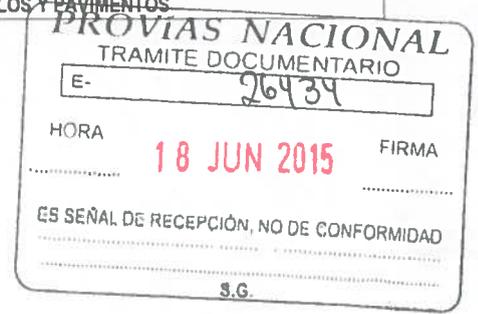




ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBAS – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO

INFORME FINAL
INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS



REPÚBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
- PROVIAS NACIONAL



ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO – COTABAMBAS – TAMBOBAMBA – CHALHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO)

INFORME FINAL
VOLUMEN: PAVIMENTOS

LIMA, JUNIO DEL 2015

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

INDICE

IV. DISEÑO DE PAVIMENTOS.

IV.1 GENERALIDADES.

IV.1.1 Aspectos Climáticos Ambientales.

IV.2 ANALISIS DE TRÁFICO.

IV.2.1 Cálculo de Trafico de Diseño.

IV.3 EVALUACION GEOTECNICA DEL TERRENO DE FUNDACION.

IV.3.1 Perfil Estratigráfico.

IV.3.2 Valores Mecanisticos de Suelos Encontrados.

IV.3.3 Capacidad de Soporte de la Subrasante (CBR).

IV.3.4 Calculo de CBR de Diseño y Modulo Resilente (Mr).

IV.4 ESTIMACION DE VALORES EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.

IV.4.1 Diseño Estructural del Pavimento Método AASHTO-93.

IV.4.2 Parámetros de Diseño.

IV.4.3 Aplicación de Diseño de Pavimento.

A. Calculo de Numero Estructural (SN), y Espesores del Pavimento.

IV.4.4 Estructura Adoptada Según el Diseño de Pavimento.

IV.4.5 Consideraciones Finales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Consideraciones para la Base Estabilizada con Emulsión Asfáltica.

ANEXOS:

- ANEXO 01: DISEÑO MARSHAL DE LA BASE TRATADA CON EMULSION
- ANEXO 02: ENSAYO DE COMPRESION DE MUESTRA CILINDRICA DE LA BASE TRATADA CON EMULSION

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSÉ PERÉS SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 30752

CONSORCIO GLOBAL VILLAGRAN INGENIEROS & PLANIFICADORES L.

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ CAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

IV. DISEÑO DE PAVIMENTOS

IV.1 GENERALIDADES.

La vía a diseñarse pertenece al Mejoramiento de la Carretera: Emp. PE-3S (Mollepuquio) – Cotabamba – Tambobamba - Chalhuhhuacho por Niveles de Servicio”, se ubica entre los departamentos de Cusco y Apurímac cuya longitud de la carretera en estudio es 213.585 Km. La cual políticamente el tramo se subdivide en los siguientes sectores:

- Región Cusco : Km. 0+000 Sector Mollepuquio (Anta) al Km. 73+980 Sector rio Apurímac.
- Región Apurímac : Km. 73+980 Rio Apurímac al Km. 213.850 Km. Sector Chalhuhhuacho.

De acuerdo a las características señaladas del presente estudio, se hace necesario desarrollar propuestas de pavimentos acordes con la actual política de desarrollar alternativas compatibles manteniendo el carácter de carreteras de bajo volumen de tránsito y dinamizar las técnicas de estabilización y mejor superficie de rodadura en vías departamentales y/o vecinales.

Para el diseño estructural de pavimento se han utilizado las metodologías vigentes en la actualidad, es decir los Métodos del AASHTO-93 y el Método del Instituto del Asfalto -1991, habiéndose determinado los valores de los módulos resilientes (Mr), de las capas de manera directa e indirecta.

Los períodos de diseño que se consideran de acuerdo a las alternativas propuestas, es 5, 10 y 15 años respectivamente, pudiendo intervenir por etapas de 5 a 10 años (primera etapa) y de 10 a 15 años (segunda etapa).

Con el objetivo de uniformizar la subrasante del proyecto y reducir los costos de la construcción del pavimento flexible, se han identificado tramos donde se consideran realizar mejoramientos de los suelos en algunos sectores denominado críticos debido al comportamiento deficiente e inestables del terreno de fundación, en el cual se ha considerado mejorar los materiales inadecuados cuyo sustento de espesores

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOMBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

se indican en el contenido del informe. Así mismo las provisiones de materiales para el mejoramiento, serán provenientes de canteras debidamente evaluadas cuyo valor mínimo de CBR igual a 20%. (Ver Estudio de Canteras). Esto ayudaría a obtener menores espesores de las capas subsecuentes (sub-base, base granular, carpeta y otros), por lo que suelo con mejoramiento tiene un aporte estructural adicional.

Según la evaluación superficial y el estudio de suelos, el tramo prácticamente no cuenta con capa de rodadura adecuada, actualmente los vehículos discurren sobre suelo natural con periódicos mantenimientos de vía por sectores.

IV.1.1 Aspectos Climáticos y Ambientales.

Como se había descrito en el estudio de suelos, el clima es variable típico de la sierra sur entre las regiones Cusco y Apurímac con notable diferencia entre el día y la noche, el sol y la sombra. La temperatura media anual fluctúa entre 11°C y 16°C; las máximas entre 22°C y 27°C; y las mínimas entre 7°C y -4°C. La humedad atmosférica es poco sensible, aun cuando el suelo es normalmente húmedo, como consecuencia de las lluvias que caen con regularidad en el verano (diciembre a marzo).

IV.2 ANALISIS DE TRÁFICO.

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que circulan por el tramo de la carretera EMP-PE-3S (Mollepuquio-Cotabamba-Tambobamba-Challhuahuacho). Información indispensable para la determinación de las características de diseño del pavimento, para estos cálculos se ha considerado exclusivamente la acción de los Buses de 2 ejes, camiones de 2 ejes, camiones de 3 ejes y todos los vehículos pesados, dado que el efecto destructivo de los vehículos ligeros se puede considerar prácticamente despreciable.

El estudio determino tres tramos para el tráfico actual existente en las vías, sus características y proyecciones para el periodo de vida útil, en número acumulado de repeticiones de carga de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento. Por tanto, para la determinación del tráfico de diseño se han considerado en el estudio cinco tramos, la que se describen en siguiente resumen de estaciones de tráfico:

Cuadro N° 4.2

Cuadro de Ubicación de Estaciones de Tráfico

Estación	Ubicación
E1	Inquilpata
E2	Salida de Chincaypujio
E3	Salida de Cotabamba
E4	Salida Tambobamba
E5	Pte. Ichuray
E6	Challhuahuacho

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL VILGAR INGENIEROS E FLORIANO PALACIOS L.

M. JOSÉ PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38752

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ CUAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

IV.2.1 Cálculo de Tráfico de Diseño.

Con los datos proporcionados en el Estudio de Tráfico se determinó el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para el periodo de diseño para cada tramo determinado, de acuerdo a la fórmula:

$$N_{rep} = \frac{365}{2} \times \sum IMD_i \times FD_i \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$

Dónde:

- IMD : Índice Medio Diario
 FD_i : Factor destructivo del tipo de vehículo
 n : Periodo de diseño
 i : Tasa de crecimiento

Tabla N° 4.2.1 (a)

Resumen de Cálculo Índice Media Anual (IMA)

Año	Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4		Tramo 5		Tramo 6	
	IMDa 2014	Distrib. %	IMDa 2014	Distrib. %	IMDa 2014	Distrib. %	IMDa 2014	Distrib. %	IMDa 2013	Distrib. %	IMDa 2013	Distrib. %
Autos	30	16.6%	6	6.4%	3	3.2%	4	5.3%	21	11.7%	33	4.4%
Satation Wagon	35	19.3%	6	6.4%	3	3.2%	6	8.0%	26	14.4%	101	13.3%
Camioneta Pick Up	25	13.8%	21	22.3%	45	47.4%	29	38.7%	40	22.2%	208	27.5%
Panel	1	0.6%	5	5.3%	2	2.1%	1	1.3%	8	4.4%	14	1.8%
Rural (Combi)	37	20.4%	9	9.6%	6	6.3%	3	4.0%	46	25.6%	127	16.8%
Micro	6	3.3%	3	3.2%	1	1.1%	2	2.7%	4	2.2%	30	4.0%
Omnibus 2E y 3E	6	3.3%	12	12.8%	3	3.2%	4	5.3%	2	1.1%	51	6.6%
Camión 2E	42	23.2%	33	35.1%	30	31.6%	25	33.3%	21	11.7%	72	9.1%
Camión 3E	3	1.7%	2	2.1%	4	4.2%	3	4.0%	12	6.7%	47	5.9%
Camión 4E	0	0.0%	0	0.0%	1	1.1%	0	0.0%	2	1.1%	4	0.5%
Semi trayler	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	0.6%	77	9.8%
Trayler	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	2	0.3%
TOTAL IMDA	181	102%	94	103%	95	103%	75	103%	180	102%	757	100%

