

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



### **Análisis comparativo entre el uso de la esparcidora de agregados y la motoniveladora para la colocación de base granular en un proyecto de carreteras**

Tesis para optar el título de ingeniero civil, que presentan los bachilleres:

**Alejandro Manuel Carranza Condore**

**Anthony Puelles Puelles**

Asesor: **Ing. Félix Israel Cabrera Vega**

**Lima, Mayo de 2016**

## RESUMEN

El uso de la Esparcidora de Agregados como parte de un nuevo proceso constructivo para la colocación de base granular en proyectos de carreteras, presenta una alternativa confiable con grandes beneficios técnicos y económicos en comparación con el proceso constructivo tradicional, que hace uso de la motoniveladora, la cual es empleada hoy en día en la mayoría de proyectos de carreteras. Por el lado técnico, la esparcidora ofrece ventajas durante el proceso de colocación tales como: asegurar mediante el uso de sensores el correcto espesor del material colocado, también otorga al material una compactación parcial durante el proceso de colocación que asegura que el material puesto estará aproximadamente en un 70% de la compactación requerida, con esto se reduce el número de pasadas para la compactación final con rodillos. Económicamente se puede reducir el precio unitario por metro cubico que cuesta la colocación de material de base en un 6%, además genera un desempeño de avance real más rápido a lo planeado y garantiza poder terminar la actividad antes del plazo, esto debido a que posee un mayor rendimiento durante la jornada de trabajo.

La Esparcidora de Agregados cuenta con beneficios tecnológicos que permiten reducir las variables por factor humano y que además otorga mayor precisión en los acabados del material colocado, logrando disminuir el porcentaje de desperdicio. Esta nueva propuesta ofrece resultados de tiempo y costo, clasificado en un rango de rápido y barato, muy por encima del proceso constructivo tradicional empleada por la mayoría de empresas, que a su vez genera gran eficiencia al poder realizar mayores tramos de material colocado a precios más bajos otorgando un importante valor agregado.

La presente tesis, más allá de presentar el marco teórico respecto a la base granular, presenta dos diferentes procesos constructivos para la colocación de base granular empleados en el proyecto de carretera “Red Vial N°5 Tramo Huacho – Pativilca” y con esto se busca evaluar los diferentes índices y/o parámetros que muestren ventajas de tiempo - costo, además se dará a conocer la secuencia constructiva y aspectos a considerar para la nueva

metodología durante el proceso de colocado de base y los diversos beneficios que esta posee.

Se realizaron dos análisis para cada proceso constructivo en base al equipo empleado: como primer análisis se evaluarán los índices CPI y SPI durante un periodo de un mes y se evaluará la tendencia que obtienen los resultados diarios y el acumulado mensual; luego como segundo análisis, también para ambos equipos y procesos constructivos correspondientes, se evaluó los índices CPI y SPI durante un periodo de muestreo total y se evaluó la tendencia que tiene los resultados mensuales y el acumulado total. Posteriormente se comparó los resultados obtenidos para cada proceso constructivo y bajo el periodo correspondiente de análisis, identificando el desempeño obtenido en base a tiempo, costo y aportes durante la actividad de colocación, asimismo se evaluó las posibles variables que afectaron los resultados.

Paso siguiente, se analizaron los resultados anexados en base a las hipótesis de investigación planteadas, pudiendo concluir que: la esparcidora de agregados ofrece mayores ventajas en relación al tiempo y costo, y que además otorga beneficios durante el proceso de colocación como, por ejemplo, es capaz de reducir el desperdicio de un 15% a un 7%, aporte de pre-compactación y presentación de un proceso constructivo innovador para la empresa. También, a partir del estudio realizado se logró presentar los APU's para cada metodología basados en el análisis real tomado y evaluado en campo definiendo como rendimientos promedio lo siguiente: para el proceso constructivo tradicional (con motoniveladora) un rendimiento de 720 m<sup>3</sup>/día y para el proceso constructivo propuesto (con esparcidora) se propone 1200 m<sup>3</sup>/día, y que a la vez se detalla los costos correspondientes por m<sup>3</sup> de S/. 59.74 y de S/. 56.21, evidenciando que la esparcidora aparte de ofrecer un menor costo por m<sup>3</sup>, asegurará un mayor avance diario.

Por último, luego de concluir el ahorro y ventajas otorgadas por la esparcidora, se buscó identificar para el saldo de base granular a colocar cual sería nuestro ahorro obtenido, siendo este de S/. 494,200.00 para 140,000 m<sup>3</sup> de base.

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA



**PUCP**

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Título : "Análisis comparativo entre el uso de la esparcidora de agregados y la motoniveladora para la colocación de base granular en un proyecto de carreteras".

Área : Movilidad y Transporte - Investigación

Asesor : Ing. Félix Israel Cabrera Vega

Alumno : ALEJANDRO MANUEL CARRANZA CONDORE

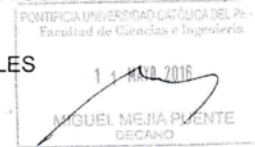
Código : 2008. 7028. 412

Alumno : JOEL ANTHONY PUELLES PUELLES

Código : 2005. 7129. 412

Tema N° : # 50

Fecha : Lima, 11 de mayo del 2016



INTRODUCCIÓN

La construcción de vías y el mantenimiento de las ya existentes es de vital importancia para la comunicación y crecimiento de los pueblos. En este sentido, en el año 2003, el Estado Peruano adjudicó el tramo vial entre Ancón y Pativilca y se determinó que parte de las obligaciones del concesionario consistían en construir la autopista del tramo Huacho-Pativilca acorde al estudio de ingeniería definitivo presentado en la etapa de licitación.

El proyecto se desarrollaría en dos etapas y en cada una de ellas se construiría una calzada. Actualmente, ya se cuenta con el expediente técnico elaborado y aprobado para la construcción de la segunda etapa del tramo entre Huacho y Pativilca. En esta etapa, se opta por la colocación de base granular mediante dos metodologías: una tradicional (mediante motoniveladora) y una propuesta innovadora (mediante esparcidora de agregados) que es empleada recientemente en nuestro medio. Frente a este escenario, surge la idea de analizar y comparar estas metodologías utilizando indicadores de tiempo, costo y calidad de producto colocado. De esta manera, se podrán identificar las ventajas y posibles restricciones durante su implementación.

OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo general consiste en realizar un análisis comparativo entre dos metodologías empleadas para la colocación de base granular en el proyecto de construcción de la carretera Red Vial N°5 tramo Huacho – Pativilca.

Objetivos específicos

Presentar ambas metodologías según el expediente técnico y el Manual de Carreteras EG-2013. Además, analizar y comparar los tiempos de avance de la colocación de base granular, empleando herramientas de programación y rendimientos, basado en la filosofía *Lean Construction* y teorías del *Valor Ganado*. También, analizar y comparar costos empleando un análisis de precios unitarios por m<sup>3</sup> de base granular colocada para cada metodología. Asimismo, analizar y comparar aspectos técnicos de la operatividad de los equipos que pudieran resaltar y mostrar las ventajas o desventajas de ambos métodos.

FACULTAD DE  
 CIENCIAS E  
 INGENIERÍA

**PUCP**

### HIPÓTESIS

La esparcidora de agregados permitiría obtener diversos beneficios como optimizar los tiempos de avance en el colocado de base granular, reducir sus costos por  $m^3$ , mejorar el acabado de producto terminado y conseguir una alta productividad. Además, los datos obtenidos durante el muestreo de los parámetros costos, tiempos, etc. presentarían cierta tendencia que permitiría emplearlos como datos referenciales para proyectos similares.

### PROGRAMA DE TRABAJO

El desarrollo de la tesis considerará los siguientes temas:

- Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis de la investigación
- Revisión de la literatura - marco teórico
- Metodología de la investigación.
- Resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.

### METODOLOGÍA

La metodología consiste en recolectar datos de campo mediante un reporte de producción diario donde se considera valores de productividad y recursos consumidos como el metrado de avance del día y los recursos de horas máquina, horas hombre y materiales empleados. Posteriormente, se obtienen indicadores tales como el SPI, CPI (que involucran metrados), el índice de productividad (IP), rendimientos y costos unitarios. Con estos parámetros es posible determinar el desempeño en tiempo y costo, así como comparar los resultados para cada equipo, siendo estos valores comparables debido a que son valores unitarios y medidos bajo condiciones similares de trabajo.

El tiempo que se ha considerado para recopilar los datos ha sido de 12 semanas para la motoniveladora y 17 para la esparcidora. Si bien estos son periodos diferentes no alteran los resultados debido a que los datos son acumulativos y luego llevados a valores unitarios. Otro aspecto que asegura que sean comparables es que en las semanas que no se cuenta con producción tampoco es posible registrar recursos consumidos; asimismo, el valor de producción planeada no se registra por cambio de programación o de frente de trabajo.

Por último, podemos mencionar que estos parámetros son llevados a un plano cartesiano con origen de coordenadas en la unidad, ya que este valor indica que la actividad ejecutada va acorde a lo planeado y que no otorga pérdida o ganancia alguna.

### REVISIONES

#### Primera Revisión:

- Objetivo general y objetivos específicos.
- Hipótesis de la investigación.
- Marco teórico (revisión de la literatura).

#### Segunda Revisión

- Metodología del trabajo.
- Recolección de datos de campo.

#### Tercera Revisión:

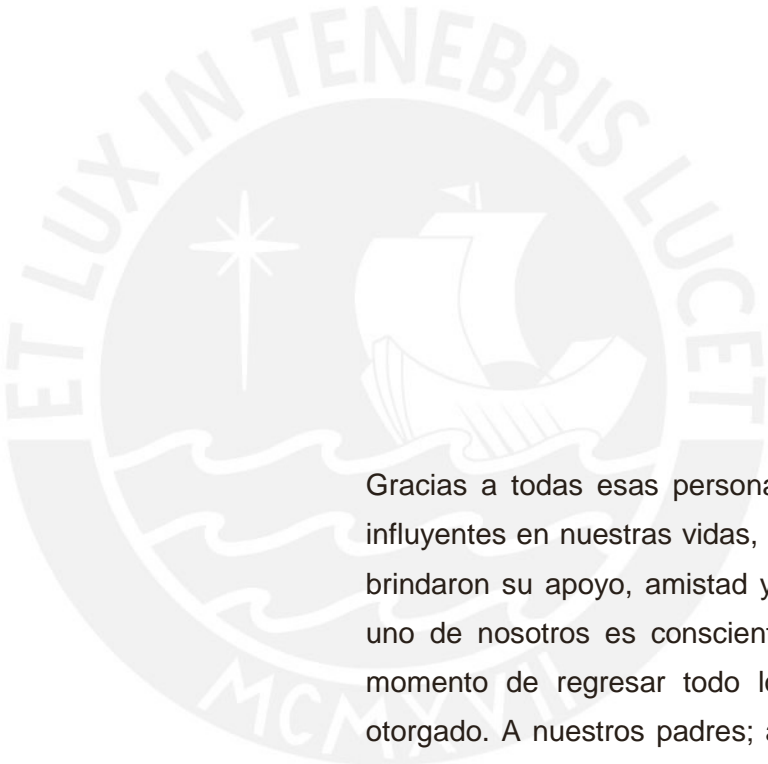
- Procesamiento y análisis de la información de campo.
- Conclusiones y recomendaciones.

#### NOTA

Extensión máxima: 100 páginas.


 VB  
 Dr. Rafael Aguilar  
 Director de Investigación

## DEDICATORIA



Gracias a todas esas personas importantes e influyentes en nuestras vidas, que siempre nos brindaron su apoyo, amistad y sabiduría; cada uno de nosotros es consciente que ahora es momento de regresar todo lo inmensamente otorgado. A nuestros padres; a nuestro asesor Félix Cabrera por brindarnos la oportunidad de trabajar con él; a todos nuestros compañeros de Obra y profesores de la universidad que influyeron en nuestra formación tanto académica, laboral y personal.

# ÍNDICE

CAPÍTULO 01: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos del proyecto .....	2
1.1.1. Objetivo general .....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. Hipótesis del proyecto.....	3
1.3. Alcance y limitaciones del proyecto .....	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Manual de carreteras – especificaciones técnicas generales para construcción EG2013.....	6
2.2. Base granular .....	11
2.3. Maquinaria empleada para colocación de base .....	13
2.4. Análisis de precios unitarios – APU .....	14
2.5. Conceptos del Valor Ganado.....	15
2.6. Productividad .....	17
2.7. Proceso Constructivo Tradicional y su aplicación en la carretera Red Vial N°5 tramo Huacho - Pativilca .....	19
2.7.1. Definición del proceso constructivo tradicional .....	20
2.7.2. Especificaciones técnicas de la motoniveladora .....	20
2.7.3. Caso proyecto de carretera Red Vial N°5 Tramo Huacho – Pativilca.....	21
2.8. Metodología Constructiva Propuesta y su aplicación en la carretera Red Vial N°5 tramo Huacho Pativilca .....	24
2.8.1. Definición del proceso constructivo propuesto .....	24
2.8.2. Especificaciones técnicas de la esparcidora de agregados .....	25
2.8.3. Caso proyecto de carretera Red Vial N°5.....	26
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, RECOPIACIÓN Y MUESTREO DE DATOS .....	29
5.1. Metodología de la investigación.....	29
5.2. Plan de recopilación de datos.....	30
5.3. Muestreo.....	35
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	42
4.1. Análisis comparativo de tiempo .....	42
4.2. Análisis comparativo de costo .....	51
4.3. Análisis técnico durante el proceso .....	64

4.3.1. Volúmenes de desperdicio .....	64
4.3.2. Aporte de compactación del equipo .....	68
4.4. Análisis evaluatorio de mejor opción .....	70
4.4.1. Evaluación Tiempo - Costo .....	70
Capítulo 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA .....	84

## Listado de Figuras

Figura 1. Vista del inicio del Tramo: Km 147+000, en Huacho. ....	4
Figura 2. Vista del Fin del Tramo: Km 204+340, en Pativilca. ....	5
Figura 3. Distribución de cargas en el pavimento. ....	11
Figura 4. Sección típica de pavimento. ....	12
Figura 5. Esparcidora de agregados. ....	13
Figura 6. Motoniveladora. ....	13
Figura 7. Rodillo liso vibratorio.....	14
Figura 8. Cisterna de agua. ....	14
Figura 9. Productividad relacionada a costos y producción. ....	19
Figura 10. Motoniveladora Caterpillar 140K.....	21
Figura 11. Esquema de colocación de base con Motoniveladora.....	24
Figura 12. Esparcidora Vogele S1800. ....	25
Figura 13. Esquema de colocación de base con Esparcidora. ....	28
Figura 14. Plantillado. ....	31
Figura 15. Regleado de base.....	33
Figura 16. Asegurando el nivel correcto dejado por topografía. ....	33
Figura 17. Rastrillado de base. ....	33
Figura 18. Colocación de balizas. ....	34
Figura 19. Sensor que garantiza el espesor de base a ser colocado. ....	39
Figura 20. Terminadoras para una compactación previa.....	40
Figura 21. Terminadoras realizando la previa compactación.....	40
Figura 22. Tendencia del SPI para el muestreo realizado empleando la Motoniveladora.....	46



Figura 23. Tendencia del SPI para el muestreo realizado empleando la Esparcidora. ....	48
Figura 24. Tendencia del CPI para el muestreo realizado empleando la Motoniveladora.....	56
Figura 25. Tendencia del CPI para el muestreo realizado empleando la Esparcidora. ....	61
Figura 26. Ilustración del sobreancho generado en los laterales por efecto de la colocación de base empleando la Motoniveladora. ....	65
Figura 27. Ilustración del sobreancho generado en los laterales por efecto de la colocación de base empleando la Esparcidora. ....	67
Figura 28. Cuadro de clasificación para la proceso tradicional. ....	71
Figura 29. Cuadro de clasificación para el proceso propuesto. ....	72
Figura 30. Comparativo según la clasificación para ambos procesos. ....	73
Figura 31. Precompactación que otorga la Esparcidora. ....	81
Figura 32. Aseguramiento del material base colocado. ....	81

## Listado de Tablas

Tabla 1. Ubicación del Proyecto. ....	4
Tabla 2. Consideraciones granulométricas para el material de base.....	8
Tabla 3. CBR que debe cumplir el material de base.....	8
Tabla 4. Características de agregado grueso requeridas. ....	9
Tabla 5. Características de agregado fino requeridas. ....	9
Tabla 6. Formula y rango de valores del CPI.....	16
Tabla 7. Formula y rango de valores del SPI.....	17
Tabla 8. Cuadrilla y Equipos – Proceso Tradicional.....	30
Tabla 9. Cuadrilla y Equipos - Proceso Propuesto.....	32
Tabla 10. Muestreo con Motoniveladora.....	37
Tabla 11. Muestreo con Esparcidora. ....	41
Tabla 12. Cuadro de volumen planeado a colocar.....	43
Tabla 13. Cuadro de valores meta planeados para el primer mes empleando la Motoniveladora. ....	44

Tabla 14. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado para la primera semana de muestreo empleando la Motoniveladora. ....	44
Tabla 15. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado para la primer mes de muestreo empleando la Motoniveladora.....	44
Tabla 16. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado empleando la Motoniveladora. ....	45
Tabla 17. Cuadro Resumen de SPI por semana y para todo el muestreo empleando la Motoniveladora. ....	45
Tabla 18. Cuadro valores meta planeados para el primer mes empleando la Esparcidora. ....	46
Tabla 19. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado para la primera semana de muestreo empleando la Esparcidora. ....	46
Tabla 20. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado empleando la Esparcidora.....	47
Tabla 21. Cuadro Resumen de SPI por semana y para todo el muestreo empleando la Esparcidora.....	48
Tabla 22. Cuadro Comparativo de SPI por un mes de muestreo.....	49
Tabla 23. Cuadro Comparativo de SPI por todo el periodo de muestreo.....	50
Tabla 24. Cuadro de precios de mano de obra y equipos según el proceso tradicional. ....	52
Tabla 25. Cuadro de horas trabajadas para la semana 01 según el proceso tradicional. ....	52
Tabla 26. Cuadro con índices de productividad, costos y precios para la semana 01 empleando el proceso tradicional. ....	53
Tabla 27. Cuadros con índices de productividad, costos y precios para el muestreo total empleando el proceso tradicional. ....	54
Tabla 28. Cuadro Resumen de CPI por semana y para todo el muestreo empleando la Motoniveladora. ....	55
Tabla 29. Cuadro resumen de resultados del muestreo total empleando la Motoniveladora. ....	56
Tabla 30. Cuadro de precios de mano de obra y equipos según el proceso propuesto. ....	57
Tabla 31. Cuadro de horas trabajadas para la semana 01 según el proceso propuesto.....	57

Tabla 32. Cuadro con índices de productividad, costos y precios para la semana 01 empleando el proceso propuesto. ....	58
Tabla 33. Cuadros con índices de productividad, costos y precios para el muestreo total empleando el proceso propuesto. ....	59
Tabla 34. Cuadro Resumen de CPI por semana y para todo el muestreo empleando la Esparcidora. ....	60
Tabla 35. Cuadro resumen de resultados del muestreo total empleando la Esparcidora. ....	61
Tabla 36. Cuadro Comparativo de CPI por un mes de muestreo. ....	62
Tabla 37. Cuadro Comparativo de CPI por todo el periodo de muestreo ....	63
Tabla 38. Cuadro resumen de % Desperdicio en la colocación de base empleando la Motoniveladora. ....	66
Tabla 39. Cuadro resumen de % Desperdicio en la colocación de base empleando la Esparcidora.....	67
Tabla 40. Cuadro Comparativo del %Desperdicio empleando ambos procesos.....	68
Tabla 41. Cuadro de Resultado de Densidades. ....	69
Tabla 42. Cuadro de clasificación Tiempo – Costo.....	70
Tabla 43. Valores de CPI y SPI empleando el proceso tradicional. ....	71
Tabla 44. Valores de CPI y SPI empleando el proceso propuesto. ....	72
Tabla 45. Cuadro de Resumen de CPI – SPI para ambos procesos. ....	73
Tabla 46. Cuadro comparativo de rendimientos para un mes de muestreo.....	74
Tabla 47. Cuadro comparativos de rendimientos del muestreo total y Rendimientos promedios.....	75
Tabla 48. APU - Colocación de base granular tradicional empleando la Motoniveladora. ....	76
Tabla 49. APU – Propuesta para colocación de base granular empleando la Esparcidora. ....	77
Tabla 50. Cuadro comparativo resumen de ahorro económico. ....	77
Tabla 51. APU empleando la motoniveladora, mostrando la implicancia del desperdicio en el costo.....	80
Tabla 52. APU empleando la esparcidora, mostrando la implicancia del desperdicio en el costo.....	80

## **CAPÍTULO 01: INTRODUCCIÓN**

En base al crecimiento económico del Perú la construcción de vías y el mantenimiento de las ya existentes es de vital importancia pues son las arterias principales de comunicación y comercio. El Perú, a comparación de muchos otros países de la región, presenta una enorme brecha en cuanto a kilómetros de carretera por construir que deberán ser implementados durante los siguientes años para continuar y garantizar el desarrollo, además de promover a empresas peruanas a la especialización en carreteras.

En el año 2003, como búsqueda de tal desarrollo el Estado Peruano adjudicó el tramo Ancón- Pativilca al Concesionario ganador de la Buena Pro (en adelante, el postor). Parte de las obligaciones del Concesionario es la construcción de la autopista del tramo Huacho - Pativilca acorde al estudio de ingeniería definitivo elaborado por el Consultor Alpha - Ayesa. Dicho estudio forma parte de los documentos de la etapa de licitación.

