



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN EN PLANTA, CONTROL EN LABORATORIO Y CAMPO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) PARA EL PROYECTO INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO TACNA – COLLPA; SUB TRAMO III: KM. 146+180 - KM. 187+404”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca

Asesor:

Mg. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2018

APROBACION DE LA TESIS

El asesor y los miembros de jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca denominada:

“CALIDAD EN LA PRODUCCION DE ASFALTO EN PLANTA, CONTROL EN LABORATORIO Y CAMPO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (MAC) PARA EL PROYECTO INTEGRACION VIAL TACNA – LA PAZ: TRAMO TACNA – COLLPA: SUB TRAMO III: KM. 146+180 – KM. 187+404”

Mg. Jorge Luis Canta Honores
Asesor

Ing. Gustavo Adolfo Aybar
Arriola
Jurado
Presidente

Ing. Manuel Nahón Vidal
Velázquez
Jurado

Ing. Roberto Carlos Castillo Velarde
Jurado

DEDICATORIA

A Dios

... Dedico esta tesis en primer lugar a Dios por darme la salud, la sabiduría y su bendición para culminar este arduo trabajo.

A mis Padres

... Que con tanto esfuerzo y dedicación me instruyeron y me apoyaron constantemente hasta culminar mi carrera profesional. Sin ustedes no sería quien soy y no estaría donde estoy.

A mis Hermanos

... A quienes admiro y respeto mucho. Carlos y Nancy gracias por todos los consejos dados en toda mi vida. Sin su apoyo constante no hubiera sido posible

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por haberme formado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este. Gracias por todo el amor recibido en mi vida y forjarme como una persona pulcra y exitosa.

A los docentes de Facultad de Ingeniería, Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte. Gracias por compartir sus conocimientos y contribuir con la formación profesional de sus alumnos.

A mis compañeros de trabajo por compartir sus experiencias y consejos dentro del ámbito laboral. Una mención especial para el Ingeniero Giancarlo Gonzales Prado por darme la oportunidad y la confianza necesaria durante el trabajo.

Para los Técnicos de Laboratorio de calidad Abraham Mosquera, Luis Olivares Mosquera y Oscar Santisteban Álvarez, por enseñarme y apoyarme en todos los procesos necesarios para realizar este proyecto.

El agradecimiento al asesor y consultor externo, Ingeniero-Investigador Carlos Juan Astuvilca Huayta, cuyo apoyo y orientación fue parte importante en el planeamiento y ejecución de la presente investigación

Y para finalizar, el agradecimiento a mi asesor designado por la facultad para coadyuvar el desarrollo de la presente tesis, el Mg. Jorge Luis Canta Honores, cuyo apoyo y orientación fue parte importante en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
APROBACION DE LA TESIS	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE DE CONTENIDO	5
INDICE DE CUADROS	9
INDICE DE FIGURAS	10
INDICE DE IMÁGENES	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	16
Capítulo 1	18
ASPECTOS METODOLÓGICOS	18
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.	18
1.2. Formulación del problema.	19
1.3. Objetivos de la Investigación.	19
1.3.1. Objetivo general.	19
1.3.2. Objetivos específicos.	20
1.4. Importancia y justificación de la investigación.....	20
1.4.1. Importancia.....	20
1.4.2. Justificación.....	21
1.4.3. Limitaciones.	21
1.5. Hipótesis, variables e indicadores.	21
1.5.1. Hipótesis.....	21
1.5.1. Hipótesis general.....	21
1.5.2. Hipótesis específicas.	22
1.5.2. Variables.	22
1.5.3. Indicadores.	22
1.6. Propuesta técnico-metodológica.	24
1.7. Diseño de investigación.	24
1.7.1. Sujetos de la Investigación.	25
1.7.1.1. Población.	25

1.7.1.2. Muestra.....	26
1.7.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos.	26
1.7.2.1. De recolección de información.	26
1.7.2.2. De procesamiento de información.	26
1.7.3. Aplicación de métodos para determinar la calidad del producto	27
1.7.3.1. Control de calidad en plantas de asfalto.	27
1.7.3.2. Control de calidad en laboratorio.....	28
1.7.3.3. Control de calidad en pista.	38
Capítulo 2	48
MARCO TEÓRICO.....	48
2.1. Antecedentes.	48
2.1.1. Nacionales.	48
2.1.2. Internacionales.....	50
2.2. Bases Teóricas.....	53
2.2.1. Redes viales.....	53
2.2.1.1. Carreteras pavimentadas.....	55
2.2.1.2. Carreteras no pavimentadas.....	55
2.2.2. Asfaltos.	56
2.2.2.1. Tipos de asfaltos.	56
2.2.2.2. Estabilización y pavimentación de suelos con asfaltos.....	58
2.2.2.3. Agregados utilizados en mezclas asfálticas.....	58
2.2.2.4. Asfaltos modificados.....	59
2.2.2.5. Polímero Elastómero “SBS”.....	61
2.2.3. Plantas de producción de asfalto.	61
2.2.3.1. Tipos de plantas de asfaltos.....	63
2.2.4. Calidad.	64
2.2.4.2. Calidad en la producción.....	67
2.2.4.3. Control de la calidad.	67
2.2.5. Control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente	68
2.2.5.1. Consecuencias de un mal control de calidad.....	68
2.2.5.2. Falla por fatiga en pavimento	69
2.2.5.3. Envejecimiento de la mezcla asfáltica	71
2.3. Marco Conceptual.	73
Capítulo 3	77
ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ	77

3.1. Consideraciones preliminares.	77
3.2. Descripción general de la zona.....	77
3.2.1. Departamento de Tacna.	77
3.2.2. Provincia de Tacna.....	80
3.2.3. Distrito de Palca.....	81
3.3. Red vial de Tacna.	83
3.3.1. Carreteras nacionales, regionales y locales.	84
3.3.2. Carretera Tacna – La Paz.	84
3.4. Sub Tramo III: KM. 146+180 - KM. 187+404.....	87
3.4.1. Avance de obras en el Sub-Tramo III.....	88
3.4.2. Diseño de pavimentos.....	89
3.5 Consideraciones Generales.	92
3.6. Producción de asfalto.....	95
3.6.1. Producción de asfalto en la planta Barber Greene.....	95
3.6.2. Producción de asfalto en la planta Terex.	96
Capítulo 4.....	97
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	97
4.1. RESULTADO I: Control de calidad de las plantas de asfalto.....	97
4.1.1. Análisis granulométrico en faja.....	97
4.2. RESULTADO II: Control de calidad del producto elaborado en el Laboratorio.....	101
4.2.1. Lavado asfáltico de la mezcla.	101
4.2.2. Ensayo Rice.....	102
4.2.3. Ensayo Marshall.	103
4.2.4. Ensayo Lottman.....	104
4.2.5. Ensayo de Adherencia.....	105
4.3. RESULTADO III: Control de calidad del producto aplicado sobre la superficie.....	106
4.3.1. Control al momento de aplicar producto.....	106
4.3.2. Control a 24 horas de aplicado el producto.....	108
4.3.2.1. Ensayo de Viga Benkelman en carpeta asfáltica.	108
4.3.2.2. Ensayo de Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros (Lisura).....	109
4.3.2.3. Ensayo Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	111
4.3.2.4. Ensayo de Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el Péndulo.....	112

4.3.2.5. Ensayo Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca (Diamantina)	112
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES	116
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	121
Anexo 1. Factores de Estabilidad de Correlación A.	121
Anexo 2. Mapa vial del departamento de Tacna.	122
Anexo 3. Detalles sobre el Ensayo Lottman.	123
Anexo 4. Detalles sobre el Ensayo de Adherencia del Bitumen.	125
Anexo 5. Detalles sobre Resultados obtenidos en Ensayo Marshall.	127
Anexo 6. Deflexión máxima y radio de curvatura con Viga Bekelman.	129
Anexo 7. Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros.	131
Anexo 8. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).	137
Anexo 9. Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el péndulo del TRRL.	141
Anexo 10. Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca.	142
Anexo 11. Detalles sobre el control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta y en pista	145

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Operacionalización de variables.	23
Cuadro 2. Situación del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz, tramo lado peruano, al año 2017.	26
Cuadro 3. Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.	31
Cuadro 4. Requisitos de adherencia.	37
Cuadro 5. Distancias para ensayo de Viga Benkelman.	40
Cuadro 6. Deflexiones admisibles.	41
Cuadro 7. Formato para registro de medidas de la irregularidad superficial de un pavimento.	42
Cuadro 8. Ficha para el registro de las mediciones.	47
Cuadro 9. Provincias y distritos del departamento de Tacna.	78
Cuadro 10. Distritos y provincias del departamento de Tacna que conforman el área de influencia directa del Proyecto Integración Vial Tacna–La Paz (Lado peruano).....	86
<i>Cuadro 11.</i> Requerimientos para los agregados gruesos.	90
Cuadro 12. Requerimientos para los agregados finos.....	90
<i>Cuadro 13.</i> Husos granulométricos para la gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).....	91
Cuadro 14. Análisis granulométrico por tamizado MAC-2- control de faja en planta Barber Greene.	97
Cuadro 15. Combinación MAC-2.....	98
Cuadro 16. Análisis granulométrico por tamizado MAC-2- control de faja en planta Terex.	99
Cuadro 17. Resultados de ensayo de lavado asfáltico (Muestra MAC-2).	101
Cuadro 18. Detalles del ensayo de lavado asfáltico (Muestra MAC-2).....	102
Cuadro 19. Resultados del Ensayo RICE (Muestra MAC-2).....	102
Cuadro 20. Resultados del ensayo Marshall (Muestra MAC-2).	103
Cuadro 21. Resultados del Ensayo Lottman (Muestra MAC-2).	104
Cuadro 22. Resultados del Ensayo de Adherencia.	105
Cuadro 23. Control de temperaturas de mezcla asfáltica en pista.	106
Cuadro 24. Control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta.	107
Cuadro 25. Medida de la deflexión y radio de curvatura sector Km.153+620 – Km.153+940.....	108
Cuadro 26. Medida de la lisura en carpeta asfáltica, sector Km.153+620 – Km.153+760.	110

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes de la Infraestructura de un camino, carretera o red vial.	54
Figura 2. Procedimientos de obtención de la mezcla asfáltica.	58
Figura 3. Componentes básicos de una Planta de Asfalto en Caliente.	62
Figura 4. Estructura general de una Planta de Asfalto productora de MAC.	63
Figura 5. Dimensiones de una planta con producción de hasta 140 t/h.	64
Figura 6. Las dimensiones de la calidad del producto.	66
Figura 7. Mapa político del departamento de Tacna.....	79
Figura 8. Mapa político de la provincia de Tacna.	81
Figura 9. Mapa de ubicación del distrito de Palca en el contexto provincial.	82
Figura 10. Ubicación de la carretera Tacna–Collpa– La Paz, dentro de la Red Vial departamental Tacna.	85
Figura 11. IMDA total por enlace para el año base, año de apertura y, año de proyección.	87
Figura 12. Estructura básica de los Pavimentos Flexibles (Mezcla Asfáltica).	89
Figura 13. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la humedad.	93
Figura 14. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la altitud. .	94
Figura 15. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la temperatura.	94
Figura 16. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la graduación.	95
Figura 17. Especificación carpeta asfáltica MAC-2 (Planta Barber Greene).....	98
Figura 18. <i>Especificación carpeta asfáltica MAC-2 (Planta Terex).</i>	99

INDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Colocado de la mezcla asfáltica en la centrífuga para la realización del ensayo.	29
Imagen 2. El ensayo Marshall es un procedimiento para obtener el contenido de asfalto y diferentes parámetros de calidad de una mezcla bituminosa.	30
Imagen 3. El Ensayo Rice es un procedimiento utilizado para la determinación del peso específico efectivo y absorción de asfalto de agregados pétreos para mezclas asfálticas en caliente.	32
Imagen 4. El ensayo Lottman consiste en cargar una probeta cilíndrica, igual a la definida para el ensayo Marshall, con una carga de compresión diametral a lo largo de dos generatrices opuestas.....	35
Imagen 5. El ensayo de adherencia permite determinar el grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa.....	37
Imagen 6. Control de limpieza y sopleteo mediante un compresor de aire, la cual nos permite una mejor adherencia entre la base granular imprimada, el material ligante y la mezcla asfáltica.....	39
Imagen 7. Ejecución del Ensayo de Viga Benkelman para determinar la deflexión y radio de curvatura.	41
Imagen 8. Ensayo de Lisura realizada con la regla de tres metros.	42
Imagen 9. Ensayo de Índice de Rugosidad Internacional con la presencia de la Supervisión de obra.....	43
Imagen 10. Extracción de briqueta de la carpeta asfáltica con presencia de la Supervisión.	45
Imagen 11. Ensayo de Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo del TRRL con su respectiva señalización de seguridad.	46
Imagen 12. Vista parcial de la planta de asfalto Barber Greene – DM 50.....	96
Imagen 13. Vista parcial de la planta de asfalto TEREX – Magnum 140.	96

RESUMEN

El control de la calidad de las Mezclas Asfálticas Calientes (MAC) es un procedimiento orientado a asegurar que el producto que conformará la carpeta de rodadura (asfalto en caso de pavimentación flexible), cumpla con las especificaciones técnicas que garanticen desde una perspectiva técnica, las prestaciones a las que estará sujeta cuando se entregue la obra y empiece a funcionar la carretera pavimentada.

Para efectos de controlar la calidad de la producción de asfalto para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, en el desarrollo de la tesis consideramos dos variables, Calidad en la producción en planta (Variable Dependiente) y Control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente para el proyecto integración vial Tacna – La Paz; tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM 146+180 – km 187+404 (Variable Independiente).

Para el caso de la variable dependiente, en el estudio se determinó y analizó la producción de asfalto en los dos tipos de plantas, plantas Terex y Barber Greene, que producen Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) para la pavimentación del tramo Tacna–Collpa de la carretera Tacna-La Paz.

Por otro lado, para el caso de la variable independiente, en el estudio se realizó el control tanto de la del asfalto producido como del asfalto aplicado. Para el control de la calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) producido se realizaron los siguientes procedimientos: análisis granulométrico en faja, lavado asfáltico de la mezcla, ensayo Marshall, ensayo Rice, ensayo Lottman y ensayo de adherencia. Por su parte, para el control de la calidad del producto aplicado, este se realizó en dos momentos, un primer momento referido al control al momento de aplicar producto, en el cual principalmente se controló las temperaturas de salida de planta de la mezcla asfáltica; y, otro momento referido al control realizado 24 horas después de aplicado el producto, para lo cual se realizaron las siguientes pruebas: prueba mediante viga Benkelman en carpeta asfáltica, prueba de lisura en carpeta asfáltica y el ensayo para determinar el Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

La hipótesis de investigación formulada se enuncia como: El adecuado control en laboratorio y campo del MAC aumenta la calidad en la producción de asfalto en planta para el Proyecto

de Integración Vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

La población estuvo conformada por los tramos lado peruano y boliviano del proyecto de integración vial Tacna-La Paz. De dichos tramos, se determinó como muestra no probabilística e intencionada el sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, tramo Tacna–Collpa (lado peruano) del proyecto de integración vial Tacna-La Paz.

Metodológicamente, la presente investigación por el método es deductivo, por el tipo es explicativa y de nivel descriptivo, por el diseño es experimental; prospectivo; longitudinal.

Para efectos de procesamiento, análisis e interpretación de resultados se tuvo en cuenta las consideraciones presentadas por Torres (2005) quien al respecto señala que dichos procesos se deben realizar teniendo en cuenta el problema objeto de estudio, el marco teórico referencial, los objetivos formulados, y teniendo en cuenta las variables e indicadores resultantes del proceso de operacionalización de las hipótesis.

Finalmente, los resultados de la investigación dan cuenta que las plantas de asfalto de la empresa ICCGSA asignadas al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, se ajustan a los requerimientos de las especificaciones técnicas y cumplen las normativas de ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. De los ensayos del producto se determinó que ambas plantas vienen operando en condiciones aceptables, por ejemplo, el ensayo de lavado asfáltico de la mezcla para cada una de las muestras MAC-2 a 170°C y 168°C para las plantas Barber Greene y Terex, respectivamente, se obtuvo el 6,64% de porcentaje de asfalto presente en el pavimento para el primero y 6,70% para el segundo. Asimismo, con respecto a controlar los parámetros de diseño de la mezcla asfáltica aplicada sobre la superficie, se obtuvo que a 24 horas de haberse aplicado la mezcla bituminosa, la mezcla aplicada cumplía con las especificaciones técnicas; por ejemplo, para el caso de la lisura, de los ensayos realizados se logró determinar que tanto la lisura mínima, como la máxima son iguales y menores a 5 mm, luego, el pavimento cumple con los requerimientos y no tiene irregularidades en su superficie.

Palabras claves: Control de calidad, Mezclas Asfálticas Calientes (MAC), Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz.

ABSTRACT

The quality control of Hot Asphalt Mixtures (MAC) is a procedure aimed at ensuring that the product that will form the roadway (asphalt in case of flexible paving), complies with the technical specifications that guarantee from a technical perspective, the benefits to which it will be subject when the work is delivered and the paved road begins to operate. For effects of controlling the quality of asphalt production for the Tacna-La Paz road integration project; Tacna-Collpa stretch; sub section III: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404, in the development of the thesis we considered two variables, Quality in the production of asphalt (Dependent Variable) and Control in the laboratory and field of hot asphalt mixing for the Tacna - La Paz road integration project; section Tacna - Collpa: Sub Section III: KM 146 + 180 - km 187 + 404 (Independent Variable).

For the case of the dependent variable, the study determined and analyzed the production of asphalt in the two types of plants, Terex and Barber Greene plants, which produce Hot Asphalt Mix (MAC) for the paving of the Tacna-Collpa stretch of the Tacna-La Paz highway. On the other hand, for the case of the independent variable, the control was carried out on both the asphalt produced and the applied asphalt. To control the quality of the asphalt produced, the following procedures were carried out: strip granulometric analysis, asphalt washing of the mixture, Marshall test, Rice test, Lottman test and adhesion test. On the other hand, for the control of the quality of the applied product, this was carried out in two moments, a first moment referred to the control at the moment of applying the product, in which the exit temperatures of the asphalt mixture were mainly controlled; and, another moment referred to the control carried out 24 hours after the product was applied, for which the following tests were carried out: Benkelman beam test in asphaltic folder, asphalt folder smoothness test and the test to determine the International Roughness Index (IRI).

The formulated research hypothesis is stated as: The adequate control in the laboratory and field of the MAC increases the quality in the production of asphalt in the plant for the Tacna-La Paz Road Integration Project; Tacna-Collpa stretch; sub section III: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404

The population was conformed by the Peruvian and Bolivian side sections of the Tacna-La Paz road integration project. From these sections, the sub-section III was determined as a non-probabilistic and intentional sample: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404, Tacna-Collpa section (Peruvian side) of the Tacna-La Paz road integration project.

Methodologically, the present investigation by the method is deductive, by the type it is explanatory and of descriptive level, by the design it is experimental; prospective; longitudinal.

For the purposes of processing, analysis and interpretation of results, the considerations presented by Torres (2005) were taken into account. In this regard, he points out that these processes must be carried out taking into account the problem under study, the theoretical frame of reference, the objectives formulated, and taking into account the variables and indicators resulting from the process of operationalizing the hypotheses.

Finally, the results of the investigation show that the asphalt plants of the ICCGSA company assigned to the Tacna-La Paz road integration project; Tacna-Collpa stretch; sub section III: Km. 146 + 180 - km. 187 + 404, conform to the requirements of the technical specifications and comply with the regulations of the Ministry of Transport and Communications. From the product tests, it was determined that both plants are operating under acceptable conditions, for example, the asphalt washing test of the mixture for each of the MAC-2 samples at 170°C and 168°C for the Barber Greene and Terex plants, respectively. The 6.64% percentage of asphalt present in the pavement was obtained for the first and 6.70% for the second. Likewise, with respect to controlling the design parameters of the asphaltic mixture applied to the surface, it was obtained that 24 hours after applying the bituminous mixture, the mixture applied complied with the technical specifications; For example, in the case of smoothness, from the tests carried out it was possible to determine that both the minimum and maximum smoothness are equal to and less than 5 mm, then the pavement meets the requirements and has no irregularities in its surface.

Keywords: Quality Control, Hot Asphalt Mixtures (MAC), Tacna-La Paz Road Integration Project.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis aborda una problemática actual, relacionada con el hecho de conocer de qué manera se realiza el control de calidad de la producción y aplicación de las mezclas asfálticas en las carpetas de rodadura de los proyectos viales. El conocimiento de la calidad del asfalto producido y aplicado permitirá dar fe de que la pavimentación de las carreteras se ejecuta cumpliendo las especificaciones técnicas requeridas y cumpliendo las normas establecidas por las instituciones reguladoras.

Asumiendo como premisa lo señalado en el párrafo precedente, es que decidimos desarrollar la investigación titulada “Calidad en la producción en planta, control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) para el proyecto integración vial Tacna – La Paz: Tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM. 146+180 – KM. 187+404”; la cual tiene por objetivos: Determinar el efecto de un adecuado control en plantas de asfalto, laboratorio y campo del MAC en la calidad de la producción de asfalto para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404

La presente investigación es importante ya que porque en ella se presenta el procedimiento a seguir cuando se desea realizar el control de calidad de la producción de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) *in situ* para proyectos de asfaltados de carreteras. En forma específica el control fue para el Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz; tramo Tacna – Collpa; luego, los resultados permitieron dar a conocer a la empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. – ICCGSA, el impacto que tiene el control de la calidad en la producción de MAC de sus plantas Barber Greene y Terex, ambas instaladas y funcionando a diciembre de 2017, a 20 km del Centro Poblado El Ayro del distrito de Palca de la provincia de Tacna.

Dado que, para garantizar una pavimentación exitosa de tal manera que esta cumpla con los requerimientos específicos y las normativas establecidas, se debe incidir bastante en el control de la calidad de la producción de asfalto, en ese sentido, a través de la presente investigación se busca describir y analizar la manera como se realiza el control de la producción de asfalto en el Sub Tramo III: KM. 146+180 - KM. 187+404, del Tramo Tacna – Collpa del Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz. Para efectos de reportar lo referido con la ejecución de la investigación, se consideró el siguiente desarrollo informativo:

En el Capítulo I. Aspectos Metodológicos, se presenta información relacionado con la identificación y formulación del problema, que es la siguiente: ¿En qué medida tiene efecto el control en laboratorio y campo del MAC en la calidad de la producción de asfalto en planta para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – KM. 187+404?, también cuenta con el objetivo general: Determinar el efecto de un adecuado control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la calidad de la producción de asfalto para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404?, además presenta tres objetivos específicos, hipótesis, variables e indicadores, etc.

En el Capítulo II. Marco Teórico, se presenta la información teórica recolectada y agrupada en los siguientes ejes teóricos: Antecedentes que en cierto modo están vinculadas con las variables de estudio, desarrolladas a nivel internacional y nacional. Además se presenta el punto de Bases Teóricas divididas en subtemas como: Redes viales, estabilización de suelos, asfaltos, plantas de producción de asfalto, calidad y control de calidad del asfalto.

En el Capítulo III. Aspectos Generales, se presenta aspectos generales del proyecto de Integración vial TACNA – LA PAZ, la cual contiene: Consideraciones Generales, Descripción general de la zona (Departamento de Tacna, Provincia de Tacna, Distrito de Palca), Sub Tramo III KM. 146+180 – KM. 187+404, Consideraciones Generales y por último Producción de Asfalto.

En el Capítulo IV. Resultados y Discusión, se presenta los resultados obtenidos luego de realizar los ensayos para el control de la calidad de la producción de la mezcla asfáltica en caliente (MAC)

La presente investigación también contempla dentro de su estructura otros apartados tales como conclusiones, recomendaciones, bibliografía, anexos, etc.; los cuales son secciones o apartados de común aparición dentro de un informe de investigación.

Capítulo 1

ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.1. Descripción de la Realidad Problemática.

La baja temperatura ambiental al construir una determinada carretera constituye una de las principales causas que afecta las propiedades reológicas del asfalto y en consecuencia las propiedades físicas de las mezclas, originando el fisuramiento de las capas asfálticas por contracción térmica y/o por el incremento de la rigidez con la acción combinada del tráfico pesado. En efecto, el gradiente térmico genera diariamente cambios volumétricos en el interior de la capa asfáltica, los que a su vez producen esfuerzos cíclicos de tracción y compresión, que provocan finalmente su falla por fatiga.

El agua superficial (lluvias) también contribuye a la oxidación del asfalto, al ingresar por los vacíos de la capa de rodadura. Su mayor efecto destructivo se manifiesta en forma combinada con las cargas de tráfico, ya que el agua alojada en las fisuras del pavimento, por efecto de la presión de los neumáticos, genera una presión de poros que gradualmente destruye el pavimento asfáltico

Debido a su ubicación geográfica del tramo Tacna–Collpa del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz, los problemas identificados y expuestos en los párrafos anteriores están presentes en el tramo en mención; por tal motivo el uso de una Mezcla Asfáltica Modificada (MAC-Modificada) fue utilizada como material de pavimentación, esto con la finalidad de contar con una mezcla capaz de mantenerse flexible y elástica a la temperatura más baja prevista para su vida en servicio, y con una mejor resistencia a la fatiga y al envejecimiento.

En razón de lo señalado en los párrafos precedentes y para evitar que los problemas señalados persistan, es necesario e importante tomar en cuenta los aspectos concernientes a la calidad en el asfalto modificado, para poder garantizar como resultado de controlar la calidad del mismo, una mezcla con las siguientes características: Alto grado de trabajabilidad, impermeabilidad y flexibilidad.

1.2. Formulación del problema.

Teniendo en cuenta la problemática descrita en el apartado anterior, la presente investigación establece el control de la calidad de la producción del asfalto, utilizado en la pavimentación del sub tramo III de la carretera Tacna-Collpa; se formuló la pregunta:

¿En qué medida tiene efecto el control en laboratorio y campo del MAC en la calidad de la producción de asfalto en planta para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – KM. 187+404?

Para dar respuesta a la pregunta general antes formulada se consideró interrogantes de aspectos específicos del control de la calidad de la producción de asfalto. Dichas interrogantes fueron sistematizadas de la siguiente manera:

- ¿En qué medida tiene efecto el control de calidad de las plantas de asfalto Barber Greene y Terex para las condiciones climáticas y ambientales del proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – KM. 187+404?
- ¿En qué medida tiene efecto el control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente producido en el laboratorio de asfalto para las condiciones climáticas y ambientales del proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – KM. 187+404?
- ¿En qué medida tiene efecto el control de calidad del asfalto a la aplicación de la mezcla asfáltica en caliente sobre la superficie para las condiciones climáticas y ambientales del proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – KM. 187+404?

1.3. Objetivos de la Investigación.

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el efecto de un adecuado control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la calidad de la producción de asfalto para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404?

1.3.2. Objetivos específicos.

Objetivo Especifico 1

Determinar el efecto de un adecuado control en las plantas de asfalto Barber Greene y Terex para las condiciones climáticas y ambientales en la calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) para la producción de asfalto del proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

Objetivo Especifico 2

Determinar el efecto de un adecuado control en laboratorio para las condiciones climáticas y ambientales en la calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la producción de asfalto para el Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

Objetivo Especifico 3

Determinar el efecto de un adecuado control en campo para las condiciones climáticas y ambientales en la calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) en la producción de asfalto para el Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

1.4. Importancia y justificación de la investigación.

1.4.1. Importancia.

La presente investigación es importante porque en ella se explica el procedimiento a seguir para realizar el control de calidad de la producción de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) *in situ* para proyectos de asfaltados de carreteras. En forma específica el control será desarrollado para el Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz; tramo Tacna – Collpa; luego, los resultados dieron a conocer a la empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. – ICCGSA, la calidad de la mezcla asfáltica en caliente de sus plantas Barber Greene y Terex, ambas instaladas y funcionando a octubre de 2017, en el Centro Poblado El Ayro del distrito de Palca de la provincia de Tacna.

1.4.2. Justificación.

Desde el punto de vista teórico, la presente investigación contribuye con la ampliación de los conocimientos relacionados con la producción de la mezcla de asfalto en caliente (MAC) y el uso de esta misma en la pavimentación de carreteras.

La presente investigación tiene justificación práctica ya que explica el proceso de control de calidad, tanto de la producción como de la aplicación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) con fines de pavimentación de una carretera y con datos recogidos *in situ*.

La presente investigación tiene trascendencia cualitativa debido a que como resultado de haber ejecutado la misma, se pone a disposición de la comunidad intelectual, los resultados relevantes sobre el proceso de control de la calidad tanto de la producción como la aplicación de asfalto.

Desde el punto de vista académico, la presente investigación servirá como fuente de información y antecedente para la realización de otras investigaciones relacionadas con el control de calidad de la mezcla de asfalto en caliente, con fines específicos y circunscritos a determinadas zonas geográficas.

1.4.3. Limitaciones.

La limitación se basó en la disposición de los equipos para los ensayos, ya que se adaptó disponibilidad de horarios fuera de la jornada laboral de la empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales ICCGSA. En tal sentido la programación de la investigación se extendió desde el mes de Noviembre del 2017 al mes de Mayo 2018.

1.5. Hipótesis, variables e indicadores.

1.5.1. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis general.

El adecuado control en laboratorio y campo del MAC aumenta la calidad en la producción de asfalto en planta para el Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

1.5.2. Hipótesis específicas.

H_{E1}: El adecuado control en las plantas Barber Grenne y Terex para las condiciones climáticas y ambientales aumenta la calidad del MAC en la producción de asfalto en para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, tiene impacto en la garantía de un asfalto con los parámetros determinado en el expediente técnico.

H_{E2}: El adecuado control en laboratorio para las condiciones climáticas y ambientales aumenta la calidad del MAC en la producción de asfalto en planta para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, tiene impacto en la garantía de un asfalto con los parámetros determinado en el expediente técnico.

H_{E3}: El adecuado control en campo para las condiciones climáticas y ambientales aumenta la calidad del MAC en la producción de asfalto en planta para el proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, tiene impacto en la garantía de un asfalto con los parámetros determinado en el expediente técnico.

1.5.2. Variables.

En la presente investigación se tuvieron como variables objeto de análisis, a las siguientes:

Variable Dependiente tipo Cualitativa Ordinal: Calidad en la producción en planta

Variable Independiente tipo Cualitativa Ordinal: Control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) para el proyecto integración vial Tacna – La Paz; tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM 146+180 – km 187+404

1.5.3. Indicadores.

Las dimensiones e indicadores de las variables dependiente e independiente fueron los siguientes:

Cuadro 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES / INDICADORES
<p>Variable Dependiente tipo Cualitativa Ordinal: Calidad en la producción en planta</p> <p>Variable Independiente tipo Cualitativa Ordinal: Control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente para el proyecto integración vial Tacna – La Paz; tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM 146+180 – km 187+404</p>	<p>Control de calidad de las plantas (Barber Greene y Terex)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico en la faja. <p>Control de calidad del producto (Control en laboratorio).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lavado asfáltico de la mezcla. (Porcentaje de asfalto presente en el pavimento) - Ensayo Marshall. (Resistencia de mezclas bituminosas) - Ensayo Rice. (Gravedad específica de la mezcla) - Ensayo Lottman. (Efecto de agua sobre la resistencia de tensión de la mezcla) - Ensayo de Adherencia. (Grado de cubrimiento de las partículas) <p>Control de calidad del producto aplicado (Control de calidad en pista).</p> <p>1.-Control al momento de aplicar producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control de temperatura ambiente. - Control del sopleteo. - Control de la limpieza de la base granular imprimada a asfaltar. <p>2.-Control a 24 horas de aplicado el producto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Viga Benkelman (Medida de la Deflexión de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman) - Ensayo de Lisura (Medida de la Irregularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros) - Ensayo IRI (Índice de rugosidad internacional) - Ensayo del péndulo (Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento) - Extracción de Diamantina (Calcular la compactación y el peso unitario)

Fuente: Elaboración propia.

1.6. Propuesta técnico-metodológica.

La primera etapa de la ejecución de la investigación estuvo orientada a la determinación de las características de la producción de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) y el proceso seguido en las plantas de asfalto de la empresa ICCGSA, empresa encargada de la construcción del sub tramo III del tramo Tacna–Collpa del proyecto de integración vial Tacna-La Paz.

La segunda etapa de la investigación consistió en la ejecución del proyecto de investigación previamente planeado, para tal efecto se realizó el procesamiento de la información, análisis de los datos y la interpretación de los resultados; en ese sentido, la investigación se orientó a controlar la calidad de las plantas de asfalto Barber Greene y Terex, controlar la calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) producido en dichas plantas y controlar los parámetros de diseño de la mezcla asfáltica aplicada en la carretera en dos momentos, al momento de aplicar y luego de 24 horas.

1.7. Diseño de investigación.

POR EL MÉTODO: Deductivo

Según (Pérez Porto & Merino, 2008), en su artículo “Definición de método deductivo”, precisa que el método deductivo es un método científico que considera que la conclusión se halla implícita dentro las premisas. Esto quiere decir que las conclusiones son una consecuencia necesaria de las premisas: cuando las premisas resultan verdaderas y el razonamiento deductivo tiene validez, no hay forma de que la conclusión no sea verdadera.

Orientación: Aplicada

Según (Mendoza, 2012, pág. 1) en su artículo “Clases de Investigación Científica”, precisa que La Investigación aplicada busca el conocer, para hacer, para actuar, para construir y para modificar; además se puede decir que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico, sin embargo, en una investigación empírica lo que realmente sirve, son las consecuencias prácticas.

Enfoque: Cuantitativo

Según (Galeano, 2004, pág. 24) en su libro “Diseño de proyectos en la investigación” precisa que los estudios de corte cuantitativo pretenden la explicación de una realidad social vista desde una perspectiva externa y objetiva. Su intención es buscar la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias. Trabajan fundamentalmente con el número, el dato cuantificable

POR EL TIPO Y NIVEL:

La presente investigación es explicativa de nivel descriptivo ya que se describe todos los procesos necesarios para llegar a un buen control de calidad en plantas, laboratorio y en campo de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

POR EL DISEÑO Y ESTUDIO:

La presente investigación es experimental ya que se realizan ensayos de laboratorio y campo para determinar los parámetros adecuados de una buena calidad en la mezcla asfáltica en caliente. También es prospectiva debido a que si se controla de una manera correcta el proceso de elaboración y colocación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC), en el tiempo se evitará las grietas, fisuras, hundimientos, etc.

1.7.1. Sujetos de la Investigación.

1.7.1.1. Población.

La población estuvo conformada por los tramos lado peruano y boliviano del proyecto de integración vial Tacna-La Paz, y, cada uno de los sub tramos considerados tanto en el tramo peruano como en el tramo boliviano.

Cuadro 2. *Situación del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz, tramo lado peruano, al año 2017.*

SUB TRAMO I:	Km. 43+610 - Km. 94+000 (50.4 Km.): La obra se encuentra en ejecución desde el 26 de agosto del 2016, con una inversión de US\$ 73.77 millones. Al mes de abril 2017 tiene un avance de 26% y está programado culminar en abril 2018.
SUB TRAMO II:	Km. 94+000 - Km. 146+180 (Dv. Tripartito) (52.2 Km.): Obra en ejecución desde el 02 de setiembre del 2016, con una inversión de US\$ 45.59 millones. Previsto culminar en junio 2018.
SUB TRAMO III:	Km. 146+180 (Dv. Tripartito) - Km. 187+410 (Frontera con Bolivia) (41.2 Km.): El 19 de febrero del 2016 se dio inicio a las obras con una inversión de US\$ 45.8 millones. Al mes de abril del 2017 cuenta con un avance de 59% y se ha previsto concluir en febrero 2018.

Fuente: (Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana – IIRSA, 2017). Ficha de Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz, tramo Tacna – Collpa, Perú.

1.7.1.2. Muestra.

La muestra no probabilística e intencionada estuvo conformada por el sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404, tramo Tacna–Collpa (lado peruano) del proyecto de integración vial Tacna-La Paz.

1.7.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

1.7.2.1. De recolección de información.

Para efectos de recolectar la información referida a la variable «Calidad en la producción en planta», se utilizaron como técnicas la observación in situ, el análisis documental de la línea de base del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz y el registro de datos referidos al proceso y características de las plantas de producción del MAC de la empresa ICCGSA.

Por otro lado, para el caso de la variable «Control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente para el proyecto integración vial Tacna – La Paz; tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM 146+180 – km 187+404», se tuvo en cuenta las técnicas propias utilizadas para los diferentes ensayos realizados, vale decir, Ensayo Marshall, ensayo Rice, ensayo Lottman, ensayo de Adherencia, control de temperatura ambiente, control del sopleteo, etc.

1.7.2.2. De procesamiento de información.

Los instrumentos de recolección de la información se correspondieron con cada una de las técnicas señaladas en el apartado precedente. Para cada técnica referida a la

recolección de información pertinente con la variable «Producción de la mezcla asfáltica en caliente (MAC)», se diseñó un instrumento guía para el registro de la información; luego, dicha información fue procesada y analizada valiéndonos de la estadística descriptiva.

Para el caso de la variable «Control en laboratorio y campo de la mezcla asfáltica en caliente para el proyecto integración vial Tacna – La Paz; tramo Tacna – Collpa: Sub Tramo III: KM 146+180 – km 187+404 », se tuvo en cuenta como instrumentos de recolección de información a los protocolos establecidos para cada una de las técnicas; luego, la información recolectada fue procesada y analizada valiéndonos de los indicadores referenciales establecidos como máximos o mínimos a los cuales nos debimos aproximar, por ejemplo, control de temperatura ambiente, el cual debió estar en 6°C.

En síntesis, la información recolectada fue procesada mediante cuadros, rangos, gráficas y escalas realizadas en el programa EXCEL; dicha información procesada originaron los datos objeto de análisis, los cuales fueron analizados en función de lograr los objetivos de la investigación; por su parte, los resultados obtenidos del análisis de datos fueron interpretados en función de probar la hipótesis de investigación.

1.7.3. Aplicación de métodos para determinar la calidad del producto

1.7.3.1. Control de calidad en plantas de asfalto.

El control de calidad de las plantas de asfalto se realiza a través de dos principales actividades o ensayos: Calibración de las plantas y análisis granulométrico en la faja.

La calibración de las plantas tiene que ver con la capacidad que tienen las plantas de funcionar óptimamente, lo cual se reflejará en la producción; en virtud de la consideración acabada de establecer. Según (Huertas M., 1999, pág. 3), en su artículo denominado: “Cómo alcanzar las expectativas de producción y rendimiento en plantas asfálticas en caliente”, publicado por la entidad SECOTEC (Servicios y Consultas Técnicas), en México, precisa que la capacidad de secar y calentar adecuadamente los agregados determinará la magnitud de la producción; luego, es importante prestar atención especial al proceso de remoción de humedad y transferencia del calor, o sea, el flujo de los gases calientes.

El análisis granulométrico en la faja es un ensayo que tiene que ver con garantizar la calidad de uno de los componentes importantes de la mezcla asfáltica, los agregados, con respecto a dicho ensayo, destaca que la producción de una planta de mezclas asfálticas en caliente tiene que ver con la capacidad de la misma de remover la humedad de los agregados así como la de elevar su temperatura a aquellas que es ideal para que luego de su posterior mezclado con asfalto líquido, pueda ser propiamente utilizada en el tendido de las carpetas asfálticas.

1.7.3.2. Control de calidad en laboratorio.

El control de calidad del asfalto en el laboratorio es del tipo de control de calidad del producto (mezcla asfáltica o bituminosa), se realiza a través de diversos ensayos, los más frecuentes, son:

Lavado asfáltico de la mezcla: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, págs. 1-3), en su norma “Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos – (MTC E 502-2000)”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, precisa que este ensayo permite determinar: el porcentaje de asfalto presente en un pavimento; y, si los agregados utilizados en dicho pavimentos cumplen o están dentro del rango establecido en las especificaciones, verificando así la calidad del pavimento.

Dado que los resultados obtenidos con estos métodos pueden afectarse por la edad de los materiales, el ensayo se efectúa sobre mezclas y pavimentos inmediatamente después de su preparación con la finalidad de obtener mejores resultados cuantitativos. Con respecto a este ensayo el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 1) señala que:

- El ligante del pavimento es extraído con tricloroetileno, tricloroetano, cloruro de metileno, o benceno, empleando el equipo de extracción aplicable al método particular.
- El contenido de asfalto se calcula por diferencia de peso del agregado extraído, del contenido de humedad y del material mineral en el extracto.

- El contenido de asfalto se expresa como porcentaje en peso de las mezclas libres de humedad (como porcentaje del peso secado al horno del agregado total en la muestra de mezcla asfáltica secada al horno).

Por otro lado, con respecto a la finalidad y alcance de este ensayo, señala:

- La cantidad de asfalto que absorbe el agregado contribuye poco o nada a la durabilidad de un pavimento asfáltico en servicio, en no más que posiblemente proveer mayor resistencia al desprendimiento en presencia de agua.
- El porcentaje de absorción de asfalto puede ser un indicador de los cambios que pueden ocurrir en la producción de mezcla en planta, durante el proceso de construcción.
- El porcentaje de absorción de asfalto puede ser usado para calcular el porcentaje de vacíos de aire durante el diseño de mezcla asfáltica.



Imagen 1. Colocado de la mezcla asfáltica en la centrífuga para la realización del ensayo.

Fuente: Lavado asfáltico de mezcla en el laboratorio de la Empresa ICCGSA asignado al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Ensayo Marshall: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, págs. 1-2) en su norma “Resistencia de mezclas bituminosas empleado el aparato Marshall – (MTC E 504 – 2000)”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, precisa que el ensayo Marshall es un procedimiento que permite determinar la resistencia de mezclas bituminosas empleando el denominado “Aparato Marshall”. Este ensayo permite, a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa para pavimentación, de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro; el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento. El procedimiento seguido en el ensayo Marshall, considera las siguientes ejecuciones:

- Las probetas son calentadas en un baño de agua a 60°C, esta temperatura representa normalmente, la temperatura más caliente que un pavimento en servicio va a experimentar.
- Las mezclas asfálticas en caliente de base que no cumplan este criterio, cuando se ensayen a 60°C, se consideraran satisfactorias si cumplen los criterios cuando se ensayen a 38°C si se colocan a 100 mm o más por debajo de la superficie.



