



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de  
Ingeniería Civil

**Análisis del sistema de pavimentación por  
encofrados fijo y deslizante, y su incidencia  
en la partida de pavimento rígido provincia  
de Huancayo-2017**

**Oscar Lazaro Quispe**

Huancayo, 2018

Tesis para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios quien día a día me da fuerzas para seguir adelante para la culminación de mis estudios y de la presente tesis.
- A mis padres Virgilia y Santiago, a quienes amo profundamente, les agradezco el apoyo incondicional durante toda mi carrera y la elaboración de la tesis, por sus consejos y por creer en mí.
- Al ing. Augusto Elías García Corzo, asesor de Tesis, docente de la Universidad Continental; mi eterna gratitud por la dirección profesional como asesor en la ejecución del presente estudio de investigación.
- A mis colegas y amigos de promoción, que contribuyeron en mi vida universitaria y promovieron la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A los catedráticos de la E.A.P. Ingeniería Civil de la Universidad Continental quienes brindaron sus conocimientos y experiencias forjando así mi carrera profesional.
- Mi eterna gratitud a la Universidad Continental, a sus autoridades, a los docentes de la facultad de Ingeniería Civil, quienes, con ética y profesionalismo, nos impartieron sus conocimientos y experiencias a lo largo de estos años de carrera, preparándonos para nuestra vida profesional.

Dedico esta investigación a mis padres por su esfuerzo y ejemplo, ya que sin su ayuda no hubiera podido culminar mi carrera, a mis queridos hermanos con quienes compartí día a día la felicidad infinita de su compañía y apoyo y en especial a mi hija que es mi empuje de superación día a día.

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE ESQUEMAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.2.1. Problema general .....	5
1.2.2. Problemas específicos .....	5
1.3. OBJETIVOS .....	5
1.3.1. Objetivo general .....	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	6
1.4.1. Justificación teórica .....	6
1.4.2. Justificación práctica .....	7
1.4.3. Justificación tecnológica.....	8
1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	8
1.5.1. Hipótesis general.....	8
1.5.2. Hipótesis específicas.....	8
1.5.3. Variables .....	9
1.5.4. Operacionalización de variables.....	9

<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>11</b>
<b>MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL .....</b>	<b>11</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
2.1.1. Antecedente internacional .....	11
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	13
2.2. BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1. Innovación en la pavimentación.....	15
2.2.2. Los sistemas de pavimentación .....	16
2.2.3. El pavimento rígido .....	17
2.2.4. Costo directo .....	18
2.2.5. Costo indirecto.....	20
2.3. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PAVIMENTO RÍGIDO .....	21
2.3.1. Pavimentación por encofrado fijo.....	21
2.2.5. Pavimentación por encofrado deslizante .....	32
2.4. PARTIDAS DEL PAVIMENTO RIGIDO .....	47
2.4.1. Partidas del sistema de pavimentación por encofrado fijo.....	47
2.4.2. Partidas del sistema de pavimentación por encofrado deslizante .....	53
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	60
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>62</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>62</b>
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION.....	62
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	62
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	63
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	64
3.5.1 Población.....	64
3.5.2 Muestra .....	64
3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	65
3.7. INSTRUMENTOS.....	65
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>66</b>
<b>RESULTADOS DEL ANALISIS DE COSTOS.....</b>	<b>66</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	66

4.2. PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO FIJO DE LA OBRA .....	66
1. Movilización y desmovilización.....	66
2. Encofrado y desencofrado de losa.....	68
3. Losa de concreto para el pavimento E=0.20m .....	69
4. Acabado de losa .....	70
5. Relleno de juntas o sellado de las juntas .....	71
6. Curado de losa .....	71
7. Juntas de expansión, pasadores lisos (dowels) .....	72
4.3. PRESUPUESTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN PARA EL SISTEMA DE PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO FIJO .....	73
4.3.1. Cálculo del costo directo en la obra .....	73
4.3.2. Cálculo del costo indirecto en la obra .....	76
4.3.3. Cálculo del tiempo de ejecución en la obra.....	76
4.4. PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO DESLIZANTE DE LA OBRA .....	78
1. Movilización y desmovilización.....	78
2. Pavimentadora de encofrado deslizante .....	80
3. Concreto premezclado para pavimento rígido E=0.20M f'c=210kg/cm <sup>2</sup> .....	83
4. Corte de las juntas de contracción .....	84
5. Sellado de juntas 2.0 X 1.0 cm.....	85
6. Curado de losa .....	85
7. Armado de canastilla para las juntas de expansión (dowels) .....	86
8. Colocado de canastilla juntas de expansión, pasadores lisos (dowels).....	86
4.5. PRESUPUESTO Y TIEMPO DE EJECUCION PARA EL SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO DESLIZANTE EN LA OBRA EN ESTUDIO .....	87
4.5.1. Cálculo del costo directo en la obra .....	87
4.5.2. Cálculo del costo indirecto en la obra .....	90
4.5.3. Cálculo del tiempo de ejecución en la obra.....	90
4.6. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADOS EN LA OBRA EN ESTUDIO .....	92
4.6.1. Comparación de los costos directos.....	92
4.6.2. Comparación de los costos indirectos.....	92
4.6.3. Comparación de los tiempos de ejecución.....	93
4.7. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADOS PARA LOS TRAMOS DE PRUEBA .....	94
4.7.1. Comparación de los costos directos .....	95
4.7.2. Comparación de los costos indirectos.....	96
4.7.3. Comparación del tiempo de ejecución .....	101

<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>103</b>
<b>DISCUSIONES DE RESULTADOS.....</b>	<b>103</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>109</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>112</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>



## ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema N° 1. Proceso constructivo de la pavimentación por encofrado fijo .....	23
Esquema N° 2. Proceso constructivo de la pavimentación por encofrado deslizante.....	34
Esquema N° 3: Partidas para la pavimentación por encofrado fijo .....	48
Esquema N° 4: Partidas para la pavimentación por encofrado deslizante .....	54

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1. Pavimento de concreto simple con juntas.....	18
Imagen N° 2. Volquete de 15 m <sup>3</sup> , que transporta los equipos y materiales.....	25
Imagen N° 3. Encofrado de pavimentación, distrito de Huancayo .....	26
Imagen N° 4. Colocado de dowels en el encofrado.....	27
Imagen N° 5. Colocado del concreto en los paños de pavimento .....	28
Imagen N° 6. Acabado de losa de concreto.....	29
Imagen N° 7. Curado de losa del pavimento .....	31
Imagen N° 8. Relleno de juntas.....	32
Imagen N° 9. Movilización de la pavimentadora de concreto.....	35
Imagen N° 10. Compactado de la base del pavimento .....	36
Imagen N° 11. Riego de la base .....	36
Imagen N° 12: Colocado de los hilos guía .....	37
Imagen N° 13. Armado y colocado de las canastillas de los pasadores .....	38
Imagen N° 14. Verificado de los dowels .....	39
Imagen N° 15. Colocado del concreto.....	39
Imagen N° 16. Control altimétrico .....	40
Imagen N° 17: Distribución del concreto.....	40
Imagen N° 18. Compuerta de alineación del concreto .....	41
Imagen N° 19. Vibradores de concreto .....	41
Imagen N° 20. Viga oscilante .....	42
Imagen N° 21. Molde del encofrado deslizante .....	42
Imagen N° 22. Texturizado de la losa .....	43
Imagen N° 23. Curado de Concreto .....	44
Imagen N° 24 Aserrado del pavimento, para las juntas, corte (1/3*e).....	44
Imagen N° 25. Tiempo de aserrado del pavimento.....	45
Imagen N° 26. Aserrado temprano .....	45
Imagen N° 27. Aserrado tardío.....	46
Imagen N° 28. Sellado de juntas.....	46
Imagen N° 29. Ciclo del mixer .....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Cuadro de barras, sistema de pavimentación por encofrado fijo.....	75
Gráfico N° 2. Cuadro de barras, sistema de pavimentación por encofrado deslizante.....	89
Gráfico N° 3. Gráfica de factibilidad de los dos sistemas de encofrado .....	99
Gráfico N° 4. Sub partidas analizadas .....	105
Gráfico N° 5. Barras comparativas para los dos sistemas de encofrado .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Pavimentación rígida en Huancayo (2011 -2015).....	3
Tabla N° 2. Especificaciones técnicas del encofrado deslizante SP500.....	33
Tabla N° 3. Partida de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria .....	49
Tabla N° 4. Partida de encofrado y desencofrado de losa.....	49
Tabla N° 5. Partida de losa de concreto pavimento $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $E=0.20 \text{ m}$ .....	50
Tabla N° 6. Partida de acabado de losa.....	51
Tabla N° 7. Partida de relleno de juntas.....	51
Tabla N° 8: Partida de curado de losa.....	52
Tabla N° 9: Partida de pasadores lisos para juntas .....	53
Tabla N° 10. Partida de movilización y desmovilización de maquinaria.....	55
Tabla N° 11. Partida de armado de canastillas para la junta de expansión .....	56
Tabla N° 12. Partida de colocado de canastillas de juntas de expansión .....	56
Tabla N° 13: Partida de encofrado deslizante .....	57
Tabla N° 14: Partida de concreto premezclado para pavimento.....	58
Tabla N° 15. Partida de curado de concreto con aditivo curador.....	59
Tabla N° 16: Partida de corte de juntas transversales.....	59
Tabla N° 17: Partida de Sellado de juntas.....	60
Tabla N° 18. Cálculo del coste de movilización y desmovilización de maquinaria.....	67
Tabla N° 19. ACU, partida de movilización y desmovilización de maquinaria.....	68
Tabla N° 20. ACU, partida encofrado y desencofrado de losa .....	69
Tabla N° 21. ACU, partida de losa de concreto en pavimento.....	69
Tabla N° 22. ACU, partida acabado de losa.....	70
Tabla N° 23. ACU, partida de relleno de juntas.....	71
Tabla N° 24. ACU, partida de curado de losa.....	72
Tabla N° 25. ACU, partida de juntas de expansión pasadores lisos.....	72
Tabla N° 26: presupuesto de la partida pavimento rígido .....	73
Tabla N° 27. Resumen de los costos de las partidas analistas .....	74
Tabla N° 28. Cálculo del costo indirecto.....	76
Tabla N° 29. Tiempo de ejecución de la partida pavimento rígido.....	77
Tabla N° 30. ACU, partida movilización y desmovilización de equipos y maquinaria .....	78
Tabla N° 31. Cálculo de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria .....	79
Tabla N° 32. ACU, partida de pavimentadora de encofrado deslizante .....	83
Tabla N° 33. ACU, partida concreto premezclado para pavimento rígido .....	84
Tabla N° 34. ACU, partida de corte de juntas transversales.....	84

Tabla N° 35: ACU, partida de sellado de juntas .....	85
<i>Tabla N° 36. ACU, partida de curado de concreto con aditivo.....</i>	<i>85</i>
Tabla N° 37. ACU, partida armado de canastilla para juntas de expansión.....	86
Tabla N° 38. ACU, partida de colocado de canastilla de juntas de expansión.....	87
Tabla N° 39. Presupuesto del sistema de pavimentación por encofrado deslizante .....	88
Tabla N° 40. Resumen del presupuesto del encofrado deslizante .....	88
Tabla N° 41. Cálculo de los gastos generales del proyecto.....	90
Tabla N° 42. Cálculo de los tiempos de ejecución de las partidas del sistema de pavimentación por encofrado deslizante .....	91
Tabla N° 43: costos directos de las partidas .....	92
Tabla N° 44. Costos indirectos de las partidas.....	93
Tabla N° 45. Duración de la partida en cada sistema de encofrado .....	93
Tabla N° 46. Costos del concreto en el sistema de encofrado fijo.....	94
Tabla N° 47. Costo del concreto en el sistema de encofrado deslizante .....	95
Tabla N° 48. Cálculo del presupuesto directo en los tramos de prueba .....	95
Tabla N° 49. Cálculo del presupuesto con los gastos generales, en el encofrado fijo .....	97
Tabla N° 50. Cálculo del presupuesto con los gastos generales, en el encofrado fijo .....	98
Tabla N° 51. Porcentajes de ahorros en cada tramo.....	101
Tabla N° 52. Tiempos de ejecución para los dos sistemas de encofrado.....	102
Tabla N° 53. Porcentaje de ahorro para la partida pavimento rígido .....	102

## RESUMEN

En la presente investigación se ha realizado un Análisis de los Sistemas de Pavimentación por encofrados fijos y Pavimentación por Encofrado deslizante para determinar cómo estos sistemas de pavimentación inciden en la partida de Pavimento rígido, estableciendo de esta manera la viabilidad técnica y económica para poder innovar en el proceso constructivo de los pavimentos rígidos en la Provincia de Huancayo. Se consideró para desarrollar la presente investigación un enfoque mixto, desarrollando una investigación de tipo aplicada, logrando un nivel descriptivo correlacional, con un diseño no experimental de tipo transversal.

Para lograr cumplir con el objetivo general propuesto, se identificó el proceso constructivo y las diferencias que existen entre ambos sistemas, determinándose que la principal diferencia se define por el aspecto tecnológico en la preparación y colocación del concreto. Seguidamente se determinó las sub partidas que reflejan dichas actividades del proceso constructivo, estableciéndose que en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se suprimen las partidas de “encofrado y desencofrado de losa” y “acabado de losa” mientras que se incluyen las sub partidas “pavimentadora de encofrado deslizante”, “corte de juntas transversales” y “armado de canastillas”, también se definió que en ambos procesos la sub partida de mayor importancia es “Losa de concreto” que corresponde a la colocación del concreto. En lo que concierne a los costos directos e indirectos en cada sistema de pavimentación se realizó el análisis de costos en la obra tomada como muestra, obteniéndose que los costos directos en el sistema de pavimentación con la maquinaria de encofrado deslizante tienen un costo directo mayor en 4.68%, mientras que los costos indirectos en el presupuesto total varían por 1.21% por tanto la aplicación del sistema de pavimentación por encofrado deslizante no sería viable en la obra tomada como muestra.

Finalmente se verificó que los sistemas de Pavimentación por encofrado fijo y pavimentación por encofrado deslizante inciden en la partida de pavimento rígido, mediante la incorporación de nuevas sub partidas como resultado de la innovación en el proceso constructivo y esto se refleja en el incremento o decremento de los costos directos e indirectos dependiendo de la magnitud de la obra en ejecución, pudiendo generarse ahorros significativos, o costos adicionales dependiendo de la magnitud de la obra.

## ABSTRACT

In the present investigation, an Analysis of the Paving Systems by fixed formworks and Paving by sliding formwork was carried out to determine how these paving systems indicate in the heading of rigid pavement established in the Manual of Roads of the MTC (1), establishing in this way the technical and economic viability to be able to innovate in the constructive process of the rigid pavements in the Province of Huancayo. A mixed approach was considered to develop the present research, developing an applied type of research, achieving a correlational descriptive level, with a non-experimental cross-sectional design.

In order to achieve the proposed general objective, the constructive process and the differences between both systems were identified, determining that the main difference is defined by the technological aspect in the preparation and placement of the concrete. Subsequently, the sub-items reflecting said activities of the construction process were determined, establishing that in the sliding formwork paving system, the "slab formwork and stripping", "slab finish" and "dowel placement" items are suppressed while The subheadings "Sliding formwork paver", "Cutting of transverse joints" and "Assembly of baskets" are also included, it was also defined that in both processes the subheading of greater importance is "Concrete slab" that corresponds to the placement of the concrete. Regarding the direct and indirect costs in each paving system, the cost analysis was performed on the work taken as a sample, obtaining that the direct costs of the paving system with the sliding formwork machinery have a direct cost higher in 4.98. %, while the indirect costs in the total budget vary by 1.21%, therefore the application of the paving system by sliding formwork would not be feasible in the work taken as a sample.

Finally it was verified that the systems of paving by fixed formwork and paving by sliding formwork affect the rigid pavement segment, by incorporating new sub-items as a result of the innovation in the construction process and this is reflected in the increase or decrease of the direct and indirect costs depending on the magnitude of the work in execution, being able to generate significant savings, or additional costs depending on the magnitude of the work.

## INTRODUCCIÓN

En la última década se ha observado un incremento en los proyectos de pavimentación en la provincia de Huancayo, debido a las inversiones del estado y de empresas privadas, incremento que se ha reflejado con la ejecución y construcción de nuevas infraestructuras viales principalmente dentro del área metropolitana de la Provincia. Dentro de las obras viales ejecutadas para tramos de mediano tránsito una de las alternativas de infraestructura vial consideradas con mayor ventaja es el pavimento rígido frente a otras opciones, por ende, se ha convertido en la opción más demandada para la pavimentación de las diferentes vías de la Provincia de Huancayo. Sin embargo, hasta la fecha estas obras son ejecutadas de forma tradicional, con un sistema de pavimentación por encofrado fijo denominada también como: pavimentación en concreto hidráulico por el sistema constructivo convencional, aunque estos sistemas tienen un mayor costo presupuestal, no se ha prestado atención a la implementación de nuevas tecnologías que pueden incrementar el rendimiento en obra, permitir el ahorro de tiempo, material y presupuestos sin perder o incluso mejorando la calidad de la construcción de los pavimentos.

En este sentido se ha desarrollado la presente investigación para verificar como incidiría el cambio de sistema constructivo del pavimento rígido con un sistema convencional, a un sistema de pavimentación con maquinaria de alto rendimiento o denominada por encofrado deslizante en la “*Partida de Pavimento Rígido*”, que finalmente se traduce en los costos y presupuesto del proyecto, así como su tiempo de ejecución, para ello se tomó como referencia la obra: “Mejoramiento vial del Jr. Tacna, Jr. Sebastián Lorente – Jr. Dos de mayo; Jr. Antonio lobato tramo Av. Huancavelica – Jr. Panamá; Jr. Julio C. Tello, tramo Jr. Tacna – Jr. Panamá y Psj. Tacna, del barrio Tucumachay, Distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo – Junín”, ejecutada en el año 2015 en la que se tuvo la oportunidad de laborar.

En la ejecución de la obra tomada como muestra se pudo identificar todo el proceso constructivo para la colocación del pavimento de forma convencional, también se identificaron las diversas partidas que figuran en el expediente técnico, así como la partida en estudio y una de las principales de la obra que conlleva el mayor presupuesto y el mayor tiempo en ejecución, la partida de “*pavimento rígido*”, que a su vez comprende las sub partidas de (encofrado y desencofrado de losa, losa de concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$   $E=20\text{cm}$ , acabado de losa, curado de losa, relleno de juntas, juntas de expansión pasador lisos, *dowels*), del pavimento. Con esta información se procedió a identificar el proceso constructivo y sub partidas que componen el sistema de pavimentación por encofrado deslizante utilizando para



ello el expediente técnico de la obra “Reformulación y Actualización de los Estudios de Arquitectura e Ingeniería del Terminal Norte (Naranjal) – Lima”, lográndose determinar las características técnicas y rendimientos de maquinarias, costos y fletes por movilización y desmovilización de maquinaria, costos por hormigón pre mezclado, ciclo del mixer e información valiosa para el análisis.

Con el análisis de costos realizado en ambos sistemas constructivos para la obra tomada como muestra, se logró determinar que para la obra en estudio existe una pérdida presupuestal con el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, es decir la innovación tecnológica propuesta tendría una repercusión negativa en el presupuesto, por tanto no es viable económicamente para obras de pequeña envergadura, las principales sub partidas que incrementaron los costos directos fueron la sub partidas de “movilización y desmovilización de maquinaria”, “concreto premezclado” y “pavimentadora de encofrado deslizante”. En el tiempo de ejecución se determinó que el colocado de la losa en el sistema convencional tiene un tiempo aproximado de 64 días considerando el rendimiento de la mano de obra, mientras que en el sistema que utiliza la pavimentadora se considera 19 días del armado de las canastillas para los *dowels* y tres días de vaciado del concreto, notándose diferencias significativas en el tiempo de ejecución.

Respecto a la viabilidad del uso del sistema de pavimentación por encofrado deslizante en tramos mayores, se demostró que a partir de un tramo superior a los 700ml ya es viable económicamente porque permite ahorros en los costos directos e indirectos que afectan al presupuesto, por lo que se puede recomendar su uso en vista que este sistema de pavimentación con la pavimentadora de concreto permite optimizar el proceso constructivo, disminuyendo significativamente los costos de mano de obra y los plazos de ejecución, debido a que es un equipo automatizado con alto rendimiento que puede lograr ahorros de hasta 30% en proyectos de gran magnitud.

Mediante estos resultados se puede decir que no toda propuesta de innovación en la “*Partida de Pavimento Rígido*” puede resultar ventajosa, por lo que sería indispensable realizar los estudios previos correspondientes para proponer su aplicación y lograr resultados positivos.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para la construcción de infraestructura vial mediante pavimentos rígidos, se han desarrollado diversas tecnologías que hoy se aplican en diversos países de la región como Chile, Argentina, Brasil, Ecuador, México. Países de la región que optaron por invertir en nuevas tecnologías en el proceso constructivo, tecnologías que en el mediano y largo plazo se convirtieron en opciones rentables a los procesos constructivos manuales que se utilizaban unas décadas atrás. Sin embargo, esta es una realidad que no se refleja en el país, en vista que los procesos constructivos siguen siendo tradicionales y anticuados, al respecto Maceli p.7 (2), señala que “En el Perú la mayoría de las obras que se ejecutan siguen metodologías antiguas que a la fecha actual representan alto riesgo en seguridad, calidad y especialmente económico, en vista que los recursos se invierten en procesos poco sofisticados y con escasas innovaciones debido a la falta de investigación y desarrollo tecnológico.”

Al aspecto constructivo tradicional se suma la complejidad de los diversos factores que intervienen en el proceso constructivo de una infraestructura vial, tales como los aspectos logísticos, los materiales para la construcción, los costos y presupuestos, factores que además no se encuentran claramente definidos en las normas peruanas. En este punto “El Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG- 2013” en la Sección 438 - Pavimento de Concreto Hidráulico MTC (1),

no define explícitamente un proceso constructivo para cada tipo de pavimentación, brindando más bien criterios de diseño y constructivos para los materiales, equipos, ensayos y tipo de pavimentación a usar. En este contexto la pavimentación de vías con concreto hidráulico en el país es hasta la fecha una técnica que sigue siendo ejecutada de forma tradicional o artesanal en un alto porcentaje de las obras ejecutadas.

Un caso concreto de Innovación tecnológica en la pavimentación con concreto hidráulico fue la ejecución del proyecto “Corredor Sur de la Vía Expresa” y “Corredor Norte de la avenida Túpac Amaru” en el 2009 a cargo de la empresa contratista CONALVIAS sucursal Perú, donde inicialmente el proceso de pavimentación se venía realizando de forma tradicional utilizando encofrados de madera fijos, con las cuadrillas correspondientes a las labores a realizar y equipos manuales como las lampas, bugguies y vibradoras, como resultado se verificaba un bajo rendimiento (280 m<sup>2</sup>/día) expresado en el incremento del plazo de ejecución de obra y el incremento de los costos de mano de obra y costos indirectos. Verificando estos bajos rendimientos la constructora después de realizar un análisis del flujo de producción en la partida Pavimento de Concreto, llegaron a la conclusión que las partidas que generaban mayores retrasos en el proceso de ejecución correspondían a dos partidas específicamente “encofrado y desencofrado de losa” y “acabado de superficie de rodadura”. Por tanto, decidieron implantar un proceso de Innovación Tecnológica mediante el empleo de una pavimentadora de encofrado deslizante, innovación que finalmente permitió optimizar el proceso constructivo, lográndose un incremento del rendimiento bastante aceptable (850 m<sup>2</sup>/día). Con esta experiencia se llegó a demostrar que la construcción de pavimentos rígidos mediante una Pavimentadora de Encofrado Deslizante optimiza el proceso constructivo mejorando los tiempos de colocación del pavimento y disminuyendo los costos en mano de obra, además de un acabado de primera en vista que el proceso es altamente automatizado.

Sin embargo, aunque esta experiencia fue exitosa en el caso de estos proyectos de pavimentación que demostró un alto rendimiento para vías de alto tránsito, no se tiene establecido cuales serían los rendimientos para proyectos de menor envergadura de pavimentación con concreto hidráulico, específicamente en las partidas de mayor importancia para el proceso constructivo de pavimentos rígidos. Aspecto que no ha permitido proponer la innovación en el proceso constructivo de pavimentos de concreto rígido en las ciudades del interior del país. Regiones donde la necesidad de obras de pavimentación rígida al igual que en la Capital se han incrementado y se ha invertido presupuestos importantes en la construcción de estas obras; sin embargo, estos

proyectos se siguen ejecutando mediante un sistema de pavimentación tradicional o convencional, como es el caso específico de los proyectos de pavimentación rígida realizados en el Provincia de Huancayo hasta la fecha.

En la Provincia de Huancayo la demanda de pavimentos rígidos se ha incrementado específicamente para cubrir tramos de vías de mediano tránsito, y como consecuencia la Municipalidad Provincial de Huancayo en los últimos años ha invertido de forma creciente en diversas obras de pavimentación, llegando en el 2015 a pavimentarse con concreto hidráulico un aproximado de 84,478 m<sup>2</sup> de la ciudad, como se puede apreciar en la **Tabla Nº 1**.

**Tabla Nº 1. Pavimentación rígida en Huancayo (2011 -2015)**

<b>AÑOS</b>	<b>INVERSIÓN PISTAS Y VEREDAS S/.</b>	<b>INVERSIÓN PISTAS S/.</b>	<b>ÁREA PAVIMENTADA m2</b>	<b>ÁREA PAVIMENTADA m3</b>
2011	6,822,376.54	2,507,252.32	34715.40	6943.08
2012	16269952.59	13,894,401.55	50225.30	10045.06
2013	12,799,918.00	8,542,078.00	55360.00	11072.00
2014	18,408,025.44	14,528,422.84	80267.64	16053.53
2015	20,971,820.80	15,290,662.80	84478.80	16895.76

**Fuente: Municipalidad Provincial de Huancayo**

Si bien es cierto, que la necesidad de ejecución de obras de pavimentación rígida está siendo cubierta por el Municipio Provincial. También es cierto que los profesionales encargados tanto de proyectar, aprobar y ejecutar los proyectos no han demostrado la misma rapidez para adaptarse a las últimas innovaciones tecnológicas, motivo por el cual las ejecuciones de proyectos de pavimentación rígida en la ciudad siguen desarrollándose de forma convencional con pavimentación por encofrados fijos, situación que genera mayores costos para esta partida e inconvenientes en la ejecución de obra y pavimentos no garantizados para cumplir con su ciclo de vida útil.

Los sistemas de pavimentación por encofrado fijo también presentan inconvenientes en la ejecución de la obra, puesto que para pavimentar cualquier tramo de pavimento rígido el tiempo de ejecución es característicamente prolongado, generando molestias en la población como la congestión vehicular de las calles adyacentes. Además, el concreto utilizado en la pavimentación fija o convencional es preparado artesanalmente en una mezcladora tipo tolva, con proporciones de agregados de forma empírica basados en el expediente técnico y que finalmente

depende de la experiencia de los trabajadores, por lo que no se garantiza la resistencia adecuada del concreto pudiendo generar fisuras y rajaduras en el concreto en un tiempo menor al tiempo de servicio estimado. En lo concerniente a los acabados, las deficiencias del pavimento de concreto hidráulico se observan al culminar la obra, fallas como discontinuidad de paños, espaciamientos de las juntas de dilatación de hasta dos pulgadas, textura inadecuada, que son fallas comunes en los pavimentos de encofrado por un sistema tradicional.

Viendo estos inconvenientes en un sistema de pavimentación fija o tradicional, el sistema de pavimentación por encofrados deslizantes por su alto rendimiento en todos los aspectos es una opción que cubriría todas las falencias de los proyectos de pavimentación en la ciudad de Huancayo. Sin embargo, la utilización de este sistema de pavimentación no puede ser propuesta sin realizar previamente un análisis de costos directos e indirectos para determinar si realmente sería posible su utilización en los proyectos de pavimentación de la Ciudad de Huancayo, es decir se tendría que determinar previamente como la variación de los costos unitarios del sistema de pavimentación fijo y el sistema de pavimentación deslizante incide en la Partida de Pavimento de Concreto Hidráulico establecida en la Sección 438 del Manual de Carreteras -2013 del MTC (1), para establecer los costos en los dos sistemas en las obras de pavimentación rígida de la ciudad.

En este sentido, la propuesta de cualquier proceso de innovación tecnológica para las obras de pavimentación rígida en la ciudad de Huancayo requiere de estudios objetivos, para determinar su viabilidad principalmente económica. Por tanto, es necesario establecer como el nuevo procedimiento constructivo mediante el uso de maquinarias de alto rendimiento para la pavimentación con concreto hidráulico mediante el sistema deslizante, incide en la partida de Pavimento Rígido en los proyectos de pavimentación rígida en la Ciudad de Huancayo, donde actualmente se utiliza el sistema de pavimentación por encofrado fijo. Aspecto que puede ser usado tanto por los proyectistas, autoridades y ejecutores para tomar decisiones adecuadas en las obras de pavimentación considerando los costos, beneficios y tiempo de ejecución de obra del sistema de pavimentación considerado.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cómo el sistema de Pavimentación por Encofrados fijo y deslizante inciden en la Partida de Pavimento Rígido en la Provincia de Huancayo - 2017?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuáles son las diferencias técnicas y constructivas del sistema de pavimentación por encofrados fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante en la Provincia de Huancayo – 2017?
- b) ¿Cuáles son las sub partidas que componen la Partida de Pavimento Rígido para el sistema de pavimentación por encofrado fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante en la en la Provincia de Huancayo - 2017?
- c) ¿Cuáles son los costos directos de los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y pavimentación por encofrado deslizante, en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo - 2017?
- d) ¿Cuáles son los costos indirectos de los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y pavimentación por encofrado deslizante, en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017?
- e) ¿Cuál es el tiempo de ejecución de los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y pavimentación por encofrado deslizante, en la fase de construcción de la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017?
- f) ¿A partir de qué tramo la utilización del sistema de pavimentación por encofrado deslizante es viable económicamente en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo-2017?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar como el sistema de Pavimentación por Encofrados fijo y deslizante inciden en la Partida de Pavimento Rígido en el Provincia de Huancayo – 2017.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Definir las diferencias técnicas y constructivas del sistema de pavimentación por encofrados fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante en la Provincia de Huancayo – 2017.
- b) Identificar las sub partidas que componen la Partida de Concreto Hidráulico para el sistema de pavimentación por encofrado fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante en la Provincia de Huancayo -2017.
- c) Determinar los costos directos en los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y por encofrado deslizante, en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017
- d) Determinar los costos indirectos en los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y por encofrado deslizante, en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017.
- e) Determinar el tiempo de ejecución de los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y por encofrado deslizante, en la fase de construcción de la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017
- f) Determinar a partir de que tramo la utilización del sistema de pavimentación por encofrado deslizante es viable económicamente en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La aplicación del sistema de pavimentación por encofrados deslizantes en la actualidad es ampliamente viable por la disponibilidad de la tecnología en el mercado peruano, es decir la facilidad para adquirir los equipos y las maquinarias en el país. Pero habiéndose cubierto las dificultades técnicas es preciso también investigar sobre el proceso constructivo, el aspecto logístico y el factor económico, en vista que son elementos que acompañan la ejecución de cualquier proyecto de construcción. En este sentido, la investigación a realizar es de importancia por su aporte teórico, práctico y tecnológico que se detallan a continuación.

#### **1.4.1. Justificación teórica**

El estudio realizado es de importancia teórica en vista que se realizó un análisis de dos sistemas constructivos de pavimentación y su relación con los costos unitarios

de una obra de pavimento de concreto hidráulico, con la finalidad de determinar el proceso constructivo en cada sistema, identificar las partidas presupuestarias y determinar la viabilidad económica de la partida de Pavimento Rígido, aspecto que servirá como sustento teórico para realizar propuestas de innovación en la Tecnología de la Construcción de pavimentos. Los ingenieros civiles Guio y Bascuñán p.6 (3), señalan al respecto que el mecanismo más sencillo para la innovación tecnológica es la adopción de tecnologías ya existentes que han sido desarrollados en otros países, para lo cual es necesario realizar estudios de tipo exploratorios y descriptivos con la finalidad de adaptar estas tecnologías a nuevos escenarios. Conceptualizan además que la “Tecnología de la construcción es una combinación de los métodos constructivos, los materiales y equipos, el personal, los procesos constructivos y las diferentes interrelaciones que definen la manera como se realiza una determinada operación en la construcción.” Guio y Bascuñán p.2 (3). por tanto, se requiere del estudio de cada uno de estos elementos de una nueva tecnología para que pueda ser adaptada y mejorada.

#### **1.4.2. Justificación práctica**

La aplicación de un nuevo proceso en cualquier industria requiere de estudios de factibilidad técnica y económica, por tanto, teniendo presente que las maquinarias para la pavimentación rígida por encofrados deslizantes en el Perú se encuentran disponibles para su alquiler en diversas empresas como UNICON, es necesario realizar un análisis de costos unitarios que permita establecer si la utilización de esta tecnología puede ser aplicada en las obras de pavimentación de la Provincia de Huancayo, considerando que las vías de la ciudad tienen tramos pequeños o en algunos casos son ejecutadas en partes.

En este sentido al no existir precedentes de la utilización de maquinarias de pavimentación por encofrados deslizantes en la Provincia de Huancayo, los profesionales encargados de realizar los expedientes, así como las instituciones que aprueban los expedientes y las empresas ejecutoras, no tienen muchas alternativas para escoger un sistema de pavimentación con mayor rendimiento que el sistema tradicional que actualmente se utiliza. Por tanto, se pretende que el estudio sirva como referente para los diversos profesionales, instituciones y empresas constructoras que se encargan de ejecutar las diversas obras de pavimentación rígida que se vienen dando en la Provincia de Huancayo. Cabe señalar que entre la población beneficiaria se encuentra la población de la Provincia de Huancayo quienes con la innovación



tecnológica en los procesos constructivos pueden contar con vías de mayor calidad en menor tiempo y un costo diferenciado.

### **1.4.3. Justificación tecnológica**

El estudio es importante desde un punto de vista tecnológico, considerando que se identificó un proceso innovador e identificó los costos que generan su utilización en las obras de pavimentación de la Provincia de Huancayo, aspecto que permite visualizar que se necesita de una reingeniería en todos los procesos constructivos que se utilizan en la construcción de pavimentos en la Provincia de Huancayo.

## **1.5. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Los sistemas de Pavimentación por Encofrados fijo y el sistema de Pavimentación por Encofrado deslizante inciden en la Partida de Pavimento Rígido, mediante la incorporación de nuevas sub partidas como resultado de la innovación en el proceso constructivo, reflejándose las nuevas sub partidas en los costos directos e indirectos, así como el tiempo de ejecución de las obras de Pavimentación en el Distrito de Huancayo.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a) Las diferencias técnicas y constructivas del sistema de pavimentación por encofrados fijo y del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, se establecen en las siguientes actividades de la pavimentación: encofrado y desencofrado de losa, relleno de juntas, armado de canastillas y el acabado de losa.
- b) Las sub partidas que componen la Partida de Pavimento de Concreto rígido para ambos sistemas son Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias, rellenos de juntas y curado de losa, variando las sub partidas en el encofrado y desencofrado de losa, pavimentadora de encofrado deslizante y concreto premezclado en la Provincia de Huancayo -2017.
- c) Los costos directos en los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y por encofrado deslizante son la sumatoria de las sub partidas o actividades realizadas en la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017.

- d) Los costos indirectos en los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y por encofrado deslizante, en la partida de pavimento rígido están determinados por los Gastos Generales y el tiempo de ejecución de la obra en la Provincia de Huancayo - 2017.
- e) El tiempo de ejecución del sistema de pavimentación por encofrado fijo es mayor al tiempo de ejecución del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, en la fase de construcción de la partida de pavimento rígido en la Provincia de Huancayo -2017.
- f) La utilización del sistema de pavimentación por encofrado deslizante es viable económicamente en la partida de pavimento rígido a partir de tramos mayores a los 600 metros lineales en la Provincia de Huancayo -2017.

### **1.5.3. Variables**

#### **Variable independiente**

- Sistema de Pavimentación por encofrado fijo y encofrado deslizante.