Durante la mencionada etapa, el postor presentó una propuesta de variación del estudio definitivo, la cual consistió básicamente en ejecutar, en la primera etapa, una sola calzada del sistema de autopista tramo Huacho - Pativilca, manteniendo el alineamiento del estudio definitivo.

Actualmente y desde mediados del año 2014 ya se cuenta con el expediente técnico elaborado y aprobado con fines de la construcción de la segunda etapa del tramo Huacho - Pativilca, que corresponde a ejecutar una segunda calzada para dicho tramo. El sector corresponde al tramo de carretera comprendido entre las progresivas del Km 147+000 – Km 204+300, que se encuentra en las provincias de Huaura y Barranca, región de Lima.

Para dicho proyecto de la segunda calzada, durante la etapa de colocación de base granular se buscó optimizar recursos y procesos a lo largo de la labor, es por ello que surge la idea de realizar un análisis comparativo entre dos diferentes procesos constructivos: primero, el proceso de colocación de base granular tradicional, basado en el uso de una motoniveladora; y segundo, el

proceso propuesto que nace de emplear una esparcidora de agregados. Al analizarse ambos procesos constructivos mediante análisis de tiempo, costo y calidad de producto colocado podrán dar a conocer sus mayores ventajas y posibles restricciones en su aplicación.

El uso de la esparcidora de agregados como ya se mencionó se presenta como una nueva herramienta dentro de un proceso constructivo innovador que beneficia y facilita de gran manera la colocación de base granular en proyectos de carreteras, volviéndose una alternativa eficaz y con ahorro de costos para la gestión de proyectos viales y control del planeamiento en obra. Cabe mencionar que este proceso constructivo ya ha sido tema de estudio y reuniones a nivel de empresas enfocadas a proyectos de carreteras, dedicándole investigación y que además se viene aplicando a nivel del país a fin de obtener experiencia y optimizar el proceso.

## **1.1. Objetivos del proyecto**

### **1.1.1. Objetivo general**

El objetivo general es realizar un análisis comparativo entre dos procesos constructivos para la colocación de base granular en el proyecto de construcción de la carretera Red Vial N°5 tramo Huacho – Pativilca.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Presentar ambos procesos según el expediente técnico y el Manual de Carreteras EG-2013. Además, analizar y comparar los tiempos de avance de la colocación de base granular, empleando herramientas de programación y rendimientos, basado en la filosofía Lean Construction y teorías del Valor Ganado. También, analizar y comparar costos empleando un análisis de precios unitarios por m<sup>3</sup> de base granular colocada para cada proceso. Asimismo, analizar y comparar aspectos técnicos de la operatividad de los equipos que pudieran resaltar y mostrar las ventajas o desventajas de ambos métodos.

## 1.2. Hipótesis del proyecto

La esparcidora de agregados permitiría obtener diversos beneficios como optimizar los tiempos de avance en el colocado de base granular, reducir sus costos por m<sup>3</sup>, mejorar el acabado de producto terminado y conseguir una alta productividad. Además, los datos obtenidos durante el muestreo de los parámetros costos, tiempos, etc. presentarían cierta tendencia que permitiría emplearlos como datos referenciales para proyectos similares.

## 1.3. Alcance y limitaciones del proyecto

El presente proyecto de tesis abarca la presentación de los conceptos y normas pertinentes al tema de base granular para proyectos de carreteras en el Perú y presenta una nueva metodología para la colocación de esta. Para dicha labor nos centraremos en realizar el análisis aplicado al proyecto de carretera Red Vial N°5 tramo Huacho - Pativilca y que para efectos de la presente tesis, todos los materiales necesarios para la ejecución de la actividad de colocación de base cumplen con todos los requisitos de calidad exigidos en las especificaciones y requerimientos establecidos en los Estudios Técnicos y Ambientales del Proyecto y que respeta lo estipulado según el Manual de Carreteras EG2013, revisar Anexo 1.

El trabajo a desarrollar partirá de un comparativo entre equipos y sus procesos constructivos asociados, un proceso tradicional que hace uso de una motoniveladora marca *CATERPILLAR modelo 140K*; y una nueva propuesta de proceso, que emplea una esparcidora marca *VOGELE modelo S1800*. Dicho comparativo buscará explicar las brechas en base a tiempos, costos y análisis técnico durante el colocado, detalle de cada metodología y como se pueden evaluar los datos resultantes. Además en base a la filosofía *Lean Construction*, se hará uso de herramientas de programación enfocado al proyecto de carretera Red Vial N°5 tramo Huacho - Pativilca, cuestionando así nuestros objetivos y pudiendo mostrar los beneficios de la nueva propuesta de proceso y su uso de la esparcidora de agregados, factores influyentes en

la colocación, diferencias que se pueden encontrar respecto al proceso tradicional.

Cabe resaltar que para el análisis realizado se ha tomado registro de los rendimientos para cada equipo en una misma línea de tiempo, filtrando los valores representativos que mantienen condiciones similares. Dichas condiciones se refieren al tipo de material empleado, ya que ambos equipos colocaron base granular de la misma cantera; también se debe tener en cuenta que los equipos operaron en las mismas condiciones climáticas, a nivel del mar. Las condiciones geográficas no tienen variación a lo largo de toda la carretera, las pendientes de trabajo para los equipos siempre fueron similares.

Tabla 1. Ubicación del Proyecto.

Lugar	Coordenadas Geográficas		Cota m.s.n.m.
	Latitud	Longitud	
Km 147+000 Huacho	11° 07'39.80"S	77°35'40.57"O	54
Km 204+340 Pativilca	10°40'42.07"S	77°47'31.43"O	56

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1. Vista del inicio del Tramo: Km 147+000, en Huacho.

Fuente: Google Earth, (2016).

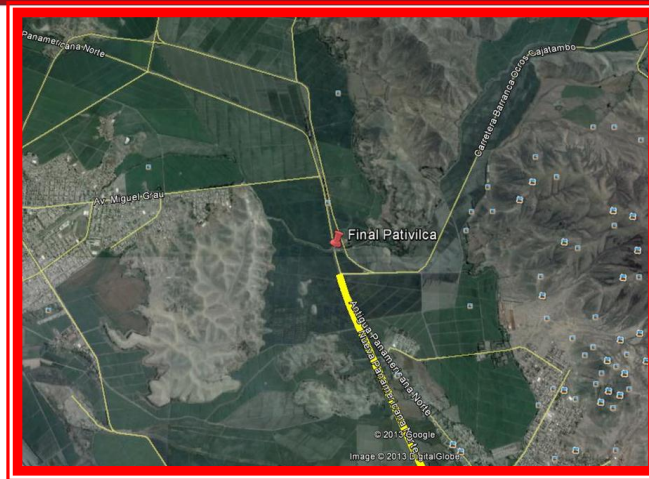


Figura 2. Vista del Fin del Tramo: Km 204+340, en Pativilca.

Fuente: Google Earth, (2016).





## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Manual de carreteras – especificaciones técnicas generales para construcción EG2013**

En el Perú, la construcción es un negocio que establece muchos parámetros, los cuales están basados en experiencias y conocimientos expresados en documentos de normas técnicas y/o manuales. Partiendo de dicha documentación se establecen parámetros que se deben cumplir en determinados productos, procesos o servicios. En el Perú, El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial y fiscalizar su cumplimiento.

El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013” forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y constituye uno de los documentos técnicos de carácter normativo, que rige a nivel nacional y es de cumplimiento obligatorio por los órganos responsables de la gestión de la infraestructura vial de los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

Dicho Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” tiene por finalidad uniformizar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relativas a las obras de infraestructura vial, con el propósito de estandarizar los procesos que conduzcan a obtener los mejores índices de calidad de la obra, que a su vez tienen por objeto prevenir y/o evitar las probables controversias que se generan en la administración de los contratos.

Este Manual es de carácter general y responde a la necesidad de promover la uniformidad y consistencia de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales, sin embargo, debe hacerse mucho énfasis en

recalcar que estas especificaciones son de carácter general y se emplea en caso un proyecto no cuente con especificaciones técnicas, por ende en el caso de que un proyecto ya posea sus especificaciones técnicas, estas predominarán durante la construcción y bajo la aprobación de la supervisión.

En base al manual y a manera de mostrar los aspectos que engloba y que están relacionados con la presente tesis, es posible apreciar que en el “Encabezado de Generalidades”, se detalla lo siguiente:

#### **Sección 04 del manual EG2013, enfocada a control de calidad:**

**Generalidades:** En esta sección se muestran en forma general, los distintos aspectos que deberá tener en cuenta el Supervisor para realizar el Control de Calidad de la obra, entendiéndose tal labor como una manera directa de garantizar la calidad del producto terminado. Asimismo es recomendable que el Contratista realice su propio control de la calidad de la obra y actividad en ejecución.

**Aceptación de los Trabajos – Criterios:** Se establece que la aceptación de los trabajos estará sujeta a la conformidad de las mediciones y ensayos de control. Por lo tanto, los resultados obtenidos de las mediciones y ensayos, deberán cumplir y estar dentro de las tolerancias y límites establecidos en las especificaciones técnicas de cada partida según el proyecto.

Asimismo en el manual, en su “Capítulo 4. Pavimentos, capas anticontaminantes subbases y bases”, en la sección 403 “Bases granulares”, engloba subsecciones tales como:

**Materiales:** se deberá ajustar a las siguientes especificaciones generales de calidad, esto dependiendo en caso de no contar con especificaciones técnicas, por ello:

### a. Granulometría

Establece que la composición final de los materiales deberá presentar una granulometría continua, bien graduada y según los requerimientos de una de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Consideraciones granulométricas para el material de base.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9,5 mm. ( $\frac{3}{8}$ " )	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 $\mu$ m. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 $\mu$ m. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Manual EG2013

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que se indican en la Tabla 3.

Tabla 3. CBR que debe cumplir el material de base.

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes ( $<10^6$ )	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes ( $\geq 10^6$ )	Mín. 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

Fuente: Manual EG2013

### b. Agregado Grueso

Establece que deberá cumplir las características indicadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Características de agregado grueso requeridas.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Fuente: Manual EG2013

### c. Agregado Fino

Se denominará así a los materiales que pasan la malla N° 4, y deberán cumplir con las características indicadas en la Tabla 5.

Tabla 5. Características de agregado fino requeridas.

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	≥3.000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-----	15%

Fuente: Manual EG2013

Es muy importante señalar que si bien se cita lo mencionado dentro del manual, en la presente tesis y así como se detalló en los alcances, se asumirá en los análisis que los materiales empleados para base granular y su respectivo proceso de colocado son los adecuados respecto a norma y calidad, ya que se encuentran enfocados a su expediente técnico y con la debida aprobación por la supervisión. Mayor detalle según Anexo 01.

**Equipos:** los equipos a emplear deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción propios al proyecto, además requieren de la aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y

eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la Subsección 06.01 del manual (enfocado a temas del mantenimiento y/o conservación adecuada de los equipos, maquinaria y herramientas,) y de la correspondiente actividad o partida de trabajo.

También dentro del Manual EG-2013 se menciona que el equipo debe cumplir con lo que se estipula en la Subsección 05.11 (enfocado a temas del cuidado del ambiente).

**Preparación de la superficie existente:** para ello se menciona que solo el supervisor autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad especificada adecuada, entendiéndose esto último como parámetro acorde a requerimientos según proyecto.

**Transporte y colocación de material:** el contratista deberá realizar el transportar y colocado de material, a fin de asegurar que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

La colocación del material sobre la capa subyacente, se hará en una longitud que no sobrepase 1.500 m de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material de la subbase granular.

**Compactación:** Para esta actividad se debe asegurar que el material de base granular tenga la humedad apropiada, luego se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador.

No se deberá extender ninguna capa de material, mientras no se haya realizado los controles topográficos y de compactación aprobados por el Supervisor en la capa precedente.

**Calidad de Trabajo Terminado:** el producto colocado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. Todo ello posteriormente debe ser aprobado por la supervisión para poder proceder a la entrega de trabajo o liberación por actividad culminada.

## 2.2. Base granular

Es la capa del pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito en la capa de rodadura a la sub-base.

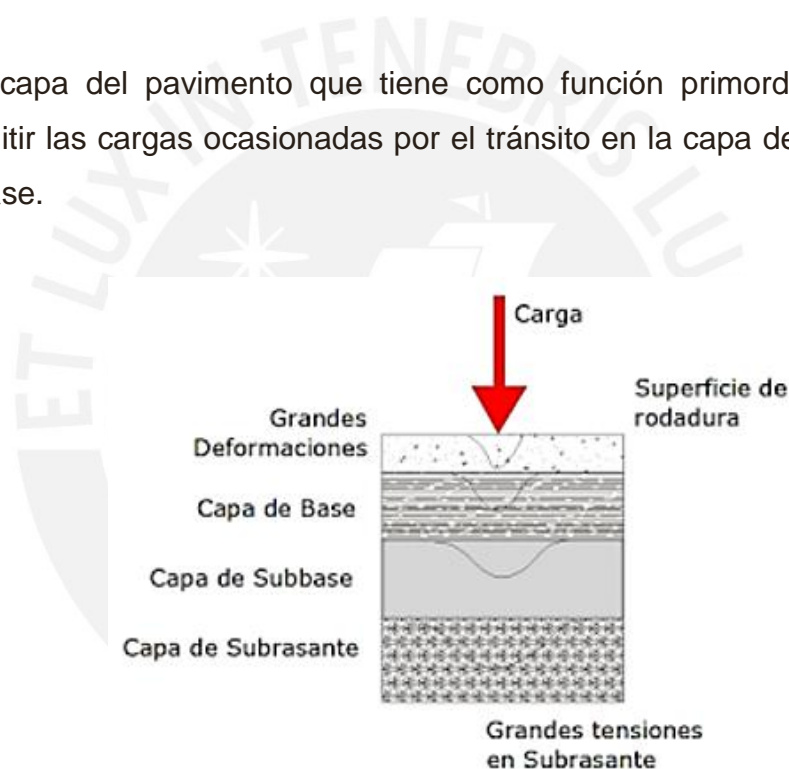


Figura 3. Distribución de cargas en el pavimento.

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/2273577/>

La carpeta asfáltica es colocada sobre la base debido a que la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento. Regularmente esta capa debe asegurar una buena estabilización para ser capaz de resistir a las cargas del tránsito sin deformarse y al momento de transmitir dichas cargas, estas se transmitan de manera adecuada a las capas inferiores. El valor cementante en una base es

indispensable para proporcionar una compactación adecuada y con ello garantizar el comportamiento adecuado de la carpeta asfáltica.

En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales. En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario llegar a obtener una granulometría semejante a lo establecido en las franjas o husos, caso contrario es que si es de suma importancia que el material tenga un valor relativo de soporte y una plasticidad mínima.

Como parte del desarrollo de esta tesis se muestra un modelo de estructura de pavimento y el cual se establece como una capa de material selecto y procesado que cumple con todos los requisitos de calidad para su posterior colocación.

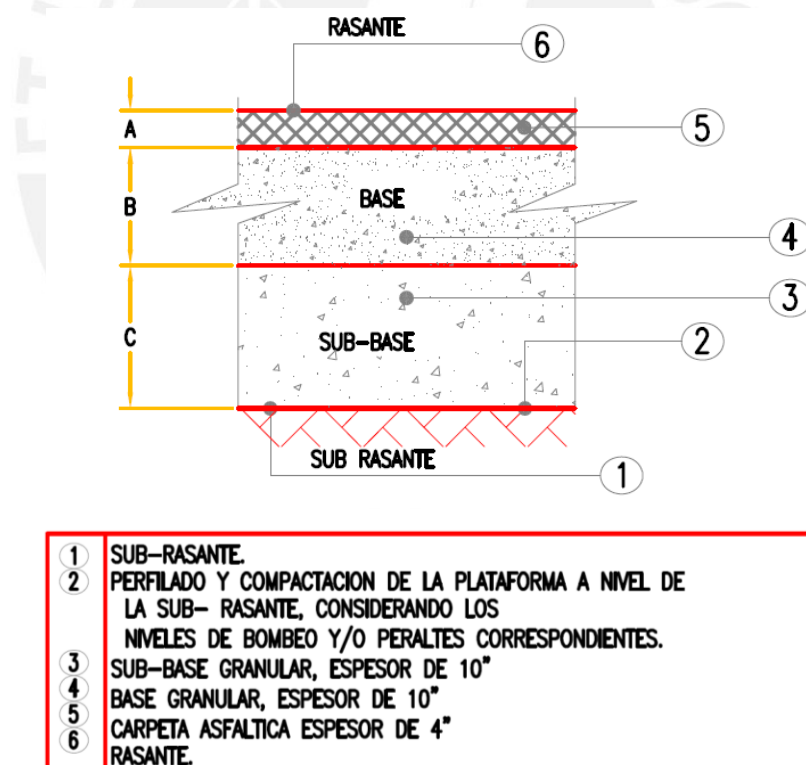


Figura 4. Sección típica de pavimento.

Fuente: Planoteca CHP (2015).

### 2.3. Maquinaria empleada para colocación de base

Para la actividad de colocación de base se puede mencionar los siguientes equipos según su función:

- Equipo para el colocado de material granular:

Esparcidora de agregados y motoniveladora.



Figura 5. Esparcidora de agregados.

Fuente: Propia



Figura 6. Motoniveladora.

Fuente: Propia

Si bien ambos equipos son empleados para colocar material granular, más adelante se explicará con mayor detalle las diferencias a tomar en cuenta para su respectivo uso.



➤ Equipo de compactación:

Rodillos lisos vibratorios.



*Figura 7. Rodillo liso vibratorio.*

*Fuente: Propia*

➤ Equipo de riego:

Cisterna de agua.



*Figura 8. Cisterna de agua.*

*Fuente: Propia*

## 2.4. Análisis de precios unitarios – APU

El APU (Análisis de Precios Unitarios), es un modelo matemático que detalla el resultado expresado en dinero de una situación relacionada con una actividad sometida a estudio, siendo esta actividad específica denominada en proyectos comúnmente como partida. Ello incluye costos de materiales (MAT),

equipos (EQ) y mano de obra (MO), y es posible relacionarlos mediante la siguiente formula:

$$\text{PRECIO UNITARIO} = \text{MO} + \text{EQ} + \text{MAT}$$

Este modelo matemático se basa en la agrupación de los componentes: Materiales, Equipos y Mano de Obra. A pesar de ser un modelo matemático, que sugiere ser objetivo, desligado de otras influencias, incluye conceptos como el de *rendimiento* que en algunos casos son totalmente discretionales y sometidos a cualquier clase de influencia, sobretodo en actividades no documentadas o no estudiadas y que demanda de amplia experiencia en la actividad. Cabe resaltar que se debe de entender por *rendimiento* a la cantidad de obra (según actividad) que se realiza en un día.

## 2.5. Conceptos del Valor Ganado

El método del Valor Ganado o la Técnica del Valor Ganado según el *PMBOK (2004)* es una metodología de gestión para integrar alcance, cronograma y recursos, y para medir el rendimiento y el avance del proyecto en forma objetiva. El rendimiento se mide determinando el costo presupuestado del trabajo realizado (es decir, el valor ganado) y comparándolo con el costo real del trabajo realizado (es decir, el costo real). El avance se mide comparando el valor ganado con el valor planificado. Es por ello que dicho método integra el alcance, el cronograma y los costos para evaluar el desempeño del proyecto.

El análisis del valor ganado también es una forma eficaz de comunicar a los interesados del proyecto el estado del presupuesto y desempeño en el tiempo, según Alba (2013) una manera práctica de analizar esta metodología es respondiéndonos a las siguientes interrogantes:

¿Qué tanto trabajo se planifico? (Valor Planeado)

¿Qué tanto trabajo actualmente se ha completado? (Valor Ganado)

¿Qué tanto ha costado completar el trabajo actual? (Costo Actual)

**El Valor Planeado (PV):** representa el costo del presupuesto para todas las tareas que fueron planeadas empezar y terminar en el momento del análisis.

**El Valor Ganado (EV):** representa la suma de todo el costo del presupuesto del trabajo realizado en el momento del análisis.

**El Costo Actual (AC):** es el costo del trabajo realizado en el momento del análisis.

Asimismo, es posible obtener a partir de estos parámetros los índices de rendimientos como:

**Índice de desempeño de costo (CPI):** el cual es una medida de del valor ganado de un proyecto comparada a los costos reales incurridos.

Tabla 6. Formula y rango de valores del CPI.

<b>CPI = EV/AC</b>	
<b>CPI = 1</b>	<b>Costo igual a lo planeado</b>
<b>CPI &lt; 1</b>	<b>Costo mayor a lo planeado</b>
<b>CPI &gt; 1</b>	<b>Costo menor a lo planeado</b>

Fuente: Tello (2010).

**Índice de desempeño del cronograma (SPI):** el cual es una medida de progreso real del cronograma del proyecto. Para su cálculo es necesario contar con la curva S del proyecto y verificar los valores planeados con el Planner de Obra.

Tabla 7. Formula y rango de valores del SPI.

<b>SPI = EV/PV</b>	
<b>SPI = 1</b>	<b>Avance igual a lo planeado</b>
<b>SPI &lt; 1</b>	<b>Avance menor a lo planeado</b>
<b>SPI &gt; 1</b>	<b>Avance mayor a lo planeado</b>

Fuente: Tello (2010).

## 2.6. Productividad

Existen varios conceptos de productividad, Botero (2004) cita a Serpell (1999) quien sostiene que la productividad es “una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”.

También, se podría definir como una relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Lo que significa que una productividad mayor implica una mayor producción utilizando la misma cantidad de recursos.

Adicionalmente, Ghio (2001) menciona que las empresas con trabajos productivos del orden del 20% al 30% pueden pasar fácilmente a niveles de Trabajo productivo del 40% eliminando la sobre dotación de cuadrillas; así también Ghio (1997) en su cuarto capítulo resalta la transformación de los procesos constructivos desde un estado artesanal hacia sistemas industrializados con menor ocupación de mano de obra y mayor productividad.