Imagen 2. El ensayo Marshall es un procedimiento para obtener el contenido de asfalto y diferentes parámetros de calidad de una mezcla bituminosa.

Fuente: Ensayo Marshall elaborado en el laboratorio de la Empresa ICCGSA asignado al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Precisa también cual es la finalidad y el alcance del ensayo Marshall:

- Se emplea en mezclas densas bituminosas de laboratorio y aquellas producidas en planta, con agregados hasta de 25 mm de tamaño máximo.
- Los especímenes de mezclas bituminosas compactadas, moldeadas por este procedimiento son empleados para varios ensayos físicos tales como estabilidad, flujo, resistencia a tracción indirecta y módulos.
- Los valores de estabilidad Marshall y flujo, son empleados para el diseño de mezclas en laboratorio así como para la evaluación de mezclas asfálticas.
- La estabilidad y flujo Marshall son características de las mezclas bituminosas determinadas a partir de especímenes compactados. La estabilidad Marshall es la máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga. El flujo Marshall es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad.
- Para propósitos de diseño de mezcla los resultados de los ensayos de estabilidad y flujo deberán consistir del promedio de un mínimo de 03 especímenes por cada incremento de contenido de ligante, donde el contenido de ligante varía en incrementos de 0,5% sobre un rango de contenido de ligante.

Cuadro 3. *Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.*

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción; p. 570.

Notas:

- (1) A junio de 2013 se tenían tramos efectuados en el Perú que tenían el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.
- (2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0,075 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.
- (3) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Estabilidad /flujo sea de la menor magnitud posible.
- (4) El Índice de Compactibilidad mínimo será 5. El Índice de Compactibilidad se define como:

$$\frac{1}{GEB\ 50 - GEB\ 5}$$

Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Ensayo Rice: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, págs. 1-5), en su norma “Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas para pavimentos - (MTC E 508-2000)”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, precisa que este ensayo permite determinar el peso específico máximo de las mezclas asfálticas para pavimento sin compactar. Este método de ensayo tiene por objeto determinar el peso específico máximo de mezclas asfálticas. El ensayo se realiza a la mezcla suelta, o sea a la mezcla no compactada y se indica el peso específico de la mezcla sin vacíos. El resultado ayuda a determinar la cantidad de cemento asfáltico absorbido por los agregados de la mezcla para así conocer la cantidad total o efectiva de cemento asfáltico requerida para la misma.



Imagen 3. El Ensayo Rice es un procedimiento utilizado para la determinación del peso específico efectivo y absorción de asfalto de agregados pétreos para mezclas asfálticas en caliente.

Fuente: Ensayo Rice elaborado en el laboratorio de la Empresa ICCGSA asignado al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

El método incluye también una versión de ensayo rápido para determinar el peso específico relativo, que puede emplearse en un laboratorio de terreno o de planta. La determinación del peso específico es importante ya que, este puede ser un medio conveniente para controlar la uniformidad de producción de mezcla asfáltica.

Ensayo Lottman: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, págs. 1-5), en su norma “Resistencia de mezclas asfálticas compactadas al daño inducido por humedad - (MTC E 522-2000)”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, precisa que este método cubre la preparación de especímenes y la medida del cambio de la resistencia a la tensión diametral que resulta de los efectos de la saturación del agua y acondicionamiento en agua acelerado con un ciclo de congelamiento – deshielo, de mezclas asfálticas compactadas. Los resultados pueden ser empleados para predecir la susceptibilidad al desprendimiento a largo plazo de las mezclas asfálticas y evaluar los aditivos líquidos antidesprendimiento que son adicionados a la mezcla asfáltica ó sólidos polvorientos, tales como la cal hidratada ó cemento Portland, los que son adicionados al agregado mineral.

Además, está destinado a evaluar los efectos de saturación y acondicionamiento acelerado en agua con un ciclo de congelamiento-deshielo de mezclas asfálticas compactadas. Este método puede ser empleado para probar: (a) mezclas de asfalto en conjunto con ensayos de diseño de mezcla (mezclado en laboratorio, compactado en laboratorio); (b) mezclas asfálticas producidas en plantas mezcladoras (mezcladas en campo, compactadas en laboratorio); y (c) núcleos de mezcla asfáltica obtenidos del mismo pavimento a cualquier edad (mezclado en campo y compactado en campo). Los índices numéricos de las propiedades del esfuerzo indirecto retenido, son obtenidos por comparación de las propiedades de especímenes de laboratorio sujetos a humedad y al acondicionamiento de congelamiento – deshielo con las propiedades similares de especímenes secos.

Para aquellos especímenes que van a ser sujetos a saturación al vacío, al ciclo de congelamiento y al ciclo de embebido en agua tibia, calcular el volumen de vacíos de aire (V_a) en centímetros cúbicos empleando la siguiente ecuación:

$$V_a = \frac{P \cdot E}{100}$$

Donde:

Va = Volumen de vacíos de aire, en centímetros cúbicos,

Pa = Vacíos de aire en porcentaje

E = Volumen del espécimen en centímetros cúbicos.

Después, se tendrá que calcular el volumen absorbido de agua (J') en centímetros cúbicos empleando la siguiente ecuación:

$$J' = B' - A'$$

Donde:

J' = Volumen de agua absorbida en centímetros cúbicos.

B' = Peso del espécimen saturado con superficie seca después de la saturación parcial al vacío, g;

A' = Peso del espécimen seco en el aire, g

Luego, se determinará el grado de saturación (S') comparando el volumen del agua absorbida (J') con el volumen de vacíos de aire (Va)

$$S' = \frac{100 \cdot J'}{V_a}$$

Donde:

S' = Grado de saturación en porcentaje.

Si el grado de saturación está entre 70 y 80 por ciento, proceder con cubrir cada uno de los especímenes saturados al vacío firmemente con una cubierta plástica. Colocar cada espécimen envuelto en una bolsa plástica conteniendo $10 \pm 0,5$ mL de agua, y sellar la bolsa.

Colocar las bolsas plásticas conteniendo los especímenes en la congeladora a una temperatura de $-18^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{C}$ por un mínimo de 16 horas. Remover los especímenes de la congeladora.

También, se tendrá que calcular el esfuerzo a tensión como sigue:

$$S_t = \frac{200 \cdot P}{3,141592 \cdot (t) \cdot (D)}$$

Donde:

S_t = Esfuerzo a la tensión KPa.

P = Carga máxima, N

t = Espesor del espécimen, mm

D = Diámetro del espécimen, mm



Imagen 4. El ensayo Lottman consiste en cargar una probeta cilíndrica, igual a la definida para el ensayo Marshall, con una carga de compresión diametral a lo largo de dos generatrices opuestas.

Fuente: Ensayo Lottman elaborado en el laboratorio de la Empresa ICCGSA asignado al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Además se debe de expresar el índice numérico de resistencia de mezclas asfálticas al efecto dañino del agua como la razón del esfuerzo original que es retenido después del acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo.

Se calcula la razón del esfuerzo a tensión con dos cifras decimales como se indica:

$$\text{Razón del Esfuerzo a Tensión (TSR)} = \frac{S_2}{S_1}$$

Donde:

S_1 = Promedio del esfuerzo a la tensión del subgrupo seco, KPa.

S_2 = Promedio del esfuerzo a la tensión del subgrupo acondicionado, KPa.

Ensayo de Adherencia: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), en su norma “Adherencia del Bitumen – Agregado (MTC E 519-2000)”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, tiene por objetivo determinar el grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa, en base al porcentaje de partículas de agregado grueso que quedan completamente recubiertas por el ligante bituminoso. Dicho porcentaje para varios tiempos de mezclado puede ser usado para establecer el tiempo de mezclado mínimo requerido para producir un cubrimiento satisfactorio del agregado para un conjunto de condiciones dadas.

El procedimiento del ensayo considera: Tamizar cada muestra inmediatamente mientras esté caliente, sobre la malla de 9,5 mm (3/8 pulg.) o la N°4, para materiales con tamaño máximo de 9,5 mm (3/8 pulg.). Tomar una muestra lo suficientemente grande para que resulte entre 200 a 500 partículas de agregado retenidas en las mallas indicadas anteriormente, No sobrecargue los tamices.

Colocar las partículas en una superficie limpia y empiece a contar de inmediato. Examinar muy cuidadosamente cada partícula bajo la luz directa del sol, luz fluorescente o similar. Si aún se notara una pequeña área no recubierta, clasificarla como “parcialmente cubierta”, si está completamente cubierta, clasificarla como “completamente cubierta”.



Imagen 5. El ensayo de adherencia permite determinar el grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa.

Fuente: Ensayo de Adherencia elaborado en el laboratorio de la Empresa ICCGSA asignado al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

La fórmula a usarse para reportar el porcentaje estimado de partículas cubiertas, es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de partículas recubiertas} = \frac{\text{Número de partículas completamente recubiertas}}{\text{Número total de partículas}}$$

Cuadro 4. *Requisitos de adherencia.*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 Mín.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013). Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción; p.570.

Notas:

(*) Mayor a 3000 msnm y zonas húmedas o lluviosas.

(**) Grado inicial de desprendimiento.

1.7.3.3. Control de calidad en pista.

El control de calidad de la mezcla asfáltica aplicada en pista, se realiza en dos momentos: Previamente a la aplicación de la mezcla asfáltica y a 24 horas de haberse aplicado la mezcla asfáltica.

Control al momento de aplicar producto: Son controles realizados instantes previos a la aplicación de la mezcla asfáltica en pista, comprende los siguientes:

Control de temperatura ambiente: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 580) recomienda como control general, que: las mezclas asfálticas calientes se colocarán cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura ambiental sea superior a 6°C, y no haya precipitaciones pluviales; además, con respecto al control específico de la mezcla asfáltica en las diferentes etapas que van desde la salida de planta hasta su aplicación en pista, señala:

- Para el transporte de la mezcla: la temperatura no debe ser inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.
- Para el esparcido de la mezcla: no se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en presencia de precipitaciones pluviales, o cuando la temperatura ambiental sea inferior a 6°C.
- Para la Compactación de la mezcla: la compactación deberá comenzar, una vez esparcida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta temperatura-viscosidad.

Control del sopleteo: Consiste en controlar que la aplicación de aire a presión (sopleteo) en los huecos que pudiera haber en la base granular imprimada a asfaltar con el fin de retirar el polvo del fondo, sea realizado de una manera óptima y garantice la no presencia de elementos extraños sobre el riego de liga o capa divisoria entre rasante (asfalto) y la base granular (chancada o blinder).

Control de la limpieza de la base granular imprimada a asfaltar: Consiste en controlar el retiro del exceso de material bituminoso que puede contribuir a la formación de

charcos. El trabajo se realiza de forma manual, mediante el uso de escobas y elementos similares.



Imagen 6. Control de limpieza y sopleteo mediante un compresor de aire, la cual nos permite una mejor adherencia entre la base granular imprimada, el material ligante y la mezcla asfáltica.

Fuente: Limpieza en la base granular imprimada del tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Control a 24 horas de aplicado el producto: Son controles posteriores a la aplicación de la mezcla asfáltica en pista, pasado las 24 horas, comprende los siguientes:

Viga Benkelman en carpeta asfáltica: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), en su norma “Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman – MTC E 1002-2000”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, precisa que este control consiste en un procedimiento para determinar procedimiento para determinar con una viga Benkelman la deflexión o deformación recuperable, el radio de curvatura y el cuenco de deflexiones de un pavimento flexible, producidos por una carga estática. Para tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de llantas, espaciamiento entre ruedas duales y presión de inflado están normalizadas. El punto del pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea será localizado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde. La rueda dual externa del camión deberá ser colocada sobre el punto seleccionado; para la correcta ubicación de la misma, deberá colocarse en la parte trasera extrema del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de

carga. Desplazando suavemente el camión, se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada, de modo que simultáneamente el punto quede entre ambas llantas de la rueda dual.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) recomienda utilizar las distancias indicadas en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. *Distancias para ensayo de Viga Benkelman.*

Ancho del carril	Distancia del punto de ensayo desde el borde del pavimento
2,70 m	0,45 m
3,00 m	0,60 m
3,30 m	0,75 m
3,60 m o más	0.90 m

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). Manual de Ensayo de Materiales; p.964

Para el caso del ensayo de viga doble, el cálculo es directo, se multiplican las lecturas por la relación de brazos de la viga Benkelman doble. La diferencia entre la viga simple y la doble, radica en que con la viga doble solamente se toman las lecturas en el eje de carga y a 25 cm del mismo.

$$D = LD \times RB$$

Donde:

D: Deflexión, expresada en 0.01mm.

LD: Lectura del dial.

RB: Relación de brazos de la viga Benkelman (normalmente: 1:2, 1:4).

Nota: El valor 4 usado para el cálculo de las deflexiones obedece a que la relación de longitudes de brazo indicadas es 4. En caso de que la viga utilizada tenga una relación diferente, se aplicará la relación de brazos que corresponda.

El radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula con la expresión independientemente de la viga utilizada:

$$RC = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})} \text{ (Expresado en m)}$$



Imagen 7. Ejecución del Ensayo de Viga Benkelman para determinar la deflexión y radio de curvatura.

Fuente: Ensayo Viga Benkelman en la carpeta asfáltica del tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) en el expediente técnico de la obra, indica que los valores del cálculo de la Deflexión Admisible para el pavimento utilizando la fórmula de Conreval, la cual está en función de los ejes Equivalentes para un periodo de 10 años para los tramos I y II, se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Deflexiones admisibles.

MTC			
ITEM	DESCRIPCION	D adm (1/100 mm)	
		Tramo I	Tramo II
1	Asfalto	133.76	110.01

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016).

Lisura en carpeta asfáltica: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), en su artículo “Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros - (MTC E 1001-2000)”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, pretende que control de la lisura busca disminuir o eliminar las irregularidades puntuales existentes en la superficie de los pavimentos. El ensayo

describe dos procedimientos y dos aparatos para medir la irregularidad de la superficie de un pavimento.



Imagen 8. *Ensayo de Lisura realizada con la regla de tres metros.*

Fuente: Ensayo Lisura en la carpeta asfáltica del tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

El primero, A, es la regla estática de 3 metros; el segundo, B, es la regla rodante de 3 metros. Ambos procedimientos son semejantes y su diferencia principal estriba en la posibilidad de realizar las medidas de forma discreta y lenta, regla estática, o continua y rápida, regla rodante.

Cuadro 7. *Formato para registro de medidas de la irregularidad superficial de un pavimento.*

CONTROL EN PLATAFORMA													
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA	LISURA	CONCLUSION
				MADERA	B / Ext.	Eje	B / Int.	B / Ext.	Eje	B / Int.	PROMEDIO	ESPECIFICADA	
				mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	

Fuente: Formato para el “Ensayo Lisura” en carpeta asfáltica – Elaboración propia.

*Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) en el expediente técnico de la obra, indica que la Lisura Especifica máxima admisible es de 5mm.

Ensayo IRI: El Índice de Regularidad Internacional o Índice de Rugosidad Internacional (IRI), es un parámetro ampliamente utilizado para determinar las características superficiales y de calidad del pavimento. El IRI presenta una escala única

de valores para la medida de la regularidad superficial de los caminos, que puede ser utilizada por la gran mayoría de los aparatos de auscultación que existen en la actualidad.



Imagen 9. Ensayo de Índice de Rugosidad Internacional con la presencia de la Supervisión de obra.

Fuente: Ensayo IRI en la carpeta asfáltica del tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Este índice simula la respuesta de un vehículo al circular por una carretera a 80 km/h y por lo tanto permite considerar factores como seguridad, confort y costo de uso de los vehículos. Con respecto a la determinación del IRI, se recomienda que: La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, se efectuó en toda su longitud y que involucre ambas huellas por tramos preestablecidos o aprobados por el supervisor, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones en secciones cada 100 m.

La rugosidad, en términos del IRI, tendrá un valor máximo de **2,0 m/km** para carpeta asfáltica. El ensayo para determinar el Índice de Regularidad Internacional o Índice de Rugosidad Internacional (IRI), sigue el siguiente procedimiento:

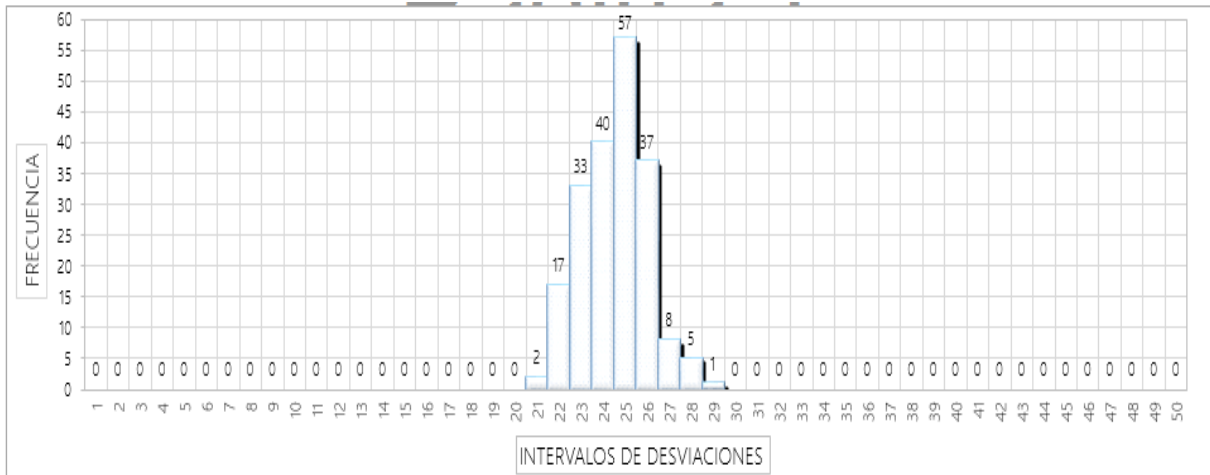
- Se realiza la lectura del ensayo:

200	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TIPO DE PAVIMENTO	
1	24	24	25	24	23	22	23	21	22	22	23	23	25	25	24	26	23	24	23	25	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>
2	23	23	23	26	25	23	24	25	26	23	25	22	25	21	25	28	28	26	26	25	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>
3	28	26	23	26	29	26	27	27	26	26	25	24	25	26	25	26	28	24	26	25	BASE IMPRIMADA	<input type="checkbox"/>
4	24	24	24	22	22	26	22	23	22	24	27	22	24	24	26	25	26	24	23	26	TRAT. BI-CAPA	<input type="checkbox"/>
5	27	25	26	23	27	22	27	26	24	26	23	28	26	24	25	26	26	25	23	25	CARPETA EN FRIO	<input type="checkbox"/>
6	25	26	25	25	26	25	25	25	22	24	26	26	26	25	23	22	23	24	25	25	CARPETA EN CALIENTE	<input checked="" type="checkbox"/>
7	26	26	24	22	25	25	25	25	23	26	22	25	27	24	23	23	24	26	25	25	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>
8	25	23	24	25	24	25	25	25	25	26	23	24	24	26	26	24	25	27	25	22	SELLO	<input type="checkbox"/>
9	23	23	24	24	22	25	23	25	24	24	25	22	26	24	23	26	23	24	25	23	SLURRY	<input type="checkbox"/>
10	25	25	25	24	24	25	23	25	25	25	23	24	24	24	24	25	25	23	25	24	OTRO.....	<input type="checkbox"/>

- Se realiza el conteo de desviaciones (v) por intervalo.

$V_{1/25}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17	33	40	57
$V_{26/50}$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	37	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Se elabora el histograma de frecuencias para 200 desviaciones consecutivas.



- Se realiza los cálculos.

1	Fracción de datos remanentes en el intervalo izquierdo	[31]	0,53	und
2	Fracción de datos remanentes en el intervalo derecho	[38]	0,50	und
3	Número de datos centrales intervalos del	[31] al [38]	4,00	und
4	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)		5,03	und
5	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)		25,15	mm

- Se calcula el índice de rugosidad internacional.

1	Valor máximo registrado	145,00 mm
2	Valor mínimo registrado	105,00 mm
3	Factor de corrección	0,99
4	Rango de D, corregido	24,98 mm
5	$IRI=0.0485 \cdot D_c$	1,2 mm/km

Extracción de Diamantina: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) el ensayo de “Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca - (MTC E 514 – 2000)” precisa que el método es útil para calcular el porcentaje de vacíos de aire, así como para calcular la compactación y el peso unitario de mezcla asfáltica densas compactadas.



Imagen 10. *Extracción de briqueta de la carpeta asfáltica con presencia de la Supervisión.*

Fuente: Extracción de Diamantina en la carpeta asfáltica del tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Las briquetas extraídas de la carpeta asfáltica, se sumergen en un baño con agua a 25°C y se anota su peso bajo el agua. Se seca rápidamente con un trapo húmedo y se pesa al aire. La diferencia entre los pesos se emplea para medir el peso de un volumen igual de agua a 25°C. Con el fin de convertir el peso del agua al peso de referencia de 25°C.

Cálculo de compactación:

$$C = \frac{P_{ea}}{P_{ue}}$$

Donde:

C: Compactación

P_{ea} : Peso específico aparente (g/cm^3)

P_{ue} : Peso unitario del espécimen (g/cm^3)

Según el expediente técnico nos indica que las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una por cada 250m² y los

tramos por aprobar se definirá sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidades.

Además, la densidad de cada testigo individual (D_i) deberá ser mayor o igual al **97%** de la densidad medida de los testigos del tramo (D_m) y **98%** de la media obtenida.

Ensayo del Péndulo: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016), en su norma “Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo del TRRL”, publicado por el Instituto de la Construcción y Gerencia, en Perú, precisa que este ensayo como control de calidad de la mezcla asfáltica, permite determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento en el pavimento con péndulo británico (TRRL). El ensayo tiene como objetivo, obtener el Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (C.R.D.) que valora las características antideslizantes de la superficie de un pavimento. La resistencia al deslizamiento, es la fuerza que se desarrolla a lo largo de la superficie de un pavimento, cuando una rueda está frenada o impedida de girar. El coeficiente de fricción dinámico, corresponde a la razón entre la resistencia al deslizamiento y la fuerza normal a la superficie donde el cuerpo desliza. Los resultados son usados principalmente para los siguientes propósitos: Muestreo de la red vial para la gestión de pavimentos, especificaciones para la restauración de la superficie de rodado, especificaciones para nuevas construcciones, investigación de accidentes y medición para mantenciones de invierno en carreteras.



Imagen 11. *Ensayo de Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo del TRRL con su respectiva señalización de seguridad.*

Fuente: Ensayo Péndulo en la carpeta asfáltica del tramo Tacna–Collpa, Perú - Fotografiado propio.

El procedimiento consiste en la realización de las medidas correspondientes, dejando caer libremente desde su posición de disparo el brazo del péndulo que arrastra la aguja, anotándose la lectura marcada por ésta, en la escala (K) y redondeando al número entero más próximo.

Después de cada disparo y medida, el brazo del péndulo y la aguja se vuelven a su posición de disparo. La medida se repite cuatro veces sobre cada punto de ensayo y operando siempre en las mismas condiciones, volviendo a mojar con agua a la temperatura ambiente la superficie de ensayo antes de cada disparo.

Si las lecturas de las cuatro medidas no difieren en más de tres unidades, se anotan los valores medidos como valor efectivo de la lectura en el punto ensayado.

Si la diferencia entre las 4 lecturas es mayor de 3 unidades BPN (*British Pendulum Number*), se continua realizando medidas hasta que tres consecutivas den la misma lectura, en cuyo caso se toma ésta última secuencia como valor efectivo de las lecturas en el punto ensayado.

Cuadro 8. *Ficha para el registro de las mediciones.*

1.- DATOS							2.- PERSONAL			
SECTOR:		SUPERFICIE:					OPERADOR:			
							ASISTENTE:			
3.- LECTURAS DEL ENSAYO										
PROGRESIVA	CARRIL	PUNTO DE ENSAYO	RESULTADOS DE ENSAYOS					CRD PROMEDIO	TEMPERATURA SUPERFICIE	CRD CORREGIDO
			1°	2°	3°	4°	5°			

Fuente: Formato para el “Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo del TRRL” en carpeta asfáltica – Elaboración propia.

El Número de Péndulo Británico, es la unidad en que se mide el coeficiente de roce del pavimento, cuyo rango va desde 0 a 100. El resultado del ensayo de resistencia al deslizamiento se expresa en tanto por uno, en forma de:

$$\text{Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (CRD)} = \frac{\text{Lectura efectiva de BPN}}{100}$$

Según el expediente técnico nos dice que la especificación mínima de CRD CORREGIDO será de 0.45

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Nacionales.

Algunas investigaciones consultadas que fueron desarrolladas en el contexto nacional, fueron las siguientes:

Según (Pacco Apaza, 2015, págs. 26-40), en su tesis «Plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca», de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú precisa que, buscando contribuir a que la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial San Román de la ciudad de Juliaca, sea más competitiva y productiva; propone un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producida en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román de la ciudad de Juliaca, sobre la base de los fundamentos y requisitos de las normas ISO 9000:2000, ISO 9001:2000. Algunos de los resultados expuestos en dicha investigación, son:

- El objetivo del plan de calidad debe estar orientado a: Proporcionar los procesos generales respecto a los a producción de mezcla asfáltica en caliente. Con el fin de realizar los trabajos de forma eficiente y de manera segura.
- El contenido del plan de calidad deben estar relacionados con aspectos tales como: Actividad, documento de entrada o normativo, responsable de actividad, registro de actividad, recursos, control de variable – características, medio a utilizar, registro a conservar, frecuencia de control y responsable de medir la calidad.

Según (Carrasco Flores, 2004, págs. 32-45), en su tesis «Estudio comparativo entre mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas con emulsiones tibias», de la Universidad de Piura, Perú, precisa un estudio comparativo entre mezclas en caliente y con emulsiones tibias con el objeto de promover la investigación técnica y científica del asfalto y la emulsión usados en la construcción, rehabilitación y mantenimiento de

pavimentos en el país; para tal efecto, en el Laboratorio de la empresa BITUPER S.A.C., realizó los ensayos sobre los agregados siguiendo las normas ASTM, el diseño por el Método Marshall Modificado para mezclas asfálticas en caliente en base a la norma ASTM D-1559, y, modificó el método de Illinois para mezclas asfálticas con emulsión tibia, específicamente en lo que a temperaturas de mezclado se refiere. Algunas conclusiones expuestas en la investigación sujeto a mención, son:

- Las mezclas con emulsiones asfálticas tibias resultan económicas a bajos volúmenes de producción.
- La ventaja económica del empleo de una mezcla asfáltica emulsionada depende de las condiciones del lugar donde se va a ejecutar la obra y del volumen que se necesita.
- En la producción de mezclas asfálticas con emulsión, a diferencia de una mezcla con cemento asfáltico se puede utilizar cualquier tipo de agregado, ya que es posible diseñar una emulsión para un agregado determinado.

Según (Sánchez Ramírez, 2017, pág. 123), en su tesis «Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI» de la Universidad de Piura, Perú. En esta tesis el objetivo fue: determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, mediante el cálculo de su índice de condición, para así elaborar unas propuestas de mejora para el mismo. Dado que el PCI constituye un indicador de la integridad estructural del pavimento y de las condiciones de operación de la superficie, y varía desde cero, para un pavimento fallado, hasta cien para un pavimento en perfectas condiciones; para la aplicación del método, se seleccionaron 2020 metros de pavimento, que se dividieron en tramos, secciones y unidades de muestra. Mediante inspección visual, se determinaron las condiciones generales del pavimento, y se registraron las fallas presentes. Con esta información, se calculó el índice de condición por unidad de muestra y por sección, obteniéndose para las secciones 1, 2, 3, 4 y 5 valores de PCI de 34.4 (malo), 78.3 (muy bueno), 32.4 (malo), 24.8 (muy malo) y 81.7 (muy bueno) respectivamente.

Según (Nikaido F., 2003, págs. 68-82), en su tesis «Estudio y análisis de mezclas asfálticas en caliente (MAC) en el Tramo Vial I: Yura–Patahuasi /Arequipa, con agregados volcánicos», de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú, analiza los

agregados de origen volcánicos usados en mezclas asfálticas provenientes de Arequipa, que fueron usados en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Yura- Patahuasi-Santa Lucía; además realiza una comparación con los agregados provenientes de Lima, tanto en sus propiedades como en el comportamiento de la mezcla, esto con el fin de demostrar la importancia que tienen los agregados dentro de la composición de las mezclas asfálticas en caliente. Algunas conclusiones a las que se llega en la investigación sujeto a mención, son:

- Tanto la arena procedente de Lima como las de Arequipa, no cumplieron con las exigencias del ensayo Riedel Weber (índice de adhesividad mayor a 4); pero, a pesar de ser una de las principales exigencias en las normas para la aceptación o rechazo del agregado a utilizarse en mezclas asfálticas, no se consideró para el descarte del material, debido a que este ensayo no refleja realmente la afinidad del agregado con el ligante porque no lo ensaya en su conjunto, sino considera una parte de su granulometría.
- Los agregados de origen volcánico tienen un buen comportamiento dentro de la mezcla. El uso de estos materiales en futuras obras de carretera dentro del área de influencia debería realizarse previo análisis técnico-económico donde se verifique la ventaja de su uso como cantera de abastecimiento de materiales.
- Los materiales propios de la región pueden ser utilizados para fines de construcción de carreteras y no ser descartados por no cumplir ciertos parámetros que no influyen significativamente en el comportamiento y propiedades de la mezcla.

2.1.2. Internacionales.

Algunas investigaciones consultadas que fueron desarrolladas en el contexto latinoamericano y que están relacionadas con el problema objeto de estudio de la presente investigación, son las siguientes:

Según (Armendariz López, 1989, págs. 125-129), en su tesis titulada «Emulsiones asfálticas sus usos y aplicaciones», de la Universidad Nacional Autónoma, México, en dicha investigación se tiene en cuenta que en el contexto mexicano de finales del siglo pasado, una de las causas por las cuales no se tenía en cuenta ni se usaba las emulsiones

asfálticas era la fuerza de la costumbre ya que en esos años los costos de los rebajados asfálticos (Asfaltos líquidos) eran tan bajos que se aplicaban sin más tratamiento que el calentamiento a la temperatura conveniente con la dosificación correspondiente. En dicha investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- En México a finales del siglo pasado el uso de emulsiones asfálticas era poco comparado con el uso de los asfaltos rebajados.
- El uso de técnicas de emulsiones asfálticas surge para satisfacer ciertos requisitos constructivos tales como: Reducción de los costos de mantenimiento, incremento de la vida útil, rapidez de fabricación, reducción en la contaminación ambiental y el uso racional de los recursos no renovables.

Según (Erazo Carrion, 2009), en su tesis titulada «Evaluación y mejoramiento del proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica que produce la planta de asfalto del ilustre municipio de Loja», de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, se propone realizar el análisis de la producción, transporte colocación y control de calidad de la mezcla asfáltica que fabrica el municipio de Loja para asfaltado de las diferentes calles de la ciudad homónima. Las conclusiones a las que llega el autor, son:

- Los factores que intervienen para la baja producción en la planta de asfaltos de Loja, se debe a que no existe una producción continua al mes por no disponer de calles o avenidas donde colocar la mezcla, falta de materia prima y el clima.
- En la planta de asfaltos de Loja no existe una planificación clara por parte del municipio para la producción de mezcla asfáltica.

Según (Ibañez Aguilera, 2003, pág. 75), en su tesis titulada «Uso de emulsiones en pavimentos asfálticos; asfaltos calientes y fríos», de la Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Se propone a realizar un estudio acerca de los tipos de diseño de mezclas asfálticas los cuales fueron el método Marshall, el Hveem y el Superpave. Las conclusiones a las que se llega es que: las emulsiones debido a su baja viscosidad pueden ser usados como imprimantes ya que pueden penetrar las bases granulares permitiendo una mejor unión de la capa granular con el binder o base del tratamiento superficial, además gracias a su gran trabajabilidad son un elemento que sirven como riego de liga, lechadas asfálticas, riegos negros; y, las irregularidades de los pavimentos asfálticos

dependen de varios factores: una compactación no adecuada, maquinarias en mal estado, falla en la planta de asfalto, mezcla mal determinada, hasta problemas con el clima y distancias.

Según (Lopera Palacio, 2011, págs. 142-143), en su tesis titulada «Diseño y producción de mezclas asfálticas tibias, a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma», de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. En esta tesis se tuvo como objetivo: diseñar y producir en laboratorio mezclas asfálticas tibias a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma. Las conclusiones a las que se llegó, fueron:

- Las pruebas de laboratorio muestran al crudo de palma como un aditivo de gran potencial reductor de viscosidad y a su vez la mezcla producida con este reflejan una buena resistencia mecánica y desempeño producidas a menor temperatura.
- De los tres tipos de crudo de palma que se evaluaron, el que brindó el mejor resultado como reductor fue el de dismaprim, dado que se obtuvieron los valores más altos de reducción en viscosidad, por esta razón fue el utilizado para modificar el asfalto base al 1%.
- Las mezclas asfálticas tibias producidas con bioasfaltos se pueden considerar otra opción de pavimentación, la cual nos brinda beneficios económicos técnicos y ambientales.

Según (Vega Arteaga, 2006, pág. 80), en su tesis titulada «Metodología de los Trabajos en la Modernización de la Carretera que Comunica a San Felipe del Progreso con San José del Rincón tramo Dios Padre-Pueblo Nuevo», de la Universidad de las Américas, Puebla, México. En esta tesis se tuvo como objetivo referencial: crear la estructura vial terrestre que permita revertir las carencias y deficiencias urbanas, sub-urbanas y rurales, para el bienestar de los habitantes de los diversos poblados y mejorar sustancialmente el desarrollo entre las comunidades. Luego de considerar en el estudio un tramo que permite integrar a los habitantes de las comunidades más cercanas a la zona industrial, el cual mejora y reduce los tiempos de recorrido al desplazarse de su lugar de origen a su destino de trabajo y viceversa; con respecto al control de obra, se concluye que: La intensidad del control de calidad depende del conocimiento que tengan las personas, principalmente los ejecutores sobre su utilidad; de las necesidades y magnitud de la obra y de la disponibilidad de elementos y de organización que se tenga. Estos dos últimos

conceptos deben aumentar o mejorarse si es que así lo requiere la obra; es decir, si al iniciarse una obra ingenieril no se cuenta con los elementos (humanos y equipo) ni con la organización necesarios, se debe cuanto antes adquirir lo que se requiera, así como dar la organización adecuada.

Según (Serigos, 2009, págs. 122-124), en su tesis titulada «Rigidez a baja deformación de mezclas de suelo de la formación pampeano y cemento portland» de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. En esta tesis se tuvo como objetivo: evaluar los efectos de la estabilización de un suelo de la formación Pampeano mediante la incorporación de cemento Portland. Para esto se midió la resistencia a compresión simple, la rigidez para bajas deformaciones y otras propiedades físicas; y su evolución a lo largo del tiempo para distintas dosificaciones de cemento. Una de las conclusiones señala: Los productos de las reacciones químicas entre el agua, cemento Portland y los minerales de la fracción arcillosa del suelo dependerán del tipo y de la cantidad de cada una de estas.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Redes viales.

Con respecto a las redes viales (Cussy, 2012, pág. 1), en su artículo publicado en línea, precisa que las redes viales están constituidas por el conjunto de vías terrestres, marítimas y aéreas a través de las cuales podemos lograr establecer conexión para que las personas realicen relaciones comerciales entre productores y consumidores, entre vendedores y compradores y la migración o movimiento de los habitantes de los diferentes pueblos y ciudades.

En el contexto vial terrestre existen las redes viales exclusivo para vehículos motorizados, trenes y personas; en ese sentido, en lo que prosigue al referirnos a red vial será para los terrestres motorizados.

Las redes viales constituyen las carreteras que sirven como medio de comunicación e integración física entre pueblos y ciudades, es decir, constituye todo medio por el cual las personas y los vehículos que lo transportan pueden tener acceso a una determinada unidad geográfica o territorial.

Según (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015, pág. 21) precisa que se considera red vial a toda superficie terrestre, pública o privada, por donde circulan peatones y vehículos, que está señalizada y bajo jurisdicción de las autoridades nacionales y/o provinciales, responsables de la aplicación de las leyes de tránsito, a través de las cuales podemos lograr establecer relaciones comerciales entre productores y consumidores, entre vendedores y compradores y entre los diferentes pueblos.

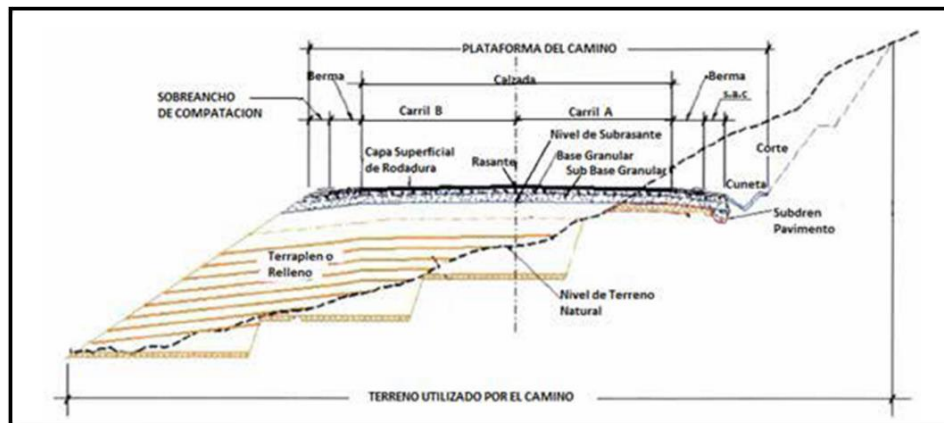


Figura 1. Componentes de la Infraestructura de un camino, carretera o red vial.

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

Las redes viales terrestres, redes de caminos o carreteras presentan elementos comunes y diferenciadores, correspondiendo los comunes al tipo de carretera no pavimentada y los diferenciadores permite diferenciar una carretera estabilizada de una pavimentada en términos de intervención de su superficie de rodadura.

En el Perú, las redes viales terrestres son categorizadas según su interés y en función a los tipos de administraciones políticas que gobiernan el territorio nacional. Según (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015, pág. 5) considera los siguientes tipos de redes viales:

- *Red vial nacional.*- Corresponde a las carreteras de interés nacional, conformadas por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras departamentales o regionales y de las carreteras vecinales o rurales.

- *Red vial departamental o regional.*- Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la red vial nacional con la red vial vecinal o rural.
- *Red vial vecinal o rural.*- Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, estos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional o departamental.

2.2.1.1. Carreteras pavimentadas.

Las carreteras pavimentadas constituyen las redes viales que están estabilizadas y además de eso cuentan con una superficie de rodadura estable, compacta y firme; capaz de resistir y distribuir las cargas debido al tránsito de vehículos. Las denominadas mezclas asfálticas y el hormigón son los materiales más habituales para crear el pavimento urbano, ya que tienen un buen rendimiento de soporte y permiten el paso constante de vehículos sin sufrir grandes daños.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11), indica que las carreteras pavimentadas son aquellas redes viales cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida); luego, una carretera pavimentada requiere una estructura vial construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos que transitan por dicha vía y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito; además, una carretera pavimentada por lo general está conformada por las siguientes capas: sub base, base y rodadura.

2.2.1.2. Carreteras no pavimentadas.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11) indica que las carreteras no pavimentadas constituyen las redes viales que están estabilizadas o no, y que no cuentan con una superficie de rodadura ya sea de asfalto o de concreto u hormigón. Una definición de carreteras no pavimentadas es aquella que la considera como aquellas redes viales “cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural”

Las carreteras no pavimentadas constituyen las estructuras de las vías de comunicación terrestre, que carecen de revestimiento que recubren el suelo, por ejemplo, carecen de asfalto u hormigón que lo recubra, pero ello no implica que esté estabilizada con materiales tales como cal, sal o aditivos químicos.

2.2.2. Asfaltos.

El asfalto es aquel mineral negro de origen natural o que también es obtenido artificialmente por la destilación del petróleo. Algunas denominaciones terminológicas del asfalto son: betún de Judea, chapapote, etc. En un contexto de pavimentación de carreteras, el asfalto constituye una mezcla de dicho mineral con cal, arena y otras sustancias que se emplea principalmente en la pavimentación de las vías públicas de circulación. Con respecto a la procedencia y obtención de los asfaltos, según (The Asphalt Institute, 1969), señala:

El asfalto es un componente natural de la mayor parte de los petróleos, en los que existe en disolución. El petróleo crudo se destila para separar sus diversas fracciones y recuperar el asfalto. Procesos similares producidos naturalmente han dado lugar a yacimientos naturales de asfalto, en algunos de los cuales el material se encuentra prácticamente libre de materias extrañas, mientras que en otros está mezclado con cantidades variables de minerales, agua y otras sustancias. Las rocas porosas saturadas de asfalto que se encuentran en algunos yacimientos naturales se conocen con el nombre de rocas asfálticas. (p.20).

El asfalto es un material aglomerante de color que varía de pardo oscuro a negro, de consistencia sólida, semisólida o líquida, cuyos constituyentes predominantes son betunes que se dan en la naturaleza como tales o que se obtienen en la destilación del petróleo. El asfalto entra en proporciones variables en la constitución de la mayor parte de los crudos del petróleo.

2.2.2.1. Tipos de asfaltos.

Según (The Asphalt Institute, 1969, pág. 21), precisa que teniendo en cuenta su naturaleza de obtención, los asfaltos pueden ser naturales y artificiales. Dentro de los asfaltos naturales destaca el asfalto que ocurre en la naturaleza y que ha sido derivado

del petróleo por procesos naturales de evaporación de las fracciones volátiles, dejando así las fracciones asfálticas; y, los asfaltos de roca, provenientes de las rocas porosas, tales como la arenisca o la caliza, que han sido impregnadas con asfalto natural mediante un proceso geológico. En general, el asfalto natural (nativo) se ha producido a partir del petróleo por un proceso natural de evaporación de las fracciones volátiles dejando las asfálticas.