Tabla N° 4.2.1 (b)

Tasas de Crecimiento de Variables Macroeconómicas

Año	Apurímac DGPM	Acumulado	Cusco DGPM	Acumulado
2013	4.20%	1.0420	4.50%	1.0450
2014	4.30%	1.0868	4.60%	1.0931
2015	4.30%	1.1335	4.70%	1.1444
2016	4.40%	1.1834	4.70%	1.1982
2017	4.40%	1.2355	4.70%	1.2546
2018	4.50%	1.2911	4.80%	1.3148
2019	4.50%	1.3492	4.70%	1.3766
2020	4.60%	1.4112	4.80%	1.4426
	4.40%		4.69%	4.54%

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

Cálculo de Ejes Estándar Equivalentes - Valores ESAL

Estaciones	Ubicación de Estaciones	Ejes Equivalentes Periodos de Diseño
		(10 Años)
E - 1	Emp. PE-3S (Mollepuquio) - Dv. Mantoclia	400,000
E - 2	Dv. Mantoclia - Chinchaypuquio	364,000
E - 3	Chinchaypuquio - Cotabambas	293,000
E - 4	Cotabambas - Tambobamba	248,000
E - 5	Tambobamba - Puente Ichuray	277,000
E - 6	Puente Ichuray - Challhuahuacho	1'630,000

Nota: (*) Ejes equivalentes proyectados para ocho (08) años, cuyo tipo de intervención es Conservación.

IV.3 EVALUACION GEOTECNICA DEL TERRENO DE FUNDACION.

IV.3.1 Perfil Estratigráfico de la Vía.

La Exploración Geotécnica y los resultados de los Ensayos de Laboratorio, nos ha permitido elaborar la Estratigrafía existente de los suelos desde el Km. 0+000 al Km. 213+585, realizado en los 15 sondeos efectuados a lo largo de todo el tramo distanciadas cada 15 km. del uno al otro, de las cuales se aprecian la existencia de los suelos subyacentes, los mismos que muestran concordancia con la naturaleza y origen de los suelos encontrados In situ.

IV.3.2 Valores Mecánicos de los Suelos Encontrados.

Los suelos identificados, muestreados, han sido ensayadas en el laboratorio, las cuales los suelos de fundación de la carretera son variables ubicadas para esta etapa del estudio, sin embargo se ha podido comprobar que de los resultados predominan principalmente las arcillas y limos de baja y mediana plasticidad, estos parámetros del suelo de fundación, resultan ser indispensables para el diseño de la estructuración del pavimentos.

IV.3.3 Capacidad de Soporte del Suelo de Subrasante (CBR).

La capacidad de soporte del terreno de fundación y/o subrasante está representada por los valores de CBR determinados mediante los ensayos de laboratorio realizados con las muestras de suelos obtenidas en el campo.

En base a los resultados de laboratorio se determina los valores de la capacidad de soporte de los suelos (CBR), el mismo que para fines de diseño es considerado al 95% de la MDS del próctor

CONSORCIO GLOBAL VILGAR INGENIEROS & FLORIANO PALACIOS
CONSORCIO GLOBAL **CONSORCIO GLOBAL**


 M. JOSE PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 35782


 LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37367

modificado, habiéndose obtenido para el proyecto valores que tiene una variación desde 3.40% hasta 23.0%, los cuales se indican en el cuadro adjunto.

Cuadro N° 4.3.2
Cuadro de Resumen de CBR de Laboratorio

N°	PROGRESIVA km	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	CLASIFICACION		PROCTOR MODIFICADO		INDICE DE SOPORTE (CBR) A 1*	
						SUCS	AASHTO	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)	AI 95% MDS	AI 100% MDS
01	0+300	C-1	M-1	0.00-1.50	12.10	SC	A-2-6(0)	1.755	12.90	11.50	18.70
02	15+000	C-2	M-1	0.00-1.50	23.70	CL	A-4(1)	1.627	17.50	4.90	9.90
03	30+000	C-3	M-1	0.00-1.40	16.30	CL-ML	A-4(1)	1.700	14.80	4.00	9.55
04	35+300	C-4	M-1	0.00-0.90	25.30	CL	A-4(3)	1.742	14.20	7.60	12.30
05	50+200	C-5	M-1	0.00-1.50	18.50	CL	A-6(6)	1.612	16.80	3.40	6.00
06	65+200	C-6	M-2	0.00-1.40	18.80	CL	A-6(10)	1.768	12.90	7.20	10.10
07	80+000	C-7				PRESENCIA DE ROCA					
08	94+850	C-8	M-1	0.00-1.50	15.10	SC-SM	A-4(0)	1.816	17.80	19.20	27.90
09	109+850	C-9	M-1	0.00-0.50	5.80	SP-SC	A-4-2(0)	1.961	14.30	13.20	22.00
10	125+300	C-10	M-1	0.00-1.50	66.10	ML	A-4(2)	1.721	21.30	3.50	8.40
11	140+300	C-11	M-1	0.00-1.50	15.30	GP-GM	A-1a(0)	2.050	7.20	23.00	43.00
12	155+300	C-12	M-1	0.00-1.40	14.30	SC	A-6(5)	2.026	10.10	17.20	27.20
13	170+300	C-13	M-2	0.00-0.90	11.50	GC	A-2-4(0)	2.034	10.60	19.70	34.30
14	185+300	C-14	M-2	0.00-1.30	14.70	CL	A-6(4)	1.613	18.30	7.60	12.90
15	200+300	C-15	M-1	0.00-1.60	16.80	CL	A-6(5)	1.630	16.90	6.00	11.70
16	213+300	C-16	M-2	0.00-1.50	5.10	GC	A-2-6(0)	2.068	9.60	15.10	22.90

* Ensayados Efectuados Bajo Normas ASTM-1883 (MTC E-132)

* Las progresivas presentadas en el cuadro N° 4.3.2 tienen el sentido de Chalhuachuacho – Mollepuquio y corresponden a las muestras tomadas in situ.

De acuerdo a los valores de capacidad de soporte de los suelos de la subrasante, se establecen las siguientes categorías:

- | | | |
|----|----------------------|-----------------|
| S0 | Subrasante muy pobre | CBR < 3% |
| S1 | Subrasante pobre | CBR = 3% - 5% |
| S2 | Subrasante regular | CBR = 6% - 10% |
| S3 | Subrasante buena | CBR = 11% - 19% |
| S4 | Subrasante muy buena | CBR > 20% |

En el caso de los suelos de subrasante de las categorías pobre y muy pobre, estos requieren de algún tipo de mejoramiento para poder soportar las cargas de tráfico proyectadas para la vida en servicio de la vía.

Existen a nivel de casi todo el tramo en estudio, capas superficiales de materiales de afirmado provisional de características variables, las cuales presentan capacidad de soporte (categorías de pobre, regular, buena y muy buena), las cuales van a ser sectorizados por longitud del tramo de estudio y en algunos casos ser considerados como materiales de mejoramiento para los sectores

de suelos pobres a regulares. En este sentido, de acuerdo a las características de los suelos vamos a determinar un valor de capacidad de soporte equivalente, la cual corresponderá a un valor representativo de los suelos existentes en cada sector.

En los casos donde los CBR existen menores a 5.0%, se propone mejoramiento de la subrasante por las condiciones y conceptos geotécnicos determinados, las que se han denominado zonas puntuales de la vía evaluada.

IV.3.4 Cálculo del CBR de Diseño y Módulo Resiliente (Mr).

El Módulo Resiliente (Mr), es el parámetro que caracteriza el comportamiento del suelo de fundación en el rango elástico ante las cargas dinámicas impuestas por el tráfico, y su forma de medición directa involucra la ejecución de ensayos de Módulo Resiliente (Mr). En el presente estudio los valores de módulo resiliente fueron estimados de forma indirecta a partir de los ensayos CBR, empleando una expresión matemática que figura en la guía diseño empírica-mecánica, de las cuales se obtuvieron los valores del CBR de diseño así como los Módulos Resilientes (Mr) para los tramos sectorizados mediante la siguiente expresión.

$$M_R = 2555 CBR^{0.64}$$

Los resultados de los ensayos de CBR de laboratorio, así como los valores de los Módulos Resilientes sin discriminar y discriminando datos, se presentan en el siguiente cuadro.