Según GyM (2008) podemos definir los índices de productividad de la siguiente manera:

### Informe de Productividad (IP)

El IP es un informe o índice que mide la eficiencia con que se ejecutan las actividades que conforman el Proyecto, comparando la eficiencia real con la

eficiencia prevista para el Proyecto. La eficiencia se expresa como la cantidad de recursos consumidos por cada unidad de trabajo realizado.

En función al tipo de recursos controlados, se tienen normalmente dos Informes de Productividad:

#### **A. IP de Mano de Obra:**

Mide la eficiencia de una cuadrilla o equipo de trabajadores en el consumo de los recursos de Mano de Obra al ejecutar sus trabajos. La cantidad de recursos consumida se mide en horas hombre (HH), siendo ésta la unidad utilizada para medir la Productividad de la mano de obra. Por ejemplo, HH consumidas por kilogramo de acero colocado (HH/Kg) o HH consumidas por metro de zanja excavada (HH/m), etc.

#### **B. IP de Equipos:**

Mide la eficiencia de una cuadrilla o pull de equipos en el consumo de los recursos de Equipos al ejecutar sus trabajos. La cantidad de recursos consumida se mide en horas máquina (HM), sin embargo, no se puede usar la HM como unidad de medida de la Productividad, ya que generalmente el pull de equipos está conformado por equipos diferentes entre sí (distintos en función, en potencia, en consumo de combustible, etc.). Para medir la Productividad del pull de equipos se traducen las HM a su costo en dinero, siendo ésta la unidad utilizada para medir la Productividad de los equipos. Por ejemplo, dólares consumidos por metro cúbico de excavación masiva ( $\$/m^3$ ) o soles consumidos por metro cuadrado de preparación de terreno ( $\$/m^2$ ), etc.

Adicionalmente a los IP mencionados, puede estimarse conveniente la elaboración de un **IP de Materiales**, el cual tiene por objeto medir la eficiencia de una cuadrilla en el consumo de materiales al ejecutar sus trabajos. Este IP suele elaborarse cuando existe variabilidad en los consumos esperados de material (por ejemplo, cuando los porcentajes de merma o desperdicio no son

constantes) o cuando existen dificultades para el control y distribución de los materiales (por ejemplo, almacenes en la vía pública). La cantidad de materiales consumida se mide en la unidad característica de cada uno. Por ejemplo, kilogramos de cemento consumidos por metro cúbico de cemento vaciado ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) o metros cúbicos de arena consumidos por metro de tubería tendida ( $\text{m}^3/\text{m}$ ), etc.

El consumo de recursos expresado por unidad de trabajo se llama **ratio**. La cantidad de trabajo que ejecuta una cuadrilla se llama **rendimiento**.

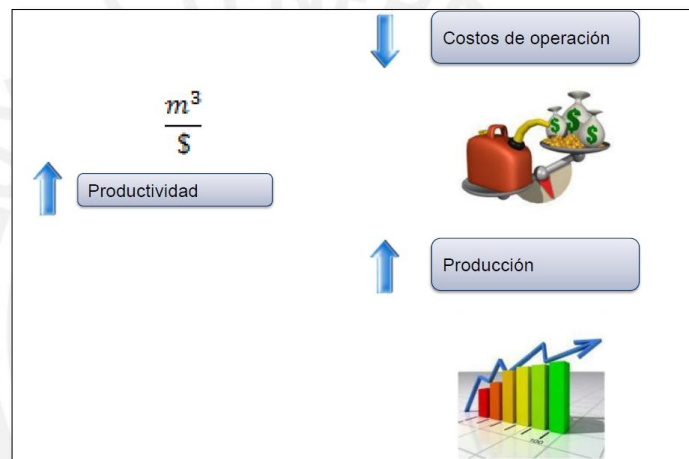


Figura 9. Productividad relacionada a costos y producción.

Fuente: Imagen CHP (2015).

## 2.7. Proceso Constructivo Tradicional y su aplicación en la carretera Red Vial N°5 tramo Huacho - Pativilca

El proceso constructivo de la conformación de base granular en una carretera es una parte muy importante dentro de este tipo de obras civiles, pues de ella depende parte de la resistencia final que ofrecerá la vía, para ello en la mayoría de proyectos en el Perú el proceso tiene como equipo protagonista la Motoniveladora la cual se empleó como una de las primeras alternativas en la carretera Red Vial N°5 Tramo Huacho Pativilca.

### **2.7.1. Definición del proceso constructivo tradicional**

El proceso constructivo tradicional básicamente se resume en la utilización de maquinaria tradicional para la colocación del material, la motoniveladora, la cual ha sido y es hasta ahora el equipo más empleado para la construcción de las distintas capas para el relleno en una carretera y su rendimiento disminuye progresivamente dependiendo de la capa de material a conformar (TM4", TM3" y TM2", siendo estos material procesado). Cabe mencionar que el proceso depende de la maniobrabilidad del operador con su equipo ya que las irregularidades en la conformación tiene como consecuencia mayor uso de horas máquina y horas hombre.

Las actividades involucradas para la colocación de base granular (TM2") empleando el método tradicional básicamente son extender, batir y compactar las capas de materiales compuestos por grava o piedra fracturada (en forma natural o artificial) y finos, sobre la sub-base debidamente preparada, en conformidad con los alineamientos, niveles y secciones transversales típicas indicadas según los planos.

En cuanto a los materiales a utilizarse en la conformación de la base, procederá de canteras autorizadas u otras fuentes debidamente aprobadas, debiendo cumplir con los requisitos de calidad.

La ejecución de conformación de base implica el transporte y acopio del material, el extendido, la mezcla o batido, la compactación y la liberación de la capa tanto por calidad como por topografía.

### **2.7.2. Especificaciones técnicas de la motoniveladora**

La Motoniveladora es una maquinaria provista de una cuchilla larga dotada de una gran flexibilidad de movimientos que mediante mandos hidráulicos puede adoptar muy diferentes movimientos.



Figura 10. Motoniveladora Caterpillar 140K.

Fuente: Catálogo Caterpillar (2009).

Sus funciones principales son: Extendido y nivelación de materiales mediante uso de la hoja vertedera, ello implica mezclar y homogenizar el material de base granular para el caso de nuestro proyecto. También es utilizado para refinar taludes con distintas inclinaciones, además de limpieza de terrenos, trabajos de escarificados, reconvertidos haciendo uso del ripper.

La motoniveladora complementa el trabajo de otros equipos tales como el tractor en una explanación y también en excavaciones para plataformas realizadas por la excavadora.

Para mayor detalle revisar la ficha técnica de la Motoniveladora según Anexo 2.

### **2.7.3. Caso proyecto de carretera Red Vial N°5 Tramo Huacho – Pativilca**

Para el caso del proyecto de Carretera Red Vial N°5 Tramo – Huacho Pativilca, el proceso de conformación de base granular se ha dispuesto de la siguiente manera: Iniciar con el transporte y acopio del material, seguido del extendido, la mezcla o batido, la compactación y la liberación de la capa tanto por topografía como por el área de calidad.



## Ejecución

### **Colocación y Extendido**

El material de base será colocado sobre la capa de sub-base debidamente preparada y será compactada en capas no mayores de 25 cm.

El material será extendido en una capa uniforme por medio de una motoniveladora, de tal manera que forme una capa suelta, de mayor espesor que el que debe tener la capa compactada.

### **Mezcla o batido**

Para la conformación de la base, se batirá todo el material por medio de la cuchilla de la motoniveladora en toda la profundidad de la capa, llevándolo en forma alternada hacia el centro y los bordes de la calzada.

El riego de la mezcla será efectuado por medio de camiones cisterna provista de aspersores especiales para que el humedecimiento sea uniforme.

### **Compactación**

Una vez concluida la distribución y el emparejamiento del material, cada capa de base deberá ser compactada en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios con un peso mínimo de 10 toneladas.

Dicho rodillado deberá progresar en forma gradual desde los bordes hacia el centro, en sentido paralelo al eje de la vía y continuará de este modo hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento. Se deberá realizar un traslape del rodillado en cada recorrido, siendo este 1/3 del ancho del rodillo compactador.

### **Liberación topográfica**

Una vez compactado se realiza la colocación de plantillas por la cuadrilla de topografía, con el fin de tener referencias físicas para corregir cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, la motoniveladora aflojará el material en esos lugares, agregando o quitando material hasta que la superficie resulte lisa y uniforme; en este punto los plantilleros se ocupan de descubrir las plantillas que se taparon por el paso del equipo. Una vez corregido las irregularidades la cuadrilla de topografía vuelve a ingresar para verificar los niveles de plantilla y con ello dar su aprobación de liberación. De existir aún irregularidades el proceso se repetirá.

### **Liberación de calidad**

El material será tratado con motoniveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y uniforme. La cantidad de cilindrado y apisonado se considera con 10 ciclos como mínimo para obtener una compactación adecuada. En caso de no alcanzar el porcentaje de compactación exigido se deberá completar un cilindrado o apisonado adicional en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada por el método ASTM D-1556.

Los controles de calidad que se realizan para la liberación son controles de densidad mediante el densímetro nuclear y también se realiza un control de deflexiones mediante el uso de la Viga Benkelman.



Figura 11. Esquema de colocación de base con Motoniveladora.

Fuente: Propia.

## 2.8. Metodología Constructiva Propuesta y su aplicación en la carretera Red Vial N°5 tramo Huacho Pativilca

El Consorcio Huacho Pativilca en la carretera Red Vial 5 Tramo Huacho Pativilca propone una alternativa para la conformación de la Base granular, el proceso innovador descarta el uso de la motoniveladora. El proceso está siendo implementado por el Consorcio para impulsar la utilización de la esparcidora de agregados en proyectos futuros teniendo como respaldo la productividad alcanzada en la carretera Huacho Pativilca. Mediante este proceso se contempla disminuir horas máquina ya que al contar con una esparcidora apoyada de la tecnología mediante sensores de movimiento se disminuye las correcciones que debería realizar una motoniveladora además de las horas hombre que involucra la topografía.

### 2.8.1. Definición del proceso constructivo propuesto

El proceso constructivo propuesto nace como una alternativa para la construcción de la Carretera Red Vial 05 Tramo Huacho Pativilca, esta hace

uso de tecnología, lo que mejora el proceso y el producto terminado. Este proceso está determinado por el uso de la esparcidora de agregados, el cual hace uso de sensores de movimiento para optimizar el extendido y colocado de la base granular.

Esta propuesta de proceso constructivo reduce la maniobrabilidad del operador, al ser un equipo que se apoya en la tecnología reduce en su totalidad a las correcciones post conformado como no ocurre con el uso de la motoniveladora donde se verifica hasta más de una oportunidad los niveles de colocación y se corrigen irregularidades, se reduce también el batido del material en campo ya que este equipo cuenta con un tornillo sin fin que homogeniza el material en la tolva del equipo antes de ser extendido.

### 2.8.2. Especificaciones técnicas de la esparcidora de agregados

Una pavimentadora o esparcidora de agregados o simplemente esparcidora, es una maquinaria empleada ya sea para la colocación de material granular o asfalto, para ello es usualmente alimentada por un camión volquete. Esta máquina combina muchos beneficios de productos similares y tiene un sistema de control numérico, sensor ultrasónico, sistema de auto-nivelación eléctrico, función de auto-diagnóstico, manipulación doble y vibración, resultando en una buena estabilidad de pavimentado, flujo de material uniforme, pre-compactación de alta densidad, y superficie uniforme. Es una herramienta ideal para pavimentar materiales como base, asfalto y en algunos casos subbase.



Figura 12. Esparcidora Vogele S1800.

Fuente: Catalogo Vogele (2013)

Tiene como funciones principales las siguientes: Extendido de materiales (base, asfalto entre otros) descargados en su tolva por volquetes (nivelación y colocado), previo a este proceso el equipo tiene la capacidad de realizar una homogenización del material en su propia tolva mediante el uso de un tornillo “sinfín”. Para este proyecto, esto garantiza una mezcla y homogeneidad en la humedad del material base granular.

También, otorga al material colocado una precompactación mediante su plancha compactadora, esto optimiza la utilización de los rodillos lisos.

Para mayor detalle revisar la ficha técnica de la Esparcidora según Anexo 3.

### **2.8.3. Caso proyecto de carretera Red Vial N°5**

Para el caso del proyecto de Carretera Red Vial N°5 que abarca el tramo – Huacho Pativilca, el proceso de conformación de base granular se ha planteado de la siguiente manera: colocación de balizas y cable para el sensor de esparcidora, descarga del material, seguido del batido y extendido, la compactación y la liberación de la capa de pavimento por el área de calidad.

#### **Colocación de balizas**

La cuadrilla de topografía inicia la actividad colocando las balizas metálicas cada diez metros según los niveles (cotas) de acuerdo a los planos, sobre estas balizas se tiende un cable metálico el cual servirá de referencia para los sensores de la esparcidora de agregados.

#### **Descarga de material**

Los volquetes entran al área de trabajo y descargan el material en la esparcidora de agregados en un tiempo, aproximado, de tres a cuatro minutos.

### **Batido de material**

Es la ejecución de mezclar el material. En este caso, la esparcidora cuenta con un tornillo sinfín, el cual lo bate automáticamente.

### **Extensión y compactación de material**

El material se extiende en todo el ancho de la plataforma por medio de la esparcidora, la cual además le aporta una primera compactación que se ha calculado en un 70% aproximadamente. La altura de la base debe ser de 25 cm. Todo este sub proceso demora alrededor de cinco a seis minutos, desde la descarga hasta la compactación por parte de la esparcidora. La actividad se realizará por carril de acuerdo al ancho máximo de trabajo y por capas de acuerdo al espesor máximo que tenga el equipo hasta obtener la rasante de acuerdo al proyecto.

### **Compactación**

Luego de que la esparcidora colocó el material a lo largo de toda la extensión de trabajo, se empieza la compactación del material, el cual consiste en pasar el rodillo por la vía. Se realiza ocho ciclos de rodillado mediante un rodillo liso de 10 ton.

### **Liberación topográfica**

Una vez compactado se realiza la verificación de niveles de la capa colocada según planos. La medición se realiza en ambos lados de la calzada cada 25 metros con una tolerancia de +/- 10mm. Teniendo en cuenta que se ha empleado sensores de distancia esta liberación solo contempla de verificar niveles y no se debería incurrir en corregir irregularidades.

### **Liberación de calidad**

La cantidad de cilindrado y apisonado se considera con ocho ciclos como mínimo a una velocidad no mayor de 5 km/h para obtener una compactación adecuada, ya que la esparcidora aporta compactación en el extendido. En caso de no alcanzar el porcentaje de compactación exigido se deberá completar un cilindrado o apisonado adicional en la cantidad que fuese necesaria para obtener la densidad señalada por el método ASTM D-1556.

Los controles de calidad que se realizan para la liberación son controles de densidad mediante el densímetro nuclear y también se realiza un control de deflexiones mediante el uso de la viga Benkelman.



Figura 13. Esquema de colocación de base con Esparcidora.

Fuente: Propia.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, RECOPIACIÓN Y MUESTREO DE DATOS**

### **5.1. Metodología de la investigación**

En el siguiente capítulo se describirá el método empleado para nuestro análisis de recopilación y muestreo de datos. El método básicamente consiste en registrar datos de campo de la producción diaria de la actividad de colocación de base, estos datos se registran de forma detallada en un reporte de producción donde se describe los recursos consumidos para la obtención de la producción diaria.

La metodología consiste en registrar datos de campo mediante un "reporte de producción diario" donde se toma valores de productividad y recursos consumidos, vale decir el metrado de avance del día y los recursos de horas máquina, horas hombre y materiales empleados. De ello se procesa la data registrada a fin de obtener indicadores tales como es el SPI, CPI, índices de productividad (IP), rendimientos y costos unitarios. Con estos parámetros se es posible determinar el desempeño en tiempo - costo y a su vez comparar los resultados para cada equipo, siendo estos valores comparables debido a que son valores unitarios y bajo condiciones similares de campo, con ello se obtiene ventajas para la toma decisiones en cuanto a la proyección de las actividades para mantener un resultado positivo dentro del plazo y el costo del proyecto.

El tiempo que se ha tomado para recopilar los datos ha sido de 12 semanas para la motoniveladora y 17 para la esparcidora, esto para aprovechar la oportunidad de muestreo y que además, si bien son periodos diferentes no alteran los resultados debido a que los datos son acumulativos y luego llevados a valores unitarios, otro aspecto que asegura que sean comparables es que en las semanas que no se cuenta con producción tampoco se registra recursos consumidos y que el valor de producción planeado no es registrado por cambio de programación o de frente de trabajo.



Por último, podemos mencionar que a razón de querer clasificar la actividad en base al proceso constructivo empleado y según el equipo correspondiente, los parámetros obtenidos son llevados a un plano cartesiano con origen de coordenadas a la unidad dado a que esto significa que la actividad ejecutada va acorde a lo planeado y que no otorga pérdida o ganancia alguna.

## 5.2. Plan de recopilación de datos

Siguiendo el objetivo presentado al principio de esta tesis, luego de haber planteado: el marco teórico respecto a base granular, el manual que se rige en nuestro país, el cómo se ejecuta el colocado de base empleando ambos procesos constructivos y equipos correspondientes; el siguiente paso será realizar diversos muestreos en campo, proyecto de Carretera Red Vial N°5 Tramo – Huacho Pativilca, con la idea de contestar las hipótesis planteadas desde el inicio de la investigación.

Para el caso del proceso constructivo tradicional, se tendrá en cuenta que la cuadrilla y los equipos a efectuar la actividad, y de los cuales debemos centrar nuestro muestreo, serán según lo detallado en la Tabla 8.

Tabla 8. Cuadrilla y Equipos – Proceso Tradicional.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.
<b>Colocación de Base (m3)</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	
CAPATAZ	1
OPERARIO	2
OFICIAL	1
PEON	4
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4
<b>EQUIPOS</b>	
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que para dicha labor se trabajará en base a una cuadrilla y equipos específicamente ligados a la actividad de colocación de base granular. Partiendo de ello y en base a esta proceso, se puede indicar que

la cuadrilla mencionada en la Tabla 8 está conformada por un personal encargado de una función específica.

Para este caso de colocación de base mediante el uso de motoniveladora el capataz será el encargado de guiar la cuadrilla, los operarios estarán a cargo de verificar las referencias topográficas durante la labor, que para el caso de obra se conoce como plantillas y que va referenciado a través de unas piedras previamente colocadas por los mismos topógrafos con la finalidad de señalar el nivel que debe alcanzar la base colocada. Asimismo, un operario podrá apoyar al capataz en el guiado de la labor. El oficial estará a cargo de la labor de cuadrador que tiene gran importancia ya que debe verificar la cantidad de viajes necesarios en función a la distancia, el cual se basa en guiar a los volquetes en donde deben dejar el material de base acopiado a fin que luego la motoniveladora pueda esparcirlo de manera óptima, para esta función también podrán apoyarlo los peones según requerimiento por cantidad de volquetes y material a descargar, los peones también tendrán como función principal el colocar las plantillas según lo indicado por topografía y apoyar según se requiera o para efectos de limpieza en la actividad.



*Figura 14. Plantillado.*

*Fuente: Propia*

Por último, estarán los operadores de equipos dados en cantidades enteras debido a su rendimiento, distribuidos en dos operadores de rodillo, un operador de motoniveladora y un operador de cisterna.

Para el proceso constructivo propuesto, donde interviene la esparcidora de agregados, se tendrá en cuenta que la cuadrilla y los equipos de los cuales debemos centrar nuestro muestreo serán según lo detallado en la Tabla 9.

Tabla 9. Cuadrilla y Equipos - Proceso Propuesto.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.
<b>Colocación de Base (m3)</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	
CAPATAZ	1
OPERARIO	3
OFICIAL	2
PEON	4
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5
<b>EQUIPOS</b>	
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1

Fuente: Elaboración propia.

Se debe resaltar que para esta cuadrilla y equipos asignados, están específicamente ligados a la actividad de colocación de base granular por medio de la esparcidora. Partiendo de ello y en base a esta proceso constructivo propuesto, se puede también indicar que la cuadrilla mencionada en la Tabla 9 está conformada por un personal encargado de una función específica.

En este caso el capataz será el encargado de liderar la cuadrilla durante todo el proceso de colocado del material, los operarios estarán a cargo de monitorear los sensores del equipo y verificar los niveles o cotas de la base granular; para ello realizan el “regleado” mediante una regla de aluminio a todo lo largo de la base colocada tomando como referencia las los niveles que topografía referencia en las balizas laterales. A estos operarios se les conoce como “plancheros” y que al igual que el emplantillado cuando se hace uso den motoniveladora, esta actividad de “regleado” y aseguramiento de los sensores sirve para controlar el nivel terminado que debe alcanzar la base colocada evitando así que se tenga que hacer re-trabajos como escarificar o rellenar para llegar a la cota según diseño.



*Figura 15. Regleado de base.*

*Fuente: Propia*



*Figura 16. Asegurando el nivel correcto dejado por topografía.*

*Fuente: Propia*

Los oficiales estarán a cargo de la labor de rastrillado, la cual es de suma importancia ya que están encargados de ir detrás de la esparcidora rastrillando el material a fin de evitar su segregación.



*Figura 17. Rastrillado de base.*

*Fuente: Propia*

Los peones serán personal de apoyo, encargados de dar soporte a los topógrafos colocando las balizas y tendiendo el nylon (elementos que servirán como nivel de referencia laterales para los sensores), apoyo en abrir las tolvas para los volquetes a la hora de la descarga, llevando material en carretillas para resanar en caso se requiera, rastrillando y para la limpieza durante la actividad.