Referido a los asfaltos obtenidos artificialmente, (The Asphalt Institute, 1969), considera los siguientes tipos de asfaltos:

- *Asfalto de petróleo:* Asfalto obtenido de la destilación del crudo de petróleo.
- *Asfalto en polvo:* Asfalto sólido o duro machacado o molido hasta un fino estado de subdivisión.
- *Asfalto fillerizado:* Asfalto que contiene materias minerales finamente molidas que pasan por el tamiz número 200 (Abertura de 0.074mm o 0.0029pulg.).
- *Asfalto líquido:* Material asfáltico cuya consistencia blanda o fluida hace que se salga del campo en el que normalmente se aplica el ensayo de penetración cuyo límite máximo es 300 (penetración de 300mm, 30cm o aproximadamente 1pie), por ello no se los incluye en los ensayos de penetración). Algunos asfaltos líquidos son los siguientes productos: Asfalto de curado rápido (RC), asfalto de curado medio (MC), asfalto de curado lento (SC), asfalto emulsificado, etc.
- *Asfalto oxidado o soplado:* Asfalto a través de cuya masa, a elevada temperatura, se ha hecho pasar aire para darle las características necesarias para ciertos usos especiales, como fabricación de materiales para techados, revestimientos de tubos, inyección bajo pavimentos de hormigón hidráulico, membranas envolventes y aplicaciones hidráulicas.
- *Asfalto solido o duro:* Asfalto cuya penetración a temperatura ambiente es menor que 10 (penetración menor de 1cm, 10mm o aproximadamente 0,03pie).

2.2.2.2. *Estabilización y pavimentación de suelos con asfaltos.*

Según (Sánchez Sabogal, 2009 , pág. 9), los productos asfálticos adecuados para la estabilización de suelos son variados. Dado que la estabilización de suelos es un proceso que se realiza a temperatura ambiente, lo que exige el uso de un asfalto que, bajo tal condición, presente una consistencia apropiada para la mezcla con el suelo. Además señala que dicha característica se logra con 2 productos asfálticos: Emulsión asfáltica o asfalto espumado.

Las denominadas mezclas asfálticas y el hormigón son los materiales más habituales para crear el pavimento urbano, ya que tienen un buen rendimiento de soporte y permiten el paso constante de vehículos sin sufrir grandes daños.

Con respecto al uso de estabilizantes asfálticos, (Garnica Anguas, Pérez Salazar, Gómez López, & Obil Veiza, 2002), destacan los asfaltos se utilizan siempre y cuando el índice plástico no exceda de 10 y la cantidad de material que pasa la malla No.200 no exceda del 30%. Sin embargo se debe hacer notar que el suelo que solo se ha clasificado bajo este criterio probablemente la estabilización con bituminosos no sea la primera opción. Las restricciones aplicadas al cemento Portland indican que el Índice Plástico (IP) debe estar por debajo de 20 y el Límite Líquido (LL) por debajo de 40.

2.2.2.3. *Agregados utilizados en mezclas asfálticas.*

Según (The Alphast Institute, 1969, pág. 22), define a los bloques de asfalto como aquel hormigón asfáltico moldeado a alta presión. Asimismo, dado que en cada bloque de asfalto el tipo de áridos empleados, la cantidad y tipo de asfalto y el tamaño y espesor de los bloques pueden variar según las necesidades del empleo; es importante conocer las propiedades de los agregados de dichos bloques.

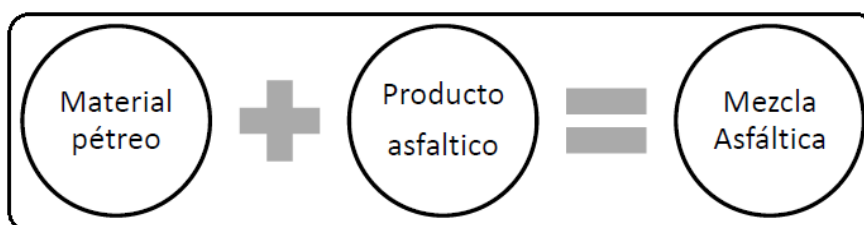


Figura 2. *Procedimientos de obtención de la mezcla asfáltica.*

Fuente: (Méndez Olvera, 2013). Control de calidad de las mezclas asfálticas calientes y templadas; p.10.

Las mezclas asfálticas empleadas en la construcción de capas de rodadura o en capas inferiores, constituyen un producto que adquiere propiedades que la identifican como tal. Según la guía básica de diseño, control de producción y colocación de mezclas asfálticas en caliente desarrollada por (Cortéz García, Guzmán Henríquez, & Reyes Rodríguez, 2007); en una mezcla asfáltica en caliente (MAC), se presenta las siguientes propiedades:

- En una MAC densamente graduada, el agregado conforma el 90 a 95 por ciento, en peso, de la mezcla de pavimentación. La proporción anterior, permite que la calidad del agregado usado sea un factor crítico en el comportamiento de la carpeta de rodadura.
- Debido a su naturaleza los agregados pétreos pueden presentar distintas características y, finalmente, influir de manera diferente en el comportamiento de la mezcla asfáltica.
- Los diferentes tipos de agregados en cuanto a forma, fuente, tamaño o combinaciones deben cumplir los requerimientos de las especificaciones de la mezcla que van a constituir. Estos materiales pueden tener diferentes propiedades que podrían cambiar las características de la mezcla.
- El tipo de trituración usada para procesar el agregado puede afectar la forma de partícula, la cual en últimas circunstancias puede influir en los vacíos del agregado mineral y en el grado de fricción entre ellas.
- Se prefieren las partículas que se acerquen a la forma cúbica, para las mezclas.
- La mezcla escogida, así como el diseño de la estructura del agregado, se puede manejar de diferente manera a través de la planta.

2.2.2.4. Asfaltos modificados.

La modificación del asfalto es una técnica utilizada para el aprovechamiento efectivo de asfaltos en la pavimentación de carreteras. La modificación del asfalto consiste en la adición de polímeros a los asfaltos convencionales con el fin de mejorar sus características mecánicas, es decir, su resistencia a las deformaciones por factores climatológicos y del tránsito (peso vehicular).

Los objetivos que se persiguen con la modificación de los asfaltos con polímeros, es contar con ligantes más viscosos a temperaturas elevadas para reducir las deformaciones permanentes, de las mezclas que componen las capas o superficie de rodamiento, aumentando la rigidez. Por otro lado disminuir el fisuramiento por efecto térmico a bajas temperaturas y por fatiga, aumentando su elasticidad. Finalmente contar con un ligante de mejores características adhesivas.

Cuando se añaden polímeros al asfalto, las propiedades del asfalto modificado dependen de los siguientes parámetros:

- Tipo de polímero a emplearse ya sean elastómeros (compuestos que incluyen no metales en su composición y que muestran un comportamiento elástico) o plastómeros (materiales plásticos se pueden deformar al calentarse tantas veces como sea necesario).
- Su forma física.
- Naturaleza y grado de asfalto.
- Tipo de equipo.
- Tiempo y temperatura durante el mezclado.
- La compatibilidad Asfalto - Polímero.

El proceso de elaboración del asfalto modificado se realiza considerando los siguientes pasos:

- Se transfiere asfalto al tanque de modificado.
- Una vez terminado el proceso de transferencia de asfalto, se inicia la agitación del mismo.
- Se somete el asfalto a calentamiento a una temperatura controlada de 180° C a 190° C.
- Se dosifica el polímero dependiendo del volumen del tanque, para preparar un concentrado no superior al 5% de polímero.
- El polímero se agrega al molino a una velocidad de 20 a 25 kg/minuto.

- El asfalto debe mantenerse en un rango de temperatura de 180° C a 190° C. Al mismo tiempo es agitado por aproximadamente 5 horas en condiciones de agitación constante y en rango de temperatura antes mencionado.
- Después de que el periodo de dispersión ha transcurrido, se debe observar que el polímero esté incorporado completamente al asfalto.
- El asfalto se debe controlar a una temperatura de 180° C a 190° C por una hora, antes de pasar al proceso de emulsificación.

2.2.2.5. Polímero Elastómero “SBS”.

Elastómeros: al estirarlos, a diferencia de otros polímeros, estos vuelven a su posición original, es decir, son elásticos.

SBS:(estireno-butadieno-estireno) o caucho termoplástico. Este es el más utilizado de los polímeros para la modificación de los asfaltos, ya que este es el que mejor comportamiento tiene durante la vida útil de la mezcla asfáltica.

2.2.3. Plantas de producción de asfalto.

Según (Huertas M., 1999), las plantas de asfalto están conformadas por un conjunto de equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos en donde los agregados son combinados, calentados, secados y mezclados con asfalto para producir una mezcla asfáltica. Dependiendo si la producción de mezclas de asfalto es del tipo caliente (MAC), que es la de mayor uso, del tipo templado (MAT) o del tipo frío (MAF); la producción de asfalto variará ya que la composición de dichas mezclas está sujeta a especificaciones propias.

Dependiendo del tipo de producción de mezclas de asfaltos, la planta mezcladora variara ligeramente en la contemplación de los componentes básicos que componen; por ejemplo, las MAC requieren de agregados pétreos superiores a ¼” (6,3mm), mientras las MAT trabaja con agregados pétreos desde ¾” a finos, luego; una planta de asfalto que produce MAC contendrá algunos componentes básicos, ligeramente distintos a una planta que produce MAT.

Con respecto a los componentes básicos de una planta de asfalto, por ejemplo, para el caso de la planta tipo “Tambor – Mezclador (Drum-Mix)” de flujo paralelo, señala que estos son los siguientes:

(1) Tolvas de almacenamiento y distribución de agregados, (2) Quemador, (3) Tambor, (4) Descarga de mezcla asfáltica en caliente, (5) Colector de Finos Primario, (6) Colector de Finos Secundario, (7) Ventilador y (8) Descarga de gases. De los anteriores los que fundamentalmente afectan la magnitud de la producción son: (1) El Quemador, (2) El Tambor, (3) El colector de finos primario, (4) El colector de finos secundario y (5) El Ventilador. (Huertas M., 1999, pág. 3).

En la figura que prosigue se esquematiza los componentes básicos de una Planta productora de Mezcla de Asfalto en Caliente (MAC).

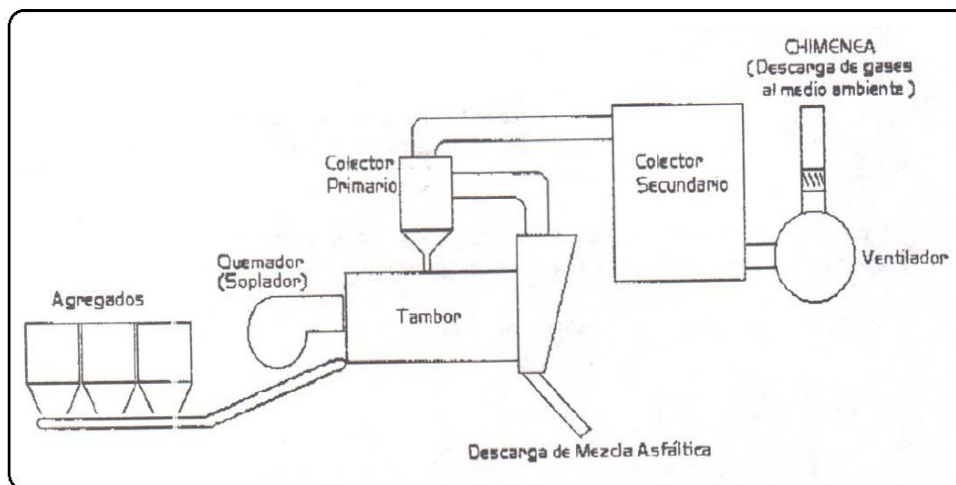


Figura 3. Componentes básicos de una Planta de Asfalto en Caliente.

Fuente: (Huertas M., 1999). Cómo alcanzar las expectativas de producción y rendimiento en plantas asfálticas en caliente; p.3.

La producción de una planta de mezclas asfálticas en caliente está relacionado directamente con la capacidad que tiene esta de remover la humedad de los agregados así como la de elevar su temperatura a aquellos niveles considerados como ideales, para luego de ser mezclado con asfalto líquido puedan ser utilizadas en el tendido de las carpetas asfálticas. Consecuentemente, la capacidad de secar y calentar adecuadamente los agregados determinará la magnitud de la producción.

Según (Huertas M., 1999, pág. 5), el tambor es el corazón de una planta para la producción de mezclas asfálticas en caliente; en efecto, es en el tambor donde la remoción de humedad, la elevación de temperatura a la ideal de pre-mezclado y en el caso de la planta tipo Tambor – Mezclador el mezclado con el cemento asfáltico ocurren. Existen diversos tipos de tambores, entre los cuales destacan:

- Tambor - Secador (Contra Flujo).
- Tambor – Mezclador (Flujo – Paralelo y Contra Flujo).
- Tambor de Doble Barril (Una periferia dentro de otra).
- Doble Tambor (Una tambor secador y otro separado mezclador).
- Tambor Triple.

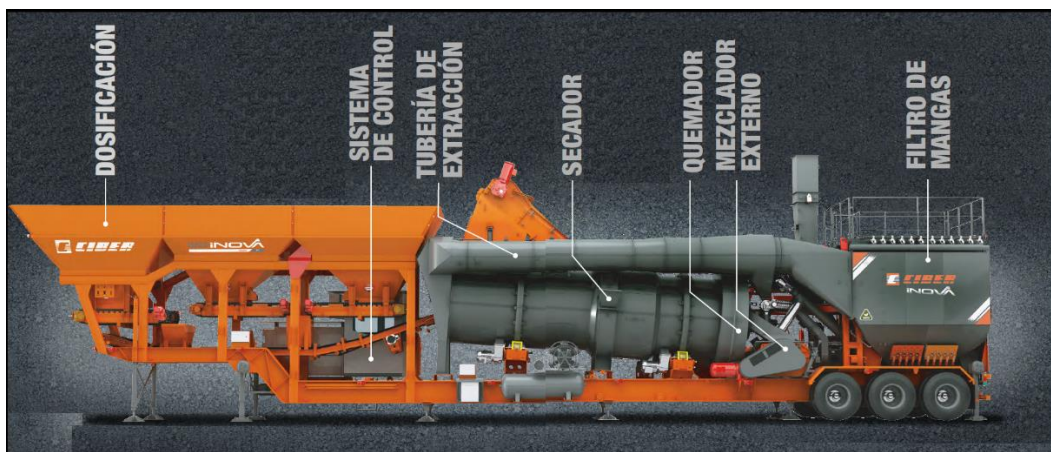


Figura 4. Estructura general de una Planta de Asfalto productora de MAC.

Fuente: (CIBER, 2015). Planta de Asfalto Contraflujo: Serie Inova-1200 P1. (Adaptación).

2.2.3.1. Tipos de plantas de asfaltos.

Teniendo en cuenta la producción de asfalto, los tipos de plantas pueden tipificarse como pequeñas (por ejemplo, 20, 30, 40 t/h) o grandes (por ejemplo, 120, 300, 400, 500 t/h). Dependiendo de si las plantas están establecidos en forma permanente en un solo lugar, los tipos de plantas de asfaltos pueden ser: fija (por lo general las denominadas plantas grandes), y móviles o portátiles (por lo general las denominadas plantas pequeñas).

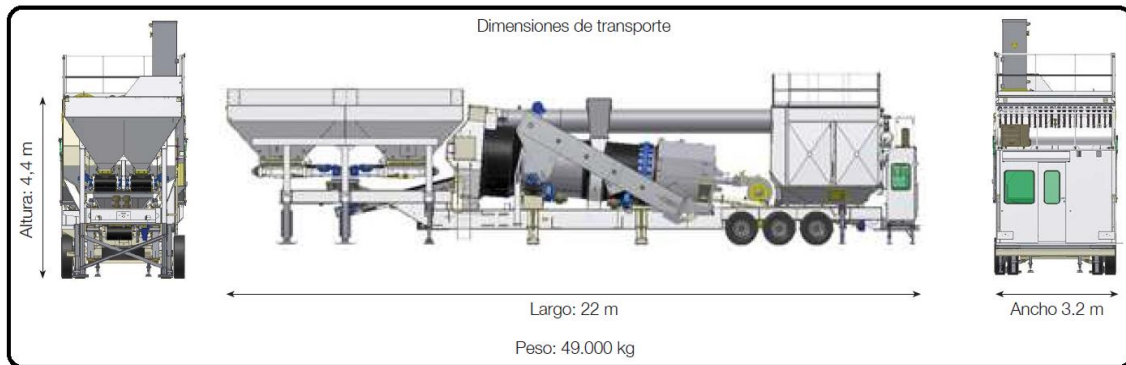


Figura 5. Dimensiones de una planta con producción de hasta 140 t/h.

Fuente: (TEREX, 2009). Magnum 140: Planta de asfalto; p.12.

Por otro lado, dependiendo de la característica tomada como parámetro de tipificación existirán variadas formas de tipificar las plantas de asfalto; pero, la forma más usual es aquella que tiene en cuenta la continuidad de su funcionamiento, en ese respecto, cada planta puede bien ser tipificada como perteneciente a uno de los dos grupos o tipos siguientes:

- *Planta dosificadora, discontinua o de bachas:* Aquellas plantas con producción discontinua, en la cual el operador puede escoger diferentes tipos de mezcla en cada carga. Este tipo de plantas posibilitan las variaciones en el ciclo de producción. La denominación de planta dosificadora se debe a que en este tipo de plantas, antes de mezclar se seca y calienta el agregado y después, en un mezclador separado, se combinan con el asfalto en dosis individuales.
- *Planta Mezcladora de Tambor (continua):* Este tipo de plantas se diferencia de las plantas de dosificación en que, dichas plantas secan el agregado y lo combinan con el asfalto en un proceso continuo y en la misma sección del equipo.

2.2.4. Calidad.

Según (Deming, 1989, pág. 35) precisa que la calidad es una herramienta básica e importante para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere a un grado previsible de uniformidad y confiabilidad a bajo costo y adecuado para el mercado.

Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades; luego: “Cuando un producto sobrepasa nuestras expectativa, a eso lo consideramos calidad. Entonces la calidad es algo intangible que se basa en la percepción (Besterfeld, 2009, pág. 2).

La importancia de la calidad puede resaltarse en forma particular, en términos de como la falta de la calidad afecta a una empresa, en ese sentido, (Carro Paz & González Gómez, 2000), destacan cuatro maneras como se afecta a una empresa, las cuales son:

- *Costos y participación del mercado:* las mejoras en calidad llevan a una mayor participación en el mercado y ahorros en los costos por disminución de fallas, reprocesos y garantías por devoluciones.
- *Prestigio de la Organización:* la calidad surgirá por las percepciones que los clientes tengan sobre los nuevos productos de la empresa y también por las prácticas de los empleados y relaciones con los proveedores.
- *Responsabilidad por los productos:* las organizaciones que diseñan y elaboran productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizadas por daños o lesiones que resulten de su uso. Esto lleva a grandes gastos legales, costosos arreglos o pérdidas y una publicidad que no evita el fracaso de la organización entera.
- *Implicaciones internacionales:* en este momento de globalización, la calidad es un asunto internacional. Tanto para una compañía como para un país. En la competencia efectiva dentro de la economía global, sus productos deben cumplir con las expectativas de calidad y precio.

2.2.4.1. Calidad del producto.

Según (Camisón, Cruz, & González, 2006, pág. 176) precisa que la calidad de un producto se mide teniendo en cuenta aspectos que describen los resultados conseguidos en el producto, es decir, la performance del producto; en ese sentido, los indicadores de la denominada performance del producto son aquellas características (dimensiones) que permiten emitir un juicio de la calidad del mismo en términos de logros comparativos.

La calidad puede ser medida desde distintas perspectivas y en función de las dimensiones que lo integran; es así que, si consideramos otros factores referenciales, podemos priorizar ciertas dimensiones de la calidad, por ejemplo, con respecto a las dimensiones de la calidad del producto. Según (Camisón, Cruz, & González, 2006, pág. 177) señalan que estas son, calidad esperada, calidad programada, calidad realizada y calidad latente; pero, dependiendo de las perspectivas estas pueden variar, por ejemplo, los factores que determinan la percepción de calidad por el cliente pueden clasificarse en seis dimensiones (Calidad de concepción, calidad de diseño, calidad de conformidad, calidad de entrega, calidad percibida y calidad de servicio).

Si se trata de alcanzar la satisfacción plena del cliente con el producto, deben coincidir la calidad programada, la calidad realizada y la calidad necesitada. A estas últimas dimensiones de la calidad en función de la satisfacción del cliente, según (Camisón, Cruz, & González, 2006, pág. 177) las define en los términos siguientes:

- La calidad programada o diseñada es la que la empresa pretende obtener (calidad prevista), y que se plasma en las especificaciones de diseño del producto, con el fin de responder a las necesidades del cliente.
- La calidad realizada es la obtenida tras la producción, y tiene que ver con el grado de cumplimiento de las características de calidad del producto tal como se plasmaron en las especificaciones de diseño.
- La calidad esperada, necesaria o concertada es la necesitada por el cliente según se manifiesta en sus necesidades y expectativas.

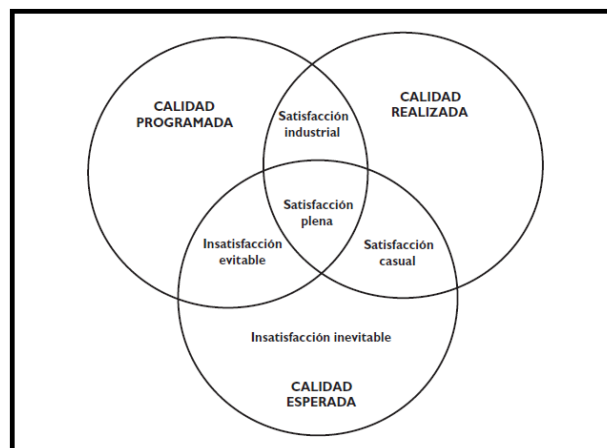


Figura 6. *Las dimensiones de la calidad del producto.*

Fuente: Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas; p. 177.

2.2.4.2. Calidad en la producción.

Según (Camisión, Cruz, & González, 2006, pág. 178) precisa que la calidad en la producción tiene que ver con aquellos aspectos relacionados con la logística productiva, es decir con los procesos llevados a cabo para obtener el producto; en ese sentido, la calidad en la producción tiene que ver con el conjunto de propiedades inherentes al proceso productivo que permiten lograr un producto de buena calidad o de una calidad excelente.

La calidad de la producción se refleja en el óptimo desarrollo de los procesos productivos basado en el mejor uso posible de los recursos humanos y materiales. Para lograr la calidad en la producción se debe realizar las actividades necesarias para asegurar que se obtiene y mantiene la calidad del producto; luego, la calidad del producto depende de la calidad en la producción; en efecto, la calidad de la producción tiene que ver con todo aquello que acontece desde que el diseño del producto es llevado a fábrica, hasta que el producto es entregado al cliente para su utilización. Desde una perspectiva económica, los objetivos principales de la calidad en la producción es el aseguramiento de la gestión óptima de los recursos materiales y humanos teniendo como meta minimizar costos.

2.2.4.3. Control de la calidad.

El control de calidad es una técnica que reúne al conjunto de mecanismos, acciones y herramientas orientadas a la detección o presencia de errores en el producto o en el proceso llevado a cabo para lograr el mismo. La función principal del control de calidad es asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

Según (Feigenbaum, 1951, pág. 232), citado por (Camisión, Cruz, & González, 2006) lo define en los términos siguientes:

El control de calidad total es un sistema efectivo para integrar los esfuerzos de desarrollo, mantenimiento y mejora de la calidad de varios grupos de una organización a fin de hacer posibles marketing, ingeniería, producción y servicio a plena satisfacción del consumidor y a los niveles más económicos.

El enfoque del control total de la calidad (CCT por sus siglas en inglés), tiene que ver con el aseguramiento de la calidad, es decir, tiene que ver con todo los procesos llevados a cabo para que se le garantice o asegurar la calidad al cliente. En términos de

aseguramiento de la calidad, se define el control de la calidad como el conjunto de acciones planificadas y sistematizadas que buscan proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfará los requisitos de calidad del cliente.

2.2.5. Control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente

Ya en un contexto que considera a la mezcla asfáltica en caliente como objeto de control para asegurar su calidad, el criterio aplicable es el referido a la calidad del producto; luego, lo central del control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente está referido al producto en sí, aunque como se mencionara, dicha calidad dependerá de la calidad de la producción que tiene que ver con la calidad de los materiales (agregados, calidad del asfalto natural, etc.); la calidad de los recursos humanos (pericia, destreza, conocimientos de los trabajadores); y, la calidad de la planta (calidad de la calibración, análisis granulométrico en la faja, etc.).

Dependiendo si la producción de mezclas de asfalto es del tipo caliente (MAC), que es la de mayor uso, del tipo templado (MAT) o del tipo frío (MAF); el control de calidad tendrá que ver con el cumplimiento de ciertas especificaciones que se ajustan a cada uno de los tipos de mezclas asfálticas.

2.2.5.1. Consecuencias de un mal control de calidad.

Consecuencias generales de un mal control de la calidad, repercutirán en: No lograr la calidad deseada, no garantizar la vida útil de la carretera pavimentada o asfaltada, no garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera, etc.

En forma específica, y teniendo en cuenta cada uno de los tipos de control descritos, tenemos como consecuencias de un mal control de calidad, a las siguientes:

- Que los agregados utilizados en la mezcla asfáltica no cumplan con las especificaciones requeridas.
- Que no se logre los diferentes parámetros de comportamiento deseados tales como, compactación, estabilidad, flujo, etc.
- Que no se logre la uniformidad de producción de la mezcla asfáltica.

- Que no se logre combatir efectivamente a la humedad, la cual puede destruir la mayoría de la cohesión de la mezcla bituminosa, y que en los casos de ataque severo, provocar la fisuración temprana del pavimento.
- Que se desconozca o este mal estimado el tiempo de mezclado mínimo requerido para producir un cubrimiento satisfactorio del agregado para un conjunto de condiciones dadas.
- Que se transporte, esparza o compacte la mezcla asfáltica a una temperatura ambiental no adecuada.
- Que exista huecos con polvo que pudieran afectar la adherencia de la rasante (mezcla asfáltica) a la subrasante.
- Que exista material bituminoso suelto que puede contribuir a la formación de charcos.
- Que existan irregularidades en la superficie de los pavimentos.
- Que se desconozcan las características superficiales y de calidad del pavimento.
- Que no se pueda tener un buen monitoreo de los procesos de producción de mezclas bituminosas en planta.
- Que se valoren erróneamente las características antideslizantes de la superficie del pavimento.

2.2.5.2. Falla por fatiga en pavimento

Fenómeno que se produce debido a las repeticiones de carga generando agrietamientos en razón que los esfuerzos cortantes y de tensión superan a los admisibles.

Es el fenómeno por el cual los materiales pierden capacidad de resistir cuando están sometidos a cargas cíclicas con variación en el tiempo; este fenómeno se asocia con la disminución de la resistencia de un material en el tiempo cuando se le aplica esfuerzos dinámicos.

La fatiga es el proceso de cambio estructural permanente, progresivo y localizado que ocurre en un material sujeto a tensiones y deformaciones VARIABLES en algún punto

o puntos y que produce grietas o la fractura completa tras un número suficiente de fluctuaciones (ASTM).

La falla estructural en un pavimento se presenta cuando los materiales que conforman la estructura al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito sufren algún tipo de agrietamiento estructural relacionado con la deformación o tensión horizontal por tracción en la base de cada capa.

Las fallas inician en la parte inferior de la capa y se va prolongando hasta la superficie, esto debido a que se presenta una tensión máxima en las fibras inferiores de la capa debido a los esfuerzos soportados se va degradando y prolongando hacia arriba, finalizando en unas fallas estructurales en la obra.

Los fallos por fatiga se producen en tres fases:

Fase 1 (Iniciación): Una o más grietas se desarrollan en el material. Las grietas pueden aparecer en cualquier punto del material pero en general ocurren alrededor de alguna fuente de concentración de tensión y en la superficie exterior donde las fluctuaciones de tensión son más elevadas. Las grietas pueden aparecer por muchas razones: imperfecciones en la estructura microscópica del material, ralladuras, entre otras.

Fase 2 (Propagación): Alguna o todas las grietas crecen por efecto de las cargas. Además, las grietas generalmente son finas y de difícil detección, aun cuando se encuentren próximas a producir la rotura de la estructura de pavimento.

Fase 3 (Rotura): La estructura de pavimento continúa deteriorándose por el crecimiento de la grieta quedando tan reducida la sección neta de la pieza que es incapaz de resistir la carga desde un punto de vista estático o dinámico produciéndose la rotura por fatiga.

Factores que intervienen en la fatiga:

Tránsito: Durante el servicio y operación de las estructuras de pavimento, resulta fundamental el control sobre los vehículos de carga para que no excedan los límites en cuanto a peso considerado en los diseños.

Diseño: Los diseño de pavimentos están enfocados en la mecánica de materiales, permitiendo un análisis teórico del comportamiento del pavimento ante las sollicitaciones de carga, como el tránsito y los esfuerzos inducidos en la estructura por variaciones climáticas.

Clima: La Radiación solar directa sobre la capa de rodadura de una estructura altera las propiedades al cambiar la temperatura interna del pavimento.

Lluvia: El agua penetra la capa de rodadura y se filtra hasta las capas inferiores debilitando la resistencia de la estructura causando así que la carpeta asfáltica sufra grietas.

Temperatura: El aumento o disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales deformaciones o agrietamientos que influirán en el nivel de servicio de la vía. } Sumados a los factores antes mencionados, como son la temperatura y el tránsito, existen otros que contribuyen a la generación de este fenómeno.

Entre otros se destacan:

- Nivel de esfuerzos del suelo
- Tipo de asfalto -Contenido de asfalto
- Tipo de agregados
- Contenido de vacíos
- Método de compactación

2.2.5.3. Envejecimiento de la mezcla asfáltica

El envejecimiento de las mezclas asfálticas es un proceso complejo el cual ocurre durante el mezclado en la planta, la construcción de la carretera y la vida de servicio. En el mundo es ampliamente aceptado que el mecanismo de funcionamiento

del envejecimiento ocurre en dos etapas a saber: el envejecimiento a corto y a largo plazo. La primera etapa del fenómeno se debe a la pérdida de componentes volátiles mientras la mezcla está caliente y la segunda se produce por las condiciones ambientales y los efectos del clima que generan una oxidación progresiva durante el tiempo de servicio (Bell et al., 1991).

Aunque el método de diseño de la mezcla asfáltica permite establecer sus cantidades volumétricas, así como se conocen las propiedades de cada material por separado, no se puede afirmar que solamente el envejecimiento del asfalto o de los agregados predice el envejecimiento de la mezcla. Es así que investigadores que han estudiado los efectos del envejecimiento sobre asfaltos convencionales y asfaltos modificados han establecido que la temperatura, la radiación ultravioleta, la presión, la humedad genera procesos de oxidación que producen envejecimiento en los materiales (Traxler, 1963; Vallerga, 1981).

En contraste, otros estudios concluyen que los cambios en las propiedades reológicas, físicas y químicas dependen directamente de los materiales que componen la mezcla, las condiciones de exposición a las condiciones ambientales y el tiempo (Abbas et al., 2002; Lau et al., 1992; Lee, 1973).

Así mismo, otros investigadores explican que el espesor de la película de asfalto en la mezcla y que el contenido de vacíos tiene también alguna influencia (Kandhal & Chakraborty, 1996).

En consecuencia, para estudiar el envejecimiento se requiere, de un lado, el análisis de variables intrínsecas de la mezcla, sus componentes, el asfalto, los agregados, los vacíos con aire y el espesor de la película de asfalto y, del otro lado, se deben estudiar las variables extrínsecas que producen el efecto del envejecimiento como la temperatura, la presión atmosférica, el agua lluvia, la humedad relativa del ambiente, la radiación ultravioleta, el viento, las cargas del tránsito y el tiempo de servicio.

En general el envejecimiento se produce por la incidencia de las variables ambientales o externas del medio donde se encuentra el pavimento flexible, sobre los materiales o variables intrínsecas de la mezcla. Los efectos que se producen corresponden en todos

los casos a modificaciones de orden químico, es decir a modificación en la estructura del asfalto y en las relaciones moleculares del mismo. Los procesos químicos que se presentan son la volatilización de las resinas y componentes livianos del asfalto por el incremento de la temperatura, la oxidación por la presencia de humedad y/o vapor de agua en la superficie de rodadura, la formación de grupos carbonilos por el rompimiento de los enlaces carbono y la polimerización.

Con el fin de entender la magnitud del proceso, los investigadores han diferenciado dos etapas importantes en la ocurrencia del envejecimiento. La primera corresponde al envejecimiento de corto plazo el cual ocurre en la mezcla en planta, el almacenamiento, el transporte y la disposición en la obra, en este corto periodo de tiempo ocurre la mayor parte del daño pues ocurre la volatilización, oxidación y polimerización. En la segunda etapa, denominada la vida deservicio, ocurre una lenta y prolongada oxidación producida por el contacto de la superficie de rodadura con la radiación solar, la humedad del ambiente y la lluvia.

2.3. Marco Conceptual.

Asfaltenos: Según (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones del Paraguay, 2011, pág. 3) son componentes de los asfaltos, solubles en tricloroetileno, pero insolubles en ciertos hidrocarburos parafínicos livianos. Le confieren la propiedad de dureza a los asfaltos.

Asfalto: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 10). Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo.

Asfalto Cortado: Cemento asfáltico fluidificado con disolventes de petróleo. Su volatilidad depende del tipo de disolvente utilizado.

Asfalto de curado lento (SC): Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 10) precisa que es un asfalto diluido compuesto de cemento asfáltico y aceites de baja volatilidad.

Asfalto de curado medio (MC): Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 10) precisa es un asfalto diluido compuesto de cemento asfáltico y un diluyente tipo kerosene de volatilidad media.

Asfalto de curado rápido (RC): Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11) precisa que es un asfalto diluido compuesto de cemento asfáltico y un diluyente tipo nafta o gasolina de alta volatilidad.

Asfalto de imprimación: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11) precisa que es un asfalto fluido de baja viscosidad (muy líquido) que por aplicación penetra en una superficie no bituminosa.

Asfalto diluido: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11) precisa que es un cemento asfáltico que ha sido licuado al mezclarlo con solventes de petróleo (también llamados diluyentes). De acuerdo con el tiempo de curado determinado por la naturaleza del diluyente utilizado, el asfalto diluido se clasifica en: RC, MC, SC. Los diluyentes se evaporan una vez expuestos a las condiciones atmosféricas, permitiendo así que el cemento asfáltico realice su función.

Asfalto emulsionado: Según (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones del Paraguay, 2011, pág. 9) precisa que es una mezcla de asfalto con agua que con el emulsificante forman una emulsión estable que permite tender las carpetas asfálticas "en frío", es decir, a temperaturas menores a 100°C.

Asfalto en película delgada: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11) precisa que es un asfalto sometido a proceso de calentamiento para determinar el efecto del calor y del aire sobre una película del mismo.

Asfalto modificado: El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 11) precisa que es un producto de la incorporación de un polímero u otro modificador en el asfalto para mejorar sus propiedades físicas y geológicas como la disminución de la susceptibilidad a la temperatura y a la humedad. Es *el material* que se obtiene al modificar un cemento asfáltico con un polímero, resultando un ligante de características reológicas mejoradas, es decir, con mejor relación entre el esfuerzo y la deformación.

Carpetas asfálticas: El (Instituto Mexicano del Transporte, 2017 , pág. 15) define que las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante

el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento (movimiento que realiza un vehículo que está circulando y que consiste en deslizarse con desviación lateral de la parte trasera), cómoda y segura. Estas carpetas, debido a que generalmente tienen espesores mayores de cuatro (4) centímetros, tienen la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Cementos asfálticos: El (Instituto Mexicano del Transporte, 2017, pág. 16) define que los cementos asfálticos se utilizan principalmente en aplicaciones viales. Son sólidos a temperatura ambiente y se clasifican por su consistencia de acuerdo al grado de penetración o por su viscosidad. En el Perú se utiliza la clasificación por penetración a 25°C. Los cementos asfálticos son recomendados para la construcción de carreteras, autopistas, caminos y demás vías y forman parte de la capa estructural de una vía, brindando propiedades de impermeabilidad, flexibilidad y durabilidad aún en presencia de los diferentes agentes externos tales como el clima, la altura, la temperatura ambiental y condiciones severas de tráfico.

Cementos asfálticos Grado PG: El (Instituto Mexicano del Transporte, 2017, pág. 16) define que Son aquellos cuyo comportamiento en los pavimentos está definido por las temperaturas máxima y mínima que se esperan en el lugar de su aplicación, dentro de las cuales se asegura un desempeño (performance) adecuado para resistir deformaciones o agrietamientos por temperaturas bajas o por fatiga, en condiciones de trabajo que se han correlacionado con ensayos especiales y simulaciones de envejecimiento a corto y a largo plazo. Estos ensayos miden propiedades físicas que pueden ser directamente relacionadas, mediante principios de ingeniería, con el comportamiento en obra, y forman parte de los productos del Programa de Investigación de Carreteras desarrollado por la Unión Americana, conocida como la Tecnología SHRP.

Emulsificante: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 24) precisa que es una sustancia que modifica la tensión superficial de gotas microscópicas (coloidales).

Emulsión asfáltica: El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 24) precisa que las emulsiones asfálticas resultan de la combinación de tres componentes principales: asfalto, agua y una cantidad específica de un agente emulsificante, que permite la mezcla de las dos sustancias. Es una emulsión estable que permite tender las carpetas asfálticas "en frío", es decir, a temperaturas menores a 100°C. Las desventajas de las emulsiones asfálticas son principalmente el tiempo de fraguado o endurecimiento que estas requieren. Debido al mecanismo de fraguado, estas emulsiones comúnmente no logran una estabilidad aceptable con el agregado pétreo del asfalto, por ello son aplicables principalmente a caminos secundarios en los que la carga vehicular no es regular ni posee alto peso.

Grado de Desempeño (PG): El (Instituto Mexicano del Transporte, 2017, pág. 27) define que el grado de desempeño o Grado PG es el rango de temperaturas, máxima a mínima, entre las que un cemento asfáltico se desempeña satisfactoriamente. El Grado PG permite seleccionar el cemento asfáltico más adecuado para una determinada obra, en función del clima dominante y de la magnitud del tránsito a que estará sujeta durante su vida útil. Un cemento asfáltico clasificado como PG 64-22 tendrá un desempeño satisfactorio cuando trabaje a temperaturas tan altas como 64°C y tan bajas como -22°C. Las temperaturas máximas y mínimas se extienden tanto como sea necesario con incrementos estandarizados de seis 6°. Sin embargo, generalmente las temperaturas máximas se consideran de 64-88°C y las mínimas, de -40 a -22°C. Los grados PG pueden ser tantos y tan amplios como la gama de temperaturas que se registran en el país.

Material cementante: Se denomina así a cualquier producto que tenga la capacidad de unir piezas entre sí mismas, por ejemplo, el cemento portland, el asfalto, las resinas, arcilla y caliza calcinada (clínker), escoria siderúrgica de alto horno (GBFS), yeso, etc.

Pavimento: Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 24) define que es una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura.

Capítulo 3

ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO DE INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ

3.1. Consideraciones preliminares.

En el presente capítulo se presenta la línea base y contexto sobre la cual se desarrolló el Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz, unidad de análisis de la investigación. Para tal efecto, se presenta el contexto geográfico, político y administrativo de las unidades territoriales intervenidas con la ejecución del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz; todo ello desde una perspectiva regional, provincial y distrital.

Dado que como objeto de estudio, la presente investigación se circunscribió a la ejecución de obras en la Red vial de Tacna, se consideró como parte del análisis situacional aspectos referidos a las carreteras nacionales, regionales y locales; poniendo énfasis en la carretera Tacna – La Paz.

Por otro lado, en un contexto más específico, se hizo hincapié en aspectos propios de parte de la carretera Tacna – La Paz, el denominado Sub Tramo III: KM. 146+180 - KM. 187+404.

En concordancia con lo señalado para cada uno de los contextos de análisis señalados, en lo que prosigue del presente capítulo se describen dichas consideraciones asumidas como preliminares al análisis e interpretación de resultados.

3.2. Descripción general de la zona.

La zona de intervención, lugar donde se desarrollaron los ensayos y la recogida de datos, tiene como circunscripción política al departamento de Tacna, Provincia de Tacna y Distrito de Palca. Aspectos referenciales de cada una de dichas circunscripciones territoriales se detalla en lo que prosigue del presente subcapítulo.

3.2.1. Departamento de Tacna.

El departamento de Tacna como unidad territorial, constituye una de las 24 circunscripciones territoriales de primer orden del Perú. Como unidad gubernamental,

conforma una de las 26 circunscripciones gubernamentales. Geográficamente el departamento de Tacna se sitúa en la parte más septentrional del Perú, se encuentra localizado al sur del Perú, a 1,293 km. de Lima, capital de la República.

El departamento de Tacna limita por el noroeste con el departamento de Moquegua, por el noreste con el departamento de Puno, por el sur con la República de Chile, por el este con la República de Bolivia y por el oeste con el Océano Pacífico. Su ubicación en América del Sur es estratégica por encontrarse equidistante a los países que la integran y en conexión directa con los mercados asiáticos.

