



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Trabajo de grado previo la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:

“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y DISEÑO DE UN MODELO DE
CÁLCULO PARA EL CONTROL DE LA MAQUINARIA Y MANO DE OBRA
EN PROYECTOS DE VÍAS”

Autores:

NELSON BOLIVAR BARRAGÁN HERRERA
RUTH ALICIA ROMÁN MERINO

Director:

ING. ALEXIS MARTÍNEZ

Riobamba-Ecuador

2015

CERTIFICACIÓN DEL AUTOR

Yo Ing. Alexis Martínez, en mi calidad de director de la tesis cuyo tema es: **“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y DISEÑO DE UN MODELO DE CÁLCULO PARA EL CONTROL DE LA MAQUINARIA Y MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE VÍAS”**, que al final del trabajo investigativo ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a los señores: Nelson Bolívar Barragán Herrera y Ruth Alicia Román Merino que se presenten al tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su tesis.



Atentamente

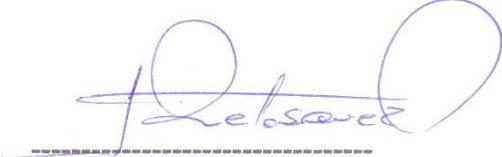
Ing. Alexis Martínez

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y DISEÑO DE UN MODELO DE CÁLCULO PARA EL CONTROL DE LA MAQUINARIA Y MANO DE OBRA EN PROYECTOS DE VÍAS”**, presentado por: Nelson Bolivar Barragán Herrera y Ruth Alicia Román Merino, y dirigida por: Ing. Alexis Martínez.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez
Presidente del Tribunal



Firma

Ing. Alexis Martínez
Director del Proyecto



Firma

Ing. Víctor Hugo Montalvo
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Nelson Bolívar Barragán Herrera, Ruth Alicia Román Merino y del Director del Proyecto Ing. Alexis Martínez; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Nelson Bolivar Barragán Herrera.

C.I. 172032520-6



Ruth Alicia Román Merino

C.I. 060404007-1

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento para la Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ingeniería, por ser el centro que nos formó profesionalmente, al Ing. Alexis Martínez por todo su apoyo y paciencia.

De igual forma un agradecimiento especial para la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A. por la ayuda recibida tanto intelectual como material para la realización de la Investigación.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada con mucho amor a toda mi familia quienes me apoyaron incondicionalmente y han sido mi motivación principal y además me encaminaron a mi vida profesional, a mi madrecita querida Blanca Teresita, quien me dio ánimos a seguir adelante a pesar de la distancia, a mis hermanos Jorge y Diana, quienes me apoyaron y han cuidado de mis padres en mi ausencia, y en especial a mi padre Héctor Froilán, quien es mi mayor ejemplo y mi fortaleza para seguir adelante, gracias a todos por no haber dudado de mí, gracias a Tí.

Nelson

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que me brindaron su apoyo para poder hacer de mí una mejor persona y me encaminaron hacia mi vida profesional.

Especialmente a mis padres, mis hermanas y mi familia, que me han brindado su apoyo en todas las etapas de este proceso de formación.

Ruth

ÍNDICE

ÍNDICE	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.3.1. General	6
1.3.2. Específicos	6
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1.1. Avenida “La Lorena” tercera etapa.....	10
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	14
2.2.1. Obra Vial.....	14
2.2.2. Presupuesto	17
2.2.3. Rendimiento de los Equipos	27
2.2.4. Rendimiento de la mano de obra.....	31
2.2.5. Procedimientos para el cálculo de rendimientos	40
CAPÍTULO III.....	43
3. MARCO METODOLÓGICO.....	43
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.3. HIPÓTESIS	44

3.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	45
3.5.	PROCEDIMIENTO	47
3.6.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	48
3.6.1.	Toma de datos	48
3.6.2.	Clasificación de datos	51
3.6.3.	Elaboración del modelo de cálculo	51
CAPÍTULO IV.....		52
4.	RESULTADOS	52
CAPÍTULO V		80
5.	DISCUSIÓN	80
5.1.	Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.....	81
5.2.	Rubro: Conformación de la sub-rasante.....	82
5.3.	Rubro: Relleno con Lastre.....	82
5.4.	Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.....	83
5.5.	Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a máquina.....	83
5.6.	Rubro: Imprimación asfáltica.....	83
5.7.	Rubro: Hormigón Asfáltico de 4" (10,16cm).....	84
CAPÍTULO VI.....		85
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
6.1.	CONCLUSIONES.....	85
6.2.	RECOMENDACIONES	87
CAPÍTULO VII		88
7.	PROPUESTA.....	88
7.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA	88
7.2.	INTRODUCCIÓN.....	88
7.3.	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	89
7.3.1.	General	89
7.3.2.	Específicos	89
7.4.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TEÓRICA	90
7.4.1.	Productividad	90
7.4.2.	Trabajo Productivo (TP)	95
7.4.3.	Trabajo Contributivo (TC).....	95

7.4.4.	Trabajo No Contributivo (TNC)	95
7.4.5.	Componentes del Trabajo No Contributivo	96
7.4.6.	Control sobre las componentes del trabajo No Contributivo.	97
7.4.7.	La filosofía <i>Lean Construction</i> y el mejoramiento de la productividad.....	102
7.5.	Descripción de la propuesta.....	105
7.6.	Diseño organizacional	117
7.7.	Monitoreo y evaluación de la propuesta.....	118
8.	BIBLIOGRAFÍA	119
	ANEXO FOTOGRÁFICO.....	121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: <i>Datos Generales de la vía en estudio para el proyecto investigativo: ..</i>	3
Tabla 1.2: <i>Lista de Rubros en los que se calculará el rendimiento de la maquinaria y mano de obra:</i>	5
Tabla 2.1. <i>Datos del proyecto</i>	10
Tabla 2.2. <i>Características del diseño geométrico de la Av. La Lorena.....</i>	12
Tabla 2.3. <i>Datos del proyecto</i>	14
Tabla 2.4. <i>Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.</i>	33
Tabla 2.5: <i>Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra</i>	36
Tabla 3. 1: <i>Variable Independiente</i>	45
Tabla 3. 2: <i>Variable dependiente</i>	46
Tabla 4. 1.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada-Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.</i>	53
Tabla 4. 2.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación-Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.</i>	54
Tabla 4. 3.- <i>Análisis de precios unitarios contractual-Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.</i>	55
Tabla 4. 4.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Conformación de la sub-rasante.</i>	56
Tabla 4. 5.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación -Rubro: Conformación de la sub-rasante.</i>	57
Tabla 4. 6.- <i>Análisis de precios unitario contractual- Rubro: Conformación de la sub-rasante.....</i>	58
Tabla 4. 7.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Relleno con Lastre.....</i>	59
Tabla 4. 8.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación-Rubro: Relleno con Lastre.</i>	60
Tabla 4. 9.- <i>Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Relleno con Lastre.</i>	61
Tabla 4. 10.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.</i>	62
Tabla 4. 11.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación -Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.....</i>	63
Tabla 4. 12.- <i>Análisis de precios unitarios contractual-Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.</i>	64

Tabla 4. 13.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada - Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a Máquina.</i>	65
Tabla 4. 14.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación- Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a Máquina.</i>	66
Tabla 4. 15.- <i>Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a Máquina.</i>	67
Tabla 4. 16.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada - Rubro: Imprimación Asfáltica.</i>	68
Tabla 4. 17.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación -Rubro: Imprimación Asfáltica.</i>	69
Tabla 4. 18.- <i>Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Imprimación Asfáltica.</i>	70
Tabla 4. 19.- <i>Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada - Rubro: Hormigón Asfáltico de 4”o 10,16cm (capa de rodadura).</i>	71
Tabla 4. 20.- <i>Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación - Rubro: Hormigón Asfáltico de 4” o10,16cm.</i>	72
Tabla 4. 21.- <i>Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Hormigón Asfáltico de 4”o 10,16cm.</i>	73
Tabla 4. 22.- <i>Comparación de los rendimientos del estudio y contractual.</i>	74
Tabla 4. 23.- <i>Comparación de costo directo</i>	75
Tabla 4. 24.- <i>Variación en el costo directo final</i>	77
Tabla 4. 25.- <i>Cronograma Inicial</i>	78
Tabla 4. 26.- <i>Cronograma Calculado</i>	78
Tabla 4. 27.- <i>Cronograma Real Ejecutado</i>	79
Tabla 6. 1.- <i>Ejemplos de acciones que pueden mejorar las ineficiencias de la administración</i>	98
Tabla 6. 2.- <i>Acciones a realizar frente a la ocurrencia de eventualidades</i>	100

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1: <i>Ubicación de la Av. La Lorena</i>	4
FIGURA 2. 1: <i>Sección típica de la Avenida La Lorena</i>	14
FIGURA 3. 1: <i>Procedimiento de la investigación</i>	47
FIGURA 4. 1.- <i>Comparación entre los rendimientos según el estudio y contractual.</i>	74
FIGURA 4. 2.- <i>Comparación entre costo directo contractual y del estudio</i>	75
FIGURA 4. 3.- <i>Costo vs. Rendimiento y Cantidad ejecutada/costo vs. Rendimiento en el rubro Excavación sin clasificar inc. desalojo</i>	76
FIGURA 6. 1.- <i>Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad</i>	90
FIGURA 6. 2.- <i>Factores que inciden sobre la productividad</i>	94
FIGURA 6. 3.- <i>Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad</i>	104
FIGURA 6. 4.- <i>Procesos involucrados en un proyecto de construcción</i>	117
FIGURA 6. 5.- <i>Estructura orgánico funcional</i>	118

RESUMEN

Los profesionales de la industria de la construcción elaboran presupuestos y planifican sus actividades sin un conocimiento real y con base en la experiencia de otros proyectos.

No siempre se puede predecir todos los factores que intervendrán en la ejecución de un proyecto, pero es posible acercarnos bastante con la finalidad de que no exista variación entre lo planificado y lo verdaderamente ejecutado, puesto que se puede sobredimensionar o sub dimensionar el costo de la obra.

En la presente investigación, con el objetivo de establecer una base de datos que nos sirva como referencia de rendimientos en obra se realizó una medición de los rendimientos de la maquinaria y mano de obra en la Asfaltado de la Av. “La Lorena” tercera etapa.

La observación de rendimientos en el campo nos llevó a demostrar que el rendimiento de la maquinaria no solo depende de la potencia de ésta; sino que existen factores ambientales, sociales, culturales y administrativos que influyen en la productividad.

También se pudo deducir que durante la ejecución de los rubros se tienen tiempos improductivos, que reducen la productividad en obra, lo que afecta significativamente su costo y el tiempo necesario para la finalización de los trabajos.

Con la finalidad de controlar de mejor manera los factores que producen retraso y tiempos muertos, se propone un modelo de lista de cotejo que evalúa un total de trece parámetros que servirán para aumentar la actividad en los procesos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE IDIOMAS



Lic. Geovanny Armas

26 de junio de 2 015

SUMMARY

Professionals in the construction industry project costs and plan their activities without any real knowledge and based on the experience of other projects.

It is not always possible to predict all the factors involved in the implementation of a project, but it is possible to approach to it so that there is no variation between what was planned and what was really carried out, since we can overestimate or underestimate the cost of the construction.

In this research, with the purpose of establishing a database which will serve as a reference for work performance, a measurement of machinery performance and manpower in asphaltting "La Lorena" avenue, third stage was carried out.

The observation of yields in situ helped us to demonstrate that the machinery performance does not only depend on its power; but there are some environmental, social, cultural and administrative factors affecting productivity.

It could also be deduced that during the execution of the items, there is some downtime, it reduces productivity on site, it directly affects the cost and time required to finish the work.

With the purpose of improving the factors causing delay and downtime, a model of checklist that evaluates a total of thirteen parameters which will serve to increase activity in the processes is proposed.



INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es un componente significativo de la economía. En Ecuador es uno de los sectores de mayor crecimiento y desarrollo; aporta con un 10% al PIB, según cifras al 2012, convirtiéndose en la cuarta industria que mayores ingresos genera.

Dado que para la elaboración de presupuestos de obras viales no se tiene una información certera de los rendimientos de la maquinaria y mano de obra que se obtendrá durante la ejecución de los rubros, se ha vuelto una práctica común el empleo de bases de datos referenciales que usualmente no están relacionados a las condiciones de obras reales dado que no se consideran las condiciones del sitio de construcción como lo son el clima, la altitud, falta de capacitación en el personal y otros, los cuales influyen notablemente en el normal desarrollo del proceso constructivo. Todo lo expuesto incide directamente en el presupuesto y el cronograma.

La planificación inadecuada puede hacer que se incurran en errores y pérdidas económicas para el contratista cuando se sub-dimensiona o al contratante cuando se sobre dimensiona el costo de un proyecto. Por tal motivo la presente investigación tiene como finalidad realizar un análisis detallado del rendimiento de la maquinaria y mano de obra en proyectos de ejecución de vías y de esta manera proponer un modelo a seguir en cuanto a la utilización coherente de la mano de obra y maquinaria.

Al obtener un correcto control de la mano de obra y maquinaria en proyectos de vías se podrá obtener un modelo para el análisis de su rendimiento, tomando en cuenta los distintos factores que intervienen en su cálculo. Si se tiene un conocimiento de los factores perjudiciales la gerencia de un proyecto puede tomar decisiones sobre lo que se debe hacer para reducir los tiempos improductivos en obra y mejorar la eficiencia en la productividad lo que nos llevaría a disminuir los costos y tiempos.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El análisis de rendimientos y diseño de un modelo de cálculo para el control de la maquinaria y mano de obra pretende ser una herramienta compatible con cualquier proyecto que relacione costo vs. recurso humano y maquinaria, obedeciendo a las variables que cada proyecto tiene. El pensar en la homogeneidad de todos los proyectos constructivos respecto al costo de mano de obra y maquinaria puede llevar a errores de cálculo y consecuentemente a pérdidas económicas.

Es por esto que se hace necesario identificar cada proyecto tomando en cuenta sus particularidades; utilizando herramientas que permitan identificar todas las variables presentes y una vez conocidas sacar provecho de ellas.

La importancia de contar con una herramienta como ésta radica en el hecho de que al convertirse la industria de la construcción en una actividad sumamente dinámica y en la que se maneja mucho dinero; requiere utilizar todas aquellas técnicas que le faciliten mantenerse en el mercado e invariablemente desarrollarse.

La empresa constructora, el constructor que logre optimizar sus recursos se encontrará en una posición de ventaja con respecto a sus competidores.

El tema para este proyecto surgió de la inquietud de buscar una solución a un problema muy común en las empresas constructoras y de los consultores ¿Cómo controlar el costo de la mano de obra y maquinaria de un proyecto de vías? Esta

pregunta no es tan fácil de contestar si se toma en cuenta que la Maquinaria y el Recurso Humano se ve influenciado en gran medida a factores sociales, culturales, ambientales y tecnológicos.

Para dar solución a la pregunta del cómo controlar la mano de obra se plantea utilizar un software de uso común en el medio, como es la hoja electrónica Excel.

Según (Martinez, 2013) “Para los profesionales inmersos en la construcción el tiempo es un valor esencial ya que se considera este factor en todas sus etapas, de hecho se presupuesta y realiza la programación para una obra futura, pero, no siempre avalados por datos pasados o de experiencias transitadas”

El costo de las obras viales se calcula en base al análisis de precios unitarios y estos dependen del rendimiento de la maquinaria y la mano de obra.

La presente investigación pretende medir los rendimientos de la maquinaria y mano de obra durante la ejecución de la obra: ASFALTADO DE LA AV. “LA LORENA” TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Tabla 1.1: *Datos Generales de la vía en estudio para el proyecto investigativo:*

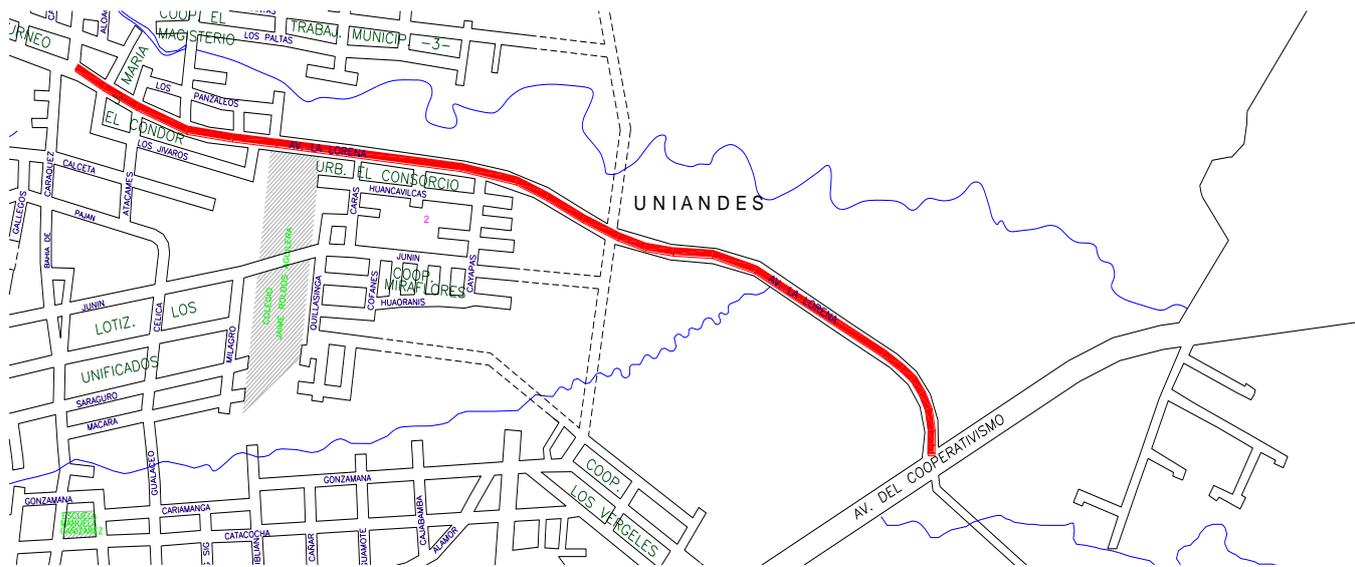
NOMBRE DEL PROYECTO:	Asfaltado de la Av. “La Lorena” tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo
PROVINCIA:	Santo domingo de los Tsachilas
CANTÓN:	Santo Domingo
PARROQUIA:	Chiguilpe
ENTIDAD CONTRATANTE:	GOBIERNO MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO
ENTIDAD CONTRATISTA:	CONSTRUCTORA CEVALLOS - HIDALGO S.A
Extensión aproximada de tramo vial	2115,30 metros
Ancho de aceras (dos aceras)	4,00 metros
Ancho de calzada (dos carriles)	7,00 metros
Ancho de partere	2,00 metros

Ancho total (línea de fábrica)	24,00 metros
LÍMITES:	
Por el norte:	Cementerio “Jardines del Edén”, Universidad “Uniandes” Coop. “El Magisterio”, Coop. “Trabajadores Municipales 3”
Por el sur:	Urb. “Colibrí 2”, urb. “El Consorcio” , Urb. “El Cóndor”
Por el este:	Av. Del Cooperativismo
Por el oeste:	Avenida Rio Lelia

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

A continuación se presenta el plano del área de influencia en la vía a ser analizada en la investigación.

FIGURA 1. 1: *Ubicación de la Av. La Lorena*



Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

En la siguiente tabla, se presenta los rubros en los que se calcularán los rendimientos de la maquinaria y la mano de obra.

Tabla 1.2: Lista de Rubros en los que se calculará el rendimiento de la maquinaria y mano de obra:

ITEM	RUBRO	UNIDAD
1	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m ³
2	Conformación de la Sub-rasante	m ²
3	Relleno con lastre (maquinaria)	m ³
4	Sub-base clase 3 tendido y compactado (máquina)	m ³
5	Base clase 3 tendido y compactado (máquina)	m ³
6	Imprimación asfáltica	m ²
7	Hormigón asfáltico 4"o 10,16cm (capa de rodadura)	m ²

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Los rendimientos medidos podrán ser empleados para la realización de presupuestos de acuerdo a las condiciones reales en obras viales, además se evaluará los factores que influyen en la ejecución de los rubros y por lo tanto alteran el tiempo de desarrollo de las actividades planteadas, lo que permitirá mejorar la programación de obra tomando en cuenta datos reales.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dado que para la elaboración de presupuestos de obras viales no se tiene una información certera de los rendimientos de la maquinaria y mano de obra que se obtendrá durante la ejecución de los rubros, se ha vuelto una práctica común el empleo de bases de datos referenciales como la presentada por la Cámara de la Construcción de Quito que usualmente no están relacionados a las condiciones de obras reales. Otra práctica es asumir rendimientos en base a la experiencia, publicaciones, entre otras. Mas sin embargo no se consideran las condiciones del sitio de construcción como lo son el clima, la altitud, falta de capacitación en el personal y otros. Todo lo expuesto incide directamente en el presupuesto.

Hoy en día en la rama de la Ingeniería Civil, la mayor parte de profesionales toman muy a la ligera el rendimiento de la mano de obra, siendo este un punto

muy importante y trascendental al momento de realizar un presupuesto, al contrario que si logramos definir exactamente y en la realidad el rendimiento de la mano de obra se podrá definir una cuadrilla específica para realizar el rubro que se esté analizando y de esta manera realizar el cronograma de trabajo y garantizar la eficiencia y rendimiento de la mano de obra.

Por tal motivo la presente investigación tiene como finalidad realizar un análisis detallado del rendimiento de la mano de obra en proyectos de ejecución de vías y de esta manera proponer un modelo a seguir en cuanto a la utilización coherente de la mano de obra y maquinaria.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

- Analizar los rendimientos y de esta manera obtener un diseño de un modelo de cálculo para el control de la maquinaria y mano de obra en proyectos de Vías, previo a la ejecución.

1.3.2. Específicos

- Realizar análisis de rendimientos actuales para determinar si los costos regulan la oferta y demanda del mercado en lo que se refiere a los salarios por costumbres sociales, culturales, ambientales y tecnológicas.
- Comparar el costo presupuestado de los rubros analizados con el costo de acuerdo a los rendimientos que se medirán durante la ejecución.
- Cotejar el tiempo planificado para la ejecución de los rubros con el tiempo que se debió emplear tomando en cuenta los rendimientos a medir.

- Diseñar una herramienta para el control de la maquinaria y mano de obra previa a la ejecución de actividades que se tiene para el desarrollo de un Proyecto de Vías, tomando como punto de partida el Salario Unificado, jornada laboral, el costo de la maquinaria y la previsión del pago por horas extras.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El oferente, al formular su propuesta, está vendiendo un producto no elaborado con riesgos de ejecución no fácilmente ponderables, y por consiguiente no posee costos medibles con precisión, sobre todo cuando la obra incluye rubros no realizados anteriormente por él.

Dada la necesidad de tener un enfoque claro y conciso al momento de realizar los precios unitarios para la ejecución de un proyecto de vías, nace la idea de realizar un análisis y posterior diseño de un modelo de cálculo que permita generar un precio unitario competitivo para un profesional de la construcción y que además sea real.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Botero Botero, Análisis de Rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de construcción, 2002) En el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad del proyecto.

A pesar de que en nuestro medio existen bases de datos en las que se describen los diferentes rendimientos y consumos de mano de obra para actividades de construcción, su utilización está condicionada por un alto grado de desconfianza entre los profesionales de la construcción, quienes han modificado sus datos de acuerdo con sus necesidades o conveniencias, convirtiéndolos hasta la fecha en intentos aislados, que sumados a varios trabajos de grado presentados por estudiantes de ingeniería, presentan una variación, pues no comparten una metodología para la toma y registro de datos, lo cual no los hace confiables, además no en todos los registros se establecen los factores que influyeron en la ejecución de los rubros.

En nuestro medio existen bases de datos comerciales y publicaciones en las que se describen los diferentes rendimientos para actividades de construcción, sin embargo pueden generar desconfianza entre los profesionales que van aplicar estos datos debido a las características inherentes a cada proyecto dando lugar a modificaciones por parte de los usuarios de las bases antes citadas de acuerdo a

sus necesidades o conveniencias pues no se tiene una metodología uniforme para la toma y registro de datos.

Partiendo de la necesidad de contar con rendimientos para la elaboración de precios unitarios, la cámara de la construcción de Quito realiza publicaciones periódicamente que pueden ser utilizadas con este propósito, sin embargo la variedad de condiciones presentes de cada obra produce diferencias entre lo planificado y lo que se realizará.