*Figura 18. Colocación de balizas.*

*Fuente: Propia*

Por último y para esta metodología propuesta estarán los operadores de equipos y que a diferencia de la anterior metodología, estos están distribuidos en la Tabla 9 como 4.5 operadores de equipo pesado, siendo 1 operador para la esparcidora de agregados, 1 operador para la cisterna y 2.5 operados destinados para el rodillado, este último valor no entero debido a que se puede trabajar de dos a tres rodillos según el rendimiento de material colocado y de tramos largos a compactar.

Una vez ya analizado nuestras cuadrillas y equipos a controlar para el registro de datos, se deberá analizar también los tipos de muestreo que se realizará con la finalidad de llegar a las conclusiones más satisfactorias para la presente tesis. Por ello, se plantea el realizar dos análisis a lo largo del periodo de muestreo para cada proceso constructivo y con ello comparar resultados.

El primer análisis estará enfocado a realizar un muestreo de un mes, cabe señalar que dado a que son diferentes equipos y con procesos constructivos correspondientes, para ambos casos si bien se realiza la actividad de

colocado de base granular, se trabajará en dos distintos frentes y que tal vez en periodos diferentes, uno en la parte norte de la carretera, empleando la esparcidora como proceso constructivo propuesto, y el otro en la parte sur, empleando la motoniveladora como proceso constructivo tradicional. Para este primer análisis se busca comparar resultados tales como el CPI (mide costo), SPI (mide tiempo de avance) y calidad de material colocado, todo en base a solo un muestro de un mes con registro de datos diarios y con la finalidad de poder reflejar más adelante el cómo estos resultados variarían si se tomará un muestreo por un periodo más extenso y que si es posible a partir de este muestreo mensual poder proyectarnos para distintos periodos de muestreo.

Como segundo análisis se plantea realizar un muestreo más extenso, mayor a un mes y según lo máximo que la actividad lo permita. Para este análisis además de buscar una relación con el primer análisis, se espera encontrar variaciones de data a lo largo del tiempo de muestreo, también se busca encontrar una tendencia en los rendimientos de colocación de base para ambos procesos constructivos y con ello poder definir un APU definitivo el cual nos refleje el cómo variaría el saldo de material colocado empleando uno u otro equipo y así poder elegir cual emplear posteriormente y en futuros proyectos.

### 5.3. Muestreo

Para el muestreo de los diferentes equipos se buscó recopilar la mayor data posible y dentro de periodos objetivos, que puedan reflejar adecuadamente los resultados finales a obtener. Además se debe mencionar que para efecto de análisis se decidió no considerar la data de los días domingo, ya que estas labores dominicales fueron eventuales para asegurar el avance planeado. Por lo tanto, se desarrolló de la siguiente manera:

Para el proceso constructivo tradicional se empleó el equipo Motoniveladora 140K y se tomó registro por un periodo de doce semanas consecutivas,

dentro de las cuales en la semana nueve, por dos días consecutivos, no se pudo obtener data ya que no se contó con material disponible a ser colocado.

Otro punto importante para este registro es indicar que para calcular nuestra cantidad óptima de material de base a ser colocado por la motoniveladora era de  $750 \text{ m}^3/\text{Día}$ , este valor establecido como un rendimiento meta basado en trabajo efectivo de diez horas. Por lo cual, para efectos del registro de data se tomó como referencia dicho valor llevado proporcionalmente a una labor de nueve horas efectivas y que además debía ir midiéndose semanalmente con lo colocado planeado como meta, esto último se obtenía luego que el Planner de Obra (profesional responsable del planeamiento de la obra a fin de no retrasar el avance real según lo establecido en el cronograma de obra planeado) en base a la curva S del proyecto nos pudiera indicar el valor en  $\text{m}^3$  que se debía colocar de material de base granular para una semana específica, este valor podía variar dependiendo del rendimiento que se valla obteniendo a lo largo de la actividad y según las posibles restricciones o requerimientos que vayan surgiendo a lo largo del proyecto.

Es por ello que posteriormente se podrá ver reflejado que el rendimiento meta de  $750 \text{ m}^3/\text{día}$  pocas veces será alcanzado y que lo real colocado en su mayoría será menor y que además la suma de todo el material colocado realmente en una semana podría ser menor a lo planeado, pero que es posible reajustar la distribución a fin de cumplir con el cronograma de avance.

Es importante tener en cuenta a la hora del registro de la data que se contaba con una cuadrilla específica para la actividad de colocación de base por tanto se le asociaba un costo casi fijo de diez horas diarias a cada trabajador, esto a pesar que el equipo protagonista, la esparcidora o motoniveladora, hayan tenido menos horas trabajadas debido a la complejidad y variación de la labor a lo largo del día.

Para mayor detalle revisar los documentos: “Reportes de producción - Motoniveladora” según Anexo 4.

Tabla 10. Muestreo con Motoniveladora.

				SEMANA 01							SEMANA 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	08-feb	09-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Colocación de Base (m3)				600	678	620	600	573	541		658	660	648	565	720	660																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	10	9	8	9	5		10	9	8	5	10	8		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	9	10	10	10	10	8		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	39	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	36	40	40	40	40	34		40.0	40.0	40.0	39.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.5	15.5	16.4	15.7	17.6	13.6		17.1	14.2	16.1	14.6	17.2	18.7		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.5	9.0	8.5	8.5	8.1	7.8		9.0	9.0	8.8	7.8	9.8	9.0		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.2	8.8	8.9	9.7	9.0	7.2		8.2	7.8	7.4	7.2	9.2	8.6						SEMANA 03							SEMANA 04							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	23-feb	24-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb	01-mar	Colocación de Base (m3)				618	719	620	684	694	726		550	650	620	610	661	650		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	10	8	8	9	10		5	6	6	6	8	8		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		36.0	36.0	36.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.6	18.6	17.2	18.1	17.2	18.3		15.3	16.3	15.8	16.7	17.6	16.4		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.6	10.0	8.6	9.4	9.4	10.0		8.1	8.9	8.7	8.5	8.9	8.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.2	9	7.5	8.1	7.1	8.4		7.2	7.5	7.5	7.8	8.3	8.6						SEMANA 05							SEMANA 06							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	Colocación de Base (m3)				650	620	576	600	658	662		680	668	584	574	604	628		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	10	9	8	8	10	10		7	7	6	6	6	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9						SEMANA 07							SEMANA 08							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8	
CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	10	9	8	9	5		10	9	8	5	10	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	9	10	10	10	10	8		10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	39	40	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	36	40	40	40	40	34		40.0	40.0	40.0	39.0	40.0	40.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.5	15.5	16.4	15.7	17.6	13.6		17.1	14.2	16.1	14.6	17.2	18.7		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.5	9.0	8.5	8.5	8.1	7.8		9.0	9.0	8.8	7.8	9.8	9.0		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.2	8.8	8.9	9.7	9.0	7.2		8.2	7.8	7.4	7.2	9.2	8.6						SEMANA 03							SEMANA 04							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	23-feb	24-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb	01-mar	Colocación de Base (m3)				618	719	620	684	694	726		550	650	620	610	661	650		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	10	8	8	9	10		5	6	6	6	8	8		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		36.0	36.0	36.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.6	18.6	17.2	18.1	17.2	18.3		15.3	16.3	15.8	16.7	17.6	16.4		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.6	10.0	8.6	9.4	9.4	10.0		8.1	8.9	8.7	8.5	8.9	8.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.2	9	7.5	8.1	7.1	8.4		7.2	7.5	7.5	7.8	8.3	8.6						SEMANA 05							SEMANA 06							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	Colocación de Base (m3)				650	620	576	600	658	662		680	668	584	574	604	628		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	10	9	8	8	10	10		7	7	6	6	6	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9						SEMANA 07							SEMANA 08							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																													
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.5	15.5	16.4	15.7	17.6	13.6		17.1	14.2	16.1	14.6	17.2	18.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.5	9.0	8.5	8.5	8.1	7.8		9.0	9.0	8.8	7.8	9.8	9.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.2	8.8	8.9	9.7	9.0	7.2		8.2	7.8	7.4	7.2	9.2	8.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				SEMANA 03							SEMANA 04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	23-feb	24-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb	01-mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Colocación de Base (m3)				618	719	620	684	694	726		550	650	620	610	661	650																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	10	8	8	9	10		5	6	6	6	8	8		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		36.0	36.0	36.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.6	18.6	17.2	18.1	17.2	18.3		15.3	16.3	15.8	16.7	17.6	16.4		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.6	10.0	8.6	9.4	9.4	10.0		8.1	8.9	8.7	8.5	8.9	8.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.2	9	7.5	8.1	7.1	8.4		7.2	7.5	7.5	7.8	8.3	8.6						SEMANA 05							SEMANA 06							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	Colocación de Base (m3)				650	620	576	600	658	662		680	668	584	574	604	628		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	10	9	8	8	10	10		7	7	6	6	6	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9						SEMANA 07							SEMANA 08							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																											
CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	10	8	8	9	10		5	6	6	6	8	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		36.0	36.0	36.0	40.0	40.0	40.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.6	18.6	17.2	18.1	17.2	18.3		15.3	16.3	15.8	16.7	17.6	16.4		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.6	10.0	8.6	9.4	9.4	10.0		8.1	8.9	8.7	8.5	8.9	8.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.2	9	7.5	8.1	7.1	8.4		7.2	7.5	7.5	7.8	8.3	8.6						SEMANA 05							SEMANA 06							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar	Colocación de Base (m3)				650	620	576	600	658	662		680	668	584	574	604	628		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	10	9	8	8	10	10		7	7	6	6	6	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9						SEMANA 07							SEMANA 08							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	14.6	18.6	17.2	18.1	17.2	18.3		15.3	16.3	15.8	16.7	17.6	16.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.6	10.0	8.6	9.4	9.4	10.0		8.1	8.9	8.7	8.5	8.9	8.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.2	9	7.5	8.1	7.1	8.4		7.2	7.5	7.5	7.8	8.3	8.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				SEMANA 05							SEMANA 06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	08-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar	15-mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Colocación de Base (m3)				650	620	576	600	658	662		680	668	584	574	604	628																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	10	9	8	8	10	10		7	7	6	6	6	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9						SEMANA 07							SEMANA 08							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	10	9	8	8	10	10		7	7	6	6	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	36.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9						SEMANA 07							SEMANA 08							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar	Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	16.4	17.4	16.2	16.8	17.3	15.9		16.8	15.3	15.4	14.7	14.2	14.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.0	8.6	8.1	8.4	9.0	9.1		9.4	9.2	8.1	8.1	8.4	8.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	9.2	8.8	7.2	7.9	8.8	8.1		8.1	7.4	7.8	6.2	6.1	5.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				SEMANA 07							SEMANA 08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	16-mar	17-mar	18-mar	19-mar	20-mar	21-mar	22-mar	23-mar	24-mar	25-mar	26-mar	27-mar	28-mar	29-mar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Colocación de Base (m3)				588	628	640	692	552	576		640	664	680	674	620	592																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	6	7	7	8	6	6		5	6	5	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0	36.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	36.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3						SEMANA 09							SEMANA 10							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr	Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	15.3	16.4	16.2	15.6	14.9	14.7		17.4	17.6	15.3	16.2	15.8	16.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.1	8.7	8.8	9.5	7.6	8.0		9.1	9.3	9.4	9.5	9.2	8.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	7.6	7.2	7.2	7.9	6.4	7.7		8.1	8.5	8.1	7.9	7.1	7.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				SEMANA 09							SEMANA 10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	30-mar	31-mar	01-abr	02-abr	03-abr	04-abr	05-abr	06-abr	07-abr	08-abr	09-abr	10-abr	11-abr	12-abr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Colocación de Base (m3)				667	648	636	-	-	644		624	635	625	648	596	564																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	-	-	8		7	7	6	6	6	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	-	-	20		20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	-	-	10		10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	-	-	40		40	40	40	40	40	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	-	-	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8						SEMANA 11							SEMANA 12							DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540		MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.5	17.3	18.2	-	-	16.8		18.5	18.2	17.3	17.9	16.4	18.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	9.2	9.1	8.9	-	-	9.0		8.6	8.8	8.6	9.0	8.3	7.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.9	8.3	8	-	-	8.5		8.15	7.9	7.8	8.2	8.1	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				SEMANA 11							SEMANA 12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	P.U	UND	13-abr	14-abr	15-abr	16-abr	17-abr	18-abr	19-abr	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Colocación de Base (m3)				630	600	651	648	640	610		674	620	624	568	536	540																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MANO DE OBRA																		CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7		OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20		OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10		PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40		OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
CAPATAZ	1	S/ 32.61	hh	8	8	8	8	8	8		8	8	8	7	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERARIO	2	S/ 27.83	hh	20	20	20	20	20	20		20	20	20	20	20	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OFICIAL	1	S/ 24.17	hh	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PEON	4	S/ 19.46	hh	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40	40	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	S/ 32.40	hh	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EQUIPOS																		RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2		MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2		CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	S/ 124.94	hm	18.2	17.8	18.4	17.0	18.1	17.3		16.4	17.7	17.4	16.3	15.7	17.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
MOTONIVELADORA 180-200HP	1	S/ 221.81	hm	8.7	8.3	8.6	9.0	8.9	8.7		9.1	8.7	8.7	8.4	8.2	8.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000-5000 GLNS	1	S/ 119.15	hm	8.3	7.5	8.1	7.8	7.4	7.1		7.1	8.4	8.2	7.1	7.2	7.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Fuente: Elaboración propia.



Por otro lado, para el proceso constructivo propuesto se empleó la Esparcidora de agregados Vogele S1800 y se tomó registro por un periodo de diecisiete semanas consecutivas dado que se aprovechó la oportunidad de muestreo, dentro de las cuales en determinadas semanas no se pudo obtener data debido a inconvenientes como: equipo en mantenimiento, cambio de actividad por requerimiento del proyecto, por ejemplo se dio el caso del colocado de base en bermas para generar tramos libres para empezar las cunetas y el posterior asfaltado. Otro factor que impidió que la data no sea continua fue la falta de material de base, esto al igual que en el muestreo con motoniveladora dependió básicamente de la cantera, la cual en dicha fecha no se dio abasto debido a fallas de las chancadoras y con ello reduciendo la producción de material para ser procesado como base.

Al igual que el anterior muestreo, un aspecto importante para el registro es indicar que nuestra cantidad óptima de material de base a ser colocado por la esparcidora es de  $1250 \text{ m}^3/\text{día}$ , este valor también establecido como un rendimiento meta basado en trabajo efectivo de diez horas.

Por lo cual, también para efectos del registro de data se tomó como referencia dicho valor llevado proporcionalmente a una labor de nueve horas efectivas y que además también se manejaba semanalmente respecto a lo colocado planeado como meta, este último dato también proporcionado por el Planner de Obra y que se manejaba similarmente al anterior muestreo en base a proyecciones acordes al cronograma de obra.

Para este muestreo a diferencia del otro, se pudo observar que lo planeado por el Planner en diversas semanas era superado y ello se veía reflejado en el SPI mayor a uno, dando a entender esto un avance mayor al planeado.

En este proceso constructivo propuesto también se contaba con una cuadrilla específica para la actividad de colocación de base y se mantenía un costo casi fijo por los trabajadores y variable según el horómetro para los equipos, que en este caso estos solo llegaban a realizar un trabajo efectivo equivalente de nueve horas según su horómetro.

Un punto importante a mencionar es que la esparcidora cuenta con sensores que garantizan el espesor de material a ser colocado, esto independientemente de que si existiera diferencias de nivel en la capa inferior colocada. Para su correcto uso se tuvo que capacitar al personal en el funcionamiento del sistema de nivelación con los sensores sónicos, así como también al operador se le dio instrucciones para utilizar las diversas configuraciones que tiene el equipo.

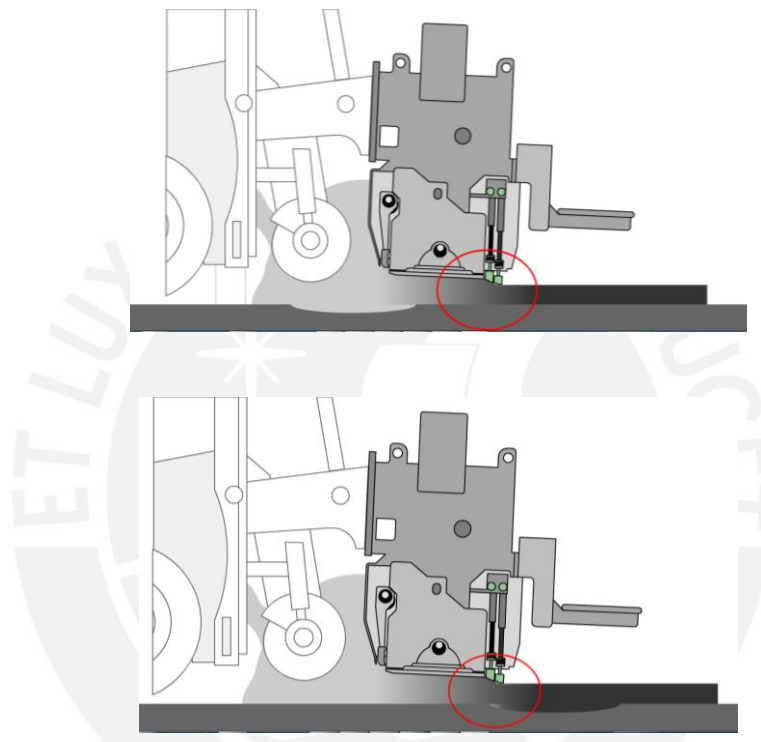


Figura 19. Sensor que garantiza el espesor de base a ser colocado.

Fuente: Catálogo Voegelé (2013)

Otra función importante que se pudo observar durante el uso de la esparcidora es que este equipo cuenta con una plancha o terminadores los cuales otorgan una compactación adicional previa a la ejecutada por el posterior rodillado.

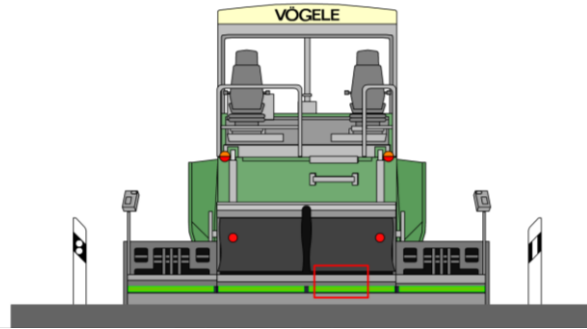


Figura 20. Terminadoras para una compactación previa.

Fuente: Catálogo Vogele (2013)

Para tal compactación se hace uso de presión hidráulica y con ello se puede estimar que al colocar la base con esparcidora, esta lo deja en un promedio de un 70% de compactado.

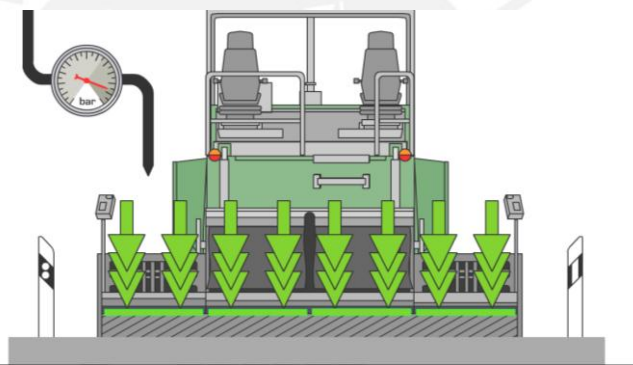


Figura 21. Terminadoras realizando la previa compactación.

Fuente: Catálogo Vogele (2013)

Por tales beneficios que otorga la esparcidora, se pudo notar durante el muestreo de data un menor uso acumulado de horas para los rodillos en base al volumen de material colocado y que posteriormente serán reflejados en base a costo y facilidad en la calidad de producto colocado terminado.

Para mayor detalle revisar los documentos: “Reportes de producción – Esparcidora” según Anexo 5.



## **CAPÍTULO 4: RESULTADOS**

En este capítulo, se presentará todo el análisis relacionado a ambos procesos constructivos a fin de poder diferenciar las brechas existentes bajo los muestreos ya planteados. Se mostrarán los cuadros resumen de la data procesada, para cada proceso constructivo y según equipo asociado, ello en base a periodos de un mes y periodos de muestreo completos.

Asimismo se presentarán cuadros resumen comparando dichos muestreos y se encontrará una tendencia en los resultados con la finalidad de poder elaborar gráficas simples que evalúen las mejoras de emplear un equipo sobre otro.

De dichas comparaciones y resultados se podrá recomendar la elección del proceso constructivo y su equipo correspondiente a emplear, y con ello poder optar por la mejor opción en un proyecto de carretera de similares características.

### **4.1. Análisis comparativo de tiempo**

En el análisis comparativo de tiempo en ambas procesos constructivos se empleó el índice SPI, el cual guarda relación entre el avance real y el avance proyectado según el cronograma de obra. Para ello, el Planner realiza la proyección de lo planificado en el cronograma de avance de obra y propone un valor meta de material que se debe colocar durante los periodos de análisis.

Una vez que se cuenta con la curva “S” de la obra, se debe tener en consideración que las interferencias o restricciones que vayan ocurriendo en el tiempo podrán permitir un reajuste en los valores meta iniciales, se llevará a cabo reuniones con los ingenieros de campo encargados de la actividad de análisis para poder conciliar un valor meta lo más cercano posible al ejecutado realmente y que a su vez no genere retrasos en el cronograma.