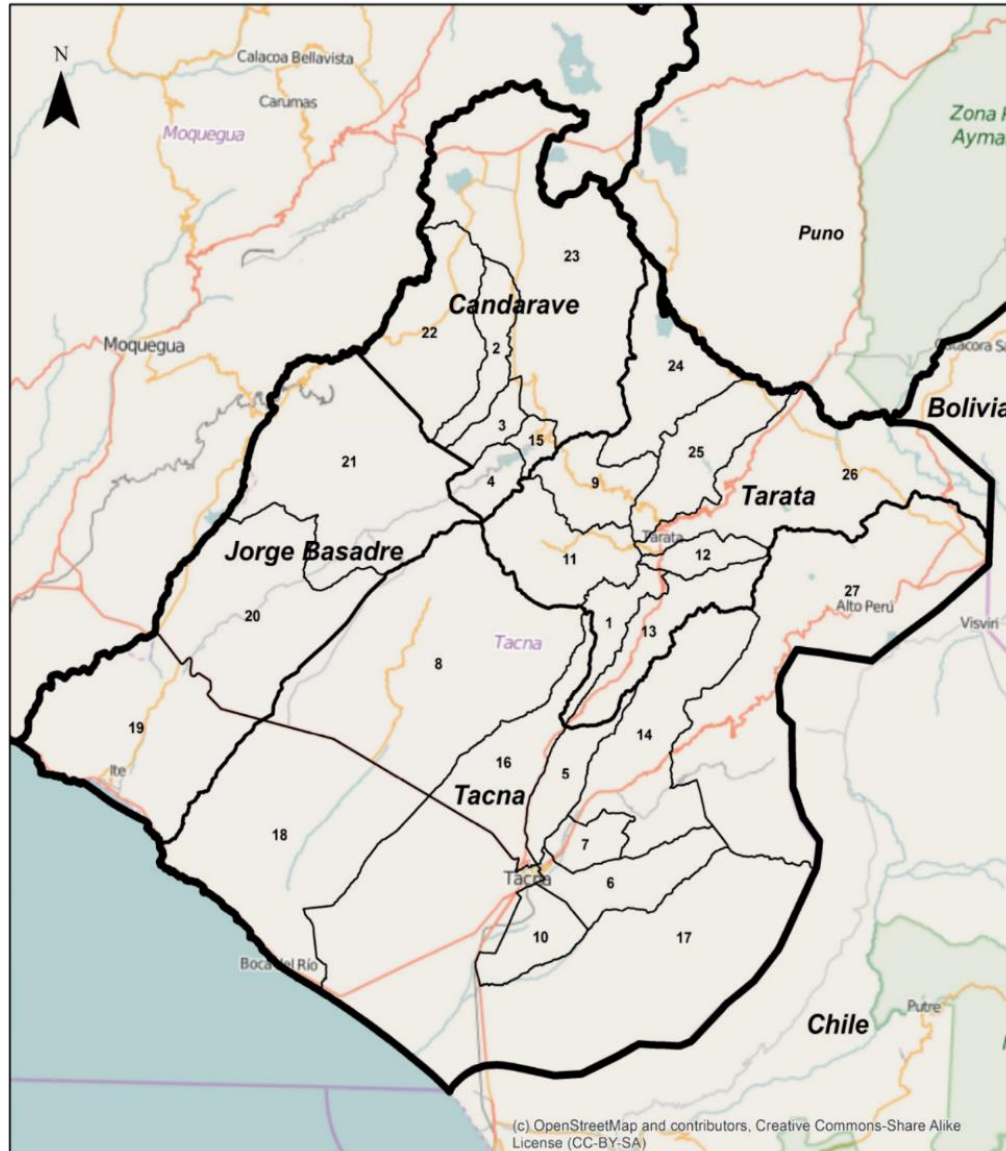
Hasta el año 2015, el departamento de Tacna estaba conformado por cuatro provincias y 27 distritos, dichas unidades territoriales se presentan en el cuadro que prosigue.

Cuadro 9. *Provincias y distritos del departamento de Tacna.*

Provincia	Población	Superficie (km ²)	Altitud	Densidad	Capital	Distritos
Total Tacna	333,276	16,075.89 km ²		20,73	Tacna	27
Candarave	8,323	2261.1	3415	3.68	Candarave	Cairani Camilaca Candarave Curiabaya Huanuara Quilahuani
Jorge Basadre	9,437	2928.72	559	3.22	Locumba	Ilabaya Ite Locumba
Tacna	307,608	8066.11	562	38.14	Tacna	Alto de la Alianza Calana Ciudad Nueva Gregorio Albarracín Inclán Pachía Palca Pocollay Sama Tacna
Tarata	7,908	2819.96	3068	2.8	Tarata	Chucatamani Estique Estique pampa Sitajara Susapaya Tarata Tarucachi Ticaco

Fuente: (Pilco Flores, 2013). Plan Basadre: Plan de desarrollo regional concertado 2013-2023.

La distribución territorial de las cuatro provincias y los 27 distritos dentro del departamento de Tacna, es como se muestra en la figura que prosigue.



- | | | |
|-------------------------|--|---------------|
| 1. Estique - Pampa | 10. Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa | 19. Ite |
| 2. Cairani | 11. Chucatamani - Héroes Albarracín | 20. Locumba |
| 3. Huanuara | 12. Tarucachi | 21. Ilabaya |
| 4. Curibaya | 13. Estique | 22. Camilaca |
| 5. Ciudad Nueva | 14. Pachia | 23. Candarave |
| 6. Pocollay | 15. Quilahuani | 24. Susapaya |
| 7. Calana | 16. Alto de la Alianza (La Esperanza) | 25. Ticaco |
| 8. Inclán (Sama Grande) | 17. Tacna | 26. Tarata |
| 9. Sitajara | 18. Sama (Las Yaras) | 27. Palca |

(*) Es de hacer notar que en el cuadro no figura el distrito La Yarada Los Palos, ya que hasta el año 2015 dicho distrito formaba parte del distrito de Tacna.

Figura 7. Mapa político del departamento de Tacna.

Fuente: (Gobierno Regional de Tacna, 2016). Plan de Desarrollo Regional Concertado Tacna hacia el 2021; p.9. (Adaptación).

3.2.2. Provincia de Tacna.

Según (Municipalidad Provincial de Tacna, 2016 , pág. 37) en su “Plan de Desarrollo Local Concertado” de la provincia de Tacna, Perú, indica que se encuentra ubicada al extremo sur occidental de la Región Tacna y del País. La provincia de Tacna es una de las cuatro provincias conformantes de la Región. La Provincia de Tacna en la zona más extrema del sur del País con las siguientes coordenadas. - La Concordia, frontera con Chile 18° 19’ latitud Sur y 70° 20’ longitud Oeste. - El Tripartito, frontera con Chile y Bolivia 17°27’ latitud Sur y 69°10’ longitud Oeste. La altitud de la provincia se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de las cumbres de la Cordillera occidental de los Andes, siendo su altura máxima en la cumbre del nevado Barroso 5,730 m.s.n.m.

La provincia de Tacna, es una de las pocas provincias peruanas que limitan con dos países simultáneamente. En efecto, los límites de la provincia, son:

- Por el noroeste y norte con las provincias Jorge Basadre, Candarave y Tarata.
- Por el este y sureste limita con las Repúblicas de Bolivia y Chile.
- Por el suroeste, con el océano pacífico, teniendo en cuenta la nueva delimitación marítima establecida por la Corte de la Haya.

El acceso a la provincia de Tacna se puede realizar a través de diversos medios de transporte, entre los cuales destacan:

- Vía aérea: El acceso a la provincia de Tacna a través de vuelos de procedencia nacional e internacional que llegan al Aeropuerto Internacional Coronel FAP Carlos Ciriani Santa Rosa.
- Vía marítima: El acceso directo vía marítima a la provincia de Tacna, es a través de embarcaciones que llegan al Puerto Miguel Grau.
- Vía ferroviaria: El acceso directo vía ferroviaria a la provincia de Tacna, se da a través del Ferrocarril Tacna-Arica.
- Vía terrestre: El acceso directo vía terrestre a la provincia de Tacna, se da siguiendo las rutas nacionales, por ejemplo, la vía panamericana de norte a sur y viceversa; las rutas regionales, por ejemplo las carreteras Tacna-Puno, Tacna-Ilo; y, las carreteras locales que comunican las provincias y/o distritos del departamento.

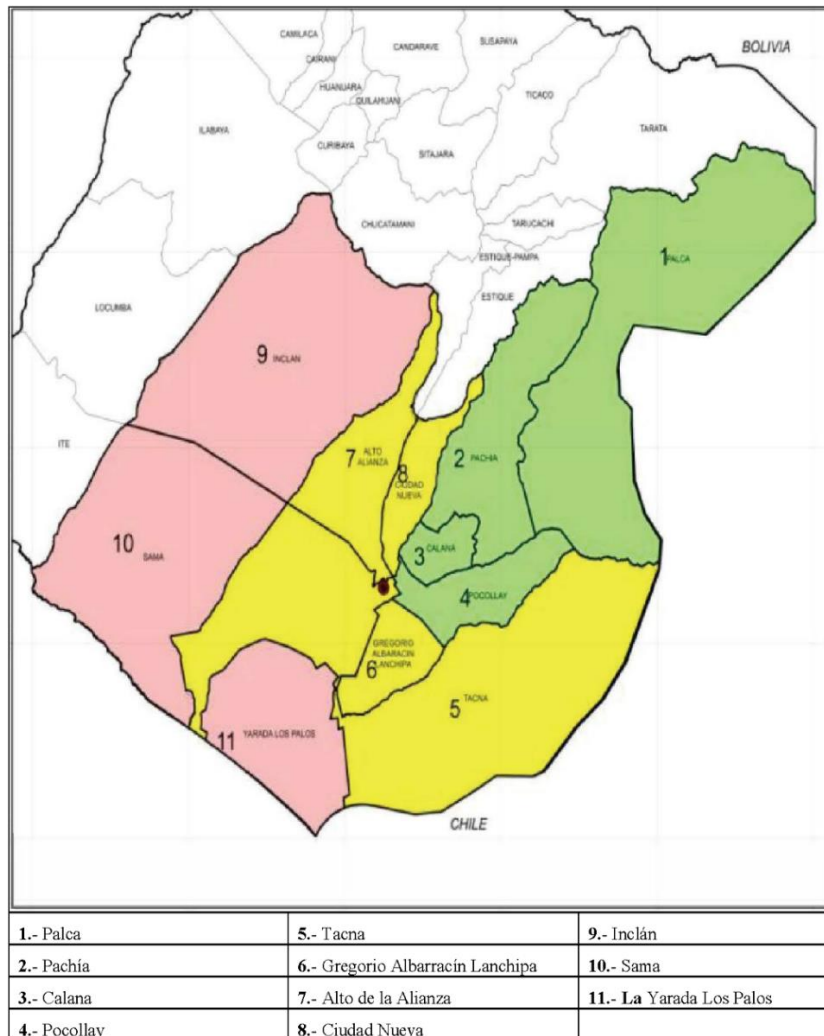


Figura 8. Mapa político de la provincia de Tacna.

Fuente: Plan de Desarrollo Local Concertado de la Provincia de Tacna al 2021; p.38.

3.2.3. Distrito de Palca.

El distrito de Palca se encuentra en la provincia y departamento de Tacna. Es uno de los once distritos que conforman la provincia de Tacna. El distrito de Palca se encuentra en la provincia y departamento de Tacna, a 52km del distrito homónimo que es la capital provincial y departamental. (Alianza para el Progreso , 2010, pág. 53).

Los límites del distrito de Palca, son: Por el Norte con la provincia de Tarata, por el Este y Sureste con la República de Chile y Bolivia, por el Sur con el distrito de Tacna y por el Oeste con los distritos de Pachía, Pocollay, y la provincia de Tarata.

El distrito de Palca forma parte de la Mancomunidad Municipal Integración Fronteriza Collpa. Esta mancomunidad municipal la integran las municipalidades distritales de

Calana, Pachía, Palca y Pocollay. La mancomunidad en cuestión, se caracteriza por estar integrada por distritos de carácter rural, con vocación productiva agropecuaria, explotación de recursos primarios como la minería y ser cabecera de la cuenca Uchusuma-Caplina.



Figura 9. Mapa de ubicación del distrito de Palca en el contexto provincial.

Fuente: Elaboración propia con información de Alianza para el Progreso (2010). Plan de Gobierno para el Distrito de Palca: Plan de gobierno municipal periodo 2011-2014.

Según (Alianza para el Progreso , 2010, pág. 54) en “Plan de Gobierno para el Distrito de Palca: Plan de gobierno municipal periodo 2011-2014” precisa que algunos aspectos relevantes acerca del distrito de Palca son los siguientes:

- El distrito fue creado el 08 de junio de 1959, por Ley N° 13238.
- El distrito se ubica en la Región y Provincia de Tacna, ocupando una superficie de 1,417.86 km² a 2,935 m.s.n.m.
- El distrito está conformado por cinco comunidades campesinas reconocidas y que corresponden a Palca, Ataspaca, Ancomarca, Vilavilani y el Centro Poblado de Alto Perú. Son anexos del distrito: Causuri, Ingenio, Chullpapalca, Muruyo, Paucarani, Tripartito, Río Kaño, Sencca, Hospicio y Cueva.

- El distrito tiene un clima que va de templado a frígido, con una temperatura media anual de 12°C a 16°C; llegando las mínimas entre 7°C y -5°C durante el invierno (junio - agosto), en los sectores que están sobre los 3500 metros de altitud. Las precipitaciones se dan durante el verano, con un promedio anual aproximado de más de 300mm, generando una flora arbustiva y de gramíneas que contribuyen en buena medida al sostenimiento del ganado caprino, ovino, vacuno y camélido, durante los cuatro primeros meses del año.
- El distrito, según el censo del año 2007, cuenta con una población de 1,510 habitantes.
- Las carreteras que conectan al distrito con otros distritos y ciudades vecinas, son las siguientes:
 - La ruta principal que comunica con la capital de la provincia, la ruta afirmada hasta el pueblo de Queunavichinca y Rosas Pata.
 - Las rutas vecinales que comunican a los pueblos de Paucarani, Uncalluta, Laguna de Condorpico, Laguna de Sitpicota, San Pedro de Calacolla, conexión con ruta nacional afirmada, el Ayro, Ancomarca, Rosas Pata y el Tripartito.
 - La ruta vecinal en conexión con la ruta nacional afirmada a los pueblos de Copapujio frontera de Chile y Vilavilane.
 - La ruta vecinal hacia el pueblo de Ataspaca, la cual está en conexión con la ruta nacional afirmada.
 - Diferentes trochas que comunican a los centros poblados del distrito entre sí.
- La principal actividad económica que desarrollan los pobladores del distrito de Palca, es la agricultura, ganadería. Las actividades de construcción, son trabajos temporales debido a las obras que realizan el gobierno regional o local, ocupando mano de obra de la localidad.

3.3. Red vial de Tacna.

La red vial del departamento de Tacna lo conforman aquellas vías de comunicación terrestre que permiten la comunicación entre poblaciones ubicadas dentro del departamento, y de estas hacia poblaciones ubicadas fuera del departamento.

3.3.1. Carreteras nacionales, regionales y locales.

Según (Municipalidad Provincial de Tacna, 2016 , pág. 3) en su “Plan de Desarrollo Local Concertado” de la provincia de Tacna, Perú, precisa que las carreteras nacionales, regionales y/o locales del departamento de Tacna están conformadas por aquellas que inician y/o finalizan, atraviesan o circundan la circunscripción territorial del departamento. Las principales carreteras nacionales, regionales y locales existentes en el departamento de Tacna, son los siguientes:

- *Carreteras nacionales:* Teniendo en cuenta las rutas nacionales que atraviesan el departamento de Tacna (Ver: Anexo 2. Mapa vial del departamento de Tacna), se tienen las siguientes carreteras nacionales: Tacna-El Pozo-Ilo, Tacna-Quebrada Honda-Moquegua, Tacna-Tarata-Juliaca, Tacna-Palca-La Paz, Tacna-Rosas Pata-Puno y Tacna-Obelisco de la Concordia-Arica.
- *Carreteras regionales:* Teniendo en cuenta las rutas departamentales del departamento de Tacna (Ver: Anexo 2. Mapa vial del departamento de Tacna), se tiene las siguientes carreteras regionales: Camara-Ite-Quebrada Alfarillo, Tomasiri-Sambalay, Toquepala-Mazocruz, Mirave-Quilahuani-Candarave, Ticaco-Challahuay- Quilahuani, Tripartito-Carretera Tarata-Juliaca, Candarave-Huayllani-Carretera Tarata-Juliaca, Sambalay-Coropuro-Carretera Tacna-Tarata y Quebrada Honda-Locumba.
- Carreteras locales o vecinales: conformado por diversas carreteras que unen los distritos, centros poblados y los de penetración partiendo desde las vías nacionales o regionales hacia unidades mineras, unidades agropecuarias, etc.

3.3.2. Carretera Tacna – La Paz.

El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, pág. 4) en su “Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – MTC”, precisa que con respecto a la «Carretera Tacna–La Paz», nos señala las siguientes características:

Los tramos del proyecto, corresponden a la Ruta N° 40 del Sistema Vial Nacional ubicado en el sur del Perú Tacna–Collpa (Frontera), perteneciente a la ruta departamental 110.

El proyecto está ubicado íntegramente dentro de la Región de Tacna. El punto de inicio del proyecto se encuentra en el Desvío a Miculla a la altura del km 23.700 y concluye en Collpa (Frontera) Km. 187+404.5 y el Ramal Dv. Tripartito - Hito Tripartito concluye en el Km. 160+361.

La carretera Tacna–Collpa– La Paz forma parte de acuerdo binacional Perú – Bolivia. El tramo peruano tiene 144 km de longitud y recorre las provincias de Tacna y Tarata. Su mejoramiento resolverá el problema de la inadecuada interconexión vial entre las ciudades de Tacna y La Paz (Bolivia), impulsará la cohesión económica y cultural de ambas regiones, y permitirá el acceso de la carga boliviana a los puertos del Pacífico sur. La inversión total de esta obra asciende a S/. 535 millones y beneficiará a más de 300.000 personas, que podrán trasladarse desde Tacna hasta La Paz en un viaje de auto de cuatro horas en condiciones de transitabilidad seguras. Se ejecuta en tres tramos:

- *Tramo I:* Huanune Chico – Cerro Santa Elena. Obra adjudicada en junio del 2016, con una inversión de S/. 230 millones.
- *Tramo II:* Cerro Santa Elena – Dv. Tripartito (División Tripartito). Obra adjudicada en junio del 2016, con una inversión de S/. 140 millones.
- *Tramo III:* Dv. Tripartito – Frontera con Bolivia. Está en ejecución desde febrero del 2016 con un monto de inversión de S/. 150 millones.

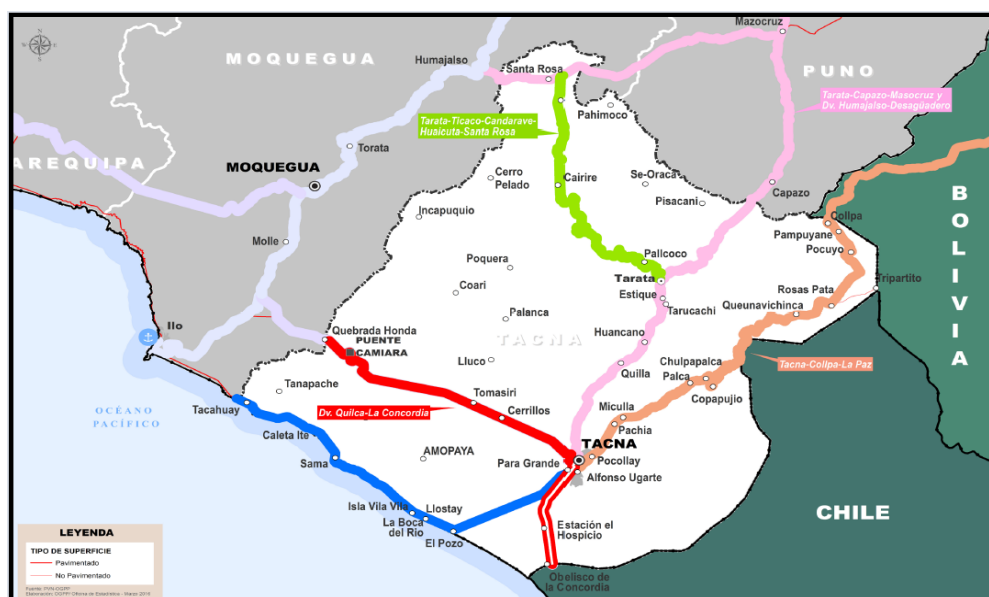


Figura 10. Ubicación de la carretera Tacna–Collpa–La Paz, dentro de la Red Vial departamental Tacna.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017b). Tacna: Camino al desarrollo.

Como se señalara anteriormente, la carretera Tacna–Collpa– La Paz, en el lado peruano se desarrolla íntegramente dentro del departamento de Tacna atravesando en parte a dos provincias, Tacna y Tarata.

Cuadro 10. *Distritos y provincias del departamento de Tacna que conforman el área de influencia directa del Proyecto Integración Vial Tacna–La Paz (Lado peruano).*

Provincia	Distrito	Superficie (Km2)	Area Prov.
Tacna	Tacna	2594,12	8066,11
Tacna	Alto de la Alianza	371,4	
Tacna	Calana	124,45	
Tacna	Ciudad Nueva	173,4	
Tacna	Inclán	187,7	
Tacna	Pachía	1333,85	
Tacna	Palca	1510,96	
Tacna	Pocollay	604,62	
Tacna	Sama	16,62	
Tacna	Cnl. G. Albarracín	1148,99	
Tarata	Tarata	864,31	1848,45
Tarata	Héroes Albarracín	372,41	
Tarata	Estique	312,85	
Tarata	Estique Pampa	185,61	
Tarata	Tarucachi	113,27	
TOTAL		9914,56	9914,56

Fuente: (Consortio CAEM-CES (Consultor), 2012). Estudio a nivel de factibilidad del Proyecto de Integración Vial Tacna – La Paz.

Según (Consortio CAEM-CES (Consultor), 2012, pág. 3) precisa que los aspectos referidos a las solicitudes a la carrera Tacna-La Paz, o demanda traducidos en volúmenes vehiculares, según Estudio de Tráfico 2012 para diversas estaciones de control de tráfico normal previamente establecidas, presentaba el siguiente Índice Medio Diario Anual (IMDA) para la ruta del proyecto: Desvio Miculla – Palca (113 vehículos), Palca - Alto Perú (54 vehículos), Alto Perú – Ancomarca (19 vehículos), Ancomarca – Desvio Kallapuma o Rio Kaño (23 vehículos), Desvio Kallapuma (Rio Kaño) – Collpa (6 vehículos) y Ancomarca – Collpa (14 vehículos).

En la figura que prosigue se presenta el Índice Medio Diario Anual (IMDA) total por enlace para el año base (Año 2010), año de apertura (Año 2016) y año de proyección (Año 2034 o 2035, según corresponda).

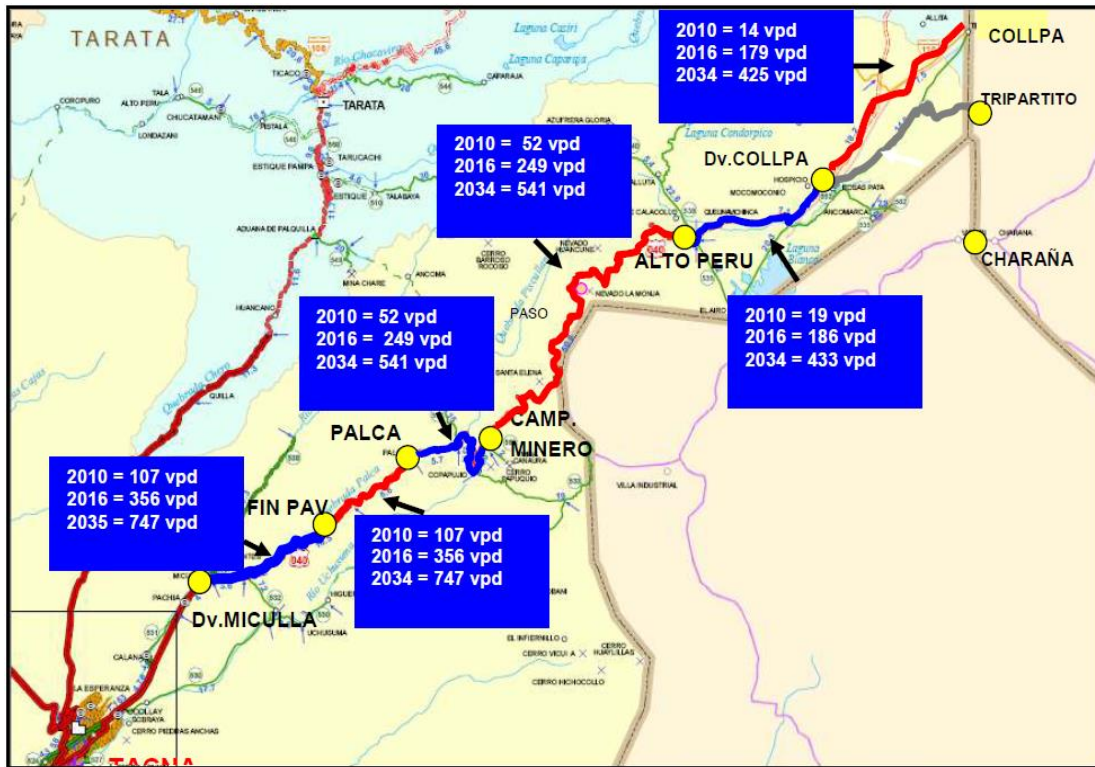


Figura 11. *IMDA total por enlace para el año base, año de apertura y, año de proyección.*

Fuente: (Consortio CAEM-CES (Consultor), 2012). Estudio a nivel de factibilidad del Proyecto de Integración Vial Tacna – La Paz.

3.4. Sub Tramo III: KM. 146+180 - KM. 187+404.

Según (Provías Nacional, 2016, págs. 1-3) en su artículo “Proyectos de Inversión de Solución Definitiva” precisa que el Proyecto Integración Vial Tacna–La Paz en su integridad puede dividirse en dos tramos, Tramo I, lado peruano y Tramo II, lado boliviano.

Si consideramos como una unidad solamente el lado peruano de dicho Proyecto Integración Vial, se definen tres tramos, Tramo I (Huanune Chico–Cerro Santa Elena), Tramo II (Cerro Santa Elena–Dv. Tripartito) y Tramo III (Dv. Tripartito–Frontera con Bolivia). Cada uno de los tres tramos del lado peruano, desde una perspectiva integral del Proyecto de Integración Vial Tacna–La Paz, son considerados como sub tramos, ya que los tramos principales serían los correspondientes a cada uno de los lados de la frontera.

En ese sentido es que en la presente investigación se identifica indistintamente como Tramo III o Sub Tramo III, al tramo del Proyecto Integración Vial Tacna–La Paz comprendido entre la División Tripartito y la frontera con Bolivia.

3.4.1. Avance de obras en el Sub-Tramo III.

Según (Provías Nacional, 2016, págs. 1-3) en su artículo “Proyectos de Inversión de Solución Definitiva” precisa que los reportes de aspectos relevantes relacionados con el denominado Sub Tramo III de la carretera Tacna-La Paz, dan cuenta del siguiente escenario temporal:

- *Situación al año 2016:*

SUBTRAMO: Km. 146+180 (Dv. Tripartito) – Km. 187+404 (Frontera con Bolivia). OBRAS DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO EN EJECUCION.

Mediante Resolución Directoral N° 465-2015-MTC/20 de fecha 10/06/2015, se aprueba administrativamente el Estudio Definitivo del Proyecto Integración Vial Tacna – La Paz, Tramo: Tacna – Collpa (Frontera con Bolivia), Subtramo: Km. 146+180 (Dv. Tripartito) – Km. 187+404 (Frontera con Bolivia); con un Presupuesto ascendente a la suma de S/. 130 117 634.77 con precios al mes de marzo de 2015 y un plazo de ejecución de 540 días calendarios.

Contratista: Contrato N° 0017-2016-MTC/20 del 21/01/2016 con la empresa ICCGSA por el monto de su propuesta económica ascendente a S/. 141 413 510.46

Supervisión: Consorcio Supervisor Vial la Paz (Acruta & Tapia Ingenieros SAC - Motlima Consultores S.A.) por el monto de su propuesta económica ascendente a S/ 9 739 940.51. Con fecha 11/01/2016 se suscribió el Contrato N° 006-2016-MTC/20.

Situación al 2016:

Inicio de obras : 19/02/2016.

Avance ejecutado al 31/10/2016: 30,37% (Avance programado: 25,01%).

Termino contractual : 05/12/2017.

Inversión: (Incluye Adicionales y Deductivos)

Costo de obra : S/ 158 991 708,54

Costo de Supervisión : S/ 9 739 940,51

TOTAL : S/ 168 731 649,05

Notas:

- /1. Incluye Contrato principal + Presupuestos Adicionales + MGG (Mayores Gastos Generales debido a N° días ampliados).
- /2. Incluye Contrato principal – No ha generado presupuestos adicionales.

A octubre de 2016 se tenía las autorizaciones de los dueños de la ampliación Cantera CY-2, DME 8 y DME 9, para su ampliación, asimismo del DME 4, donde se planea instalar la planta de suelos.

También, se cuenta con la Resolución N° 1771-2016-ANA/AAA IC-O de fecha 22 de setiembre de 2016 donde se autoriza el uso de las aguas del Rio Mauri para los trabajos de la obra.

Además, se ha procedido a incluir en el catastro minero las canteras de material de construcción denominadas Cantera Lajas Sector 1, Sector 2 y Sector 3; Cantera CY-1; cantera CY-2, Cantera Roca Uno, Cantera Arena 1 y Arena 2 asignadas al proyecto.

3.4.2. Diseño de pavimentos.

El diseño del pavimento para el Proyecto Integración Vial Tacna-La Paz, Sub Tramo 3; consistió en establecer las especificaciones técnicas para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada.

Con respecto al diseño del pavimento, es de tener en cuenta la estructura básica de los pavimentos, la cual se esquematiza en la figura que prosigue.

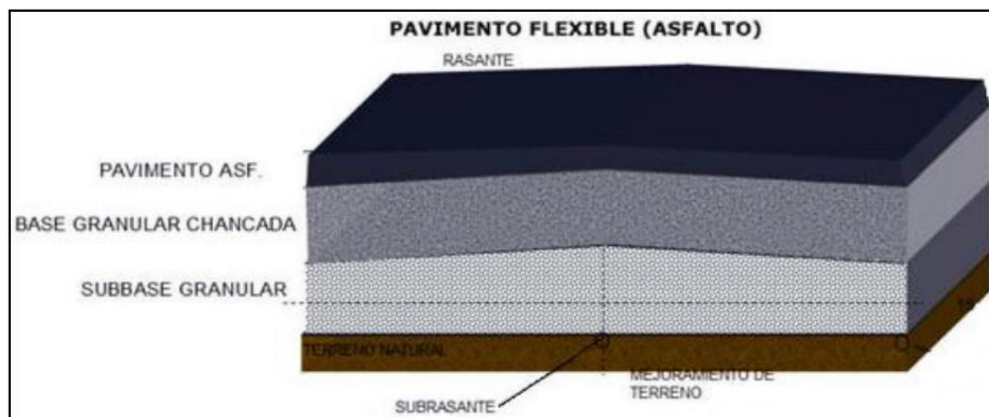


Figura 12. Estructura básica de los Pavimentos Flexibles (Mezcla Asfáltica).

Fuente: (Zúñiga C., 2015). Mezcla Asfáltica en caliente.

Del Estudio Definitivo del Proyecto Integración Vial Tacna-La Paz. Tramo: Tacna-Collpa (Frontera con Bolivia). Sub Tramo 3. Km 146+180- km 187+404.; se tiene las siguientes especificaciones técnicas:

- *Para los agregados minerales gruesos:* El agregado grueso deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión con el asfalto. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en cada especificación.

Los agregados gruesos, deben cumplir además con los requerimientos, establecidos en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Requerimientos para los agregados gruesos.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Cuadro 12. Requerimientos para los agregados finos.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* **	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción; p.560.

Notas:

- Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.
 - La adherencia del agregado grueso para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla. Para el mejorado de la adherencia se podrán emplear: Cal tipo I y II (AASHTO M303), base tipo amina, cenizas (AASHTO M295) u otros productos de calidad certificada.
 - La notación “85/50” indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 50% tiene dos caras fracturadas.
- *Para los agregados minerales finos:* El agregado fino estará constituido por arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La proporción admisible de esta última será establecida en el diseño aprobado correspondiente. Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia, que impida la adhesión con el asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en cada especificación. Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos señalados en el cuadro 14.
- La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente deberán ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones y serán propuestas por el contratista y aprobadas por el supervisor. Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino, el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el 1% de partículas deleznableles según ensayo MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materia les deletéreos. La gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) deberá responder a algunos de los siguientes husos granulométricos:

Cuadro 13. Usos granulométricos para la gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción; p.561.

- *Para el Filler o polvo mineral:* El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado-asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, que deberá cumplir la norma AASHTO M-303. La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall.
- *Para el cemento asfáltico:* El Cemento Asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 415.02 (b) Y los equivalentes al PG (Grado de Comportamiento-AASHTO M-320), basados en el clima y temperatura de la zona.
- *Para las fuentes de provisión o canteras:* El supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

3.5 Consideraciones Generales.

En lo que prosigue se presentan condiciones generales que se deberán tener en cuenta al analizar los resultados presentados en el presente capítulo.

- El asfalto utilizado en la pavimentación de la carretera es del tipo “Asfalto Modificado”.
- El material pétreo (agregados finos y gruesos), son adquiridos bajo condiciones de cumplir las especificaciones técnicas de graduación o granulometría; luego, el control de calidad de los agregados no se realiza en el laboratorio de ensayos, sino lo realiza la empresa proveedora en laboratorios propios.
- Con respecto a las plantas de asfalto, las condiciones de referencia para el mejor desempeño, obedeciendo la capacidad nominal establecida de las plantas, según (TEREX, 2011), son:

Humedad de los materiales: el promedio ponderado de la humedad ideal de los áridos es del 3%.

Poder calórico del combustible: el combustible a ser utilizado deberá tener como mínimo 9.600 kcal/kg.

Delta de temperatura: La diferencia entre la temperatura de la mezcla bituminosa producida y temperatura ambiente, está prevista para un delta de

temperatura de 130°C. Previsto para temperatura ambiente en alrededor de 25°C, en temperaturas menores tendremos una disminución de calor generado.

Granulometría: la granulometría de los áridos debe ser como máximo un 20% pasante por la zaranda # 8.

- Para las plantas, no se recomienda la producción de mezclas bituminosas con contenido de humedad en los materiales superior al 7%.
 - En casos en los que la humedad sea superior al 7% se deben adoptar técnicas de pre secado del material.
 - El aumento de la humedad provoca la pérdida de producción de manera exponencial.
- Condición ideal: humedad en 3%.

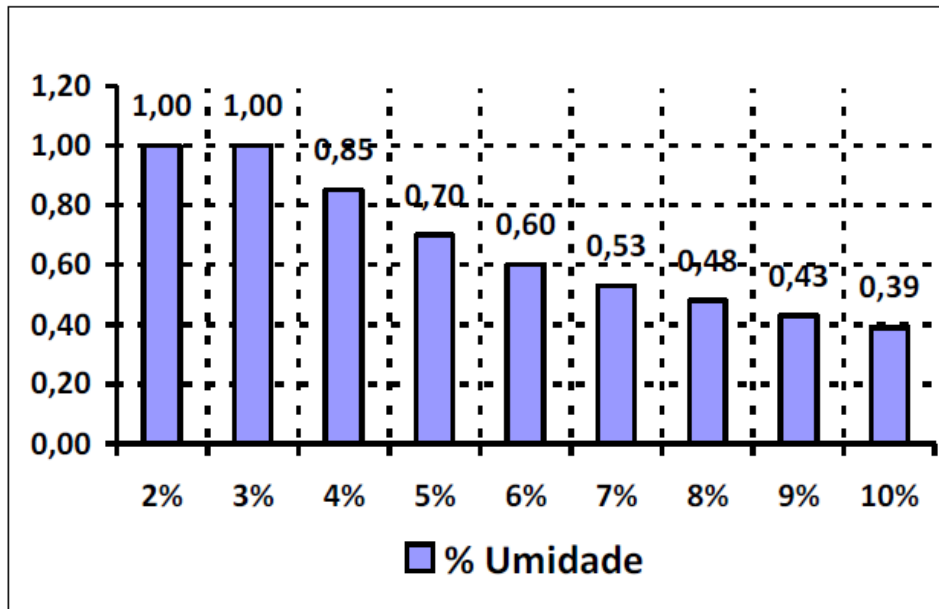


Figura 13. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la humedad.

Fuente: TEREX (2011). Manual Genérico para todos los Modelos de Plantas de Asfalto de Terex Roadbuilding LA.; p.8.

- Con el aumento de la altitud, para la planta se produce la pérdida en producción de forma lineal. Cada 1000 metros de altitud, tendremos pérdida del 10% en producción. Condición ideal: altitud cero, o sea, a nivel del mar.

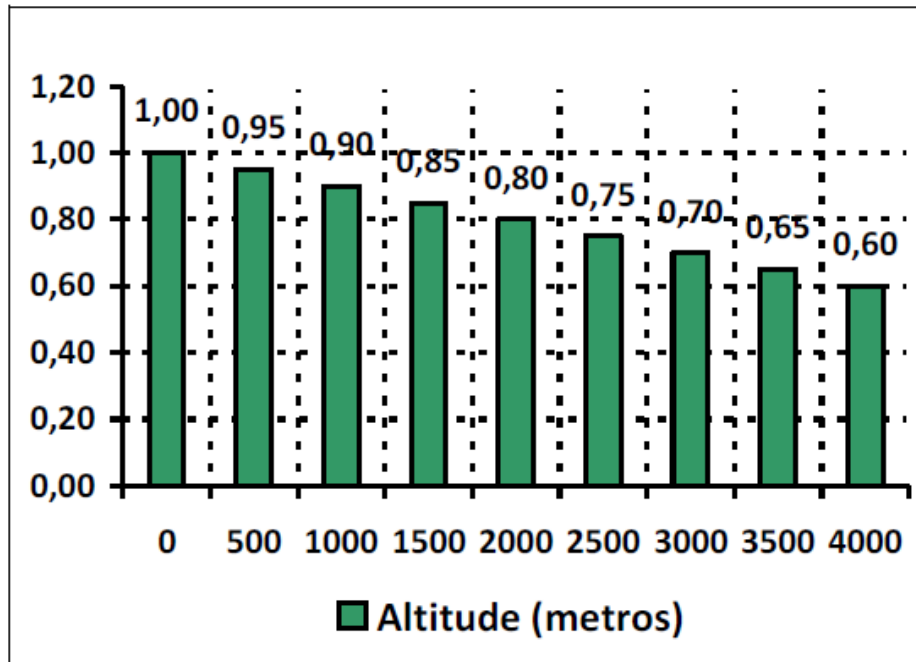


Figura 14. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la altitud.

Fuente: *Ibíd.*; p.8.

- Con el aumento de la temperatura, se produce la pérdida de producción de manera lineal. Para cada 5°C, tendremos pérdida del 3% en producción. La temperatura ideal es alrededor de 120° C.

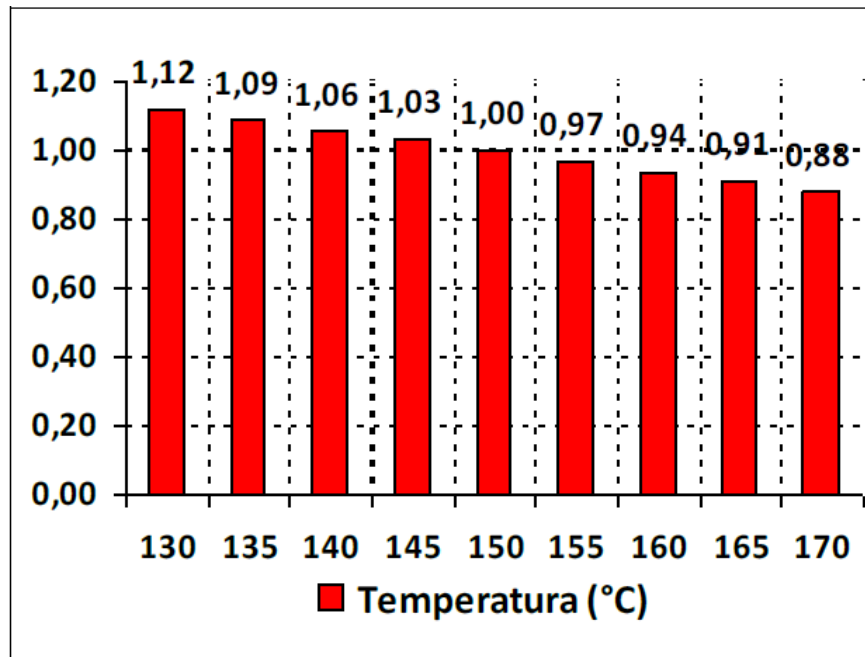


Figura 15. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la temperatura.

Fuente: *Ibíd.*; p.9.

- Con el aumento de la granulometría, se produce la pérdida de producción de manera lineal. Condición ideal: 20% pasante la malla # 8, o sea, 80/20 (80% retenido y 20% pasante).

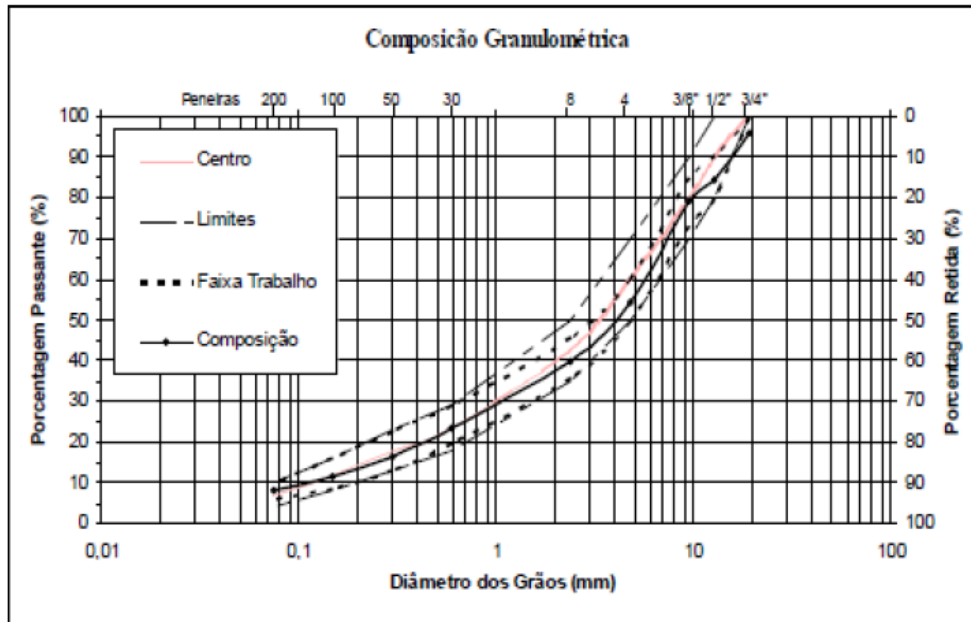


Figura 16. Variación de la producción efectiva de la planta de asfalto debido a la graduación.

