

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURÍMAC 2018

Línea de Investigación:

Geotecnia

Para optar el título de:

Ingeniera Civil

Presentada por:

Bach. Visayda Condori Ñahuinlla

Bach. Zayda Huamaní Gamarra

Asesor:

Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer

Abancay, Apurímac - Perú.

2018

Dedicatoria

A mis padres Freddy Jesús y Pilar quienes me dieron la vida y educación. A mis hermanos: Jhunior, Jhulmer, Leyla Xhavy y mi sobrina Miriam Ariana quienes son el motor y motivo para seguir adelante. A mis tíos: Zayda, David, Dimas, Jesús por el apoyo brindado para lograr mis metas. A mi amor Hussein por estar a mi lado apoyándome para cumplir mí objetivo. A mi abuelita Felicitas Q.P.D. que desde el cielo ilumina mi camino, a mi abuelo Jesús por su apoyo constante y a todos mis familiares y amigos

Visayda

A mis padres Gregorio y Adela, a quienes les debo la vida, a mis hermanos: Flor, Kenny y Jennyfer por sus consejos de hermanos mayores, a mis pequeños sobrinos Thaiz, Sofía, André, Yaret y Darién quienes hacen mis días más cortos.

Zayda

Agradecimiento

Primeramente doy gracias a nuestro señor Dios, por darme la bendición de cumplir una de mis metas trazadas y por guiarme día a día por el buen camino. A mis padres quienes fueron el soporte para poder lograr mi objetivo, de igual manera agradecer al Ing. Kenny por el apoyo brindado durante la ejecución de nuestra tesis, a mi mejor amigo Claudio Omar por apostar y confiar en mi persona, a mi amiga y compañera Zayda por su amistad y comprensión día a día.

Visayda

A Dios por ser mi guía, a mis padres por ser mi ejemplo de trabajo y esfuerzo, a mis hermanos por sus consejos bien recibidos, a mis sobrinos por sus travesuras propias de ellos, a mi amiga y compañera de tesis por su fortaleza brindada.

Zayda

Índice General

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento.....	II
Resumen.....	XI
Abstract.....	XII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 Descripción de la realidad problemática	13
1.2 Planteamiento del problema	15
1.2.1 Problema general	15
1.2.2 Problemas específicos	15
1.3 Justificación de la investigación.....	15
1.4 Objetivos de la investigación	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos:	16
1.5 Limitación de la investigación	17
1.6 Ubicación geográfica de la vía en estudio.....	17
1.7 Ubicación geográfica de la cantera Condebamba	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de la investigación	19
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2 Antecedentes nacionales	21
2.2 Bases teóricas	25
2.2.1 Ensayos de laboratorio	25
2.2.2 Análisis granulométrico de suelos por tamizado	25
2.2.3 Contenido de humedad de un suelo	26
2.2.4 Límites de Atterberg	27
2.2.5 Clasificación de suelos.....	32

2.2.6 Compactación de suelos.....	37
2.2.7 CBR (California Bearing Radio)	43
2.2.8 Estabilización de suelos	50
2.2.9 Afirmado	55
2.2.10 Polímero.....	56
2.3 Marco conceptual.....	61
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	63
3.1 Formulación de la hipótesis	63
3.1.1 Hipótesis general.....	63
3.1.2 Hipótesis específicas.....	63
3.2 Método	65
3.3 Tipo y nivel de investigación.....	65
3.3.1 Tipo de investigación.....	65
3.3.1 Nivel de investigación.....	65
3.3.2 Diseño de la investigación	66
3.4 Operacionalización de variables e indicadores	66
3.5 Población y muestra.....	68
3.5.1 Población.....	68
3.5.2 Muestra	68
3.6 Técnicas e instrumentos.....	69
3.6.1 Técnicas	69
3.6.2 Instrumentos.....	69
3.6.3 Validación de instrumentos.....	69
3.7 Consideraciones éticas	70
3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	70
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
4.1 Presentación y construcción de las variables	71

4.2	Validez	71
4.3	Confiabilidad	73
4.4	Procesamiento de datos: resultados	74
4.4.1	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	75
4.4.2	Determinación del contenido de humedad.....	76
4.4.3	Ensayos de límites de Atterberg	77
4.4.4	Clasificación de suelos.....	77
4.4.5	Ensayo de proctor modificado	78
4.4.6	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR).....	79
4.5	Prueba de hipótesis.....	81
4.5.1	Hipótesis específicas	84
4.6	Discusión.....	88
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		90
5.1	Conclusiones	90
5.2	Recomendaciones	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		92

Índice general de tablas y figuras

Índice tablas

Tabla 2. 1	<i>Parámetros para elección del método</i>	40
Tabla 2. 2	<i>Resumen de elección del método</i>	40
Tabla 2. 3	<i>Resumen de elección del método para proctor modificado</i>	40
Tabla 2. 4	<i>Relación de unidades de penetración</i>	49
Tabla 2. 5	<i>Características de la muestra</i>	50
Tabla 2. 6	<i>Especificaciones técnicas de tipo de estabilizadores y parámetros</i>	52
Tabla 2. 7	<i>Especificaciones técnicas de tipo de estabilizadores y su aplicación según región</i>	53
Tabla 2. 8	<i>Estabilizadores químicos en el mercado peruano</i>	54

Tabla 3. 1 <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	67
Tabla 3. 2 <i>Valor de nivel de confianza</i>	68
Tabla 4. 1 <i>Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR con suelo natural</i>	72
Tabla 4. 2 <i>Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR del suelo con polímero</i>	72
Tabla 4. 3 <i>Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR del suelo natural</i>	73
Tabla 4. 4 <i>Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR del suelo con polímero</i>	74
Tabla 4. 5 <i>Resumen de resultados de pruebas de ensayo</i>	75
Tabla 4. 6 <i>Granulometría de suelo</i>	76
Tabla 4. 7 <i>Resumen del modelo</i>	82
Tabla 4. 8 <i>Anova^a de la hipótesis general</i>	82
Tabla 4. 9 <i>Coefficientes de la hipótesis general</i>	83
Tabla 4. 10 <i>Correlaciones hipótesis específica 1</i>	84
Tabla 4. 11 <i>Correlaciones hipótesis específica 2</i>	85
Tabla 4. 12 <i>Correlaciones hipótesis específica 3</i>	86
Tabla 4. 13 <i>Correlaciones hipótesis específica 4</i>	87

Índice de Figuras

Figura 1. 1 <i>Calificación de camino departamental</i>	14
Figura 1. 2 <i>Cantera Condebamba</i>	17
Figura 1. 3 <i>Cantera Condebamba</i>	18
Figura 2. 1 <i>Ensayo de límite plástico</i>	30
Figura 2. 2 <i>Utilización del sistema de clasificación AASHTO</i>	33
Figura 2. 3 <i>Clasificación SUCS de suelos de grano grueso</i>	35
Figura 2. 4 <i>Carta de plasticidad</i>	36
Figura 2. 5 <i>Clasificación SUCS de suelos de grano fino</i>	37
Figura 2. 6 <i>Determinación de la relación de soporte CBR</i>	44
Figura 2. 7 <i>Polímeros de adición de uso frecuente</i>	57
Figura 2. 8 <i>Polímeros de condensación de uso frecuente</i>	58

Figura 4. 1 <i>Comparación de límites de Atterberg de suelo natural y suelo con polímero</i>	77
Figura 4. 2 <i>Comparación de óptimo contenido de humedad del suelo natural y suelo con polímero</i>	78
Figura 4. 3 <i>Comparación de máxima densidad seca del suelo natural y suelo con polímero</i>	78
Figura 4. 4 <i>Comparación CBR al 95% y 100% del suelo natural y suelo con polímero</i>	79
Figura 4. 5 <i>Ensayo de penetración</i>	80
Figura 4. 6 <i>Porcentaje de hinchamiento de CBR</i>	81

Índice de Anexos de Ingeniería de Investigación

Anexo 01. 1 <i>Resumen del inventario vial</i>	94
Anexo 01. 2 <i>Catálogo de deterioros en el material de afirmado</i>	95
Anexo 01. 3 <i>Identificación de daños: Deformación y niveles de gravedad</i>	98
Anexo 01. 4 <i>Identificación de daños: Erosión y niveles de gravedad</i>	99
Anexo 01. 5 <i>Identificación de daños: Baches (huecos) y niveles de gravedad</i>	100
Anexo 01. 6 <i>Identificación de daños: Encalaminado y nivel de gravedad</i>	101
Anexo 01. 7 <i>Identificación de daños: Lodazal</i>	101
Anexo 01. 8 <i>Identificación de daños: Cruce de agua</i>	102
Anexo 01. 9 <i>Conteo de tráfico vehicular</i>	103
Anexo 01. 10 <i>Puntos de estación del conteo vehicular</i>	103
Anexo 01. 11 <i>Factor de corrección (FC)</i>	104

Índice de Anexos

Anexo 1: <i>Ingeniería de la investigación</i>	94
Anexo 2: <i>Matríz de consistencia</i>	106
Anexo 3: <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	107
Anexo 4: <i>Resultados de potencias de la cantera de condebamba</i>	108
Anexo 5: <i>Resultados del ensayo de análisis granulométrico</i>	109
Anexo 6: <i>Resultados del ensayo de contenido de humedad</i>	110
Anexo 7: <i>Resultados del ensayo de límite de consistencia en suelo natural</i>	111

Anexo 8: <i>Resultados del ensayo de límites de consistencia aplicando polímero</i>	112
Anexo 9: <i>Resultados del ensayo de proctor modificado en suelo natural</i>	113
Anexo 10: <i>Resultados del ensayo de proctor modificado aplicando polímero</i>	114
Anexo 11: <i>Resultados del ensayo de CBR en suelo natural</i>	115
Anexo 12: <i>Curva de penetración de CBR en suelo natural</i>	116
Anexo 13: <i>Resultados del ensayo de CBR con polímero</i>	117
Anexo 14: <i>Curva de penetración aplicando polímero</i>	118
Anexo 15: <i>Panel fotográfico de espesor de afirmado</i>	119
Anexo 16: <i>Panel fotográfico de inventario vial</i>	129
Anexo 17: <i>Inventario de condición</i>	132
Anexo 18: <i>Ensayo de laboratorio en suelo natural</i>	138
Anexo 19: <i>Panel fotográfico de ensayo de laboratorio aplicando polímero</i>	144
Anexo 20: <i>Panel fotográfico de conteo de tráfico</i>	148
Anexo 21: <i>Certificado de calibración de cazuela casagrande manual</i>	150
Anexo 22: <i>Certificado de calibración de la malla 1” para tamizado</i>	151
Anexo 23: <i>Certificado de calibración de horno eléctrico</i>	152
Anexo 24: <i>Certificado de calibración de maquina de ensayos a comprensión</i>	153
Anexo 25: <i>Certificado de calibración de balanza de 3000 g.</i>	154
Anexo 26: <i>Certificado de calibración de balanza de 15000 g.</i>	155
Anexo 27: <i>Formato de clasificación vehicular</i>	156
Anexo 28: <i>Plano de ubicación y localización del tramo en estudio</i>	157
Anexo 29: <i>Plano clave del tramo en estudio</i>	158
Anexo 30: <i>Resumen de metrados</i>	159
Anexo 31: <i>Resumen de metrados obras preliminares</i>	159
Anexo 32: <i>Sustento de metrados obras preliminares</i>	160
Anexo 33: <i>Movilización y desmovilización</i>	161
Anexo 34: <i>Resumen de metrados superficie de rodadura</i>	162
Anexo 35: <i>Superficie de rodadura - metrado de afirmado</i>	163
Anexo 36: <i>Resumen de metrados transporte</i>	165
Anexo 37: <i>Sustento de metrados de transporte de base granular</i>	166
Anexo 38: <i>Sustento de metrados de agua para riego</i>	167
Anexo 39: <i>Resumen de metrados impacto ambiental</i>	168

Anexo 40: <i>Sustento de metrados de impacto ambiental</i>	168
Anexo 41: <i>Cálculo del ancho promedio del camino departamental</i>	169
Anexo 42: <i>Espesor sectorizado de pavimento</i>	171
Anexo 43: <i>Diagrama de canteras de afirmado</i>	173
Anexo 44: <i>Diagrama de fuentes de agua</i>	174
Anexo 45: <i>Proyección de vehículos</i>	175
Anexo 46: <i>Proyección del tráfico normal</i>	176
Anexo 47: <i>Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000 – 2010)</i>	177
Anexo 48: <i>Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000 – 2010)</i>	178
Anexo 49: <i>Tasa de crecimiento de la población por departamento</i>	179
Anexo 50: <i>PBI: Tasa anual departamental del PBI 2014</i>	180
Anexo 51: <i>Trafico actual por tipo de vehículo - 2017</i>	181
Anexo 52: <i>Conteo de tráfico vehicular</i>	182
Anexo 53: <i>Datos generales del presupuesto – tratamiento sin polímero</i>	189
Anexo 54: <i>Presupuesto - tratamiento sin polímero</i>	189
Anexo 55: <i>Análisis de precios unitarios</i>	190
Anexo 56: <i>Relación de insumos – tratamiento sin polímero</i>	192
Anexo 57: <i>Formula polinómica – tratamiento sin polímero</i>	193
Anexo 58: <i>Resumen de análisis de gastos generales – tratamiento sin polímero</i> ...	193
Anexo 59: <i>Gastos generales fijos – tratamiento sin polímero</i>	194
Anexo 60: <i>Gastos generales variables – tratamiento sin polímero</i>	195
Anexo 61: <i>Gastos financieros – tratamiento sin polímero</i>	196
Anexo 62: <i>Gastos financieros por seguros – tratamiento sin polímero</i>	197
Anexo 63: <i>Resumen de análisis de costos – tratamiento sin polímero</i>	197
Anexo 64: <i>Datos generales del presupuesto – tratamiento con polímero</i>	198
Anexo 65: <i>Presupuesto – tratamiento con polímero</i>	199
Anexo 66: <i>Análisis de precios unitarios – tratamiento con polímero</i>	200
Anexo 67: <i>Relación de insumos – tratamiento con polímero</i>	202
Anexo 68: <i>Formula polinómica – tratamiento con polímero</i>	203
Anexo 69: <i>Resumen de análisis de gastos generales – tratamiento con polímero</i> ...203	

Anexo 70: <i>Gastos generales fijos – tratamiento con polímero</i>	204
Anexo 71: <i>Gastos generales variable s– tratamiento con polímero</i>	205
Anexo 72: <i>Gastos financieros – tratamiento con polímero</i>	206
Anexo 73: <i>Gastos financieros por seguros – tratamiento con polímero</i>	207
Anexo 74: <i>Resumen de análisis de costos – tratamiento con polímero</i>	207
Anexo 75: <i>Cálculo de jornales para Apurímac y provincias vigente a partir del 01/06/2017</i>	208
Anexo 76: <i>Calculo de hora – hombre en edificación en Apurímac y provincias a partir del 01/06/2017</i>	211
Anexo 77: <i>Programación de obra</i>	212
Anexo 78: <i>Cronograma de ejecución de obra PERT- CPM</i>	213
Anexo 79: <i>Ficha técnica del polímero</i>	214
Anexo 80: <i>Inventario vial de la carretera departamentall</i>	216
Anexo 81: <i>Artículo científico</i>	217
Anexo 82: <i>Certificado de utilización de equipos de laboratorio</i>	232
Anexo 83: <i>Hoja de datos de seguridad del polímero</i>	233
Anexo 84: <i>Certificado de calidad del polímero</i>	236

Resumen

La estabilización de suelos es la modificación de cualquiera de sus propiedades, para mejorar su comportamiento ingenieril. Esta tesis evalúa un producto relativamente nuevo en el mercado: estabilizador Z con polímeros, el cual es fabricado por la empresa Z aditivos y distribuido por la misma empresa; el estabilizante en mención es a base de resina alemana a base de polímeros mono componente; que se vende como posible mejorador de la estabilidad de los suelos, que según se indica permitirá incrementar la resistencia de un suelo, lo que se demostró a través de la investigación. El objetivo principal que se presenta en esta tesis es determinar si la aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP - 103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018, para el desarrollo de esta tesis de investigación primero se procedió a la obtención de la muestra de afirmado de la cantera condebamba, ubicada en la quebrada colcaque, del distrito de Abancay. posteriormente se analizó el suelo en el laboratorio según las normas del ASTM y MTC (EM-2016): contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, proctor modificado, california bearing ratio, penetración y expansión en dosificación 1:4. Al concluir la tesis se logró determinar se ha demostrado mediante la experimentación que el valor del CBR, con la muestra patrón al 95% fue de 12.55%, incorporándole polímero incrementa a 13.09%, con la muestra patrón al 100% fue de 15.44%, incorporándole polímero incrementa a 18.57%, también se demostró que el polímero sintético incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.1 pulg. de penetración en el suelo patrón es 9.88 kg/cm², adicionando polímero es 10.54 kg/cm², mientras que para 0.2 pulg de penetración fue de 12.82 kg/cm², adicionando polímero es 14.08 kg/cm² respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presenta menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

Palabras claves: CBR, densidad máxima seca, límites de atterberg, polímero, proctor modificado.

Abstract

Soil stabilization is the modification of any of its properties, to improve its engineering behavior. This thesis evaluates a relatively new product in the market: Z stabilizer with polymers, which is manufactured by the company Z additives and distributed by the same company; the stabilizer in question is based on german resin based on mono component polymers; which is sold as a possible soil stability enhancer, which as indicated will increase the resistance of a soil, which was demonstrated through research. The main objective presented in this thesis is to determine if the application of the stabilizer Z with synthetic polymer increases the value of the CBR of the material used as claimed in the departmental road AP-103 - bridge section Ullpuhuaycco - Karkatera L = 14,050 km Abancay - Apurímac 2018, for the development of this research thesis we first proceeded to obtain the sample from the Condebamba quarry, located in the Colcaque stream, in the district of Abancay. Subsequently analyzed the soil in the laboratory according to the ASTM and MTC standards (EM-2016): moisture content, granulometry, liquid limit, plastic limit, plasticity index, modified proctor, california bearing ratio, penetration and expansion in dosage 1 :4. At the conclusion of the thesis, it was determined that experimentation has shown that the CBR value, with the 95% standard sample was 12.55%, incorporating polymer increases to 13.09%, with the standard sample at 100% was 15.44%, incorporating polymer increases to 18.57%, it was also shown that the synthetic polymer positively increases in the penetration effort curve in view that for 0.1 in. of penetration into the ground pattern is 9.88 kg / cm², adding polymer is 10.54 kg / cm², while for 0.2 in. of penetration was 12.82 kg / cm², adding polymer is 14.08 kg / cm² respectively, which indicates that the polymer soil has fewer voids and is more stuck and compacted.

Keywords: CBR, maximum dry density, atterberg limits, polymer, proctor modified

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad problemática

La carretera departamental AP-103 es gestionada por el Gobierno Regional de Apurímac en convenio con Provias Descentralizado mediante el programa de caminos departamentales - PCD, quienes están encargados de realizar el mantenimiento vial para lograr la adecuada transitabilidad de la vía; actualmente, el estado de conservación es inadecuado según el inventario de condición, la presencia del desgaste prematuro de material de afirmado dificulta la comunicación entre la ciudad de Abancay y los centros poblados ubicados en el área de influencia de la vía tales como: Moyocorral, Huayllabamba, Sorcca y Karkatera, esto nos conlleva a realizar mayor cantidad de mantenimientos rutinarios mecanizados y periódicos con la reposición del espesor de afirmado.

En el tramo puente Ullpuhuaycco (km 01+150) – Karkatera (km 15+200) se visualiza que la sub rasante se encuentra con diferentes tipos de daños como baches a consecuencia de la saturación del suelo, encalaminados a causa del constante flujo de agua que discurre por medio de la carretera y el aumento del flujo vehicular y erosiones a causa del lavado de finos de las aguas fluviales.

La capa de afirmado existente se encuentra desgastado a causa del aumento de la transitabilidad vehicular, también existen zonas con suelos arcillosos, donde la saturación del mismo genera la presencia de lodazales impidiendo el normal tránsito peatonal y vehicular. De acuerdo al inventario de condición realizado, la carretera tiene calificación de condición promedio de $398.51 < 400$ lo que indica que la carretera se encuentra en estado regular recomendando el mantenimiento periódico. El tiempo de viaje es aproximadamente de 1 hora y 10 minutos.

Figura 1. 1

Calificación de camino departamental

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
 									
TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS.), ABANCAY-APURÍMAC, 2018"									
CALIFICACIÓN DE CAMINO DEPARTAMENTAL DE 14.05 Km (TRAMOS DE 500m)									
Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8	Tramo 9	Tramo 10
480.67	491.61	391.96	378.53	380.05	382.76	456.87	375.68	459.82	371.02
Tramo 11	Tramo 12	Tramo 13	Tramo 14	Tramo 15	Tramo 16	Tramo 17	Tramo 18	Tramo 19	Tramo 20
374.32	387.97	475.03	377.52	468.57	454.88	430.24	478.82	358.42	331.00
Tramo 21	Tramo 22	Tramo 23	Tramo 24	Tramo 25	Tramo 26	Tramo 27	Tramo 28	Tramo 29	Tramo 30
355.79	431.79	317.51	402.73	339.62	359.75	382.66	361.84	390.84	392.80
Tramo 31	Tramo 32								
387.68	463.44								
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN PROMEDIO DEL CV.									
CP =	398.66								
Buena	> 400	REGULAR							
Regular	> 150 y <= 400								
Mala	<= 150								
SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIÓDICO									
Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación periódica				Conservación rutinaria		
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, la limitada existencia de canteras con material adecuado para utilizar en el afirmado del tramo en toda la longitud de la vía, se utiliza material de una cantera privada ubicada en el sector de Condebamba, en la quebrada del río Colcaque (Abancay) lo que conlleva a realizar mayores gastos por adquisición y transporte de materiales.

Otros aspectos que aportan al desgaste prematuro del material de afirmado es el aumento del IMD, obras de drenaje y alcantarillado en mal estado, la presencia de taludes inestables, la limitada capacitación a las microempresas prestadoras del servicio de mantenimiento rutinario.

El mal estado de la carretera en estudio restringe la incorporación de las comunidades campesinas que se encuentran dentro del área de influencia de la vía a la economía regional, limitándose a alcanzar el uso más intensivo de sus áreas potenciales de cultivo y ganadería, postergando el desarrollo de las comunidades campesinas.

Por lo tanto de acuerdo a la realidad problemática descrita, se ha visto por conveniente desarrollar el presente proyecto de investigación de la carretera departamental AP-103, tramo comprendido entre la progresiva km 01+150 (puente Ullpuhuaycco) – km 15+200 (Karkatera). A pesar de contar con mantenimiento rutinario vial y habiéndose concluido la obra se encuentra en estado deficiente debido a que el CBR del material

de afirmado colocado sobre la superficie natural del terreno (sub rasante) ha perdido sus propiedades por el desgaste prematuro debido al incremento del flujo vehicular.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018?.

1.2.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero sintético incrementará en el esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018?.
- ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero sintético incrementará en el esfuerzo - penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018?.
- ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero sintético incrementará en la densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018?.
- ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero sintético incrementará el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018?.

1.3 Justificación de la investigación

La presente tesis se justifica, porque se realizó en cumplimiento con las normas existentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, entidad del estado, define los lineamientos para la adecuada realización de ensayos de materiales EM-2016, además con esta investigación se aporta conceptos nuevos que serán utilizados como antecedentes para las siguientes investigaciones.

Con el mejoramiento del CBR del material de afirmado de la cantera de Condebamba, se contribuirá en la mejora de las condiciones de la vía, garantizando la buena transitabilidad y el normal flujo vehicular, la carretera al ser mejorada será más efectiva y continúa con el desplazamiento de vehículos; transportando personas, animales, productos agrícolas y ganaderos. Incrementando grandemente en diversas actividades locales, incorporando estabilizador al material de afirmado para el mejoramiento de la transitabilidad.

Este tramo tiene relevancia en la actividad productiva y turística, por constituirse en el área de influencia del Santuario Nacional del Ampay, túneles de Karkatera y catarata de Q'elloyacu.

Las recopilaciones de informaciones anteriores afirman que para el mantenimiento periódico y mecanizado de la carretera departamental AP-103, se utilizan el material de afirmado de la cantera Condebamba ubicado en la quebrada colcaque de la ciudad de Abancay.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar si la aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

1.4.2 Objetivos específicos:

- Constatar si el estabilizador Z con polímero sintético incrementa en el esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.
- Constatar si el estabilizador Z con polímero sintético incrementa en el esfuerzo - penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.
- Verificar si el estabilizador Z con polímero sintético incrementa en la curva densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

- Constatar si el estabilizador Z con polímero sintético incrementa el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

1.5 Limitación de la investigación

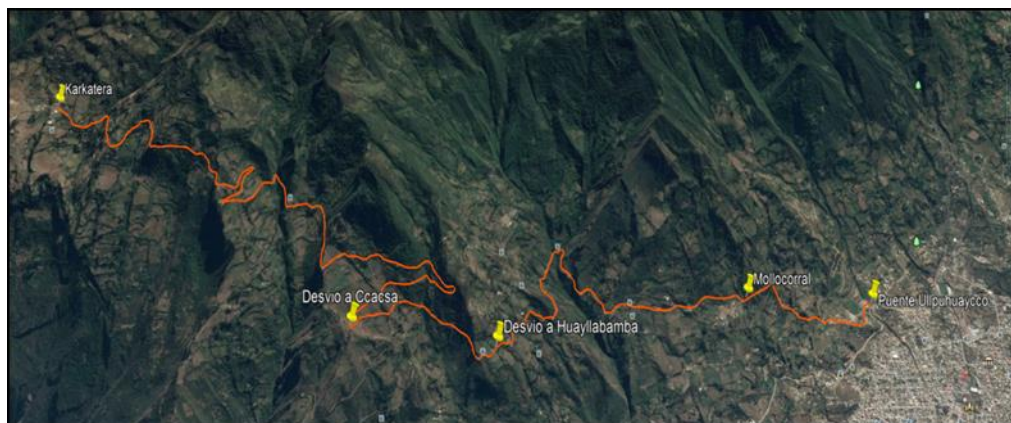
En la investigación realizada se ha tenido limitaciones en el acceso a la información de los componentes químicos por el que está compuesto este polímero sintético, ya que por política del fabricante la información es restringida, también hubo limitaciones para aplicar el polímero sintético con la dosificación 1:4 en el tramo en estudio.

Limitación temporal, para los ensayos de CBR, se utilizó muestras alteradas obtenidas en un mismo tiempo, no se puede realizar el mismo ensayo en otro tiempo porque las muestras no tienen las mismas condiciones.

1.6 Ubicación geográfica de la vía en estudio

Figura 1. 2

Cantera Condebamba



Fuente: Elaboración propia

Lugar : Carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera

Distrito : Abancay

Provincia : Abancay

Departamento : Apurímac

1.7 Ubicación geográfica de la cantera Condebamba

Figura 1. 3

Cantera Condebamba



Fuente: Elaboración propia

Coordenadas UTM

N: 8491871.06

E: 730319.50

Z: 2449 m.s.n.m.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

De acuerdo a la revisión de la literatura encontramos estudios realizados en otros contextos, como mencionamos a continuación:

Pozo, (2010), en la tesis: “Comparación de los resultados en diversos ensayos en suelos arcillosos estabilizados con el nuevo Rocamix Líquido” presentada a la facultad de Ingeniería Civil del Instituto Superior Técnico José Antonio Echevarría – La Habana – Cuba; tiene como objetivo de estudiar los resultados del ensayo compresión axial simple, ascensión capilar y CBR del suelo objeto de estudio antes y después de ser estabilizado con el nuevo Rocamix Líquido, sus objetivos específicos son: Obtener propiedades físicas del suelo objeto de estudio para su posterior clasificación, comparar los resultados de CBR del suelo natural y estabilizado, comparar los resultados del ensayo de ascensión capilar del suelo natural y estabilizado, comparar los resultados del parámetro de resistencia mediante ensayo de compresión simple del suelo natural y estabilizado” (p.7).

Formula como hipótesis: “La estabilización de un suelo de baja capacidad portante con el sistema nuevo Rocamix Líquido, mejora los parámetros de resistencia a la compresión simple, disminuye la ascensión capilar y aumenta los parámetros de CBR”.(p.8).

Llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ El parámetro CBR aumenta significativamente con la adición del producto y con el aumento de energía de compactación con que se confeccionan las muestras. Este parámetro es de gran importancia para el diseño de carreteras pues en los proyectos de confección de bases, subbases y subrasantes es una de las condicionantes de diseño más importante a medir.
- ✓ De forma general las mejoras en las propiedades del suelo con respecto a su ascensión capilar de un suelo estabilizado con Sistema Rocamix Líquido se evidencia en la disminución del nivel de ascensión capilar que en este caso fue medido por peso de las probetas. A medida que la muestra se realiza con mayor energía de compactación menos asciende el agua, la adición del

producto demuestra que existe menos posibilidad de ascensión capilar y el aumento del tiempo de curado demuestra este efecto, pero en menos medida. (p.180)

Fuentes, (2013), en la tesis: “Estabilización de suelos mediante el químico GT-24X en suelos de sub rasante de la ciudad de Concepción” presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bío - Bío – Concepción - Chile, plantea entre otros como objetivo general analizar técnicamente la incorporación del aditivo GT-24X en suelos de sub rasante de la provincia de Concepción y como objetivos específicos: caracterizar los suelos utilizados en el presente estudio, evaluar la razón de soporte que presentan los suelos de sub rasante con el aditivo GT-24X, establecer una dosificación óptima del aditivo GT-24X en suelos de sub rasante estudiados.(p.24)

Formula como hipótesis: “Prueba de hipótesis sobre la igualdad de dos medias, varianzas conocidas” (Montgomery, 1996) donde se plantea una hipótesis nula llamada $H_0: \mu_1 = \mu_2$ la cual se evaluará con una hipótesis unilateral $H_1: \mu_1 > \mu_2$, donde μ_1 es el valor promedio de CBR de una de las dosificaciones y μ_2 es el valor promedio de CBR del suelo natural”. (p.25).

Llega a la siguiente conclusión:

- ✓ Considerando la cantidad de material que pasa por el tamiz #40 exhibida en la granulometría y los elevados valores de plasticidad del material, este tipo de material se ve influenciado por la acción catalizadora de las enzimas presentes en el químico GT-24X que generan un aglutinamiento de las partículas arcillosas aumentando en 50Kg/cm³ aproximadamente la DMCS, y disminuyendo en 2 puntos porcentuales la humedad óptima, a su vez, en el CBR se corrobora la acción descrita aumentando en un valor promedio de 2% en la capacidad de soporte.

Zambrano y Casanova, (2016), en la tesis: “Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC)” presentado a la facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Samborondón - Ecuador, plantea como objetivo general estabilizar un suelo arcilloso y una grava arcillosa mediante el uso de polímeros, sus objetivos específicos son: realizar ensayos de compresión simple

y CBR a un suelo nativo y a un suelo mezclado con polímeros, determinar factibilidad técnica, económica y ecológica, obtener los porcentajes óptimos del producto para una buena estabilización, diseñar pavimentos con suelo en estado natural y mejorado con polímeros. (p.31).

Formula como hipótesis: “En arcillas, el uso de polímeros en proporciones diferentes, mejora la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos en pavimentos (CBR) y la resistencia a la compresión (q_u)”. (p.32).

Llega entre otras a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se logró estabilizar ambos suelos mediante el uso de los polímeros L y M, tanto en el análisis de CBR y en la resistencia a compresión simple partiendo del estado natural.
- ✓ En el caso de la arcilla, se cambió de una resistencia de CBR en estado natural de 17,44% hasta 39% utilizando el 1,25% de polímero M y 0,17% de polímero L (en relación a la masa de suelo), es decir se aumentó la resistencia en 224%.(p.147).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Núñez, (2016), en la tesis: “Análisis de la estabilización del material de cantera km 02+700 de la ruta cu-123 San Jerónimo Moyobamba, con la adición de estabilizante iónico” presentado a la Facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad Andina del Cusco en la ciudad de Cusco; plantea como objetivo general determinar la variación de plasticidad, grado de compactación, capacidad de soporte (CBR) y costo del material de la cantera Km 02+700 de la ruta CU-123 San Jerónimo – Mayumbamba, adicionando estabilizante iónico (CON-AID) y como objetivos específicos evaluar la plasticidad, el grado de compactación y la capacidad de soporte (CBR) del material de la cantera km 02+700 con la adición de estabilizante iónico (p.24).

Formula como hipótesis: La estabilización del material de la cantera km 02+700 de la ruta CU-123 San Jerónimo - Mayumbamba, más la adición de estabilizante iónico, modificara la plasticidad, mejorara el grado de compactación, aumentara la capacidad de soporte (CBR), incrementara significativamente el costo. (p. 25).

Llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ Al incrementar la cantidad de aditivo iónico en los porcentajes trabajados de 15%, 30%, 45% y 60% al material de la cantera Km 02+700 del tramo San Jerónimo – Mayumbamba, los valores de límites de Atterberg disminuyeron, con este incremento de aditivo iónico los valores de grado de compactación aumentaron, por tal razón se logró demostrar que los valores de capacidad de soporte CBR también subieron.
- ✓ Al incrementar aditivo iónico al material de cantera km 02+700 en los diferentes porcentajes, se obtuvo incrementos en la curva de compactación de dicho material, teniendo como resultado el promedio de densidad seca del material sin aditivo de 15.96 KN/m³, el cual comparado con el promedio de densidad seca del material con aditivo al 60% es de 16.44 KN/m³. Teniendo un incremento de 0.48 KN/m³.
- ✓ Al adicionar aditivo iónico en los porcentajes del 15%, 30%, 45%, 60% se incrementó la capacidad de soporte CBR del material de cantera del Km 02+700 del tramo San Jerónimo –Mayumbamba.

Palomino, (2016), en la tesis: “Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador Maxxseal 100”, en la ciudad de Cajamarca; presentado a la Facultad de ingeniería en la Universidad Privada del Norte, en la ciudad de Cajamarca, plantea como objetivo principal determinar la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con incorporación de 2%,4% y 6% del estabilizador Maxxseal 100, y como objetivos específicos: clasificar un suelo mediante los Sistemas Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) que cumpla con las características de ser arcilloso, determinar la variación del índice de plasticidad de un suelo arcilloso con la incorporación de 2%,4% y 6% del estabilizador Maxxseal 100, determinar los parámetros de compactación de un suelo arcilloso arcilloso con la incorporación de 2%, 4% y 6% del estabilizador Maxxseal 100.

Formula como hipótesis: La capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso se incrementa a medida que se incrementa el % de incorporación de Maxxseal 100. (p. 52).

Llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ La capacidad portante (CBR) del suelo arcilloso estabilizado con 2%, 4%, y 6% de Maxxseal 100, se obtuvo los siguientes valores para un CBR a 0.1” con la muestra patrón un CBR de 5.10%, incorporando el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7 %, incorporando el 4% de Maxxseal 100 un CBR de 9.60 %, incorporando 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11%; para un CBR al 0.2”, con la muestra patrón un CBR de 5.40 %, incorporando el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7.30 %, incorporando el 4% de Maxxseal 100 un CBR de 10.10 %, incorporando 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11.70%.
- ✓ Se determinó la variación del índice de plasticidad, el cual fue disminuyendo al incorporarle mayor porcentaje del estabilizador Maxxseal 100, teniendo así un índice de plasticidad: con suelo natural un Índice Plástico de 19%, incorporándole 2% de Maxxseal 100 un IP de 16%, incorporándole 4% de Maxxseal 100 un IP de 13%, incorporándole 6% de Maxxseal 100 un IP de 10%.
- ✓ Se determinó los parámetros de compactación de suelo los cuales fueron la densidad seca y el óptimo contenido de humedad, para la primera esta presenta una ligera disminución de 1.75 gr/cm³ (muestra patrón) a 1.705 gr/cm³ (6% de Maxxseal 100), la misma tendencia presenta el óptimo contenido de humedad, para la muestra patrón se obtuvo 18.12%, en la dosificación de 6% de Maxxseal 100 esta disminuyo a 15.04%.

Saldaña, (2016) en la tesis: “Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016”; presentado a la Facultad de ingeniería en la Universidad Privada del Norte, en la ciudad de Cajamarca, plantea como objetivo principal evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% en el índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso y como objetivos específicos clasificar un suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) que cumpla con las características de ser arcilloso, determinar la variación del índice de plasticidad y peso específico del suelo arcilloso tanto para muestra patrón como para las dosificaciones de 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio, determinar los parámetros de compactación del suelo arcilloso tanto para muestra patrón como para las distintas dosificaciones de cloruro de sodio 4% 8% y 12 % de cloruro

de sodio, determinar el índice California Bearing Ratio CBR del suelo arcilloso tanto para muestra patrón como para las distintas dosificaciones 4%,8% y 12% de cloruro de sodio.

Formula como hipótesis: La adición de cloruro de sodio en suelos arcillosos en 4% 8% y 12% aumenta el índice California Bearing Ratio (CBR). (p. 31).

Llega a las siguientes conclusiones:

- ✓ La adición del cloruro de sodio en porcentajes de 4%, 8% y 12% incrementa el valor del CBR hasta en un 10% en comparación a la muestra patrón. Puesto que el índice CBR para 0.1" varía un 9.48% de la muestra patrón, mientras que para 0.2" el índice CBR varia 9.69 % de la muestra patrón.
- ✓ Se logró evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en 4%,8% y 12 % en el índice California Bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso obtenido los siguientes resultados para un CBR al 0.1": con la muestra patrón un CBR de 4.43%, adicionando 4% de cloruro de sodio un CBR de 4.50%, adicionando 8% de cloruro de sodio un CBR de 4.70%, adicionando 12% de cloruro de sodio un CBR de 4.85%; para un CBR al 0.2", con la muestra patrón un CBR de 4.85%, adicionando 4% de cloruro de sodio un CBR de 5.01%, adicionando 8% de cloruro de sodio un CBR de 5.21%, adicionando 12% de cloruro de sodio un CBR de 4.32%.
- ✓ Se determinó la variación de índice de plasticidad el cual fue disminuyendo al incorporar mayor porcentaje de cloruro de sodio. Teniendo así un índice de plasticidad par la muestra de suelos patrón de 11.00 % sin incorporar cloruro de sodio, 9.00% incorporando 4% de cloruro de sodio, 8.00% incorporando 8% de cloruro de sodio y 6.22% incorporando 12% de cloruro de sodio.
- ✓ Se determinaron los parámetros de compactación de suelo los cuales fueron la densidad seca y el óptimo contenido de humedad, para la primera; esta presenta un incremento desde 1.900 gr/cm³ hasta 2.055 gr/cm³ para un 12% de cloruro de sodio, por otro lado el comportamiento del óptimo contenido de humedad es lo opuesto puesto que para la muestra patrón se obtuvo un 10.23%, en la dosificación de 4% de cloruro de sodio esta

aumentó hasta un 10.39% para luego reducir tanto en la dosificación de 8% y 12% de cloruro de sodio hasta 10.30% y 10.15% respectivamente. (p. 54).

Los autores citados tienen coherencia con el estudio realizado, de tal manera el presente trabajo de investigación titulado: “Aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018”, el cual contribuirá con la solución del problema, por lo tanto la presente investigación es válida.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ensayos de laboratorio

Con las muestras extraídas de las calicatas de la cantera de afirmado Condebamba, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422, MTC E-107.
- Determinación del contenido de humedad de un suelo, ASTM D2216, MTC E-108.
- Límite líquido ASTM D-4318, MTC E-110.
- Límite plástico ASTM D-4318, MTC E-111.
- Clasificación SUCS ASTM D-2487.
- Clasificación AASHTO.
- Proctor modificado ASTM D-1557, MTC E-115.
- California bearing ratio ASTM D-1883, MTC E-132.

2.2.2 Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Según la norma técnica ASTM D-422, el objetivo de este ensayo es determinar los diferentes tamaños de las partículas de por medio de tamices.

Aparatos:

- ✓ Balanza, con sensibilidad de 0,01g para pesar el material que pasa y queda retenido en cada malla.
- ✓ Tamices, seleccionados de acuerdo al formato utilizado.
- ✓ Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C.
- ✓ Agitador de tamices, manual.

Procedimiento del ensayo:

- ✓ Cuartear la muestra extraída de la cantera, hasta obtener un peso adecuado de acuerdo al tamaño máximo.
- ✓ Pesar y lavar la muestra en la malla N° 200, luego secarlo al horno a 110°C.
- ✓ Seleccionar un grupo de tamices de aberturas adecuadas al formato.
- ✓ Colocar los tamices de acuerdo a las aberturas de mayor a menor.
- ✓ Echar la muestra ensayada en los tamices.
- ✓ Agitar manualmente todos los tamices hasta lograr que pasen y se retengan en sus mallas correspondientes.
- ✓ Sacar, pesar y anotar los pesos de cada tamiz.
- ✓ El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con el peso inicial.

2.2.3 Contenido de humedad de un suelo

Según Eulalio Juárez Badillo (2005), se conoce como contenido de agua o humedad de un suelo, la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como un porcentaje:

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_n} \times 100$$

Varía teóricamente de 0 a ∞ . En la naturaleza la humedad de los suelos varía entre límites muy amplios, determinación en laboratorio del contenido de agua de un suelo, dada la muestra, se pesa para tener W_m (peso de la muestra inicial). A continuación se seca al horno y se vuelve a pesar, para tener W_s (peso seco). Ahora $W_w = W_m - W_s$, con lo cual la humedad queda determinada.

Las necesidades de equipo para la prueba se desprenden fácilmente de la anterior descripción.

Según la norma técnica ASTM D-2216, el objetivo es determinar el contenido de humedad.

Los aparatos que se utilizarán para realizar el ensayo son los siguientes:

- ✓ Balanza, con sensibilidad de 0,01g para pesar el material que pasa y queda retenido en cada malla.

- ✓ Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Recipiente o taras, apropiados fabricados de material resistente a la corrosión.

El procedimiento para determinar el contenido de humedad es el siguiente:

- ✓ Se toma la muestra extraída de la cantera y se almacena inmediatamente en una bolsa de plástica.
- ✓ La determinación del contenido de humedad se realizará inmediatamente al llegar al laboratorio.
- ✓ Determinar y registrar el peso de la tara.
- ✓ Colocar la cantidad necesaria en la tara y pesar.
- ✓ Determinar y anotar el peso de la tara más el suelo húmedo.
- ✓ Poner al horno.
- ✓ Al día siguiente sacar del horno y pesar la muestra seca.

2.2.4 Límites de Atterberg

Según Bowles, (1981) un suelo en función de su naturaleza y de la Humedad que presenta, puede presentarse en diferentes estados de consistencia, cada uno de ellos con propiedades y comportamiento específico, Atterberg fue un científico sueco dedicado a la agricultura quien propuso los límites de cohesión, pegajosidad, contracción, plástico y líquido, actualmente los límites líquido y plástico denominados como límites de Atterberg es utilizado mundialmente para la clasificación de suelos.

Según Atterberg cuando un suelo tiene un índice de plasticidad (I.P) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo presenta baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice de plasticidad mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

Según Arthur Casagrande, comparando suelos de igual límite líquido con índice de plasticidad que aumenta, la compresibilidad es la misma, la constante de permeabilidad disminuye, la tenacidad cerca del límite plástico aumenta y también aumenta la resistencia en seco.

A. Límite Líquido MTC E-110, ASTM D-4318

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida, y según Atterberg es de 25 g/cm². La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula. Para determinar el límite líquido en un suelo se efectúa el siguiente procedimiento:

Prepare la muestra de aproximadamente 100 gr de suelo y llévelo al estado plástico añadiendo agua. Ponga una porción de la masa en la cuchara de Casagrande, se deberá tener cuidado de que no exista burbujas de aire atrapadas en la masa, con la espátula nivele el suelo de manera que su profundidad de un centímetro en el punto más grueso. El exceso del suelo se pone nuevamente en el vaso o en la lata. Haga un corte definido con la herramienta de rasgar para dividir el suelo en la cuchara de Casagrande. La línea de ranura debe pasar por la línea del centro del alabe, se puede hacer la ranura en etapas, hasta seis corte suaves con la herramienta. Dele vueltas al alabe con un ritmo aproximado de dos vueltas por segundo hasta que los dos bordes del suelo dividido se toquen de nuevo en una distancia de ½” (1.27 cm). Registre el número de impactos necesarios. Aumente la humedad de la muestra añadiendo agua, o bájela incorporando suelo seco hasta que el efecto descrito arriba se obtenga con 25 golpes. Determine la humedad en este punto. Repita el ensayo haciendo cuatro determinaciones. Algunos autores indican que “mientras más cercano alrededor de la cuenta de 25 se encuentra el intervalo de puntos experimentales, mayor será la confiabilidad” (Bowles, 1981).

El objetivo es determinar el contenido de humedad expresado en porcentaje.

Aparatos y materiales

- ✓ Recipiente de almacenaje, vasija de porcelana de 115 mm (4”) de diámetro.
- ✓ Aparato del límite líquido (o de Casagrande); consiste en una taza de bronce con sus accesorios.

- ✓ Balanza, con sensibilidad de 0,01g para pesar el material que pasa y queda retenido en cada malla.
- ✓ Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Recipiente o taras, apropiados fabricados de material resistente a la corrosión.
- ✓ Espátula, de hoja flexible.
- ✓ Tamiz N°40.
- ✓ Agua destilada.

Procedimiento

- ✓ Tamizar 150g material que pasa la malla N° 40.
- ✓ Agregar agua 15 ml inicialmente.
- ✓ Mezclar hasta que esté bien combinado.
- ✓ Colocar en la copa.
- ✓ Utilizar el acanalador y cortar la ranura.
- ✓ Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura.
- ✓ Con una espátula recoger la muestra juntada.
- ✓ Colocar en la tara pesar y poner al horno.
- ✓ Seguidamente aumentar agua destilada entre 1 ml a 3 ml por cada prueba.

B. Límite Plástico

El límite plástico se define como el contenido de humedad, expresado en por ciento con respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba el límite líquido y al cual se evapora humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable. Se forma luego una pequeña bola que deberá rodillarse en seguida en la palma de la mano o en una placa de vidrio aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos.

Cuando el diámetro del filamento resultante sea de 3.17mm (1/8”) sin romperse, deberá juntarse la muestra de nuevo, mezclarse en forma de bola y volver a rodillarse. El proceso debe continuarse hasta que se produzca un rompimiento de los filamentos al momento de alcanzar 1/8” de diámetro. Los suelos que no puedan rodillarse con ningún contenido de humedad se consideran como no plásticos (N.P). Cuando al rodillar la bola de suelo se rompa el filamento al diámetro de 1/8”, se toman todos los pedacitos, se pesan, se secan al horno en un vidrio, vuelven a pesarse ya secos y se determina la humedad correspondiente al límite plástico con la siguiente formula:

$$L.P. = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 = \frac{Pw}{Ps} \times 100$$

Dónde:

L.P. = Humedad correspondiente al límite Plástico en %.

Ph = peso de los trocitos de filamentos húmedos en gramos.

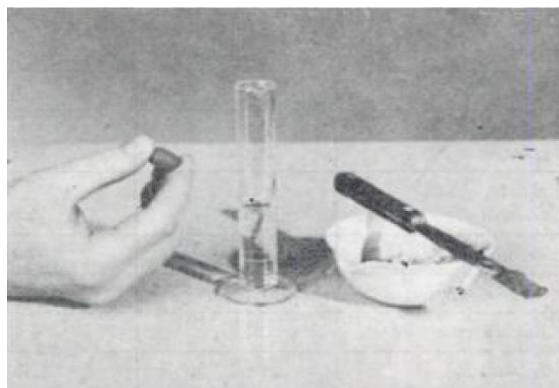
Ps = peso de los trocitos de filamentos secos en gramos.

Pw = Peso del agua contenida en los filamentos pesados en gramos.

El límite plástico es muy afectado por el contenido orgánico del suelo, ya que eleva su valor sin aumentar simultáneamente el límite líquido. Por tal razón los suelos con contenido orgánico tienen bajo índice plástico y límites líquidos altos.

Figura 2. 1

Ensayo de límite plástico



Fuente: (Crespo Villalaz, 2004)

Aparatos y materiales

- ✓ Espátula, de hoja flexible.
- ✓ Balanza, con sensibilidad de 0,01g para pesar el material que pasa y queda retenido en cada malla.
- ✓ Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Tamiz N°40.
- ✓ Superficie de rodadura, vidrio grueso esmerilado.
- ✓ Muestra se toma 20 a 50 gramos de muestra.

