



Diseño Estructural de Pavimentos Estudio de Nivel de Perfil

“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE - 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE -5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”

PERFIL VIABLE

SNIP 303049

Mejoramiento de la Carretera Dv. Chaglla - Pozuzo - Oxapampa y Emp. 18B - Rio Codo - Codo del Pozuzo - Emp. PE-5NA (Puerto Inca) Por Niveles de Servcio)

Memorandum N^o 1850-2014-MTC/09.02

Informe N^o 1108-2014-MTC/09.02

Fecha 03/09/14

MBA, Ing. Mario Becerra Salas, PMP

CIP 79290

Ciudad de Lima, 03/12/2013

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO"	Diciembre 2013
---	---	-------------------

INFORME DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

1.- INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), a través de PROVIAS NACIONAL, viene desarrollando su política de inversiones, mantenimiento y conservación vial de la Red Vial Nacional (RVN); realizando estudios para tal fin. De esta manera se busca mantener las vías nacionales con un comportamiento adecuado, tanto funcional como estructuralmente, interviniendo de manera oportuna con las actividades de conservación rutinaria y periódica, reparaciones menores y atención ante emergencias.

El presente informe tiene por finalidad definir las alternativas técnicas de pavimentación que forman parte del Estudio de Pre Inversión a Nivel de Perfil: "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA - Y EMP. PE 18B - RÍO CODO - CODO DEL POZUZO - EMP PE - 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO", a cargo de la empresa consultora: CONSORCIO LIMA

La información que ha servido para el cálculo estructural de las alternativas, incluyendo los estudios de suelos y canteras, así como el estudio de tránsito y proyección vehicular, ha sido desarrollada por el CONSORCIO LIMA y aprobada por la Gerencia de Mantenimiento de PROVIAS NACIONAL.

El área de estudios se localiza en las regiones de Cerro de Pasco y Huánuco, en las provincias de Oxapampa, Pachitea y Puerto Inca, distritos de Oxapampa, Huancabamba, Pozuzo, Codo del Pozuzo, Chaglla y Monopampa.


Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)
ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
--	--	--

El proyecto se ha tramificado en seis tramos, los que se describen a continuación:

- Tramo 1: Dv. Chaglla – Monopampa (43.40 km.)
- Tramo 3: Oxapampa –Huancabamba (23.94 km.)
- Tramo 4: Huancabamba – Pozuzo (49.64 km.)
- Tramo 5: Pozuzo – Codo del Pozuzo (59.75 km.)
- Tramo 6: Codo del Pozuzo – Emp. PE – 5N (60.24 km.)

Debido a la ubicación geográfica y del clima del proyecto, se recomienda, además de realizar las labores propias del diseño estructural de pavimentos, implementar un sistema de cunetas y sub drenaje al 100% del proyecto.

2.- OBJETIVO DEL PROYECTO

Definir las estructuras de pavimentos a nivel de solución básica, a realizarse en el proyecto para el desarrollo de una adecuada transitabilidad de los vehículos, para poder efectuar la evaluación de las alternativas del perfil.

No forma parte de este informe el diseño estructural del pavimento del tramo 2. Los estudios de canteras y ensayos de suelos fueron entregados por el Consorcio Lima.

ING. LUIS ALFONSO VILCAHERRA TORRES
CIP 7150
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
--	--	--

3.- METODOLOGÍA

Se basa en lo descrito en el Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y en lo especificado en los términos de referencia (TDR), punto 3.3.4 del Concurso Público N° 0031 – 2012 – MTC/20.

Los pavimentos están constituidos por una serie de capas denominadas, de arriba abajo: superficie de rodadura, base granular y subbase granular (las que pueden estar mejoradas), asentadas sobre una subrasante nivelada y compactada al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado como mínimo.

Para el diseño estructural y dimensionamiento del pavimento se aplicará metodología de diseño AASHTO 93, en lo que respecta al capítulo 4, para carreteras de bajo volumen de tránsito.

La metodología de diseño AASHTO 93 considera que una solución nueva de pavimento comienza a operar a un nivel de servicio alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. **El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al término del periodo de diseño.**



 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	----------------

4.- ESTUDIO DE SUELOS

4.1 Caracterización de la subrasante

De acuerdo a la tramificación antes mencionada se ha realizado la caracterización del suelo:

- Tramo 1: Dv. Chaglla – Monopampa (Progresivas del Km 60 + 000 al 103 + 400, L = 43.40 Km)

De la tabla 1, se resumen los valores que caracterizan los suelos de acuerdo a las calicatas realizadas por el estudio de suelos.

Tabla 1: Caracterización de la subrasante para el tramo 1

Calicata	Progresiva (Km.)	Muestra m	Clasificación de suelos		Características	
			SUCS	AASHTO	(CBR al 95% de la MDS)	IP
C-06	61+500	0.16-1.50	SM	A-7-5 (1)	4.97	16.6
C-07	75+000	0.16-1.50	GC	A-2-6 (0)	28.78	10.9
C-08	95+500	0.18-1.53	GW-GM	A-2-7 (0)	20.82	13.0
C-09	104+500	0.18-1.51	SM	A-1-b (0)	13.82	2.5

Fuente: elaboración propia


 NG. LUIS ALFONSO VILLANJEVATORRES
 CIP 71535
 JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

- Tramo 1 B: Chaglla – Monopampa (Progresivas del Km 60 + 000 al 103 + 400, L = 43.40 Km)

Para el Tramo 1 B, corresponden las calicatas: C-05, C-06, C-07, C-08 y C-09.

- En cuanto a la capacidad soporte de la subrasante, sólo registran problemas en la calicata **C-06**, habiéndose

	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
---	--	--

obtenido un valor de CBR de 4.97%. Se debe mejorar el valor de este sector del tramo 1 B hasta alcanzar el mínimo de CBR de 10%, al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado e IP < 10.

- En este tramo existen problemas de suelos arcillosos con IP que varían entre 10.9 y 16.6. Se requiere realizar un mejoramiento de la subrasante para reducir el IP a valores inferiores a 10.
- Con la finalidad de optimizar espesores, se ha optado por sub tramificar adicionalmente el tramo 1B en dos segmentos.
- Tramo 1B – 1 (Progresivas del Km 60 + 000 al 85 + 000, L = 25.00 Km), caracterizado por las calicatas C-05, C-06 y C-07, con CBR de 14.61, con CBR de 10% (después del reemplazo de suelos) y 28.78%, respectivamente. El CBR de diseño será el más conservador de 10%.
- El reemplazo de suelo se dará desde Progresiva Km 60 + 000 al 67 + 000 y será por un material granular con CBR > 10% e IP < 10.
- Tramo 1B – 2 (Progresivas del Km 85 + 000 al 103 + 400, L = 18.40 Km), caracterizado por las calicatas C-08 y C-09, con CBR de 20.82% y 13.82%. El CBR de diseño será el más conservador de ambos 13.82%.


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71508
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
---	--	--

- Se debe estabilizar el suelo para bajar el IP < 10 desde Progresiva Km 85 + 000 al 100 + 000.
- Tramo 3: Oxapampa –Huancabamba (Progresivas del Km 00 + 000 al 23 + 994, L = 23.99 Km)

De la tabla 2, se resumen los valores que caracterizan los suelos de acuerdo a las calicatas realizadas por el estudio de suelos.

Tabla 2: Caracterización de la subrasante para el tramo 3

Calicata	Progresiva (Km.)	Muestra m	Clasificación de suelos		Características	
			SUCS	AASHTO	(CBR al 95% de la MDS)	IP
C-01	00+560	0.12-1.53	GP	A-1-a (0)	27.06	2.2
C-02	9+600	0.12-1.53	SP-SM	A-1-a (0)	14.70	2.5

Fuente: elaboración propia

- En cuanto a la capacidad soporte de la subrasante, no se registran problemas.
- Los suelos en el tramo 3 son suelos poco arcillosos, por lo que no se efectuará estabilización alguna en la subrasante.
- Debido a que no se tienen suficientes datos para realizar el percentil 75%, se adopta como CBR de diseño el valor más conservador 14.7% al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado. Se plantea el valor más conservador debido a la


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO

Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

diferencia entre los valores encontrados en las calicatas.

- Tramo 4: Huancabamba – Pozuzo (Progresivas del Km 00 + 000 al 49 + 640, L = 49.64 Km)

De la tabla 3, se resumen los valores que caracterizan los suelos de acuerdo a las calicatas realizadas por el estudio de suelos.

Tabla 3: Caracterización de la subrasante para el tramo 4

Calicata	Progresiva (Km.)	Muestra m	Clasificación de suelos		Características	
			SUCS	AASHTO	(CBR al 95% de la MDS)	IP
C-01	0+100	0.12-1.51	CL	A-4 (2)	10.84	8.4
C-02	15+800	0.12-1.53	GM	A-2-4 (0)	30.33	4.5
C-03	30+150	0.00-1.53	GC	A-2-6(0)	27.88	NP
C-04	45+500	0.00-1.55	GM	A-1- b (0)	51.63	3.1

- En cuanto a la capacidad soporte de la subrasante, no se registran problemas.
- Los suelos en el tramo 4 son poco arcillosos, por lo que no se efectuará estabilización alguna en la subrasante. No se considera el valor de IP de 11.7, registrado en los ensayos de la C-03 como un valor que establezca la necesidad de estabilizar la subrasante en ese sector.


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO




 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	----------------

- Debido a que no se tienen suficientes datos para realizar el percentil 75%, se toma el valor más conservador CBR = 23.14%.

- Tramo 5: Pozuzo – Codo del Pozuzo (Progresivas del 00 + 000 al 59 + 750, L = 59.75 Km)

De la tabla 4, se resumen los valores que caracterizan los suelos de acuerdo a las calicatas realizadas por el estudio de suelos.

Tabla 4: Caracterización de la subrasante para el tramo 5

Calicata	Progresiva (Km.)	Muestra m	Clasificación de suelos		Características	
			SUCS	AASHTO	(CBR al 95% de la MDS)	IP
C-01	44+050	0.12-1.51	GC	A-2-4 (0)	30.28	9.7
C-02	34+450	0.12-1.55	GM-GC	A-1-a (0)	38.52	1.4
C-03	19+600	0.00-1.53	SM	A-1b(0)	23.14	11.7
C-04	7+650	0.00-1.55	GM	A-1- b (0)	25.32	1.9

Fuente: elaboración propia

- En cuanto a la capacidad soporte de la subrasante, no se registran problemas.
- Los suelos en el tramo 5 son suelos poco arcillosos, por lo que no se efectuará estabilización alguna en la subrasante.
- Se ha optado por sub tramificar adicionalmente el tramo 5 en dos segmentos.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)

 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	----------------

- **Tramo 5A (Progresivas del Km 00 + 000 al 08 + 000, L = 8.00 Km)**, caracterizado por la calicata C-01, con CBR de 10.84%
- Tramo 5B (Progresivas del Km 08 + 000 al 59 + 750, L = 51.75 Km), caracterizado por las calicatas C – 02, C-03 y C-04, con CBR de 30.33%, 27.88% y 51.63% respectivamente. El valor de CBR de diseño será el más conservador de ambos 27.88%.
- Tramo 6: Codo del Pozuzo – Emp. PE – 5N (Progresivas del 00 + 000 al 60 + 240, L = 60.24 Km)

De la tabla 5, se resumen los valores que caracterizan los suelos de acuerdo a las calicatas realizadas por el estudio de suelos.