Fuente: TEREX (2011). Manual Genérico para todos los Modelos de Plantas de Asfalto de Terex Roadbuilding LA.; p.9.

3.6. Producción de asfalto

La empresa Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. – ICCGSA es la encargada de la ejecución del Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz, en su Sub Tramo III: KM. 146+180 - KM. 187+404. Las instalaciones del campamento están ubicados en el campamento el Ayro, distrito de Palca, Provincia de Tacna, región Tacna.

Para cubrir la demanda de asfalto por parte del proyecto vial en ejecución, ICCGSA cuenta con plantas de asfaltos que le permiten la producción *in situ* de mezcla asfáltica.

3.6.1. Producción de asfalto en la planta Barber Greene.

La empresa ICCGSA para cubrir parte de la demanda de MAC cuenta con la planta de asfalto de las marca Barber Greene (Modelo DM 50). La producción de dicha planta cubre aproximadamente el 40% de la demanda de MAC.



Imagen 12. Vista parcial de la planta de asfalto Barber Greene – DM 50.

Fuente: Planta de asfalto de la empresa ICCGSA asignada para el proyecto de Integración Vial Tacna-Collpa, Perú - Fotografiado propio.

3.6.2. Producción de asfalto en la planta Terex.

La empresa ICCGSA también cuenta con plantas de asfaltos de la marca TEREX (Modelo Magnum 140). La producción de dichas plantas cubre aproximadamente el 60% de la demanda diaria de MAC.



Imagen 13. Vista parcial de la planta de asfalto TEREX – Magnum 140.

Fuente: Planta de asfalto de la empresa ICCGSA asignada para el proyecto de Integración Vial Tacna-Collpa, Perú - Fotografiado propio.

Capítulo 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO I: Control de calidad de las plantas de asfalto

La empresa ICCGSA, con la finalidad de garantizar que el producto se ajusta a las especificaciones técnicas exigidas, realiza controles periódicos de las MAC producidos, para tal efecto realiza los controles que se presentan a continuación.

4.1.1. Análisis granulométrico en faja.

El tamizado de una muestra tomada de la planta Barber Greene, realizado el 17/08/2017, dio el resultado que prosigue.

Cuadro 14. Análisis granulométrico por tamizado MAC-2- control de faja en planta Barber Greene.

TAMIZ	ABERT. mm.	g PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN			DESCRIPCION
						MAC 2			
1"	25.400					Minima	Maxima		Tamaño maximo : 3/4"
3/4"	19.000				100.0	100	100		Tamaño Nominal : 1/2"
1/2"	12.500	1235.0	10.8	10.8	89.2	80	100		1. Peso de Material :
3/8"	9.500	1271.0	11.1	22.0	78.0	70	88		Peso Inicial: g 11,406.0
1/4"	6.350								Fracción < N° 4: g 755.1
N° 4	4.750	2005.0	17.6	39.6	60.5	51	68		Humedad Natural: % 1.65
N° 8	2.360								2. Características:
N° 10	2.000	177.2	14.2	53.7	46.3	38	52		Grava : 39.55 %
N° 16	1.190								Arena : 54.45 %
N° 30	0.600								Finos : 6.00 %
N° 40	0.425	300.9	24.1	77.8	22.2	17	28		3.Observaciones:
N° 50	0.297								Progresiva inicial: KM 153+600
N° 80	0.177	142.7	11.4	89.3	10.8	8	17		Progresiva final: KM 154+360
N° 100	0.150								Metros lineales: 760
N° 200	0.075	59.3	4.8	94.0	6.0	4	8		
< N° 200		75.0	6.0	100.0					

Fuente: Elaboración propia en laboratorios de Empresa ICCGSA - Distrito de Palca – Provincia de Tacna, Perú.

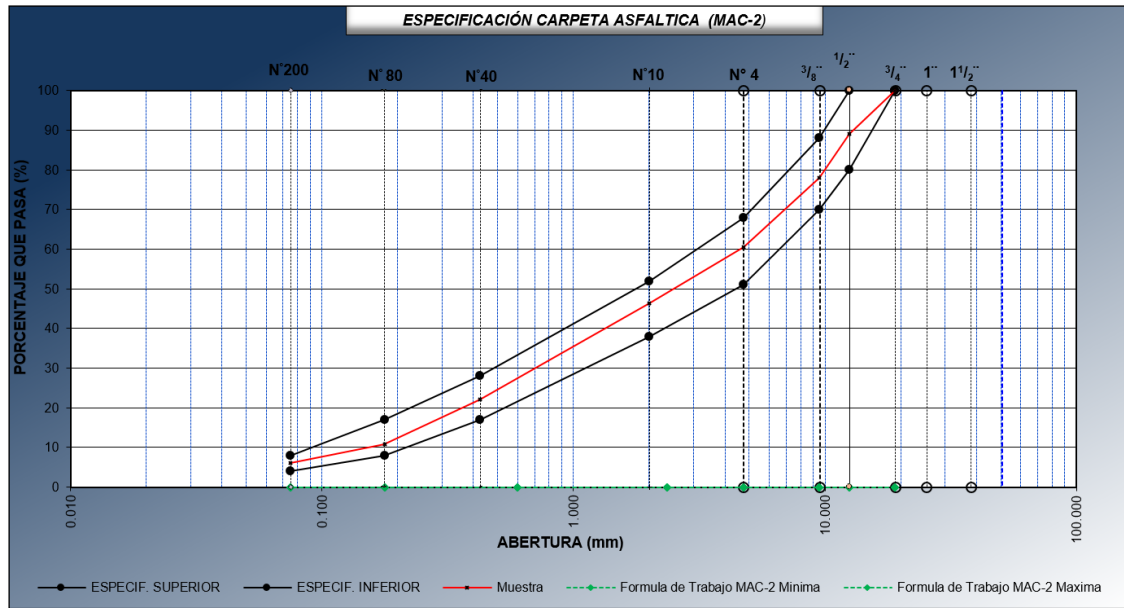


Figura 17. Especificación carpeta asfáltica MAC-2 (Planta Barber Greene).

Fuente: Grafica del análisis granulométrico de la muestra extraída de la faja de la Planta Barber Greene - Elaboración propia.

Interpretación:

Comparando los resultados con los valores establecidos por el manual de ensayo de materiales MTC E 212 (Ver: «Cuadro 13. Usos granulométricos para la gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC)»), para la columna correspondiente a MAC-2, se tiene que los valores recaen dentro de los rangos establecidos.

Los materiales pétreos (agregados) de la muestra analizada, tomada de la faja "Barber Greene" proceden de la "Ampliación Cantera CY-1". La combinación de dicha muestra MAC-2, es como sigue:

Cuadro 15. Combinación MAC-2.

MATERIALES	PROPORCIÓN
CAL HIDRATADA " CAL&CEMENTO SUR S.A"	2,00%
GRAVA TRITURADA (TM.3/4")	38,00%
ARENA NATURAL PRE-SECADO ASFALTO (TM. 1/4")	29,98%
ARENA NATURAL RE-LAVADO (TM.1/4")	7,50%
ARENA TRITURADO (TM. 1/4")	22,52%
ASFALTO "BETUTEC CF" + POLIMERO ELASTOMERO "SBS"	
ADITIVO "AD RED RADICOTE AL 0.5% PESO C.A	

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para el caso de la muestra MAC-2 tomada de la planta Terex, el análisis granulométrico por tamizado - control de faja, realizado el 17/08/2017, dio el resultado que se detalla en el cuadro que prosigue.

Cuadro 16. Análisis granulométrico por tamizado MAC-2- control de faja en planta Terex.

TAMIZ	ABERT. mm.	g PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN MAC 2		DESCRIPCION
						Minima	Maxima	
1"	25.400							Tamaño máximo : 3/4"
3/4"	19.000				100.0	100	100	Tamaño Nominal : 1/2"
1/2"	12.500	1233.0	10.5	10.5	89.5	80	100	1. Peso de Material :
3/8"	9.500	1295.0	11.1	21.6	78.4	70	88	Peso Inicial: g 11,698.0
1/4"	6.350							Fracción < N° 4: g 894.7
N° 4	4.750	2193.0	18.8	40.4	59.6	51	68	Humedad Natural: % 1.50
N° 8	2.360							2. Características:
N° 10	2.000	225.0	15.0	55.4	44.6	38	52	Grava : 40.36 %
N° 16	1.190							Arena : 54.22 %
N° 30	0.600							Finos : 5.42 %
N° 40	0.425	347.3	23.2	78.5	21.5	17	28	3.Observaciones:
N° 50	0.297							Progresiva inicial: KM 153+600
N° 80	0.177	168.6	11.2	89.8	10.3	8	17	Progresiva final: KM 154+360
N° 100	0.150							Metros lineales: 760
N° 200	0.075	72.5	4.8	94.6	5.4	4	8	
< N° 200		81.3	5.4	100.0				

Fuente: Formato para el análisis granulométrico - Elaboración propia en laboratorios de Empresa ICCGSA.

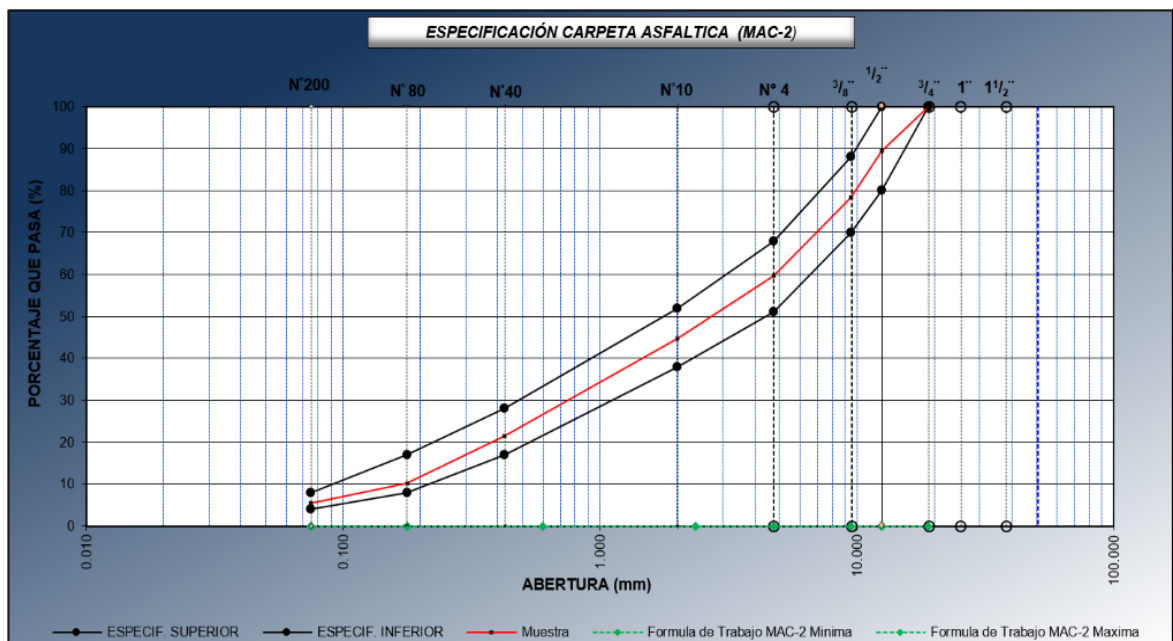


Figura 18. Especificación carpeta asfáltica MAC-2 (Planta Terex).

Fuente: Grafica del análisis granulométrico de la muestra extraída de la faja de la Planta Terex - Elaboración propia.

Interpretación:

Comparando los resultados con los valores establecidos por el manual de ensayo de materiales MTC E 212 (Ver: «Cuadro 13. Usos granulométricos para la gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC)»), para la columna correspondiente a MAC-2, se tiene que para el caso de la Planta Terex, los valores de “% que pasa”, también recaen dentro de los rangos establecidos.

Discusión:

Por otro lado, la composición en peso de agregados pétreos por tamiz y contenido de asfalto en peso para la curva granulométrica Superior e Inferior del Ensayo de Pista; realizado por (Padilla Rodríguez, 2004, págs. 115-117), dan cuenta que las probetas para realizar el Ensayo de Pista de Laboratorio se fabricaron únicamente con las granulometrías de la curva Inferior y Superior, con un contenido de asfalto 60/70 de 4,75% y 4,25% en peso de agregados y un contenido de asfalto 40/50 de 4,75% en peso de agregados, con un peso total de agregados pétreos de 10,400 gr. por probeta.

El peso total de agregados pétreos acabado de citar, no dista mucho de nuestras probetas de 11592 gramos, en el sentido que no se usaron las mismas probetas ni tampoco las mismas canteras como fuente de los agregados.

Asimismo, es de destacar los resultados obtenidos por (Morales Benedetto, 2012, págs. 99-100), quien reporta que la mezcla asfáltica del tipo M-19, para un tipo de tránsito alto, siguiendo los parámetros de la norma INVEAS (Instituto Venezolano del Asfalto) está conformada por piedra picada 3/4” (30%), arrocillo 1/2” (55%) y arena cernida (15%).

Con respecto a estos resultados, las características de los materiales usados del presente estudio fueron: Grava 39,55%, arena 54,45% y finos 6,00% para el muestreo de la Planta Barber Greene y Grava 40,36%, arena 54,22% y finos 5,42% para el muestreo de la Planta Terex; luego, las diferencias de composición se debió más al ajuste que se tuvo que hacer para cumplir con las normativas del INVEAS para el caso venezolano y las del MTC para nuestro caso.

4.2. RESULTADO II: Control de calidad del producto elaborado en el Laboratorio

4.2.1. Lavado asfáltico de la mezcla.

Cuadro 17. Resultados de ensayo de lavado asfáltico (Muestra MAC-2).

Tipo de Planta	% Que pasa - Análisis Granulométrico (Lavado Asfáltico)								C.A.
	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	
	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %	MTC E-502 %
Planta Barber Greene	100,00	89,9	76,5	59,8	40,2	18,4	9,8	5,9	6,64
Planta Terex	100,00	88,5	77,8	60,5	41,1	20,9	10,1	5,4	6,70

Fuente: Resultados del Lavado asfáltico en ambas plantas - Elaboración propia.

Interpretación:

Del ensayo de lavado asfáltico de la mezcla para cada una de las muestras MAC-2 a 170°C y 168°C para las plantas Barber Greene y Terex, respectivamente; se obtuvo el 6,64% de porcentaje de asfalto presente en el pavimento para el primero y 6,70% para el segundo.

Discusión:

Por otro lado, (Villa Chaman, 2007), en la tesis titulada «Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas – Aplicación: Colegio FAP Manuel Polo Jiménez, Urb. San Gabino – Santiago de Surco», con respecto al lavado asfáltico del material que denominara como Material Asfáltico Recuperado – MAR; el autor señala que en los trabajos previos a la colocación de la carpeta el Lavado asfáltico al MAR, presentó la siguiente característica: Peso inicial seco = 1500.00 gr; Peso lavado seco = 1414.10 gr y Porcentaje de cemento asfáltico (%CA) = 5.73%.

En la comparación realizada se tiene una diferencia porcentual de poco más del 1% de los ensayos nuestros realizados para el caso de Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC) frente a los ensayos en Mezcla Asfáltica en Frío (MAF) en la tesis desarrollada por (Villa Chaman, 2007). Asimismo, si comparamos con la propuesta de % Optimo de C.A. presentado por (Valeriano Turpo & Catacora Mendoza, 2017), para MAC, nuestros resultados son coincidentes en el rango de 6.64% +/- 0,3%.

Con respecto a detalles adicionales referido a los materiales utilizados en los ensayos nuestros y el peso de los mismos, presentamos el siguiente cuadro:

Cuadro 18. *Detalles del ensayo de lavado asfáltico (Muestra MAC-2).*

Planta Barber Greene		Planta Terex	
PESO FILTRO		PESO FILTRO	
PF1:	10.26 g	PF1:	9.99 g
PF2:	10.67 g 0.41 g	PF2:	10.63 g 0.64 g
P. Material S/Lavar:	g 1249.09	P. Material S/Lavar:	g 1374.59
P. Material Lavado:	g 1165.72	P. Material Lavado:	g 1281.84
P. Material L. + Fino:	g 1,166.13	P. Material L. + Fino:	g 1,282.48
Peso del Asfalto:	g 82.96	Peso del Asfalto:	g 92.11
Cemento Asfáltico:	% 6.64	Cemento Asfáltico:	% 6.70
Temp. De Mezcla:	°C 165	Temp. De Mezcla:	°C 165
2. Características:		2. Características:	
Tamaño máximo :	3/4"	Tamaño máximo :	3/4"
Tamaño Nominal :	1/2"	Tamaño Nominal :	1/2"
Grava :	% 40.22	Grava :	% 39.48
Arena :	% 53.88	Arena :	% 55.10
Finos :	% 5.90	Finos :	% 5.42
3. Observaciones:		3. Observaciones:	
Progresiva inicial:	KM 153+600	Progresiva inicial:	KM 153+600
Progresiva final:	KM 154+360	Progresiva final:	KM 154+360
Metros lineales:	760	Metros lineales:	760

Fuente: Cuadro detallado del lavado asfáltico en ambas plantas- Elaboración propia.

4.2.2. Ensayo Rice.

Los resultados del Ensayo Rice o ensayo de máxima gravedad específica de la mezcla asfáltica (MC-2), fueron los siguientes:

Cuadro 19. *Resultados del Ensayo RICE (Muestra MAC-2).*

N°	Indicadores	Unidad	Tipo de Planta	
			Barber Greene	Terex
1	Porcentaje de Asfalto total en la mezcla	%	6,64	6,70
2	Peso del frasco + el agua (25°C)	g	6948,0	6948,0
3	Peso de la mezcla	g	1430,00	1430,00
4	Peso del frasco + mezcla + agua (25°C)	g	7770,1	7770,1
5	Volumen de la mezcla, (2+3-4)	cm ³	607,9	607,9
6	Gravedad específica de la mezcla,(3/5)	g/cm ³	2,352	2,352

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

En el ensayo rice se puede determinar la gravedad específica de la mezcla, teniendo en cuenta el porcentaje de asfalto que contiene la mezcla asfáltica. En ambas Plantas (Barber Greene y Terex) dio un resultado de 2,352 g/cm³.

Discusión:

Por su parte, (Valeriano Turpo & Catacora Mendoza, 2017) presentan resultados que dan cuenta de una Gravedad Específica Bulk 2.531 gr/cm³, y, una Gravedad Específica Efectiva del Agregado (RICE) de 2.596 gr/cm³. Todos valores similares, considerados así por su cercanía a los obtenidos en la presente investigación.

4.2.3. Ensayo Marshall.

Cuadro 20. Resultados del ensayo Marshall (Muestra MAC-2).

	Norma	Unidad	Planta de Asfalto	
			Barber Greene	Terex
Densidad Rice	MTC E-220	gr/cm ³	2,352	2,352
Densidad Bulk	MTC E-504	gr/cm ³	2,258	2,257
Vacíos de Aire	MTC E-504	%	4,01	4,06
Vacíos del Agregado Mineral	MTC E-504	%	17,78	17,90
Flujo (0.25 mm)	MTC E-504	"	9	11,3
Estabilidad Corregida	MTC E-504	kg	1873	2104
R. Estabilidad / Flujo	MTC E-504	kg/cm.	8192	7323
Relación Filler / Asfalto	MTC E-504		1,07	0,97

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Los valores obtenidos mediante el ensayo Marshall se ajustaron a las especificaciones técnicas exigidas y se ajustan a los valores esperados presentados en: «Cuadro 3. Requisitos para mezcla de concreto bituminoso».

Discusión:

Por su parte, (Valeriano Turpo & Catacora Mendoza, 2017) presentan resultados del ensayo Marshall para diferentes valores del Porcentaje de Cemento Asfáltico (%CA), en ese sentido con fines comparativos tomamos como referencia %CA= 7.0%, valor más

cercano al obtenido por nosotros (6,70%); luego, los valores obtenidos mediante el ensayo Marshall fueron: Porcentaje VMA en Mezcla Compactada 17.93%, y, Porcentaje de Vacíos de Aire en la Mezcla Compactada 2.7%. Todos valores similares, considerados así por su cercanía a los obtenidos en la presente investigación.

Para indagar más detalladamente sobre los resultados obtenidos, en anexos se presenta al detalle los valores ensayados y materiales de ensayo (Ver: «Anexo 5. Detalles sobre Resultados obtenidos en Ensayo Marshall»).

4.2.4. Ensayo Lottman.

Los resultados del ensayo Lottman se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Resultados del Ensayo Lottman (Muestra MAC-2).

Planta	Lottman Modificado
	AASHTO T-283
	%
Barber Greene	84,8
Terex	85,8

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Los resultados del ensayo Lottman para el fin de medir el efecto de agua sobre la resistencia de tensión de la mezcla de pavimentación fueron similares para ambos tipos de plantas. Los ensayos de tracción indirecta dieron como resultados de 82.4 %

Discusión:

Según (Valeriano Turpo & Catacora Mendoza, 2017) para la Tracción Indirecta Convencional utiliza dos rangos de temperatura, 140°C y 100°C. La denominación convencional es añadida en la descripción que se hace del ensayo en la tesis referencial, debido a que dicha investigación consideró MAC-Modificada con 2% de Zeolita; luego, los valores de la Tracción Indirecta Convencional a temperaturas de 140°C y 100°C obtenidas por los autores en mención, fueron respectivamente: 88.90% y 78.77%.

4.2.5. Ensayo de Adherencia.

Interpretación:

Los resultados del ensayo de adherencia para determinar el grado de cubrimiento de las partículas de agregado en una mezcla bituminosa, en base al porcentaje de partículas de agregado grueso que quedan completamente recubiertas por el ligante bituminoso; fueron los siguientes:

Cuadro 22. Resultados del Ensayo de Adherencia.

IT	DESCRIPCION	Unidad	Barber Greene		Terex	
			1	2	1	2
A	Tiempo de Mezclado	s	15	15	15	15
B	Hora de Muestreo	hrs	10:30 AM	10:30 AM	8:30 AM	8:30 AM
C	Placa de Volquete de Donde Proviene la Muestra		CIS-717	CIS-717	CIW-718	CIW-718
D	Número de Partículas Parcialmente Recubiertas	und	6	6	7	7
E	Número de Partículas Completamente Recubiertas	und	293	293	310	310
F	Número Total de Partículas	und	299	299	317	317
G	Porcentaje de Partículas Recubiertas	%	98,0	98,0	97,8	97,8

Fuente: Elaboración propia.

En ambas plantas de asfaltos se logró superar el **95%** mínimo requerido para el porcentaje de partículas recubiertas.

Discusión:

Por su parte, (Urrego Aguilera & Ruiz Ramírez, 2016), usando cemento asfáltico tipo 60/70 con agregado de río, agregado mixto y agregado de peña; lograron resistencias conservadas de 96,7%, 94,6% y 94,4%; respectivamente. Dichos valores se ajustan y ratifican el buen comportamiento que presenta el material para las diferentes mezclas planteadas, cumpliendo con el porcentaje mínimo de resistencia conservada exigido por el de Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS). Como se puede observar en esta investigación los porcentajes de Adherencia son similares con un 98,0% y 97,8%.

4.3. RESULTADO III: Control de calidad del producto aplicado sobre la superficie

4.3.1. Control al momento de aplicar producto.

- Al momento de aplicar el producto en la pista se tuvo el control del sopleteo y de la limpieza de la base granular imprimada a asfaltar, dichos controles fueron supervisados para darles conformidad.
- Se llevó el control sobre la temperatura ambiente cada vez que llegaba un volquete al tren de asfalto además también se controló la temperatura de la mezcla asfáltica dentro del volquete y para finalizar se controló la temperatura de la mezcla asfáltica al momento de esparcirla a la base granular. (Ver: «Anexo 11. Detalles sobre el control de Temperaturas de Mezcla Asfáltica en planta y en pista»).

Cuadro 23. Control de temperaturas de mezcla asfáltica en pista.

Nº	VEHICULO		VOLUMEN Acumulado (m³)	HORA DE TRASLADO		TEMP. DE MEZCLA (°C)		TEMP. AMBIENTE (°C)	HORA DE COLOCACION		TEMP. MEZCLA EXTENDIDA	TEMP. RODILLADO (°C)		UBICACION			
	PLACA Nº	CAPACIDAD (m³)		SAIDA PLANTA	LLEGADA OBRA	SALE DE PLANTA	LLEGA A OBRA		INICIO	FIN		INICIO	FIN	DE km.	AL km.	LADO	OBS.
1	C1S-717	15.0	15.0	6:29 a.m.	6:50 a.m.	164.0°C	160.4°C	6.3°C	7:48 a.m.	7:54 a.m.	150.4°C	150.4°C	140.0°C	153+600	153+617	PIC	
2	C2H-728	15.0	30.0	6:28 a.m.	6:58 a.m.	166.0°C	158.9°C	6.4°C	7:54 a.m.	7:58 a.m.	150.0°C	150.0°C	140.0°C	153+617	153+634	PIC	
3	C1R-710	15.0	45.0	6:44 a.m.	7:06 a.m.	165.4°C	163.0°C	6.5°C	7:58 a.m.	8:10 a.m.	150.0°C	150.0°C	139.8°C	153+634	153+651	PIC	
4	C1W-748	15.0	60.0	6:58 a.m.	7:12 a.m.	164.0°C	160.0°C	6.8°C	8:10 a.m.	8:16 a.m.	150.0°C	150.0°C	140.1°C	153+651	153+668	PIC	
5	C3S-711	15.0	75.0	6:58 a.m.	7:16 a.m.	165.8°C	162.0°C	6.9°C	8:16 a.m.	8:23 a.m.	154.1°C	154.1°C	141.0°C	153+668	153+685	PIC	
6	F7C-865	15.0	90.0	7:06 a.m.	7:25 a.m.	164.8°C	161.8°C	7.4°C	8:23 a.m.	8:30 a.m.	155.0°C	155.0°C	142.1°C	153+685	153+702	PIC	
7	C1V-720	15.0	105.0	7:15 a.m.	7:28 a.m.	165.6°C	163.2°C	7.6°C	8:30 a.m.	8:41 a.m.	156.0°C	156.0°C	143.0°C	153+702	153+719	PIC	
8	C1V-780	15.0	120.0	7:28 a.m.	7:50 a.m.	164.5°C	160.0°C	7.8°C	8:41 a.m.	8:47 a.m.	150.0°C	150.0°C	140.8°C	153+719	153+736	PIC	
9	C1V-719	15.0	135.0	7:31 a.m.	7:55 a.m.	165.5°C	163.2°C	8.4°C	8:47 a.m.	9:00 a.m.	156.8°C	156.8°C	143.0°C	153+736	153+753	PIC	
10	C1V-787	15.0	150.0	7:45 a.m.	7:56 a.m.	164.2°C	160.8°C	8.6°C	9:00 a.m.	9:08 a.m.	152.8°C	152.8°C	143.1°C	153+753	153+771	PIC	
11	C1W-768	15.0	165.0	7:47 a.m.	12:01 a.m.	165.3°C	164.5°C	9.0°C	9:08 a.m.	9:17 a.m.	156.0°C	156.0°C	144.2°C	153+771	153+778	PIC	
12	C3B-776	15.0	180.0	8:04 a.m.	8:10 a.m.	165.0°C	161.8°C	10.0°C	9:17 a.m.	9:24 a.m.	155.0°C	155.0°C	146.0°C	153+788	153+805	PIC	
13	C1S-717	15.0	195.0	8:10 a.m.	8:23 a.m.	164.5°C	161.4°C	10.6°C	9:24 a.m.	9:31 a.m.	154.8°C	154.8°C	147.1°C	153+805	153+822	PIC	
14	C2H-728	15.0	210.0	8:20 a.m.	8:28 a.m.	165.6°C	163.5°C	10.8°C	9:31 a.m.	9:40 a.m.	155.0°C	155.0°C	146.0°C	153+822	153+839	PIC	
15	C1R-710	15.0	225.0	8:30 a.m.	9:36 a.m.	164.8°C	131.0°C	11.4°C	9:40 a.m.	9:44 a.m.	154.0°C	154.0°C	147.0°C	153+839	153+856	PIC	
16	C1W-748	15.0	240.0	8:36 a.m.	8:48 a.m.	166.5°C	164.5°C	12.0°C	9:44 a.m.	9:50 a.m.	156.4°C	156.4°C	148.0°C	153+836	153+873	PIC	
TOTAL PRODUCCIÓN DEL DÍA (m³)		240.0															

Fuente: Control de colocación de la mezcla asfáltica en pista - Elaboración propia.

- Para la lectura de la temperatura ambiental se utilizó un termómetro ambiental y luego se registró las mediciones.
- Por otro lado, el control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta se realiza de forma más minuciosa usando el formato siguiente:

Cuadro 24. Control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta.

Nº Camión	Nº de Registro Volquete	Hora Entrada	Hora Salida	Capacidad (m ³)	Temperatura Salida de Asfalto (°C)	Observaciones
1	C3B-776	6:02:00 a.m.	6:28:00 a.m.	15	166,0°C	-
2	C1W-768	6:18:00 a.m.	6:44:00 a.m.	15	165,4°C	-
3	C1V-787	6:34:00 a.m.	6:58:00 a.m.	15	165,6°C	-
4	F7C-865	6:51:00 a.m.	7:15:00 a.m.	15	165,6°C	-
5	C1S-717	7:08:00 a.m.	7:31:00 a.m.	15	165,5°C	-
6	C2H-728	7:24:00 a.m.	7:47:00 a.m.	15	165,3°C	-
7	C1W-748	7:41:00 a.m.	8:04:00 a.m.	15	165,0°C	-
8	C3B-776	7:56:00 a.m.	8:20:00 a.m.	15	165,6°C	-
9	C1W-768	8:13:00 a.m.	8:36:00 a.m.	15	166,5°C	-
10	C1V787	8:29:00 a.m.	8:52:00 a.m.	15	166,4°C	-
11	C3S-711	8:46:00 a.m.	9:08:00 a.m.	15	166,0°C	-
12	C1S-717	9:02:00 a.m.	9:24:00 a.m.	15	166,8°C	-
13	C2H-728	9:18:00 a.m.	9:41:00 a.m.	15	166,5°C	-
14	C1V-719	9:34:00 a.m.	9:57:00 a.m.	15	166,2°C	-
15	C1V-720	9:50:00 a.m.	10:12:00 a.m.	15	166,9°C	-
16	C1V-780	10:06:00 a.m.	10:29:00 a.m.	15	165,3°C	-
17	F7C-865	10:21:00 a.m.	10:45:00 a.m.	15	166,6°C	-
18	C1S-717	10:37:00 a.m.	11:02:00 a.m.	15	166,2°C	-
19	C1R-710	10:53:00 a.m.	11:18:00 a.m.	15	166,2°C	-
20	C1W-748	11:09:00 a.m.	11:34:00 a.m.	15	166,4°C	-
21	C1V-720	11:25:00 a.m.	11:50:00 a.m.	15	165,0°C	-
22	C1W-768	11:42:00 a.m.	12:06:00 p.m.	15	165,3°C	-
23	F7C-865	11:58:00 a.m.	12:23:00 p.m.	15	165,0°C	-
24	C1V-787	12:15:00 p.m.	12:40:00 p.m.	15	165,3°C	-
25	C1S-717	12:32:00 p.m.	12:55:00 p.m.	15	166,0°C	-

Fuente: Control de temperaturas de la mezcla asfáltica en Planta - Elaboración propia.

4.3.2. Control a 24 horas de aplicado el producto.

Pasado las 24 horas de haber aplicado la mezcla y haber conformado la carpeta asfáltica, se realizaron una serie de controles a la rasante o carpeta de rodadura, dichos controles son los que prosiguen.

4.3.2.1. Ensayo de Viga Benkelman en carpeta asfáltica.

El ensayo de Viga Benkelman en carpeta asfáltica, este ensayo consiste en un procedimiento para determinar mediante la denominada viga Benkelman la deflexión o deformación recuperable y el radio de curvatura. Los resultados obtenidos de realizar dicho ensayo sobre un sector del subtramo de análisis fueron:

Cuadro 25. Medida de la deflexión y radio de curvatura sector Km.153+620 – Km.153+940.

KM	CARRIL	DIST. AL BORDE EXTER.	DELEXIONES mm/100		RADIO (m) CURVATURA
			D0	D25	Rc
153+620	D	0,90 m	76	30	67
153+640	E	0,90 m	68	21	67
153+660	D	0,90 m	85	42	74
153+680	E	0,90 m	89	42	67
153+700	D	0,90 m	76	30	67
153+720	E	0,90 m	85	38	67
153+740	D	0,90 m	89	51	82
153+760	E	0,90 m	93	42	62
153+780	D	0,90 m	76	38	82
153+800	E	0,90 m	68	30	82
153+820	D	0,90 m	51	25	123
153+840	E	0,90 m	76	38	82
153+860	D	0,90 m	59	13	67
153+880	E	0,90 m	72	13	53
153+900	D	0,90 m	59	17	74
153+920	E	0,90 m	51	30	148
153+940	D	0,90 m	72	38	92

Fuente: Ensayo desarrollado en un sector del subtramo - Elaboración propia.

Interpretación:

Los resultados del control mediante viga Bekelman dieron cuenta que entre el Km.153+600 y Km.154+360, los valores mínimos y máximos obtenidos para la deflexión máxima y radio de curvatura, fueron:

- D_0 : 51 – 93 mm/100.
- D_{25} : 13 – 51 mm/100.
- R_c : 53 – 148 m.

Discusión:

Por su parte, (Flores González, 2012) en los ensayos realizados sobre un tramo de la carretera Cañete-Chupaca, da cuenta que entre el Km.97+800 y Km.98+200, los valores mínimos y máximos obtenidos para la deflexión máxima y radio de curvatura, son:

- D_0 : 56 – 200 mm/100.
- D_{25} : 24 – 120 mm/100.
- R_c : 26.77 – 35.05 cm.

En el ensayo de Viga Benkelman, los valores suelen ser dispares ya que dichos valores dependerán de la configuración de la carretera y del trazado específico realizado para dicha carretera.

Para efectos de conocer las características de la deflexión y radio de curvatura en un tramo más extenso, en anexos se presentan los detalles del control mediante viga Bekelman en un sector más amplio, Km.153+600 – Km.154+360 (Ver: «Anexo 6. Medida de la deflexión máxima y radio de curvatura con Viga Bekelman»).

4.3.2.2. Ensayo de Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros (Lisura)

El control de la lisura busca disminuir o eliminar las irregularidades puntuales existentes en la superficie de los pavimentos. De los ensayos realizados se logró determinar lisura mínima y máxima, iguales y/o menores a 5mm.

Cuadro 26. Medida de la lisura en carpeta asfáltica, sector Km.153+620 – Km.153+760.

Ítem	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA	LISURA	LISURA
				mm.	PROMEDIO	ESPECIFICADA
1	19.08.2017	153+620	DER	19,97	2,03	5,00
		153+620	DER	19,97	2,03	5,00
2	19.08.2017	153+640	DER	19,97	2,03	5,00
		153+640	DER	19,97	2,03	5,00
3	19.08.2017	153+660	DER	19,97	2,03	5,00
		153+660	DER	19,97	2,03	5,00
4	19.08.2017	153+680	DER	19,97	2,03	5,00
		153+680	DER	19,97	2,03	5,00
5	19.08.2017	153+700	DER	19,97	2,03	5,00
		153+700	DER	19,97	2,03	5,00
6	19.08.2017	153+720	DER	19,97	2,03	5,00
		153+720	DER	19,97	2,03	5,00
7	19.08.2017	153+740	DER	19,97	2,03	5,00
		153+740	DER	19,97	2,03	5,00
8	19.08.2017	153+760	DER	19,97	2,03	5,00
		153+760	DER	19,97	2,03	5,00

Fuente: Ensayo desarrollado en un sector del subtramo - Elaboración propia.

Interpretación:

La lisura específica para el proyecto de integración vial Tacna–Collpa-La Paz, Perú es de 5 mm en carpeta asfáltica; dando como resultado en este subtramo evaluado de 2,03 mm además, el pavimento cumple con los requerimientos y no tiene irregularidades en su superficie.

Discusión:

Los resultados presentados en el cuadro anterior se ajustan a los requerimientos señalados por (Amado Marín, 2015), quien al respecto destaca que mediante la medida de la lisura se indica que la superficie reparada no puede presentar zonas de acumulación

de agua ni irregularidades mayores a 10 mm medidos con la regla de tres metros. Por otro lado, para mayor detalle sobre los resultados sobre un sector más amplio de nuestro subtramo en estudio, en anexos se presenta en mayor detalle dichos resultados (Ver: «Anexo 7. Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros»).

4.3.2.3. Ensayo Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

Interpretación:

Los resultados del ensayo IRI dan cuenta de las características superficiales y la calidad de la carpeta asfáltica, las cuales fueron evaluadas en cada carril y teniendo en cuenta la huella en la carretera dando como resultado un valor menor a 2mm/km lo cual concuerda con lo que nos pide el Manual de Ensayos del MTC. (Ver: «Anexo 8. Ensayo Índice de Rugosidad Internacional (IRI) »).

Discusión:

Por otro lado, (Vidal Asencios, 2016), para el caso de las calzadas de la ciudad de Huánuco obtuvo un IRI de 5.96, atribuyéndole dicho índice elevado al clima más agresivo en comparación a otras ciudades del país, asimismo, refiriéndose al caso de la carretera “la colectora” y la carretera central (tramo Huánuco-Tingo María), señala que ambas presentaron un IRI elevado (6.6 y 5.85 respectivamente), destacando también que al año 2016 en el caso de la carretera al aeropuerto y la carretera a la cueva de las lechuzas, en ambas se habían realizado trabajos de mantenimiento recientes, por lo que pudo encontrar un IRI bajo (1.64 y 1.8 respectivamente).

Por otro lado, es de hacer notar que en nuestro caso, el valor de IRI es sobre asfalto nuevo, de allí que sea comparativamente bajo a los expuestos por (Vidal Asencios, 2016) para carreteras que no tuvieron mantenimiento reciente. Para mayor detalle sobre la determinación del índice y los ensayos en detalle, en anexos presentamos los pasos a seguir para tal fin (Ver: «Anexo 8. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI)»).

4.3.2.4. Ensayo de Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el Péndulo

Interpretación:

Según el Manual de Ensayo de Materiales del MTC, el ensayo referido a la determinación del Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el Péndulo del *Transport and Road Research Laboratory* (TRRL por sus siglas en inglés); es un procedimiento que debe seguirse en la realización de medidas de resistencia al deslizamiento en pavimentos en el campo con el péndulo del *British Portable Skid Resistance Tester*. Mediante este ensayo se obtiene el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) que, manteniendo una correlación con el coeficiente físico de deslizamiento, valore las características antideslizantes de una superficie desde el punto de vista de un vehículo en circulación. (Ver: «Anexo 9. Ensayo de Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el Péndulo»).

Discusión:

Los coeficientes máximos y mínimos obtenidos (CRD Máximo = 0.72, CRD Mínimo = 0.62); concuerdan con los criterios destacados por (Barraza Eléspuru, 2004), tanto para la Profundidad de Textura (PT), como para el Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (CRD); en ese respecto, nuestros valores mínimos concuerdan con la condición $0.4 \leq PT \leq 0.8$, cuya calificación sería Media, y, para tramos normales con velocidades moderadas de 80 a 120 Km/h.

4.3.2.5. Ensayo Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca (Diamantina)

Interpretación:

La extracción de los testigos en pista se llevó al laboratorio de asfalto y se realizó el ensayo de “Peso específico aparente y peso unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca”, en el cual se reportó lo siguiente:

- Altura del testigo.
- Peso del testigo al aire.
- Peso del testigo al agua.
- Peso del testigo desplazado.
- Volumen del testigo.
- Peso específico aparente.
- Peso unitario del espécimen.
- Compactación.

Los resultados obtenidos mediante el ensayo de diamantina dan cuenta de un resultado final de COMPACTACIÓN de más del 99.0 %.

Finalmente, para mayores detalles sobre los ensayos de diamantina realizados, en anexos se presentan datos complementarios (Ver: «Anexo 10. Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca»).

Discusión:

Con respecto al ensayo de diamantina, (Zambrano Rojas, 2017) quien en su tesis reporta una resistencia a la compresión de los Jirones Japón, Portugal y Brasil de la ciudad de Cajamarca, basado en la extracción de especímenes de concreto con diamantina, los que fueron sometidos a compresión uniaxial, obteniéndose una resistencia a la compresión promedio de 274 kg/cm²; atribuyendo dicha resistencia alcanzada a las propiedades del tipo de cemento utilizado, Cemento Nacional Tipo I; y, al aditivo Sikament 290N.

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

Se determinó que tanto el control de la calidad en la producción de asfalto en planta como el control en laboratorio, tienen efectos positivos en el logro de una mezcla asfáltica en caliente (MAC) de alta calidad, esto debido a que si no se controla de manera eficiente la calidad a la entrada (controles de planta y laboratorio), la mezcla asfáltica tendrá muchas irregularidades y esto se verá reflejado en la carpeta asfáltica, causando en esta, efectos futuros no deseados tales como: fisuras, grietas, problemas de hundimientos, etc.

CONCLUSIÓN I

Se determinó el proceso adecuado del control de calidad de las plantas de asfalto Barber Greene y Terex del proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404; se comprobó que ambas plantas se ajustan a los requerimientos de las especificaciones técnicas y cumplen las normativas de ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones; Para las plantas Barber Greene y Terex, respectivamente; se obtuvo el 60,5% y el 59,6% de material pasante por la Malla N°4. Luego, el control de calidad de las plantas de asfalto tiene el impacto en la garantía del cumplimiento de los requisitos exigidos.