Con la finalidad de establecer rendimientos en condiciones más específicas se han realizado investigaciones en la Universidad Nacional de Chimborazo entre las cuales se encuentra:

La determinación de rendimientos de los rubros de la estructura del pavimento en las vías: “LAS ABRAS-GUANO” y “CALPI-GATAZO”, aplicable en presupuestos y plazos de ejecución de obra; elaborada por (Martinez, 2013), obteniendo como resultado una variación entre el rendimiento planteado y el ejecutado en los rubros analizados. Dado que los rendimientos fueron más desfavorables en la fase de planeación, el tiempo requerido para la ejecución de los trabajos es menor al planificado y este fenómeno también tiene relación con el presupuesto.

Otra investigación fue realizada por (Montero, 2013) en la cual se determinaron rendimientos de maquinarias y equipos de excavación a cielo abierto en la obra de vertedero del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, con el propósito de elaborar hojas técnicas de maquinaria de excavación y de transporte para un suelo con características de grava arenosa. En esta investigación se recomienda la obtención de rendimientos en condiciones distintas y con características de suelos diferentes a las analizadas.

Por otra parte (Caminos, 2013) eligió investigar los rendimientos de la mano de obra para un proyecto de agua potable y propuso un análisis con la finalidad de

formular un esquema de control de la mano de obra en proyectos constructivos por medio de una hoja electrónica que relaciona los diferentes factores que intervienen en la estimación del valor real del recurso humano.

2.1.1. Avenida “La Lorena” tercera etapa

Tabla 2.1. Datos del proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO:	Asfaltado de la Av. “La Lorena” tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo
ENTIDAD EJECUTORA:	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO
ENTIDAD CONTRATISTA:	CONSTRUCTORA CEVALLOS - HIDALGO S.A
Monto Referencial:	2 104 836,65 dólares
Plazo de ejecución:	300 días calendario
Longitud	2115,30 metros
Ancho de calzada (dos carriles)	7,00 metros
Ancho de partere	2,00 metros
Ancho total (línea de fábrica)	24,00 metros
Sector y tipo de proyecto:	Sector: Transporte, Comunicación y Vialidad Subsector: Vías Urbanas

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

El proyecto vial del Asfaltado de la Av. “La Lorena” tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo, en la Parroquia Urbana de Chiguilpe, atravesando las Cooperativas de Vivienda El Magisterio, El Consorcio, y el Cóndor.

A. DATOS GENERALES

Santo Domingo de los Colorados es el cantón de más rápido crecimiento demográfico y económico, debido principalmente a la fertilidad de sus tierras y a sus riquezas naturales que han atraído a millares de inmigrantes e inversionistas de todas las provincias del país.

Su situación geográfica es privilegiada pues es uno de los centros más importantes de comunicación de la región septentrional de la sierra y el litoral. Es muy importante su producción agropecuaria.

El proyecto vial, se encuentra enmarcada dentro de las vías estratégicas para propender al desarrollo de las zonas urbano marginales que se han mantenido al margen de los servicios básicos de la ciudad, durante algunos años, con una población necesitada de mejorar su calidad de vida y emprender en mejor forma su desarrollo dada la cercanía con el centro de la ciudad, así mismo la vía se convierte en una alternativa para el descongestionamiento de la ciudad, de ahí la importancia que en forma urgente sea rehabilitada y anexada a las vías importantes con que cuenta la ciudad.

B. POBLACIÓN, DENSIDAD Y ÁREAS DE INFLUENCIA

La población de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es de 368.013 habitantes, de los cuales 305.632 viven en la cabecera cantonal Santo Domingo. La tasa de crecimiento anual estimada por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) es de 3,7 %.

La densidad poblacional del cantón Santo Domingo es de 279,65 habitantes por km². Respecto al área urbana, Santo Domingo tiene una población de 270.875 habitantes que representa el 73,6 % del total del cantón. Si tomamos en cuenta que la superficie urbana es de 7.455 Has, tenemos una densidad poblacional urbana aproximada de 36,33 hab./Ha.

C. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La vías de ingreso a las Cooperativas de Vivienda El Magisterio se localizan al extremo Nor-Este de la ciudad en un sector que se encuentra en franco proceso de desarrollo y permite servir a las Cooperativas de viviendas El Magisterio, El Consorcio y El Cóndor, pudiendo transformarse en una importante vía de

descongestión del tráfico que transita en las avenidas aledañas a este tramo vial. Se conoce que las cooperativas por donde atraviesa la vía no cuentan con agua potable ni con los servicios de alcantarillado pluvial e infraestructura sanitaria. En los sectores internos de las cooperativas, las calles no están debidamente conformadas ni pavimentadas, dificultándose el tránsito vehicular y peatonal, en especial en periodos lluviosos.

D. ALCANCE DEL PROYECTO

TOPOGRAFÍA Y DISEÑO GEOMÉTRICO

Para el diseño en planta y perfil de esta avenida, se establecieron los parámetros para la calzada dividida en un carril de ida y uno de regreso, el tramo vial contempla longitudinalmente con aceras y bordillos, el criterio se aplicará prácticamente como para una calle de una zona comercial y/o residencial.

Parámetros para diseño de la avenida.-

Tabla 2.2. *Características del diseño geométrico de la Av. La Lorena*

Una calzada de dos carriles en cada sentido ancho total	14,00 m
Ancho de aceras:	4,00 m
Ancho de parterre:	2,00 m
Pendiente transversal máxima:	2%
Velocidad de diseño:	50 km/h
Distancia de visibilidad de parada:	110 m
Coefficiente fricción lateral.	0,124
Radio máximo1:	150 m
Radio máximo2:	290 m
Tangente máxima1:	140,71 m
Tangente máxima2:	57,25 m
Longitud curvatura1:	29,33 m
Longitud curvatura2:	113,05 m
Gradiente relativa máxima:	8,50%
Gradiente relativa mínima:	0,50%

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

El diseño horizontal se limita al cumplimiento de los parámetros establecidos, manteniendo el eje nuevo casi coincidente con el eje actual del terreno respetando la consolidación poblacional existente en ambos costados de las vías, de manera que las secciones transversales propuestas, conserven simetría con respecto al eje de cada calle. En algunos casos, como los aledaños a las quebradas donde se producen laterales de relleno deben realizarse ampliaciones de la vía para conseguir la sección propuesta, las cuales se efectuarán en forma simétrica al eje actual de la avenida.

La longitud de las curvas verticales está dada en función de los parámetros determinados anteriormente, aunque en algunos casos puedan ser ligeramente menores en razón de que se respetan ciertas cotas de puntos obligados. La altura libre de bordillos dentro de veredas es de 20 cm de manera que si en el futuro se coloca una capa o sello asfáltico esta altura se reducirá cuando más a 15 cm.

También se toma en cuenta las cotas mínima de rasante requeridas en el caso de las calles donde la rasante actual guarda relación con la infraestructura construida tales como bordillos, aceras, etc., para que las casas no se vean afectadas por posibles sobre elevaciones, por ello se ha tratado de mantener casi la misma pendiente del terreno actual, hasta empatar en ambos extremos con la Av. Rio Lelia y con la Av. Del Cooperativismo

DISEÑO VIAL

El diseño vial ofrece ante todo, seguridad para todos los usuarios. El proyecto cuenta con todos los detalles de diseño y con todo el equipamiento de seguridad necesario para que la seguridad en la operación del tránsito vehicular y peatonal primero por sobre el resto de los aspectos de análisis.

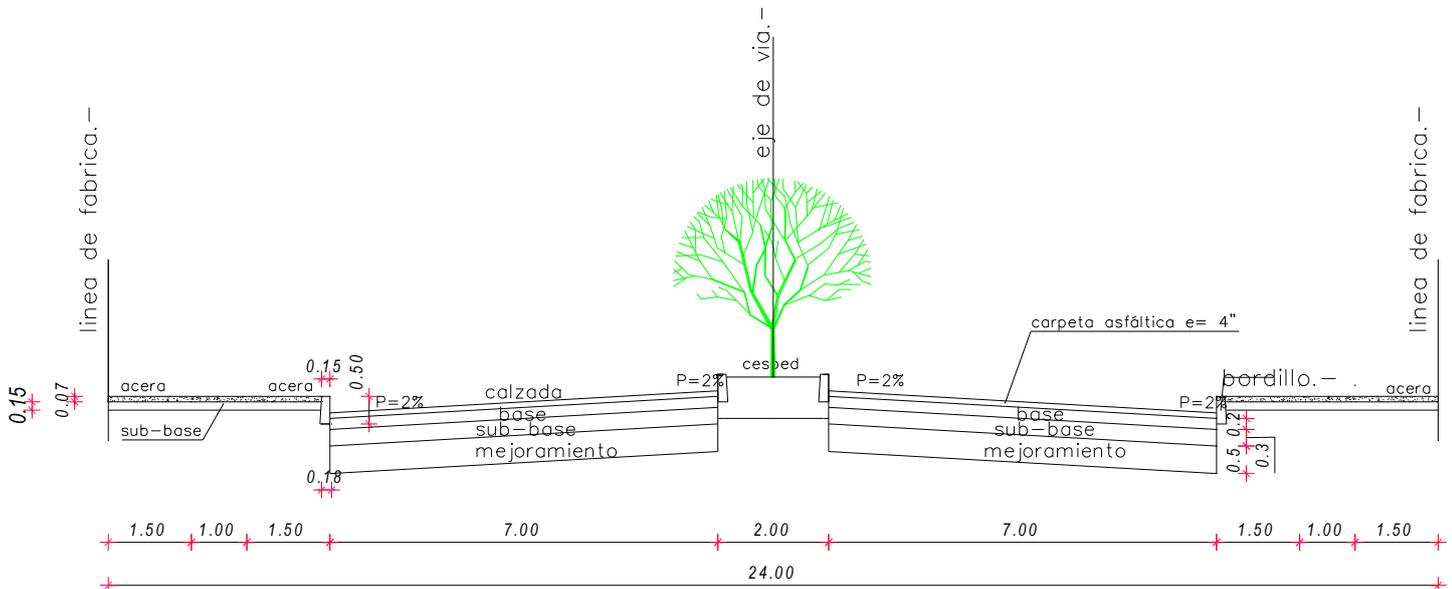
Para lo cual se elaboró bajo los siguientes parámetros:

Tabla 2.3. Datos del proyecto

DIMENSIONAMIENTOS	
Extensión aproximada de tramo vial	2115 m
Ancho de aceras (dos aceras)	2*4,00 m
Ancho de calzada (dos carriles)	2*7,00 m
Ancho de parterre	2,00 m
Ancho total (<i>línea de fábrica</i>)	24,00 m

Fuente: CONSTRUCTORA CEVALLOS-HIDALGO

FIGURA 2. 1: Sección típica de la Avenida La Lorena



Fuente: CONSTRUCTORA CEVALLOS-HIDALGO

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. Obra Vial

2.2.1.1. Obra:

De acuerdo con (MOP-001-F, 2002) una obra es un Proyecto de Ingeniería contratado y/o en proceso de construcción, que el Contratista tiene que entregar al Contratante debidamente terminado, lo que le obliga a suministrar la dirección técnica, la mano de obra, los equipos y los materiales requeridos y a realizar todas

las actividades y labores contingentes necesarias y convenientes para su exitosa conclusión. Todo esto dentro de un plazo establecido, a un precio determinado y, además, cumpliendo con todos los deberes y obligaciones que le impone el contrato.

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos

El conjunto de carreteras y caminos del Ecuador se conoce como la Red Vial Nacional. La Red Vial Nacional comprende el conjunto de caminos de propiedad pública, sujetos a la normatividad y marco institucional vigente, y está integrada por la Red Vial Estatal (vías primarias y vías secundarias), la Red Vial Provincial (Vías Terciarias), y la Red Vial Cantonal (Caminos Vecinales).

2.2.1.2. Red Vial Estatal (vías primarias y vías secundarias)

La Red Vial Estatal está integrada por las vías primarias y secundarias. El conjunto de vías primarias y secundarias son los caminos principales que registran el mayor tráfico vehicular, intercomunican a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, los puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica. La longitud total de la Red Vial Estatal (incluyendo vías primarias y secundarias) es de aproximadamente 8653 km.

- La vías primarias, o corredores arteriales, comprenden rutas que conectan cruces de frontera, puertos, y capitales de provincia formando una malla estratégica. Su tráfico proviene de las vías secundarias (vías colectoras). En total existen 12 vías primarias en Ecuador con aproximadamente un 66% de la longitud total de la Red Vial Estatal.
- Las vías secundarias o vías colectoras incluyen rutas que tienen como función recolectar el tráfico de una zona rural o urbana para conducirlo a las vías primarias (corredores arteriales). En total existen 42 vías secundarias en Ecuador con aproximadamente un 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal

2.2.1.3. *Red Vial Provincial (Vías Terciarias)*

La Red Vial Provincial es el conjunto de vías administradas por cada uno de los GADs Provinciales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

2.2.1.4. *Red Vial Cantonal (Caminos Vecinales)*

La Red Vial Cantonal es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los GADs Municipales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

2.2.1.5. *Proyecto y construcción de carreteras*

La construcción de carreteras requiere la creación de una superficie continua, que atraviese obstáculos geográficos y tome una pendiente suficiente para permitir a los vehículos o a los peatones circular y cuando la ley lo establezca deben cumplir una serie de normativas y leyes o guías oficiales que son de obligado cumplimiento. El proceso comienza a veces con la retirada de vegetación (desbroce) y de tierra y roca por excavación o voladura, la construcción de terraplenes, puentes y túneles, seguido por el extendido del pavimento. Existe una variedad de equipo de movimiento de tierras que es específico de la construcción de vías.

2.2.1.6. *Operaciones previas y construcción*

Las antiguas superficies de carreteras, las vallas, y edificios en la traza necesitan ser eliminados antes de comenzar la construcción, lo que se denomina despeje. Las tuberías y conductos además requerirán un estudio especial pues

generalmente no se conocen sus posiciones exactas. Los árboles se deberían dejar para retener el agua o ser desplazados cuando impidan la visibilidad. Se debe evitar afectar al suelo circundante de los árboles que hemos protegido para que sigan sanos. El suelo vegetal debe retirarse de la construcción ya que no resiste las cargas de tráfico y afecta a la resistencia de la vía, a la operación de retirada de tierra vegetal se le denomina desbroce. Lo interesante será apartarlo y disponerlo posteriormente sobre los espaldones de los terraplenes para protegerlos de la erosión superficial.

El proceso más largo viene dado por los movimientos de tierras para construir la superficie de la carretera. Las zonas donde se eleva el terreno serán los terraplenes y los tramos donde se rebaja el terreno son los desmontes. Según la dureza del terreno y los rendimientos que se interesen obtener se utilizará una determinada maquinaria para movimientos de tierra o si no fuera posible se utilizaría voladura. Al extendido de las capas le acompañará un proceso de compactación para aumentar la capacidad portante del terreno. El conjunto se nivelará y se refinará para extender encima la capa de explanada mejorada y de firme. La construcción termina con la colocación de la señalización vertical y horizontal.

2.2.1.7. *Mantenimiento*

Al igual que cualquier estructura las carreteras requieren mantenimiento. El deterioro es producido principalmente por el paso de vehículos, aunque también se ven afectadas por las condiciones meteorológicas: lluvia, expansión térmica y oxidación.

2.2.2. Presupuesto

El presupuesto de obra es la predicción monetaria o Cálculo aproximado que representa realizar una actividad u obra determinada.

Presupuestar una obra, es establecer de qué está compuesta (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada componente se requieren (composición

cuantitativa) para, finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado.

Tener una visión clara de realizar presupuestos, permitirá a quien este inmerso en el ámbito de la construcción ante una obra específica, elaborar presupuestos con rapidez y exactitud en los cálculos, logrando una alta eficiencia en el departamento de costos y presupuestos.

La forma más conocida de presupuestar obras se basa en el sistema de análisis de precios unitarios y generalmente se utiliza para presupuestar obras civiles en general.

2.2.2.1. Características del presupuesto.

Todo presupuesto tiene cuatro características fundamentales: es aproximado, es singular, es temporal y es una herramienta de control.

- **El presupuesto es aproximado:** Sus previsiones se acercaran más o menos al costo real de la obra, dependiendo de la habilidad (uso correcto de técnicas presupuestales), el criterio (visualización correcta del desarrollo de la obra) y experiencia del presupuestador.

- **El presupuesto es singular:** Como lo es cada obra, sus condiciones de localización, clima y medio ambiente, calidad de la mano de obra características del constructor, etc. Cada obra requiere un presupuesto propio así como cada persona o empresa tiene su forma particular de presupuestar.

- **El presupuesto es temporal:** Los costos que en él se establecen sólo son válidos mientras tengan vigencia los precios que sirvieron de base para su elaboración.

Los principales factores de variación son:

- Incremento del costo de los insumos y servicios.
 - Utilización de nuevos productos y técnicas
 - Desarrollo de nuevos equipos, herramientas, materiales, tecnología, etc.
 - Descuentos por volumen.
 - Reducción en ofertas de insumos por situaciones especiales.
 - Cambios estacionales.
-
- **El presupuesto como herramienta de control:** permite correlacionar la ejecución presupuestal con el avance físico, su comparación con el costo real permite detectar y corregir fallas y prevenir causales de variación por ajuste en alcances o cambios en actividades. No debe concebirse como un documento estático, cuya función concluye una vez elaborado. El presupuesto de construcción se debe estructurar como un instrumento dinámico, que además de confiable y preciso sea fácilmente controlable.

2.2.2.2. *Etapas en el estudio de un presupuesto.*

Generalmente, cuando se realiza un presupuesto, se tiene un tiempo definido para realizarlo y desde el punto de vista de una empresa constructora, se tiene que cumplir con una serie de aspectos técnicos para la presentación de la propuesta, por lo tanto se deben tomar los siguientes aspectos:

Se debe analizar el calendario para la presentación de la propuesta, es decir tomar en cuenta cuando se terminará el análisis de los precios de los materiales, el tiempo en que se terminará de elaborar los aspectos técnicos de la propuesta, tiempo que se requerirá la compaginación de la propuesta, etc.

Se debe preparar un listado de cotizaciones de los materiales a utilizar en la obra, para esto se debe tener claramente identificadas las exigencias y especificaciones técnicas que pide la entidad contratante.

Una vez tomado un conocimiento cabal del trabajo a ejecutar y las condiciones impuestas por la entidad contratante es siempre recomendable una visita al lugar, que generalmente es exigida por la entidad contratante en el pliego de condiciones. En esta visita al lugar se debe detectar las condiciones en que se deberá efectuar la obra, los accesos, sitios de instalación de faenas, restricciones de paso en puentes y caminos, calidad del terreno, disponibilidad de materiales, maderas, combustible, agua potable, medios de transporte del personal, verificar el mercado de los materiales a utilizar, climatología, etc.

Otro paso importante en el estudio del presupuesto es el de proveerse de un listado de precios actualizado de mano de obra y maquinarias. En el caso de las maquinarias se debe tomar en cuenta el costo del combustible o la fluctuación que tendrá este durante el transcurso de la realización de la obra, mantenimiento, desgaste de neumáticos, etc.

2.2.2.3. *Elaboración de Presupuestos*

El presupuesto en construcción es una herramienta que tiene por objeto determinar anticipadamente el costo de la ejecución material de una obra.

Elaboración del Presupuesto.

- Se realiza con base en los planos y en las especificaciones técnicas de un proyecto, además de otras condiciones de ejecución.
- Se elaboran los cómputos de los trabajos a ejecutar.
- Se hacen los análisis de precios unitarios de los diversos ítems y se establecen los valores parciales de los capítulos en que se agrupan los ítems, y así obtener el valor total de la obra.

Los pasos a seguir son:

- **Listado de precios básicos:** El presupuesto debe incluir la lista de precios básicos de materiales, equipos y salarios utilizados.

- **Análisis de precios unitarios:** Incluye indicaciones de cantidades y costos de materiales, transportes, desperdicios, rendimientos, costo de mano de obra, etc.
- **Presupuesto por capítulos:** Los costos de obra se presentan divididos por capítulos de acuerdo con el sistema de construcción, contratación, programación, etc.
- **Componentes del presupuesto:** Se presenta el desglose del presupuesto con las cantidades y precios totales de sus componentes divididos así: materiales, mano de obra, subcontratos, equipos y gastos generales. Finalmente en: costos directos y costos indirectos.
- **Fecha del presupuesto:** Se debe indicar la fecha en la que se hace el estimativo, en caso de haber proyecciones de costos en el tiempo, se deben indicar.

2.2.2.4. *Los costos en obras*

En general se pueden identificar los siguientes grandes componentes los cuales participan en los costos básicos de una obra:

- Materiales.
- Mano de obra.
- Equipos y herramientas.
- Gastos generales: administración e imprevistos.
- Impuestos.

Los tres primeros componentes se denominan costos directos. Tienen una relación directa con la ejecución física de la obra, estos costos están directamente relacionados con las cantidades de obra a ejecutar.

Los gastos generales también se conocen como costos indirectos, están relacionados especialmente con el tiempo de ejecución, e incluyen todos aquellos factores diferentes de los costos directos, que afectan la ejecución de la obra incluyendo gastos administrativos, de mantenimiento, financieros, impuestos,

pólizas, servicios públicos, comunicaciones, control técnico, campamentos, vías de acceso, etc., además de los imprevistos.

Costos de directos.

El costo directo del precio unitario de cada ítem debe incluir todos los costos en que se incurre para realizar cada actividad, en general, este costo directo está conformado por tres componentes que dependen del tipo de ítem o actividad que se esté presupuestando.

- **Materiales:** es el costo de los recursos empleados o puestos en la obra. Los materiales son los recursos que se utilizan en cada una de las actividades o ítems de la obra. Los materiales están determinados por las especificaciones técnicas, donde se define la calidad, cantidad, marca, procedencia, color, forma, o cualquier otra característica necesaria para su identificación.

- Costo de los Materiales.

El costo de los materiales consiste en una cotización adecuada de los materiales a utilizar en una determinada actividad o ítem, esta cotización debe ser diferenciada por el tipo de material y buscando al proveedor más conveniente. El precio a considerar debe ser el puesto en obra, por lo tanto, este proceso puede ser afectado por varios factores tales como: costo de transporte, formas de pago, volúmenes de compra, ofertas del momento, etc.

El costo de los materiales tiene una gran importancia en el cálculo del presupuesto, debido a que en el caso de que se cometa errores en esta parte, trae como consecuencia un resultado muy alejado de la realidad, y por lo tanto una total distorsión en el costo total de la obra, que en caso de ser una licitación elimina directamente al contratista que se presenta a esta.

Por otra parte, se deberá tener conocimiento de toda la diversidad del mercado, en cuanto a los materiales a utilizar, una diferencia de precio mínima podrá incidir en

los volúmenes grandes de material a comprar que se necesita en la construcción de una obra.

- **Rendimiento de los Materiales.**

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta en lo que se refiere a los materiales es el rendimiento que tienen estos, es decir la cantidad de material que se necesita en una determinada actividad o ítem.

La cantidad de materiales se determina mediante un estudio analítico, en el cual se considera el rendimiento del material que es propio de cada uno de sus componentes, al cual se adiciona las pérdidas producidas por fracturas durante el transporte del material que imposibilita el empleo en la obra. Éstas pérdidas son expresadas en un determinado porcentaje a lo que se llama el rendimiento neto, adicionando a éste da como resultado el rendimiento total.

Sin embargo, hay que decir que el cálculo de éstos rendimientos se hallan mediante exhaustivos estudios, pero en el caso de las licitaciones, en los pliegos de condiciones se encuentran las especificaciones técnicas del proyecto, por lo tanto se tiene un parámetro de los rendimientos de los materiales que se deben utilizar en una determinada actividad.

▪ **Mano de Obra:** es el costo del recurso humano involucrado en el ítem, separado por cada especialidad,

Los salarios de los recursos de mano de obra están basados en el número de horas por día, y el número de días por semana. La tasa salarial horaria incluye: salario básico, beneficios sociales, vacaciones, feriados, sobre tiempos y todos los beneficios legales que la empresa otorgue al país.

- **Costo de la Mano de Obra.**

Es otro de los factores determinantes en la preparación de los costos unitarios. Se compone de jornales y sueldos de peones, albañiles, mano de obra especializada y demás personal que afecta directamente a los diferentes ítems de la obra.