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

Cuadro N° 4.3.4 (a)

Cuadro de Cálculo de CBR de Diseño

SECTOR	PROGRESIVA (Km)	ESPESOR (cm)	CBR (%)	CLASIFICACION ASSHTO	CBR PONDERADO	CBR PROMEDIO
MOLLEPUQUIO - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	00+285	0.4		A-2-4 (0)	15.1	15.1
	00+285	1.1	15.1	A-2-6 (0)		
	13+285	0.9	6.0	A-6 (5)	8.7	8.7
		0.6	30.0	Mejoramiento		
	28+285	0.6		A-2-6 (0)	7.6	
	28+285	0.7	7.6	A-6 (4)		
CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	43+285	0.5		A-4 (2)	19.7	18.5
	43+285	0.9	19.7	A-2-4 (0)		
	58+285	1.5	17.2	A-6 (5)	17.2	
	73+285	1.5	23.0	A-1-a (0)	23.0	23.0
	88+285	0.9	3.5	A-4 (2)	9.6	9.6
		0.6	30.0	Mejoramiento		
	103+735	1.5	13.2	A-2-4 (0)	13.2	13.2
COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	118+735	1.5	19.2	A-4 (0)	19.2	19.2
	133+585			ROCA		
	148+385	0.5		A-6 (2)	7.2	7.2
	148+385	0.9	7.2	A-6 (10)		
	163+385	0.9	3.4	A-6 (6)	11.0	11.2
		0.6	30.0	Mejoramiento		
	178+285	0.6	7.6	A-4 (3)	11.4	
	178+285	0.9	12.5	A-1-b (0)		
TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	183+585	0.9	4.0	A-4 (1)	11.0	11.0
		0.6	30.0	Mejoramiento		
	198+585	0.9	4.9	A-4 (1)	11.0	
		0.6	30.0	Mejoramiento		
PUENTE ICHURAY - CHALHUAHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	213+285	1.5	11.5	A-2-6 (0)	11.5	11.5

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSÉ PERÉS SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO GLOBAL VILGAR INGENIEROS & FLORIANO PALACIOS

CONSORCIO GLOBAL

RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBAS – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

Cuadro N° 4.3.4 (b)
Sectores de Mejoramiento de la Subrasante

SECTOR	LONGITUD DE MEJORAMIENTO (m)	ESPESOR (cm)
MOLLEPUQUIO - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4,200	0.6
CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	4,568	0.6
COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	4,485	0.6
TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	3,045	0.6
	4,455	0.6

IV.4 ESTIMACION DE VALORES EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

Para el siguiente Diseño del Pavimento, se pone en consideración la aplicación mediante la metodología AASHTO-93 y el Instituto del Asfalto – 1991, para los siguientes tramos y sectores denominados.

IV.4.1 Diseño Estructural del Pavimento Método AASHTO - 93

Para la determinación de los diferentes espesores de la estructura del pavimento, se ha utilizado la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO Versión-1993, Método Mecánico-Empírico conocida mundialmente conocida, la cual esta metodología incluye parámetros de diseño que serán necesarios para el Cálculo de Diseño Estructural del Pavimento.

La Metodología AASHTO es bien aceptada a nivel mundial ya que se basa en valiosa información experimental y determina un Número Estructural (SN) requerido por el pavimento a fin de soportar el volumen de tránsito satisfactoriamente durante el período de vida proyectado, dentro de las consideraciones del método están:

- ✓ Período de Diseño determinado por la condición e importancia de la vía.
- ✓ El tráfico que transcurrirá por la vía, durante un determinado número de años (período de diseño).
- ✓ El nivel de confiabilidad para introducir cierto grado de certeza en el procedimiento de diseño.
- ✓ Los efectos ambientales de la zona donde se desarrollará el proyecto.
- ✓ La serviciabilidad inicial y final adoptada.

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL

VILGAR INGENIEROS & FLORIANO PALACIOS
 M. JOSÉ PÉRES SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 36782

LUIS RICARDO CHAVEZ CAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

- ✓ La resistencia del suelo que soportará al pavimento, expresado en el Módulo de Resiliencia del terreno de fundación y la subrasante.
- ✓ Los coeficientes de capa estructural de los materiales que compondrán el pavimento proyectado.
- ✓ Los coeficientes de drenaje de acuerdo a la cantidad del material (mi).

a) Cálculo del Número Estructural Total Requerido.

Para el cálculo del Número Estructural Total (SN), que debe satisfacer la estructura del pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

La fórmula general que gobierna el número estructural de diseño, presenta la siguiente expresión:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

- Dónde:
- N_{18} : Número Total de Ejes Equivalentes, para el periodo de diseño.
 - P_i : Serviciabilidad inicial.
 - P_f : Serviciabilidad final.
 - M_R : Módulo de Resiliencia de la sub-rasante.
 - F_R : Factor de Confiabilidad, donde $F_R = 10^{-Z_r * S_o}$
 - S_o : Desviación Standard Total

b) Estructura del Pavimento.

Para la estructuración de un pavimento, el método proporciona la siguiente expresión:

$$SN_T = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

- Dónde:
- SN_T : Número Estructural Total requerido.
 - a_1, a_2, a_3 : Coeficientes estructurales de los materiales.
 - m_2, m_3 : Coeficiente de drenaje de materiales granulares.
 - D_1, D_2, D_3 : Espesores asumidos de las capas.

IV.4.2 Parámetros de Diseño.

a) Periodo de Diseño del Pavimento.

Para el presente proyecto de acuerdo a las propuestas estimadas, se está considerando un periodo de análisis y diseño para 5, 10 y 20 años, respectivamente de acuerdo a las necesidades de la zona de estudio.

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUQUIO – COTABAMBAS – TAMBOMBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

b) Tráfico.

De acuerdo al estudio de tráfico y carga realizados en el 2013 por el Consultor en la vía del estudio, el nivel de tráfico encontrado en estos sectores el (IMDA), es como sigue:

Del Estudio de tráfico y de carga se obtiene los valores de IMDA, que multiplicados por el factor estacional, factor direccional, factor carril, factor camión correspondiente y el factor de presión de llantas, nos da el valor de los ejes equivalentes en el carril de diseño; los valores de los mismos para periodos de diseño de 5, 10 y 20 años, las que se puede ver en las siguientes páginas:

Tabla N° 4.4.2 (b)
Cálculo de Ejes Estándar Equivalentes - Valores ESAL

Estaciones	Ubicación de Estaciones	Ejes Equivalentes Periodos de Diseño
		(10 Años)
E - 1	Emp. PE-3S (Mollepuquio) - Dv. Mantoclia	400,000
E - 2	Dv. Mantoclia - Chinchaypuquio	364,000
E - 3	Chinchaypuquio - Cotabambas	293,000
E - 4	Cotabambas - Tambobamba	248,000
E - 5	Tambobamba - Puente Ichuray	277,000
E - 6	Puente Ichuray - Challhuahuacho	1'630,000

c) Confiabilidad.

Para su determinación se ha empleado la Guía AASHTO (2.1.3 Reliability, Part II: Pavement Design Procedures for New Construcción or Reconstrucción, tal como puede verse en la tabla 2.2.). El nivel de Confiabilidad se calculó en función a los ejes equivalentes.

d) Serviciabilidad.

La serviciabilidad inicial se calculó en función a los ejes equivalentes y la Serviciabilidad Final es 2.0.

e) Módulo Resiliente.

El "Módulo de Resiliencia de los suelos" se definió en base a los CBR de los ensayos de campo obtenidos. Para acceder a los programas de diseño AASHTO-1993, es necesario que estos valores de CBR sean traducidos a Módulo Resiliente (Mr).

Dada la escasa información existente en el medio sobre estos ensayos, se ha empleado la correlación entre CBRs vs. Módulos de Resiliencia recomendada por la AASHTO de 1993 y del 2002:

   	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

f) Coeficientes Estructurales de las Capas.

Los coeficientes estructurales de las capas según; Layer coeficientes, de la *Guía de Diseño AASHTO*, para el cálculo del número estructural de diseño, es como sigue:

$a_1 = 0,34/\text{pulg.}$ (Para base estabilizada con emulsión asfáltica)

$a_2 = 0,14/\text{pulg.}$ (Para agregados de CBRmin = 100%)

$a_3 = 0,12/\text{pulg.}$ (Para agregados de CBRmin = 40%)

$a_4 = 0,09/\text{pulg.}$ (Para agregados de CBR = 20%)

g) Coeficientes de Drenaje.

Para la elección del Coeficiente de Drenaje (Tabla 2.4 Valor de (m_1) recomendado para la modificación de coeficientes estructurales de base y sub-base – AASHTO) se han tomado las siguientes consideraciones:

- ✓ Exposición en agua de las estructuras de drenaje, entre 5 y 25%.
- ✓ La condición de los sistemas de drenaje es Regular.

El Coeficiente de Drenaje, $m_1 = 1.0$.