Tabla 5: Caracterización de la subrasante para el tramo 6

Calicata	Progresiva (Km.)	Muestra m	Clasificación de suelos		Características	
			SUCS	AASHTO	(CBR al 95% de la MDS)	IP
C-01	0+100	0.12-1.51	GM	A-2-4 (0)	13.69	NP
C-02	15+800	0.12-1.55	CL	A-6 (13)	5.99	19.8
C-03	29+200	0.0- 1.53	CL	A-6(6)	7.53	10.4
C-04	45+100	0.00 - 1.50	SM	A-4 (0)	12.31	2.8

Fuente: elaboración propia


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71525
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p>“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p>Diciembre 2013</p>
---	--	---------------------------

En cuanto a la capacidad soporte de la subrasante, sólo registran problemas en la calicata C-02, habiéndose obtenido un valor de CBR de 5.99%.

- En este tramo, existen problemas de suelos arcillosos, con IP que varían entre 10.4 y 19.8. Se requiere realizar una estabilización de la subrasante para reducir el IP a valores inferiores a 10.
- Debido a que no se tienen suficientes datos para realizar el percentil 75%, se adopta como CBR de diseño de: 10% al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor Modificado. Se establece que el mejoramiento con PROES, planteado en 6.1 b logra al menos llegar a 10%, Progresivas Km 08 + 000 al 37 + 000.

Todos los materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas del EG 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Sección 403 (destacando la información de las tablas: 403 – 01, 403 – 02, 403 – 03 y 403 – 04).

4.3 Caracterización de las Sub Bases Granulares (Tramos 1 B – 1, 1 B – 2, 3, 4, 5 A, 5 B y 6)

Para que un material sea aceptado apto como Sub Base Granular, se deberán satisfacer, entre otras características, los siguientes requisitos de calidad:

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71513
JEFE DE PROYECTO

 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

- } Límite Líquido : 35% máximo.
- Índice de Plasticidad : 4 - 9
- CBR : 40% mínimo referido al 100% de la MDS y una penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

Todos los materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas del EG 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

En la tabla 6 se describen las propiedades principales de las canteras sugeridas para emplear en la consolidación de los diseños de pavimentos propuestos. Debe notarse que por recomendaciones de la International Slurry Surfacing Association (ISSA, por sus siglas en inglés), en su guía de recomendaciones para el buen comportamiento del Slurry Seal con emulsión asfáltica, documento A 105, **todo agregado utilizado en esta mezcla debe ser 100% triturado y debe ser de tipo III, ver tabla 6**

Tabla 6: Granulometrías especificadas por International Slurry Surfacing Association (ISSA)

SIEVE SIZE	TYPE I PERCENT PASSING	TYPE II PERCENT PASSING	TYPE III PERCENT PASSING	STOCKPILE TOLERANCE FROM THE MIX DESIGN GRADATION
3/8 (9.5 mm)	100	100	100	
# 4 (4.75 mm)	100	90 - 100	70 - 90	± 5%
# 8 (2.36 mm)	90 - 100	65 - 90	45 - 70	± 5%
# 16 (1.18 mm)	65 - 90	45 - 70	28 - 50	± 5%
# 30 (600 um)	40 - 65	30 - 50	19 - 34	± 5%
# 50 (330 um)	25 - 42	18 - 30	12 - 25	± 4%
#100 (150 um)	15 - 30	10 - 21	7 - 18	± 3%
#200 (75 um)	10 - 20	5 - 15	5 - 15	± 2%

Fuente: ISSA A 105

ING. LUIS ALFONSO LLANUZA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

Tabla 7: Canteras recomendadas

Canteras**TRAMO 01**

Cantera N°	Progresiva	SUCS	AASHTO	Uso Propuesto
CA-01 A	00+000	GM	A-1-a(0)	Mezcla Asfáltica en Caliente (MAC)
CA-04	55+300	SM-SC	A-1-a(0)	Slurry Seal & Subbase
CA-05	48+600	GP-GC	A-1-a(0)	Base
CA-06	8+000	GC	A-2-4(0)	Base
CA-01	96+200	GC	A-2-4(0)	Afirmado
CA-07	25+000	GC	A-2-4(0)	Afirmado

Las canteras 1 y 7 pueden servir para afirmado

TRAMO 03

Cantera N°	Cantera	SUCS	AASHTO	Uso Propuesto
CA-01	Churumazú	SW	A1-a(0)	Concreto y Slurry Seal
CA-02	San Pedro	GM-GW	A1-a(0)	Afirmado
CA-03	San Carlos	GM-GP	A1-a(0)	Afirmado
CA-04	San José	GC	A-2-4(0)	Subbase
CA-05	Ranchería	SW	A1-a(0)	Subbase
CA-06	San Luis	SM	A1-a(0)	Afirmado

Las canteras 2, 3 y 5 pueden servir para afirmado

TRAMO 04

Cantera N°	Cantera	SUCS	AASHTO	Uso Propuesto
CA-01	Ajospampa	SW	A1-a(0)	Subbase
CA-02	San Pedro	GM-GW	A1-a(0)	Afirmado



MARIO RAFAEL JESÚS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

 2013-TP-DP-001	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”			Diciembre 2013
--	---	--	--	-------------------

CA-03	Tunki	GM-GP	A1-a(0)	Afirmado
CA-04	Prusia	GC	A-2-4(0)	Concreto y Slurry Seal

TRAMO 05

Cantera N°	Cantera	SUCS	AASHTO	Uso Propuesto
CA-01	Pozuzo 0+00	GM-GC	A-1-b(0)	Subbase
CA-02	Rio Pozuzo 9+500	GM	A-1-a(0)	Afirmado
CA-03	Rio Pozuzo 55+500	GP - GM	A-1-a(0)	Afirmado
CA-04	Cangrejo 38+300	GW-GC	A-1-a(0)	Concreto y Slurry Seal

TRAMO 06

Cantera N°	Cantera	SUCS	AASHTO	Uso Propuesto
C-1	C-1 (29+200)	CL	A-6 (6)	Afirmado (mezcla)
C-2	SANTA TERESA 32+850	GP	A-1-a(0)	Relleno, piedras
M-1	C-1 (40%)+ C-2 (60%)	GM	A-1-b(0)	Subbase
C-3	PERIPECIA 50+100	SC	A-6(3)	Afirmado (mezcla)
C-4	NUEVO TRUJILLO 64+900	GP	A-1-a(0)	Relleno, piedras
M-2	C-4 (70%) + C-3 (30%)	GW-GC	A-1-a(0)	Subbase

El material chancado para Slurry Seal, será tomado de la calicata 4 del tramo 5

Fuente: Información entregada por el Consorcio Lima

- En las canteras cuyo uso se indica Afirmado, también se consideran las Bases Granulares (Material Procesado), Sub Bases Granulares y Material para Mejoramiento de la Subrasante (Tramo 1B – 1).
- El material granular utilizado en el Slurry Seal debe ser 100% material procesado (triturado).


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

<p>FLUJO LIBRE  2013-TP-DP-001</p>	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO"</p>	<p>Diciembre 2013</p>
--	--	-----------------------

5.- ESTUDIO DE TRÁNSITO

En la tabla 8, se presentan los aforos vehiculares contabilizados y proyectados, insumo necesario para el cálculo de los espesores de las soluciones básicas.


ING. LUIS ALFONSO MILANEZ TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

Tabla 8

Tramos	Sub Tramos	Denominación	Año	Total IMD Anual
1	01.A	E-01 (Pte Rancho - prog. 00+50)	2014	770
			2019	941
			2,024	1,051
	01.B	E-04 (Santa Rosa/Monobamba - Prog. 80+400)	2014	9
			2019	13
			2,024	14
3	3.1	E-05 (Oxapampa - Prog. 00+050)	2014	378
			2019	453
			2,024	496
4	4	E-08 (Pozuzo - Prog. 73+630)	2014	63
			2019	89
			2,024	96
5	5	E-09 (Codo Pozuzo - Prog. 133+390)	2014	38
			2019	83
			2,024	92
6	6	E-10 (Sta Rosa Yanayacu - Prog. 193+490)	2014	31
			2019	68
			2,024	75

Fuente: Ing. Paúl Orellana, para el Consorcio Lima.


MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

6.- DISEÑO ESTRUCTURAL

PROVIAS NACIONAL, recomienda una recarga de afirmado caracterizado con un CBR de 40%, IP entre 4 y 9, y espesor de 15 centímetros para los tramos: 1A, 1B-1, 1B-2, 5A, 5B y 6, antes de la construcción de los

diseños que en este estudio se especifican. Para los tramos restantes: 3 y 4 la recarga de material será de 10 centímetros.

A continuación se explican los parámetros de diseño para la Metodología AASHTO 93:


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 7150
 JEFE DE PROYECTO

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	----------------

6.1 Parámetros de diseño

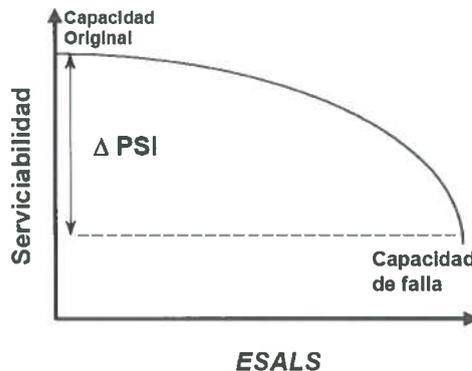
A continuación se detallan los parámetros empleados para el cálculo de espesores:

a) Serviciabilidad

La metodología de diseño AASHTO 93 predice el porcentaje de pérdida de servicialidad, para niveles de tránsito y cargas por eje.