#### **Variable dependiente**

- Partida de Pavimento rígido

### **1.5.4. Operacionalización de variables**

- Variable independiente

Sistema de encofrado convencional y sistema de encofrado deslizante. Los indicadores del proceso constructivo son:

- Proceso Constructivo
- Materiales
- Mano de Obra
- Equipos

- Variable dependiente

Partida de pavimento rígido, en cuanto a los costos y tiempo de ejecución del pavimento. Los indicadores son:

- Costo directo
- Costo indirecto
- Tiempo de ejecución
- Viabilidad económica

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Antecedente internacional**

Hayasaka y Peñafiel (4), en la tesis, “Pavimento De Concreto Hidráulico En Carreteras”, realizan una investigación donde establecen el procedimiento constructivo del pavimento de concreto hidráulico en la cual establecen que el uso de maquinarias es un sistema de mayor ventaja sobre el encofrado fijo (cimbras laterales), por tanto la pavimentación con el encofrado deslizantes es recomendable exclusivamente para proyectos de carreteras con pavimento de concreto hidráulico, considerando que el rendimiento y el acabado final del pavimento es superior al del encofrado fijo. En el estudio se llegó a las siguientes conclusiones: la tecnología del uso de maquinaria con cimbra deslizante para los pavimentos de concreto hidráulico, se convierte en una opción más atractiva, por el rendimiento que brindan y el acabado final que es superior al acabado del encofrado con cimbra fija, esto hace que esta metodología avance y se desarrolle en el futuro, además estas maquinarias brindan mayor seguridad y menor costo de mano de obra. También llegan a la conclusión: que el pavimento construido con el encofrado deslizante requiere poco mantenimiento, debido a su alto nivel de acabado.

Zagaceta y Romero (5), en la tesis, “El Pavimento De Concreto Hidráulico Premezclado En La Modernización Y Rehabilitación De La Avenida Arboledas”, realizan una investigación donde establecen que los rendimientos en la colocación del concreto con el encofrado fijo son relativamente más bajos, he involucran un aumento en la mano de obra, para realizar actividades previas y posteriores al colocado del concreto tales como: colocación y nivelación de los módulos metálicos de cimbra, chequeo topográfico del alineamiento vertical y horizontal de los mismos, descimbrar y acarreo de los módulos. En el estudio se verificó que en el colocado del concreto con el encofrado deslizante el rendimiento es mayor, debido a que el proceso se lleva a cabo con maquinaria que trabaja con sensores de nivel electrónicos y además pueden realizar prácticamente todas las funciones que involucra un colocado de concreto hidráulico para pavimento. De esta manera, los equipos con encofrado deslizante arrojan grandes rendimientos con poca utilización de mano de obra. Este tipo de equipos también incluyen dentro de sus funciones básicas las de extender, vibrar, nivelar y alinear el concreto de acuerdo a las especificaciones de cada obra. También pueden contar opcionalmente con las funciones de pulido, curado y tartarizado. En la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: La construcción del pavimento de concreto hidráulico por un sistema deslizante tiene ventajas sobre el sistema por cimbras, en las principales partidas como colocación de losas de concreto, corte de juntas, sellados de juntas, etc. Además, de presentar un mejor acabado para la superficie de rodadura.

Martínez (6), en la tesis, “Análisis Comparativo De Métodos De Diseño Y Construcción De Pavimentos De Concreto Hidráulico Según Normas Aplicadas En México, Reino Unido Y España”, realizó una investigación donde estableció que las pavimentadoras con un sistema de encofrado deslizantes tienen como principal ventaja un mayor rendimiento en obra y el reemplazo de los equipos usados en un proceso de pavimentación con encofrado fijo, además en el sistema de encofrado deslizante se considera un solo operador para la operación de la maquinaria. El acabado manual se reduce al mínimo; además, al no existir encofrados fijos laterales, se elimina la labor de colocación y manejo de las mismas. En el proyecto se especifica que las pavimentadoras con encofrados deslizantes cuentan con un mecanismo para el manejo del concreto, que se divide en recepción, acomodo, vibrado, compactación, y perfilado para el pavimento. La distribución del material al frente de la pavimentadora, que es el primer contacto entre la mezcla y el equipo, se logra mediante un tornillo sinfín, controlado por el operador, que permite transportar, repartir y dosificar el concreto hacia los lados de la máquina, entre el sinfín y la plancha de encofrado. En la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: La infraestructura vial es esencial para el

desarrollo y competitividad del País y, a su vez, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Tener una red carretera en buenas condiciones conlleva a un ahorro en combustible, menor tiempo de traslado, conservación de la calidad de los productos y menor depreciación de los medios de transporte. En el aspecto constructivo de pavimentos de concreto hidráulico, se llegó a la conclusión que la pavimentadora con encofrado deslizante es una maquinaria de alto rendimiento y altos índices de acabados, por lo que se recomienda la utilización en las diferentes obras de pavimentación del país.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Velez (7) en la tesis titulada “Análisis De Los Rendimientos De Mano De Obra En Pavimentaciones En El Sector De Morro Solar De La Ciudad De Jaén”, expone el análisis de costos unitarios correspondientes a las partidas de “pavimento rígido” y en la sub partida de vaciado de concreto de losa macizas  $e=20$  cm,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con mezcladora de concreto, en la investigación señala los rendimientos de esta partida para cada obra en estudio: Tramo 1 - Calle Laureles, Tramo 2 - Calle Manco Capac, Tramo 3 - Alfredo Bastos, donde se resalta que el rendimiento de los operarios es altamente variable considerando factores como la experiencia de los trabajadores en ( $\text{m}^2/\text{día}$ ), la edad de cada trabajador y la cantidad de personal asignado para la realización de las partidas de pavimento rígido. Los datos se tomaron de las tres obras en estudio y en las diferentes subpartidas como en: encofrado para losa, vaciado de concreto de losas macizas, curado de concreto con aditivo, desencofrado para losas de concreto. Para así determinar la cantidad de personal y los factores que intervienen en el rendimiento de estas partidas. En el estudio se llegó a las siguientes conclusiones: el rendimiento de mano de obra en la ejecución de la partida de pavimento rígido, depende de la asignación de cuadrillas y del desempeño del personal. También se consideró que para obtener rendimientos óptimos es necesario evaluar las capacidades físicas y entorno laboral, obteniéndose además valores de rendimiento de mano de obra para cada proyecto de pavimentación en la localidad de Jaen. Los rendimientos obtenidos fueron de  $8.80\text{m}^2/\text{día}$  para el Tramo 01 - Calle Laureles,  $7.36\text{ m}^2/\text{día}$  para el Tramo 2 - Calle Manco Capac y  $9.84\text{m}^2/\text{día}$  para el Tramo 3 - Alfredo Bastos. Además, se concluye que, en los proyectos de pavimentación rígida, el rendimiento de mano de obra depende de la asignación del personal para cada partida, por tanto, es necesario planificar las cuadrillas para obtener un óptimo rendimiento con bajo costo de mano de obra, según la magnitud de la obra y la planificación de esta.

Padilla (8) en la tesis titulada “Tecnología Constructiva Actual, Control de Calidad, Mantenimiento y Reparación de Pavimentos de Concreto Hidráulico”, expone que es recomendable el empleo de equipos de encofrados deslizantes en vista que, se realiza un único proceso de colocación del concreto hidráulico considerando la conformación, vibrado y enrasado de la capa de rodadura. El estudio se enfoca en las últimas tecnologías de pavimentación aplicada en Perú, y el proceso constructivo, teniendo en cuenta los costos de inversión inicial, los costos de mantenimiento y operación del pavimento rígido en su periodo de vida útil. En el proyecto no se considera la colocación de los encofrados fijos o manual para el pavimento de concreto hidráulico utilizados frecuentemente en diversos proyectos hasta la actualidad, en vista que la temática del proyecto fue orientado al aspecto tecnológico constructivo. En el estudio se resalta que debido a la falta de información estadística sobre las ventajas de la colocación de pavimentos de concreto hidráulico con sistemas de encofrados deslizantes impide cuantificar los ahorros en mantenimiento, combustible y tiempo de transporte de este tipo de pavimentos. En la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: en el país los equipos de pavimentación de encofrados deslizantes son apropiados para construir pavimentos de concreto hidráulico en gran volumen y cantidad, sin embargo, no se establecieron cantidades determinadas. También se concluyó que el costo de construcción de un pavimento con equipos de última generación no es el que define la rentabilidad de un pavimento rígido, sino la inversión total que se asumiría en el tiempo considerando un periodo de evaluación de 25 años que incluye el mantenimiento. Los pavimentos de concreto hidráulico colocados con las últimas tecnologías constructivas son factibles en proyectos de medio y alto tránsito donde el costo de mantenimiento, reparación y operación en el ciclo de vida útil del pavimento rígido superan ampliamente el costo de construcción.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

La pavimentación de vías es una de las áreas de desempeño profesional de mayor importancia dentro de la ingeniería Civil, área en la cual se involucran diversas especialidades que conciernen al diseño, el proceso constructivo, el mantenimiento y gestión de los proyectos de pavimentación; considerando en cada especialidad principalmente el factor económico que implica buscar el menor costo y obtener el mayor rendimiento posible en beneficio de la población usuaria. Es decir, un factor condicionante para un proyecto de pavimentación son los costos en cada etapa, desde su diseño y construcción del pavimento rígido hasta su mantenimiento dentro del periodo de vida útil. En este sentido, en la actualidad la investigación e innovación en los

sistemas de pavimentación mediante concreto hidráulico se ha desarrollado no sólo en los procesos constructivos, sino también en los materiales y los aspectos logísticos.

### **2.2.1. Innovación en la pavimentación**

El Ingeniero Civil y maestro en Ingeniería de la UNAM Figueroa (9), señala que actualmente la industria de la construcción de pavimentos de concreto hidráulico se preocupan por ofrecer soluciones tanto en la fase de diseño, materiales usados, las operaciones de colocación, la preservación y rehabilitación, así como su reconstrucción y reciclado. Un contexto de innovación tecnológica y permanente investigación que permite visualizar que la pavimentación con concreto hidráulico de tradicional o por encofrado fijo está dejando de ser utilizado en otros países de la región, sin embargo, a nivel nacional sigue siendo el procedimiento constructivo más usado y predominante para la construcción de vías. El mismo autor además señala que, la innovación e investigación podrían mejorar la sustentabilidad de la construcción de pavimentos de concreto hidráulico, en áreas de investigación como pavimentos de concreto prefabricado, pavimento compactado con rodillos, pavimentos de concreto delgado, técnicas aceleradas para pavimentos de concreto y también la revisión de los métodos tradicionales de construcción de pavimentos de concreto con encofrado deslizante. Recomendaciones que deberían llevar a los profesionales del país a proponer nuevas alternativas o soluciones, en vista que se siguen proponiendo proyectos con procedimientos constructivos que están dejando de ser modernos y que generan costos mayores directos e indirectos en la construcción.

En este sentido se puede decir que la innovación en la pavimentación de vías tiene décadas de estudio en otros países y su aplicación ha permitido el abaratamiento de los proyectos, sin embargo, dichas innovaciones en el país no se reflejan. Una realidad que genera que la utilización del pavimento rígido de concreto hidráulico en el Perú se destine solo a vías de mediano bajo y mediano tránsito dentro de la red vial vecinal en las zonas urbanas. Becerra p.15 (10), dice al respecto “El pavimento de concreto en el Perú tiene muy poca presencia en la red vial nacional, sin embargo, si tiene preponderancia en las zonas urbanas”.

Los motivos por la cual la innovación tecnológica en la pavimentación por encofrados tradicionales o fijos utilizado ampliamente en Perú no sucede, es el escaso nivel de información que existe sobre los procesos constructivos de pavimentación por otros sistemas que se utilizan en otros países y también por la magnitud de las obras que en su mayoría son pequeñas. Zaragoza p.6 (11), define respecto a la



desinformación sobre las nuevas tecnologías constructivas en pavimentos “El progresivo abandono de la técnica que se ha producido en las dos últimas décadas ha ocasionado que la ejecución de pavimentos de hormigón sea una tarea cada vez más complicada” señalando que solamente se procede a innovar en el caso de situaciones donde los proyectos son de gran envergadura como son los casos de aeropuertos, autopistas, y otros. Considerando este escenario, para cualquier innovación inicialmente es preciso identificar los procesos constructivos en los sistemas de pavimentación a estudiar teniendo presente además que, la utilización de un sistema de pavimentación tiene otras condiciones de utilización diferentes al contexto peruano, pero que deben en la medida de lo posible acondicionarse al medio donde se aplicará la nueva tecnología, en este punto López p.11 (12), señala que las técnicas de trabajo y la tecnología empleada en la construcción de pavimentos no son muchas veces homologables, por lo cual se hace necesario elaborar un procedimiento constructivo adaptando las tecnologías disponibles de los países rectores a la realidad circundante.

### **2.2.2. Los sistemas de pavimentación**

Serpell p.19 (13), señala que la construcción al igual que otras actividades humanas es un proceso productivo, que mediante un sistema organizado permite ofrecer productos terminados o recursos tangibles (obras), en este caso el producto terminado es la pavimentación de una vía. Este sistema de pavimentación está conformado por los elementos como: los recursos materiales, humanos y logísticos, las actividades a desarrollar y la administración de los mismos que se usan en el proceso constructivo, por lo que se puede deducir que son sistemas constructivos variables dependiendo de diversos factores como la tecnología a usar en la pavimentación, el material constructivo del proyecto, el procedimiento constructivo y otros.

Habiéndose definido que la construcción de pavimentos es un proceso que puede realizarse mediante diversos sistemas constructivos, se debe señalar también que el proceso a seguir afecta al producto terminado principalmente por el grado de industrialización que se maneja en aspectos como productividad o rendimiento, costos y calidad del producto, puntos específicos que se consideran como bases de comparación en los diversos sistemas de pavimentación. En este sentido cada proceso constructivo tendrá resultados diferentes en cada proyecto de pavimentación y se requiere reconocer estos elementos y catalogarlos dentro del proceso constructivo tanto para el sistema de pavimentación por encofrados fijos, como para el sistema de

pavimentación por encofrado deslizante que según el ICPA (14), son los métodos más empleados para la construcción de pavimentos de hormigón.

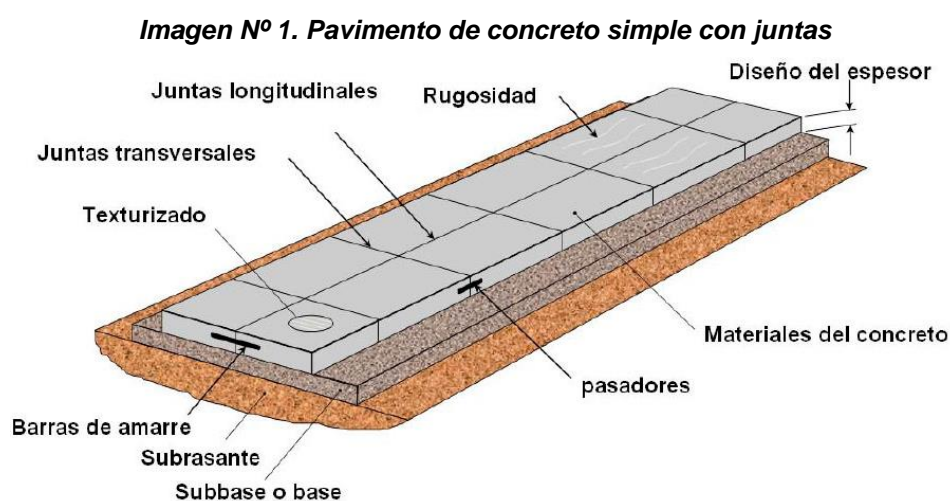
### **2.2.3. El pavimento rígido**

El pavimento rígido se puede definir como una estructura en concreto hidráulico apoyada en la sub rasante, base y sub base, que está orientada a transmitir las cargas vehiculares hacia el suelo. Corredor p.3 (15), define el pavimento rígido como aquel que distribuye la carga sobre un área relativamente grande del suelo por la rigidez, construidas con concreto en la superficie de rodamiento. Montejo p.5 (16), define que el pavimento rígido es una losa de concreto hidráulico apoyada en la sub rasante y su capacidad estructural depende de la resistencia de las losas.

Becerra p.34 (10) señala que dentro de las características principales del pavimento rígido resaltan su resistencia y durabilidad, el material utilizado no contamina el medio ambiente a diferencia de los pavimentos que utilizan derivados del petróleo y los costos de mantenimiento son inferiores al pavimento asfáltico. Además, Becerra (10) establece que debido a la diferencia que existe en la forma que se distribuyen las juntas en la carpeta de rodadura los pavimentos de concreto hidráulico pueden diferenciarse, proponiendo la siguiente clasificación para los pavimentos de concreto:

- a) Pavimento de concreto simple con juntas (Jointed Plain Concrete Pavement, JPCP por sus siglas en inglés) que utiliza juntas de contracción transversal cada 3.5m y 6m.
- b) Pavimento de concreto armado con barras transversales transversales (Jointed Reinforced Concrete Pavement, JRCP por sus siglas en inglés). El refuerzo del concreto se realiza mediante mallas de acero, permitiendo ampliar los espaciamientos entre las juntas de contracción hasta distancias entre 7.5m y 9.0m.
- c) Pavimento de concreto continuamente reforzado (Continuously Reinforced Concrete Pavement CRCP) que utiliza armaduras de acero de gran cuantía que controlan las fisuras a lo largo de todo el pavimento. El diseño de este pavimento es utilizado frecuentemente en Europa.
- d) Pavimento de concreto de losa corta, pavimento de concreto utilizado en zonas de altura que debido a las gradientes de temperatura y humedad requieren de losas menores (1.8 m. por 1.8 m.) para evitar la fisuración por las condiciones climáticas extremas.

De los cuatro tipos de pavimentos de concreto hidráulico el JPCP es el más usado dentro de la industria nacional de construcción, debido al manejo que se tiene en la técnica y proceso constructivo. En el pavimento de concreto simple con juntas, se pueden identificar elementos comunes fácilmente identificables sobre la subrasante, la sub base, la base, los paños de concreto de un espesor diseñado, las juntas longitudinales y las juntas transversales como se puede observar en la **Imagen N° 01**. En este sistema de pavimentación por tanto el factor principal que afecta a los costos en la fase construcción, está definido por el proceso constructivo que puede variar dependiendo de la tecnología a utilizar.



**Fuente: Becerra (2012, p. 42) "Tópicos de pavimentos de concreto"**

#### **2.2.4. Costo directo**

Es la sumatoria de costos que involucran una partida o actividad a realizar, al respecto Ibáñez p.11 (17), señala que el costo directo es la sumatoria de la mano de obra, equipos, herramientas y materiales necesarios para la realización de un proceso productivo o una partida en específico.

- **Mano de obra**

Según Ibáñez p.11 (17), el costo de la mano de obra está determinado por categorías (capataz, operador, oficial y peón). Si bien es cierto que el gobierno ha unificado el jornal básico para todos los departamentos del Perú, el costo de la mano de obra varía conforme a la dificultad de la realización de la obra.

- **Materiales**

Según Ibáñez p.14 (17), en la ejecución de una obra se integran materiales semielaborados, elaborados, mano de obra, herramientas y equipos. El costo de los materiales necesarios para la construcción de una obra, son componentes básicos dentro de un análisis de costos unitarios, los costos utilizados en los materiales puestos en obra incluyen los siguientes rubros:

- Precio del material
- Costo de flete
- Costo de manipuleo
- Costo de almacenamiento

- **Herramientas**

Según Ibáñez p.87 (17), las herramientas se refieren a cualquier utensilio pequeño que va a servir al personal en la ejecución de trabajos simples y/o complementarios a los que se hace mediante la utilización de equipo pesado. En las obras se utilizan herramientas tales como: cizalla para fierro de construcción, cortadoras, lijadoras eléctricas de disco, motosierras, pulidoras, taladros (manuales y eléctricos), galopas, cepillos, tornos, esmeriles, palas, picos, carretillas, etc.

Dado que el rubro de herramientas en un Análisis de Costos Unitarios es difícil determinarlo, además de que incide muy poco, en el presente documento se está considerando un porcentaje promedio del 3-5% de la mano de obra, cuyo porcentaje ha sido calculado en base a criterios técnicos y a la experiencia.

- **Equipos**

Según Ibáñez p.81 (17), Este es un elemento muy importante y tiene una gran incidencia en el costo de la obra, sobre todo en la actividad de pavimentación. Para calcular el costo de alquiler horario de los equipos hay que tener presente dos elementos fundamentales.

- **Costo de posesión:** donde incluye depreciaciones, intereses, capital, obligaciones tributarias, seguros, etc.

- **Costo de operación:** donde incluye combustibles, lubricantes, filtros, neumáticos, mantenimiento, operador y elementos de desgaste.

### 2.2.5. Costo indirecto

Según Ibáñez (2010, p.221) los costos indirectos no tienen relación directa en la ejecución de una obra, pero son indispensables incluirlos en el presupuesto porque se refieren a la sumatoria de los diversos gastos técnico–administrativos necesarios para el correcto desarrollo de un proyecto. Estos costos pueden clasificarse en dos rubros: Gastos Generales Fijos y Gastos Generales Variables.

- **Gastos generales fijos**, integrados por los siguientes cargos:
  - Campamentos de obra (para el contratista y el supervisor)
  - Gastos administrativos que incluyen los costos de la licitación, gastos legales, carteles de obra, gastos de inspección a obra y publicaciones derivadas del proceso.
  - Liquidación de obra
  - Tasa del servicio
- **Gastos generales variables**, que corresponden a:
  - Costos de la dirección técnica y administrativa en obra conformada por los sueldos y remuneraciones del personal profesional, técnico, administrativo y auxiliar a utilizar en la ejecución de la obra. Estos costos incluyen los cargos por leyes y beneficios sociales.
  - Costo de los equipos no incluidos en los Costos Directos, tales como camionetas, ambulancias, grupo electrógeno para el campamento, equipos de laboratorio.
  - Gastos de pólizas de seguro exigidos por la entidad, conformados por el costo de las primas que debe abonar el contratista a fin de tener asegurada la obra, los empleados, obreros y profesionales.

## **2.3. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

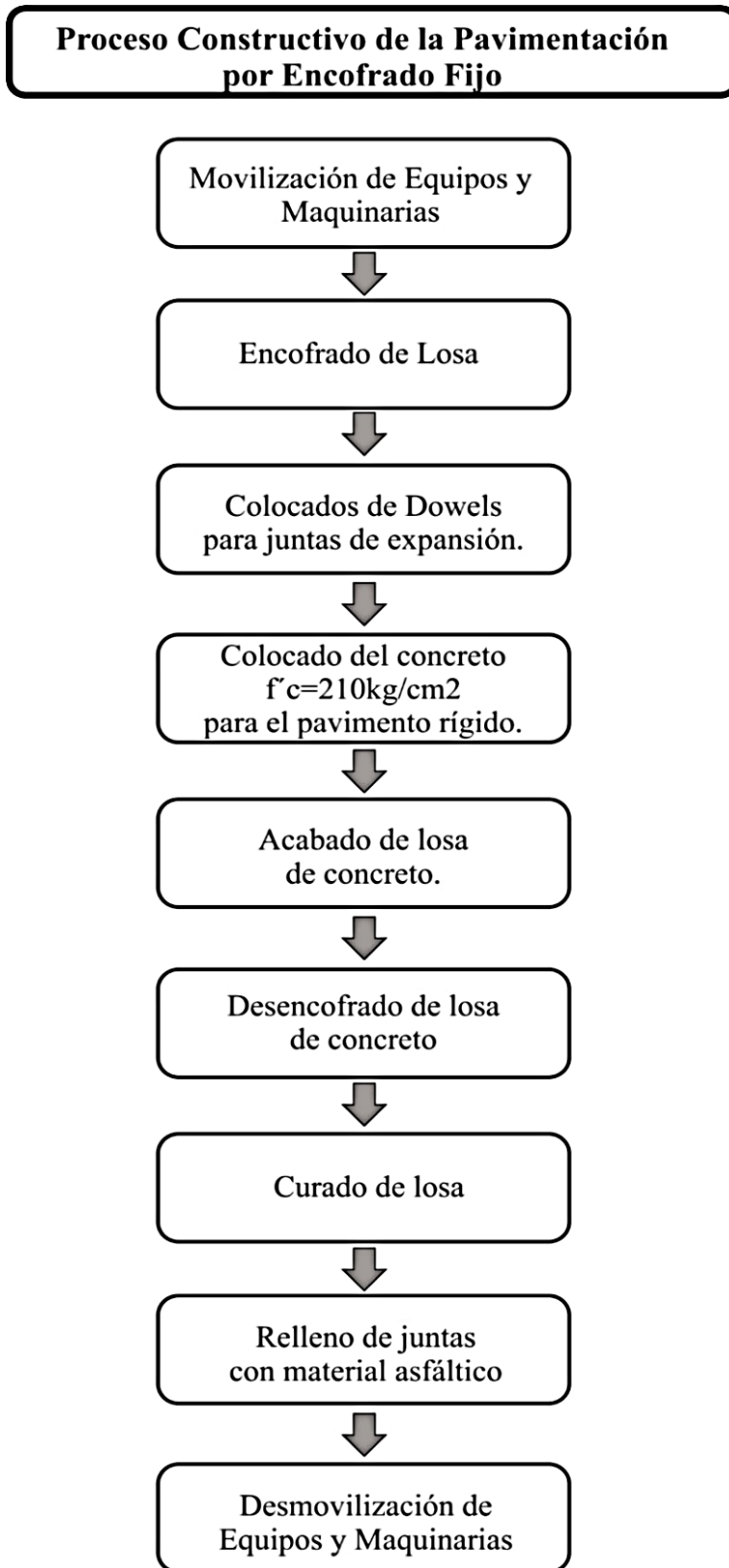
La construcción de los pavimentos rígidos se puede dar mediante dos formas: pavimentación manual y pavimentación mecanizada. Salazar p.53 (18), señala que dentro de la pavimentación manual hay dos variedades: la pavimentación por encofrado fijo mediante maderas o cimbras metálicas en la cual se coloca directamente el concreto y se procede a darle forma mediante regletas de madera simples o accionadas mediante motor, y la pavimentación por reglas vibratorias que utiliza una viga metálica conectada a motores que vibran para acomodar el concreto, por tanto requiere de engranajes en los extremos para apoyar la viga vibratoria en los encofrados y poder trasladarse longitudinalmente para atrás y adelante, en este proceso manual se puede utilizar un vibrador de concreto manual para licuar el concreto por los impulsos vibratorios en la en la colocación y mejorar la compactación. Respecto a la pavimentación mecanizada esta se realiza mediante encofrados deslizantes, Salazar p.55 (18), señala que los equipos mecánicos automatizados utilizan conjuntos de vibradores de inmersión (5 a 6 vibradores por ancho de 3.5m.) que logran una frecuencia de vibración de 8,000-12,000 Hz. y rodillos, logrando un alto rendimiento en la licuación y compactación del concreto. La pavimentación mecanizada además incluye equipos de terminado superficial (allanadoras) para alisar y tapar irregularidades de la carpeta de rodadura.

### **2.3.1. Pavimentación por encofrado fijo**

El sistema de pavimentación por encofrado fijo es el sistema constructivo más usado en el Perú en las vías de mediano y bajo tránsito, su empleo es versátil y sencillo en cualquier medio por lo que puede adaptarse a cualquier proyecto y requiere de herramientas sencillas, el colocado del concreto se realiza mediante el extendido del concreto que puede ser mezclado de forma artesanal con las mezcladoras tipo tolva. El MTC p.818 (1), establece que el equipo mínimo necesario para la ejecución de las obras empleando encofrados fijos, estará integrado básicamente por los siguientes elementos: encofrados y equipos de construcción para repartir el concreto uniformemente. Los encofrados, son los elementos que limitan la losa de concreto, pudiendo ser de madera o metal; los criterios de diseño establecidos en el MTC p.818 (1), señalan que estos elementos deben de tener una longitud no menor de 3m. y su altura debe de ser igual al espesor del pavimento por construir. Si la pavimentación utiliza *dowels* se requiere que estos elementos contengan agujeros en la mitad de su espesor y a los intervalos requeridos para insertar a través de ellos las varillas de anclaje, cuando ellas por aspectos de diseño se propongan en el Proyecto. Los equipos para la construcción del

pavimento por encofrado fijo según el MTC (1), son una esparcidora que dejará el concreto fresco repartido uniformemente; una terminadora transversal con elementos de enrase, compactación por vibración y alisado transversal; y una terminadora longitudinal que realice el alisado de la losa. En la construcción de pavimentos por encofrado fijo se ha podido identificar el proceso constructivo que se muestra en el **Esquema N° 1**, proceso constructivo utilizado en la obra tomada como base para el estudio, este proceso se repite en la mayoría de las obras de pavimentación de la región, sin embargo, algunas variaciones se pueden añadir para proyectos con requerimientos específicos.

**Esquema N° 1. Proceso constructivo de la pavimentación por encofrado fijo**



*Fuente: elaboración propia*



En el sistema de pavimentación por encofrado fijo, el proceso constructivo del pavimento inicia cuando se fijan las tablas en forma de paneles o paños que contendrán el concreto y culmina con relleno de las juntas con material asfáltico. Para construir las losas del pavimento primero se trabaja la sub base y base granular, para que los encofrados se puedan apoyar firmemente en estas capas.

Se debe señalar que en un expediente técnico adicionalmente se contemplan partidas adicionales al pavimento rígido como: sardineles, cunetas para el desagüe pluvial, veredas que dependiendo del proceso constructivo pueden ejecutarse después del vaciado del pavimento y que no pertenecen a la partida de pavimento rígido.

#### **A. Movilización de equipos y maquinaria**

Esta fase del proyecto consiste en el traslado del equipo y la maquinaria a la obra de trabajo, los equipos livianos no autopropulsados como herramientas manuales, martillos neumáticos, vibradores de concreto y la mezcladora de concreto son transportados en un volquete estándar de 15m<sup>3</sup>, que se muestra en la **Imagen N° 2**, desde el almacén general de obra, hasta la zona en ejecución, este trabajo realizado consiste en cargar, trasladar y descargar las herramientas a usar.

El MTC p.823 (1), señala que los equipos a usar deben ser revisados por el Supervisor en la obra y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo en cuyo caso el Contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. Asimismo, para la movilización de los equipos y maquinaria se debe considerar el aspecto logístico del proyecto, es decir la disposición de rutas, vehículos y accesos a la zona, pudiendo usarse en casos específicos otros medios de transporte como camionetas con capacidad suficiente para movilizar los equipos.

**Imagen N° 2. Volquete de 15 m<sup>3</sup>, que transporta los equipos y materiales**



**Fuente: página web de Unicon<sup>1</sup>**

## **B. Encofrado de losa**

Esta fase del proceso se caracteriza por el suministro, ejecución y colocación por paños de las “formas de la madera” necesarias para el vaciado del concreto de la calzada, como se muestra en la **Imagen N°3**. El encofrado la losa tiene una longitud promedio de 3.0m por 2.5m dependiendo del diseño propuesto, lo que permite una mejor trabajabilidad a los operarios en cada paño, entendiéndose como trabajabilidad según Becerra p.86 (10), a la facilidad para la colocación, consolidación y acabado del concreto fresco. Las tablas usadas convencionalmente en el sistema de pavimentación por encofrado fijo tienen una longitud mayor a los 3m. y la altura del tablón es igual al espesor del pavimento que se está construyendo.

Los elementos del encofrado de madera o metálicos, deben de tener la suficiente rigidez para que no se deforme durante la colocación del concreto, un punto que no siempre se cumple en el sistema convencional en vista que las tablas con más de dos usos son menos resistentes por el clavado y desclavado y por las rajaduras que se presentan en las tablas cuando son extraídas en el momento del desencofrado al. La norma también señala que en la mitad del espesor de la tabla y a los intervalos

---

<sup>1</sup> Recuperado de <http://www.duravia.com.pe/blog/proceso-constructivo-con-pavimentadora/>

requeridos, los encofrados deben de presentar orificios para insertar a través de ellos las varillas de unión o anclaje.

Antes del vaciado del concreto, el supervisor debe de verificar que no haya fisuras por donde podría escapar el concreto, también se nivela con más precisión y se compacta el suelo para evitar el mezclado del concreto con el material del afirmado.

**Imagen N° 3. Encofrado de pavimentación, distrito de Huancayo**



**Fuente: archivo fotográfico**

### **C. Colocado de los *dowels***

Los pavimentos de concreto simple según Montejo p.320 (16) con varillas de transferencia de carga se construyen disponiendo varillas lisas en las juntas de construcción. Esta actividad se realiza en pavimentos de concreto simple con separación corta entre juntas transversales, los pasadores son colocados de forma manual como se observa en la **Imagen N° 4**, para lo cual el encofrado de madera tiene que tener agujeros cada cierta distancia para el ingreso de los aceros lisos (*dowels*). Estos agujeros se realizan con un taladro en los tablones antes de ser dispuestos en el encofrado. El acero liso tiene que estar cortado a cada 30cm según mande el expediente técnico, y estos van acompañados con tuberías de PVC de 15cm y embebidos con grasa, para que el acero liso se desplace y trabaje como un trasmisor de cargas, todas

estas actividades deben de ser realizados por la cuadrilla encargada, son actividades manuales necesarias que afectan al rendimiento.

**Imagen N° 4. Colocado de dowels en el encofrado**



**Fuente: archivo fotográfico**

#### **D. Colocado del concreto $f'c=210\text{KG/cm}^2$**

Esta fase comienza con el abastecimiento del cemento y agregados a la tolva de la mezcladora de concreto, para así esta pueda mezclar bien el concreto logrando la consistencia requerida en el diseño, para luego ser trasladada al paño del pavimento mediante buggies tal como se muestra en la **Imagen N°5**. Respecto a las proporciones de agregados y cementos, estos son entregados por el ingeniero responsable de la obra, garantizando de esta manera el cumplimiento de las especificaciones técnicas y la resistencia a la compresión del pavimento. Respecto a la calidad del concreto Salazar p.65 (18), señala que en el proyecto “se deberá contemplar las características de la mezcla por colocar, es decir si será fabricada con planta mezcladora en el sitio o por empresas mezcladoras. Se deberán considerar las propiedades de los agregados por utilizar, sus variaciones o contaminaciones, esto es, la variación de contenidos de arenas”, el concreto preparado después de ser trasladado con buggies al encofrado tiene que ser sometido a vibración con equipos superficiales o de inmersión para lograr una compactación adecuada MTC p.819 (1); sin embargo, en la mayoría de los proyectos no se cumple con esta actividad por no disponer del equipo.

Cabe resaltar que, en este sistema de pavimentación tradicional la mano de obra necesaria es mayor y los materiales tienen que ser puestos en obra, expuestos a la intemperie, por más que se tomen las precauciones necesarias los materiales se contaminan con materiales orgánicos e inorgánicos como el polvo, raíces, astillas de maderas y otros. El concreto preparado para este sistema de pavimentación tradicional debe de tener un slump de 4" a 4.5", para que así este sea más fluido y llegue a asentarse en todos los cantos del encofrado del pavimento.

**Imagen N° 5. Colocado del concreto en los paños de pavimento**



**Fuente: archivo fotográfico**

#### **E. Acabado de losa de concreto**

Este proceso consiste en utilizar reglas de madera para nivelar las irregularidades que presenta la losa de concreto. Salazar p.56 (18), señala que “con objeto de corregir irregularidades en zonas de difícil acceso o fallas locales, principalmente en las inmediaciones de las orillas se emplean llanas metálicas manuales” que significa que para obtener un buen acabado superficial del pavimento es necesario realizar las actividades de frotachado con una plancha con la mayor superficie posible cuando ya se esté armando el concreto, como se muestra en la **Imagen N° 6**. Posteriormente al acabado de losa mediante las reglas y las planchas se procede al texturizado de la losa de concreto, actividad que se realiza con un yute (tela) para dar la rugosidad adecuada, este trabajo se realiza en el momento que el concreto este entrando en el tiempo de

fragua, tiene que ser terminado por un operario con experiencia puesto que se considera como “mano calificada”.

**Imagen N° 6. Acabado de losa de concreto**



**Fuente: archivo fotográfico**

#### **F. Desencofrado de losa**

Esta fase del proyecto consiste en el desencofrado del pavimento un día después del vaciado del concreto, el desencofrado se realiza con los siguientes materiales: barreta, pico y cizalla, puesto que la madera queda adherida firmemente al concreto y es un poco dificultoso para extraerla. En esta actividad las tablas en algunos casos se fisuran y astillan, disminuyendo su resistencia en un próximo uso.