CONCLUSIÓN II

Se determinó el proceso adecuado del control de calidad de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) producido en las plantas Barber Greene y Terex en el laboratorio de la empresa ICCGSA asignado al proyecto de integración vial Tacna-La Paz; tramo Tacna–Collpa; sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404; se obtuvo de los ensayos del producto, que ambas plantas vienen operando en condiciones aceptables. Así tenemos por ejemplo, del ensayo de lavado asfáltico de la mezcla para cada una de las muestras MAC-2 a 170°C y 168°C para las plantas Barber Greene y Terex, respectivamente; se obtuvo el 6,64% de porcentaje de asfalto presente en el pavimento para el primero y 6,70% para el segundo. Para el ensayo Rice evaluado de la mezcla asfáltica muestreada de ambas plantas Barber Greene y Terex; se obtuvo un resultado de 2,352 g/cm³ de

gravedad específica. También en el ensayo Marshall se obtuvo que el porcentaje de vacíos de aire para cada uno de las plantas es de 4,01% y 4,06% respectivamente. Además en el ensayo Lottman se obtuvo que el porcentaje de tracción indirecta de cada una de las plantas son de 84,8 y 85,8 respectivamente. De igual forma, en el ensayo de Adherencia se obtuvo el porcentaje promedio de partículas recubiertas en cada una de las plantas y son de 98% y 97,8% respectivamente.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede aseverar que el control de calidad realizado, tiene impacto en la garantía de una mezcla asfáltica en caliente (MAC) con los parámetros establecidos en el expediente técnico.

CONCLUSIÓN III

Se determinó el proceso adecuado del control de los parámetros de diseño de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) aplicada sobre la superficie de uno de los sub tramos de la carretera Tacna–Collpa; de los ensayos a 24 horas de haberse aplicado la mezcla bituminosa; se obtuvo que la mezcla aplicada cumple con las especificaciones técnicas; por ejemplo, para el caso de la lisura, de los ensayos realizados se logró determinar que tanto la lisura mínima, como la máxima son iguales y menores a 5 mm, luego, el pavimento cumple con los requerimientos y no tiene irregularidades en su superficie. Para el caso del ensayo de deflexión con Viga Benkelman se logró estar dentro del parámetro admisible que es de 133 mm/100 en los carriles derecho e izquierdo. En el ensayo de Índice de Rugosidad Internacional (IRI), se obtuvo valores menores a 2mm/km, además no se observaron deformaciones ni hundimientos en la carpeta asfáltica. Para el ensayo de coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo, se obtuvo un CDR mínimo de 0.62 y un CDR máximo de 0.72. Y para finalizar en el ensayo de peso específico aparente y peso unitario de mezcla asfáltica compactadas empleado especímenes saturados con superficie seca, se obtuvo como resultado un promedio de 99.5% de compactación.

De acuerdo a estos resultados, se puede aseverar que el control de calidad de la aplicación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) sobre la superficie tiene impacto en que se garanticen los resultados exigidos en los parámetros del diseño de la carretera para el sub tramo III: Km. 146+180 – km. 187+404.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACION GENERAL

Se recomienda que las entidades del estado (MTC, PROVIAS Nacional del Perú, Gobiernos Locales, Municipalidades Distritales) participantes en las obras de implementación de vías y carreteras en el ámbito de su competencia, a través de sus gerencias y/o departamento de infraestructura deberán implementar y/o crear la sección, Área de Control de Calidad de vías y carreteras, gestionando y capacitando en todos los niveles al personal encargado de la mezcla asfáltica en caliente (MAC), a fin de que estos puedan advertir, sugerir, recomendar y corregir en todo el proceso de diseño, ejecución y mantenimiento de vías.

RECOMENDACIÓN I

Dado que el control de calidad de las plantas de asfalto tiene impacto en la garantía del cumplimiento de los requisitos exigidos para la producción de asfalto en plantas móviles modelos Barber Greene y Terex; se recomienda hacer extensivo el control de calidad de las plantas de asfalto tanto a los otros subtramos del Proyecto de Integración Vial Tacna-La Paz, como a otros proyectos de pavimentación de carreteras de segunda clase.

RECOMENDACIÓN II

Dado que el control de calidad del producto tiene impacto en la garantía de una mezcla asfáltica en caliente (MAC) con los parámetros establecidos en el expediente técnico; se recomienda adoptar dichos ensayos Ensayo Marshall, Ensayo Rice, Ensayo Lottman, Ensayo de Adhencia, como parte de la política de prestación de servicios de la empresa ICCGSA.

RECOMENDACIÓN III

Dado que el control de calidad de la aplicación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) sobre la superficie tiene impacto en que se garanticen los resultados exigidos en el diseño de la carretera; se recomienda establecer la consistencia entre los resultados de los ensayos a 24 horas de haberse aplicado la mezcla bituminosa con los resultados de las especificaciones técnicas para el desarrollo de los proyectos de pavimentación de carreteras con MAC.

BIBLIOGRAFÍA

- Alianza para el Progreso . (2010). *Plan de Gobierno para el Distrito de Palca: Plan de gobierno municipal periodo 2011-2014*. Palca, Tacna: Partido Político Alianza para el Progreso.
- Amado Marín, J. F. (2015). *Análisis del sistema de reparación de pavimentos flexibles por inyección neumática de mezclas asfálticas en frío, tecnología VELOCITY PATCHING*. Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3216>
- Armendariz López, P. O. (1989). *Emulsiones asfálticas sus usos y aplicaciones*. Tesis de Grado, Universidad de Sonora. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=2399>
- Barraza Eléspuru, G. (2004). *Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles: propuesta de norma peruana*. Tesis de Grado, Universidad peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Besterfeld, D. H. (2009). *Control de calidad* (8 ed.). (V. González y Pozo, Trad.) México: Pearson Educación.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson Educación, S. A.
- Carrasco Flores, D. O. (2004). *Estudio comparativo entre mezclas asfálticas en caliente y mezclas asfálticas con emulsiones tibias*. Tesis de Grado, Universidad de Piura, Piura. Obtenido de Repositorio Institucional PIRHUA.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2000). *Administración de las operaciones*. Buenos Aires: Nueva Librería.
- CIBER. (2015). *Planta de Asfalto Contraflujo: Serie Inova-1200 P1*. Porto Alegre, Brasil: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda.
- Consorcio CAEM-CES (Consultor). (2012). *Estudio a nivel de factibilidad del Proyecto de Integración Vial Tacna – La Paz*. Lima: CAEM-CES.
- Cortéz García, J. M., Guzmán Henríquez, H. W., & Reyes Rodríguez, A. D. (2007). *Guía básica de diseño, control de producción y colocación de mezclas asfálticas en caliente*. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Cussy, F. (2012). *Las redes viales en el Perú*. Obtenido de Temas Importantes: <http://laculturainca-cusi.blogspot.com/2012/11/las-redes-viales-en-el-peru.html>
- Deming. (1989).
- Erazo Carrion, D. M. (2009). *Evaluación y mejoramiento del proceso de producción y colocación de mezcla asfáltica que produce la planta de asfalto del ilustre municipio de Loja*. Tesis de Grado, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Particular de Loja: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/1483>
- Flores González, L. (2012). *Evaluación estructural de pavimentos flexibles de carreteras de bajo volumen de tránsito*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Galeano, M. E. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Bogotá: Universidad EAFIT.

- Garnica Anguas, P., Pérez Salazar, A., Gómez López, J. A., & Obil Veiza, E. Y. (2002). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio para su uso en las vías terrestres. Publicación Técnica No. 201*. Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- Gobierno Regional de Tacna. (2016). *Plan de Desarrollo Regional Concertado Tacna hacia el 2021*. Tacna: Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial.
- Huertas M., L. A. (1999). *Cómo alcanzar las expectativas de producción y rendimiento en plantas asfálticas en caliente*. Memoria del Primer Congreso Nacional del Asfalto, Asociación Mexicana del Asfalto, México. Obtenido de <http://www.amaac.org.mx/eventos/1-congreso-mexicano-del-asfalto---ponencias>
- Ibañez Aguilera, H. E. (2003). Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MGxr4IUuFoUJ:cybertesi.s.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfci.12u/doc/bmfci.12u.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana – IIRSA. (2017). *Ficha de Proyecto Integración Vial Tacna - La Paz, tramo Tacna - Collpa*. Obtenido de http://www.iirsa.org/proyectos/detalle_proyecto.aspx?h=1349
- Instituto Mexicano del Transporte. (2017). *Normativa para la Infraestructura de Transportes, NIT-SCT: Carreteras*. México: Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
- Lopera Palacio, C. H. (2011). *Diseño y producción de mezclas asfálticas tibias, a partir de la mezcla de asfalto y aceite crudo de palma*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5438/1/15507009.2011.pdf>
- Méndez Olvera, S. (2013). *Control de calidad de las mezclas asfálticas calientes y templadas*. Tesis de Grado, Instituto Politécnico Nacional, México. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/14972>
- Mendoza, A. L. (9 de Mayo de 2012). *Investigaciones de Todo*. Obtenido de <https://investigacionestodo.wordpress.com/2012/05/19/clases-y-tipos-de-investigacion-cientifica/>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima: Dirección General de Inversión Pública – MEF.
- Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones del Paraguay. (2011). *Manual de carreteras de Paraguay: Normas para Materiales y Ensayos de Materiales* (Vols. I, Tomo 6). Asunción: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones - MOPC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017a). *Mapas viales*. Obtenido de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapas_viales.html

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017b). *Obras MTC 2011 al 2016 en cada región*. Obtenido de Tacna: Camino al desarrollo : http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/obras_mapas.html
- Morales Benedetto, V. (2012). *Control de calidad de los materiales en obras del Tramo I de Autopista La Verota-Kempis*. Tesis de Grado, Universidad Simón Bolívar. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000153810.pdf>
- Municipalidad Provincial de Tacna. (2016). *Plan de Desarrollo Local Concertado de la Provincia de Tacna al 2021*. Tacna: Gerencia de Planeamiento, Presupuesto y Cooperación Técnica - MPT.
- Nikaido F., M. N. (2003). *Estudio y análisis de mezclas asfálticas en caliente (MAC) en el Tramo Vial I: Yura–Patahuasi /Arequipa, con agregados volcánicos*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Pacco Apaza, N. R. (2015). *Plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca*. Tesis de Grado , Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Padilla Rodríguez, A. (2004). *Análisis de la resistencia a las deformaciones plásticas de mezclas bituminosas densas de la normativa mexicana mediante el ensayo de pista*. Tesis de Grado, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3334>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2008). *Definición*. Obtenido de Definición de método deductivo: <https://definicion.de/metodo-deductivo/>
- Pilco Flores, C. (2013). *Plan Basadre: Plan de desarrollo regional concertado 2013-2023*. Tacna: Gobierno Regional de Tacna.
- Provías Nacional. (2016). *Proyectos de Inversión de Solución Definitiva*. Obtenido de Ayuda Memoria por departamento - Tacna: <http://www.proviasnac.gob.pe/>
- Sánchez Ramírez, J. C. (04 de 2017). *Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI*. Tesis de Grado , Universidad de Piura, Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2919>
- Sánchez Sabogal, F. (2009). *Curso básico de diseño de pavimentos*. Obtenido de Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/
- Serigos, P. A. (2009). *Rigidez a baja deformación de mezclas de suelo de la formación pampeano y cemento portland*. Tesis de Grado, Universidad de Buenos Aires. Obtenido de http://materias.fi.uba.ar/6408/Tesis_SERIGOS.pdf
- TEREX. (2009). *Magnum 140: Planta de asfalto*. Cachoeirinha, Brasil: Terex Roadbuilding Latin America.
- TEREX. (2011). *Manual Genérico para todos los Modelos de Plantas de Asfalto de Terex Roadbuilding LA*. Cachoeirinha , Brasil: Terex Roadbuilding Latin America.
- The Asphalt Institute. (1969). *Manual del asfalto*. (M. Velázquez, Trad.) Bilbao: Ediciones URMO S.A.
- Urrego Aguilera, E. C., & Ruiz Ramírez, C. C. (2016). *Determinación de la adherencia en mezclas asfálticas elaboradas con asfaltos convencionales y materiales de peña y río*. Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <http://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15108>
- Valeriano Turpo, W., & Catacora Mendoza, A. (2017). *Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca*. Tesis de Grado , Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

- Vega Arteaga, L. A. (30 de 6 de 2006). *Metodología de los Trabajos en la Modernización de la Carretera que Comunica a San Felipe del Progreso con San José del Rincón tramo Dios Padre-Pueblo Nuevo*. Tesis de Grado, Universidad de las Américas, Puebla. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/vega_a_la/
- Vidal Asencios, D. (2016). *Medición y comparación de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de Huánuco: mediante Smartphone y un método tradicional*. Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Villa Chaman, V. M. (2007). *Reciclado in situ en frío de pavimentos empleando emulsiones asfálticas – aplicación: Colegio FAP Manuel Polo Jiménez, Urb. San Gabino – Santiago de Surco*. Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Zambrano Rojas, K. L. (2017). *Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Zúñiga C., R. (2015). *Mezcla Asfáltica en caliente*. Santiago: Laboratorio Nacional de Vialidad.

ANEXOS

Anexo 1. Factores de Estabilidad de Correlación A.

Tabla con las correcciones mayores que deberán ser empleados con precaución, en la determinación de la resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall (Los valores de estabilidad y flujo Marshall).

Volumen del espécimen, cm ^{3B}	Espesor del espécimen ^B		Razón de la Correlación
	mm	Pulg	
200 - 213	25,4	1,00 (1)	5,56
214 - 225	27	1,06 (1 1/16)	5
226 - 237	28,6	1,12 (1 1/8)	4,55
238 - 250	30,2	1,19 (1 3/16)	4,17
251 - 264	31,8	1,25 (1 1/4)	3,85
265 - 276	33,3	1,31 (1 5/16)	3,57
277 - 289	34,9	1,38 (1 3/8)	3,33
290 - 301	36,5	1,44 (1 7/16)	3,03
302 - 316	38,1	1,50 (1 1/2)	2,78
317 - 328	39,7	1,56 (1 9/16)	2,5
329 - 340	41,3	1,62 (1 5/8)	2,27
341 - 353	42,9	1,69 (1 11/16)	2,08
354 - 367	44,4	1,75 (1 3/4)	1,92
368 - 379	46	1,81 (1 13/16)	1,79
380 - 392	47,6	1,88 (1 7/8)	1,67
393 - 405	49,2	1,94 (1 15/16)	1,56
406 - 420	50,8	2,00 (2)	1,47
421 - 431	52,4	2,06 (2 1/16)	1,39
432 - 443	54	2,12 (2 1/8)	1,32
444 - 456	55,6	2,19 (2 3/16)	1,25
457 - 470	57,2	2,25 (2 1/4)	1,19
471 - 482	58,7	2,31 (2 5/16)	1,14
483 - 495	60,3	2,38 (2 3/8)	1,09
496 - 508	61,9	2,44 (2 7/16)	1,04
509 - 522	63,5	2,50 (2 1/2)	1
523 - 535	65,1	2,56 (2 9/16)	0,96
536 - 546	66,7	2,62 (2 5/8)	0,93
547 - 559	68,3	2,60 (2 11/16)	0,89
560 - 573	69,8	2,75 (2 3/4)	0,86
574 - 585	71,4	2,81 (2 13/16)	0,83
586 - 598	73	2,88 (2 7/8)	0,81
599 - 610	74,6	2,94 (2 15/16)	0,78
611 - 626	76,2	3,00 (3)	0,76

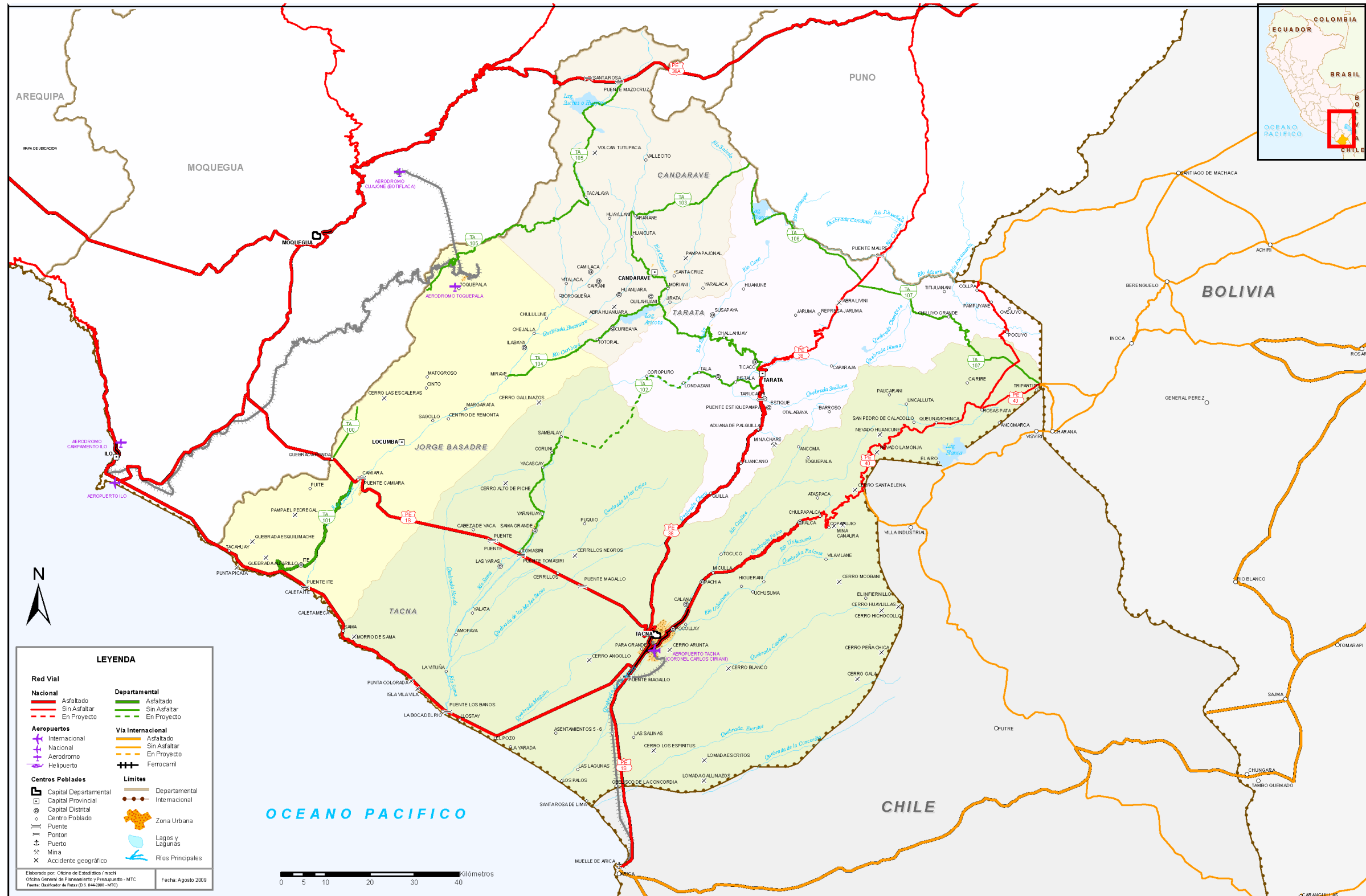
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales; p.542.

Notas:

A: Mide la estabilidad del espécimen multiplicado por la relación para el espesor de la muestra es igual a la estabilidad corregida para 2 1/2“(63,5 mm) del espécimen.


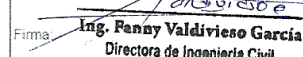
B: B La relación Volumen-espesor se basa en un diámetro de la probeta de 4” (101,6 mm).

Anexo 2. Mapa vial del departamento de Tacna.




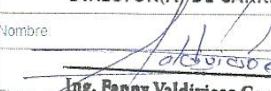

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017a). Mapas viales [En línea].

Anexo 3. Detalles sobre el Ensayo Lottman.

E N S A Y O										
EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS										
ASTMD D-4867, AASHTO T-283, LOTTMAN MODIFICADO										
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA "COPIA CONTROLADA"										
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA				CODIGO: 0972		REGISTRO: R-00049-17				
SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404				RESIDENTE: J.D.S.H		FECHA: 17.08.17				
LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO				ING. JEFE: G.G.P						
SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ										
1 - MUESTRA					2- P E R S O N A L					
MATERIAL: MAC-2 165 °C % CA: 6,64					REVISADO: A.M.H					
CAPA RODADURA: KM 153+600 KM 154+360 MUESTREO: "Barber Greeme"					ASISTENTE: J.L.F.V.M					
3- LOTTMAN MODIFICADO										
ENSAYO	Unidad	01			02			03		
		Grupo Saturado			Grupo Seco					
DIAMETRO	D	cm	10,15	10,14	10,14		10,15	10,14	10,15	
ESPEJOR	t	cm	7,04	7,08	7,05		7,09	7,07	7,02	
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	g	1208,92	1212,86	1208,63		1213,84	1214,14	1212,11	
PESO DE LA MUESTRA SATURADA S. S.	B	g	1215,24	1221,55	1215,03		1221,97	1224,41	1220,79	
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C	g	658,20	661,19	659,41		664,80	664,89	663,04	
VOLUMEN (B - C)	E	cm ³	557,04	560,36	555,62		557,17	559,52	557,75	
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	g/cm ³	2,170	2,164	2,175		2,179	2,170	2,173	
ASTM D-2041 :PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	g/cm ³	2,352	2,352	2,352		2,352	2,352	2,352	
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	7,73	7,97	7,51		7,37	7,74	7,60	
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	cm ³	43,04	44,69	41,75		41,08	43,30	42,40	
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 " Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C										
PESO DE LA MUESTRA SATURADA S. S.	B'	g	1234,41	1243,59	1236,98					
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	g	671,60	678,37	676,70					
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	cm ³	562,81	565,22	560,28					
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	cm ³	25,49	30,73	28,35					
SATURACION (100J' / I)		%	59,22	68,77	67,91					
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	1,04	0,87	0,84					
CONDICION DE CONGELAMIENTO										
DIAMETRO DE LA MUESTRA	K	cm	10,14	10,14	10,11					
ESPEJOR DE LA MUESTRA	I	cm	7,05	7,09	7,08					
HINCHAMIENTO DIAMETRAL (100(K-D)/D)	m	%	-0,10	0,00	-0,30					
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño María										
ESPEJOR	t"	cm	7,10	7,13	7,06					
DIAMETRO DE LA MUESTRA	K"	cm	10,16	10,16	10,16					
PESO DE LA MUESTRA SATURADA S. S.	B"	g	1245,80	1250,97	1243,87					
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C"	g	683,54	687,30	685,87					
VOLUMEN (B" - C")	E"	cm ³	562,26	563,67	558,00					
VOL. AGUA DE ABSORCION (B" - A)	J"	cm ³	36,88	38,11	35,24					
SATURACION (100J" / I)		%	85,68	85,28	84,41					
HINCHAMIENTO 100(E" - E) / E		%	0,94	0,59	0,43					
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P"	Kg	818	825	879		983	969	1006	
RESISTENCIA SECA 2P / tDPI	S _{t4}	Kg/cm ²	7,23	7,26	7,81		8,70	8,61	8,99	
RESISTENCIA HUMEDA 2P' / t' D Pi	S _{t m}	Kg/cm ²					7,44		8,77	
RESISTENCIA RETENIDA "TSR 100 S _{t m} /S _{t4}		%							84,8	
4- EQUIPOS DE MEDICION										
EQ	BALANZA	BAÑO MARIA	PRESA MARSHALL	VERNIER						
ID	BADI55	BM05	PREMAR06	VERN27						
5 - OBSERVACIONES										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			JEFE DE LABORATORIO			DIRECTOR(A) DE CARRERA				
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca			INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.			Nombre: <i>adriano</i>				
Firma: 			Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ			Firma: 				
Fecha: 17/08/17						Fecha: <i>adriano</i>				

Fuente: Elaboración propia.

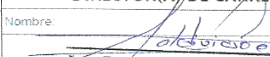

Nota: Ensayo Lottman (Planta Barber G.), elaborado en la empresa ICCGSA.

ENSAYO										
EFECTO DE LA HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS										
ASTMD D-4867, AASHTO T-283, LOTTMAN MODIFICADO										
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA "COPIA CONTROLADA"										
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ						CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H ING. JEFE: G.G.P		REGISTRO: R-00050-17 FECHA: 17.08.17		
1 - MUESTRA						2- PERSONAL				
MATERIAL: MAC-2 165 °C % CA: 6,70 CAPA RODADURA: KM 153+600 KM 154+360 MUESTREO: "Terex"						REVISADO: A.M.H ASISTENTE: J.L.F.V.M				
3- LOTTMAN MODIFICADO										
ENSAYO	Unidad		01	02	03	04	05	06		
			Grupo Saturado			Grupo Seco				
DIAMETRO	D	cm	10,14	10,15	10,12	10,15	10,14	10,15		
ESPESOR	t	cm	7,23	7,18	7,34	7,11	7,20	7,25		
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	g	1207,19	1211,46	1211,62	1210,00	1207,99	1213,27		
PESO DE LA MUESTRA SATURADA S. S.	B	g	1212,50	1216,85	1218,21	1218,47	1217,56	1221,35		
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C	g	661,97	667,82	665,04	661,97	665,09	666,94		
VOLUMEN (B - C)	E	cm ³	550,53	549,03	553,17	556,50	552,47	554,41		
P.e. BULK DE LA MUESTRA (A / E)	F	g/cm ³	2,193	2,207	2,190	2,174	2,187	2,188		
ASTM D-2041 :PESO ESPECIFICO MAXIMO	G	g/cm ³	2,352	2,352	2,352	2,352	2,352	2,352		
VACIOS (100 (G - F) / G)	H	%	6,77	6,18	6,87	7,56	7,04	6,96		
VOLUMEN DE VACIOS (HE / 100)	I	cm ³	37,27	33,95	38,03	42,04	38,87	38,56		
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 a 28 ° Hg, 5 a 15 min, agua destilada 60°C										
PESO DE LA MUESTRA SATURADA S. S.	B'	g	1231,75	1233,85	1236,64					
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C'	g	678,87	680,70	680,53					
VOLUMEN DE LA MUESTRA (B' - C')	E'	cm ³	552,88	553,15	556,11					
VOL. AGUA DE ABSORCION (B' - A)	J'	cm ³	24,56	22,39	25,02					
SATURACION (100J' / I)		%	65,90	65,94	65,80					
HINCHAMIENTO (100 (E' - E) / E)		%	0,43	0,75	0,53					
CONDICION DE CONGELAMIENTO										
DIAMETRO DE LA MUESTRA	K	cm	10,13	10,15	10,13					
ESPESOR DE LA MUESTRA	I	cm	7,25	7,19	7,31					
HINCHAMIENTO DIAMETRAL (100(K-D)/D)	m	%	-0,10	0,00	0,10					
CONDICION DE SATURACION A 24 Hrs. A 60 °C, Baño Maria										
ESPESOR	t"	cm	7,18	7,13	7,18					
DIAMETRO DE LA MUESTRA	K"	cm	10,14	10,17	10,16					
PESO DE LA MUESTRA SATURADA S. S.	B"	g	1242,22	1243,94	1247,57					
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C"	g	687,94	691,32	690,82					
VOLUMEN (B" - C")	E"	cm ³	554,28	552,62	556,75					
VOL. AGUA DE ABSORCION (B" - A)	J"	cm ³	35,03	32,48	35,95					
SATURACION (100J" / I)		%	93,99	95,66	94,54					
HINCHAMIENTO 100(E" - E) / E		%	0,68	0,65	0,65					
CARGA DE TRACCION INDIRECTA	P"	Kg	808	869	815	993	993	929		
RESISTENCIA SECA 2P / tDPI	S _t	Kg/cm ²	7,07	7,64	7,14	8,76	8,66	8,04		
RESISTENCIA HUMEDA 2P" / t" D Pi	S _{tm}	Kg/cm ²				7,28			8,49	
RESISTENCIA RETENIDA TSR 100 S _{tm} /S _{td}		%							85,8	
4- EQUIPOS DE MEDICION										
EQ	BALANZA	BAÑO MARIA	PRESA MARSHALL	VERNIER						
ID	BADI35	BM05	PREMAR06	VERN27						
5 - OBSERVACIONES										
RESPONSABLE DEL ENSAYO			JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA			
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca			INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.  Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Nombre:  Ing. Panny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.			
Firma: 			Fecha: 17/08/17				Fecha:			

Fuente: Elaboración propia.

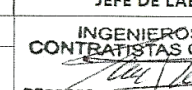
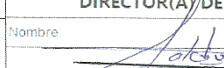



Nota: Ensayo Lottman (Terex), elaborado en la empresa ICCGSA.

Anexo 4. Detalles sobre el Ensayo de Adherencia del Bitumen.

ENSAYO						
ADHERENCIA DEL BITUMEN - AGREGADO (MEZCLA BITUMINOSA)						
MTC E 519						
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"						
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLIPA			CODIGO: 972		REGISTRO: R-00049-17	
TRAMO: KM. 146+180 - KM. 187+404			RESIDENTE: J.D.S.H		FECHA: 17.08.17	
LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO			ING. JEFE: G.G.P			
SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ						
1- MUESTRA				2- PERSONAL		
MATERIAL: MAC-2		165 °C		CANTERA: "AMPLIACION CANTERA CY-1"		OPERADOR: O.S.A
CAPA RODADURA: KM 153+600		KM 154+360		MUESTREO: "Barber Greeme"		ASISTENTE: J.L.F.V.M
3- MEZCLA BITUMINOSA SERIE N°1						
IT	DESCRIPCION	UN	1	2	3	
A	Tiempo de Mezclado	s	15	15		
B	Hora de Muestreo	hrs	10:30 AM	10:30 AM		
C	Placa de Volquete de Donde Proviene la Muestra		C15-717	C15-717		
D	Número de Partículas Parcialmente Recubiertas	und	6	6		
E	Número de Partículas Completamente Recubiertas	und	293	293		
F	Número Total de Partículas	und	299	299		
G	Porcentaje de Partículas Recubiertas	%	98,0	98,0		
4- MEZCLA BITUMINOSA SERIE N°2						
IT	DESCRIPCION	UN	1	2	3	
A	Tiempo de Mezclado	s				
B	Hora de Muestreo	hrs				
C	Placa de Volquete de Donde Proviene la Muestra					
D	Número de Partículas Parcialmente Recubiertas	und				
E	Número de Partículas Completamente Recubiertas	und				
F	Número Total de Partículas	und				
G	Porcentaje de Partículas Recubiertas	%				
5- RESULTADOS						
CUBRIMIENTO PROMEDIO: 98,0			DEVEST. STAND: 0,00		COEF.VAR: 0,00	
NOTA: "PARCIALMENTE RECUBIERTA": Aún si se nota una pequeña área de piedra no recubierta						
"COMPLETAMENTE RECUBIERTA": Solo si está totalmente recubierta del ligante						
6- EQUIPOS DE MEDICION						
EQ.	HORNO	-	-	-		
ID.	HOR18	-	-	-		
7- COMBINACION MAC-2						
CAL HIDRATADA " CAL&CEMENTO SUR S.A"			2,00%		ASFALTO "BETUTEC CF" + POLIMERO ELASTOMERO "SBS"	
GRAVA TRITURADA (TM.3/4")			38,00%		ADITIVO "AD RED RADICOTE AL 0.5% PESO C.A	
ARENA NATURAL PRE-SECADO ASFALTO (TM. 1/4")			29,98%			
ARENA NATURAL RE-LAVADO (TM.1/4")			7,50%			
ARENA TRITURADO (TM. 1/4")			22,52%			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		JEFE DE LABORATORIO			DIRECTOR(A) DE CARRERA	
Nombre: Jorge Luis. Fernandez Vargas Machuca		INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.			Nombre: 	
Firma: 		Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO			Firma: Ing. Fanny Valdivieso García Directora de Ingeniería Civil	
Fecha: 17/08/17		PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ			UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.	

Fuente: Elaboración propia.

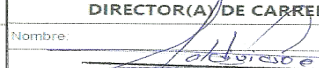
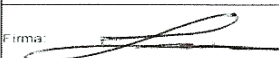
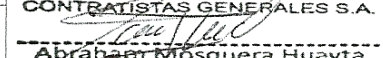

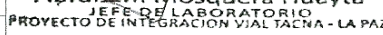
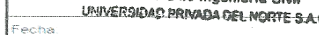
Nota: Ensayo de Adherencia del bitumen (Planta Barber G.), elaborado en la empresa ICCGSA.

ENSAYO					
ADHERENCIA DEL BITUMEN - AGREGADO (MEZCLA BITUMINOSA)					
MTC E 519					
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"					
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA TRAMO: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ			CODIGO: 972 RESIDENTE: J.D.S.H ING. JEFE: G.G.P		REGISTRO: R-00050-17 FECHA: 17.08.17
1- MUESTRA			2- PERSONAL		
MATERIAL: MAC-2 165 °C CAPAS RODADURA: KM 153+600 KM 154+360			CANTERA: "AMPLIACION CANTERA CY-1" MUESTREO: "Terex"		OPERADOR: O.S.A ASISTENTE: J.L.F.V.M
3- MEZCLA BITUMINOSA SERIE N°1					
IT	DESCRIPCION	UN	1	2	3
A	Tiempo de Mezclado	s	15	15	
B	Hora de Muestreo	hrs	8:30 AM	8:30 AM	
C	Placa de Volquete de Donde Proviene la Muestra		CIW-718	CIW-718	
D	Número de Partículas Parcialmente Recubiertas	und	7	7	
E	Número de Partículas Completamente Recubiertas	und	310	310	
F	Número Total de Partículas	und	317	317	
G	Porcentaje de Partículas Recubiertas	%	97,8	97,8	
4- MEZCLA BITUMINOSA SERIE N°2					
IT	DESCRIPCION	UN	1	2	3
A	Tiempo de Mezclado	s			
B	Hora de Muestreo	hrs			
C	Placa de Volquete de Donde Proviene la Muestra				
D	Número de Partículas Parcialmente Recubiertas	und			
E	Número de Partículas Completamente Recubiertas	und			
F	Número Total de Partículas	und			
G	Porcentaje de Partículas Recubiertas	%			
5- RESULTADOS					
CUBRIMIENTO PROMEDIO: 97,8 DEVEST. STAND: 0,00 COEF.VAR: 0,00					
NOTA: "PARCIALMENTE RECUBIERTA": Aún si se nota una pequeña área de piedra no recubierta "COMPLETAMENTE RECUBIERTA": Solo si está totalmente recubierto del ligante					
6- EQUIPOS DE MEDICION					
EQ. ID.	HORNO HOR18				
7- COMBINACION MAC-2					
CAL HIDRATADA " CAL&CEMENTO SUR S.A" 2,00% GRAVA TRITURADA (TM.3/4") 38,00% ARENA NATURAL PRE-SECADO ASFALTO (TM. 1/4") 29,98% ARENA NATURAL RE-LAVADO (TM.1/4") 7,50% ARENA TRITURADO (TM. 1/4") 22,52%		ASFALTO "BETUTEC CF" + POLIMERO ELASTOMERO "SBS" ADITIVO "AD RED RADICOTE AL 0.5% PESO C.A			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		JEFE DE LABORATORIO		DIRECTOR(A) DE CARRERA	
Nombre: Jorge Luis Fernandez Vargas Machuca		INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.  Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ		Nombre:  Ing. Panny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.	
Firma: 		Firma: 		Firma: 	
Fecha: 17/08/17		Fecha:		Fecha:	

Fuente: Elaboración propia.


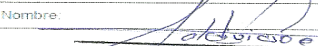

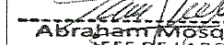
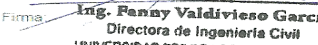
Nota: Ensayo de Adherencia del bitumen (Terex), elaborado en la empresa ICCGSA.

Anexo 5. Detalles sobre Resultados obtenidos en Ensayo Marshall.

ENSAYO											
ENSAYO MARSHALL (MTC E-504)											
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA "COPIA CONTROLADA"											
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLOPA SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ					CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H ING. JEFE: G.G.P		REGISTRO: R-00049-17 FECHA: 17.08.17				
1 - MUESTRA					2 - PERSONAL						
MATERIAL: MAC-2 165 °C CAPA RODADURA: KM 153+600 KM 154+360			CANTERA: "AMPLIACION CANTERA CY-1" MUESTREO: "Barber Greeme"			REVISADO: A.M.H ASISTENTE: J.L.F.V.M					
3- ENSAYO											
MATERIAL		%	%								
A	GRAVA TRITURADA	Diseño	Lavado								
		40,14	40,22								
B	ARENA	57,86	57,78								
C	FILLER	2,00	2,00								
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE				3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
LIMITES DE ESPECIFICACION MAC-2				100,00	89,93	76,48	59,78	40,16	18,40	9,77	5,90
				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de Probeta										Promedio
2	C.A. en Peso de la Mezcla						6,64	6,64	6,64		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla						37,55	37,55	37,55		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla						53,94	53,94	53,94		
5	% de Filler en Peso de Mezcla						1,87	1,87	1,87		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico						g/cm³	1,018	1,018	1,018	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada						g/cm³	2,488	2,488	2,488	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada						g/cm³	2,657	2,657	2,657	2,572
9	Peso Especifico Bulk de la Arena						g/cm³	2,627	2,627	2,627	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena						g/cm³	2,790	2,790	2,790	2,709
11	Peso Especifico Aparente del Filler						g/cm³	2,360	2,360	2,360	2,360
12	Altura Promedio de la Probeta						cm.				
13	Peso de la Probeta en el Aire						g	1213,54	1212,26	1212,41	
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)						g	1215,20	1213,92	1215,31	
15	Peso de la Probeta en el Agua						g	677,17	678,27	677,43	
16	Volumen de la Probeta						cm³	538,03	535,65	537,88	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta						g/cm³	2,256	2,263	2,254	2,258
18	Peso Especifico Maximo (RICE)						g/cm³		2,352		
19	Maxima Densidad Teorica						g/cm³	2,391	2,391	2,391	
20	% de Vacios						%	4,10	3,78	4,16	4,01
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total						g/cm³	2,563	2,563	2,563	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total						g/cm³	2,725	2,725	2,725	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total						g/cm³	2,644	2,644	2,644	
24	C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Seco						%	1,22	1,22	1,22	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta						%	82,14	82,42	82,09	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta						%	13,75	13,80	13,75	
27	% Vacios del Agregado Mineral						%	17,86	17,58	17,91	17,78
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla						%	5,51	5,51	5,51	
29	Relacion Asfalto - Vacios						%	77,03	78,51	76,75	77,43
30	Relación Filler / Betún efectivo							1,07	1,07	1,07	1,07
31	Lectura del Aro						pul.	646	601	586	
32	Estabilidad sin Corregir						kg	2139	1988	1937	
33	Factor de Estabilidad							0,92	0,93	0,92	
34	Estabilidad Corregida						kg	1976	1852	1791	1873
35	Lectura del Fleximetro (0.01")						pul.	9	9	9	9,0
36	Fluencia						mm.	2,29	2,29	2,29	2,29
37	Relacion Estabilidad / Fluencia						kg/cm.	8643	8100	7833	8192
4-EQUIPOS DE MEDICION											
EQ	BAÑO MARIA	PRENSA MARSHALL	ANILLO DE CARGA	DIAL	FLUJOMETRO	TERMOMETRO					
ID	BM05	PREMAR06	ANI25	DI50	FLU21	TBOL83					
5- COMBINACION MAC-2											
CAL HIDRATADA " CAL&CEMENTO SUR S.A" 2,00% GRAVA TRITURADA (TM.3/4") 38,00% ARENA NATURAL PRE-SECADO ASFALTO (TM. 1/4") 29,98% ARENA NATURAL RE-LAVADO (TM.1/4") 7,50% ARENA TRITURADO (TM. 1/4") 22,52%		ASFALTO "BETUTEC CF" + POLIMERO ELASTOMERO "SBS" ADITIVO "AD RED RADICOTE AL 0.5% PESO C.A									
RESPONSABLE DEL ENSAYO			JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA				
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca			INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A. Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Nombre:  Ing. Fanny Valdivieso Garcia Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.				
Firma: 			Firma: 				Firma: 				
Fecha: 17-08-17			Fecha: 				Fecha: 				

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Muestreo sacado de la Planta Barber Grenne, Ensayo Marshall elaborado en la empresa ICCGSA

E N S A Y O													
ENSAYO MARSHALL													
(MTC E-504)													
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA "COPIA CONTROLADA"													
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ						CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H ING. JEFE: G.G.P		REGISTRO: R-00050-17 FECHA: 17.08.17					
1 - MUESTRA						2- PERSONAL							
MATERIAL: MAC-2 165 °C CAPA RODADURA: KM 153+600 KM 154+360						CANTERA: "AMPLIACION CANTERA CY-1" MUESTREO: "Terex"						REVISADO: A.M.H ASISTENTE: J.L.F.V.M	
3- ENSAYO													
MATERIAL		% Diseño		% Lavado									
A	GRAVA TRITURADA	40,14		39,48									
B	ARENA	57,86		58,52									
C	FILLER	2,00		2,00									
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE						100,00		88,51		77,81			
LIMITES DE ESPECIFICACION MAC-2						100		80 - 100		70 - 88			
						51 - 68		38 - 52		17 - 28			
						8 - 17		4 - 8					
						3/4"		1/2"		3/8"			
						Nº4		Nº10		Nº40			
						Nº80		Nº200					
										Promedio			
1		Numero de Probeta		Nº		1		2		3			
2		C.A. en Peso de la Mezcla		%		6,70		6,70		6,70			
3		% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla		%		36,83		36,83		36,83			
4		% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla		%		54,60		54,60		54,60			
5		% de Filler en Peso de Mezcla		%		1,87		1,87		1,87			
6		Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico		g/cm³		1,018		1,018		1,018			
7		Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada		g/cm³		2,488		2,488		2,488			
8		Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada		g/cm³		2,657		2,657		2,657			
9		Peso Especifico Bulk de la Arena		g/cm³		2,627		2,627		2,627			
10		Peso Especifico Aparente de la Arena		g/cm³		2,790		2,790		2,790			
11		Peso Especifico Aparente del Filler		g/cm³		2,360		2,360		2,360			
12		Altura Promedio de la Probeta		cm.									
13		Peso de la Probeta en el Aire		g		1204,68		1210,55		1211,60			
14		Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)		g		1206,35		1212,17		1214,16			
15		Peso de la Probeta en el Agua		g		672,30		675,49		677,69			
16		Volumen de la Probeta		cm³		534,05		536,68		536,47			
17		Peso Especifico Bulk de la Probeta		g/cm³		2,256		2,256		2,258			
18		Peso Especifico Maximo (RICE)		g/cm³		2,352		2,352					
19		Maxima Densidad Teorica		g/cm³		2,390		2,390		2,390			
20		% de Vacios		%		4,09		4,10		3,98			
21		Peso Especifico Bulk del Agregado Total		g/cm³		2,565		2,565		2,565			
22		Peso Especifico Aparente del Agregado Total		g/cm³		2,726		2,726		2,726			
23		Peso Especifico Efectivo del Agregado Total		g/cm³		2,645		2,645		2,645			
24		C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco		%		1,22		1,22		1,22			
25		% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta		%		82,07		82,06		82,16			
26		% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta		%		13,84		13,84		13,86			
27		% Vacios del Agregado Mineral		%		17,93		17,94		17,84			
28		C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla		%		5,57		5,57		5,57			
29		Relacion Asfalto - Vacios		%		77,18		77,16		77,70			
30		Relación Filler / Betún efectivo		%		0,97		0,97		0,97			
31		Lectura del Aro		pul.		667		698		680			
32		Estabilidad sin Corregir		kg		2209		2313		2253			
33		Factor de Estabilidad				0,94		0,93		0,93			
34		Estabilidad Corregida		kg		2070		2148		2093			
35		Lectura del Fleximetro (0.01")		pul.		12		11		11			
36		Fluencia		mm.		3,05		2,79		2,79			
37		Relacion Estabilidad / Fluencia		kg/cm.		6792		7686		7491			
4- EQUIPOS DE MEDICION													
EQ		BAÑO MARIA		PRENSA MARSHALL		ANILLO DE CARGA		DIAL		FLUJOMETRO			
ID		BM05		PREMAR06		ANI25		DI50		FLU21			
										TERMOMETRO			
										TBOL83			
5 - COMBINACION MAC-2													
CAL HIDRATADA " CAL&CEMENTO SUR S.A" 2,00%				ASFALTO "BETUTEC CF" + POLIMERO ELASTOMERO "SBS"									
GRAVA TRITURADA (TM.3/4") 38,00%				ADITIVO "AD RED RADICOTE AL 0.5% PESO C.A									
ARENA NATURAL PRE-SECADO ASFALTO (TM. 1/4") 29,98%													
ARENA NATURAL RE-LAVADO (TM.1/4") 7,50%													
ARENA TRITURADO (TM. 1/4") 22,52%													
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.  Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO				Nombre:  Ing. Fanny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					
Firma: 				Firma: 				Firma: 					
Fecha: 17-08-17				PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Fecha:					

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Muestreo sacado de la Planta Terex, Ensayo Marshall elaborado en la empresa ICCGSA

Anexo 6. Deflexión máxima y radio de curvatura con viga Bekelman.