A pesar de la progresiva mecanización y el empleo cada vez mayor de elementos prefabricados, la mano de obra sigue aportando la mayor contribución en los trabajos de construcción.

Para la valoración del costo horario, debe tomarse en cuenta el salario básico, al cual debemos agregar las incidencias de los beneficios sociales.

- **Maquinaria, Equipo Y Herramientas:** es el costo de los equipos, maquinarias y herramientas utilizadas en el ítem que se está analizando.

Seguidamente se presenta la metodología para determinar los costos de cada uno de los componentes del costo directo.

- **Equipos de construcción y sus costos de operación**

Teniendo en consideración la diversidad de maquinarias y equipos que se emplean en la construcción se puede definir, en términos generales, el costo de operación de una maquinaria como la cantidad de dinero invertido en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de conservación.

La determinación del costo de operación puede referirse a términos de un año, un mes, un día o una hora, siendo lo usual el “costo diario de operación” y el “costo horario de operación”.

Este costo reúne a dos grandes rubros de gastos:

1. Gastos fijos
 - a. Intereses de capital invertido en la máquina
 - b. Seguros, Impuestos, almacenaje, etc.
 - c. Repuestos y mano de obra de reparaciones

- d. Depreciación y fondo de reposición.
2. Gastos variables
- a. Combustibles
 - b. Lubricantes, grasas y filtros
 - c. Jornales

Requiriendo cada uno de estos parámetros un análisis detallado

- **Herramientas.**

El costo directo de herramientas corresponde a consumo o desgaste que éstas sufren al ser utilizadas durante la ejecución de las diversas partidas de una obra; (Cámara Peruana de la Construcción, 2003) propone el siguiente modelo de cálculo:

$$H_m = h.M.$$

Donde

H_m: es el costo directo de herramientas en la partida.

M: es el costo directo de mano de obra de dicha partida, considerando el jornal básico y porcentajes sobre el mismo (incremento adicional de remuneraciones, bonificaciones, etc.)

h: representa un coeficiente (porcentaje expresado en forma decimal) estimado en función a la incidencia de utilización de las herramientas en la partida en estudio según la experiencia en obras similares. Este coeficiente, o porcentaje, generalmente varía de 1% a 5% (0,1 a 0,05).

Otra forma de calcular el costo de las herramientas, consiste en evaluar el costo de las mismas de acuerdo a los requerimientos de cada proyecto.

Costos indirectos.

Los costos indirectos son aquellos gastos que no son fácilmente cuantificables como para ser cobrados directamente al cliente.

Los costos indirectos incluyen:

Gastos generales

Utilidades

Impuestos

Otros (garantías, imprevistos)

- **Gastos Generales:** Son aquellos gastos no incluidos en los costos directos y son muy variables, dependiendo de aspectos como el lugar donde se debe realizar la obra. Así por ejemplo, las obras locales tienen gastos generales más bajos que los que están ubicados en el campo y también es obvio que una empresa constructora grande tiene gastos generales mayores que la de una pequeña.

También tiene influencia el tipo de garantía (boletas bancarias o pólizas de seguro). El monto de contratos anuales y la magnitud de la empresa constructora. Por otra parte, existen dentro de los gastos generales costos fijos que representan un porcentaje permanente del costo total de la mano de obra como son los aportes a entidades.

Depende entonces de cada empresa constructora determinar el porcentaje de gastos generales para cada una de sus obras.

Los gastos generales no son un porcentaje de los costos directos; se los expresa como porcentaje solamente como un artificio matemático, para distribuir el gasto en cada uno de los ítems de la obra, ya que la certificación de la obra, se realiza mediante medición del volumen de cada ítem multiplicado por su precio unitario.

- **Utilidades:** Las utilidades deben ser calculadas en base a la política empresarial de cada empresa, al mercado de la construcción, a la dificultad de ejecución de la obra y a su ubicación geográfica (urbana o rural).

- **Impuestos:** En lo que se refiere a los impuestos, se toma los valores que deberán ser cancelados como los aranceles municipales.

El IVA (impuesto al valor agregado) grava sobre toda compra de bienes, muebles y servicios, estando dentro de estos últimos la construcción, su costo es el del 12% sobre el costo total neto de la obra. No puede considerarse como parte de los costos indirectos, pero debe ser incluido en el presupuesto de una obra para definir su valor real y se calcula multiplicando el costo total por el 12%.

- **Imprevistos:** Una cantidad agregada a un presupuesto estimado para tener en cuenta ítems, condiciones, o eventos cuya ocurrencia o efecto sobre el proyecto es incierto y que la experiencia demuestra que cuando ocurren se traducen en costos adicionales. Usualmente, los costos imprevistos se estiman usando análisis estadísticos o juicio de expertos basados en hechos ocurridos o en experiencias en ejecución de proyectos. Algunos de los ítems, condiciones, o eventos cuya ocurrencia o efecto sobre el proyecto es incierto son, sin limitarse a ellos: errores y omisiones en la planeación del proyecto y estimación del presupuesto, pequeñas fluctuaciones de precio (diferentes a los reajustes generales de precio), ajustes a los diseños dentro del alcance del proyecto, y variaciones en las condiciones del mercado y ambientales. Los imprevistos son generalmente incluidos en los presupuestos, y se espera que sean gastados.

Para (Suarez Salazar, 2002, págs. 37-38) “los imprevistos de construcción deben confinarse a aquellas acciones que quedan bajo el control y responsabilidad del constructor”

2.2.3. Rendimiento de los Equipos

Teóricamente y en términos generales, el rendimiento de una máquina o equipo de máquinas, es la cantidad de unidades de una tarea determinada producida en un tiempo también determinado. La unidad de tiempo generalmente utilizada es la hora.

En la industria de la construcción se utiliza la palabra “producción” con el mismo significado que “rendimiento” y la cantidad de unidades producidas se debe referir al “trabajo útil ejecutado” (esto es susceptible de ser medido y pagado).

Actualmente las empresas, obtiene sus rendimientos de las siguientes maneras:

a) De **tablas comerciales** determinísticas, que consideran un solo rendimiento y no consideran variabilidad y tablas estadísticas. Aquí se puede citar las publicaciones de la Cámara de la Construcción de Quito.

Es necesario dejar en claro que estos manuales no consideran factores incidentes en los rendimientos, como clima, calidad de mano de obra, jornadas de trabajo, ni es posible considerar variabilidad en estos rendimientos, como rendimientos pesimista u optimista.

b) De la **Experiencia**, que puede ser:

a. De Evaluador

b. De la Empresa

Son pocas las empresas que actualmente tienen mediciones de los rendimientos reales de sus procesos (actividades), muchas guardan los presupuestos guardados, con costos reales algunos, pero pocas mantienen tablas de rendimientos reales y menos aún mantienen factores incidentes en el valor de rendimiento.

c) De **Tablas Estadísticas** de rendimientos. Actualmente no hay tablas comerciales que tengan más de un rendimiento para cada actividad de la construcción. No se indica el estado de los equipos lo cual afecta directamente los tiempos de ejecución.

La ejecución de una obra no debe implicar pérdidas que desprestigien a la empresa, por lo tanto no se deben asumir los rendimientos, sino que estos deben tener una justificación, como fuente de información de puede tener el criterio de los Ingenieros, Supervisores y Capataces, quienes pueden colaborar confirmando los rendimientos y explicar las dificultades encontradas en obras similares.

El **Modelo de Análisis** para determinar los rendimientos; se basara en la recolección de datos iniciando con la auscultación visual, grabaciones de videos,

toma de tiempos unitarios, distribución de maquinaria y personal, registro fotográfico registro de datos de campo en formatos; para posteriormente procesar y analizar la información obtenida.

Se plantea tomar datos de campo de las actividades o métodos constructivos enumerados en la Tabla 1.2 para realizar un análisis exhaustivo de actividades productivas, actividades contributivas, actividades no contributivas, y fuera de foco; con el fin de calcular los rendimientos a partir de los tiempos de trabajo neto.

El seguimiento del avance en obra, así como también la cuadrilla y maquinaria a utilizar en las actividades de la vía serán de gran importancia para el análisis de la productividad; para tener una visión general de la operación de cierta actividad, así como los posibles cambios en el desempeño del mismo, ahorros potenciales al reducir costos de implementaciones erróneas.

2.2.3.1. Costo de los Equipos de Construcción y Herramientas.

- **En el costo de la maquinaria y equipos:** se considera a todas las maquinarias a las: grúas, volquetes, cargadores frontales, etc. dependiendo el tipo de actividad o ítem que este en estudio. En el caso de las maquinarias puede haber dos posibilidades para realizar el estudio:

Equipos alquilados: en esta situación sólo se considera una precio por el alquiler del equipo, teniendo la precaución de conocer qué es lo que incluye dentro del alquiler, por ejemplo, si no se incluyen ciertos costos tales como el operador, mantención o accesorios, es necesario agregarlos, para presupuestar el costo real de operar los equipos.

Equipos propios: para este caso, la situación es un poco más compleja, ya que se requiere determinar los costos de depreciación del equipo y los de posesión y operación del mismo.

2.2.3.2. Tipos de rendimientos

Las máquinas de construcción trabajan, de acuerdo a su naturaleza, de tres maneras:

- Mediante ciclos intermitentes
- De forma continua
- De manera intermedia entre las dos anteriores.

2.2.3.3. Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra

2.2.3.3.1. Resistencia al Rodamiento: Es la fuerza que opone el terreno al giro de las ruedas. El vehículo no se moverá no se venza esta fuerza. Esta resistencia se mide en kilogramos y la fuerza necesaria para vencerla se expresa en kilogramos de tracción. Depende del tipo del suelo y del inflado de los neumáticos (cuando sea el caso).

2.2.3.3.2. Resistencia por Pendiente: debido a la fuerza de gravedad que actúa sobre el vehículo, la inclinación del terreno ofrece resistencia al movimiento de la maquina en el ascenso. Esta resistencia se mide también en kilogramos. Al descender una pendiente, la fuerza de gravedad es favorable y se denomina ayuda en pendientes.

2.2.3.3.3. Eficiencia de Operación: Es el porcentaje que la maquina efectivamente trabaja durante las 8 horas que dura la jornada. Este factor lo determina cada empresario o contratista y por lo general es de 5/6 que significa que la maquina trabaja 50 de cada 60 min (0.83)

2.2.3.3.4. Condiciones Climáticas: Las horas de trabajo efectivo de un equipo se ven afectadas por la lluvia, viento y condiciones climáticas desfavorables.

2.2.3.3.5. Efectos de la altura sobre el nivel del mar: Debe tomarse en cuenta que al aumentar la altura sobre el nivel del mar, disminuye la presión atmosférica y baja la potencia de todo motor de

aspiración natural. Lógicamente se reduce la fuerza de tracción del vehículo.

Al estimar el rendimiento, el factor de eficiencia en el trabajo es uno de los elementos más complicados, pues depende de los factores humanos (de parte de la administración y de los operadores) tales como la experiencia, la dedicación, disponibilidad y destreza para efectuar determinada labor. Existen factores que se aplican al calcular el rendimiento que dependen de la organización y tamaño de la obra cuyos valores varían dependiendo de los criterios utilizados.

2.2.4. Rendimiento de la mano de obra

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada con um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

El rendimiento de la mano de obra también se puede definir como la cantidad de unidades iguales que un obrero puede hacer en un periodo fijo o alternativamente el tiempo que se requiere de un obrero para hacer una unidad de obra.

Para hacer un análisis del rendimiento de la mano de obra, se debe tomar en cuenta el tiempo total de permanencia de un trabajador en una obra, se aprovecha sólo parcialmente, pudiendo hacerse una subdivisión de su trabajo de la siguiente manera:

Trabajo productivo: actividad que aporta directamente a la producción, por ejemplo: la colocación de encofrado, hormigonado, vibrado, etc.

Trabajo contributivo: actividades de apoyo que deben ser realizadas para que el trabajo productivo se pueda hacer, por ejemplo: traslado del encofrado a su lugar, limpieza de superficies para el hormigonado, etc.

Trabajo no contributivo: son todas las demás acciones que no se encuentran dentro las mencionadas anteriormente y que representan tiempos desaprovechados, por ejemplo: espera de materiales faltantes, conversación entre trabajadores, etc.

Por otra parte, el rendimiento de la mano de obra, varía de acuerdo a la experiencia del obrero, es decir, mientras más experimentado sea el obrero, los rendimientos serán más altos. Otro de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra, es el sistema de trabajo al cual se realizará la obra; estos sistemas de trabajo son por contrato y por jornal.

El sistema de jornal: es aquel por el cual se paga un determinado valor por jornada diaria de trabajo, en el cual se obtienen rendimientos bajos pero la calidad del trabajo es buena.

El sistema de contrato: es aquel por el cual se paga una determinada suma por la unidad de obra ejecutada; en este sistema se obtiene una disminución de la calidad en la ejecución de la obra, pero se obtiene rendimientos más altos.

- **Beneficios Sociales.**

Otro de los aspectos que se debe tomar en cuenta en el cálculo de la mano de obra es el de los beneficios sociales. Las leyes sociales del país determinan el pago de beneficios sociales a todas las personas asalariadas que deben ser involucradas dentro del costo de mano de obra.

El rendimiento del personal varía según la región e idiosincrasia del mismo, en consecuencia es menester que cada región realice su propio índice de rendimiento. El método para medir es empírico, a lo largo de los años se lleva control sobre las horas que se necesitan para realizar un determinado rubro en la construcción, como en mampostería por ejemplo, se analiza cuantas horas de oficiales y ayudantes se emplearon en su realización, luego se halla la relación de tiempo empleado sobre la cantidad de unidad realizada y así, se obtiene el tiempo

necesario a emplearse para realizar una actividad de obra. A este tiempo necesario se lo denomina rendimiento del personal y está dado en “horas – hombre”.

La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Enmarcados en lo anteriormente descrito se encuentra los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad, como se muestra en la tabla a continuación propuesta por John S. Page en su libro “*Estimator’s general construction man – hour manual*”

Tabla 2.4. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	90% - 100%

Fuente: (Page, 1999)

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente.

En resumen se obtendrán tres estimaciones de rendimientos con los que se obtendrá un cuarto que será el rendimiento esperado.

- **Rendimiento optimista (Ro).**- corresponde al valor del rendimiento máximo en su unidad de cantidad producida por unidad de tiempo ($m^2/día$) o bien al valor mínimo en su unidad de tiempo empleado por unidad de producción (hm^2). Valor obtenido durante el cual se puede ejecutar una actividad, suponiendo circunstancias o factores incidentes favorables, pero excluyendo acontecimientos excepcionales.

- **Rendimiento pesimista (Rp).**- corresponde al valor del rendimiento mínimo en su unidad producida por unidad de tiempo ($m^2/día$) o bien al valor máximo en su unidad de tiempo empleado por unidad de producción (hm^2). Valor obtenido durante el cual se puede ejecutar una actividad, considerando las circunstancias más desfavorables, se presentan dificultades inhabituales y complicaciones imprevistas.

- **Rendimiento medio o más probable (Rm).**- corresponde al valor del rendimiento que es más probable para la realización de la actividad. Esta estimación debe tener en cuenta las circunstancias normales, considerando algunos retrasos debido a imprevistos y debe estar basada en la mejor información de que pueda disponer.

- **Rendimiento medio esperado.**- con los tres rendimientos anteriormente descritos se deduce el Rendimiento Medio Esperado (Re), el cual sirve de base a los cálculos posteriores y es el que analiza el grado de variabilidad de los datos y nivel de confianza del resultado final.

El Método PERT, (del inglés, Project Evaluation and Review Techniques), es un modelo para la administración y gestión de proyectos inventado en 1957 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de EE. UU.

PERT es básicamente un método para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total.

Para estimar la duración esperada de cada actividad es también deseable tener experiencia previa en la realización de tareas similares. (Malcom, Roseboom, Clark, & Fazar, 1959, pág. 652) proponen la siguiente fórmula.

$$t_e = \frac{1}{3} 2t_m + \frac{1}{2}(t_o + t_p)$$

Si se opera la expresión puede escribirse de la siguiente manera:

$$t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

Dónde:

to = tiempo optimista

tm = tiempo medio o más probable

tp = tiempo pesimista

Si se emplea la fórmula del método PERT para calcular el rendimiento medio esperado se tiene:

$$Re = \frac{Ro + 4Rm + Rp}{6}$$

La misma fórmula considerando las duraciones queda de la siguiente manera:

$$de = \frac{do + 4dm + dp}{6}$$

Dónde:

do = duración optimista

$$do = \frac{\text{Cantidad de obra}}{Ro}$$

dm = duración medio o más probable

$$dm = \frac{\text{Cantidad de obra}}{Rm}$$

dp = duración pesimista

$$dp = \frac{\text{Cantidad de obra}}{Rp}$$

2.2.4.1. Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra

Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, como se dijo anteriormente, los cuales los podemos agrupar bajo siete categorías, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.5: Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra

1	Economía general
2	Aspectos laborales
3	Clima
4	Actividad
5	Equipamiento
6	Supervisión
7	Trabajador

Fuente: (Botero Botero, Análisis de Rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de construcción, 2002)

1. Economía General.- este factor se refiere al estado económico de la nación o el área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados dentro de esta categoría son los siguientes:

- Tendencias y resultados de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- Situación del empleo

Si después de considerar los anteriores aspectos se concluye que la economía general es buena o excelente, la productividad tiende a rebajar, debido a que cuando los sectores están bien, se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad, supervisores competentes, teniendo que recurrir a personal inexperto. En el caso contrario, cuando la economía se encuentra en estados normales, la productividad tiende a mejorar, ya que bajo condiciones normales se dispone de

personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de las actividades.

La economía general en la que se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto este aspecto debe ser considerado cuidadosamente. Los factores que hacen parte de esta categoría y que deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:

- Disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (oficiales de construcción)
- Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
- Disponibilidad de insumos

2. Aspectos laborales.- existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto vial. La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes:

- **Tipo de contrato.-** el sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).

- **Sindicalismo.-** el contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.

- **Incentivos.-** la asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.

- **Salarios o pago por labores a destajo.-** la justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.

- **Ambiente de trabajo.-** las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño de la mano de obra.

- **Seguridad social.-** la tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.

- **Seguridad industrial.-** la implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

3. Clima.- los antecedentes del estado del tiempo en el área en la que se construye el proyecto de construcción de caminos deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra. Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

- **Estado del tiempo.-** condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.

- **Condiciones del suelo.-** las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.

4. Actividad.- las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los

medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra.

5. Disponibilidad de recursos.- la demanda de los recursos o los distintos grados de accesibilidad que se tenga en un determinado proyecto involucra directamente a la calidad y duración final de la etapa de construcción. Así pues la disponibilidad de recursos afecta a la mano de obra, materiales, maquinaria y herramientas.

6. Supervisión.- La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguientes:

6.1. Criterios de aceptación. El contar con criterios definidos de aceptación o rechazo de las diferentes actividades, facilita la labor de supervisión e influye positivamente en el rendimiento de la mano de obra.

6.2. Instrucción. Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.

6.3. Seguimiento. El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.

6.4. Supervisor. La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño del operario.

6.5. Gestión de calidad. El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos, crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.

7. Trabajador. Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría, son:

- 7.1. Situación personal.** La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- 7.2. Ritmo de trabajo.** El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
- 7.3. Habilidad.** Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- 7.4. Conocimientos.** El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.

2.2.5. Procedimientos para el cálculo de rendimientos

2.2.5.1. Descripción

La determinación de rendimientos en esta investigación de las observaciones directas en campo de los rubros ejecutados, teniendo así parámetros más reales del trabajo ejecutado bajo condiciones diferentes al resto de las obras.

A partir de la información tabulada y los datos en cuanto a volúmenes de obra ejecutados; se procede a calcular el rendimiento en el tiempo y volumen de obra establecidos en los datos.

Es así que este procedimiento para el cálculo de rendimientos, evidencia de una manera clara y metodológica obtener datos acorde a las condiciones en las que se desarrollan las obras.

Es necesario tener en cuenta la duración del ciclo para el procedimiento de tabulación de datos a partir de las grabaciones en campo. A continuación detallamos el proceso del ciclo en las actividades que se desarrollen en campo.

2.2.5.2. Duración del ciclo

Es el tiempo necesario que interviene una máquina en hacer el trabajo completo en un viaje de ida y vuelta.

En este tiempo de demora están incluidas todas las operaciones necesarias para realizar el trabajo correspondiente, por una vez, por ejemplo, en el caso de la mototraílla: excavación, carga, acarreo, descarga y retorno al lugar original. Entonces, el ciclo es el tiempo invertido por la máquina en realizar todas estas operaciones completas cada vez.

Durante la ejecución de una obra, es fácil averiguar este tiempo de ciclo mediante observaciones prácticas, de las cuales se obtendrá los promedios respectivos. Pero cuando aún no se inicia una obra es necesario determinar este ciclo basándose en la capacidad de la máquina, requerimientos de potencia, limitaciones de obra, entre otros, a fin de idear el plan más adecuado para la utilización del equipo.

El “Tiempo de ciclo” se compone de dos partes: tiempo fijo y tiempo variable.

- **Tiempo fijo:** Es el que invierte una máquina en todas las operaciones del ciclo, que no sean acarreo y retorno. Estos tiempos de carga, descarga y maniobras son casi iguales para un mismo material en cualquier operación, aun cuando la distancia de acarreo varía.
- **Tiempo variable:** Es el que se necesita para el acarreo (viaje de ida y regreso) y es variable dependiente de la distancia hasta la zona de desalojo y la velocidad de la máquina.

Es así como podemos considerar constante el tiempo fijo, asumiendo el mismo para todas las unidades iguales en trabajo, de esta manera, solo nos resta calcular el tiempo variable para cada caso.

Además, se tiene como referencia para apreciación de rendimientos los “tiempos fijos promedios dados por los fabricantes, obtenidos en condiciones óptimas de planeamiento y desarrollo”. Sin embargo, el mejor sistema es calcular en obra los tiempos fijos que servirán para nuevos trabajos.

En definitiva, el tiempo total de un ciclo determinara el número de ciclos o viajes completos por hora, y este número de operaciones completas por unidad de tiempo será el factor básico para el cálculo de la producción. Por consiguiente:

$$N^{\circ} \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60'}{\text{tiempo de ciclo}}$$

Para cualquier tipo de máquina habrá estos dos factores de producción que pueden ser estimados por varios sistemas, y en ellos radica en definitiva el cálculo del rendimiento de los equipos. Debido a esto, es necesario tenerlos en cuenta porque son valores variables de los cuales están dependiendo en forma directa los costos unitarios de producción de los rubros de trabajo.

De esta manera, podemos obtener los máximos rendimientos acortando los tiempos de ciclo, para lo cual habrá que preocuparse de los sistemas de trabajo en cada caso y de usar y mantener los mejores caminos de acarreo.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Por el propósito o la finalidad perseguida la investigación es aplicada; según la clase de medios utilizados para obtener los datos la investigación es de campo; entendiendo al nivel de conocimientos que se adquieren es descriptiva; dependiendo del campo de conocimientos en que se realiza la investigación es científica; conforme al tipo de razonamiento empleado, es empírico - racional; acorde con el método utilizado es inductiva, y conforme al número de investigadores que la realizan, es colectiva.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población que se tiene es finita, ya que se tiene conocimiento de la cantidad de elementos que la integran.

El marco muestral será el Asfaltado de la Av. La Lorena- Tercera Etapa desde la Av. Río Lelia hasta la Av. Del Cooperativismo; ubicada en el sector sur-este de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchillas con una longitud total de 2,2 km y un ancho de 7,00m en cada uno de sus dos carriles.

Tamaño de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra se aplicará la siguiente fórmula:

(Rodriguez Moguel, 2005, pág. 85)

$$n = \frac{PQ * N}{(N - 1) * \frac{E^2}{K^2} + PQ}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra.