Es claro notar que debido a que la construcción puede ser muy variable y compleja en el tiempo y que todas las actividades llegan a estar entrelazadas unas de otras en algún momento, se hará necesario el ir actualizando la curva “S” según lo que se requiera en el proyecto. Ver curva “S” según Anexo 6.

Para nuestro caso, de acuerdo al propósito de la tesis, se presenta un cuadro diferenciado por filas para ambas metodologías por separado y con valores meta mensual ya conciliados para ser ejecutados en un periodo de tiempo ya planificado.

Tabla 12. Cuadro de volumen planeado a colocar.

ITEM	Descripción	Und.	Contractual	Total	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15
<b>CONSTRUCCIÓN II ETAPA RED VIAL NRO. 05 TRAMO HUACHO - PATIVILCA</b>											
03.00	<b>PAVIMENTOS</b>										
03.02	Base granular Tradicional	m3	225,161.82	225,161.82			16,200.00	15,300.00	14,400.00		
03.03	Base granular Propuesta	m3	225,162.82	225,162.82		6,000.00	21,375.00	13,500.00	22,500.00	19,125.00	

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 12 se puede observar valores meta planeados; sin embargo, están dados como valores mensuales y se requiere que estén distribuidos por semana para ambos procesos, por ello luego han sido proyectados en base a las semanas de cada mes en estudio y bajo la misma proyección que se usó para calcularlo de manera mensual.

Según el proceso constructivo a emplear, los datos planeados y procesados fueron los siguientes:

**Proceso constructivo Tradicional:**

A manera de ejemplo, en la Tabla 13, se mostrará solo los valores proyectados de la producción meta para un mes y que para el caso de esta metodología se da inicio al registro el 02 de febrero del 2015. Para mayor detalle revisar el Anexo 7.

Tabla 13. Cuadro de valores meta planeados para el primer mes empleando la Motoniveladora.

	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04
<b>META SEMANAL (m3)</b>	4050.00	4050.00	4050.00	4050.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tal razón, para una semana específica se puede medir lo planeado semanalmente versus lo que se ejecuta realmente en la misma semana.

Tabla 14. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado para la primera semana de muestreo empleando la Motoniveladora.

<b>SEMANA 01</b>						
<b>META SEMANAL 01</b>						<b>4050.00</b>
02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	<b>ACUMULADO SEMANA 01</b>
600	678	620	600	573	541	<b>3612.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la misma manera se podrá obtener los datos para el primer análisis que corresponde a un periodo de un mes.

Tabla 15. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado para la primer mes de muestreo empleando la Motoniveladora.

<b>SEMANA 01</b>	<b>SEMANA 02</b>	<b>SEMANA 03</b>	<b>SEMANA 04</b>
<b>4050.00</b>	<b>4050.00</b>	<b>4050.00</b>	<b>4050.00</b>
<b>ACUMULADO SEMANA 01</b>	<b>ACUMULADO SEMANA 02</b>	<b>ACUMULADO SEMANA 03</b>	<b>ACUMULADO SEMANA 04</b>
<b>3612.00</b>	<b>3911.00</b>	<b>4061.00</b>	<b>3741.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

A manera de mejor entendimiento se detalla los datos registrados para las semanas restantes.

Tabla 16. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado empleando la Motoniveladora.

SEMANA 05	SEMANA 06	SEMANA 07	SEMANA 08
3825.00	3825.00	3825.00	3825.00
ACUMULADO SEMANA 05	ACUMULADO SEMANA 06	ACUMULADO SEMANA 07	ACUMULADO SEMANA 08
3766.00	3738.00	3676.00	3848.00
SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
3600.00	3600.00	3600.00	3600.00
ACUMULADO SEMANA 09	ACUMULADO SEMANA 10	ACUMULADO SEMANA 11	ACUMULADO SEMANA 12
2595.00	3692.00	3779.00	3552.00

Fuente: Elaboración propia.

Luego de mostrar la manera en que se obtuvo la data, tanto valores del planeamiento como valores reales del colocado de base empleando la motoniveladora, se procedió a calcular el SPI para cada semana y un valor de SPI general para todo el muestreo realizado, tal y como se aprecia en la Tabla 17.

Tabla 17. Cuadro Resumen de SPI por semana y para todo el muestreo empleando la Motoniveladora.

**Muestreo completo - Motoniveladora:**

Cuadro Resumen SPI			
SEMANA	META SEMANAL (m3)	COLOCADO REAL (m3)	SPI SEMANAL
1	4,050.00	3612.00	0.89
2	4,050.00	3911.00	0.97
3	4,050.00	4061.00	1.00
4	4,050.00	3741.00	0.92
5	3,825.00	3766.00	0.98
6	3,825.00	3738.00	0.98
7	3,825.00	3676.00	0.96
8	3,825.00	3848.00	1.01
9	3,600.00	2595.00	0.72
10	3,600.00	3692.00	1.03
11	3,600.00	3779.00	1.05
12	3,600.00	3552.00	0.99
<b>TOTALES</b>	45,900.00	43,971.00	
<b>SPI</b>			<b>0.96</b>

Fuente: Elaboración propia.



En donde llevando estos valores a una gráfica se puede observar la tendencia a lo largo del muestreo correspondiente a tres meses consecutivos.

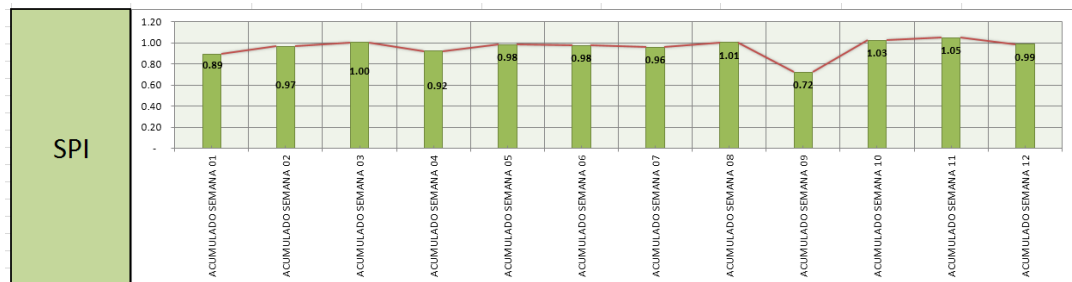


Figura 22. Tendencia del SPI para el muestreo realizado empleando la Motoniveladora.

Fuente: Elaboración propia.

### Proceso constructivo Propuesto:

Al igual a que la metodología anterior, en la Tabla 18, se mostrará lo proyectado de la producción meta para un mes y se da como fecha de inicio del registro de data el 26 de enero del 2015. Para mayor detalle revisar el Anexo 8.

Tabla 18. Cuadro valores meta planeados para el primer mes empleando la Esparcidora.

	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04
<b>META SEMANAL (m3)</b>	<b>6000</b>	<b>6000</b>	<b>6000.00</b>	<b>6000.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para esta metodología también se buscó medir lo planeado semanalmente versus lo que se ejecuta realmente en la misma semana.

Tabla 19. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado para la primera semana de muestreo empleando la Esparcidora.

SEMANA 01						
META SEMANAL 01						6000
26-ene	27-ene	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene	ACUMULADO SEMANA 01
1,150	1,080	1,100	1,120	1,024	1,017	6491

Fuente: Elaboración propia.

Luego y de igual manera que el proceso constructivo tradicional se podrá obtener los datos para un mes y de las semanas restantes a registrar, que

para este caso se contó con un periodo de muestreo total de diecisiete semanas.

Tabla 20. Cuadro de cantidades reales colocadas VS el meta planeado empleando la Esparcidora.

SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04
6000	6000	6000.00	6000.00
ACUMULADO SEMANA 01	ACUMULADO SEMANA 02	ACUMULADO SEMANA 03	ACUMULADO SEMANA 04
6491	6262	6277	6430

SEMANA 05	SEMANA 06	SEMANA 07	SEMANA 08
3375	3375.00	-	3375.00
ACUMULADO SEMANA 05	ACUMULADO SEMANA 06	ACUMULADO SEMANA 07	ACUMULADO SEMANA 08
1954	4503	-	6104

SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
3375.00	3375.00	5625	5625
ACUMULADO SEMANA 09	ACUMULADO SEMANA 10	ACUMULADO SEMANA 11	ACUMULADO SEMANA 12
5942	2252	6196	6672

SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
5625	5625	6375	6375	6375
ACUMULADO SEMANA 13	ACUMULADO SEMANA 14	ACUMULADO SEMANA 15	ACUMULADO SEMANA 16	ACUMULADO SEMANA 17
6308	3220	6720	6494	4280

Fuente: Elaboración propia.

Luego de mostrar el cómo se obtuvo la data para la nueva propuesta constructiva, tanto valores del planeamiento y valores reales del colocado de base, se procedió a calcular el SPI para cada semana y un valor de SPI general para todo el muestreo realizado, tal y como se aprecia en la Tabla 21.

Tabla 21. Cuadro Resumen de SPI por semana y para todo el muestreo empleando la Esparcidora.

**Muestreo completo - Esparcidora:**

Cuadro Resumen SPI			
SEMANA	META SEMANAL (m3)	COLOCADO REAL (m3)	SPI SEMANAL
1	6,000.00	6,491.00	1.08
2	6,000.00	6,262.00	1.04
3	6,000.00	6,277.00	1.05
4	6,000.00	6,430.00	1.07
5	3,375.00	1,954.00	0.58
6	3,375.00	4,503.00	1.33
7	-	-	-
8	3,375.00	6,104.00	1.81
9	3,375.00	5,942.00	1.76
10	3,375.00	2,252.00	0.67
11	5,625.00	6,196.00	1.10
12	5,625.00	6,672.00	1.19
13	5,625.00	6,308.00	1.12
14	5,625.00	3,220.00	0.57
15	6,375.00	6,720.00	1.05
16	6,375.00	6,494.00	1.02
17	6,375.00	4,280.00	0.67
<b>TOTALES</b>	82,500.00	86,105.00	
<b>SPI</b>		<b>1.04</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Por último, con la data obtenida se realizó una gráfica a fin de observar la tendencia a lo largo del muestreo correspondiente a las diecisiete semanas consecutivas, observando que por semana presenta una tendencia constante.

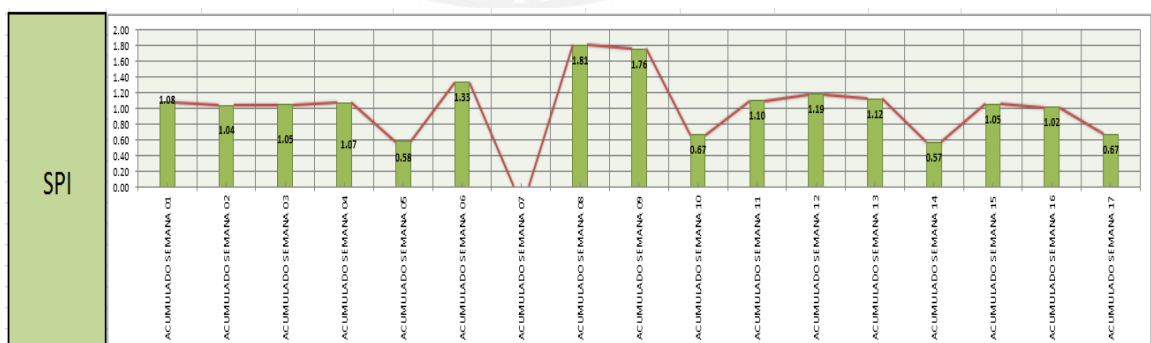


Figura 23. Tendencia del SPI para el muestreo realizado empleando la Esparcidora.

Fuente: Elaboración propia.

## Comparativo de Resultados:

Tal y como se planteó en nuestro plan de recopilación de datos y en función a nuestros objetivos planteados, se realizaron dos análisis a fin de poder comparar lo siguiente:

Como primer análisis se buscó comparar el índice SPI para ambos procesos constructivos, con la finalidad de medir el desempeño de avance, y que para este caso estaba restringido a un muestreo de un mes.

Tabla 22. Cuadro Comparativo de SPI por un mes de muestreo.

Cuadro Comparativo SPI - Mes 01								
Esparcidora de Agregados				Motoniveladora				
SEMANA	META SEMANAL (m3)	COLOCADO REAL (m3)	SPI SEMANAL	SEMANA	META SEMANAL (m3)	COLOCADO REAL (m3)	SPI SEMANAL	
MES 01	1	6,000.00	6,491.00	1.08	1	4,050.00	3612.00	0.89
	2	6,000.00	6,262.00	1.04	2	4,050.00	3911.00	0.97
	3	6,000.00	6,277.00	1.05	3	4,050.00	4061.00	1.00
	4	6,000.00	6,430.00	1.07	4	4,050.00	3741.00	0.92
TOTALES		24,000.00	25,460.00		TOTALES		16,200.00	15,325.00
SPI			1.06	SPI			0.95	

Fuente: Elaboración propia.

Como ya se indicó al inicio de esta tesis, el tener un valor de SPI igual a uno refleja que se está ejecutando la actividad de acuerdo al ritmo de avance de lo que se planeó inicialmente. Asimismo, del cuadro comparativo se puede apreciar que para el caso del proceso constructivo propuesto se logró obtener un SPI mayor a uno, reflejando con ello que empleando la esparcidora para la actividad de colocado de base se es posible avanzar más rápido y superar la meta de la cantidad planeada a colocar.

Por otro lado, para el caso del proceso constructivo tradicional se observa un SPI menor a uno y de ello se deduce que empleando la motoniveladora el ritmo de avance será lento y que posiblemente se pueda generar retrasos a lo largo de la obra.

Como segundo análisis y a manera de poder encontrar una mayor veracidad a lo deducido en base a los resultados del muestreo de un mes, se procedió a realizar un comparativo para los resultados obtenidos a partir de toda la data obtenida de los muestreos de ambos procesos y equipos asociados.

Tabla 23. Cuadro Comparativo de SPI por todo el periodo de muestreo.

Cuadro Comparativo SPI - Periodo de muestreo total					
Escarpidora de Agregados			Motoniveladora		
SEMANA	META SEMANAL (m3)	COLOCADO REAL (m3)	SEMANA	META SEMANAL (m3)	COLOCADO REAL (m3)
<b>TOTALES</b>	82,500.00	86,105.00	<b>TOTALES</b>	45,900.00	43,971.00
<b>SPI</b>		<b>1.04</b>	<b>SPI</b>		<b>0.96</b>

Fuente: Elaboración propia.

De este último cuadro es posible apreciar que al igual que para el análisis de un mes, también se ve reflejado que luego de realizar un barrido y procesado de toda la data, la esparcidora de agregados presenta un índice de desempeño de avance superior al que se obtiene cuando se ejecuta con la motoniveladora.

Por tal razón es posible concluir que la esparcidora de agregados sería el equipo que se recomienda emplear a la hora de realizar la actividad de colocado de base, esto debido al desempeño de avance que puede ofrecer el equipo. Además nos da la idea de que este equipo posee un rendimiento mayor con respecto al equipo tradicional que es la motoniveladora.

El garantizar un avance rápido y acorde a cronograma de obra, para una actividad, es de gran beneficio ya que la actividad de colocación de base es ruta crítica para la actividad de colocación de asfalto, por tanto el retraso de una conlleva a un posible retraso de la otra. Además, este retraso no solo genera pérdida de en relación a tiempo, sino que también nos genera una pérdida económica al tener equipos y personal parados de otras actividades que no pueden empezar debido a la secuencia del proceso constructivo.

## 4.2. Análisis comparativo de costo

Para el análisis comparativo de costo y para ambos procesos constructivos se empleó índices de productividad y también el índice CPI, el cual como ya se mencionó al inicio, es un parámetro que mide el desempeño del costo para una actividad. Para ello se relaciona el costo meta entre el costo real al ejecutar la actividad durante el periodo de análisis.

Para el cálculo del costo meta es necesario plantearse un rendimiento también meta que estará establecido según la experiencia y metodología a emplear, también es importante conocer la cuadrilla tanto de mano de obra como de equipos y sus respectivos precios unitarios en base a una hora de trabajo. Luego el costo real dependerá de la metodología a emplear aplicado en tiempo real; es por ello que el CPI nos podrá ir reflejando que metodología a emplear nos será más rentable al aplicarlo a la actividad de colocación de base.

### **Proceso constructivo Tradicional:**

Para este proceso, según se detalló en la Tabla 8, la cuadrilla asignada estará conformada por un capataz, dos operarios, un oficial, cuatro peones, cuatro operadores de equipos y equipos asociados a esta metodología, que para lo cual sus respectivos precios serán los indicados en la Tabla 24.

Tabla 24. Cuadro de precios de mano de obra y equipos según el proceso tradicional.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	IP META	P.U	P.U. REAL	UND
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	750		S/. 12.14		m3
<b>MANO DE OBRA</b>					
CAPATAZ	1	0.0133	S/. 32.61	S/. 32.61	hh
OPERARIO	2	0.0267	S/. 27.83	S/. 27.83	hh
OFICIAL	1	0.0133	S/. 24.17	S/. 24.17	hh
PEON	4	0.0533	S/. 19.46	S/. 19.46	hh
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	0.0533	S/. 32.40	S/. 32.40	hh
<b>EQUIPOS</b>					
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	0.0267	S/. 124.94	S/. 124.94	hm
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1	0.0133	S/. 221.81	S/. 221.81	hm
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	0.0133	S/. 119.15	S/. 119.15	hm

Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocidos los costos por hora de cada elemento involucrado en el análisis y luego de haber realizado el muestreo de la data, es posible diferenciar los registros por día, semana y acumulado semanal. A manera de ejemplo se muestra la Tabla 25.

Tabla 25. Cuadro de horas trabajadas para la semana 01 según el proceso tradicional.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	SEMANA 01							ACUMULADO SEMANA 01
			02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb		
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	750	m3	600	678	620	600	573	541	3612.00	
<b>MANO DE OBRA</b>										
CAPATAZ	1	hh	8	10	9	8	9	5	49.00	
OPERARIO	2	hh	20	20	20	20	20	20	120.00	
OFICIAL	1	hh	9	10	10	10	10	8	57.00	
PEON	4	hh	40	40	40	40	40	40	240.00	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	hh	36	40	40.0	40.0	40.0	34.0	230.00	
<b>EQUIPOS</b>										
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	hm	14.5	15.5	16.4	15.7	17.6	13.6	93.30	
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1	hm	8.5	9.0	8.5	8.5	8.1	7.8	50.40	
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	7.2	8.8	8.9	9.7	9	7.2	50.80	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se puede obtener los resultados de productividad para la mano de obra, equipos, también del equipo a evaluar que es la motoniveladora, el costo total, el precio unitario en tiempo real y la brecha económica respecto al precio

meta establecida. A manera de ejemplo, se presenta la Tabla 26 con detalle del proceso de data de la semana 01 y la Tabla 27 con detalle de los índices del muestreo total.

Tabla 26. Cuadro con índices de productividad, costos y precios para la semana 01 empleando el proceso tradicional.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	SEMANA 01						ACUMULADO SEMANA 01
			02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	750	m3	600	678	620	600	573	541	3612.00
<b>MANO DE OBRA</b>									
CAPATAZ	1	hh	8	10	9	8	9	5	49.00
OPERARIO	2	hh	20	20	20	20	20	20	120.00
OFICIAL	1	hh	9	10	10	10	10	8	57.00
PEON	4	hh	40	40	40	40	40	40	240.00
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	hh	36	40	40.0	40.0	40.0	34.0	230.00
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)</b>		hh/m3	0.188	0.177	0.192	0.197	0.208	0.198	0.19
<b>EQUIPOS</b>									
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	hm	14.5	15.5	16.4	15.7	17.6	13.6	93.30
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1	hm	8.5	9.0	8.5	8.5	8.1	7.8	50.40
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	7.2	8.8	8.9	9.7	9	7.2	50.80
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)</b>		hm/m3	0.050	0.049	0.055	0.057	0.061	0.053	0.054
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD MOTONIVELADORA(hm/m3)</b>			70.588	75.333	72.941	70.588	70.741	69.359	71.67
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%							
<b>COSTO TOTAL (\$/.)</b>		s/.	7,535	8,180	8,161	8,136	8,234	7,080	47,326.53
<b>PRECIO UNITARIO REAL (\$/.)</b>		s/.	12.56	12.07	13.16	13.56	14.37	13.09	13.10
<b>BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META</b>		s/.	-248.95	52.7	-632.4	-850.5	-1,276.2	-510.9	-3,466.25
<b>CPI</b>			0.97	1.01	0.92	0.90	0.85	0.93	0.93

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 27. Cuadros con índices de productividad, costos y precios para el muestreo total empleando el proceso tradicional.

			SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 05	SEMANA 06
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	ACUMULADO SEMANA 01	ACUMULADO SEMANA 02	ACUMULADO SEMANA 03	ACUMULADO SEMANA 04	ACUMULADO SEMANA 05	ACUMULADO SEMANA 06
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	750	m3	3612.00	3911.00	4061.00	3741.00	3766.00	3738.00
MANO DE OBRA								
CAPATAZ	1	hh	49.00	50.00	53.00	39.00	55.00	39.00
OPERARIO	2	hh	120.00	120.00	120.00	108.00	120.00	120.00
OFICIAL	1	hh	57.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
PEON	4	hh	240.00	239.00	240.00	240.00	240.00	240.00
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	hh	230.00	239.00	240.00	228.00	236.00	240.00
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)		hh/m3	0.19	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19
EQUIPOS								
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	hm	93.30	97.90	104.00	98.10	100.00	91.20
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1	hm	50.40	53.35	56.00	52.00	52.15	51.75
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	50.80	48.40	48.30	46.90	50.00	41.50
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)		hm/m3	0.054	0.051	0.051	0.053	0.054	0.049
INDICE DE PRODUCTIVIDAD MOTONIVELADORA(hm/m3)			71.67	73.31	72.52	71.94	72.21	72.23
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%						
COSTO TOTAL (S/.)		s/.	47,326.53	48,646.89	50,134.60	47,164.10	48,919.04	46,325.91
PRECIO UNITARIO REAL (S/.)		s/.	13.10	12.44	12.35	12.61	12.99	12.39
BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META		s/.	-3,466.25	-1,155.88	-822.14	-1,737.39	-3,188.75	-935.63
CPI			0.93	0.98	0.98	0.96	0.93	0.98

			SEMANA 07	SEMANA 08	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	ACUMULADO SEMANA 07	ACUMULADO SEMANA 08	ACUMULADO SEMANA 09	ACUMULADO SEMANA 10	ACUMULADO SEMANA 11	ACUMULADO SEMANA 12
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	750	m3	3676.00	3848.00	2595.00	3692.00	3779.00	3552.00
MANO DE OBRA								
CAPATAZ	1	hh	40.00	31.00	32.00	38.00	48.00	45.00
OPERARIO	2	hh	120.00	120.00	80.00	120.00	120.00	120.00
OFICIAL	1	hh	60.00	60.00	40.00	60.00	60.00	60.00
PEON	4	hh	240.00	240.00	160.00	240.00	240.00	240.00
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	hh	232.00	236.00	160.00	240.00	240.00	240.00
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)		hh/m3	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.20
EQUIPOS								
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	hm	93.10	98.60	70.80	106.90	106.80	100.70
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1	hm	50.70	53.10	35.90	51.10	52.20	49.05
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	44.00	47.00	33.70	47.95	46.20	45.80
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)		hm/m3	0.051	0.052	0.054	0.056	0.054	0.055
INDICE DE PRODUCTIVIDAD MOTONIVELADORA(hm/m3)			72.50	72.47	72.28	72.25	72.39	72.42
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%						
COSTO TOTAL (S/.)		s/.	46,401.68	47,814.76	33,358.41	48,879.20	49,228.28	47,621.96
PRECIO UNITARIO REAL (S/.)		s/.	12.62	12.43	12.85	13.24	13.03	13.41
BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META		s/.	-1,764.26	-1,088.75	-1,847.49	-4,047.49	-3,340.14	-4,490.26
CPI			0.96	0.98	0.94	0.92	0.93	0.91

Fuente: Elaboración propia.

Luego de mostrar el cómo se obtuvo los parámetros de productividad y costos para el proceso tradicional, y apoyándonos en las cantidades reales de material de base colocadas, se procedió a calcular el CPI para cada semana y en general para todo el muestreo realizado, tal y como se aprecia en la Tabla 28.

Tabla 28. Cuadro Resumen de CPI por semana y para todo el muestreo empleando la Motoniveladora.

**Muestreo completo - Motoniveladora:**

P.U META	Cuadro Resumen CPI				
S/. 12.14	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	COSTO REAL (S/.)	P. U. REAL (S/.)	CPI SEMANAL
	1	3612.00	47,326.53	13.10	<b>0.93</b>
	2	3911.00	48,646.89	12.44	<b>0.98</b>
	3	4061.00	50,134.60	12.35	<b>0.98</b>
	4	3741.00	47,164.10	12.61	<b>0.96</b>
	5	3766.00	48,919.04	12.99	<b>0.93</b>
	6	3738.00	46,325.91	12.39	<b>0.98</b>
	7	3676.00	46,401.68	12.62	<b>0.96</b>
	8	3848.00	47,814.76	12.43	<b>0.98</b>
	9	2595.00	33,358.41	12.85	<b>0.94</b>
	10	3692.00	48,879.20	13.24	<b>0.92</b>
	11	3779.00	49,228.28	13.03	<b>0.93</b>
	12	3552.00	47,621.96	13.41	<b>0.91</b>
	<b>TOTALES</b>	43,971.00	561,821.35	12.78	
			<b>CPI</b>		<b>0.95</b>

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 28 se aprecia que todos los valores de CPI son menores a uno, por lo cual es evidente deducir que el costo meta que se había planeado con la motoniveladora no se logró y que más bien demandó un mayor costo. Esto último reflejado también que esta metodología no ofrece un valor ganado de costo y que al contrario nos genera una brecha económica de pérdida como se puede observar en la Tabla 29 una brecha negativa respecto del presupuesto meta de S/. 27,884.4.

Tabla 29. Cuadro resumen de resultados del muestreo total empleando la Motoniveladora.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	Acumulado Total
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	750	m3	43,971
<b>MANO DE OBRA</b>			
CAPATAZ	1	hh	519
OPERARIO	2	hh	1,388
OFICIAL	1	hh	697
PEON	4	hh	2,799
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4	hh	2,761
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)</b>		hh/m3	<b>0.186</b>
<b>EQUIPOS</b>			
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2	hm	1,161
MOTONIVELADORA 180 - 200HP	1	hm	608
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	551
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)</b>		hm/m3	<b>0.053</b>
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD MOTONIVELADORA(hm/m3)</b>			<b>72.36</b>
<b>PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)</b>		%	
<b>COSTO TOTAL (S./.)</b>		s/.	<b>561,821</b>
<b>PRECIO UNITARIO REAL (S./.)</b>		s/.	<b>12.78</b>
<b>BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META</b>		s/.	<b>-27,884.4</b>
<b>CPI</b>			<b>0.95</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a presentar estos valores en una gráfica y se puede observar la tendencia a lo largo del muestreo correspondiente a tres meses consecutivos.

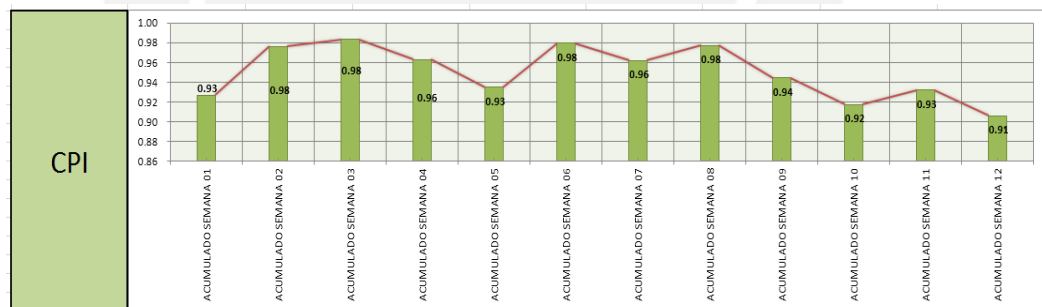


Figura 24. Tendencia del CPI para el muestreo realizado empleando la Motoniveladora.

Fuente: Elaboración propia.

De este último gráfico se puede observar que para el primer mes, el costo real intenta igualar al costo meta planeado, pero en las posteriores semanas este costo real supera al meta y por ello en la gráfica se observa que al final la curva presenta una tendencia decreciente y que además para todos los valores de la gráfica en ningún momento se supera el valor de uno, indicando perdida en todo el periodo.

**Proceso constructivo Propuesto:**

Para este proceso propuesto, según se detalló en la Tabla 9 la cuadrilla asignada estará conformada por un capataz, tres operarios, dos oficiales, cuatro peones, cuatro y medio operadores de equipos, y equipos asociados a esta metodología, que para lo cual sus respectivos precios serán los indicados en la Tabla 30.

Tabla 30. Cuadro de precios de mano de obra y equipos según el proceso propuesto.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	IP META	P.U	P.U. REAL	UND
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250		S/. 8.90		m3
<b>MANO DE OBRA</b>					
CAPATAZ	1	0.0080	S/. 32.61	S/. 32.61	hh
OPERARIO	3	0.0240	S/. 27.83	S/. 27.83	hh
OFICIAL	2	0.0160	S/. 24.17	S/. 24.17	hh
PEON	4	0.0320	S/. 19.46	S/. 19.46	hh
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	0.0360	S/. 32.46	S/. 32.46	hh
<b>EQUIPOS</b>					
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25	0.0180	S/. 124.94	S/. 124.94	hm
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	0.0080	S/. 324.00	S/. 324.00	hm
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	0.0080	S/. 119.15	S/. 119.15	hm

Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocidos los costos por hora de cada elemento involucrado en el análisis y luego de haber realizado el muestreo de la data, es posible diferenciar los registros por día, semana y acumulado semanal. También a manera de ejemplo se muestra la Tabla 31.

Tabla 31. Cuadro de horas trabajadas para la semana 01 según el proceso propuesto.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	SEMANA 01							ACUMULADO SEMANA 01
			26-ene	27-ene	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene		
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250	m3	1,150	1,080	1,100	1,120	1,024	1,017	6491	
<b>MANO DE OBRA</b>										
CAPATAZ	1	hh	10	8	8	10	7	7	50.00	
OPERARIO	3	hh	30	30	30	30	30	30	180.00	
OFICIAL	2	hh	20	20	20	20	20	20	120.00	
PEON	4	hh	40	40	40	40	38	38	236.00	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	hh	45	45	45	45	43	43	266.00	
<b>EQUIPOS</b>										
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25	hm	17.0	15.0	15.1	16.0	14.3	14.2	91.55	
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	hm	8.5	8.3	8.3	8.2	7.8	7.8	48.85	
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	7.9	7.6	7.6	7.9	7.2	7.2	45.40	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo se puede obtener los resultados de productividad para la mano de obra, equipos, también del equipo a evaluar que es la esparcidora, el costo total, el precio unitario en tiempo real y la brecha económica respecto al precio meta establecido. A manera de ejemplo, se presenta la Tabla 32 con detalle del proceso de data de la semana 01 y la Tabla 33 con detalle de los índices del muestreo total.

Tabla 32. Cuadro con índices de productividad, costos y precios para la semana 01 empleando el proceso propuesto.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	SEMANA 01							ACUMULADO SEMANA 01
			26-ene	27-ene	28-ene	29-ene	30-ene	31-ene		
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250	m3	1,150	1,080	1,100	1,120	1,024	1,017	6491	
<b>MANO DE OBRA</b>										
CAPATAZ	1	hh	10	8	8	10	7	7	50.00	
OPERARIO	3	hh	30	30	30	30	30	30	180.00	
OFICIAL	2	hh	20	20	20	20	20	20	120.00	
PEON	4	hh	40	40	40	40	38	38	236.00	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	hh	45	45	45	45	43	43	266.00	
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)</b>		hh/m3	0.126	0.132	0.130	0.129	0.135	0.136	0.13	
<b>EQUIPOS</b>										
RODILLO VAL 10-12TV / 110-130HP	2.25	hm	17.0	15.0	15.1	16.0	14.3	14.2	91.55	
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	hm	8.5	8.3	8.3	8.2	7.8	7.8	48.85	
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	7.9	7.6	7.6	7.9	7.2	7.2	45.40	
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)</b>		hm/m3	0.029	0.029	0.028	0.029	0.029	0.029	0.029	
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD ESPARCIDORA (m3/hm)</b>		m3/hm	135.29	130.12	132.53	137.42	131.28	130.38	132.88	
<b>PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)</b>		%								
<b>COSTO TOTAL (S./)</b>		s./	9,703	9,287	9,300	9,464	8,847	8,841	55,442.29	
<b>PRECIO UNITARIO REAL (S./)</b>		s./	8.44	8.60	8.45	8.45	8.64	8.69	8.54	
<b>BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META</b>		s./	533.3	325.9	491.4	504.6	267.2	211.2	2,333.58	
<b>CPI</b>			1.05	1.04	1.05	1.05	1.03	1.02	1.04	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Cuadros con índices de productividad, costos y precios para el muestreo total empleando el proceso propuesto.

			SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 05	SEMANA 06
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	ACUMULADO SEMANA 01	ACUMULADO SEMANA 02	ACUMULADO SEMANA 03	ACUMULADO SEMANA 04	ACUMULADO SEMANA 05	ACUMULADO SEMANA 06
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250	m3	6491	6262	6277	6430	1954	4503
MANO DE OBRA								
CAPATAZ	1	hh	50.00	45.00	45.00	46.00	11.00	37.00
OPERARIO	3	hh	180.00	180.00	174.00	177.00	65.00	120.00
OFICIAL	2	hh	120.00	120.00	120.00	120.00	48.00	80.00
PEON	4	hh	236.00	240.00	230.00	237.00	97.00	160.00
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	hh	266.00	266.00	263.00	268.00	110.00	180.00
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)		hh/m3	0.13	0.14	0.13	0.13	0.17	0.13
EQUIPOS								
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25	hm	91.55	87.45	92.75	95.10	33.50	67.80
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	hm	48.85	46.35	45.50	48.10	16.40	33.20
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	45.40	43.05	39.40	44.80	17.10	30.40
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)		hm/m3	0.029	0.028	0.028	0.029	0.034	0.029
INDICE DE PRODUCTIVIDAD ESPARCIDORA (m3/hm)		m3/hm	132.88	135.10	137.96	133.68	119.15	135.63
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%						
COSTO TOTAL (s/.)		s/.	55,442.29	53,754.82	53,247.75	55,441.78	20,322.60	38,286.06
PRECIO UNITARIO REAL (s/.)		s/.	8.54	8.58	8.48	8.62	10.40	8.50
BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META		s/.	2,333.58	1,982.74	2,623.33	1,791.13	-2,930.20	1,794.78
CPI			1.04	1.04	1.05	1.03	0.86	1.05

			SEMANA 07	SEMANA 08	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	ACUMULADO SEMANA 07	ACUMULADO SEMANA 08	ACUMULADO SEMANA 09	ACUMULADO SEMANA 10	ACUMULADO SEMANA 11	ACUMULADO SEMANA 12
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250	m3	-	6104	5942	2252	6196	6672
MANO DE OBRA								
CAPATAZ	1	hh	-	39.00	40.00	17.00	43.00	48.00
OPERARIO	3	hh	-	180.00	155.00	60.00	180.00	180.00
OFICIAL	2	hh	-	120.00	113.00	40.00	118.00	118.00
PEON	4	hh	-	226.00	220.00	80.00	229.00	232.00
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	hh	-	263.00	255.00	90.00	260.00	266.00
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)		hh/m3	-	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13
EQUIPOS								
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25	hm	-	87.40	84.40	33.70	84.80	89.00
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	hm	-	47.50	47.20	16.90	48.00	51.40
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	-	45.10	41.50	16.50	44.10	46.40
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)		hm/m3	-	0.029	0.029	0.030	0.029	0.028
INDICE DE PRODUCTIVIDAD ESPARCIDORA (m3/hm)		m3/hm	-	128.51	125.89	133.25	129.08	129.81
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%						
COSTO TOTAL (s/.)		s/.	-	53,799.95	51,690.22	19,321.22	53,561.06	55,877.64
PRECIO UNITARIO REAL (s/.)		s/.	-	8.81	8.70	8.58	8.64	8.37
BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META		s/.	-	531.26	1,199.05	723.65	1,589.04	3,509.30
CPI			-	1.01	1.02	1.04	1.03	1.06

			SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	ACUMULADO SEMANA 13	ACUMULADO SEMANA 14	ACUMULADO SEMANA 15	ACUMULADO SEMANA 16	ACUMULADO SEMANA 17
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250	m3	6308	3220	6720	6494	4280
MANO DE OBRA							
CAPATAZ	1	hh	39.00	23.00	46.00	41.00	50.00
OPERARIO	3	hh	170.00	87.00	180.00	177.00	120.00
OFICIAL	2	hh	110.00	60.00	120.00	119.00	80.00
PEON	4	hh	220.00	116.00	240.00	236.00	160.00
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	hh	263.00	133.00	270.00	268.00	180.00
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)		hh/m3	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14
EQUIPOS							
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25	hm	93.90	46.80	86.00	98.30	63.00
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	hm	45.60	24.70	49.80	48.15	32.05
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	42.00	21.60	50.60	46.80	28.10
INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)		hm/m3	0.029	0.029	0.028	0.030	0.029
INDICE DE PRODUCTIVIDAD ESPARCIDORA (m3/hm)		m3/hm	138.33	130.36	134.94	134.87	133.54
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%					
COSTO TOTAL (s/.)		s/.	52,990.34	27,619.61	55,753.49	55,889.41	37,463.64
PRECIO UNITARIO REAL (s/.)		s/.	8.40	8.58	8.30	8.61	8.75
BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META		s/.	3,156.67	1,041.35	4,060.69	1,913.16	632.30
CPI			1.06	1.04	1.07	1.03	1.02

Fuente: Elaboración propia

Luego de mostrar el cómo se obtuvo los parámetros de productividad y costos para esta nueva metodología, y también apoyándonos de las cantidades reales de material de base colocadas, se procedió a calcular el CPI para cada semana y un valor de CPI general para todo el muestreo realizado, tal y como se aprecia en la Tabla 34.

Tabla 34. Cuadro Resumen de CPI por semana y para todo el muestreo empleando la Esparcidora.

**Muestreo completo - Esparcidora:**

P.U META	Cuadro Resumen CPI				
S/. 8.90	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	COSTO REAL (S/.)	P. U. REAL (S/.)	CPI SEMANAL
	1	6,491.00	55,442.29	8.54	1.04
	2	6,262.00	53,754.82	8.58	1.04
	3	6,277.00	53,247.75	8.48	1.05
	4	6,430.00	55,441.78	8.62	1.03
	5	1,954.00	20,322.60	10.40	0.86
	6	4,503.00	38,286.06	8.50	1.05
	7	-	-	-	-
	8	6,104.00	53,799.95	8.81	1.01
	9	5,942.00	51,690.22	8.70	1.02
	10	2,252.00	19,321.22	8.58	1.04
	11	6,196.00	53,561.06	8.64	1.03
	12	6,672.00	55,877.64	8.37	1.06
	13	6,308.00	52,990.34	8.40	1.06
	14	3,220.00	27,619.61	8.58	1.04
	15	6,720.00	55,753.49	8.30	1.07
	16	6,494.00	55,889.41	8.61	1.03
	17	4,280.00	37,463.64	8.75	1.02
	<b>TOTALES</b>	86,105.00	740,461.87	8.60	
			<b>CPI</b>	<b>1.04</b>	

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 34 se aprecia que todos los valores de CPI son mayores a uno, por lo cual es evidente deducir que el costo meta que se había planeado que costaría al ejecutar el colocado de base con esparcidora logra ser menor, esto último refleja también que esta metodología nos ofrece un valor agregado de costo, lo que demuestra que el emplear la esparcidora de agregados genera un ahorro y que a diferencia de la metodología tradicional nos genera una brecha económica de ganancia como se puede observar en la Tabla 35 respecto del presupuesto meta de S/25,951.8.

Tabla 35. Cuadro resumen de resultados del muestreo total empleando la Esparcidora.

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANT.	UND	Acumulado Total
COLOCADO DE BASE COMPACTADO (m3)	1250	m3	86,105
<b>MANO DE OBRA</b>			
CAPATAZ	1	hh	620
OPERARIO	3	hh	2,385
OFICIAL	2	hh	1,606
PEON	4	hh	3,159
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	4.5	hh	3,601
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hh/m3)</b>		<b>hh/m3</b>	<b>0.132</b>
<b>EQUIPOS</b>			
RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	2.25	hm	1,235
ESPARCIDORA DE AGREGADOS	1	hm	650
CAMION CISTERNA DE AGUA 4000 - 5000 GLNS	1	hm	603
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD (hm/m3)</b>		<b>hm/m3</b>	<b>0.029</b>
<b>INDICE DE PRODUCTIVIDAD ESPARCIDORA (m3/hm)</b>		<b>m3/hm</b>	<b>132.53</b>
PORCENTAJE DE DESPERDICIOS (%)		%	
COSTO TOTAL (S/.)		s/.	740,462
PRECIO UNITARIO REAL (S/.)		s/.	8.60
BRECHA CON RESPECTO AL PRESUPUESTO META		s/.	25,951.8
<b>CPI</b>			<b>1.04</b>

Fuente: Elaboración propia.

Si llevamos estos valores a una gráfica se puede observar la tendencia a lo largo del muestreo correspondiente a tres meses consecutivos.

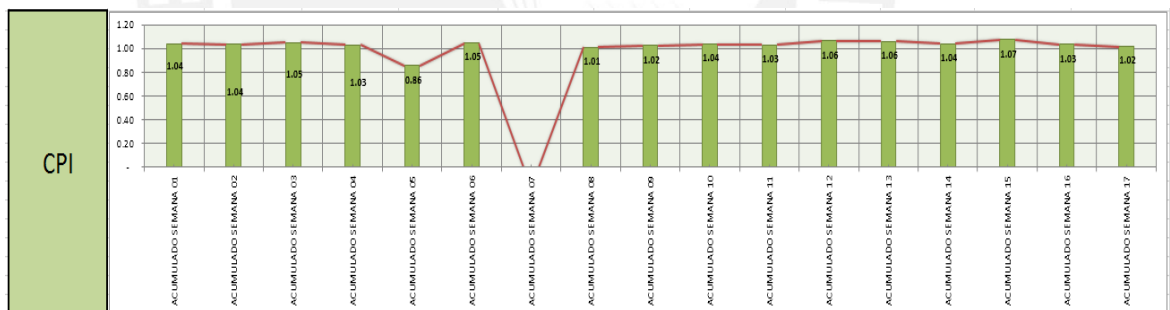


Figura 25. Tendencia del CPI para el muestreo realizado empleando la Esparcidora.

Fuente: Elaboración propia.

De este gráfico es fácil apreciar que en gran parte del muestreo se presenta una tendencia constante (casi horizontal) y que además supera el valor de uno garantizando que es un proceso que ofrece mayor rentabilidad.

Del gráfico se puede observar que en la semana cinco y siete se presenta puntos índices por debajo de lo normal. Esto ocurrió debido a problemas mecánicos con los equipos y a cambios de prioridades en las actividades.