ENSAYO																				
MEDIDA DE LA DEFLEXION MAXIMA Y RADIO DE CURVATURA CON LA VIGA BENKELMAN (MTC E 1002)																				
ICC.ENS.GOP.B001.008																				
Versión: 1																				
LA VERSION IMPRESA FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA. EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUAFUJA DE "COPIA CONTROLADA"																				
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ: TRAMO TACNA - COLLPA Tramo: SUB TRAMO 3: KM 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ														CODIGO: 0972		REGISTRO: R-00050-17				
														RESIDENTE: JCS/JI		OPERADOR: J.L.J.V.M				
														ING. JEFE: G.G.P.		FECHA: 28.08.17				
1. DATOS DEL ENSAYO														2. PERSONAL						
CARGA EJE: 8.200 Kg				PRESION DE INFLADO: 80 psi				INCREMENTO: 5 mm				EAL: 3.70E+05		REL BRAZOS: 100		F. ESTAC.: 1,1		OPERADOR: J.L.J.V.M		
MODALIDAD: TRESBOLILLO				CAPA: CARPETA ASFALTICA				ESPEJOR (e): 6,5 cm				D _{adm} : 133 mm/100		Nº BRAZOS V: 100		Nº BRAZOS V: 100		ASISTENTE: E.C.M		
3. LECTURAS DE CAMPO														4. RESULTADOS				5. GRAFICO		
KM	ESTACION	DIST. AL BORDE EXTER.	LECTURAS DE DIAL (mm/100)							HORA	TEMPERATURA [°C]			DELEXIONES mm/100		RADIO (m) CURVATURA		KM	DEFLEXIONES (mm/100)	
			DIAL (1)			DIAL (2)					AMB.	CAPA	CORREC.	D0	D25	Rc	Rc			
153+600	D	0,90 m	100	95	93	82	82	100	93	13:10:0 p.m.	17,2	26,3	0,961	76	30	67				
153+640	E	0,50 m	100	93	87	84	84	100	95		17,2	26,3	0,961	68	21	67				
153+660	D	0,90 m	100	91	88	80	80	100	90		17,2	26,3	0,961	85	42	74				
153+680	E	0,90 m	100	88	85	79	79	100	90		17,2	26,3	0,961	89	42	67				
153+700	D	0,90 m	100	95	93	82	82	100	93		17,2	26,3	0,961	76	30	67				
153+720	E	0,90 m	100	91	88	80	80	100	91		17,2	26,3	0,961	85	38	67				
153+740	D	0,90 m	100	88	85	79	79	100	88		17,2	26,3	0,961	89	51	82				
153+760	E	0,90 m	100	89	84	78	78	100	90		17,2	26,3	0,961	93	42	62				
153+780	D	0,90 m	100	95	93	82	82	100	91		17,2	26,3	0,961	76	38	82				
153+800	E	0,50 m	100	93	87	84	84	100	93		17,2	26,3	0,961	68	30	82				
153+820	D	0,90 m	100	96	92	88	88	100	94		17,2	26,3	0,961	51	25	123				
153+840	E	0,90 m	100	95	93	82	82	100	91		17,2	26,3	0,961	76	38	82				
153+860	D	0,90 m	100	93	88	86	86	100	97		17,2	26,3	0,961	59	13	67				
153+880	E	0,90 m	100	95	87	83	83	100	97		17,2	26,3	0,961	72	13	53				
153+900	D	0,90 m	100	94	89	86	86	100	96		17,2	26,3	0,961	59	17	74				
153+920	E	0,90 m	100	95	86	88	88	100	93		17,2	26,3	0,961	51	30	148				
153+940	D	0,90 m	100	96	91	83	83	100	91		17,2	26,3	0,961	72	38	92				
153+960	E	0,90 m	100	95	89	86	86	100	94		17,2	26,3	0,961	59	25	92				
153+980	D	0,90 m	100	93	89	87	87	100	96		17,2	26,3	0,961	55	17	82				
154+000	E	0,90 m	100	94	86	80	80	100	92		17,2	26,3	0,961	85	34	62				
154+020	D	0,90 m	100	95	89	84	84	100	93		17,2	26,3	0,961	68	30	82				
154+040	E	0,90 m	100	94	89	88	88	100	95		17,2	26,3	0,961	51	21	106				
154+060	D	0,90 m	100	95	91	86	86	100	94		17,2	26,3	0,961	59	25	92				
154+080	E	0,90 m	100	96	92	82	82	100	95		17,2	26,3	0,961	76	21	57				
154+100	D	0,90 m	100	95	91	84	84	100	96		17,2	26,3	0,961	68	17	62				
154+120	E	0,90 m	100	92	84	81	81	100	89		17,2	26,3	0,961	80	46	92				
154+140	D	0,90 m	100	97	94	80	80	100	90		17,2	26,3	0,961	85	42	74				
154+160	E	0,90 m	100	91	88	83	83	100	93		17,2	26,3	0,961	72	30	74				
154+180	D	0,90 m	100	88	85	80	80	100	91		17,2	26,3	0,961	85	38	67				
154+200	E	0,90 m	100	94	90	83	83	100	90		17,2	26,3	0,961	72	42	106				
154+220	D	0,90 m	100	90	87	82	82	100	90		17,2	26,3	0,961	76	42	92				
154+240	E	0,90 m	100	91	87	82	82	100	91		17,2	26,3	0,961	76	38	82				
154+260	D	0,90 m	100	92	89	84	84	100	93		17,2	26,3	0,961	68	30	82				
154+280	E	0,90 m	100	86	84	78	78	100	92		17,2	26,3	0,961	93	34	53				
154+300	D	0,90 m	100	92	89	80	80	100	94		17,2	26,3	0,961	85	25	53				
154+320	E	0,90 m	100	95	92	87	87	100	91		17,2	26,3	0,961	55	38	185				
154+340	D	0,90 m	100	90	88	84	84	100	93		17,2	26,3	0,961	68	30	82				
154+360	E	0,90 m	100	96	92	85	85	100	94		17,2	26,3	0,961	63	25	82				
154+380																				
154+400																				
154+420																				
154+440																				
154+460																				
154+480																				
154+500																				
NOTA: Corrección temperatura: $D_{20} = 1/(0.001 \cdot T_{capa} - 20) \cdot (t + 1) \cdot T_{capa}$ en °C										DATOS: 38			Dc < Dadm , OK		93		Rc=082			
6. EQUIPOS DE MEDICION																				
EQ. ID.	DIAL 1 DI23		DIAL 2 DI54		BALANZA BA1000		TERMOMETRO TBLOS		CRONOMETRO CRON08		CINTA WINC23									
RESPONSABLE DEL ENSAYO						JEFE DE LABORATORIO						DIRECTOR(A) DE CARRERA								
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca						INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.						Nombre:								
Firma:						Abraham Mosquera Huayta						Firma: Ing. Panny Valdivieso García								
Fecha: 28/08/17						JEFE DE LABORATORIO						Directora de Ingeniería Civil								
						PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ						UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.								
												Fecha:								

Fuente: Elaboración propia.

Notas: (1) Ensayo de medida de la deflexión máxima y radio de curvatura con la viga Benkelman elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril Evaluado: Derecho

“CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN EN PLANTA, CONTROL EN LABORATORIO Y CAMPO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (MAC) PARA EL PROYECTO INTEGRACIÓN VIAL TACNA – LA PAZ: TRAMO TACNA – COLLPA: SUB TRAMO III: KM. 146+180 – KM. 187+404”

ENSAYO																		
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN MÁXIMA Y RADIO DE CURVATURA CON LA VIGA BENKELMAN (MTC E 1002)																		
ICC.ENS.GOP.0001.008																		
Versión: 1																		
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUJA DE "COPIA CONTROLADA"																		
PROYECTO: INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ: TRAMO TACNA - COLLPA Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ										CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.S.H. ING. JEFE: G.G.P.			REGISTRO: R-00051-17 FECHA: 28.08.17					
1. DATOS DEL ENSAYO										2. PERSONAL								
CARGA EJE: 8.200 Kg MODALIDAD: TRESBOLILLO			PRESION DE INFLADO: 80 psi CAPA: CARPETA ASFALTICA			INCREMENTO: 25 cm ESPESOR (e): 6.5 cm		EAL: 3,70E+05 D ₆₀ = 133 mm/100		REL. BRAZOS: Nº BRAZOS V.: 1,1		OPERADOR: J.L.V.M. ASISTENTE: F.Q.M.						
3. LECTURAS DE CAMPO										4. RESULTADOS					5. GRAFICO			
KM	CARRIL	DIST. AL BORDE EXTER.	LECTURAS DE DIAL (mm/100)						TEMPERATURA			DEFECCIONES			RADIO (m) CURVATURA	KM	DEFLEXIONES (mm/100)	
			DIAL ①			DIAL ②			[°C]			mm/100		Rc				
			0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	1	0 cm	25 cm	AMB.	CAPA	CORREC.		D0	D25		
153+600	I	0,90 m	100	90	86	75	75	100	91	91	12,0	25,0	0,969	107	38	46		
153+610	E	0,90 m	100	93	89	81	81	100	92	92	8,0	23,0	0,981	82	35	66		
153+630	I	0,90 m	100	90	86	76	76	100	89	89	8,0	23,0	0,981	104	47	56		
153+650	E	0,90 m	100	92	88	80	80	100	91	91	8,0	23,0	0,981	86	39	66		
153+670	I	0,90 m	100	91	87	78	78	100	89	89	8,0	23,0	0,981	95	47	66		
153+690	E	0,90 m	100	92	88	80	80	100	92	92	8,0	23,0	0,981	86	35	60		
153+710	I	0,90 m	100	93	89	81	81	100	93	93	8,0	23,0	0,981	82	30	60		
153+730	E	0,90 m	100	95	90	83	83	100	94	94	8,0	23,0	0,981	73	26	66		
153+750	I	0,90 m	100	93	89	82	82	100	83	83	8,0	23,0	0,981	78	73	724		
153+770	E	0,90 m	100	92	88	89	89	100	92	92	8,0	23,0	0,981	47	35	241		
153+790	I	0,90 m	100	91	87	77	77	100	90	90	8,0	23,0	0,981	99	43	56		
153+810	E	0,90 m	100	94	89	82	82	100	91	91	8,0	23,0	0,981	78	39	80		
153+830	I	0,90 m	100	92	87	78	78	100	92	92	8,0	23,0	0,981	95	35	52		
153+850	E	0,90 m	100	93	89	80	80	100	91	91	8,0	23,0	0,981	86	39	66		
153+870	I	0,90 m	100	92	87	78	78	100	91	91	8,0	23,0	0,981	95	39	56		
153+890	E	0,90 m	100	95	91	85	85	100	95	95	8,0	23,0	0,981	65	22	72		
153+910	I	0,90 m	100	94	90	84	84	100	93	93	5,0	14,0	1,041	73	32	76		
153+930	E	0,90 m	100	95	90	85	85	100	92	92	5,0	14,0	1,041	69	37	98		
153+950	I	0,90 m	100	93	89	82	82	100	90	90	5,0	14,0	1,041	82	46	85		
153+970	E	0,90 m	100	94	90	83	83	100	92	92	5,0	14,0	1,041	78	37	76		
153+990	I	0,90 m	100	93	88	81	81	100	90	90	5,0	14,0	1,041	87	46	76		
154+010	E	0,90 m	100	93	89	83	83	100	89	89	5,0	14,0	1,041	78	50	114		
154+030	I	0,90 m	100	92	88	81	81	100	89	89	5,0	14,0	1,041	87	50	85		
154+050	E	0,90 m	100	94	89	82	82	100	88	88	5,0	14,0	1,041	82	55	114		
154+070	I	0,90 m	100	93	87	80	80	100	88	88	5,0	14,0	1,041	92	55	85		
154+090	E	0,90 m	100	95	90	85	85	100	90	90	5,0	14,0	1,041	69	46	137		
154+110	I	0,90 m	100	93	88	80	80	100	88	88	5,0	14,0	1,041	92	55	85		
154+130	E	0,90 m	100	90	86	86	86	100	92	92	5,0	14,0	1,041	64	37	114		
154+150	I	0,90 m	100	93	88	80	80	100	89	89	5,0	14,0	1,041	92	50	76		
154+170	E	0,90 m	100	95	91	85	85	100	92	92	5,0	14,0	1,041	69	37	98		
154+190	I	0,90 m	100	94	90	83	83	100	92	92	5,0	14,0	1,041	78	37	76		
154+210	E	0,90 m	100	93	89	85	85	100	94	94	5,0	14,0	1,041	69	27	76		
154+230	I	0,90 m	100	95	92	84	84	100	91	91	5,0	14,0	1,041	69	37	98		
154+250	E	0,90 m	100	94	89	83	83	100	90	90	5,0	14,0	1,041	73	41	98		
154+270	I	0,90 m	100	96	92	86	86	100	94	94	5,0	14,0	1,041	78	46	98		
154+290	E	0,90 m	100	95	91	86	86	100	92	92	5,0	14,0	1,041	64	27	85		
154+310	I	0,90 m	100	95	91	86	86	100	92	92	5,0	14,0	1,041	64	37	114		
154+330	E	0,90 m	100	95	90	85	85	100	91	91	5,0	14,0	1,041	69	41	114		
154+350	I	0,90 m	100	95	90	85	85	100	91	91	5,0	14,0	1,041	69	41	114		
154+360																		
154+380																		
154+400																		
154+420																		
154+440																		
154+460																		
154+480																		
154+500																		
NOTA: Corrección temperatura: D ₁₀₀ = 1/(0.001*(Tcapa-20) ² +1), Tcapa en °C											DATOS: 38		Dc < Dadm , OK		101		Rc=103	
6. EQUIPOS DE MEDICIÓN																		
EQ. ID.	DIAL 1 D123	DIAL 2 D154	BALANZA BA1000	TÉRMOMÉTRICO TBL05	CRONÓMETRO CRON08	CINTA WINC23												
OBSERV.: La norma MTE E 1002 establece determinar la deflexión en L0, L25. La EG 2000 que recomienda tomar 3 deflexiones por ensayo, en tal sentido se tomaría una adicional a L50 o L75 o L100 u otro. La EG 2000 indica ensayar cada 25 m en sub-rasante, sub-base y base, y cada 50 m en carpeta asfáltica. Mas de tres puntos por ensayo debe ser solicitado y pagado por la entidad o cliente.																		
RESPONSABLE DEL ENSAYO					JEFE DE LABORATORIO					DIRECTOR(A) DE CARRERA								
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca					INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.					Nombre:								
Firma:					Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ					Firma: Ing. Panny Valdivieso Garcia Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.								
Fecha: 28/08/17										Fecha:								



Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Ensayo de medida de la deflexión máxima y radio de curvatura con la viga Benkelman elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril Evaluado: Izquierdo


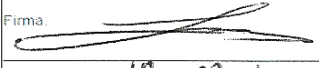
Anexo 7. Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros.

ENSAYO													
MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS													
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA. EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"													
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO TACNA-COLLPA: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISION LA PAZ TRAMO: KM. 153+600 - KM. 154+375 C/DER (CARPETA ASFALTICA)											REGISTRO: R-00038-17 FECHA: 19.08.2017		
											CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H. ING. JEFE: G.G.P.		
CONTROL EN PLATAFORMA													
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA mm.	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA PROMEDIO mm.	LISURA ESPECIFICADA mm.	CONCLUSION
					B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.	B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.			
1	19.08.2017	153+620	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+620	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
2	19.08.2017	153+640	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+640	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
3	19.08.2017	153+660	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+660	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
4	19.08.2017	153+680	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+680	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
5	19.08.2017	153+700	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+700	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
6	19.08.2017	153+720	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+720	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
7	19.08.2017	153+740	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+740	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
8	19.08.2017	153+760	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+760	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
9	19.08.2017	153+780	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+780	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
10	19.08.2017	153+800	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+800	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
11	19.08.2017	153+820	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+820	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
12	19.08.2017	153+840	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+840	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
13	19.08.2017	153+860	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+860	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
14	19.08.2017	153+880	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+880	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
15	19.08.2017	153+900	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+900	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
16	19.08.2017	153+920	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+920	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
TOTALES PROMEDIO					PROMEDIO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	
					MINIMO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	
					MAXIMO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	
					DESVIACION ESTANDAR			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: 					
Firma: 				Abraham Mosquera Huayta				Firma: Ing. Renny Valdivieso Garcia					
Fecha: 19-08-17				JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- (1) Ensayo de medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros, elaborado en la empresa ICCGSA.
- (2) Carril Evaluado: Derecho

ENSAYO													
MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS													
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"													
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO TACNA-COLLPA: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISION LA PAZ TRAMO: KM. 153+600 - KM. 154+375 C/DER (CARPETA ASFALTICA)											REGISTRO: R-00039-17		
											FECHA: 19.08.2017		
CONTROL EN PLATAFORMA													
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA PROMEDIO	LISURA ESPECIFICADA	CONCLUSION
					B / Ext.	Eje	B / Int.	B / Ext.	Eje	B / Int.			
					mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
17	19.08.2017	153+940	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+940	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
18	19.08.2017	153+960	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+960	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
19	19.08.2017	153+980	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		153+980	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
20	19.08.2017	154+000	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+000	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
21	19.08.2017	154+020	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+020	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
22	19.08.2017	154+040	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+040	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
23	19.08.2017	154+060	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+060	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
24	19.08.2017	154+080	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+080	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
25	19.08.2017	154+100	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+100	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
26	19.08.2017	154+120	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+120	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
27	19.08.2017	154+140	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+140	DER	19,97	22,00	23,00	25,00	2,03	3,03	5,03	3,36	5,00	CUMPLE
28	19.08.2017	154+160	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+160	DER	19,97	22,00	22,00	23,00	2,03	2,03	3,03	2,36	5,00	CUMPLE
29	19.08.2017	154+180	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+180	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
30	19.08.2017	154+200	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+200	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
31	19.08.2017	154+220	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+220	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
32	19.08.2017	154+240	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+240	DER	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
TOTALES PROMEDIO					PROMEDIO			2,03	2,08	2,17	2,09	5,00	
					MINIMO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	
					MAXIMO			2,03	3,03	5,03	3,36	5,00	
					DESVIACION ESTANDAR			0,00	0,21	0,64	0,28	0,00	
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: 					
Firma: 				Abraham/Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO				Firma: Ing. Fanny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil					
Fecha: 19-08-17				PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- (1) Ensayo de medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros, elaborado en la empresa ICCGSA.
- (2) Carril Evaluado: Derecho

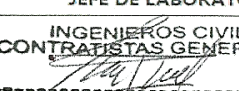
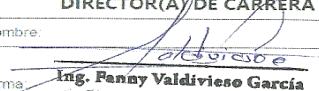

ENSAYO													
MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS													
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"													
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO TACNA-COLLLA; SUB TRAMO 3; KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISION LA PAZ TRAMO: KM. 153+600 - KM. 154+375 C.DER (CARPETA ASFALTICA)										CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H. ING. JEFE: G.G.P.		REGISTRO: R-00040-17 FECHA: 19.08.2017	
CONTROL EN PLATAFORMA													
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA mm.	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA PROMEDIO mm.	LISURA ESPECIFICADA mm.	CONCLUSION
					B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.	B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.			
33	19.08.2017	154+260	DER	19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
				19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
34	19.08.2017	154+280	DER	19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
				19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
35	19.08.2017	154+300	DER	19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
				19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
36	19.08.2017	154+320	DER	19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
				19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
37	19.08.2017	154+340	DER	19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
				19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
38	19.08.2017	154+360	DER	19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
				19.97	22.00	22.00	22.00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
TOTALES PROMEDIO					PROMEDIO		2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					MINIMO		2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					MAXIMO		2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					DESVIACION ESTANDAR		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: <i>Penny Valdivieso</i>					
Firma: <i>[Firma]</i>				Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO				Firma: <i>[Firma]</i> Ing. Penny Valdivieso García Directora de Ingeniería Civil					
Fecha: 19-08-17				PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Fecha: _____ UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Ensayo de medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros, elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril Evaluado: Derecho

ENSAYO														
MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS														
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"														
PROYECTO: INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ. TRAMO TACNA-COLLPA: SUB TRAMO 3. KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISION LA PAZ TRAMO: KM. 153+600 - KM. 154+375 C/IZQ. (CARPETA ASFALTICA)										REGISTRO: R-00031-17		FECHA: 19.08.2017		
										CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H. ING. JEFE: G.G.P.				
CONTROL EN PLATAFORMA														
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA	LISURA	CONCLUSION	
				mm.	B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.	B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.	PROMEDIO mm.	ESPECIFICADA mm.		
1	19.08.2017	153+610	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+610	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
2	19.08.2017	153+630	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+630	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
3	19.08.2017	153+650	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+650	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
4	19.08.2017	153+670	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+670	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
5	19.08.2017	153+690	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+690	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
6	19.08.2017	153+710	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+710	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
7	19.08.2017	153+730	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+730	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
8	19.08.2017	153+750	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+750	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
9	19.08.2017	153+770	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+770	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
10	19.08.2017	153+790	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+790	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
11	19.08.2017	153+810	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+810	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
12	19.08.2017	153+830	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+830	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
13	19.08.2017	153+850	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+850	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
14	19.08.2017	153+870	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+870	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
15	19.08.2017	153+890	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+890	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
16	19.08.2017	153+910	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
		153+910	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE	
TOTALES PROMEDIO					PROMEDIO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					MINIMO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					MAXIMO			2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					DESVIACION ESTANDAR			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
RESPONSABLE DEL ENSAYO					JEFE DE LABORATORIO					DIRECTOR(A) DE CARRERA				
Nombre: Jorge Luis. Fernandez Vargas Machuca					INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.  Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ					Nombre:  Ing. Panny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.				
Firma: 										Firma:				
Fecha: 19-08-17										Fecha:				

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- (1) Ensayo de medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros, elaborado en la empresa ICCGSA.
- (2) Carril Evaluado: Izquierdo

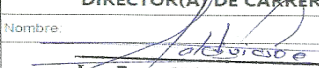

ENSAYO													
MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS													
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"													
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO TACNA-COLLOPA, SUB TRAMO 3, KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISION LA PAZ TRAMO: KM. 153+600 - KM. 154+375 C./IZQ. (CARPETA ASFALTICA)											REGISTRO: R-00032-17 FECHA: 19.08.2017		
CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H. ING. JEFE: G.G.P.													
CONTROL EN PLATAFORMA													
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA mm.	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA PROMEDIO mm.	LISURA ESPECIFICADA mm.	CONCLUSION
					B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.	B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.			
17	19.08.2017	153+930	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		153+930	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
18	19.08.2017	153+950	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		153+950	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
19	19.08.2017	153+970	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		153+970	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
20	19.08.2017	153+990	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		153+990	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
21	19.08.2017	154+010	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+010	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
22	19.08.2017	154+030	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+030	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
23	19.08.2017	154+050	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+050	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
24	19.08.2017	154+070	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+070	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
25	19.08.2017	154+090	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+090	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
26	19.08.2017	154+110	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+110	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
27	19.08.2017	154+130	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+130	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
28	19.08.2017	154+150	IZQ	19.97	22.00	23.00	22.00	2.03	3.03	2.03	2.36	5.00	CUMPLE
		154+150	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
29	19.08.2017	154+170	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+170	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
30	19.08.2017	154+190	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+190	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
31	19.08.2017	154+210	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+210	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
32	19.08.2017	154+230	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
		154+230	IZQ	19.97	22.00	22.00	22.00	2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	CUMPLE
TOTALES PROMEDIO					PROMEDIO			2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	
					MINIMO			2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	
					MAXIMO			2.03	2.03	2.03	2.03	5.00	
					DESVIACION ESTANDAR			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernández Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: <i>Fanny Valdivieso</i>					
Firma: <i>Jorge Luis</i>				Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO				Firma: <i>Fanny Valdivieso</i> Directora de Ingeniería Civil					
Fecha: 19-08-17				PROYECTO DE INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Ensayo de medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros, elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril Evaluado: Izquierdo

ENSAYO													
MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO MEDIANTE LA REGLA DE TRES METROS													
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"													
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ: TRAMO TACNA-COLLLA: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISION LA PAZ TRAMO: KM. 152+925 - KM. 153+600 C./IZQ. (CARPETA ASFALTICA)										CODIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H. ING. JEFE: G.G.P.		REGISTRO: R-00033-17 FECHA: 19.08.2017	
CONTROL EN PLATAFORMA													
Item	Fecha	PROG.	LADO	TACO DE MADERA mm.	LECTURA DE LISURA			LISURA CORREGIDA			LISURA PROMEDIO mm.	LISURA ESPECIFICADA mm.	CONCLUSION
					B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.	B / Ext. mm.	Eje mm.	B / Int. mm.			
33	19.08.2017	154+250	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+250	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
34	19.08.2017	154+270	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+270	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
35	19.08.2017	154+290	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+290	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
36	19.08.2017	154+310	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+310	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
37	19.08.2017	154+330	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+330	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
38	19.08.2017	154+350	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+350	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
39	19.08.2017	154+370	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
		154+370	IZQ	19,97	22,00	22,00	22,00	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00	CUMPLE
TOTALES PROMEDIO					PROMEDIO	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					MINIMO	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					MAXIMO	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	5,00		
					DESVIACION ESTANDAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: 					
Firma: 				Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO				Firma: Ing. Panny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					
Fecha: 19-08-17				PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Fecha:					

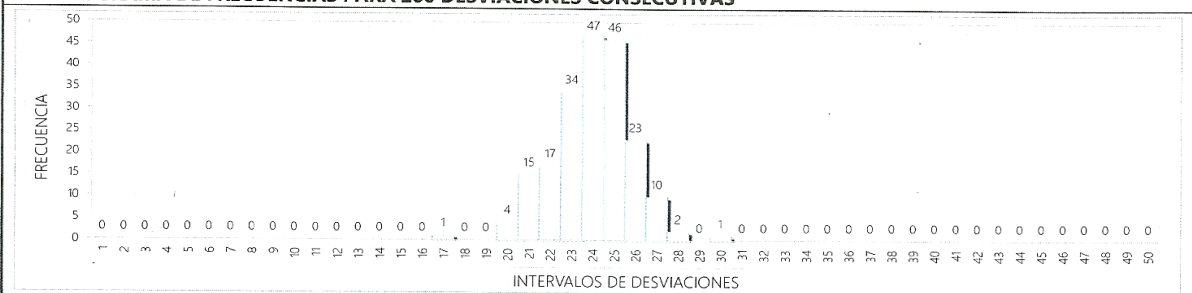
Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Ensayo de medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de tres metros, elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril Evaluado: Izquierdo

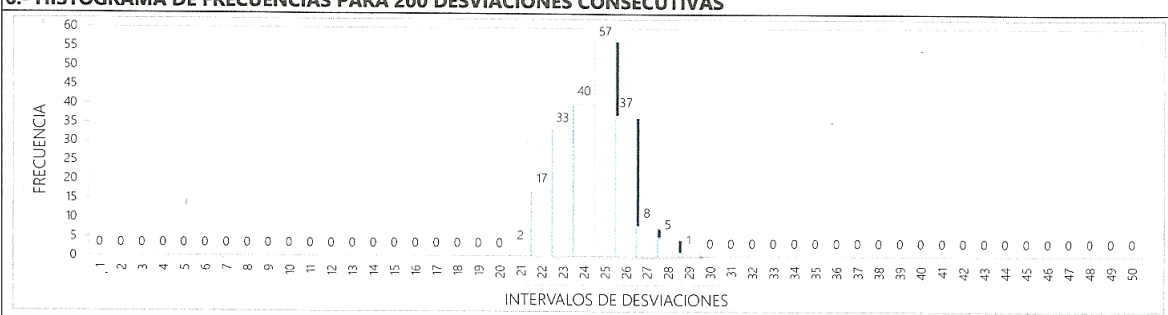

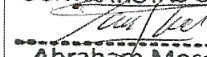

Anexo 8. Determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI).

ENSAYO																									
INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MERLIN																									
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE SELLADO DE "COPIA CONTROLADA"																									
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA															CÓDIGO: 972					REGISTRO:					
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404										RESIDENTE: J.D.S.H					FECHA: 19.08.2017										
LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO										ING. JEFE: G.G.P.															
SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ																									
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL															
UBICACION: TRAMO T										SONDAJE: -					OPERADOR: J.L.F.V.M										
MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE										PROFUND.: -					ASISTENTE: BDCB										
3.- DATOS																									
SECTOR: 153+600					HUELLA: DERECHO					POS. PUNTERO INI: 35,0 mm					PASTILLA e = 6 mm					PIVOT/PUNTERO 1:1					
154+375					CARRIL: DERECHO					POS. PUNTERO FIN: 23,0 mm															
4.- LECTURA DE ENSAYO																									
200	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TIPO DE PAVIMENTO				
1	25	27	25	23	20	26	25	25	24	26	24	24	21	25	23	26	24	26	25	20	AFIRMADO	<input type="checkbox"/>			
2	25	30	23	23	23	26	24	25	23	23	24	24	24	25	24	24	25	25	23	25	BASE GRANULAR	<input type="checkbox"/>			
3	25	28	23	26	22	25	25	25	23	25	26	26	23	27	25	24	26	24	22	24	BASE IMPRIMADA	<input type="checkbox"/>			
4	25	24	26	26	23	26	23	24	24	24	24	27	22	26	26	22	25	25	24	25	TRAT. BI-CAPA	<input type="checkbox"/>			
5	21	27	22	23	25	22	25	24	24	25	25	25	24	21	26	22	23	23	24	25	CARPETA EN FRIO	<input type="checkbox"/>			
6	25	24	26	27	21	26	24	24	23	23	25	25	23	24	21	23	28	25	25	23	CARPETA EN CALIENTE	<input checked="" type="checkbox"/>			
7	23	23	23	25	24	23	23	20	17	22	23	24	20	25	25	22	26	24	25	22	RECAPEO ASFALTICO	<input type="checkbox"/>			
8	23	24	22	24	24	21	24	26	24	21	24	21	21	24	22	24	22	24	25	22	SELLO	<input type="checkbox"/>			
9	24	21	23	21	23	26	23	25	26	23	25	24	21	21	24	25	25	26	21	24	SLURRY	<input type="checkbox"/>			
10	23	24	24	26	27	27	24	22	25	25	25	27	27	25	22	23	22	24	21	24	OTRO	<input type="checkbox"/>			
NOTA: Se registra desde la primera fila, posición [1] hasta la posición [20], continuando sucesivamente hacia abajo																									
5.- CONTEO DE DESVIACIONES (v) POR INTERVALO																									
V _{1/25}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	15	17	34	47	46
V _{26/50}	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	23	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.- HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS PARA 200 DESVIACIONES CONSECUTIVAS																									
																									
7.- CÁLCULOS															8.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL										
1	Fracción datos remanentes en el intervalo izquierdo										[31]	0,67	und	1	Valor máximo registrado										150,00 mm
2	Fracción de datos remanentes en el intervalo derecho										[38]	0,30	und	2	Valor mínimo registrado										85,00 mm
3	Número de datos centrales intervalos de										[31] al [38]	5,00	und	3	Factor de corrección										0,99
4	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)											5,97	und	4	Rango de D, corregido										29,63 mm
5	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)											29,83	mm	5	IRI=0,0485*Dc										1,4 mm/km
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																									
EQ. MERLIN					ID. RUGM06					N° CERT. MT-LL-156-2017															
10.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES																									
El espesor de la pastilla es el espesor promedio																									
RESPONSABLE DEL ENSAYO										JEFE DE LABORATORIO										DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca										INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.										Nombre: <i>[Firma]</i>					
Firma: <i>[Firma]</i>										Abraham Mosquera Huayta										Firma: Ing. Panny Valdivieso Garcia					
Fecha: 19-08-17										JEFE DE LABORATORIO										Directora de Ingeniería Civil					
										PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ										UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					
																				Fecha:					

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- (1) Ensayo de índice de rugosidad internacional (IRI) Merlin, elaborado en la empresa ICCGSA.
- (2) Carril: Derecho – Huella: Derecho

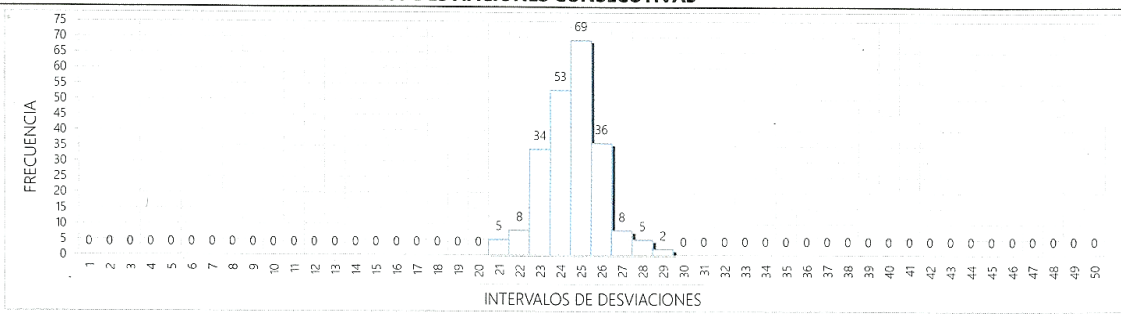
ENSAYO	
INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MERLIN ICC.ENS.GOP.0001.012 Versión: 2	
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUJA DE "COPIA CONTROLADA"	
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLOPA	REGISTRO:
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404	CÓDIGO: 972
LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO	RESIDENTE: J.D.S.H
SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ	ING. JEFE: G.G.P.
	FECHA: 19.08.2017
1.- MUESTRA	2.- PERSONAL
UBICACIÓN: TRAMO I	OPERADOR: J.L.F.V.M
MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	ASISTENTE: BDCB
3.- DATOS	
SECTOR: 153+600 154+375	HUELLA: IZQUIERDO CARRIL: DERECHO
POS. PUNTERO INI: 35,0 mm POS. PUNTERO FIN: 23,0 mm	PASTILLA e = 6 mm
	PIVOT/PUNTERO 1:10
4.- LECTURA DE ENSAYO	
200	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
1	24 24 25 24 23 22 23 21 22 22 23 23 25 25 24 26 23 24 23 25
2	23 23 23 26 25 23 24 25 26 23 25 22 25 21 25 28 28 26 26 25
3	28 26 23 26 29 26 27 27 26 26 25 24 25 26 25 26 28 24 26 25
4	24 24 24 22 22 26 22 23 22 24 27 22 24 24 26 25 26 24 23 26
5	27 25 26 23 27 22 27 26 24 26 23 28 26 24 25 26 26 25 23 25
6	25 26 25 25 26 25 25 25 22 24 26 26 26 25 23 22 23 24 25 25
7	26 26 24 22 25 25 25 23 26 22 25 27 24 23 23 24 26 25 25
8	25 23 24 25 24 25 25 25 25 26 23 24 24 26 26 24 25 27 25 22
9	23 23 24 24 22 25 23 25 24 24 25 22 26 24 23 26 23 24 25 23
10	25 25 25 24 24 25 23 25 25 23 24 24 24 24 25 25 23 25 24
	TIPO DE PAVIMENTO
	AFIRMADO <input type="checkbox"/>
	BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>
	BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>
	TRAT. BI-CAPA <input type="checkbox"/>
	CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>
	CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>
	RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>
	SELLO <input type="checkbox"/>
	SLURRY <input type="checkbox"/>
	OTRO <input type="checkbox"/>
NOTA: Se registra desde la primera fila, posición [1] hasta la posición [20], continuando sucesivamente hacia abajo	
5.- CONTEO DE DESVIACIONES (V) POR INTERVALO	
V ₁₂₅	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
	0 2 17 33 40 57
V _{26/50}	26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
	37 8 5 1 0
6.- HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS PARA 200 DESVIACIONES CONSECUTIVAS	
	
7.- CÁLCULOS	
1	Fracción datos remanentes en el intervalo izquierdo [31] 0,53 und
2	Fracción de datos remanentes en el intervalo derecho [38] 0,50 und
3	Número de datos centrales intervalos del [31] al [38] 4,00 und
4	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D) 5,03 und
5	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D) 25,15 mm
8.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL	
1	Valor máximo registrado 145,00 mm
2	Valor mínimo registrado 105,00 mm
3	Factor de corrección 0,99
4	Rango de D, corregido 24,98 mm
5	IRI=0.0485*Dc 1,2 mm/km
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN	
EQ. MERLIN	
ID RUGM06	
N° CERT. MT-LL-156-2017	
10.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES	
El espesor de la pastilla es el espesor promedio	
RESPONSABLE DEL ENSAYO	JEFE DE LABORATORIO
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca	INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.
Firma: 	
Fecha: 19-08-17	Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ
DIRECTOR(A) DE CARRERA	
Nombre:	Ing. Fanny Valdivieso García
Firma: 	Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.
Fecha:	

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Ensayo de índice de rugosidad internacional (IRI) Merlin, elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril: Derecho - Huella: Izquierdo

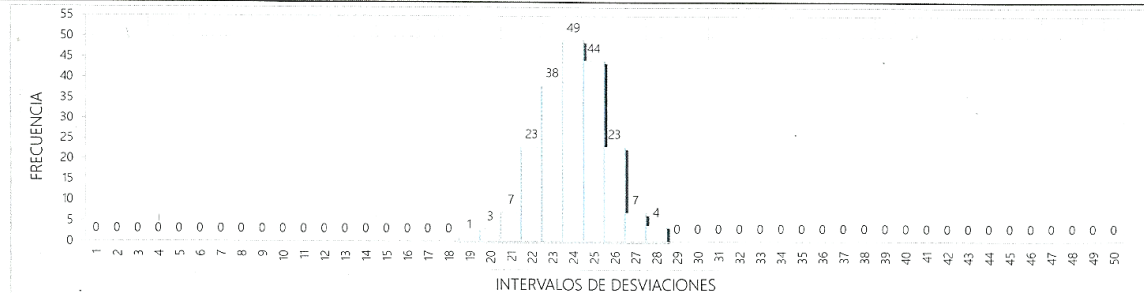
ENSAYO																									
INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MERLIN ICC.ENS.GOP.0001.012 Version: 2																									
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUJA DE "COPIA CONTROLADA"																									
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA	REGISTRO:																								
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404	CÓDIGO: 972																								
LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO	RESIDENTE: J.D.S.H																								
SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ	ING. JEFE: G.G.P.																								
	FECHA: 19.08.2017																								
1.- MUESTRA	2.- PERSONAL																								
UBICACION: TRAMO I	OPERADOR: J.L.F.V.M																								
MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	ASISTENTE: BDCB																								
3.- DATOS																									
SECTOR: 153+600	HUELLA: IZQUIERDO	POS. PUNTERO INI: 35,0 mm	PASTILLA e = 6 mm	PIVOT/PUNTERO 1:1																					
154+375	CARRIL: IZQUIERDO	POS. PUNTERO FIN: 23,0 mm																							
4.- LECTURA DE ENSAYO																									
200	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TIPO DE PAVIMENTO				
1	25	24	24	23	24	24	24	25	23	29	25	24	26	25	23	25	22	24	24	26	AFIRMADO				
2	26	25	24	24	25	28	21	25	25	25	26	24	26	24	24	24	24	25	26	26	BASE GRANULAR				
3	26	26	23	25	25	22	24	24	24	24	25	25	24	24	26	26	26	26	25	24	BASE IMPRIMADA				
4	27	25	25	25	25	24	25	24	24	25	22	25	24	24	25	25	25	25	23	25	TRAT. BI-CAPA				
5	27	26	24	25	25	21	27	24	22	24	25	28	21	23	25	24	25	25	25	23	CARPETA EN FRIO				
6	23	25	25	23	25	26	25	25	26	22	26	23	23	25	23	28	23	27	24	25	CARPETA EN CALIENTE				
7	25	26	25	23	25	24	25	26	23	25	23	23	24	26	25	25	28	27	22	25	RECAPEO ASFALTICO				
8	24	25	23	27	23	25	25	26	28	21	21	24	23	27	26	26	25	24	24	25	SELLO				
9	25	26	23	26	26	25	28	24	22	24	25	25	25	24	26	25	23	23	26	26	SLURRY				
10	26	23	23	24	27	23	23	23	23	24	25	25	26	26	24	23	25	23	24	24	OTRO				
NOTA: Se registra desde la primera fila, posición [1] hasta la posición [20], continuando sucesivamente hacia abajo																									
5.- CONTEO DE DESVIACIONES (V) POR INTERVALO																									
V _{1/25}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	34	53	69
V _{26/50}	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	36	8	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.- HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS PARA 200 DESVIACIONES CONSECUTIVAS																									
																									
7.- CÁLCULOS											8.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL														
1	Fracción datos remanentes en el intervalo izquierdo	[22]	0,38	und	1	Valor máximo registrado	145,00 mm																		
2	Fracción de datos remanentes en el intervalo derecho	[26]	0,63	und	2	Valor mínimo registrado	105,00 mm																		
3	Número de datos centrales intervalos del	[31] al [38]	4,00	und	3	Factor de corrección	0,99																		
4	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)		5,00	und	4	Rango de D, corregido	24,83 mm																		
5	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)		25,00	mm	5	IRI=0.0485*Dc	1,2 mm/km																		
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																									
EQ. ID	MERLIN																								
Nº CERT.	RUGM06																								
	MT-LL-156-2017																								
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																									
El espesor de la pastilla es el espesor promedio																									
RESPONSABLE DEL ENSAYO		JEFE DE LABORATORIO			DIRECTOR(A) DE CARRERA																				
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca		INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.			Nombre:																				
Firma:		Abraham Mosquera Huayta			Firma: Ing. Panny Valdivieso García																				
Fecha: 19-03-17		JEFE DE LABORATORIO			Directora de Ingeniería Civil																				
		PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ			UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.																				
					Fecha:																				

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Ensayo de índice de rugosidad internacional (IRI) Merlin, elaborado en la empresa ICCGSA.