El desencofrado de losa se realiza para proseguir con el vaciado de los demás paños de pavimento adyacentes al que ya se culminó como se puede observar en la **Imagen N° 7.**

**Imagen N° 7. Desencofrado de losa**



**Fuente: archivo fotográfico**

### **G. Curado de losa**

Salazar p.59 (18), señala que “el objeto del curado del concreto es el de facilitar el desarrollo de la hidratación del cemento, así como reducir el efecto nocivo de las contracciones producidas por las condiciones ambientales (temperatura, viento, humedad, etc.), las cuales promueven fisuramientos aleatorios” por lo que esta actividad se realiza poco después del colocado el concreto protegiéndolo de un secado prematuro y de temperaturas excesivamente calientes o frías. El curado inicial se realiza en el sistema de pavimentación por encofrado fijo un día después de culminar las operaciones de acabado, teniéndose especial cuidado en las primeras 48 horas.

En el sistema de pavimentación tradicional por encofrado fijo, este procedimiento de curado consiste en colocar arena de tipo arrocerera en el pavimento como se muestra en la **Imagen N° 7**, para luego inundarlo con agua permitiendo la hidratación de la losa de concreto, de esta manera se busca que se mantenga húmeda el mayor tiempo posible.

**Imagen N° 7. Curado de losa del pavimento**



**Fuente: archivo fotográfico**

#### **H. Relleno de juntas con material asfáltico**

Las juntas de control permiten limitar el surgimiento de grietas como producto de la expansión y contracción de la losa que son generados por la temperatura y el tránsito de los vehículos, Salazar p.59 (18), comenta al respecto “Cuando no se toman en cuenta estos esfuerzos, aparecen grietas sin control, es decir de manera expuesta”, por tanto, estas juntas deben de ser previstas en la construcción de losas de concreto y posteriormente ser rellenadas con un elemento flexible como el asfalto.

En el proceso constructivo del pavimento por encofrado fijo, se realiza el relleno de juntas con el material asfáltico. Este trabajo consiste en calentar la arena gruesa con el asfalto RC-250, para rellenar las juntas de expansión que se deja por el encofrado de la madera de 1” y en algunos casos de 1½”, en la **Imagen N° 8** se muestra cómo se realiza esta actividad.



**Imagen N° 8. Relleno de juntas**



**Fuente: archivo fotográfico**

## **I. Desmovilización de equipos y maquinaria**

Cuando se culmina todas las actividades de la obra se realiza la desmovilización de los equipos y maquinarias, esta actividad consiste en la carga y descarga de los equipos que tienen que ser devueltos del lugar de donde se obtuvieron, ya que en el presupuesto se considera la movilización y desmovilización de los materiales.

### **2.2.5. Pavimentación por encofrado deslizante**

En este tipo de pavimentación, el hormigón es extruido con la forma geométrica de la calzada mediante el deslizamiento o paso de un molde de la maquinaria de sistema de pavimentación por encofrado deslizante. Este procedimiento constructivo se caracteriza por el empleo de un concreto de bajo asentamiento, elevadas producciones y consecuentemente alto consumo de concreto, en el caso más crítico la pavimentadora alcanza un rendimiento de 1m/min como se puede verificar en las especificaciones técnicas de la maquinaria en el **Tabla N° 2**. Una característica importante que resalta son los destacados niveles de calidad en terminaciones y bordes, que permiten obtener pavimentos de excelente regularidad y mejor adherencia, es decir mediante este sistema constructivo se obvia los costos de mano de obra en acabado y texturizado que se consideran en el encofrado tradicional.

**Tabla N° 2. Especificaciones técnicas del encofrado deslizante SP500**

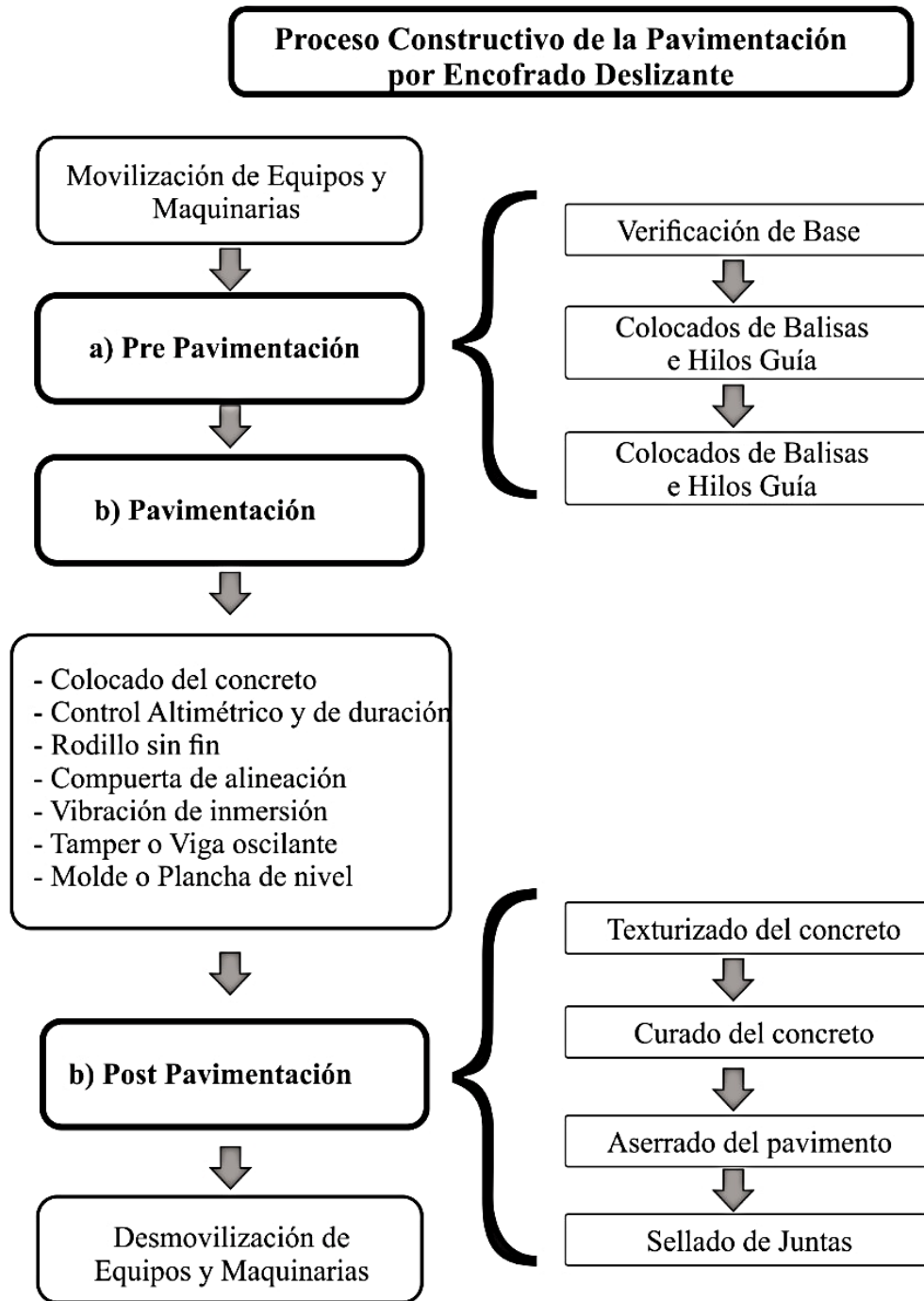
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Extendidora de encofrado deslizante SP500 de 4 orugas</b>
<b>Datos característicos del motor</b>	
Refrigeración	por agua
Numero de cilindros	6
Potencia	131/179/178 KW/HP/PS
Consumo de combustible en plena carga	32.2 L/H
<b>Características de traslación</b>	
Velocidad de trabajo	0-5 m/min
Velocidad de transporte	0-17 m/min
<b>Equipo de hormigonado (standard)</b>	
Anchura de trabajo min	2.5 m
Anchura de trabajo max	6 m
Espesor max. De pavimento	40 cm
<b>Pesos</b>	
Tara, equipamiento básico	18
Tara, equipamiento Máximo	42

**Fuente: elaboración propia**

Antes de comenzar a colocar el concreto en el terreno, se debe humedecer el mismo para evitar que el terreno absorba agua de la mezcla modificando sus propiedades, además el slump recomendado para el concreto es de 2", lo que se verifica en obra.

El proceso constructivo con pavimentadora de encofrado deslizante presenta varias etapas básicas, como son: la movilización de la maquinaria, la prepavimentación, la pavimentación, la postpavimentación y la desmovilización de la maquinaria. Se determinó el siguiente proceso constructivo que se muestra en el **Esquema N° 2**

Esquema Nº 2. Proceso constructivo de la pavimentación por encofrado deslizante



Fuente: elaboración propia

## A. Movilización de equipos y maquinaria

Esta fase del proyecto consiste en el traslado del equipo y la maquinaria a la obra de trabajo, los equipos livianos no autopropulsados como herramientas manuales, martillos neumáticos, vibradores de concreto y la mezcladora de concreto, serán transportados en un volquete de 15m<sup>3</sup>, y la pavimentadora de encofrado deslizante será transportado en un camión cama baja como se muestra en la **Imagen N° 9**, desde el almacén general de obra, hasta la obra en ejecución, este trabajo consta en el carguío y descargue del equipo.

***Imagen N° 9. Movilización de la pavimentadora de concreto***



***Fuente: página web de Unicon <sup>2</sup>***

## B. Prepavimentación

- **Verificación de la base**

En esta fase del proceso se verifica la base del pavimento rígido, ya que esta debe ser capaz de resistir a la erosión producida por el agua de infiltración en la interfaz base-pavimento, basta con un mínimo espesor de material suelto o débilmente adherido a la

---

<sup>2</sup> Recuperado de <http://www.duravia.com.pe/blog/proceso-constructivo-con-pavimentadora/>

sub base, para iniciar un proceso erosivo que deje sin sustento a la losa de concreto, y produzca problemas de rajaduras y asentamientos en el pavimento rígido.

**Imagen Nº 10. Compactado de la base del pavimento**



**Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino, (14)**

En el momento de la colocación del concreto, es recomendable mantener húmeda la base del pavimento, mediante el riego de agua previo a la descarga de la mezcla, el riego asegura la saturación de los poros de la base, evitando de esta forma la absorción de agua del concreto colocado.

**Imagen Nº 11. Riego de la base**



**Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino, (14)**

- **Colocado de balizas e hilos guía**

Culminado los trabajos de conformación de base, el proceso se inicia con la colocación de estacas metálicas (“balizas”) en los lados laterales de la vía, cuya altura es controlada a través de instrumentos topográficos; sobre ellas se apoya un cable metálico que permitirá a la máquina definir la medida de la altura del pavimento. Con el objetivo de evitar deformaciones excesivas de los hilos guía, se limita la distancia entre pines a valores máximos recomendados de 6 m a 7 m, esta distancia va en función al tipo de hilo que se va a utilizar, ya sea, cable metálico, acero galvanizado o de material sintético. La altura del hilo sobre la cota del pavimento terminado puede ser entre 0.6 m a 0.7 m respecto al nivel del terreno.

**Imagen N° 12: Colocado de los hilos guía**



**Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino, (14)**

Durante la jornada de trabajo, la línea guía debe ser revisada y verificada frecuentemente, ya que puede ser necesario retensar el cable por variaciones de temperatura o humedad a lo largo del día. Al igual que los pines, que pueden verse afectados por movimientos originados en el transcurso de la pavimentación, el hilo puede requerir su descenso o descuelgue, con el fin de permitir el ingreso a los mixers que transportan el concreto.

- **Armado y colocado de canastillas con los dowels**

Para el proceso constructivo el trabajo se divide en dos etapas, el armado de la canastilla o sujetadora de los dowels, que se deben de realizar semanas antes del colocado de concreto y el colocado de la canastilla en el pavimento, esta canastilla debe ser anclada a la base para que no se mueva cuando el concreto llegue a tener contacto con esta, además se deben de verificar cuando ya esté relleno de concreto para evitar problemas en el transcurso de la pavimentación.

**Imagen N° 13. Armado y colocado de las canastillas de los pasadores**



**Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino, (14)**

También se deben controlar periódicamente el posicionamiento y alineación de los pasadores para evitar posibles problemas de alineamiento o desprendimiento de la canastilla.

**Imagen N° 14. Verificado de los dowels**



**Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino, (14)**

### **C. Pavimentación**

- **Colocado del concreto**

El mejor resultado se obtiene cuando la pavimentadora opera a una velocidad constante, y esto depende principalmente del abastecimiento del concreto. El concreto es colocado delante de la pavimentadora, con el slump indicado.

**Imagen N° 15. Colocado del concreto**



**Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)**



- **Control altimétrico y de alineación**

Los sensores o palpadores de la pavimentadora son guiados por los “hilos guía”, esto para poder controlar la alineación y la altura del pavimento (espesor del pavimento).

***Imagen N° 16. Control altimétrico***

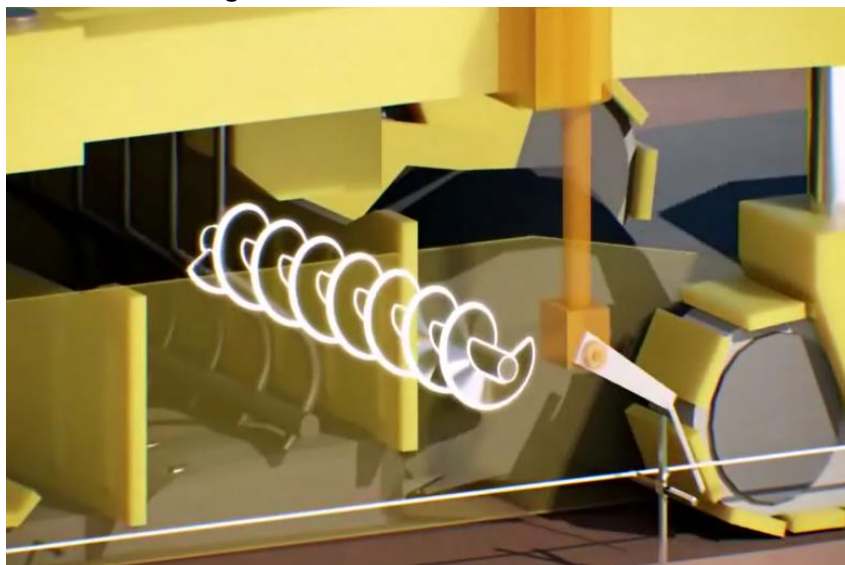


***Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)***

- **Rodillo sin fin**

Distribuidor de concreto, es de tipo tornillo sin fin, el cual se encarga de uniformizar y repartir homogéneamente el concreto dentro del encofrado deslizante.

***Imagen N° 17: Distribución del concreto***



***Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)***

- **Compuerta de alineación**

Forma una cámara de vibrado que hace más eficiente la compactación, la cual permite una óptima consolidación del concreto, además regula la altura del concreto.

**Imagen N° 18. Compuerta de alineación del concreto**

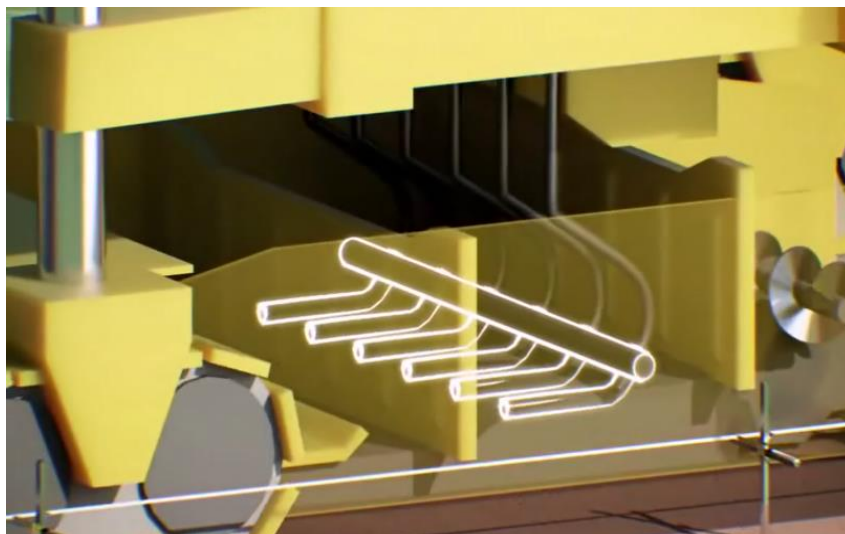


*Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)*

- **Vibradores**

Encargado de la vibración del concreto previo ingreso al molde del encofrado deslizante, consta de varias agujas vibrantes, que reducen el nivel de aire y vacíos en el concreto, y de esta manera mejorar su resistencia.

**Imagen N° 19. Vibradores de concreto**

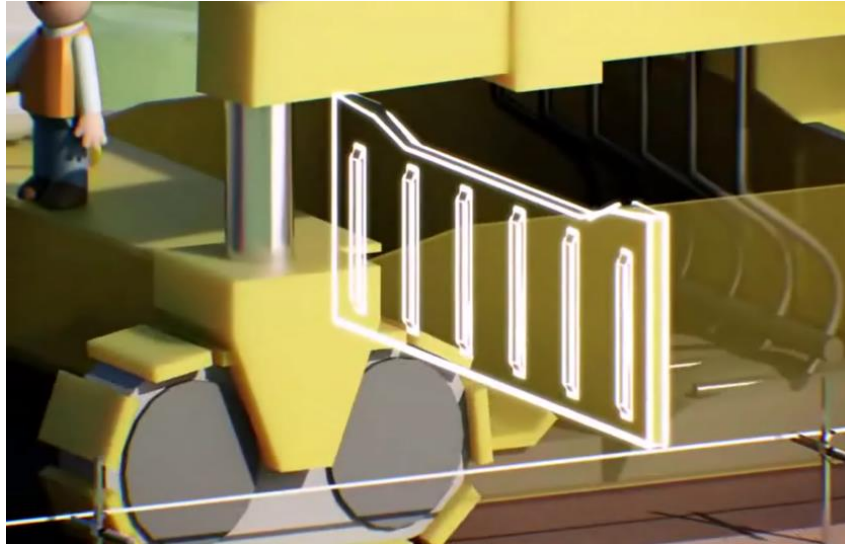


*Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)*

- **Tamper o viga oscilante**

Ayuda de compactar o aplanar el concreto previo a su ingreso molde del encofrado deslizante.

*Imagen N° 20. Viga oscilante*

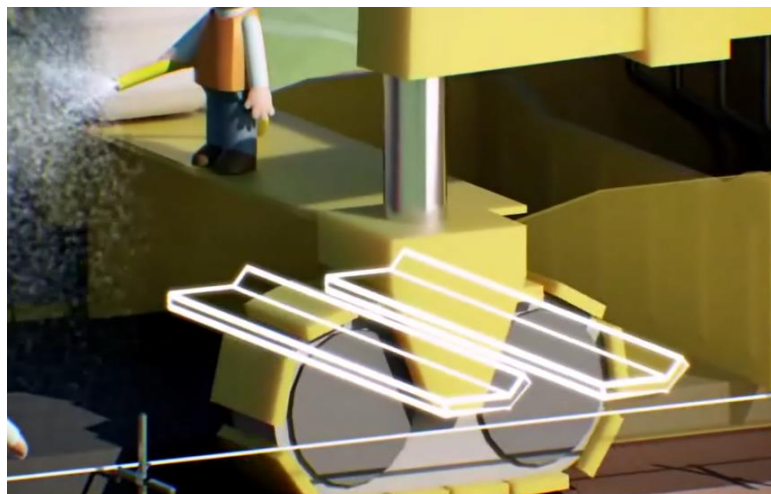


*Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)*

- **Molde del encofrado fijo**

Molde del encofrado deslizante, que constituye, la plancha de nivel, molde lateral o bordeadores.

*Imagen N° 21. Molde del encofrado deslizante*



*Fuente: video (Instituto del Cemento y del Hormigón Chile) (20)*

## D. Postpavimentación

- **Texturizado del concreto**

Con respecto al texturizado se realizará dependiendo si es que se realizará micro o macro texturizado, para el microtexturizado se puede usar un rastrillo con cerdas sintéticas en sentido transversal o un yute en sentido longitudinal, para el caso del macrotexturizado se usará un rastrillo con cerdas metálicas, sea cual sea el caso siempre se debe tener mucho cuidado en la limpieza de las cerdas para evitar un mal acabado superficial. Unicon Duravia (19)

**Imagen N° 22. Texturizado de la losa**



**Fuente: ICPA (20)**

- **Curado del concreto**

El curado se realizará con una mochila pulverizadora, se recomienda usar un curador blanco para diferenciar las zonas en donde ya se ha esparcido el curador. No olvidar los bordes del pavimento, toda la superficie expuesta debe estar embebida del químico. En algunos países se adecuan o instalan rociadores a un tren que va sujeto a la pavimentadora de esta manera queda más automatizada la secuencia de trabajo. Unicon Duravia (19).

**Imagen N° 23. Curado de Concreto**

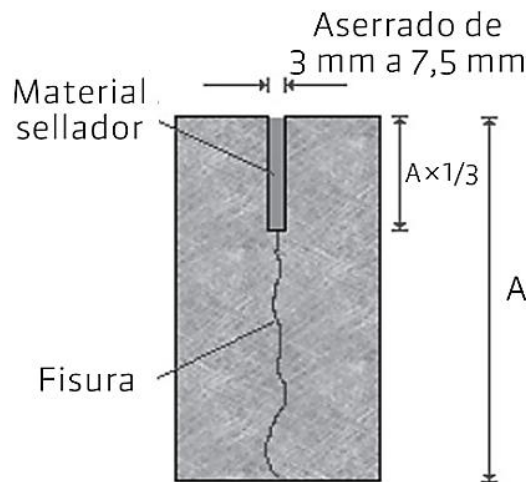


**Fuente: ICPA (20)**

- **Aserrado del concreto**

El corte de los paños se realizará entre 4 a 6 horas dependiendo del tipo de clima y del tipo de concreto usado, la profundidad de corte es de un tercio del espesor de la losa, como se muestra en la **Imagen N° 24**.

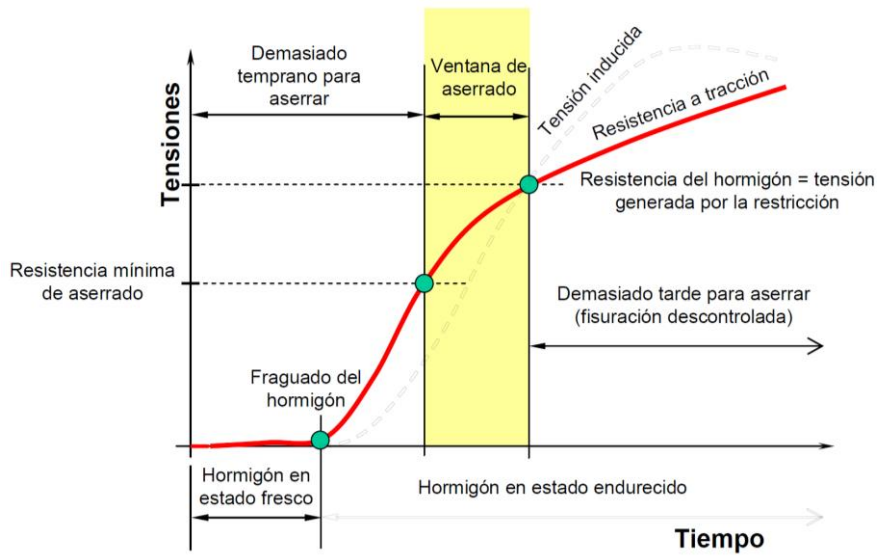
**Imagen N° 24 Aserrado del pavimento, para las juntas, corte ( $1/3 \cdot e$ )**



**Fuente: ICPA (20)**

Si no se controla el tiempo de aserrado pueden tener las siguientes consecuencias, como se muestra en la **Imagen N° 26** y en la **Imagen N° 27**.

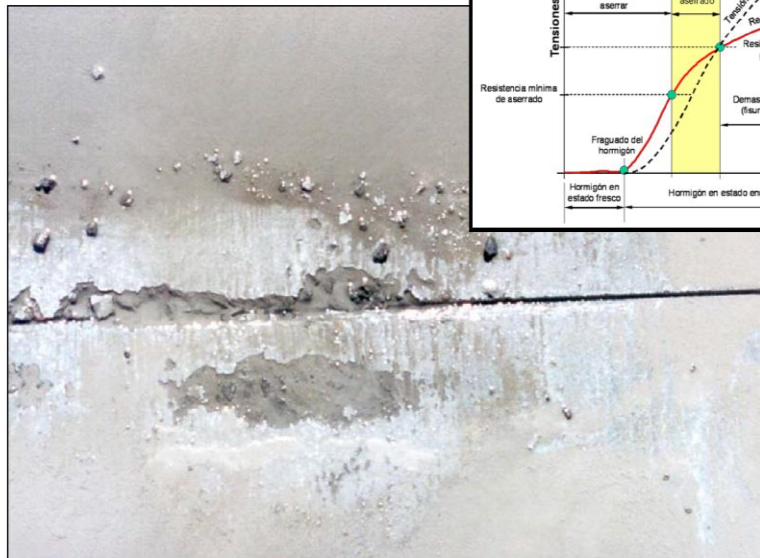
**Imagen N° 25. Tiempo de aserrado del pavimento**



**Fuente: IX Convención Internacional del ACI PERÚ (21)**

**Imagen N° 26. Aserrado temprano**

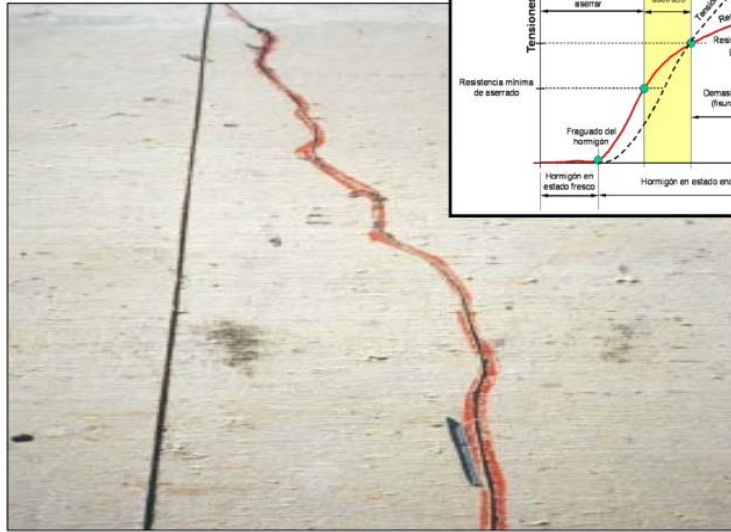
**Aserrado temprano**



**Fuente: IX Convención Internacional del ACI PERÚ (21)**

**Imagen N° 27. Aserrado tardío**

**Aserrado tardío**



**Fuente: IX Convención Internacional del ACI PERÚ (21)**

- **Sellado de juntas**

El sellado de juntas se realizará en la cavidad limpia y seca, llenado de la cavidad con silicona autonivelante mediante la colocación del Sikasil® - 728 SL (Unicon - Duravia, 2005).

**Imagen N° 28. Sellado de juntas**



**Fuente: IPCA (14)**

## **E. Desmovilización de equipos y maquinaria**

Cuando se culmina todas las actividades de la obra se realiza la desmovilización de los equipos y la maquinaria del encofrado deslizante, estos trabajos consisten en la carga y descarga de los equipos que tienen que ser devueltas del lugar de donde se obtuvieron, ya que en el presupuesto se considera la movilización y desmovilización de los materiales.

### **2.4. PARTIDAS DEL PAVIMENTO RIGIDO**

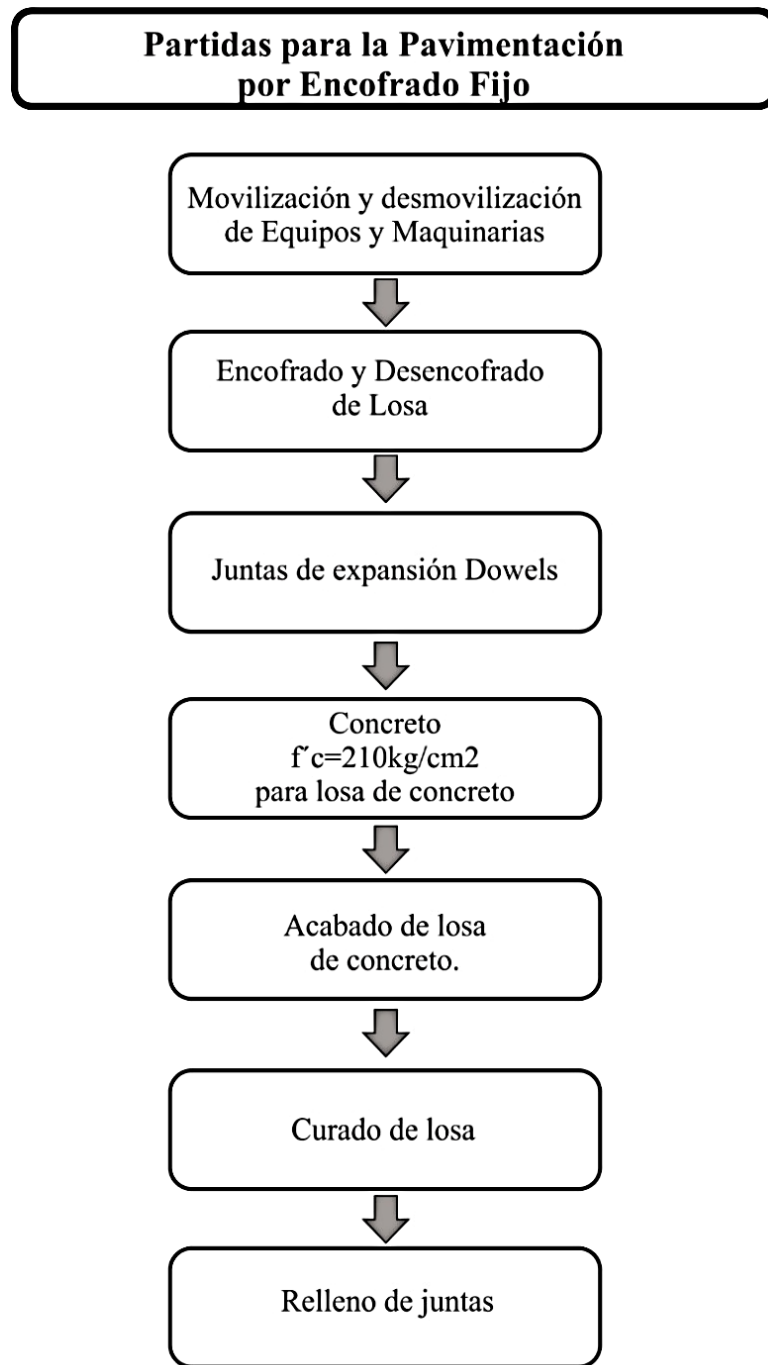
Está establecido por norma del MTC p.849 (1), que la construcción de pavimentos rígidos independientemente del sistema de construcción utilizado, se identificará mediante la Partida de "Pavimento de Concreto Hidráulico" y la unidad de pago es el metro cubico (m<sup>3</sup>) para evaluar los costos correspondientes de la obra. Por tanto, la norma señala que esta partida y sus costos unitarios deberán de cubrir todos los costos de adquisición, desde la obtención de los materiales, transporte, carga y descarga, almacenamiento, preparación del pavimento y colocación, curado, etc., y en general todos los costos relacionados en la ejecución de los trabajos especificados. En este aspecto es necesario identificar en ambos procesos constructivos las sub partidas que componen la Partida General para poder evaluar los costos mediante los dos sistemas constructivos de pavimentación.

#### **2.4.1. Partidas del sistema de pavimentación por encofrado fijo**

En el sistema de pavimentación por encofrados fijos para el pavimento rígido se han identificado las partidas específicas (sub partidas) que se ejecutaron en el proyecto de pavimentación seleccionado para el estudio, sub partidas que se muestran en el **Esquema Nº 3**, los cuales se irán describiendo cada uno.



**Esquema N° 3: Partidas para la pavimentación por encofrado fijo**



**Fuente: elaboración propia**

## 1. Partida “Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria”

Esta partida consiste en el traslado de, maquinaria, equipo, materiales y otros, que sean necesarios al lugar donde se desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos de ejecución de la obra. Para los cálculos de movilización y desmovilización se considera: una mezcladora tipo tolva, un vibrador de concreto, materiales como maderas, alambres, clavos y en herramientas, buggis, lampas, picos, etc.

**Tabla N° 3. Partida de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria**

<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Materiales</b>		
Movilización y Desmovilización de Equipos y Maquinaria	glb	

*Fuente: elaboracion propia*

## 2. Partida “Encofrado y desencofrado de losa”

En la partida de encofrado y desencofrado de losa, consiste en la ejecución y colocado de las formas de madera, para retener el vaciado del concreto.

**Tabla N° 4. Partida de encofrado y desencofrado de losa**

<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Operario	hh	1
Oficial	hh	1
Peón	hh	2
<b>Materiales</b>		
Alambre negro recocado n° 8	kg	
Madera tornillo	p2	
<b>Equipos</b>		
Herramientas Manuales	%mo	

*Fuente: elaboracion propia*

En los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en mano de obra, un operario, un oficial, y un peón, encargados del armado de las formas de madera, los

materiales a utilizar serán, tablas de 1½" por 8" por 3m, maderas de 3" por 3" por 30cm, alambres y clavos, en los equipos, solo se toma las herramientas manuales que según CAPECO (22), es el porcentaje de la mano de obra, las herramientas q se utilizaran son, martillos, picos, barretas, serrucho, etc.

### 3. Partida "Losas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ $e=0.20\text{m}$ "

Este trabajo consiste en la elaboración o fabricación de la mezcla de concreto hidráulico con cemento Portland y agregados.

**Tabla N° 5. Partida de losa de concreto pavimento  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   $E=0.20 \text{ m}$**

<b>LOSA CONCRETO EN PAVIMENTO <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> <math>E=0.20 \text{ m}</math></b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Oficial	hh	1
Peón	hh	10
<b>Materiales</b>		
Piedra chancada 3/4"	m3	
Arena gruesa	m3	
Cemento portland tipo i (42.5 kg)	bol	
Agua	m3	
<b>Equipos</b>		
Herramientas manuales	%mo	
Vibrador de concreto 4 hp 1.25"	hm	0.5
Mezcladora de concreto 11 p3 (23 hp)	hm	1

**Fuente: elaboración propia**

Los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la mano de obra, un oficiales y diez peones, el oficiales se encarga de la operación y funcionamiento de la mezcladora de concreto, un peón del vibrado del concreto, cuatro peones del abastecimiento del cemento y agregados para la mezcladora y 5 peones para el traslado y colocado del concreto en las formas de madera, en los materiales se utilizara cemento portland, agregado grueso y fino y agua, en los equipos, se utilizara la mezcladora de concreto, una vibradora de concreto y el porcentaje de la mano de obra para las herramientas manuales, que serán, lampas, cilindros, mangueras, buggies, etc.

#### 4. Partida “Acabado de losa”

Para esta partida los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la **mano de obra**, un operario y un oficial, el operario se encarga del acabado final del pavimento con las herramientas adecuadas, el peón realiza las actividades mandadas por el operario, para **los equipos**, se toma las herramientas manuales que es un porcentaje de la mano de obra, las herramientas a utilizar, son regla metálica, espada, frotacho, etc.

**Tabla N° 6. Partida de acabado de losa**

<b>ACABADO DE LOSA</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Operario	hh	1
Oficial	hh	1
<b>Equipos</b>		
Herramientas Manuales	%mo	

**Fuente: elaboración propia**

#### 5. Partida “Relleno de juntas”

En la partida los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la mano de obra, dos oficiales y 4 peones, los oficiales se encargan del preparado del asfalto caliente, en el cual se tiene que mezclar el RC con la arena gruesa, los peones se encargan de rellenado y compactado del asfalto caliente en las juntas para que estas no estén expuestas a la filtración del agua.