Tabla N° 4.4.2
Parámetros de Diseño

TRAMO	EJES EQUIVALENTES	CBR DISEÑO (%)	AASHTO '93					
			R(%)	Zr	So	Pi	Pt	Mr
1 ANTA - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4.00E+05	15.1	75	-0.674	0.45	3.80	2.00	14519
	4.00E+05	8.7	75	-0.674	0.45	3.80	2.00	10202
	3.64E+05	8.7	75	-0.674	0.45	3.80	2.00	10202
2 CHINCHAYPUQUIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	2.93E+05	18.5	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	16505
	2.93E+05	23.0	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	19006
	2.93E+05	9.6	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	10834
	2.93E+05	13.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	13322
3 COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	2.48E+05	19.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	16932
	2.48E+05	7.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	9038
	2.48E+05	11.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	11985
4 TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	2.77E+05	11.0	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	11854
5 PUENTE ICHURAY - CHALHUAHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	1.63E+06	11.5	85	-1.036	0.45	4.00	2.50	12197

IV.4.3 Aplicación del Diseño Estructural del Pavimento Método AASHTO-93

A. Cálculo del Número Estructural (SN) y Espesores del Pavimento:

Para el presente proyecto de acuerdo a las propuestas estimadas, se está considerando un periodo de análisis y diseño para 10 años, respectivamente de acuerdo a las necesidades y requerimientos en el estudio.

CONSORCIO GLOBAL VILVA

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSÉ PÉRES SALINAS
ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 33782

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
Jefe de Estudio
Reg. CIP N° 37361



Los cálculos del Número Estructural (SN), mejorada se realizan mediante programas de cómputo mediante las Ecuaciones Mecánicas AASHTO-1993 (2.0), en los siguientes cuadros se presentan los cálculos de los números estructuras requeridos (SN_{req}) y números estructurales de diseño adoptado (SN_{adop}).

**Cálculo de Número Estructural (SN) y Espesores del Pavimento
Mediante el Programa de Cómputo en Pavimentos Método AASHTO-93
(Período de Diseño: 10 años)**

TRAMO	EJES EQUIVALENTES	SECTOR		CBR DISEÑO (%)	AASHTO '93							LONGITUD (Km)
		DE	A		R(%)	Zr	So	Pi	Pt	Mr	SN _{req}	
1 ANTA - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4.00E+05	00+000	06+785	15.1	75	-0.674	0.45	3.80	2.00	14519	2.08	6.785
	4.00E+05	06+785	09+730	8.7	75	-0.674	0.45	3.80	2.00	10202	2.38	2.945
	3.64E+05	09+730	34+180	8.7	75	-0.674	0.45	3.80	2.00	10202	2.34	24.450
2 CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	2.93E+05	34+180	65+785	18.5	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	16505	1.82	31.605
	2.93E+05	65+785	80+785	23.0	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	19006	1.72	15.000
	2.93E+05	80+785	96+010	9.6	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	10834	2.15	15.225
3 COTABAMBAS - TAMBOMBABA (Km 101+150 - Km 175+100)	2.93E+05	96+010	101+150	13.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	13322	1.99	5.140
	2.48E+05	101+150	140+985	19.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	16932	1.75	39.835
	2.48E+05	140+985	155+885	7.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	9038	2.24	14.900
4 TAMBOMBABA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	2.48E+05	155+885	175+100	11.2	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	11985	2.01	19.215
	2.77E+05	175+100	202+150	11.0	70	-0.524	0.45	3.80	2.00	11854	2.06	27.050
5 PUENTE ICHURAY - CHALLHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	1.63E+06	202+150	213+585	11.5	85	-1.036	0.45	4.00	2.50	12197	3.05	11.435

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

 Ingenieros y Arquitectos Asociados	 Perito Licenciado
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUJIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBA - TAMBOMBAMBA - CHALLHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS	

Cuadro N° IV.4.3 (a)
Números Estructurales Requeridos y de Diseño (SN) por Sectores

	TRAMO	EJES EQUIVALENTES	SECTOR		CBR DISEÑO (%)	SNreq	SUELO GRANULAR ESTABILIZADO CON EMULSION ASFALTICA						LONGITUD (Km)			
			DE	A			a1 (1/cm)	a2 (1/cm)	m2	a3 (1/cm)	m3	D1 (cm)		D2 (cm)	D3 (cm)	SNadop
1	ANTA - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4.00E+05	00+000	06+785	15.1	2.08	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.08	6.785
1		4.00E+05	06+785	09+730	8.7	2.38	0	0.135	1	0.048	1	0	13	15	2.48	2.945
1		3.64E+05	09+730	34+180	8.7	2.34	0	0.135	1	0.048	1	0	12	15	2.34	24.450
2	CHINCHAYPUJIO - COTABAMBA (Km 34+180 - Km 101+150)	2.93E+05	34+180	65+785	18.5	1.82	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.07	31.605
2		2.93E+05	65+785	80+785	23.0	1.72	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.07	15.000
2		2.93E+05	80+785	96+010	9.6	2.15	0	0.135	1	0.048	1	0	11	15	2.21	15.225
2		2.93E+05	96+010	101+150	13.2	1.99	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.07	5.140
3	COTABAMBA - TAMBOMBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	2.48E+05	101+150	140+985	19.2	1.75	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.07	39.835
3		2.48E+05	140+985	155+885	7.2	2.24	0	0.135	1	0.048	1	0	12	15	2.34	14.900
3		2.48E+05	155+885	175+100	11.2	2.01	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.07	19.215
4	TAMBOMBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	2.77E+05	175+100	202+150	11.0	2.06	0	0.135	1	0.048	1	0	10	15	2.07	27.050
5	PUENTE ICHURAY - CHALLHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	1.63E+06	202+150	213+585	11.5	3.05	0	0.080	1	0.048	1	0	20	30	3.05	11.435

CONSORCIO GLOBAL


 M. JOSE PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

CONSORCIO GLOBAL


 LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOMBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

IV.4.4 Fundamentación Técnica de Tratamientos Superficiales.

Este trabajo consiste en la colocación de una o más capas de tratamientos superficiales (asfalto, agregados y de ser el caso, aditivos) sobre la superficie de una base imprimada o cualquier otra, preparada con tal finalidad, de acuerdo a las condiciones y propuestas y conformidad del proyecto. Los trabajos de construcción con el más conocido "Tratamientos Superficiales": SLURRY SEAL, MICROPAVIMENTO; es una de las técnicas que se vienen utilizando ampliamente en nuestro país dependiendo de su utilidad y aplicaciones de acuerdo a las condiciones técnicas de cada proyecto.

La construcción con materiales de "Mortero Asfáltico", permite alargar la vida útil de un pavimento a un bajo costo. Generalmente esta técnica se utiliza para mantener las buenas condiciones de la superficie de ruedo en pavimentos que tienen una capacidad estructural adecuada, además de corregir deterioros superficiales específicamente no teniendo un nivel muy avanzado de deterioro como fatiga o deformación permanente.

Objetivamente el "SLURRY SEAL", a largo plazo proporciona al pavimento una capa altamente impermeable mediante una textura superficial que brinda confort en la circulación como también resistencia al desgaste abrasivo que se produce por tránsito y otros factores a las esté sometido.

La implementación de esta tecnología siempre sugiere un cambio en la forma en la se plantean y se llevan a cabo las obras de pavimentación, por esta razón esta aplicación del pavimento con el Mortero Asfáltico "SLURRY SEAL", permitirá que esta alternativa influya de manera positiva y sea tomada en cuenta para los demás proyectos involucrados en el sector vial.

De acuerdo a las características, condiciones y diseños realizados para el proyecto; Mejoramiento de la carretera: (Mollepuquio-Cotabamba-Tambobamba-Challhuahuacho por niveles de Servicio, en el cuadro adjunto se describen la propuesta técnica para la estructura del pavimento.

CONSORCIO GLOBAL


 M. JOSÉ PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

CONSORCIO GLOBAL VILGAR INGENIEROS & FLORIANO PALACIOS L.