Procedimiento

- ✓ Tamizar 20 a 50g material que pasa la malla N° 40.
- ✓ Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa del suelo.
- ✓ Se toma una porción de 1,5g a 2,0g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- ✓ En seguida se realiza tiras de 6g hasta que sea fracturado, pesarlo y ponerlo al horno.

C. Índice de plasticidad

Se denomina índice de plasticidad (I.P.) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo; sin embargo, el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

$$I.P. = L.L - L.P$$

Dónde:

I.P. = Índice de plasticidad.

L.L = Límite líquido.

L.P. = Límite plástico.

2.2.5 Clasificación de suelos

Para la clasificación de suelos se utilizan distintos métodos entre los que podemos nombrar al SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), ASSTHO (Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes), USDA (sistema de Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), ASTM y el FAA (sistema de la agencia federal de Aviación); en carreteras se utiliza el método del AASTHO. Para la clasificación de suelos es necesario realizar ensayos de granulometría y los límites de Atterberg (límite líquido y plástico), además se debe acompañar el símbolo de la clasificación y la descripción del suelo, ya que el símbolo de clasificación es amplio y general. (Bowles, 1981).

a) Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO

Este sistema clasifica los suelos en dos grupos generales materiales granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200) y materiales limo arcillosos (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200); a la vez considera siete grupos de clasificación A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, el sistema AASHTO utiliza un índice de grupo para poder comparar distintos tipos de suelos de un mismo grupo, (Bowles, 1981) menciona en su libro que “si dos suelos de un mismo grupo tienen diferente índice de grupo, tendrá mejor comportamiento como material de carretera aquel cuyo índice de grupo sea menor; esto es, un A-2-6(2) debe ser un mejor material de carretera que un A-2-6 (4)”.

Para la determinación del índice de grupo (GI) se utiliza la siguiente ecuación:

$$GI = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

Dónde:

a= Porcentaje de material más fino que el tamiz N° 200 mayor que el 35% pero menor que el 75%, expresado como un Número positivo ($1 \leq a \leq 40$).

b= Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 mayor que el 15% pero menor que el 55%, expresado como un Número positivo ($1 \leq b \leq 40$).

c= Porción del límite líquido mayor que 40 pero no mayor que 60, expresada como un Número positivo entero ($1 \leq c \leq 20$).

d = Porción del índice de plasticidad mayor que 10 pero no excedente a 30, expresado como un Número positivo entero ($1 \leq d \leq 20$).

Figura 2. 2

Utilización del sistema de clasificación AASHTO

Clasificación General	Materiales Granulares (35 % o menos del total pasa el tamiz No. 200)						Materiales limo-arcillosos (más del 35 % del total pasa el tamiz No. 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 ^a A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz No. 10	50 max										
No. 40	30 max	50 max	51 min								
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa el tamiz No. 40 Límite líquido, w_L Índice Plástico, I_p				40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 11 min	41 min 11 min
Índice de Grupo ^b	0		0	0		4 max		8 max	12 max	16 max	20 max

Fuente: (Bowles, 1981)

b) Clasificación SUCS ASTM D-2487

Según Juárez, (2005), dijo que este sistema está basado en los aeropuertos, hasta el grado que puede decirse que es el mismo con ligeras modificaciones.

El sistema cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Se describirán en primer lugar los diferentes grupos referentes a suelos gruesos.

A. Suelos gruesos

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de este grupo. El significado se especifica abajo.

- Gravas y suelos gruesos se denominan con el símbolo genérico G.
- Arenas y suelos arenosos se denominan con el símbolo genérico S.

Las gravas y arenas se separan con la malla N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla N°4, y es de grupo genérico S, en caso contrario.

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

- Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. Símbolo W
En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.
- Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P
En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.
- Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M
En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GM y SM.
- Material con cantidad apreciable de finos plásticos. Símbolo C. En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

A continuación se describen los grupos anteriores a fin de proporcionar criterios más detallados de identificación, tanto en el campo como en el laboratorio.

Figura 2. 3

Clasificación SUCS de suelos de grano grueso

DIVISIONES PRINCIPALES		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACION DE LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO (mas del 50 % del material es mayor en tamaño que el tamiz No 200)	GRAVAS (mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, poco o ningun fino	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	Cu = D60/D10 > 4 1 < Cc < 3		
		GP	Gravas pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos o ningun fino		No cumple todos los requisitos de gradacion para GW		
		GM	Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo		Límites de Atteberg por debajo de la línea A o $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo	
		GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo-arena-arcillosas		Límites de Atteberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$		
	ARENAS (mas de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz No 4)	Arenas Limpias (poco o ningun fino)	SW		Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningun fino	Cu > 6 1 < Cc < 3	
			SP		Arenas pobremente gradadas, arenas, gravosas, pocos o ningun fino	No cumple todos los requisitos de gradacion para SW	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	SM		Arenas limosas mezcla de arena-limo	Límites de Atteberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	Si el material está en la zona sombreada con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo
			SC		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	Límites de Atteberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	

Fuente: (Cómite técnico permanente de geotécnia, 1999)

B. Suelos finos

También es este caso el sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

- a) Limos inorgánicos, de símbolo genérico M.
- b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C.
- c) Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (orgánico).

Cada uno de estos tres tipos de suelos se subdividen, según su límite líquido, en dos grupos. Si este es menor de 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L, obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL, y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor de 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan tras el símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

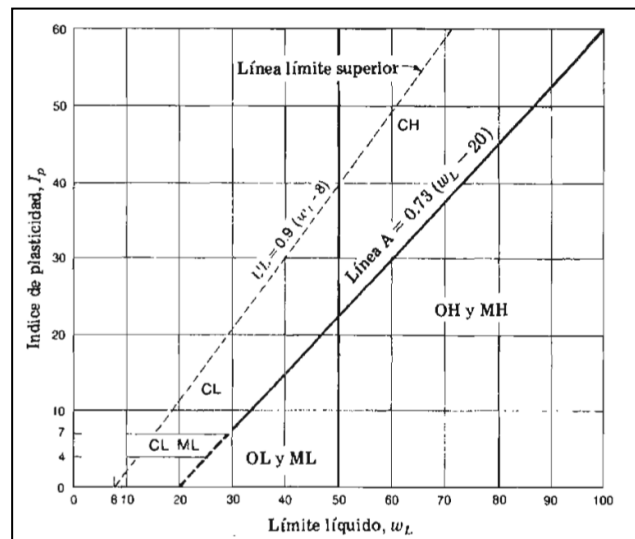
Ha de notarse que las letras L y H no se refieren a baja o alta plasticidad, pues esta propiedad del suelo, como se ha dicho, ha de expresarse en función de dos parámetros (límite líquido e índice de plasticidad), mientras que en el caso actual solo el valor del límite líquido interviene. Por otra parte, ya se hizo notar que la compresibilidad de un suelo es una función directa del límite líquido, de modo que un suelo es más compresible a mayor límite líquido.

También es preciso tener en cuenta que el termino compresibilidad tal como aquí se trata, se refiere a la pendiente del tramo virgen de la curva de compresibilidad y no a la condición actual del suelo inalterado, pues este puede estar seco parcialmente o preconsolidado.

Los suelos altamente orgánicos, usualmente fibrosos, tales como turbas y suelos pantanosos, extremadamente compresibles, forman un grupo independiente de símbolo Pt (del inglés peat; turba).

Figura 2. 4

Carta de plasticidad



Fuente: (Bowles, 1981).

El sistema unificado de plasticidad de suelos introdujo una modificación en la carta de plasticidad, tal como se muestra en la figura anterior.

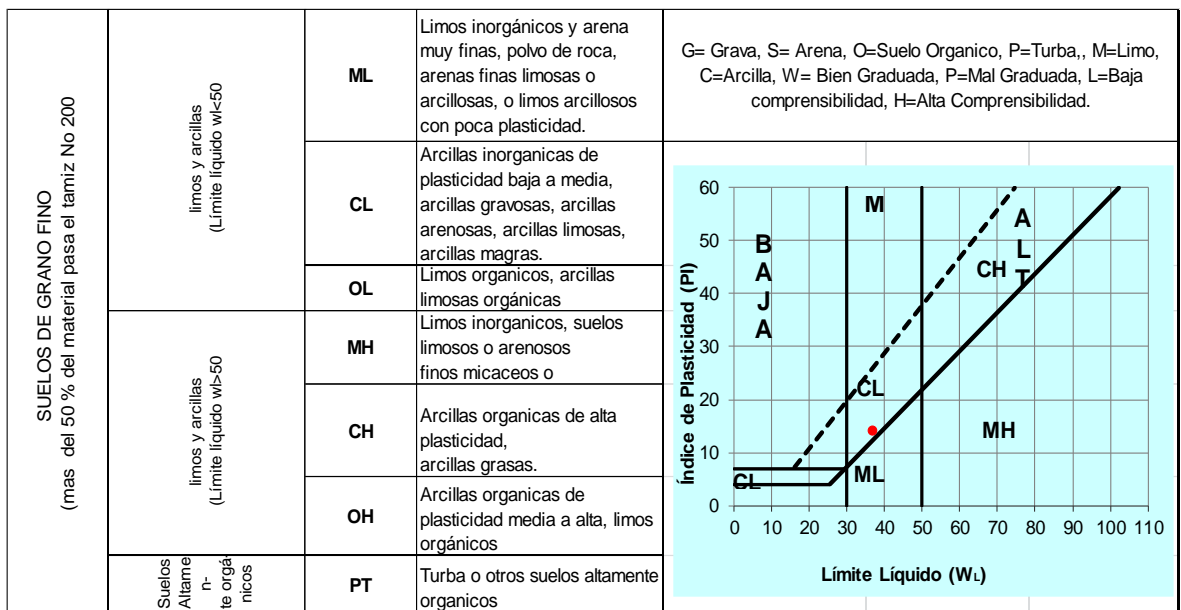
La modificación se refiere a los suelos arriba de la Línea A con índice plástico comprendido entre 4 y 7, y cambia la clasificación de los suelos

que caen en la zona punteada de la figura anterior. Al margen se muestra la modificación en la siguiente figura, que es la carta de plasticidad, tal como hoy suele usarse. Además en el estudio que sigue de los grupos de suelos finos se mencionara también la citada modificación.

Los distintos grupos de suelos finos ya mencionados se describen a continuación en forma más detallada.

Figura 2. 5

Clasificación SUCS de suelos de grano fino



Fuente: (Cómite técnico permanente de geotécnia, 1999)

2.2.6 Compactación de suelos

La resistencia de un suelo depende principalmente de su compacidad y en consecuencia de su densidad. Cuanto más compacto y denso es un suelo, más resistente será.

La resistencia de un suelo depende también de la cantidad de agua que contiene. En efecto, el agua contenida en un suelo lubrica los granos y les permite deslizarse los unos sobre los otros más fácilmente. Pero una cierta humedad permite el movimiento de las partículas del suelo y en consecuencia su compactación.

La finalidad del ensayo proctor es determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que permite la mejor compactación para una energía dada. Está basado en el hecho de que la compactación es proporcional a la densidad del terreno seco. La parte de una muestra de un suelo secado mediante estufa se compacta con la energía y una humedad fijas y se mide su densidad seca. Hay que realizar las mismas observaciones aumentando progresivamente la humedad y se dibujara finalmente una curva, siendo las abscisas las humedades y las ordenadas las densidades secas correspondientes. Esta curva presenta un máximo para una cierta humedad que se llama por definición óptimo proctor.

Existen dos tipos de ensayos proctor: el normal y el modificado

a. Proctor normal

El molde utilizado es el cilíndrico, de 4" de diámetro y de 4.6" de altura. La compactación se hace en tres capas de aproximadamente 4 cm de espesor, con la ayuda de un compactador que pesa 5.5 libras (2.490 kg) que se deja caer desde una altura de 12 pulgadas. El número de golpes del compactador es de 25 por capa. Solo se utilizan elementos de suelo inferiores a 5 mm.

b. Proctor modificado

El molde es más grande: tiene 6" de diámetro exterior y 6" de altura. La compactación se realiza en cinco capas de 2.5 cm de espesor, utilizando un compactador de 10 libras (4.540 kg) cayendo desde una altura de 18 pulgadas.

Se dan 25 golpes por capa. El ensayo se hace sobre elementos del suelo inferiores a 20 mm. Si el suelo contiene elementos más gruesos se remplazan por un peso igual de elementos comprendidos entre 5 y 20 milímetros.

El ensayo Proctor Normal corresponde a una energía de compactación media, como por ejemplo la que se alcanza en un terraplén por la circulación de vehículos de transporte y por el paso repetido de una apisonadora. El ensayo Proctor Modificado corresponde a una energía de compactación más importante, como la de un asiento de calzada o la de la capa constituyente de la calzada propiamente dicha.

El objetivo de este ensayo es establecer el método de para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 Kn-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Para la elección del método se siguió lo siguiente:

MÉTODO “A”

- ✓ Molde: 101.6 mm de diámetro (4pulg).
- ✓ Material se emplea el que pasa por el tamiz N° 4.
- ✓ Número de capas: 5.
- ✓ Golpes por capa: 25.
- ✓ Uso: Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en la malla N°4.

MÉTODO “B”

- ✓ Molde: 101.6 mm de diámetro (4pulg).
- ✓ Material se emplea el que pasa por el tamiz (3/8 pulg).
- ✓ Número de capas: 5
- ✓ Golpes por capa: 25
- ✓ Uso: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz (N°4) el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz (3/8 pulg).

MÉTODO “C”

- ✓ Molde: 152.4 mm de diámetro (6 pulg).
- ✓ Material se emplea el que pasa por el tamiz (3/4 pulg).
- ✓ Número de capas: 5
- ✓ Golpes por capa: 56
- ✓ Uso: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz (3/8 pulg) y menos del 30% o menos del peso del material es retenido en el tamiz (3/4 pulg).
- ✓ Para Establecer el método de ensayo se utilizó una porción de 24 kg de muestra cuarteada con la que se realizó el ensayo granulométrico con las mallas N° 3/4, 3/8 y N° 4 de acuerdo al manual de ensayos de materiales.

Tabla 2. 1

Parámetros para elección del método

Malla N°	Método A	Método B	Método C
3/4			<30%
3/8		≤20 %	>20 %
4	≤20 %	>20 %	

Fuente: Elaboración propia con datos del EM-2016

Tabla 2. 2

Resumen de elección del método

Malla N°	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	Peso Aplicado	Peso Aplicado por cada muestra
¾	2150.4	35.84%			
3/8	5527.2	92.12%	110.04%	6602.4	1650.6
N° 4	5258.4	87.64%	105.56%	6333.6	1583.4
Pasa N° 4	11064	184.40%	184.40%	11064	2766.0
Total	24000	400.00%	400.00%	240000	6000.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. 3

Resumen de elección del método para proctor modificado

Malla N°	Peso retenido (gr)	% Retenido	Método A	Método B	Método C
¾	241.5	24.15%			Si cumple
3/8	288.5	28.85%		No cumple	Si cumple
4	154.5	15.45%	Si cumple	No cumple	
Cazuela	315.5	31.55%			
Peso total	1000	100.00%			

Fuente: Elaboración propia

Para el ensayo de compactación se utilizó el **Método C**, tomando como referencia los resultados mostrados en la anterior tabla.

Aparatos y materiales

- ✓ Ensamblaje del molde, deben ser de cilindros hechos de material rígido de (6pulg) de diámetro.
- ✓ Ensamblaje collar.
- ✓ Molde de 6 pulgadas de diámetro, una altura de 116,4.
- ✓ Pisón o martillo, debe caer libremente a una distancia de $457,2 \pm 1,6$ mm de la superficie del espécimen.
- ✓ Balanza.
- ✓ Horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C.
- ✓ Regla metálica de 10 pulg, y tara.
- ✓ Tamices de diferentes aberturas.
- ✓ Herramientas de mezcla cuchara, paleta y espátulas.
- ✓ La masa de muestra requerida para este método C es aproximadamente de 24 kg de suelo secado a la intemperie, realizándose cuatro pruebas con 6kg cada uno.

Procedimiento de suelos en laboratorio proctor modificado con suelo natural

- ✓ Si la muestra está demasiado húmeda, secar a aire o en horno a una temperatura de 60° C.
- ✓ Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales.
- ✓ Pasar el material por el tamiz apropiado: (N°4); ($\frac{3}{8}$ pulg) y ($\frac{3}{4}$ pulg).
- ✓ Preparar mínimo cuatro especímenes.
- ✓ Se selecciona el molde de compactación de 6" de diámetro apropiado para el Método C.
- ✓ Se utilizó 6 kg por cada muestra.
- ✓ Se añadió el 2% de agua para la primera muestra 120 ml.
- ✓ Se añadió el 4% de agua para la segunda muestra 240 ml.
- ✓ Se añadió el 6% de agua para la tercera muestra 360 ml.
- ✓ Se añadió el 8% de agua para la cuarta muestra 480ml.

Compactación

- ✓ Combinar bien las muestras retenidas en la malla $\frac{3}{8}$, n° 4 y muestras que pasaron la malla N° 4.

- ✓ Determinar y anotar el peso del molde.
- ✓ Ensamble, asegure el molde y el collar al plato base.
- ✓ Mezclar hasta que toda la muestra este uniformemente húmedo.
- ✓ Dividir en 5 partes iguales.
- ✓ Colocar al molde ya preparado cogiendo intercaladamente.
- ✓ Compactar el espécimen con 56 golpes las 5 capas.
- ✓ Después de la compactación, se extrae el collar nivelar y rellenar los agujeros.
- ✓ Pesar el molde más la muestra húmeda.
- ✓ Retirar la muestra y coger una porción del medio y pesar en una tara para calcular la humedad.
- ✓ Pesar la tara más el suelo húmedo y poner al horno.
- ✓ Al día siguiente sacar del horno pesar la tara más la muestra seca.

Compactación de suelos en laboratorio proctor modificado con polímero sintético.

Preparación del ensayo

- ✓ Si la muestra está demasiado húmeda, secar a aire o en horno a una temperatura de 60°C.
- ✓ Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales.
- ✓ Pasar el material por el tamiz apropiado: (N°4); ($\frac{3}{8}$ pulg) y ($\frac{3}{4}$ pulg).
- ✓ Preparar mínimos cuatro especímenes para realizar adecuadamente el ensayo.
- ✓ Se selecciona el molde de compactación de 6" de diámetro apropiado para el Método C.
- ✓ Se utilizó 6 kg por cada muestra.
- ✓ Se mezcló 200ml de polímero más 800ml de agua de acuerdo a las especificaciones del estabilizador.
- ✓ Se añadió el 2% de la solución (polímero más agua), para la primera muestra 120 ml.
- ✓ Se añadió el 4% de la solución (polímero más agua), para la segunda muestra 240 ml.
- ✓ Se añadió el 6% de la solución (polímero más agua), para la tercera muestra 360 ml.

- ✓ Se añadió el 8% de la solución (polímero más agua), para la cuarta muestra 480ml.

Compactación

- ✓ Combinar bien las muestras retenidas en la malla 3/8, n° 4 y muestras que pasaron la malla N° 4.
- ✓ Determinar y anotar el peso del molde.
- ✓ Ensamble, asegure el molde y el collar al plato base.
- ✓ Mezclar hasta que toda la muestra este uniformemente húmedo.
- ✓ Dividir en 5 partes iguales.
- ✓ Colocar al molde ya preparado cogiendo intercaladamente.
- ✓ Compactar el espécimen con 56 golpes las 5 capas.
- ✓ Después de la compactación, se extrae el collar nivelar y rellenar los agujeros.
- ✓ Pesar el molde más la muestra húmeda.
- ✓ Retirar la muestra y coger una porción del medio y pesar en una tara para calcular la humedad.
- ✓ Pesar la tara más el suelo húmedo y poner al horno.
- ✓ Al día siguiente sacar del horno pesar la tara más la muestra seca.

2.2.7 CBR (California Bearing Ratio)

Según Bowles, (1981) el ensayo de relación de soporte de California se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California en 1929 como una forma de clasificación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en construcción de carreteras. Durante la segunda guerra mundial, el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlo en la construcción de aeropuertos.

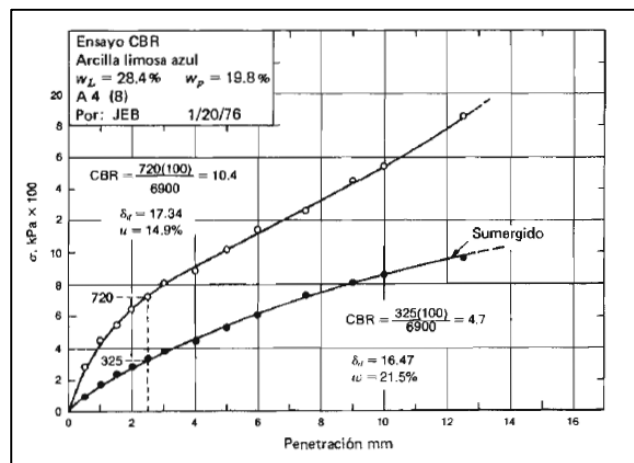
Según Osorio & Casas, (2011) “Este método fue propuesto en 1929 por los ingenieros T. E. Stanton y O. J. Porter del departamento de carreteras de California”, desde esa fecha tanto en Europa como en América, el método CBR se ha generalizado y es una forma de clasificación de un suelo para ser utilizado como sub rasante o material de base en la construcción de carreteras.

Según la norma ASTM (1883) “El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala. CBR significa en español relación de soporte California, por las siglas en inglés de California Bearing Ratio: aunque fue desarrollado en 1925, el ensayo comienza a aparecer en los estándares norteamericanos ASTM (por American Standards for Testing and Materials) desde 1964, en su versión para laboratorio”.

Según la norma ASTM D 1883, el CBR se trata de un ensayo en el que el suelo se someter a penetración de un vástago cilíndrico a una velocidad constante. El resultado, índice CBR, es la capacidad de soporte del suelo comparado con la de una grava patrón. Por cada espécimen de suelo se calculan dos valores de CBR como se muestra en la figura, uno a 0.1” (2.5 cm) de penetración y el otro a 0.2” (5 cm) de penetración. La ASTM recomienda reportar el de 0.1” mientras este sea menor que el de 0.2”. En el caso en el que el valor de CBR para 0.1” fuera mayor que el de 0.2” habría que repetir el ensayo para ese espécimen.

Figura 2. 6

Determinación de la relación de soporte CBR



Fuente: (Bowles, 1981)

El Ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

Según (Llanos Sanchez & Reyes Pérez, 2017) la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala, CBR

significa en español relación de soporte California, por las siglas en inglés de California Bearing Ratio, aunque en países como México se conoce también este ensayo por las siglas VRS, de Valor Relativo del Soporte”.

Para Chang ¹(2014), “El CBR de un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1 y 0.2 de penetración, expresada en por ciento en su respectivo valor estándar” (Chang, 2014). “También se dice que mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada” (Chang, 2014). “El ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo” (Chang, 2014).

El número CBR, se obtiene de la relación de la carga unitaria (lbs/pulg², psi) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de penetración (19.4 cm²) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón (lbs/pulg².) requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para un suelo específico, determinado utilizando el ensayo de compactación estándar o modificada del experimento” (Chang, 2014).

El CBR es un ensayo para evaluar la calidad de un material de suelo con base en su resistencia, medida a través de un ensayo de placa a escala.

CBR significa en español relación de soporte California, por las siglas en inglés de «California Bearing Ratio», aunque en países como México se conoce también este ensayo por las siglas VRS, de Valor Relativo del Soporte.

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y

¹ Ing. Luis Chang Chang: Laboratorio geotécnico Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID)

densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno, también indica:

- a) Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub base y afirmado.
- b) Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario – Humedad, usando un equipo modificado.

Equipos para la compactación y penetración

- ✓ Molde de metal cilíndrico
- ✓ Disco espaciador de acero
- ✓ Pisón de compactación
- ✓ Tres trípodes y extensómetro
- ✓ Tres pesas de plomo anular
- ✓ Tres placa de metal perforada
- ✓ Tres diales
- ✓ Pistón sección circular
- ✓ Aparato para aplicar la carga: prensa hidráulica con anillo de carga
- ✓ Equipos misceláneo: tachos o tinas, balanzas, horno, tamices, capsulas, probetas, espátulas, disco papel filtro de molde, cronometro y extensómetro

Procedimiento del CBR con suelo natural

- ✓ Se prepara la muestra necesaria, previamente anteriormente se realizó el ensayo de proctor modificado.
- ✓ Se calculó una cantidad exacta y apropiada de material que pasaron las mallas: (Nº4); ($\frac{3}{8}$ pulg) y ($\frac{3}{4}$ pulg).
- ✓ Preparar tres especímenes.
- ✓ Utilizar 5 kg por cada molde de CBR.
- ✓ Los moldes se compactan con el óptimo contenido de humedad.
- ✓ Se preparó los tres moldes de CBR, se colocó las placas de base, colocar un disco espaciador sobre la placa de la base de cada molde.
- ✓ Después de colocar el disco espaciador se coloca el papel filtro.
- ✓ Se compacta cada molde a diferente energía de compactación.

- ✓ El primer molde M1 con óptimo contenido de humedad de 6.75 % con 56 golpes.
- ✓ El segundo molde M2 con óptimo contenido de humedad de 6.75 % con 25 golpes.
- ✓ El tercer molde M3 con óptimo contenido de humedad de 6.75 % con 12 golpes.
- ✓ Luego del compactado se engrasa y retira la placa de la base del molde
- ✓ Se gira el molde de modo que la parte superior quede abajo se retira el disco espaciado se pone el panel filtro en la base.
- ✓ Luego se colocó la placa perforada con un vástago ajustable y sobre ella se coloca las pesas de sobrecarga.
- ✓ El trípode con el dial debe estar bien ajustado colocar en el molde y poner a 0, se registra la primera lectura y se quita el trípode, el mismo procedimiento para las tres muestras realizadas.
- ✓ Se sumergió el molde en un recipiente adecuado con agua, se dejó saturado por 4 días.
- ✓ Todos los días a la misma hora se ha leído la lectura con los diales correspondientes para cada muestra.
- ✓ Después de 4 días se sacó el molde se dejó drenar por 15 min. aproximadamente.
- ✓ Se quitó las pesas, la placa perforada.
- ✓ Se colocó el molde sobre el soporte de carga, nuevamente se colocó las pesas y la placa perforada sobre el molde y se ajustó de tal manera que quedo el pistón centrado con la muestra a ser ensayada.
- ✓ Luego se coloca en 0 el indicador de presión del anillo de carga y el dial de deformación.
- ✓ La velocidad de penetración del pistón en un suelo es de 0.05 pulg por minuto, la velocidad se controla por tiempo con un cronometro.
- ✓ Se registran las lecturas de la presión a 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.200, 0.300, 0.400 y 0.500 pulg. de penetración.
- ✓ Luego de terminar la prueba, se retira las sobre cargas, se recupera el suelo ensayado y se toma muestra para determinar la humedad final.
- ✓ Se traza la curva presión – penetración en escala aritmética.

- ✓ El CBR se calcula de 0.1 y 0.2 pulg. De penetración con las presiones correspondientes.

Procedimiento del CBR con suelo con polímero

- ✓ Se prepara la muestra necesaria, previamente anteriormente se realizó el ensayo de proctor modificado.
- ✓ Se calculó una cantidad exacta y apropiada de material que pasaron las mallas: (Nº4); ($\frac{3}{8}$ pulg) y ($\frac{3}{4}$ pulg).
- ✓ Preparar tres especímenes.
- ✓ Utilizar 5 kg por cada molde de CBR.
- ✓ Los moldes se compactan con el óptimo contenido de humedad.
- ✓ Se preparó los tres moldes de CBR y se colocó las placas de base, colocar un disco espaciador sobre la placa de la base de cada molde.
- ✓ Después de poner el disco espaciador, se coloca el papel filtro.
- ✓ Se compacta cada molde a diferente energía de compactación.
- ✓ El primer molde M1 con óptimo contenido de humedad de 7.10 % con 56 golpes.
- ✓ El segundo molde M2 con óptimo contenido de humedad de 7.10 % con 25 golpes.
- ✓ El tercer molde M3 con óptimo contenido de humedad de 7.10 % con 12 golpes.
- ✓ Luego del compactado, se engrasa y retira la placa de la base del molde.
- ✓ Se gira el molde de modo que la parte superior quede abajo, se retira el disco espaciado y se pone el panel filtro en la base.
- ✓ Luego se colocó la placa perforada con un vástago ajustable y sobre ella se coloca las pesas de sobrecarga.
- ✓ El trípode con el dial debe estar bien ajustado colocar en el molde y poner a 0, se registra la primera lectura y se quita el trípode, el mismo procedimiento para las tres muestras realizadas.
- ✓ Se sumergió el molde en un recipiente adecuado con agua, se dejó saturado por 4 días.
- ✓ Todos los días a la misma hora, se ha leído la lectura con los diales correspondientes para cada muestra.

- ✓ Después de 4 días, se sacó el molde se dejó drenar por 15 min. aproximadamente.
- ✓ Se quitó las pesas, la placa perforada.
- ✓ Se colocó el molde sobre el soporte de carga, nuevamente se colocó las pesas y la placa perforada sobre el molde y se ajustó de tal manera que quedo el pistón centrado con la muestra a ser ensayada.
- ✓ Luego se coloca en 0 el indicar de presión del anillo de carga y el dial de deformación.
- ✓ La velocidad de penetración del pistón en un suelo es de 0.05 pulg por minuto, la velocidad se controla por tiempo con un cronometro.
- ✓ Se registran las lecturas de la presión a 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.200, 0.300, 0.400 y 0.500 pulg. de penetración.
- ✓ Luego de terminar la prueba, se retira las sobre cargas, se recupera el suelo ensayado y se toma muestra para determinar la humedad final.
- ✓ Se traza la curva presión – penetración en escala aritmética.
- ✓ El CBR se calcula de 0.1 y 0.2 pulg. de penetración con las presiones correspondientes.

Penetración

Tabla 2. 4

Relación de unidades de penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

Fuente: (Bowles, 1981)

Expansión

La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5”).

Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR)

Se llama valor de la relación de soporte (índice resistente CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pisón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón.

Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Tabla 2. 5

Características de la muestra

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Fuente: (Bowles, 1981)

2.2.8 Estabilización de suelos

A. Suelo estabilizado con cemento

De acuerdo con el Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) “La estabilización del suelo con cemento se obtiene de la mezcla entre un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras adicciones, seguida de la compactación y curado adecuado. De esta manera se obtiene un material endurecido y más resistente, pero que a comparación del concreto los granos no están envueltos si no están unidos entres sí, es por esto que la resistencia y el módulo de elasticidad de la mescla suelo - cemento es inferior al del concreto” (MTC, 2013).

B. Suelo estabilizado con productos asfálticos

“La estabilización de suelos con productos asfálticos tiene como fin el aumento de la estabilidad y la impermeabilización del suelo, los materiales que se utilizan son emulsiones asfálticas y los asfaltos fluidificados. La elección de la emulsión asfáltica a utilizar depende de la granulometría del suelo (los suelos más adecuados son los granulares con pocos finos), el contenido de humedad y de las condiciones climáticas, el MTC indica que para la estabilización de suelos”, los asfaltos son materiales aglutinantes que puede ser usado con diferentes materiales, sin embargo se recomienda que se emplee en suelos gruesos que no presenten un alto índice de

plasticidad, en el caso de los suelos arcillosos el MTC indica que los asfaltos “puede usarse también con las arcillas pero solo le procura impermeabilidad; además, para el caso de suelos plásticos, con otros productos se logra mayor eficiencia y economías” (MTC, 2013).

C. Suelo estabilizado con cal

La estabilización con Cal se obtiene de la mezcla entre el suelo, cal y agua. Normalmente se utiliza óxido cálcico también conocida como cal anhidra o cal viva, que es obtenida por la calcinación de materiales calizos. Una de sus propiedades que tiene la cal es el de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico, por lo que son generalmente llamadas cales aéreas, los suelos más apropiados para este tipo de estabilización son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

Una de los efectos que produce la incorporación de cal en el suelo es el de cambiar su plasticidad, con respecto a este punto el MTC indica “Suelos de plasticidad $IP < 15$, aumentan tanto en el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con $IP > 15$ disminuye el IP”. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

D. Suelo estabilizado con cloruro de sodio

EL uso del cloruro de sodio en estabilización de carreteras es favorable en cuanto al control de polvo en bases y superficie de rodadura para tránsito ligero, además de que evita la rápida evaporación del agua de compactación en zonas secas.

En el Manual de carreteras del MTC indica que “La sal es un estabilizante natural, compuesto por 98% de NaCl y un 2% de arcillas y limos, cuya propiedad fundamental es el de ser higroscópico, es decir, absorbe la humedad del aire y de los materiales que lo rodean, mejorando la cohesión del suelo.

E. Suelo estabilizado con productos químicos

La estabilización química de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto químico (estabilizador químico), entre los que se

encuentran las sales, productos enzimáticos, polímeros y subproductos del petróleo.

Previamente a la evaluación del comportamiento del suelo, se debe de determinar las características del suelo como tamaños de partículas, límites de consistencia y clasificación de los suelos.

EL objetivo central es transferir al suelo propiedades que puedan mejorar sus propiedades de comportamiento durante la etapa de construcción y de servicio. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2004).

Tabla 2. 6

Especificaciones técnicas de tipo de estabilizadores y parámetros

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	Resistencia a compresión simple = 1.8 Mpa mínimo (MTC E 103) Humedecimiento – secado (MTC E 1104): Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A-3 = 14 % de Perdida Máxima. Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A-5 = 10 % de Perdida Máxima. Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Perdida Máxima.
Emulsión Asfáltica	Estabilidad Marshall = 230 kg mínimo (MTC E 504) Perdida de estabilidad después de saturado = 50 % máximo Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	CBR = 100 % mínimo (MTC E 115, MTC E 132) Expansión ≤ 0.5 %
Sales	CBR = 100 % mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	CBR = 100 % mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132) Expansión ≤ 0.5 %

Fuente: (MTC, 2014)

Tabla 2. 7

Especificaciones técnicas de tipo de estabilizadores y su aplicación según región

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
COSTA (Altitud: hasta 500 msnm)	Suelos granulares, de nula a baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	Sales, cemento Portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA (Altitud: entre 400 y 1000 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7)	Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, cal, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)
SELVA BAJA (Altitud: MENOR A 400 msnm)	Suelos limo arcillosos, arcillas, arcillas arenosas y arenas predominantemente finas (Clasificación AASHTO: A-2-4, A-3, A-6, A-7)	Cemento portland, ceniza volcánica, puzolana, emulsión asfáltica, cal, productos químicos (aceites sulfonatos, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

Fuente: (MTC, 2014)

Tabla 2. 8

Estabilizadores químicos en el mercado peruano

Aditivo	Ventaja	Aplicación	Rendimientos m2	Precio x litro (con IGV)	Presentación
Estabilizador Z con polímeros	Es la solución intermedia ideal entre una superficie de rodaduras sueltas y polvorientas y un pavimento asfáltico. Supresor de polvo. Reduce la pérdida anual de material de afirmado. Más rápida compactación.	Incorporar el Estabilizador Z, al agua del afirmado durante la construcción, de esta manera se obtiene un afirmado estabilizado y libre de polvo.	1 parte estabilizador Z con polímero sintético 1+4 partes de agua	S/. 16.40	Galón Cilindros de 200 lt
Sika® Dust Seal Pe	Forma una superficie compacta y firmemente aglomerada. Aglomera las partículas eliminando las nubes de polvo. Aumenta el rendimiento del agua por área tratada y disminuye la frecuencia de aplicación. Incrementa el CBR de todo tipo de suelos en climas secos o húmedos. Disminuye la permeabilidad del camino reduciendo la formación de pozas y barro.	Es recomendable aplicar Sika® Dust Seal PE cuando la superficie del suelo está ligeramente húmeda. Bajo condiciones normales, mejores resultados se obtienen cuando la superficie del camino es levemente humedecida con 0,5 a 1,0 Litro / m2 de agua, antes de la aplicación de Sika® Dust Seal PE.	0.80 lts. – 1.60 m2	S/. 1.57	Cilindros de 200 lt
Terrazyme	Alto rendimiento y bajo costo Reduce problemas generales de trabajo y mantenimiento de caminos, se puede usar material de menor calidad, lo que reduce la necesidad de importar material costoso Aumenta la Resistencia a la compresión Mejora el CBR Reduce el esfuerzo de compactación Aumenta la densidad del suelo Disminuye la permeabilidad del agua Se utiliza en diferentes tipos de climas	Los requerimientos de aplicación son mínimos, es de fácil aplicación. Aplicación manual, basada en una buena mezcla de suelo, suficiente dilución en agua del producto y una adecuada compactación. Moderado PI; especificado (<20). El suelo puede contener material orgánico.	1 Lts. - 220 m2 ó 1 Lts. - 33 m3 de suelo	S/.325.00	Bidón de 20 lts

Fuente: Elaboración propia

2.2.9 Afirmado

“El Afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas”. (MTC, 2014).

Las carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura corresponden en general a carreteras de bajo volumen de tránsito, estas carreteras no pavimentadas pueden ser clasificadas como sigue:

- a. Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo y finos ligantes.
- b. Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.
- c. Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25mm.
- d. Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales:
 - Afirmados con superficie tratada para el control de polvo, con materiales como: cloruros, aditivos y productos asfálticos (imprimación reforzada o diferentes tipos de sello asfáltico), cemento, cal u otros estabilizadores químicos.
 - Suelos naturales estabilizados con: emulsión asfáltica, cemento, cal, cloruros, geo sintética y otros aditivos que mejoren las propiedades del suelo. (MTC, 2013).

Según el manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito indica que el afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el

afirmado será pobre, también requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Asimismo, necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

2.2.10 Polímero

Un polímero es una sustancia que consiste en grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamados monómeros. El número de unidades que se repiten en una molécula grande se llama grado de polimerización. Los materiales con un grado elevado de polimerización se denominan altos polímeros. Los homopolímeros son polímeros con un solo tipo de unidad que se repite. En los copolímeros se repiten varias unidades distintas.

La mayoría de las sustancias orgánicas presentes en la materia viva, como las proteínas, la madera, la quitina, el caucho y las resinas son polímeros; también lo son muchos materiales sintéticos como los plásticos, las fibras (nylon, rayón), los adhesivos, el vidrio y la porcelana (Beltran Rico & Marcilla Gomis, 2012)

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión repetida de una o varias moléculas unidas por enlaces covalentes. El término macromolécula significa molécula muy grande. “Polímero” y macromolécula son términos que suelen usarse indistintamente aunque estrictamente hablando no son equivalentes ya que las moléculas en principio, no requieren estar formados por unidades de repetición. (Beltran Rico & Marcilla Gomis, 2012)

Dependiendo de su origen, los polímeros pueden ser naturales o sintéticos, los sintéticos contienen normalmente entre uno y tres tipos diferentes de unidades que se repiten, mientras que los naturales o biopolímeros como la celulosa, el ADN o las proteínas presentan estructuras mucho más complejas. Los polímeros sintéticos tienen hoy por hoy, mayor interés desde el punto de vista

comercial, por lo que en general nos referimos casi exclusivamente a ellos. (Beltran Rico & Marcilla Gomis, 2012).

Las moléculas que se combinan para formar los polímeros se denominan monómeros y las reacciones a través de las cuales se obtienen se denominan reacciones de polimerización. Cuando se aparte de un solo tipo de molécula se habla de homopolimerización y de homopolímero cuando son dos o más polímeros diferentes las que se repiten en la cadena se habla copolimerización, comonómeros y copolímero. Las reacciones de polimerización, suele dividirse en dos grandes grupos: reacciones de adición y de condensación, y los polímeros obtenidos por cada una de estas vías se conocen como polímeros de adición y polímeros de condensación.

En las siguientes tablas que se muestran a continuación polímeros de adición se muestran las estructuras de polietileno, polipropileno, poliestireno, poli (cloruro de vinilo), poli(acrilonitrilo), poli (metil metacrilato), y polibutadieno mientras que para los polímeros de condensación.

Figura 2. 7

Polímeros de adición de uso frecuente

Polímero	Abreviatura	Unidad de repetición
Polietileno	PE	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$
Polipropileno	PP	$-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$
Poliestireno	PS	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$
Poli(cloruro de vinilo)	PVC	$-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-$
Poliacrilonitrilo	PAN	$-\text{CH}_2-\underset{\text{C}\equiv\text{N}}{\text{CH}}-$
Poli(metacrilato de metilo)	PMMA	$-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-$
Polibutadieno (1,4-cis)	PB	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

Fuente: (Beltran Rico & Marcilla Gomis, 2012)

Figura 2. 8

Polímeros de condensación de uso frecuente

Polímero	Abreviatura	Unidad de repetición
Poliéster		$-R-OCO-R'-COO-$
Poliamida	PA	$-NH-R-NHCO-R'-CO-$
Policarbonato	PC	
Poli(etilen terftalato)	PET	$-CH_2-CH_2-OCO-C_6H_4-COO-$
Poliuretano	PU	$-NH-COO-R-OCO-NH-R'-$
Resina de Fenol-formaldehido		

Fuente: (Beltran Rico & Marcilla Gomis, 2012)

Estructura de los polímeros

Para abordar el estudio de la estructura de los polímeros se suelen considerar dos niveles, estructura química y estructura física. La estructura química se refiere a la construcción de la molécula individual y la estructura física al ordenamiento de las moléculas respecto a las otras.

Cuando se hace referencia a la estructura física de los polímeros se trata básicamente de la orientación y cristalinidad que, como veremos, dependen en gran medida de la estructura química y a su vez condicionan el comportamiento del material durante el procesado y durante su vida de servicio.

Un polímero es una sustancia que consiste en grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamados monómeros. Los materiales con un grado elevado de polimerización se denominan altos polímeros. Los homopolímeros son polímeros con un solo tipo de unidad que se repite. En los copolímeros se repiten varias unidades distintas.

La mayoría de las sustancias orgánicas presentes en la materia viva, como las proteínas, la madera, la quitina, el caucho y las resinas son polímeros; también lo son muchos materiales sintéticos como los plásticos, las fibras (nylon, rayón), los adhesivos, el vidrio y la porcelana (Beltran Rico & Marcilla Gomis, 2012).

A. Polímero Z

Cumple con la norma MTC 1109 – 2004 Norma Técnica de Estabilizadores Químicos.

- El efecto beneficioso del Estabilizador Z en caminos se debe a sus polímeros, que incorporados a un suelo, a un afirmado o regados en su superficie nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y no tóxico.
- El Estabilizador Z se diluye 1- 4 con agua. En el afirmado o suelo mantiene unidas y compactas las partículas finas alrededor de las gruesas con lo que se obtiene estabilización.
- Debe distinguirse claramente que el efecto de la aplicación del Estabilizador Z con polímero sintético, varía según se aplique sobre un afirmado debidamente graduado o sobre el suelo natural.
- Cuando se aplica sobre caminos afirmados, tiene a mejorar la estabilidad del mismo, es decir mejora la cohesión, compactación y resistencia de una capa relativamente gruesa de material correctamente graduado.
- El espesor del material estabilizado permite su resistencia a un tráfico relativamente alto.
- Cuando la aplicación se efectúa sobre el suelo natural, el éxito depende de la clase de suelo, variando desde un resultado nulo para suelos arenosos y pedregosos, hasta un resultado óptimo para suelos arcillosos. En estos últimos, la aplicación del Estabilizador Z con polímero sintético solo penetra algunos centímetros, produciendo una costra cohesionada por la humedad, similar a la que se obtiene con un riego constante de agua. La aplicación del Estabilizador Z, sobre un suelo arcilloso permite, en ausencia de lluvias, un tráfico de vehículos como de peatones.
- Esta aplicación está recomendada para áreas de velocidad reducida como por ejemplo, playas de estacionamiento, estaciones de servicios, talleres de reparación, o depósito de almacenaje.

B. Ventajas del polímero sintético Z

- Los caminos afirmados tratados con Estabilizador Z, constituye la solución intermedia ideal entre una superficie de rodaduras sueltas y polvorienta y un pavimento asfáltico. Esta afirmación es válida tanto desde el punto de vista de costo como de comportamiento.
- El polvo que se desprende por acción del tráfico, provoca incomodidad para los pasajeros aumenta el riesgo de accidentes así como pérdida de material del camino. Los dos primeros problemas causan repetidas quejas o reclamos, y el último significa una pérdida económica importante.
- Se ha comprobado que la pérdida anual de material afirmado puede llegar algo más de 20 mts por Kilómetro de carretera de 6 mts de ancho y con tráfico de 100 vehículos diarios. El uso del estabilizador Z con polímero sintético reduce esta pérdida drásticamente y al mismo tiempo, elimina los demás problemas causados por la polvareda.
- Adicionalmente a las ventajas mencionadas, cuando se usa el estabilizador Z con polímero sintético en la construcción del afirmado de caminos se consigue también: más rápida compactación, es decir que se requiere menos pasadas de rodillo para obtener una determinada compactación: mayor densidad, mejores condiciones de trabajo (Menos polvadera) durante la construcción.

C. Aplicación del polímero sintético Z

- Los mejores resultados se obtienen cuando se incorpora el estabilizador Z, al agua del afirmado durante la construcción ya que de esta manera se obtiene no solo un afirmado estabilizado y libre de polvo, sino que la construcción misma permite obtener mayor densidad con menor trabajo.
- Se aconseja saturar con estabilizador Z con polímero sintético el suelo compactado.

D. Rendimiento del polímero sintético Z

- Solución: estabilizador Z con polímero sintético 1+ 4 partes de agua.
- 01 cil estabilizador Z con polímero sintético = 55 gal.

2.3 Marco conceptual

1. CBR (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. (MTC, 2018).
2. Estabilizador de suelos: Producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento.
3. Afirmado: Es la capa de material natural selecto procesado o semi procesado de acuerdo a diseño que se coloca sobre la sub rasante de un camino. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en caminos no pavimentada. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización. (MTC, 2018).
4. Análisis granulométrico: Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños. (MTC, 2018)
5. Base: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento. (MTC, 2018).
6. Calicata: Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas. (MTC, 2018).
7. Camino departamental: Camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales. (MTC, 2018).
8. Carretera afirmada: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado. (MTC, 2018).
9. Carretera no pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural. (MTC, 2018).
10. Cohesión: La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal. (MTC, 2018).
11. Contenido de humedad óptimo: Es el contenido de humedad al cual un suelo o material granular al ser compactado utilizando un esfuerzo especificado proporciona una máxima densidad seca. El esfuerzo puede ser estándar o modificado (MTC, 2018).
12. Contenido de humedad: Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir

la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente. (MTC, 2018).

13. Cuarteo: Procedimiento de reducción del tamaño de una muestra.
14. Curva granulométrica: Representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100 que son los retenidos acumulados. (MTC, 2018)
15. Granulometría: Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas. (MTC, 2018)
16. Mantenimiento periódico: Conjunto de actividades programables cada cierto período, tendientes a recuperar la condición original de la carretera, que comprende la reposición a profundidad total, reconfiguración a todo el ancho y largo del afirmado mediante el escarificado con cuchilla, perfilado y recompactación a los efectos de conseguir la restauración requerido del afirmado reducir la rugosidad y el proceso de deterioro y mejorar el drenaje superficial y mejoras puntuales del trazo que fueran estrictamente necesarios. (MTC, 2018)
17. Mantenimiento rutinario: Conjunto de actividades que se realizan en el camino permanentemente para que conserve su estado de transitabilidad y se evite su deterioro prematuro. (MTC, 2018)
18. Material de cantera: Es aquel material de características apropiadas para su utilización en las diferentes partidas de construcción de obra, que deben estar económicamente cercanas a las obras y en los volúmenes significativos de necesidad de la misma. (MTC, 2018)
19. Subrasante (capa de): Capa superior de la plataforma a nivel de subrasante, sobre la que se construirá la estructura de la capa de rodadura. (MTC, 2018)
20. Subrasante (nivel de): Representación altimétrica (cota) del eje de la carretera, antes de la colocación de la estructura de la capa de rodadura. (MTC, 2018)
21. Tramo: Con carácter genérico, cualquier porción de un camino, comprendido entre dos puntos referenciales, localizados a lo largo del trazo o eje de la carretera. (MTC, 2018).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Formulación de la hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ha²: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho³: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

3.1.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específicas 1: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en el esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en la Curva esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero no incrementará en la Curva esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

² Hipótesis alternativa

³ Hipótesis nula

Hipótesis específicas 2: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en el esfuerzo – penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en la curva esfuerzo - penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementará en la curva esfuerzo – penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Hipótesis específicas 3: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en la curva densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa en la curva densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementa en la curva densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Hipótesis específicas 4: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa en el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la

carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementa en el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

3.2 Método

El método científico es el hipotético deductivo de un enfoque cuantitativo y que responde al paradigma positivista, es experimental, porque la investigación se apoya en la observación de fenómenos provocados o manipulados en laboratorio y es una situación de control en la que se manipulan de manera intencional, una o más variables independientes para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes, Hernández. et. al, (2010).