(2) Carril: Izquierdo - Huella: Izquierdo

ENSAJO																									
INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MERLIN																									
ICC.ENS.GOP.0001.012 Versión: 2																									
<small>LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"</small>																									
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA	REGISTRO:																								
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404	CÓDIGO: 972																								
LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO	RESIDENTE: J.D.S.H																								
SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ	ING. JEFE: G.G.P.																								
	FECHA: 19.08.2017																								
1.- MUESTRA	2.- PERSONAL																								
UBICACION: TRAMOT	OPERADOR: J.L.F.V.M																								
MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	ASISTENTE: BDCB																								
3.- DATOS																									
SECTOR: 153+600	HUELLA: DERECHO	POS. PUNTERO INI: 35,0 mm	PASTILLA e = 6 mm	PIVOT/PUNTERO 1:1																					
	CARRIL: IZQUIERDO	POS. PUNTERO FIN: 23,0 mm																							
4.- LECTURA DE ENSAYO																									
200	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TIPO DE PAVIMENTO				
1	25	24	23	23	26	25	25	24	23	26	23	24	28	24	23	23	24	25	23	25		AFIRMADO <input type="checkbox"/>			
2	23	27	25	25	26	22	25	24	25	26	26	23	26	22	25	25	26	26	26	22		BASE GRANULAR <input type="checkbox"/>			
3	25	24	26	25	22	25	28	22	27	20	23	25	25	23	25	26	27	25	24	21		BASE IMPRIMADA <input type="checkbox"/>			
4	26	22	22	25	26	22	24	21	21	23	27	23	28	20	21	28	20	23	25	24		TRAT. BI-CAPA <input type="checkbox"/>			
5	23	24	26	24	25	24	27	23	26	24	24	23	23	22	24	25	25	24	24	24		CARPETA EN FRIO <input type="checkbox"/>			
6	24	23	21	27	25	22	23	23	27	23	24	24	24	24	25	23	26	22	25	24		CARPETA EN CALIENTE <input checked="" type="checkbox"/>			
7	25	25	25	24	24	26	23	22	22	25	25	24	24	22	26	24	24	25	22	26		RECAPEO ASFALTICO <input type="checkbox"/>			
8	23	26	24	24	25	24	23	26	25	24	24	22	22	25	23	19	25	25	23	24		SELLO <input type="checkbox"/>			
9	22	23	24	23	23	24	24	25	26	223	24	25	24	22	21	25	22	25	25	26		SLURRY <input type="checkbox"/>			
10	24	24	23	23	23	24	24	23	24	25	22	22	22	23	23	21	24	23	25	24		OTRO <input type="checkbox"/>			
NOTA: Se registra desde la primera fila, posición [1] hasta la posición [20], continuando sucesivamente hacia abajo																									
5.- CONTEO DE DESVIACIONES (V) POR INTERVALO																									
V _{1/25}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	23	38	49	44
V _{26/50}	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	23	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.- HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS PARA 200 DESVIACIONES CONSECUTIVAS																									
																									
7.- CÁLCULOS																									
1	Fracción datos remanentes en el intervalo izquierdo		[31]	0,14	und	1	Valor máximo registrado		1115,00 mm																
2	Fracción de datos remanentes en el intervalo derecho		[38]	0,14	und	2	Valor mínimo registrado		95,00 mm																
3	Número de datos centrales intervalos del		[31] al [38]	5,00	und	3	Factor de corrección		0,99																
4	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)			5,28	und	4	Rango de D, corregido		26,24 mm																
5	Rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia (D)			26,42	mm	5	IRI=0,0485*Dc		1,3 mm/km																
8.- ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL																									
9.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																									
EQ.	MERLIN																								
ID	RUGM06																								
N° CERT.	MT-LL-156-2017																								
10.- COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES																									
El espesor de la pastilla es el espesor promedio																									
11.- DOCUMENTOS ADJUNTOS																									
RESPONSABLE DEL ENSAYO			JEFE DE LABORATORIO			DIRECTOR(A) DE CARRERA																			
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca			INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.			Nombre: <i>Fanny Valdivieso</i>																			
Firma: <i>Jorge Luis</i>			Abraham Mosquera Huayta			Firma: <i>Fanny Valdivieso</i>																			
Fecha: 19-08-17			JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ			Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.																			
						Fecha:																			

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

- (1) Ensayo de índice de rugosidad internacional (IRI) Merlin, elaborado en la empresa ICCGSA.
- (2) Carril: Izquierdo – Huella: Derecho

Anexo 9. Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento con el péndulo del TRRL.

ENSAJO										
COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO CON EL PÉNDULO DEL TRRL										
MTC E 1004										
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA".										
PROYECTO: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO: TACNA - COLLPA Tramo: KM. 146+180 - KM. 187+404 LUGAR: DISTRITO DE PALCA - CENTRO POBLADO EL AYRO SUPERVISIÓN: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ								CÓDIGO: 0972 RESIDENTE: J.D.S.H. ING. JEFE: G.G.P	REGISTRO: R. 00071 17 FECHA: 25/082017	
1.- DATOS								2.- PERSONAL		
SECTOR: KM. 153+600 @ KM. 154+375				SUPERFICIE: CARPETA ASFALTICA				OPERADOR: J.L.F.V.M		ASISTENTE: E.S.S
3.- LECTURAS DEL ENSAYO										
PROGRESIVA	CARRIL	PUNTO DE ENSAYO	RESULTADOS DE ENSAYOS					CRD PROMEDIO	TEMPERATURA SUPERFICIE	CRD CORREGIDO
			1"	2"	3"	4"	5"			
153+253	IZQ	BORDE	68	68	70	70	70	0,69	30	0,71
153+253	IZQ	RODADA	66	68	66	68	68	0,67	30	0,69
153+253	IZQ	RODADA	67	66	66	64	66	0,66	30	0,68
153+253	EJE	CENTRO	66	68	66	68	68	0,67	30	0,69
153+253	DER	RODADA	60	62	62	60	60	0,61	30	0,63
153+253	DER	RODADA	64	66	64	66	66	0,65	30	0,67
153+253	DER	BORDE	68	70	70	68	70	0,69	30	0,71
153+258	IZQ	BORDE	64	64	62	62	64	0,63	30	0,65
153+258	IZQ	RODADA	62	62	62	62	64	0,62	30	0,64
153+258	IZQ	RODADA	66	66	66	66	66	0,66	30	0,68
153+258	EJE	CENTRO	68	68	66	68	66	0,67	30	0,69
153+258	DER	RODADA	66	66	68	68	68	0,67	30	0,69
153+258	DER	RODADA	64	64	62	64	62	0,63	30	0,65
153+258	DER	BORDE	62	62	64	64	62	0,63	30	0,65
153+263	IZQ	BORDE	62	60	60	62	60	0,61	30	0,63
153+263	IZQ	RODADA	62	62	60	60	62	0,61	30	0,63
153+263	IZQ	RODADA	60	60	60	62	62	0,61	30	0,63
153+263	EJE	CENTRO	64	64	62	64	62	0,63	30	0,65
153+263	DER	RODADA	68	70	68	70	70	0,69	30	0,71
153+263	DER	RODADA	70	70	68	68	70	0,69	30	0,71
153+263	DER	BORDE	68	68	70	68	70	0,69	30	0,71
154+512	IZQ	BORDE	62	62	64	62	62	0,62	38	0,65
154+512	IZQ	RODADA	68	68	70	70	70	0,69	38	0,72
154+512	IZQ	RODADA	66	66	66	66	66	0,66	38	0,69
154+512	EJE	CENTRO	62	62	62	64	64	0,63	38	0,66
154+512	DER	RODADA	66	66	64	64	66	0,65	38	0,68
154+512	DER	RODADA	60	58	58	60	58	0,59	38	0,62
154+512	DER	BORDE	60	62	62	60	60	0,61	38	0,64
154+517	IZQ	BORDE	68	68	68	68	68	0,68	22	0,68
154+517	IZQ	RODADA	62	62	64	62	64	0,63	22	0,63
154+517	IZQ	RODADA	70	70	70	70	70	0,70	22	0,70
154+517	EJE	CENTRO	72	72	70	72	72	0,72	22	0,72
154+517	DER	RODADA	60	62	62	60	62	0,61	22	0,62
154+517	DER	RODADA	62	62	62	62	62	0,62	22	0,62
154+517	DER	BORDE	62	62	64	64	62	0,63	22	0,63
154+522	IZQ	BORDE	64	64	66	64	66	0,65	22	0,65
154+522	IZQ	RODADA	68	67	68	67	68	0,68	22	0,68
154+522	IZQ	RODADA	66	66	68	66	68	0,67	22	0,67
154+522	EJE	CENTRO	64	66	64	65	66	0,65	22	0,65
154+522	DER	RODADA	68	70	68	70	70	0,69	22	0,70
154+522	DER	RODADA	68	70	70	68	70	0,69	22	0,70
154+522	DER	BORDE	66	66	64	64	66	0,65	22	0,66
4.- CONTROL ESTADISTICO								5.- DATOS ESTADISTICOS		
CALCULO DE COEFICIENTES			NORMAL		CORREGIDO			NORMAL		CORREGIDO
CANTIDAD			42		42			0,72		0,72
ESPECIFICACION (MINIMA)			0,45		0,45			0,59		0,62
COEFICIENTE PROMEDIO			0,65		0,67			0,032		0,031
CONFORMIDAD			OK		OK					
6.- EQUIPOS DE MEDICION										
EQ.	PENDULO TRRL	TERMOMETRO								
ID	PEN 01	TV-004								
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA		
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: <i>Ing. Fenay Valdivieso Garcia</i>		
Firma: <i>Jorge Luis Fernandez Vargas Machuca</i>				Abraham Mosquera Huayta				Firma: <i>Ing. Fenay Valdivieso Garcia</i>		
Fecha: 19-08-17				JEFE DE LABORATORIO				Directora de Ingenieria Civil		
				PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.		
								Fecha:		

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

(1) Ensayo de índice de rugosidad internacional (IRI) Merlin, elaborado en la empresa ICCGSA.

Anexo 10. Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca.

ENSAYO															
PESO ESPECÍFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECÍMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA MTC E 514															
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"															
PROYECTO: INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO TACNA - COLLPA												REGISTRO:	R-00028-17		
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404						CODIGO: 0972						FECHA: 23.08.17			
Lugar: KM. 153+600 - KM. 154+375 P/C						RESIDENTE: J.S						ING. JEFE: G.G.P.			
SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ															
1.- DATOS															
1.1.- TIPO DE MEZCLA:															
FECHA DE EXTRACCIÓN DE TESTIGO	NUMERO DE TESTIGOS	CARRIL				PROGRESIVA	ALTURA DE TESTIGO SEGUN MTC E 507	PESO DE TESTIGO AL AIRE	PESO DEL TESTIGO AL AGUA	PESO DEL TESTIGO DESPLAZADO	VOLUMEN DEL TESTIGO	PESO ESPECÍFICO APARENTE	PESO UNITARIO DEL ESPECÍMEN	COMPACTACIÓN	Nota
		N°	Izq.	Eje Izq.	Eje Der.										
23.08.17	01	X				153+620	6,50	959,98	963,90	536,06	427,84	2,244	2,258	99,4	Cumple
23.08.17	02				X	153+645	6,72	983,38	985,29	547,09	438,20	2,244	2,258	99,4	Cumple
23.08.17	03			X		153+670	7,50	1091,12	1093,43	609,48	483,95	2,255	2,258	99,9	Cumple
23.08.17	04		X			153+695	7,03	1067,33	1069,71	594,23	475,48	2,245	2,258	99,4	Cumple
23.08.17	05				X	153+720	7,11	1052,05	1054,09	592,10	461,99	2,277	2,258	100,9	Cumple
23.08.17	06			X		153+745	6,82	956,96	959,50	524,73	434,77	2,201	2,258	97,5	Cumple
23.08.17	07		X			153+770	7,04	1046,13	1047,59	584,58	463,01	2,259	2,258	100,1	Cumple
23.08.17	08				X	153+795	7,93	1121,12	1123,00	621,09	501,91	2,234	2,258	98,9	Cumple
23.08.17	09			X		153+820	8,64	1259,76	1261,59	706,10	555,49	2,268	2,258	100,4	Cumple
23.08.17	10	X				153+845	7,71	1125,89	1129,25	622,27	506,98	2,221	2,258	98,4	Cumple
23.08.17	11				X	153+870	7,71	1133,84	1135,71	635,34	500,37	2,266	2,258	100,4	Cumple
23.08.17	12			X		153+895	6,81	998,07	999,44	556,96	442,48	2,256	2,258	99,9	Cumple
23.08.17	13	X				153+920	7,13	1064,73	1066,48	588,58	477,90	2,228	2,258	98,7	Cumple
23.08.17	14				X	153+945	7,22	1071,59	1072,86	600,16	472,70	2,267	2,258	100,4	Cumple
23.08.17	15		X			153+970	8,63	1294,67	1298,84	718,37	580,47	2,230	2,258	98,8	Cumple
PROMEDIO												2,246	2,258	99,5	Cumple
2.- EQUIPOS DE MEDICION (TRAZABILIDAD)															
EQ. ID.	BALANZA BADI120	VERNIER VERN27	TERMOMETRO TBOL114												
RESPONSABLE DEL ENSAYO					JEFE DE LABORATORIO					DIRECTOR(A) DE CARRERA					
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca					INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.					Nombre: <i>[Firma]</i>					
Firma: <i>[Firma]</i>					Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ					Firma: Ing. Panny Valdivieso García Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.					
Fecha: 23/08/17										Fecha:					

Fuente: Elaboración propia.

Nota:


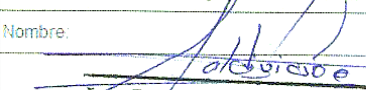
(1) Ensayo Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca, elaborado en la empresa ICCGSA.

ENSAYO															
PESO ESPECÍFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECÍMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA MTC E 514															
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"															
PROYECTO: INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO TACNA - COLLPA													REGISTRO:	R-00029-17	
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404						CODIGO: 0972						FECHA: 23.08.17			
Lugar: KM. 153+600 - KM. 154+375 PIC						RESIDENTE: J.S						ING. JEFE: G.G.P.			
SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ															
1.- DATOS															
1.1.- TIPO DE MEZCLA:															
FECHA DE EXTRACCIÓN DE TESTIGO	NUMERO DE TESTIGOS	CARRIL				PROGRESIVA	ALTURA DE TESTIGO SEGÚN MTC E 507	PESO DE TESTIGO AL AIRE	PESO DEL TESTIGO AL AGUA	PESO DEL TESTIGO DESPLAZADO	VOLUMEN DEL TESTIGO	PESO ESPECÍFICO APARENTE	PESO UNITARIO DEL ESPECÍMEN	COMPACTACIÓN	Nota
		N°	lzq.	lqz.	Der.										
23.08.17	16	X				153+995	7,33	1090,90	1093,87	606,37	487,50	2,238	2,258	99,1	Cumple
23.08.17	17				X	154+020	7,51	1112,79	1115,75	621,25	494,50	2,250	2,258	99,7	Cumple
23.08.17	18			X		154+045	10,83	1666,38	1668,62	926,38	742,24	2,245	2,258	99,4	Cumple
23.08.17	19	X				154+070	7,70	1145,29	1146,84	644,89	501,95	2,282	2,258	101,0	Cumple
23.08.17	20			X		154+095	7,32	1079,33	1081,21	600,56	480,65	2,246	2,258	99,4	Cumple
23.08.17	21		X			154+120	8,90	1330,85	1337,42	730,25	607,17	2,192	2,258	97,1	Cumple
23.08.17	22	X				154+145	7,42	1107,06	1111,04	612,84	498,20	2,222	2,258	98,4	Cumple
23.08.17	23			X		154+170	7,24	1105,98	1108,38	614,27	494,11	2,238	2,258	99,1	Cumple
23.08.17	24			X		154+195	6,51	991,91	992,98	555,87	437,11	2,269	2,258	100,5	Cumple
PROMEDIO												2,242	2,258	99,3	Cumple
2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN (TRAZABILIDAD)															
EQ. ID.	BALANZA BADI120	VERNIER VERN27	TERMOMETRO TBOL114												
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA							
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: <i>Fanny Valdivieso Garcia</i>							
Firma: <i>Jorge Luis Fernandez Vargas Machuca</i>				Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Firma: <i>Ing. Fanny Valdivieso Garcia</i> Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.							
Fecha: 23/08/17								Fecha							

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

(1) Ensayo Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca, elaborado en la empresa ICCGSA.


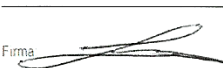

ENSAYO															
PESO ESPECÍFICO APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECÍMENES SATURADOS CON SUPERFICIE SECA MTC E 514															
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"															
PROYECTO: INTEGRACIÓN VIAL TACNA - LA PAZ; TRAMO TACNA - COLLPA												REGISTRO:	R-00030-17		
Tramo: SUB TRAMO 3: KM. 146+180 - KM. 187+404					CODIGO:					0972					
Lugar: KM. 153+600 - KM. 154+375 P/C					RESIDENTE:					J.S					
SUPERVISION: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ												ING. JEFE:	G.G.P.		
FECHA: 24.08.17															
1.- DATOS															
1.1.- TIPO DE MEZCLA:															
FECHA DE EXTRACCIÓN DE TESTIGOS	NUMERO DE TESTIGOS	CARRIL				PROGRESIVA	ALTURA DE TESTIGO SEGÚN MTC E 507	PESO DE TESTIGO AL AIRE	PESO DEL TESTIGO AL AGUA	PESO DEL TESTIGO DESPLAZADO	VOLUMEN DEL TESTIGO	PESO ESPECÍFICO APARENTE	PESO UNITARIO DEL ESPECÍMEN	COMPACTACIÓN	Nota
		Nº	Izq.	Eje Izq.	Eje Der.										
24.08.17	25	X				154+220	7,73	1166,73	1168,73	650,74	517,99	2,252	2,258	99,8	Cumple
24.08.17	26				X	154+245	7,72	1172,86	1174,27	657,82	516,45	2,271	2,258	100,6	Cumple
24.08.17	27		X			154+270	7,41	1098,56	1100,73	608,40	492,33	2,231	2,258	98,8	Cumple
24.08.17	28	X				154+295	7,44	1120,40	1121,54	627,84	493,70	2,269	2,258	100,5	Cumple
24.08.17	29				X	154+320	7,63	1169,72	1171,23	653,63	517,60	2,260	2,258	100,1	Cumple
24.08.17	30			X		154+345	7,36	1115,53	1117,52	619,18	498,34	2,238	2,258	99,1	Cumple
24.08.17	31	X				154+370	7,41	1127,04	1128,84	628,66	500,18	2,253	2,258	99,8	Cumple
PROMEDIO												2,254	2,258	99,809	Cumple
2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN (TRAZABILIDAD)															
EQ. ID.	BALANZA	VERNIER	TERMOMETRO												
	BADI120	VERN27	TBOL114												
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA							
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre:							
Firma: 				Abraham Mosquera Huayta				Firma: 							
Fecha: 24/08/17				JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Ing. Fanny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.							
								Fecha							

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

(1) Ensayo Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca, elaborado en la empresa ICCGSA.

Anexo 11. Detalles sobre el control de temperaturas de mezcla asfáltica en planta y en pista




FORMATO						
CONTROL DE TEMPERATURAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN PLANTA						
PLANTA BARBER GREENE						
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA "COPIA CONTROLADA"						
PROYECTO	: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO: TACNA COLLLA					
TRAMO 3	: KM. 146+180 - KM. 187+404					
SUPERVISION	: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ					
RESIDENTE	: J.D.S.H					
ING. JEFE	: G.G.P.					
FECHA PRODUCCION:	: 17 DE AGOSTO DEL 2017					
Nº Camion	Nº de Registro Volquete	Hora Entrada	Hora Salida	Capacidad (m ³)	Temperatura Salida de Asfalto (°C)	Observaciones
1	C1V-720	6:07:00 a. m.	6:30:00 a. m.	15	165,0°C	-
2	C1V-780	6:30:00 a. m.	6:52:00 a. m.	15	165,4°C	-
3	C3S-711	6:52:00 a. m.	7:14:00 a. m.	15	165,2°C	-
4	C1R-710	7:14:00 a. m.	7:35:00 a. m.	15	166,5°C	-
5	C1V-719	7:35:00 a. m.	7:56:00 a. m.	15	165,6°C	-
6	C1V-720	7:56:00 a. m.	8:18:00 a. m.	15	165,2°C	-
7	C1V-780	8:18:00 a. m.	8:40:00 a. m.	15	164,8°C	-
8	F7C-865	8:41:00 a. m.	9:01:00 a. m.	15	166,5°C	-
9	C1R-710	9:01:00 a. m.	9:22:00 a. m.	15	166,7°C	-
10	C1W-748	9:22:00 a. m.	9:41:00 a. m.	15	165,0°C	-
11	C3B-776	9:41:00 a. m.	10:03:00 a. m.	15	166,4°C	-
12	C1W-768	10:03:00 a. m.	10:22:00 a. m.	15	166,8°C	-
13	C1V-787	10:29:00 a. m.	10:42:00 a. m.	15	165,2°C	-
14	C3S-711	10:42:00 a. m.	11:03:00 a. m.	15	164,3°C	-
15	C2H-728	11:03:00 a. m.	11:21:00 a. m.	15	166,5°C	-
16	C1V-719	11:21:00 a. m.	11:41:00 a. m.	15	165,6°C	-
17	C3B-776	11:41:00 a. m.	12:00:00 p. m.	15	165,8°C	-
18	C1V-780	12:00:00 p. m.	12:21:00 p. m.	15	166,0°C	-
19	C3S-711	12:21:00 p. m.	12:40:00 p. m.	15	165,7°C	-
20	C1R-710	12:40:00 p. m.	12:59:00 p. m.	15	166,2	-
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		JEFE DE LABORATORIO		DIRECTOR(A) DE CARRERA		
Nombre: Jorge Luis Fernandez Vargas Machuca		INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.		Nombre: 		
				Firma: Ing. Fanny Valdivieso Garcia		
Fecha: 17-08-17		Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ		Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.		

Fuente: Elaboración propia.



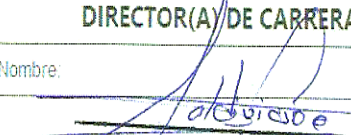


FORMATO						
CONTROL DE TEMPERATURAS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN PLANTA						
PLANTA TEREX						
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA "COPIA CONTROLADA"						
PROYECTO	: INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO: TACNA COLLPA					
TRAMO 3	: KM. 146+180 - KM. 187+404					
SUPERVISION	: CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ					
RESIDENTE	: J.D.S.H					
ING. JEFE	: G.G.P.					
FECHA PRODUCCION:	: 17 DE AGOSTO DEL 2017					
Nº Camion	Nº de Registro Volquete	Hora Entrada	Hora Salida	Capacidad (m ³)	Temperatura Salida de Asfalto (°C)	Observaciones
1	C3B-776	6:02:00 a. m.	6:28:00 a. m.	15	166,0°C	-
2	C1W-768	6:18:00 a. m.	6:44:00 a. m.	15	165,4°C	-
3	C1V-787	6:34:00 a. m.	6:58:00 a. m.	15	165,6°C	-
4	F7C-865	6:51:00 a. m.	7:15:00 a. m.	15	165,6°C	-
5	C1S-717	7:08:00 a. m.	7:31:00 a. m.	15	165,5°C	-
6	C2H-728	7:24:00 a. m.	7:47:00 a. m.	15	165,3°C	-
7	C1W-748	7:41:00 a. m.	8:04:00 a. m.	15	165,0°C	-
8	C3B-776	7:56:00 a. m.	8:20:00 a. m.	15	165,6°C	-
9	C1W-768	8:13:00 a. m.	8:36:00 a. m.	15	166,5°C	-
10	C1V787	8:29:00 a. m.	8:52:00 a. m.	15	166,4°C	-
11	C3S-711	8:46:00 a. m.	9:08:00 a. m.	15	166,0°C	-
12	C1S-717	9:02:00 a. m.	9:24:00 a. m.	15	166,8°C	-
13	C2H-728	9:18:00 a. m.	9:41:00 a. m.	15	166,5°C	-
14	C1V-719	9:34:00 a. m.	9:57:00 a. m.	15	166,2°C	-
15	C1V-720	9:50:00 a. m.	10:12:00 a. m.	15	166,9°C	-
16	C1V-780	10:06:00 a. m.	10:29:00 a. m.	15	165,3°C	-
17	F7C-865	10:21:00 a. m.	10:45:00 a. m.	15	166,6°C	-
18	C1S-717	10:37:00 a. m.	11:02:00 a. m.	15	166,2°C	-
19	C1R-710	10:53:00 a. m.	11:18:00 a. m.	15	166,2°C	-
20	C1W-748	11:09:00 a. m.	11:34:00 a. m.	15	166,4°C	-
21	C1V-720	11:25:00 a. m.	11:50:00 a. m.	15	165,0°C	-
22	C1W-768	11:42:00 a. m.	12:06:00 p. m.	15	165,3°C	-
23	F7C-865	11:58:00 a. m.	12:23:00 p. m.	15	165,0°C	-
24	C1V-787	12:15:00 p. m.	12:40:00 p. m.	15	165,3°C	-
25	C1S-717	12:32:00 p. m.	12:55:00 p. m.	15	166,0°C	-
26	C2H-728	12:47:00 p. m.	12:55:00 p. m.			
27						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		JEFE DE LABORATORIO		DIRECTOR(A) DE CARRERA		
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca		INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.		Nombre		
Firma:		 Abraham Mosquera Huayta		Firma: Ing. Fanny Valdivieso Garcia		
Fecha: 17-08-17		JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ		Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C. Fecha		


Fuente: Elaboración propia.

FORMATO																	
CONTROL DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN PISTA																	
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"																	
PROYECTO: : INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO: TACNA COLLPA												REGISTRO: R-000031-17			FECHA: : 17 DE AGOSTO DEL 2017		
TRAMO 3 : KM. 146+180 - KM. 187+404						N° ENSAYO : 01						UBICACIÓN : KM. 153+600 - KM. 154+375 PIC					
SUPERVISIÓN : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ						LABORATORISTA : J.L.F.V.M											
MATERIAL : MAC - 2																	
N°	VEHICULO		VOLUMEN Acumulado (m³)	HORA DE TRASLADO		TEMP. DE MEZCLA (°C)		TEMP. AMBIENTE (°C)	HORA DE COLOCACION		TEMP. MEZCLA EXTENDIDA	TEMP. RODILLADO (°C)		UBICACION			
	PLACA N°	CAPACIDAD (m³)		SALIDA PLANTA	LLEGADA OBRA	SALE DE PLANTA	LLEGA A OBRA		INICIO	FIN		INICIO	FIN	DE km.	AL km.	LADO	OBS.
1	C1S-717	15,0	15,0	6:29 AM	6:50 AM	164,0°C	160,4°C	6,3°C	7:48 AM	7:54 AM	150,4°C	150,4°C	140,0°C	153+600	153+617	PIC	
2	C2H-728	15,0	30,0	6:28 AM	6:58 AM	166,0°C	158,9°C	6,4°C	7:54 AM	7:58 AM	150,0°C	150,0°C	140,0°C	153+617	153+634	PIC	
3	C1R-710	15,0	45,0	6:44 AM	7:06 AM	165,4°C	163,0°C	6,5°C	7:58 AM	8:10 AM	150,0°C	150,0°C	139,8°C	153+634	153+651	PIC	
4	C1W-748	15,0	60,0	6:58 AM	7:12 AM	164,0°C	160,0°C	6,8°C	8:10 AM	8:16 AM	150,0°C	150,0°C	140,1°C	153+651	153+668	PIC	
5	C3S-711	15,0	75,0	6:58 AM	7:16 AM	165,6°C	162,0°C	6,9°C	8:16 AM	8:23 AM	154,1°C	154,1°C	141,0°C	153+668	153+685	PIC	
6	F7C-865	15,0	90,0	7:06 AM	7:25 AM	164,8°C	161,8°C	7,4°C	8:23 AM	8:30 AM	155,0°C	155,0°C	142,1°C	153+685	153+702	PIC	
7	C1V-720	15,0	105,0	7:15 AM	7:28 AM	165,6°C	163,2°C	7,6°C	8:30 AM	8:41 AM	156,0°C	156,0°C	143,0°C	153+702	153+719	PIC	
8	C1V-780	15,0	120,0	7:28 AM	7:50 AM	164,5°C	160,0°C	7,8°C	8:41 AM	8:47 AM	150,0°C	150,0°C	140,8°C	153+719	153+736	PIC	
9	C1V-719	15,0	135,0	7:31 AM	7:55 AM	165,5°C	163,2°C	8,4°C	8:47 AM	9:00 AM	156,8°C	156,8°C	143,0°C	153+736	153+753	PIC	
10	C1V-787	15,0	150,0	7:45 AM	7:56 AM	164,2°C	160,8°C	8,6°C	9:00 AM	9:08 AM	152,6°C	152,6°C	143,1°C	153+753	153+771	PIC	
11	C1W-768	15,0	165,0	7:47 AM	12:01 AM	165,3°C	164,5°C	9,0°C	9:08 AM	9:17 AM	156,0°C	156,0°C	144,2°C	153+771	153+778	PIC	
12	C3B-776	15,0	180,0	8:04 AM	8:10 AM	165,0°C	161,8°C	10,0°C	9:17 AM	9:24 AM	155,0°C	155,0°C	146,0°C	153+788	153+805	PIC	
13	C1S-717	15,0	195,0	8:10 AM	8:23 AM	164,5°C	161,4°C	10,6°C	9:24 AM	9:31 AM	154,8°C	154,8°C	147,1°C	153+805	153+822	PIC	
14	C2H-728	15,0	210,0	8:20 AM	8:28 AM	165,6°C	163,5°C	10,8°C	9:31 AM	9:40 AM	155,0°C	155,0°C	146,0°C	153+822	153+839	PIC	
15	C1R-710	15,0	225,0	8:30 AM	9:36 AM	164,8°C	131,0°C	11,4°C	9:40 AM	9:44 AM	154,0°C	154,0°C	147,0°C	153+839	153+856	PIC	
16	C1W-748	15,0	240,0	8:36 AM	8:48 AM	166,5°C	164,5°C	12,0°C	9:44 AM	9:50 AM	156,4°C	156,4°C	148,0°C	153+836	153+873	PIC	
TOTAL PRODUCCIÓN DEL DÍA (m³)		240,0															
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO						DIRECTOR(A) DE CARRERA							
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.  Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ						Nombre: 							
Firma: 										Firma: Ing. Panny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.							
Fecha: 17-08-17										Fecha:							

Fuente: Elaboración propia.

FORMATO																	
CONTROL DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN PISTA																	
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"																	
PROYECTO : INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO: TACNA COLLPA															REGISTRO: R-000032-17		FECHA: 17 DE AGOSTO DEL 2017
TRAMO 3 : KM. 146+180 - KM. 187+404					SUPERVISIÓN : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ					MATERIAL : MAC - 2		N° ENSAYO : 01		UBICACIÓN : KM. 153+600 - KM. 154+375 P/C			
											LABORATORISTA : J.L.F.V.M						
N°	VEHICULO		VOLUMEN Acumulado (m³)	HORA DE TRASLADO		TEMP. DE MEZCLA (°C)		TEMP. AMBIENTE (°C)	HORA DE COLOCACIÓN		TEMP. MEZCLA EXTENDIDA	TEMP. RODILLADO (°C)		UBICACION			
	PLACA N°	CAPACIDAD (m³)		SALIDA PLANTA	LLEGADA OBRA	SALE DE PLANTA	LLEGA A OBRA		INICIO	FIN		INICIO	FIN	DE km.	AL km.	LADO	OBS.
17	F7C-865	15,0	255,0	8:50 AM	8:59 AM	165,0°C	161,0°C	12,4°C	9:50 AM	9:56 AM	154,0°C	154,0°C	147,4°C	153+873	153+890	P/C	
18	C3S-711	15,0	270,0	8:52 AM	9:00 AM	166,4°C	162,0°C	13,0°C	9:56 AM	10:01 AM	155,0°C	155,0°C	146,3°C	153+890	153+907	P/C	
19	C1V-720	15,0	285,0	9:08 AM	9:17 AM	166,0°C	163,8°C	13,8°C	10:01 AM	10:07 AM	156,3°C	156,3°C	147,7°C	153+907	153+924	P/C	
20	C1V-780	15,0	300,0	9:11 AM	9:20 AM	166,8°C	164,2°C	14,0°C	10:07 AM	10:15 AM	156,8°C	156,8°C	148,0°C	153+924	153+941	P/C	
21	C1V-719	15,0	315,0	9:24 AM	9:36 AM	166,8°C	165,0°C	14,8°C	10:15 AM	10:23 AM	158,2°C	158,2°C	149,1°C	153+941	153+958	P/C	
22	C1V-787	15,0	330,0	9:32 AM	9:43 AM	164,8°C	163,0°C	15,4°C	10:23 AM	10:27 AM	156,8°C	156,8°C	146,8°C	153+958	153+975	P/C	
23	C1W-768	15,0	345,0	9:41 AM	9:55 AM	166,5°C	164,1°C	15,6°C	10:27 AM	10:33 AM	156,4°C	156,4°C	147,2°C	153+975	153+992	P/C	
24	C1S-717	15,0	360,0	9:52 AM	10:04 AM	164,9°C	164,8°C	15,8°C	10:33 AM	10:42 AM	156,5°C	156,5°C	146,7°C	153+992	154+009	P/C	
25	C3B-776	15,0	375,0	9:57 AM	10:06 AM	166,2°C	164,0°C	16,0°C	10:42 AM	10:50 AM	156,4°C	156,4°C	148,0°C	154+009	154+026	P/C	
26	C2H-728	15,0	390,0	10:12 AM	10:22 AM	166,9°C	165,4°C	16,0°C	10:50 AM	11:00 AM	159,0°C	158,0°C	149,0°C	154+026	154+043	P/C	
27	C1R-710	15,0	405,0	10:12 AM	10:23 AM	165,6°C	164,0°C	15,8°C	11:00 AM	11:08 AM	156,7°C	156,7°C	147,4°C	154+043	154+060	P/C	
28	C1W-748	15,0	420,0	10:29 AM	10:36 AM	165,3°C	164,8°C	15,8°C	11:06 AM	11:11 AM	156,0°C	156,0°C	147,1°C	154+060	154+077	P/C	
29	F7C-865	15,0	435,0	10:33 AM	10:45 AM	165,3°C	164,8°C	15,6°C	11:11 AM	11:16 AM	157,0°C	157,0°C	148,0°C	154+077	154+094	P/C	
30	C3S-711	15,0	450,0	10:45 AM	10:56 AM	166,6°C	163,2°C	15,4°C	11:16 AM	11:24 AM	157,3°C	157,3°C	148,1°C	154+094	154+111	P/C	
31	C1V-720	15,0	465,0	10:52 AM	11:02 AM	164,5°C	164,0°C	15,4°C	11:24 AM	11:30 AM	157,0°C	157,0°C	147,4°C	154+111	154+128	P/C	
32	C1V-780	15,0	480,0	11:02 AM	11:12 AM	166,2°C	165,3°C	16,0°C	11:30 AM	11:36 AM	158,1°C	158,1°C	149,0°C	154+128	154+145	P/C	
TOTAL PRODUCCIÓN DEL DÍA (m³)		240,0															
154																	
RESPONSABLE DEL ENSAYO					JEFE DE LABORATORIO					DIRECTOR(A) DE CARRERA							
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca					INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.  Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ					Nombre:							
Firma: 										Firma: 							
Fecha: 17-08-17										Firma: Ing. Fanny Valdivieso Garcia Directora de Ingeniería Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.							
										Fecha:							

Fuente: Elaboración propia.

FORMATO																	
CONTROL DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN PISTA																	
LA VERSION IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE LA MARCA DE AGUA DE "COPIA CONTROLADA"																	
PROYECTO: : INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ, TRAMO: TACNA COLLPA												REGISTRO: R-000033-17			FECHA: : 17 DE AGOSTO DEL 2017		
TRAMO 3 : KM. 146+180 - KM. 187+404						N° ENSAYO			01								
SUPERVISIÓN : CONSORCIO SUPERVISOR VIAL LA PAZ						UBICACIÓN			KM. 153+600 - KM. 154+375 P/C								
MATERIAL : MAC - 2						LABORATORISTA			J.L.F.V.M								
N°	VEHICULO		VOLUMEN Acumulado (m³)	HORA DE TRASLADO		TEMP. DE MEZCLA (°C)		TEMP. AMBIENTE (°C)	HORA DE COLOCACIÓN		TEMP. MEZCLA EXTENDIDA	TEMP. RODILLADO (°C)		UBICACION			OBS.
	PLACA N°	CAPACIDAD (m³)		SALIDA PLANTA	LLEGADA OBRA	SALE DE PLANTA	LLEGA A OBRA		INICIO	FIN		INICIO	FIN	DE km.	AL km.	LADO	
33	C1V-787	15,0	495,0	11:12 AM	11:20 AM	164,6°C	163,8°C	16,4°C	11:36 AM	11:41 AM	156,2°C	156,2°C	146,1°C	154+145	154+162	P/C	
34	C1V-719	15,0	510,0	11:18 AM	11:28 AM	166,2°C	164,5°C	16,5°C	11:41 AM	11:50 AM	151,4°C	151,4°C	145,0°C	154+162	154+179	P/C	
35	C1W-768	15,0	525,0	11:33 AM	11:40 AM	165,9°C	163,8°C	15,8°C	12:05 PM	12:10 PM	156,0°C	156,0°C	147,0°C	154+179	154+196	P/C	
36	C1S-717	15,0	540,0	11:34 AM	11:46 AM	166,4°C	164,0°C	15,4°C	12:10 PM	12:16 PM	157,1°C	157,1°C	147,8°C	154+196	154+213	P/C	
37	C3B-776	15,0	555,0	11:53 AM	12:05 PM	164,3°C	163,8°C	15,0°C	12:16 PM	12:22 PM	156,6°C	1456,6°C	1456,7°C	154+213	154+230	P/C	
38	C2H-728	15,0	570,0	11:50 AM	12:06 PM	165,0°C	164,0°C	14,0°C	12:22 PM	12:30 PM	156,7°C	156,7°C	147,0°C	154+230	154+247	P/C	
39	C1R-710	15,0	585,0	12:06 PM	12:15 PM	165,3°C	165,0°C	15,0°C	12:30 PM	12:36 PM	158,0°C	158,0°C	149,0°C	154+247	154+264	P/C	
40	C1W-748	15,0	600,0	12:14 PM	12:20 PM	164,0°C	164,7°C	15,0°C	12:36 PM	12:43 PM	175,5°C	175,5°C	146,8°C	154+269	154+282	P/C	
41	F7C-865	15,0	615,0	12:23 PM	12:30 PM	165,0°C	164,8°C	15,2°C	12:43 PM	12:50 PM	156,3°C	156,3°C	147,1°C	154+282	154+300	P/C	
42	C1V-719	15,0	630,0	12:34 PM	12:42 PM	164,8°C	163,8°C	15,0°C	12:50 PM	12:56 PM	156,0°C	156,0°C	146,8°C	154+300	154+318	P/C	
43	C3S-711	15,0	645,0	12:40 PM	12:45 PM	165,9°C	165,5°C	14,0°C	12:56 PM	1:04 PM	156,2°C	156,2°C	146,1°C	154+318	154+337	P/C	
44	C1V-720	15,0	660,0	12:54 PM	1:04 PM	164,9°C	163,0°C	13,8°C	1:04 PM	1:09 PM	156,4°C	156,4°C	147,1°C	154+337	154+354	P/C	
45	C1V-780	15,0	675,0	12:55 PM	1:05 PM	166,0°C	164,8°C	13,4°C	1:09 PM	1:22 PM	156,6°C	156,6°C	147,2°C	154+354	154+375	P/C	
46																	
47																	
48																	
TOTAL PRODUCCIÓN DEL DÍA (m³)		195,0															
RESPONSABLE DEL ENSAYO				JEFE DE LABORATORIO				DIRECTOR(A) DE CARRERA									
Nombre: Jorge Luis, Fernandez Vargas Machuca				INGENIEROS CIVILES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.				Nombre: <i>aldivieso</i>									
Firma: 				Abraham Mosquera Huayta JEFE DE LABORATORIO PROYECTO DE INTEGRACION VIAL TACNA - LA PAZ				Firma: <i>Fanny Valdivieso Garcia</i> Ing. Fanny Valdivieso Garcia Directora de Ingenieria Civil UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.									
Fecha: 17-08-17								Fecha:									

Fuente: Elaboración propia.