**Tabla N° 7. Partida de relleno de juntas**

<b>RELLENO DE JUNTAS</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Oficial	hh	2
Peón	hh	4
<b>Materiales</b>		
Asfalto rc-250	gal	
Arena gruesa	m3	
<b>Equipos</b>		
Herramientas Manuales	%mo	

**Fuente: elaboración propia**

En los materiales se utilizará asfalto RC-250 y arena gruesa. En los equipos, se considera el porcentaje de la mano de obra para las herramientas manuales, que serán, lampas, buggis, combas, etc.

## 6. Partida “Curado de losa”

Los recursos para esta que intervienen en esta partida y en la cuadrilla son: en la mano de obra, tres peones que se encargan del esparcido de la arena gruesa en forma de tipo arrocera e inundarlo de agua para mantener húmedo el concreto. En los materiales se utilizará arena gruesa, y agua. En los equipos, se considera el porcentaje de la mano de obra para las herramientas manuales, que serán, lampas, buggis, manguera, cilindros, etc.

**Tabla N° 8: Partida de curado de losa**

<b>CURADO DE LOSA</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Peón	hh	3
<b>Materiales</b>		
Arena gruesa	m3	
Agua	m3	
<b>Equipos</b>		
Herramientas Manuales	%mo	

**Fuente: elaboración propia**

## 7. Partida “Juntas de expansión pasadores lisos”

En la partida los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la mano de obra, uno operario, dos oficiales y un peón, el operario se encarga de medir las dimensiones del acero liso y la tubería, además de marcar las distancias de agujero en las tablas, un oficial se encarga de cortar el acero y la tubería, el otro oficial se encarga de realizar los agujeros en los encofrados, el peón se encarga del colocado de los pasadores en los respectivos agujeran. En los materiales se utilizará acero liso de ¾”, tubería PVC y grasa para el funcionamiento del acero liso. En los equipos, se utilizará la tronzadora y las herramientas manuales se considera el porcentaje de la mano de obra, que serán, taladro, arco y cierra, martillo, etc.

**Tabla Nº 9: Partida de pasadores lisos para juntas**

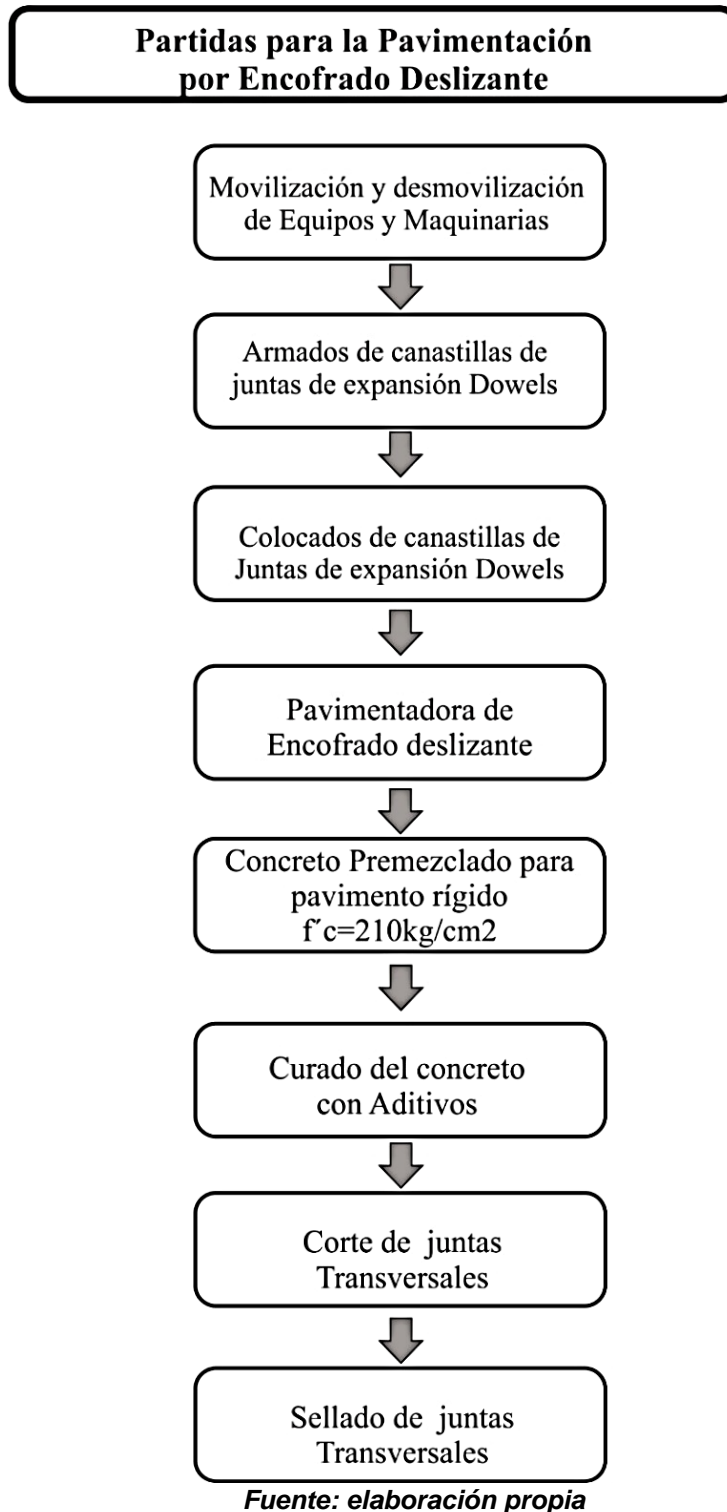
<b>JUNTAS DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS EN ENCOFRADO</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Operario	hh	1
Oficial	hh	2
Peón	hh	1
<b>Materiales</b>		
Grasa	kg	
Acero liso de 3/4"	kg	
Tubería pvc-sel 1" x 5 m	und	
<b>Equipos</b>		
Herramientas manuales	%mo	
Tronzadora	hm	1

*Fuente: elaboración propia*

#### **2.4.2. Partidas del sistema de pavimentación por encofrado deslizante**

Para la partida de pavimento rígido, se ejecutará con el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, en este sistema el proceso constructivo es diferente al convencional, para el cual se realiza las siguientes sub partidas, como se muestra en el **Esquema Nº 4**

**Esquema Nº 4: Partidas para la pavimentación por encofrado deslizante**



## 1. Partida “Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria”

Esta partida consiste en el traslado de, maquinaria, equipo, materiales y otros, que sean necesarios al lugar donde se desarrollará la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos de ejecución de la obra. Para los cálculos de movilización y desmovilización se considera: la movilización de la pavimentadora de concreto que será transportada en un camión cama baja y para los trabajos de la obra se requiere una mezcladora tipo tolva, un vibrador de concreto, materiales como alambres, clavos y en herramientas, buggis, lampas, picos, etc.

**Tabla N° 10. Partida de movilización y desmovilización de maquinaria**

<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Materiales</b>		
Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria	glb	

*Fuente: elaboración propia*

## 2. Partida “Armado de canastilla de juntas de expansión (dowels)”

En esta partida los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la mano de obra, 1 operario encargado del armado de las canastillas, dos oficiales encargados del corte de la medición y el corte del acero corrugado y acero liso, un peón encargado de asistir al operario y oficial. En los materiales se tiene grasa, acero corrugado, acero liso y soldadura cellocord. En los equipos, se utilizará un grupo electrógeno, una sierra tronzadora y las herramientas manuales.



**Tabla N° 11. Partida de armado de canastillas para la junta de expansión**

<b>ARMADO DE CANASTILLA PARA LAS JUNTAS DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Operario	hh	<b>1</b>
Oficial	hh	<b>2</b>
Peón	hh	<b>2</b>
<b>Materiales</b>		
Grasa	kg	
Acero corrugado f'y = 4200 kg/cm <sup>2</sup> 3/8"	kg	
Acero liso de 3/4"	kg	
Soldadura eléctrica cellocord p 1/8"	kg	
<b>Equipos</b>		
Herramientas manuales	%mo	
Grupo electrógeno de 75 kw.	Alquiler/día	<b>1</b>
Sierra tronzadora	Alquiler/día	<b>1</b>

*Fuente: elaboración propia*

### **3. Partida “Colocado de canastilla de juntas de expansión (dowels)”**

En esta partida los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la mano de obra, un capataz encargado de la ubicación de las juntas para el acerrado, donde estarán ubicados las canastillas con los dowels, dos operarios encargados del colocado de las canastillas, dos oficiales encargados del colocado de las canastillas. En los equipos, se utiliza las herramientas manuales, que será un porcentaje de la mano de obra.

**Tabla N° 12. Partida de colocado de canastillas de juntas de expansión**

<b>COLOCADO DE CANASTILLA DE JUNTAS DE EXPANCIÓN (DOWELS)</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Capataz	hh	1
Operario	hh	2
Oficial	hh	2
<b>Equipos</b>		
Herramientas Manuales	%mo	

*Fuente: elaboración propia*

#### 4. Partida “Pavimentadora de encofrado deslizante”

Esta partida equivale a la colocación del pavimento rígido, en los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en la mano de obra, un capataz encargado del guiar al personal no técnico, tres operarios que se encargan del verificado del pavimento y que los pasadores lisos se encuentren bien colocado, dos oficiales encargados del colocado del concreto y verificar el tensado de los hilos guía, un operador de la pavimentadora, un topógrafo que se encarga del colocado de las balizas para el tensado de los hilos guía, un ayudante de topógrafo encargado de verificar los hilos guía, un ingeniero de campo encargado del control de calidad del concreto y de los acabados del pavimento, un supervisor de producción encargado de la supervisión del abastecimiento del concreto ya el rendimiento de la pavimentadora depende principalmente de este. En los equipos, se utilizará la pavimentadora de concreto, una estación total, un compresor neumático, 1 camioneta y las herramientas manuales, etc.

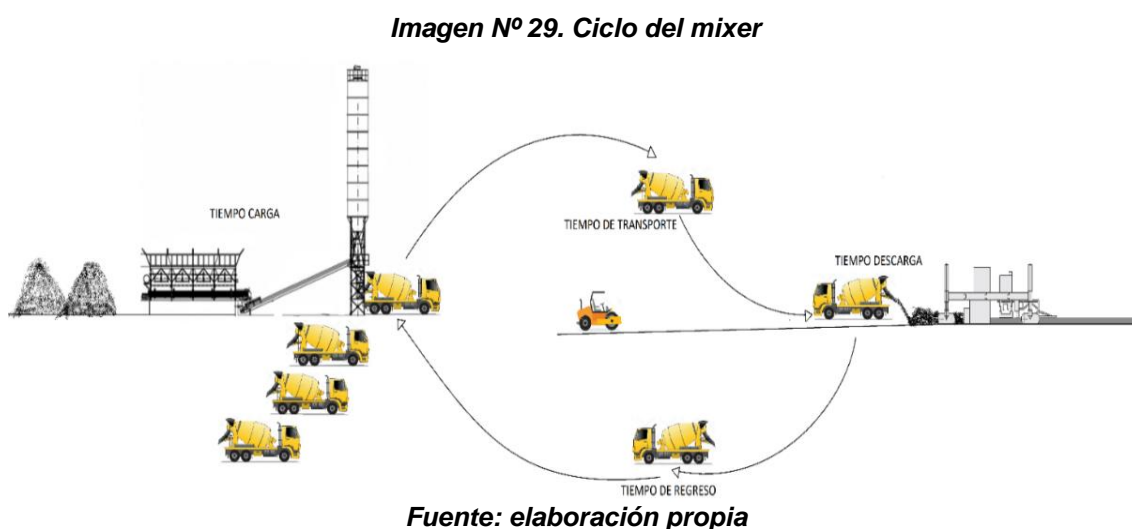
**Tabla N° 13: Partida de encofrado deslizante**

<b>PARTIDA DE ENCOFRADO DESLIZANTE</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Capataz	hh	1
Operario	hh	3
Oficial	hh	2
Operador de equipo	hh	1
Topógrafo	hh	1
Ayudante de topografía	hh	4
Ing. De campo	hh	1
Supervisor de producción	hh	1
<b>Materiales</b>		
Alambre Negro Recocido N° 8	kg	
<b>Equipos</b>		
Esquipo de estación total	hm	1
Herramientas manuales	%mo	
Compresora neumática 335 - 375 pcm, 93 hp	hm	1
Camioneta pick up doble cabina 4 x 4	hm	1
Pavimentadora p/concreto sp-500, 13-40 ton, 2.5-6 m	hm	1

**Fuente: elaboración propia**

## 5. Partida “Concreto premezclado para pavimento rígido $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ”

En el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se plantea la adquisición del concreto premezclado, y para esta adquisición se tiene que tener una logística de obra de parte del ingeniero residente, ya que el rendimiento de la pavimentadora de concreto depende principalmente del abastecimiento del concreto, y para esto si tiene que hacer el ciclo del mixer, para ver si una planta de concreto puede abastecer a la pavimentadora. Si esta no abastece, recomendar abastecerse de dos plantas de concreto o utilizar los garmix para preparar el concreto en obra, en la **Imagen N° 29**, se muestra el ciclo del mixer y de esta manera calcular el abastecimiento del concreto para la pavimentadora.



**Tabla N° 14: Partida de concreto premezclado para pavimento**

<b>CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO <math>e=0.20\text{ m}</math> <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math></b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Materiales</b>		
Concreto Premezclado $F'c=210\text{ Kg/cm}^2$ Con Cemento T-I	m3	

**Fuente: elaboración propia**

## 6. Partida “Curado de concreto con aditivo curador”

En los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en mano de obra, dos oficiales encargados del preparado del aditivo curador en la mochila fumigadora, los materiales a utilizar serán, el aditivo curador kurez Seal, los equipos, solo se toma las herramientas manuales que según CAPECO (20), es el porcentaje de la mano de obra, las herramientas q se utilizaran son, pulverizador manual.

**Tabla N° 15. Partida de curado de concreto con aditivo curador**

<b>CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Oficial	hh	2
<b>Materiales</b>		
Aditivo Curador kurez Seal	gal	
<b>Equipos</b>		
Herramientas manuales	%mo	
Pulverizadora manual	und	

*Fuente: elaboración propia*

## **7. Partida “Corte de juntas transversales”**

En los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en mano de obra, un capataz, dos operarios, encargados del aserrado del pavimento, cuatro oficiales encargados del trazado de las líneas por donde será aserrado el pavimento, los materiales a utilizar para la cortadora de concreto serán un disco de corte para concreto, los equipos solo se toma las herramientas manuales que según CAPECO (22), es el porcentaje de la mano de obra y la cortadora con disco diamantado.

**Tabla N° 16: Partida de corte de juntas transversales**

<b>CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES</b>		
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Capataz	hh	1
Operario	hh	2
Oficial	hh	4
<b>Materiales</b>		
Disco De 14" Para Concreto	und	
<b>Equipos</b>		
Herramientas manuales	%mo	
Cortadora disco diamantado p/concr. 20 hp mk2020	hm	2

*Fuente: elaboración propia*

## 8. Partida “Sellado de juntas”

En los recursos que intervienen para una cuadrilla son: en mano de obra, un oficial encargados del sellado de las juntas, los materiales son un sellador Sikasil® - 728 SL, los equipos solo se toma las herramientas manuales que según CAPECO (22), es el porcentaje de la mano de obra y la cortadora con disco diamantado.

**Tabla N° 17: Partida de Sellado de juntas**

SELLADO DE JUNTAS 2.0 x 1.0 cm		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla
<b>Mano de Obra</b>		
Oficial	hh	1
<b>Materiales</b>		
Sellador De Juntas Sikasil® - 728 SL	pza	
<b>Equipos</b>		
Herramientas Manuales	%mo	

*Fuente: elaboración propia*

## 2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1. **Concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .**- Mezcla de cemento con agregado grueso y piedra chancada, es el concreto, y de acuerdo a la cantidad del cemento se da la resistencia a la compresión del concreto.
2. **Frotachado - fratasado.** - Es el acabado con la herramienta frotacho, o plancha de pulir, que se da en el pavimento a la hora del acabado.
3. **Juntas de transmisión de cargas.** - Son los dowels colocados en las juntas, para transmitir las cargas de paño a paño.
4. **Mixer.** - Es el camión que traslada el concreto hidráulico.
5. **Planta de concreto.** - Es el lugar donde se prepara el concreto hidráulico, el llenado del agregado y cemento.
6. **Proceso constructivo.** - Se define Proceso Constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar.
7. **Rendimiento de mano de obra.** - Cantidad de mano 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 como hh/ h (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

8. **Cuadrilla.** - Grupo de personas destinadas a una actividad específica conformada por mano de obra calificada y no calificada.
9. **Hoja de metrado.** - Cálculo o cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar.
10. **Unidad de medida.** - Magnitud escala real definida por convenio con la que se puede comparar cualquier otra magnitud de la misma naturaleza para expresar la relación entre ambas mediante un número.
11. **Aditivo.** - Producto químico de calidad certificada que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie del pavimento garantice el correcto curado de este protegiéndolo de un secado prematuro y de temperaturas excesivamente calientes, debiendo observarse una pérdida mínima de humedad a una temperatura relativamente constante durante el período requerido para su hidratación y endurecimiento.
12. **Asfalto RC-250.** - Mezclas de hidrocarburos de alto peso molecular. En conjunto presentan propiedades termoplásticas, cuyo estado y nivel de consistencia varía de sólido a semisólido e incluso a líquido viscoso. Asfalto líquido de curado rápido.
13. **Partida.** - Parte de una obra que se mide y valora en forma independiente, o agrupación de partes de la obra, que se valoran en función de una misma unidad de medida, por ejemplo: m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, glb, ml.
14. **Precios unitarios.** – Es la cantidad que resulta de la suma de los costos directos (materiales, mano de obra, maquinaria), e e indirectos, financiamiento, más la utilidad del contratista y cardos adicionales, es decir, el importe total por unidad de medida de cada concepto de trabajo

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACION**

El enfoque de la investigación es mixto, considerando que un enfoque mixto según Hernández, Fernández y Baptista p.3 (24), es una combinación de la investigación de tipo cuantitativo y cualitativo. Se define como un enfoque cuantitativo en vista que es secuencial y probatorio, siguiendo una secuencia de etapas que inicio con el planteamiento del problema, desarrollo de un marco teórico, propuestas de hipótesis, diseño de investigación, selección de la muestra, recolección y análisis de datos. Los mismos autores definen una investigación cualitativa como aquella en la cual no se pretende generalizar de manera probabilística los resultados a poblaciones más amplias ni obtener necesariamente muestras representativas. Bautista p.38 (25), define los conceptos de cualitativo y cuantitativo de acuerdo a la estrategia seleccionada para la recolección de datos, por lo que se define como cuantitativo puesto que se basa en la medición de características o propiedades de los fenómenos, y cualitativo porque se basa en la descripción de rasgos, atributos y cualidades.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación realizada se define como Aplicada, en vista que este tipo de estudio tiene como propósito resolver problemas cotidianos relacionados a las obras de pavimentación rígida y los costos en las partidas, según el sistema constructivo

utilizado. Vargas (2009, p.6) citando a Murillo (2008) establece que la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica” en vista que se busca la aplicación de los conocimientos ya establecidos para obtener nuevos conocimientos.

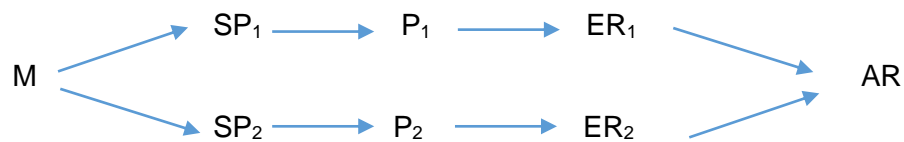
### **3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

Hernández, (26), señalan que los estudios de investigación no se pueden parametrar dentro de un clasificación o concepto en particular, debido a que en la práctica cualquier investigación tienen características y pueden incluir elementos de los cuatro alcances establecidos (exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo) determinando que “ las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo” (p.90) . Por tanto, el nivel de investigación alcanzado en la investigación es descriptivo y correlacional, en vista que el proyecto desarrollado está orientado a describir la relación existente entre las dos variables: “Sistema de pavimentación por encofrado fijo y deslizante” y la variable “partida de pavimento rígido”, al respecto Hernández, p.92 (26), establece que el estudio se considera descriptivo cuando se “pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables” concepto que se refleja en la identificación y descripción de los sistemas de pavimentación estudiados y sus partidas correspondientes. Respecto a la relación establecida, Hernández, p.93 (26), define que un estudio se define como correlacional cuando se tiene “como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías, o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables.”

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación utilizado es no experimental de tipo transversal, considerando que en el análisis realizado “no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron al igual que sus efectos” Hernández, p.152 (26), respecto al aspecto temporal se realizó la recolección de los datos en un único periodo por tanto es transversal. Se realizó un análisis al proyecto de pavimentación tomado como muestra, con dos sistemas de pavimentación con diferencias de tipo tecnológicas en el proceso constructivo. La investigación por tanto se guío en el siguiente esquema.





Dónde:

M = Proyecto de Pavimentación a ejecutar

SP<sub>1,2</sub> = Sistema de Pavimentación (Fijo y Deslizante)

P<sub>1,2</sub> = Partida de análisis de costos unitarios

ER<sub>1,2</sub> = Evaluación de Resultados

AR = Análisis de resultados

### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1 Población

La población está constituida por las obras viales de pavimento rígido de la Provincia de Huancayo. En el proceso constructivo de las obras de pavimentación con un sistema fijo o tradicional realizadas en la provincia de Huancayo se ejecutan en el proceso constructivo las partidas que figuran en el expediente técnico: pavimento rígido, sardineles, cunetas, etc. De los cuales la partida en estudio que requiere de mayor presupuesto y mayor tiempo en ejecución: es la partida de “pavimento rígido”. Partida que comprenden las sub partidas de encofrado y desencofrado de losa, losa de concreto con espesor E=20cm, acabado de losa, curado de losa, relleno de juntas, juntas de expansión y colocación de pasadores lisos Dowels en la construcción del pavimento.

#### 3.5.2 Muestra

La muestra seleccionada es no probabilística de tipo representativa, considerando que la ejecución de un proyecto de pavimentación en la Provincia de Huancayo tiene el mismo proceso constructivo, no habiéndose identificado a la fecha un proceso constructivo diferente. La investigación se desarrolló tomando como muestra el proyecto ejecutado y su respectivo expediente técnico: “Mejoramiento vial del Jr. Tacna, Jr. Sebastián Lorente – Jr. Dos de mayo; Jr. Antonio Lobato tramo Av. Huancavelica – Jr. Panamá; Jr. Julio C. Tello tramo Jr. Tacna – Jr. Panamá y Psj. Tacna, del barrio Tucumachay, distrito de El Tambo – Huancayo – Junín”, ejecutada en el año 2015. Proyecto ejecutado por el Municipio distrital del Tambo, en la Provincia de Huancayo,

obra donde los ejecutores proporcionaron las facilidades correspondientes para cumplir con los objetivos propuestos. Para determinar el proceso constructivo del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, se consideró el expediente técnico de la obra “Reformulación y Actualización de los Estudios de Arquitectura e Ingeniería del Terminal Norte (Naranjal) – Lima”.

### **3.6. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Según Hernández (26), la técnica de recolección de datos es el conjunto de reglas y procedimientos que le permiten al investigador establecer la relación con el objeto o sujeto investigado. En este estudio la técnica utilizada fue el análisis documental, ya que se evaluó la información registrada en los expedientes técnicos de cada obra de pavimentación.

### **3.7. INSTRUMENTOS**

Según este mismo autor el instrumento es el mecanismo que utiliza el investigador para recolectar y registrar la información. Existen diferentes instrumentos y están en función al tipo de técnica a utilizarse, en este estudio se utilizará la guía de análisis de contenido.

Los datos utilizados fueron registrados en:

- El programa S10
- El programa Excel, para las hojas de calculo

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS DEL ANALISIS DE COSTOS**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La investigación trata del análisis de dos alternativas de encofrado en pavimentación rígida, las cuales son el sistema de pavimentación por encofrado deslizante y el sistema de pavimentación por encofrado fijo. Para estos dos sistemas se realiza el análisis de los costos unitarios que involucran la partida de (pavimento rígido  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y sus sub partidas), y de esta manera evaluarlos, en cuanto a costos de construcción y tiempos de ejecución en la obra en estudio y elegir la mejor alternativa.

De igual manera se realizó la comparación de técnico-económico para varios tramos de pavimento rígido, y ver desde que tramo es económico utilizar el sistema de pavimentación por encofrado deslizante y desde qué distancia, así también se determinan los tiempos en cada tramo, para cada alternativa, y ver en cuánto difieren los tiempos de ejecución de cada alternativa por cada tramo.

#### **4.2. PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO FIJO DE LA OBRA**

##### **1. Movilización y desmovilización**

En la **Tabla Nº 18**, se muestra la partida de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria, para la que se utilizó un camión de 15 metros cúbicos para el transporte de los equipos livianos y no auto propulsados, como la mezcladora tipo tolva, vibradora de concreto, motobomba, y herramientas como buggis, picos y lampas.

**Tabla N° 18. Cálculo del coste de movilización y desmovilización de maquinaria**

UND	TIPO DE VEHÍCULO A MOVILIZAR	PESO KG.	CAMIÓN 15 m3	CAMIÓN 18 TON	CAMIÓN 19 TON	CAMIÓN 35 TON
1	Mezclador de concreto de 9-11p3	1,500.00	1.00			
1	Compactadora vibratoria tipo plancha 4hp	95.00	3.00			
1	Martillo neumático de 29 kg	29.00	2.00			
1	Vibrador de concreto 4 hp	50.00	1.00			
1	Motobomba de 4" (12 hp)	55.00	1.00			
<b>TOTALES</b>			<b>1.00</b>	-	-	-
Duración del viaje de ida			1.00	-	-	-
Factor de retorno vacío 40%			1.40	-	-	-
<b>COSTO HORARIO ALQUILER EQUIPO</b>			<b>238.98</b>			
Movilización de equipo transportado			334.57	-	-	-
Desmovilización de equipo transportado			334.57	-	-	-
Seguros de transporte			66.91	-	-	-
Total movilización y desmovilización equipo transportado						<b>736.06</b>
<b>B ) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO</b>						
CANT.	DESCRIPCIÓN	Velocidad (Km/H)	HORAS	ALQUILER HORARIO	COSTO TOTAL S/.	
1	Camión cisterna 4x2 3,000 gal (incluido motobomba)	5.00	2.00	165.56	332.00	
1	Volquete de 15 m3	5.00	2.00	233.62	468.00	
	Movilización				800.00	
	Desmovilización				800.00	
	Seguros	10.00%			160.00	
					<b>1,760.00</b>	
<b>COSTO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS (FIJO)</b>						<b>2,496.06</b>

*Fuente: elaboración propia*

También se transportarán algunos materiales como maderas, cuarterones, alambres, etc. para el encofrado de la losa. El costo del alquiler del volquete es de S/.238.98 soles la hora, y para el cálculo se añadió el falso flete del 40%, más el seguro del 10%, que hicieron un total de S/.736.06 soles de alquiler del volquete.

La maquinaria autopropulsada utilizada fue un camión cisterna y un volquete de 15 m<sup>3</sup>, que hicieron un total de S/.2496.06 soles de movilización y desmovilización para el sistema de pavimentación por encofrado fijo.

Por lo tanto, en los analices de costos unitario en la **Tabla Nº 19** se muestra un precio de S/.2496.06 soles, del costo global de movilización y desmovilización del sistema de pavimentación en el encofrado fijo.

**Tabla Nº 19. ACU, partida de movilización y desmovilización de maquinaria**

<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>					
<b>Descripción Recursos</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>					
Movilización y Desmovilización De Maquinaria	glb		1.0000	2,496.06	2,496.06
Costo Global					<b>2,496.06</b>

*Fuente: elaboración propia*

## **2. Encofrado y desencofrado de losa**

Para esta partida en los análisis de costos unitarios en el sistema de pavimentación por encofrado fijo se obtuvo un rendimiento de 45 m<sup>2</sup>/día y un costo de S/.23.18 soles el metro cuadrado, como se puede observar en la **Tabla Nº 20**, el personal que intervienen son: un operario, un oficial, dos peones, que rindieron un promedio de seis paños de pavimento, con dimensiones estándares de 3m. por 2.5m.

**Tabla Nº 20. ACU, partida encofrado y desencofrado de losa**

<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>45.00 m2/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.00	0.18	19.23	3.42
Oficial	hh	1.00	0.18	15.94	2.83
Peón	hh	2.00	0.36	14.33	5.10
					<b>11.35</b>
<b>Materiales</b>					
Alambre negro n° 8	kg		0.13	4.50	0.59
Madera tornillo	p2		2.37	4.50	10.67
					<b>11.26</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%mo		5.00	11.35	0.57
					<b>0.57</b>
Costo Unitario por Metro cuadrado					<b>23.18</b>

*Fuente: elaboración propia*

### 3. Losa de concreto para el pavimento E=0.20m

En el análisis de costos unitarios para esta partida se obtuvo un rendimiento de 19.50 m3/día con un costo de S/. 318.84 soles el metro cúbico, como se puede apreciar en la **Tabla Nº 21**.

**Tabla Nº 21. ACU, partida de losa de concreto en pavimento**

<b>LOSA DE CONCRETO EN PAVIMENTO F'c = 210 kg/cm2 E=0.20 m</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>19.50 m3/dia</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Oficial	hh	1.00	0.41	15.94	6.54
Peón	hh	10.00	4.10	14.33	58.79
					<b>65.33</b>
<b>Materiales</b>					
Piedra chancada 3/4"	m <sup>3</sup>		0.63	55.00	34.76
Arena gruesa	m <sup>3</sup>		0.53	55.00	29.21
Cemento portland	bol		8.90	20.50	182.45
Agua	m <sup>3</sup>		0.08	1.50	0.11
					<b>246.53</b>
<b>Equipos</b>					
Herram. manuales	% mo		5.00	65.33	3.27
Vibrad.de concr. 4 hp	hm	0.50	0.21	2.50	0.51
Mezcladora de concreto	hm	1.00	0.41	7.81	3.20
					<b>6.98</b>
Costo Unitario por Metro Cubico					<b>318.84</b>

*Fuente: elaboración propia*

El personal empleado fue un oficial encargado de operar la mezcladora de concreto tipo tolva, tres peones encargados de abastecer de agregados fino y grueso a la mezcladora, un peón encargado de abastecer cemento a la mezcladora, un peón encargado del vibrado del concreto en los paños ya vaciados y cinco peones encargados del traslado del concreto. La actividad fundamental realizada fue recibir el concreto en buggie llevarlos a los paños a pavimentar.

#### 4. Acabado de losa

En el acabado de la losa de concreto se obtuvo un rendimiento de 30m<sup>2</sup>/día y un costo unitario de S/.9.85 soles por metro cuadrado como se puede observar en la **Tabla Nº 22** con un personal de un operario, un oficial, encargados del acabado de cuatro paños, con secciones típicas de 3m por 2.5m.

**Tabla Nº 22. ACU, partida acabado de losa**

<b>ACABADO DE LOSA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>30.00 m2/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.00	0.27	19.23	5.13
Oficial	hh	1.00	0.27	15.94	4.25
					<b>9.38</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%mo		5.00	9.38	0.47
					<b>0.47</b>
Costo Unitario por Metro Cuadrado					<b>9.85</b>

**Fuente: elaboración propia**

Este acabado de losa consistió en el frotachado del concreto cuando ya el concreto empezó a fraguar para luego iniciar con el texturizado con yute (costal confeccionado de yute), para dar la rugosidad adecuada al pavimento.

## 5. Relleno de juntas o sellado de las juntas

En los análisis de costos unitarios, esta partida alcanzo un rendimiento de 500 ml/día, con un total de S/.3.57 soles el metro lineal, como se puede observar en la **Tabla Nº 23**, con un personal de dos oficiales, cuatro peones, los oficiales se encargaron del preparado de la mezcla del asfalto (2 gal RC más 0.0566 m<sup>3</sup> de arena gruesa), los peones realizaron el relleno de las juntas con la mezcla en caliente y compactarla.

**Tabla Nº 23. ACU, partida de relleno de juntas**

RELLENO DE JUNTAS					
Rendimientos	500.00 m/día				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
Oficial	hh	2.00	0.03	15.94	0.51
Peón	hh	4.00	0.06	14.33	0.92
					<b>1.43</b>
<b>Materiales</b>					
Asfalto rc-250	gal		0.18	10.00	1.82
Arena gruesa	m3		0.01	55.00	0.28
					<b>2.10</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%mo		3.00	1.43	0.04
					<b>0.04</b>
Costo Unitario por Metro lineal					<b>3.57</b>

**Fuente: elaboración propia**

## 6. Curado de losa

En el caso específico del concreto el curado es el proceso con el cual se mantienen una temperatura y un contenido de humedad adecuados, durante los primeros días después del vaciado del concreto, para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad.

En los análisis de costos unitarios esta partida tiene un rendimiento de 500 m<sup>2</sup>/día, con un costo de S/.2.88 soles el metro cuadrado, como se puede observar en la **Tabla Nº 24**, para el curado de losa se requirió de tres peones, dos peones que se encargaron de preparar las arrocetas con arena gruesa en toda el área del pavimento y un peón se encargó de inundar con agua todos los paños, por aproximadamente 3 a 4 días.



**Tabla N° 24. ACU, partida de curado de losa**

<b>CURADO DE LOSA</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>500.00 m2/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Peón	hh	3.00	0.05	14.33	0.69
					<b>0.69</b>
<b>Materiales</b>					
Arena gruesa	m3		0.04	55.00	2.08
Agua	m3		0.05	1.50	0.08
					<b>2.16</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%mo		5.00	0.69	0.03
					<b>0.03</b>
Costo Unitario por Metro Cuadrado					<b>2.88</b>

*Fuente: elaboración propia*

## 7. Juntas de expansión, pasadores lisos (dowels)

En los análisis de costos unitarios para la partida de Juntas de Expansión se obtuvo un rendimiento de 200 ml/día, con un costo de S/.11.94 soles el metro lineal, como se muestra en la **Tabla N° 25**, con un personal de un operario, dos oficiales y un peón.

**Tabla N° 25. ACU, partida de juntas de expansión pasadores lisos**

<b>JUNTAS DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS EN ENCOFRADO</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>200.00 m/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.00	0.04	19.23	0.77
Oficial	hh	2.00	0.08	15.94	1.28
Peón	hh	1.00	0.04	14.33	0.57
					<b>2.62</b>
<b>Materiales</b>					
Grasa	kg		0.03	15.00	0.45
Acero liso de 3/4"	kg		2.01	4.00	8.05
Tubería pvc-sel 1"	und		0.09	6.50	0.59
					<b>9.09</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5.00	2.62	0.13
Cizalla para acero de construcción	hm	1.00	0.04	2.50	0.10
					<b>0.23</b>
Costo Unitario por Metro Lineal					<b>11.94</b>

*Fuente: elaboración propia*

### 4.3. PRESUPUESTO Y TIEMPO DE EJECUCIÓN PARA EL SISTEMA DE PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO FIJO

#### 4.3.1. Cálculo del costo directo en la obra

Tomando como referencia los metrados y las partidas del expediente técnico de la obra, se elaboró el presupuesto base del sistema de pavimentación con encofrado fijo, este presupuesto se muestra en el **Anexo N° 2**.

En la **Tabla N° 26**, se muestra los costos directos de cada sub partida analizadas en el proyecto.

En el proyecto se determinaron los siguientes metrados, 686.59 m de longitud de todo el pavimento, con anchos variables de 9.0 m y 8.50 m y un espesor de 20 cm, con un total de área pavimentada de 5877.41 m<sup>2</sup>.

Cabe resaltar que el presupuesto de las demás partidas son las mismas, por lo que para los dos sistemas de encofrado solo varían los precios en las partidas analizadas, y estas se muestran en el **Anexo N° 3**.