A su vez el enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica para establecer patrones de comportamiento y probar teorías

3.3 Tipo y nivel de investigación

3.3.1 Tipo de investigación

Esta tesis utilizó el tipo de investigación aplicada o tecnológica que se define como la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, el nivel de investigación es explicativa la cual tiene como finalidad explicar qué se utilizó en los ensayos de laboratorio. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis explicativas y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la explicación.

3.3.1 Nivel de investigación

Esta tesis utilizo el nivel de investigación explicativo, es decir con este estudio podemos conocer por qué un hecho o fenomeno de la realidad tiene tales y cuales características, cualidades, propiedades, etc., en síntesis, nos dicen por qué la variable en estudio es como es. el cual tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de

hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación. (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2010)

3.3.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es **experimental**, según Grajales Guerra (2009); (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2010) y Valderrama Mendoza (2010), el grupo de control son los obtenidos de los ensayos de laboratorio del suelo de afirmado sin adición de polímero sintético y post test se define como resultado a los obtenidos de los ensayos de laboratorio del suelo de afirmado con adición de polímero sintético, de acuerdo al manual de ensayo de materiales EM-2016 de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, el procedimiento de aplicación se realizó adecuadamente.

3.4 Operacionalización de variables e indicadores

1. Variable independiente

Aplicación del estabilizador Z con polímero sintético.

2. Variable dependiente

CBR del afirmado en la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050km – Abancay - Apurímac 2018.

Tabla 3. 1

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Indice	Valor
Estabilizador con polímero	Independiente	Cumple con la Norma MTC 1109 – 2004 NORMA TÉCNICA DE ESTABILIZADORES QUÍMICOS. El efecto beneficioso del Estabilizador Z en caminos se debe a sus polímeros, que incorporados a un suelo, a un firme o regados en su superficie nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y no tóxica. se diluye 1- 4 con agua. (Z aditivos, hoja técnica - edición 18 - versión 08.16)	Ensayo de CBR	La relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida	%	ml	1 polímero : 4 agua
Capacidad Portante CBR	Dependiente	CBR: Índice de resistencia de los suelos denominado valor de relación soporte, conocido como CBR (California Bearing Ratio), este índice se utiliza para evaluar la capacidad soporte de los suelos de subrasante y las capas de base, sub base y firme. (MTC E 132-2000)	Contenido de Humedad	Cuantitativa - Continua	%	Valor de % CBR	AI 95%
			Granulometría		kg		
			Clasificación de suelos		SUCS - ASSTHO		
			Índice de plasticidad		%		
			Proctor modificado		gr/cc - %		
			CBR de suelos		%		AI 100%
			Penetración				

Fuente: Elaboración propia

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

La población constituye el volumen de material utilizable de la cantera Condebamba equivalente a 12,152 m³, cuyo material de afirmado es utilizado para aplicar en el mantenimiento periódico de la carretera departamental AP-103 Tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera.

3.5.2 Muestra

En las muestras probabilísticas todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos, la muestra se obtiene utilizando métodos estadísticos los cuales resultan en una cantidad representativa de la población y es utilizada en la investigación cuantitativa Narváez (2014), el tamaño de la muestra se calcula con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2(N - 1) + (Z^2 * q * p)}$$

n = muestra

N = Tamaño de la población.

e = límite aceptable de error muestral, varía entre 1% y 9%

p = Variación positiva, toma un valor entre 0 y 1.

q = Variación negativa, q=1-p

Z= contante que depende del nivel de confianza que asignemos y corresponde a una distribución Normal o de Gauss.

Tabla 3. 2

Valor de nivel de confianza

Z(K)	1.28	1.65	1.96	2.17	2.24	2.33	2.58
Nivel de confianza	80%	90%	95%	97%	97.5%	98%	99%

Fuente: Narváez (2014)

Calculando y reemplazando valores para el cálculo de la muestra en estudio

$$n = \frac{12152 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2(12152 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)}$$

$$n = 372.42 \text{ m}^3$$

De la muestra total calculada se utilizó 84 kg para realizar los ensayos de laboratorio de suelos como se muestra a continuación:

- 2 kg para límites de Atterberg
- 4 kg para el ensayo de granulometría
- 48 kg para ensayo de proctor modificado
- 30 kg para el ensayo de CBR

3.6 Técnicas e instrumentos

3.6.1 Técnicas

Se utilizó la técnica de observación directa para recabar los datos, según Deza y Muñoz (2012) “la observación es un método fundamental de toda investigación, en ellas se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos”, para esta tesis se utiliza la observación directa que puede definirse como la inspección que se hace directamente a un fenómeno, para contemplar todos los aspectos inherente a su comportamiento y características.

3.6.2 Instrumentos

Son aquellos equipos mecánicos y electrónicos que se utilizaron durante el procedimiento de recolección de datos, para esta investigación se utilizó los siguientes equipos: balanza electrónica, horno electrónico, maquina manual para ensayos de CBR, tamices estandarizados, cuchara de casagrande, diales, probetas, fichas de apuntes, ficha de conteo de tráfico, formatos de inventario vial e inventario de condición.

3.6.3 Validación de instrumentos

Para medir las variables y dimensiones de estudio, se utilizó como instrumentos de medición los siguientes equipos: balanza electrónica, horno electrónico, maquina manual para ensayos de CBR, tamices estandarizados, cuchara de casagrande, diales, probetas, fichas de apuntes, fichas de registro de datos, ficha de conteo de tráfico y formatos de inventario vial e inventario de condición. Para la validación del instrumento, se siguió los procedimientos protocolares: se utilizó como instrumento los ensayos de mecánica de suelos, del laboratorio de metrología de Piunzar en la ciudad de Lima.

3.7 Consideraciones éticas

En la presente tesis de investigación se utilizó el aditivo químico estabilizador C. Polímero Z, que cumple con la norma MTC 1109 – 2004 NORMA TÉCNICA DE ESTABILIZADORES QUÍMICOS y es amigable para el medio ambiente.

3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de los distintos ensayos y la verificación del estado físico de la carretera, se realizó las siguientes actividades:

- a. El inventario vial e inventario de condición en la carretera AP-103.
- b. Se obtuvo los resultados del inventario de condición según la ficha del Excel de Provias Descentralizado.
- c. Se ubicó la cantera del sector de Condebamba el cual abastece con el material de afirmado en el mantenimiento periódico.
- d. Se recolecto muestras del afirmado para realizar pruebas en laboratorio de mecánica de suelos.
- e. Se realizó los ensayos de laboratorio en suelo natural y suelo con polímero sintético aplicando la dosificación (1 estabilizador Z con polímero+ 4 partes de agua), de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante “Z aditivos” cuya hoja técnica se encuentra anexada en el estudio.
 - Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
 - Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo ASTM D-2216, MTC E 108.
 - Límite líquido ASTM D-4318-05, MTC E110.
 - Límite plástico ASTM D-4318-05, MTC E111.
 - Proctor modificado ASTM D-1557, MTC – E115.
 - California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC – E132

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación y construcción de las variables

El trabajo de recolección de datos para el inventario vial e inventario de condición se realizó en el mes de julio del 2017, se observó que gran parte de la calzada de la carretera estaba en estado crítico con presencia de baches, erosiones, deformaciones y lodazales, por el cual se planteó un mejoramiento del material de afirmado con la utilización de un polímero estabilizador para poder mejorar la transitabilidad de la carretera, seguidamente se concretizó en los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2018 los ensayos de laboratorios de suelos en suelo natural y suelo mejorado con polímero y así se pudo constatar el aumento del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera AP-103.

Así, luego de varios días de trabajo se logró tener los resultados de laboratorio de suelos el cual mostro un aumento con respecto a la muestra patrón que ha sido realizado en suelo natural, para la realización de los ensayos se ha tomado como muestra la cantera Condebamba.

A continuación, se presentan los datos sobre los resultados y percepción de las dos variables de la tesis de aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (L= 14.050 kms) Abancay- Apurímac 2018, cuyo análisis se presenta.

4.2 Validez

La validez de la tesis Aplicación del estabilizador Z con polímero sintético en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (L= 14.050 kms) Abancay- Apurímac 2018, la validez del test fue establecida teniendo para tal fin como elemento de información al análisis de su estructura por medio de un análisis factorial exploratorio, por lo que se procedió a llevar a cabo el proceso de intercorrelación dimensión por dimensión y, para ello, se aplicó la medida de adecuación muestral KMO (Káiser –Meyer - Olkin) cuyo valor debe ser igual o superior a 0.5 y la prueba de esfericidad (Bartlett) que nos indica si existe asociación entre ítems, cuyo valor de significancia tienen que ser menores a 0.05. Esta estrategia estadística se ejecutó utilizando una muestra piloto de 6 muestras patrón que tienen similares características de la cantera a la que se sometió al laboratorio de suelos.

Los resultados por dimensiones se pueden apreciar en el siguiente cuadro estadístico:

Tabla 4. 1

Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR con suelo natural

KMO y prueba de Bartlett		Penetración 0.1 Pulg.	Penetración 0.2 Pulg.	Máxima densidad seca	Óptimo contenido de humedad
Medida de adecuación muestral de Káiser-Meyer-Olkin.		0.500	0.500	0.500	0.500
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	9.506	9.506	3.442	3.442
	Gl	1	1	1	1
	Sig.	0.002	0.002	0.002	0.002

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.1 se muestran los resultados alcanzados, de cuyos resultados podemos observar que los valores de KMO de las cuatro dimensiones son igual a 0.50. La prueba de esfericidad de Bartlett mide la asociación entre los ítems de una sola dimensión, determina si los ítems están asociados entre sí, y la misma está asociada al estadígrafo chi-cuadrado, como es significativa asociada a una probabilidad inferior a 0.05 por lo que podemos concluir que nuestra muestra es adecuada al instrumento y existe una asociación entre los ítems y están asociados hacia la medición de una sola identidad, vale decir, mide lo que pretende medir.

Tabla 4. 2

Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR del suelo con polímero

KMO y prueba de Bartlett		Penetración 0.1 Pulg.	Penetración 0.2 Pulg.	Máxima densidad seca	Óptimo contenido de humedad
Medida de adecuación muestral de Káiser-Meyer-Olkin.		0.500	0.500	0.500	0.500
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	6.347	7.386	9.269	6.935
	Gl	1	1	1	1
	Sig.	0.012	0.007	0.002	0.008

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.2 se muestran los resultados alcanzados, de cuyos resultados podemos observar que los valores de KMO de las cuatro dimensiones son iguales a 0.50. Por otro lado, la prueba de esfericidad de Bartlett en todas las dimensiones es menor a 0.05 por lo que podemos concluir que nuestra muestra es adecuada al instrumento y existe una asociación entre los ítems, vale decir, mide lo que pretende medir.

4.3 Confiabilidad

Para establecer la confiabilidad del CBR en suelo natural se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach, la cual puede tomar valores entre 0 y 1 donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa confiabilidad total. Esta estrategia estadística se ejecutó utilizando una muestra piloto de 6 muestras que tienen similares características de la población donde se ha llevado a cabo el estudio. Su fórmula determina el grado de consistencia y precisión; la escala de valores que determina la confiabilidad está dada por los siguientes valores:

Criterios de Confiabilidad

0.00 – 0.50	No aplicable
0.50 – 0.65	Moderado y modificable
0.65 – 0.75	Aplicable y confiable
0.75 – 1.00	Muy alta confiabilidad

Los resultados por dimensiones se pueden apreciar en el siguiente cuadro estadístico.

Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR con suelo natural

Tabla 4. 3

Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR del suelo natural

Dimensiones	Alfa de cronbach	N° de elementos
1 Penetración 0.1 pulg.	0.899	2
2 Penetración 0.2 pulg.	0.915	2
3 Máxima densidad seca	0.626	2
4 Óptimo contenido de humedad	-0.269	2

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la tabla 4.3 fueron obtenidos al aplicar el coeficiente Alfa de Cronbach y muestran valores considerables en cada dimensión que son superiores a 0.65 y están en el rango de aplicable y confiable y de muy alta confiabilidad, excepto el óptimo contenido de humedad es decir que tiene un valor menor el cual este valor negativo no significa que está mal realizado, ya que el valor del óptimo contenido de humedad debe ser menor para tener mejores resultados los cuales mide lo que pretende medir.

Tabla 4. 4

Estadístico de confiabilidad: variable dependiente CBR del suelo con polímero

	Dimensiones	Alfa de cronbach	N° de elementos
1	Penetración 0.1 pulg.	0.816	2
2	Penetración 0.2 pulg.	0.905	2
3	Máxima densidad seca	0.542	2
4	Óptimo contenido de humedad	-4.104	2

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la tabla 4.4 fueron obtenidos al aplicar el coeficiente Alfa de Cronbach y muestran valores considerables en cada dimensión que son superiores a 0.5 y están en el rango de muy alta confiabilidad, es decir, mide lo que pretende medir.

4.4 Procesamiento de datos: resultados

Para la presente tesis se ha realizado el estudio de mecánica de suelos al material de afirmado de la cantera de Condebamba, que es utilizado en el mantenimiento periódico de la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera, con acceso de 2.410 km (Quebrada Colcaque), ya que es la principal abastecedora de este material dentro de la ciudad de Abancay, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. 5

Resumen de resultados de pruebas de ensayo

Ítem	Ensayo de laboratorio	Con suelo natural	Con polímero
1	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	SUCS: GC	
		AASHTO: A-2-6 (0)	
2	Determinación del contenido de humedad	4.13%	
3	Límite líquido	36.81%	37.30%
4	Límite plástico	22.75%	25.99%
	Índice de plasticidad	14.06%	11.31%
5	Proctor modificado		
	Máxima densidad seca	2.225 gr/cc	2.205 gr/cc
	Óptimo contenido de humedad	6.75%	7.10%
6	CBR al 95%	12.55%	13.09%
7	CBR al 100%	15.44%	18.57%

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Al realizar el análisis granulométrico de suelos por tamizado, se obtuvo que el 57.97% del suelo pasa el tamiz N°4 y el 18.91% pasa el tamiz N° 200, como se muestra en la tabla 4.2, del tamaño máximo nominal (2 pulg); obtenido de la muestra cuarteada, se seleccionó 4000 g de los cuales se obtuvo que el 42.50 % es grava, el 39.04 % es arena y el 18.91% es fino, el valor de D60 (diámetro de abertura del tamiz por el que pasa el 60% de material) es 4.78 mm, de D30 (diámetro de abertura del tamiz por el que pasa el 30% de material) es 0.512 mm; mientras el D10 se considera nulo; por lo tanto, no presenta coeficiente de uniformidad y curvatura, por lo cual se ha clasificado el suelo como grava arcillosa: mezcla de grava – arena – arcillosas de mediana plasticidad.

Tabla 4. 6

Granulometría de suelo

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	233.50	5.84	5.84	94.16
1"	25.400	94.50	2.36	8.20	91.80
3/4"	19.050	275.50	6.89	15.09	84.91
1/2"	12.700	287.50	7.19	22.28	77.73
3/8"	9.525	228.00	5.70	27.98	72.03
1/4"	6.350	322.00	8.05	36.03	63.98
No4	4.760	241.00	6.03	42.05	57.95
No10	2.000	534.50	13.36	55.41	44.59
No20	0.840	430.50	10.76	66.18	33.83
No30	0.590	116.50	2.91	69.09	30.91
No40	0.420	136.00	3.40	72.49	27.51
No60	0.250	197.00	4.93	77.41	22.59
No100	0.149	100.50	2.51	79.93	20.08
No200	0.074	46.50	1.16	81.09	18.91
BASE		1.500	0.04	81.13	18.88
W-Wo		755.000	18.88	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad representa el porcentaje de agua existente en un cantidad dada de suelo en términos de su peso seco; para el suelo extraído de la cantera, se obtuvo un contenido de humedad de 4.13%.

Imagen 4. 1

Ensayo de contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

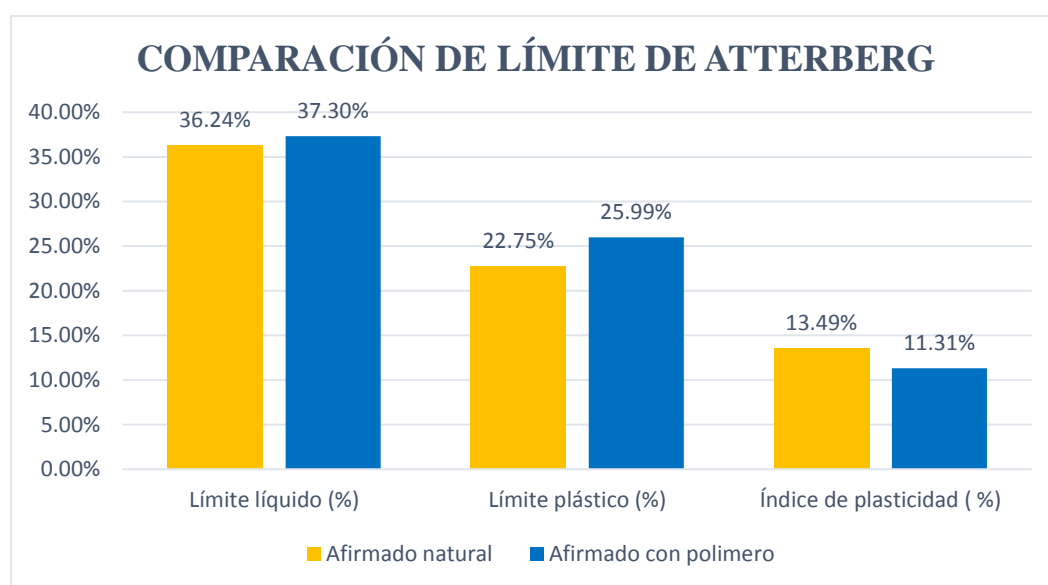
4.4.3 Ensayos de límites de Atterberg

Al realizar los ensayos de límites de Atterberg, se observó que el límite líquido incrementa su valor en un 1.1% y el límite plástico incrementa su valor en 3.19% teniendo como resultado una disminución del índice de plasticidad en un valor de -2.19%.

Se entiende que el comportamiento del suelo, al adicionar el polímero en estudio, tiende a ser más plástico con poca variación del límite líquido. En conclusión, se observa que existe una tendencia a disminuir el índice plástico lo que favorecería a obtener un valor que se encuentre dentro de los rangos establecidos por las especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013 para ser considerado como material de afirmado.

Figura 4. 1

Comparación de límites de Atterberg de suelo natural y suelo con polímero



Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Clasificación de suelos

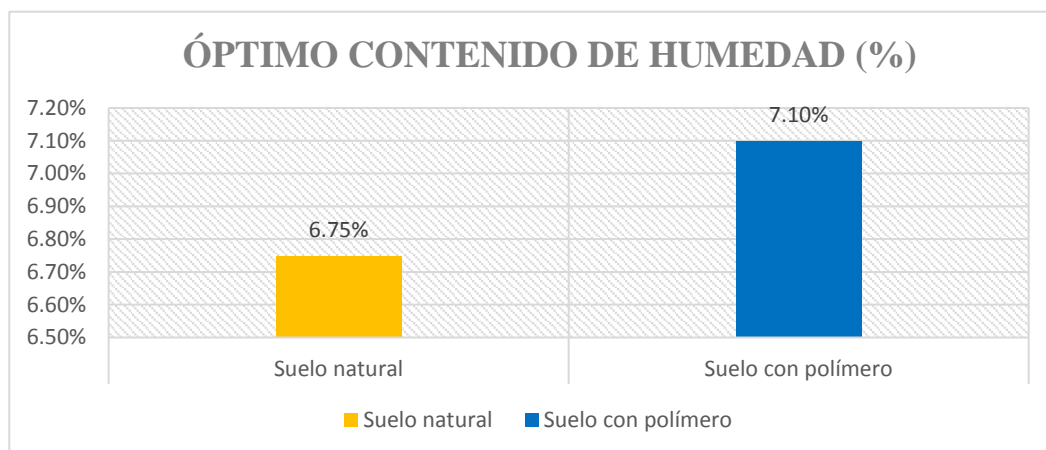
Con el análisis granulométrico realizado y los ensayos de límites de Atterberg, se realiza la clasificación de suelos, el método SUCS indica que estamos frente a un suelo grava arcillosa, mezcla grava – arena – arcillosa (**GC**) y el método AASHTO indica que el suelo es grava y arena limo arcillosas **A-2-6 (0)**. Obteniendo una calificación de un material con comportamiento de excelente a bueno para la utilización como base - afirmado en carreteras.

4.4.5 Ensayo de proctor modificado

Después de haber realizado el ensayo de proctor modificado, se obtiene que el valor del óptimo contenido de humedad en suelo natural (afirmado sin polímero) es de 6.75%, aplicando el estabilizador Z con polímero al afirmado aumenta a 7.10% y la máxima densidad seca obtenida en suelo natural es de 2.225 gr/cc y aplicando polímero es 2.205 gr/cc. Se observa el óptimo contenido de humedad con polímero aumenta respecto al terreno natural en un 0.35% y disminuye la densidad máxima seca en 0.02% respecto al suelo natural.

Figura 4. 2

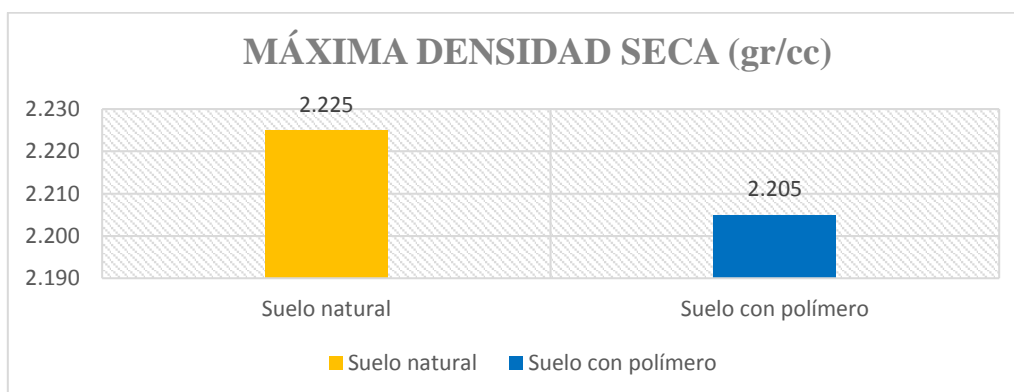
Comparación de óptimo contenido de humedad del suelo natural y suelo con polímero



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 3

Comparación de máxima densidad seca del suelo natural y suelo con polímero



Fuente: Elaboración propia

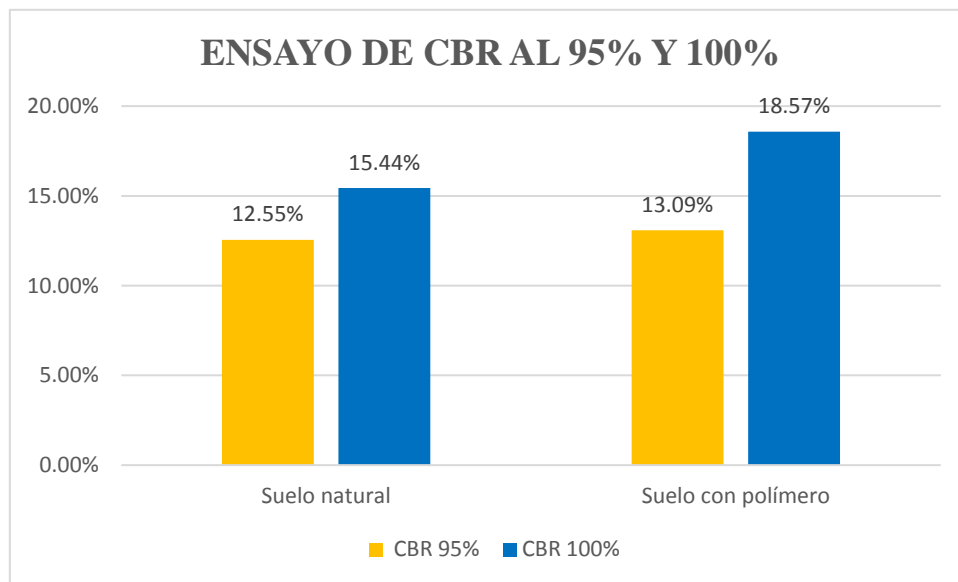
4.4.6 Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

El valor del CBR al 95% en suelo natural es de 12.55%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 13.09%, con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 0.54% con referencial al valor del suelo natural.

El valor del CBR al 100% en suelo natural es de 15.44%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 18.57%, con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 3.13%, con referencial al valor del suelo natural.

Figura 4. 4

Comparación CBR al 95% y 100% del suelo natural y suelo con polímero



Fuente: Elaboración propia

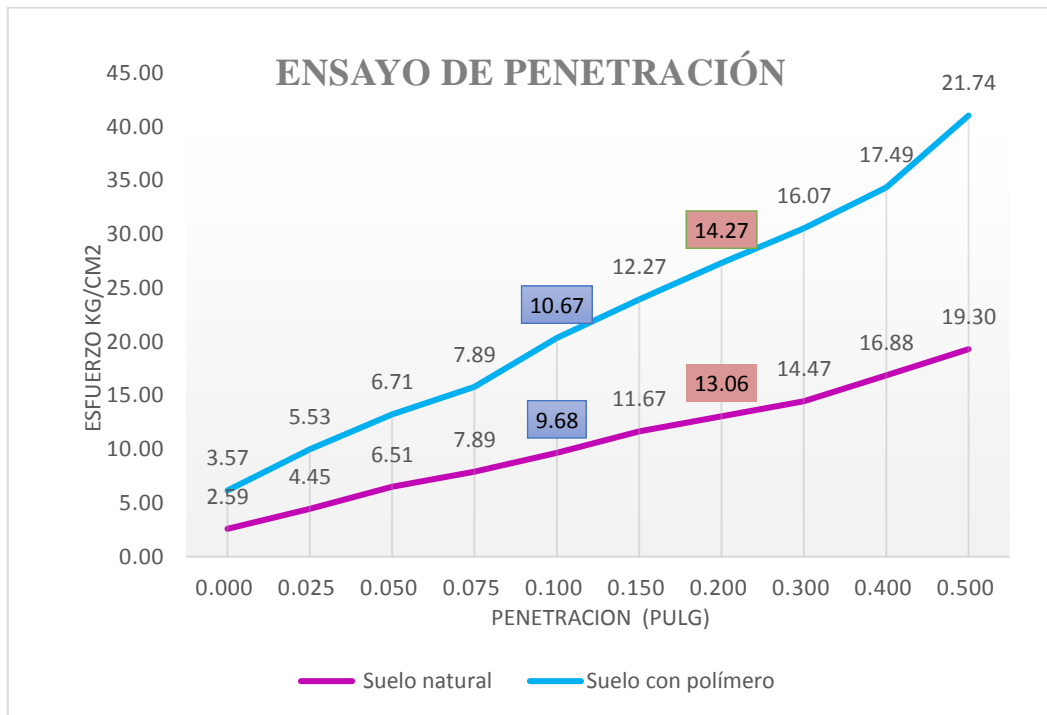
a) Penetración

Para llegar a una penetración de 0.1 pulgadas en el molde con suelo natural, se necesitó un esfuerzo de 9.68 kg/cm², en cambio para molde con suelo incorporado con polímero se necesitó un esfuerzo de 10.67 kg/cm².

Para llegar a una penetración de 0.2 pulgadas en el molde con suelo natural se necesitó un esfuerzo de 13.06 kg/cm², en cambio para molde con suelo incorporado con polímero se necesitó un esfuerzo de 14.27 kg/cm².

Figura 4. 5

Ensayo de penetración



Fuente: Elaboración propia

b) Expansión

El día 0 se observó que el porcentaje de hinchamiento es de 0.00 % en ambos moldes

El día 1 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural aumentó a 0.22%, en cambio el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo con polímero aumentó a 0.17%.

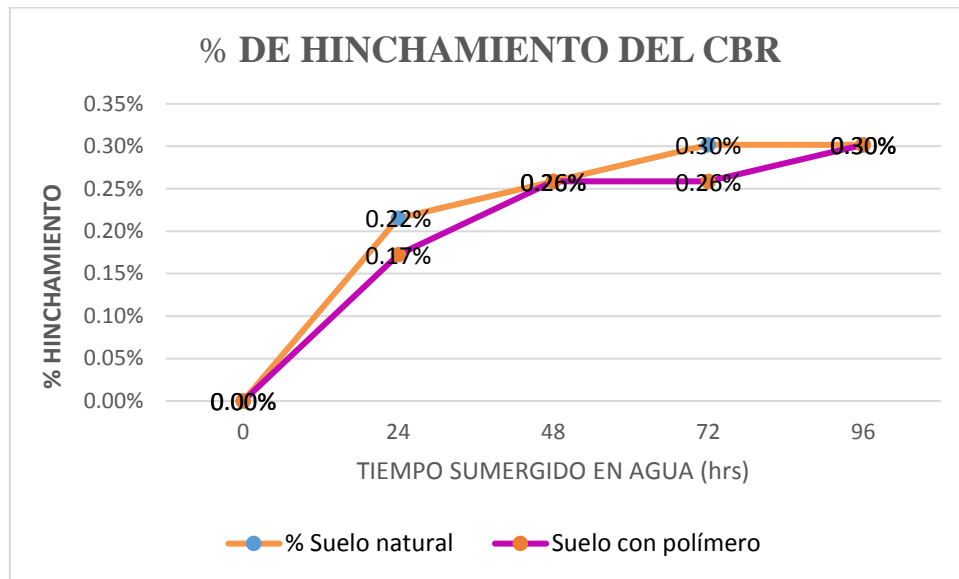
El día 2 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural y del suelo con polímero incrementó a 0.26%.

El día 3 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural aumentó a 0.30%, en cambio el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo con polímero se mantuvo en 0.26 %.

El día 4 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural y del suelo con polímero alcanzaron un valor de 0.30%.

Figura 4. 6

Porcentaje de hinchamiento de CBR



Fuente: Elaboración propia

4.5 Prueba de hipótesis

I. Planteamiento de la hipótesis

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

II. Regla para tomar decisión estadística

Si el valor $p > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula (H_0)

Si el valor $p < 0.05$, se aceptará la hipótesis alternativa (H_a)

III. Estadística de contraste de hipótesis

Se ha relacionado las cuatro dimensiones de óptimo contenido de humedad en muestra con aplicación de polímero, máxima densidad seca - CBR en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con

aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de estabilizador Z con polímero, con la variable valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018, utilizando la prueba estadística de la regresión y correlación lineal. A través de la distribución Beta que muestra sus dimensiones si son o no relaciones significativas.

Tabla 4. 7

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,994a	,988	,940	,053971

a. Predictores: (constante), óptimo contenido de humedad en muestra con aplicación de polímero, máxima densidad seca – CBR en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de polímero.

Fuente: Elaboración propia

La correlación de las dimensiones independientes con la variable dependiente es de 99.40 %. El coeficiente de determinación nos indica que el 98.80% de las variaciones que se produzcan en la variable CBR se explican por las dimensiones: óptimo contenido de humedad en muestra con aplicación de polímero, máxima densidad seca - cbr en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de polímero, la diferencia, 0.60 % se debe a otros factores.

Tabla 4. 8

Anova^a de la hipótesis general

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. Valor P
1 Regresión	,239	4	,060	20,485	,164 ^b
Residuo	,003	1	,003		
Total	,242	5			

a. Variable dependiente: CBR del afirmado en la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050km – Abancay- Apurímac 2018

b. Predictores: (constante), óptimo contenido de humedad en muestra con aplicación de polímero, máxima densidad seca - cbr en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero, esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de polímero.

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza aplicado al modelo de regresión y correlación, nos indica que dicha relación es significativa (valor $p > 0.05$)

Tabla 4. 9

Coefficientes de la hipótesis general

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig. Valor P
	B	Beta	Beta		
(Constante)	106,748	156,112		,684	,618
Esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de polímero	3,933	13,661	,940	,288	,822
Esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero	-1,021	11,950	-,231	-,085	,946
Máxima densidad seca - CBR en muestra con aplicación de polímero	-39,652	65,664	-1,012	-,604	,654
Óptimo Contenido de Humedad en muestra con aplicación de Polímero	-1,287	2,635	-1,269	-,488	,711

a. *Variable dependiente: CBR del afirmado en la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050km – Abancay- Apurímac 2018*
Fuente: Elaboración propia

El análisis de las contribuciones de las dimensiones, mediante el coeficiente Beta, nos indica que la dimensión esfuerzo - penetración de 0.1 pulg. en muestra con aplicación de polímero contribuye de manera directa y significativa (valor $p = 0.822 > 0.05$) en 0.94; Contribuyen de manera indirecta la dimensión esfuerzo - penetración de 0.2 pulg. en muestra con aplicación de polímero (valor $p = 0.9462 > 0.05$) en $- 0.231$; de la misma forma la dimensión máxima densidad seca - CBR en muestra con aplicación de polímero que contribuye de manera indirecta (valor $p = 0.654 > 0.05$) en -1.012 y la dimensión óptimo contenido de humedad en muestra con aplicación de Polímero (valor $p = 0.711 > 0.05$) en -1.269 .

IV. Interpretación

El valor de $p = 0.618 > 0.05$, podemos afirmar que la aplicación del polímero Z no tiene una relación significativa en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado para la carretera puente Ullpuhuaycco –

Karkatera, con una correlación de nivel alto de 99.40 %, por lo que se acepta la hipótesis nula.

4.5.1 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1:

I. Planteamiento de hipótesis

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en la curva esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero no incrementará en la curva esfuerzo - penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

II. Regla para tomar decisión estadística

Si el valor $p > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula (H_0)

Si el valor $p < 0.05$, se aceptará la hipótesis alternativa (H_a)

III. Estadística de contraste de hipótesis

Tabla 4. 10

Correlaciones hipótesis específica 1

		CBR aplicando estabilizador Z con polímero en la cantera de Condebamba	Esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de polímero
CBR aplicando estabilizador Z con polímero en la cantera de Condebamba	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 6	,915* ,011 6
Esfuerzo - penetración de 0.1 pulg en muestra con aplicación de polímero	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,915* ,011 6	1 6

*. *La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).*

Fuente: Elaboración propia

IV. Interpretación

El valor de $p = 0.011 < 0.05$, podemos afirmar que el esfuerzo – penetración de 0.1 pulg se relaciona con el valor del CBR del material utilizado como afirmado para la carretera puente Ullpuhuaycco – Karkatera, con una correlación de nivel medio de 91.50%.

Hipótesis específica 2:

I. Planteamiento de hipótesis

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementará en la curva esfuerzo - penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementará en la curva esfuerzo – penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

II. Regla para tomar decisión estadística

Si el valor $p > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula (H_0)

Si el valor $p < 0.05$, se aceptará la hipótesis alternativa (H_a)

III. Estadística de contraste de hipótesis

Tabla 4. 11

Correlaciones hipótesis específica 2

		CBR aplicando estabilizador Z con polímero en la cantera de Condebamba	Esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero
CBR aplicando estabilizador Z con polímero en la cantera de Condebamba	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 6	,937** ,006 6
Esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,937** ,006 6	1 6

*. *La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).*

Fuente: Elaboración propia

IV. Interpretación

El valor de $p = 0.006 < 0.05$, podemos afirmar que el esfuerzo – penetración de 0.2 pulg se relaciona con el del CBR del material utilizado como afirmado para la carretera puente Ullpuhuaycco – Karkatera, con una correlación de nivel medio de 91.50. %.

Hipótesis específica 3:

I. Planteamiento de hipótesis

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa en la curva densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementa en la curva densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

II. Regla para tomar decisión estadística

Si el valor $p > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula (H_0)

Si el valor $p < 0.05$, se aceptará la hipótesis alternativa (H_a)

III. Estadística de contraste de hipótesis

Tabla 4. 12

Correlaciones hipótesis específica 3

		CBR aplicando estabilizador Z con Polímero en la cantera de Condebamba	Máxima Densidad seca - CBR en muestra con aplicación de Polímero
CBR aplicando estabilizador Z con Polímero en la cantera de Condebamba	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 6	,964** ,002 6
Esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de Polímero	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,964** ,002 6	1 6

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

IV. Interpretación

El valor de $p = 0.002 < 0.05$, podemos afirmar que la máxima densidad seca se relaciona con el del CBR del material utilizado como afirmado para la carretera puente Ullpuhuaycco – Karkatera, con una correlación de nivel medio de 96.40. %.

Hipótesis específica 4:

I. Planteamientos de la hipótesis

Ha: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa en el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

Ho: La aplicación del estabilizador Z con polímero sintético no incrementa en el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018.

II. Regla para tomar decisión estadística

Si el valor $p > 0.05$, se aceptará la hipótesis nula (H_0)

Si el valor $p < 0.05$, se aceptará la hipótesis alternativa (H_a)

III. Estadística de contraste de Hipótesis

Tabla 4. 13

Correlaciones hipótesis específica 4

		CBR aplicando estabilizador Z con polímero en la cantera de Condebamba	Óptimo contenido de humedad en muestra con aplicación de polímero
CBR aplicando estabilizador Z con polímero en la cantera de Condebamba	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 6	-,929** ,007 6
Esfuerzo - penetración de 0.2 pulg en muestra con aplicación de polímero	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,929** ,007 6	1 6

***. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).*

Fuente: Elaboración propia

IV. Interpretación

El valor de $p = 0.007 < 0.05$, podemos afirmar que el óptimo contenido de humedad se relaciona con el CBR del material utilizado como afirmado para la carretera puente Ullpuhuaycco – Karkatera, con una correlación de nivel medio de -92.90. %.

4.6 Discusión

Los resultados obtenidos luego de realizar el ensayo granulométrico nos indica que estamos frente a un suelo grava arcillosa, mezcla grava – arena – arcillosa (GC) (clasificación SUCS) y el método AASHTO indica que el suelo es grava y arena limo arcillosa A-2-6 (0), con la incorporación del polímero en dosificación 1:4 (polímero: agua) en el material de afirmado se ha incrementado el valor del CBR de 15.44 % a 18.57 %, significa que el estabilizador Z con polímero mejora las propiedades físicas del suelo, estos resultados son concordantes con el estudio realizado por (Zambrano Yagual & Casanova Zambrano, 2016) en donde aplicó polímeros en suelos arcilloso (CL) y grava arcillosa (GC) para lograr la estabilización y el incrementa el valor del CBR del material, también menciona que la aplicación de polímeros no implica mayor costo en comparación con una vía asfaltada o de cemento, por lo tanto, se afirma que los resultados son confiables.

Por otro lado al realizar el ensayo de Proctor Modificado, se obtiene que el valor del óptimo contenido de humedad en suelo natural (afirmado sin polímero) es de 6.75 %, mientras que aplicando el estabilizador Z con polímero al afirmado aumenta a 7.10% y la máxima densidad seca obtenida en suelo natural es de 2.225 gr/cc y con polímero 2.205 gr/cc, así mismo (Palomino Teran, 2016) en su tesis obtuvo resultados similares con respecto a la máxima densidad seca en donde presenta una ligera disminución de 1.75 gr/cm³ (muestra patrón) a 1.705 gr/cm³ (6% de aditivo Maxxseal 100) aplicado en suelos arcillosos, ambos trabajos de investigación tiene concordancia.

De la misma manera, los estudios realizados por (Pozo Durruthy, 2010) (Palomino Teran, 2016) (Andres Fuentes, 2013) coinciden en que la aplicación de un estabilizante químico (polímero) aplicado a suelos arcillosos ha tenido efectos beneficiosos en el incremento del valor del CBR.

Por otra parte, el polímero incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.1 pulg de penetración en el suelo normal necesita 9.88 kg/cm², mientras que para 0.2 pulg de penetración necesita 12.82 kg/cm², a comparación del suelo con adición de polímero que aumenta a 10.54 kg/cm² y 14.08 kg/cm², respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presente menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

Ha sido demostrado que el estabilizador Z con polímero incrementa positivamente en vista de que el óptimo contenido de humedad aumenta de 6.75% a 7.10% con la aplicación de polímero.

Para la validez de la hipótesis, se aplicó la medida de adecuación muestral KMO (Káiser – Meyer - Olkin) cuyo valor debe ser superior a 0.5 y la prueba de esfericidad (Bartlett) que nos indica si existe asociación entre ítems, cuyo valor de significancia tienen que ser menores a 0.05, en nuestra tesis cumple con lo indicado, a diferencia de los demás antecedentes no se realizó la prueba de validez ni se demostró la prueba de hipótesis; sin embargo, al realizar la prueba nos da como resultado la hipótesis nula, el valor del aumento del CBR no es un valor representativo.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

PRIMERA: El valor del CBR al 95% en suelo natural es de 12.55%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 13.09%, con la aplicación del polímero el valor del CBR, se incrementa en un 4.30% con referencial al valor del suelo natural, mientras que el valor del CBR al 100% en suelo natural; es de 15.55%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 18.57% con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 20.27%, con referencial al valor del suelo natural.

El L.L. en suelo natural es menor en un 0.49% que aplicando el estabilizador Z del polímero, el cual nos indica que es más líquido al aplicar el estabilizador. El límite plástico. en suelo natural es menor en un 3.24% que aplicando el estabilizador del polímero Z. el cual nos indica que el material al aplicar el polímero se vuelve más plástico. El valor del índice de plasticidad es de 14.06% en suelo natural y disminuye a 11.31% aplicando el estabilizador Z con polímero, resultando un suelo menos plástico.

SEGUNDA: El polímero incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.1 pulg de penetración en el suelo normal necesita 9.88 kg/cm², a comparación del suelo con adición de polímero que aumenta a 10.54 kg/cm² respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presente menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

TERCERA: El polímero incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.2 pulg de penetración necesita 12.82 kg/cm², a comparación del suelo con adición de polímero que aumenta 14.08 kg/cm², respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presente menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

CUARTA: El óptimo contenido de humedad con polímero aumenta respecto al terreno natural en un 0.35% y disminuye la densidad máxima seca en 0.02% respecto al suelo natural, mientras que el valor del óptimo contenido de humedad en suelo natural es de 6.75%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 7.10% y la densidad relativa disminuye siendo en suelo natural 2.225 gr/cc y con polímero 2.205 gr/cc.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda evaluar la influencia del polímero en el aumento del CBR en diferentes canteras de material de afirmado que son usados en las carreteras departamentales y vecinales de la Región Apurímac.
- Se recomienda evaluar la influencia del polímero en el aumento del CBR en la subrasante de carreteras departamentales y vecinales de la Región Apurímac.
- Evaluar la influencia del polímero en el aumento del CBR del material de afirmado con estabilizadores de menor precio, para ello la universidad deberá hacer convenios con empresas productoras de estabilizadores químicos a nivel del País.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrés Fuentes, C. F. (2013). Estabilización de suelos mediante el químico GT-24X en suelos de subrazante de la ciudad de Concepcion. Concepcion.*
- Beltrán Rico, M., & Marcilla Gomis, A. (2012). Tecnología de Polímeros Procesado y Propiedades. Alicante, España: Publicaciones Universidad de Alicante.*
- Bowles, J. E. (1981). Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. México: Mc Graw - Hill de México S.A.*
- Cómite técnico permanente de geotécnia. (1999). NTP 339.134:1999 Suelos (1ra ed.). Lima, Perú.*
- Crespo Villalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones (5TA ed.). México d.f, México: limusa noriega editores.*
- Forsythe, W. (1985). Física de suelos: Manual de laboratorio. San Jose, Costa Rica: Instituto inteamericano de cooperacion para la agricultura.*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.*
- Ibáñez, W. (2010). Costos y tiempos en carreteras. Lima.*
- Llanos Sánchez, A. H., & Reyes Pérez, S. K. (2017). Estudio comparativo de los ensayos California Bearing Ratio (CBR) de laboratorio y penetración dinámica de cono (pdc) en la localidad de picisi. Pimentel, Chiclayo, Perú.*
- Menéndez, J. R. (2003). Mantemiento rutinario de caminos con microempresa. Lima.*
- Morales, A. A. (1996). Metodología de la Investigación Científica. Cusco: Alpha E.I.R.Ltda.*
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima.*
- *MTC. (2018). Informe Técnico N° 02: Flujo vehicular por unidad de peaje . Lima.*
 - *MTC. (2018). Manual de carreteras diseño geometrico DG-2018. Lima.*
 - *MTC. (2016). Manual de ensayos de materiales (EM 2016) DGCF. Lima.*
 - *MTC. (2016). Guia para el cumplimiento de la Meta 40. Lima.*
 - *MTC. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Lima.*

- MTC. (2014). Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito. *Lima*.
- MTC. (2014). Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas. *Lima*.
- MTC. (2013). Manual de carreteras : Especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013. *Lima*.
- MTC. (2013). Manual de carreteras "suelos, geología, geotécnica y pavimentos". *Lima*.
- MTC. (2005). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito . *Lima*.

Osorio Martínez, J. F., & Casas Gerena, A. N. (2011). Correlación P.D.C. con CBR para suelos en la localidad de Suba. Bogotá D.C.

Palomino Terán, K. E. (2016). Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del estabilizador Maxxeal 100. Cajamarca.

Palomino, K. E. (2016). Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del estabilizador Maxxeal 100. Cajamarca.

Pozo Durruthy, E. (2010). Comparación de los resultados de diversos ensayos en suelos arcillosos estabilizados con el nuevo Rocamix líquido. La Habana.

Reunion de ingenieros. (1975). Mecánica de suelos. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.

Saldaña Palomino, Y. E. (2016). Influencia de la adición de cloruro de sodio en el Índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso. Cajamarca.

Tenreiro, R. D.-R. (2001). Caminos rurales proyectos y construcción (3era ed.). España: Ediciones Mundi - Prensa.

Villalaz, C. C. (2004). Vías de comunicación Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. México: Limusa noriega editores.

Zambrano Yagual , A. P., & Casanova Zambrano, M. A. (2016). Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC). Samborombom.

Anexo 1:

Ingeniería de la investigación

a. Inventario vial de la carretera

Se elabora el Inventario Vial Georreferenciado de las principales características físicas de la carretera Departamental AP-103 Arco – Karkatera, lo que permite describir el estado situacional actual de la carretera.

Elementos y características de la vía: Se consideran un total de catorce características físicas en la carretera, estas son las principales variables que sirven para determinar el estado situacional de la carretera departamental AP-103 Arco – Karkatera.

Anexo 01. 1

Resumen del inventario vial

Ítem	Características	Tramo Arco Karkatera	Tramo Karkatera - Ccocha	Tramo Ccocha - Huanipaca	Tramo Huanipaca - Tambobamba
1	Código de la carretera	AP-103	AP-103	AP-103	AP-103
2	Punto de Inicio	Km 0+000 (Arco-Tamburco)	Km 23+000	Km 0+000 Huanipaca	Km 0+000 Plaza de Huanipaca
3	Longitud del camino	23.000 km	23.500 km	21.025 km	17.400 km
4	Ancho de la plataforma	4.04 m	3.83m	4.07 m	4.04 m
5	Tipo de superficie de rodadura	Afirmado	Afirmado	Afirmado	Afirmado
6	Estado de transitabilidad de la carretera	Regular	Regular	Regular	Regular
7	Clasificación por orografía	Ondulado, accidentado y escarpado	Ondulado, accidentado y escarpado	Ondulado, Plano, accidentado y escarpado	Ondulado.
8	Tipos de señalización	Informativa y preventiva	Informativa y preventiva	Informativa y preventiva	Informativa y preventiva
9	Puente	Pontón en quebrada de Ullpuhuaycco km 1+500.	No se encontró	No se encontró	Pontón en Km 11+550
10	Alcantarillas, Badenes y Cunetas	29 alcantarillas 07 badenes	42 alcantarillas 06 badenes	16 alcantarillas 03 badenes	33 alcantarillas 06 badenes
11	Ciudad o Centro Poblado	Moyocorral Huayllabamba Ccaca Karkatera	Ccoya Sorcca	Huanipaca Limanqui	Huanipaca Limanqui
12	Puntos notables	Km 15+200 CP. Karkatera	Km 46+500 desvío a Tacmara	-----	Km 9+850 desvío a Kiunalla
13	Puntos Críticos	Km 22+140		-----	-----
14	Punto final	Km 23+000	Km 46+500	KM 21+025 Dv. Tacmara	Km 17+400

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el inventario vial de la carretera se utilizaron los siguientes equipos:

- GPSMAP 64S GARMIN
- Cámara fotográfica Canon de 16.0 mega pixeles
- Computadora portátil Lenovo G580
- Wincha de 50 mt
- Vehículo Station Wagon

b. Inventario de condición

Se necesitó realizar el inventario de condición para evaluar el estado físico de la carretera departamental, se realizó el trabajo de campo teniendo como referencia las fichas técnicas del MTC – Provias Descentralizado, (Guía para el cumplimiento de la meta 40” – determinación del estado de transitabilidad y nivel de intervención de los caminos rurales, las cuales fueron evaluadas en la carretera departamental: AP-103: Emp. PE-3S (Tamburco) - Huayllabamba – Karkatera - Sorcca - Ccocha – Emp. PE-3S V (Huanipaca).