CONSORCIO GLOBAL


 LUIS RICARDO CHAVEZ CAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

 Ministerio de Transportes y Comunicaciones Vicerrectoría de Transportes Puesto Especial	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

Cuadro N° IV.4.4 (a)

Descripción y Propuesta Técnica de la Estructura del Pavimento

Alternativa 01: SUELO ESTABILIZADO CON EMULSION CON MORTERO ASFALTICO

TRAMO	EJES EQUIVALENTES	SECTOR		CBR DISEÑO (%)	SUELO ESTABILIZADO CON EMULSION (cm)	SUBBASE GRANULAR (cm)	LONGITUD (Km)
		DE	A				
1 ANTA - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4.00E+05	00+000	06+785	15.1	10	15	6.785
	4.00E+05	06+785	09+730	8.7	13	15	2.945
	3.64E+05	09+730	34+180	8.7	12	15	24.450
2 CHINCHAYPUQUIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	2.93E+05	34+180	65+785	18.5	10	15	31.605
	2.93E+05	65+785	80+785	23.0	10	15	15.000
	2.93E+05	80+785	96+010	9.6	11	15	15.225
	2.93E+05	96+010	101+150	13.2	10	15	5.140
3 COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	2.48E+05	101+150	140+985	19.2	10	15	39.835
	2.48E+05	140+985	155+885	7.2	12	15	14.900
	2.48E+05	155+885	175+100	11.2	10	15	19.215
4 TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	2.77E+05	175+100	202+150	11.0	10	15	27.050
5 PUENTE ICHURAY - CHALHUAHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	1.63E+06	202+150	213+585	11.5	20	30	11.435

Cuadro N° IV.4.5 (a)

Descripción y Propuesta Técnica de la Estructura del Pavimento

Alternativa 02: SUELO ESTABILIZADO CON EMULSION CON MICROPAVIMENTO

TRAMO	EJES EQUIVALENTES	SECTOR		CBR DISEÑO (%)	SUELO ESTABILIZADO CON EMULSION (cm)	SUBBASE GRANULAR (cm)	LONGITUD (Km)
		DE	A				
1 ANTA - CHINCHAYPUJIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4.00E+05	00+000	06+785	15.1	10	15	6.785
	4.00E+05	06+785	09+730	8.7	13	15	2.945
	3.64E+05	09+730	34+180	8.7	12	15	24.450
2 CHINCHAYPUQUIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	2.93E+05	34+180	65+785	18.5	10	15	31.605
	2.93E+05	65+785	80+785	23.0	10	15	15.000
	2.93E+05	80+785	96+010	9.6	11	15	15.225
	2.93E+05	96+010	101+150	13.2	10	15	5.140
3 COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	2.48E+05	101+150	140+985	19.2	10	15	39.835
	2.48E+05	140+985	155+885	7.2	12	15	14.900
	2.48E+05	155+885	175+100	11.2	10	15	19.215
4 TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	2.77E+05	175+100	202+150	11.0	10	15	27.050
5 PUENTE ICHURAY - CHALHUAHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	1.63E+06	202+150	213+585	11.5	20	30	11.435

CONSORCIO GLOBALVILGAR INGENIEROS&FLORIANO PALACIOSL.

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBAS – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

IV.4.5 Estructura Adoptada Según el Diseño de Pavimentos

La estructura adoptada se determina de acuerdo a los resultados de cálculos efectuados en el Diseño de pavimentos utilizado la metodología "AASTHO-1993, para un periodo de 10 años, según los requerimientos y necesidades del presente estudio, en las cuales se proponen los trabajos a realizar antes de colocar las capas del pavimento en los tramos que se indican convenientemente como:

- ✓ Perfilado de la superficie con aporte de material; según Manual de Conservación: Sección 350; La calidad del material de aporte cumplirá con lo especificado en EG-2013 Sección 402: Subbase Granular (e= 15 cm).
- ✓ Perfilado de la superficie sin aporte de material; según Manual de Conservación: sección 305.
- ✓ Construcción de suelo granular estabilizado con emulsión asfáltica (dosificación: 5%, espesor variable).
- ✓ Aplicación de imprimación asfáltica (MC-30); según EG-2013: Sección 416.
- ✓ Construcción de Mortero Asfáltico Modificado con polímeros (e = 12 mm); según EG-2013: Sección 420; o Construcción de Micropavimento (e = 13 mm); según EG-2013: Sección 425.
- ✓ Mejoramiento de suelos; según EG-2013: Sección 207: Procedimiento; Excavación y reemplazo por material seleccionado, distribuidos en el tramo. El material de reemplazo tendrá un CBR \geq a 30% y espesor de 0.60 m.

IV.4.5 Consideraciones Finales.

- ✓ La capa de Sub Base Granular propuesto para el Tramo-5 Pte. Ichuray- Challhuahuacho, se conformará con material zarandeado íntegramente de las canteras seleccionadas y aptas, de acuerdo a lo indicado en el capítulo de canteras, y debe ajustarse estrictamente a lo requerido por las especificaciones técnicas.
- ✓ La estabilización de la Base se realizará en las canteras, mezclando el material procesado en las canteras seleccionadas con material bituminoso (emulsión asfáltica), con empleo de equipos convencionales, la misma que será transportada en camiones volquetes lista para su conformación y compactación. El mismo que se realizará en base a un diseño de mezcla verificado mediante ensayos de laboratorio.
- ✓ La capa de Base Estabilizada será conformada con empleo de equipo pavimentador, el cual proporcionará una distribución uniforme, reduciendo las irregularidades y mejorando el acabado final.
- ✓ Se deberá efectuar un estricto control de calidad durante los procesos constructivos, la misma que se ajustará a lo prescrito en las especificaciones técnicas adjuntas.

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL VILGAR INGENIEROS & FLORIANO PALACIOS L.

M. JOSE PERÉS SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38722

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

- ✓ Antes de proceder a la colocación de las capas del pavimento (Sub base, Base estabilizada), se deberá perfilar y compactar la superficie de rodadura existente.
- ✓ Debe implementarse un efectivo sistema de mantenimiento – rutinario y periódico, llevando un control minucioso de las intervenciones, personal, equipo empleado, materiales empleados y rendimientos; lo cual permitirá efectuar una evaluación económica de las diferentes alternativas de pavimento.
- ✓ Se deberá efectuar el monitoreo de las características estructurales y funcionales de la vía, dentro de los tiempos establecidos en el programa de monitoreo.
- ✓ Los resultados que se obtengan: Costos Versus Condiciones de la Vía, servirán para la toma de decisiones, a fin de definir si los resultados obtenidos de las aplicaciones de los tramos piloto ameritan implementarse a mayor escala.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los tramos que requieren MEJORAMIENTO (Inversión) y CONSERVACION se resumen en el cuadro siguiente:

TRAMO	SECTOR	PAVIMENTO EXISTENTE	TIPO DE INTERVENCION	LONGITUD (Km)	ANCHO PROMEDIO (m)	TRAFICO PROYECTADO EE/IMDA (2024)	
I: MOLLEPUQUIO - CHINCHAYPUQUIO (Km 00+000 - Km 34+180)	I	EMP. 3S - DV. MANTOCLIA (KM 00+000 - KM 09+730)	AFIRMADO	INVERSION	9.730	4.00	400,000
	II	DV. MANTOCLIA - CHINCHAYPUQUIO (KM 09+730 - KM 34+180)	AFIRMADO	INVERSION	24.450	4.70	364,000
II: CHINCHAYPUQUIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	I	CHICHAYPUQUIO - KM 80+785 (KM 34+180 - KM 80+785)	AFIRMADO	INVERSION	46.605	4.90	293,000
	II	KM 80+785 - COTABAMBAS (KM 80+785 - KM 101+150)	AFIRMADO	INVERSION	20.365	4.90	293,000
III: COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)			AFIRMADO	INVERSION	73.950	4.00	248,000
IV: TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)			AFIRMADO	INVERSION	27.050	5.30	277,000
V: PUENTE ICHURAY - CHALHUAHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)			AFIRMADO	CONSERVACION	11.435	6.50	1'630,000

2. Para los tramos que requieren mejoramiento (inversión) se proponen dos (02) alternativas de solución para mejoramiento a nivel de Solución Básica, para un periodo de Diseño de 10 Años (2,015 a 2,024), consistiendo en lo siguiente:
 - a. **Propuesta 01:** Suelo Estabilizado con Emulsión Asfáltica + Mortero Asfáltico (e=12 mm); según EG-2013: Sección 420.
 - b. **Propuesta 02:** Suelo Estabilizado con Emulsión Asfáltica + Micropavimento (e = 13 mm); según EG-2013: Sección 425.
3. La dosificación requerida de emulsión para la estabilización suelo emulsión es 5%.

CONSORCIO GLOBALVILGAR INGENIEROS&FLORIANO PALACIOSL.