PQ = Constante de la varianza se optó por tomar el tamaño muestral máximo,
PQ=0.25

N = Tamaño de la población

E = Error máximo admisible, a mayor error probable, menor tamaño de la muestra. Se tomó un error de 5%

K = Coeficiente de corrección del error.

$$n = \frac{0,25 * (2\ 115,30m)}{2\ 115,3 - 1 * \frac{0,05^2}{2^2} + 0,25}$$
$$n = 336,52m$$

3.3. HIPÓTESIS

Al obtener un correcto control de la mano de obra y maquinaria en proyectos de vías se podrá obtener un modelo para el análisis de su rendimiento, tomando en cuenta los distintos factores que intervienen en su cálculo.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente**
- Metodología, clima y mano de obra para la ejecución de un rubro

Tabla 3. 1: *Variable Independiente*

CONCEPTO	INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	FUENTE
La Mano de Obra es uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan a la productividad. El concepto también se utiliza para nombrar al costo de este trabajo (es decir, el precio que se le paga al trabajador por sus recursos).	El rendimiento óptimo de la mano de obra y la maquinaria en la ejecución de proyectos de vialidad	Rubros componentes del presupuesto del Proyecto de vías.	Hojas y fichas de campo	Normas Ecuatorianas de Construcción

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

- **Variable dependiente**
- Rendimiento en la ejecución de los trabajos

Tabla 3. 2: *Variable dependiente*

CONCEPTO	INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	FUENTE
<p>El rendimiento es un concepto asociado al trabajo realizado por las máquinas. Obtener un buen rendimiento supone obtener buenos y esperados resultados con poco trabajo. La producción o rendimiento de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora. Un proyecto de caminos y en consecuencia un análisis de precios unitarios conformantes se ven afectados al momento de no contar con un rendimiento óptimo, eficiente y eficaz de la mano de obra.</p>	<p>Evaluación del rendimiento de mano de obra en el proyecto que se encuentra ejecutándose.</p>	<p>Efectividad y eficiencia del análisis del rendimiento de la mano de obra.</p>	<p>Análisis en campo</p>	<p>Tesista</p>

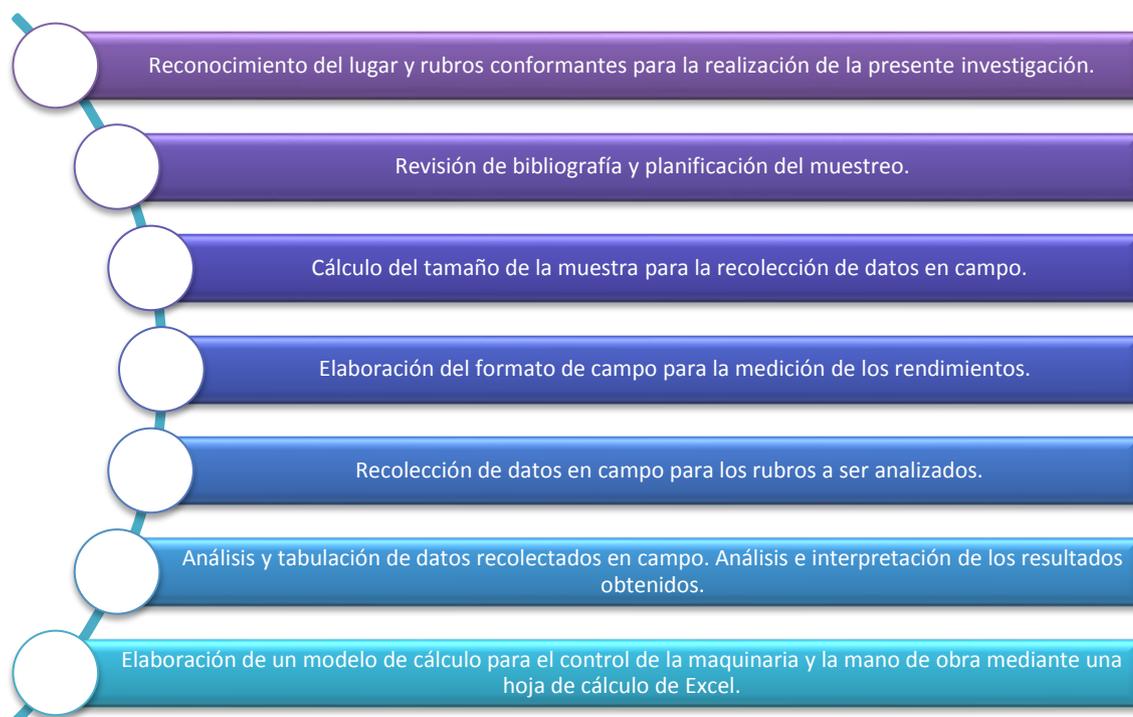
Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

3.5. PROCEDIMIENTO

Para la elaboración el presente proyecto se seguirá las siguientes fases:

- 3.5.1. Reconocimiento del lugar y rubros conformantes para la realización de la presente investigación.
- 3.5.2. Revisión de bibliografía y planificación del muestreo.
- 3.5.3. Cálculo del tamaño de la muestra para la recolección de datos en campo.
- 3.5.4. Elaboración del formato de campo para la medición de los rendimientos.
- 3.5.5. Recolección de datos en campo para los rubros a ser analizados.- Para lo cual se tomó información del desarrollo de los trabajos a diario, delimitando una muestra real mayor o igual a la muestra calculada.
- 3.5.6. Análisis y tabulación de datos recolectados en campo.- Durante esta etapa se clasificó, analizó y tabuló toda la información levantada en campo, con el fin de integrar y sistematizar la información mediante tablas, figuras porcentuales y diagramas de flujo.
- 3.5.7. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.
- 3.5.8. Elaboración de un modelo de cálculo para el control de la maquinaria y la mano de obra mediante una hoja de cálculo de Excel.

FIGURA 3. 1: *Procedimiento de la investigación*



Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

La presente investigación siguió los siguientes procesos para la consecución de los resultados:

3.6.1. Toma de datos

Con frecuencia este proceso es el mayor reto de todo el proceso de pronóstico y el más difícil de controlar, ya que las etapas siguientes se efectúan sobre los datos, sean o no relevantes para el problema en cuestión. Siempre que se hace necesario obtener datos pertinentes en una organización, abundan los problemas de recopilación y control de calidad.

Para el desarrollo de esta etapa se ha elaborado una tabla de Excel con las siguientes características:

OBRA: _____
 Rubro: _____ Unidad: _____
 Equipo empleado: _____ (A) Volumen total del rubro: _____

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCU ENTO	(J=H-I) NETA		

CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO) _____ RENDIMIENTO PESIMISTA (P) _____
 DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO) _____ RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q) _____
 RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO) _____ RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)

Obra: describe el nombre del proyecto.

Rubro: indica el nombre del rubro a analizar.

Equipo empleado: se anotará el equipo o maquinaria que se emplea para la ejecución de las actividades correspondientes al rubro.

Unidad: medida en la que se evaluará el avance de los trabajos correspondiente al rubro.

Volumen total del rubro (A): es la cantidad a ejecutar de un rubro para toda la obra

Fecha: se anotará el día en que se realiza la observación para la toma de datos.

CANTIDAD EJECUTADA

Corresponde a la medida de los volúmenes de obra ejecutados.

Abscisas: se especifica los puntos de inicio y fin de los trabajos en cada fecha de medición, para cada rubro.

Longitud (B): corresponde a la medida lineal de los trabajos a lo largo de la vía.

H prom (C): es la altura promedio (espesor).

Ancho (D): corresponde al ancho medido para cada rubro.

Total (E=B*C*D): es el resultado de multiplicar la longitud por la altura promedio y por el ancho.

PERSONAL

En esta columna se anotará la mano de obra requerida para la ejecución de las actividades.

Operador: en este ítem se registrará el número de personas que operan la maquinaria pesada para cada rubro.

Chofer: en este ítem se registrará el número de personas que manejan vehículos involucrados en la ejecución de los rubros.

Ayudante: es el número de personas que cooperan con el operador o con el chofer para la realización de actividades.

HORA

Se anota las horas de inicio y culminación de actividades correspondientes al rubro analizado.

Inicio (F)

Fin (G)

DURACIÓN MEDIDA

Bruta (H=G-F): es el tiempo total en el que se hace la toma de datos.

Descuento (I): Descuentos, es el tiempo en el cual se realiza una pausa en la realización de los trabajos.

Neta (J=H-I): es el tiempo real en el cual se realizaron los trabajos, y se obtiene de restar la duración bruta menos los descuentos.

Avance % (K=E/A*100): es el porcentaje de ejecución de la actividad durante el tiempo de la toma de datos.

Rendimiento (L=J/E): cantidad de obra realizada durante la toma de datos y está dada en horas/unidad de medida del rubro.

Cantidad promedio ejecutada (M): corresponde al promedio de la columna (E) que contiene las cantidades ejecutadas registradas en diferentes fechas.

Duración promedio proyectada (N): en este espacio se anotará el promedio de la columna (J) que contiene la duración neta registrada en diferentes fechas.

Rendimiento promedio real (O): equivale al promedio de la columna (L) que contiene el rendimiento calculado para cada día de observación

Rendimiento pesimista (P): es el mayor de los rendimientos registrados en la columna (L)

Rendimiento óptimo (Q): es el menor de los rendimientos registrados en la columna (L)

Rendimiento medio esperado ($R=(P+4*O+Q)/6$): con los tres rendimientos anteriormente obtenidos se deduce el Rendimiento Medio Esperado (R_e), el cual sirve de base a los cálculos posteriores y es el que analiza el grado de variabilidad de los datos y nivel de confianza del resultado final.

3.6.2. Clasificación de datos

La reducción de los datos frecuentemente es necesaria puesto que en el proceso de pronóstico se puede tener muchos o muy pocos datos. Algunos datos pueden ser no pertinentes al problema, por lo que reducirán la precisión del pronóstico. Otros datos pueden ser los adecuados pero solo en ciertos periodos históricos.

3.6.3. Elaboración del modelo de cálculo

La construcción de un modelo implica ajustar los datos reunidos en un modelo de pronóstico que sea el adecuado para minimizar el error del pronóstico. Entre más sencillo sea el modelo, será mejor para lograr la aceptación del mismo.

La conocida planilla de cálculo Excel nos ofrece una herramienta de complemento para realizar análisis estadístico de manera fácil y se caracteriza por ser una herramienta al alcance de todos los usuarios, no necesita de complementos.

Para el análisis del control de la maquinaria y mano de obra en obras viales se ha elaborado hojas electrónicas de Excel.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

Los proyectos viales son casi enteramente dependientes de la productividad de la maquinaria y los operadores; siempre que los trabajadores estén organizados y abastecidos apropiadamente con los materiales necesarios y herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos. Por lo tanto es esencial hacer estimaciones realistas de la productividad de la maquinaria y mano de obra con el fin de planificar y ejecutar una obra civil.

La investigación realizada busca la determinación de los rendimientos reales de la maquinaria y mano de obra necesaria para la ejecución de proyectos viales, mediante la observación de los procesos constructivos para la ejecución del asfaltado de la avenida La Lorena Tercera Etapa ubicada en la ciudad de Santo Domingo, considerando los rendimientos de maquinaria y mano de obra como uno de los componentes más significativos que aparece en las obras de ingeniería.

Con la investigación realizada se pudo determinar la cantidad media de trabajo que puede ser esperada basándose en la información obtenida a lo largo de la ejecución de la obra.

En el presente capítulo se presentaran los resultados de los rendimientos obtenidos en el asfaltado de la avenida La Lorena Tercera Etapa, en el cual se determina los rendimientos de cada uno de los rubros analizados de la estructura del pavimento, el análisis de precios unitarios con la aplicación de los rendimientos calculados referentes al presupuesto por unidad de rubro ejecutado, y el análisis de plazo de ejecución de la obra en base al cronograma planteado inicialmente y calculado con el rendimiento determinado en la investigación.

Tabla 4. 1.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada-Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS
Rubro: EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO **Unidad:** m³
Equipo empleado: 1 EXCAVADORA 128HP **(A) Volumen total del rubro:** 30408.19
 4 VOLQUETAS

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3	
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA			
02/09/2014	0+870 0+920 CI	50	1.60	7.50	600.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	3:00	7:00	1.97%	0.01167	
03/09/2014	0+920 0+970 CI	50	1.40	7.50	525.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:30	7:30	1.73%	0.01429	
04/09/2014	0+970 1+040 CI	70	1.20	7.50	630.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:00	8:00	2.07%	0.01270	
05/09/2014	1+040 1+090 CI	50	1.20	7.50	450.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	3:00	7:00	1.48%	0.01556	
05/09/2014	1+280 1+350 CI	70	1.20	7.50	630.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:00	8:00	2.07%	0.01270	
06/09/2014	1+090 1+150 CI	60	1.20	7.50	540.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:00	8:00	1.78%	0.01481	
06/09/2014	1+320 1+410 CI	60	1.30	7.50	585.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:30	7:30	1.92%	0.01282	
08/09/2014	1+150 1+210 CI	60	1.30	7.50	585.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:30	7:30	1.92%	0.01282	
09/09/2014	1+210 1+280 CI	70	1.30	7.50	682.50	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:30	7:30	2.24%	0.01099	
09/09/2014	1+410 1+480 CI	70	1.20	7.50	630.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:00	8:00	2.07%	0.01270	
10/09/2014	1+480 1+540 CI	60	1.20	7.50	540.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	3:00	7:00	1.78%	0.01296	
11/09/2014	1+540 1+600 CI	60	1.20	7.50	540.00	1	4	1	7:00	17:00	10:00	2:30	7:30	1.78%	0.01389	
CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)						578.12500			RENDIMIENTO PESIMISTA (P)						0.01556	
DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)						7.60716			RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)						0.01099	
RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)						0.01316			RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)						0.01320	

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 2.- Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación-Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 1

RUBRO: EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO

UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
				0.00
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP. COSTOxHORA	SUBTOTAL
EXCAVADORA DE ORUGA 128HP	1	0.0132	0.0132 45	0.59
VOLQUETAS 8 M3	4	0.0132	0.0528 20	1.06
				1.65
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO HORAS-HOMB COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	1	0.0132 0.0132 2.82	0.04
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.0132 0.0132 3.02	0.04
CHOFER CLASE E	C2	4	0.0132 0.0528 4.12	0.22
				0.29
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
				0.00
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				1.94

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 3.- Análisis de precios unitarios contractual-Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo
ITEM: 1
RUBRO: EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO
UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
				0.00	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP. COSTOxHORA	SUBTOTAL	
EXCAVADORA DE ORUGA 128HP	1	0.017	0.017	45	
VOLQUETAS 8 M3	4	0.017	0.068	20	
				2.13	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	1	0.017	0.017	2.82
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.017	0.017	3.02
CHOFER CLASE E	C2	4	0.017	0.068	4.12
					0.38
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
				0.00	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				2.50	

Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 4.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Conformación de la sub-rasante.

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS
Rubro: CONFORMACION DE SUB-RASANTE **Unidad:** m²
Equipo empleado: 1 MOTONIVELADORA 125HP **(A) Volumen total del rubro:** 29614.20
 1 RODILLO VIBRATORIO 8 TONELADAS
 1 CAMIÓN CISTERNA DE 10 000 LITROS

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3	
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA			
02/09/2014	0+870 0+920 CI	50	-	7.50	375.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	6:00	4:00	1.27%	0.01067	
03/09/2014	0+920 0+970 CI	50	-	7.50	375.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:30	4:30	1.27%	0.01200	
04/09/2014	0+970 1+040 CI	70	-	7.50	525.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.77%	0.00952	
05/09/2014	1+040 1+090 CI	50	-	7.50	375.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	6:00	4:00	1.27%	0.01067	
05/09/2014	1+280 1+350 CI	70	-	7.50	525.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.77%	0.00952	
06/09/2014	1+090 1+150 CI	60	-	7.50	450.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.52%	0.01111	
06/09/2014	1+320 1+410 CI	60	-	7.50	450.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:30	4:30	1.52%	0.01000	
08/09/2014	1+150 1+210CI	60	-	7.50	450.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:30	4:30	1.52%	0.01000	
09/09/2014	1+210 1+280 CI	70	-	7.50	525.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:30	4:30	1.77%	0.00857	
09/09/2014	1+410 1+480 CI	70	-	7.50	525.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.77%	0.00952	
10/09/2014	1+480 1+540 CI	60	-	7.50	450.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	6:00	4:00	1.52%	0.00889	
11/09/2014	1+540 1+600 CI	60	-	7.50	450.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:30	4:30	1.52%	0.01000	
CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)						456.25000			RENDIMIENTO PESIMISTA (P)						0.01200	
DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)						4.58061			RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)						0.00857	
RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)						0.01004			RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)						0.01012	

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 5.- Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación - Rubro: Conformación de la sub-rasante.

ITEM:	2					
RUBRO:	CONFORMACION DE SUB-RASANTE					
UNIDAD:	M3					
A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
AGUA	M3	0.01	0.5	0.005		
				0.01		
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL	
MOTONIVELADORA 125HP	1	0.0101	0.0101	35	0.35	
RODILLO VIBRATORIO 28 TONELADAS	1	0.0101	0.0101	30	0.30	
CAMIÓN CISTERNA DE 10 000 LITROS	1	0.0101	0.0101	16	0.16	
				0.82		
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.0101	0.0202	2.82	0.06
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.0101	0.0101	3.02	0.03
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.0101	0.0101	3.02	0.03
CHOFER CLASE D	C1	1	0.0101	0.0101	4.16	0.04
				0.16		
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
AGUA	M3	0.01	2.5	0.03		
				0.03		
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				1.01		

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 6.- Análisis de precios unitario contractual- Rubro: Conformación de la sub-rasante.

ITEM:	2					
RUBRO:	CONFORMACION DE SUB-RASANTE					
UNIDAD:	M3					
A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
AGUA	M3	0.01	0.5	0.005		
				0.01		
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL	
MOTONIVELADORA 125HP	1	0.006	0.006	35	0.21	
RODILLO VIBRATORIO 8 TONELADAS	1	0.006	0.006	30	0.18	
CAMIÓN CISTERNA DE 10 000 LITROS	1	0.006	0.006	16	0.10	
				0.49		
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.006	0.012	2.82	0.03
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.006	0.006	3.02	0.02
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.006	0.006	3.02	0.02
CHOFER CLASE D	C1	1	0.006	0.006	4.16	0.02
				0.10		
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
AGUA	M3	0.01	2.5	0.03		
				0.03		
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.61		

Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 7.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Relleno con Lastre.

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Rubro: RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)

Unidad: m³

Equipo empleado: 1 TRACTOR 165HP

(A) Volumen total del rubro: 14807.10

1 RODILLO VIBRATORIO 8TONELADAS

1 CAMION CISTERNA 10 000 LITROS

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA		
12/08/2014	0+880 0+970 CD	90	0.50	7.50	337.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	3:30	6:30	2.28%	0.01926
13/08/2014	1+100 1+160 CD	60	0.50	7.50	225.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	1.52%	0.02444
14/08/2014	1+160 1+220 CD	60	0.50	7.50	225.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:00	6:00	1.52%	0.02667
19/08/2014	0+390 0+490 CI	100	0.50	7.50	375.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	3:30	6:30	2.53%	0.01733
20/08/2014	0+490 0+570 CI	80	0.50	7.50	300.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:00	6:00	2.03%	0.02000
21/08/2014	0+570 0+660 CI	90	0.50	7.50	337.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	3:30	6:30	2.28%	0.01926
26/08/2014	0+660 0+750 CI	90	0.50	7.50	337.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	3:30	6:30	2.28%	0.01926
08/09/2014	0+750 0+840 CI	90	0.50	7.50	337.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:00	6:00	2.28%	0.01778
10/09/2014	0+840 0+920 CI	80	0.50	7.50	300.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:00	6:00	2.03%	0.02000
11/09/2014	0+920 0+990 CI	70	0.50	7.50	262.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	1.77%	0.02095
12/09/2014	0+990 1+070 CI	80	0.50	7.50	300.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:00	6:00	2.03%	0.02000
13/09/2014	1+070 1+150 CI	80	0.50	7.50	300.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:00	6:00	2.03%	0.02000

CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)

303.12500

RENDIMIENTO PESIMISTA (P)

0.02667

DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)

6.18760

RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)

0.01733

RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)

0.02041

RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)

0.02094

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 8.- Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación- Rubro: Relleno con Lastre.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 3

RUBRO: RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)

UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
LASTRE	M3	1.15	3.5	4.02	
AGUA	M3	0.03	0.5	0.02	
				4.04	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP. COSTOxHORA	SUBTOTAL	
TRACTOR 165HP	1	0.0209	0.0209	0.73	
RODILLO VIBRATORIO 8TON	1	0.0209	0.0209	0.63	
CAMION CISTERNA 10 000 LITROS	1	0.0209	0.0209	0.34	
HERRAMIENTA MENOR	1	0.0209	0.0209	0.01	
				1.70	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.0209	0.0419	0.12
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.0209	0.0209	0.06
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.0209	0.0209	0.06
CHOFER CLASE D	C1	1	0.0209	0.0209	0.09
				0.33	
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
LASTRE	M3	1.15	3	3.45	
AGUA	M3	0.03	2.5	0.08	
				3.53	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				9.60	

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 9.- Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Relleno con Lastre.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 3

RUBRO: RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)

UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
LASTRE	M3	1.15	3.5	4.02	
AGUA	M3	0.03	0.5	0.02	
				4.04	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP. COSTOxHORA	SUBTOTAL	
TRACTOR 165HP	1	0.01	0.01 35	0.35	
RODILLO VIBRATORIO 8TON	1	0.01	0.01 30	0.30	
CAMION CISTERNA 10 000 LITROS	1	0.01	0.01 16	0.16	
HERRAMIENTA MENOR	1	0.01	0.01 0.3	0.00	
				0.81	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.01	0.02 2.82	0.06
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.01	0.01 3.02	0.03
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.01	0.01 3.02	0.03
CHOFER CLASE D	C1	1	0.01	0.01 4.16	0.04
				0.16	
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
LASTRE	M3	1.15	3	3.45	
AGUA	M3	0.03	2.5	0.08	
				3.53	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				8.54	

Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 10.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Rubro: SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)

Unidad: m³

Equipo empleado: 1 MOTONIVELADORA 125 HP
1 RODILLO VIBRATORIO 8 TONELADAS
1 CAMION CISTERNA 10 000 LITROS

(A) Volumen total del rubro: 8884.26

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3	
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA			
11/08/2014	0+400 0+480 CD	80	0.30	7.50	180.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	2.03%	0.03056	
12/08/2014	0+480 0+550 CD	70	0.30	7.50	157.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.77%	0.03175	
13/08/2014	0+550 0+640 CD	90	0.30	7.50	202.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	2.28%	0.02716	
14/08/2014	0+640 0+710 CD	70	0.30	7.50	157.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.77%	0.03175	
15/08/2014	0+710 0+770 CD	60	0.30	7.50	135.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.52%	0.03704	
18/08/2014	0+770 0+840 CD	70	0.30	7.50	157.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	1.77%	0.03492	
21/08/2014	0+840 0+940 CD	100	0.30	7.50	225.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	2.53%	0.02444	
22/08/2014	0+940 1+030 CD	90	0.30	7.50	202.50	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	2.28%	0.02716	
23/08/2014	1+030 1+090 CD	60	0.30	7.50	135.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	5:00	5:00	1.52%	0.03704	
CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)						172.50000			RENDIMIENTO PESIMISTA (P)						0.03704	
DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)						5.40132			RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)						0.02444	
RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)						0.03131			RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)						0.03112	

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 11.- Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación -Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.

PROYECTO:	Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo					
ITEM:	4					
RUBRO:	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)					
UNIDAD:	M3					
A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
BUB-BASE CLASE 3	M3	1.2	3.5	4.20		
AGUA	M3	0.01	0.5	0.01		
				4.21		
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL	
MOTONIVELADORA 125 HP	1	0.0311	0.0311	35	1.09	
RODILLO VIBRATORIO 8 TON	1	0.0311	0.0311	30	0.93	
CAMIÓN CISTERNA 10 000 LITROS	1	0.0311	0.0311	16	0.50	
				2.52		
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.0311	0.0622	2.82	0.18
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.0311	0.0311	2.94	0.09
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.0311	0.0311	3.02	0.09
CHOFER CLASE D	C1	1	0.0311	0.0311	4.16	0.13
				0.49		
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
BUB-BASE CLASE 3	M3	1.2	3	3.60		
AGUA	M3	0.01	2.5	0.03		
				3.63		
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				10.85		

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 12.- Análisis de precios unitarios contractual-Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 4

RUBRO: SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)

UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
BUB-BASE CLASE 3	M3	1.2	3.5	4.20
AGUA	M3	0.01	0.5	0.01

4.21

B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL
MOTONIVELADORA 125 HP	1	0.016	0.016	35	0.56
RODILLO VIBRATORIO 8 TON	1	0.016	0.016	30	0.48
CAMIÓN CISTERNA 10 000 LITROS	1	0.016	0.016	16	0.26

1.30

C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.016	0.032	2.82	0.09
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.016	0.016	2.94	0.05
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.016	0.016	3.02	0.05
CHOFER CLASE D	C1	1	0.016	0.016	4.16	0.07

0.26

D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
BUB-BASE CLASE 3	M3	1.2	3	3.60
AGUA	M3	0.01	2.5	0.03

3.63

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	9.40
----------------------------------	-------------

Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 13.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a Máquina.