### Comparativo de Resultados:

Tal y como se planteó en nuestro plan de recopilación de datos y en función a nuestros objetivos planteados, se buscaba realizar dos análisis a fin de poder comparar lo siguiente:

Como primer análisis se buscaba comparar el índice CPI para ambos procesos, con la finalidad de medir el desempeño de costos, y que para este caso estaba restringido a un muestreo de un mes.

Tabla 36. Cuadro Comparativo de CPI por un mes de muestreo.

Cuadro Comparativo CPI - Mes 01											
P.U META	Esparcidora de Agregados					P.U META	Motoniveladora				
S/. 8.90	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	COSTO REAL (S/.)	P. U. REAL (S/.)	CPI SEMANAL	S/. 12.14	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	COSTO REAL (S/.)	P. U. REAL (S/.)	CPI SEMANAL
MES 01	1	6,491.00	55,442.29	8.54	1.04	MES 01	1	3612.00	47,326.53	13.10	0.93
	2	6,262.00	53,754.82	8.58	1.04		2	3911.00	48,646.89	12.44	0.98
	3	6,277.00	53,247.75	8.48	1.05		3	4061.00	50,134.60	12.35	0.98
	4	6,430.00	55,441.78	8.62	1.03		4	3741.00	47,164.10	12.61	0.96
	<b>TOTALES</b>	25,460.00	217,886.64	8.56		<b>TOTALES</b>	15,325.00	193,272.11	12.61		
		<b>CPI</b>		<b>1.04</b>			<b>CPI</b>		<b>0.96</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Como ya se indicó al inicio de esta tesis, el tener un valor de CPI igual a uno refleja que se está ejecutando la actividad dentro del costo que se planeaba que costaría ejecutar la actividad. Asimismo, del cuadro comparativo se puede apreciar que para el caso de la metodología propuesta se logró obtener un CPI mayor a uno, con ello se afirma que empleando la esparcidora para la actividad de colocado de base es posible generar un alto ahorro económico y estar por debajo del P.U. meta planeado.

Por otro lado, para el caso del proceso tradicional se observa un CPI menor a uno y que aunque esta diferencia pueda ser pequeña, se deduce que empleando la motoniveladora no se logra generar un ahorro para la obra y que en el mejor de los casos solo se podría mantener el mismo P.U. meta planeado.

Como segundo análisis y a manera de poder encontrar una mayor veracidad a lo deducido en base a los resultados del muestreo de un mes, se procedió a realizar un comparativo para los resultados obtenidos a partir de toda la data obtenida para las diecisiete semanas que fueron analizadas. Por ello se presenta la Tabla 37 donde nos permite observar lo siguiente.

Tabla 37. Cuadro Comparativo de CPI por todo el periodo de muestreo

Cuadro Comparativo CPI - Periodo de muestreo total									
P.U META	Esparcidora de Agregados				P.U META	Motoniveladora			
S/. 8.90	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	COSTO REAL (S/.)	P. U. REAL (S/.)	S/. 12.14	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	COSTO REAL (S/.)	P. U. REAL (S/.)
	<b>TOTALES</b>	86,105.00	740,461.87	8.60		<b>TOTALES</b>	43,971.00	561,821.35	12.78
		<b>CPI</b>		<b>1.04</b>			<b>CPI</b>		<b>0.95</b>

Fuente: Elaboración propia.

De este último cuadro es posible apreciar que al igual que para el análisis de un mes, también se ve reflejado que luego de realizar un barrido y procesado de toda la data, la esparcidora de agregados presenta un índice de desempeño de costo superior al que se obtiene cuando se ejecuta con la motoniveladora.

Por tal razón es posible concluir que la esparcidora de agregados sería el equipo a recomendar a la hora de realizar la actividad de colocado de base, esto centrado en la rentabilidad económica que puede ofrecer.

El garantizar un ahorro de costos y a la vez tener la certeza que nuestro precio de oferta hacia el cliente está por debajo del presupuestado tiene como consecuencia mantener un buen margen de ganancia en la actividad. Esto garantiza poder tener un “buffer” económico para otras partidas en las cuales podríamos perder, incluso se debe tener en cuenta que a la hora de presupuestar, para ciertas partidas ya se asume que se tendrá una perdida y que por medio de este buffer económico se lograría compensar.

Por ello esta nueva opción nos genera mayor confiabilidad económica en el control del proyecto y garantiza una mejor rentabilidad, pero por otro lado es

de suma importancia el conocer al detalle y capacitar al personal encargado en el manejo del equipo dada su cierta complejidad en los implementos tecnológicos que emplea. Más adelante en las observaciones se detallará los principales aspectos que se deben de tomar en cuenta al momento de emplear la esparcidora de agregados.

### **4.3. Análisis técnico durante el proceso**

#### **4.3.1. Volúmenes de desperdicio**

Un aspecto importante que se apreció durante la actividad de colocación de base es la cantidad de volumen de desperdicio que se generaba empleando las diferentes metodologías y que además se pueden observar las implicancias a las que se debía como se detallará a continuación.

#### **Desperdicios durante la colocación de base con la motoniveladora**

La colocación de base mediante este proceso tiene dos variables que influyen en el desperdicio. La primera debida a la pericia y experiencia del operador para extender el material en toda la plataforma sin sobrepasar las plantillas de referencia; la segunda por la distribución de los acopios del material que se tiende en la plataforma.

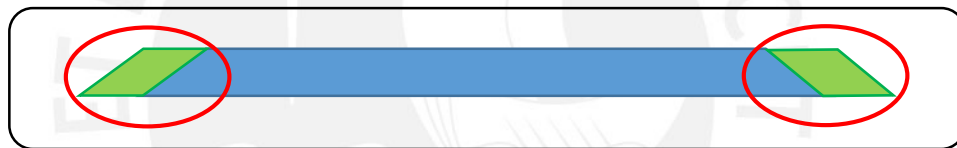
Ambas variables tienen implicancia del factor humano por lo que son variables que necesitan mayor control topográfico, por lo tanto es común que en este proceso exista sobrecanchos de plataforma no contemplados que generan mayor volumen de material colocado, lo que repercute en el costo.

El extendido del material y la pericia del operador de la motoniveladora son regulados por el operario plantillero que supervisa las referencias dejadas por la cuadrilla de topografía. Este personal es clave en el extendido ya que trabaja de la mano con el operador del equipo y referencia las plantillas durante todo el recorrido de la motoniveladora, con esto controlamos en la

mayor medida el extendido del material lo que optimiza su utilización en toda la longitud de la calzada y disminuyen el desperdicio en el ancho.

El acopio del material en la plataforma también es otro factor que influye en el desperdicio, en principio se realiza un cálculo del espaciamiento para cada descarga de material. Sin embargo, si no se respeta dicho espaciamiento es común que contemos con un mayor volumen de material por metro lineal lo que causa que la motoniveladora realice mayor cantidad de corridas haciendo el extendido menos eficiente y con un mayor desperdicio lateral.

En la siguiente imagen se muestra un bosquejo de la sección adicional que se genera por el uso de la motoniveladora, se debe resaltar que este volumen de desperdicio se puede controlar, sin embargo no se puede eliminar en su totalidad.



*Figura 26. Ilustración del sobreesfuerzo generado en los laterales por efecto de la colocación de base empleando la Motoniveladora.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Para el cálculo del volumen de desperdicio se debe comparar el volumen teórico con el volumen real. Siendo el volumen teórico el que nos indica los metros contractuales del expediente técnico, el volumen calculado de los planos; y el volumen real el realizado mediante un levantamiento topográfico de un tramo construido.

En la Tabla 38 adjunta se muestra el resultado del cálculo de desperdicio obtenido en el tramo del 155+300 hasta el km 156+300. El levantamiento se realiza cada 10m, sin embargo por un tema ilustrativo mostramos los resultados cada 100m.

Tabla 38. Cuadro resumen de % Desperdicio en la colocación de base empleando la Motoniveladora.

Resumen de %Desperdicio en el colocado de Base					
Motoniveladora					
PROGESIVA INCICAL (km)	PROGESIVA FINALL (km)	VOLUMEN TEÓRICO (m3)	VOLUMEN REAL (m3)	DIFERENCIA	% Desperdicio
155+300.00	155+400.00	360.00	413.82	53.82	14.95%
155+400.00	155+500.00	360.00	410.40	50.40	14.00%
155+500.00	155+600.00	360.00	414.43	54.43	15.12%
155+600.00	155+700.00	360.00	407.23	47.23	13.12%
155+700.00	155+800.00	360.00	415.80	55.80	15.50%
155+800.00	155+900.00	360.00	412.38	52.38	14.55%
155+900.00	156+000.00	360.00	410.22	50.22	13.95%
156+000.00	156+100.00	360.00	414.36	54.36	15.10%
156+100.00	156+200.00	360.00	411.30	51.30	14.25%
156+200.00	156+300.00	360.00	410.87	50.87	14.13%
<b>TOTALES</b>	<b>1.0 km</b>	<b>3,600.00</b>	<b>4,120.81</b>	<b>520.81</b>	
<b>% Desperdicio</b>			<b>14.47%</b>		

Fuente: Elaboración propia.

De los valores obtenidos se ha verificado que el desperdicio de material TM2” (material de base granular) bordea en promedio el 15% al emplear la motoniveladora. Además tal porcentaje se verá contemplado en el precio unitario posteriormente.

### Desperdicios durante la colocación de base con la esparcidora.

El desperdicio que se genera en este proceso tiene un factor tecnológico que depende en un mayor porcentaje del equipo y los sensores de niveles que referencian la colocación en todo el recorrido. Sin embargo las referencias que necesita el equipo son dadas por la cuadrilla de topografía, quien antes de iniciar la colocación se dispone a colocar las balizas metálicas separadas cada 5m, sobre ellas se tiende un cable que representa el patrón del nivel de la rasante; considerando esto la plataforma queda acotada en todo su ancho y largo para que el equipo pueda seguir un patrón establecido.

Otra variable que garantiza la optimización del material es que con este equipo solo se realiza un recorrido para esparcir un espesor constante gracias al sistema mecánico mediante tornillos sin fin que emplea.

El desarrollo del proceso garantiza que el sobrancho no contemplado tenga un control tecnológico mediante sensores, además del factor humano con la cuadrilla topográfica. En el siguiente bosquejo se muestra una sección donde se aprecia el desperdicio.

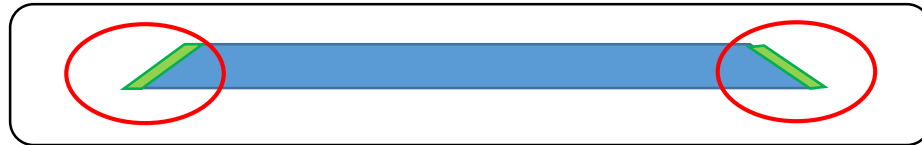


Figura 27. Ilustración del sobrancho generado en los laterales por efecto de la colocación de base empleando la Esparcidora.

Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar el desperdicio que se ha generado en un tramo de la carretera se realizó un levantamiento topográfico de un kilómetro de carretera, en la siguiente tabla se muestra el detalle obtenido.

Tabla 39. Cuadro resumen de % Desperdicio en la colocación de base empleando la Esparcidora.

PROGESIVA INICIAL (km)	PROGESIVA FINAL (km)	VOLUMEN TEÓRICO (m3)	VOLUMEN REAL (m3)	DIFERENCIA	% Desperdicio
185+100.00	185+200.00	360.00	378.72	18.72	5.20%
185+200.00	185+300.00	360.00	377.64	17.64	4.90%
185+300.00	185+400.00	360.00	379.44	19.44	5.40%
185+400.00	185+500.00	360.00	377.64	17.64	4.90%
185+500.00	185+600.00	360.00	379.80	19.80	5.50%
185+600.00	185+700.00	360.00	378.54	18.54	5.15%
185+700.00	185+800.00	360.00	377.28	17.28	4.80%
185+800.00	185+900.00	360.00	376.92	16.92	4.70%
185+900.00	186+000.00	360.00	378.00	18.00	5.00%
186+000.00	186+100.00	360.00	375.12	15.12	4.20%
<b>TOTALES</b>	<b>1.0 km</b>	<b>3,600.00</b>	<b>3,779.10</b>	<b>179.10</b>	
<b>% Desperdicio</b>			<b>4.98%</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Para fines prácticos se puede considerar un 5% de desperdicio de material haciendo uso de la esparcidora en el proceso de colocación de base.

A manera de resumen y comparación entre los volúmenes que suele dejar al emplear una u otra metodología para la actividad de colocación de base granular, se sugiere el manejar estos porcentajes al momento de realizar los APU's.

Tabla 40. Cuadro Comparativo del %Desperdicio empleando ambos procesos.

<b>Cuadro Comparativo de %Desperdicio en el colocado de Base</b>			
<b>Esparcidora de Agregados</b>		<b>Motoniveladora</b>	
<b>Actividades</b>	<b>% Desperdicio</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>% Desperdicio</b>
Colocación de base	<b>4.98%</b>	Colocación de base	<b>14.47%</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Aporte de compactación del equipo

Tal y como se detalló en el muestreo de data, durante la toma de datos se observó que existía un aporte adicional que ofrecía la esparcidora durante el colocado de base y que es la previa compactación que otorgaba a diferencia de emplear la motoniveladora como se mencionará a continuación.

#### Colocación de base con motoniveladora

Cuando se realiza el colocado de base mediante el uso de la motoniveladora son los rodillos los únicos equipos que aportan compactación al material extendido. La motoniveladora en este proceso solo realiza el extendido y el aporte a la compactación es prácticamente nulo.

Para las características del material y sobre las pruebas realizadas con el área de calidad se tiene como resultado que para llegar a una compactación del 100% del material Base es necesario tener once ciclos de rodillado mediante un rodillo liso de diez toneladas como mínimo. Para evaluar la densidad del material conformado se realiza un muestreo en campo mediante un

densímetro nuclear tomando muestras a cada lado de la plataforma en cada 20 metros de longitud.

### Colocación de base con esparcidora

Mediante este proceso se tiene una ventaja, el equipo no solo extiende el material en un espesor constante sino también aporta compactación durante la colocación. El equipo cuenta con una plancha compactadora que nivela el material y la compacta, esto es una gran ventaja ya que puede llegar hasta un 70% de compactación antes de que ingresen los rodillos lisos por lo que se reduce la cantidad de horas máquina de los rodillos.

Para conocer el grado de compactación que aporta la esparcidora se realizó un *field test* que verifica la densidad del material colocado. Esto consiste en tomar ensayos de densidad en la plataforma una vez colocado el material.

Tabla 41. Cuadro de Resultado de Densidades.

RESULTADOS DE DENSIDAD			
Esparcidora de Agregados			
PROGRESIVA INCICAL (km)	Lado izquierdo	Eje	Lado Derecho
185+100.00	69.45%	69.50%	69.45%
185+110.00	70.15%	70.10%	70.15%
185+120.00	69.13%	69.89%	69.13%
185+130.00	69.00%	96.83%	69.00%
185+140.00	69.75%	69.70%	69.75%
185+150.00	70.05%	70.01%	70.05%
185+160.00	70.12%	70.18%	70.12%
185+170.00	69.69%	69.72%	69.69%
185+180.00	70.09%	70.15%	70.09%
185+190.00	69.85%	70.02%	69.85%
<b>Densidad representativa</b>			<b>69.73%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Conociendo este valor representativo del 70% de la densidad obtenida en el ensayo proctor, como resultado de la compactación de la esparcidora, el área de calidad evaluó la cantidad de ciclos de rodillo adicionales para llegar al 100% de densidad y se obtuvo como resultado que solo es necesario aplicar ocho ciclos de rodillo para cumplir las especificaciones.



Por lo tanto, se puede decir que la esparcidora aporta un precompactado del material lo cual hace el proceso más eficiente, eficaz y que es capaz de reducir el emplear horas máquina de los rodillos.

#### 4.4. Análisis evaluatorio de mejor opción

##### 4.4.1. Evaluación Tiempo - Costo

De todos los datos analizados y de los índices obtenidos, tanto el CPI como el SPI, se puede relacionarlos para poder hacer una análisis de Tiempo – Costo, el cual nos pueda ayudar a evaluar que metodología podríamos emplear para proyectos similares y bajo los alcances definidos en esta tesis.

Llevando estos valores a un plano cartesiano y teniendo como origen de coordenadas la unidad, puesto que el valor de uno como ya se comentó es lo acorde a lo pensado o planeado que se daría la actividad durante su ejecución, es posible clasificar la metodología según lo siguiente.

Tabla 42. Cuadro de clasificación Tiempo – Costo.

CLASIFICACIÓN	Valor de CPI (Costo)	Valor de SPI (Tiempo)
RAPIDO - BARATO	$1 < \text{CPI}$	$1 < \text{SPI}$
RAPIDO - CARO	$\text{CPI} < 1$	$1 < \text{SPI}$
LENTO - BARATO	$1 < \text{CPI}$	$\text{SPI} < 1$
LENTO - CARO	$\text{CPI} < 1$	$\text{SPI} < 1$

Fuente: Elaboración propia.

Para empezar, relacionaremos los valores de CPI y SPI del proceso constructivo tradicional a fin de poder clasificarla.

Tabla 43. Valores de CPI y SPI empleando el proceso tradicional.

**Proceso Tradicional - Motoniveladora.**

	X	Y
SEMANA	CPI	SPI
1	0.93	0.89
2	0.98	0.97
3	0.98	1.00
4	0.96	0.92
5	0.93	0.98
6	0.98	0.98
7	0.96	0.96
8	0.98	1.01
9	0.94	0.72
10	0.92	1.03
11	0.93	1.05
12	0.91	0.99

Fuente: Elaboración propia.

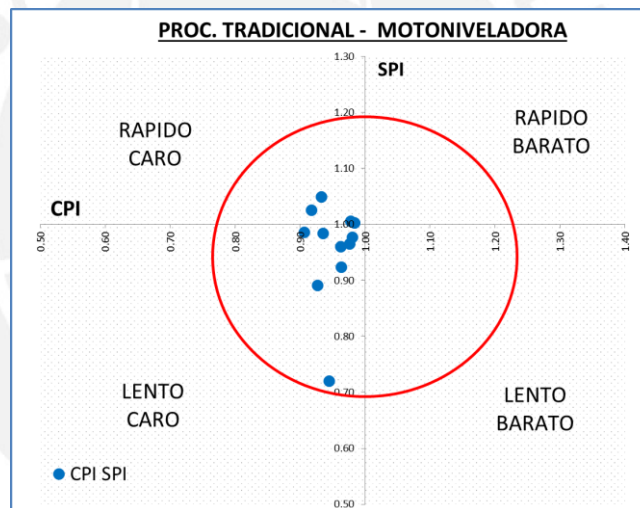


Figura 28. Cuadro de clasificación para la proceso tradicional.

Fuente: Elaboración Propia.

Del Gráfico 6 se es posible apreciar que la mayoría de datos presenta una acumulación en los cuadrantes Rápido Caro y Lento Caro, y con ello es posible deducir que empleando este proceso tradicional se podría estimar que para la actividad de colocación de base se ejecutaría de manera casi igual a lo presupuestado o planeado tanto en costo y velocidad de avance, pero que sin embargo, en el peor de los casos se podría realizar generar retrasos y ningún posible ahorro económico.

En segundo lugar realizaremos una relación entre el CPI y el SPI del proceso propuesto a fin de también poder clasificarla.

Tabla 44. Valores de CPI y SPI empleando el proceso propuesto.

**Proceso Propuesto - Esparcidora:**

	X	Y
SEMANA	CPI	SPI
1	1.04	1.08
2	1.04	1.04
3	1.05	1.05
4	1.03	1.07
5	0.86	0.58
6	1.05	1.33
7	-	-
8	1.01	1.81
9	1.02	1.76
10	1.04	0.67
11	1.03	1.10
12	1.06	1.19
13	1.06	1.12
14	1.04	0.57
15	1.07	1.05
16	1.03	1.02
17	1.02	0.67

Fuente: Elaboración Propia.

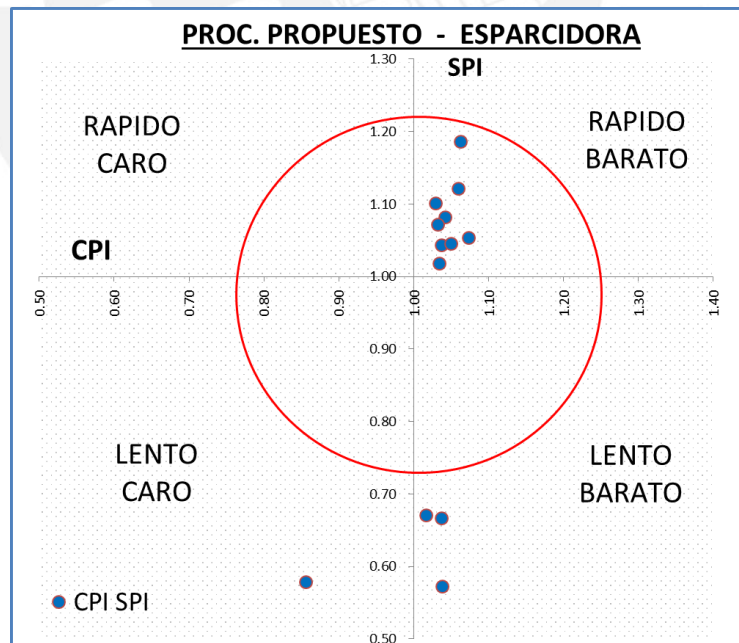


Figura 29. Cuadro de clasificación para el proceso propuesto.

Fuente: Elaboración Propia.