CONSORCIO GLOBAL

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBAS - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

4. El mejoramiento de suelos, con excavación y reemplazo por material seleccionado se ejecutará en una longitud estimada distribuida en el tramo, como se detalla en el cuadro siguiente:

TRAMO	LONGITUD DE MEJORAMIENTO ESTIMADA (m)	ESPESOR (cm)
MOLLEPUQUIO - CHINCHAYPUQUIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4,200	0.6
CHINCHAYPUQUIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	4,568	0.6
COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km.101+150 - Km 175+100)	4,485	0.6
TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	7,500	0.6

5. Los espesores de las alternativas de solución con Mejoramiento se resume en el siguiente cuadro:

TRAMO	EJES EQUIVALENTES	SECTOR		CBR DISEÑO (%)	SUELO ESTABILIZADO CON EMULSION (cm)	SUBBASE GRANULAR (cm)	LONGITUD (Km)
		DE	A				
1 MOLLEPUQUIO - CHINCHAYPUQUIO (Km 00+000 - Km 34+180)	4.00E+05	00+000	06+785	15.1	10	15	6.785
	4.00E+05	06+785	09+730	8.7	13	15	2.945
	3.64E+05	09+730	34+180	8.7	12	15	24.450
2 CHINCHAYPUQUIO - COTABAMBAS (Km 34+180 - Km 101+150)	2.93E+05	34+180	65+785	18.5	10	15	31.605
	2.93E+05	65+785	80+785	23.0	10	15	15.000
	2.93E+05	80+785	96+010	9.6	11	15	15.225
	2.93E+05	96+010	101+150	13.2	10	15	5.140
3 COTABAMBAS - TAMBOBAMBA (Km 101+150 - Km 175+100)	2.48E+05	101+150	140+985	19.2	10	15	39.835
	2.48E+05	140+985	155+885	7.2	12	15	14.900
	2.48E+05	155+885	175+100	11.2	10	15	19.215
4 TAMBOBAMBA - PUENTE ICHURAY (Km 175+100 - Km 202+150)	2.77E+05	175+100	202+150	11.0	10	15	27.050

6. Los espesores de la alternativa de solución que requieren CONSERVACION PERIODICA INICIAL, se resume en el siguiente cuadro:

TRAMO	EJES EQUIVALENTES	SECTOR		CBR DISEÑO (%)	SUELO ESTABILIZADO CON EMULSION (cm)	SUBBASE GRANULAR (cm)	LONGITUD (Km)
		DE	A				
5 PUENTE ICHURAY - CHALHUAHUACHO (Km 202+150 - Km 213+585)	1.63E+06	202+150	213+585	11.5	20	30	11.435

7. La frecuencia de mantenimiento periódico durante la vida útil para las alternativas propuestas para MEJORAMIENTO son los siguientes:
- Suelo estabilizado con emulsión asfáltica más mortero asfáltico, ejecutar mantenimiento periódico cada cuatro (04) años.
 - Suelo estabilizado con emulsión asfáltica más micropavimento, ejecutar mantenimiento periódico cada cinco (05) años.

	ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) – CHINCHAYPUJIO – COTABAMBA – TAMBOBAMBA – CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO
	INFORME FINAL INFORME DE GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS

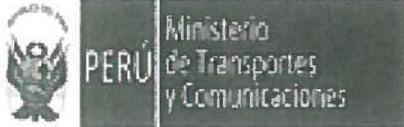
8. La frecuencia de mantenimiento periódico durante la vida útil para la alternativa propuesta para CONSERVACION PERIODICA INICIAL son los siguientes:
- Base estabilizada con aditivo sólido más aditivo líquido, ejecutar mantenimiento periódico cada dos (02) años.
9. Las alternativas de solución planteadas para CONSERVACION PERIODICA INICIAL y MEJORAMIENTO, con sus correspondientes Políticas de Mantenimiento: transitabilidad, conservación rutinaria antes, conservación rutinaria después y frecuencia de mantenimiento periódico durante la vida útil; para los cinco (05) tramos que comprende el proyecto se detallan en el cuadro siguiente:

CONSORCIO GLOBAL


 M. JOSÉ PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

CONSORCIO GLOBAL


 LUIS RICARDO CHAVEZ CARAMFO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37331



CONSORCIO GLOBAL

VILDAR INGENIEROS & F. PALACIOS L.

ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S - MOLLEPUQUIO – COTABAMBAS – TAMBOBAMBA – CHALHUAHUACHO, POR NIVELES DE SERVICIO

DOSIFICACIÓN

1. SUELO ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA
 - ✓ Emulsión Asfáltica CRS-1 28.69 gal/m3
 - ✓ Zarandeo mecánico para material granular previo a la estabilización.

2. MORTERO ASFÁLTICO (e=1.20cm)
 - ✓ Emulsión Asfáltica CRS-1Modificado con Polímeros 0.7944 gal/m2
 - ✓ Filler (Cemento) 0.0030 bls/m2
 - ✓ Agua 0.0023 m3/m2
 - ✓ Arena Chancada 0.0120 gal/m2

3. MICROPAVIMENTO (e=1.30cm)
 - ✓ Emulsión Asfáltica CRS-1Modificado con Polímeros 0.8306 gal/m2
 - ✓ Filler (Cemento) 0.0070 bls/m2
 - ✓ Aditivo 0.0200 Kg/m2
 - ✓ Agua 0.0023 m3/m2
 - ✓ Arena Chancada 0.0156 gal/m2

CONSORCIO GLOBAL

Peres
 M. JOSÉ PERES SÁLINAS
 ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

CONSORCIO GLOBAL

Chavez
 LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361

ANEXO 01:

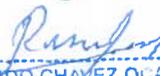
DISEÑO MARSHAL DE LA BASE TRATADA CON EMULSION

CONSORCIO GLOBAL


M. JOSÉ FERÉS SALINAS
ESP. GEOLOGÍA, SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 33732

CONSORCIO GLOBAL VILGAR INGENIEROS & FLORIANO PALACIOS

CONSORCIO GLOBAL


LUIS RICARDO CHÁVEZ OCAMPO
Jefe de Estudio
Reg. CIP N° 37361



PROYECTO:

ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBA - TAMBOBAMBA - CHALLHUACHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO

Principal: Av. el Derby 575 - Surco

Sucursal: Av. Gerardo Unger 225 - SMP. Urb. Ingenieria

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO: EXPEDIENTE N° 001203 - 2014 - CG

ENSAYO MARSHALL

ASTM D -1559, AASHTO T245, NLT 159/86, MTC E 504

HOJA DE DATOS PARA MEZCLAS CON EMULSION

(usar para muestras con un solo contenido asfalto residual)

4% de Emulsion

ASFALTO		AGREGADO				
Tipo y Grado	BP-CSE-1H	Identif. Fuente			Suelo	
Asfalto en emulsion	58.0%	Tipo			Agregado	
B.- Grav. Esp. Asfalto	1.000	Grav. Esp. Bulk @			2.701	
A.- Asfalto residual en mezcla	1.74%	Emulsion Asfaltica (%)			3.0	
MEZCLA Y COMPACTACION		PRUEBA				
Agua de la mezcla total	5.0%	Fecha ensayo muestra seca			03/06/2014	
Agua agregada	27.9 g.	Fecha rotacion muestra inmersa			05/06/2014	
Agua al compactar	4.5%	Fecha ensayo muestra humeda			07/06/2014	
Fecha de compactacion	02/06/2014					
DATOS DE MUESTRA COMPACTADA	Seca			Humedecida		
	1	2	3	4	5	6
Densidad Bulk						
D.- Peso en el aire	1198.8	1204.5	1212.1			
E.- Peso en el agua	657	653.3	654			
F.- Peso SSD	1209.6	1215.3	1223			
Peso del agua absorbida	10.79	10.84	10.91			
VOLUMEN DE BRIQUETA	552.58	562.02	568.99			
G.- BSG -muestra compactada D/E-E	2.169	2.143	2.13			
BSG seco - muestra compactada $G/(1+K/100)$	2.139	2.114	2.101			
Espesor	64.5	63.9	64.1			
Estabilidad						
Carga	561	473	515	92	113	105
Estabilidad ajustada	1886.7	1592.9	1733.1	320.9	391	364.3
Flujo	19	19	20	17	17	17
Perdida de Estabilidad, % $\frac{(L_1 + L_2 + L_3/3) - (L_4 + L_5 + L_6/3)}{(L_1 + L_2 + L_3/3)} \times 100$	79.6					
Contenido humedad						
H.- Peso muestra fallada (H)	1196.4	1202.1	1209.7	258.9	360.9	460.8
I.- Peso muestra seca estufa (I)	1179.6	1186	1193	243.6	339.8	433.3
J.- J.- Agua, g (H-I)	16.8	16.1	16.7	15.3	21.1	27.5
K.- Contenido de humedad (K)	1.4	1.4	1.4	6.3	6.2	6.3
Humedad absorbida $K_1+K_2+K_3+K_4+K_5+K_6/3$				4.9		
VACIOS TOTALES	18.5	19.4	19.9			

FRID GARLY
 NAVARRO MARCELO
 JEF. LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 148708

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
 ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 38782

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361



PROYECTO:
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJO - COTABAMBA - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO
POR NIVELES DE SERVICIO

Principal: Av. el Derby 575 - Surco
Sucursal: Av. Gerardo Unger 225 - SMP. Urb. Ingeniería

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO: EXPEDIENTE N° 001203 - 2014 - GG

ENSAYO MARSHALL

ASTM D -1559, AASHTO T245, NLT 159/86, MTC E 504

HOJA DE DATOS PARA MEZCLAS CON EMULSION

(usar para muestras con un solo contenido asfalto residual)