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Rubro: BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA

Unidad: m³

Equipo empleado:

1 MOTONIVELADORA 125 HP

(A) Volumen total del rubro: 5922.84

1 RODILLO VIBRATORIO 8 TONELADAS

1 CAMION CISTERNA 10 000 LITROS

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA		
09/10/2014	0+160 0+320 CD	160	0.20	7.00	224.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	3.78%	0.02455
10/10/2014	0+320 0+560 CD	240	0.20	7.00	336.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:45	5:15	5.67%	0.01563
13/10/2014	0+160 0+360 CI	200	0.20	7.00	280.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:45	5:15	4.73%	0.01875
14/10/2014	0+360 0+600 CI	240	0.20	7.00	336.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	5.67%	0.01637
15/10/2014	0+600 0+720 CI	120	0.20	7.00	168.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	2.84%	0.03274
16/10/2014	0+640 0+760 CD	120	0.20	7.00	168.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	2.84%	0.03274
12/11/2014	0+760 0+890 CD	130	0.20	7.00	182.00	2	1	2	7:00	17:00	10:00	4:30	5:30	3.07%	0.03022

CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)

242.00000

RENDIMIENTO PESIMISTA (P)

0.03274

DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)

5.91149

RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)

0.01563

RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)

0.02443

RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)

0.02435

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 14.-Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación- Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a Máquina.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 5

RUBRO: BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA

UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
BASE CLASE 3	M3	1.2	9.5	11.40
AGUA	M3	0.03	0.5	0.02

11.42

B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL
MOTONIVELADORA 125 HP	1	0.0243	0.0243	35	0.85
RODILLO VIBRATORIO 8 TON	1	0.0243	0.0243	30	0.73
CAMION CISTERNA 10 000 LITROS	1	0.0243	0.0243	16	0.39

1.97

C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.0243	0.0487	2.82	0.14
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	2	0.0243	0.0487	3.02	0.15
CHOFER CLASE D	C1	1	0.0243	0.0243	4.16	0.10

0.39

D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
BASE CLASE 3	M3	1.2	3	3.60
AGUA	M3	0.03	2.5	0.08

3.68

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	17.46
----------------------------------	--------------

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 15.- Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a Máquina.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 5

RUBRO: BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA

UNIDAD: M3

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
BASE CLASE 3	M3	1.2	9.5	11.40
AGUA	M3	0.03	0.5	0.02

11.42

B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL
MOTONIVELADORA 125 HP	1	0.016	0.016	35	0.56
RODILLO VIBRATORIO 8 TON	1	0.016	0.016	30	0.48
CAMION CISTERNA 10 000 LITROS	1	0.016	0.016	16	0.26

1.30

C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.016	0.032	2.82	0.09
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	2	0.016	0.032	3.02	0.10
CHOFER CLASE D	C1	1	0.016	0.016	4.16	0.07

0.26

D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL
BASE CLASE 3	M3	1.2	3	3.60
AGUA	M3	0.03	2.5	0.08

3.68

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	16.66
----------------------------------	--------------

Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 16.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Imprimación Asfáltica.

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS
Rubro: IMPRIMACION ASFALTICA **Unidad:** m²
Equipo empleado: 1 ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP **(A) Volumen total del rubro:** 29614.20
 1 DISTRIBUIDOR DE ASFALTO

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA		
20/11/2014	0+000 0+740 CD	740	-	7.00	5180.00	2	0	2	10:00	15:00	5:00	0:00	5:00	17.49%	0.00097
22/11/2014	0+740 1+560 CD	820	-	7.00	5740.00	2	0	2	10:00	15:30	5:30	0:00	5:30	19.38%	0.00096
09/12/2014	0+000 0+800 CI	800	-	7.00	5600.00	2	0	2	11:00	15:30	4:30	0:00	4:30	18.91%	0.00080
07/01/2015	0+800 1+550 CI	750	-	7.00	5250.00	2	0	2	11:00	15:30	4:30	0:00	4:30	17.73%	0.00086

CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)	5442.50000	RENDIMIENTO PESIMISTA (P)	0.00097
DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)	4.87669	RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)	0.00080
RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)	0.00090	RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)	0.00089

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 17.- Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación -Rubro: Imprimación Asfáltica.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 6

RUBRO: IMPRIMACION ASFALTICA

UNIDAD: M2

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
ASFALTO RC-250	KG	1.63	0.3903	0.64	
DIESEL	GLN	0.026	1.04	0.03	
				0.67	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP. COSTOxHORA	SUBTOTAL	
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	1	0.0009	0.0009	20	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1	0.0009	0.0009	45	
				0.06	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	1	0.0009	0.0009	2.82
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	2	0.0009	0.0018	3.02
PEON	E2	1	0.0009	0.0009	2.78
					0.01
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
ASFALTO RC-250	KG	1.63	0.02	0.03	
DIESEL	GLN	0.026	0.08	0.00	
				0.03	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.78	

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 18.- Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Imprimación Asfáltica.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 6

RUBRO: IMPRIMACION ASFALTICA

UNIDAD: M2

A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
ASFALTO RC-250	KG	1.63	0.3903	0.64	
DIESEL	GLN	0.026	1.04	0.03	
				0.67	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP. COSTOxHORA	SUBTOTAL	
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	1	0.0007	0.0007	20	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1	0.0007	0.0007	45	
				0.04	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB COSTOxHORA	SUBTOTAL
AYUDANTE DE MAQUINARIA	D2	1	0.0007	0.0007	2.82
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	2	0.0007	0.0014	3.02
PEON	E2	1	0.0007	0.0007	2.78
				0.01	
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
ASFALTO RC-250	KG	1.63	0.02	0.03	
DIESEL	GLN	0.026	0.08	0.00	
				0.03	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)				0.75	

Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 19.- Cálculo de rendimiento de acuerdo a la evaluación realizada -Rubro: Hormigón Asfáltico de 4" o 10,16cm (capa de rodadura).

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA UBICADA EN EL SECTOR SUR-ESTE DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

Rubro: HORMIGON ASFALTICO DE 4" o 10.16cm (CAPA DE RODADURA) **Unidad:** m²

Equipo empleado: 1 PLANTA DE ASFALTO **(A) Volumen total del rubro:** 29614.20

- 1 CARGADORA FRONTAL 170 HP
- 1 VOLQUETA 8 M3
- 1 TERMINADORA DE ASFALTO
- 1 RODILLO LISO TANDEM
- 1 RODILLO NEUMÁTICO
- HERRAMIENTA MENOR

FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCUEN TO	(J=H-I) NETA		
26/11/2014	0+000 0+740 CD	740	0.50	3.50	1295.00	5	6	7	7:00	16:30	9:30	2:00	7:30	4.37%	0.00579
27/11/2014	0+000 0+840 CD	840	0.50	3.50	1470.00	5	6	7	7:00	18:00	11:00	2:30	8:30	4.96%	0.00578
28/11/2014	0+740 1+560 CD	820	0.50	3.50	1435.00	5	6	7	7:00	17:30	10:30	2:30	8:00	4.85%	0.00557
01/12/2014	0+840 1+560 CD	830	0.50	3.50	1452.50	5	6	7	7:00	17:30	10:30	2:30	8:00	4.90%	0.00551

CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO)	1413.12500	RENDIMIENTO PESIMISTA (P)	0.00579
DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO)	8.00411	RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)	0.00551
RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO)	0.00566	RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)	0.00566

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 20.- Análisis de Precios Unitarios propuesto de acuerdo a la evaluación - Rubro: Hormigón Asfáltico de 4" o 10,16cm.

PROYECTO:	Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo					
ITEM:	7					
RUBRO:	HORMIGON ASFALTICO DE 4" O 10.16CM (CAPA DE RODADURA)					
UNIDAD:	M2					
A. MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
ASFALTO AP-3	KG	15.86	0.42	6.66		
MATERIAL TRITURADO 3/4"	M3	0.048	12.75	0.61		
MATERIAL TRITURADO 1"	M3	0.056	11.5	0.64		
ARENA GRUESA	M3	0.06	8	0.48		
DIESEL	GLN	1.08	1.04	1.12		
					9.52	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL	
PAVIMENTADORA DE ASFALTO	1	0.0057	0.0057	117.1	0.66	
CARGADORA FRONTAL 170HP	1	0.0057	0.0057	35	0.20	
VOLQUETA 8 M3	6	0.0057	0.0340	20	0.68	
TERMINADORA DE ASFALTO	1	0.0057	0.0057	100	0.57	
RODILLO LISO TANDEM	1	0.0057	0.0057	40	0.23	
RODILLO NEUMATICO	1	0.0057	0.0057	45	0.25	
HERRAJENTA MENOR	1	0.0057	0.0057	0.3	0.00	
					2.59	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	2	0.0057	0.0113	3.02	0.03
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	3	0.0057	0.0170	3.02	0.05
AYUANTE DE MAQUINARIA	D2	2	0.0057	0.0113	2.82	0.03
CHOFER CLASE D	C1	4	0.0057	0.0226	4.16	0.09
PEON	E2	4	0.0057	0.0226	2.78	0.06
MAESTRO TITULADO	C1	1	0.0057	0.0057	3.02	0.02
						0.29
D. TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL		
ASFALTO AP-3	KG	15.86	0.01	0.16		
MATERIAL TRITURADO 3/4"	M3	0.048	4	0.19		
MATERIAL TRITURADO 1"	M3	0.056	4	0.22		
ARENA GRUESA	M3	0.06	3	0.18		
DIESEL	GLN	1.08	0.08	0.09		
					0.84	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)					13.24	

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 21.- Análisis de precios unitarios contractual- Rubro: Hormigón Asfáltico de 4"o 10,16cm.

PROYECTO: Asfaltado de la Av. "La Lorena" tercera etapa se encuentra ubicada en el sector sur este de la ciudad de Santo Domingo

ITEM: 7

RUBRO: HORMIGON ASFALTICO DE 4" O 10.16CM (CAPA DE RODADURA)

UNIDAD: M2

A. MATERIALES		UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
ASFALTO AP-3		KG	15.86	0.42	6.66	
MATERIAL TRITURADO 3/4"		M3	0.048	12.75	0.61	
MATERIAL TRITURADO 1"		M3	0.056	11.5	0.64	
ARENA GRUESA		M3	0.06	8	0.48	
DIESEL		GLN	1.08	1.04	1.12	
					9.52	
B. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-EQUIP.	COSTOxHORA	SUBTOTAL	
PAVIMENTADORA DE ASFALTO	1	0.009	0.009	117.1	1.05	
CARGADORA FRONTAL 170HP	1	0.009	0.009	35	0.32	
VOLQUETA 8 M3	2.777778	0.009	0.025	20	0.50	
TERMINADORA DE ASFALTO	1	0.009	0.009	100	0.90	
RODILLO LISO TANDEM	1	0.009	0.009	40	0.36	
RODILLO NEUMATICO	1	0.009	0.009	45	0.41	
HERRAJENTA MENOR	1	0.009	0.009	0.3	0.00	
					3.54	
C. MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	RENDIMIENTO	HORAS-HOMB	COSTOxHORA	SUBTOTAL
OPERADOR EQUIPO PESADO	C1	1	0.009	0.009	3.02	0.03
OPERADOR EQUIPO PESADO	C2	1	0.009	0.009	3.02	0.03
AYUANTE DE MAQUINARIA	D2	1	0.009	0.009	2.82	0.03
CHOFER CLASE D	C1	6.444444	0.009	0.058	4.16	0.24
PEON	E2	1	0.009	0.009	2.78	0.03
MAESTRO TITULADO	C1	1	0.009	0.009	3.02	0.03
					0.37	
D. TRANSPORTE		UNID.	CANTIDAD	PRECIO. UNIT	SUBTOTAL	
ASFALTO AP-3		KG	15.86	0.01	0.16	
MATERIAL TRITURADO 3/4"		M3	0.048	4	0.19	
MATERIAL TRITURADO 1"		M3	0.056	4	0.22	
ARENA GRUESA		M3	0.06	3	0.18	
DIESEL		GLN	1.08	0.08	0.09	
					0.84	
COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)					14.27	

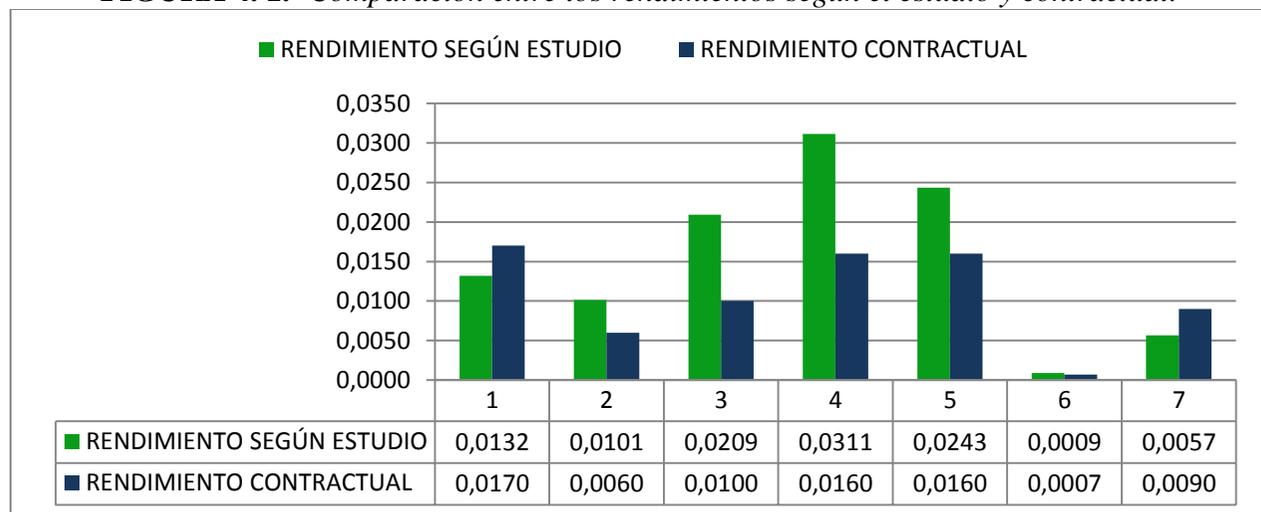
Fuente: Estos datos fueron proporcionados por la Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 22.- Comparación de los rendimientos del estudio y contractual.

ITEM	RUBRO	UNIDAD	RENDIMIENTO SEGÚN ESTUDIO	RENDIMIENTO CONTRACTUAL
1	EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	0.0132	0.0170
2	CONFORMACION DE SUB-RASANTE	M3	0.0101	0.0060
3	RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)	M3	0.0209	0.0100
4	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)	M3	0.0311	0.0160
5	BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA	M3	0.0243	0.0160
6	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	0.0009	0.0007
7	HORMIGON ASFALTICO DE 4" O 10.16CM (CAPA DE RODADURA)	M2	0.0057	0.0090

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

FIGURA 4. 1.- Comparación entre los rendimientos según el estudio y contractual.



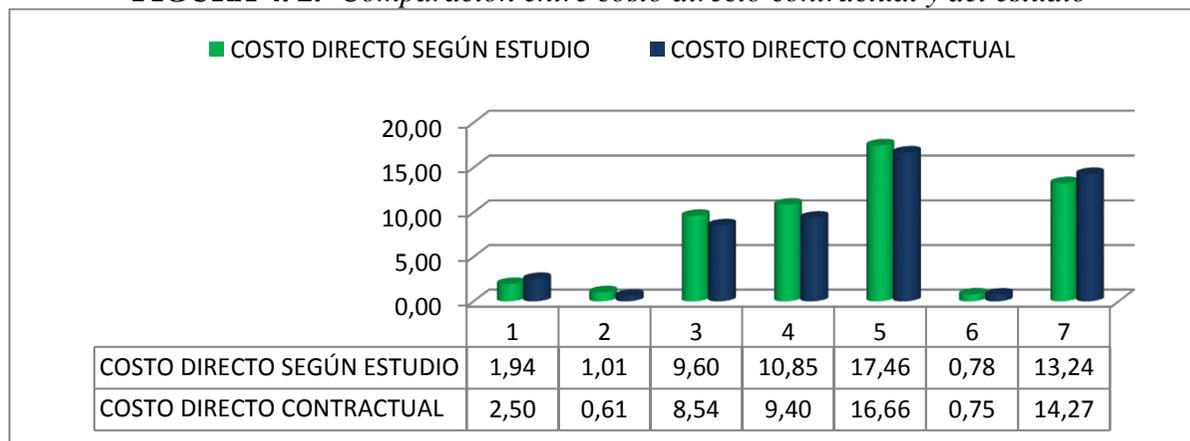
Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 23.- Comparación de costo directo

ITEM	RUBRO	UNIDAD	COSTO DIRECTO SEGÚN ESTUDIO	COSTO DIRECTO CONTRACTUAL	RELACION ENTRE COSTO DIRECTO CONTRACTUAL/COSTO ESTUDIO	DIFERENCIA ENTRE COSTO DIRECTO SEGÚN ESTUDIO Y COSTO DIRECTO CONTRACTUAL
1	EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	1.94	2.50	1.29	-0.56
2	CONFORMACION DE SUB-RASANTE	M3	1.01	0.61	0.60	0.40
3	RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)	M3	9.60	8.54	0.89	1.06
4	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)	M3	10.85	9.40	0.87	1.45
5	BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA	M3	17.46	16.66	0.95	0.80
6	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	0.78	0.75	0.97	0.02
7	HORMIGON ASFALTICO DE 4" O 10.16CM (CAPA DE RODADURA)	M2	13.24	14.27	1.08	-1.03

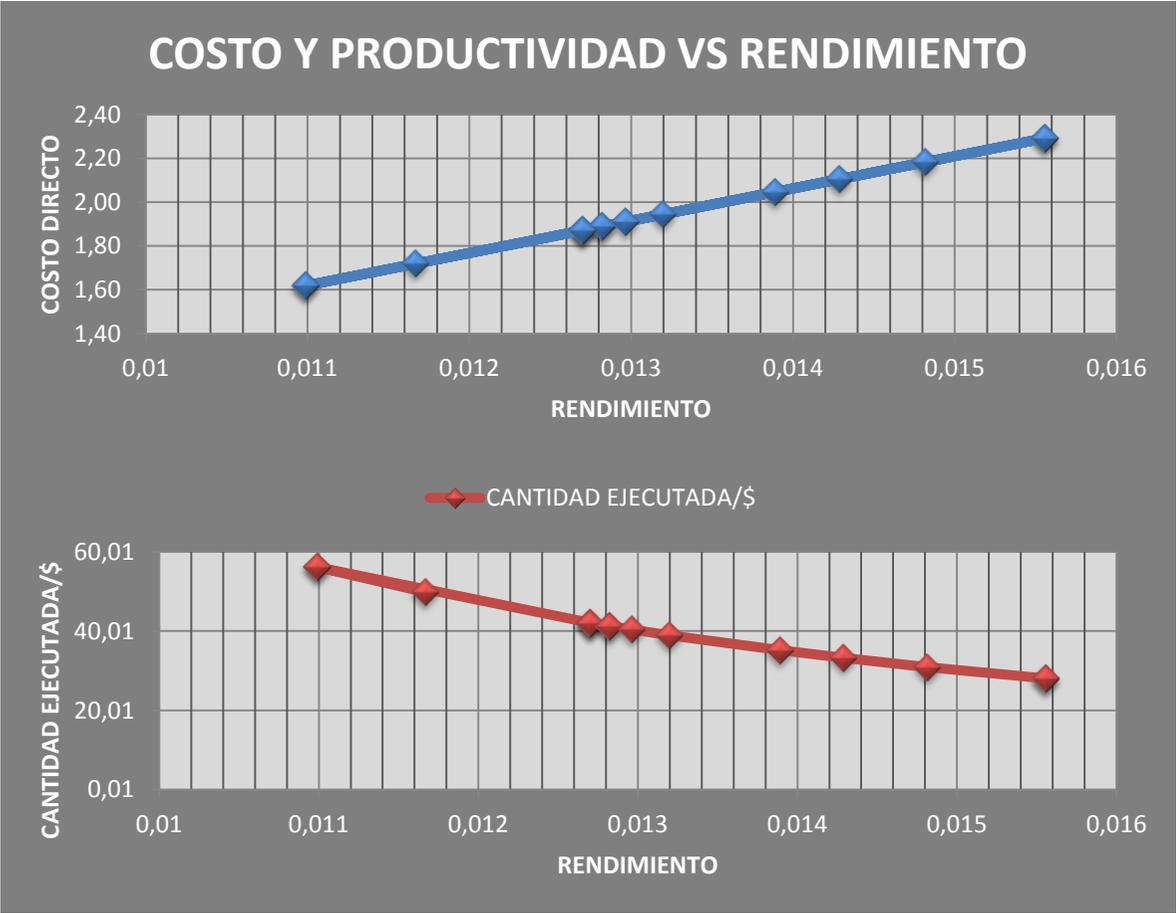
Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

FIGURA 4. 2.- Comparación entre costo directo contractual y del estudio



Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

FIGURA 4. 3.- Costo vs. Rendimiento y Cantidad ejecutada/costo vs. Rendimiento en el rubro Excavación sin clasificar inc. desalojo



Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román



Tabla 4. 24.- Variación en el costo directo final.

ITEM	RUBRO	UNIDAD	VOLUMEN A EJECUTARSE	COSTO DIRECTO FINAL SEGÚN ESTUDIO	COSTO DIRECTO FINAL CONTRACTUAL	VARIACIÓN EN EL COSTO DIRECTO FINAL
1	EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	30408.19	59115.97	76155.49	-17039.52
2	CONFORMACION DE SUB-RASANTE	M3	29614.20	29915.81	18095.46	11820.35
3	RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)	M3	14807.10	142137.59	126399.33	15738.26
4	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)	M3	8884.26	96394.22	83512.04	12882.18
5	BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA	M3	5922.84	103412.79	98674.51	4738.27
6	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	29614.20	22952.92	22294.40	658.52
7	HORMIGON ASFALTICO DE 4" O 10.16CM (CAPA DE RODADURA)	M2	29614.20	392137.17	422630.76	-30493.60
TOTAL				846066.47	847762.00	-1695.53

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 25.- Cronograma Inicial

RUBRO	U	CANTIDAD	C.D.	TOTAL	RENDIMI ENTO	TIEMPO EN DIAS									
						15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	30408.19	2.50	76155.49	0.017										
CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE	M2	29614.2	0.61	18095.46	0.006										
RELLENO CON LASTRE (MÁQUINA)	M3	14807.10	8.54	126399.33	0.01										
SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTACIÓN (MÁQUINA)	M3	8884.26	9.40	83512.04	0.016										
BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MÁQUINA	M3	5922.84	16.66	98674.51	0.016										
IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	29614.2	0.75	22294.40	0.0007										
HORMIGÓN ASFÁLTICO DE 4" O 10,16CM(CAPA DE RODAURA)	M2	29614.2	14.27	422630.76	0.009										

Fuente: Constructora Cevallos-Hidalgo S.A.