De la Figura 29, se es posible apreciar que la mayoría de datos presenta una acumulación en el cuadrante Rápido Barato, cabe mencionar que para los valores fuera de la circunferencia no son tomados para la clasificación debido a que presentan una gran dispersión. De esta evaluación es posible deducir que al emplear esta propuesta de proceso se puede estimar que para la actividad de colocación de base se podrá obtener mayores ventajas tanto en velocidad de avance de ejecución y rentabilidad económica para el proyecto.

A manera de poder ver reflejado estas diferencias de Tiempo – Costo entre ambos procesos, se procederá a realizar un gráfico comparativo empleando los valores de CPI y SPI de los muestreos totales.

Tabla 45. Cuadro de Resumen de CPI – SPI para ambos procesos.

		X	Y
Proceso Constructivo		CPI	SPI
TRADICIONAL		0.95	0.96
PROPUESTA		1.04	1.04

Fuente: Elaboración Propia.

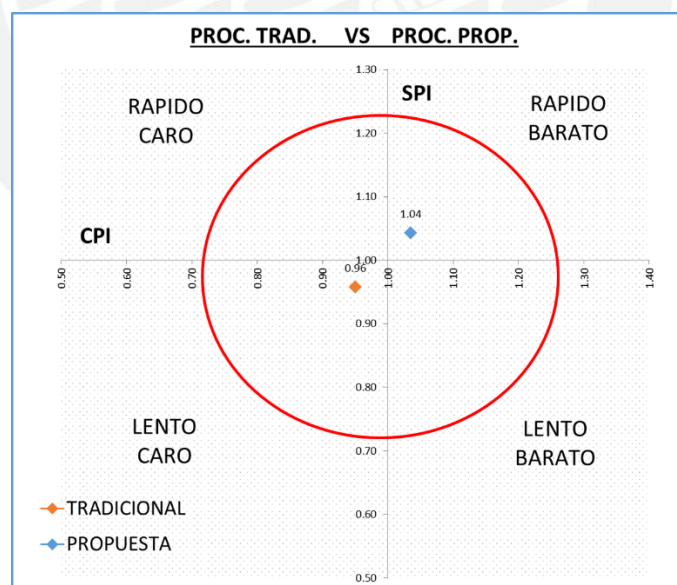


Figura 30. Comparativo según la clasificación para ambos procesos.

Fuente: Elaboración Propia.

De este último gráfico es evidente y sencillo poder apreciar las ventajas tanto de rapidez de avance como de costos que nos ofrece el emplear la Esparcidora de agregados con respecto a la Motoniveladora.

### Evaluación de Rendimientos

Dentro del análisis de tiempo y a lo largo del muestreo se pudo apreciar que la velocidad de avance de un proceso estaba por encima de la otro y que ello también se asumió al momento de hacer el análisis de los precios y cantidades de avance semanales y mensuales meta, por tal razón se puede concluir que el rendimiento empleando un equipo respecto de otro es mayor y que por ende se logra ejecutar mayor cantidad de obra al día. Pero también es bueno comentar que para ambos procesos los rendimientos con los cuales se trabajó para el cálculo de los parámetros meta no estuvieron estimados lo más cercanos a la realidad.

Por tal razón y en la finalidad de contar con rendimientos más cercanos a la realidad y así poder, más adelante, proponer unos APU's, se realizó el siguiente análisis de rendimientos.

Primero, y al igual que los otros análisis, se evaluó los rendimientos del primer mes de muestreo.

Tabla 46. Cuadro comparativo de rendimientos para un mes de muestreo.

Cuadro Comparativo Rendimientos - Mes 01								
Esparcidora de Agregados					Motoniveladora			
	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	Horas de Equipo (Hm)	IP (m3/hm)	SEMANA	COLOCADO REAL (m3)	Horas de Equipo (Hm)	IP (m3/hm)
MES 01	1	6,491.00	48.85	132.88	1	3,612.00	50.40	71.67
	2	6,262.00	46.35	135.10	2	3,911.00	53.35	73.31
	3	6,277.00	45.50	137.96	3	4,061.00	56.00	72.52
	4	6,430.00	48.10	133.68	4	3,741.00	52.00	71.94
	<b>TOTALES</b>	25,460.00	188.80		<b>TOTALES</b>	15,325.00	211.75	
	<b>IP (m3/hm)</b>		<b>134.85</b>		<b>IP (m3/hm)</b>		<b>72.37</b>	
	<b>RENDIMIENTO (m3/DIA)</b>		<b>1,348.52</b>		<b>RENDIMIENTO (m3/DIA)</b>		<b>723.73</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que la esparcidora posee un mayor rendimiento en la colocación de base, esto quiere indicar que un equipo puede realizar mayor trabajo de colocación (m<sup>3</sup>) en una hora (hm).

En segundo lugar se realizó el análisis para el muestreo total, del cual se llegó a la misma conclusión que la realizada para un mes. Sin embargo, es necesario indicar que este rendimiento del equipo expresa lo que es capaz de realizar en un día y asumiendo que se cumplen condiciones ideales y optimas, y que todos los demás factores como cuadrilla, equipos necesarios, condiciones de equipos, experiencia en la actividad, condiciones climáticas, trabajo de 10hrs por día, es cumplido de la mejor manera.

Tabla 47. Cuadro comparativos de rendimientos del muestreo total y Rendimientos promedios.

Cuadro Comparativo Rendimientos - Periodo de muestreo total					
Esparcidora de Agregados			Motoniveladora		
SEMANA	COLOCADO REAL (m <sup>3</sup> )	Horas de Equipo (Hm)	SEMANA	COLOCADO REAL (m <sup>3</sup> )	Horas de Equipo (Hm)
<b>TOTALES</b>	86,105.00	649.70	<b>TOTALES</b>	43,971.00	607.70
<b>IP (m<sup>3</sup>/hm)</b>		<b>132.53</b>	<b>IP (m<sup>3</sup>/hm)</b>		<b>72.36</b>
<b>RENDIMIENTO (m<sup>3</sup>/DIA)</b>		<b>1,325.30</b>	<b>RENDIMIENTO (m<sup>3</sup>/DIA)</b>		<b>723.56</b>
<b>RENDIMIENTO PROMEDIO (m<sup>3</sup>/DIA)</b>		<b>1,200.00</b>	<b>RENDIMIENTO PROMEDIO (m<sup>3</sup>/DIA)</b>		<b>720.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se muestran los rendimientos en base a la información de campo versus los rendimientos promedios recomendados. Para el caso del proceso tradicional con motoniveladora se determina que el rendimiento promedio es de 720 m<sup>3</sup>/día; teniendo en cuenta que esta proceso tradicional tiene amplia aplicación y aceptación en el sector de carreteras no ha sido necesario aplicar un factor de confiabilidad respecto al valor obtenido de campo.

Sin embargo para la otra metodología con esparcidora se prefirió emplear un factor de confiabilidad de 90% al rendimiento obtenido en campo, debido a que esta metodología a emplear es un tanto nueva y no se posee muchos

estudios pasados y que por ello y aplicando el factor se concluyó un valor de rendimiento de 1200 m<sup>3</sup>/día.

Una vez establecidos los rendimientos promedios que podemos emplear para la actividad, podemos definir nuestros APU's para cada metodología de la siguiente manera.

Tabla 48. APU - Colocación de base granular tradicional empleando la Motoniveladora.

Partida							
COLOCACION DE BASE GRANULAR TRADICIONAL - MOTONIVELADORA							
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	720.00	EQ. 720.00	Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>			59.74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.013889	32.61	0.45	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.027778	27.83	0.77	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.013889	24.17	0.34	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.055556	19.46	1.08	
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.0000	0.041667	32.46	1.35	
							<b>3.99</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.000000	3.99	0.12	
0301190003	RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	hm	2.0000	0.027778	124.94	3.47	
0301200002	MOTONIVELADORA 180 - 200HP	hm	1.0000	0.013889	221.81	3.08	
							<b>6.67</b>
<b>Subpartidas</b>							
010303020102	AGUA TRANSPORTADA	m <sup>3</sup>		0.120000	22.75	2.73	
010303050409	BATIDO DE MATERIAL EN CANTERA	m <sup>3</sup>		1.150000	3.79	4.36	
010303050104	PREPARACION DE MATERIAL BASE GRANULAR - RIO	m <sup>3</sup>		1.150000	36.51	41.99	
							<b>49.08</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. APU – Propuesta para colocación de base granular empleando la Esparcidora.

PROPUESTA PARA COLOCACION DE BASE GRANULAR - ESPARCIDORA DE AGREGADOS						
Rendimiento	m3/DIA	1,200.00	EQ. 1,200.00	Costo unitario directo por : m3		56.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.008333	32.61	0.27
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.025000	27.83	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.016667	24.17	0.40
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.033333	19.46	0.65
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.5000	0.029167	32.46	0.95
						<b>2.97</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.000000	2.97	0.09
0301190003	RODILLO VAL 10-12TN / 110-130HP	hm	2.2500	0.018750	124.94	2.34
0301390004	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.0000	0.008333	324.00	2.70
						<b>5.13</b>
<b>Subpartidas</b>						
010303020102	AGUA TRANSPORTADA	m3		0.120000	22.75	2.73
010303050104	PREPARACION DE MATERIAL BASE GRANULAR - RIO	m3		1.030000	36.51	37.61
010303050514	PREPARACION DE MATERIAL EN PLANTA	m3		1.050000	7.40	7.77
						<b>48.11</b>

Fuente: Elaboración propia.

Considerando estos APU's, es posible realizar un cuadro comparativo final que nos muestre qué proceso constructivo y equipo asociado debemos emplear para el saldo de base granular por colocar (140,000.00 m<sup>3</sup>).

Tabla 50. Cuadro comparativo resumen de ahorro económico.

RESUMEN COMPARATIVO						
Descripción	Unidad	Cantidad	BG Tradicional		BG Esparcidora	
			P.U.	Parcial	P.U.	Parcial
Colocacion de Base Granular	m3	140,000.00	S/. 59.74	S/. 8,363,600.00	S/. 56.21	S/. 7,869,400.00
<b>BRECHA:</b>					<b>S/. 494,200.00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 50 se puede apreciar la brecha económica positiva (+ 494,200.00 soles) que se obtendría al ejecutar para el saldo de metrado (14,000.00 m<sup>3</sup>) empleando la esparcidora, y con ello obviamente haciendo más rentable el proyecto.



## Capítulo 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir y además en base a lo menciona Rojas (2005), al aumentar la cantidad de actividades completadas se disminuye la variabilidad de obra, lo que se traduce en una disminución de la incertidumbre del proyecto, por lo tanto los flujos de producción se hacen más seguros y estables. Es necesario recalcar que se obtiene mayor confiabilidad a la planificación y a su vez a la producción en obra, estabilizándola y dándole seguridad. Además, para proyectos de construcción ejecutados antes del plazo contractual de ejecución o dentro de él, conllevaran mayores utilidades para el contratista en primer caso y mejora la percepción del cliente, logrando que el contratista posea un excelente desempeño y esto se puede traducir en la adjudicación de más proyectos como resultado de su desempeño sobresaliente y excelente imagen frente al cliente.

Respecto al Manual de Carreteras EG.2013: debido a que ya se contaba con un expediente técnico propio del proyecto, no fue necesario restringirnos a lo especificado en el manual, el cual ha sido elaborado bajo aspectos generales y experiencias de proyectos de carreteras pasados, con la finalidad de poder orientar a los constructores cuales son los límites permisibles máximos para las distintas áreas y/o partidas durante su ejecución. Esta determinación debe ser aprobada mediante la supervisión.

Si bien es cierto que durante el proyecto estudiado se han aplicado dos metodologías para la colocación de base granular, existen varias factores y variables que afectan directamente la actividad, ya sea por cuestiones mecánicas y de operatividad del equipo, áreas de soporte vinculadas, producción y transporte del material etc. Sin lugar a duda son puntos determinantes que analizados con detalle podrían optimizar el proceso de forma individual garantizando mejores resultados en el tren de actividades hasta culminar con el asfaltado.

Luego de haber revisado y analizado en campo ambos procesos constructivos de manera simultánea, recomendamos que para de la actividad del colocado de base se aplique las herramientas del valor ganado. Pues a partir de los índices SPI y CPI obtenidos es posible evaluar de manera rápida el desempeño con el que se está llevando a cabo la actividad bajo una sencilla clasificación del impacto que generarán para el proyecto si resulta ser rápido, lento, barato o caro. Sin embargo, cada proyecto puede analizar y usar los índices que mejores resultados le den según sus experiencias y requerimientos.

En resumen al análisis de tiempo de avance, se pudo concluir que para la nueva metodología propuesta, que hace uso de una esparcidora Vogele S1800, se obtiene un SPI mayor a uno lo que garantiza que el equipo mantiene un mejor avance según lo planeado.

Luego del procesamiento de la data se logró calcular los rendimientos promedios para cada metodología (720 m<sup>3</sup>/día con la motoniveladora y 1200 m<sup>3</sup>/día para la esparcidora) y con ello se validó nuestra hipótesis en pensar que la esparcidora ofrecía un mayor rendimiento que la motoniveladora. Esto es un indicativo para difundir el uso de este equipo considerando los rendimientos de trabajo respaldado mediante el precio unitario por m<sup>3</sup>.

En relación al análisis de costos, dado a los mejores rendimientos en la colocación y menor uso de horas máquina para los rodillos, se logró un mejor precio unitario por m<sup>3</sup>. También de la Tabla 37 se observa que empleando la esparcidora obtenemos un CPI superior respecto del obtenido empleando la motoniveladora.

Otro factor que se ha mostrado durante el análisis de la colocación de base, es que a diferencia de la motoniveladora, la esparcidora logra disminuir los desperdicios de un 15% a un 5%, y que esto también afecta al costo unitario al realizar el presupuesto para la partida de colocación de base, tal y como se muestra en la Tabla 51 y la Tabla 52.

Tabla 51. APU empleando la motoniveladora, mostrando la implicancia del desperdicio en el costo.

Partida							
COLOCACION DE BASE GRANULAR TRADICIONAL - MOTONIVELADORA							
Rendimiento	m3/DIA	720.00	EQ. 720.00	Costo unitario directo por : m3			59.74
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas							
010303020102	AGUA TRANSPORTADA	m3		0.120000	22.75	2.73	
010303050409	BATIDO DE MATERIAL EN CANTERA	m3		1.150000	3.79	4.36	
010303050104	PREPARACION DE MATERIAL BASE GRANULAR - RIO	m3		1.150000	36.51	41.99	
						49.08	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52. APU empleando la esparcidora, mostrando la implicancia del desperdicio en el costo.

Partida							
PROPUESTA PARA COLOCACION DE BASE GRANULAR - ESPARCIDORA DE AGREGADOS							
Rendimiento	m3/DIA	1,200.00	EQ. 1,200.00	Costo unitario directo por : m3			56.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subpartidas							
010303020102	AGUA TRANSPORTADA	m3		0.120000	22.75	2.73	
010303050104	PREPARACION DE MATERIAL BASE GRANULAR - RIO	m3		1.030000	36.51	37.61	
010303050514	PREPARACION DE MATERIAL EN PLANTA	m3		1.050000	7.40	7.77	
						48.11	

Fuente: Elaboración propia.

Además se pudo observar que el poder controlar el desperdicio redujo los sobreanchos no contemplados, beneficiándonos en costos y que además se evitó problemas con la población (agricultores) pues cuando se tienen sobreanchos no contemplados el derrame de los terraplenes (taludes) producen caída de material en las alcantarillas generando obstrucciones en el paso del agua y afectando los regadíos de la población, esto último también impactando al proyecto a un nivel micro económico y social respecto a la empresa constructora.

Otra ventaja que ofrece la esparcidora es que otorga una mejor homogenización y uniformidad de material de base en la colocación, esto relacionándose con la optimización del uso de los rodillos haciendo que realicen menor cantidad de ciclos para cumplir con el 100% de densidad. Esta

mejora se debería a que la esparcidora ofrece una precompactación adicional antes del rodillado y que al realizar el colocado de base deja el material aproximadamente a un 70% de compactado.



*Figura 31. Precompactación que otorga la Esparcidora.*

*Fuente: Propia.*

Se apreció que el factor humano tiene menor intervención durante el proceso con esparcidora, esto debido a que cuenta con mecanismos de configuración (sensores) que aseguran el correcto espesor de base (30 cm), estos sensores son capaces de en caso detectar un desnivel de la capa de subbase, otorgar o quitar espesor de base a fin de alcanzar el nivel final de base colocada, tal y como se detalla en la Figura 26. Por lo tanto la se puede concluir que se puede obtener un producto de mejor calidad bajo un control automatizado.



*Figura 32. Aseguramiento del material base colocado.*

*Fuente: Propia.*

Entre las ventajas que ofrece la esparcidora y según lo observado puntualmente en campo se menciona que para esta nuevo procesos constructivo se logra eliminar del proceso la actividad “arcaica” de colocar plantillas mediante piedras aplanadas (plantillado), las cuales en muchos casos se debe designar recursos para su extracción y colocación en el lugar de trabajo. Además se puede mencionar que la esparcidora es capaz de extender lo que realmente produce la planta de suelos. Otra de las ventajas es el aprendizaje del grupo de trabajo en aplicar este nuevo proceso de colocación y conformación de base granular, generando una curva de aprendizaje creciente.

Se recomienda profundizar en el estudio de la productividad que ofrece la esparcidora, para ello se puede hacer uso de las cartas de balance, las cuales se deben realizar al inicio de las actividades para verificar que el dimensionamiento de cuadrillas, de los equipos, tiempos efectivos de trabajo sean los adecuados y a su vez controlar también los tiempos muertos existentes.

Del análisis evaluatorio para poder tomar una decisión con respecto a que proceso es la mejor a emplear, se puede destacar que evidentemente en aspectos de tiempo y costo la esparcidora ofrece mejores resultados, esto reflejándose en su clasificación como una propuesta RAPIDA – BARATA, tal y como se apreció en la Figura 29 y que además es evidente notar en la Tabla 45 que para el caso de emplear la esparcidora, los coeficientes CPI y SPI son mayores que uno.

Como resultado final y luego de demostrar las ventajas en tiempo y costo que otorga el emplear la esparcidora, bajo un rendimiento promedio, se pudo definir los APU’s finales los cuales son de gran importancia ya que son utilizados al momento de presupuestar un proyecto. Para este caso si una empresa deseará conocer el precio unitario de la colocación de base en un proyecto de características similares al estudiado, podrá tomar como referencia los costos obtenidos por  $m^3$  de la partida.

A manera de resumen y como parte del objetivo principal, se buscó comprender y poder dar a conocer el proceso innovador para la colocación de base granular, que nace de emplear la esparcidora, la cual se describe en general y breve en diez etapas según el Anexo 9.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alba, J (2013).** *“Método del Valor Ganado”*. Paper aplicativo. Recuperado de:  
<http://www.ppctotal.com/>
- Botero, L (2004).** *“Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía Lean Construction”*. Colombia: Editorial Legis.
- Botero, L (2006).** *“Construcción sin pérdidas, análisis de procesos y filosofía Lean Construction”*. Colombia: Editorial Legis, segunda edición.
- Carciente, J (1980).** *“Carreteras - Estudio y Proyecto”*. Caracas: Ediciones Vega SRL.
- Caterpillar (2009).** *“Catálogo de equipo Motoniveladora modelo 140K”*  
Recuperado de: [http://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment.html)
- Chayña, A (2008).** *“Costos y presupuestos en construcción”*. Recuperado de:  
<http://es.slideshare.net/arturo21070/costos-y-presupuestos-en-construccion>
- EG (2013).** *“Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para construcción”*. Perú.
- Ghio, V (1997).** *“Guía para la innovación tecnológica en la construcción”*. Santiago de Chile: Editorial Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ghio, V (2001).** *“Productividad en obras de construcción; Diagnostico, critica y propuesta”*. Lima: Fondo editorial PUCP.
- GyM (2008).** *“Control de Productividad - Informes de Productividad (IP)”*. GYM.SGP.HE.05. Perú.
- GyM (2008).** *“Control de Productividad”*. GyM.SGP.PG.33. Perú.
- GyM (2008).** *“Herramientas de Programación – Análisis de Restricciones”*. GYM.SGP.PG.19-F02. Perú.

**GyM (2008).** *“Herramientas de Programación – Lookahead de Producción”*.

GYM.SGP.PG.19-F01. Perú.

**GyM (2008).** *“Herramientas de Programación – Plan Semanal y Análisis de Confiabilidad”*. GYM.SGP.PG.19-F04. Perú.

**GyM (2008).** *“Herramientas de Programación”*. GYM.SGP.PG.19. Perú.

**Herman, B (1994).** *“The last planner”*. Northern California Construction Institute. Monterey, CA.

**Herman, B (2000).** *“Lean Project Delivery System”*. Lean construction institute, California.

**Herman, B (2000).** *“The last planner system of production control”*. Birmingham: Universidad de Birmingham, Facultad de Ingeniería.

**Herman, B (2000).** *“White paper #7 Phase scheduling”*. Lean Construction Institute.

**JJC (2015).** *“Valor Ganado”*. Área de Gerencia de Planeamiento y Control de Gestión. Perú.

**PMBOK (2004).** *“A Guide to the Project Management Body of Knowledge”*. Edition by Project Management Institute.

**Rojas, R (2005).** *“Estudio e implementación de una nueva filosofía de planificación de proyectos Lean Construction”*. Chile.

**Serpell, A (1993).** *“Administración de obras de construcción”*. Segunda edición. Chile. Universidad Católica de Chile.

**Tello, E (2010).** *“Valor Ganado, una operativa a seguir para monitorear un proyecto”*. Congreso Internacional de Dirección de Proyectos PMI.

**Vogele (2013).** *“Catálogo de equipo Esparcidora modelo S1800”*. Recuperado de: <http://www.voegele-ag.de>