4% de Emulsion

ASFALTO		AGREGADO					
Tipo y Grado	BP-CSE-1H C/Polimero	Identif. Fuente			Suelo		
Asfalto en emulsion	58%	Tipo			Agregado		
B.- Grav. Esp. Asfalto	1,000	Grav. Esp. Bulk ©			2.701		
A.- Asfalto residual en mezcla	2.32%	Emulsion Asfaltica (%)			4.0		
MEZCLA Y COMPACTACION		PRUEBA					
Agua de la mezcla total	5.0%	Fecha ensayo muestra seca			03/06/2014		
Agua agregada	23.1 g.	Fecha rotacion muestra inmersa			05/06/2014		
Agua al compactar	4.5%	Fecha ensayo muestra humeda			07/06/2014		
Fecha de compactacion	02/06/2014						
DATOS DE MUESTRA COMPACTADA		Seco			Humedecida		
		1	2	3	4	5	6
Densidad Bulk							
D.- Peso en el aire		1203.3	1215	1194.1			
E.- Peso en el agua		682.9	679.1	679.9			
F.- Peso SSD		1213	1224.7	1203.7			
Peso del agua absorbida		9.63	9.72	9.55			
VOLUMEN DE BRIQUETA		530.02	545.55	523.81			
G.- BSG -muestra compactada D/F-E		2.27	2.227	2.28			
BSG seco - muestra compactada G/(1+K/100)		2.244	2.202	2.252			
Espesor		71.4	68.7	67.8			
Estabilidad							
Carga		483	488	504	185	182	178
Estabilidad ajustada		1626.3	1643.0	1696.4	631.4	621.4	608
Flujo		18	18	18	16	16	15
Perdida de Estabilidad, %	$\frac{(L_1 + L_2 + L_3/3) - (L_4 + L_5 + L_6/3) \times 100}{(L_1 + L_2 + L_3/3)}$	63.6					
Contenido humedad							
H.- Peso muestra fallada (H)		1201.9	1213.5	1192.7	461.4	318.4	204.1
I.- Peso muestra seca estufa (I)		1188.2	1199.6	1178	441.3	304.6	194.5
J.- J.- Agua, g (H-I)		13.7	13.9	14.7	20.1	13.8	9.6
K.- Contenido de humedad (K)		1.2	1.2	1.2	4.6	4.5	4.9
Humedad absorbida $K_1+K_2+K_3+K_4+K_5+K_6/3$					3.5		
VACIOS TOTALES		13.7	15.3	13.4			

ED GARYL
 NAVARRO MARCELO
 JEF. LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 148708

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PEREZ SALINAS
 ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Reg. CIP N° 39732

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
 Jefe de Estudio
 Reg. CIP N° 37361



Principal Av. el Derby 575 - Surco
Sucursal Av. Gerardo Unger 225 - SMP. Urb. Ingenieria

PROYECTO:
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJO - COTABAMBA - TAMBOBAMBA - CHALLHUACHO
POR NIVELES DE SERVICIO

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO: EXPEDIENTE N° 001203 - 2014 - CB

ENSAYO MARSHALL

ASTM D - 1559, AASHTO T245, NLT 159/86, MTC E 504

HOJA DE DATOS PARA MEZCLAS CON EMULSION

(usar para muestras con un solo contenido asfalto residual)

5% de Emulsion

ASFALTO		AGREGADO					
Tipo y Grado	BP-CSE-1H C/Polimero	Identif. Fuente			Suelo		
Asfalto en emulsion	61.7%	Tipo			Agregado		
B.- Grav. Esp. Asfalto	1.011	Grav. Esp. Bulk @			2.701		
A.- Asfalto residual en mezcla	2.90%	Emulsion Asfaltica (%)			5.0		
MEZCLA Y COMPACTACION		PRUEBA					
Agua de la mezcla total	5.0%	Fecha ensayo muestra seca			03/06/2014		
Agua agregada	18.3 g.	Fecha rotacion muestra inmersa			05/06/2014		
Agua al compactar	4.5%	Fecha ensayo muestra humeda			07/06/2014		
Fecha de compactacion	02/06/2014						
DATOS DE MUESTRA COMPACTADA		Seca			Humedecida		
		1	2	3	4	5	6
Densidad Bulk							
D.- Peso en el aire		1216.0	1208.9	1203.0			
E.- Peso en el agua		686.8	682.9	583.7			
F.- Peso SSD		1223.2	1216.1	1210.3			
Peso del agua absorbida		7.30	7.25	7.22			
VOLUMEN DE BRIQUETA		536.46	533.21	526.58			
G.- BSG - muestra compactada D/F-E		2.267	2.267	2.285			
BSG seco - muestra compactada G/(1+K/100)		2.239	2.238	2.259			
Espesor		10.1	10.1	10.2			
Estabilidad							
Carga		410	405	417	207	215	221
Estabilidad ajustada $\frac{(L_1 + L_2 + L_3/3) - (L_4 + L_5 + L_6/3) \times 100}{(L_1 + L_2 + L_3/3)}$		1382.6	1365.9	1406	704.8	731.6	751.6
Flujo		17	18	16	13	13	14
Perdida de Estabilidad, %		47.5					
Contenido humedad							
H.- Peso muestra fallada (H)		1206.3	1199.3	1193.5	494.1	388.3	293.9
I.- Peso muestra seca estufa (I)		1191.6	1183.7	1179.9	475.3	374.1	283.4
J.- J.- Agua, g (H-I)		14.7	15.6	13.6	18.8	14.2	10.5
K.- Contenido de humedad (K)		1.2	1.3	1.2	4.0	3.8	3.7
Humedad absorbida $K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6/3$						2.6	
VACIOS TOTALES		13.2	13.2	12.4			

FRED GARLY
NAVARRO MARCELO
JEF. LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 148708

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 39732

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
Jef. de Estudio
Reg. CIP N° 37361



PROYECTO:
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJIO - COTABAMBA - TAMBOBAMBA - CHALLHUACHUO POR
NIVELES DE SERVICIO

Principal: Av. el Derby 575 - Surco
Sucursal: Av. Gerardo Unger 225 - SMP. Urb. Ingenieria

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO: EXPEDIENTE N° 001203 - 2014 - CG

ENSAYO MARSHALL

ASTM D - 1559, AASHTO T245, NLT 159/86, MTC E 504

HOJA DE DATOS PARA MEZCLAS CON EMULSION

(usar para muestras con un solo contenido asfalto residual)

6% de Emulsion

ASFALTO		AGREGADO					
Tipo y Grado	BP-CSE-1H C/Polimero	Identif. Fuente			Suelo		
Asfalto en emulsion	61.1%	Tipo			Agregado		
B.- Grav. Esp. Asfalto	1.011	Grav. Esp. Bulk @			2.701		
A.- Asfalto residual en mezcla	3.48%	Emulsion Asfaltica (%)			6.0		
MEZCLA Y COMPACTACION		PRUEBA					
Agua de la mezcla total	5.0%	Fecha ensayo muestra seca			03/06/2014		
Agua agregada	13.5 g.	Fecha rotacion muestra inmersa			05/06/2014		
Agua al compactar	4.5%	Fecha ensayo muestra humeda			07/06/2014		
Fecha de compactacion	02/06/2014						
DATOS DE MUESTRA COMPACTADA		1	2	3	4	5	6
Densidad Bulk							
D.- Peso en el aire		1218.6	1204.7	1201.7			
E.- Peso en el agua		680.7	676.8	677.6			
F.- Peso SSD		1224.7	1210.7	1207.7			
Peso del agua absorbida		6.09	6.02	6.01			
VOLUMEN DE BRIQUETA							
G.- BSG -muestra compactada D/F-E		2.24	2.256	2.267			
BSG seco - muestra compactada G/(1+K/100)		2.212	2.227	2.237			
Espesor		10.1	10.1	10.2			
Estabilidad							
Carga		337	347	345	207	201	213
Estabilidad ajustada		1138.9	1172.3	1165.6	704.8	704.8	724.9
Flujo		16	17	14	11	11	11
Perdida de Estabilidad, %	$\frac{(L_1 + L_2 + L_3/3) - (L_4 + L_5 + L_6/3) \times 100}{(L_1 + L_2 + L_3/3)}$	40.5					
Contenido humedad							
H.- Peso muestra fallada (H)		1216.2	120.3	1199.3	700.6	664.7	675.6
I.- Peso muestra seca estufa (I)		1201.1	1186.7	1183.6	677	643.2	653
J.- J.- Agua, g (H-I)		15.1	15.6	15.7	23.6	21.5	22.6
K.- Contenido de humedad (K)		1.3	1.3	1.3	3.5	3.3	3.5
Humedad absorbida $K_1+K_2+K_3+K_4+K_5+K_6/3$					2.1		
VACIOS TOTALES		13.5	12.9	12.5			

FRED GARLY
NAVARRO MARCELO
JEF. LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 148708

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 38782

CONSORCIO GLOBAL

LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
Jefe de Estudio
Reg. CIP N° 37361



Principal Av. el Derby 575 - Surco
Sucursal Av. Gerardo Unger 225 - SMP. Urb. Ingenieria

PROYECTO:
ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA
CARRETERA EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO) - CHINCHAYPUJO - COTABAMBA - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR
NIVELES DE SERVICIO