Tabla 4. 26.- Cronograma Calculado

RUBRO	U	CANTIDAD	C.D.	TOTAL	RENDIMI ENTO	DIAS	TIEMPO EN DIAS									
							15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	30408.19	1.94	59115.97	0.0132	51										
CONFORMACION DE SUB-RASANTE	M3	29614.20	1.01	29915.81	0.0101	38										
RELLENO CON LASTRE (MAQUINARIA)	M3	14807.10p	9.60	142137.59	0.0209	39										
SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)	M3	8884.26	10.85	96394.22	0.0311	35										
BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MAQUINA	M3	5922.84	17.46	103412.79	0.0243	19										
IMPRIMACION ASFALTICA	M2	29614.20	0.78	22952.92	0.0009	4										
HORMIGON ASFALTICO DE 4" O 10,16CM (CAPA DE RODADURA)	M2	29614.20	13.24	392137.17	0.0057	21										
						207										

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Tabla 4. 27.- Cronograma Real Ejecutado

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	C.D.	TOTAL	TIEMPO EN DIAS															
					15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	30408.19	2.50	76155.49	■	■	■	■	■	■										
CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE	M2	29614.2	0.61	18095.46	■	■	■	■	■											
RELLENO CON LASTRE (MÁQUINA)	M3	14807.10	8.54	126399.33	■	■	■	■	■	■	■									
SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTACIÓN (MÁQUINA)	M3	8884.26	9.40	83512.04		■	■	■	■	■	■	■	■							
BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO A MÁQUINA	M3	5922.84	16.66	98674.51							■	■	■	■	■					
IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	29614.2	0.75	22294.40										■	■	■	■	■		
HORMIGÓN ASFÁLTICO DE 4"O 10,16CM (CAPA DE RODAURA)	M2	29614.2	14.27	422630.76										■	■	■	■	■		

Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

Para evitar errores de apreciación en la cantidad verdaderamente ejecutada se observó el avance de las actividades tomando datos durante varios días, lo que nos demuestra que existen actividades contributivas y tiempos en los que por factores externos no se puede avanzar en los trabajos.

El rendimiento en obra no depende solamente de la capacidad de la maquinaria empleada, sino que, la gerencia del proyecto debe buscar la reducción de factores que retrasen los procesos como la provisión de materiales; otro factor que produjo retraso fue el clima desfavorable.

Luego de haber realizado el cálculo de rendimientos, se puede observar que los rendimientos planteados por la constructora en sus precios unitarios resultan ser mejores que los rendimientos en obra, (excepto para los rubro de Excavación sin clasificar inc. desalojo y Hormigón Asfáltico de 4" o 10,16cm) lo que hace que su propuesta sea más competitiva en cuanto a costo, pero sub-dimensiona el costo real para estos rubros.

Dado que existe una relación directa entre el rendimiento y el costo de un rubro, el precio final de la mayoría de los rubros fue mayor al costo presupuestado, sin embargo, dado que en los rubros de Excavación sin clasificar inc. desalojo y Hormigón Asfáltico de 4" o 10,16cm el rendimiento fue bajo y el costo disminuyó, se pudo superar las pérdidas de los rubros sub-dimensionados en costo. Se puede deducir que un rendimiento bajo nos disminuye el costo y aumenta la productividad puesto que se consigue un mayor aprovechamiento de los recursos.

En la presente investigación se observó claramente que el cronograma planteado para la ejecución de los trabajos no coincide con el tiempo calculado para la realización de las actividades, esto puede justificarse porque la constructora planteó un margen de seguridad para la ejecución de los trabajos previendo factores que puedan retrasar la obra, además, la constructora propuso la realización de actividades simultáneas para diferentes rubros con el fin de cumplir con los plazos establecidos y habilitar el tráfico vehicular.

Dado que no se obtuvo el rendimiento esperado de la cuadrilla en los diferentes rubros, el tiempo requerido para la realización de los trabajos aumentó, lo que implicó la necesidad de ampliar el plazo de la obra en 45 días, los mismos que se justificaron por un litigio para la expropiación de un terreno cuyo cerramiento no cumplía con la línea de fábrica. Además dicho litigio fue uno de los factores que produjo ciertos retrasos en la obra.

Existe una relación directa entre el rendimiento en obra y los costos de construcción; si se obtiene un rendimiento bajo el costo también será bajo. Dado que el rendimiento relaciona el tiempo empleado y el volumen ejecutado para un rubro, se obtendrá un mejor rendimiento si se emplea menos tiempo para un volumen de obra o si se ejecuta una mayor cantidad del rubro para un tiempo establecido.

5.1. Rubro: Excavación sin clasificar inc. desalojo.

En obra se obtuvo un mejor rendimiento para este rubro, lo que reduce su costo y el tiempo requerido para su ejecución, esto nos muestra que en la etapa de planeación se sobredimensionó el costo, y hace que se pague un precio mayor para esta actividad. La mejora en la productividad pudo ser motivada dado que se tuvieron dos frentes de trabajo y el desalojo del material se lo realizó en un lugar cercano a la obra.

5.2. Rubro: Conformación de la sub-rasante.

Para este rubro no se obtuvo el avance previsto, lo que nos muestra que la constructora asumió el costo del retraso en los trabajos. En el proceso constructivo, la conformación de la sub-rasante se realizaba luego de la excavación, y era frecuente observar que el avance en este rubro estaba limitado porque se debía esperar que se termine con la excavación un cierto tramo para poder empezar a compactar la sub-rasante de tal manera que esta capa quede lista para los ensayos de densidad sabiendo que debe sobrepasar una compactación del 90% respecto a la densidad de laboratorio.

5.3. Rubro: Relleno con Lastre.

La productividad de la maquinaria para este rubro no fue la esperada, la provisión del material para el relleno constituyó un limitante para el avance de la obra, solo se contaba con un proveedor de material, existían lapsos de tiempo en los que la maquinaria debía esperar a que llegaran las volquetas para poder continuar con los trabajos. Cabe indicar que el tiempo de ciclo de las volquetas oscilaba entre 01h00 y 01h20 y con cada volqueta de 12 m³ se conseguía un avance lineal de 3.20 m por carril.

Para disminuir los retrasos originados por la provisión del material se debió aumentar el número de volquetas y coordinar con los proveedores un abastecimiento apropiado.

Luego de realizar el tendido del material se procedía a compactar el relleno de tal manera que esta capa quede lista para los ensayos de densidad sabiendo que debe sobrepasar una compactación del 95% respecto a la densidad de laboratorio.

5.4. Rubro: Sub-Base Clase 3 Tendido y Compactado.

Se puede observar que para este rubro no se consiguió el avance esperado, y que la provisión del material también constituyó una limitante para la ejecución de los trabajos. Cada volqueta de 12 m³ nos daba un avance lineal de 5.33 m por carril.

Una vez tendido el material de Sub-Base Clase 3 se compactaba con el fin de obtener por lo menos el 95% de la densidad de laboratorio, en caso de no ser así se debía volver a compactar. Por lo descrito anteriormente, el costo de este rubro y el tiempo requerido para su ejecución aumentaron, esto nos muestra que en la etapa de planeación se sub-dimensionó el costo, y el contratista debía asumir la diferencia entre el costo planificado y el costo real del rubro. Para conseguir el rendimiento planificado se debió aumentar el número de volquetas y solicitar a los proveedores un mayor abastecimiento del material.

5.5. Rubro: Base Clase 3 Tendido y Compactado a máquina.

En este rubro no se obtuvo el rendimiento esperado, el clima jugó un papel muy importante en el avance de los trabajos, el exceso de humedad en el material provocó un esponjamiento del mismo por lo que no se podía obtener la densidad esperada (mayor al 95% de la densidad de laboratorio), para esto se debía esperar a que la humedad en el material disminuya o colocar un nuevo material, lo que retrasaba el avance de la obra generando un aumento en costo y tiempo que debía ser asumido por el contratista.

Debido a los factores climáticos (lluvia) y al tráfico vehicular en algunos tramos de la vía fue necesario escarificar y volver a conformar esta capa. Con el fin de evitar estos inconvenientes, los proyectos viales deben ser construidos en verano

5.6. Rubro: Imprimación asfáltica.

No se observa una diferencia significativa entre el rendimiento esperado y el rendimiento real para este rubro. Sin embargo el rendimiento propuesto es mejor y

hace que el costo propuesto sea más bajo que el costo real. La ejecución de este rubro fue afectada por la lluvia, provocando la remoción del material ligante colocado, por lo que se debía volver a realizar la Imprimación asfáltica en las áreas afectadas. No se debe imprimir cuando llueve, y en caso de ser necesario se debe colocar una capa de arena sobre el material bituminoso.

5.7. Rubro: Hormigón Asfáltico de 4” (10,16cm).

Existe una variación significativa entre los rendimientos planteado y real. En obra se obtuvo un mejor rendimiento para este rubro, lo que reduce su costo y el tiempo requerido para su ejecución, esto nos muestra que en la etapa de planeación se sobredimensionó el costo, y hace que se pague un precio mayor para esta actividad. La mejora en los rendimientos pudo ser motivada dado que la compañía constructora planeaba contratar una planta para la elaboración del asfalto, y lo que hizo fue invertir en la compra de una planta para la preparación del asfalto y maquinaria nueva para el tendido del material, lo que la hace más competitiva y mejora su productividad.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Al analizar los rendimientos en obra se observa diferencias generadas por las costumbres sociales, culturales, ambientales y tecnológicas que generan variaciones en tiempo y costo. Los constructores bajan los rendimientos para hacer competitivos sin considerar los mínimos operativos.

- El costo de un rubro tiene una relación de dependencia directa con el rendimiento de la maquinaria y la mano de obra; mientras más bajo sea el rendimiento menor será el costo. El rendimiento es directamente proporcional al tiempo empleado e inversamente proporcional a la cantidad ejecutada.

- Al comparar los costos contractual y calculado se puede deducir que los rendimientos planteados por la constructora en sus precios unitarios resultan ser mejores que los rendimientos en obra, (excepto para los rubros de Excavación sin clasificar inc. desalojo y Hormigón Asfáltico de 4” o 10,16cm) lo que hace que su propuesta sea más competitiva en cuanto a costo, pero sub-dimensiona el costo real para estos rubros. Como resultado de la variación de los precios finales contractual y del estudio se obtuvo un menor costo que el planificado.

- El contratista de la obra al realizar su propuesta se basa en la experiencia para proponer sus precios unitarios, y de esta manera identifica cuales son los rubros en los que puede bajar los rendimientos y recuperarse en otros. En el caso

de esta obra, al ganar en los rubros de Excavación sin clasificar inc. desalojo y Hormigón asfáltico de 4” o 10,16cm se recupera de las pérdidas generadas por otros.

- Existe una variación entre el tiempo planteado para la ejecución de la obra y el tiempo requerido, dado que no se cumple con los rendimientos propuestos. La provisión del material y el clima desfavorable son factores que influyeron significativamente, dado que generaban tiempos muertos en obra, dando lugar al retraso en los trabajos e incrementando el tiempo necesario.

- El diseñar la aplicación de un modelo de control de la maquinaria y mano de obra antes de la realización de las actividades puede hacer que se reduzcan los tiempos muertos en obra y mejorar la eficiencia en la productividad lo que nos llevaría a disminuir los costos y tiempos.

6.2. RECOMENDACIONES

- Con el fin de mejorar los rendimientos en obra se pueden realizar actividades como motivar al personal mediante charlas para fomentar la cooperación en la realización de su trabajo, también para prevenir riesgos laborales y que realicen los trabajos con responsabilidad y esmero.

- Al realizar una oferta no se debe emplear rendimientos más bajos que los verdaderamente operativos, puesto que se incurre en errores y pérdidas que deberán ser asumidas por el contratista.

- Para reducir los tiempos muertos de la maquinaria, la gerencia del proyecto deberá buscar alternativas para contrarrestar los factores desfavorables, como buscar más proveedores cuando no se suministra la cantidad necesaria del material empleado en la ejecución de los rubros; otra posible solución es aumentar las cuadrillas e trabajo para mejorar el rendimiento. También se debe tomar en cuenta que la lluvia afectara de manera considerable a una obra civil, y en especial las obras viales, puesto que se realizan a la intemperie, por lo que se dificulta su construcción en épocas invernales y son obstáculos que se pueden superar pero generan retrasos y pérdidas económicas. Siempre es preferible trabajar en verano.

- Se debe mejorar el control de obra con el fin de tener un conocimiento de la misma y poder reducir los tiempos muertos, para esto como aplicación del trabajo investigativo se propone un modelo de lista de cotejo para el control de la maquinaria y mano de obra en proyectos viales para los rubros analizados.

CAPÍTULO VII

7. PROPUESTA

7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

Modelo de lista de cotejo para la reducción de tiempos muertos en proyectos viales.

7.2. INTRODUCCIÓN

El análisis de rendimientos y diseño de un modelo de lista de cotejo para el control de la maquinaria y mano de obra pretende ser una herramienta compatible con cualquier proyecto que relacione costo vs. recurso humano y maquinaria.

Para esto que se hace necesario identificar cada proyecto tomando en cuenta sus particularidades; utilizando herramientas que permita identificar todas las variables presentes y una vez conocidas sacar provecho de ellas.

La importancia de contar con una herramienta como ésta radica en el hecho de que al convertirse la industria de la construcción en una actividad sumamente dinámica y en la que se maneja mucho dinero; requiere utilizar todas aquellas técnicas que le faciliten mantenerse en el mercado e invariablemente desarrollarse. La empresa constructora, el constructor que logre optimizar sus recursos se encontrará en una posición de ventaja con respecto a sus competidores.

Con el fin de la mejora continua en los procesos constructivos se debe tener un control de obra que permita tener un conocimiento de la misma para identificar las causas que producen retrasos en las actividades y proponer alternativas para poder reducir los tiempos muertos y mejorar la productividad, para esto se propone como aplicación del trabajo investigativo un modelo de lista de cotejo para el control de la maquinaria y mano de obra en proyectos viales para los rubros analizados durante la investigación realizada.

7.3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

7.3.1. General

- Diseñar una herramienta para el control de la maquinaria y mano de obra previa, reduciendo los tiempos improductivos a la ejecución de actividades que se tiene para el desarrollo de un Proyecto de Vías.

7.3.2. Específicos

- Reducir los tiempos muertos por problemas mecánicos mediante la aprobación por parte del personal responsable para optimizar los recursos en obra.
- Reducir los tiempos muertos identificando los factores generados por la mano de obra para que los rubros sean ejecutados de la manera técnica adecuada.
- Evitar el retraso en las actividades por no contar con el material y las aprobaciones necesarias para la ejecución de los distintos rubros mediante reportes.
- Formular una lista de cotejo que involucre todos los factores que generan tiempos muertos para identificarlos y reducirlos.

7.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TEÓRICA

7.4.1. Productividad

La productividad es una relación entre la cantidad producida y los recursos empleados. Sin embargo, la productividad no se puede concebir sin que exista un alto estándar de calidad, es decir la productividad involucra eficiencia y efectividad (Serpell Bley, 2002).

El objetivo de cualquier proceso productivo es lograr una alta productividad, lo que se consigue mediante la obtención de alta eficiencia y efectividad, como puede verse en la siguiente figura:

FIGURA 6. 1.- *Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad*

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS		
Pobre	Alta	
EFFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFFECTIVO Y EFICIENTE <u>ÁREA DE ALTA</u> <u>PRODUCTIVIDAD</u>	Alto
INEFFECTIVO E INEFICIENTE	EFICIENTE PERO INEFFECTIVO	Bajo

OBTENCIÓN DE LAS METAS

Fuente: (Botero Botero & Álvarez Villa, 2004)

Un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados, los principales son los siguientes:

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinarias, herramientas y equipos
- Información

Se puede hablar entonces de diferentes clases de productividad en la construcción, de acuerdo con los recursos considerados:

- **Productividad de los materiales**, por su costo es importante evitar los desperdicios.
- **Productividad de la mano de obra**, factor fundamental ya que normalmente es el recurso que fija el ritmo de trabajo de la construcción, del cual depende la productividad de otros recursos.
- **Productividad de la maquinaria**, muy importante por el alto costo que representa, por lo tanto es necesario racionalizar su uso en los proyectos, evitando tiempos muertos.

En la construcción existen diferentes clases de productividad de acuerdo con el tipo de recurso utilizado, así:

- ✓ Productividad de los materiales.
- ✓ Productividad de la mano de obra.
- ✓ Productividad de la maquinaria y/o equipos.

Los cuales al interactuar representan la productividad de la construcción. En la construcción se han detectado diferentes factores que afectan la productividad, los cuales generalmente recaen sobre la falta de información o incomprensión de lo que el cliente realmente está esperando, la coordinación entre los diseñadores, contratistas y contratante, la planeación y el control de la planeación. La productividad tiende a aumentar cuando los procesos son repetitivos y el tiempo empleado para la realización de los mismos disminuye, lo anterior se debe al fenómeno del aprendizaje y generación de conocimiento.

Existe gran cantidad de factores que afectan de diferentes formas la productividad en los proyectos de construcción. El profesional encargado de la administración

de la obra, debe conocer cuáles de ellos son positivos y cuales negativos, para actuar sobre los últimos y disminuir o eliminar su efecto.

(Attar, Gupta, & Desai, 2012) en su publicación “A Study of Various Factors Affecting Labour Productivity and Methods to Improve It” resumen los principales factores que afectan la productividad en la construcción y son los siguientes:

Para la pequeña y mediana empresa:

- 1) La falta de material
- 2) Huelga laboral
- 3) El retraso en la llegada de los materiales
- 4) Las dificultades financieras de los propietarios
- 5) Falta instrucciones claras para Obrero y de alta ausentismo en el trabajo de labores
- 6) El mal tiempo (por ejemplo, lluvia, calor, etc.)
- 7) Mano de obra indisciplinada y el uso de alcohol y drogas
- 8) Falta de mecanismos de supervisión, cambios de diseño, reparación y repetición de trabajo y mala gestión de recursos
- 9) Ausencia de supervisores y localización lejana del almacenamiento de material
- 10) Mal liderazgo

Para las grandes empresas

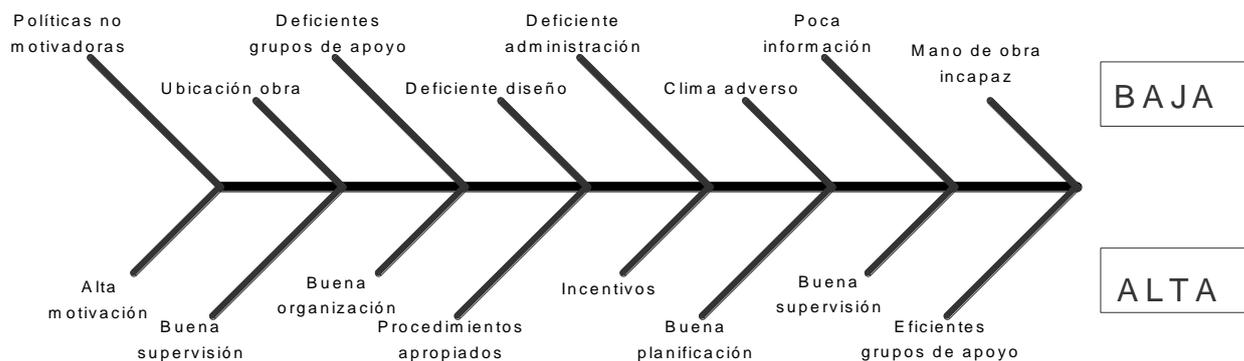
- 1) Falta de instrucciones claras para el Obrero
- 2) Retraso en la llegada de los materiales
- 3) La falta de material y de las dificultades financieras de los propietarios
- 4) No existe un cronograma definido
- 5) Bajo capacidad de los supervisores/ incompetencia
- 6) Ningún método de supervisión, la falta de equipo y alto ausentismo a los trabajos

- 7) Ausencia de supervisión, daño frecuente de equipos y huelgas laborales
- 8) Cambios de diseño
- 9) Dibujo incompleto y retraso en la inspección
- 10) Pobres comunicación en obra y diseño inexacto

Factores que afectan en general a todos

Falta de material, retraso en la llegada de los materiales, falta de instrucciones claras para peón, huelgas laborales, dificultades financieras el propietario, alto ausentismo para los trabajos, ningún método de supervisión, ausencia de supervisores, falta de equipo y cambios de diseño, no hay un horario definido, mala gestión, el tiempo improductivo (retardo interno, pausas extra, esperas y descansos), falta de habilidad, retraso en las inspecciones, falta de herramientas y equipos, instrucciones escasas, baja calidad de la mano de obra, factores de Supervisión, el factor materia prima, factores del plan de ejecución, factores de salud y seguridad, la escasez de trabajo, factores del tiempo de trabajo, los accidentes, los factores de organización, capacitación inadecuada, mal clima, uso de alcohol y drogas en el trabajo.

FIGURA 6. 2.- Factores que inciden sobre la productividad



Fuente: (Botero Botero & Álvarez Villa, 2004)

Algunas directrices para mejorar la productividad en la mano de obra, recomendadas por (Attar, Gupta, & Desai, 2012) son las siguientes:

- 1) Entrenar correctamente a los trabajadores
- 2) La motivación a los trabajadores hacia la finalización del proyecto
- 3) La adquisición y gestión adecuada y por adelantado de material
- 4) Pagar a tiempo a los trabajadores
- 5) Flujo sistemático de trabajo
- 6) Supervisión adecuada, con claridad y a tiempo
- 7) Aumentar la planificación en obra
- 8) Mantener la disciplina del trabajo
- 9) Dar facilidades para los trabajadores
- 10) Liquidación de documentos legales antes de comenzar el trabajo
- 11) La planificación sistemática de fondos por adelantado
- 12) Planes para evitar paradas en el trabajo
- 13) Uso óptimo de las máquinas y la automatización del sistema
- 14) Planificación avanzada de equipos

Existen muchas causas que producen tiempos improductivos en las obras de construcción, las que a su vez generan ineficiencias en la administración de los recursos involucrados y en la dirección general de las obras. Lo anterior se traduce

en un aumento de los costos en la ejecución del proyecto, por efecto del mal uso de los recursos.

7.4.2. Trabajo Productivo (TP)

Se define como aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción.

7.4.3. Trabajo Contributivo (TC)

Se define como aquel trabajo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo en términos de apoyo a la producción.

7.4.4. Trabajo No Contributivo (TNC)

Se define como todas aquellas actividades realizadas que no son consideradas en las dos categorías anteriores.

El Trabajo No Contributivo se define como el porcentaje de la jornada de trabajo que comprende los tiempos improductivos generados en una obra (Santana V., 1989) Ejemplos de acciones que conforman esta categoría son:

- Caminando con las manos vacías
- Conversando sin hacer nada
- Detenido
- Descansando
- Durmiendo
- Escuchando radio sin hacer nada
- Esperando sin hacer nada
- Esperando ser pagado
- Comprando
- Comiendo y bebiendo en zona de trabajo
- Fumando
- Mojándose la cara y las manos
- Traslado de botellas de bebida, agua y alimentos

7.4.5. Componentes del Trabajo No Contributivo

De acuerdo a la literatura internacional, y a la experiencia y observación en obra, (Santana V., 1989), distingue cuatro tipos de inactividades que componen la categoría de trabajo NO CONTRIBUTIVO, las que se describen en las secciones que siguen a continuación.

7.4.5.1. Inactividad por "Necesidades Fisiológicas"

Son todas aquellas acciones que realiza un ser humano para satisfacer sus necesidades biológicas, físicas y naturales, como por ejemplo:

- Beber agua
- Descansar después de haber realizado un esfuerzo físico
- Buscar sombra por un pequeño tiempo
- Ir al baño
- Refrescar la cara y manos Aseo personal

7.4.5.2. Inactividad por "Ineficiencia de la Administración"

En esta categoría se incluyen todos los tiempos muertos ocurridos en las cuadrillas, debido a una deficiente planificación y coordinación de las actividades. Es justamente esta porción la que está conformada por todas las demoras y esperas que se registran en las Encuestas de Detención de Capataces. Ejemplos de actividades en esta categoría son:

- Esperando por materiales internos
- Esperando por materiales externos
- Esperando por herramientas no disponibles Esperando por equipos
- Modificaciones/rehacer trabajo
- Traslado a otras áreas de trabajo
- Esperando instrucciones
- Mucha gente en la zona de trabajo
- Esperando por grúa

- Restricciones tecnológicas
- Falta de capacitación

7.4.5.3. Inactividad por "Fuerza Mayor y Otras Causas"

Está conformada por todas las causas que producen inactividad en la mano de obra debido a fuerza mayor, es decir, aquellos hechos no controlables por la administración, y eventualidades como:

- Pérdidas por corte de energía eléctrica
- Eventualidad climática (nieve, frío, calor extremo, lluvia)
- Accidentes
- Paros
- Huelgas
- Pérdidas por día de pago

7.4.5.4. Inactividad por "Tiempo Ocioso"

Este tiempo está conformado por la inactividad de la mano de obra debido a las siguientes causas:

- Flojera.
- "Sacar la vuelta"
- Desmotivación.
- Descontento.
- Estado de ánimo.
- Hora y día de la semana.