- La Servicialidad inicial = 3.5, es la sugerida para los pavimentos con bajo volumen de tránsito (Salvo para el Tramo 1 A, que no puede ser una solución básica por el volumen de tránsito, se considera $S_o = 4.2$)
- La Servicialidad final = 2.0 es la que se considera para el proyecto en los términos de referencia

Esquema 1: Variación de Serviciabilidad



Fuente: AASHTO 93


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

b) Suelo (CBR – Módulo de Resiliencia)

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

- El estudio de suelos indica los valores de CBR y Módulo de Resiliencia (Mr) calculados en la Tabla 9.
- El Módulo de Resiliencia, es calculado con la fórmula de correlación utilizada por PROVIAS NACIONAL en la conservación de pavimentos.
- $Mr = 2,500 * CBR^{0.64}$ (Mr en psi)

Tabla 9: CBR y Mr por tramos

Tramos	CBR (%) al 95%	Mr (Mpa)
1A	18.35	16,094
1B1	10.00	10,913
1B2	13.82	13,423
3	14.70	13,964
4	23.14	18,669
5A	10.84	11,491
5B	27.88	21,034
6	10.00	10,913


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO

Fuente: elaboración propia


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Notar que debido a que los suelos tienen IP > 10, se debe mejorar la subrasante en los tramos 1 A, 1B – 1, 1B - 2 y 6, para garantizar que el IP sea siempre menor a 10 y el CBR de diseño sea mayor o igual a 10%

- **Para el caso del tramo 1A (Parcialmente tomado desde la Progresiva Km 53 + 000 al 60 + 000) y 1B – 1 (Progresiva Km 60 + 000 al 67 + 000)**, debido a la información registrada en la calicata C – 06, con CBR de 4.97% e Índice Plástico de 16.6, se debe corroborar la existencia de suelos plásticos en sus reales dimensiones: Longitud y Profundidad, con la finalidad de realizar el **reemplazo de suelo** respectivo. En el presente estudio se considera reemplazar el suelo hasta una profundidad de 1.0 metro, con material existente de CBR > 10% e Índice Plástico < 10 (Coeficiente Estructural > 0.021 1/cm). Para fines de presupuesto se debe considerar una longitud de 14 Kilómetros,

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="right">Diciembre 2013</p>
--	--	---

desde la Progresiva Km 53 + 000 al 67 + 000, esta longitud debe ser corroborada en campo.

- **Para el caso de los tramos 1A (Parcialmente tomado desde la Progresiva Km 38 + 000 al 53 + 000), 1B – 2 (Progresivas Km 85 + 000 al 100 + 000) y 6 (Progresivas Km 08 + 000 al 37 + 000)**, debido a la información registrada en las calicatas correspondientes, se debe estabilizar el suelo de fundación.

Para el reemplazo del suelo en lo que corresponde a los tramos 1A, 1 B – 1, se debe tomar material afirmado local con CBR > 10% e IP < 10

Para la estabilización mencionada en los tramos 1 A, 1B – 2 y 6, se sugieren dos alternativas de estabilización de acuerdo a la experiencia de PROVIAS NACIONAL:

- **Estabilización con 6% de cal, 20 centímetros de profundidad.**


ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

La cal puede estabilizar permanentemente el suelo fino empleado como una subrasante o subbase, para crear una capa con un valor estructural significativo en el sistema del pavimento. Los suelos tratados pueden ser del lugar (subrasante) o bien, de materiales de préstamo. La estabilización de la subrasante por lo general implica mezcla en el lugar y generalmente requiere la adición de cal de 3 a 6 por ciento en peso del suelo seco. Cuando se añaden las cantidades adecuadas de cal y agua, el pH del suelo aumenta rápidamente arriba de 10.5, lo que permite romper las partículas de arcilla. La determinación de la cantidad de cal necesaria es parte del proceso de diseño y

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
--	--	--

se estima por pruebas como las especificadas en ASTM D6276. Se liberan la sílice y la alúmina y reaccionan con el calcio de la cal para formar hidratos de calcio-silicatos (CSH) e hidratos de calcio-aluminatos (CAH). CSH y CAH que son productos cementantes similares a aquellos formados en el cemento de Portland. Ellos forman la matriz que contribuye a la resistencia de las capas de suelo y a reducir el IP, que es el objetivo principal para los tramos 1A, 1B - 2 y 6.

➤ **Estabilización con un aditivo químico Tecnología PROES**

Otra alternativa recomendada es emplear el suelo de la subrasante, considerando que los suelos de los tramos 1A, 1B - 2 y 6 son suelos finos plásticos y suelos granulares con finos, para poder estabilizarlos. Se debe realizar con un espesor de **20 centímetros**, tomando en cuenta el siguiente procedimiento:

- Utilización de 2 bolsas de cemento por metro lineal de carretera.
- Adicionar 0.50 litros de aditivo líquido **PROES** por cada metro cúbico de material compactado.
- El procedimiento constructivo es el siguiente: (01) Escarificar la superficie de la zona, removerla y mezclarla tratando de que sea lo más uniforme posible. (02) Preparar 20 centímetros de espesor adicionando el cemento y volviendo a mezclar. (03) Proceder a compactar el terreno, humedeciéndolo


 ING. LUIS ALFONSO V. GRANDE TORRES
 CIP 71595
 JEFE DE PROYECTO

Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP 79290

 <p>FLUJO LIBRE</p> <p>2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
---	--	--

con agua que contiene la dosis de aditivo PROES (óptimo de agua de proctor modificado).

- Dejar 05 días para que el cemento y aditivo actúen.
- Al sexto día continuar con el proceso de compactación al 95%
- Se adjunta, adicionalmente, especificación técnica del aditivo PROES para bases tratadas.

c) Tránsito (ESAL)

En el funcionamiento estructural de las capas de la estructura del pavimento influyen: el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos. La demanda o volumen de tráfico (IMDA), requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. En tal sentido, la metodología de diseño AASHTO 93 integra el parámetro del tiempo, indirectamente con el tránsito acumulado. Un eje equivalente (EE) refleja el efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 toneladas de peso, con neumáticos a presión de 80 libras/pulg².

ING. LUIS ALFONSO ESCOBAR TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Consideraciones

El tránsito, en el manual de diseño de caminos pavimentados de bajo volumen de tránsito, ha sido clasificado en rangos de número de repeticiones de ejes equivalentes. El volumen existente en el tramo, IMDA considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos. Este volumen de demanda tiene una composición de distintos tipos de vehículos, según los diversos tramos viales.

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p>“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p>Diciembre 2013</p>
--	--	---------------------------

Dado que el proyecto no cuenta con información censal de pesos por ejes, el Manual propone el empleo de los siguientes factores de equivalencia:

Tabla 10: Ejes equivalentes adoptados

Clase de vehículo	Eje equivalente (EE _{2,2,10})
Bus (de 2 o 3 ejes)	1.850
Camión ligero (2 ejes)	1.150
Camión mediano (2 ejes)	2.750
Camión pesado (3 ejes)	2.000
Camión articulado (> 3 ejes)	4.350
Auto o vehículo ligero	0.0001

Fuente: Manual de Camino Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito MTC. Sección 5.5 ítem f

El carril de diseño del pavimento de una carretera de dos sentidos, considera solo el 50% del IMDA por sentido. Sin embargo, esto no se cumple en proyectos como este, pues no se cumplen los anchos para que el pavimento sea “dos sentidos independientes” propiamente dicho y se reparta el tránsito entre dos. Se asume $F_d = 0.5$ en coordinación con PROVIAS NACIONAL.

Calculo de los Ejes Equivalentes por tramos

Tramo 1A

- Ejes equivalentes a 5 años: 1'023,920
- Ejes equivalentes a 10 años: 2'240,010

Tabla 11

ING. LUIS ALFONSO... TORRES
CIP 7151
JEFE DE PROYECTO

 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS
"MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO"

Diciembre 2013

CALCULO DE ESAL TRAMO 1 A												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TIPO DE VEHICULO	CONTEO	DESVIADOS	GENERADOS	IMD (A+B+C)	ANUAL (Ex365)	F _{eq}	F _d	% DE CRECIMIENTO	FR= ((1+i) ⁵ - 1)/i	FR= ((1+i) ¹⁰ - 1)/i	ESAL 5	ESAL 10
LIGEROS	444		44	488	178,268	0.00010	0.5	1.10%	5.11	10.51	45.56	93.68
BUSES	6		1	7	2,409	1.85000	0.5	3.50%	5.36	11.73	11,949.32	26,141.36
C2	165		17	182	66,248	2.75000	0.5	3.50%	5.36	11.73	488,468.69	1,068,616.27
C3	80		6	86	32,120	2.00000	0.5	3.50%	5.36	11.73	172,242.40	376,812.35
C4	19		2	21	7,629	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	88,973.97	194,647.13
8X4	6		1	7	2,409	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	28,097.04	61,487.51
T2S1	1		0	1	402	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	4,682.84	10,244.59
T2S2	2		0	2	803	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	9,365.68	20,489.17
T2Se2	3		0	3	1,205	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	14,048.52	30,733.78
T2S3	5		1	6	2,008	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	23,414.20	51,222.93
T2Se3	4		0	4	1,606	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	18,731.36	40,978.34
T3S1	1		0	1	402	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	4,682.84	10,244.59
T3S2	1		0	1	402	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	4,682.84	10,244.59
T3Se2	2		0	2	803	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	9,365.68	20,489.17
T3S3	5		1	6	2,008	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	23,414.20	51,222.93
T3Se3	4		0	4	1,606	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	18,731.36	40,978.34
C2R2	0		0	0	-	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
C2R3	1		0	1	402	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	4,682.84	10,244.59
C3R2	4		0	4	1,606	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	18,731.36	40,978.34
C3R3	6		1	7	2,409	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	28,097.04	61,487.51
C3R4	0		0	0	-	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
C4R2	3		0	3	1,205	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	14,048.52	30,733.78
C4R3	5		1	6	2,008	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	23,414.20	51,222.93
4XR2	0		0	0	-	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
4XR3	3		0	3	1,205	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	14,048.52	30,733.78
SUMA TOTAL DE ESAL											1,023,919.00	2,240,007.58

Fuente: elaboración propia basada en el estudio de tránsito.

UISAL-FONSO VILLARUEJA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

Tramo 1B

- Ejes equivalentes a 5 años: 10,500
- Ejes equivalentes a 10 años: 23,000



MARIO RAFAEL JESÚS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Tabla 12

CALCULO DE ESAL TRAMO 1 B												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TIPO DE VEHICULO	CONTEO	DESVIADOS	GENERADOS	IMD (A+B+C)	ANUAL (Ex365)	F _{eq}	F _d	% DE CRECIMIENTO	FR= ((1+i) ⁵ - 1)/i	FR= ((1+i) ¹⁰ - 1)/i	ESAL 5	ESAL 10
LIGEROS	6		2	8	2,847	0.00010	0.5	1.10%	5.11	10.51	0.73	1.50
BUSES	0		0	0	-	1.85000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
C2	3		1	4	1,424	2.75000	0.5	3.50%	5.36	11.73	10,496.02	22,962.00
C3	0		0	0	-	2.00000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
C4	0		0	0	-	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
SUMA TOTAL DE ESAL											10,496.75	22,963.50

Fuente: elaboración propia basada en el estudio de tránsito

Tramo 3

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

- Ejes equivalentes a 5 años: 156,900
- Ejes equivalentes a 10 años: 343,240

Tabla 13

CALCULO DE ESAL TRAMO 3												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TIPO DE VEHICULO	CONTEO	DESVIADOS	GENERADOS	IMD (A+B+C)	ANUAL (Ex365)	F _{eq}	F _d	% DE CRECIMIENTO	FR= ((1+i) ⁵ - 1)/i	FR= ((1+i) ¹⁰ - 1)/i	ESAL 5	ESAL 10
LIGEROS	328		33	381	131,873	0.00010	0.5	1.10%	5.11	10.51	33.70	69.30
BUSES	2		0	2	806	1.85000	0.5	3.50%	5.36	11.73	3,995.78	8,741.51
C2	20		2	22	8,058	2.75000	0.5	3.50%	5.36	11.73	59,396.72	129,941.38
C3	15		2	17	6,042	2.00000	0.5	3.50%	5.36	11.73	32,398.21	70,877.12
C4	13		1	14	5,236	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	61,070.62	133,603.37
SUMA TOTAL DE ESAL											156,895.03	343,232.68