La carretera departamental ha sido estudiada a detalle para identificar las fallas o deterioros existentes, el cual no permite la buena transitabilidad de vehículos en la carretera.

Esta evaluación de daños se realizó adecuadamente siguiendo las fichas de la guía antes mencionada.

Catálogo de deterioros en el material de afirmado

En este catálogo se describen los deterioros y las fallas, cada uno en una ficha técnica incluye el nombre del deterioro y la gravedad en el que se ha clasificado; la descripción del deterioro.

Anexo 01. 2

Catálogo de deterioros en el material de afirmado

Código de daño	Deterioros	Gravedad
1	Deformación	1: Huellas/ hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm 2: Huellas/ hundimientos entre 5 cm y 10 cm 3: Huellas/ hundimientos >= 10 cm
2	Erosión	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm
	Baches	1: Se pueden repararse por conservación rutinaria

3	(huecos)	2: Se necesita una capa de material adicional 3: Se necesita una reconstrucción
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad >= 10 cm
5	Lodazal	1: transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se definen niveles de gravedad.
6	Cruce de agua	1: transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se definen niveles de gravedad.

Fuente: Provias Descentralizado

c. Tipos de deterioros y niveles de gravedad

- Deformación

Es el cambio de la forma inicial de la superficie de rodadura debido a esfuerzos transmitidos por las cargas puntuales de los vehículos.

Gravedad:

1: Huellas/ hundimientos sensibles al usuario, pero < 5cm

2: Huellas/ hundimientos entre 5cm y 10 cm

3: Huellas/ hundimientos >= 10 cm

- Erosión

Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura o en otros elementos de la carretera (MTC, 2018).

Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura o en otros elementos de la carretera (MTC P. D., 2016).

Gravedad:

1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm

2: Profundidad entre 5cm y 10 cm

3: Profundidad >= 10 cm

- Baches (huecos)

Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada (MTC, 2018).

Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada (MTC P. D., 2016).

Gravedad

1: Se pueden repararse por conservación rutinaria

2: Se necesita una capa de material adicional

3: Se necesita una reconstrucción

- **Encalaminado**

Ondulaciones u ondas a lo ancho de la superficie de rodadura de una Vía en sentido longitudinal (MTC, 2018).

Ondulaciones u ondas en la superficie de rodadura de una vía, producto de un tipo de movimiento plástico en sentido longitudinal (MTC P. D., 2016).

Gravedad:

1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm

2: Profundidad entre 5cm y 10 cm

3: Profundidad \geq 10 cm

- **Lodazal**

Es un daño producido a la carretera por el conjunto de baches, terreno lleno de lodos.

Gravedad:

1: transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se definen niveles de gravedad.

- **Cruce de agua**

Es un daño producido por las aguas pluviales, que generados por surcos cortan transversalmente.

Gravedad

1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se definen niveles de gravedad.

Análisis físico del estado de las vías en el tramo de estudio

Tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera

Anexo 01. 3

Identificación de daños: Deformación y niveles de gravedad

Tipo de daño: Deformación

Carretera departamental: AP-103
Tramo: (Arco – Karkatera)
Progresiva: km 02+350
Nivel de gravedad: 1 huellas/
hundimiento sensible al usuario, pero <
a 5 cm.
Tipo de intervención: Mantenimiento
rutinario mecanizado.
Actividad a realizar: Limpieza de
cunetas



Carretera departamental: AP-103
Tramo: (Arco – Karkatera)
Progresiva: km 05+900
Nivel de gravedad: 2 huellas/
hundimientos entre 5cm y 10 cm.
Tipo de intervención: Mantenimiento
rutinario mecanizado.
Actividad a realizar: Limpieza de
cunetas



Carretera departamental: AP-103
Tramo: (Arco – Karkatera)
Progresiva: km 02+700
Nivel de gravedad: 3 huellas/
hundimientos \geq 10 cm.
Tipo de intervención: Mantenimiento
rutinario mecanizado.
Actividad a realizar: Limpieza de
cunetas



Fuente: Elaboración propia

Anexo 01. 4

Identificación de daños: Erosión y niveles de gravedad

Tipo de daño: Erosión

Carretera departamental: AP-103
Tramo: (Arco – Karkatera)
Progresiva: km 15+200
Nivel de gravedad: 1 Sensible al usuario, pero profundidad < a 5 cm.
Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado.
Actividad a realizar: Limpieza de cunetas



Carretera departamental: AP-103
Tramo: (Arco – Karkatera)
Progresiva: km 09+200
Nivel de gravedad: 2 profundidades entre 5 cm y 10 cm.
Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado.
Actividad a realizar: Limpieza de cunetas



Carretera departamental: AP-103
Tramo: (Arco – Karkatera)
Progresiva: km 06+200
Nivel de gravedad: 3 profundidad \geq 10 cm.
Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado.
Actividad a realizar: Limpieza de cunetas



Fuente: Elaboración propia

Anexo 01. 5

Identificación de daños: Baches (huecos) y niveles de gravedad

Tipo de daño: Baches (Huecos)

Carretera departamental: AP-103

Tramo: (Arco – Karkatera)

Progresiva: km 15+000

Nivel de gravedad: 1 Se pueden repararse por conservación rutinaria.

Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado.

Actividad a realizar: Limpieza de cunetas.



Carretera departamental: AP-103

Tramo: (Arco – Karkatera)

Progresiva: km 13+850

Nivel de gravedad: 2 Se necesita una capa de material adicional.

Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado.

Actividad a realizar: Limpieza de cunetas.



Carretera departamental: AP-103

Tramo: (Arco – Karkatera)

Progresiva: km 10+250

Nivel de gravedad: 3 Se necesita una reconstrucción.

Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado.


Actividad a realizar: Limpieza de cunetas.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 01. 6


Identificación de daños: Encalaminado y nivel de gravedad

Tipo de daño: Encalaminado	
<p>Carretera departamental: AP-103 Tramo: (Arco – Karkatera) Progresiva: km 12+300 Nivel de gravedad: 1 Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm. Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado. Actividad a realizar: Limpieza de cunetas.</p>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 01. 7


Identificación de daños: Lodazal

Tipo de daño: Lodazal	
<p>Carretera departamental: AP-103 Tramo: (Arco – Karkatera) Progresiva: km 13+400 Nivel de gravedad: 1 transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se definen niveles de gravedad. Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado. Actividad a realizar: Limpieza de cunetas.</p>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 01. 8

Identificación de daños: Cruce de agua

Tipo de daño: Cruce de agua	
<p>Carretera departamental: AP-103 Tramo: (Arco – Karkatera) Progresiva: 22+800 Nivel de gravedad: 1 transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia. No se definen niveles de gravedad. Tipo de intervención: Mantenimiento rutinario mecanizado. Actividad a realizar: Limpieza de cunetas.</p>	

Fuente: Elaboración propia

Conteo de tráfico

El tránsito vehicular está constituido por el flujo de vehículos que circulan en una vía. El tránsito vehicular constituye un elemento fundamental para la determinación de la demanda de transporte de una carretera y el requerimiento que se pueda preveer para atender las futuras necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial, y así cumplir su función primordial que es la integración territorial del país, facilitando la articulación entre los centros de producción y los centros de consumo y/o de exportación.

Tienen por objetivo determinar el tráfico vehicular durante las horas del día en una estación de conteo previamente determinada del camino, para la presente tesis se establece 01 punto de conteos ubicado en el desvío al C.P de Moyocorral.

La información fue recogida diferenciando composición vehicular y sentido de circulación.

El conteo vehicular se realizó durante 7 días, teniendo en consideración el “Formato de Clasificación Vehicular” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para efectos de determinar el tráfico vehicular diario también llamado Índice Medio Diario Vehicular (IMD), se debe considerar los siguientes periodos de medición:

Anexo 01. 9

Conteo de tráfico vehicular

Conteo de Tráfico Vehicular	
Estación	Días de Conteo
Estación de cobertura	7 días de 24 horas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 01. 10

Puntos de estación del conteo vehicular

Estación	KM	Tramo	x horas	Fecha	Días
E-2: Moyocorral	2+670	C.P Moyocorral – Desvío Huayllabamba	7x24	Del 02 al 08 de setiembre	De sábado a viernes

Fuente: Elaboración propia

Criterios para la segmentación del camino

El tráfico vehicular se considera no uniforme en todo el tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera, a causa de las bifurcaciones existentes hacia los Centros Poblados de Moyocorral, Huayllabamba y Ccaca, por cuanto la estación de conteo E-1 se localizó en punto de pase obligado por donde transitan los vehículos que circulan por los tramos y sirven de acceso hacia los centros poblados dentro de su área de influencia.

Conteos de tráfico vehicular

a) Recopilación de información

Se recolecto información de fuentes primarias (conteos vehiculares y encuesta origen / destino) y fuentes secundarias de la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Información requerida:

- ✓ Nombre de la carretera.
- ✓ Ubicación de la estación de control.
- ✓ Fecha y hora del conteo.
- ✓ El sentido de circulación.

- ✓ La cantidad de vehículos por tipos de vehículos y por cada hora.
- ✓ La sumatoria diaria por tipo de vehículos y por hora.

b) Procesamiento de la información obtenida en campo

Cálculo del índice medio diario anual

Aplicar la siguiente fórmula:

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7} \text{ Conteo de 7 días}$$

$$IMDa = IMDs \times FC$$

Dónde:

IMDs : Índice Medio Diario Semanal de la muestra semanal.

IMDa : Índice medio Diario Anual.

Vi : Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

FC : Factor de Corrección Estacional.

c) Factor de corrección (FC)

El volumen del tráfico presenta variaciones horarias y diarias, según las estaciones del año, ocasionales factores climatológicos, épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, vacaciones, festividades, etc. es necesario afectar los valores obtenidos durante un período de tiempo, por un factor de corrección que lleve estos valores al Promedio Diario Anual.

La aplicación del Factor de Corrección (FC), tiene por objeto eliminar el factor de estacionalidad que afecta los movimientos de carga y pasajeros.

Anexo 01. 11

Factor de corrección (FC)

Mes	Ligeros	Pesados
Promedio	0.94749	0.91922
	1	7

Fuente: Factores de Corrección 2000 – 2010 tomado del Peaje ubicado en Casinchiua, con código P012 - Apurímac

d) Proyecciones de tránsito

Para proyectar el tránsito de vehículos se empleará la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)}$$

T_n: Tránsito proyectado al año n en vehículo/día.

T_o: Tránsito actual (año base) en vehículo/día.

N: Año futuro de proyección.

R: Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Cabe indicar que la tasa de crecimiento utilizada para la proyección de los vehículos ligeros o de pasajeros, es la tasa de crecimiento de la población; mientras que la proyección de los vehículos pesados o de carga, se realiza con la tasa de crecimiento del PBI representativo de la región.

La tasa de crecimiento poblacional en la Región Apurímac, es 1.00%, con el cual, se proyectó la demanda de vehículos de pasajeros.

La tasa de crecimiento del PBI Departamental de Apurímac es 4.60% con el cual se proyectó la demanda de vehículos de carga (Según informe técnico del INEI al año 2014).

Anexo 2:

Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué medida la aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar si la aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco -Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL</p> <p>La aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Aplicación del Estabilizador Z con Polímero en la cantera Condebamba</p>	<p>1. Estabilizador con polímero sintético</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>1. ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero incrementará en el Esfuerzo - Penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018?</p> <p>2. ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero incrementará en el Esfuerzo - Penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018?</p> <p>3. ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero incrementará en la Densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco-Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018?</p> <p>4. ¿En qué medida el estabilizador Z con polímero incrementará el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>1. Constatar si el estabilizador Z con polímero incrementa en el Esfuerzo - Penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018</p> <p>2. Constatar si el estabilizador Z con polímero incrementa en el Esfuerzo - Penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018</p> <p>3. Verificar si el estabilizador Z con polímero incrementa en la Curva Densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018</p> <p>4. Constatar si el estabilizador Z con polímero incrementa el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018</p>	<p>HIPOTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>1. La aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará en el Esfuerzo - Penetración a 0.1 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018.</p> <p>2. La aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará en el Esfuerzo - Penetración a 0.2 pulg. del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018.</p> <p>3. La aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará en la Curva Densidad seca - CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018</p> <p>4. La aplicación del estabilizador Z con polímero incrementará el óptimo contenido de humedad del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103- tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay -Apurímac 2018</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>CBR del afirmado en la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050km - Abancay-Apurímac 2018</p>	<p>1. Esfuerzo - Penetración a 0.1 pulg</p> <p>2. Esfuerzo - Penetración a 0.1 pulg</p> <p>3. Densidad seca - CBR</p> <p>4. Óptimo contenido de humedad</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3:

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Indice	Valor
Estabilizador con polímero	Independiente	Cumple con la Norma MTC 1109 – 2004 NORMA TÉCNICA DE ESTABILIZADORES QUÍMICOS. El efecto beneficioso del Estabilizador Z en caminos se debe a sus polímeros, que incorporados a un suelo, a un firme o regados en su superficie nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y no tóxica. se diluye 1- 4 con agua. (Z aditivos, hoja técnica - edición 18 - versión 08.16)	Ensayo de CBR	La relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida	%	ml	1 polímero : 4 agua
Capacidad Portante CBR	Dependiente	CBR: Índice de resistencia de los suelos denominado valor de relación soporte, conocido como CBR (California Bearing Ratio), este índice se utiliza para evaluar la capacidad soporte de los suelos de subrasante y las capas de base, sub base y afirmado. (MTC E 132-2000)	Contenido de Humedad	Cuantitativa - Continua	%	Valor de % CBR	Al 95%
			Granulometría		kg		
			Clasificación de suelos		SUCS - ASSTHO		
			Índice de plasticidad		%		
			Proctor modificado		gr/cc - %		Al 100%
			CBR de suelos		%		
			Penetración				

Fuente: Elaboración propia

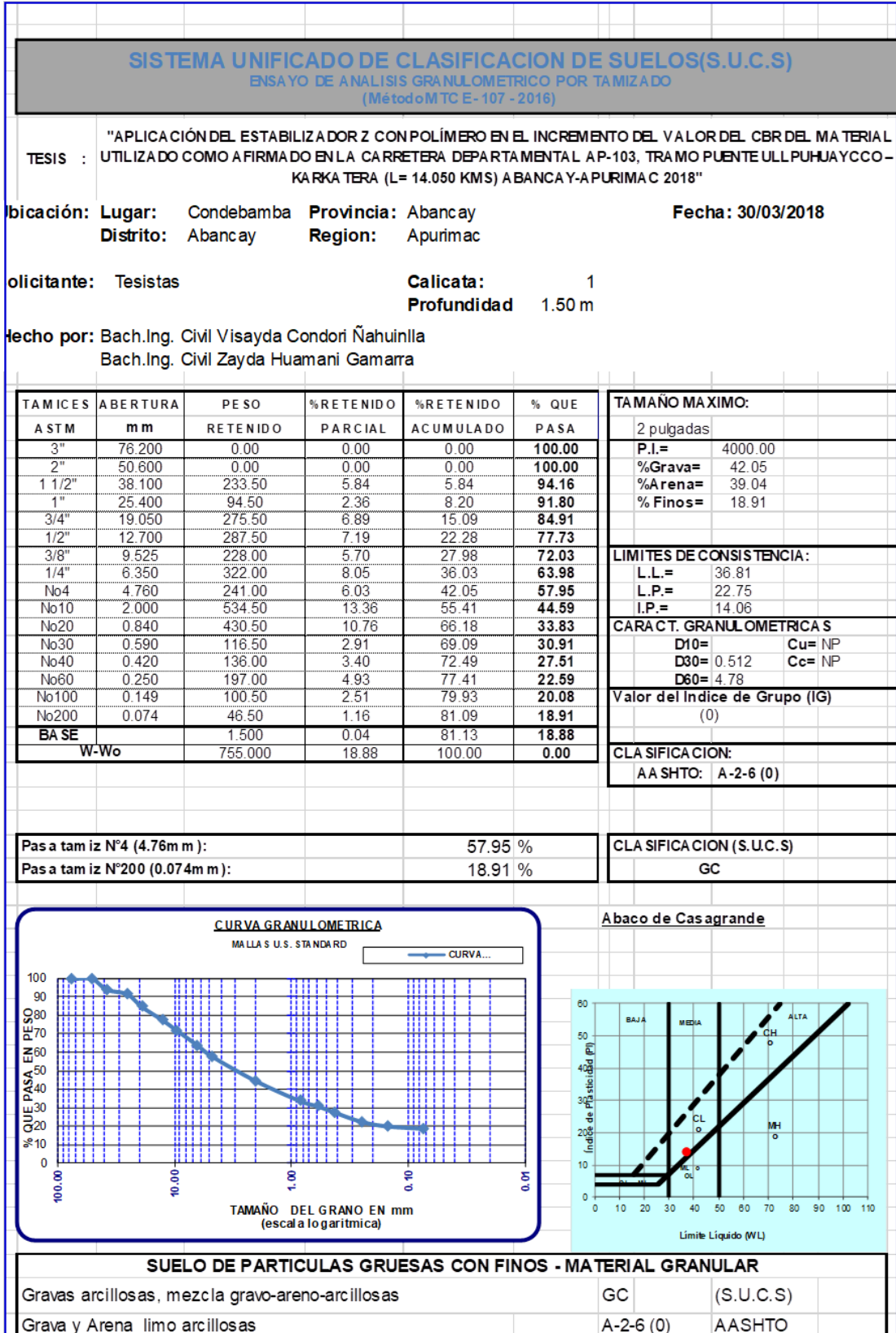
Anexo 4:

Resultados de potencias de la cantera condebamba

Ubicación:	Lugar: Condebamba	Provincia:	Abancay
	Distrito: Abancay	Region:	Apurimac
	Calicata: 01	Profundidad:	1.50 m
Solicitante: Tesistas			
Bach.Ing. Civil Visayda Condori Ñahuinlla			
Bach.Ing. Civil Zayda Huamani Gamarra			
CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA			
Propiedad	Cantera Privada	Ubicación	
		Comunidad	: Condebamba
Acceso		Distrito	: Abancay
Progresiva	: KM 02 +041	Provincia	: Abancay
		Departamento	: Apurimac
Área (m2)	Perímetro (m)	Volumen de material Utilizable (m3)	Condicion
4900	210	17150	Con Uso
Derechos de Explotación:	El propietario ha otorgado libre disponibilidad de Uso para el presente proyecto		
Periodo de Explotación:	Todo el año, en forma limitada en la época de lluvias los meses de Diciembre a Marzo		
Clasificación de suelo AASHTO:	A-2-6 (0)		
CBR 95%:	13.23%		
CBR 100%:	15.38%		
CALCULO DEL VOLUMEN DE MATERIAL UTILIZABLE			
CALCULO DEL NUMERO DE PROSPECCIONES POR HA			
Area de la Cantera por m2	m2	4900	
Area de la Cantera por ha	ha	0.49	
Numero de prospecciones por ha según TDR	und	3	
CALCULO DE POTENCIA Y RENDIMIENTO			
Profundidad Promedio Aprovechable Aproximado (PPAA)	m	4.00	
Top Soil (Suelo superficial que debera de eliminarse)	m	0.40	
% Material desechable Mayor a 2" - despues del desbroce.		20%	
POTENCIA BRUTA EN BANCO	m3	17150	
Volumen de material desechable por Desbroce	m3	1960	
POTENCIA BRUTA, MENOS EL DESBROCE	m3	15190	
Volumen de material desechable mayor a 2"	m3	3038	
VOLUMEN DE MATERIAL UTILIZABLE	m3	12152	
RENDIMIENTO DE LA CANTERA		71%	

Anexo 5:

Resultados del ensayo de análisis granulométrico



Anexo 6:

Resultados del ensayo de contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD

TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"

Ubicación: Lugar: **Condebamba** Provincia: **Abancay** Fecha: **16/01/2018**
Distrito: **Abancay** Region: **Apurímac**

Solicitante: Tesistas Calicata: **01**
Profundidad: **1.50m**

Hecho por: Bach. Ing. Civil Visayda Condori Ñahuinlla
Bach. Ing. Civil Zayda Huamani Gamarra

ENSAYO	Frasco N°	
	07	08
Cápsula N°		
Peso suelo húmedo + cápsula	103.5	108.2
Peso suelo seco + cápsula	100	105.2
Peso del agua	3.50	3.00
Peso de la cápsula	23.4	24.1
Peso neto del suelo seco	76.60	81.10
% de Humedad	4.57	3.70

w (%) = 4.13

Anexo 7:

Resultados del ensayo de límite de consistencia en suelo natural

**ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG
(MTC E 110 - 2016) Límite Plástico
(MTC E 111 - 2016) Límite Líquido**

TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KM) ABANCAY-APURIMAC 2018"

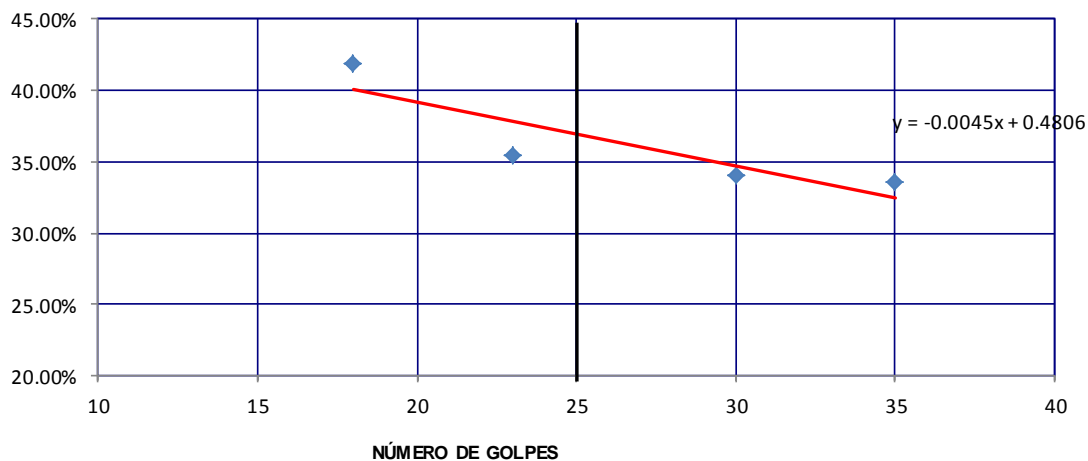
Ubicación: Lugar: **Condebamba** Provincia: **Abancay** Fecha: **30/03/2018**
 Distrito: **Abancay** Region: **Apurímac**

Solicitante: Tesistas Calicata: **01**
 Profundidad: **1.50m**

Hecho por: Bach.Ing. Civil Visayda Condori Ñahuinlla
 Bach.Ing. Civil Zayda Huamani Gamarra

ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	01	02	11	10	04	05
Nro. DE CAPSULA						
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	44.30	38.90	42.90	44.60	32.00	33.60
PESO TARA + SUELO SECO (B)	40.10	35.60	39.00	39.70	30.70	32.60
PESO DE LA TARA (C)	27.60	25.90	28.00	28.00	25.60	27.60
PESO DEL AGUA (A-B)	4.20	3.30	3.90	4.90	1.30	1.00
PESO SUELO SECO (B-C)	12.50	9.70	11.00	11.70	5.10	5.00
HUMEDAD $W=(A-B)/(B-C)*100$	33.60%	34.02%	35.45%	41.88%	25.49%	20.00%
HUMEDAD PROMEDIO	36.24%				22.75%	
Nro. DE GOLPES	35	30	23	18	I	II

LIMITE LÍQUIDO



LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO
LL. : 36.81%	LP. : 22.75%	IP. : 14.06%

Anexo 8:

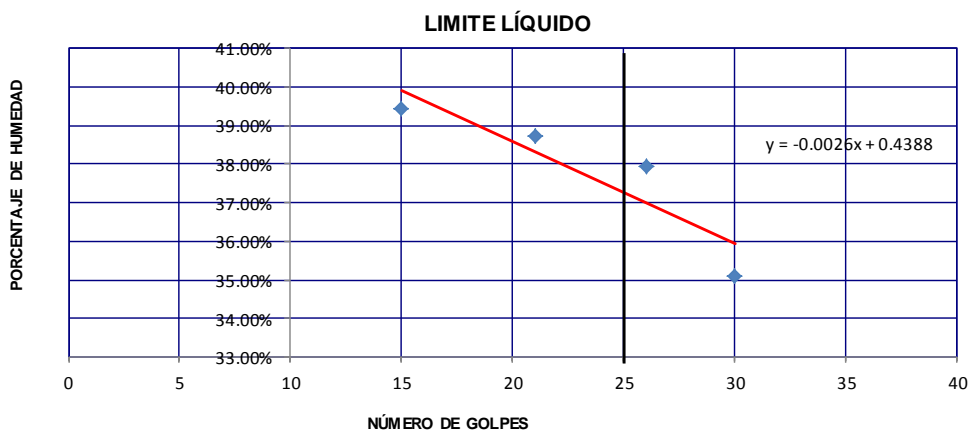
Resultados del ensayo de límites de consistencia aplicando polímero

**ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG
(MTCE 110 - 2016) Límite plástico
(MTCE 111 - 2016) Límite líquido**

TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"

Ubicación: Lugar: **Condebamba** Provincia: **Abancay** Fecha: **05/04/2018**
 Distrito: **Abancay** Region: **Apurímac**
Aditivo: Estabilizador con Polímero Z
Solicitante: Tesistas Calicata: **01**
 Profundidad: **1.50m**
Hecho por: Bach.Ing. Civil Visayda Condori Ñahuinlla
 Bach.Ing. Civil Zayda Huamani Gamarra

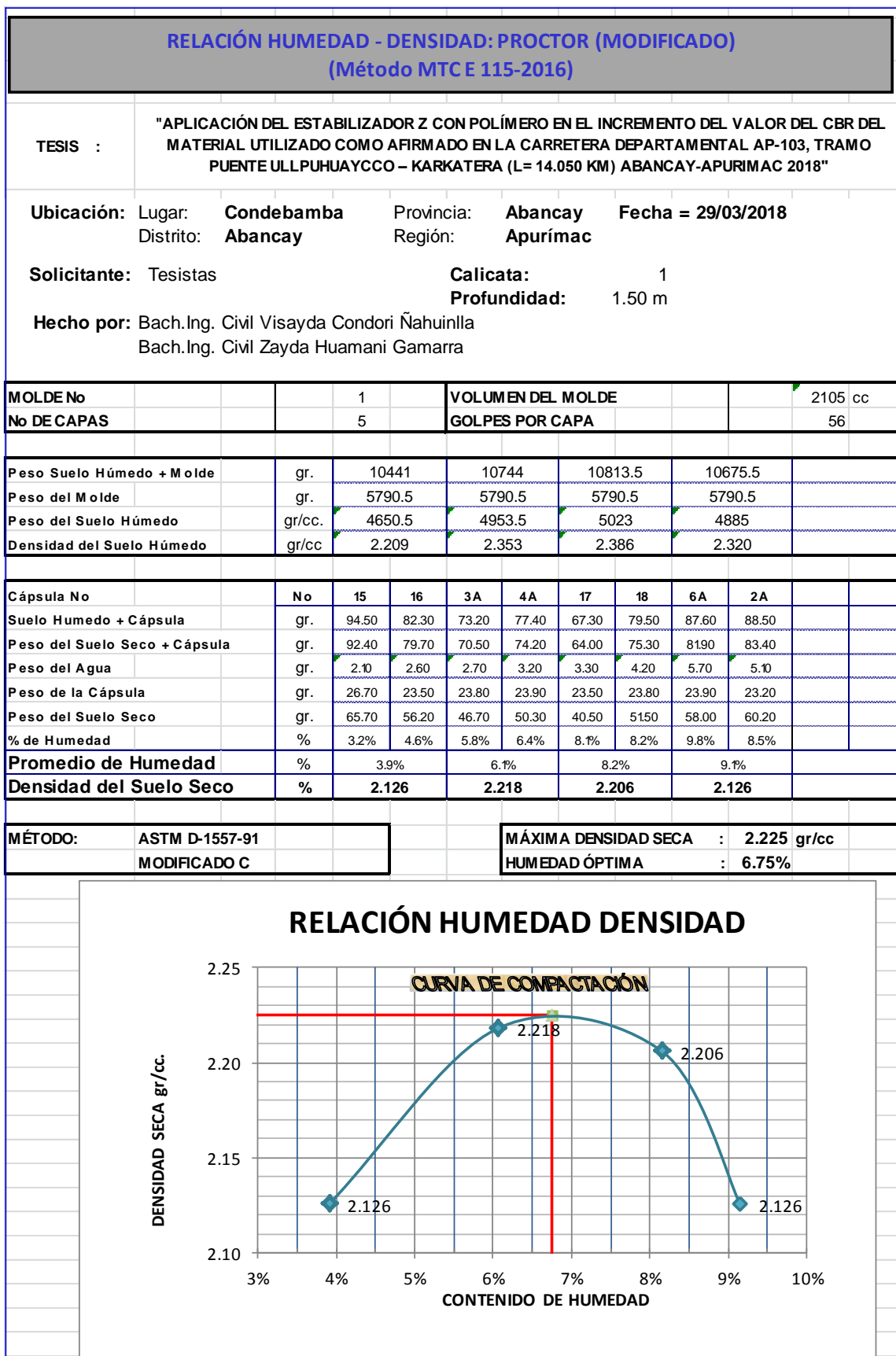
ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	06	07	17	08	09	10
Nro. DE CAPSULA						
PESO TARA + SUELO HUMEDO (A)	44.20	35.00	44.10	45.20	33.80	34.90
PESO TARA + SUELO SECO (B)	39.60	29.50	39.30	39.60	32.50	33.50
PESO DE LA TARA (C)	26.50	15.00	26.90	25.40	27.60	28.00
PESO DEL AGUA (A-B)	4.60	5.50	4.80	5.60	1.30	1.40
PESO SUELO SECO (B-C)	13.10	14.50	12.40	14.20	4.90	5.50
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	35.11%	37.93%	38.71%	39.44%	26.53%	25.45%
HUMEDAD PROMEDIO	37.80%				25.99%	
Nro. DE GOLPES	30	26	21	15	I	II



LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		ÍNDICE PLÁSTICO	
LL. :	37.30%	LP. :	25.99%	IP. :	11.31%

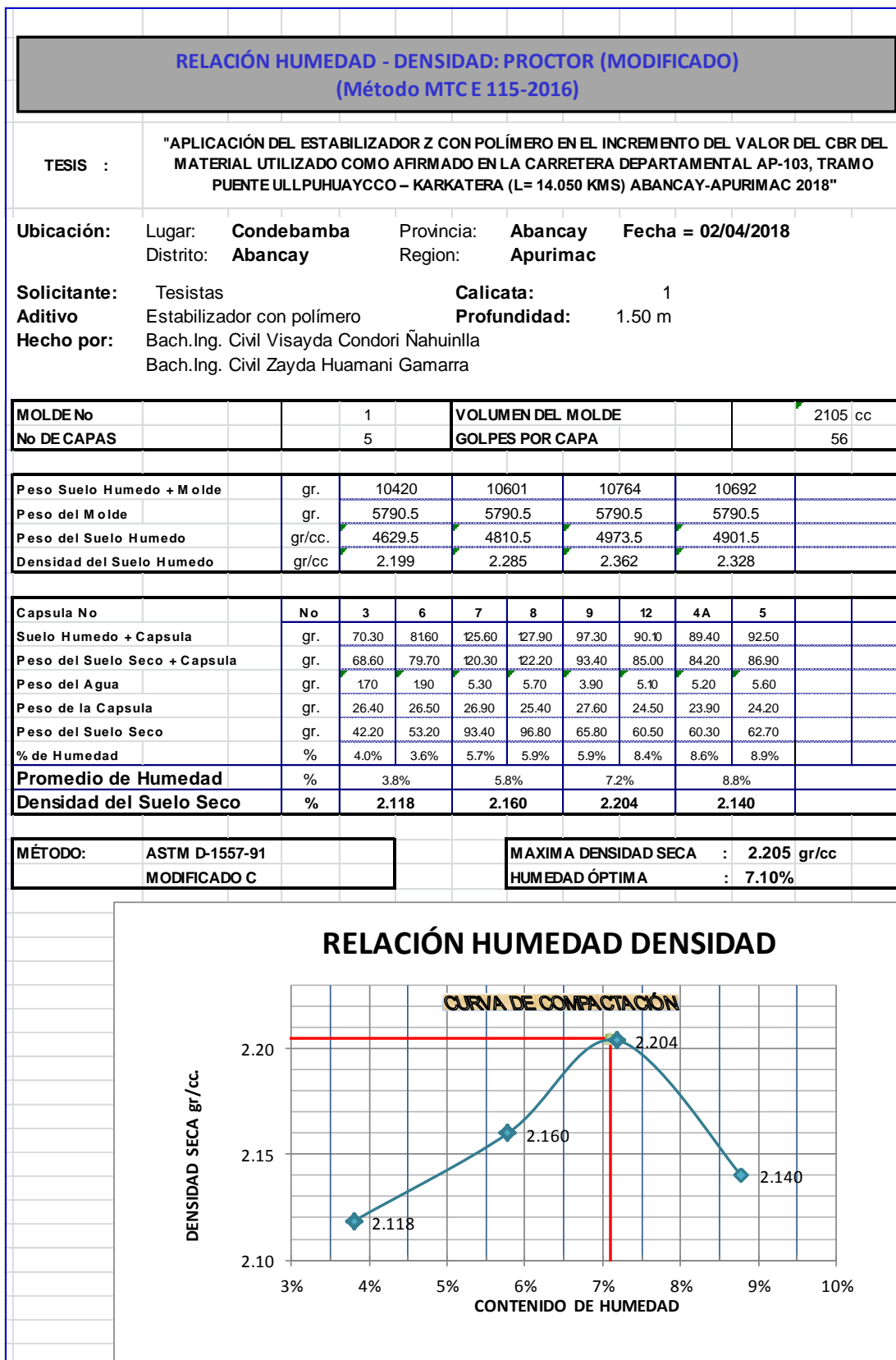
Anexo 9:

Resultados del ensayo de proctor modificado en suelo natural



Anexo 10:

Resultados del ensayo de proctor modificado aplicando polímero



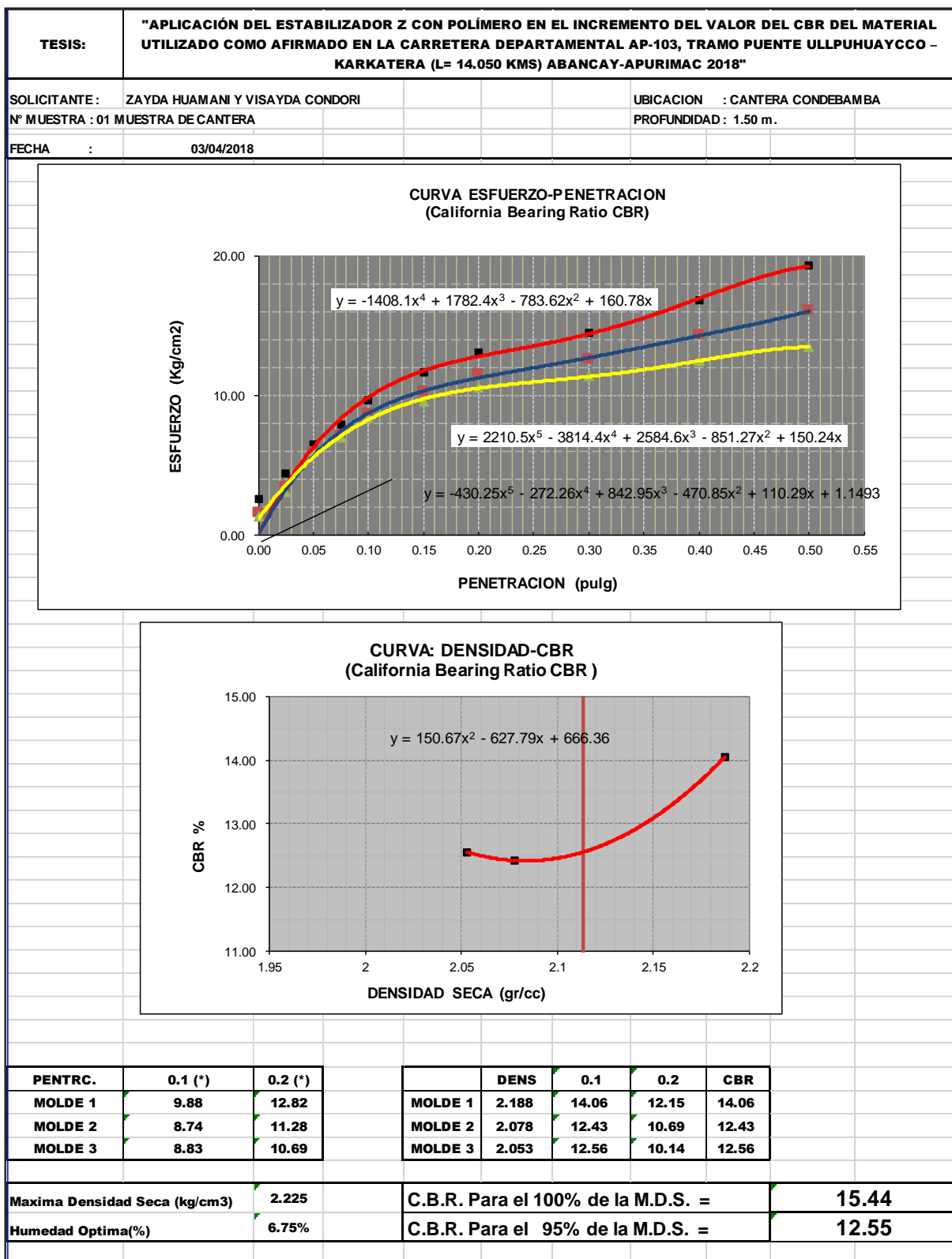
Anexo 11:

Resultados del ensayo de CBR en suelo natural

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) (Método MTCE 132 - 2016)											
TESIS:		"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"									
SOLICITANTE: ZAYDA HUAMANI Y VISAYDA CONDORI				UBICACION : CANTERA CONDEBAMBA							
N° MUESTRA : 01 MUESTRA DE CANTERA				PROFUNDIDAD : 1.50 m.							
FECHA :		03/04/2018									
COMPACTACION C B R											
DATOS GENERALES											
Máxima Densidad Seca (kg/cm3)		2.225		Peso del Martillo		10 lbs		Clasificación de Suelos			
Humedad Óptima		6.75%		Altura del Martillo		18 pulg		SUCS	GC		
Humedad Nat		5.95%		Número de Capas		5 capas		AASTHO	A-2-6 (0)		
DATOS DE COMPACTACION											
		MOLDE: 1			MOLDE: 2			MOLDE: 3			
		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES			
Peso de Muestra Compacta + Molde		11969.00			11892.00			11383.50			
Peso Molde (gr)		7020.00			6977.50			6702.50			
Peso de la Muestra Compacta (gr)		4949.00			4914.50			4681.00			
Vol. Molde (cc)		2116.02			2116.02			2116.02			
Densidad Humeda (gr/cc)		2.34			2.32			2.21			
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD											
		17		18		2A		3A		15	16
P. Húmedo + Tara		84.10		89.60		78.70		82.00		85.30	90.50
Peso Seco + Tara		79.60		86.00		71.30		77.60		80.80	86.00
Peso Agua (gr)		4.50		3.60		7.40		4.40		4.50	4.50
Peso Tara (gr)		23.60		23.90		23.20		23.80		26.70	23.50
P. Muestra Seca		56.00		62.10		48.10		53.80		54.10	62.50
Cont. Humedad		8.04%		5.80%		15.38%		8.18%		8.32%	7.20%
Cont. Hum. Prom.		6.92%		11.78%		7.76%					
DENSIDAD SECA		2.188		2.078		2.053					
ENSAYO DE EXPANSION											
TIEMPO		MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3			
ACUMULADO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	
0	0	10.000	0.000	0.00	10.000	0.000	0.00	5.000	0.000	0.00	
24	1	10.250	0.250	0.22	10.350	0.350	0.30	5.450	0.450	0.39	
48	2	10.300	0.300	0.26	10.400	0.400	0.34	5.500	0.500	0.43	
72	3	10.350	0.350	0.30	10.400	0.400	0.34	5.550	0.550	0.47	
96	4	10.350	0.350	0.30	10.400	0.400	0.34	5.550	0.550	0.47	
ENSAYO DE PENETRACION											
CARGA EN KN		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
AREA PISTON		56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES			
A0+A1*X+A2*X2+A3*X3	2.9828 CM2	DIAL	CARGA (KN)	ESFUERZO (KG/CM2)	DIAL	CARGA (KN)	ESFUER. (KG/CM2)	DIAL	CARGA (KN)	ESFUER. (KG/CM2)	
(mm)	(pulg)										
0.00	0.000	5.00	0.49869	2.59	3.50	0.31242	1.62	2.00	0.26	1.33	
0.64	0.025	14.50	0.85613	4.45	12.75	0.66016	3.43	11.00	0.59	3.09	
1.27	0.050	25.00	1.25323	6.51	25.50	1.14219	5.94	26.00	1.16	6.03	
1.91	0.075	32.00	1.51911	7.89	31.50	1.37009	7.12	31.00	1.35	7.02	
2.54	0.100	41.00	1.86226	9.68	39.50	1.67497	8.70	38.00	1.62	8.41	
3.81	0.150	51.00	2.24520	11.67	47.50	1.98097	10.29	44.00	1.85	9.60	
5.08	0.200	58.00	2.51426	13.06	53.50	2.21120	11.49	49.00	2.04	10.59	
7.62	0.300	65.00	2.78411	14.47	59.00	2.42276	12.59	53.00	2.19	11.39	
10.16	0.400	77.00	3.24852	16.88	67.75	2.76034	14.34	58.50	2.40	12.49	
12.70	0.500	89.00	3.71507	19.30	76.25	3.08943	16.05	63.50	2.60	13.49	

Anexo 12:

Curva de penetración de CBR en suelo natural



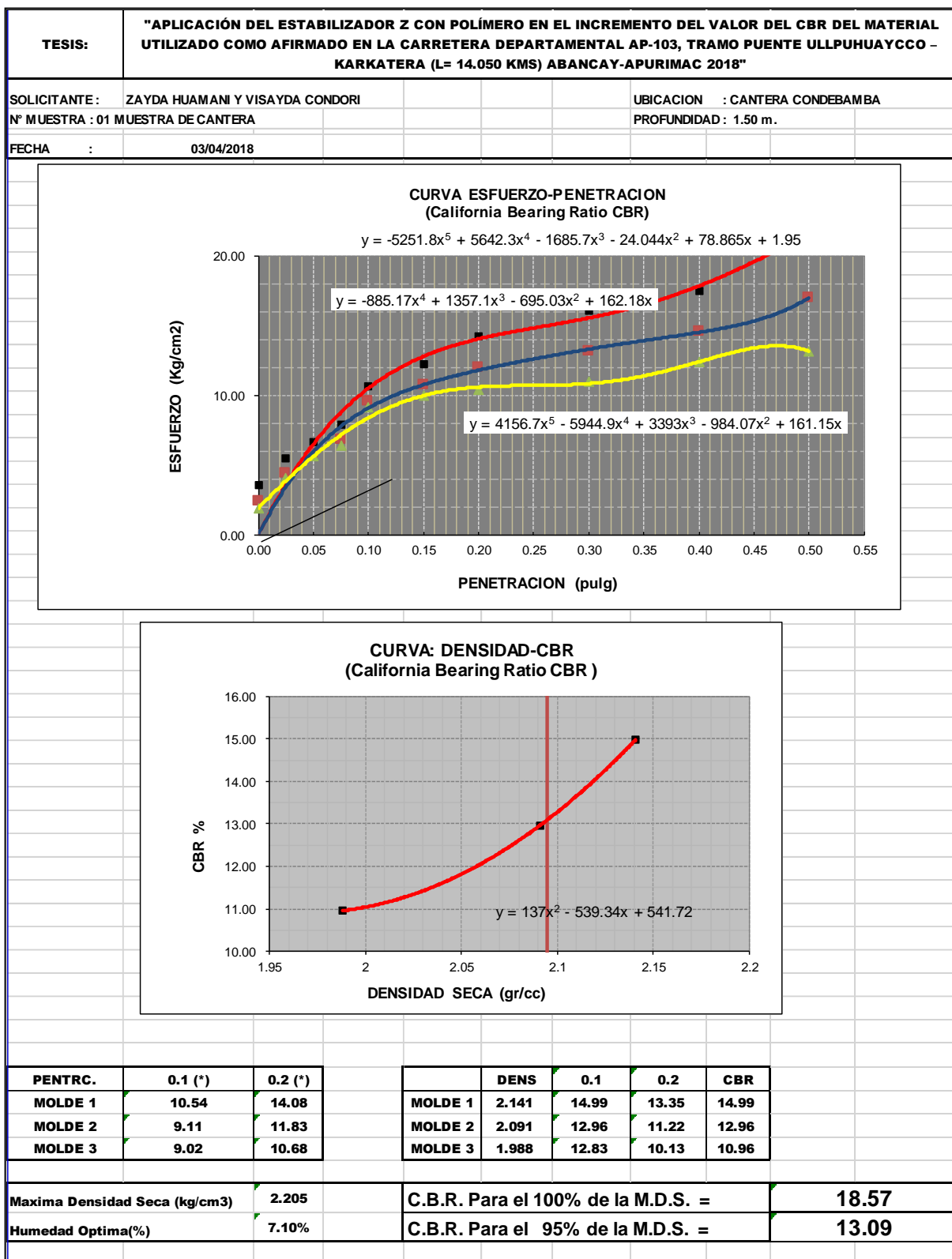
Anexo 13:

Resultados del ensayo de CBR con polímero

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) (Método MTCE132 - 2016)															
TESIS:		"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"													
SOLICITANTE : ZAYDA HUAMANI Y VISAYDA CONDORI						UBICACION : CANTERA CONDEBAMBA									
N° MUESTRA : 01 MUESTRA DE CANTERA						PROFUNDIDAD : 1.50 m.									
CON POLIMERO															
FECHA : 03/04/2018															
COMPACTACION C B R															
DATOS GENERALES			Maxima Densidad Seca (kg/cm ³)		2.205	Peso del Martillo		10 lbs		Clasificación de Suelos					
Humedad Optima			7.10%			Altura del Martillo		18 pulg		SUCS GC					
Humedad Nat			5.99%			Numero de Capas		5 capas		AASHTO A-2-6 (0)					
DATOS DE COMPACTACION			MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		DATOS DEL MOLDE (cm)						
			56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES		altura 11.60						
Peso de Muestra Compacta + Molde			11987.50		11837.00		11279.00		Diametro 15.24						
Peso Molde (gr)			7020.00		6977.50		6702.50		Volumen 2116.02						
Peso de la Muestra Compacta (gr)			4967.50		4859.50		4576.50								
Vol. Molde (cc)			2116.02		2116.02		2116.02								
Densidad Humeda (gr/cc)			2.35		2.30		2.16								
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD			16		17		15		18		5				
P.Húmedo + Tara			80.60		72.20		79.90		72.30		81.20				
Peso Seco + Tara			75.60		67.90		75.10		68.00		76.20				
Peso Agua (gr)			5.00		4.30		4.80		4.30		5.00				
Peso Tara (gr)			23.50		23.60		26.70		23.90		24.10				
P. Muestra Seca			52.10		44.30		48.40		44.10		52.10				
Cont. Humedad			9.60%		9.71%		9.92%		9.75%		9.60%				
Cont.Hum.Prom.			9.65%		9.83%		8.78%								
DENSIDAD SECA			2.141		2.091		1.988								
ENSAYO DE EXPANSION															
TIEMPO		MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3							
ACUMULADO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA					
(Hs)		(Dias)		DEFORM.		(mm)		DEFORM.		(mm)					
				(%)		(mm)		(mm)		(mm)					
0		0		5.000		0.000		0.00		10.000					
24		1		5.200		0.200		0.17		10.390					
48		2		5.300		0.300		0.26		10.390					
72		3		5.300		0.300		0.26		10.390					
96		4		5.350		0.350		0.30		10.400					
ENSAYO DE PENETRACION															
CARGA EN KN		A0+A1*X+A2*X2+A3*X3			MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03				
AREA PISTON		2.9828 CM2			56 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES				
(mm)		(pulg)		DIAL		CARGA (KN)		ESFUERZO (KG/CM2)		DIAL		CARGA (KN)		ESFUER. (KG/CM2)	
0.00		0.000		10.00		0.68660		3.57		7.50		0.46258		2.40	
0.64		0.025		20.00		1.06388		5.53		18.00		0.85827		4.46	
1.27		0.050		26.00		1.29116		6.71		25.00		1.12323		5.84	
1.91		0.075		32.00		1.51911		7.89		30.00		1.31306		6.82	
2.54		0.100		46.00		2.05351		10.67		44.00		1.84696		9.60	
3.81		0.150		54.00		2.36041		12.27		50.00		2.07683		10.79	
5.08		0.200		64.00		2.74551		14.27		56.00		2.30730		11.99	
7.62		0.300		73.00		3.09347		16.07		62.00		2.53836		13.19	
10.16		0.400		80.00		3.36496		17.49		69.00		2.80867		14.59	
12.70		0.500		101.00		4.18366		21.74		81.00		3.27380		17.01	

Anexo 14:

Curva de penetración aplicando polímero



Anexo 15:

Panel fotográfico de espesor de afirmado



Km 1+250 : ancho de la vía = 4.10 m, espesor de afirmado 0.20m



Km 1+500 : ancho de la vía = 3.90 m, espesor de afirmado 0.21m



Km 1+750 : ancho de la vía = 3.50 m, espesor de afirmado 0.20m



Km 2+000 : ancho de la vía = 3.70 m, espesor de afirmado 0.20m



Km 2+250 : ancho de la vía = 4.20 m, espesor de afirmado 0.27m



Km 2+500 : ancho de la vía = 4.50 m, espesor de afirmado 0.27m

Continúa Anexo N° 15



Km 2+500 : ancho de la via = 4.50 m, espesor de afirmado 0.27m



Km 2+750 : ancho de la via = 3.80 m, espesor de afirmado 0.22 m



Km 3+000 : ancho de la via = 3.10 m, espesor de afirmado 0.28m



Km 3+000 : Hito kilometrico



Km 3+250 : ancho de la via = 3.60 m, espesor de afirmado 0.25m



Km 3+500 : ancho de la via = 4.30 m, espesor de afirmado 0.27 m

Continúa Anexo N° 15



Km 3+750 : ancho de la via = 4.40 m, espesor de afirmado 0.32m



Km 4+000 : ancho de la via = 4.80 m, espesor de afirmado 0.28m



Km 3+750 : ancho de la via = 4.40 m, espesor de afirmado 0.32m



Km 4+000 : ancho de la via = 4.80 m, espesor de afirmado 0.28m



Km 4+500 : ancho de la via = 4.00 m, espesor de afirmado 0.16m



Km 4+750 : ancho de la via = 4.00 m, espesor de afirmado 0.11m

Continúa Anexo N° 15



Km 5+000 : ancho de la vía = 4.00 m, espesor de afirmado 0.25m



Km 5+250 : ancho de la vía = 3.80 m, espesor de afirmado 0.21m



Km 5+500 : ancho de la vía = 3.90 m, espesor de afirmado 0.24m



Km 5+750 : ancho de la vía = 3.80 m, espesor de afirmado 0.11m



Km 6+000 : ancho de la vía = 3.00 m, espesor de afirmado 0.16 m



Km 6+250 : ancho de la vía = 3.20 m, espesor de afirmado 0.14m

Continúa Anexo N° 15



Km 6+500 : ancho de la via = 4.40 m, espesor de afirmado 0.32m



Km 6+750 : ancho de la via = 2.60 m, espesor de afirmado 0.14m



Km 7+000 : ancho de la via = 3.60 m, espesor de afirmado 0.11m



Km 7+250 : ancho de la via = 3.10 m, espesor de afirmado 0.16m



Km 7+500 : ancho de la via = 4.10 m, espesor de afirmado 0.15 m



Km 7+750 : ancho de la via = 4.30 m, espesor de afirmado 0.11m

Continúa Anexo N° 15



Km 8+000 : ancho de la via = 4.20 m, espesor de afirmado 0.10m



Km 8+750 : ancho de la via = 3.60 m, espesor de afirmado 0.14m



Km 9+000 : ancho de la via = 2.90 m, espesor de afirmado 0.08 m



Km 9+250 : ancho de la via = 3.70 m, espesor de afirmado 0.19 m



Km 9+750 : ancho de la via = 2.80 m, espesor de afirmado 0.16m



Km 10+000 : ancho de la via = 4.10 m, espesor de afirmado 0.15m

Continúa Anexo N° 15



Km 10+250 : ancho de la via = 3.40 m, espesor de afirmado 0.09m



Km10+500 : ancho de la via = 3.10 m, espesor de afirmado 0.14m



Km 10+750 : ancho de la via = 3.30 m, espesor de afirmado 0.21m



Km11+000 : ancho de la via = 3.90 m, espesor de afirmado 0.13 m



Km 11+250 : ancho de la via = 4.20 m, espesor de afirmado 0.20m



Km11+500 : ancho de la via = 3.20 m, espesor de afirmado 0.18m

Continúa Anexo N° 15



Km 11+750 : ancho de la via = 3.00 m, espesor de afirmado 0.16 m



Km12+000 : ancho de la via = 3.10 m, espesor de afirmado 0.18m



Km 12+250 : ancho de la via = 3.60 m, espesor de afirmado 0.09 m



Km12+500 : ancho de la via = 3.50 m, espesor de afirmado 0.18m



Km 12+750 : ancho de la via = 3.40 m, espesor de afirmado 0.23 m



Km13+000 : ancho de la via = 3.20 m, espesor de afirmado 0.21 m

Continúa Anexo N° 15



Km 13+250 : ancho de la via = 3.50 m, espesor de afirmado 0.12m



Km13+750 : ancho de la via = 4.00 m, espesor de afirmado 0.14 m



Km 14+000 : ancho de la via = 4.20 m, espesor de afirmado 0.21m



Km14+250 : ancho de la via = 3.80 m, espesor de afirmado 0.23m



Km 14+500 : ancho de la via = 3.20 m, espesor de afirmado 0.18m



Km14+750 : ancho de la via = 3.20 m, espesor de afirmado 0.18m

Continúa Anexo N° 15



Km 15+000 : ancho de la via = 3.60 m, espesor de afirmado 0.16m



Km15+250 : ancho de la via = 4.30 m, espesor de afirmado 0.27 m



Km 15+500 : ancho de la via = 3.80 m, espesor de afirmado 0.10m



Km15+750 : ancho de la via = 3.80 m, espesor de afirmado 0.10m



Km 16+000 : ancho de la via = 3.80 m, espesor de afirmado 0.10m



Anexo 16:

Panel fotográfico de inventario vial



FOTO N°1: Inicio de tramo Puente Hullpuhuaycco - Karkatera Km 1+150

FOTO N° 2: km 2+700, señal informativa C.P Moyocorral



FOTO N° 3: HITO Km 4+000

FOTO N° 4: Alcantarilla Km 4+150



Continúa Anexo N° 16



FOTO N° 7: HITO Km 7+000



FOTO N° 8: HITO Km 10+000



FOTO N° 9: km 10+800, Alcantarilla.



FOTO N° 10: HITO Km 11+000



FOTO N° 11: HITO Km 12+000



FOTO N° 12: HITO Km 13+000

Continúa Anexo N° 16

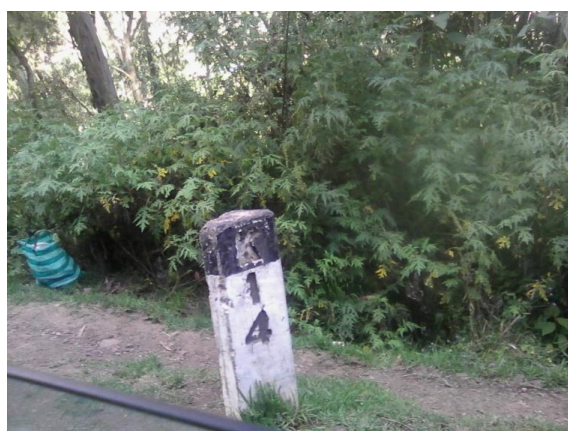


FOTO N° 13: HITO Km 14+000



FOTO N° 14: Alcantarilla obstruida con tierra y basura.



FOTO N° 15: km 15+300, Baden en regular estado de conservacion.

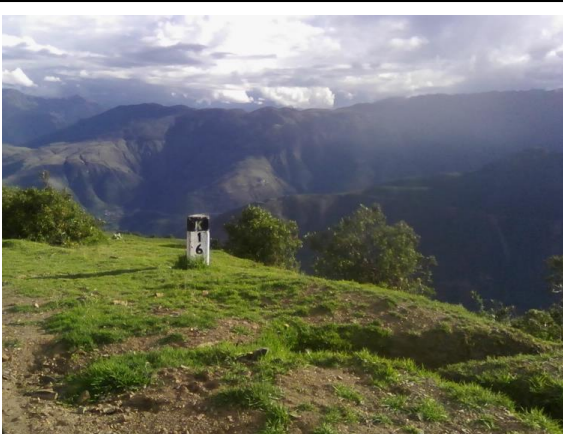


FOTO N° 16: HITO Km 16+000

Anexo 17:

Inventario de condición



foto 01: Kilómetro 0+000 (El Arco) Inicio de la Carretera departamental AP 103 .



foto 02: km 1+000 plataforma con visible pérdida de material de afirmado.



foto 03: km 1+150 desvío puente Leonpampa



Foto 04: erosión en la plataforma por falta de cunetas laterales



Foto 05: Curva de volteo, terreno con presencia de material arcilloso .



Foto 06: Baden en mal estado, visible formación de charcos de agua.

Continúa Anexo N° 17



Foto 07: Erosion de la calzada, no existe cunetas laterales



Foto 08: Erosion de la calzada, no existe cunetas laterales



Foto 09: Ingreso a Huayllabamba, se nota la plasticidad del suelo en curva.



Foto 10: Deformacion de la calzada, presencia de lodasal por falta de cunetas laterales y alcantarillas .



Foto 11: Daños a la calzada ocasionado por canales de riego



Foto 12: Baches en la calzada.

Continúa Anexo N° 17



Foto 13 : Erosion de la calzada ocasionada por ausencia de cunetas laterales.



Foto 14 : Km 10+000 se observa la calzada con numerosos baches.



foto 15: baches y lodasales en calzada, no hay cunetas laterales.



foto 16: Zona rocosa con pendiente pronunciada, se observa un lodazal a pesar de que existe una alcantarilla.



Foto 17: el material de afirmado saturado tiene un comportamiento parecido al de la arcilla, ocasionando ahuellamientos en la calzada.



Foto 18 : zona rocosa. Calzada con perdida de materia de afirmado.

Continúa Anexo N° 17



foto 19:quebrada con baden, sin embargo existe lodasal.



foto 20: km 08+160. Alcantarilla de concreto tipo cajon 80cm x 80cm, y zocavacion de la calzada



foto 21: tramo en zona rocosa.



Foto 22: calzada erocianada por el curso de agua supeficial.



Foto 23: baches en tramos de la carretera, falta cunetas y alcantarillas.



Foto 24: baches en tramos de la carretera, a pesar de existencia de cunetas.

Continúa Anexo N° 17



foto 31: . Formación de lodazales.



foto 32: alcantarilla obstruida,



foto 33: Pontón con daños en la superficie



Foto 34: pequeños cursos de agua al acumularse en agrandan mas los bachos.



Foto 35: C. P Karkatera



Foto 36: Badén en mal estado.

Continúa Anexo N° 17



foto 25: calzada totalmente con baches.



foto 26: curva de volteo, acumulación de agua superficial por cuneta con pendiente inadecuada.



foto 27: deformación y erosión de la calzada.



Foto 28: erosión y baches.



Foto 29: falta cunetas laterales.



Foto 30: deslizamiento de talud, es necesario realizar banquetas.

Anexo 18:

Ensayo de laboratorio en suelo natural



Taras pesadas para realizar ensayo de contenido de humedad en suelos alterados.



Colocacion de muestra en tara para realizar ensayo de contenido de humedad en suelos alterados.



Peso de tara on suelo humedo para determinar contenido de humedad.



Tesista poniendo al horno muestras para determinar el contenido de Humedad a una temperatura de 110 Cº.



Secado de muestras en horno.



Secado a temperatura natral de muestra extraida de cantera para realizar ensayos de granulometria, Proctor y CBR

Continúa Anexo N° 18



Realizando el cuarteo para selección de material.



Equipos y herramientas para realizar ensayo de limite liquido de suelo natural



Tesista realizando ensayo de limite liquido en suelo natural.



Cuchara de casagrande con muestra que cerro en 18 golpes.



Ensayo de limite plastico con suelo natural.



Tesista realizando el ensayo de limite plastico con suelo natural.

Continúa Anexo N° 18



Cuarteo de muestra para realizar ensayo granulometrico



Calculando el tamaño nominal maximo del suelo para determinar la cantidad de muestra para granulometria.



Lavado muestra de suelo para luego ser secado al horno



Sulo lavado y secado al horno para realizar ensayo granulometrico.



Tamisado manual de suelo



Peso de suelo retenido en los diferentes N° de mallas.

Continúa Anexo N° 18



Seleccionando 6 kg de muestra de suelo para elección del tipo de metodo a utilizar en el Proctor Modificado.



Muestras que pasan las mallas 3/4", 3/8" y N° 04, se realiza el ensayo de Proctor Modificado utilizando el metodo C.



Pesando molde de proctor modificado



Mescla de suelo con 2% de contenido de agua, posterior a 4%, 6% y 8%.



Dividiendo muestras en 5 partes iguales para realizar el proctor modificado.

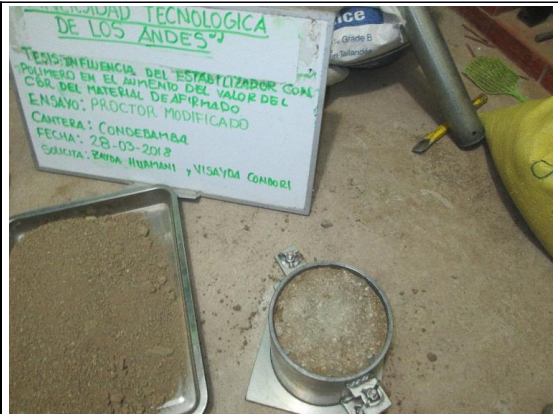


Mescla de suelo con 8% de contenido de agua, dividido en 5 partes para compactar en molde de proctor modificado.

Continúa Anexo N° 18



Compactacion de suelo cada 5 capas a 56 golpes cada una con pison manual.



Muestra con 2% de agua compactada.



Corte y nivelacion con regla metalica de muestra sobrante.



Pesado de molde con muestra compactada para determinar la densidad del suelo.



Muestra de 5 kg mezclada con 6.1 % de agua(OCH) para realizar el ensayo de CBR.



Peso de molde de CBR.

Continúa Anexo N° 18



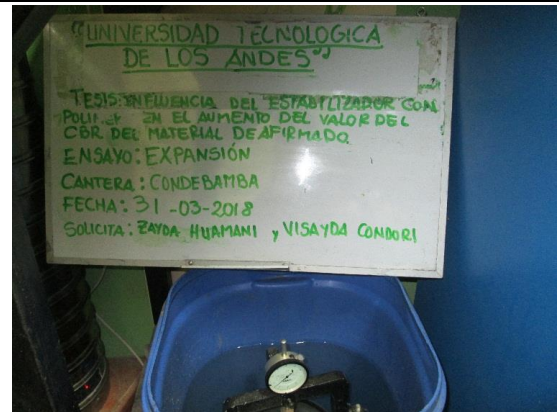
Compactacion de suelo cada 5 capas a 56 golpes cada una con pison manual.



Corte y nivelacion con regla metalica de muestra sobrante.



Colocando dial para lectura de expansión del suelo.



Muestra puesta en agua durante 4 días para poder realizar lectura de expansión.



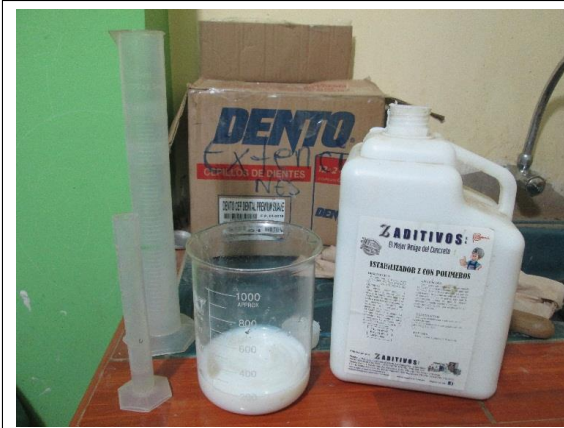
Realizando lectura de penetracion con maquina de presiones, con el apoyo de personal tecnico de laboratorio.



Vista de tesisas luego de haber realizado los ensayos de presion en muestras compactadas a 56, 25 y 12 golpes para determinar el CBR.

Anexo 19:

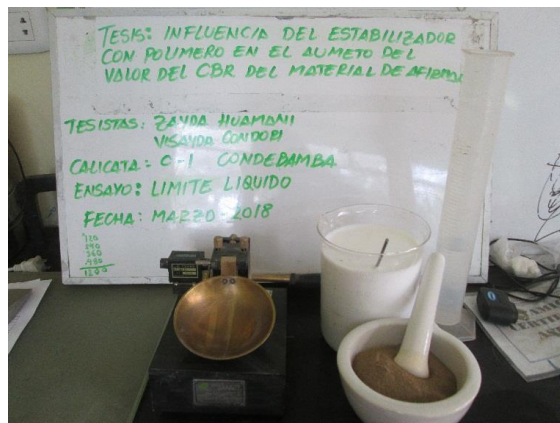
Panel fotográfico de ensayo de laboratorio aplicando polímero



Dosificación de 200 ml de estabilizador C. Polímero Z con 800 ml de agua



Mescla 1 polímero con 4 de H₂O, para utilizar en ensayos de laboratorio.



Equipo y herramientas para realizar el ensayo de limite liquido aplicando polímero.



Tesista realizando limite liquido de suelo aplicando polímero.



Muestras de suelo preparado para realizar el ensayo de Proctor Modificado.



Muestra de suelo y mezcla de polímero con agua para ensayo de proctor modificado.

Continúa Anexo N° 19



Tesista mezclando suelo con polímero



Compaction de suelo cada 5 capas a 56 golpes cada una con pison manual.



Tesista quitando anillo de molde para luego realizar el corte y nivelado.



Pesando Molde con suelo compactado para determinar la densidad.



Pesando molde para realizar ensayo de CBR aplicando polímero.



Muestra de 5 kg mezclado con 7.1 % de agua + polímero (OCH) para realizar el ensayo de CBR.

Continúa Anexo N° 19



Colocando 1era capa de suelo mezclado con polimero en molde para CBR.



Compactacion de suleo cada 5 capas a 56, 25 y 12 golpes con pison manual.



Corte y nivelacion con regla metalica de muestra sobrante.



Muestra despues de corte y nivelado para luego pesar.

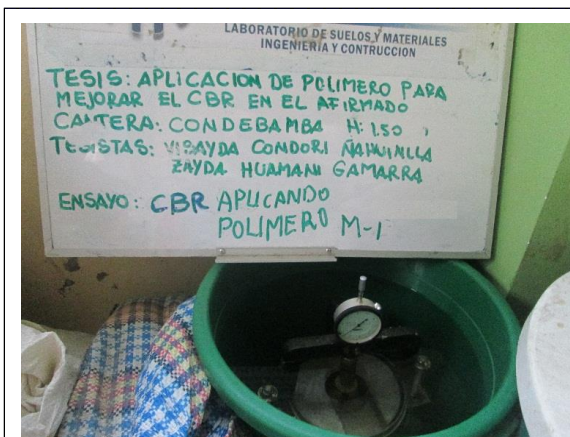


Muestra con dial para lectura de expansión



Muestras compactadas a 56, 25 y 12 golpes, con sus diales respectivos para realizar lecturas de expansión.

Continúa Anexo N° 19



Muestra con polimero puesta en agua durante 4 dias para poder realizar lectura de expansión.



Realizando lectura de penetracion con maquina de presiones, con el apoyo de personal tecnico de laboratorio.

Anexo 20:

Panel fotográfico de conteo de tráfico



foto 01: Vehiculo de transporte particular .

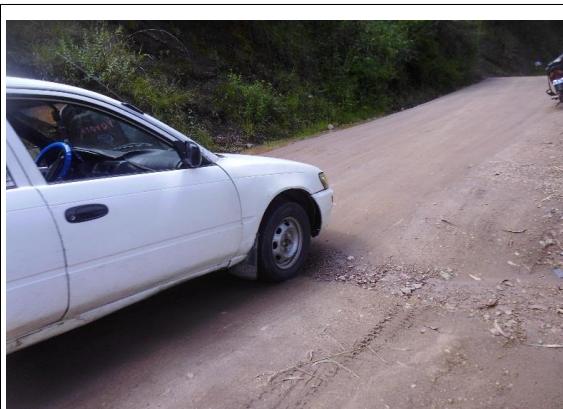


foto 02: Vehiculo Station Wagon.



foto 03: Vehiculo Combi Rural, recogiendo a niños en Moyocorral.



foto 04: Camioneta Pick UP



foto 05: Camion de dos ejes



Foto 06: Camion 3 ejes

Continúa Anexo N° 20



Foto 07: vehiculo de transporte de pasajeros "Chucchuruna" regresando de Karkatera hacia Abancay.



Foto 08: Vehiculo de 3 ejes (Volvo).



Foto 09: vehiculo Station Wagon (de la derecha saliendo de CP. Moyocorral, de la izquierda se dirige hacia Karkatera).



Foto 10: Vehiculo de tranporte de pasajeros CHUCCHURUNA.




Foto 11: Vehiculo Station Wagon.



Foto 12: Tesistas ralizando conteo de trafico vehicular en Puente Ullpuhuaycco.

Anexo 21:

Certificado de calibración de cazuela casagrande manual

 **PINZUAR** LTDA
INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA LA INDUSTRIA Y COMERCIO

INSPECTION CERTIFICATE CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

CONFORME CON LA NORMA

NORMA: INV E-125 REFERENCIA: PS11

CERTIFICA QUE CUMPLE CON
LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	204,50	g
Espesor de la copa	1,93	mm
Profundidad de la copa	26,96	mm
Altura de la base	50,86	mm
Ancho de la base	125,65	mm
Longitud de la base	150,54	mm

No Serie / Lore: 1715 / N.P.

FECHA: 2011-02-09 FIRMA: Jairsson R.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Pinzuar Ltda. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TEL: (571) 7454555 | Calle 18 No. 103 B 77
www.pinzuar.com.co Bogotá - Colombia

Anexo 22:

Certificado de calibración de la malla 1" para tamizado

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	25.00	mm
ABERTURA MAXIMA MAXIMUM APERTURE	25.24	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3.49	mm
MALLA No. MESH No.	1"	
SERIE No. SERIAL No.	43621	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 11,55	µm
FECHA DATE	2014-09-15	FIRMA SIGN





ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-01, Ed. 01 Rev.4

Anexo 23:

Certificado de calibración de horno eléctrico



PINZUAR LTDA
LABORATORIO DE METROLOGÍA

PINZUAR LTDA, SUCURSAL DEL PERÚ
peru.laboratorio@pinzuar.com.co
Telf: 5621263

CALIBRADO

Certificado : 073-2017 PLT
Fecha : 2017-03-14
Firma : *[Signature]*

No.
000699

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°073-2017 PLT

Página 1 de 5

Fecha de Emisión : 2017-03-14

1. SOLICITANTE : HK CONSTRUCTORES E.I.R.L

DIRECCIÓN : JR. LAS AZUCENAS NRO. SIN ASC. SANTA ROSA (ICDR CLINAC SAN BORJA C/P PORTON PLOM) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR
MODELO : P1-1901
NÚMERO DE SERIE : 107
PROCEDECIA : COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE PINZUAR LTDA

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital
Alcance de Indicación : 5°C a 200°C
Resolución : 0,01 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibración el 2017-03-14

La calibración se realizó en Laboratorio de PINZUAR LTDA SUCURSAL PERÚ.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-C18 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009, del SNM-INDEFOPPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	27,1	28,2
Humedad Relativa %HR	62	59

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Termómetro digital con diez termopares	LT - 050 - 2016



Harold Jackson Orihuela Chipana
Responsable del Laboratorio de Metrología
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO






Luis Fernando Galarza Medina
Técnico del Laboratorio de Metrología

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista Calle # Teléfono: 51(1) 5621263 - 4541606 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.co
peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

Anexo 24:

Certificado de calibración de máquina de ensayos a compresión

			
		No. 000916	
OBJETO DE PRUEBA: <small>Instrument</small> Rangos <small>Measurement range</small> FABRICANTE <small>Manufacturer</small> Modelo <small>Model</small> Serie <small>Identification number</small> Ubicación de la máquina <small>Location of the machine</small> Norma de referencia <small>Norm. of used reference</small> Intervalo calibrado <small>Calibrated interval</small> Solicitante <small>Customer</small> Dirección <small>Address</small> Ciudad <small>City</small> PATRON(ES) UTILIZADO(S) <small>Measurement standard</small> Tipo / Modelo <small>Type / Model</small> Rangos <small>Measurement range</small> Fabricante <small>Manufacturer</small> No. serie <small>Identification number</small> Certificado de calibración <small>Calibration certification</small> Incertidumbre de medida <small>Uncertainty of measurement</small> Método de calibración <small>Method of calibration</small> Unidades de medida <small>Units of measurement</small> FECHA DE CALIBRACIÓN <small>Date of calibration</small> FECHA DE EXPEDICIÓN <small>Date of issue</small> NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS <small>Number of pages of this certificate and documents attached</small> FIRMAS AUTORIZADAS <small>Authorized Signatures</small>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN 40 kN PINZUAR LTDA. PS - 9 PE-1001 Laboratorio de PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ NTC - ISO 7500 - 1 (2007 - 07 - 25) Del 10 % al 100 % del rango HK CONSTRUCTORES JR. LAS AZUCENAS NRO. 9/M ASC. SANTA ROSA (1CDR CLINAC SAN BORJA C4F PORTON PLOM) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY TS-C-5t / PG-300 50 kN Ning Bo Board Electronic Co., Lt JB105332 / 101 N° 4736 0,052 % Comparación Directa Sistema Internacional de Unidades (SI) 2017 - 03 - 16 2017 - 03 - 16 5	Pág. 1 de 5	
 Harold Jackson Orihuela Chipana Responsable del Laboratorio de Metrología		  Luis Fernando Galarza Medina Técnico del Laboratorio de Metrología	
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO			
Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao Teléfono: 51(1) 5621263 - 4641806 Lima, Perú peru.laboratorio@pinzuar.com.pe peru.comercial@pinzuar.com.co www.pinzuar.com.co			

Anexo 25:

Certificado de calibración de balanza de 3000 g.

	
No. 000691	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 070-2017 PLM	
Página 1 de 3	
FECHA DE EMISIÓN : 2017-03-06	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
1. SOLICITANTE : HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.	
DIRECCIÓN : JR. LAS AZUCENAS S/N ASC. SANTA ROSA (ICDR CLINAC SAN BORJA C4P PORTÓN PLOM) - ABANCAY - ABANCAY - APURIMAC	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA	
MARCA : OHAUS	
MODELO : R31P3	
NÚMERO DE SERIE : 8335510092	
ALCANCE DE INDICACIÓN : 3000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g	
PROCEDECIA : China	
IDENTIFICACIÓN : No indica	
TIPO : ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN : LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2017-03-06	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	
Laboratorio de PINZUAR LTDA, SUCURSAL DEL PERÚ Calle Ricardo Palma 998 Urb. San Joaquín Bellavista - Callao	
 Harold Jackson Orihuela Chirpa Responsable del Laboratorio de Metrología	 Luis Fernando Galarza Medina Técnico del Laboratorio de Metrología
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO	
Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao Teléfono: 51(1) 5621233 - 4641806 Lima, Perú peru.laboratorio@pinzuar.com.pe peru.comercial@pinzuar.com.pe www.pinzuar.com.pe	

Anexo 26:

Certificado de calibración de balanza de 15000 g.

			
		No. 000088	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 069-2017 PLM		Página 1 de 2	
FECHA DE EMISIÓN	: 2017-03-06	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERÚ no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>	
1. SOLICITANTE	: HK CONSTRUCTORES E.I.R.L.		
DIRECCIÓN	: JR. LAS AZUCENAS S/N ASC. SANTA ROSA (ICDR CLINAC SAN BORJA C4P PORTÓN PLOM) - ABANCAY - ABANCAY - APURÍMAC		
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA		
MARCA	: OHAUS		
MODELO	: R31P16		
NÚMERO DE SERIE	: 8336190055		
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 15000 g		
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0,5 g		
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,5 g		
PROCEDENCIA	: China		
IDENTIFICACIÓN	: No indica		
TIPO	: ELECTRÓNICA		
UBICACIÓN	: LABORATORIO		
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2017-03-06		
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL, 2010.		
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ Calle Ricardo Palma 998 Urb. San Joaquín / Bellavista - Callao		
 Harold Jackson Orihuela Chipana Responsable del Laboratorio de Metrología		 Luis Fernando Cazarza Medina Técnico del Laboratorio de Metrología	
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO			
Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao Teléfono: 51 (1) 5621263 - 4641608 Lima, Perú peru.laboratorio@pinzuar.com.pe peru.comercial@pinzuar.com.pe www.pinzuar.com.pe			

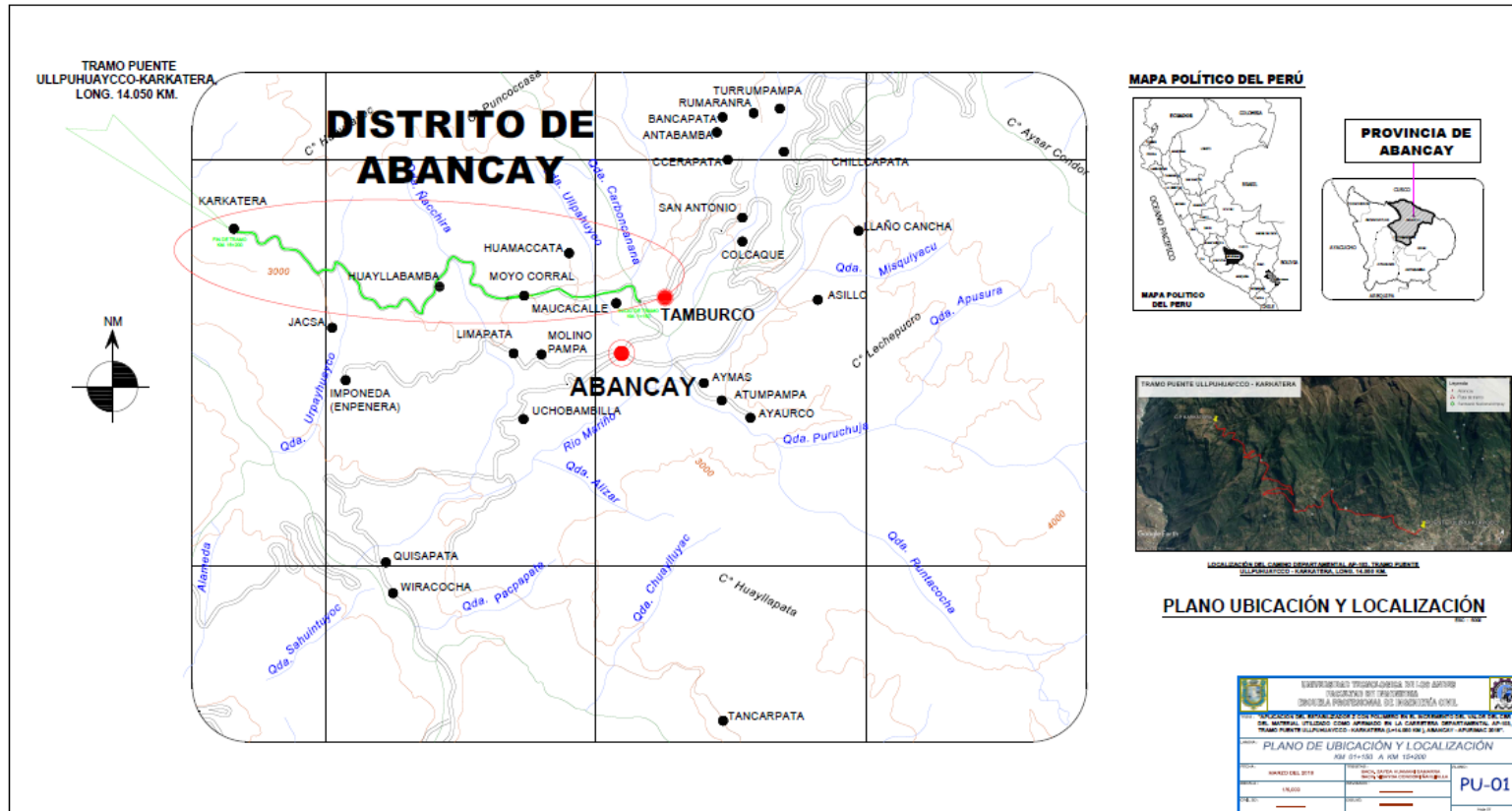
Anexo 27:

Formato de clasificación vehicular

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																				
TRAMO DE LA CARRETERA: _____ SENTIDO: E ← _____ S → _____ UBICACIÓN: _____ DIA: 1					ESTACION: _____ CODIGO DE LA ESTACION: _____ DIA Y FECHA: _____															
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
00-01	E																			
	S																			
01-02	E																			
	S																			
02-03	E																			
	S																			
03-04	E																			
	S																			
04-05	E																			
	S																			
05-06	E																			
	S																			
06-07	E																			
	S																			
07-08	E																			
	S																			
08-09	E																			
	S																			
09-10	E																			
	S																			
10-11	E																			
	S																			
11-12	E																			
	S																			
12-13	E																			
	S																			
13-14	E																			
	S																			
14-15	E																			
	S																			
15-16	E																			
	S																			
16-17	E																			
	S																			
17-18	E																			
	S																			
18-19	E																			
	S																			
19-20	E																			
	S																			
20-21	E																			
	S																			
21-22	E																			
	S																			
22-23	E																			
	S																			
23-24	E																			
	S																			
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENCUESTADOR :		JEFE DE BRIGADA :					ING.RESPONS:					SUPERV.MTC :								


Anexo 28:

Plano de ubicación y localización del tramo en estudio



Anexo 30:

Resumen de metrados

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"			
RESUMEN DE METRADOS			
Item	Descripción	Und.	Metrado
01	OBRAS PRELIMINARES		
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	GLB	1.00
01.02	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	KM	14.05
02	PAVIMENTOS		
02.01	REPOSICIÓN DE AFIRMADO E=0.10M	M3	5,550.87
03	TRANSPORTES		
03.01	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1KM	M3K	5,956.80
03.02	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1KM	M3K	64,749.18
04	IMPACTO AMBIENTAL		
04.01	RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS	M2	300.00



Anexo 31:

Resumen de metrados obras preliminares

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"				
RESUMEN DE METRADOS OBRAS PRELIMINARES				
ACTIVIDAD : 01.00 OBRAS PRELIMINARES FECHA : ENERO DEL 2018				
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
01.01	: Movilización y Desmovilización	GLB	1.00	1.00
01.02	: Nivelación y replanteo	KM	14.05	14.05

Anexo 32:

Sustento de metrados obras preliminares

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
	TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"		
SUSTENTO DE METRADOS			
ACTIVIDAD : 01.00 OBRAS PRELIMINARES			
FECHA : ENERO DEL 2018			
01.01	: Movilización y Desmovilización		1.00 Glb
	Descripción	Unidad	Parcial
	Movilización y desmovilización	Glb	1.00
	* El detalle de la movilización de equipos se encuentra detallado en la hoja adjunta.		1.00 Glb
01.02	: Nivelación y replanteo		14.050 km
	Progresiva		Longitud
	Inicio	Fin	km
	1+150.00	15+200.00	14,050.00
			14,050.00
			14.050 km



Anexo 33:

Movilización y desmovilización

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO							
ITEM	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	CANTIDAD	PESO EN KG	OBSERVACIÓN			
1.00	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 2,000 GAL.	1.00	13000.00	(3)			
2.00	CAMION VOLQUETE 15 M3.	3.00	20000.00	(3)			
3.00	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON.	1.00	3000.00	(3)			
4.00	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	1.00	18390.00	(2)			
5.00	MOTONIVELADORA DE 125 HP	1.00	11520.00	(2)			
6.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-10 HP 7-9 T.	1.00	12000.00	(2)			
7.00	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	1.00	14900.00	(2)			
8.00	ZARANDA MECANICA DE 2 1/2"	1.00	3000.00	(1)			
Nº Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES		COSTO	SUB TOTAL		
		PESO	TIEMPO VIAJE	ALQUILER			
		KG	HR	HM			
2	CAMION PLATAFORMA, 280-330HP	52,110.00	0.28	233.33	130.66		
MOV Y DESMV. INCLUIDO FALSO FLETE(40%)		TOTAL =		S/.	182.93		
COTIZACIÓN SEGÚN REVISTA COSTOS							
NOTA :	(1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES						
	(2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA						
	(3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						
CAMION PLATAFORMA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 20-28 TON)							
<ul style="list-style-type: none"> - Distancia entre ejes: 4.800 + 1350 - Largo Total: 9.840 - Voladizo delantero: 1.440 - Voladizo trasero: 2.250 - Altura techo de la cabina/ chasis (techo bajo): 1875 							
CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE CAMION PLATAFORMA		Distancia	Factor de corrección	Distancia real	Velocidad	TOTAL	
		KM		KM	KM/HR	Tiempo (hr)	
		Abancay (P.M.) - Arco Maucacalle	0.00	1.20	0.00	30.00	0.00
		Arco Maucacalle - Karcatera (P.M.=1+500)	1.50	2.80	4.20	30.00	0.14
		1.50				0.14	
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO							
CANTIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES					
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR	SUB TOTAL		
		IDA	VUELTA				
1.00	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP	0.14	0.14	158.19	S/.	44.29	
4.00	CAMION VOLQUETE 15 M3.	0.14	0.14	137.29	S/.	153.76	
1.00	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON	0.14	0.14	31.57	S/.	8.84	
TOTAL					S/.	206.90	
RESUMEN							
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					S/.	182.93	
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO					S/.	206.90	
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION					S/.	389.83	

Anexo 34:

Resumen de metrados superficie de rodadura

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"						
RESUMEN DE METRADOS SUPERFICIE DE RODADURA						
ACTIVIDAD : 02.00 SUPERFICIE DE RODADURA FECHA : ABRIL DEL 2018						
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL		
02.01	: Reposición de afirmado E=0,10 m.	m ³	5,550.87	5,550.87		

Anexo 35:

Superficie de rodadura - metrado de afirmado

ACTIVIDAD		: 02.00 SUPERFICIE DE RODADURA						
FECHA		: ABRIL DEL 2018						
02.01	: Reposicion de Afirmado E=0,1 M.						5,550.87 m³	
<u>METRADO AFIRMADO</u>								
Progresiva		Longitud m	Ancho Promedio m	Espesor m	Area m ²	Area S/A m ²	Area Total m ²	Vol. Total m ³
Inicio	Final							
1+000.00	1+250.00	250.00	4.10	0.10	1,025.00	20.50	1,045.50	104.55
1+250.00	1+500.00	250.00	4.10	0.10	1,025.00	20.50	1,045.50	104.55
1+500.00	1+750.00	250.00	4.10	0.10	1,025.00	20.50	1,045.50	104.55
1+750.00	2+000.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
2+000.00	2+250.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
2+250.00	2+500.00	250.00	4.30	0.10	1,075.00	21.50	1,096.50	109.65
2+500.00	2+750.00	250.00	4.30	0.10	1,075.00	21.50	1,096.50	109.65
2+750.00	3+000.00	250.00	4.30	0.10	1,075.00	21.50	1,096.50	109.65
3+000.00	3+250.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
3+250.00	3+500.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
3+500.00	3+750.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
3+750.00	4+000.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
4+000.00	4+250.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
4+250.00	4+500.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
4+500.00	4+750.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
4+750.00	5+000.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
5+000.00	5+250.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
5+250.00	5+500.00	250.00	4.50	0.10	1,125.00	22.50	1,147.50	114.75
5+500.00	5+750.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
5+750.00	6+000.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
6+000.00	6+250.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
6+250.00	6+500.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
6+500.00	6+750.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
6+750.00	7+000.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
7+000.00	7+250.00	250.00	3.30	0.10	825.00	16.50	841.50	84.15
7+250.00	7+500.00	250.00	3.30	0.10	825.00	16.50	841.50	84.15
7+500.00	7+750.00	250.00	4.40	0.10	1,100.00	22.00	1,122.00	112.20
7+750.00	8+000.00	250.00	4.40	0.10	1,100.00	22.00	1,122.00	112.20
8+000.00	8+250.00	250.00	4.40	0.10	1,100.00	22.00	1,122.00	112.20
8+250.00	8+500.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
8+500.00	8+750.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
8+750.00	9+000.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
9+000.00	9+250.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
9+250.00	9+500.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80

Continua anexo 35

ACTIVIDAD		: 02.00 SUPERFICIE DE RODADURA						
FECHA		: ABRIL DEL 2018						
02.01	: Reposicion de Afirmado E=0,1 M.						5,550.87 m³	
<u>METRADO AFIRMADO</u>								
Progresiva		Longitud m	Ancho Promedio m	Espesor m	Area m ²	Area S/A m ²	Area Total m ²	Vol. Total m ³
Inicio	Final							
9+500.00	9+750.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
9+750.00	10+000.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
10+000.00	10+250.00	250.00	3.60	0.10	900.00	18.00	918.00	91.80
10+250.00	10+500.00	250.00	3.40	0.10	850.00	17.00	867.00	86.70
10+500.00	10+750.00	250.00	3.40	0.10	850.00	17.00	867.00	86.70
10+750.00	11+000.00	250.00	3.40	0.10	850.00	17.00	867.00	86.70
11+000.00	11+250.00	250.00	4.20	0.10	1,050.00	21.00	1,071.00	107.10
11+250.00	11+500.00	250.00	4.20	0.10	1,050.00	21.00	1,071.00	107.10
11+500.00	11+750.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
11+750.00	12+000.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
12+000.00	12+250.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
12+250.00	12+500.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
12+500.00	12+750.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
12+750.00	13+000.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
13+000.00	13+250.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
13+250.00	13+500.00	250.00	3.50	0.10	875.00	17.50	892.50	89.25
13+500.00	13+750.00	250.00	4.30	0.10	1,075.00	21.50	1,096.50	109.65
13+750.00	14+000.00	250.00	4.30	0.10	1,075.00	21.50	1,096.50	109.65
14+000.00	14+250.00	250.00	4.30	0.10	1,075.00	21.50	1,096.50	109.65
14+250.00	14+500.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
14+500.00	14+750.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
14+750.00	15+000.00	250.00	3.80	0.10	950.00	19.00	969.00	96.90
15+000.00	15+200.00	200.00	3.80	0.10	760.00	15.20	775.20	77.52
				LONGITUD				
KM. 1+150 PUENTE DE CONCRETO ARMADO			4.90	18.00	88.20		-88.20	-88.20
TOTAL		14,200.00			55,373.20	1,105.70	56,302.50	5,550.87

Anexo 36:

Resumen de metrados transporte

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO
03.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM	m ³ -km	5,956.80
03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1 KM	m ³ -km	64,749.18

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY- APURIMAC 2018"

ACTIVIDAD : 03.00 TRANSPORTES
FECHA : ENERO DEL 2018

RESUMEN DE METRADOS
03.00 TRANSPORTE

Anexo 37:

Sustento de metrados de transporte de base granular

Sustento de metrados de transporte de Base Granular																	
03.01 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM															5,956.80 m ³ -km		
03.02 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1 KM															64,749.18 m ³ -km		
PAVIMENTOS																	
INICIO (km)	FIN (km)	Ecuación Empalme (m)	Código Cantera	Ubicación de Canteras (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 120.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	SA (m ²)	Espesor (m)	Volumen (m ³)	Momento (m ³ -km)	D<=1km (m ³ -km)	D>1km (m ³ -km)
1+000.00	2+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	4.94	1,000.00	4.100	4,100.00	82.00	0.10	418.20	2,065.91	418.20	1,647.71
2+000.00	3+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	5.94	1,000.00	3.800	3,800.00	76.00	0.10	387.60	2,302.34	387.60	1,914.74
3+000.00	4+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	6.94	1,000.00	3.500	3,500.00	70.00	0.10	357.00	2,477.58	357.00	2,120.58
4+000.00	5+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	7.94	1,000.00	4.500	4,500.00	90.00	0.10	459.00	3,644.46	459.00	3,185.46
5+000.00	6+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	8.94	1,000.00	4.500	4,500.00	90.00	0.10	459.00	4,103.46	459.00	3,644.46
6+000.00	7+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	9.94	1,000.00	3.800	3,800.00	76.00	0.10	387.60	3,852.74	387.60	3,465.14
7+000.00	8+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	10.94	1,000.00	3.300	3,300.00	66.00	0.10	336.60	3,682.40	336.60	3,345.80
8+000.00	9+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	11.94	1,000.00	4.400	4,400.00	88.00	0.10	448.80	5,358.67	448.80	4,909.87
9+000.00	10+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	12.94	1,000.00	3.600	3,600.00	72.00	0.10	367.20	4,751.57	367.20	4,384.37
10+000.00	11+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	13.94	1,000.00	3.600	3,600.00	72.00	0.10	367.20	5,118.77	367.20	4,751.57
11+000.00	12+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	14.94	1,000.00	4.200	4,200.00	84.00	0.10	428.40	6,400.30	428.40	5,971.90
12+000.00	13+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	15.94	1,000.00	3.500	3,500.00	70.00	0.10	357.00	5,690.58	357.00	5,333.58
13+000.00	14+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	16.94	1,000.00	3.500	3,500.00	70.00	0.10	357.00	6,047.58	357.00	5,690.58
14+000.00	15+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	17.94	1,000.00	4.300	4,300.00	86.00	0.10	438.60	7,868.48	438.60	7,429.88
15+000.00	16+000.00	-	C-1	-	100.00%	3.56	0.12	18.94	1,000.00	3.800	3,800.00	76.00	0.10	387.60	7,341.14	387.60	6,953.54
														5,956.80	70,705.98	5,956.80	64,749.18
Se considera la ubicación de la cantera en el km.1+150; con un acceso de 3.56 km.																	
															Dist.Medía (km):		11.87



Anexo 38:

Sustento de metrados de agua para riego

Sustento de metrados de transporte de Agua para riego																
PAVIMENTOS																
INICIO (km)	FIN (km)	Código Fuente de Agua	Ubicación de Fuente de Agua (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 120.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	SA (m ²)	Espesor (m)	Volumen (m ³)	Momento (m ³ -km)	D≤1km (m ³ -km)	D>1km (m ³ -km)
1+000.00	2+000.00	F-1	0.40	100.00%	-	0.00	1.10	1,000.00	4.100	4,100.00	82.00	0.10	418.20	460.02	418.20	41.82
2+000.00	3+000.00	F-1	0.40	100.00%	-	0.00	2.10	1,000.00	3.800	3,800.00	76.00	0.10	387.60	813.96	387.60	426.36
3+000.00	4+000.00	F-1	0.40	100.00%	-	0.00	3.10	1,000.00	3.500	3,500.00	70.00	0.10	357.00	1,106.70	357.00	749.70
4+000.00	5+000.00	F-2	4.70	100.00%	1.00	1.00	0.20	1,000.00	4.500	4,500.00	90.00	0.10	459.00	91.80	91.80	-
5+000.00	6+000.00	F-2	4.70	100.00%	1.00	2.00	-0.20	1,000.00	4.500	4,500.00	90.00	0.10	459.00	- 91.80	- 91.80	-
6+000.00	7+000.00	F-3	9.25	100.00%	1.00	3.00	0.75	1,000.00	3.800	3,800.00	76.00	0.10	387.60	290.70	290.70	-
7+000.00	8+000.00	F-3	9.25	100.00%	1.00	4.00	-1.25	1,000.00	3.300	3,300.00	66.00	0.10	336.60	- 420.75	- 420.75	-
8+000.00	9+000.00	F-3	9.25	100.00%	1.00	5.00	-3.25	1,000.00	4.400	4,400.00	88.00	0.10	448.80	- 1,458.60	- 1,458.60	-
9+000.00	10+000.00	F-3	9.25	100.00%	1.00	6.00	-4.75	1,000.00	3.600	3,600.00	72.00	0.10	367.20	- 1,744.20	- 1,744.20	-
10+000.00	11+000.00	F-3	9.25	100.00%	1.00	7.00	-4.75	1,000.00	3.600	3,600.00	72.00	0.10	367.20	- 1,744.20	- 1,744.20	-
11+000.00	12+000.00	F-4	11.30	100.00%	1.00	8.00	-6.80	1,000.00	4.200	4,200.00	84.00	0.10	428.40	- 2,913.12	- 2,913.12	-
12+000.00	13+000.00	F-4	11.30	100.00%	1.00	9.00	-6.80	1,000.00	3.500	3,500.00	70.00	0.10	357.00	- 2,427.60	- 2,427.60	-
13+000.00	14+000.00	F-5	15.30	100.00%	1.00	10.00	-7.20	1,000.00	3.500	3,500.00	70.00	0.10	357.00	- 2,570.40	- 2,570.40	-
14+000.00	15+000.00	F-5	15.30	100.00%	1.00	11.00	-9.20	1,000.00	4.300	4,300.00	86.00	0.10	438.60	- 4,035.12	- 4,035.12	-
15+000.00	16+000.00	F-5	15.30	100.00%	1.00	12.00	-10.80	1,000.00	3.800	3,800.00	76.00	0.10	387.60	- 4,186.08	- 4,186.08	-
													1,570.80	2,421.48	1,203.60	1,217.88
													Dist.Media (km):		1.54	

Anexo 39:

Resumen de metrados impacto ambiental

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"				
RESUMEN DE METRADOS IMPACTO AMBIENTAL				
ACTIVIDAD : 04.00 IMPACTO AMBIENTAL FECHA : MARZO DEL 2018				
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	TOTAL
04.01	Restauración de cantera	m ²	0.00	0.00
04.02	Restauración de patio de maquinas	m ²	300.00	300.00

Anexo 40:

Sustento de metrados de impacto ambiental

SUSTENTO DE METRADOS																													
ACTIVIDAD : 04.00 IMPACTO AMBIENTAL FECHA : MARZO DEL 2018																													
04.01	Restauración de cantera			0.00																									
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">largo</th> <th style="width: 15%;">ancho</th> <th style="width: 15%;">Unidad</th> <th style="width: 25%;">Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>km. 2+041</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Restauración de cantera</td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	largo	ancho	Unidad	Parcial	km. 2+041	0	0	m ²	0				m ²	0				m ²	0	Restauración de cantera			m ²	-			
Descripción	largo	ancho	Unidad	Parcial																									
km. 2+041	0	0	m ²	0																									
			m ²	0																									
			m ²	0																									
Restauración de cantera			m ²	-																									
	No se considera por ser cantera privada			0.00																									
04.02	Restauración de patio de maquinas			300.00 m²																									
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">largo</th> <th style="width: 15%;">ancho</th> <th style="width: 15%;">Unidad</th> <th style="width: 25%;">Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>km. 2+660</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">300</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Restauración de patio de maquinas</td> <td style="text-align: center;">m²</td> <td style="text-align: center;">300.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	largo	ancho	Unidad	Parcial	km. 2+660	20	15	m ²	300				m ²	0				m ²	0	Restauración de patio de maquinas			m ²	300.00			
Descripción	largo	ancho	Unidad	Parcial																									
km. 2+660	20	15	m ²	300																									
			m ²	0																									
			m ²	0																									
Restauración de patio de maquinas			m ²	300.00																									
				300.00 m ²																									

Anexo 41:

Cálculo del ancho promedio del camino departamental

Progresiva		Ancho Promedio superficie rodadura c/250	Ancho inicial existente promedio / kilometro a (mtrs)	Espesor considerado a lo largo de la vía e (mtrs)	talud afirmado V:H Z	Ancho superficie rodadura promedio considerado en el expediente. AP
Del Km.	Al Km.					
1+000.00	1+250.00	4.10	3.93	0.10	1.50	4.1
1+250.00	1+500.00	4.10		0.10	1.50	
1+500.00	1+750.00	3.90		0.10	1.50	
1+750.00	2+000.00	3.50	3.60	0.10	1.50	3.8
2+000.00	2+250.00	3.70		0.10	1.50	
2+250.00	2+500.00	4.20	4.17	0.10	1.50	4.3
2+500.00	2+750.00	4.50		0.10	1.50	
2+750.00	3+000.00	3.80		0.10	1.50	
3+000.00	3+250.00	3.10	3.35	0.10	1.50	3.5
3+250.00	3+500.00	3.60		0.10	1.50	
3+500.00	3+750.00	4.30	4.30	0.10	1.50	4.5
3+750.00	4+000.00	4.40		0.10	1.50	
4+000.00	4+250.00	4.80		0.10	1.50	
4+250.00	4+500.00	4.60		0.10	1.50	
4+500.00	4+750.00	4.00		0.10	1.50	
4+750.00	5+000.00	4.00		0.10	1.50	
5+000.00	5+250.00	4.00	3.62	0.10	1.50	3.8
5+250.00	5+500.00	3.80		0.10	1.50	
5+500.00	5+750.00	3.90		0.10	1.50	
5+750.00	6+000.00	3.80		0.10	1.50	
6+000.00	6+250.00	3.00		0.10	1.50	
6+250.00	6+500.00	3.20		0.10	1.50	
6+500.00	6+750.00	4.00	3.10	0.10	1.50	3.3
6+750.00	7+000.00	2.60		0.10	1.50	
7+000.00	7+250.00	3.60		0.10	1.50	
7+250.00	7+500.00	3.10	4.20	0.10	1.50	4.4
7+500.00	7+750.00	4.10		0.10	1.50	
7+750.00	8+000.00	4.30		0.10	1.50	
8+000.00	8+250.00	4.20		0.10	1.50	

CALCULO DEL ANCHO PROMEDIO DEL CAMINO DEPARTAMENTAL						
Progresiva		Ancho Promedio superficie rodadura c/250	Ancho inicial existente promedio / kilometro a (mtrs)	Espesor considerado a lo largo de la via e (mtrs)	talud afirmado V:H Z	Ancho superficie rodadura promedio considerado en el expediente. AP
Del Km.	Al Km.					
8+250.00	8+500.00	3.00	3.40	0.10	1.50	3.6
8+500.00	8+750.00	3.30		0.10	1.50	
8+750.00	9+000.00	3.60		0.10	1.50	
9+000.00	9+250.00	2.90		0.10	1.50	
9+250.00	9+500.00	3.70		0.10	1.50	
9+500.00	9+750.00	2.80		0.10	1.50	
9+750.00	10+000.00	3.80		0.10	1.50	
10+000.00	10+250.00	4.10		0.10	1.50	
10+250.00	10+500.00	3.40	3.27	0.10	1.50	3.4
10+500.00	10+750.00	3.10		0.10	1.50	
10+750.00	11+000.00	3.30		0.10	1.50	
11+000.00	11+250.00	3.90	4.05	0.10	1.50	4.2
11+250.00	11+500.00	4.20		0.10	1.50	
11+500.00	11+750.00	3.20	3.31	0.10	1.50	3.5
11+750.00	12+000.00	3.00		0.10	1.50	
12+000.00	12+250.00	3.10		0.10	1.50	
12+250.00	12+500.00	3.60		0.10	1.50	
12+500.00	12+750.00	3.50		0.10	1.50	
12+750.00	13+000.00	3.40		0.10	1.50	
13+000.00	13+250.00	3.20		0.10	1.50	
13+250.00	13+500.00	3.50		0.10	1.50	
13+500.00	13+750.00	4.00	4.10	0.10	1.50	4.3
13+750.00	14+000.00	4.10		0.10	1.50	
14+000.00	14+250.00	4.20		0.10	1.50	
14+250.00	14+500.00	3.80	3.68	0.10	1.50	3.8
14+500.00	14+750.00	3.20		0.10	1.50	
14+750.00	15+000.00	4.10		0.10	1.50	
15+000.00	15+200.00	3.60		0.10	1.50	

Anexo 42:

Espesor sectorizado de pavimento

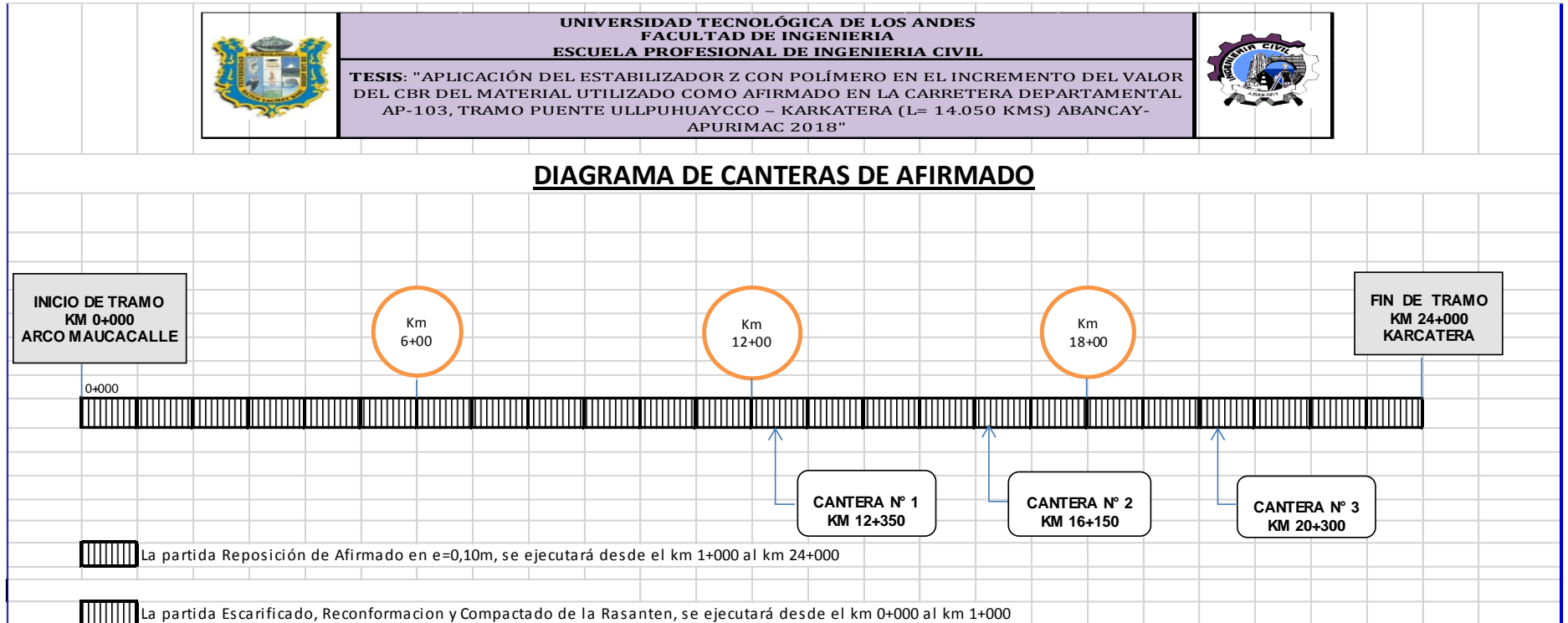
		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018"					
ESPESOR SECTORIZADO DE PAVIMENTO TRAMO: PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARCATERA					
Progresiva	Espesor (m)	PROMEDIO SECTORIZADO	PROMEDIO EXISTENTE A REPONER (e para llegar a 20 cm)	ESPESOR A REPONER	
1+000	0.16	0.16	0.04	0.10	
1+250	0.17				
1+500	0.15				
1+750	0.17				
2+000	0.14	0.16	0.04	0.10	
2+250	0.18				
2+500	0.17				
2+750	0.19				
3+000	0.17	0.16	0.04	0.10	
3+250	0.14				
3+500	0.16				
3+750	0.12				
4+000	0.23	0.16	0.04	0.10	
4+250	0.15				
4+500	0.16				
4+750	0.11				
5+000	0.15	0.13	0.07	0.10	
5+250	0.11				
5+500	0.14				
5+750	0.11				
6+000	0.16	0.13	0.07	0.10	
6+250	0.14				
6+500	0.14				
6+750	0.14				
7+000	0.11				
7+250	0.16				
7+500	0.15				
7+750	0.11				
8+000	0.10				
8+250	0.12				
8+500	0.12				
8+750	0.14				
9+000	0.08				

Continua anexo 42:

Progresiva	Espesor (m)	PROMEDIO SECTORIZADO	PROMEDIO EXISTENTE A REPONER (e para llegar a 20 cm)	ESPESOR A REPONER
9+250	0.13	0.15	0.05	0.10
9+500	0.15			
9+750	0.16			
10+000	0.15	0.15	0.05	0.10
10+250	0.09			
10+500	0.14			
10+750	0.18			
11+000	0.13			
11+250	0.19			
11+500	0.18			
11+750	0.16	0.15	0.05	0.10
12+000	0.16			
12+250	0.09			
12+500	0.17			
12+750	0.17			
13+000	0.18	0.13	0.07	0.10
13+250	0.12			
13+500	0.14			
13+750	0.13	0.16	0.04	0.10
14+000	0.17			
14+250	0.17			
14+500	0.17			
14+750	0.14			
15+000	0.15	0.16	0.04	0.10
15+250	0.16			
15+500	0.14			
15+750	0.18			
16+000	0.16	0.15	0.05	0.10
15+250	0.15			
15+500	0.15			
15+750	0.16			
16+000	0.15			

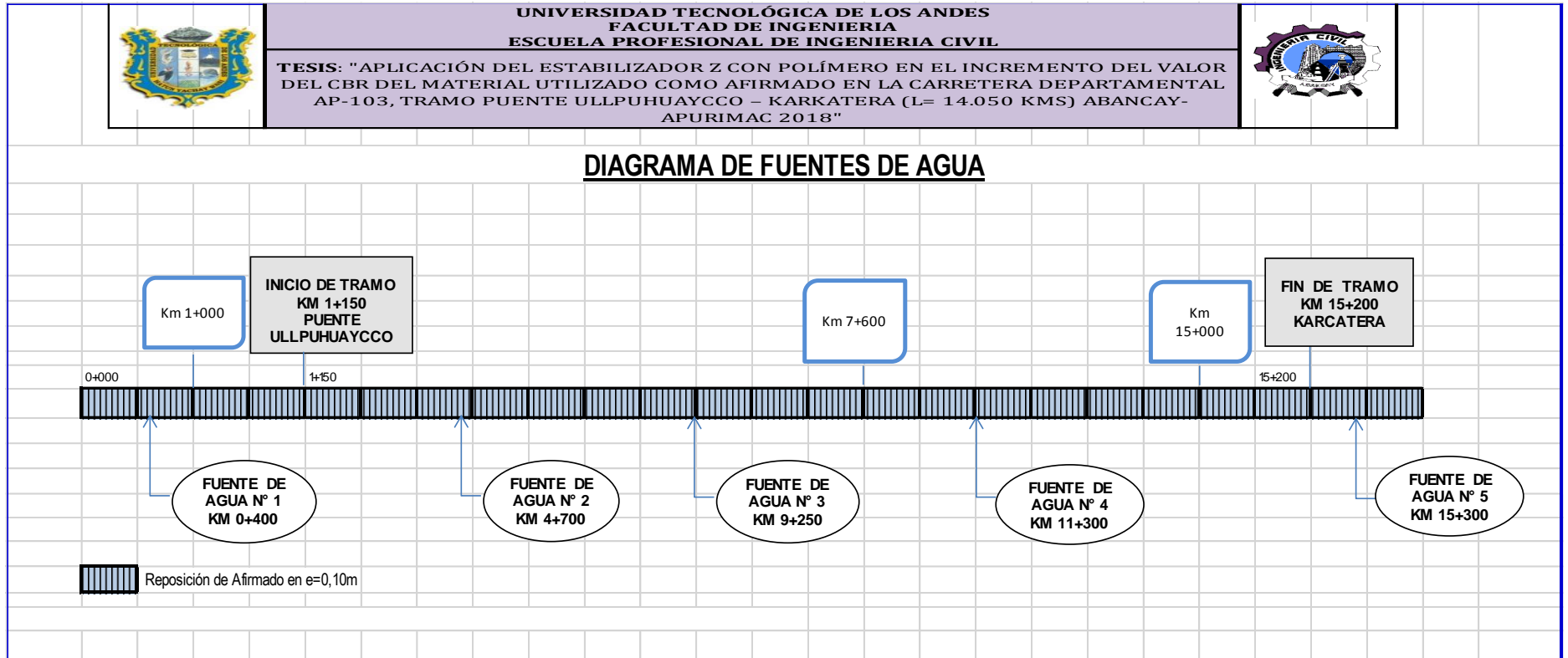
Anexo 43:

Diagrama de canteras de afirmado











Anexo 44:

Diagrama de fuentes de agua



Anexo 45:

Proyección de vehículos

TRAMO		PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA										
ESTACION DE CONTROL		MOYOCORRAL										
TIPO DE VEHICULO	TRAFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS POR DIA							TOTAL SEMANA	IMDs	Fc	IMDa= IMDs x Fc	
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO					
AUTO 	5	8	2	5	14	14	21	69	10	0.94749	9	
STATION WAGON 	36	34	25	33	55	35	58	276	39	0.94749	37	
PICK UP 	12	9	11	12	14	11	14	83	12	0.94749	11	
PANEL 	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.94749	0	
RURAL Combi 	52	38	44	44	47	45	47	317	45	0.94749	43	
BUS 2 EJES 	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.91923	0	
CAMION 2 E 	7	0	7	7	5	5	5	36	5	0.91923	5	
CAMION 3 E 	0	6	0	0	3	0	3	12	2	0.91923	2	
TOTAL	112	95	89	101	138	110	148	793	113	-	107	

Tráfico actual por tipo de Vehículo - 2017		
TIPO DE VEHÍCULO	IMD	%
AUTO	9	8.72%
STATION WAGON	37	34.87%
PICK UP	11	10.49%
PANEL	0	0.00%
RURAL Combi	43	40.05%
BUS 2 EJES	0	0.00%
CAMION 2 E	5	4.41%
CAMION 3 E	2	1.47%
IMDs	107	100.00%

DESCRIPCION	TASA (%)	FC	FACTOR INTERPOLADO AL MES DE
Pasajeros	1.00%	0.94749	DICIEMBRE
Carga PBI	4.60%	0.91923	DICIEMBRE

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL - REGION APURIMAC	1.00%
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL PBI REGIONAL	4.60%

Anexo 46:

Proyección del tráfico normal

TIPO DE VEHICULO	TASA DE CRECIMIENTO %	PROYECCION DEL TRAFICO NORMAL										
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
AUTO	1.00%	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
STATION WAGON	1.00%	37	38	38	38	39	39	40	40	40	41	41
PICK UP	1.00%	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
PANEL	1.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL Combi	1.00%	43	43	44	44	45	45	46	46	46	47	47
BUS 2 EJES	4.60%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2 E	4.60%	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7
CAMION 3 E	4.60%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL		107	108	110	111	112	114	115	117	118	120	121

Anexo 47:

Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000 – 2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
P001	Aguas Calientes	0.992382	0.920195	1.068743	1.075160	1.169200	1.184254	0.936857	0.879831	0.867443	1.050135	1.040737	1.010235
P002	Aguas Claras	1.120729	1.160006	1.095403	1.045593	0.973398	0.953971	0.890315	0.923189	1.050493	1.033557	1.008857	0.932598
P003	Ambo	1.035571	1.102719	1.094765	1.028035	1.011158	1.047825	1.020222	0.979908	1.031114	0.982223	0.952948	0.861338
P004	Atico	0.934263	0.764183	1.000100	1.047885	1.162355	1.221341	1.023835	0.999045	1.141732	1.095546	1.105757	0.864690
P005	Ayaviri	1.036650	0.967293	1.509918	1.121253	1.191289	1.173181	0.957975	0.883276	0.880329	0.996700	0.985409	0.865891
P006	Bagua	1.056196	1.109595	1.169597	1.102517	1.074476	1.024215	0.969664	0.949647	0.955497	1.009393	1.038757	0.876256
P007	Bujama	0.619687	0.582335	0.689777	1.018653	1.661345	1.793992	1.366112	1.514720	1.653584	1.297168	1.217959	1.012960
P012	Casinchihua	1.169165	1.138535	1.100933	1.093872	1.055809	1.021969	0.897320	0.884660	0.989000	0.994786	0.997694	0.947491
P039	Mocce	0.988368	0.962589	1.015888	1.097568	1.088704	1.041461	1.020978	0.914061	1.042163	1.045342	1.020761	0.906705
P040	Montalvo	0.952951	0.982183	1.081383	1.089070	1.116355	1.120768	0.979418	0.915982	1.020771	1.048732	1.025820	0.868989
P041	Mórrope	0.882757	0.924620	1.070067	1.124741	1.150790	1.169035	0.882586	0.979860	1.183850	1.101693	1.140363	0.785395
P042	Moyobamba	1.178276	1.138916	1.113240	1.051469	1.033499	0.926456	0.937374	0.928181	0.968301	0.971935	0.942950	0.938618
P043	Nazca	0.998482	0.968412	1.029348	1.054918	1.108427	1.123463	0.924936	0.902211	1.026323	1.026347	1.095925	0.896682
P044	Pacangulla	0.951242	0.972866	1.068221	1.033149	1.067478	1.103852	0.890865	0.949958	1.131137	1.130123	1.126137	0.839516
P045	Pacra	1.110540	1.116333	1.032097	0.874611	1.126100	1.055529	0.916323	0.999696	1.066166	1.025252	1.005852	0.966826
P046	Paita	0.888620	0.846215	0.955639	1.036748	1.152649	1.146220	1.350730	1.066184	1.026845	1.105145	1.089163	0.791592
P047	Pampa Cuéllar	1.049977	0.941641	1.121317	1.130921	1.165483	1.203320	0.967152	0.740558	1.051413	1.022972	1.039633	0.914584
P048	Pampa Galera	1.049449	1.115322	1.189206	1.141811	0.953547	1.044147	0.968588	0.820661	1.029797	1.005944	1.030903	0.927163
P049	Patahuasi	1.154511	0.945466	1.168618	1.091643	1.128276	1.126704	0.924874	0.767332	0.989006	0.952423	1.006260	0.952658
P050	Pedro Ruiz	0.993233	1.029596	1.080265	1.209410	1.101453	1.037956	0.924837	0.913536	0.982339	1.028582	1.004107	0.997269
P051	Piura Sullana	0.920508	0.918587	1.012812	1.067426	0.979278	1.051401	0.996521	0.994501	1.034053	1.082971	1.066464	0.939187
P052	Pomalca	0.769321	0.749243	0.782892	0.831381	0.786013	1.014466	1.793785	0.974946	0.991258	1.017340	1.051915	0.998837
P053	Pomahuanca	0.906348	1.043085	1.080231									
P054	Pozo Redondo	0.918618	0.883502	0.989741	1.057258	1.050785	1.191273	1.046164	1.000733	1.103416	1.048364	1.036116	0.848653
P055	Pucará	0.929663	0.968912	1.081974	1.106895	1.118226	1.060810	0.923353	0.909883	1.036513	1.071227	1.030331	0.937501
P056	Punta Perdida	1.016504	0.741978	1.141825	1.231290	1.206355	1.190819	0.886978	0.597177	1.158515	1.107127	1.283573	1.123881
P057	Quiulla	1.054813	1.085522	1.094876	0.922164	1.007071	1.060803	0.857949	0.958452	1.045872	1.058378	1.023853	0.930233
P058	Ramiro Prialé	0.993362	0.998265	1.019429	1.028051	1.032356	1.019612	0.965779	0.941970	1.024400	0.996099	1.016927	0.965203
P059	Rumichaca	1.313437	1.023745	0.995061	0.826767	1.198725	1.183175	0.864668	0.951512	1.214331	1.028613	1.086110	1.047318
P060	Santa Lucia	1.265383	0.949992	1.293140	1.239950	1.301753	1.048459	1.093066	0.840069	1.165849	1.130071	1.155767	0.847905
P061	Saylla	1.012254	0.962672	1.064325	1.292215	1.179586	1.171810	1.045055	0.979378	0.931480	1.056679	1.067440	0.987959
P062	Serpentín de Pasamayo	1.095463	1.007880	1.022644	1.013634	0.978524	0.993843	0.984806	1.037533	1.080017	0.895230	0.886778	0.852263
P063	Sicuyani	0.971417	0.758596	1.068523	1.111396	1.229779	1.311310	1.031490	0.683282	1.384191	1.019804	1.119919	0.978667
P064	Simbila												
P065	Socos	1.208747	1.059142	0.999469	0.877132	1.075259	1.064181	0.972343	0.965082	1.033340	0.996466	1.008091	0.997567
P066	Tambo Grande	0.883966	0.939828	1.044692	1.119472	1.138508	1.082810	1.093651	1.062226	1.074473	0.953255	0.961313	0.829641
P067	Tomasiri	1.040521	1.044316	1.084451	1.073745	1.064572	1.071234	1.333246	0.957206	0.855623	1.033469	1.028658	0.844004
P068	Tunan	1.010867	1.060881	1.108091	0.966025	1.086967	1.037544	0.817707	0.878406	0.969556	0.927743	1.001607	0.880768
P069	Variante de Pasamayo	0.958010	0.941581	0.982048	0.963565	1.072566	1.124447	0.939651	1.019935	1.135207	1.051909	1.075789	0.877645
P070	Variante de Uchumayo	0.806582	0.620889	0.956525	1.121810	1.146576	1.198611	1.096166	1.089260	1.171095	1.233508	1.129518	0.938597
P071	Vesique	0.814895	0.841455	0.958830	1.068780	1.118806	1.523528	1.020828	1.066687	1.146105	1.100048	1.096971	0.875895
P072	Virú	0.944645	0.927037	0.998822	1.021412	1.100525	1.062779	0.964774	1.053462	1.140958	1.072133	1.092897	0.861916
P073	Yauca	0.920191	0.837839	1.027747	1.055378	1.212323	1.080176	1.007029	1.015024	1.119397	1.099244	1.177167	0.866008
P074	Zarumilla	1.065796	0.985743	1.057975	1.062092	1.208126	1.037788	0.997303	0.955574	0.976400	0.987004	1.011604	1.555471

Fuente: Unidades Peaje PVN

Anexo 48:

Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000 – 2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
P001	Aguas Calientes	1.152056	0.983990	1.013858	1.017953	1.070015	1.106987	1.066392	0.916331	0.917894	0.969064	0.893941	0.936015
P002	Aguas Claras	1.115155	1.063206	1.013084	1.026083	0.960271	0.922331	0.937617	0.980422	1.028749	1.036881	1.028577	1.013063
P003	Ambo	0.975396	1.001856	0.990894	1.022654	1.064697	1.062693	1.084708	1.012073	1.023322	0.979103	0.967478	0.903952
P004	Atico	1.002637	0.967990	1.001283	1.003859	1.053150	1.101172	1.037379	0.991104	1.041947	1.015129	0.997863	0.893016
P005	Ayaviri	1.111406	1.020008	1.264724	1.017185	1.063508	1.094743	1.004545	0.957472	0.973269	0.988975	0.952043	0.872650
P006	Bagua	1.037192	1.038676	1.064756	1.480583	1.035709	0.969377	0.989694	0.951046	1.010844	1.004341	1.005912	0.935287
P007	Bujama	1.023799	0.990646	1.008912	1.029835	1.062501	1.084767	1.057903	1.020938	1.063802	1.008891	1.009929	1.060760
P008	Camaná	0.987878	0.918781	0.980818	1.024526	1.076158	1.138937	1.059435	0.986145	1.048190	1.025378	1.012327	0.919004
P009	Cancas	1.003327	0.966822	0.999436	1.052351	1.154232	1.039043	1.003725	1.005452	1.017838	1.003000	0.978151	0.923694
P010	Caracoto	1.088225	0.962206	1.025379	1.037511	1.060026	1.058077	1.033234	0.913116	1.006702	0.981624	1.016104	0.935704
P011	Casaracra	1.017211	0.998911	0.972089	1.014503	0.975861	1.016677	1.024040	1.012504	1.055118	1.014133	1.018031	0.969961
P012	Casinchihua	1.228084	1.107520	1.095992	1.081502	1.052918	1.013756	0.956503	0.892909	0.951161	0.933450	0.951626	0.919227
P013	Calac	1.004148	1.032875	1.148238	1.065226	1.068467	0.997205	0.974436	0.926999	0.998365	0.955673	0.978974	0.921448
P014	Cerro de Pasco		1.566990	0.900925	0.978369	1.147177							
P015	Chalhuanca	1.112331	1.074472	1.080783	1.114410	1.118050	0.986149	0.983858	0.938133	0.953677	0.948843	0.983575	0.948397
P016	Chalhuanpuquio (El Pedregal)	1.070696	1.105668	1.127595	1.025655	0.950560	0.942942	0.920036	0.948340	0.981226	0.956729	1.027332	1.008267
P017	Chicama	0.995423	0.990930	1.050979	1.071837	1.069606	1.027862	0.998617	0.971290	1.014403	1.045753	1.027710	0.936320
P018	Chilca	0.924254	0.893745	0.965260	1.010401	1.138275	1.170316	1.112000	1.104425	1.085696	1.019542	1.000055	0.947991
P019	Chullqui	0.968934	1.020285	1.016843	1.072139	1.119779	1.066516	1.079471	0.974897	0.974932	0.946290	0.932717	0.873061
P020	Chulucanas	0.999638	1.010383	1.157890	1.160212	1.091797	1.031974	0.991163	0.942327	0.967505	0.969838	0.956877	0.879145
P021	Ciudad de Dios	1.008812	0.960739	1.080950	1.057941	1.106456	1.087975	1.097579	0.958345	0.940683	0.943467	0.968021	0.974525
P022	Corcona	1.051301	1.018810	1.012837	0.949320	0.967974	1.005690	1.066033	0.989782	1.044532	1.011459	1.034433	0.977987
P023	Cruce Bay ó var	0.937815	0.951394	1.025536	1.141136	1.061117	1.037478	1.013926	0.996825	1.027720	1.051864	1.039579	0.923090
P024	Cuculí	0.950059	0.984751	1.402962	1.517595	1.246496	0.969531	1.009785	1.004337	0.920463	0.986391	0.907746	0.880555
P025	Desvío Olmos	1.017454	1.033046	1.049123	2.271120	1.097925	1.035464	0.990143	0.934863	0.987011	0.981228	0.964788	0.990910
P026	Desvío Talara	1.048883	1.003056	1.019170	1.030528	1.033714	1.021906	1.026971	1.017993	1.042366	0.992930	0.957055	0.895397
P027	El Fiscal	1.038485	0.906822	1.083871	1.080024	1.066607	1.184776	1.103372	1.061418	1.105289	1.083050	1.068755	0.950544
P028	El Paraiso	0.973067	0.994277	1.057835	1.057798	1.059652	1.044482	1.006399	1.002848	1.044331	0.992966	0.977690	0.881354
P029	Huacrapuquio	1.152575	1.115503	1.029777	1.001784	0.947483	0.960152	0.961270	0.955024	0.957631	0.972342	1.050900	0.991492
P030	Huarmey	0.933535	0.942690	1.010130	1.088803	1.123693	1.087517	1.029852	1.007590	1.065906	1.008860	1.010062	0.894778
P031	Huillque	1.078885	1.082401	1.122024	1.134512	1.072256	0.904700	0.988543	0.962398	0.960562	0.968604	0.946657	0.927700
P032	Ica	1.024076	1.011173	1.029908	1.022044	1.068010	1.079791	1.043697	1.002446	0.991907	0.944277	0.997216	0.891610
P033	Ilave	1.098290	1.036475	1.042219	1.643594	1.074546	1.072822	0.974334	0.861489	1.014579	0.989874	0.999383	0.886819
P034	Ilo	1.014983	0.977024	0.976785	1.069421	1.036196	1.093447	1.019384	1.045911	0.991919	1.027302	0.989154	0.883206
P035	Jahuay Chíncha	1.044326	1.016959	1.028146	1.000172	1.035235	1.059892	1.016620	1.004540	1.012376	0.970028	1.011518	0.897131
P036	Lunahuaná	1.117705	1.074653	1.072419	1.064922	0.861465	1.070093	1.031545	1.036390	0.998830	0.907237	0.935730	1.045576
P037	Marcona	1.049281	0.999218	0.968928	1.065838	1.084418	1.012221	1.025558	1.108298	0.974742	0.978969	0.932855	1.025148
P038	Malatari	0.844686	0.760509	0.932370	1.136254	1.155390	1.188635	1.161362	1.144690	1.132786	1.090607	1.133596	1.138546
P039	Mocce	0.999739	1.029667	1.110047	1.122763	1.035493	0.963260	0.993512	0.915971	1.082418	1.019173	1.003934	0.917786
P040	Montalvo	1.018973	0.986837	1.004121	1.020575	1.025752	1.081602	1.033640	0.996394	1.049480	1.025485	1.010318	0.880087
P041	Mórrope	0.949054	0.951983	1.014531	1.078873	1.068757	1.029589	1.013005	0.994290	1.043866	1.056761	1.045365	0.906838
P042	Moyobamba	1.100681	0.996518	1.015998	1.076312	1.054668	0.988711	0.990681	0.944552	0.961954	0.980645	0.964170	0.987785
P043	Nazca	0.956162	1.083271	1.105598	1.098732	1.134869	1.145323	1.086919	1.031972	1.094248	1.058282	1.052412	0.971032
P044	Pacanguilla	0.949198	0.953274	1.018721	1.338946	1.173096	1.019806	0.993534	0.963591	1.027556	1.056321	1.032569	0.924794
P045	Pacra	1.118314	1.067730	1.065327	0.948125	0.990753	0.959127	0.958425	0.980288	1.021957	1.005330	1.031313	0.976288
P046	Paita	1.018951	0.952383	0.942930	1.041141	1.032175	1.028817	1.379026	1.027868	0.995480	1.018765	0.990450	0.904840
P047	Pampa Cuéllar	1.112577	1.075219	1.080287	1.072265	1.018126	1.112320	0.965437	0.914365	1.024142	0.999119	0.963115	0.886168
P048	Pampa Galera	1.104728	1.114355	1.130416	1.078073	0.945893	1.037442	1.067603	0.916792	0.963632	0.943888	0.936628	0.941910
P049	Patahuasi	1.089206	1.044719	1.059195	1.025297	1.062170	1.085018	1.026730	0.916007	0.971307	0.926516	0.941959	0.945931
P050	Pedro Ruiz	1.003620	0.964426	1.013598	3.570378	1.043144	1.114995	0.956615	0.944312	0.988379	1.017231	0.987071	1.136902
P051	Piura Sullana	0.971908	0.945697	1.017677	1.050156	1.041486	0.998695	0.991567	1.005043	1.029725	1.076486	1.047890	0.961201
P052	Pomalca	1.028688	0.984591	0.915422	0.911452	0.875076	0.853631	1.121234	1.174516	1.012305	0.999812	1.069298	1.056931
P053	Pomahuanca	0.979519	1.011112	1.012354									
P054	Pozo Redondo	0.965093	0.959281	1.000901	1.017464	0.993529	1.123378	1.026023	0.989466	1.049956	1.021359	1.014444	0.930585
P055	Pucará	1.067441	1.057953	1.116125	1.051319	1.066838	1.004507	0.951360	0.946114	0.972668	1.003390	0.970048	0.959383
P056	Punta Perdida	1.123175	0.974032	1.114108	1.100241	1.054507	1.150030	0.912521	0.824565	0.999358	0.996328	1.036562	1.009794
P057	Quiulla	1.094620	1.028769	0.994728	0.898368	0.932131	0.980860	0.969740	1.010022	1.032476	1.041747	1.038144	1.036301
P058	Ramiro Prialé	1.292422	0.939355	0.907594	1.086915	1.034067	0.973959	1.026707	0.935233	0.971744	0.907958	0.997630	1.055491
P059	Rumichaca	1.162753	1.022717	1.033297	0.941196	0.983642	0.934395	0.918484	0.947720	1.154767	0.990122	1.044174	1.052340
P060	Santa Lucía	1.089248	1.031527	1.091317	1.097922	1.103856	0.987479	1.049061	0.923008	0.988300	0.979695	0.951238	0.898871
P061	Saylla	1.033154	1.002258	1.048227	1.197009	1.087123	1.085906	1.026910	0.967106	0.969674	0.996550	0.959322	0.913599
P062	Serpentín de Pasamayo	0.984569	1.000589	1.044372	1.053622	1.046078	1.026596	1.012132	1.011370	1.030776	0.984974	0.975315	0.911831
P063	Sicuyani	1.062581	0.970722	1.036539	1.034068	1.039184	1.279381	1.026615	0.894581	1.453616	0.980164	0.945178	0.905259
P064	Simbila												
P065	Socos	1.146400	1.017059	1.019566	0.938151	0.980499	0.950679	0.981700	0.975897	1.036117	1.011057	1.063374	1.020175
P066	Tambo Grande	0.679286	0.793920	1.111716	1.336768	1.248661	1.105966	1.196294	1.225046	1.254410	1.069327	1.005585	0.729283
P067	Tomasiñ	1.028449	0.994837	1.008505	1.027927	1.032552	1.091474	1.378336	0.981490	0.928631	1.005755	1.004334	0.878170
P068	Tunan	0.931964	1.004743	1.110132	1.079956	1.030331	0.962541	0.954718	0.958826	0.934054	0.903903	0.924840	0.848276
P069	Variante de Pasamayo	1.547650	1.297654	1.613231	1.442094	1.176629	1.026730	0.966506	0.998111	1.022116	0.857908	0.931199	0.984059

Anexo 49:

Tasa de crecimiento de la población por departamento

DEPARTAMENTO	AÑOS			
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.70	1.60	1.50	1.30
COSTA				
Callao	2.60	2.30	2.10	1.80
Ica	1.70	1.50	1.30	1.20
La Libertad	1.80	1.70	1.50	1.30
Lima	1.90	1.70	1.50	1.30
Moquegua	1.70	1.60	1.40	1.30
Piura	1.30	1.20	1.10	0.90
Tacna	3.00	2.70	2.40	2.10
Tumbes	2.80	2.60	2.30	2.00
SIERRA				
Ancash	1.00	0.90	0.80	0.70
Apurímac	0.90	1.00	1.00	1.00
Arequipa	1.80	1.70	1.50	1.30
Ayacucho	0.10	0.30	0.40	0.40
Cajamarca	1.20	1.20	1.10	0.90
Cusco	1.20	1.20	1.10	1.00
Huancavelica	0.90	1.00	0.90	0.90
Huanuco	2.00	1.80	1.70	1.60
Junín	1.20	1.20	1.00	0.90
Pasco	0.40	0.60	0.50	0.40
Puno	1.20	1.20	1.10	1.00
SELVA				
Amazonas	1.90	1.80	1.70	1.50
Loreto	2.50	2.20	2.00	1.90
Madre de Dios	3.30	2.90	2.60	2.30
San Martín	3.70	3.30	2.90	2.60
Ucayali	3.70	3.30	2.90	2.50

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

Anexo 50:

PBI: Tasa anual departamental del PBI 2014

Departamentos	2014
PERU	2.40
Cusco	0.50
Ica	3.20
La Libertad	1.40
Ucayali	0.80
Moquegua	-2.60
Arequipa	8.00
Apurímac	4.60
Piura	4.20
San Martín	6.40
Ayacucho	2.30
Amazonas	5.10
Madre de Dios	-13.50
Cajamarca	-0.90
Ancash	-12.20
Tumbes	4.70
Lima	3.90
Puno	2.80
Lambayeque	2.20
Junín	11.80
Loreto	3.30
Huánuco	4.50
Pasco	3.10
Tacna	5.70
Huancavelica	4.10

Fuente: INEI. Informe Técnico 2014.
Link: www.inei.gob.pe

Anexo 51:

Trafico actual por tipo de vehículo - 2017

Tráfico actual por tipo de Vehículo - 2017		
TIPO DE VEHÍCULO	IMD	%
AUTO	9	8.72%
STATION WAGON	37	34.87%
PICK UP	11	10.49%
PANEL	0	0.00%
RURAL Combi	43	40.05%
BUS 2 EJES	0	0.00%
CAMION 2 E	5	4.41%
CAMION 3 E	2	1.47%
IMDs	107	100.00%
TIPO DE VEHÍCULO	Veh/Sem.	Veh/Sem. * Fc
AUTO	69	65
STATION WAGON	276	262
PICK UP	83	79
PANEL	0	0
RURAL Combi	317	300
BUS 2 EJES	0	0
CAMION 2 E	36	34
CAMION 3 E	12	11
TOTAL	793	751
VEH. LIGEROS	745	93.95%
VEH. PESADOS	48	6.05%
TIPO DE VEHÍCULO	Veh/dia.	Veh/dia. * Fc
AUTO	9	9
STATION WAGON	37	35
PICK UP	11	11
PANEL	0	0
RURAL Combi	43	41
BUS 2 EJES	0	0
CAMION 2 E	5	4
TOTAL	106	100

Anexo 52:

Conteo de tráfico vehicular

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																													
TRAMO DE LA CARRETERA										PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA					ESTACION					MOYOCORRAL									
SENTIDO										MOYOCORRAL E ←					KARKATERA S →					CODIGO DE LA ESTACION					1				
UBICACION										DISTRITO : ABANCAY					PROVINCIA : ABANCAY					DIA Y FECHA					LUNES 4 9 17				
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAILER				TRAILER										
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO COMBI	2 E		>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3									
DIAGRA. VEH.																													
00 A 01	E																												
00 A 01	S																												
01 A 02	E																												
01 A 02	S																												
02 A 03	E																												
02 A 03	S																												
03 A 04	E					2																							
03 A 04	S																												
04 A 05	E		1	1		2																							
04 A 05	S																												
05 A 06	E		1	1																									
05 A 06	S																												
06 A 07	E					2																							
06 A 07	S																												
07 A 08	E			1		1																							
07 A 08	S					1																							
08 A 09	E		1			2				1																			
08 A 09	S					4																							
09 A 10	E					2																							
09 A 10	S		1			1																							
10 A 11	E	1	2			2																							
10 A 11	S									1																			
11 A 12	E	1	1	1		4																							
11 A 12	S		2	1		2																							
12 A 13	E					1				2																			
12 A 13	S					2																							
13 A 14	E	2	5																										
13 A 14	S		3			2				1																			
14 A 15	E					1																							
14 A 15	S																												
15 A 16	E	1																											
15 A 16	S		3	1																									
16 A 17	E					2																							
16 A 17	S																												
17 A 18	E		1																										
17 A 18	S					2																							
18 A 19	E																												
18 A 19	S		2																										
19 A 20	E																												
19 A 20	S			2																									
20 A 21	E																												
20 A 21	S		1																										
21 A 22	E																												
21 A 22	S																												
22 A 23	E																												
22 A 23	S																												
23 A 24	E																												
23 A 24	S																												




















ENCUESTADOR : TESISTAS

Continua anexo 52:

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																																		
TRAMO DE LA CARRETERA										PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA					ESTACION					MOYOCORRAL														
SENTIDO										MOYOCORRAL E ← KARKATERA S →					CODIGO DE LA ESTACION					1														
UBICACION										DISTRITO : ABANCAY					PROVINCIA : ABANCAY					DIA Y FECHA					MARTES					5 9 17				
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS				CAMION		SEMI TRAILER				TRAILER																	
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3														
DIAGRA. VEH.																																		
00 A 01	E																																	
	S																																	
01 A 02	E																																	
	S																																	
02 A 03	E			1																														
	S																																	
03 A 04	E		2			2																												
	S																																	
04 A 05	E		2	1		2																												
	S																																	
05 A 06	E		1	1																														
	S																																	
06 A 07	E																																	
	S					2																												
07 A 08	E			1		1																												
	S					1																												
08 A 09	E		1			1			1																									
	S																																	
09 A 10	E					2																												
	S		1			1																												
10 A 11	E	1	2			2																												
	S								1																									
11 A 12	E		1	1		1																												
	S		2	1		2																												
12 A 13	E					1			1																									
	S					1																												
13 A 14	E	1	2																															
	S		3			2			1																									
14 A 15	E																																	
	S					1																												
15 A 16	E	1																																
	S		1																															
16 A 17	E					2																												
	S																																	
17 A 18	E		1																															
	S					2																												
18 A 19	E																																	
	S		1																															
19 A 20	E	1																																
	S			1																														
20 A 21	E																																	
	S		2																															
21 A 22	E																																	
	S	2	1																															
22 A 23	E																																	
	S																																	
23 A 24	E																																	
	S																																	




















ENCUESTADOR : TESISTAS

Continúa anexo 52:

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
TRAMO DE LA CARRETERA		PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA										ESTACION		MOYOCORRAL							
SENTIDO		MOYOCORRAL E ←					KARKATERA S →					CODIGO DE LA ESTACION		1		6		9		17	
UBICACION		DISTRITO : ABANCAY										PROVINCIA : ABANCAY									
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAILER			TRAILER				
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00 A 01	E																				
	S																				
01 A 02	E																				
	S																				
02 A 03	E																				
	S																				
03 A 04	E		2			2															
	S																				
04 A 05	E		1	1		2															
	S																				
05 A 06	E		1	1																	
	S																				
06 A 07	E																				
	S		1			2															
07 A 08	E			1		1															
	S					1															
08 A 09	E		1			2				1											
	S					2															
09 A 10	E					2															
	S		1			1															
10 A 11	E				1	2															
	S									1											
11 A 12	E	1	1	1		2															
	S		1	1		2															
12 A 13	E					1				2											
	S					1															
13 A 14	E																				
	S		1			2				1											
14 A 15	E																				
	S		1			1															
15 A 16	E	1																			
	S		2	1																	
16 A 17	E					2															
	S																				
17 A 18	E		1																		
	S					2															
18 A 19	E																				
	S		1																		
19 A 20	E																				
	S				1																
20 A 21	E																				
	S		1																		
21 A 22	E																				
	S																				
22 A 23	E																				
	S																				
23 A 24	E																				
	S																				

ENCUESTADOR : TESISTAS

Continua anexo 52:

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																				
TRAMO DE LA CARRETERA										PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA										
SENTIDO					MOYOCORRAL E ←					KARKATERA					S →					
UBICACION										DISTRITO : ABANCAY					PROVINCIA : ABANCAY					
										ESTACION					MOYOCORRAL					
										CODIGO DE LA ESTACION					1					
										DIA Y FECHA					JUEVES 7 9 17					
HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAILER			TRAILER			
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
00 A 01	E																			
00 A 01	S																			
01 A 02	E																			
01 A 02	S																			
02 A 03	E																			
02 A 03	S																			
03 A 04	E					2														
03 A 04	S																			
04 A 05	E		1	1		2														
04 A 05	S																			
05 A 06	E		1	1																
05 A 06	S																			
06 A 07	E					2														
06 A 07	S																			
07 A 08	E			1		1														
07 A 08	S					1														
08 A 09	E		1			2			1											
08 A 09	S					3														
09 A 10	E																			
09 A 10	S																			
10 A 11	E	1	2			2														
10 A 11	S								1											
11 A 12	E	1	1	1		2														
11 A 12	S		2	1		2														
12 A 13	E					1			2											
12 A 13	S					2														
13 A 14	E	2	5																	
13 A 14	S		3			2			1											
14 A 15	E																			
14 A 15	S					1														
15 A 16	E	1																		
15 A 16	S		3	1																
16 A 17	E					2														
16 A 17	S																			
17 A 18	E		1																	
17 A 18	S					2														
18 A 19	E																			
18 A 19	S		1																	
19 A 20	E																			
19 A 20	S			2																
20 A 21	E																			
20 A 21	S		1																	
21 A 22	E		1																	
21 A 22	S																			
22 A 23	E																			
22 A 23	S																			
23 A 24	E																			
23 A 24	S																			