7.4.6. Control sobre las componentes del trabajo No Contributivo.

Para (Santana V., 1989) cada una de las componentes del Trabajo No Contributivo antes mencionadas, existen agentes que pueden actuar sobre ellas para disminuir y controlar las ineficiencias producidas. A continuación se mencionan los agentes que tienen algún control en las diferentes componentes.

7.4.6.1. Necesidades fisiológicas

Como todas estas actividades son inherentes al individuo, para poder disminuir los tiempos inactivos debidos a esta causa, el control lo ejerce la misma persona sobre su cuerpo y necesidades básicas. Frente a esta realidad, la Administración puede intervenir en la optimización de esta componente, al aportar elementos apropiados que facilitan aquellas acciones básicas de los obreros, como por ejemplo:

- Instalación de baños químicos repartidos por la obra
- Instalación de guardarropa
- Instalación de comedores
- Instalación de agua potable
- Instalación de elementos auxiliares para eventualidades climáticas
- Establecimiento de períodos fijos de tiempo para estas actividades

7.4.6.2. Ineficiencia de la Administración

En este componente, la Administración tiene una participación fundamental para poder disminuir al máximo posible, las ineficiencias debidas a las pérdidas y demoras que se producen debido a problemas de organización y planificación de las diferentes faenas. A continuación, en la Tabla 6.1, se presentan ejemplos de posibles acciones a realizar para hacer más eficiente el trabajo de las cuadrillas.

Tabla 6. 1.- Ejemplos de acciones que pueden mejorar las ineficiencias de la administración

CATEGORIAS	ACCIONES PARA DISMINUIR Y ELIMINAR PERDIDAS
Esperas por materiales internos	<ul style="list-style-type: none">•Formación de un equipo de aprovisionamiento, que trabaja con horario desfasado•Ubicar bodegas auxiliares/móviles
Modificaciones o Rehacer trabajos	<ul style="list-style-type: none">•Mejorar los métodos de supervisión de la obra•Mejorar las comunicaciones internas, para que las modificaciones al proyecto se introduzcan antes de su ejecución.•Tener un mínimo de capataces tal que cada uno de ellos tenga no más de 10 obreros bajo su mando.

	<ul style="list-style-type: none"> •Incluir experiencia constructiva en la etapa de diseño
Esperando Instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> •Tener una buena programación a nivel de cada cuadrilla •Mejorar el sistema de comunicación formal
Esperas por materiales externos	<ul style="list-style-type: none"> •Cumplir programa de adquisiciones •Distribución de responsabilidades en Bodega de Obra •Establecer buen manejo de inventarios
Muchas personas en zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> •Mejorar programación a nivel de la cuadrilla •Tamaño óptimo de la cuadrilla
Traslado a otras áreas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> •Mejorar programación a nivel de la cuadrilla •Análisis de los frentes de trabajo
Esperas por equipos	<ul style="list-style-type: none"> •Programación de equipos •Control de equipos •Mantención de equipos
Esperas por herramientas	<ul style="list-style-type: none"> •Poner guardarropas individuales con llave, para que cada trabajador tenga las herramientas a cargo y no tenga que pasar a retirarlas a la bodega cada mañana

Fuente: (Santana V., 1989)

Es interesante hacer notar que aunque los capataces tienen la posibilidad de mejorar este componente del Trabajo No Contributivo, disminuyendo en parte las ineficiencias, no tienen capacidad de decisión sobre las causas que lo originan. Al realizar una buena supervisión en los procesos y actividades, se evitarían pérdidas por rehacer trabajos; también lo anterior se consigue con una buena planificación a nivel de cuadrilla.

La Administración, por otra parte, tiene la misión de disminuir al máximo los tiempos muertos y optimizar los sistemas constructivos, teniendo en cuenta las restricciones tecnológicas que pueden ocurrir en el desarrollo del proyecto. Otro tanto ocurre con la capacitación, lo que ayuda a la buena ejecución y aumento de la productividad en los diferentes procesos, misión que debe ser asumida por la

Administración, pues es responsable de realizar la obra en los plazos y costos prefijados.

En definitiva la Administración debe "**permitir realizar las cosas**", esto es, proporcionar todos los elementos necesarios para que se puedan ejecutar en forma eficiente los trabajos y, por último, debe entregar capacitación al personal de obra para que "**sepan realizar las cosas**" (Santana V., 1989).

7.4.6.3. Fuerza mayor y otras causas

Esta componente está formada por eventualidades que escapan, en la mayoría de los casos, al control de la administración y de los capataces. Sin embargo, la administración puede actuar sobre ellos con una adecuada planificación y teniendo soluciones pensadas para posibles eventualidades que tienen una mayor probabilidad de ocurrencia, de modo de reducir al máximo sus efectos sobre el desarrollo de la obra.

A modo de ejemplo, en la Tabla 6.2, se pueden apreciar algunas acciones a realizar frente a la ocurrencia de determinadas eventualidades.

Tabla 6. 2.- Acciones a realizar frente a la ocurrencia de eventualidades

FUERZA MAYOR	ACCION
Nevadas Intensas	•Planificar la ejecución de actividades que no se entorpezcan con la nieve, como los trabajos previos de preparación y fabricación en talleres
Fuertes Vientos	•No realizar acciones que signifiquen levantar elementos o haber terminado aquellas actividades que el viento entorpezca
Frío	•Proveer elementos para calentar los áridos y el agua para la fabricación del hormigón, y su cuidado posterior
Huelga	•Crear un clima de trabajo adecuado, que motive al personal. Usar incentivos
Accidentes	•Desarrollar todas las acciones de prevención de riesgo

	que sean necesarias, partiendo por la formación de los Comités Paritarios de Seguridad e Higiene
--	--

Fuente: (Santana V., 1989)

Al tener las decisiones pensadas con anterioridad se optimiza el trabajo de la obra frente a este tipo de eventos. De todas maneras, existen muchas eventualidades sobre las cuales no se tendrá ningún control, pero siempre es conveniente "**estar preparado para su posible ocurrencia**".

7.4.6.4. Tiempo ocioso

Este componente es la más susceptible de ser mejorada, ya que sobre ella tienen control directo la administración superior, los capataces y todas las personas participantes del proyecto. La administración debe actuar evitando todo tipo de elementos desmotivadores y a su vez incentivando al personal para que ellos "**quieran hacer las cosas**". Sobre este punto existen medidas concretas a seguir para lograr los objetivos anteriores. Por otro lado la buena supervisión del personal por medio de los capataces es una forma de eliminar las ineficiencias. Para ello se aconseja un capataz cada 10 obreros, dependiendo de la actividad a realizar (Santana V., 1989). Además, su preparación técnica y humana debe ser de buen nivel, con características de líder, para que de esta manera sea atractivo para los obreros trabajar bajo sus órdenes. Con el fin de que los capataces realicen una labor que esté de acuerdo con los aspectos anteriores, es recomendable capacitarlos en algunas de las siguientes áreas:

- Técnicas de planificación
- Técnicas de programación
- Seguridad en obra
- Control de materiales
- Dirección y motivación del personal
- Organización del trabajo
- Relaciones humanas

- Técnicas de comunicación
- Métodos de mejoramiento del trabajo

Por último, la actitud de las personas frente a su trabajo es de vital importancia y, por lo tanto, tiene una inmensa influencia en los resultados obtenidos de parte del personal en obra. Aquellas actitudes personales positivas para el trabajo se deben incentivar, para lograr la mayor dedicación del personal y obtener un alto rendimiento de parte de ellos, lo que también se traduce en mayores ingresos personales.

7.4.7. La filosofía *Lean Construction* y el mejoramiento de la productividad.

En 1992, Lauri Koskela, académico finlandés presenta el estudio “Application of the new production philosophy to construction”, en el cual analiza el impacto de los nuevos enfoques de producción en la industria de la construcción. Dicho estudio identifica, que las nuevas tendencias comparten un fundamento común: el concebir la producción y sus operaciones como procesos. De acuerdo con Koskela, la nueva filosofía de producción puede ser definida como un flujo de materiales y/o información desde la materia prima hasta el producto final. En este flujo el material es procesado (conversiones), inspeccionado, se encuentra en espera o es transportado. Estas actividades son diferentes entre sí. Los procesos representan las conversiones en la producción, mientras que los transportes, esperas e inspecciones son los flujos de la producción.

El sistema de producción Lean fue desarrollado en Toyota por el ingeniero Ohno después de la Segunda Guerra Mundial, con el propósito de eliminar los desperdicios.

El sistema de producción de Toyota se enfocó en producir los automóviles de acuerdo con los requerimientos de los clientes, entregarlos en el tiempo justo y sin mantener inventarios para la producción. La idea básica del sistema de producción de Toyota es la eliminación de los inventarios y cualquier otro desperdicio, a

través de un lote pequeño de producción, tiempos reducidos de alistamiento, máquinas de producción semiautónomas y alianzas estratégicas con los proveedores. (Martínez Ribón , 2011)

Desperdicio fue definido como la falla en cumplir con los requerimientos del cliente, no entregar el producto a tiempo o tener un inventario improductivo, es decir un inventario que no esté en proceso.

Por lo tanto, en la producción Lean es fundamental la coordinación entre la línea de producción y las cadenas de suministro (proveedores) para entregar el producto en el momento justo, cumpliendo los requerimientos del cliente y sin inventario.

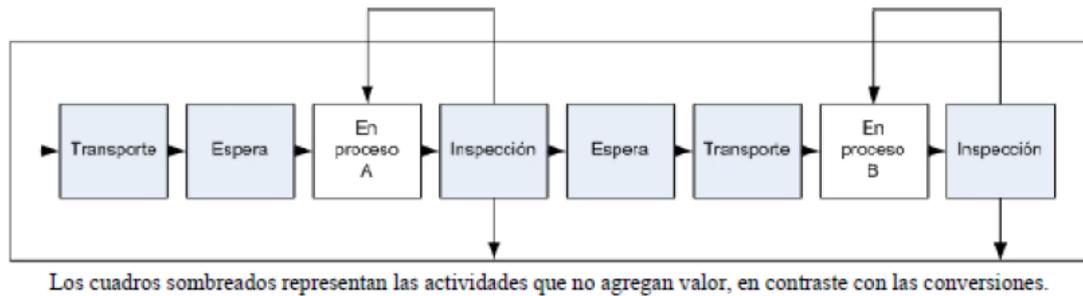
Los principios Lean son:

- Especificar claramente el concepto de valor desde la perspectiva del cliente.
- Identificar claramente la cadena de valor y eliminar todos los pasos que no agregan valor al producto.
- Lograr que los pasos que generan valor ocurran sin interrupciones mediante una eficiente gestión entre las interfaces de los diferentes pasos.
- Permitir que el cliente extraiga valor del equipo de proyectos.
- Buscar de manera continua la perfección (eliminar constantemente las pérdidas).

La clave de la visión de flujo radica en la eliminación del desperdicio de los procesos de flujo. Por lo tanto, los principios de reducción del tiempo de entrega, reducción de la variabilidad y simplificación de los procesos son promovidos en el pensamiento Lean. Otro pilar de la Producción Lean es la visión de generación de valor, la cual radica en obtener desde la perspectiva del cliente el mayor valor posible.

Los procesos de flujo se pueden caracterizar por tiempo, costo y valor. El valor se refiere a cumplir con los requerimientos del cliente. En la mayoría de los casos, sólo las actividades de conversión (procesamiento) son las que agregan valor.

FIGURA 6. 3.- Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad



Fuente: (Koskela, 1992)

El nuevo modelo de producción implica una visión dual de la producción, consistente en conversiones y flujos. La eficiencia de la producción se atribuye, tanto a las conversiones como a los flujos, en las actividades de conversión depende del nivel de tecnología, las destrezas, la motivación, etc. y en las actividades de flujo depende de la cantidad de las mismas y la eficiencia con las que éstas interactúan con las conversiones, es decir de la planeación efectuada. Planeación que por lo general no es considerada como un factor fundamental en el desarrollo de las actividades, debido al simplismo del personal a cargo y al enfoque que existe hacia las actividades de conversión como subprocesos del proceso de construcción.

Mientras todas las actividades generan costos y consumen tiempo, sólo las actividades de conversión agregan valor a los materiales o a la información que está siendo transformada en producto. Las inspecciones, esperas y transportes representan los flujos dentro de la producción.

Debido a los principios tradicionales de gestión, los flujos no han sido mejorados o controlados, esto ha conllevado a flujos complejos, inciertos y confusos, generando un incremento en las actividades que no generan valor.

En el control de los proyectos, el estar apagando incendios (solucionando problemas) constantemente consume los recursos de gestión, lo que deja poco tiempo para la planeación, y por lo tanto no se gestionan actividades de mejora o,

peor aún, no se realiza ningún tipo de inspección o control que permita identificar las pérdidas.

Al implementar el nuevo sistema de producción se busca que las actividades de transformación, es decir las que agregan valor, sean más eficientes, así como minimizar o eliminar las actividades que no lo generan, logrando una mayor productividad del proceso constructivo.

La filosofía *Lean Construction* ha sido implementada con éxito desde 1993. Algunos programas exitosos de mejoramiento de gestión en construcción han sido desarrollados en: Suecia, Finlandia, Dinamarca, Inglaterra, Estados Unidos, Chile, Brasil, Indonesia, Australia, Venezuela, Perú, Colombia y Ecuador.

7.5. Descripción de la propuesta

El objeto de estudio de este documento es la consecución de una metodología que permita reducir los tiempos muertos a proyectos de construcción de vías, teniendo en cuenta el modelo de planeación y ejecución tradicional. La investigación se realizó a un proyecto de construcción en el cual se encontró que existían pérdidas y por lo tanto los efectos en la productividad.

Los hallazgos encontrados en esta sirvieron para construir la metodología que podrá ser aplicada para obtener resultados favorables en la disminución de los tiempos no contributivos, logrando así la mejora en la productividad.

Durante la ejecución de la investigación se encontraron problemas que generaban tiempos muertos sobre los cuales se puede intervenir para la mejora de los procesos en obra.

De los problemas detectados se procedió a elaborar una lista de cotejo que mediante su aplicación nos muestre los posibles retrasos que pudieren producirse durante la ejecución de las actividades.

Se agruparon a estos factores en tres grupos:

- A. Maquinarias y equipos requeridos
- B. Mano de obra
- C. Insumos y aprobaciones

Y para cada grupo se establecieron parámetros que en caso de cumplirse, nos evitará contratiempos.

Los parámetros que se evalúan en la lista de cotejo son los siguientes:

A. MAQUINARIAS Y EQUIPOS REQUERIDOS

Dentro de este grupo se incluyó una lista de toda la maquinaria que pudiere estar involucrada en los rubros para la conformación del pavimento. Además de poder anotar maquinaria adicional que puede ser requerida.

Todos los equipos que se anoten en la lista de cotejo deben cumplir estos dos parámetros:

1. Cuenta con la matrícula para su operación

El cumplimiento de este parámetro nos ayuda a establecer la legalidad y los permisos para el uso de la maquinaria, debe confirmarse que se cumpla con este requisito desde que se propone el empleo de la maquinaria para una obra.

No se debe emplear maquinaria que no esté apta para la realización de las actividades. Debemos evitar sanciones por no cumplir con la ley, que además nos presenta una guía de lo que se puede y debe hacer. Debemos ser conscientes que no solo se pretende cumplir con una formalidad sino que se procura reducir el peligro inherente al empleo de maquinaria.

2. *Se tiene la aprobación del mecánico responsable de maquinaria para la operación el equipo involucrado en el rubro.*

Con el cumplimiento del parámetro enunciado anteriormente se pretende contar con la aprobación del mecánico responsable de la maquinaria el cual certifique que los equipos estén en óptimas condiciones al menos 72 horas antes de empezar los trabajos para la ejecución del rubro de acuerdo al cronograma, con la finalidad de evitar averías in situ que causen contratiempos y pérdidas económicas.

B. MANO DE OBRA

En este grupo se busca evitar tiempos muertos generados por problemas derivados del factor humano. Los parámetros a evaluar son los siguientes:

3. *Se cuenta con operadores suficientes para la maquinaria*

El no contar con operadores para todos los equipos a emplearse nos conlleva a fallas durante los procesos, puesto que los mismos pueden verse interrumpidos y además el mantener la maquinaria en espera resulta ser poco eficiente. Se debe promover el uso apropiado de los recursos y la falta de operadores capacitados nos genera pérdidas.

Debe confirmarse la presencia de operadores para la maquinaria por lo menos 72 horas previa la ejecución del rubro para que la administración del proyecto pueda tomar las medidas correctivas en caso de ser necesario.

4. *Se tiene personal adicional capacitado para la ejecución de los rubros*

Una obra vial involucra la ejecución de actividades simultáneas, se puede tener varias cuadrillas para el desarrollo de los trabajos y es sustancial que no se generen interferencias entre los diferentes grupos que intervienen. Además de los operadores de la maquinaria, se requiere de personal adicional. Es importante

contar con personal que esté familiarizado con la operación de la maquinaria y los riesgos en obra, lo que debe ser cumplido con una anticipación de 48 horas. Si este no es el caso se debe capacitar al personal que interviene no solo en los rubros que se refieren a las capas del pavimento, sino a otras actividades, sobre el procedimiento a seguir, los riesgos, el no interferir con la operación de la maquinaria.

5. Los operadores tienen la licencia exigible para manejar este tipo de equipo

Al igual que en todos los proyectos, un proyecto de construcción debe estar enmarcado dentro de las leyes vigentes. No se puede realizar una obra vial sin contar con los documentos habilitantes exigidos por la ley que nos rige.

Debemos ser conscientes que no solo se pretende cumplir con una formalidad sino que al contar con la licencia adecuada los operadores tienen la capacitación suficiente para poder operar los equipos. Este oficio no solo implica ser un buen conductor, sino que también, es fundamental que sean capaces de reconocer los sistemas mecánicos que componen la maquinaria. Así como, los controles de la cabina, aplicación de los mandos y los rangos mínimos y máximos de operación de la máquina. “Esto se logra a través de la capacitación técnica”.

No se debe improvisar cuando se involucra la seguridad de las personas y el emplear maquinaria pesada conlleva riesgos en especial si existe impericia en los conductores. Es indispensable verificar que los operadores cuenten con la licencia apropiada para la operación de los equipos al contratarlos y que esta no se encuentre suspendida o caducada.

6. Existen ayudantes para la maquinaria

Para manipular maquinaria pesada, además de los choferes se debe contar con personal adicional que guíe al operador en su tarea y se debe verificar que su

presencia en la obra al menos 48 horas previo al inicio de los trabajos; el no contar con personal adicional para esta actividad disminuye la productividad de la mano de obra.

7. *El personal cuenta con el equipo de seguridad apropiado*

La necesidad de usar equipo de seguridad significa que los riesgos jamás desaparecen por completo, es el caso de las obras civiles donde están presentes en todas las tareas y en todo momento. Las condiciones generales de una obra civil son riesgosas y según la etapa de desarrollo o avance de la misma estas crecen o disminuyen pero nunca desaparecen. Se debe proveer del equipo de seguridad adecuado a los trabajadores al menos 24 horas antes de la ejecución de los rubros y se debe verificar su uso correcto.

8. *El operador ha reportado desperfectos en la maquinaria*

La maquinaria de construcción, además de contar con la aprobación del mecánico responsable de su mantenimiento, puede empezar a mostrar señales de desperfectos que posiblemente impliquen un problema en su funcionamiento.

El operador del equipo es quien puede notar las deficiencias en la maquinaria antes de que ésta se vuelva inoperativa. Si se notifica a tiempo de los desperfectos se puede evitar el incurrir en costos mayores y pérdidas en la continuidad del proceso constructivo, además de pérdidas económicas y retraso en los trabajos. Si no existen reportes de inconvenientes se puede emplear la maquinaria normalmente. Es recomendable corregir las averías del equipo a emplear en un tiempo máximo de 72 horas para poder emplearla en los rubros subsiguientes.

9. *El operador ha reportado dificultades observadas en campo*

Se debe establecer los lugares que pueden ser críticos para la operación de maquinaria, los operadores deben observar si existen sitios de la obra y los

caminos por los que transitan los equipos, que pueden ocasionar daños en éstos o disminuir su productividad, por ejemplo si existen puntos críticos por donde no se puede transitar con facilidad o si existen obstáculos que restringen el paso de la maquinaria.

En caso de existir reportes de restricciones en campo, la gerencia deberá buscar darle una solución lo más pronto posible, con la finalidad de que 24 horas antes de iniciar los trabajos para un rubro, no haya inconvenientes en campo que retrasen a la maquinaria.

C. INSUMOS Y APROBACIONES

Para garantizar la eficiencia en el uso de recursos se debe anticipar todo lo que será requerido antes de empezar a la ejecución de las actividades. Entre las principales causas de tiempos muertos se encuentra la falta de la materia prima para la realización de los procesos constructivos y la aprobación de las actividades previas para poder continuar de una forma secuencial. Dentro de este grupo se evalúan parámetros sobre los cuales se puede intervenir para mejorar la productividad en caso de que se requiera tomar decisiones para disminuir el tiempo improductivo.

10. Se dispone de la aprobación del rubro anterior por parte de fiscalización

Se debe agilizar la obtención de aprobaciones para la realización de actividades secuenciales y solo se puede continuar con los trabajos una vez se ha cumplido satisfactoriamente con la actividad anterior.

Es importante tener en cuenta que el control de calidad debe ser aprobado y se debe gestionar la supervisión adecuada, con claridad y a tiempo de las actividades ejecutadas. El no contar con la aprobación implica pérdidas puesto que se debe repetir y mejorar lo que ya se hizo. Es recomendable que fiscalización apruebe el

(los) rubro(s) previo(s) al rubro a ejecutar por lo menos 48 horas antes de la fecha de su inicio de acuerdo al cronograma de trabajo.

11. Disponibilidad de materiales aprobados para la ejecución del rubro

Entre las principales causas que generan tiempos muertos están: la falta de material, y el retraso en la llegada de los materiales; en caso de detectarse problemas se puede gestionar la adquisición y gestión adecuada y por adelantado de material, contactar con más proveedores o exigir que se cumpla con el suministro que es requerido, pero para tomar estas medidas se debe conocer al menos 48 horas antes del inicio del rubro la disponibilidad del material.

12. Se tiene combustible para el abastecimiento de los equipos

Se debe garantizar el abastecimiento adecuado de combustible para las maquinarias a diario, porque una máquina que no está trabajando nos produce pérdidas, retrasa los trabajos subsecuentes y paraliza a los trabajadores.

13. Existen los puntos de referencia suficientes para la realización del rubro

Se debe tener una topografía bien definida antes de que la maquinaria realice sus actividades para garantizar la mayor productividad de la maquinaria y la mano de obra. Para lo cual se debe contar con el topógrafo en la obra o dejar definidas las referencias 24 horas antes.