Fuente: elaboración propia basada en el estudio de tránsito


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71565
 JEFE DE PROYECTO




 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Tramo 4

- Ejes equivalentes a 5 años: 38,810
- Ejes equivalentes a 10 años: 84,910

Tabla 14

CALCULO DE ESAL TRAMO 4												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TIPO DE VEHICULO	CONTEO	DESVIADOS	GENERADOS	IMD (A+B+C)	ANUAL (Ex365)	F _{eq}	F _d	% DE CRECIMIENTO	FR= ((1+i) ⁵ - 1)/i	FR= ((1+i) ¹⁰ - 1)/i	ESAL 5	ESAL 10
LIGEROS	50		15	65	23,725	0.00010	0.5	1.10%	5.11	10.51	6.06	12.47
BUSES	0		0	0	-	1.85000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
C2	6		2	8	2,847	2.75000	0.5	3.50%	5.36	11.73	20,992.04	45,924.00
C3	7		2	9	3,322	2.00000	0.5	3.50%	5.36	11.73	17,811.43	38,965.82
C4	0		0	0	-	4.35000	0.5	3.50%	5.36	11.73	-	-
SUMA TOTAL DE ESAL											38,809.54	84,902.29

Fuente: elaboración propia

Tramo 5

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	----------------

- Ejes equivalentes a 5 años: 74,480
- Ejes equivalentes a 10 años: 162,940

Tabla 15

CALCULO DE ESAL TRAMO 6

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TIPO DE VEHICULO	CONTEO	DESVIADOS	GENERADOS	IMD (A+B+C)	ANUAL (Ex365)	Fq	Fd	% DE CRECIMIENTO	FR= ((1+i) ⁵ - 1)/i	FR= ((1+i) ¹⁰ - 1)/i	ESAL 5	ESAL 10
LIGEROS	24		24	48	17,520	0.00010	0.5	1.10%	5.11	10.51	4.48	9.21
BUSES	0		0	0	-	1.85000	0.5	3.50%	5.38	11.73	-	-
C2	4		4	8	2,920	2.75000	0.5	3.50%	5.38	11.73	21,530.30	47,101.54
C3	7		7	14	5,110	2.00000	0.5	3.50%	5.38	11.73	27,402.20	59,947.42
C4	3		3	6	2,190	4.35000	0.5	3.50%	5.38	11.73	25,542.77	55,879.58
SUMA TOTAL DE ESAL											74,479.74	162,937.73

Fuente: elaboración propia


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Tramo 6

- Ejes equivalentes a 5 años: 48,936
- Ejes equivalentes a 10 años: 107,100

Tabla 16

CALCULO DE ESAL TRAMO 6

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
TIPO DE VEHICULO	CONTEO	DESVIADOS	GENERADOS	IMD (A+B+C)	ANUAL (Ex365)	Fq	Fd	% DE CRECIMIENTO	FR= ((1+i) ⁵ - 1)/i	FR= ((1+i) ¹⁰ - 1)/i	ESAL 5	ESAL 10
LIGEROS	20		20	40	14,800	0.00010	0.5	1.10%	5.11	10.51	4	8
BUSES	0		0	0	-	1.85000	0.5	3.50%	5.38	11.73	0	0
C2	4		4	8	2,920	2.75000	0.5	3.50%	5.38	11.73	21,530	47,102
C3	7		7	14	5,110	2.00000	0.5	3.50%	5.38	11.73	27,402	59,947
C4	0		0	0	-	4.35000	0.5	3.50%	5.38	11.73	0	0
SUMA TOTAL DE ESAL											48,936	107,057

Fuente: elaboración propia

	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="right">Diciembre 2013</p>
---	--	---

d) Confiabilidad ®

El valor de Confiabilidad indicado por los términos de referencia Concurso Público N° 0031 – 2012 – MTC/20, es de 90%. Sin embargo, por la naturaleza de la vía, se ha planteado utilizar una confiabilidad de 65% para todos los diseños.

e) Desviación estándar (S)

Parámetro asociado a la desviación estándar en la predicción del tránsito y comportamiento del pavimento.

La guía AASHTO recomienda adoptar So: 0.45 para una construcción nueva.

6.2 Número estructural calculados por AASHTO 93

Para el cálculo de los espesores se ha empleado el software de diseño estructural WinPas, elaborado por la American Concrete Pavement Association (ACPA, por sus siglas en inglés).

ING. LUIS ALFONSO MALLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Los valores del número estructural requerido (SN), por tramo de estudio y periodo de diseño, se presentan en los anexos de diseño correspondientes. Notar que, para valores que superen las 350,000 repeticiones, el SN se calcula con una Serviciabilidad Inicial 4.2, debido a que se considera Carpeta Asfáltica MAC PEN 60/70 (esto sólo ocurre para el tramo 1 A). El resto será con Serviciabilidad Inicial 3.5

Los Coeficientes Estructurales y Coeficientes de Drenaje empleados para las soluciones básicas corresponden a los del Cuadro 5.6.3 “Aporte Estructural de

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="right">Diciembre 2013</p>
--	--	---

las Capas Componentes del Pavimento” del Manual de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” del MTC (2008). Ver tabla 17.

Tabla 17: Coeficientes Estructurales

Tipo de Capa	CE	Unidade	Cd
Carpeta Asfáltica PEN 60/70	0.165	1/cm	1
Base Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.135	1/cm	0.9
Base Estabilizada Cemento	0.120	1/cm	0.9
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.100	1/cm	0.9
Subbase Estabilizada Cemento	0.090	1/cm	0.9
Base Granular (CBR 80%)	0.043	1/cm	0.9
Subbase Granular (CBR 40%)	0.039	1/cm	0.9

Fuente: PROVIAS NACIONAL.

7.- ALTERNATIVAS TÉCNICAS

- Todos los diseños están descritos en la tabla 18.
- Los valores de espesor mínimo por razones constructivas son: Diez (10) centímetros para las Bases y Sub Bases Granulares Estabilizadas y Quince (15) centímetros para las Bases y Sub Bases Granulares.
- En coordinación con PROVIAS NACIONAL, se incluye recarga de Afirmado CBR > 40%, IP entre 4 y 9, espesor de 10 centímetros para los tramos 3 y 4. Los demás tramos tendrán una recarga de 15 centímetros.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)

Página 27

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="right">Diciembre 2013</p>
--	--	---

- Para el Tramo 3 se considera un afirmado existente caracterizado con un CBR 40% de 25 centímetros de espesor, especificado previamente en un estudio complementario entregado por PROVIAS NACIONAL.
- Para el Tramo 4 se considera un afirmado existente caracterizado con un CBR 40% de 15 centímetros de espesor, especificado previamente en un estudio complementario entregado por PROVIAS NACIONAL.
- Notar que en el AÑO CERO se colocará un Mortero Asfáltico SBS de 1 centímetro y se complementará en al AÑO CINCO con 1 centímetro de Mortero Asfáltico SBS adicional.
- Solo para fines de costeo considerar:
 - Contenido de Cemento Pórtland Tipo I: **3.5% en peso**, para la estabilización de bases y subbases granulares.
 - Contenido de Emulsión Asfáltica de rotura lenta: **6.5% en relación al peso de los agregados**, para la estabilización de bases y subbases.(contenido aproximado acorde con el Método de Duriez)
 - Contenidos para el Mortero Asfáltico:
 - ✓ Arena gruesa 1 [m3], Tipo III ISA
 - ✓ Agua potable 50 [gal]
 - ✓ Filler (cemento Portland tipo I) 20 [Kg]
 - ✓ Emulsión Asfáltica Rotura lenta (CSS). 65 [gal]
 - ✓ Polímeros SBS 3%



 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO

8.- CONCLUSIONES


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”	Diciembre 2013
---	---	-------------------

- Todos los tramos deberán recargarse con material granular de CBR > 40% e IP entre 4 y 9. Los tramos 3 y 4 tendrán una recarga de 10 centímetros, el resto de tramos tendrá de 15 centímetros. Esta recarga está especificada por recomendación de PROVIAS NACIONAL, debido a que se requiere mantener las condiciones de transitabilidad de los tramos antes de la intervención especificada en este informe.
- En el Tramo 1 A, debido a que los Ejes Equivalentes (ESALS), que reporta en estudio de tránsito son bastante altos, no se puede diseñar como una solución básica. Se ha especificado una MAC PEN 60/7 de 5 centímetros.
- La solución de Mortero Asfáltico SBS (Slurry Seal) contempla la colocación de: 1 centímetro en el Año CERO y reposición de 1 centímetro en el Año CINCO.
- El mortero asfáltico que se aplicará debe estar tratado con polímeros SBS. La emulsión debe ser estable y de rotura lenta. **La piedra es 100% chancada en este caso, tipo III.** Es necesario la aplicación de los polímeros debido a las exigencias climáticas del proyecto.
- En coordinación con PROVIAS NACIONAL, se ha empleado un Factor de Distribución de vehículos por sentido de 0.5.
- Por la experiencia indicada por PROVIAS NACIONAL, se ha considerado coeficientes estructurales de 0.100 para las Subbases Tratadas con Emulsión Asfáltica y 0.090 para las Subbases Tratadas con Cemento Portland. Estos coeficientes, complementan los presentados en el Manual de Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito del MTC.
- Un punto a tomar en cuenta es el So tomado como 3.5 para todos los tramos con excepción de 1A. Esto hace más exigente el pavimento, que va de 3.5 a 2 en la pérdida de serviciabilidad. El IRI inicial estimado es de 3 m / Km en este caso.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)

Página 29

<p>FLUJO LIBRE  2013-TP-DP-001</p>	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv.CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO"</p>	<p>Diciembre 2013</p>
--	--	-----------------------

- Se adjunta especificación técnica de estabilizador de suelos recomendado PROES ®
- Por razones constructivas, se establece valor mínimo de espesor para bases y subbases estabilizadas de 10 centímetros y para bases y subbases granulares de 15 centímetros.
- Se adjuntan las hojas Excel de cálculo.


ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

**CUADRO RESUMEN
PROPUESTA DE PAVIMENTO
Alternativa N° 01**

Estudio de pre inversión a nivel de Perfil Denominado Mejoramiento de la Carretera Dv. Chaglla – Pozuzo – Oxapampa y Empalme PE-18-B – Rio Codo – Codo de Pozuzo – Emp. PE-5N (Puerto Inca) Por Niveles de Servicio.