**Tabla N° 26: presupuesto de la partida pavimento rígido**

PRESUPUESTO				
Presupuesto	PAVIMENTACION SISTEMA DE ENCOFRADO FIJO			
Lugar	JUNIN - HUANCAYO - TAMBO			23/08/2017
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
Movilización Y Desmovilización De Maquinarias	glb	1.00	2,496.06	<b>2,496.06</b>
Encofrado y desencofrado de losa	m2	5,877.41	23.18	136,238.36
Losa de concreto. F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> e=0.20 m	m3	1,175.48	318.84	374,790.04
Acabado de losa	m2	5,877.41	9.85	57,892.49
Curado de losa	m2	5,877.41	2.88	16,926.94
Relleno de juntas	m	4,983.07	3.57	17,789.56
Juntas de expansión pasadores lisos en encofrado	m	1,927.70	11.94	23,016.74
<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>626,654.13</b>

*Fuente: elaboración propia*

Se realizó el resumen del sistema de pavimentación por encofrado fijo, de donde se observa un costo directo de S/. 692,150.19 soles, como se muestra en la **Tabla N°27**.

**Tabla N° 27. Resumen de los costos de las partidas analizadas**

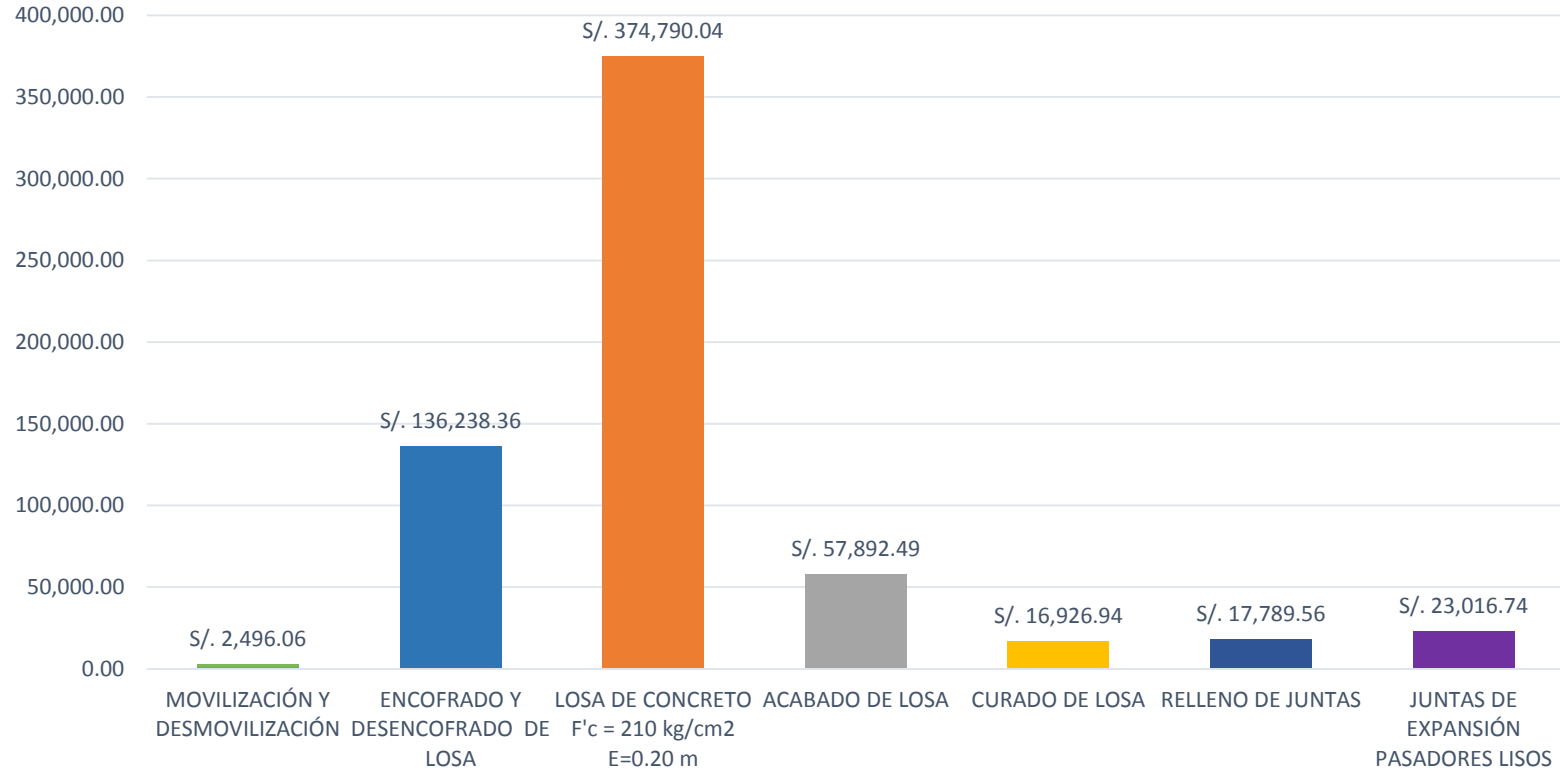
<b>PARTIDAS ANALIZADAS</b>	<b>FIJO S/.</b>
Movilización y desmovilización	2,496.06
Encofrado y desencofrado de losa	136,238.36
Losa de concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> e=0.20 m	374,790.04
Acabado de losa	57,892.49
Curado de losa	16,926.94
Relleno de juntas	17,789.56
Juntas de expansión pasadores lisos	23,016.74
<b>TOTAL</b>	<b>629,150.19</b>

**Fuente: elaboración propia**

En la siguiente **Gráfica N° 1** se muestra los costos en las barras de cada partida analizada, de donde se puede observar que el mayor presupuesto de las sub partidas es la losa de concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> e=20cm, con S/. 374,790.04 soles.

**Gráfico N° 1. Cuadro de barras de las partidas del sistema de pavimentación por encofrado fijo**

### SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO - FIJO



**Fuente: elaboración propia**

#### 4.3.2. Cálculo del costo indirecto en la obra

Los Gastos Generales son aquellos costos indirectos relacionados a la ejecución de la obra, que no intervienen directamente en el proceso constructivo pero que dependen principalmente del tiempo de ejecución de la obra. Los gastos generales se dividen en gastos fijos que fueron calculados, obteniéndose 0.80% del costo directo ver **Anexo N° 4** y gastos variables que es el 8.45% del costo directo ver **Anexo N° 5**.

En el presupuesto total considerando los gastos generales se obtuvo un costo total de S/. 906,220.27 soles, para la partida pavimento rígido en la obra en estudio, como se muestra en la **Tabla N° 28**.

**Tabla N° 28. Cálculo del costo indirecto**

<b>CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES</b>			
<b>SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO - FIJO</b>			
	<b>DURACION DE LA OBRA EN (MESES)</b>	<b>2.13</b>	
<b>COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES</b>		<b>S/.</b>	<b>%</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>629,150.19</b>	
<b>GASTOS GENERALES</b>			
A	GASTOS FIJOS	5,042.87	0.80%
B	GASTOS VARIABLES	53,179.07	8.45%
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>		<b>58,221.94</b>	<b>9.25%</b>
	<u>Utilidad</u> 7%	44,040.51	<b>7.00%</b>
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IGV</b>		<b>731,412.64</b>	
	<u>I.G.V.</u> 18%	131,654.28	18.00%
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL</b>		<b>863,066.92</b>	
	<u>Supervisión</u> 5%	43,153.35	
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL</b>		<b>906,220.27</b>	

*Fuente: elaboración propia*

#### 4.3.3. Cálculo del tiempo de ejecución en la obra

Con los rendimientos hallados de la partida pavimento rígido se determinó el tiempo de ejecución de la partida en estudio, en el **Tabla N° 29**, se puede observar que sólo la partida de pavimento rígido tiene una duración de 64 días, y es la partida que se encuentra en la ruta crítica.

**Tabla N° 29. Tiempo de ejecución de la partida pavimento rígido**

Descripción	UM	Cantidad	Dimensiones			Parcial	Total	Rendimiento	Cuadrillas	Total de días
			Largo	Ancho	Alto					
<b>PAVIMENTO RÍGIDO DE ENCOFRADO FIJO</b>			690.0	9.00	0.20					
Movilización y desmovilización	GLB	1.00					1.00			
Encofrado y desencofrado de losa	M2						6210.0	<b>45</b>	<b>2.2</b>	<b>62.7</b>
Pavimento 1		1.00	690.0	9.00		6210.0				
Losa concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> e=20cm	M3						1242.0	<b>19.5</b>	<b>1</b>	<b>63.7</b>
Pavimento 1		1.00	690.0	9.00	0.20	1242.0				
Acabado de losa	M2						6210.0	<b>30</b>	<b>3.3</b>	<b>62.7</b>
Pavimento 1		1.00	690.0	9.00		6210.0				
Curado de losa	M2						6210.0	<b>500</b>	<b>0.5</b>	<b>24.8</b>
Pavimento 1		1.00	690.0	9.00		6210.0				
Relleno de juntas	ML				6.05		5529.0	<b>500</b>	<b>2</b>	<b>5.5</b>
Pavimento 1		5.00	690.0			3450.0				
		231.00		9.00		2079.0				
Junta de expansión pasadores lisos	ML						061.00	<b>200</b>	<b>0.2</b>	<b>51.5</b>
Pavimento 1		229.00		9.00		2061.0				

**Fuente: elaboración propia**

#### 4.4. PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO DESLIZANTE DE LA OBRA

##### 1. Movilización y desmovilización

Para los cálculos de movilización y desmovilización en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se utilizó el cálculo del encofrado fijo, en vista que en el proceso constructivo las maquinas livianas a usar son las mismas, a esto se le añade el costo de alquiler del camión denominado “cama baja”. En la **Tabla N° 30** se muestra el cálculo del alquiler por movilización de la pavimentadora de concreto que se traslada en un camión cama baja (maquinaria que transporta la pavimentadora).

**Tabla N° 30. ACU, partida movilización y desmovilización de equipos y maquinaria**

<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA</b>					
<b>glb</b>					
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>					
movilización y desmovilización de equipos y maquinaria	glb		1.0000	5,928.06	<b>5,928.06</b>
Costo Unitario Global					<b>5,928.06</b>

**Fuente: elaboración propia**

El cálculo para movilización y desmovilización de la pavimentadora de encofrado deslizante tiene un costo de S/. 3,432.00 soles, y esta será transportado en un camión cama baja, el cálculo se muestra en el **Anexo N° 6**, el presupuesto total de movilización y desmovilización se muestra en la **Tabla N° 31**.

**Tabla Nº 31. Cálculo de movilización y desmovilización de equipos y maquinaria**

UND	TIPO DE VEHÍCULO A MOVILIZAR Y DESMOVILIZAR	PESO KG.	VOLQ.	CAMIÓN	CAMIÓN	TRAYLER
			15 m3	18 TON	19 TON	35 TON
1	Mezclador de concreto de 9-11p3	1,500.00	1.00			
1	Compresora neumática 87 hp 250-330 pcm	1,650.00	1.00			
1	Compactadora vibratoria tipo plancha 4hp	95.00	3.00			
<b>TOTALES</b>			<b>1.00</b>	-	-	-
Duración del viaje de ida			1.00			
Factor de retorno vacío 40%			1.40			
<b>COSTO HORARIO ALQUILER EQUIPO</b>			<b>238.98</b>			
Movilización de equipo transportado			334.57	-		
Desmovilización de equipo transportado			334.57	-		
Seguros de transporte			66.91	-		
Total movilización y desmovilización equipo transportado						<b>736.06</b>
<b>B ) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO</b>						
CANT.	DESCRIPCIÓN	Velocidad (Km/H)	HORAS	ALQUILER HORARIO	COSTO TOTAL S/.	
1	Camión cisterna 4x2 3,000 gal (incluido motobomba)	5.00	2.00	165.56	332.00	
1	Volquete de 15 m3	5.00	2.00	233.62	468.00	
	Movilización				800.00	
	Desmovilización				800.00	
	Seguros 10.00%				160.00	
					<b>1,760.00</b>	
	<b>COSTO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS ENCOFRADO - fijo</b>				<b>2,496.06</b>	
	<b>COSTO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE LA PAVIMENTADORA</b>				<b>3,432.00</b>	
<b>COSTO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE ENCOFRADO DESLIZANTE</b>						<b>5,928.06</b>

*Fuente: elaboración propia*



## 2. Pavimentadora de encofrado deslizante

En los análisis de costos unitarios, para esta partida se considera un costo de horas máquina de S/639.37 soles para la pavimentadora de concreto, para determinar este valor se realizó la sumatoria del costo de posesión más el costo de operación de la maquinaria, como se determinó en el siguiente cálculo y se muestra en el **Anexo N° 7**.

### Cálculo del costo de horas máquina de la pavimentadora de concreto

- **COSTO DE POSESIÓN**

Son costos en los que se incurre de forma permanente, este o no la máquina en operación. Se asocian principalmente con la pérdida del valor y al resguardo que debe poseer.

#### DEPRECIACIÓN

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

**Donde:**

**D** = depreciación o pérdida del valor de la maquinaria en soles

**Va** = valor de adquisición (S/ 2,193,000 precio de la maquina)

**Vr**= valor de rescate (438,600 equipo pesado 20%)

**Ve**= vida económica (5 años o 10,000 horas)

**Obteniéndose**

$$D = 44 \text{ soles}$$

#### INTERÉS

$$I = Va \cdot i \cdot K$$

**Donde:**

**I**= interés

**Va**= valor de adquisición (2,193,000)

**i**= tasa de interés de la moneda extranjera (7.43%)

**K**= coeficiente por vida económica (0.00055)

**Obteniéndose**

$$I = 89.62$$

#### **SEGUROS Y ALMACÉN**

$$S.A = 5\%. Va. K$$

**Donde:**

**S.A**= seguros y almacén

**Va**= valor de adquisición (2,193,000)

**K**= coeficiente por vida económica (0.00055)

**Obteniéndose**

$$S.A = 60.31$$

#### • **COSTO DE OPERACIÓN**

Los costos de operación son todos aquellos en los que se incurre únicamente al trabajar con la maquinaria e involucran desde los equipos y herramientas hasta el personal requerido para el mantenimiento.

#### **MANTENIMIENTO Y REPARACIONES**

$$M.R = \%MR. \frac{Va}{Ve}$$

**Donde:**

**M.R**= mantenimiento y reparación

**Va** = valor de adquisición (2,193,000)

**Ve**= vida económica (5 años o 10,000 horas)

**Obteniéndose**

$$M.R = 153.51$$

#### **COMBUSTIBLE**

$$E = c.Pc$$

**Donde:**

**E**= combustible

**c**= consumo (6.91 soles)

**Pc**= precio D-2 (12.317 soles)

**Obteniéndose**

$$E = 85.11$$

## LUBRICANTES

$$Lu = 23.26$$

## FILTROS

$$Fi = 21.67$$

## OPERADOR

$$Hr op = 22.11$$

## TREN DE RODAJE

$$Costo H - N = \frac{Va\ neumatico}{Ve\ neumatico}$$

**Donde:**

**Va neumático**= valor de adquisición neumático. (S/. 50,000 soles)

**Ve neumático**= vida económica neumático. (6000 horas)

**Obteniéndose**

$$Costo H - N = 8.33$$

**Costo total HM S/. 639.37**

Por tanto, se obtuvo la siguiente tabla de los análisis de costos unitarios para esta partida, con un rendimiento de 480m/día, y un costo por metro lineal de S/.18.99 soles, como se puede observar en la **Tabla Nº 32** la pavimentadora de encofrado deslizante tiene un rendimiento de 1 m/min, para un carril de 4.5ml requiere un total de 4.5m x 0.2m x 480m = 432m<sup>3</sup>/día, de concreto, las plantas abastecedoras del concreto tienen que tener esta capacidad de producción.

**Tabla N° 32. ACU, partida de pavimentadora de encofrado deslizante**

<b>PAVIMENTADORA DE ENCOFRADO DESLIZANTE</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>480.00 ml/Día</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	hh	1.0000	0.0167	24.05	0.40
Operario	hh	3.0000	0.0500	19.23	0.96
Oficial	hh	2.0000	0.0333	15.94	0.53
Operador de equipo	hh	1.0000	0.0167	22.11	0.37
Topógrafo	hh	1.0000	0.0167	18.22	0.30
Ayudante de topografía	hh	4.0000	0.0667	14.33	0.96
Ing. De campo	hh	1.0000	0.0167	39.00	0.65
Supervisor de producción	hh	1.0000	0.0167	55.00	0.92
					<b>5.09</b>
<b>Materiales</b>					
Alambre negro recocido n° 8	kg		0.1605	4.50	0.72
					<b>0.72</b>
<b>Equipos</b>					
Esquipo de estación total	hm	1.0000	0.0167	12.50	0.21
Herramientas manuales	%mo		5.0000	5.09	0.25
Compresora neumática 335 - 375	hm	1.0000	0.0167	82.07	1.37
Camioneta 4 x 4	hm	1.0000	0.0167	40.00	0.67
Pavimentadora p/concreto sp-500	hm	1.0000	0.0167	<b>639.37</b>	10.68
					<b>13.18</b>
Costo Unitario Metro Lineal					<b>18.99</b>

**Fuente: elaboración propia**

### **3. Concreto premezclado para pavimento rígido $E=0.20M$ $f'c=210kg/cm^2$**

El concreto se adquirirá de una planta abastecedora de concreto, esta planta tiene que tener una producción constante, considerando que el rendimiento de la pavimentadora depende principalmente del abastecimiento del concreto.

Para el abastecimiento del concreto se tiene que realizar un estudio para determinar el ciclo del mixer, para determinar la cantidad de mixer que deben abastecer la planta de concreto. Si la planta de concreto no abastece los 432 m<sup>3</sup> de concreto que requiere la pavimentadora, se tiene que requerir el concreto restante de otra planta de concreto o preparar el concreto en obra. En los análisis de costos unitarios realizado esta partida tiene un rendimiento de 432 m<sup>3</sup>/día, con un costo de S./345.00 soles el metro cubico, como se puede observar en la **Tabla N° 33**.

**Tabla N° 33. ACU, partida concreto premezclado para pavimento rígido**

<b>CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RÍGIDO e=0.20 m f'c=210 kg/cm2</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>432.00 m3/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad.</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>					
concreto premezclado f'c=210 kg/cm2	m3		1.0000	345.00	345.00
					<b>345.00</b>
Costo Unitario Metro Cubico					<b>345.00</b>

*Fuente: elaboración propia*

#### 4. Corte de las juntas de contracción

En los análisis de costos unitarios esta partida tiene un rendimiento de 200 ml/día, con un costo de S/.7.65 soles el metro lineal como se puede apreciar en la **Tabla N° 34**. El corte de los paños se realizará entre las cuatro a seis horas dependiendo del tipo de clima y del tipo de concreto usado, la profundidad de corte será de un tercio del espesor de la losa

**Tabla N° 34. ACU, partida de corte de juntas transversales**

<b>CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>200.00 m/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	hh	1.0000	0.0400	24.05	0.96
Operario	hh	2.0000	0.0800	19.23	1.54
Oficial	hh	4.0000	0.1600	15.94	2.55
					<b>5.05</b>
<b>Materiales</b>					
Disco De 14" Para Concreto	und		0.0100	35.00	0.35
					<b>0.35</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5.0000	5.05	0.25
Cortadora de disco diamantado p/concreto	hm	2.0000	0.0800	25.00	2.00
					<b>2.25</b>
Costo Unitario Metro Lineal					<b>7.65</b>

*Fuente: elaboración propia*

## 5. Sellado de juntas 2.0 X 1.0 cm

En los análisis de costos unitarios esta partida tiene un rendimiento de 480 ml/día, con un costo de S/.16.93 soles el metro lineal como se puede observar en la **Tabla N°35**

**Tabla N° 35: ACU, partida de sellado de juntas**

<b>SELLADO DE JUNTAS 2.0 x 1.0 cm</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>480.00 m/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadri-lla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Oficial	hh	1.0000	0.0167	15.94	0.27
					<b>0.27</b>
<b>Materiales</b>					
Sellador de juntas	pza		0.3330	50.00	16.65
					<b>16.65</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas Manuales	%mo		5.0000	0.27	0.01
					<b>0.01</b>
Costo Unitario Metro Lineal					<b>16.93</b>

*Fuente: elaboración propia*

## 6. Curado de losa

En los análisis de costos unitarios esta partida tiene un rendimiento de 2160 m<sup>2</sup>/día, con un costo de S/.6.67 soles el metro cuadrado, como se puede observar en la **Tabla N° 36**, Para el curado del pavimento se utiliza el pulverizador con aditivo curador, para que retenga el agua del concreto por más tiempo y llegue al endurecimiento adecuado.

**Tabla N° 36. ACU, partida de curado de concreto con aditivo**

<b>CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>2160.00 m2/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Oficial	hh	2.0000	0.0074	15.94	0.12
					<b>0.12</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Curador Unkurez	gal		0.1000	65.00	6.50
					<b>6.50</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5.0000	0.12	0.01
Pulverizadora manual	und		0.0002	200.00	0.04
					<b>0.05</b>
Costo Unitario Metro cuadrado					<b>6.67</b>

*Fuente: elaboración propia*

## 7. Armado de canastilla para las juntas de expansión (*dowels*)

En los análisis de costos unitarios en esta partida se obtuvo un rendimiento de 54m/día, con un costo de S/.38.90 soles el metro lineal, como se puede observar en la **Tabla N° 37**, esta actividad consiste en el armado de la canastilla que contiene los *dowels*.

**Tabla N° 37. ACU, partida armado de canastilla para juntas de expansión**

<b>ARMADO DE CANASTILLA PARA LOS (DOWELS)</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>54.00 m/DIA</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Und</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	hh	1.0000	0.1481	19.23	2.85
Oficial	hh	2.0000	0.2963	15.94	4.72
Peón	hh	2.0000	0.2963	14.33	4.25
					<b>11.82</b>
<b>Materiales</b>					
Grasa	kg		0.0300	15.00	0.45
Acero corrugado grado 60 de 3/8"	kg		3.7000	4.00	14.80
Acero liso de 3/4"	kg		2.0115	4.00	8.05
Soldadura cellocord p 1/8"	kg		0.1428	13.90	1.98
					<b>25.28</b>
<b>Equipos</b>					
Herramientas manuales	%mo		5.0000	11.82	0.59
Grupo electrógeno de 75 kw.	día	1.0000	0.0185	30.00	0.56
Sierra Tronzadora	día	1.0000	0.0185	35.00	0.65
					<b>1.80</b>
Costo Unitario Metro Lineal					<b>38.90</b>

**Fuente: elaboración propia**

## 8. Colocado de canastilla juntas de expansión, pasadores lisos (*dowels*)

En los análisis de costos unitarios esta partida tiene un rendimiento de 720 m/día, con un costo de S/.1.10 soles el metro lineal, como se puede observar en la **Tabla N°38**, esta actividad consiste en el colocado de las canastillas en la base del pavimento.

**Tabla Nº 38. ACU, partida de colocado de canastilla de juntas de expansión**

<b>COLOCADO DE CANASTILLA DE JUNTAS DE EXPANCIÓN (DOWELS)</b>					
<b>Rendimiento</b>	<b>720.00 m/Día</b>				
<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	hh	1.0000	0.0111	24.05	0.27
Operario	hh	2.0000	0.0222	19.23	0.43
Oficial	hh	2.0000	0.0222	15.94	0.35
					<b>1.05</b>
<b>Equipos</b>					
herramientas manuales	%mo		5.0000	1.05	0.05
					<b>0.05</b>
Costo Unitario Metro Lineal					<b>1.10</b>

*Fuente: elaboración propia*

#### **4.5. PRESUPUESTO Y TIEMPO DE EJECUCION PARA EL SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO DESLIZANTE EN LA OBRA EN ESTUDIO**

##### **4.5.1. Cálculo del costo directo en la obra**

De la misma manera para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se elaboró el presupuesto base tomando como referencia los metrados y los análisis de costos unitarios de las partidas, como se muestra en el **Anexo Nº 8**.

En la **Tabla Nº 39** se muestra los costos directos de las partidas analizadas, para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante en el proyecto en estudio, en el proyecto se determinó un metrado de 686.59 m de longitud de todo el pavimento, con anchos variables de 9.0m, 8.50 m, con un total de área pavimentada de 5877.41 m<sup>2</sup>.



**Tabla N° 39. Presupuesto del sistema de pavimentación por encofrado deslizante**

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>Sub presupuesto</b>	<b>SISTEMA DE PAVIMENTACIÓN POR DESLIZANTE</b>			
<b>Lugar</b>	<b>JUNIN - HUANCAYO - TAMBO</b>			<b>08/2017</b>
<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
Movilización Y Desmovilización De Maquinarias	glb	1.00	5,928.0	5,928.06
<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>654,166.17</b>
pavimento de concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , e=0.20m	m	1,373.18	18.99	26,076.69
concreto premezclado e=0.20 m f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,175.48	345.00	405,540.60
corte de juntas transversales	m	2,859.50	7.65	21,875.18
sellado de juntas 2.0 x 1.0 cm	m	4,983.07	16.93	84,363.38
Curado de concreto con aditivo curador	m <sup>2</sup>	5,877.41	6.67	39,202.32
Armado de canastilla para pasadores lisos	m	1,927.70	38.90	74,987.53
Colocado de canastilla de (dowels)	m	1,927.70	1.10	2,120.47

*Fuente: elaboración propia*

En el **Tabla N° 40**, se muestra el resumen del costo directo total de la partida pavimento rígido que es de S/. 660,094.22 soles, para la obra en estudio.

**Tabla N° 40. Resumen del presupuesto del encofrado deslizante**

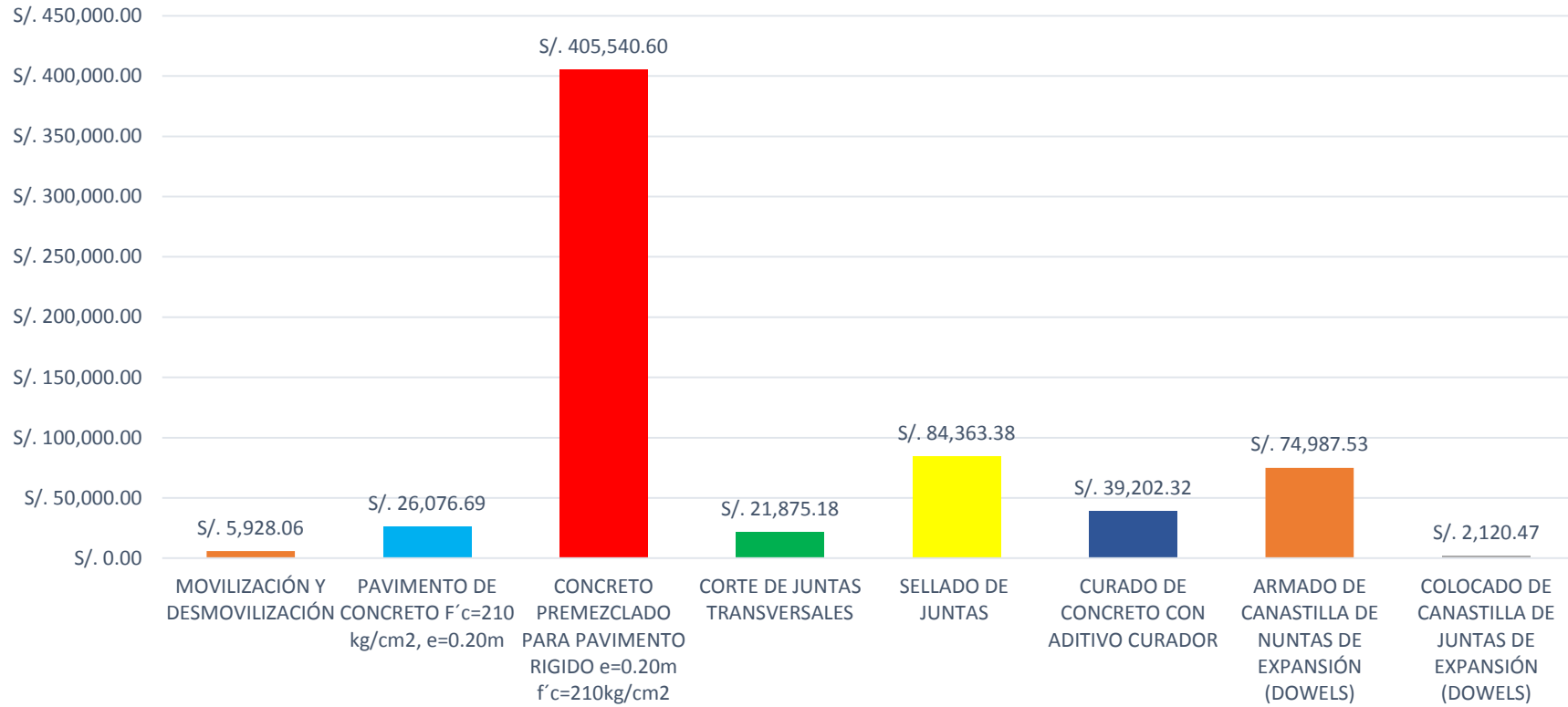
<b>PARTIDAS ANALIZADAS</b>	<b>ENCOFRADO DESLIZANTE</b>
Movilización y desmovilización	S/. 5,928.06
Pavimento de concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> , e=0.20m	S/. 26,076.69
Concreto premezclado para pavimento rígido e=0.20m f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	S/. 405,540.60
Corte de juntas transversales	S/. 21,875.18
Sellado de juntas	S/. 84,363.38
Curado de concreto con aditivo curador	S/. 39,202.32
Armado de canastilla de juntas de expansión (dowels)	S/. 74,987.53
Colocado de canastilla de juntas de expansión (dowels)	S/. 2,120.47
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 660,094.22</b>

*Fuente: elaboración propia*

En el **Gráfico N° 3**, se muestra el grafico de barras de donde se puede observar que el mayor presupuesto corresponde a la partida concreto premezclado f'c=210kg/cm<sup>2</sup> e=20cm, para la cual se determinó un monto de S/. 405,540.60 soles.

**Gráfico N° 2. Cuadro de barras de las partidas del sistema de pavimentación por encofrado deslizante**

**SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO DESLIZANTE**



**Fuente: elaboración propia**

#### 4.5.2. Cálculo del costo indirecto en la obra

Los Gastos Generales son aquellos Costos Indirectos relacionados a la ejecución de la obra, que no intervienen directamente en el proceso constructivo pero que si dependen principalmente del tiempo de ejecución de la obra. Los gastos generales se dividen en gastos fijos y gastos variables, en la siguiente **Tabla Nº 41**, se muestra el presupuesto total con los gastos generales.

**Tabla Nº 41. Cálculo de los gastos generales del proyecto**

<b>CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES</b>			
<b>ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES</b>			
<b>SISTEMA DE PAVIMENTACIÓN POR ENCOFRADO DESLIZANTE</b>			
<b>DURACIÓN DE LA OBRA EN (MESES)</b>		<b>3 días</b>	
<b>COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES</b>		<b>SOLES</b>	
		<b>S/.</b>	<b>%</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>660,094.22</b>	
<b>GASTOS GENERALES</b>			
A.	<b>GASTOS FIJOS</b>	3,309.19	0.50%
	No directamente relacionados con el tiempo de ejecución		
B.	<b>GASTOS VARIABLES</b>	30,746.91	4.66%
	Directamente relacionados con el tiempo de ejecución de obra		
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>		<b>34,056.10</b>	<b>5.16%</b>
<u>Utilidad</u>	7.0%	46,206.60	<b>7.00%</b>
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IGV</b>		<b>740,356.92</b>	
<u>I.G.V.</u>	18.0%	133,264.25	18.0%
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA</b>		<b>873,621.17</b>	
<u>Supervisión</u>	5.0%	43,681.06	
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL</b>		<b>917,302.23</b>	

*Fuente: elaboración propia*

En el presupuesto total para la partida se obtuvo un costo total de S/. 917,302.23 soles, para la partida pavimento rígido en la obra en estudio.

#### 4.5.3. Cálculo del tiempo de ejecución en la obra

En el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, se obtuvo para la partida de pavimento rígido un tiempo de ejecución de tres días, para el metrado de la obra tomada como ejemplo, con las cuadrillas y rendimientos indicados en la **Tabla Nº42**

**Tabla N° 42. Cálculo de los tiempos de ejecución de las partidas del sistema de pavimentación por encofrado deslizante**

Descripción	UM	Cantidad	Dimensiones			Parcial	Total	Rendimiento	Cuadrilla	Total días
			Largo	Ancho	Alto					
<b>PAVIMENTO RÍGIDO DESLIZANTE</b>										
Movilización y desmovilización	<b>Glb</b>	1.00					1.00			
Pavimento de f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> e=20cm	<b>ml</b>						1380.0	<b>480</b>	<b>1</b>	<b>2.9</b>
Pavimento 1		2.00	690.0			1380.0				
Concreto premezclado para pavimento	<b>m3</b>						1242.0	<b>432</b>	<b>1</b>	<b>2.9</b>
Pavimento 1		1.00	690.0	9.00	0.20	1242.0				
Corte de juntas transversales	<b>ml</b>						3441.0	<b>200</b>	<b>6</b>	<b>2.9</b>
Pavimento 1 longitudinal		229.0		9.00		2061.0				
Pavimento 1 transversal		2.00	690.0			1380.0				
Sellado de juntas	<b>ml</b>						5529.0	<b>480</b>	<b>4</b>	<b>2.9</b>
Pavimento 1 longitudinal		5.00	690.0			3450.0				
Pavimento 1 transversal		231.0		9.00		2079.0				
Curado de concreto con aditivo	<b>m2</b>						6210.0	<b>2160</b>	<b>1</b>	<b>2.9</b>
Pavimento 1		1.00	690.0	9.00		6210.0				
Armado de canastillas para dowels	<b>ML</b>						2061.0	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>19.1</b>
Pavimento 1		229.0		9.00		2061.0				
Colocado de canastillas para dowels	<b>ML</b>						2061.0	<b>720</b>	<b>1</b>	<b>2.9</b>
Pavimento 1		229.0		9.00		2061.0				

**Fuente: elaboración propia**

## 4.6. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADOS EN LA OBRA EN ESTUDIO

### 4.6.1. Comparación de los costos directos

Como se puede observar en la **Tabla N° 43**, el presupuesto en costos directos del sistema de pavimentación por encofrado fijo es menor al del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, por un monto de S/. 30,944.04 soles, que hace un 4.68% de pérdida.

**Tabla N° 43: costos directos de las partidas**

<b>PARTIDAS ANALIZADAS</b>	<b>FIJO S/.</b>	<b>DESLIZANTE S/.</b>
Movilización y desmovilización	2,496.06	5,928.06
Encofrado y desencofrado de losa	136,238.36	
Pavimentadora de encofrado deslizante		26,076.69
Losa de concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> e=0.20 m	374,790.04	405,540.60
Corte de juntas transversales		21,875.18
Acabado de Losa	57,892.49	
Sellado o relleno de juntas	17,789.56	84,363.38
Curado de losa	16,926.94	39,202.32
Armado de canastilla de juntas ( <i>dowels</i> )		74,987.53
Colocado de canastilla de juntas ( <i>dowels</i> )	23,016.74	2,120.47
<b>TOTAL</b>	<b>629,150.19</b>	<b>660,094.22</b>

*Fuente: elaboración propia*

### 4.6.2. Comparación de los costos indirectos

Como se puede observar en la **Tabla N° 44**, el presupuesto en los costos indirectos del sistema de pavimentación por encofrado fijo es menor al del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, por un monto de S/. 11,081.96 soles.

Mediante la evaluación económica realizada se verificó que el sistema de pavimentación por encofrado deslizante no es factible en su implementación de la obra en mención ya que genera mayores costos de ejecución. Cabe resaltar que esta variación es mínima debido a que la maquinaria de encofrado deslizante es adquirida por las entidades correspondientes, es por este motivo que en la partida de movilización

y desmovilización de maquinaria se considera un traslado dentro de la Provincia de Huancayo y sus alrededores.

**Tabla N° 44. Costos indirectos de las partidas**

	<b>ENCOFRADO FIJO</b>	<b>ENCOFRADO DESLIZANTE</b>
DURACION DE LA OBRA	64.dias	3 días
COSTO DIRECTO	<b>S/ 629,150.19</b>	<b>S/ 660,094.22</b>
GASTOS GENERALES	S/ 58,221.94	S/ 34,056.10
UTILIDAD 7%	S/ 44,040.51	S/ 46,206.60
PRESUPUESTO SIN IGV	<b>S/ 731,412.64</b>	<b>S/ 740,356.92</b>
I.G.V 18%	S/ 131,654.28	S/ 133,264.25
SUPERVISION 5%	S/ 43,153.35	S/ 43,681.06
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>S/ 906,220.27</b>	<b>S/ 917,302.23</b>

*Fuente: elaboración propia*

#### 4.6.3. Comparación de los tiempos de ejecución

La comparación de tiempos de ejecución de las partidas analizadas y el tiempo total para cada sistema se muestran en la **Tabla N° 45**.