MODELO DE LISTA DE COTEJO

LISTA DE COTEJO

OBRA: _____
 ITEM: _____ FECHA: _____
 RUBRO: _____ UNIDAD: _____

A. MAQUINARIA Y EQUIPOS REQUERIDOS

MAQUINARIA	CANTIDAD
EXCAVADORA 128 HP	
MOTONIVELADORA 125 HP	
RODILLO VIBRATORIO 8 TONELADAS	
CAMIÓN CISTERNA DE 10 000 LITROS	
TRACTOR 165 HP	
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	
PLANTA DE ASFALTO	
CARGADORA FRONTAL 170 HP	
VOLQUETA 8 M3	
TERMINADORA DE ASFALTO	
RODILLO LISO TANDEM	
RODILLO NEUMÁTICO	
MINICARGADOR	
HERRAMIENTA MENOR	

OTRO: _____

**CUMPLE NO CUMPLE
(SI) (NO)**

- 1.- Cuenta con la matrícula para su operación
- 2.- Se tiene la aprobación del mecánico responsable de maquinaria para la operación del equipo involucrado en el rubro

B. MANO DE OBRA

- 3.- Se cuenta con operadores suficientes para la maquinaria
- 4.- Se tiene personal adicional capacitado para la ejecución de los rubros
- 5.- Los operadores tienen la licencia exigible para manejar este tipo de equipo
- 6.- Existen ayudantes para la maquinaria
- 7.- El personal cuenta con el equipo de seguridad apropiado
- 8.- El operador ha reportado desperfectos en la maquinaria
- 9.- El operador ha reportado dificultades observadas en campo

C. INSUMOS Y APROBACIONES

- 10.- Se dispone de la aprobación del rubro anterior por parte de fiscalización
- 11.- Disponibilidad de materiales aprobados para la ejecución del rubro
- 12.- Se tiene combustible para el abastecimiento de los equipos
- 13.- Existen los puntos de referencia suficientes para la realización del rubro

D. OBSERVACIONES

RESPONSABLE DE LA REVISIÓN

LISTA DE COTEJO ÓPTIMA PARA LA EJECUCIÓN DE RUBROS

OBRA: ASFALTADO DE LA AV. "LA LORENA" TERCERA ETAPA
ITEM: 252V **FECHA:** 2014/12/25
RUBRO: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO **UNIDAD:** M3

A. MAQUINARIA Y EQUIPOS REQUERIDOS

MAQUINARIA	CANTIDAD
EXCAVADORA 128 HP	1
MOTONIVELADORA 125HP	-
RODILLO VIBRATORIO 8 TONELADAS	-
CAMION CISTERNA DE 10 000 LITROS	-
TRACTOR 165 HP	-
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	-
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	-
PLANTA DE ASFALTO	-
CARGADORA FRONTAL 170 HP	-
VOLQUETA 8 M3	4
TERMINADORA DE ASFALTO	-
RODILLO LISO TANDEM	-
RODILLO NEUMÁTICO	-
MINICARGADOR	-
HERRAMIENTA MENOR	-

OTRO: _____

- 1.- Cuenta con la matrícula para su operación
Se tiene la aprobación del mecánico responsable de maquinaria para la
- 2.- operación del equipo involucrado en el rubro

**CUMPLE NO CUMPLE
(SI) (NO)**

X	
X	

B. MANO DE OBRA

- 3.- Se cuenta con operadores suficientes para la maquinaria
- 4.- Se tiene personal adicional capacitado para la ejecución de los rubros
- 5.- Los operadores tienen la licencia exigible para manejar este tipo de equipo
- 6.- Existen ayudantes para la maquinaria
- 7.- El personal cuenta con el equipo de seguridad apropiado
- 8.- El operador ha reportado falencias en la maquinaria
- 9.- El operador ha reportado dificultades observadas en campo

X	
X	
X	
X	
X	
	X
	X

C. INSUMOS Y APROBACIONES

- 10.- Se dispone de la aprobación del rubro anterior por parte de fiscalización
- 11.- Disponibilidad de materiales aprobados para la ejecución del rubro
- 12.- Se tiene combustible para el abastecimiento de los equipos
- 13.- Existen los puntos de referencia suficientes para la realización del rubro

X	
X	
X	
X	

D. OBSERVACIONES

RESPONSABLE DE LA REVISIÓN

MODELO PARA LA TABULACIÓN DE DATOS Y CÁLCULO DE LOS RENDIMIENTOS

OBRA: _____
Rubro: _____ **Unidad:** _____
Equipo empleado: _____ **(A) Volumen total del rubro:** _____

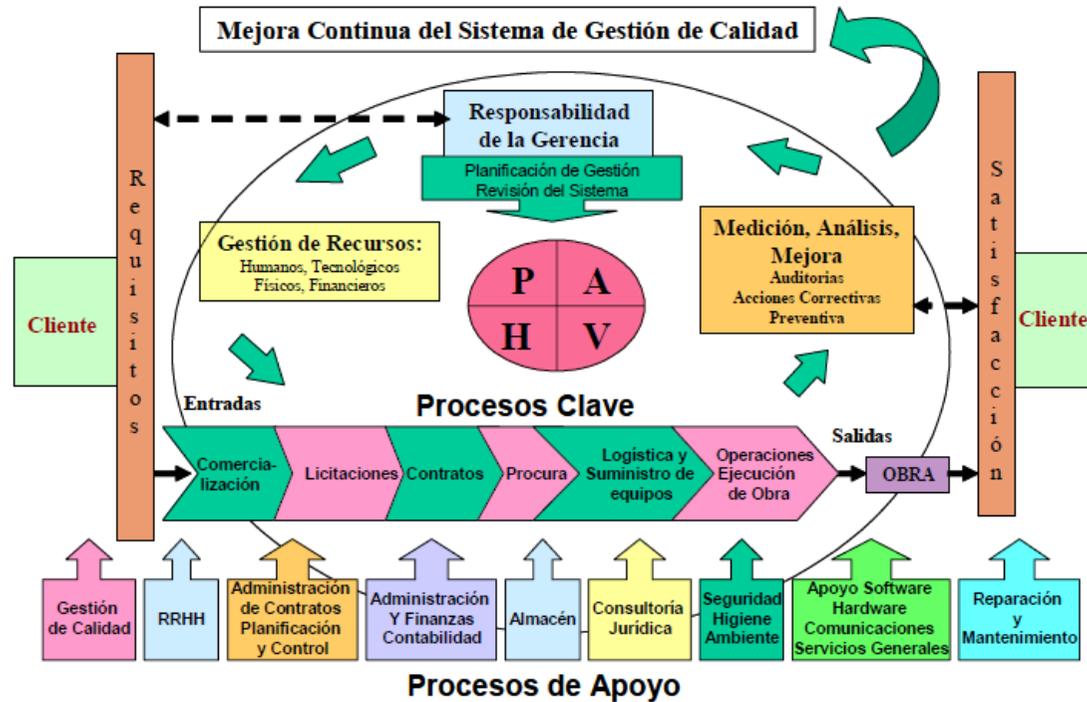
FECHA	CANTIDAD EJECUTADA					PERSONAL			HORA		DURACIÓN MEDIDA			(K=E/A*100) AVANCE %	(L=J/E) RENDIMIENTO H/M3
	ABSCISAS	(B) LONGITUD	(C) H PROM	(D) ANCHO	(E=B*C*D) TOTAL	OPERADOR	CHOFER	AYUDANTE	(F) INICIO	(G) FIN	(H=G-F) BRUTA	(I) DESCU ENTO	(J=H-I) NETA		

CANTIDAD PROMEDIO EJECUTADA (M=E PROMEDIO) _____ **RENDIMIENTO PESIMISTA (P)** _____
DURACIÓN PROMEDIO PROYECTADA (N=J PROMEDIO) _____ **RENDIMIENTO ÓPTIMO (Q)** _____
RENDIMIENTO PROMEDIO REAL (O=L PROMEDIO) _____ **RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO (R=(P+4*O+Q)/6)**

7.6. Diseño organizacional

Un proyecto de construcción involucra una serie de actividades y equipos de apoyo como se muestra en la figura.

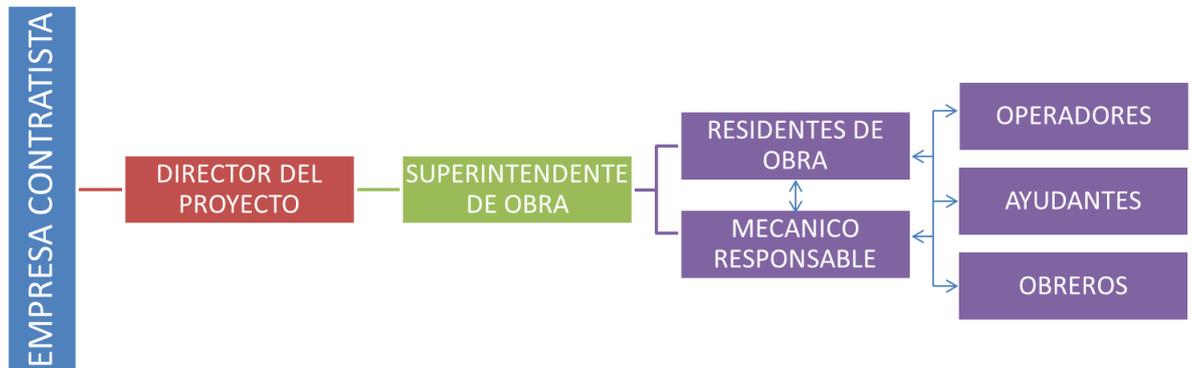
FIGURA 6. 4.- *Procesos involucrados en un proyecto de construcción*



Fuente: (Vincler)

Dentro de los procesos clave se encuentra la ejecución de la obra y es en este punto donde se deberá aplicar la propuesta.

FIGURA 6. 5.- Estructura orgánico funcional



Elaborado por: Nelson Barragán y Ruth Román

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados el residente de una obra vial deberá aplicar la lista de cotejo y al cumplir con los parámetros evaluados se podrá tomar decisiones que permitan reducir los tiempos muertos.

7.7. Monitoreo y evaluación de la propuesta

Al aplicar la propuesta se podrá tomar decisiones y disminuir el tiempo improductivo que se genera durante la ejecución de una obra.

El residente será el responsable a cargo de evaluar los parámetros propuestos y le servirá de guía para observar los puntos críticos donde se debe intervenir para la mejora en los procesos a su cargo.

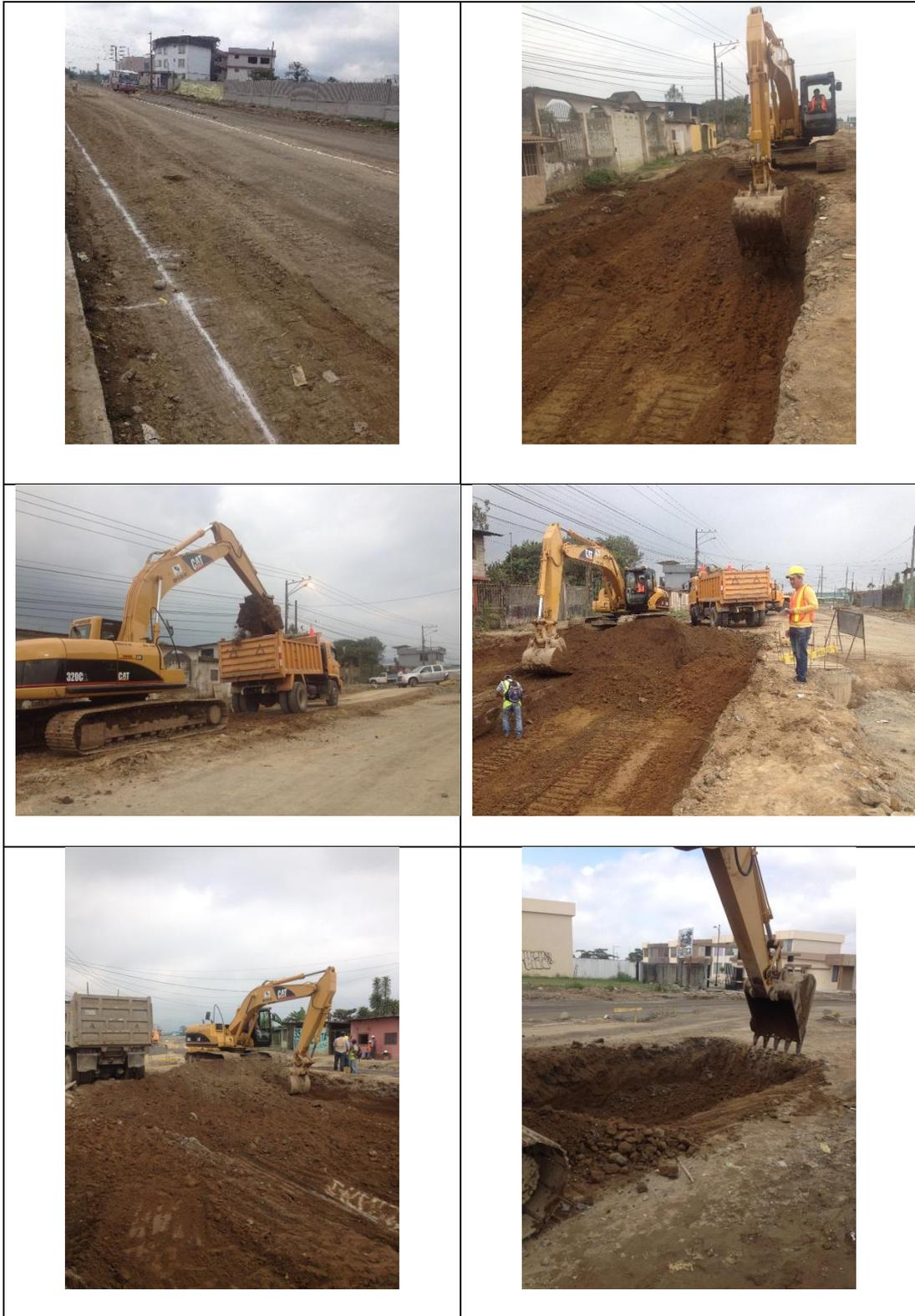
8. BIBLIOGRAFÍA

1. Attar, A. A., Gupta, A. J., & Desai, D. B. (2012). A Study of Various Factors Affecting Labour Productivity and Methods to Improve It. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering-Second International Conference on emerging trends in engineering*, 11-14.
2. Betancur Vargas, G. (2014). Recuperado el 17 de 03 de 2015, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.infraestructura.org.co%2Fvea.php%3FIDe%3D1010&ei=CSRSVe_KBsWXNoDVgKAE&usg=AFQjCNFbXxkQncRTIKu7_stWxvgmYPyS1Q
3. Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de construcción. *Universidad EAFIT N° 128*, 9-21.
4. Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad EAFIT*, 50-64.
5. Cámara Peruana de la Construcción. (2003). *Costos y Presupuestos en Edificaciones* (octava edición ed.). Lima.
6. Caminos, J. (2013). *Análisis de Rendimientos y diseño e un modelo de cálculo para el control de la mano de obra en proyectos de agua potable*. Riobamba.
7. Koskela, L. (1992). *Aplication of the new produccion philosophy to construction*. Finlandia.
8. Malcom, D., Roseboom, J., Clark, C., & Fazar, W. (1959). Application of a technique for research and development program evaluation. (INFORMS, Ed.) *Operations research*, 7(5), 646-669.
9. Martínez Ribón , J. G. (2011). *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción*. Bogotá.
10. Martinez, S. (2013). *Determinación de rendimientos de los rubros de la estructura del de la estructura del pavimento en las vías: "LAS ABRAS-GUANO" y "CALPI-GATAZO" aplicable en presupuestos y plazos de ejecución de obra*. Riobamba.

11. Montero, M. F. (2013). *Determinación de rendimientos en maquinaria en equipos de excavación a cielo abierto en la obra de vertedero del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair*. Riobamba.
12. MOP-001-F. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Quito.
13. Morales Camacho, P. M. (2010). *Construcción y conservación de vías*. Bogotá: Escuela colombiana de Ingeniería.
14. Page, J. S. (1999). *Estimator's Equipment Man-Hour Manual* (Third edition ed.). Huston Texas: Gulf Publishing Company.
15. Rodriguez Moguel, E. (2005). *Metodología de la investigación*. Mexico.
16. Santana V., J. M. (1989). El tiempo improductivo en obras de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción N°7*, 9-22.
17. Serpell Bley, A. (2002). *Administración de Operaciones de Construcción*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor.
18. Suarez Salazar, C. (2002). *Costo y Tiempo en Edificación* (tercera edición ed.). México: Limusa.
19. Urquizo Huilcapi, A. (s.f.). *Cómo Realizar una tesis o una investigación*. Riobamba: Grraaficas Riobamba.
20. Villacres Lupera, M. A. (2014). *Factores que producen retrasos en el sistema contractual utilizados en .*
21. Vinccler. (s.f.). *Guia para la gerencia de proyectos de construcción, GGPC*.

**ANEXO
FOTOGRAFICO**

RUBRO 1: Excavación sin clasificar incluye desalojo



Delimitación de la vía y excavación hasta el nivel se sub-rasante. Cuya excavación varía entre 0.90m a 1.50m del suelo natural y su desalojo se lo realizaba al final de la obra en un relleno.

RUBRO 2: Conformación de la Subrasante



Conformación de la subrasante y ensayo con densímetro nuclear de esta capa cuya densidad debe sobrepasar el 90%.

RUBRO 3: Relleno con lastre (maquinaria)



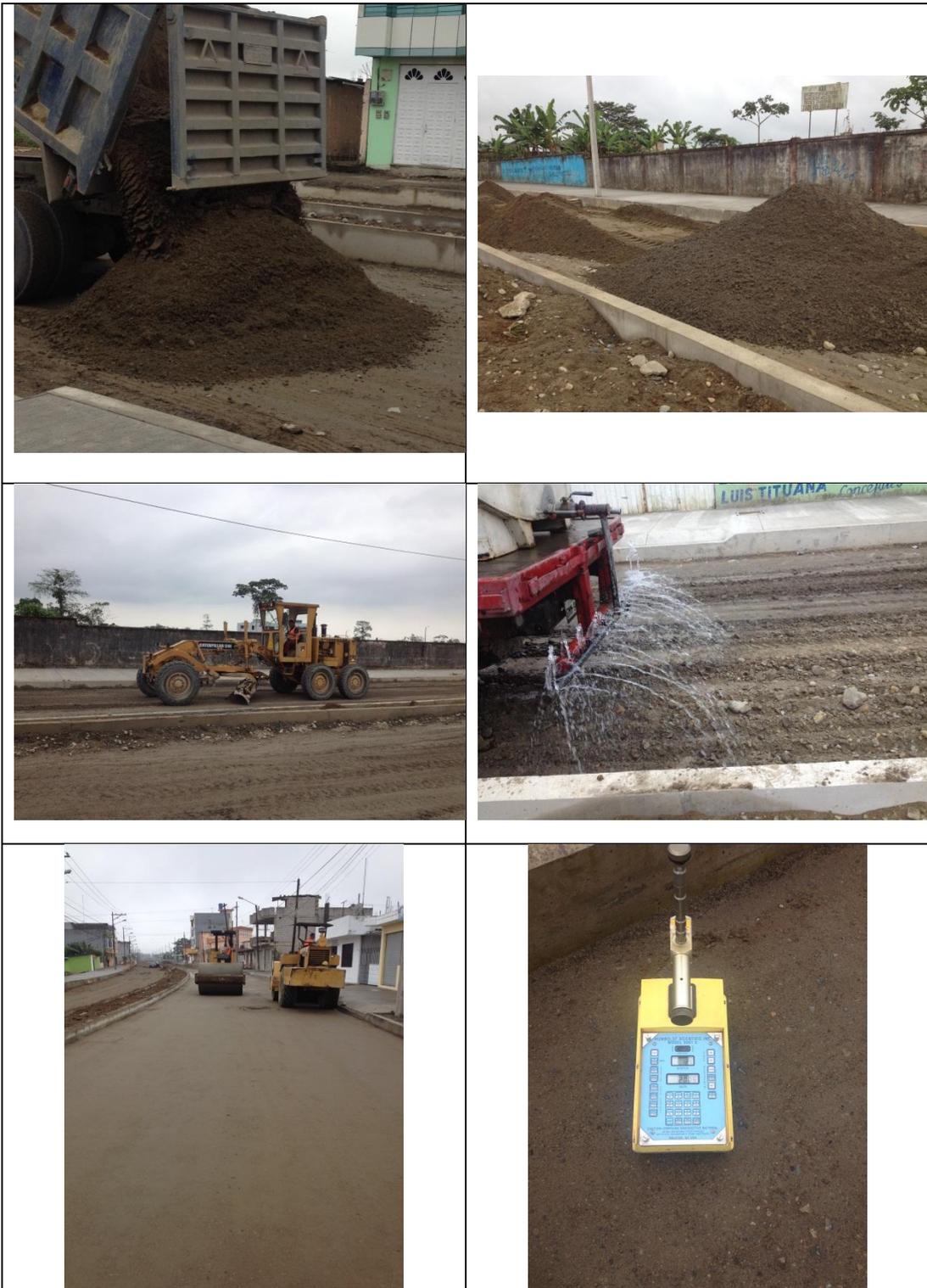
Conformación de una capa de 50cm de material de relleno con lastre. Tendido, compactación y ensayo con densímetro nuclear cuya densidad debe sobrepasar el 95%.

RUBRO 4: Sub-base clase 3 tendido y compactado (máquina)



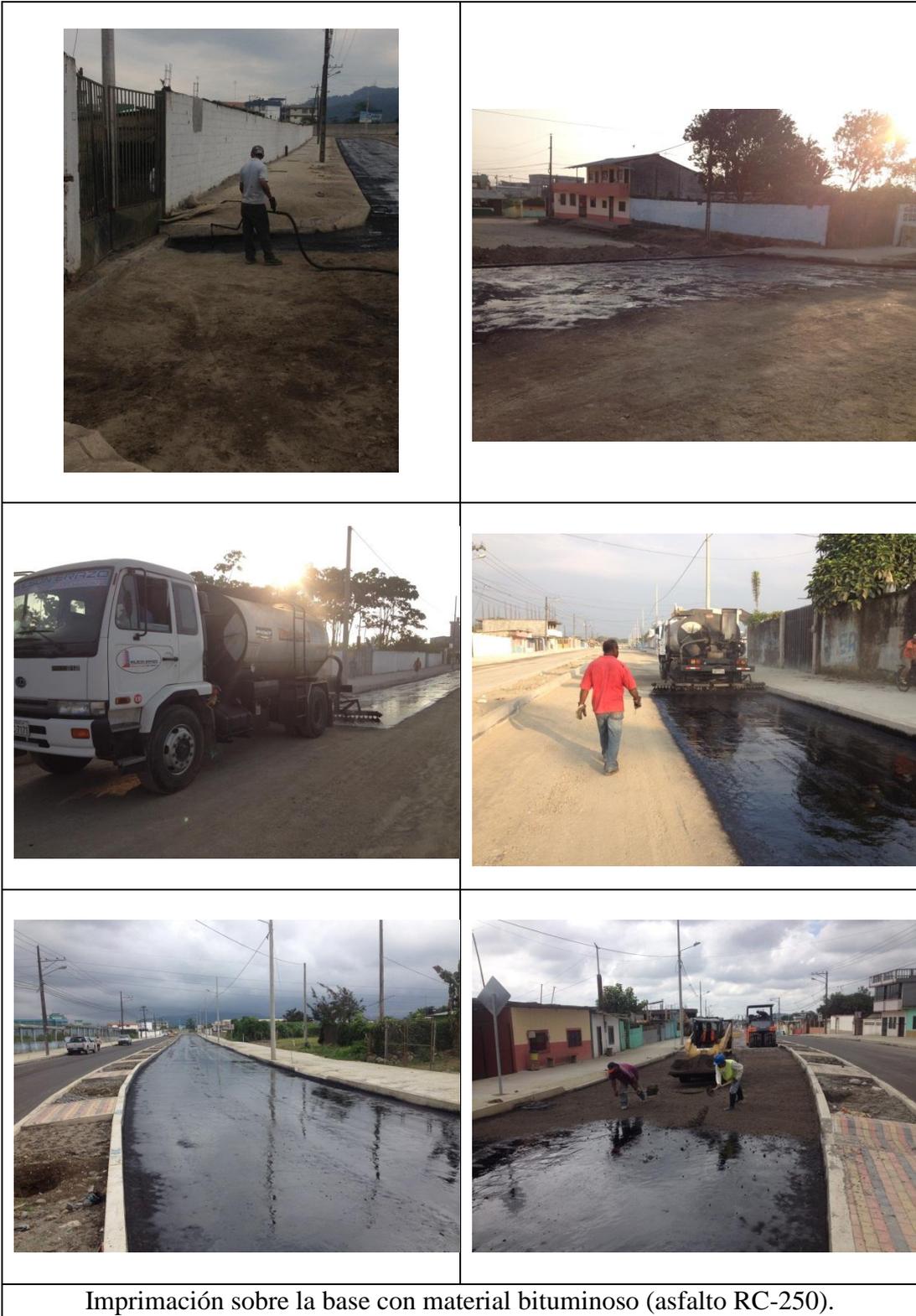
Conformación de una capa de 30 cm de material de sub-base clase 3. Tendido, compactación y ensayo con densímetro nuclear cuya densidad debe sobrepasar el 95%.

RUBRO 5: Base clase 3 tendido y compactado (máquina)



Conformación de una capa de 20 cm de material de base clase 3. Tendido, compactación y ensayo con densímetro nuclear cuya densidad debe sobrepasar el 95%.

RUBRO 6: Imprimación asfáltica



RUBRO 7: Hormigón asfáltico 4"o 10,16cm (capa de rodadura)





Conformación de la carpeta de rodadura de 4" (10,16cm). Elaboración, tendido, y compactación del asfalto.