ENCUESTADOR : TESISTAS

Continúa anexo 52:

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																				
TRAMO DE LA CARRETERA		PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA										ESTACION		MOYOCORRAL						
SENTIDO		MOYOCORRAL E ←					KARKATERA S →					CODIGO DE LA ESTACION		1						
UBICACION		DISTRITO : ABANCAY					PROVINCIA : ABANCAY					DIA Y FECHA		VIERNES 8 9 17						
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAILER				TRAILER			
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
DIAGRA. VEH.																				
00 A 01	E																			
	S																			
01 A 02	E																			
	S																			
02 A 03	E																			
	S																			
03 A 04	E					2														
	S																			
04 A 05	E			1		2														
	S																			
05 A 06	E		1	1																
	S																			
06 A 07	E	1																		
	S					2														
07 A 08	E	2	5	2		4														
	S	1	3	1		1														
08 A 09	E	2	3	1																
	S		2			1														
09 A 10	E		1	1		2			1	1										
	S		1			1														
10 A 11	E	1	2	1		2														
	S		1						1											
11 A 12	E	1	3	1		4														
	S		2	1		2				1										
12 A 13	E					1														
	S	2				2														
13 A 14	E		5																	
	S		3			2			1											
14 A 15	E																			
	S					1														
15 A 16	E	1																		
	S		3	1																
16 A 17	E					2														
	S																			
17 A 18	E		1																	
	S					2														
18 A 19	E																			
	S		2																	
19 A 20	E																			
	S																			
20 A 21	E																			
	S																			
21 A 22	E																			
	S																			
22 A 23	E																			
	S																			
23 A 24	E																			
	S																			

ENCUESTADOR : TESISTAS

Continua anexo 52:

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																					
TRAMO DE LA CARRETERA		PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA										ESTACION		MOYOCORRAL							
SENTIDO		MOYOCORRAL E ←					KARKATERA					S →		CÓDIGO DE LA ESTACION		1					
UBICACIÓN		DISTRITO : ABANCAY PROVINCIA : ABANCAY										DÍA Y FECHA		SABADO 9 9 17							
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			TRAILER					
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00 A 01	E																				
	S																				
01 A 02	E																				
	S																				
02 A 03	E																				
	S																				
03 A 04	E					2															
	S																				
04 A 05	E			1		2															
	S																				
05 A 06	E		1	1																	
	S																				
06 A 07	E	1																			
	S					2															
07 A 08	E	2	2	2		2															
	S	1	1	1		1															
08 A 09	E	2	3	1																	
	S		2			1															
09 A 10	E		1	1		2				1											
	S		1			2															
10 A 11	E	1		1		2															
	S		1							1											
11 A 12	E	1	1			2															
	S		1			2															
12 A 13	E					1															
	S	2				2															
13 A 14	E		2																		
	S		3			2				1											
14 A 15	E																				
	S					1															
15 A 16	E	1																			
	S		1	1																	
16 A 17	E					2															
	S																				
17 A 18	E		1																		
	S					2															
18 A 19	E																				
	S		2																		
19 A 20	E																				
	S																				
20 A 21	E																				
	S																				
21 A 22	E																				
	S																				
22 A 23	E																				
	S																				
23 A 24	E																				
	S																				

ENCUESTADOR : TESISTAS

Continúa anexo 52:

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR																							
TRAMO DE LA CARRETERA				PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA								ESTACION				MOYOCORRAL							
SENTIDO				MOYOCORRAL ← E				KARKATERA				S →				CODIGO DE LA ESTACION				1			
UBICACION				DISTRITO : ABANCAY				PROVINCIA : ABANCAY				DIA Y FECHA				DOMINGO				10 9 17			
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAILER			TRAILER						
				PICK UP	PANEL	RURAL TIPO COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							
00 A 01	E																						
	S																						
01 A 02	E																						
	S																						
02 A 03	E																						
	S																						
03 A 04	E					2																	
	S																						
04 A 05	E			1		2																	
	S																						
05 A 06	E		1	1																			
	S																						
06 A 07	E	1																					
	S					2																	
07 A 08	E	2	2	2		4																	
	S	1	3	1		1																	
08 A 09	E	2	1	1																			
	S		2			1																	
09 A 10	E		1	1		2				1	1												
	S		1			1																	
10 A 11	E	1	2	1		2																	
	S		1							1													
11 A 12	E	1	1	1		4																	
	S		2	1		2				1													
12 A 13	E					1																	
	S	2				2																	
13 A 14	E	1	4																				
	S		3			2				1													
14 A 15	E		2																				
	S	1				1																	
15 A 16	E	1																					
	S		3	1																			
16 A 17	E		1			2																	
	S		2																				
17 A 18	E		1																				
	S	2	2			2																	
18 A 19	E																						
	S		2																				
19 A 20	E																						
	S																						
20 A 21	E																						
	S																						
21 A 22	E																						
	S																						
22 A 23	E																						
	S																						
23 A 24	E																						
	S																						

ENCUESTADOR : TESISTAS

Anexo 53:

Datos generales del presupuesto – tratamiento sin polímero

Datos Generales del Presupuesto				
Obra	0403002	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018."		
Propietario	02100001	S10 S.A.		
Lugar	030109	APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO		
Fecha	15/04/2018	Jornad	8.00 horas	
Moneda principal	01	NUEVOS SOLES		
Presupuesto (S/.)				
Costo directo	414,202.96			
Costo indirecto	144,830.75			
Total	559,033.71			
Subpresupuestos:				
Códig	Descripción	Cantida	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO SIN POLIMERO	1.00	559,033.71	559,033.71

Anexo 54:

Presupuesto - tratamiento sin polímero

Presupuesto					
Presupuesto	0403002	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018."			
Subpresupuesto	001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO SIN POLIMERO			
Ciente	S10 S.A.	Costo al	15/04/2018		
Lugar	APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				5,489.82
0101	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	100	60168	60168
0102	NIVELACION Y REPLANTEO	km	14.05	347.91	4,888.14
02	PAVIMENTOS				303,244.03
0201	REPOSICION DE AFIRMADO E=0.1M	m3	5,550.87	54.63	303,244.03
03	TRANSPORTE				105,385.11
0301	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1KM	m3k	5,956.80	5.30	31571.04
0302	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1KM	m3k	64,749.18	1.14	73,814.07
04	IMPACTO AMBIENTAL				84.00
0401	RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS	m2	300.00	0.28	84.00
	COSTO DIRECTO				414,202.96
	GASTOS GENERALES 9.38 %				38,844.27
	UTILIDAD 5%				20,710.15
	SUB TOTAL				473,757.38
	IGV 18%				85,276.33
	TOTAL				559,033.71

Anexo 55:

Análisis de precios unitarios

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0403002	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018."						
Subpresupuesto	001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO SIN POLIF					Fecha presupuesto	15/04/2018
Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb		601.68	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
	Materiales						Parcial S/.	
0232970003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO		glb			1.0000	389.83	
							389.83	
	Subpartidas							
9097010306	MONTAJE Y DESMONTAJE DE ZARANDA		glb			1.0000	211.85	
							211.85	
Partida	01.02	NIVELACION Y REPLANTEO						
Rendimiento	km/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : km		347.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
	Mano de Obra						Parcial S/.	
0147000032	TOPOGRAFO		hh		1.0000	8.0000	21.77	
0147010004	PEON		hh		1.0000	8.0000	15.86	
							301.04	
	Materiales							
0244010001	ESTACA DE MADERA		pza			3.0000	1.27	
0254170008	PINTURA ESMALTE		gal			0.2500	38.00	
							13.31	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			3.0000	301.04	
0337020037	WINCHA DE 30 m		u			0.0250	33.00	
0349880016	NIVEL OPTICO		hm		0.1250	1.0000	3.20	
0349880017	ESTACION TOTAL		hm		0.1250	1.0000	20.50	
							33.56	
Partida	02.01	REPOSICION DE AFIRMADO E=0.1M						
Rendimiento	m3/DIA	380.0000	EQ.	380.0000	Costo unitario directo por : m3		54.63	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
	Mano de Obra						Parcial S/.	
0147010002	OPERARIO		hh		0.2000	0.0042	21.77	
0147010004	PEON		hh		3.0000	0.0632	15.86	
							1.09	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			3.0000	1.09	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-10		hm		1.0000	0.0211	197.18	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm		1.0000	0.0211	202.97	
							8.47	
	Subpartidas							
909701031353	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA		m3			1.0000	37.17	
909701031354	AGUA PARA RIEGO		m3			0.1000	16.02	
909701031355	ESCARIFICADO		m2			10.0000	0.63	
							45.07	

Continúa anexo 55:

Partida	03.01	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1KM						
Rendimiento	m3k/DIA	317.6000	EQ.	317.6000	Costo unitario directo por : m3k	5.30		
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		hh		0.2500	0.0063	17.63	0.11
								0.11
		Equipos						
0348040035	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm		1.0000	0.0252	137.29	3.46
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3		hm		0.3538	0.0089	194.50	1.73
								5.19
Partida	03.02	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1KM						
Rendimiento	m3k/DIA	1,000.0000	EQ.	1,000.0000	Costo unitario directo por : m3k	1.14		
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		hh		0.2500	0.0020	17.63	0.04
								0.04
		Equipos						
0348040035	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm		1.0000	0.0080	137.29	1.10
								1.10
Partida	04.01	RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS						
Rendimiento	m2/DIA	10,000.0000	EQ.	10,000.0000	Costo unitario directo por : m2	0.28		
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh		1.0000	0.0008	21.77	0.02
0147010004	PEON		hh		4.0000	0.0032	15.86	0.05
								0.07
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			3.0000	0.07	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm		1.0000	0.0008	256.50	0.21
								0.21

Anexo 56:

Relación de insumos – tratamiento sin polímero

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo						
Obra	0403002	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO -				
Subpresupuesto	001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO SIN POLIMERO				
Fecha	15/04/2018					
Lugar	030109	APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO				
Código	Recurso	Unida	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	112.4000	21.77	2,446.95	
0147010001	CAPATAZ	hh	20.7782	21.77	452.34	
0147010002	OPERARIO	hh	114.1276	21.77	2,484.56	
0147010003	OFICIAL	hh	241.1880	17.63	4,252.14	
0147010004	PEON	hh	1.228.2035	15.86	19,479.31	
					29,115.30	
MATERIALES						
0232970003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	qib	1.0000	389.83	389.83	
0244010001	ESTACA DE MADERA	pza	42.1500	1.27	53.53	
0254170008	PINTURA ESMALTE	qal	3.5125	38.00	133.48	
0255010001	MATERIAL DE AFIRMADO	m3	6.383.5005	25.00	159,587.51	
					160,164.35	
EQUIPOS						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			751.50	
0337020037	WINCHA DE 30 m	u	0.3513	33.00	11.59	
0348040035	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	668.1047	137.29	91,724.09	
0348090011	ZARANDA METALICA 2 1/2"	hm	88.8139	3.20	284.20	
0348120002	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 ql	hm	50.5129	158.19	7,990.64	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 tnn	hm	117.1234	197.18	23,094.39	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	141.8294	194.50	27,585.82	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	77.9522	256.50	19,994.74	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	261.4460	202.97	53,065.69	
0349880016	NIVEL OPTICO	hm	14.0500	3.20	44.96	
0349880017	ESTACION TOTAL	hm	14.0500	20.50	288.03	
					224,835.65	
				Total	S/.	414,115.30

Anexo 57:

Formula polinómica – tratamiento sin polímero

Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0403002 "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018."				
Subpresupuesto	00 TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO SIN POLIMERO				
Fecha Presupuesto	15/04/2018				
Moneda	NUEVOS SOLES				
Ubicación Geográfica	030105 APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO				
$K = 0.054*(Mr / Mo) + 0.180*(Mr / Mo) + 0.222*(Mr / Mo) + 0.285*(Hr / Ho) + 0.259*(Ir / Io)$					
Monom	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.054	100.000	M	47	MANO DE OBRA
2	0.180	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
3	0.222	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
4	0.285	100.000	H	38	HORMIGON
5	0.259	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Anexo 58:

Resumen de análisis de gastos generales – tratamiento sin polímero

MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE:					S/.	414,202.96	PORCENTAJE CD
							100%
Resumen de Análisis de Gastos Generales							
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.		
I	Gastos Generales Fijos						
1	Análisis de Gastos Generales Fijos	Glb.	1.00	6,638.83	6,638.83		
II	Gastos Generales Variables						
1	Análisis de Gastos Generales Variables	Glb.	1.00	32,205.44	32,205.44		
Total de Gastos Generales S/.							38,844.27
Relación de Costo Directo y Costo Indirecto					9.38%		
* Costo Directo		S/.	414,202.96				
* Costo Indirecto		S/.	38,844.27				
Relación de Costo Directo/Costo Indirecto		%	9.38%				
Utilidad					5.00%		
* Costo Utilidad		S/.	20,710.15				
Relación de Utilidad/Costo Indirecto		%	5.00				

Anexo 59:

Gastos generales fijos – tratamiento sin polímero

**Análisis de Gastos Generales
Gastos Generales Fijos**

Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I	Campamento					
1	Alquiler de Terreno para Oficinas y Campamento de Obra	Mes	1.00	1.50	1,000.00	1,500.00
2	Pruebas de Control de materiales	Glb				2,360.00
	Granulometría			1.00	100.00	100.00
	Ensayo Compactación proctor modificado			1.00	160.00	160.00
	Densidad de Campo (Metodo cono de arena)			14.00	150.00	2,100.00
3	Cartel de Obra	Und	1.00	1.00	500.00	500.00
II	Liquidación de Obra					
1	Copias Varias	est.	1.00	1.00	500.00	500.00
2	Comunicaciones	est.	1.00	1.00	150.00	150.00
3	Servicios para oficina	est.	1.00	1.00	300.00	300.00
III	Impuestos					
1	Impuesto a las Transacciones Financieras I.T.F.	Glb.	1.00	0.005%	589,615.26	29.48
2	Sencico (del Total sin I.G.V.)	Glb.	1.00	0.20%	499,673.95	999.35
IV	Gastos Diversos					
1	Gastos de Licitacion	Glb.	1.00	100.00%	100.00	100.00
2	Gastos Legales	Glb.	1.00	100.00%	100.00	100.00
3	Gastos Firma de Contrato	Glb.	1.00	100.00%	100.00	100.00
Total de Gastos Generales Fijos S/.						6,638.83

Anexo 60:

Gastos generales variables – tratamiento sin polímero

**Análisis de Gastos Generales
Gastos Generales Variables**

Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I	Mano de Obra Indirecta					
A	Área de Producción y Administración.					
1	Ing. Residente de Obra (Inc. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	5000.00	7,500.00
	Asistente de Residencia (Inc. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	2500.00	3,750.00
	Asistente Administrativo (Inc. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	1500.00	2,250.00
4	Guardian (Incl. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	1500.00	2,250.00
B	Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas					
1	Movilidad en la Obra. (Camioneta 4x4 2Ton.)	Mes	1.00	1.00	1,500.00	1,500.00
2	Combustible	Mes	1.00	1.00	1,100.00	1,100.00
3	Alimentación	Mes	1.00	1.00	850.00	850.00
4	Materiales de Oficina	Mes	1.00	1.00	300.00	300.00
C	Gastos Financieros					
1	Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato (Carta Fianza MC)	Mes	1.00	0.89	11,055.29	9,883.43
2	Garantía del Adelanto en Efectivo (Carta Fianza MC)	Mes	1.00	1.00	451.78	451.78
3	Garantía por Beneficios Sociales (Carta Fianza=MO)	Mes	1.00	1.00	59.43	59.43
D	Seguros					
1	Accidentes Personales	glb	1.00		901.85	901.85
2	Riesgo de Ingeniería	glb	1.00		1,214.61	1,214.61
3	Responsabilidad contra Terceros	glb	1.00		194.34	194.34
Total de Gastos Generales Variables S/.						32,205.44

Anexo 61:

Gastos financieros – tratamiento sin polímero

<u>GASTOS FINANCIEROS</u>				
1 GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO				
Tasa:	10.00%	Comisión del Banco	0.38%	
		Período (Días) :	50.00	
		Monto de la Carta Fianza		58,961.53 0.375%
		Comisión del Banco		11,055.29
		Garantía Bancaria	20.00%	11,792.31
Monto Aplicable:	S/.	589,615.26		Costo Financiero : 11,055.29
2 GARANTIA DEL ADELANTO EN EFECTIVO				
Tasa:	20.00%	Comisión del Banco	0.38%	
		Período Neto :	20.00 Dias	
		Monto de la Carta Fianza		117,923.05
		Comisión del Banco		8,844.23
		Garantía Bancaria	20.00%	23,584.61
		Carta Fianza renovable cada :	1 Meses	
Monto Aplicable:	S/.	589,615.26		Costo Financiero : 8,844.23
3 GARANTIA DE LOS BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES				
Porc:	24.00%	Comisión del Banco	0.38%	
		Período (Meses) :	0.70	
		Monto de la Carta Fianza		22,641.23
		Comisión del Banco		59.43
		Garantía Bancaria	20.00%	4,528.25
Monto Aplicable:	S/.	94,338.44		Costo Financiero : 59.43
				Sub-Total : S/ 19,958.95

Anexo 62:

Gastos financieros por seguros – tratamiento sin polímero

<u>GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS</u>				
1 SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES				
Tasa:	0.99%	Período (Meses) :	1.00	
COBERTURA	S/.	88,442.29	Costo Financiero :	875.58
2 RIESGO DE INGENIERIA				
Tasa:	0.20%	Período(Meses) :	1.00	
Monto Aplicable:	S/.	589,615.26	Costo Financiero :	1,179.23
3 RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS				
Tasa:	0.20%	COBERTURA (U.S.\$) :	753,001	
		Período (Meses) :	1.00	
COBERTURA	S/.	94,338.44	Costo Financiero :	188.68

Sub-Total A.5 :				2,243.49
COSTO POR EMISION DE POLIZA :				
			3.00% Del Sub-Total	67.30
TOTAL GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS :				S/. 2,310.79

Anexo 63:

Resumen de análisis de costos – tratamiento sin polímero

Resúmen de Análisis de Costos

	DESCRIPCIÓN		MONTO
CD	COSTO DIRECTO	Porcentaje (%) Nuevos Soles (S/.)	414,202.96
GG	GASTOS GENERALES	9.38%	38,844.27
UTI	UTILIDAD	5.00%	20,710.15
S_T	SUB TOTAL		473,757.38
IGV	I.G.V.	18.00%	85,276.33
T_P	VALOR REFERENCIAL (TOTAL DEL PRESUPUESTO)	S/.	559,033.71
	Total	S/.	559,033.71

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL TREINTA Y TRES CON 71/100 SOLES

Anexo 64:

Datos generales del presupuesto – tratamiento con polímero

Datos Generales del Presupuesto				
Obra	0403003	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018"		
Propietario	02100001	S10 S.A.		
Lugar	030109	APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO		
Fecha	15/04/2018	Jornad	8.00 horas	
Moneda principal	01	NUEVOS SOLES		
Presupuesto (S/.)				
Costo directo	1,265,730.57			
Costo indirecto	348,345.85			
Total	1,614,076.42			
Subpresupuestos:				
Códig	Descripción	Cantida	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO CON POLIMERO	1.00	1,614,076.42	1,614,076.42

Anexo 65:

Presupuesto – tratamiento con polímero

Presupuesto					
Presupuesto	0403003	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018"			
Subpresupue	001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO CON POLIMERO			
Cliente	S10 S.A.			Costo al	15/04/2018
Lugar	APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				5,569.48
0101	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	100	60168	60168
0102	NIVELACION Y REPLANTEO	km	14.05	353.58	4,967.80
02	PAVIMENTOS				
0201	REPOSICION DE AFIRMADO E=0.1M	m3	5,550.87	208.02	1,154,691.98
03	TRANSPORTE				105,469.11
0301	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1KM	m3k	5,956.80	5.30	31,571.04
0302	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1KM	m3k	64,749.18	1.14	73,814.07
0303	IMPACTO AMBIENTAL				
0304	RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS	m2	300.00	0.28	84.00
	COSTO DIRECTO				1,265,730.57
	GASTOS GENERALES 3.07 %				38,844.27
	UTILIDAD 5%				63,286.53
	SUB TOTAL				1,367,861.37
	IGV 18 %				246,215.05
	TOTAL PRESUPUESTO				1,614,076.42
SON : UN MILLON SEISCIENTOS CATORCE MIL SETENTISEIS Y 42/100 NUEVOS SOLES					

Anexo 66:

Análisis de precios unitarios – tratamiento con polímero

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0403003	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018"					
Subpresupuesto	001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO CON POLIMERO					
Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO				Fecha presupuesto	15/04/2018
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	601.68	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0232970003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO		glb		1.0000	389.83	389.83
							389.83
	Subpartidas						
909701010306	MONTAJE Y DESMONTAJE DE ZARANDA		glb		1.0000	211.85	211.85
							211.85
Partida	01.02	NIVELACION Y REPLANTEO					
Rendimiento	km/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : km	353.58	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO		hh	1.0000	8.0000	21.77	174.16
0147010004	PEON		hh	1.0000	8.0000	15.86	126.88
							301.04
	Materiales						
0244010001	ESTACA DE MADERA		pza		3.0000	3.16	9.48
0254170008	PINTURA ESMALTE		gal		0.2500	38.00	9.50
							18.98
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	301.04	9.03
0337020037	WINCHA DE 30 m		u		0.0250	33.00	0.83
0349880016	NIVEL OPTICO		hm	0.1250	1.0000	3.20	3.20
0349880017	ESTACION TOTAL		hm	0.1250	1.0000	20.50	20.50
							33.56
Partida	02.01	REPOSICION DE AFIRMADO E=0.1M					
Rendimiento	m3/DIA	380.0000	EQ.	380.0000	Costo unitario directo por : m3	208.02	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.2000	0.0042	21.77	0.09
0147010004	PEON		hh	3.0000	0.0632	15.86	1.00
							1.09
	Materiales						
0254170011	ADITIVO ESTABILIZADOR CON POLIMEROS		L		11.0000	13.90	152.90
							152.90
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.09	0.03
0349030013	RÓDILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7-9 ton		hm	1.0000	0.0211	197.18	4.16
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0211	202.97	4.28
							8.47
	Subpartidas						
909701031354	AGUA PARA RIEGO		m3		0.1000	20.91	2.09
909701031355	ESCARIFICADO		m2		10.0000	0.63	6.30
909701031360	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA		m3		1.0000	37.17	37.17
							45.56

Continúa anexo 66:

Partida	03.01	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR HASTA 1KM						
Rendimiento	m3k/DIA	317.6000	EQ.	317.6000	Costo unitario directo por : m3k	5.30		
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		hh		0.2500	0.0063	17.63	0.11
		Equipos						0.11
0348040035	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm		1.0000	0.0252	137.29	3.46
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3		hm		0.3538	0.0089	194.50	1.73
								5.19
Partida	03.02	TRANSPORTE DE MAT. GRANULAR > 1KM						
Rendimiento	m3k/DIA	1,000.0000	EQ.	1,000.0000	Costo unitario directo por : m3k	1.14		
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		hh		0.2500	0.0020	17.63	0.04
		Equipos						0.04
0348040035	CAMION VOLQUETE 15 m3		hm		1.0000	0.0080	137.29	1.10
								1.10
Partida	03.04	RESTAURACION DE PATIO DE MAQUINAS						
Rendimiento	m2/DIA	10,000.0000	EQ.	10,000.0000	Costo unitario directo por : m2	0.28		
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh		1.0000	0.0008	21.77	0.02
0147010004	PEON		hh		4.0000	0.0032	15.86	0.05
		Equipos						0.07
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm		1.0000	0.0008	256.50	0.21
								0.21

Anexo 67:

Relación de insumos – tratamiento con polímero

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo						
Obra	0403003	"APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO -				
Subpresupuesto	001	TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO CON POLIMERO				
Fecha	15/04/2018					
Lugar	030109	APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO				
Código	Recurso	Unida	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
MANO DE OBRA						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	112.4000	21.77	2,446.95	
0147010001	CAPATAZ	hh	109.5921	21.77	2,385.82	
0147010002	OPERARIO	hh	25.3137	21.77	551.08	
0147010003	OFICIAL	hh	241.1880	17.63	4,252.14	
0147010004	PEON	hh	1,243.7459	15.86	19,725.81	
						29,361.80
MATERIALES						
0232970003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	qib	1.0000	389.83	389.83	
0244010001	ESTACA DE MADERA	pza	42.1500	3.16	133.19	
0254170008	PINTURA ESMALTE	gal	3.5125	38.00	133.48	
0254170011	ADITIVO ESTABILIZADOR CON POLIMEROS	L	61,059.5700	13.90	848,728.02	
0255010001	MATERIAL DE AFIRMADO	m3	6,383.5005	25.00	159,587.51	
						1,008,972.03
EQUIPOS						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			750.87	
0337020037	WINCHA DE 30 m	u	0.3513	33.00	11.59	
0348040035	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	668.1047	137.29	91,724.09	
0348090011	ZARANDA METALICA 2 1/2"	hm	88.8139	3.20	284.20	
0348120002	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 ql	hm	66.0554	158.19	10,449.30	
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP 7.9 tnn	hm	117.1234	197.18	23,094.39	
0349040010	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 vd3	hm	141.8294	194.50	27,585.82	
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	77.9522	256.50	19,994.74	
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	261.4460	202.97	53,065.69	
0349880016	NIVEL OPTICO	hm	14.0500	3.20	44.96	
0349880017	ESTACION TOTAL	hm	14.0500	20.50	288.03	
						227,293.68
				Total	S/.	1,265,627.51

Anexo 68:

Formula polinómica – tratamiento con polímero

Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0403002 "APLICACION DEL ESTABILIZADOR Z CON POLIMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS), ABANCAY - APURIMAC, 2018."				
Subpresupuesto	00 TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L=14.05 KMS) - TRATAMIENTO SIN POLIMERO				
Fecha Presupuesto	15/04/2018				
Moneda	NUEVOS SOLES				
Ubicación Geográfica	030109 APURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO				
K = 0.054*(Mr / Mo) + 0.180*(Mr / Mo) + 0.222*(Mr / Mo) + 0.285*(Hr / Ho) + 0.259*(Ir / Io)					
Monom	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.054	100.000	M	47	MANO DE OBRA
2	0.180	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
3	0.222	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
4	0.285	100.000	H	38	HORMIGON
5	0.259	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Anexo 69:

Resumen de análisis de gastos generales – tratamiento con polímero

MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE:					S/. 1,265,730.57		PORCENTAJE CD	
							100%	
Resumen de Análisis de Gastos Generales								
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.			
I Gastos Generales Fijos								
1	Análisis de Gastos Generales Fijos	Glb.	1.00	6,638.83	6,638.83			
II Gastos Generales Variables								
1	Análisis de Gastos Generales Variables	Glb.	1.00	32,205.44	32,205.44			
Total de Gastos Generales S/.							38,844.27	
Relación de Costo Directo y Costo Indirecto					3.0689%			
* Costo Directo		S/.	1,265,730.57					
* Costo Indirecto		S/.	38,844.27					
Relación de Costo Directo/Costo Indirecto			%		3.07%			
Utilidad					5.00%			
* Costo Utilidad		S/.	63,286.53					
Relación de Utilidad/Costo Indirecto			%		5.00			

Anexo 70:

Gastos generales fijos – tratamiento con polímero

Análisis de Gastos Generales						
Gastos Generales Fijos						
Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I Campamento						
1	Alquiler de Terreno para Oficinas y Campamento de Obra	Mes	1.00	1.50	1,000.00	1,500.00
2	Pruebas de Control de materiales	Glb				2,360.00
	Granulometría			1.00	100.00	100.00
	Ensayo Compactación proctor modificado			1.00	160.00	160.00
	Densidad de Campo (Metodo cono de arena)			14.00	150.00	2,100.00
3	Cartel de Obra	Und	1.00	1.00	500.00	500.00
II Liquidación de Obra						
1	Copias Varias	est	1.00	1.00	500.00	500.00
2	Comunicaciones	est	1.00	1.00	150.00	150.00
3	Servicios para oficina	est	1.00	1.00	300.00	300.00
III Impuestos						
1	Impuesto a las Transacciones Financieras I.T.F.	Glb.	1.00	0.005%	589,615.26	29.48
2	Sencico (del Total sin I.G.V.)	Glb.	1.00	0.20%	499,673.95	999.35
IV Gastos Diversos						
1	Gastos de Licitacion	Glb.	1.00	100.00%	100.00	100.00
2	Gastos Legales	Glb.	1.00	100.00%	100.00	100.00
3	Gastos Firma de Contrato	Glb.	1.00	100.00%	100.00	100.00
Total de Gastos Generales Fijos S/.						6,638.83

Anexo 71:

Gastos generales variables– tratamiento con polímero

**Análisis de Gastos Generales
Gastos Generales Variables**

Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I	Mano de Obra Indirecta					
A	Área de Producción y Administración.					
1	Ing. Residente de Obra (Inc. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	5000.00	7,500.00
	Asistente de Residencia (Inc. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	2500.00	3,750.00
	Asistente Administrativo (Inc. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	1500.00	2,250.00
4	Guardian (Incl. Leyes Sociales)	Mes	1.00	1.50	1500.00	2,250.00
B	Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas					
1	Movilidad en la Obra. (Camioneta 4x4 2Ton.)	Mes	1.00	1.00	1,500.00	1,500.00
2	Combustible	Mes	1.00	1.00	1,100.00	1,100.00
3	Alimentación	Mes	1.00	1.00	850.00	850.00
4	Materiales de Oficina	Mes	1.00	1.00	300.00	300.00
C	Gastos Financieros					
1	Garantía de Fiel Cumplimiento de Contrato (Carta Fianza MC)	Mes	1.00	0.89	11,055.29	9,883.43
2	Garantía del Adelanto en Efectivo (Carta Fianza MC)	Mes	1.00	1.00	451.78	451.78
3	Garantía por Beneficios Sociales (Carta Fianza=MO)	Mes	1.00	1.00	59.43	59.43
D	Seguros					
1	Accidentes Personales	glb	1.00		901.85	901.85
2	Riesgo de Ingeniería	glb	1.00		1,214.61	1,214.61
3	Responsabilidad contra Terceros	glb	1.00		194.34	194.34
Total de Gastos Generales Variables S/.						32,205.44

Anexo 72:

Gastos financieros – tratamiento con polímero

<u>GASTOS FINANCIEROS</u>				
1 GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO				
Tasa:	10.00%	Comisión del Banco	0.38%	
		Período (Días) :	50.00	
		Monto de la Carta Fianza		58,961.53 0.375%
		Comisión del Banco		11,055.29
		Garantía Bancaria	20.00%	11,792.31
Monto Aplicable:	S/.	589,615.26		Costo Financiero : 11,055.29
2 GARANTIA DEL ADELANTO EN EFECTIVO				
Tasa:	20.00%	Comisión del Banco	0.38%	
		Período Neto :	20.00 Dias	
		Monto de la Carta Fianza		117,923.05
		Comisión del Banco		8,844.23
		Garantía Bancaria	20.00%	23,584.61
		Carta Fianza renovable cada :	1 Meses	
Monto Aplicable:	S/.	589,615.26		Costo Financiero : 8,844.23
3 GARANTIA DE LOS BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES				
Porc:	24.00%	Comisión del Banco	0.38%	
		Período (Meses) :	0.70	
		Monto de la Carta Fianza		22,641.23
		Comisión del Banco		59.43
		Garantía Bancaria	20.00%	4,528.25
Monto Aplicable:	S/.	94,338.44		Costo Financiero : 59.43
				Sub-Total : S/ 19,958.95

Anexo 73:

Gastos financieros por seguros – tratamiento con polímero

<u>GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS</u>				
1 SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES				
Tasa:	0.99%			
		Período (Meses) :	1.00	
COBERTURA	S/.	88,442.29	Costo Financiero :	875.58
2 RIESGO DE INGENIERIA				
Tasa:	0.20%			
		Período(Meses) :	1.00	
Monto Aplicable:	S/.	589,615.26	Costo Financiero :	1,179.23
3 RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS				
Tasa:	0.20%	COBERTURA (U.S.\$) :	753,001	
		Período (Meses) :	1.00	
COBERTURA	S/.	94,338.44	Costo Financiero :	188.68

			Sub-Total A.5 :	2,243.49
COSTO POR EMISION DE POLIZA :		3.00% Del Sub-Total		67.30
		TOTAL GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS :	S/.	2,310.79

Anexo 74:

Resumen de análisis de costos – tratamiento con polímero

			Monto Presupuestado
MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO BASE:			S/.
			1,265,730.57
<u>Resumen de Análisis de Costos</u>			
	DESCRIPCIÓN		MONTO
CD	COSTO DIRECTO	Porcentaje (%) Nuevos Soles (S/.)	1,265,730.57
GG	GASTOS GENERALES	3.07%	38,844.27
UTI	UTILIDAD	5.00%	63,286.53
S_T	SUB TOTAL		1,367,861.37
IGV	I.G.V.	18.00%	246,215.05
T_P	VALOR REFERENCIAL (TOTAL DEL PRESUPUESTO)	S/.	1,614,076.42
	1C- Total	S/.	1,614,076.42
SON: UN MILLON SEISCIENTOS CATORCE MIL SETENTA Y SEIS CON 42/100 SOLES			

Anexo 75:

Cálculo de jornales para Apurímac y provincias vigente a partir del 01/06/2017

CALCULO DE JORNALES PARA APURIMAC Y PROVINCIAS VIGENTE A PARTIR DEL 01-06-2017				
INCIDENCIA DE LAS BONIFICACIONES PARA APURIMAC A PARTIR DEL 01-06-2017				
SALARIOS BASICOS				
OPERARIO	S/	64.30		
OFICIAL	S/	52.00		
PEON	S/	46.50		
DESGASTE DE HERRAMIENTAS				
OPERARIO		3.17	%	
OFICIAL		0.69	%	
PEON		3.44	%	
TOTAL (A)		7.31	%	
PASAJES				
OPERARIO		5.71	%	Bonificacion por movilidad S/7.20
OFICIAL		1.25	%	
PEON		6.19	%	
TOTAL (B)		13.15	%	
TOTAL (A+B)		20.46	%	
(TABLA N° 1)				
PORCENTAJES DEDUCIDOS PARA 2018				
DIAS FERIADO	SALARIO DOMINICAL	DIAS FERIADO	DIAS TRABAJADO SEMANA	INCIDENCIA
1° de Enero	1	1	5	20.00
Jueves y Viernes Santo	1	2	4	25.00
28 de Abril	1	1	5	20.00
1° de Mayo	1	1	5	20.00
29 de Junio	1	1	5	20.00
28 de Julio	1	1	5	20.00
30 de Agosto	1	1	5	20.00
8 de Octubre	1	1	5	20.00
1° y 3° de Noviembre	1	2	4	25.00
8 de Diciembre	1	1	5	20.00
25 de Diciembre	1	1	5	20.00
		13		230.00
* Dia Jubilar de las Provincias				

Continúa anexo 75:

SALARIO DOMINICAL			
	41 semanas corrientes		230.00
	1 día 16.67% * 41		683.47
			913.47
El año tiene 52 semanas, la incidencia promedio será			
	17.57 % (Salario Dominical)		
VACACIONES RECORD			
	(30 X 100)/7 (41 X 6)		12.20 %
GRATIFICACIONES POR FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD			
	Días del año		365.00
	Días Feriados (-)		-13
	Domingos (-)		-52.00
			300.00
	(50 x 100)/300		16.67 %
JORNALES POR DIAS FERIADOS NO LABORABLES			
	(13 X 100)/300		4.33 %
ASIGNACION ESCOLAR			
	(28 X 100)/300		9.33 %
PORCENTAJES DE LEYES SOCIALES EN EDIFICACIONES A CARGO DEL PATRONO APLICABLE SOBRE SALARIO BASICO			
ITEM	CONCEPTO	SOBRE SALARIO BASICO DESDE 01/06/2017	SOBRE BONIFICACIONES COSTO DE VIDA
1.00	PORCENTAJES FIJOS		
1.01	Indemnización		
	Por tiempo de servicios	12.00	
	Por Participación de Utilidades	3.00	
1.02	Seguro Social de Accidentes de Trabajo		
	De accidentes	4.00	
	De responsabilidad civil (20% de 4)	0.80	
1.03	Régimen de Prestaciones de Salud	6.00	6.00
1.04	Sistema Nacional de Pensiones	13.00	6.00
1.05	Impuesto a las Remuneraciones	10.00	
2.00	PORCENTAJES DEDUCIDOS		
2.01	Salario Dominical	17.59	
2.02	Vacaciones Récord	12.50	
2.03	Compensación Vacacional Sobre las Bonificaciones por alza de Transporte (12.5 % de 2.98)	0.37	
2.04	Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad	16.69	
2.05	Jornales por Días Feriados no Laborables	4.46	
2.06	Asignación Escolar	9.34	

Continúa anexo 75:

3.00	REGIMEN DE PRESTACIONES DE SALUD			
3.01	Sobre Salario Dominical (6% de 17.59)		1.06	
3.02	Sobre Vacaciones Récord (6% de 12.5)		0.75	
3.03	Sobre Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad (6% de 16.69)		1.00	
3.04	Sobre Jornales por Días Feriados no laborables (6% de 4.46)		0.27	
3.05	Sobre Asignación Escolar (6% de 9.34)		0.56	
4.00	SISTEMA NACIONAL DE PENSIONES			
4.01	Sobre Salario Dominical (6% de 17.59)		1.06	
4.02	Sobre Vacaciones Récord (6% de 12.5)		0.75	
4.03	Sobre Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad (6% de 16.69)		1.00	
4.04	Sobre Jornales por Días Feriados no laborables (6% de 4.46)		0.27	
4.05	Sobre Asignación Escolar (6% de 9.34)		0.56	
5.00	SEGURO SOCIAL OBLIGATORIO DE ACCIDENTES DE TRABAJO			
5.01	Sobre Salario Dominical (4% de 17.59)		0.70	
5.02	Sobre Vacaciones Récord (4% de 12.5)		0.50	
5.03	Sobre Gratificaciones por Fiestas Patrias y Navidad (4% de 16.69)		0.67	
5.04	Sobre Jornales por Días Feriados no laborables (4% de 4.46)		0.18	
5.05	Sobre Asignación Escolar (4% de 9.34)		0.37	
6.00	IMPUESTO A LAS REMUNERACIONES			
6.01	Sobre Salario Dominical (10% de 17.59)		1.76	
6.02	Sobre Vacaciones Récord (10% de 12.5)		1.25	
6.03	Sobre Jornales por Días Feriados no laborables (10% de 4.46)		0.45	
6.04	Sobre Asignación Escolar (10% de 9.34)		0.93	
		SUB TOTAL	123.83	12.00
	Incidencia de Leyes Sociales sobre Remuneración Básica y Bonificación Unificada de Construcción			
	Operario		0.038	
	Oficial		0.036	
	Peon		0.036	
		TOTAL		
	OPERARIO		123.873	
	OFICIAL		123.870	
	PEON		123.870	

Continua anexo 75:

CUADRO DE JORNALES PARA APURIMAC Y PROVINCIAS VIGENTE A PARTIR DEL 01-06-17				
CATEGORIA	SALARIO BASICO A PARTIR DEL 01/06/2017	BONIFICACION UNIFICADA DE CONSTRUCCION (BUC)	LEYES SOCIALES SOBRE BONIFICACION 12.00%	INCIDENCIA DE LEYES SOCIALES DE BONIFICACION UNIFICADA DE CONSTRUCCION
OPERARIO	64.30	20.58	0.0247	0.0384
OFICIAL	52.00	15.60	0.0187	0.0360
PEON	46.50	13.95	0.0167	0.0360
COSTO DE VIDA: PONDERACION PARA EDIFICACION				
	OPERARIO	51 % X 12.00		6.12
	OFICIAL	9 % X 12.00		1.08
	PEON	40 % X 12.00		4.80
	TOTAL INCIDENCIA			12.00 %

Anexo 76:

Calculo de hora – hombre en edificación en Apurímac y provincias a partir del 01/06/2017

CALCULO DE HORA - HOMBRE EN EDIFICACION EN APURIMAC Y PROVINCIAS A PARTIR DEL 01 - 06 - 2017								
CATEGORIA	JORNAL BASICO DIARIO	LEYES SOCIALES SOBRE SALARIOS BASICOS VIGENTES (123.83%)	BONIFICACIONES		BONIFICACION UNIFICADA DE CONSTRUCCION (BUC)	INCIDENCIA DE LAS LEYES SOCIALES SOBRE (BUC) 12%	TOTAL POR DIA	TOTAL HORA - HOMBRE
			DESGASTE DE HERRAMIENTAS	PASAJE (MOVILIDAD)				
OPERARIO	64.30	79.62		7.20	20.58	2.47	174.17	21.77
OFICIAL	52.00	64.39		7.20	15.60	1.87	141.06	17.63
PEON	46.50	57.58		7.20	13.95	1.67	126.90	15.86

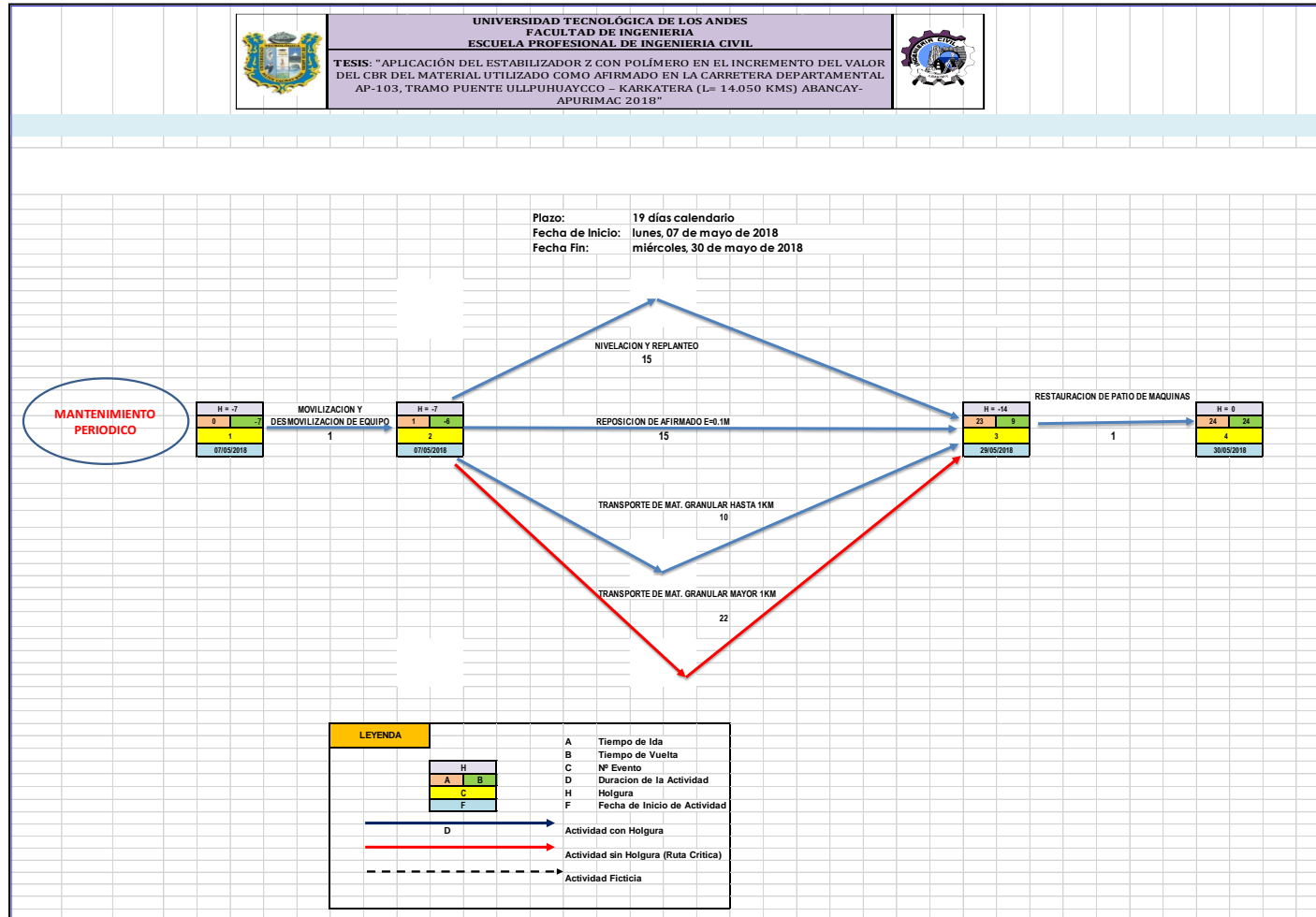
Anexo 77:

Programación de obra



Anexo 78:

Cronograma de ejecución de obra PERT- CPM



Anexo 79:

Ficha técnica del polímero



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Los falsanes N° 675 Urb. La Campaña - Chorrillos.
Telf: (01) 2523058 Cel: 998 128 514 / 996 330 130

Hoja Técnica - Edición 18 - Versión 08.16

Productos para Carretera

Estabilizador Z con Polímeros

Descripción:

- Cumple con la Norma MTC 1109 – 2004 NORMA TECNICA DE ESTABILIZADORES QUIMICOS.
- El efecto beneficioso del Estabilizador Z en caminos se debe a sus polímeros, que incorporados a un suelo, a un firmado o regados en su superficie nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y no tóxico.
- El Estabilizador Z, se diluye 1- 4 con agua. En el firmado o suelo mantiene unidas y compactas las partículas finas alrededor de las gruesas con lo que se obtiene estabilización.
- Debe distinguirse claramente que el efecto de la aplicación del Estabilizador Z con polímeros, varía según se aplique sobre un firmado debidamente graduado o sobre el suelo natural.
- Cuando se aplica sobre caminos firmados, tiene a mejorar la estabilidad del mismo, es decir mejora la cohesión, compactación y resistencia de una capa relativamente gruesa de material correctamente graduado.
- El espesor del material estabilizado permite su resistencia a un tráfico relativamente alto.
- Cuando la aplicación se efectúa sobre el suelo natural, el éxito depende de la clase de suelo, variando desde un resultado nulo para suelos arenosos y pedregosos, hasta un resultado óptimo para suelos arcillosos. En estos últimos, la aplicación del Estabilizador Z con polímeros solo penetra algunos centímetros, produciendo una costra cohesionada por la humedad, similar a la que se obtiene con un riego constante de agua. La aplicación del Estabilizador Z, sobre un suelo arcilloso permite, en ausencia de lluvias, un tráfico de vehículos como de peatones.
- Esta aplicación está recomendada para áreas de velocidad reducida como por ejemplo, playas de estacionamiento, estaciones de servicios, talleres de reparación, o depósito de almacenaje.

Ventajas

- Los caminos firmados tratados con Estabilizador Z, constituye la solución intermedia ideal entre una superficie de rodaduras sueltas y polvorienta y un pavimento asfáltico. Esta afirmación es válida tanto desde el punto de vista de costo como de comportamiento.
- El polvo que se desprende por acción del tráfico, provoca incomodidad para los pasajeros aumenta el riesgo de accidentes así como pérdida de material del camino. Los dos primeros problemas causan repetidas quejas o reclamos, y el último significa una pérdida económica importante. Se ha comprobado que la pérdida anual de material firmado puede llegar algo más de 20 m³ por Kilómetro de carretera de 6 mts de ancho y con tráfico de 100 vehículos diarios. El uso del estabilizador Z con polímeros reduce esta pérdida drásticamente y al mismo tiempo, elimina los demás problemas causados por la polvareda.

E-mail: ventasezcorporacion.com.pe | cotizacionazcorporacion.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

ZETITA: Av. San Luis 3051 - San Borja Telf: (01)7155744 - 981 288 456 | Av. Elmer Faucett 1631 - Callao Telf: (01)715-5770 - 998128493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Telf: (074) 223 718 - 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Telf: (061) 573 591 - 998128495

Piura: Av. Bolognesi 311 Int.3 Telf: (073) 321480 - 972001351 | Sullana: Calle Independencia 478 Telf: (073) 509408 - 995366430

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Telf: (084) 257 111 - 994 086 746

Arequipa: Calle Paucarpatá 323A - Cercado Telf: (054) 203 388 - 994044894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998127657



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Los falsanes N° 675 Urb. La Campaña - Chomillos
Telf.: (01) 2523058 Cel: 998 128 514 / 996 330 130

Hoja Técnica - Edición 18 - Versión 08.16

- Adicionalmente a las ventajas mencionadas, cuando se usa el Estabilizador Z con polímeros en la construcción del afirmado de caminos se consigue también; más rápida compactación, es decir que se requiere menos pasadas de rodillo para obtener una determinada compactación: mayor densidad, mejores condiciones de trabajo (Menos polvareda) durante la construcción.