Tramo	Progresiva	Sub tramo	CBR	ESALS 10 años	L (Km)	Paquete Estructural propuesto por Contratista conservador en Plan de conservación Vial
IA Puente Rancho – Chaglla	Km 0+000 - Km 60+000	---	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Rutinario (No forma parte de la Inversión)
IB Chaglla – Monopampa	Km 60+000 - Km 85+000	Km 60+000 – Km 85+000	10.00	23,000	25.00	<ul style="list-style-type: none"> Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =12 cm (dosificación en peso 2%). Coefic Estructural > 0.17/pulg. Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad Subrasante: Reemplazo e = 1.0 m de suelo con material granular CBR > 10% e IP < 10 entre las Progresivas Km 60 + 000 al 67 + 000 Escarificado (e = 5cm), Reconformación y Recarga de Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e = 6cm (dosificación en peso 2%), aplicado al 4° y 8° año.
		Km 85+000 – Km 103+400	13.82	23,000	18.40	<ul style="list-style-type: none"> Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =12 cm (dosificación en peso 2%). Coefic Estructural > 0.17/pulg. Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad Subrasante: Suelo Estabilizado con Aditivo PROES e = 20 cm entre las Progresivas Km 85 + 000 al 100 + 000. Escarificado (e = 6cm), Reconformación y Recarga de Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e = 6cm (dosificación en peso 2%), aplicado al 4° y 8° año.
II Monopampa – Puente Choropampa	Km 00+000 - Km 76+122	76.12	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Rutinario (No forma parte de la Inversión)
III (*) Oxapampa - Huancabamba	Km 00+000 - Km 23+990		14.70	547,769	23.99	<ul style="list-style-type: none"> Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año cero) Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año Cuatro). Se aplicará en sectores que se requiera, en un área máxima de 60% del total, previa evaluación del Ing. Supervisor. Sub Base Granular estabilizada con Emulsión Asfáltica e =15 cm Recarga de Afirmado e = 10 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad Sub Base Granular e =25 cm (especificada en otro estudio complementario y que se prevé encontrar en condiciones adecuadas antes de iniciar las recargas y demás capas de diseño)
IV (*) Huancabamba - Pozuzo	Km 00+000 - Km 49+640		23.14	176,077	49.64	<ul style="list-style-type: none"> Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año cero) Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año Cuatro) Sub Base Granular estabilizada con Emulsión Asfáltica e =12 cm Recarga de Afirmado e = 10 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad Sub Base Granular e =15 cm (especificada en otro estudio complementario y que se prevé encontrar en condiciones adecuadas antes de iniciar las recargas y demás capas de diseño)
V (**) Pozuzo – Codo del Pozuzo (**)	Km 00+000 - Km 59 + 750	Km 00+000 – km 08+000	10.84	101,000	8.00	<ul style="list-style-type: none"> Material Granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =15 cm (dosificación en peso 2%). Coefic Estructural > 0.17/pulg. Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad. Escarificado (e = 5cm), Reconformación y Recarga de Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e = 5cm (dosificación en peso 2%), aplicado al 4° y 8° año.
		Km 08+000 – km 59+750	27.88	101,000	51.75	<ul style="list-style-type: none"> Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =10 cm (dosificación en peso 2%). Coefic Estructural > 0.17/pulg. Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad. Escarificado (e = 5cm), Reconformación y Recarga de Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e = 5cm (dosificación en peso 2%), aplicado al 4° y 8° año.
VI (**) Codo del Pozuzo – Emp. PE – 5N (**)	Km 00+000 - Km 60+240		10.00	82,400	60.24	<ul style="list-style-type: none"> Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =15 cm (dosificación en peso 2%). Coefic Estructural > 0.17/pulg. Recarga de Afirmado e = 10 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad Subrasante: Suelo Estabilizado con Aditivo PROES e = 20 cm entre las Progresivas Km 08 + 000 al 37 + 000. Escarificado (e = 5cm), Reconformación y Recarga de Material Granular (Sub Base) estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e = 6cm (dosificación en peso 2%), aplicado al 4° y 8° año.

Nota

- (*) De acuerdo a los nuevos Conteos de tráfico (Promediados con los conteos de OPP) en los tramos III y IV, remitidos por la especialista correspondiente de la UGC; los IMDa y ESALs de diseño han aumentado significativamente, por lo que se ha procedido a recalculer los espesores de solución básica.
- (**) De acuerdo a los nuevos porcentajes de Tráficos generados en los tramos V y VI, remitidos por la especialista correspondiente; los IMDa y ESALs de diseño son valores muy bajos, por lo que se ha reevaluado la propuesta de solución básica, llegando a un estabilizado del material granular sin revestimiento. Esto también se acordó en Reunión indicada en el párrafo anterior.

NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

**CUADRO RESUMEN
PROPUESTA DE PAVIMENTO
Alternativa N° 02**

Estudio de pre inversión a nivel de Perfil Denominado Mejoramiento de la Carretera Dv. Chaglla – Pozuzo – Oxapampa y Empalme PE-18-B – Rio Codo – Codo de Pozuzo – Emp. PE-5N (Puerto Inca) Por Niveles de Servicio.

Tramo	Progresiva	Sub tramo	CBR	ESALS 10 años	L (Km)	Paquete Estructural propuesto por Contratista conservador en Plan de conservación Vial
IA Puente Rancho – Chaglla	Km 0+000 - Km 60+000		18.35	2'240,010	60.00	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Rutinario (No forma parte de la Inversión)
IB Chaglla – Monopampa	Km 60+000 - Km 103+400	Km 60+000 – Km 85+000	10.00	23,000	25.00	<ul style="list-style-type: none"> • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año cero) • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año Cuatro) • Sub Base Granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =17 cm. (Dosificación 2% en peso). • Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad • Subrasante: Reemplazo e = 1.0 m de suelo con material granular CBR > 10% e IP < 10 entre las Progresivas Km 60 + 000 al 67 + 000
		Km 85+000 – Km 103+400	13.82	23,000	18.40	<ul style="list-style-type: none"> • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año cero) • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año Cuatro) • Sub Base Granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =15 cm. (Dosificación 2% en peso). • Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad • Subrasante: Suelo Estabilizado con Aditivo PROES e = 20 cm entre las Progresivas Km 85 + 000 al 100 + 000
II Monopampa – Puente Choropampa	Km 00+000 - Km 76+122		76.12	—	—	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento Rutinario (No forma parte de la Inversión)
III Oxapampa - Huancabamba	Km 00+000 - Km 23+990		14.70	547,769	23.99	<ul style="list-style-type: none"> • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año cero) • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año Cuatro) • Sub Base Granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =22 cm. (Dosificación 2% en peso). • Recarga de Afirmado e = 10 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad • Sub Base Granular e =25 cm (especificada en otro estudio complementario y que se prevé encontrar en condiciones adecuadas antes de iniciar las recargas y demás capas de diseño)
IV Huancabamba - Pozuzo	Km 00+000 - Km 49+640		23.14	176,077	49.64	<ul style="list-style-type: none"> • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año cero) • Slurry Seal e=1.0 cm con Emulsión Asfáltica de Rotura Lenta CSS-1 y Polímeros SBS, agregado 100% triturado. (Año Cuatro) • Sub Base Granular estabilizada con Cemento Portland Tipo I, e =17 cm. (Dosificación 2% en peso). • Recarga de Afirmado e = 10 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. - Transitabilidad • Sub Base Granular e =15 cm (especificada en otro estudio complementario y que se prevé encontrar en condiciones adecuadas antes de iniciar las recargas y demás capas de diseño)
V Pozuzo – Codo del Pozuzo (**)	Km 00+000 - Km 59 + 750	Km 00+000 – km 08+000	10.84	101,000	8.00	<ul style="list-style-type: none"> • Material Granular con características de Sub Base, e =20 cm (CBR>50% al 100%MDS y a 0.1" Penetración). • Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. – Transitabilidad. • Escarificado (e=5cm), reconformación y recarga de material granular Sub Base (CBR>50% al 100%MDS y a 0.1" Penetración), aplicado al año 02, 04, 06 y 08. (Mantenimiento Periódico)
		Km 08+000 – km 59+750	27.88	101,000	51.75	<ul style="list-style-type: none"> • Material Granular con características de Sub Base, e =15 cm (CBR>50% al 100%MDS y a 0.1" Penetración). • Recarga de Afirmado e = 15 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. – Transitabilidad. • Escarificado (e=5cm), reconformación y recarga de material granular Sub Base (CBR>50% al 100%MDS y a 0.1" Penetración), aplicado al año 02, 04, 06 y 08. (Mantenimiento Periódico)
VI Codo del Pozuzo – Emp. PE – 5N (**)	Km 00+000 - Km 60+240		10.00	82,400	60.24	<ul style="list-style-type: none"> • Material Granular con características de Sub Base, e =20 cm (CBR>50% al 100%MDS y a 0.1" Penetración). • Recarga de Afirmado e = 10 cm con CBR > 40%, al 100% MDS, 01" Penet. – Transitabilidad. • Escarificado (e=5cm), reconformación y recarga de material granular Sub Base (CBR>50% al 100%MDS y a 0.1" Penetración), aplicado al año 02, 04, 06 y 08. (Mantenimiento Periódico) • Subrasante: Suelo Estabilizado con Aditivo PROES e = 20 cm entre las Progresivas Km 08 + 000 al 37 + 000

Nota

(**) De acuerdo a los nuevos porcentajes de Tráficos generados en los tramos V y VI, remitidos por la especialista correspondiente; los IMDa y ESALs de diseño son valores muy bajos, por lo que se ha reevaluado la propuesta de solución básica, llegando a un estabilizado del material granular sin revestimiento. Esto también se acordó en Reunión indicada en el párrafo anterior.