**Tabla N° 45. Duración de la partida en cada sistema de encofrado**

<b>SISTEMAS DE PAVIMENTACION</b>	<b>TIEMPO DE EJECUCION</b>
Sistema de pavimentación por encofrado fijo	64 días
Sistema de pavimentación por encofrado deslizante	3 días

*Fuente: elaboración propia*

Para el sistema de pavimentación por encofrado Fijo, en la partida de pavimento rígido se obtuvo una duración de 64 días, por su bajo rendimiento en la ejecución de las actividades realizadas. Mientras que, en el Sistema de pavimentación por encofrado deslizante, la duración de la partida de pavimento rígido en este sistema fue de tres días, debido a que la pavimentadora de concreto tiene un alto rendimiento, pero depende principalmente del abastecimiento del concreto premezclado; la sub partida de armado de las canastillas para juntas de expansión (dowels) tiene una duración de 19 días, esta partida se realiza semanas antes del vaciado del pavimento. La diferencia de los tiempos de ejecución en los dos sistemas es muy significativa, puesto que la diferencia es de dos meses.

#### 4.7. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADOS PARA LOS TRAMOS DE PRUEBA

Se realizó el cálculo de los presupuestos en diferentes longitudes para determinar desde qué tramo ya es factible la implementación del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, este cálculo se realizó en la partida de “pavimento rígido” obteniendo un presupuesto en cada tramo, además como los rendimientos en mano de obra y maquinaria obtenidos fueron variables, el tiempo de ejecución de la partida de pavimento rígido también variaron, esto significó un ahorro en gastos generales para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, ya que se ejecutaran estas partidas en menos tiempo.

Para determinar el presupuesto en cada tramo de pavimentación por los dos sistemas se consideró una sección típica con un ancho de 9.00ml, con un espesor de  $E=0.20$  m. Los tramos analizados fueron: 100ml, 500ml, 1000ml, 1500ml, 2000ml, 2500ml, 3000ml.

##### El costo del concreto:

- En el sistema de pavimentación por encofrado fijo, el costo del agregado y cemento, varía de acuerdo al lugar donde se va entregar el material, esto por el flete, ya que cuando son distancias alejadas el flete es mayor.

**Tabla N° 46. Costos del concreto en el sistema de encofrado fijo**

DISTANCIA		COSTOS DE LOS MATERIALES SEGÚN LA DISTANCIA		PRECIO DEL CONCRETO S/.
ml	ml	CEMENTO S/.	1 m3 agregado S/.	1 m3 concreto S/.
0	100	20	50	308.57
100	500	20.5	50.5	318.84
500	1000	21	52.5	329.10
1000	1500	22	55.0	343.82
1500	2000	23	60.0	358.53
2000	2500	25	62.5	382.15
2500	3000	25	65.5	382.15

**Fuente: elaboración propia**

- De igual manera el concreto premezclado varía en el costo según las cantidades requeridas, puesto que cuando se solicita una mayor cantidad de metros cúbicos de concreto el costo disminuye.

**Tabla Nº 47. Costo del concreto en el sistema de encofrado deslizante**

<b>CONCRETO</b>	<b>COSTO</b>
<b>m3</b>	<b>Soles S/.</b>
000 - 180	375.00
180 - 360	350.00
360 - 540	325.00
540 - 720	300.00
720 - 900	280.00
1080 - 2000	275.00

**Fuente: elaboración propia**

Estos precios de concreto tanto para el sistema de pavimentación por encofrado fijo y deslizante se utilizaron en los análisis de costos unitarios para cada tramo en estudio, por lo que el costo del concreto no será igual para los primeros 500 metros o los 3000 metros lineales a pavimentar.

#### **4.7.1. Comparación de los costos directos**

En la **Tabla Nº 48** se muestran los costos directos de cada tramo en estudio los que fueron determinados en el **Anexo Nº 9**.

**Tabla Nº 48. Cálculo del presupuesto directo en los tramos de prueba**

<b>COSTO DIRECTO DE CADA SISTEMA</b>		
<b>TRAMOS</b>	<b>ENCOFRADO FIJO S/.</b>	<b>ENCOFRADO DESLIZANTE S/.</b>
100 m	96,720.33	112,321.58
500 m	483,161.73	516,501.58
1000 m	982,370.73	982,351.58
1500 m	1,512,089.73	1,403,201.58
2000 m	2,068,268.73	1,797,051.58
2500 m	2,691,020.73	2,222,401.58
3000 m	3,228,740.73	2,638,751.58

**Fuente: elaboración propia**



#### **4.7.2. Comparación de los costos indirectos**

Los gastos generales son pagados según el tiempo de ejecución de la obra, cuando el tiempo es prolongado los gastos generales son mayores, pero cuando la obra se termina en menor tiempo al programado, estos gastos generales disminuyen. Esto sucede con el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, ya que el rendimiento de pavimentado es mayor y el tiempo de ejecución es menor, por lo que se ahorra en gastos generales, para el cálculo de los gastos generales se realiza el ejemplo en el tramo de 1500 ml, como se muestra en el **Anexo N° 10**.

Se muestran los costos de cada tramo evaluado, en el sistema de pavimentación por encofrado fijo y encofrado deslizante, como se puede observar en la **Tabla N° 49 y Tabla N° 50**, el costo del sistema de pavimentación por encofrado deslizante es mayor en los primeros tramos, pero según se va aumentando los tramos, el costo del sistema de pavimentación por encofrado deslizante va disminuyendo respecto al costo del sistema de pavimentado por encofrado fijo, esto se puede apreciar en el **Grafica N°3**.

**Tabla N° 49. Cálculo del presupuesto con los gastos generales, en el encofrado fijo**

<b>SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO FIJO</b>							
<b>TRAMO</b>	<b>100 ml</b>	<b>500 ml</b>	<b>1000 ml</b>	<b>1500 ml</b>	<b>2000 ml</b>	<b>2500 ml</b>	<b>3000 ml</b>
Duración de la obra	1 mes	2.8 meses	5.5 mes	8.3 mes	11.1 mes	13.8 mes	16.6 mes
Costo directo	S/ 96,720.33	S/ 483,161.73	S/ 982,370.73	S/ 1,512,089.73	S/ 2,068,268.73	S/2,691,020.73	S/ 3,228,740.73
<b>Gastos generales</b>	<b>S/ 26,356.33</b>	<b>S/ 71,519.51</b>	<b>S/ 132,708.41</b>	<b>S/ 195,007.18</b>	<b>S/ 258,462.64</b>	<b>S/ 323,420.16</b>	<b>S/ 388,904.09</b>
Utilidad 7%	S/ 6,770.42	S/ 33,821.32	S/ 68,765.95	S/ 105,846.28	S/ 144,778.81	S/ 188,371.45	S/ 226,011.85
<b>Presupuesto sin IGV</b>	<b>S/ 129,847.08</b>	<b>S/ 588,502.56</b>	<b>S/ 1,183,845.09</b>	<b>S/ 1,812,943.19</b>	<b>S/ 2,471,510.18</b>	<b>S/ 3,202,812.34</b>	<b>S/ 3,843,656.67</b>
I.G.V 18%	S/ 23,372.47	S/ 105,930.46	S/ 213,092.12	S/ 326,329.77	S/ 444,871.83	S/ 576,506.22	S/ 691,858.20
supervisión 5%	S/ 7,660.98	S/ 34,721.65	S/ 69,846.86	S/ 106,963.65	S/ 145,819.10	S/ 188,965.93	S/ 226,775.74
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>S/ 160,880.53</b>	<b>S/ 729,154.67</b>	<b>S/ 1,466,784.07</b>	<b>S/ 2,246,236.61</b>	<b>S/ 3,062,201.11</b>	<b>S/ 3,968,284.49</b>	<b>S/ 4,762,290.61</b>

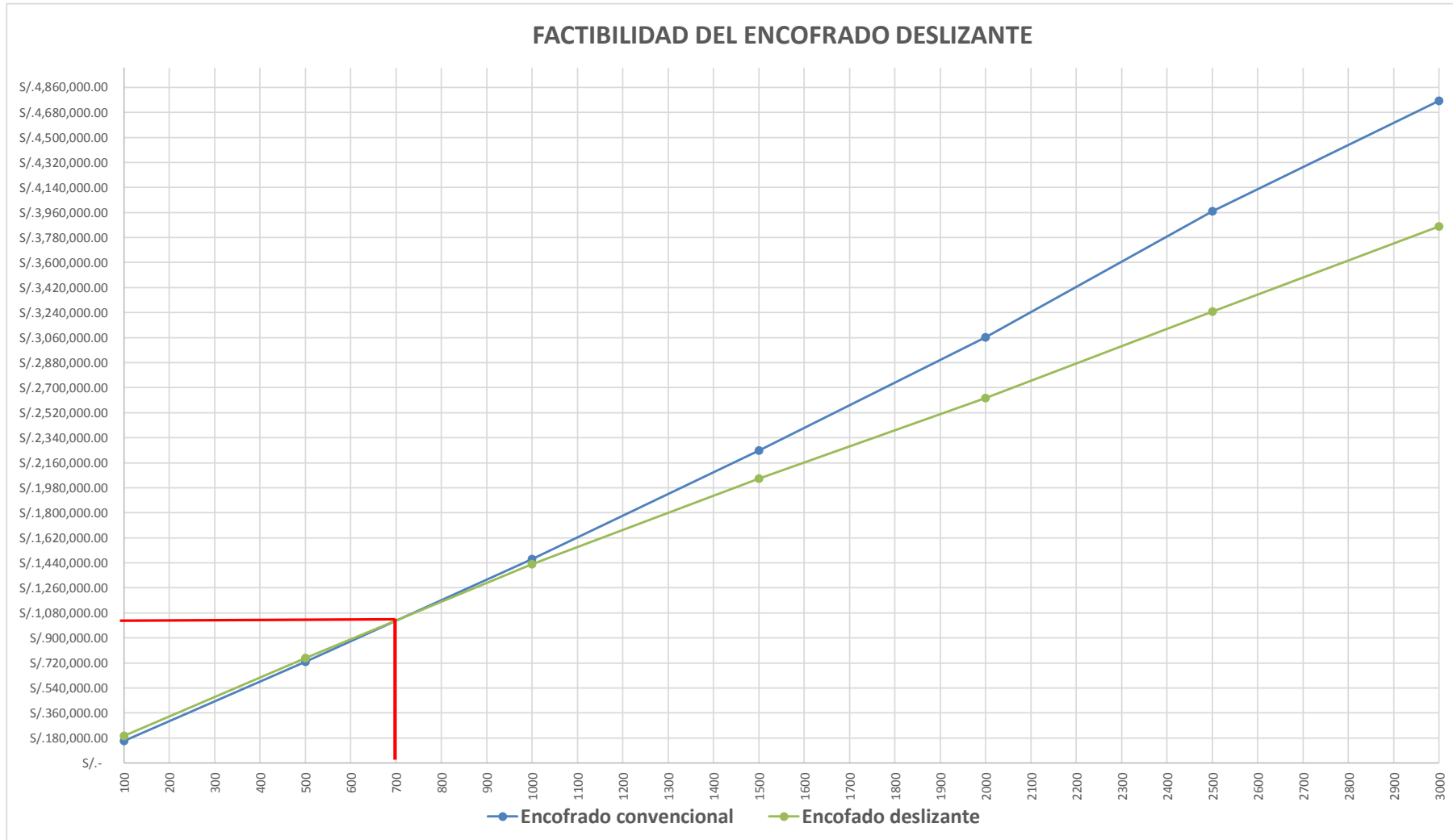
*Fuente: elaboración propia*

**Tabla Nº 50. Cálculo del presupuesto con los gastos generales, en el encofrado fijo**

<b>SISTEMA DE PAVIMENTACION POR ENCOFRADO DESLIZANTE</b>							
<b>TRAMO</b>	<b>100 ml</b>	<b>500 ml</b>	<b>1000 ml</b>	<b>1500 ml</b>	<b>2000 ml</b>	<b>2500 ml</b>	<b>3000 ml</b>
Duración de la obra	1 mes	2.1 mes	4.1 mes	6.2 mes	8.3 mes	10.3 mes	12.4 mes
Costo directo	S/ 112,321.58	S/ 516,501.58	S/ 982,351.58	S/ 1,403,201.58	S/ 1,797,051.58	S/ 2,222,401.58	S/ 2,638,751.58
Gastos generales	S/ 37,027.79	S/ 56,629.87	S/ 102,518.65	S/ 148,893.28	S/ 148,893.28	S/ 243,305.27	S/ 291,423.23
Utilidad 7%	S/ 7,862.51	S/ 36,155.11	S/ 68,764.61	S/ 98,224.11	S/ 98,224.11	S/ 155,568.11	S/ 184,712.61
Presupuesto sin IGV	<b>S/ 157,211.88</b>	<b>S/ 609,286.56</b>	<b>S/ 1,153,634.84</b>	<b>S/ 1,650,318.97</b>	<b>S/ 2,044,168.97</b>	<b>S/ 2,621,274.96</b>	<b>S/ 3,114,887.42</b>
I.G.V 18%	S/ 28,298.14	S/ 109,671.58	S/ 207,654.27	S/ 297,057.41	S/ 297,057.41	S/ 471,829.49	S/ 560,679.74
Supervisión 5%	S/ 9,275.50	S/ 35,947.91	S/ 68,064.46	S/ 97,368.82	S/ 97,368.82	S/ 154,655.22	S/ 183,778.36
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>S/ 194,785.52</b>	<b>S/ 754,906.05</b>	<b>S/ 1,429,353.57</b>	<b>S/ 2,044,745.20</b>	<b>S/ 2,438,595.20</b>	<b>S/ 3,247,759.67</b>	<b>S/ 3,859,345.52</b>

**Fuente: elaboración propia**

**Gráfico N° 3. Gráfica de factibilidad de los dos sistemas de encofrado**



**Fuente: elaboración propia**

En la **Gráfica N° 3**, se puede observar que en el tramo de 700 metros lineales la diferencia de costos entre el sistema de pavimentación por encofrado fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, se hacen cero, y a partir de esta distancia los costos del sistema de pavimentación por encofrado deslizante van disminuyendo respecto al encofrado fijo.

En la **Tabla N° 51**, se muestra los ahorros obtenidos para cada tramo en estudio. Un ahorro del 3% en presupuesto tramos de 1.00 km/pavimentación, un ahorro del 9% en presupuesto para tramos 1.50 km/pavimentación, un ahorro del 14% en presupuesto para 2.00 km/pavimentación, un ahorro del 18% en presupuesto para 2.50 km/pavimentación, un ahorro del 19% en presupuesto para 3.00 km/pavimentación, y para tramos menores a las siete cuabras se tienen una pérdida presupuestal de 3% a 17%.

En función al sistema de pavimentación por encofrado fijo se determinó el ahorro en presupuesto para todos los tramos en estudio. Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula.

$$Ahorro \% = \frac{EF - ED}{EF} * 100$$

**Donde:**

EF = precio del encofrado fijo

ED = precio del encofrado deslizante

Se realiza el ejemplo para el tramo de 2000 ml.

Tramo 2000 ml

$$Ahorro \% = \frac{3,062,201.11 - 2,624,918.67}{3,062,201.11} * 100$$

$$Ahorro \% = 14.30\%$$

**Tabla N° 51. Porcentajes de ahorros en cada tramo**

TRAMO	ENCOFRADO FIJO	ENCOFRADO DESLIZANTE	% DE PÉRDIDA	% AHORRO
100 ml	S/.160,880.53	S/. 194,785.52	17.41%	
500 ml	S/.729,154.67	S/. 754,906.05	3.41%	
1000 ml	S/.1,466,784.07	S/.1,429,353.57		2.60%
1500 ml	S/. 2,246,236.61	S/.2,044,745.20		9.00%
2000 ml	S/. 3,062,201.11	S/.2,624,918.67		14.30%
2500 ml	S/.3,968,284.49	S/.3,247,759.67		18.20%
3000 ml	S/.4,762,290.61	S/.3,859,345.52		19.00%
10000ml	S/.16,485,512.58	S/.12,921,871.94		21.62%
20000ml	S/. 33,601,673.53	S/.26,117,954.51		22.30%

**Fuente: elaboración propia**

En el tramo de 2000 ml, se tiene un ahorro de 14.30% con el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, respecto al sistema de pavimentación por encofrado fijo.

#### **4.7.3. Comparación del tiempo de ejecución**

La duración de la obra, en cada sistema de pavimentación es diferente, debido a los rendimientos de cada sistema, los cálculos del tiempo de ejecución se muestran en el **Anexo N° 11**.

En el sistema de pavimentación por encofrado deslizante según sus especificaciones técnicas que se muestran en la **Tabla N°2**, la pavimentadora tiene un rendimiento de 5 m/min, pero este rendimiento de trabajo no siempre es el óptimo en las diferentes ciudades, debido al clima y la altura este rendimiento vario, por lo que se toma el rendimiento de 1m/min, con este rendimiento el pavimento tiene un avance de 2160m<sup>2</sup>/día.

El sistema de pavimentación por encofrado fijo tiene un rendimiento de 97.5m<sup>2</sup>/día, en el la **Tabla N° 52** se muestra la duración de la ejecución de la partida pavimento rígido en días para cada sistema de encofrado.

**Tabla N° 52. Tiempos de ejecución para los dos sistemas de encofrado**

<b>DURACIÓN DE LA PARTIDA "PAVIMENTO RÍGIDO" EN DÍAS</b>		
<b>METROS LINEALES</b>	<b>ENCOFRADO FIJO</b>	<b>ENCOFRADO DESLIZANTE</b>
100 ml	4.6 día	0.4 día
500 ml	23.1 día	2.1 día
1000 ml	46.2 día	4.2 día
1500 ml	69.2 día	6.3 día
2000 ml	92.3 día	8.3 día
2500 ml	115.4 día	10.4 día
3000 ml	138.5 día	12.5 día

*Fuente: elaboración propia*

En el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se tiene un mismo rendimiento para todos los tramos ya que se trabaja con una cuadrilla o una sola pavimentadora de concreto, pero en el sistema de pavimentación por encofrado fijo, para que el rendimiento sea más productivo se designa más de una cuadrilla según sea la dimensión de la obra, es decir si en los 500 metros lineales se pone una cuadrilla, en el tramo de 3000 metros lineales se tiene que considerar 4 cuadrillas para la partida de pavimento rígido.

En la **Tabla N° 53**, se muestra el porcentaje de ahorro en tiempos de ejecución para cada tramo y cada sistema de pavimentación, de donde se puede observar que en el tramo de 500 ml tiene un ahorro del 93.24%, en el tramo de 1000 ml tiene un ahorro del 90.98%, en el tramo de 1500 ml tiene un ahorro del 87.82%, en el tramo de 2000 ml tiene un ahorro del 85.09%, en el tramo de 2500 ml tiene un ahorro del 82.84% y en el tramo de 3000 ml tiene un ahorro del 81.94%.

**Tabla N° 53. Porcentaje de ahorro para la partida pavimento rígido**

<b>TRAMO</b>	<b>ENCOFRADO FIJO</b>	<b>ENCOFRADO DESLIZANTE</b>	<b>PORCENTAJES</b>
500 ml	30.8 día	2.1 día	93.24%
1000 ml	46.2 día	4.2 día	90.98%
1500 ml	51.3 día	6.3 día	87.82%
2000 ml	55.9 día	8.3 día	85.09%
2500 ml	60.7 día	10.4 día	82.84%
3000 ml	69.2 día	12.5 día	81.94%

*Fuente: elaboración propia*

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIONES DE RESULTADOS**

La investigación realizada partió con los objetivos de identificar el proceso constructivo de los dos sistemas de pavimentación por encofrado fijo y deslizante, consecuentemente identificar las partidas que permitan realizar un análisis de los costos directos e indirectos en cada sistema para establecer la viabilidad técnica y económica de la utilización del sistema de pavimentación por encofrado deslizante.

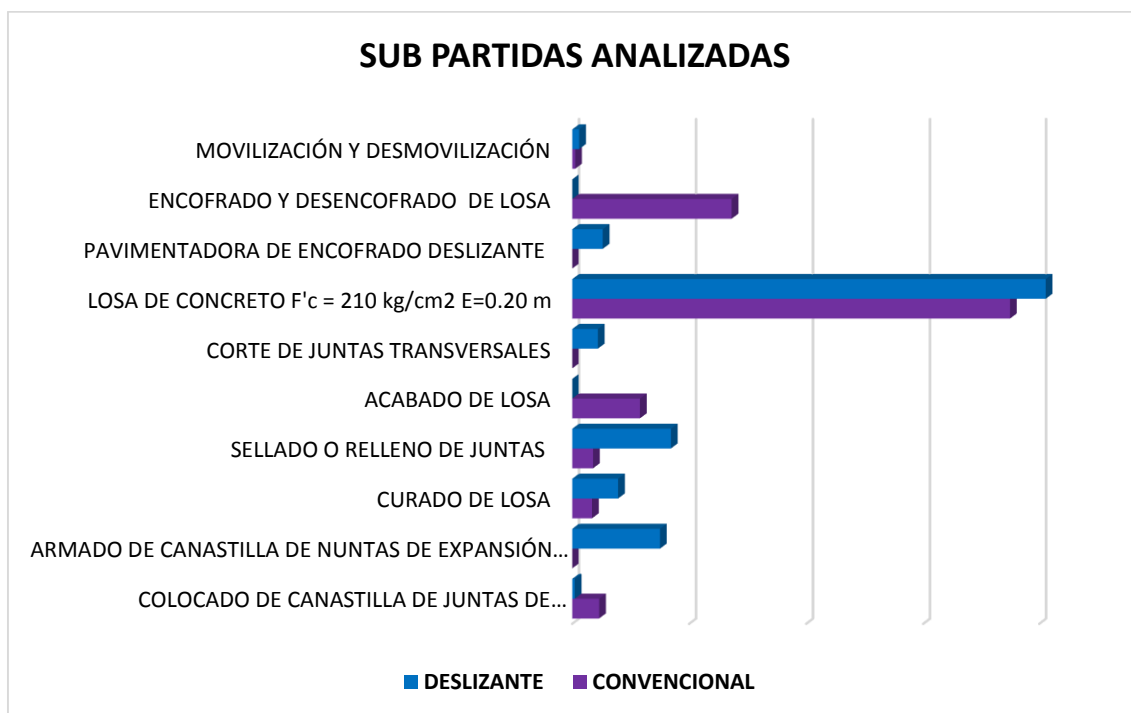
En este aspecto para definir las características técnicas y constructivas del sistema de pavimentación por encofrados fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante; se verificó en obra el procedimiento constructivo del sistema de pavimentación por encofrado fijo y se realizó el análisis de un expediente técnico y material bibliográfico para determinar el procedimiento constructivo del sistema de pavimentación por encofrado deslizante. Efectivamente con la identificación del proceso constructivo para los dos sistemas de encofrado se pudo demostrar que las diferencias fundamentales entre ambos sistemas radican en el aspecto tecnológico debido a la utilización de la maquinaria de encofrado deslizante. Las principales diferencias en los procesos constructivos se presentan en la preparación y colocación del concreto que se va a utilizar en el pavimento, puesto que en el sistema de pavimentación por encofrado fijo se utiliza un concreto más fluido con un slump recomendados de 4", debido a que este concreto tiene que ser distribuido a todos los extremos del encofrado en el paño de forma manual, pero en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante el concreto tiene que tener un slump recomendado de 2", puesto que con un concreto con mayor asentamiento pueden ocurrir problemas como: asentamientos de bordes, en la parte



superior o en la parte inferior del pavimento. Otra de las diferencias de mayor importancia se denota en la partida relleno de juntas, en el sistema de pavimentación por encofrado fijo las juntas de contracción son dejadas por las tablas del encofrado, que son de 1" pulgada a 1 1/2" pulgada de espesor y estas tienen que ser rellenas con asfalto caliente para evitar el ingreso del agua a la base del pavimento, mientras que en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante las juntas de contracción son realizadas posteriormente por el aserrado del pavimento, dejando un espesor de 3mm con una altura de 1/3 del espesor del pavimento, de la misma forma estas juntas tienen que ser sellada con silicona.

En lo que concierne a la identificación de las sub partidas que componen la Partida de Pavimento de Rígido, para el sistema de pavimentación por encofrado fijo y el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, inicialmente se partió con la idea que las sub partidas que componían la Partida de Pavimento Rígido para ambos sistemas eran: Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias, rellenos de juntas y curado de losa, variando únicamente estas sub partidas en el encofrado y desencofrado de losa, pavimentadora de encofrado deslizante y concreto premezclado. Sin embargo, se pudo verificar con la identificación de sub partidas de la partida Pavimento Rígido que se muestran en el **Gráfico Nº 4**, que las sub partidas utilizadas en ambos sistemas son: sub partida de Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias, sub partida de Losa de Concreto, sub partida de Sellado (relleno) de juntas, sub partida de Curado de losa y sub partida de Colocado de dowels. Mientras que las sub partidas en las que se diferencian ambos sistemas son: sub partida de Encofrado y desencofrado de losa, sub partida de Pavimentadora de encofrado deslizante, sub partida de Corte de juntas transversales, sub partida de Acabado de losa y sub partida de Armado de canastillas de expansión dowels. Estas diferencias y similitudes de sub partidas en ambos sistemas de construcción son fácilmente identificables por el mismo proceso de innovación tecnológica que requieren de nuevos procedimientos constructivos y a la vez suprimen otros que quedan desfasados. Por ejemplo, dentro del procedimiento constructivo, una de las características principales de la pavimentadora de encofrado deslizante es el alto rendimiento y el acabado de la superficie del pavimento con respecto al encofrado fijo, por ende, se suprime la sub partida de acabados de losa, sin embargo, debido al proceso continuo de pavimentación se presenta una nueva sub partida denominado aserrado de juntas que no se requiere en el sistema de pavimentación por encofrado fijo.

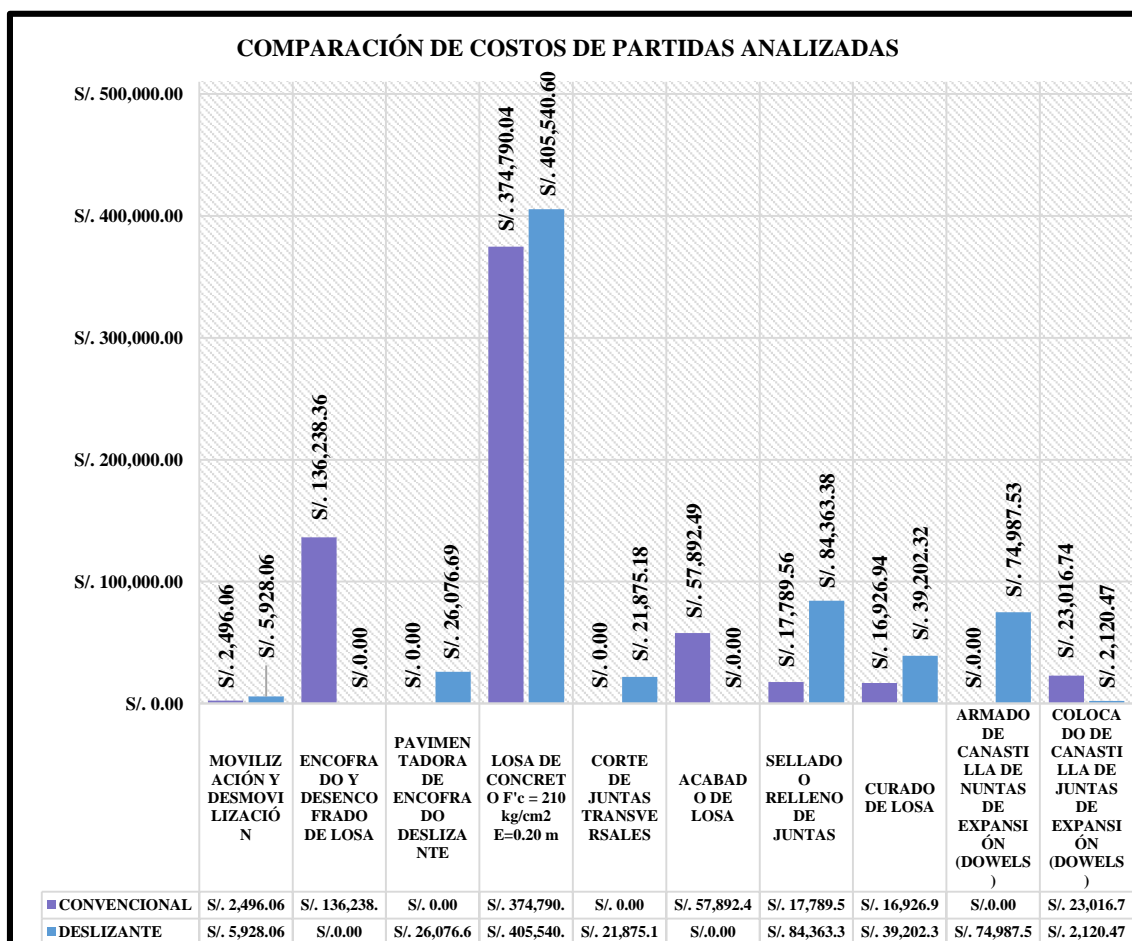
**Gráfico N° 4. Sub partidas analizadas**



**Fuente: elaboración propia**

Referente a los costos directos, el objetivo de la investigación fue determinar los costos directos en cada subpartida para ambos sistemas de pavimentación como se muestra en la **Gráfica N°5**. Sin embargo, inicialmente se partió con la idea de que la subpartida de pavimentadora de encofrado deslizante era la que llevaba el mayor porcentaje en presupuesto con respecto a las demás subpartidas para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, con la investigación se demostró que la subpartida de concreto premezclado para el pavimento es la que lleva el mayor porcentaje en presupuesto con respecto a las demás subpartidas. En el sistema de pavimentación por encofrado fijo se demostró que las subpartidas más importantes son: la subpartida de encofrado y desencofrado de losa y la subpartida de concreto para el pavimento. El costo directo obtenido en el sistema de pavimentación por encofrado fijo fue de S/ 629,150.19 soles y del sistema de pavimentación por encofrado deslizante fue de S/ 660,094.22 soles, dándole una diferencia de S/ 30,944.03 soles con mayor presupuesto en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante.

**Gráfico Nº 5. Barras comparativas para los dos sistemas de encofrado**



**Fuente: elaboración propia**

Respecto a los costos indirectos en la partida de pavimento rígido se consideró inicialmente que estos estaban determinados por los Gastos Generales y el tiempo de ejecución de la obra, lo cual se pudo comprobar con el análisis de costos mediante el cual se verificó que efectivamente los costos indirectos están relacionados con los gastos generales y el tiempo de ejecución de la obra, esto se debe a que si el tiempo de ejecución de obra es prolongado los gastos generales se incrementan. Para el cálculo de los costos indirectos, primero se determinó los costos directos, debido a que el costo indirecto es un porcentaje del costo directo, estos están determinados por los gastos generales que incluyen los gastos fijos y los gastos variables, en el sistema de pavimentación por encofrado fijo finalmente se obtuvo un presupuesto total de S/906,220.27 soles que incluyen los gastos generales. En el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se obtuvo un presupuesto de S/917,302.23 soles, obteniéndose una diferencia de S11,081.96 soles, con una pérdida del 1.21% en presupuesto. La utilización del sistema de pavimentación por encofrado deslizante por tanto no es factible en su implementación para obras de pequeña envergadura.

Con respecto al tiempo de ejecución de la partida de pavimento rígido para los dos sistemas de pavimentación, se comenzó con la idea que el tiempo de ejecución del sistema de pavimentación por encofrado fijo es mayor al tiempo de ejecución del sistema de pavimentación por encofrado deslizante, en la fase de construcción de la partida de pavimento rígido, esto se pudo comprobar al realizar el Análisis de rendimientos en ambos sistemas. El rendimiento de la pavimentadora de encofrado deslizante determinado fue de  $2160\text{m}^2/\text{día}$ , sin embargo, el rendimiento del sistema de encofrado fijo fue de  $97.5\text{m}^2/\text{día}$ . En lo que corresponde al análisis del tiempo de ejecución, en el sistema de pavimentación por encofrado fijo se obtuvo un tiempo de ejecución de 64 días para la ejecución de la partida pavimento rígido, mientras que en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se obtuvo un tiempo de ejecución de tres días para la misma partida, dándole un ahorro de 30% en tiempos de ejecución para la obra en estudio.

También al iniciar el estudio se consideró que la utilización del sistema de pavimentación por encofrado deslizante era viable económicamente en la partida de pavimento rígido a partir de tramos mayores a los 600 metros lineales, por lo que podría ser aplicado a la obra en estudio. Sin embargo, al realizar el estudio en la obra seleccionada de un tramo de 686.59 metros lineales se obtuvo una pérdida presupuestal del 1.21% en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, por lo cual se demostró que no es viable económicamente la utilización de un sistema de pavimentación por encofrado deslizante para la obra en estudio y obras de menor envergadura. Debido a esto se determinó la viabilidad al realizar el estudio para diferentes tramos de pavimentación, realizándose el cálculo para tramos de 100ml, 500ml, 1000ml, 1500ml, 2000ml, 2500ml y 3000ml, hallándose en los primeros tramos un presupuesto mayor para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, pero a partir del tramo de 700 metros lineales la diferencia de costos entre los dos sistemas desaparece, y a partir de este tramo el sistema de pavimentación por encofrado deslizante va disminuyendo en costos respecto al sistema de pavimentación por encofrado fijo, mediante este análisis en diferentes tramos se verificó que el sistema de pavimentación por encofrado deslizante no resulta viable en su implantación para obras menores a las siete cuadras pavimentadas, en cambio es viable en su implementación en obras con magnitudes mayores a las siete cuadras pavimentadas en la Provincia de Huancayo.

Finalmente, con los resultados obtenidos en cada fase de la investigación realizada se comprobó que los sistemas de Pavimentación por Encofrados fijo y el sistema de Pavimentación por Encofrado deslizante inciden en la Partida de Pavimento Rígido al modificarse las actividades identificadas dentro del proceso constructivo del pavimento debido a los cambios tecnológicos y el uso de maquinarias de alto rendimiento. Estos cambios se reflejan en la incorporación de nuevas sub Partidas y la omisión de las sub partidas de los procesos obsoletos en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, obteniéndose ahorros significativos en los Costos Directos e Indirectos que se ven afectados principalmente por las sub partidas de “concreto premezclado” y “losa de concreto”. La ejecución de estas sub partidas en los dos sistemas de pavimentación también afecta al tiempo de ejecución de la obra, condicionada principalmente por el rendimiento de las sub partidas en la ejecución del proyecto. Por tanto, los ahorros económicos en costos directos e indirectos, así como el ahorro en el tiempo de ejecución son los que determinan la viabilidad de la utilización de cualquiera de los dos sistemas para la ejecución de obras de Pavimentación en el Distrito de Huancayo.