Aplicación

Los mejores resultados se obtienen cuando se incorpora el Estabilizador Z, al agua del afirmado durante la construcción ya que de esta manera se obtiene no solo un afirmado estabilizado y libre de polvo, sino que la construcción misma permite obtener mayor densidad con menor trabajo. Se aconseja saturar con Estabilizador Z con polímeros el suelo compactado.

Rendimiento

Solución: estabilizador z con polímeros 1+ 4 partes de agua.
01 cil estabilizador z con polímeros= 55 gal

E-mail: ventas@zcorporacion.com.pe | cotizacion@zcorporacion.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

ZETITA: Av. San Luis 3051 - San Borja Telf.: (01)7155744 - 981 288 456 | Av. Elmar Faucett 1631 - Callao Telf.: (01)715-5770 - 998128493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Telf.: (074) 223 718 - 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Telf.: (061) 573 591 - 998128495



Piura: Av. Bolognasi 311 Int.3 Telf.: (073) 321480 - 972001351 | Sullana: Calle Independencia 478 Telf.: (073) 509408 - 995366430

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Telf.: (084) 257 111 - 994 086 746

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Telf.: (054) 203 388 - 994044894 | Trujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo Telf.: (044) 425 548 - 998127657

Anexo 80:

Inventario vial de la carretera departamental

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL TESIS: "APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO - KARKATERA (L= 14.050 KMS.), ABANCAY-APURÍMAC, 2018" 				
FICHA DEL ITINERARIO DE LA CARRETERA DEPARTAMENTAL				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Progresiva Kilómetro	Tipo de Superficie	Estado de Transitabilidad	Ancho de la Vía (mts.)	Obras Arte, Drenaje, Señalización, C.P.
0+000.00	Afirmado	Regular	7.40	Inicio de tramo Hito Km 0+000
0+250.00	Afirmado	Regular	7.40	Señal Informativa
0+300.00	Afirmado	Regular	7.40	Señal Preventiva "Baden"
0+400.00	Afirmado	Regular	5.30	Señal Informativa "Puente peatonal"
0+400.00	Afirmado	Regular	5.30	Baden
0+500.00	Afirmado	Regular	5.30	Señal preventiva "Baden"
1+000.00	Afirmado	Regular	5.30	HITO Km 1+000,
1+100.00	Afirmado	Regular	5.30	Señal preventiva "Curva pronunciada a la izquierda"
1+150.00	Afirmado	Regular	5.30	Puente y Señal Preventiva "Puente Angosto"
1+750.00	Afirmado	Regular	3.80	Alcantarilla
1+800.00	Afirmado	Regular	3.80	Alcantarilla tapada
2+000.00	Afirmado	Regular	3.80	Reposicion de HITO Km 2+000
2+350.00	Afirmado	Regular	3.80	Alcantarilla
2+650.00	Afirmado	Regular	3.80	Alcantarilla
2+800.00	Afirmado	Regular	3.80	Alcantarilla
3+000.00	Afirmado	Regular	3.80	Reposicion de HITO Km 3+000
4+000.00	Afirmado	Regular	4.30	HITO Km 4+000
4+200.00	Afirmado	Regular	4.30	Alcantarilla
4+400.00	Afirmado	Regular	4.30	Muro seco log: 3.00 m
4+700.00	Afirmado	Regular	4.30	Baden
4+800.00	Afirmado	Regular	4.30	Baden
5+000.00	Afirmado	Regular	3.70	Reposicion de HITO Km 5+000
5+100.00	Afirmado	Regular	3.70	Alcantarilla
5+800.00	Afirmado	Regular	3.70	Alcantarilla
5+900.00	Afirmado	Regular	3.70	Alcantarilla
6+000.00	Afirmado	Regular	3.70	HITO Km 6+000
6+350.00	Afirmado	Regular	3.70	Alcantarilla (Ø 15")
6+400.00	Afirmado	Regular	3.70	Señal informativa "HUAYLLABAMBA"
7+000.00	Afirmado	Regular	3.40	HITO Km 7+000
7+200.00	Afirmado	Regular	3.40	Alcantarilla
7+900.00	Afirmado	Regular	3.40	Señal Preventiva "Cuidado animales en vía"
8+000.00	Afirmado	Regular	3.40	HITO Km 8+000
9+000.00	Afirmado	Regular	3.20	Reposicion de HITO Km 9+000
9+250.00	Afirmado	Regular	3.20	Baden
9+300.00	Afirmado	Regular	3.20	Alcantarilla
9+980.00	Afirmado	Regular	3.20	Alcantarilla
10+000.00	Afirmado	Regular	3.80	HITO Km 10+000,
10+800.00	Afirmado	Regular	3.80	Alcantarilla
11+000.00	Afirmado	Regular	3.70	HITO Km 11+000
11+300.00	Afirmado	Regular	3.70	Baden
11+400.00	Afirmado	Regular	3.70	Alcantarilla tapada
12+000.00	Afirmado	Regular	3.60	HITO Km 12+000
12+500.00	Afirmado	Regular	3.60	Alcantarilla
13+000.00	Afirmado	Regular	3.00	HITO Km 13+000
13+020.00	Afirmado	Regular	3.00	Alcantarilla
13+250.00	Afirmado	Regular	3.00	Alcantarilla
13+900.00	Afirmado	Regular	3.00	Alcantarilla
14+000.00	Afirmado	Regular	4.00	HITO Km 14+000
14+550.00	Afirmado	Regular	4.00	Alcantarilla
14+600.00	Afirmado	Regular	4.00	Señal Preventiva "camino sinuoso"
14+600.00	Afirmado	Regular	4.00	Alcantarilla
14+700.00	Afirmado	Regular	4.00	Alcantarilla
15+000.00	Afirmado	Regular	4.00	HITO Km 15+000
15+100.00	Afirmado	Regular	4.00	Alcantarilla
15+200.00	Afirmado	Regular	4.00	Señal Reguladora "Velocidad maxima 30 KPH"
15+200.00	Afirmado	Regular	4.00	Alcantarilla

Anexo 81:

Artículo científico

ARTICULO CIENTIFICO

Titulo

Aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del Material utilizado como Afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (L= 14.050 kms.), Abancay- Apurímac - 2018

Autoría

Bach. Visayda Condori Ñahuinlla

visayda@gmail.com

Bach. Zayda Huamaní Gamarra

yupendi059@gmail.com

Universidad Tecnológica de los Andes

Resumen

La estabilización de suelos es la modificación de cualquiera de sus propiedades, para mejorar su comportamiento ingenieril. Esta tesis evalúa un producto relativamente nuevo en el mercado: estabilizador Z con polímeros, el cual es fabricado por la empresa Z aditivos y distribuido por la misma empresa; el estabilizante en mención es a base de resina alemana a base de polímeros mono componente; que se vende como posible mejorador de la estabilidad de los suelos, que según se indica permitirá incrementar la resistencia de un suelo, lo que se demostró a través de la investigación. El objetivo principal que se presenta en esta tesis es determinar si la aplicación del estabilizador Z con polímero sintético incrementa el valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP - 103 - tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera L=14.050 km Abancay - Apurímac 2018, para el desarrollo de esta tesis de investigación primero se procedió a la obtención de la muestra de afirmado de la cantera condebamba, ubicada en la quebrada colcaque, del distrito de Abancay. posteriormente se analizó el suelo en el laboratorio según las normas del ASTM y MTC (EM-2016): contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, proctor modificado, california bearing ratio,

Penetración y Expansión en dosificación 1:4. Al concluir la tesis se logró determinar se ha demostrado mediante la experimentación que el valor del CBR, con la muestra patrón al 95% fue de 12.55%, incorporándole polímero incrementa a 13.09%, con la muestra patrón al 100% fue de 15.44%, incorporándole polímero incrementa a 18.57%, también se demostró que el polímero sintético incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.1 pulg. de penetración en el suelo patrón es 9.88 kg/cm², adicionando polímero es 10.54 kg/cm², mientras que para 0.2 pulg de penetración fue de 12.82 kg/cm², adicionando polímero es 14.08 kg/cm² respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presenta menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

Palabras claves: CBR, densidad máxima seca, límites de atterberg, polímero, proctor modificado.

Abstract

Soil stabilization is the modification of any of its properties, to improve its engineering behavior. This thesis evaluates a relatively new product in the market: Z stabilizer with polymers, which is manufactured by the company Z additives and distributed by the same company; the stabilizer in question is based on German resin based on mono component polymers; which is sold as a possible soil stability enhancer, which as indicated will increase the resistance of a soil, which was demonstrated through research. The main objective presented in this thesis is to determine if the application of the stabilizer Z with synthetic polymer increases the value of the CBR of the material used as claimed in the departmental road AP-103 - bridge section Ullpuhuaycco - Karkatera L = 14,050 km Abancay - Apurímac 2018, for the development of this research thesis we first proceeded to obtain the sample from the Condebamba quarry, located in the Colcaque stream, in the District of Abancay. Subsequently analyzed the soil in the laboratory according to the ASTM and MTC standards (EM-2016): Moisture Content, Granulometry, Liquid Limit, Plastic Limit, Plasticity Index, Modified Proctor, California Bearing Ratio, Penetration and Expansion in Dosage 1 :4. At the conclusion of the thesis, it was determined that experimentation has shown that the CBR value, with the 95% standard sample was 12.55%, incorporating polymer increases to 13.09%, with the standard sample at 100% was 15.44%, incorporating polymer increases to 18.57%, it was also shown that the synthetic polymer positively increases in the penetration

effort curve in view that for 0.1 in. of penetration into the ground pattern is 9.88 kg / cm², adding polymer is 10.54 kg / cm², while for 0.2 in. Of penetration was 12.82 kg / cm², adding polymer is 14.08 kg / cm² respectively, which indicates that the polymer soil has fewer voids and is more stuck and compacted.

Keywords: CBR, maximum dry density, atterberg limits, polymer, Proctor Modified

Introducción

La carretera departamental AP-103 es gestionada por el Gobierno Regional de Apurímac en convenio con el Provias Descentralizado, mediante el Programa de Caminos Departamentales - PCD, quienes están encargados de realizar el mantenimiento vial para lograr la adecuada transitabilidad de la vía, actualmente el estado de conservación es inadecuado, la presencia del desgaste prematuro de material de afirmado dificulta la comunicación entre la ciudad de Abancay y los centros poblados ubicados en el área de influencia de la vía tales como: Huayllabamba, Sorcca, Karkatera y conlleva a realizar mayor cantidad de mantenimientos rutinarios mecanizados y periódicos, con la reposición del espesor de afirmado. En el tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera se visualiza que la sub rasante se encuentra con diferentes tipos de daños como baches, encalaminados y erosión, el mal estado de la carretera limita a alcanzar el uso más intensivo de sus áreas potenciales de cultivo y ganadería, postergando el desarrollo de las comunidades campesinas.

Por lo tanto, de acuerdo al realidad problemática descrita se ha visto por conveniente desarrollar el presente proyecto de investigación de la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco - Karkatera que se encuentra en estado deficiente debido a que el CBR del material de afirmado colocado sobre la superficie natural del terreno (sub rasante) ha perdido sus propiedades por el desgaste prematuro debido al incremento del flujo vehicular.

De acuerdo a la revisión de la literatura, encontramos estudios realizados en otros contextos, como los estudios realizados en Cuba por (Pozo Durruthy, 2010) en su trabajo de investigación “Comparación de los resultados en diversos ensayos en suelos arcillosos estabilizados con el nuevo ROCAMIX LÍQUIDO”, llegó a la conclusión que el parámetro CBR aumenta significativamente con la adición del producto y con el aumento de energía de compactación con que se confeccionan las muestras.

El estudio realizado en Chile por (Andrés Fuentes, 2013), en su tesis “Estabilización de suelos mediante el químico GT-24X en suelos de sub rasante de la ciudad de Concepción”, concluye que el material se ve influenciado por la acción catalizadora de las enzimas presentes en el químico GT-24X, que generan un aglutinamiento de las partículas arcillosas aumentando en 50Kg/cm³ aproximadamente la DMCS, y disminuyendo en 2 puntos porcentuales la humedad optima, a su vez, en el CBR se corrobora la acción descrita aumentando en un valor promedio de 2% en la capacidad de soporte.

Estudio realizado en Ecuador por (Zambrano Yagual & Casanova Zambrano, 2016), en su trabajo de investigación titulado “Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC)”, llega a las siguientes conclusiones, en el caso de la arcilla, se cambió de una resistencia de CBR en estado natural de 17,44% hasta 39% utilizando el 1,25% de Polímero M y 0,17% de Polímero L (en relación a la masa de suelo), es decir se aumentó la resistencia en 224%.

Estudio realizado en Perú, por (Palomino Teran, 2016) , en su tesis: “Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador Maxxseal 100”, de acuerdo al objetivo, hipótesis, marco teórico e instrumentos de medición, llego a las siguientes conclusiones, la capacidad portante (CBR) del suelo arcilloso estabilizado con de 2%, 4%, y 6% de Maxxseal 100, se obtuvo los siguientes valores para un CBR a 0.1” con la muestra patrón un CBR de 5.10%, incorporando el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7 %, incorporando el 4% de Maxxseal 100 un CBR de 9.60 %, incorporando 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11%; para un CBR al 0.2” , con la muestra patrón un CBR de 5.40 %, incorporando el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7.30 %, incorporando el 4% de Maxxseal 100 un CBR de 10.10 %, incorporando 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11.70%.

Otro estudio realizado en Perú por (Saldaña Palomino, 2016) en su trabajo de investigación titulado “Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso”, llegó a las siguiente conclusión, la adición del cloruro de sodio en porcentajes de 4%, 8% y 12% incrementa el valor del CBR hasta en un 10% en Comparación a la muestra patrón. Puesto que el índice CBR para 0.1” varía un 9.48% de la muestra patrón, mientras que para 0.2” el índice CBR varia 9.69 % de la muestra patrón.

Material y métodos

El método científico es experimental, porque la investigación se apoya en la observación de fenómenos provocados o manipulados en laboratorio y es una situación de control en la que se manipulan de manera intencional, una o más variables independientes para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes, (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2010), tiene enfoque cuantitativo, porque se usó la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Se utilizó el tipo de investigación aplicada o tecnológica, que se define como la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, el nivel de investigación es correlacional el cual tiene como finalidad establecer el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), el diseño de investigación es Pre Experimental, según Grajales Guerra (2009); (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2010), el grupo de control son los obtenidos de los ensayos de laboratorio del suelo de afirmado sin adición de polímero sintético, y post test se define como resultado a los obtenidos de los ensayos de laboratorio del suelo de afirmado con adición de polímero sintético, de acuerdo al manual de ensayo de materiales EM-2016 del MTC.

Resultados

Se ha realizado el estudio de mecánica de suelos al material de afirmado de la cantera de Condebamba que es utilizado en el mantenimiento periódico de la carretera departamental AP-103 tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera, con acceso de 2.410 km (Quebrada Colcaque), los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1

Resumen de resultados de pruebas de ensayo

Ítem	Ensayo de laboratorio	Con suelo Natural	Con polímero
1	Análisis Granulométrico de suelos por Tamizado	SUCS: GC AASHTO: A-2-6 (0)	
2	Determinación del Contenido de Humedad	4.13%	
3	Límite Líquido	36.81%	37.30%
4	Límite Plástico	22.75%	25.99%
	Índice de Plasticidad	14.06%	11.31%
5	Proctor Modificado		
	Max densidad seca	2.225 gr/cc	2.205 gr/cc
	Óptimo Contenido de Humedad	6.75%	7.10%
6	CBR al 95%	12.55%	13.09%
7	CBR al 100%	15.44%	18.57%

Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Al realizar el análisis granulométrico de suelos por tamizado se obtuvo que el 57.97% del suelo pasa el tamiz N°4 y el 18.91% pasa el tamiz N° 200, como se muestra en la tabla 1.2, del tamaño máximo nominal (2 pulg) obtenido de la muestra cuarteada se seleccionó 4000 g de los cuales se obtuvo que el 42.50% es grava, el 39.04% es arena y el 18.91% es fino, el valor de D60 (diámetro de abertura del tamiz por el que pasa el 60% de material) es 4.78 mm, el de D30 (diámetro de abertura del tamiz por el que pasa el 30% de material) es 0.512 mm, mientras el D10 se considera nulo, por lo tanto no presenta coeficiente de uniformidad y curvatura, por lo cual se ha clasificado el suelo como grava arcillosa: mezcla de grava – arena – arcillosas de mediana plasticidad.

Tabla 2

Granulometría de suelo

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	233.50	5.84	5.84	94.16
1"	25.400	94.50	2.36	8.20	91.80
3/4"	19.050	275.50	6.89	15.09	84.91
1/2"	12.700	287.50	7.19	22.28	77.73
3/8"	9.525	228.00	5.70	27.98	72.03
1/4"	6.350	322.00	8.05	36.03	63.98
No4	4.760	241.00	6.03	42.05	57.95
No10	2.000	534.50	13.36	55.41	44.59
No20	0.840	430.50	10.76	66.18	33.83
No30	0.590	116.50	2.91	69.09	30.91
No40	0.420	136.00	3.40	72.49	27.51
No60	0.250	197.00	4.93	77.41	22.59
No100	0.149	100.50	2.51	79.93	20.08
No200	0.074	46.50	1.16	81.09	18.91
BASE		1.500	0.04	81.13	18.88
W-W ₀		755.000	18.88	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad representa el porcentaje de agua existente en un cantidad dada de suelo en términos de su peso seco, para el suelo extraído de la cantera se obtuvo un contenido de humedad de 4.13%.

Ensayos de límites de Atterberg

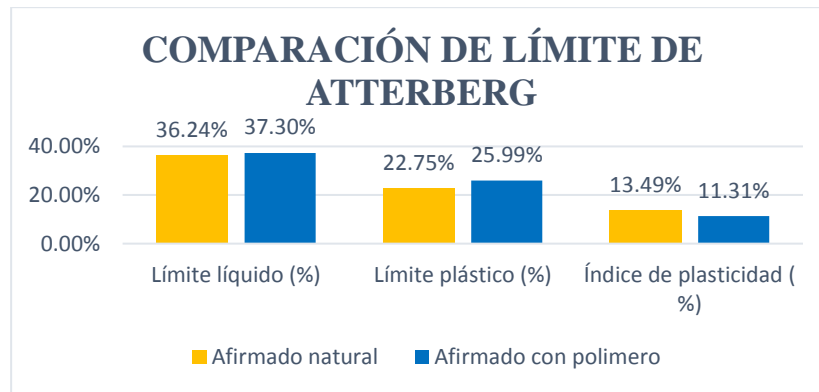
Al realizar los ensayos de límites de Atterberg se observó que el límite líquido incrementa su valor en un 1.1% y el límite plástico incrementa su valor en 3.19% teniendo como resultado un disminución del índice de plasticidad en un valor de - 2.19%.

Se entiende que el comportamiento del suelo, al adicionar el polímero en estudio, tiende a ser más plástico con poca variación del límite líquido. En conclusión se observa que existe una tendencia a disminuir el índice plástico lo que favorecería a obtener un valor que se encuentre dentro de los rangos establecidos por las

especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013 para ser considerado como material de afirmado.

Figura 1

Comparación de Límites de Atterberg de suelo natural y suelo con polímero



Fuente: Elaboración propia

Clasificación de suelos

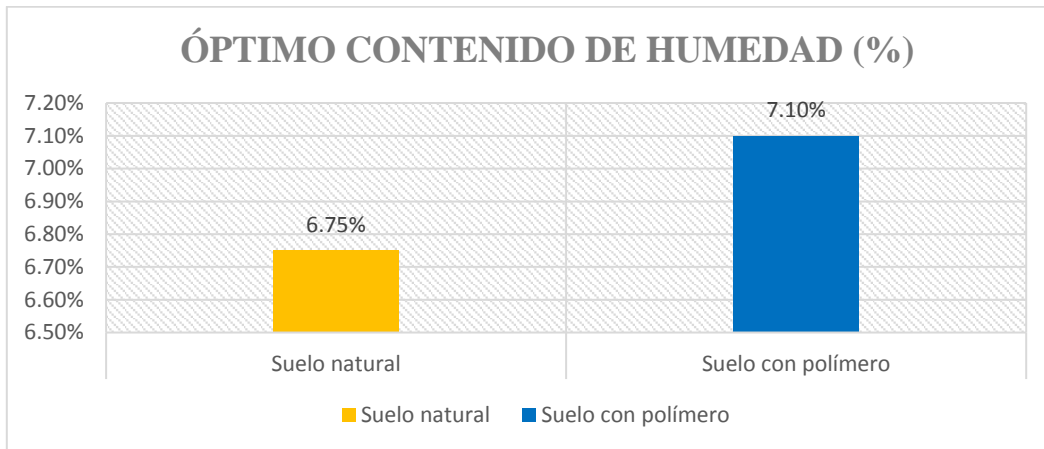
Con el análisis granulométrico realizado y los ensayos de límites de Atterberg se realiza la clasificación de suelos, el método SUCS indica que estamos frente a un suelo Grava Arcillosa, mezcla grava – arena – arcillosa (CG) y el método AASHTO indica que el suelo es Grava y arena limo Arcillosas A-2-6 (0). Obteniendo una calificación de un material con comportamiento de excelente a bueno para la utilización como base - afirmado en carreteras.

Ensayo de proctor modificado

Después de haber realizado el ensayo de Proctor Modificado se obtiene que el valor del Óptimo Contenido de Humedad en suelo natural (afirmado sin polímero) es de 6.75 %, mientras que aplicando el estabilizador Z con polímero al afirmado aumenta a 7.10% y la máxima densidad seca obtenida en suelo natural es de 2.225 gr/cc y con polímero 2.205 gr/cc. Se observa el Óptimo Contenido de Humedad con polímero aumenta respecto al terreno natural en un 0.35% y disminuye la densidad máxima seca en 0.02% respecto al suelo natural.

Figura 2

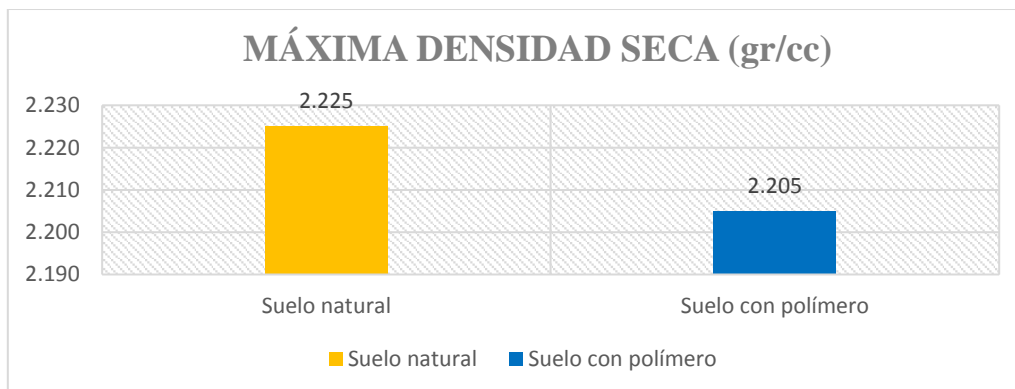
Comparación de Óptimo Contenido de Humedad del suelo natural y suelo con polímero



Fuente: Elaboración propia

Figura 3

Comparación de máxima densidad seca del suelo natural y suelo con polímero



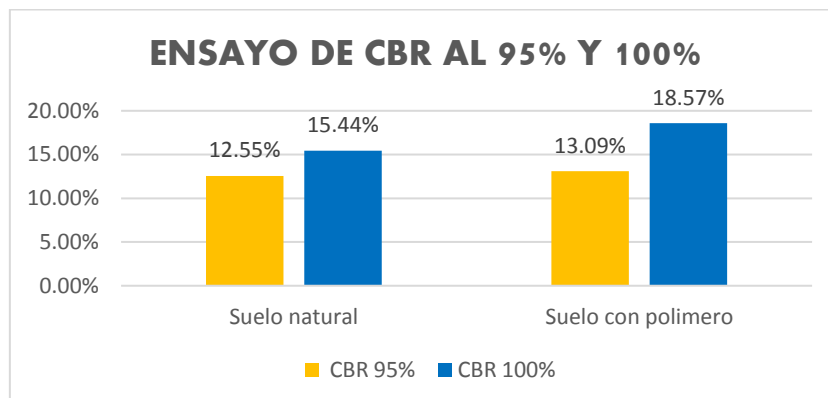
Fuente: Elaboración propia

Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

El valor del CBR al 95% en suelo natural es de 12.55%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 13.09 %, con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 4.30% con referencial al valor del suelo natural, el valor del CBR al 100% en suelo natural es de 15.44%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 18.57 con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 20.27%, con referencial al valor del suelo natural.

Figura 4

Comparación CBR al 95% y 100% del suelo natural y suelo con polímero



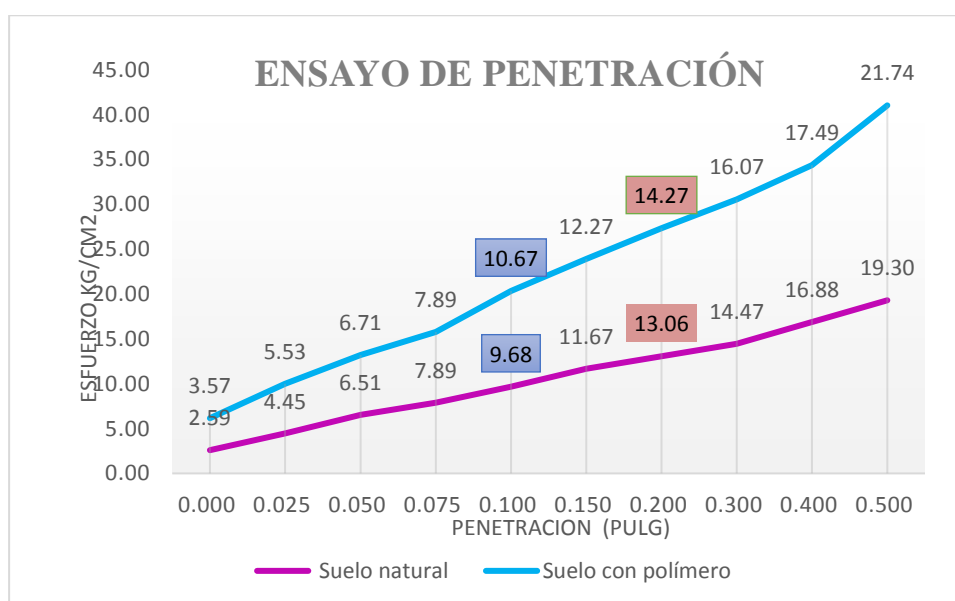
Fuente: Elaboración propia

Penetración

Para llegar a una penetración de 0.1 pulgadas en el molde con suelo natural se necesitó un esfuerzo de 9.68 kg/cm², en cambio para molde con suelo incorporado con polímero se necesitó un esfuerzo de 10.67 kg/cm², para llegar a una penetración de 0.2 pulgadas en el molde con suelo natural se necesitó un esfuerzo de 13.06 kg/cm², en cambio para molde con suelo incorporado con polímero se necesitó un esfuerzo de 14.27 kg/cm².

Figura 5

Ensayo de penetración

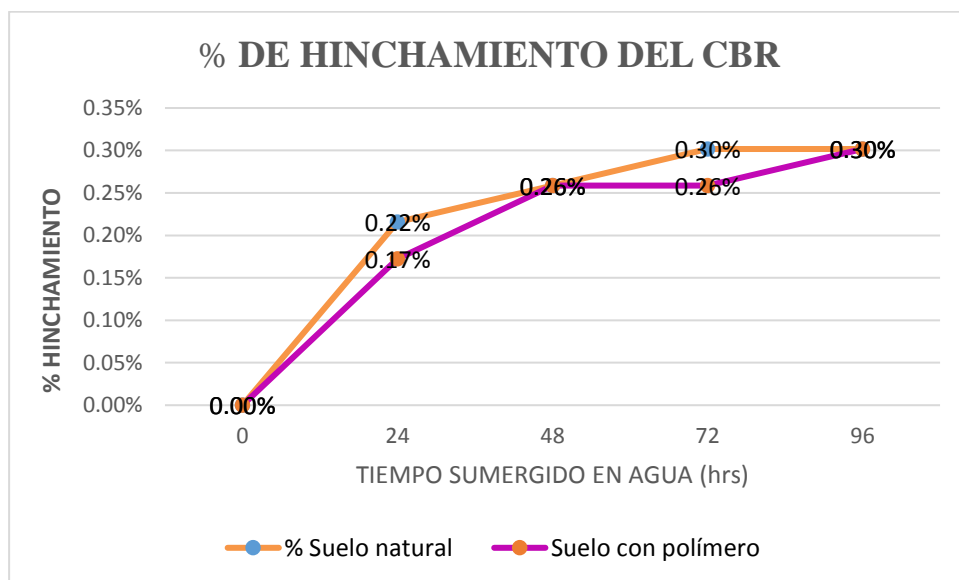


Fuente: Elaboración propia

Expansión

El día 0 se observó que el porcentaje de hinchamiento es de 0.00 % en ambos moldes, el día 1 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural aumentó a 0.22%, en cambio el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo con polímero aumentó a 0.17%, el día 2 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural y del suelo con polímero aumentó a 0.26%, el día 3 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural incrementó a 0.30%, en cambio el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo con polímero se mantuvo en 0.26 %, el día 4 el porcentaje de hinchamiento del molde con suelo natural y del suelo con polímero alcanzaron un valor de 0.30%.

Figura 6
Porcentaje de hinchamiento de CBR



Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los resultados obtenidos luego de realizar el ensayo granulométrico nos indica que estamos frente a un suelo grava arcillosa, mezcla grava – arena – arcillosa (GC) (Clasificación SUCS) y el método AASHTO indica que el suelo es grava y arena limo arcillosa A-2-6 (0), con la incorporación del polímero en dosificación 1:4 (polímero: agua) en el material de afirmado se ha incrementado el valor del CBR de 15.44 % a 18.57 %, significa que el estabilizador Z con polímero mejora las propiedades físicas del suelo, estos resultados son concordantes con el estudio realizado por (Zambrano

Yagual & Casanova Zambrano, 2016) en donde aplico polímeros en suelos arcilloso (CL) y grava arcillosa (GC) para lograr la estabilización y el incrementa el valor del CBR del material, también menciona que la aplicación de polímeros no implica mayor costo en comparación con una vía asfaltada o de cemento, por lo tanto se afirma que los resultados son confiables.

Por otro lado, al realizar el ensayo de proctor modificado se obtiene que el valor del óptimo contenido de humedad en suelo natural (afirmado sin polímero) es de 6.75 %, mientras que aplicando el estabilizador Z con polímero al afirmado aumenta a 7.10% y la máxima densidad seca obtenida en suelo natural es de 2.225 gr/cc y con polímero 2.205 gr/cc, Asi mismo (Palomino Teran, 2016) en su tesis obtuvo resultados similares con respecto a la máxima densidad seca en donde presenta una ligera disminución de 1.75 gr/cm³ (muestra patrón) a 1.705 gr/cm³ (6% de aditivo Maxxseal 100) aplicado en suelos arcillosos, ambos trabajos de investigación tiene concordancia.

De la misma manera, los estudios realizados por (Pozo Durruthy, 2010) (Palomino Teràn, 2016) (Andrès Fuentes, 2013) coinciden en que la aplicación de un estabilizante químico (polímero) aplicado a suelos arcillosos ha tenido efectos beneficiosos en el incremento del valor del CBR.

Por otra parte, el polímero incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.1 pulg de penetración en el suelo normal necesita 9.88 kg/cm²; mientras que para 0.2 pulg de penetración necesita 12.82 kg/cm², a comparación del suelo con adición de polímero que aumenta a 10.54 kg/cm² y 14.08 kg/cm²; respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presente menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

Ha sido demostrado que el estabilizador Z con polímero incrementa positivamente en vista de que el óptimo contenido de humedad aumenta de 6.75% a 7.10% con la aplicación de polímero.

Para la validez de la hipótesis, se aplicó la medida de adecuación muestral KMO (Káiser –Meyer - Olkin) cuyo valor debe ser superior a 0.5 y la prueba de esfericidad (Bartlett) que nos indica si existe asociación entre ítems, cuyo valor de significancia tienen que ser menores a 0.05, en nuestra tesis cumple con lo indicado, a diferencia de los demás antecedentes no se realizó la prueba de validez ni se demostró la prueba de

hipótesis; sin embargo, al realizar la prueba nos da como resultado la hipótesis nula, el valor del aumento del CBR no es un valor representativo.

Conclusiones

PRIMERA: el valor del CBR al 95% en suelo natural es de 12.55%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 13.09%, con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 4.30% con referencial al valor del suelo natural, mientras que el valor del CBR al 100% en suelo natural es de 15.55%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 18.57% con la aplicación del polímero el valor del CBR se incrementa en un 20.27%, con referencial al valor del suelo natural.

El L.L. en suelo natural es menor en un 0.49% que aplicando el estabilizador Z del polímero Z. el cual nos indica que es más líquido al aplicar el estabilizador. El L.P. en suelo natural es menor en un 3.24% que aplicando el estabilizador del polímero Z. el cual nos indica que el material al aplicar el polímero se vuelve más plástico. Valor del índice de plasticidad es de 14.06% en suelo natural y disminuye a 11.31% aplicando el estabilizador Z con polímero, resultando un suelo menos plástico.

SEGUNDA: el polímero incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.1 pulg de penetración en el suelo normal necesita 9.88 kg/cm², a comparación del suelo con adición de polímero que aumenta a 10.54 kg/cm² respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presente menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

TERCERA: el polímero incrementa positivamente en la curva esfuerzo penetración en vista que para 0.2 pulg de penetración necesita 12.82 kg/cm², a comparación del suelo con adición de polímero que aumenta 14.08 kg/cm² respectivamente, lo que indica que el suelo con polímero presente menos vacíos y se encuentra más adherido y compactado.

CUARTA: El óptimo contenido de humedad con polímero aumenta respecto al terreno natural en un 0.35% y disminuye la densidad máxima seca en 0.02% respecto al suelo natural; mientras que el valor del óptimo contenido de humedad en suelo natural es de 6.75%, aplicando el estabilizador Z con polímero aumenta a 7.10% y la densidad relativa disminuye siendo en suelo natural 2.225 gr/cc y con polímero 2.205 gr/cc.

Referencias Bibliográficas

- Andrés Fuentes, C. F. (2013). Estabilización de suelos mediante el químico GT-24X en suelos de subrazante de la ciudad de Concepcion. Concepcion.*
- Beltrán Rico, M., & Marcilla Gomis, A. (2012). Tecnología de Polímeros Procesado y Propiedades. Alicante, España: Publicaciones Universidad de Alicante.*
- Bowles, J. E. (1981). Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. México: Mc Graw - Hill de México S.A.*
- Cómite técnico permanente de geotécnia. (1999). NTP 339.134:1999 Suelos (1ra ed.). Lima, Perú.*
- Crespo Villalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones (5TA ed.). México d.f, México: limusa noriega editores.*
- Forsythe, W. (1985). Física de suelos: Manual de laboratorio. San Jose, Costa Rica: Instituto inteamericano de cooperacion para la agricultura.*
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.*
- Ibáñez, W. (2010). Costos y tiempos en carreteras. Lima.*
- Llanos Sánchez, A. H., & Reyes Pérez, S. K. (2017). Estudio comparativo de los ensayos California Bearing Ratio (CBR) de laboratorio y penetración dinámica de cono (pdc) en la localidad de picisi. Pimentel, Chiclayo, Perú.*
- Menéndez, J. R. (2003). Mantemiento rutinario de caminos con microempresa. Lima.*
- Morales, A. A. (1996). Metodología de la Investigación Científica. Cusco: Alpha E.I.R.Ltda.*
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima.*
- *MTC. (2018). Informe Técnico N° 02: Flujo vehicular por unidad de peaje . Lima.*
 - *MTC. (2018). Manual de carreteras diseño geometrico DG-2018. Lima.*
 - *MTC. (2016). Manual de ensayos de materiales (EM 2016) DGCF. Lima.*
 - *MTC. (2016). Guia para el cumplimiento de la Meta 40. Lima.*
 - *MTC. (2014). Manual de carreteras: suelos, geología, geotécnia y pavimentos. Lima.*

- MTC. (2014). Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito. *Lima*.
- MTC. (2014). Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas. *Lima*.
- MTC. (2013). Manual de carreteras : Especificaciones técnicas generales para la construcción EG-2013. *Lima*.
- MTC. (2013). Manual de carreteras "suelos, geología, geotécnica y pavimentos". *Lima*.
- MTC. (2005). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito . *Lima*.

Osorio Martínez, J. F., & Casas Gerena, A. N. (2011). Correlación P.D.C. con CBR para suelos en la localidad de Suba. Bogotá D.C.

Palomino Terán, K. E. (2016). Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del estabilizador Maxxeal 100. Cajamarca.

Palomino, K. E. (2016). Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con la incorporación del estabilizador Maxxeal 100. Cajamarca.

Pozo Durruthy, E. (2010). Comparación de los resultados de diversos ensayos en suelos arcillosos estabilizados con el nuevo Rocamix líquido. La Habana.

Reunion de ingenieros. (1975). Mecánica de suelos. Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.

Saldaña Palomino, Y. E. (2016). Influencia de la adición de cloruro de sodio en el Índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso. Cajamarca.

Tenreiro, R. D.-R. (2001). Caminos rurales proyectos y construcción (3era ed.). España: Ediciones Mundi - Prensa.

Villalaz, C. C. (2004). Vías de comunicación Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. México: Limusa noriega editores.

Zambrano Yagual , A. P., & Casanova Zambrano, M. A. (2016). Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC). Samborombom.

Anexo 82:

Certificado de utilización de equipos de laboratorio

**CERTIFICADO DE UTILIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS**

El que suscribe en representación de la empresa **HK constructores E.I.R.L.** laboratorio de suelos y materiales con RUC N° 20490882724.

CERTIFICA

Que la Bach. **ZAYDA HUAMANI GAMARRA** identificada con DNI 47037074 y la Bach. **VISAYDA CONDORI ÑAHUINLLA** con DNI 70780499, han hecho uso de los equipos de laboratorio de mecánica de suelos de esta empresa desde enero hasta mayo del 2018 para la tesis denominada **“APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR Z CON POLÍMERO EN EL INCREMENTO DEL VALOR DEL CBR DEL MATERIAL UTILIZADO COMO AFIRMADO EN LA CARRETERA DEPARTAMENTAL AP-103, TRAMO PUENTE ULLPUHUAYCCO – KARKATERA (L= 14.050 KMS) ABANCAY-APURIMAC 2018”**.



Se expide el presente documento, de acuerdo a ley, para los fines que el interesado crea conveniente.

Abancay, 27 de junio del año 2018.


CONSTRUCTORES E.I.R.L.
Ing. Kenny Huamani Gamarra
GERENTE GENERAL
CIP 130033

Anexo 83:

Hoja de datos de seguridad del polímero

	EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO	Lima: Av. Losfalesanes N° 675 Urb. La Campiña-Chorrillos. Tel.: (01) 2523058 Cel.: 998128514 - 996330130
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (Material Safety Data Sheet)		
1.- IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA		
Compañía	:	Z ADITIVOS S.A.
Dirección	:	Av. Los Faisanes 675 La Campiña Chorrillos
Teléfono	:	252-3274 Telefax 252-3274
Nombre del Producto	:	ESTABILIZADOR Z CON POLIMEROS
2.- IDENTIFICACION DE PELIGROS		
Identificación de Riesgos de Materiales según NFPA		
		
SALUD: 1	INFLAMABILIDAD: 0	REACTIVIDAD: 0
3.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO		
Resina Alemana a base de polimeros Mono componente		
4.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS		
Aspecto	:	Líquido
Color	:	Blanco
Olor	:	Agradable
Solubilidad en agua	:	Soluble en agua.
Punto de Inflamación	:	No Inflamable
5.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS		
Medio Ambiente Este producto no es peligroso para la salud ni el medio ambiente.		
Sobre Toxicidad No es tóxico, ni dañino.		
<small>E-mail: ventas@zcorporacion.com.pe contacto@zcorporacion.com.pe website: www.zaditivos.com.pe ZETITA: Av. San Luis 3051 - San Borja Tel.: (01) 7155745 - 998298456 Av. Elmer Faucett 163 - Callao Tel.: (01) 715-5770 - 998128493 Pura: Av. Bolognesi 3111 Int. 3 Tel.: (073) 321480 - 972001351 Ballana: Calle Independencia 478 Tel.: (073) 609408 - 996366430 Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Tel.: (074) 223718 - 994278778 Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Tel.: (084) 257111 - 994086746 Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Tel.: (061) 573591 - 998128495 Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Tel.: (054) 203388 - 994044894 Tulumayo: Av. América Sur 18 Urb. Palermo Tel.: (044) 425548 - 998127657</small>		

Continúa anexo 83:



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Loefelmeier N° 675 Urb. La Campiña - Chorrillos.
Tel.: (01) 2523058 Cel.: 998128514 - 996330130

6.- MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la Piel	:	Lavar con agua corriente.
Contacto con los Ojos	:	Lavar con abundante agua.
Ingestión	:	Provocar Vómitos.
Tratamiento	:	Se basará a criterio del médico

7.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química, mientras no se mezclen.

8.- MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación:

- Al momento de utilizar el producto usar guantes y mascarilla bucal **Por Precaución**.
- Mantener alejado de fuentes de ignición.
- No tener contacto con alimentos.

Almacenamiento:

Almacenar bajo techo.

Duración del Producto:

01 Año

9.- VERTIDO ACCIDENTAL

- Protección al medio ambiente
- No es Contaminante, No Tóxico.

10.- INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

- En pequeñas Dosis NO CAUSA lesión
- En ingestión de dosis mayores CAUSA lesión

11.- METODOS DE LIMPIEZA

Recolectar el producto y regresarlo a su envase original para su posterior disposición. Evitar la acumulación de desperdicios. Cumplir con las recomendaciones y disposiciones legales para el manejo de residuos.

12.- PROTECCIÓN PERSONAL

Medidas generales de protección e higiene: se deben de observar las medidas de seguridad para el manejo de productos químicos.

Protección respiratoria: usar mascar para gases.

Protección de manos: usar guantes protectores.

Protección de los ojos: usar gafas de protección.

E-mail: ventas@zcorporacion.com.pe | info@zcorporacion.com.pe | website: www.zaditivos.com.pe

ZETITA: Av. San Luis 305 1-San Borja Tel.: (01) 71 55745 - 9982 88456 | Av. Elmer Faucett 163 - Callao Tel.: (01) 715-5770 - 998128493

Pura: Av. Bolognesi 311 Int. 3 Tel.: (073) 321480 - 972001351 | Sullana: Calle Independencia 478 Tel.: (073) 509408 - 99536643 | Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo

Tel.: (074) 223718 - 994278778 | Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Tel.: (084) 257111 - 994086746 | Pucallpa: Jr. Coronel Porcillo 744 Tel.: (061) 573591 -

998128495 | Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Tel.: (054) 203388 - 994044894 | Tarma: Av. América Sur 18 Urb. Palermo Tel.: (044) 425548 - 998127657



EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

Lima: Av. Loctais anee N° 675 Urb. La Campiña - Chorrillos.
Tel.: (01) 2523058 Cel.: 996 1285 14 - 996330130

13.- CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACION

Recomendaciones: pequeñas cantidades pueden ser desechadas con la basura doméstica.
Embalajes sin limpiar: eliminar conforme a las disposiciones oficiales.
Productos de limpieza recomendado: agua, eventualmente añadiendo productos de limpieza.

14.- INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

No está clasificado como peligroso en el transporte.

15.- MANEJO DEL PRODUCTO EN CASO DE INCENDIO

Medida de Lucha contra incendio.
Medio de Extinción adecuado.
Pulvo Químico Seco

Riesgos Especiales
No requiere ninguno.

16.- OTRAS INFORMACIONES

No hay información adicional

Toda la información contenida aquí dentro es veraz y confiable al momento de ser expedida. El usuario deberá asumir todos los riesgos y será el único responsable de los resultados obtenidos del almacenamiento, manipuleo o uso del producto así como de la información o recomendaciones referentes al mismo, sea solo o en combinación con otras sustancias.

Z. Aditivos S.A., no acepta en ningún caso, responsabilidad alguna por los resultados obtenidos, ni por los daños y perjuicios directos e indirectos, así como por las consecuencias resultantes del uso de los mismos. Por tales razones, los compradores y consumidores, asumen toda la responsabilidad y todas las obligaciones por pérdidas y daños derivados del manejo y uso de nuestros productos sin excepción alguna.


E-mail: ventas@zcorporacion.com.pe | col@zacion@zcorporacion.com.pe | [web site: www.zaditivos.com.pe](http://www.zaditivos.com.pe)

ZETITA: Av. San Luis 305 1-S en Boja Tel.: (01) 71 55745 - 998288456 (Av. Elmer Faucett 163 - Callao Tel.: (01) 715-5770 - 998128493

Rura: Av. Bolognesi 3111 Inl. 3 Tel.: (073) 321480 - 972001351 | Sullana: Calle Independencia 478 Tel.: (073) 609408 - 99536643 | Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo Tel.: (074) 223718 - 994278778 | Cuzco: Av. Tomas Titto Condemayta 1032 - Wanchaq Tel.: (084) 257 111 - 994086748 | Pucallpa: Jr. Coronel Porcillo 744 Tel.: (061) 573591 - 998128495 Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado Tel.: (054) 203388 - 994044894 | Tujillo: Av. Amélica Sur 618 Urb. Palermo Tel.: (044) 425548 - 998 127 657

Anexo 84:

Certificado de calidad del polímero




PRODUCTO	ESTABILIZADOR Z CON POLIMEROS	FECHA EMISION CERTIFICADO	11/07/2018	N° LOTE	072
UNIDAD MEDIDA	1 GAL, 5 GAL, 55 GAL	TIEMPO ALMACENAJE MAXIMO	1 AÑO	FECHA PRODUCCION	26/02/2018
Norma tecnica de referencia					

ESPECIFICACIONES

ITEM	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO	UNIDAD	RESULTADOS	REQUISITOS	
				Rango de Aceptacion	Normas tecnicas
1	ASPECTO	no aplicable	LIQUIDO	-	LAB. Z ADITIVOS
2	COLOR	no aplicable	BLANCO	-	LAB. Z ADITIVOS
3	ADITIVO	no aplicable	ESTABILIZANTE QUIMICO A BASE DE POLIMEROS	-	LAB. Z ADITIVOS
4	SOLIDOS	%	49.81	49-51	LAB. Z ADITIVOS
5	PH	-	6.08	6-6.5	LAB. Z ADITIVOS
6	VISCOSIDAD	CPS	17600	10000-18000	LAB. Z ADITIVOS
7	SOLUBILIDAD EN AGUA	-	COMPLETAMENTE MEZCLABLE	-	LAB. Z ADITIVOS

Este certificado muestra las características promedio típicas del lote indicado, confirmando que este producto cumple con lo especificado por las normas que se han tomado como referencia.

Los procesos de Operación de Z ADITIVOS SA estan Certificados con ISO 9001:2008.



Z ADITIVOS S.A.
Luisa Alberto Zerga Parodi
GERENTE TÉCNICO

E-mail: ventas@zcorporacion.com.pe / coltizacion@zcorporacion.com.pe / web site: www.zaditivos.com.pe
 ZETITA: Av. San Luis 3051 - San Borja - 7155745/ 998 288 456 | Av. Faucett 1631 - Callao: 715-5770/ 998128493
 Piura: Av. Bolognesi 311 Int. 3 Telf.: (073) 3214800/ 972001351 - Sullana: Calle independencia 478 Telf.: (073) 5094008 - Chiclayo: Jr. Los Tumbos 505 Telf.: (074) 223 718/ 994 278 778
 Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq Telf.: (084) 257 111/ 994 086 746 - Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744 Telf.: (061) 573 591/ 998128495 - Arequipa: Calle Paucarpata 323-A Cercado Telf.: (054) 203 388/ 994044894 -
 Trujillo: Av. Arellano Sur 820 Urb Palermo Telf.: (044) 425 548/ 998127657