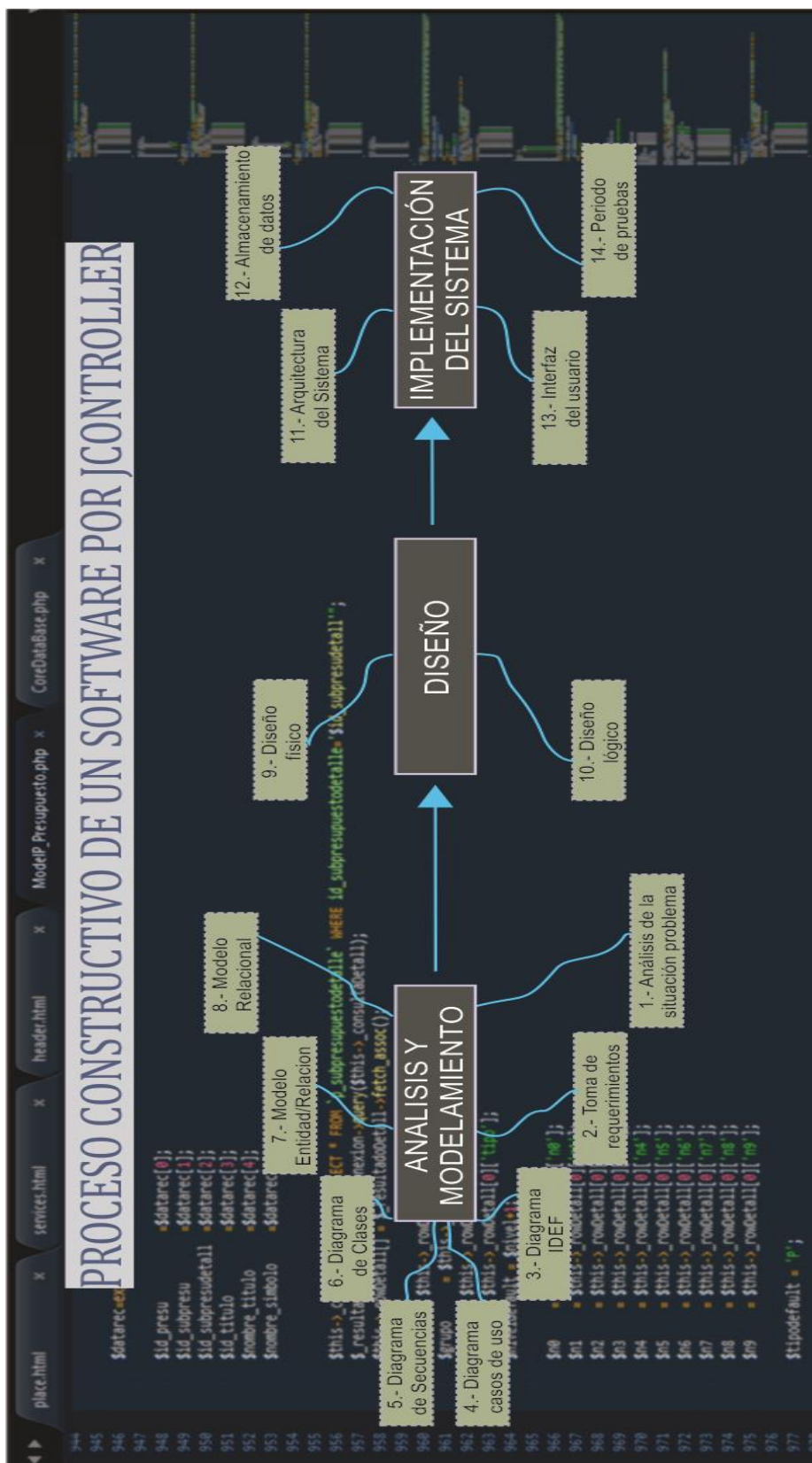
```

tooltip: {
    crosshairs: true,
    /*backgroundColor: '#FCFFC5',
    borderWidth: 3,*/

    formatter: function() {
        if (this.series.type=='arearange') {
            return '<b>'+this.series.name+'<b><br>Progresiva: ' + this.x + '<br>Fecha inicio:
'+Highcharts.dateFormat('%e-%b-%Y',this.point.low)+'          <br>Fecha          fin:
'+Highcharts.dateFormat('%e-%b-%Y',this.point.high);
        } else {
            return '<b>'+this.series.name+'<b><br>Progresiva: ' + this.x + '<br>Fecha: ' +
Highcharts.dateFormat('%e-%b-%Y',this.y);
        }
    }
},
series: [<?php echo $average ?><?php echo $range ?>]
});
});
</script>

```

### ANEXO 3. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA APLICACIÓN KOSTEMP.



Fuente: Elaboración propia.