## CONCLUSIONES

1. Se identificó el proceso constructivo para cada sistema de encofrado, en el sistema de pavimentación por encofrado fijo, el proceso constructivo parte desde la movilización y desmovilización de los equipos y la maquinaria, el encofrado de losa, el colocado de los dowels, colocado del concreto, acabado de losa de concreto, desencofrado de losa, curado de losa, relleno de juntas, finalmente la desmovilización de equipos y maquinarias, el sistema de encofrado fijo, se caracteriza por el empleo gran cantidad de mano de obra y herramientas, como también de un concreto más fluido con un slump recomendado de 4", para que este sea llegue a todos los bordes del encofrado. En el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, el proceso parte desde la PREPAVIMENTACION, donde se realiza las siguientes actividades, verificación de base, colocado de balizas e hilos guía, armado y el colocado de las canastillas con dowels, en el proceso de PAVIMENTACION, comienza con el colocado del concreto y el control altimétrico y de alineación, en el proceso de POSTPAVIMENTACION, se inicia con el texturizado del concreto, curado del concreto, aserrado del pavimento, sellado de juntas y la desmovilización de equipos y maquinaria. La pavimentadora de encofrado deslizante se caracteriza por dejar el concreto extruido con la forma geométrica de la calzada mediante el deslizamiento o paso de un molde de la maquinaria de encofrado deslizante, como también por el empleo de un concreto premezclado con bajo asentamiento con un slump recomendado de 2", elevadas producciones y consecuentemente alto consumo de concreto.
2. Mediante el estudio del proceso constructivo se pudo verificar que las partidas presupuestales corresponden a cada actividad realizada en cada sistema de pavimentación, por lo que en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se incrementaron nuevas partidas correspondientes al uso de la pavimentadora, corte de juntas y colocado de canastillas, mientras que las partidas encofrado y desencofrado de losa, acabado de losa consideradas en el sistema convencional ya no son presupuestadas en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante. En el sistema de pavimentación por encofrado fijo, se determinó las sub partidas de: Movilización y Desmovilización de Equipos y Maquinaria, Encofrado y Desencofrado de Losa, Concreto para Pavimento Rígido, Acabado del Pavimento, Juntas de Expansión (Dowels), Relleno de Juntas y Curado de la Losa de Concreto. Mientras que en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante se determinaron las

sub partidas de: Movilización y Desmovilización de Equipos y Maquinaria, Pavimentadora de Encofrado Deslizante, Concreto Premezclado para el Pavimento, Corte de Juntas de Expansión, Sellado de Juntas de Expansión, Curado de la Losa de Concreto, Armado de las Canastillas para los (Dowels) y el Colocado de las Canastillas de los (Dowels).

3. Los costos de construcción del pavimento rígido de la obra en estudio (686.59 ml) para ambos sistemas de encofrado fueron de, S/.906,220.27 soles para el sistema de pavimentación por encofrado fijo y de S/.917,302.23 soles para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, como se puede notar el costo en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante es mayor al costo obtenido mediante la pavimentación por encofrado fijo, en una diferencia de S/.11,081.96 soles con una pérdida presupuestal del 1.21%. Esta diferencia de costos es principalmente por el alquiler de la maquinaria, la movilización y desmovilización de esta y el concreto premezclado que tiene un costo elevado, por estos motivos en cuanto a costos no es factible implementar el encofrado deslizante en la obra en estudio, ya que el encofrado deslizante genera pérdidas presupuestales a la obra.
4. Con respecto al tiempo de ejecución, el sistema de pavimentación por encofrado deslizante tiene un rendimiento de 2160m<sup>2</sup>/día, mientras que el sistema de encofrado convencional tiene un rendimiento de 97.5m<sup>2</sup>/día. Por lo que, se muestra el porcentaje de ahorro en tiempo de ejecución para cada tramo en estudio, en el tramo de 500 ml tiene un ahorro del 93.24%, en el tramo de 1000 ml tiene un ahorro del 90.98%, en el tramo de 1500 ml tiene un ahorro del 87.82%, en el tramo de 2000 ml tiene un ahorro del 85.09%, en el tramo de 2500 ml tiene un ahorro del 82.84% y en el tramo de 3000 ml tiene un ahorro del 81.94%. El sistema de pavimentación por encofrado deslizante es superior a la convencional en cuanto al ahorro de tiempo, debido a su alto rendimiento en producción.
5. Para determinar la viabilidad de utilizar la pavimentadora de encofrado deslizante en la provincia de Huancayo, se realizó el estudio en la obra seleccionada de un tramo de 686.59 metros lineales donde se obtuvo una pérdida presupuestal del 1.21% en el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, debido a esto se realizó la verificación de costos directos e indirectos en los diferentes tramos de pavimentación para determinar la viabilidad de utilizar la pavimentadora de encofrado deslizante en la Provincia de Huancayo, obteniéndose los siguientes resultado: un ahorro del 2.60% en presupuesto para tramos de 1.00 km/pavimentado, un 9.00% de ahorro en

presupuesto para tramos de 1.50 km/pavimentados, un 14.30% de ahorro en presupuesto para tramos de 2.00 km/pavimentados, un 18.20% de ahorro en presupuesto para tramos de 2.50 km/pavimentados, un 19.00% de ahorro en presupuesto para tramos de 3.00 km/pavimentados, y para tramos de 500 ml a menos se tiene una pérdida presupuestal de 3.40% a 17.40%. El sistema de encofrado deslizante es viable económicamente y factible en su implementación para la ciudad de Huancayo, ya que se demostró un ahorro económico a partir de los 700 ml de pavimentación, y un ahorro en tiempos de ejecución debido a su alto rendimiento.



## RECOMENDACIONES

1. En el sistema de pavimentación por encofrado fijo se recomienda innovar tecnológicamente en el proceso constructivo para la pavimentación, para mejorar el proceso constructivo y rendimientos de este sistema, como por ejemplo la utilización de los encofrados metálicos para mejorar el acabado de bordes y pavimentar paños más largos, también se recomienda para el concreto la utilización del concreto premezclado que puede ser adquirida de una planta de concreto, ya que esta planta garantiza el slump y la resistencia a la compresión del concreto a utilizar. Para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante es indispensable realizar un estudio del ciclo del mixer debido que el rendimiento del encofrado deslizante depende principalmente del abastecimiento de concreto, el requerimiento promedio es de  $0.90\text{m}^3/\text{min}$  de concreto premezclado, para lo que se tiene que realizar el estudio del ciclo del mixer para verificar en cuanto puede abastecer una planta mezcladora de concreto a la obra, y si aun así no se cumple con abastecer de concreto premezclado a la pavimentadora sería recomendable hacer uso de las mezcladoras CARMIX, para así llegar al requerimiento adecuado de la pavimentadora y obtener su rendimiento óptimo. Respecto a los aspectos normativos de los procesos constructivos, habiéndose revisado el manual de carreteras EG-2013 se verificó que no está determinado los procesos constructivos para ambos sistemas de pavimentación, por lo que sería recomendable que se incorporen los procesos constructivos para ambos sistemas de pavimentación mediante estudios más detallados.
2. Para la identificación de las partidas se recomienda un análisis previo a las actividades y recursos a utilizar para cada sistema de construcción, en el sistema de pavimentación por encofrado fijo es recomendable el incremento de cuadrillas según sea la envergadura del proyecto, para un mejor rendimiento de las partidas, debido a que las cuadrillas no serán las mismas para una obra de cinco cuerdas o una obra de diez cuerdas. En el caso del sistema de pavimentación por encofrado deslizante sería recomendable que la Institución adquiriera la pavimentadora para el sistema de pavimentación por encofrado deslizante, para disminuir costos de flete por el traslado de la maquinaria de la capital a la Provincia de Huancayo, costos que afectan a la partida Movilización y Desmovilización.

3. En el aspecto de los costos directos es recomendable optimizar los recursos humanos mediante especialización y los recursos de materiales para generar ahorros económicos en las partidas, además se debe tener mayor cuidado en las cotizaciones del concreto pre mezclado y el concreto preparado en obra en vista que son las que gastan el 90% del presupuesto en cada sistema de encofrado. En el sistema de pavimentación por encofrado fijo la partida que tiene mayor porcentaje en costos es la partida de “concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para el pavimento”, se recomienda la adquisición de los materiales de un proveedor que sea cercano a la obra, debido a que el flete del traslado de los materiales va aumentando según se incremente la distancia a entregar del material. El uso del sistema de pavimentación por encofrado deslizante es recomendable para la pavimentación en la Provincia de Huancayo por su alto rendimiento en la colocación del pavimento y su alto nivel de acabado, actividades que se relacionan directamente al costo directo.
  
4. En lo que concierne a los costos indirectos es recomendable en ambos sistemas de pavimentación buscar la disminución del tiempo de ejecución de la obra a ejecutar, aspecto que permite la disminución de los gastos generales y que se refleja en el presupuesto total. En el caso del sistema de pavimentación por encofrado fijo es posible disminuir los costos indirectos al mejorar el rendimiento de las partidas identificadas, aspecto que se refleja en la reducción del tiempo de ejecución y permitiría ahorrar en los gastos generales, respecto a los rendimientos que podrían mejorar se puede considerar la adquisición el concreto premezclado, el uso de encofrados metálicos y capacitación al personal para un mejor rendimiento. En lo que concierne al sistema de pavimentación por encofrado deslizante es recomendable su uso por el alto rendimiento en las diversas partidas que la componen, y que se refleja en el tiempo de ejecución disminuyendo los gastos generales y por ende los costos indirectos.
  
5. Es recomendable desde un punto de vista constructivo disminuir en cualquier proyecto el “tiempo de ejecución de obra” para generar ahorros económicos de importancia. Esto se puede lograr con la innovación tecnológica dentro de los procesos constructivos identificados en la investigación, no necesariamente incluyendo nuevas maquinarias sino mejorando el proceso constructivo en cada una de sus fases. En los sistemas de pavimentación por encofrado fijo y pavimentación por encofrado deslizante, es recomendable seguir investigando los procesos de construcción para cada partida en estudio, para de esta manera disminuir el “tiempo de ejecución de obra”.

6. En cuanto a la viabilidad del sistema de encofrado deslizante se recomienda su uso e implantación para la Provincia de Huancayo debido a su alto rendimiento y altos niveles en acabados de la superficie de rodadura del pavimento, en la investigación se determinó que es recomendable el uso del sistema de pavimentación por encofrado deslizante pero con obras que sean mayores a las siete cuadras pavimentadas, ya que en obras menores a siete cuadras tienen pérdidas presupuestales, por la adquisición del concreto premezclado, el alquiler de la maquinaria y el flete de transporte. Se recomienda la adquisición o alquiler de la pavimentadora de encofrado deslizante por parte de las entidades públicas, ya que, generarían ahorros en las obras de pavimentación rígida, para las Municipalidades o el Estado.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1). MTC, 2013 *“Manual de carreteras. Especificación de técnicas generales para la construcción”* Lima, Perú, 2013.
- (2). MACELI, A. *Innovación en el sector de la construcción del Perú: estado actual y diagnósticos. Industria de la construcción*, Sistema de Gestión, Perú, 2017.
- (3). GHIO, V; BASCUÑAN, R. *Innovación tecnológica en la construcción ahora es cuando*. Lima – Perú, 1993.
- (4). HAYASAKA y PEÑAFIEL. *Pavimento de concreto hidráulico en carreteras*, Tesis Para Optar el, Título de Ingeniero Constructor, México, 1996.
- (5). ZAGACETA y ROMERO, *El pavimento de concreto hidráulico premezclado en la modernización y rehabilitación de la avenida arboledas*, Tesis para Optar el, Título de Ingeniero Civil, Unidad Zacatenco, 2008.
- (6). MARTINEZ, *Análisis comparativo de métodos de diseño y construcción de pavimentos de concreto hidráulico según normas aplicadas en México, Reino Unido y España*, Tesis para optar el, Grado de Maestro en Ingeniería Civil – Construcción, México, 2012.
- (7). VELEZ, *Análisis de los rendimientos de mano de obra en pavimentaciones en el sector de morro solar de la ciudad de Jaén*, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Cajamarca - Perú, 2013.
- (8). PADILLA, *Tecnología constructiva actual, control de calidad, mantenimiento y reparación de pavimentos de concreto hidráulico*, Tesis para Optar el Título, Ingeniero Civil, Lima – Perú, 2006.
- (9). FIGUEROA, D; *innovaciones y tendencias de los pavimentos de concreto*. Construcción y tecnología en el concreto. Lima – Perú. 2014.
- (10). BECERRA, A. *Tópicos de pavimentos de concreto, diseño*, Construcción y Supervisión. Flujo libre. Lima – Perú. 2012.
- (11). ZARAGOZA, A. *innovaciones en pavimentos de hormigón*. Revista técnica de la asociación de la carretera. España. 2009.
- (12). LOPEZ, R. *procedimiento constructivo para la elaboración, construcción y puesta en servicio de pavimentos rígidos para carreteras con juntas sin refuerzo continuo*, Trabajo de Diplomado para optar el Título de Ingeniero Civil. La Habana – Cuba. 2010.
- (13). SERPELL, A; *Administración de operaciones de construcción*. Ediciones Universidad Católica de CHILE. Chile, 2002.

- (14). ICPA. Instituto Del Cemento Portland Argentino. *Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón*. 2005.
- (15). CORREDOR, G. *Apuntes de pavimentos. volumen 1*. Caracas – Venezuela. 2004.
- (16). MONTEJO, A. *ingeniería de pavimentos para carreteras*, Stella Valbuena de Fierro, Bogotá –Colombia, 1998.
- (17). IBAÑEZ, W. *Costos y Tiempos en Carreteras*. Macro. Lima. 2011.
- (18). SALAZ, A. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*, Imcyc, Lima – Perú, 1997.
- (19). UNICON – DURAVIA. 2005. <http://www.duravia.com.pe/blog/proceso-constructivo-con-pavimentadora/>
- (20). INSTITUTO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGOS CHILE.
- (21). IX convención internacional ACI Perú (construcción de pavimentos con equipos de encofrado deslizante. 2010.
- (22). COSTOS Y PRESUPUESTOS En EDIFICACION.
- (23). HERNÁNDEZ, R. *Metodología de la Investigación*, quinta edición, México DF, 2010
- (24). EUGENIA, M. manual de metodología de investigación, Talitip, caracas – Venezuela, 2009
- (25). HERNANDEZ, R. *Metodología de la investigación, sexta edición*, el oso panda.com, México, 2014

## **ANEXOS**



## Anexo Nº 2: análisis de costos unitarios. encofrado fio

### Análisis de precios unitarios

TESIS ENCOFRADO DESLIZANTE  
PAVIMENTACION SISTEMA CONVENCIONAL

Fecha presupuesto

23/08/2016

06.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA						
m2/DIA	45.0000	EQ. 45.0000		Costo unitario directo por : m2		<b>23.18</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO	hh	1.0000	0.1778	19.23	3.42	
OFICIAL	hh	1.0000	0.1778	15.94	2.83	
PEON	hh	2.0000	0.3556	14.33	5.10	
						<b>11.35</b>
<b>Materiales</b>						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1300	4.50	0.59	
MADERA TORNILLO	p2		2.3700	4.50	10.67	
						<b>11.26</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	11.35	0.57	
						<b>0.57</b>
06.02 LOSA DE CONCRETO EN PAVIMENTO F'c = 210 kg/cm2 E=0.20 m						
m3/DIA	19.5000	EQ. 19.5000		Costo unitario directo por : m3		<b>318.84</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>						
OFICIAL	hh	1.0000	0.4103	15.94	6.54	
PEON	hh	10.0000	4.1026	14.33	58.79	
						<b>65.33</b>
<b>Materiales</b>						
PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.6320	55.00	34.76	
ARENA GRUESA	m3		0.5310	55.00	29.21	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.9000	20.50	182.45	
AGUA	m3		0.0750	1.50	0.11	
						<b>246.53</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	65.33	3.27	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25'	hm	0.5000	0.2051	2.50	0.51	
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4103	7.81	3.20	
						<b>6.98</b>
06.03 ACABADO DE LOSA						
m2/DIA	30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : m2		<b>9.85</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	19.23	5.13	
OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	15.94	4.25	
						<b>9.38</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	9.38	0.47	
						<b>0.47</b>
06.04 CURADO DE LOSA						
m2/DIA	500.0000	EQ. 500.0000		Costo unitario directo por : m2		<b>2.88</b>
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>						
PEON	hh	3.0000	0.0480	14.33	0.69	
						<b>0.69</b>
<b>Materiales</b>						
ARENA GRUESA	m3		0.0378	55.00	2.08	
AGUA	m3		0.0510	1.50	0.08	
						<b>2.16</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	0.69	0.03	
						<b>0.03</b>



<b>06.05 RELLENO DE JUNTAS</b>						
<b>m/DIA</b>	<b>500.0000</b>	<b>EQ 500.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m</b>		<b>3.57</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OFICIAL		hh	2.0000	0.0320	15.94	0.51
PEON		hh	4.0000	0.0640	14.33	0.92
						<b>1.43</b>
<b>Materiales</b>						
ASFALTO RC-250		gal		0.1820	10.00	1.82
ARENA GRUESA		m3		0.0051	55.00	0.28
						<b>2.10</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	1.43	0.04
						<b>0.04</b>

<b>06.06 JUNTAS DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS EN ENCOFRADO</b>						
<b>m/DIA</b>	<b>200.0000</b>	<b>EQ 200.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m</b>		<b>11.94</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	19.23	0.77
OFICIAL		hh	2.0000	0.0800	15.94	1.28
PEON		hh	1.0000	0.0400	14.33	0.57
						<b>2.62</b>
<b>Materiales</b>						
GRASA		kg		0.0300	15.00	0.45
ACERO LISO DE 3/4"		kg		2.0115	4.00	8.05
TUBERIA PVC-SEL 1" x 5 m		und		0.0900	6.50	0.59
						<b>9.09</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		5.0000	2.62	0.13
CIZALLA PARA ACERO DE CONSTRUCCIÓN		hm	1.0000	0.0400	2.50	0.10
						<b>0.23</b>

## Anexo 3: presupuesto de la obra, sistema de pavimentación por encofrado fijo

### Presupuesto

Presupuesto	0201001	TESIS ENCOFRADO DESLIZANTE		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTACION SISTEMA CONVENCIONAL		
Cliente	S10 S.A.C.		Costo al	23/08/2016
Lugar	JUNIN- HUANCAYO- HUANCAYO			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>6,868.18</b>
01.01	ALMACEN Y GUARDIANIA	mes	6.00	400.00	2,400.00
01.02	CARTEL DE OBRA 3.60x8.60	und	1.00	1,973.12	1,973.12
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS SISTEMA CONVENCIONAL	gb	1.00	2,496.06	2,496.06
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>27,242.29</b>
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	9,242.76	0.79	7,209.35
02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	6,070.59	1.65	10,016.47
02.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EJECUCIÓN CONVENCIONAL	m2	6,070.59	1.65	10,016.47
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>225,706.46</b>
03.01	<b>CORTE DE TERRENO</b>				<b>47,401.60</b>
03.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	5,806.35	6.07	35,244.54
03.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	201.22	40.12	8,072.95
03.01.03	ROTURA DE CONCRETOS EXISTENTES	m3	70.44	57.66	4,084.11
03.02	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				<b>178,304.86</b>
03.02.01	ACARREO MANUAL DE MATERIAL DE CORTE	m3	380.20	19.66	7,482.34
03.02.02	CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,908.45	6.48	51,246.76
03.02.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,908.45	15.12	119,575.76
04	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>71,631.18</b>
04.01	ESCARIFICADO, PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	6,070.59	3.51	21,307.77
04.02	COMPACTACIÓN DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE E=0.10 m	m2	5,445.92	7.67	41,770.21
04.03	COMPACTACIÓN DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE E=0.15 m	m2	874.56	9.78	8,553.20
05	<b>BASE GRANULAR</b>				<b>121,037.19</b>
05.01	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACIÓN BASE E=0.20 m	m2	6,320.46	19.15	121,037.19
06	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>626,654.13</b>
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	5,877.41	23.19	136,236.36
06.02	LOSA DE CONCRETO EN PAVIMENTO Fc=210 kg/cm2 E=0.20 m	m3	1,175.48	319.84	374,760.04
06.03	ACABADO DE LOSA	m2	5,877.41	9.65	57,892.48
06.04	CURADO DE LOSA	m2	5,877.41	2.88	16,926.94
06.05	RELLENO DE JUNTAS	m	4,863.07	3.57	17,769.56
06.06	JUNTAS DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS EN ENCOFRADO	m	1,827.70	11.94	23,016.74
07	<b>BADEN DE CONCRETO</b>				<b>17,283.51</b>
07.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BADEN	m2	80.56	39.42	3,175.68
07.02	CONCRETO BADEN Fc=210 kg/cm2	m2	148.65	65.55	12,802.56
07.03	ACABADO BADÉN	m2	148.65	8.34	1,248.08
07.04	CURADO DE BADÉN	m2	148.65	0.39	57.19
08	<b>SARDINELES</b>				<b>1,314.66</b>
08.01	<b>SARDINEL SUMERGIDO</b>				<b>1,314.66</b>
08.01.01	SARDINEL SUMERGIDO CONCRETO Fc=175 kg/cm2	m3	1.13	341.34	385.71
08.01.02	SARDINEL SUMERGIDO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	15.10	61.52	928.95
09	<b>DRENAJE</b>				<b>130,585.52</b>
09.01	<b>CUNETAS</b>				<b>130,585.52</b>
09.01.01	CUNETAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	529.09	62.71	33,179.23
09.01.02	CUNETAS CONCRETO Fc=210 kg/cm2	m3	263.33	365.13	96,148.68
09.01.03	ACABADO DE CUNETAS	m2	91.59	13.72	1,256.61
10	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>				<b>43,058.69</b>
10.01	PINTURA LINEAL EN SARDINEL	m	1,868.07	10.66	20,873.03
10.02	PINTURA ZONAL CRUCE PEATONAL	m2	222.40	25.71	5,717.90
10.03	PINTURA INTERM. DISCONTINUA CENTRO DE VIA	m	1,722.90	8.91	15,351.04
10.04	PINTURA DE SIMBOLOS Y FLECHAS	m2	43.15	25.86	1,116.72
11	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>				<b>3,099.60</b>
11.01	SEÑALES INFORMATIVAS TIPO "T"	und	8.00	387.45	3,099.60
12	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>191,254.87</b>
12.01	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>				<b>191,254.87</b>
12.01.01	SOLADO CONCRETO SIMPLE Fc=210 kg/cm2 E=0.10 m	m2	150.70	40.05	6,035.54
12.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2	66.13	64.34	5,541.60
12.01.03	MURO DE CONCRETO Fc=210 kg/cm2	m3	328.90	435.62	143,275.42

Fecha: 15/04/2017 08:23:53p.m.

## Presupuesto

Presupuesto 0201001 TESIS ENCOFRADO DESLIZANTE  
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTACION SISTEMA CONVENCIONAL  
 Cliente S10 S.A.C. Costo al 23/08/2016  
 Lugar JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
12.01.04	MURO - ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	5,417.01	6.72	36,402.31
13	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>1,547.23</b>
13.01	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	1,152.35	1,152.35
13.02	CARTEL DE SEÑALIZACIÓN PARA DESVIO DE TRÁNSITO	und	4.00	88.72	394.88
14	<b>VARIOS</b>				<b>17,989.44</b>
14.01	RECONEXIÓN DE PUNTOS DE AGUA	pto	65.00	36.65	2,365.25
14.02	RECONEXIÓN DE INSTALACIONES DE DESAGÜE	pto	65.00	43.35	2,817.75
14.03	ENCIMADO DE BUZONES	und	1.00	1,002.28	1,002.28
14.04	PLACA RECORDATORIA	und	12.00	542.15	6,505.80
14.05	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m <sup>2</sup>	9,242.74	0.57	5,268.36
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,485,273.95</b>

SON : UN MILLON CUATROCIENTOS OCHENTICINCO MIL DOSCIENTOS SETENTITRES Y 95/100 NUEVOS SOLES

**Anexo 4: gastos generales, gasto fijo**

CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES						
ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES						
DURACION DE LA OBRA (MESES)				2.13	GASTOS FIJOS	
COSTO DIRECTO (NUEVOS SOLES)				629,150.19		
ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO S/. / u	VALOR TOTAL S/.
			DES CR	UNID AD		
<b>1.00 OFICINA</b>						
1.01	Alquiler de local para oficina	mes	1.00	2.13	450.00	958.50
1.02	LUZ	mes	1.00	2.13	250.00	532.50
1.03	AGUA	mes	1.00	2.13	100.00	213.00
1.04	TELEFONOS	mes	1.00	2.13	120.00	255.60
1.05	INTERNET	mes	1.00	2.13	129.00	274.77
1.06	ALQUILER DE MOBILIARIO	mes	2.00	2.13	120.00	511.20
<b>MONTO TOTAL</b>						<b>2,745.57</b>
<b>2.00 EQUIPAMIENTO</b>						
2.01	Alquiler de local para máquina y Herramientas	Glb	1.00	2.13	300.00	639.00
<b>MONTO TOTAL EQUIPAMIENTO</b>						<b>639.00</b>
<b>3.00 GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
3.01	Gastos de Licitación y Elaboración de Propuesta (Incl. viaje)	est		1.00	100.00	100.00
3.02	Gastos Legales (Notariales)	est		1.00	100.00	100.00

3.04	Gastos de Firma de Contrato	est		1.00	150.00	150.00
3.05	Gastos Varios (Fotocopias, etc)	est		1.00	50.00	50.00
<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						<b>400.00</b>
<b>5.00 IMPUESTOS</b>						
5.01	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.00 2	1.00	629,150.19	1,258.30
<b>TOTAL COSTO IMPUESTOS</b>						<b>1,258.30</b>
<b>TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS</b>						<b>S/. 5,042.87</b>

**Anexo 5: gastos generales, gastos variables**

CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES						
ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES						
<b>DURACION DE LA OBRA</b> (meses)				<b>2.13</b>	<b>GASTOS VARIABLES</b>	
<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>629,150.19</b>			
ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			CNT	MES	S/. / u	S/.
<b>1.00 PERSONAL DE OBRA</b>						
1.1	Ingeniero Residente de Obra	mes	1.00	2.13	5,000.00	10,650.00
1.2	Ingeniero Ambiental	mes	1.00	2.13	4,500.00	9,585.00
1.3	Ingeniero Asistente N°01 de Residente	mes	1.00	2.13	2,500.00	5,325.00
1.4	Encargado de Almacén	mes	1.00	2.13	1,200.00	2,556.00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>28,116.00</b>
<b>ADMINISTRACION</b>						
1.7	Administrador de Obra	mes	1.00	2.13	1,300.00	2,769.00
1.8	Contador	mes	1.00	1.00	1,300.00	1,300.00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>4,069.00</b>
<b>2.0 EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS</b>						
2.1	Ensayos de control de Calidad del concreto, suelos y agua	mes	1.00	2.13	1,500.00	3,195.00
2.2	Camioneta para Obra	mes	1.00	2.13	2,500.00	5,325.00
<b>TOTAL COSTO DE EQUIPOS NO INCLUIDOS</b>						<b>8,520.00</b>
<b>3.0 CONTROL TÉCNICO Y OTROS</b>						
3.1	Implementos de Seguridad Profesionales					<b>1,620.00</b>

3.11	Protector de cabeza para ingeniero	Und	4.00		55.00	220.00
3.12	Zapatos Seguridad para ingenieros	Und	4.00		350.00	1,400.00
<b>3.2</b>	<b>Implementos de Seguridad para personal obra</b>					<b>7,955.50</b>
3.21	Guantes de jebe	Par	35.00		8.50	297.50
3.22	Guantes de cuero	Par	35.00		7.30	255.50
3.23	Protector de cabeza	Und	35.00		15.00	525.00
3.24	Mamelucos segun Diseño	Und	35.00		45.00	1,575.00
3.2.5	Botas de jebe	Par	35.00		30.00	1,050.00
3.2.6	Zapatos con punta acero	Par	35.00		58.00	2,030.00
3.2.7	Capota	Und	35.00		55.00	1,925.00
3.2.8	Anteojos protectores	Und	35.00		3.50	122.50
3.2.9	Respirador	Und	35.00		5.00	175.00
3.2.10	Tapon de Orejas	Und	35.00		1.20	42.00
	<b>TOTAL COSTO CONTROL TÉCNICO Y OTROS</b>					<b>9,575.50</b>
<b>MATERIALES Y GASTOS</b>						
<b>4.0</b>	<b>VARIOS</b>					
4.1	Utiles de Oficina	me s	1.00	2.13	80.00	170.40
4.2	Copias	me s	1.00	2.13	50.00	106.50
4.3	Botiquín	me s	1.00	2.13	50.00	106.50
<b>TOTAL COSTO MATERIALES DE OFICINA DE OBRA</b>						<b>383.40</b>

<b>GASTOS EN MONITOREO</b>						
<b>5.0 ARQUEOLOGICO</b>						
5.1	Monitoreo Arqueologico	GL B	-	-	51,510.00	-
<b>TOTAL GASTOS</b>						<b>-</b>
<b>SEGUROS (Ver hoja de cálculo anexa)</b>						
6.1	A.- SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES					221.12
6.4	D.- RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS					1,996.88
6.5	E.- SEGUROS CONTRA TODO RIESGO (CAR)					201.01
6.6	F.- SEGUROS CONTRA REMOCION DE ESCOMBROS					18.43
6.7	G.- RESPONSABILIDAD CIVIL DE PROPIEDAD ADYACENTE					4.47
6.8	Costo por emisión de Póliza					73.26
<b>TOTAL COSTO DE SEGUROS</b>						<b>2,515.17</b>
<b>TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						<b>53,179.07</b>



**Anexo 6: cálculo de movilización de la pavimentadora**

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO EN HUANCAYO																				
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO																				
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	PESO EN KG	OBSERVACIÓN																	
1.00	MAQUINA DE ENCOFRADO DESLIZANTE	32,500.00	(1)																	
N° Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES																		
		PESO	TIEMPO VIAJE	COSTO ALQUILER HM	SUB TOTAL															
		KG	HRS																	
1	SEMI TRAYLER 6X4	32,500.00	2.00	350.00	S/. 700.00															
<b>TOTAL S/.</b>																				
FALSO FLETE(40%)					S/. 980.00															
MOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)					S/. 980.00															
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)					S/. 980.00															
COTIZACIÓN SEGÚN REVISTA COSTOS					<b>S/. 1,960.00</b>															
NOTA: (1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES (2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA (3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO																				
<b>TRACTO Y CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 35-40 TON)</b>																				
Intervalo de Capacidad : (35-40 Ton)																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 40 TON</th> <th>Distancia</th> <th>Velocidad</th> <th>TOTAL</th> </tr> <tr> <th>KM</th> <th>KMHR</th> <th>Tiempo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HUANCAYO - HUANCAYO</td> <td>5.70</td> <td>5.00</td> <td>1.14</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>5.70</b></td> <td></td> <td><b>1.14</b></td> </tr> </tbody> </table>						CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 40 TON	Distancia	Velocidad	TOTAL	KM	KMHR	Tiempo	HUANCAYO - HUANCAYO	5.70	5.00	1.14		<b>5.70</b>		<b>1.14</b>
CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 40 TON	Distancia	Velocidad	TOTAL																	
	KM	KMHR	Tiempo																	
HUANCAYO - HUANCAYO	5.70	5.00	1.14																	
	<b>5.70</b>		<b>1.14</b>																	
OBSERVACIONES: LOS PRECIOS DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE COMO CAMA BAJA SE HAN TOMADO DE LA REVISTA COSTOS, ASUMIENDO QUE NO SE CUENTA CON ESTOS EQUIPOS EL SEMITRAILER SE TOMO DE REFERENCIA PRECIOS MTC P/HORA.																				
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO																				
UNIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES																		
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR	SUB TOTAL															
		IDA	VUELTA																	
2.00	CAMONETA 4X4	2	2	145.00	S/. 1,160.00															
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 1,160.00</b>															
RESUMEN																				
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					S/. 1,960.00															
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO					S/. 1,160.00															
SEGURO DE TRANSPORTE 10%					S/. 312.00															
<b>TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b>					<b>S/. 3,432.00</b>															

**Anexo N° 7: cálculo de costos hora máquina.**

ANALISIS DE COSTO HORARIO "PAVIMENTADORA DE CONCRETO"					
<b>COSTO DE POSESION</b>					
Valor de Adquisicion	( Va )	2,193,000.00	Valor de la maquina en el mercado		
Valor de rescate	( Vr )	438,600.00	Equipo pesado 20%		
Vida económica	( Ve )	10	años		
Depreciacion	( D )		Perdida del valor de la maquina con relacion al tiempo		
Interes	( I )				
Seguros y almacenaje	( S,A )				
<b>CALCULO COSTO POSESION S/. 325.36</b>					
<b>Depreciación</b>	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$		<b>D = 175.44 s/.</b>		
			Va = 2,193,000.00 s/.		
			Vr = 438,600.00 s/.		
			Ve = 10,000.00 horas		
<b>Interes</b>	$I = Va . i . K$		<b>I = 89.62 s/.</b>	<b>k = 0.000550</b>	
			Va = 2,193,000.00 s/.	Ni = 10 años	
			i = 7.43%	Ve = 10000 horas	
			K = 0.000550		
<b>Seguros y Almacen</b>	$S,A = 5\% . Va . K$		<b>S,A = 60.31 s/.</b>		
			Va = 2,193,000.00 s/.		
			K = 0.00055		
<b>COSTO DE OPERACIÓN</b>					
Mantenimiento y Reparacion	( M,R )				
Combustible	( E )				
Lubricantes	( Lu )				
Filtros	( Fi )				
Operador	( Hm op )				
Tren de rodaje	( Costo H-N )				
<b>CALCULO COSTO OPERACIÓN S/. 314.00</b>					
<b>Manten. Y Reparac.</b>	$M,R = \%MR . \frac{Va}{Ve \text{ (horas)}}$		<b>M,R = 153.51 s/.</b>		
			%MR = 70%		
			Va = 2,193,000.00 s/.		
			Ve h = 10000 horas		
<b>Combustible</b>	$E = c . Pc$		<b>E = 85.11 s/.</b>		
		consumo	c = 6.91 gal		
		precio D-2	Pc = 12.317 s/.		
<b>Lubricantes</b>			<b>Lu = 23.26 s/.</b>		
<b>Filtros</b>	20% del costo del combustible + lubricante		<b>Fi = 21.67 s/.</b>		
<b>Operador</b>	costo operario hh = 19.23 soles		<b>Hh op = 22.11 s/.</b>		
<b>Tren de rodaje</b>	$\text{Costo H - N} = \frac{Va \text{ (neumáticos)}}{Ve \text{ (neumático)}}$		<b>Costo H-N = 8.33 s/.</b>		
			Va tren rod. = 50,000.00 s/.		
			Ve tren rod. = 6000 horas		
<b>CALCULO COSTO HM S/. 639.37</b>					

**Anexo N° 8: Presupuesto, sistema de pavimentación por encofrado deslizante**

1

**Presupuesto**

Presupuesto 0201001 TESIS ENCOFRADO DESLIZANTE  
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTACIÓN CON ENCOFRADO DESLIZANTE  
 Cliente S10 S.A.C. Costo al 23/08/2016  
 Lugar JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>10,301.18</b>
01.01	ALMACEN Y GUARDIANIA	mes	6.00	400.00	2,400.00
01.02	CARTEL DE OBRA 3 60x8 60	und	1.00	1,973.12	1,973.12
01.03	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	5,928.06	5,928.06
02	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>27,242.29</b>
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	9,242.76	0.78	7,208.36
02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	6,070.59	1.65	10,016.47
02.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EJECUCIÓN	m2	6,070.59	1.65	10,016.47
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>225,706.46</b>
03.01	<b>CORTE DE TERRENO</b>				<b>47,401.60</b>
03.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	5,806.35	6.07	35,244.54
03.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	201.22	40.12	8,072.66
03.01.03	ROTURA DE CONCRETOS EXISTENTES	m3	70.44	57.98	4,084.11
03.02	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				<b>178,304.86</b>
03.02.01	ACARREO MANUAL DE MATERIAL DE CORTE	m3	380.20	19.68	7,482.34
03.02.02	CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,808.45	6.48	51,246.76
03.02.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	7,808.45	15.12	119,575.76
04	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>71,631.18</b>
04.01	ESCARIFICADO, PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	6,070.59	3.51	21,307.77
04.02	COMPACTACIÓN DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE E=0 10 m	m2	5,445.92	7.67	41,770.21
04.03	COMPACTACIÓN DE MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE E=0 15 m	m2	874.56	9.78	8,553.20
05	<b>BASE GRANULAR</b>				<b>121,037.19</b>
05.01	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTACIÓN BASE E=0 20 m	m2	6,320.48	19.15	121,037.19
06	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>654,166.17</b>
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO Fc=210 Kg/cm2, e=0 20m	m	1,373.18	18.89	26,076.69
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO e=0 20 m fc=210 kg/cm2	m3	1,175.48	345.00	405,540.60
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	m	2,859.50	7.65	21,875.18
06.04	SELLADO DE JUNTAS 2.0 x 1.0 cm	m	4,983.07	16.93	84,363.38
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	5,877.41	6.67	39,202.32
06.06	ARMADO DE CANASTILLA PARA LAS JUNTAS DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	m	1,927.70	38.90	74,987.53
06.07	COLOCADO DE CANASTILLA DE JUNTAS DE EXPANSION (DOWELS)	m	1,927.70	1.10	2,120.47
07	<b>BADEN DE CONCRETO</b>				<b>17,283.51</b>
07.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BADEN	m2	80.56	39.42	3,175.68
07.02	CONCRETO BADEN Fc=210 kg/cm2	m2	148.65	65.55	12,802.56
07.03	ACABADO BADÉN	m2	148.65	8.34	1,248.08
07.04	CURADO DE BADÉN	m2	148.65	0.39	57.19
08	<b>SARDINELES</b>				<b>1,314.66</b>
08.01	<b>SARDINEL SUMERGIDO</b>				<b>1,314.66</b>
08.01.01	SARDINEL SUMERGIDO CONCRETO Fc=175 kg/cm2	m3	1.13	341.34	385.71
08.01.02	SARDINEL SUMERGIDO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	15.10	61.62	928.95
09	<b>DRENAJE</b>				<b>130,585.52</b>
09.01	<b>CUNETAS</b>				<b>130,585.52</b>
09.01.01	CUNETAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	529.09	62.71	33,179.23
09.01.02	CUNETAS CONCRETO Fc=210 kg/cm2	m3	263.33	365.13	96,148.68
09.01.03	ACABADO DE CUNETAS	m2	91.59	13.72	1,256.61
10	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>				<b>43,058.69</b>
10.01	PINTURA LINEAL EN SARDINEL	m	1,898.07	10.66	20,373.03
10.02	PINTURA ZONAL CRUCE PEATONAL	m2	222.40	25.71	5,717.60
10.03	PINTURA INTERM. DISCONTINUA CENTRO DE VIA	m	1,722.90	8.91	15,351.04
10.04	PINTURA DE SIMBOLOS Y FLECHAS	m2	43.15	25.88	1,116.72
11	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>				<b>3,089.60</b>
11.01	SEÑALES INFORMATIVAS TIPO "1"	und	8.00	387.45	3,099.60
12	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>191,254.87</b>
12.01	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>				<b>191,254.87</b>
12.01.01	SOLADO CONCRETO SIMPLE Fc=210 kg/cm2 E=0. 10 m	m2	150.70	40.05	6,035.54
12.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO	m2	86.13	64.34	5,541.60
12.01.03	MURO DE CONCRETO Fc=210 kg/cm2	m3	328.90	435.62	143,275.42

Fecha: 15/04/2017 06:26:26p. m.