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO: EXPEDIENTE N° 001203 - 2014 - CG

ENSAYO MARSHALL

ASTM D - 1559, AASHTO T245, NLT 159/86, MTC E 504

HOJA DE DATOS PARA MEZCLAS CON EMULSION

(usar para muestras con un solo contenido asfalto residual)

5% de Emulsion

ASFALTO		AGREGADO				
Tipo y Grado	BP-CSE-1H C/Polimero	Identif. Fuente			Suelo	
Asfalto en emulsion	61.1%	Tipo			Agregado	
B.- Grav. Esp. Asfalto	1.011	Grav. Esp. Bulk @			2.701	
A.- Asfalto residual en mezcla	4.06%	Emulsion Asfaltica (%)			7.0	
MEZCLA Y COMPACTACION		PRUEBA				
Agua de la mezcla total	5.0%	Fecha ensayo muestra seca			03/06/2014	
Agua agregada	8.7 g.	Fecha rotacion muestra inmersa			05/06/2014	
Agua al compactar	4.5%	Fecha ensayo muestra humeda			07/06/2014	
Fecha de compactacion	02/06/2014					
DATOS DE MUESTRA COMPACTADA	Seca			Humedecida		
	1	2	3	4	5	6
Densidad Bulk						
D.- Peso en el aire	1219.5	1198.6	1204.1			
E.- Peso en el agua	673.2	669.5	670.2			
F.- Peso SSD	1224.4	1203.3	1208.9			
Peso del agua absorbida	4.88	4.79	4.82			
VOLUMEN DE BRIQUETA	551.16	533.81	538.71			
G.- BSG -muestra compactada D/F-E	2.213	2.245	2.235			
BSG seco - muestra compactada $G/(1+K/100)$	2.185	2.220	2.206			
Espesor	10.1	10.1	10.2			
Estabilidad						
Carga	254	290	270	134	111	128
Estabilidad ajustada	861.8	982.0	915.2	461.1	384.3	441.1
Flujo	15	16	14	10	10	10
Perdida de Estabilidad, % $\frac{(L_1 + L_2 + L_3/3) - (L_4 + L_5 + L_6/3)}{(L_1 + L_2 + L_3/3)} \times 100$	42.3					
Contenido humedad						
H.- Peso muestra fallada (H)	1217.1	1196.1	1201.7	690.3	698	676.7
I.- Peso muestra seca estufa (I)	1201.9	1182.5	1185.8	669.3	678.5	657.3
J.- J.- Agua, g (H-I)	15.2	13.6	15.9	21	19.5	19.4
K.- Contenido de humedad (K)	1.3	1.2	1.3	3.1	2.9	3
Humedad absorbida $K_1+K_2+K_3+K_4+K_5+K_6/3$	1.7					
VACIOS TOTALES	13.8	12.4	13.0			

FRED GARLY
NAVARRO MARCELO
JEF. LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 148708

CONSORCIO GLOBAL

M. JOSE PERES SALINAS
ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 35782

CONSORCIO GLOBAL

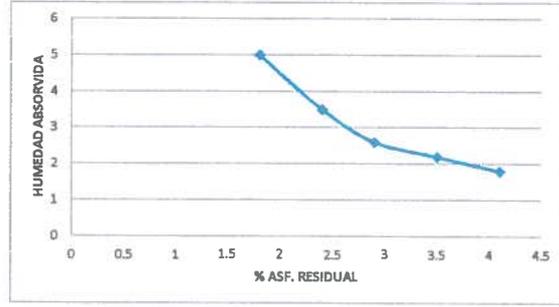
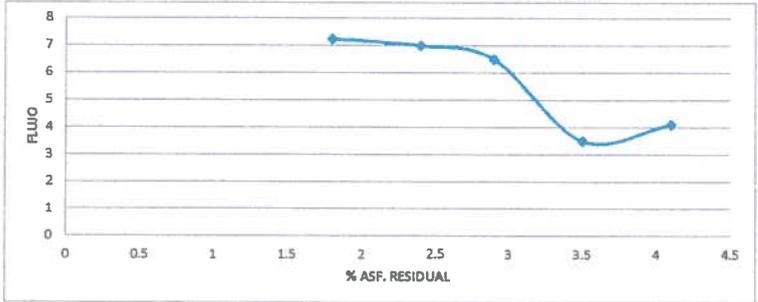
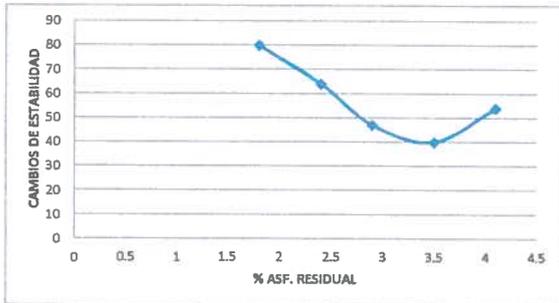
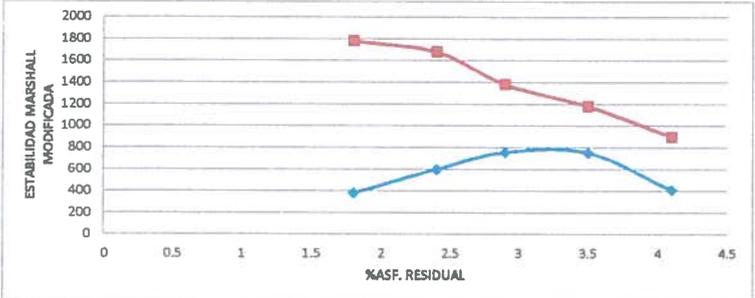
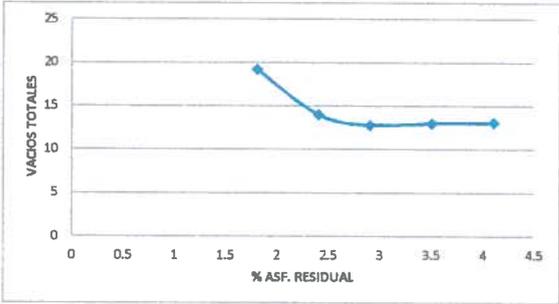
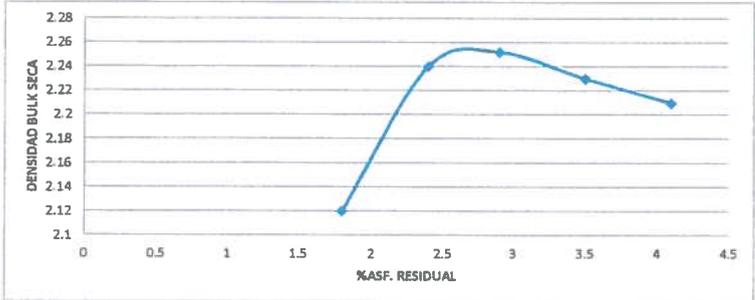
LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
Jefe de Estudio
Reg. CIP N° 37361



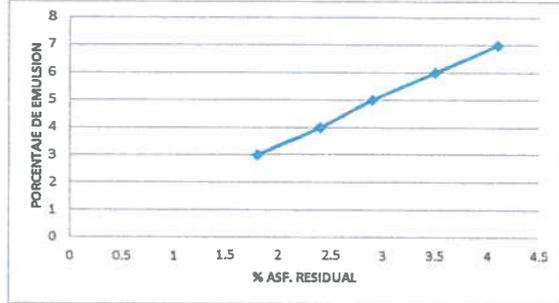
PROYECTO:
ESTUDIO DE PREINVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
EMP. PE-3S (MOLLEPUQUIO)-CHINCHAYPUJIO - COTABAMBA - TAMBOBAMBA - CHALLHUAHUACHO POR NIVELES DE SERVICIO

LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO EXPEDIENTE N°001203-2014-CG

ENSAYO MARSHALL
ASTM D - 1559, AASHTO T245, NLT 159/86, MTC E 504



RESULTADO DE ENSAYO	VALOR
DENSIDAD BULK SECA	2.9
DENSIDAD BULK SECA	2.252
ESTABILIDAD MARSHALL SUMERGIDO	756
ESTABILIDAD MARSHALL SECO	1382
FLUJO	6.5
VACIOS TOTALES	12.8 %
CAMBIOS DE ESTABILIDAD	47
HUMEDAD ABSORVIDA	2.6 %
EMULSION ASFÁLTICA	5 %



Fred Carly
FRED CARLY
NAVARRO MARCELO
JEF. LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 149708

CONSORCIO GLOBAL
Luis Ricardo Chavez Ocampo
LUIS RICARDO CHAVEZ OCAMPO
Jefe de Estudio
Reg. CIP N° 37361

CONSORCIO GLOBAL
M. Jose Peres Salinas
M. JOSE PERES SALINAS
ESP. GEOLOGIA, SUELOS Y PAVIMENTOS
Reg. CIP N° 38782