## ANEXO 5. PROGRAMACIÓN CON PHP CAPA CONTROL DE LA APLICACIÓN KOSTEMP.

```
Controller.php | Model.php | p_presupuesto.php
1  <?php
2  // abrir Session
3  require_once '../models/ModelSession.php';
4  ModelSession::open();
5  // Abrir Base de Datos
6  require_once '../core/CoreDataBase.php';
7  $CLASE = $_POST['CLASE'];
8  $METODO = $_POST['METODO'];
9  switch ($CLASE) {
10
11  case 'CATALOGOPARTIDA':
12      require_once '../models/ModelBD_CatalogoPartida.php';
13      $modelo = new ModelBD_CatalogoPartida();
14      if ($METODO=='select_partida'):
15          $resultado = $modelo->select_partida($_POST['DATA_DETALLES']);
16      elseif ($METODO=='select_partidaSBP1'):
17          $resultado = $modelo->select_partidaSBP1($_POST['DATA_DETALLES']);
18      elseif ($METODO=='select_acudetalle'):
19          $resultado = $modelo->select_acudetalle($_POST['DATA_DETALLES']);
20      elseif ($METODO=='select_recurso_temporal'):
21          $resultado = $modelo->select_recurso_temporal($_POST['DATA_DETALLES']);
22      elseif ($METODO=='select_acudetalleSBP1'):
23          $resultado = $modelo->select_acudetalleSBP1($_POST['DATA_DETALLES']);
24      elseif ($METODO=='select_acudetalleSBP1VIEW'):
25          $resultado = $modelo->select_acudetalleSBP1VIEW($_POST['DATA_DETALLES']);
26      elseif ($METODO=='update_acudetall'):
27          $resultado = $modelo->update_acudetall($_POST['DATA_PRIN'],$_POST['DATA_DETALLES']);
28      elseif ($METODO=='add'):
29          $resultado = $modelo->add($_POST['DATA_DETALLES']);
30      elseif ($METODO=='edit'):
31          $resultado = $modelo->edit($_POST['DATA_DETALLES']);
32      elseif ($METODO=='add_acu'):
33          $resultado = $modelo->add_acu($_POST['DATA_DETALLES']);
34      elseif ($METODO=='edit_acu'):
35          $resultado = $modelo->edit_acu($_POST['DATA_DETALLES']);
36      elseif ($METODO=='add_acu_detalle_temporal'):
37          $resultado = $modelo->add_acu_detalle_temporal($_POST['DATA_DETALLES']);
```

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO 6. PROGRAMACIÓN CON PHP CAPA MODELO DE LA APLICACIÓN KOSTEMP.

```
Controller.php | Model.php | p_presupuesto.php
1 <?php
2 class Model extends CoreDataBase
3 {
4     function select($tabla,$nombre_orden,$orden)
5     {
6         $this->openConexion();
7         $this->_consulta = "SELECT * FROM $tabla ORDER BY $nombre_orden $orden";
8         $_resultado = $this->conexion->query($this->_consulta);
9         while ($this->_row[] = $_resultado->fetch_assoc());
10        array_pop($this->_row);
11        return $this->_row;
12        $this->closeConexion();
13    }
14
15
16    //seleccionar los diferentes a eliminados
17    function select_ine($tabla,$nombre_orden,$orden)
18    {
19        $this->openConexion();
20        $this->_consulta = "SELECT * FROM $tabla WHERE $nombre_orden!=0 AND estado!='E";
21        $_resultado = $this->conexion->query($this->_consulta);
22        while ($this->_row[] = $_resultado->fetch_assoc());
23        array_pop($this->_row);
24        return $this->_row;
25        $this->closeConexion();
26    }
27
28    function selectDistinct($tabla,$distinct,$nombre_orden,$orden)
29    {
30        $this->openConexion();
31        $this->_consulta = "SELECT DISTINCT $distinct FROM $tabla ORDER BY $nombre_orden";
32        $_resultado = $this->conexion->query($this->_consulta);
33        while ($this->_row[] = $_resultado->fetch_assoc());
34        array_pop($this->_row);
35        return $this->_row;
36        $this->closeConexion();
37    }
}
```

Fuente: Elaboración propia.