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71506
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

PROYECTO DE REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO

**DISEÑO DEL PAVIMENTO
METODO AASHTO 1993
SECCION UNICA - Mr CBR de laboratorio
10 AÑOS**

PROYECTO : ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE **SECTOR :** Oxapampa - Huancabamba
PERFIL PARA MEJORAMIENTO CARRETERA
SECCION 1 : "Emp. PE-18A (Puente Rancho) Panoa – Chaglla – Pozuzo – Oxapampa y Empalme PE-18-B -
Río Codo – Codo de Pozuzo – Emp. PE-5N (Puerto Inca)"

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. PROPIEDADES DE MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR ESTABILIZADA (KIP/IN²) 250.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE 18.50

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18) **5.48E+05**
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R) 80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr) -0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So) 0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi) **14.27**
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi) 4.0
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt) 2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años) **10**

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
Concreto Asfáltico (a1) 0.42
Base granular Estab Cemento Portland (a2) 0.18
Subbase (a3) 0.10
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA
Base granular (m2) 0.90
Subbase (m3) 0.90

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{TOTAL})
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO C.A. (SN₁)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO BASE (SN₂)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO S.BASE (SN₃)

SN REQUERIDO
2.19
0.59
1.41

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO :

Alt. Seleccionada	ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)*
	1	2.19	2.18	0	22	22.00
	2	2.19	1.83	2.5	10	22.00

* Afirmado existente

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

PROYECTO DE REHABILITACION Y/O MEJORAMIENTO

DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASHTO 1993 SECCION UNICA - Mr CBR de laboratorio 10 AÑOS

PROYECTO : ESTUDIO DE PREINVERSION A NIVEL DE **SECTOR :** Huancabamba - Pozuzo
PERFIL PARA MEJORAMIENTO CARRETERA
SECCION 1 : "Emp. PE-18A (Puente Rancho) Panao – Chaglla – Pozuzo – Oxapampa y Empalme PE-18-B -
Rio Codo – Codo de Pozuzo – Emp. PE-6N (Puerto Inca)"

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. PROPIEDADES DE MATERIALES

A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR ESTABILIZADA (KIP/IN²) 250.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE 18.50

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18) **1.76E+05**
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R) 70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr) -0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So) 0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRSANTE (Mr, ksi) **19.08**
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi) 4.0
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt) 2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años) 10

3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
Concreto Asfáltico (a1) 0.42
Base granular Estab Cemento Portland(a2) 0.18
Subbase (a3) 0.10
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA
Base granular (m2) 0.90
Subbase (m3) 0.90

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{TOTAL})
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO C.A. (SN₁)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO BASE (SN₂)
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO S.BASE (SN₃)

SN REQUERIDO
1.56
0.36
1.21

ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO :

Alt. Seleccionada	ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)*
	1	1.56	1.62	0	17	15.00
	2	1.56	1.58	2.5	10	15.00

* Afirmado existente

NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

RESUMEN DE ANALISIS DE CANTERAS APROBADAS DEL PROYECTO

TRAMO 01

ITEM	UBICACIÓN	LL	LP	IP	CLASIFICACION		OPT. CONT. HUM. %	CBR AL 100% DE M.D.S.	CBR AL 95% DE M.D.S.	VOL. BRUTO APROX M3	POTENCIA	USO	% PASA MALLA 1"	% PASA MALLA 3/8"	% PASA MALLA N°4	% PASA MALLA N°10	% PASA MALLA N°40	% PASA MALLA N°200
					SUCS	AASHTO												
C-04	55+300	23.8	18.9	4.9	SM-SC	A-1-a (0)	2.27	88.19	56.20	72800	80%	Slurry + Subbase	86.1	72	59.9	46.7	23.7	12.2
C-05	48+600	23	18.6	4.4	GP-GC	A-1-a (0)	2.22	81.04	53.32	85200	70%	Base	90.7	70.5	51.7	37.2	18.5	11.4
C-06	08+000	31.5	22.5	9	GC	A-2-4 (0)	2.21	78.60	48.49	70800	70%	Base	82.8	62.5	44.2	31.7	19	13.7

TRAMO 03

ITEM	NOMBRE	LL	LP	IP	CLASIFICACION		OPT. CONT. HUM. %	CBR AL 100% DE M.D.S.	CBR AL 95% DE M.D.S.	VOL. BRUTO APROX M3	POTENCIA	USO	% PASA MALLA 1"	% PASA MALLA 3/8"	% PASA MALLA N°4	% PASA MALLA N°10	% PASA MALLA N°40	% PASA MALLA N°200
					SUCS	AASHTO												
C-01	23+940	21	NP	NP						15000	80%	Slurry + Subbase	96.24	25.19	1.3			
C-04	21+485	28	22.2	5.8	GM	A-1-a(0)	7.8	60.58	24.06	100000	70%	Subbase	83.3	60.9	48.4	37.2	20.5	13.1
C-05	00+000	21.2	NP	NP						10400	80%	Slurry						

TRAMO 04

ITEM	CANTERA	LL	LP	IP	CLASIFICACION		OPT. CONT. HUM. %	CBR AL 100% DE M.D.S.	CBR AL 95% DE M.D.S.	VOL. BRUTO APROX M3	POTENCIA	USO	% PASA MALLA 1"	% PASA MALLA 3/8"	% PASA MALLA N°4	% PASA MALLA N°10	% PASA MALLA N°40	% PASA MALLA N°200
					SUCS	AASHTO												
C-01	08+750	23.2	19.2	4	GM-GC	A-1-a(0)	8.5	44.14	16.63	67485	90%	Subbase	77.6	54.2	38.9	27.1	14.7	12.2
C-02	15+940									28800	87%	Afirmado						
C-03	18+890	21.2	NP	NP						40780	80%	Afirmado						
C-04	49+639			NP						14526	75%	Slurry						

TRAMO 05

ITEM	UBICACIÓN	LL	LP	IP	CLASIFICACION		HUM. %	DE M.D.S.	M.D.S.	APROX M3	POTENCIA	USO	1"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°200
C-1	00+000	22.5	18.3	4.2	GM-GC	A-1-b(0)	8.6	62.73	31.15	33000	80%	Slurry + Subbase	92.4	68.6	53.8	42.6	25.1	18.5
C-2	09+500	21.3	NP	NP	GM	A-1-a(0)				25000	70%	Subbase						
C-3	38+300	24.1	19.5	4.6	GW-GC	A-1-a(0)	9.2	40.51	20.8	45000	80%	Subbase	87	54.9	41.3	26.2	13.6	8.1
C-4	55+500	19.6	NP	NP	GP - GM	A-1-a(0)				50000	80%	Slurry + Subbase						

TRAMO 06

ITEM	UBICACIÓN	LL	LP	IP	CLASIFICACION		HUM. %	DE M.D.S.	M.D.S.	APROX M3	POTENCIA	USO	1"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°200
C-1	29+200	26.9	16.5	10.40	CL	A-6 (6)				50000	80%	Mezcl						
C-2	32+850	22.18	NP	NP	GP	A-1-a(0)				21300	70%	Mezcl						
M-1	C-1 (40%)+ C-2 (60%)	27.1	22.5	4.6	GM	A-1-b(0)	8.6	47.6	13.78	71300	100%	Subbase	83.3	62.4	50.2	39.5	25.1	18
C-3	50+100	37.2	21.4	15.8	SC	A-6(3)				28210	90%	Mezcl						
C-4	64+900	22.1	NP	NP	GP	A-1-a(0)				12090	90%	Mezcl						
M-2	C-4 (70%) + C-3 (30%)	23	18	5	GW-GC	A-1-a(0)	8.2	50.17	30.3	40300	100%	Subbase	83.1	60.7	46.1	33.8	17.8	11.2

El Slurry Seal se obtiene de la calicata 4 del tramo 5

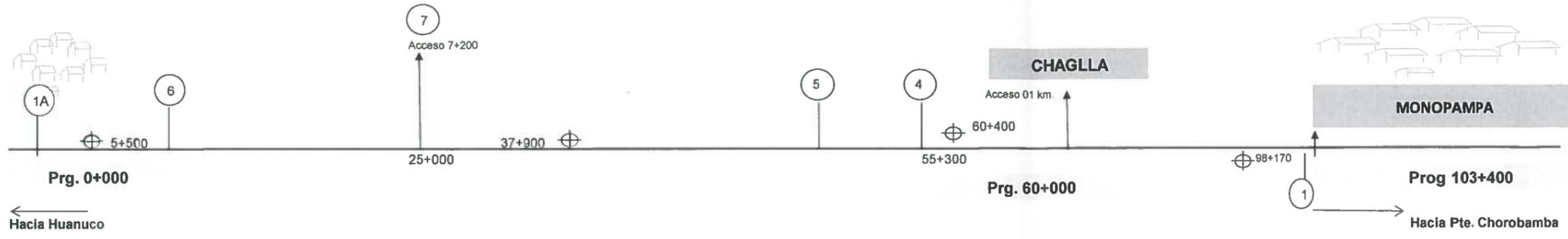

 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. CHAGLLA - POZUZO- OXAPAMPA- Y EMPALME PE-18B-RIO CODO- CODO DEL POZUZO - EMP PE-5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO

TRAMO 1 CHAGLLA (km. 60+0009 - MONOPAMPA 8km. 103+400)



CANTERA 6 Prog: 8+000 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en el km: 08+000 lado izquierdo de la carretera.
Acceso	: L.Derecho. Del eje de la via
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 70,800.00 m ³ P. Utilizable: 49,560.00 m ³ P. Desechable: 21,240.00 m ³
Rendimiento	: para uso 70% Desechable 30%
Analisis de uso	: APROBADO
Uso	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angeles:	: 45.38 % de desgaste

CANTERA 7 Prog: 25+000 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en el km: 25+000 lado Derecho de la carretera en estudio
Acceso	: A 07 km de la via
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 50,200.00 m ³ P. Utilizable: 25,100.00 m ³ P. Desechable: 25,100.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado 50% Desechable 50%
Analisis de uso	: NO APROBADO
Tratamiento	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.

CANTERA 4 Prog: 55+300 L. IZQ	
Ubicación	: Se ubica en el km: 55+300 lado Izq. de la carretera en estudio.
Acceso	: A 01 km de la via
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 72,800.00 m ³ P. Utilizable: 58,240.00 m ³ P. Desechable: 14,560.00 m ³
Rendimiento	: Slurry Seal 60% Afirmado 80% Desechable 20%
Analisis de uso	: APROBADO
Uso	: Slurry Seal y Sub base
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angeles	: 42.33 % de desgaste

Tramo 1 B				43.40 Km	
Tipo de Capa	CE	Cd	Espesor (cm)		
Mortero Asfáltico modificado SBS	-	-	1		
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.100	0.9	15		

CANTERA 1 Prog: 96+200 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en el km: 96+200 lado Derecho de la carretera en estudio.
Acceso	: L.Derecho. del eje de la via.
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 44,236.00 m ³ P. Utilizable: 30,000.00 m ³ P. Desechable: 14,236.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado 65% Desechable 25%
Analisis de uso	: NO APROBADO
Tratamiento	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.

CANTERA 5 Prog: 48+600 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en el km: 48+600 lado Derecho de la carretera en estudio
Acceso	: L.Derecho. del eje de la via.
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 85,200.00 m ³ P. Utilizable: 59,640.00 m ³ P. Desechable: 25,560.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado 70% Desechable 30%
Analisis de uso	: APROBADO
Uso	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angeles	: 48.46 % de desgaste

CANTERA 1 A Prog: 0+000 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en el rio Huallaga Cantera puente Rancho
Acceso	: L.Derecho. del eje de la via.
Tipo	: Depósito Aluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 44,236.00 m ³ P. Utilizable: 33,177.00 m ³ P. Desechable: 11,059.00 m ³
Rendimiento	: Agregado 75% Desechable 25%
Analisis de uso	: Afirmado
Tratamiento	: Arena gruesa y pied. Chanc.
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.