**Presupuesto**

Presupuesto 0201001 TESIS ENCOFRADO DESLIZANTE  
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTACIÓN CON ENCOFRADO DESLIZANTE  
 Cliente S10 S.A.C. Costo al 23/08/2016  
 Lugar JUNIN - HUANCAYO - HUANCAYO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
12.01.04	MURO - ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	5,417.01	6.72	36,402.31
13	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>1,547.23</b>
13.01	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	1,152.35	1,152.35
13.02	CARTEL DE SEÑALIZACIÓN PARA DESVIO DE TRÁNSITO	und	4.00	88.72	394.88
14	<b>VARIOS</b>				<b>17,989.44</b>
14.01	RECONEXIÓN DE PUNTOS DE AGUA	pto	65.00	36.65	2,365.25
14.02	RECONEXIÓN DE INSTALACIONES DE DESAGÜE	pto	65.00	43.35	2,817.75
14.03	ENCIMADO DE BUZONES	und	1.00	1,002.28	1,002.28
14.04	PLACA RECORDATORIA	und	12.00	542.15	6,505.60
14.05	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	9,242.74	0.57	5,268.36
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,516,217.89</b>

SON : UN MILLON QUINIENTOS DECISEIS MIL DOSCIENTOS DECISIETE Y 99/100 NUEVOS SOLES

**Anexo Nº 9: Costos directos en todos los tramos**

PAVIMENTACIÓN											
Item	Descripción	UM	Cant.	Dimensiones				Parcial	Total	PU	PRECIO TOTAL
				Area	Largo	Ancho	Alto				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL</b>										<b>96,720.33</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00		100.00	9.00	0.20		1.00	<b>2496.06</b>	2,496.06
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA PAVIMENTO 1	M2	1.00		100.00	9.00		900.00	900.00	<b>23.18</b>	20,862.00
06.02	LOSA CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm PAVIMENTO 1	M3	1.00		100.00	9.00	0.20	180.00	180.00	<b>308.57</b>	55,542.60
06.03	ACABADO DE LOSA PAVIMENTO 1	M2	1.00		100.00	9.00		900.00	900.00	<b>9.85</b>	8,865.00
06.04	CURADO DE LOSA PAVIMENTO 1	M2	1.00		100.00	9.00		900.00	900.00	<b>2.88</b>	2,592.00
06.05	RELLENO DE JUNTAS PAVIMENTO 1	ML	5.00		100.00			500.00	809.00	<b>3.57</b>	2,888.13
			34.33			9.00		309.00			
06.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS PAVIMENTO 1	ML	32.33			9.00		291.00	291.00	<b>11.94</b>	3,474.54
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO DESLIZANTE</b>										<b>112,321.58</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	<b>5928.06</b>	5,928.06
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm PAVIMENTO 1	ML	2.00		100.00			200.00	200.00	<b>18.99</b>	3,798.00
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO PAVIMENTO 1	M3	1.00		100.00	9.00	0.20	180.00	180.00	<b>375</b>	67,500.00
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES PAVIMENTO 1 longitudinal PAVIMENTO 1 transversal	ML	32.33			9.00		291.00	491.00	<b>7.65</b>	3,756.15
			2.00		100.00			200.00			
06.04	SELLADO DE JUNTAS PAVIMENTO 1 longitudinal PAVIMENTO 1 transversal	ML	5.00		100.00			500.00	809.00	<b>16.93</b>	13,696.37
			34.33			9.00		309.00			
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR PAVIMENTO 1	M2	1.00		100.00	9.00		900.00	900.00	<b>6.67</b>	6,003.00
06.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS PAVIMENTO 1	ML	32.33			9.00		291.00	291.00	<b>38.9</b>	11,319.90
06.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS PAVIMENTO 1	ML	32.33			9.00		291.00	291.00	<b>1.1</b>	320.10
PAVIMENTACIÓN											
Item	Descripción	UM	Cant.	Dimensiones				Parcial	Total	PU	PRECIO TOTAL
				Area	Largo	Ancho	Alto				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL</b>										<b>483,161.73</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	<b>2496.06</b>	2,496.06
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA PAVIMENTO 1	M2	1.00		500.00	9.00		4500.00	4500.00	<b>23.18</b>	104,310.00
06.02	LOSA CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm PAVIMENTO 1	M3	1.00		500.00	9.00	0.20	900.00	900.00	<b>318.84</b>	286,956.00
06.03	ACABADO DE LOSA PAVIMENTO 1	M2	1.00		500.00	9.00		4500.00	4500.00	<b>9.85</b>	44,325.00
06.04	CURADO DE LOSA PAVIMENTO 1	M2	1.00		500.00	9.00		4500.00	4500.00	<b>2.88</b>	12,960.00
06.05	RELLENO DE JUNTAS PAVIMENTO 1	ML	5.00		500.00			2500.00	4009.00	<b>3.57</b>	14,312.13
			167.67			9.00		1509.00			
06.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS PAVIMENTO 1	ML	165.67			9.00		1491.00	1491.00	<b>11.94</b>	17,802.54
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO DESLIZANTE</b>										<b>516,501.58</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	<b>5928.06</b>	5,928.06
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm PAVIMENTO 1	ML	2.00		500.00			1000.00	1000.00	<b>18.99</b>	18,990.00
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO PAVIMENTO 1	M3	1.00		500.00	9.00	0.20	900.00	900.00	<b>350</b>	315,000.00
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES PAVIMENTO 1 longitudinal PAVIMENTO 1 transversal	ML	165.67			9.00		1491.00	2491.00	<b>7.65</b>	19,056.15
			2.00		500.00			1000.00			
06.04	SELLADO DE JUNTAS PAVIMENTO 1 longitudinal PAVIMENTO 1 transversal	ML	5.00		500.00			2500.00	4009.00	<b>16.93</b>	67,872.37
			167.67			9.00		1509.00			
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR PAVIMENTO 1	M2	1.00		500.00	9.00		4500.00	4500.00	<b>6.67</b>	30,015.00
06.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS PAVIMENTO 1	ML	165.67			9.00		1491.00	1491.00	<b>38.9</b>	57,999.90
06.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS PAVIMENTO 1	ML	165.67			9.00		1491.00	1491.00	<b>1.1</b>	1,640.10

PAVIMENTACIÓN											
Item	Descripción	UM	Cant.	Dimensiones				Parcial	Total	PU	PRECIO TOTAL
				Area	Largo	Ancho	Alto				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL</b>									<b>982,370.73</b>	
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00		1000.00	9.00	0.20		1.00	2,496.06	2,496.06
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2							9000.00	23.18	208,620.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1000.00	9.00		9000.00			
06.02	LOSA CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	M3							1800.00	329.1	592,380.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1000.00	9.00	0.20	1800.00			
06.03	ACABADO DE LOSA	M2							9000.00	9.85	88,650.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1000.00	9.00		9000.00			
06.04	CURADO DE LOSA	M2							9000.00	2.88	25,920.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1000.00	9.00		9000.00			
06.05	RELLENO DE JUNTAS	ML							8009.00	3.57	28,592.13
	PAVIMENTO 1		5.00		1000.00			5000.00			
			334.33			9.00		3009.00			
06.06	JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML							2991.00	11.94	35,712.54
	PAVIMENTO 1		332.33			9.00		2991.00			
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO DESLIZANTE</b>										<b>982,351.58</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	5,928.06	5,928.06
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	ML							2000.00	18.99	37,980.00
	PAVIMENTO 1		2.00		1000.00			2000.00			
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3							1800.00	325	585,000.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1000.00	9.00	0.20	1800.00			
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML							4991.00	7.65	38,181.15
	PAVIMENTO 1 longitudinal		332.33			9.00		2991.00			
	PAVIMENTO 1 transversal		2.00		1000.00			2000.00			
06.04	SELLADO DE JUNTAS	ML							8009.00	16.93	135,592.37
	PAVIMENTO 1 longitudinal		5.00		1000.00			5000.00			
	PAVIMENTO 1 transversal		334.33			9.00		3009.00			
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2							9000.00	6.67	60,030.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1000.00	9.00		9000.00			
06.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML							2991.00	38.9	116,349.90
	PAVIMENTO 1		332.33			9.00		2991.00			
06.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML							2991.00	1.1	3,290.10
	PAVIMENTO 1		332.33			9.00		2991.00			

PAVIMENTACIÓN											
Item	Descripción	UM	Cant.	Dimensiones				Parcial	Total	PU	PRECIO TOTAL
				Area	Largo	Ancho	Alto				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL</b>										<b>1,512,089.73</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	2,496.06	2,496.06
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2							13500.00	23.18	312,930.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1500.00	9.00		13500.00			
06.02	LOSA CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	M3							2700.00	343.82	928,314.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1500.00	9.00	0.20	2700.00			
06.03	ACABADO DE LOSA	M2							13500.00	9.85	132,975.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1500.00	9.00		13500.00			
06.04	CURADO DE LOSA	M2							13500.00	2.88	38,880.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1500.00	9.00		13500.00			
06.05	RELLENO DE JUNTAS	ML							12009.00	3.57	42,872.13
	PAVIMENTO 1		5.00		1500.00			7500.00			
			501.00			9.00		4509.00			
06.06	JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML							4491.00	11.94	53,622.54
	PAVIMENTO 1		499.00			9.00		4491.00			
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO DESLIZANTE</b>										<b>1,403,201.58</b>
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	5,928.06	5,928.06
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	ML							3000.00	18.99	56,970.00
	PAVIMENTO 1		2.00		1500.00			3000.00			
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3							2700.00	300	810,000.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1500.00	9.00	0.20	2700.00			
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML							7491.00	7.65	57,306.15
	PAVIMENTO 1 longitudinal		499.00			9.00		4491.00			
	PAVIMENTO 1 transversal		2.00		1500.00			3000.00			
06.04	SELLADO DE JUNTAS	ML							12009.00	16.93	203,312.37
	PAVIMENTO 1 longitudinal		5.00		1500.00			7500.00			
	PAVIMENTO 1 transversal		501.00			9.00		4509.00			
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2							13500.00	6.67	90,045.00
	PAVIMENTO 1		1.00		1500.00	9.00		13500.00			
06.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML							4491.00	38.9	174,699.90
	PAVIMENTO 1		499.00			9.00		4491.00			
06.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML							4491.00	1.1	4,940.10
	PAVIMENTO 1		499.00			9.00		4491.00			

PAVIMENTACIÓN											
Item	Descripción	UM	Cantl.	Dimensiones				Parcial	Total	PU	PRECIO TOTAL
				Area	Largo	Ancho	Alto				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL</b>									<b>2,068,268.73</b>	
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	2,496.06	
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2						18000.00		23.18	
	PAVIMENTO 1		1.00	2000.00	9.00						
06.02	LOSA CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	M3	1.00	2000.00	9.00	0.20	3600.00		3600.00	358.53	
	PAVIMENTO 1										
06.03	ACABADO DE LOSA	M2	1.00	2000.00	9.00			18000.00		9.85	
	PAVIMENTO 1										
06.04	CURADO DE LOSA	M2	1.00	2000.00	9.00			18000.00		2.88	
	PAVIMENTO 1										
06.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	1.00	2000.00	9.00			18000.00		3.57	
	PAVIMENTO 1		5.00	2000.00			10000.00				
			667.67		9.00		6009.00				
06.06	JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML						5991.00		11.94	
	PAVIMENTO 1		665.67		9.00		5991.00				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO DESLIZANTE</b>									<b>1,797,051.58</b>	
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	5,928.06	
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	ML						4000.00	4000.00	18.99	
	PAVIMENTO 1		2.00	2000.00				4000.00			
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	1.00	2000.00	9.00	0.20	3600.00		3600.00	280	
	PAVIMENTO 1										
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	1.00	2000.00	9.00			9991.00		7.65	
	PAVIMENTO 1 longitudinal		665.67		9.00		5991.00				
	PAVIMENTO 1 transversal		2.00	2000.00			4000.00				
06.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	1.00	2000.00	9.00			16009.00		16.93	
	PAVIMENTO 1 longitudinal		5.00	2000.00			10000.00				
	PAVIMENTO 1 transversal		667.67		9.00		6009.00				
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	1.00	2000.00	9.00			18000.00		6.67	
	PAVIMENTO 1										
06.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML						5991.00		38.9	
	PAVIMENTO 1		665.67		9.00		5991.00				
06.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML						5991.00		1.1	
	PAVIMENTO 1		665.67		9.00		5991.00				

PAVIMENTACIÓN											
Item	Descripción	UM	Cantl.	Dimensiones				Parcial	Total	PU	PRECIO TOTAL
				Area	Largo	Ancho	Alto				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CONVENCIONAL</b>									<b>2,691,020.73</b>	
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	2,496.06	
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2						22500.00		23.18	
	PAVIMENTO 1		1.00	2500.00	9.00			22500.00			
06.02	LOSA CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	M3	1.00	2500.00	9.00	0.20	4500.00		4500.00	382.15	
	PAVIMENTO 1										
06.03	ACABADO DE LOSA	M2	1.00	2500.00	9.00			22500.00		9.85	
	PAVIMENTO 1										
06.04	CURADO DE LOSA	M2	1.00	2500.00	9.00			22500.00		2.88	
	PAVIMENTO 1										
06.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	1.00	2500.00	9.00			22500.00		3.57	
	PAVIMENTO 1		5.00	2500.00			12500.00				
			834.33		9.00		7509.00				
06.06	JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML						7491.00		11.94	
	PAVIMENTO 1		832.33		9.00		7491.00				
<b>06.00</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO DESLIZANTE</b>									<b>2,222,401.58</b>	
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00						1.00	5,928.06	
06.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM² e=20cm	ML						5000.00	5000.00	18.99	
	PAVIMENTO 1		2.00	2500.00				5000.00			
06.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	1.00	2500.00	9.00	0.20	4500.00		4500.00	275	
	PAVIMENTO 1										
06.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	1.00	2500.00	9.00			12491.00		7.65	
	PAVIMENTO 1 longitudinal		832.33		9.00		7491.00				
	PAVIMENTO 1 transversal		2.00	2500.00			5000.00				
06.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	1.00	2500.00	9.00			20009.00		16.93	
	PAVIMENTO 1 longitudinal		5.00	2500.00			12500.00				
	PAVIMENTO 1 transversal		834.33		9.00		7509.00				
06.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	1.00	2500.00	9.00			22500.00		6.67	
	PAVIMENTO 1										
06.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML						7491.00		38.9	
	PAVIMENTO 1		832.33		9.00		7491.00				
06.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSION PASADORES LISOS	ML						7491.00		1.1	
	PAVIMENTO 1		832.33		9.00		7491.00				

**Anexo N° 10: cálculo de los gastos generales en el tramo de 1500 ml, para los dos sistemas de encofrado**

<b>CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES</b>			
<b>ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES</b>			
ENCOFRADO CONVENCIONAL			
DURACION DE LA OBRA EN (MESES)			<b>8.31</b>
COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES			MONEDA NACIONAL
			S/.
			%
	<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>1,512,089.73</b>
1.-	<u>GASTOS GENERALES</u>		
	A. GASTOS FIJOS		16,625.10
	No directamente relacionados con el tiempo de ejecucion de obra		1.10%
	B. GASTOS VARIABLES		178,382.08
	Directamente relacionados con el tiempo de ejecucion de obra		11.80%
	<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>		<b>195,007.18</b>
			<b>12.90%</b>
2.-	<u>UTILIDAD</u>	7.00%	105,846.28
			<b>7.00%</b>
	<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IG V</b>		<b>1,812,943.19</b>
3.-	<u>I.G.V.</u>	18.00%	326,329.77
			18.00%
	<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA</b>		<b>2,139,272.96</b>
4.-	<u>SUPERVISIÓN</u>	5.0000%	106,963.65
	<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL</b>		<b>2,246,236.61</b>



<b>CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES</b>						
<b>ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES</b>						
DURACION DE LA OBRA (MESES)				8.31		<b>GASTOS FIJOS</b>
COSTO DIRECTO (NUEVOS SOLES)				1,512,089.73		
ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/. /u	S/.
<b>1.00</b>	<b>OFICINA</b>					
1.01	Alquiler de local para oficina	mes	1.00	8.31	450.00	3,738.46
1.02	LUZ	mes	1.00	8.31	250.00	2,076.92
1.03	AGUA	mes	1.00	8.31	100.00	830.77
1.04	TELEFONOS	mes	1.00	8.31	120.00	996.92
1.05	INTERNET	mes	1.00	8.31	129.00	1,071.69
1.06	ALQUILER DE MOBILIARIO	mes	2.00	8.31	120.00	1,993.85
	<b>MONTO TOTAL</b>					<b>10,708.61</b>
<b>2.00</b>	<b>EQUIPAMIENTO</b>					
2.01	Alquiler de local para maquina y Herramientas	Glb	1.00	8.31	300.00	2,492.31
	<b>MONTO TOTAL EQUIPAMIENTO</b>					<b>2,492.31</b>
<b>3.00</b>	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					
3.01	Gastos de Licitación y Elaboración de Propuesta (Incl. viaje)	est		1.00	100.00	100.00
3.02	Gastos Legales (Notariales)	est		1.00	100.00	100.00
3.04	Gastos de Firma de Contrato	est		1.00	150.00	150.00
3.05	Gastos Varios (Fotocopias, etc)	est		1.00	50.00	50.00
	<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					<b>400.00</b>
<b>5.00</b>	<b>IMPUESTOS</b>					
5.01	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.0020	1.00	1,512,089.73	3,024.18
	<b>TOTAL COSTO IMPUESTOS</b>					<b>3,024.18</b>
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS</b>				<b>S/.</b>	<b>16,625.10</b>

## ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

DURACION DE LA OBRA (meses)		8.31		<b>GASTOS VARIABLES</b>		
COSTO DIRECTO		1,512,089.73				
ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/. /u	S/.
<b>1.00</b>	<b>PERSONAL DE OBRA</b>					
1.01	Ingeniero Residente de Obra Civil/Sanitario	mes	1.00	8.31	5,000.00	41,538.46
1.02	Ingeniero Ambiental	mes	1.00	8.31	4,500.00	37,384.62
1.03	Ingeniero Asistente N°01 de Residente	mes	1.00	8.31	2,500.00	20,769.23
1.04	Encargado de Almacén	mes	1.00	8.31	1,200.00	9,969.23
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>109,661.54</b>
	<b>ADMINISTRACION</b>					
1.07	Administrador de Obra	mes	1.00	8.31	1,300.00	10,800.00
1.08	Contador	mes	1.00	1.00	1,300.00	1,300.00
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>12,100.00</b>
<b>2.00</b>	<b>EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS</b>					
2.01	Ensayos de control de Calidad del concreto, suelos y agua	mes	1.00	8.31	1,500.00	12,461.54
2.02	Camioneta para Obra	mes	1.00	8.31	2,500.00	20,769.23
	<b>TOTAL COSTO DE EQUIPOS NO INCLUIDOS</b>					<b>33,230.77</b>
<b>3.00</b>	<b>CONTROL TÉCNICO Y OTROS</b>					
<b>3.01</b>	<b>Implementos de Seguridad Profesionales</b>					<b>1,620.00</b>
3.01.01	Protector de cabeza para ingeniero	Und	4.00		55.00	220.00
3.01.02	Zapatos Seguridad para ingenieros	Und	4.00		350.00	1,400.00
<b>3.02</b>	<b>Implementos de Seguridad para personal obra</b>					<b>7,955.50</b>
3.02.01	Guantes de jebe	Par	35.00		8.50	297.50
3.02.02	Guantes de cuero	Par	35.00		7.30	255.50
3.02.03	Protector de cabeza	Und	35.00		15.00	525.00
3.02.04	Mamelucos segun Diseño	Und	35.00		45.00	1,575.00
3.02.05	Botas de jebe	Par	35.00		30.00	1,050.00
3.02.06	Zapatos con punta acero	Par	35.00		58.00	2,030.00
3.02.07	Capota	Und	35.00		55.00	1,925.00
3.02.08	Anteojos protectores	Und	35.00		3.50	122.50
3.02.09	Respirador	Und	35.00		5.00	175.00
3.02.10	Tapon de Orejas	Und	35.00		1.20	42.00
	<b>TOTAL COSTO CONTROL TÉCNICO Y OTROS</b>					<b>9,575.50</b>
<b>4.00</b>	<b>MATERIALES Y GASTOS VARIOS</b>					
4.01	Utiles de Oficina	mes	1.00	8.31	80.00	664.62
4.02	Copias	mes	1.00	8.31	50.00	415.38
4.03	Botiquín	mes	1.00	8.31	50.00	415.38
	<b>TOTAL COSTO MATERIALES DE OFICINA DE OBRA</b>					<b>1,495.38</b>
<b>5.00</b>	<b>GASTOS EN MONITOREO ARQUEOLOGICO</b>					
5.01	Monitoreo Arqueologico	GLB	-	-	51,510.00	-
	<b>TOTAL GASTOS</b>					<b>-</b>
<b>6.00</b>	<b>SEGUROS (Ver hoja de cálculo anexa)</b>					
6.01	A.- SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES					2,072.73
6.02	B.- SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO					-
6.03	C.- SEGUROS DE VIDA					-
6.04	D.- RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS					7,788.46
6.05	E.- SEGUROS CONTRA TODO RIESGO (CAR)					1,884.30
6.06	F.- SEGUROS CONTRA REMOCION DE ESCOMBROS					172.73
6.07	G.- RESPONSABILIDAD CIVIL DE PROPIEDAD ADYACENTE					41.87
6.08	Costo por emisión de Póliza					358.80
	<b>TOTAL COSTO DE SEGUROS</b>					<b>12,318.89</b>
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES</b>					<b>178,382.08</b>

**CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES**

**ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES**

ENCOFRADO DESLIZANTE

DURACION DE LA OBRA EN (MESES) **6.21**

COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES				MONEDA NACIONAL	
				S/.	%
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,403,201.58</b>	
1.- <u>GASTOS GENERALES</u>					
A. GASTOS FIJOS				13,071.44	0.93%
No directamente relacionados con el tiempo de ejecucion de obra					
B. GASTOS VARIABLES				135,821.84	9.68%
Directamente relacionados con el tiempo de ejecucion de obra					
<b>TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>				<b>148,893.28</b>	<b>10.61%</b>
2.- <u>UTILIDAD</u> 7.00%				98,224.11	<b>7.00%</b>
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IGV</b>				<b>1,650,318.97</b>	
3.- <u>I.G.V.</u> 18.00%				297,057.41	18.00%
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA</b>				<b>1,947,376.38</b>	
4.- <u>SUPERVISIÓN</u> 5.0000%				97,368.82	
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL TOTAL</b>				<b>2,044,745.20</b>	

CÁLCULO DEL GASTOS GENERALES						
<b>ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES</b>						
DURACION DE LA OBRA (MESES)				6.21		<b>GASTOS FIJOS</b>
COSTO DIRECTO (NUEVOS SOLES)				1,403,201.58		
ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO S/. / u	VALOR TOTAL S/.
			DESCR	UNIDAD		
<b>1.00 OFICINA</b>						
1.01	Alquiler de local para oficina	mes	1.00	6.21	450.00	2,793.75
1.02	LUZ	mes	1.00	6.21	250.00	1,552.08
1.03	AGUA	mes	1.00	6.21	100.00	620.83
1.04	TELEFONOS	mes	1.00	6.21	120.00	745.00
1.05	INTERNET	mes	1.00	6.21	129.00	800.88
1.06	ALQUILER DE MOBILIARIO	mes	2.00	6.21	120.00	1,490.00
<b>MONTO TOTAL</b>						<b>8,002.54</b>
<b>2.00 EQUIPAMIENTO</b>						
2.01	Alquiler de local para maquina y Herramientas	Glb	1.00	6.21	300.00	1,862.50
<b>MONTO TOTAL EQUIPAMIENTO</b>						<b>1,862.50</b>
<b>3.00 GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						
3.01	Gastos de Licitación y Elaboración de Propuesta (Incl. viaje)	est		1.00	100.00	100.00
3.02	Gastos Legales (Notariales)	est		1.00	100.00	100.00
3.04	Gastos de Firma de Contrato	est		1.00	150.00	150.00
3.05	Gastos Varios (Fotocopias, etc)	est		1.00	50.00	50.00
<b>TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						<b>400.00</b>
<b>5.00 IMPUESTOS</b>						
5.01	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.0020	1.00	1,403,201.58	2,806.40
<b>TOTAL COSTO IMPUESTOS</b>						<b>2,806.40</b>
<b>TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS</b>						<b>S/. 13,071.44</b>

## ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

DURACION DE LA OBRA (meses)		6.21		<b>GASTOS VARIABLES</b>		
COSTO DIRECTO		1,403,201.58				
ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	\$/ u	\$/
<b>1.00</b>	<b>PERSONAL DE OBRA</b>					
1.01	Ingeniero Residente de Obra Civil/Sanitario	mes	1.00	6.21	5,000.00	31,041.67
1.02	Ingeniero Ambiental	mes	1.00	6.21	4,500.00	27,937.50
1.03	Ingeniero Asistente N°01 de Residente	mes	1.00	6.21	2,500.00	15,520.83
1.04	Encargado de Almacén	mes	1.00	6.21	1,200.00	7,450.00
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>81,950.00</b>
	<b>ADMINISTRACION</b>					
1.07	Administrador de Obra	mes	1.00	6.21	1,300.00	8,070.83
1.08	Contador	mes	1.00	1.00	1,300.00	1,300.00
	<b>SUBTOTAL</b>					<b>9,370.83</b>
<b>2.00</b>	<b>EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS</b>					
2.01	Ensayos de control de Calidad del concreto, suelos y agua	mes	1.00	6.21	1,500.00	9,312.50
2.02	Camioneta para Obra	mes	1.00	6.21	2,500.00	15,520.83
	<b>TOTAL COSTO DE EQUIPOS NO INCLUIDOS</b>					<b>24,833.33</b>
<b>3.00</b>	<b>CONTROL TÉCNICO Y OTROS</b>					
<b>3.01</b>	<b>Implementos de Seguridad Profesionales</b>					<b>1,620.00</b>
3.01.01	Protector de cabeza para ingeniero	Und	4.00		55.00	220.00
3.01.02	Zapatos Seguridad para ingenieros	Und	4.00		350.00	1,400.00
<b>3.02</b>	<b>Implementos de Seguridad para personal obra</b>					<b>7,955.50</b>
3.02.01	Guantes de jebe	Par	35.00		8.50	297.50
3.02.02	Guantes de cuero	Par	35.00		7.30	255.50
3.02.03	Protector de cabeza	Und	35.00		15.00	525.00
3.02.04	Mamelucos segun Diseño	Und	35.00		45.00	1,575.00
3.02.05	Botas de jebe	Par	35.00		30.00	1,050.00
3.02.06	Zapatos con punta acero	Par	35.00		58.00	2,030.00
3.02.07	Capota	Und	35.00		55.00	1,925.00
3.02.08	Anteojos protectores	Und	35.00		3.50	122.50
3.02.09	Respirador	Und	35.00		5.00	175.00
3.02.10	Tapon de Orejas	Und	35.00		1.20	42.00
	<b>TOTAL COSTO CONTROL TÉCNICO Y OTROS</b>					<b>9,575.50</b>
<b>4.00</b>	<b>MA TERIALES Y GASTOS VARIOS</b>					
4.01	Utiles de Oficina	mes	1.00	6.21	80.00	496.67
4.02	Copias	mes	1.00	6.21	50.00	310.42
4.03	Botiquín	mes	1.00	6.21	50.00	310.42
	<b>TOTAL COSTO MA TERIALES DE OFICINA DE OBRA</b>					<b>1,117.51</b>
<b>5.00</b>	<b>GASTOS EN MONITOREO ARQUEOLOGICO</b>					
5.01	Monitoreo Arqueologico	GLB	-	-	51,510.00	-
	<b>TOTAL GA STOS</b>					<b>-</b>
<b>6.00</b>	<b>SEGUROS (Ver hoja de cálculo anexa)</b>					
6.01	A.- SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES					1,437.41
6.02	B.- SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO					-
6.03	C.- SEGUROS DE VIDA					-
6.04	D.- RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS					5,820.31
6.05	E.- SEGUROS CONTRA TODO RIESGO (CAR)					1,306.73
6.06	F.- SEGUROS CONTRA REMOCION DE ESCOMBROS					119.78
6.07	G.- RESPONSABILIDAD CIVIL DE PROPIEDAD ADYACENTE					29.04
6.08	Costo por emisión de Póliza					261.40
	<b>TOTAL COSTO DE SEGUROS</b>					<b>8,974.67</b>
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES</b>					<b>135,821.84</b>

**Anexo Nº 11: cálculo de tiempos de ejecución de los dos sistemas de encofrado**

PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	500	ml	6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	4500	45	2	50.0
ANCHO	9	ml	6.02	LOSA CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	M3	900	19.5	2	<b>23.1</b>
ESPEJOR	0.2	ml	6.03	ACABADO DE LOSA	M2	4500	30	3.5	42.9
			6.04	CURADO DE LOSA	M2	4500	500	0.5	18.0
			6.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	4009	500	1	8.0
			6.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	1491	200	0.2	37.3
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	1000	ml	6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	9000	45	4	50.0
ANCHO	9	ml	6.02	LOSA CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	M3	1800	19.5	2	<b>46.2</b>
ESPEJOR	0.2	ml	6.03	ACABADO DE LOSA	M2	9000	30	6.5	46.2
			6.04	CURADO DE LOSA	M2	9000	500	2	9.0
			6.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	8009	500	2	8.0
			6.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	2991	200	2	7.5
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	1500	ml	6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	13500	45	4.5	66.7
ANCHO	9	ml	6.02	LOSA CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	M3	2700	19.5	2	<b>69.2</b>
ESPEJOR	0.2	ml	6.03	ACABADO DE LOSA	M2	13500	30	6.5	69.2
			6.04	CURADO DE LOSA	M2	13500	500	2	13.5
			6.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	12009	500	2	12.0
			6.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	4491	200	2	11.2
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	2000	ml	6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	18000	45	4.3	93.0
ANCHO	9	ml	6.02	LOSA CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	M3	3600	19.5	2	<b>92.3</b>
ESPEJOR	0.2	ml	6.03	ACABADO DE LOSA	M2	18000	30	6.5	92.3
			6.04	CURADO DE LOSA	M2	18000	500	2	18.0
			6.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	16009	500	2	16.0
			6.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	5991	200	2	15.0
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	2500	ml	6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	22500	45	4.5	111.1
ANCHO	9	ml	6.02	LOSA CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	M3	4500	19.5	2	<b>115.4</b>
ESPEJOR	0.2	ml	6.03	ACABADO DE LOSA	M2	22500	30	6.5	115.4
			6.04	CURADO DE LOSA	M2	22500	500	3	15.0
			6.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	20009	500	3	13.3
			6.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	7491	200	3	12.5
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	3000	ml	6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	27000	45	4.5	133.3
ANCHO	9	ml	6.02	LOSA CONCRETO F'C=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	M3	5400	19.5	2	<b>138.5</b>
ESPEJOR	0.2	ml	6.03	ACABADO DE LOSA	M2	27000	30	6.5	138.5
			6.04	CURADO DE LOSA	M2	27000	500	4	13.5
			6.05	RELLENO DE JUNTAS	ML	24009	500	4	12.0
			6.06	JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	8991	200	4	11.2

PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	500	ml							
ANCHO	9	ml	6.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	ML	1000	480	1	2.1
ESPEJOR	0.2	ml	6.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	900	432	1	2.1
			6.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	2491	200	6	2.1
			6.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	4009	480	4	2.1
			6.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	4500	2160	1	2.1
			6.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	1491	54	2	13.8
			6.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	1491	720	1	2.1
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	1000	ml							
ANCHO	9	ml	6.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	ML	2000	480	1	4.2
ESPEJOR	0.2	ml	6.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	1800	432	1	4.2
			6.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	4991	200	6	4.2
			6.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	8009	480	4	4.2
			6.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	9000	2160	1	4.2
			6.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	2991	54	2	27.7
			6.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	2991	720	1	4.2
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	1500	ml							
ANCHO	9	ml	6.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	ML	3000	480	1	6.3
ESPEJOR	0.2	ml	6.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	2700	432	1	6.3
			6.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	7491	200	6	6.2
			6.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	12009	480	4	6.3
			6.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	13500	2160	1	6.3
			6.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	4491	54	2	41.6
			6.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	4491	720	1	6.2
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	2000	ml							
ANCHO	9	ml	6.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	ML	4000	480	1	8.3
ESPEJOR	0.2	ml	6.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	3600	432	1	8.3
			6.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	9991	200	6	8.3
			6.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	16009	480	4	8.3
			6.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	18000	2160	1	8.3
			6.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	5991	54	2	55.5
			6.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	5991	720	1	8.3
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	2500	ml							
ANCHO	9	ml	6.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	ML	5000	480	1	10.4
ESPEJOR	0.2	ml	6.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	4500	432	1	10.4
			6.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	12491	200	6	10.4
			6.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	20009	480	4	10.4
			6.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	22500	2160	1	10.4
			6.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	7491	54	2	69.4
			6.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	7491	720	1	10.4
PAVIMENTO			Item	Descripción	UM	Metrado	Rendimiento	Cuadrilla	Total de días
LONGITUD	3000	ml							
ANCHO	9	ml	6.01	PAVIMENTO DE CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> e=20cm	ML	6000	480	1	12.5
ESPEJOR	0.2	ml	6.02	CONCRETO PREMEZCLADO PARA PAVIMENTO RIGIDO	M3	5400	432	1	12.5
			6.03	CORTE DE JUNTAS TRANSVERSALES	ML	14991	200	6	12.5
			6.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	24009	480	4	12.5
			6.05	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	M2	27000	2160	1	12.5
			6.06	ARMADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	8991	54	2	83.3
			6.07	COLOCADO JUNTA DE EXPANSIÓN PASADORES LISOS	ML	8991	720	1	12.5