Requerimiento		En canteras			
Slurry Seal	3,472.00 m3	3,472.00 m3	C4	Ok	
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	52,080.00 m3	52,080.00 m3	C4	Ok	

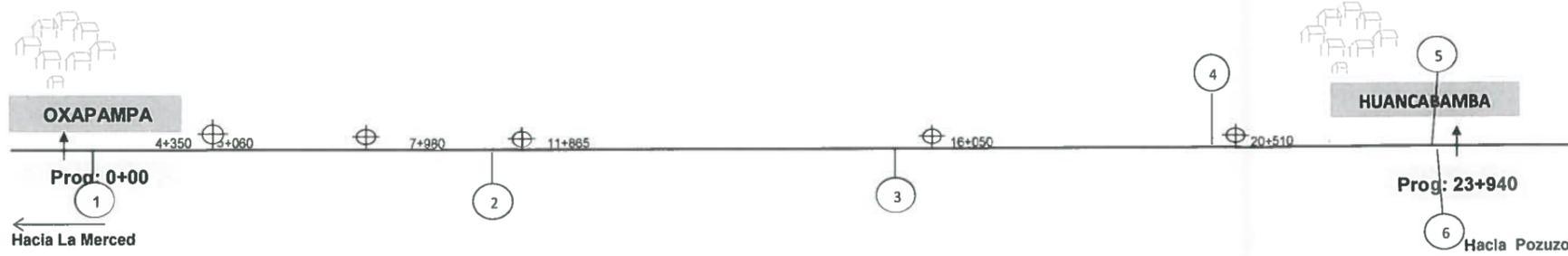
LEYENDA	
○	: Canteras
⊕	: Poblaciones
⊕	: Fuentes de Agua

MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ING. LUIS ALFONSO WILLAMUEVA TORRES
CIP 71535
JEFE DE PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-18 (PTE. RANCHO - PANA O CHAGLLA - POZUZO- OXAPAMPA- Y EMPALME PE-18B-RIO CODO- CODO DEL POZUZO - EMP PE-5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO

**TRAMO 3 OXAPAMPA - HUANCABAMBA
MATERIAL DE AFIRMADO**



CANTERA 1 Prog: 0+000 L.IZQ	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 0+00 lado Izquierdo de la carretera en estudio
Acceso	: Ambos lados de la vía
Tipo	: Depósito aluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 15,000 m ³ P. Utilizable: 12,000 m ³ P. Desechable: 3,000 m ³
Rendimiento	: Slurry Seal 60% Afirmado (mat. Sub base) 80% Desechable 20%
Tratamiento	: Agregado Para concreto y Slurry Seal
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Concreto: zarandeado Slurry Seal: material 100% chancado	

CANTERA 2 Prog: 7+875 L.DER	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 7+875 lado Derecho de la carretera en estudio.
Acceso	: A 0.50 km L.D. del eje de la vía.
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 22,500.00 m ³ P. Utilizable: 15,750.00 m ³ P. Desechable: 6,750 m ³
Rendimiento	: Afirmado (mat. Sub base) 70% Desechable 30%
Analisis de uso	: NO APROBADO
Tratamiento	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.

CANTERA 3 Prog: 17+250 L.DER	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 17+250 lado Der. de la carretera en estudio.
Acceso	: A 0.02 km. L.D. del eje de la vía.
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 70,200.00 m ³ P. Utilizable: 42,000.00 m ³ P. Desechable: 28,200.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado (mat. Sub base) 60% Desechable 40%
Analisis de uso	: NO APROBADO
Tratamiento	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.

Tramo 3 23.99 Km			
Tipo de Capa	CE	Cd	Espesor (cm)
Mortero Asfáltico modificado SBS	-	-	1
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.100	0.9	15
Subbase Granular (CBR 40%) Existe	0.039	0.9	25

	Requerimiento		En canteras		
Slurry Seal	1,919.20	m3	12,000.00	m3	C1 Ok
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	28,788.00	m3	70,000.00	m3	C4 Ok

CANTERA 4 Prog: 21+485 L. DER.	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 21+485 lado Derecho de la carretera.
Acceso	: A 0.04 km L.D. Del eje de la vía
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 100,000.00 m ³ P. Utilizable: 70,000.00 m ³ P. Desechable: 30,000.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado (mat. Sub base) 70% Desechable 30%
Analisis de uso	: APROBADO
Tratamiento	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angel: 48.33 % de desgaste	
Afirmado: zarandeado	

CANTERA 5 Prog: 23+940 L.IZQ.	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 23+950 lado Izquierdo de la carretera en estudio
Acceso	: A 2.90 km L.Izq. del eje de la vía.
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 10,400.00 m ³ P. Utilizable: 7,800.00 m ³ P. Desechable: 2,600.00 m ³
Rendimiento	: Concreto 70% Slurry Seal 60% Afirmado (mat. Sub base) 75% Desechable 25%
Tratamiento	: Zarandeado Para concreto y Slurry Seal
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Concreto: zarandeado Slurry Seal: 100% chancado	

CANTERA 6 Prog: 23+950 L. IZQ	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 23+950 lado Der. de la carretera en estudio.
Acceso	: A 1.80 km.Lzq. del eje de la vía
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 85,000.00 m ³ P. Utilizable: 63,750.00 m ³ P. Desechable: 21,250.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado (mat. Sub base) 75% Desechable 25%
Analisis de uso	: NO APROBADO
Tratamiento	: Afirmado
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.

LEYENDA	
	: Canteras
	: Poblaciones
	: Fuentes de Ac

MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-18 (PTE. RANCHO - PANA O CHAGLLA - POZUZO- OXAPAMPA- Y EMPALME PE-18B-RIO CODO- CODO DEL POZUZO - EMP PE-5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO

**TRAMO 4 HUANCABAMBA - POZUZO
MATERIAL DE AFIRMADO**



CANTERA 1 Prog: 8+750 L.IZQ	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 8+750 lado izquierdo de la carretera en estudio
Acceso	: A 9 km L.I. del eje de la via.
Tipo	: Depósito aluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 77,485.00 m ³ P. Utilizable: 69,736.50 m ³ P. Desechable: 7,748.50 m ³
Rendimiento	: Afirmado 90% Desechable 10%
Análisis de uso	: APROBADO
Tratamiento	: Afirmado y Subbase
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angel	: 45.79 % de desgaste
Subbase	: zarandeado

CANTERA 2 Prog: 15+940 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en Prog:15+940 lado Derecho de la carretera en estudio.
Acceso	: A 0.40 km L.D. del eje de la via.
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 28,800.00 m ³ P. Utilizable: 25,100.00 m ³ P. Desechable: 3,700 m ³
Rendimiento	: Afirmado 90% Desechable 10%
Análisis de uso	: APROBADO
Tratamiento	: Material para mezclar con NP Afirmado y Subbase
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Material de sub rasante
Afirmado	: zarandeado

CANTERA 3 Prog: 18+890 L. DER	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 18+890 lado derecho de la carretera en estudio
Acceso	: A 0.15 km L.D. del eje de la via.
Tipo	: Depósito aluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 40,780.00 m ³ P. Utilizable: 38,000.00 m ³ P. Desechable: 2,780.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado 90% Desechable 10%
Análisis de uso	: APROBADO
Tratamiento	: Afirmado y Subbase
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angel	: 45.79 % de desgaste
Afirmado	: zarandeado

CANTERA 4 Prog: 49+639 L. DER.	
Ubicación	: Se ubica en Prog: 49+639 lado Derecho de la carretera.
Acceso	: A 0.05 km L.D. Del eje de la via
Tipo	: Depósito Coluvial.
Usos	: Afirmado (mat. Sub base)
Potencia	: P. Bruta: 14,526.00 m ³ P. Utilizable: 14,526.00 m ³ P. Desechable: 0.00 m ³
Rendimiento	: Afirmado 75% Desechable 25%
Análisis de uso	: APROBADO
Tratamiento	: Para concreto y Slurry Seal
Periodo de uso	: Todo el año
Observaciones	: Vestigios de anterior uso.
Abrasion los Angel	: 48.50 % de desgaste
Concreto	: zarandeado
Slurry Seal	: material 100% chancado

LEYENDA	
	: Canteras
	: Poblaciones
	: Fuentes de Agua

Tramo 4		49.64 Km		
Tipo de Capa	CE	Cd	Espesor (cm)	
Mortero Asfáltico modificado SBS	-	-	-	1
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.100	0.9	-	12
Subbase Granular (CBR 40%) Existe	0.039	0.9	-	15

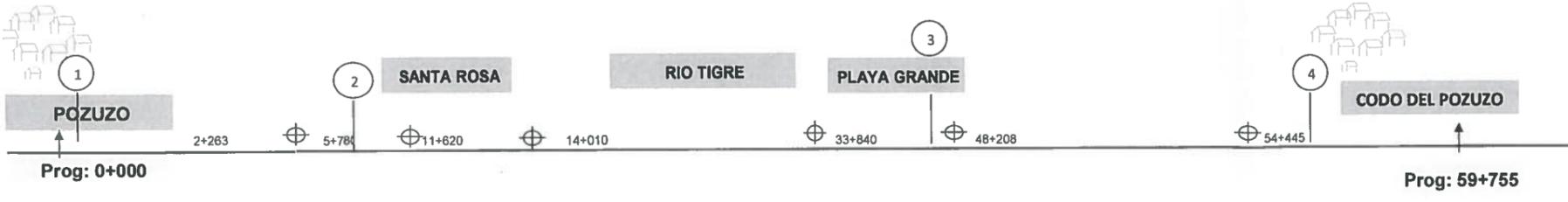
	Requerimiento		En canteras			
Slurry Seal	3,971.20	m3	14,526.00	m3	C4	Ok
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	47,654.40	m3	69,736.50	m3	C1	Ok

MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71506
 JEFE DE PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-18 (PTE. RANCHO - PANAO CHAGLLA - POZUZO- OXAPAMPA- Y EMPALME PE-18B-RIO CODO- CODO DEL POZUZO - EMP PE-5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO

**TRAMO 5 POZUZO - CODO DEL POZUZO
MATERIAL DE AFIRMADO**



Hacia Oxapampa ← → Hacia San Juan del Codo

CANTERA 1
Prog: 0+000 L.IZQ

Ubicación : Se ubica en la prog. 0+000 lado izquierdo de la via

Acceso : En la misma via

Tipo : Depósito Coluvial.

Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**

Potencia :
P. Bruta: 33,000.00 m³
P. Utilizable: 26,400.00 m³
P. Desechable: 6,600.00 m³

Rendimiento : Slurry Seal 60%
Afirmado 80%
Desechable 20%

Tratamiento : **APROBADO**
Subbase y Slurry Seal

Periodo de uso : Todo el año

Observaciones : Vestigios de anterior uso.

Abrasion los Angl : 43.12 % de desgaste

Subbase: zarandeado

Slurry Seal: Material 100% chancado

CANTERA 2
Prog: 9+500 L. IZQ.

Ubicación : Se ubica en prog: 9+500 lado lizq. de la carretera en estudio.

Acceso : a 60 metros orilla del rio

Tipo : Depósito Aluvial.

Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**

Potencia :
P. Bruta: 25,000.00 m³
P. Utilizable: 17,500.00 m³
P. Desechable: 7,500.00 m³

Rendimiento : Afirmado 70%
Desechable 30%

Tratamiento : **Mat. Canto rod/mezcla con liga**
Subbase y/o Slurry SEAL

Periodo de uso : Todo el año

Observaciones : Vestigios de anterior uso.

Afirmado: zarandeado

Subbase: zarandeado

CANTERA 3
Prog: 38+300 L.IZQ

Ubicación : Se ubica en Prog: 38+300 lado Derecho de la carretera en estudio

Acceso : L.D. de la carretera

Tipo : Depósito Coluvial.

Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**

Potencia :
P. Bruta: 45,000.00 m³
P. Utilizable: 36,000.00 m³
P. Desechable: 9,000.00 m³

Rendimiento : Afirmado 80%
Desechable 20%

Tratamiento : **APROBADO**
Afirmado y Subbase

Periodo de uso : Todo el año

Observaciones : Vestigios de anterior uso.

Abrasion los Angl: 46.70 % de desgaste

Afirmado: zarandeado

Subbase: zarandeado

CANTERA 4
Prog: 55+500 L. IZQ. CANTO ROD.

Ubicación : Se ubica en Prog: 55+500 lado izquierdo de la via

Acceso : L.I. de la via

Tipo : Depósito Aluvial.

Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**

Potencia :
P. Bruta: 50,000.00 m³
P. Utilizable: 40,000.00 m³
P. Desechable: 10,000.00 m³

Rendimiento : Slurry Seal 60%
Afirmado 80%
Desechable 20%

Tratamiento : **Mat. Canto rod/mezcla con liga**
Subbase y/o Slurry SEAL

Periodo de uso : Todo el año

Observaciones : Vestigios de anterior uso.

Afirmado: zarandeado

Subbase: zarandeado

Slurry Seal: 100% chancado

LEYENDA

○ : Canteras

⌈ : Poblaciones

⊕ : Fuentes de Agua

Tramo 5 A 8.00 Km

Tipo de Capa	CE	Cd	Espesor (cm)
Mortero Asfáltico modificado SBS	-		1
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.100	0.9	21

	Requerimiento		En canteras			
Slurry Seal	640.00	m3	640.00	m3	C1	Ok
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	13,440.00	m3	13,440.00	m3	C1	Ok

Tramo 5 B 51.75 Km

Tipo de Capa	CE	Cd	Espesor (cm)
Mortero Asfáltico modificado SBS	-		1
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	0.100	0.9	17

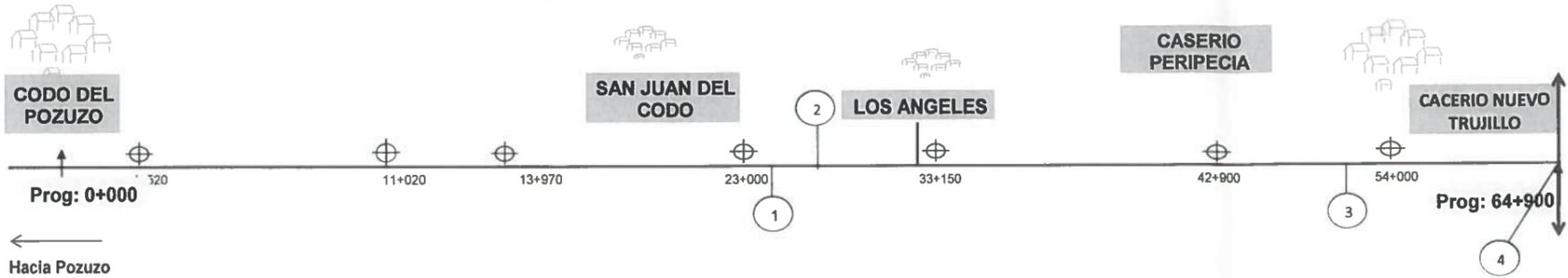
	Requerimiento		En canteras			
Slurry Seal	4,140.00	m3	4,140.00	m3	C4	Ok
Subbase Estabilizada Emulsión Asfáltica	70,380.00	m3	70,380.00	m3	C2, C3 y C4	Ok

 **MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS**
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290


ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-18 (PTE. RANCHO - PANAO CHAGLLA - POZUZO- OXAPAMPA- Y EMPALME PE-18B-RIO CODO- CODO DEL POZUZO - EMP PE-5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO

**TRAMO 6 CODO DEL POZUZO - EMP. PE 5N
MATERIAL DE AFIRMADO**



**CANTERA 1
Prog: 29+200 L.DER e IZQ.**

Ubicación : Se ubica en el km: 29+200 a ambos lados de la carretera
 Acceso : En ambos lados de la carretera
 Tipo : Depósito Aluvial.
 Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**
 Potencia :
 P. Bruta: 50,000.00 m³
 P. Utilizable: 40,000.00 m³
 P. Desechable: 10,000.00 m³
 Rendimiento :
 Afirmado 80%
 Desechable 20%
 Tratamiento : Para mezcla con IP 10.40 **Afirmado**
 Periodo de uso : Jul - Dic
 Observaciones : Vestigios de anterior uso.
 Afirmado: zarandeado

**CANTERA 2
Prog: 32+850 L. DER**

Ubicación : Se ubica en el km: 32+850 lado Derecho de la carretera en estudio.
 Acceso : L.D. del eje de la vía.
 Tipo : Depósito aluvial.
 Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**
 Potencia :
 P. Bruta: 21,300.00 m³
 P. Utilizable: 14,910.00 m³
 P. Desechable: 6,390.00 m³
 Rendimiento :
 Afirmado 80%
 Desechable 20%
 Tratamiento : Para Mezclado con IP = NP **Afirmado**
 Periodo de uso : Jul - Dic
 Observaciones : Vestigios de anterior uso.
 Afirmado: zarandeado

**CANTERA 3
Prog: 50+100 L. DER.**

Ubicación : Se ubica en el km: 50+100 lado Der. de la carretera en estudio.
 Acceso : L.D. del eje de la vía.
 Tipo : Depósito aluvial.
 Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**
 Potencia :
 P. Bruta: 28,210.00 m³
 P. Utilizable: 25,389.00 m³
 P. Desechable: 2,821.00 m³
 Rendimiento :
 Afirmado 80%
 Desechable 20%
 Tratamiento : Para mezcla con IP =15.80 **Afirmado**
 Periodo de uso : Jul - Dic
 Observaciones : Vestigios de anterior uso.
 Afirmado: zarandeado

**CANTERA 4
km 64+900 L. IZQ.**

Ubicación : Se ubica en Prog: 64+900 lado Izquierdo de la carretera.
 Acceso : L. Izq. Del eje de la vía
 Tipo : Depósito Aluvial.
 Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**
 Potencia :
 P. Bruta: 12,090.00 m³
 P. Utilizable: 10,881.00 m³
 P. Desechable: 1,209.00 m³
 Rendimiento :
 Afirmado 70%
 Desechable 30%
 Tratamiento : Para Mezclado con IP = NP **Afirmado**
 Periodo de uso : Jul - Dic
 Observaciones : Vestigios de anterior uso.
 Afirmado: zarandeado

LEYENDA

	Canteras
	Poblaciones
	Fuentes de Agua

MEZCLA C-1 + C-2

Canteras de mezcla: cantera 1 ubicado km 29+200
 cantera 2 - ubicado km 32+850
 Acceso : En ambos lados de la carretera
 Tipo : Depósito Aluvial.
 Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**
 Potencia :
 P. Bruta: 71,300.00 m³
 P. Utilizable: 54,910.00 m³
 P. Desechable: 16,390.00 m³
 Rendimiento :
 Afirmado 80%
 Desechable 20%
 Tratamiento : Para mezcla con IP 4.6 mezcla
 Periodo de uso : Todo el año
 Observaciones : Vestigios de anterior uso.
 Subbase

MEZCLA C-4 + C-3

Canteras de mezcla: cantera 1 ubicado km 64+900
 cantera 2 - ubicado km 50+100
 Acceso : L.D. del eje de la vía.
 Tipo : Depósito Aluvial.
 Usos : **Afirmado (mat. Sub base)**
 Potencia :
 P. Bruta: 40,300.00 m³
 P. Utilizable: 36,270.00 m³
 P. Desechable: 4,030.00 m³
 Rendimiento :
 Afirmado 80%
 Desechable 20%
 Tratamiento : Para mezcla con IP 5 mezcla
 Periodo de uso : Todo el año
 Observaciones : Vestigios de anterior uso.
 Subbase

Hacia PUCALLPA

Hacia CIUDAD CONSTITUCION

Tramo 6 60.24 Km

Tipo de Capa	CE	Cd	Espesor (cm)
Mortero Asfáltico modificado SBS	-		1
Subbase Estabilizada Emulsión Asfál	0.100	0.9	20

	Requerimiento		En canteras			
Slurry Seal	4,819.20	m3	4,819.20	m3	C4 Tramo 5	Ok
Subbase Estabilizada Emulsión Asfál	96,384.00	m3	91,180.00	m3	C1, C2, C3 y C4; C4 Tramo 5	Ok

MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVATORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO

TRAMO N°	Fuente N°	Ubicación	Margen	Acceso / Abastecimiento	Frecuencia	Caudal Aproximado (l/seg)	Descripción
I	FA-03	60+400	Derecha	0.01 Km. / por gravedad	Permanente	30	Quebrada
		Quebrada					
I	FA-04	98+170	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
		Quebrada					

TRAMO N°	Fuente N°	Ubicación	Margen	Acceso / Abastecimiento	Frecuencia	Caudal Aproximado (l/seg)	Descripción
III	FA-01	4+350	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	30	Quebrada
		Quebrada					
III	FA-02	5+060	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	30	Quebrada
		Quebrada					
III	FA-03	7+980	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	invierno	150	Quebrada
		Quebrada					
III	FA-04	11+865	Izquierda	0.01 Km. / por bombeo	Solo Invierno	50	Quebrada
		Quebrada					
III	FA-05	16+050	Derecha	0.01 Km. / por gravedad	Permanente	20	Quebrada
		Quebrada					
III	FA-06	20+510	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	30	Quebrada
		Quebrada					

TRAMO N°	Fuente N°	Ubicación	Margen	Acceso / Abastecimiento	Frecuencia	Caudal Aproximado (l/seg)	Descripción
IV	FA-01	0+00'0	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
		Quebrada					
IV	FA-02	13+400	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
		Quebrada					
IV	FA-03	19+600	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
		Quebrada					
IV	FA-04	37+900	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
		Quebrada					
IV	FA-05	44+640	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
		Quebrada					


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

TRAMO N°	Fuente N°	Ubicación	Margen	Acceso / Abastecimie nto	Frecuencia	Caudal Aproximado (l/seg)	Descripción
V	FA-01	2+263 Quebrada	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	45	Quebrada
V	FA-02	5+780 Quebrada	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	45	Quebrada
V	FA-03	11+620 Quebrada	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	45	Quebrada
V	FA-04	14+010 Quebrada	Derecha	0.02 Km. / por Gravedad	Permanente	45	Quebrada
V	FA-05	33+840 Quebrada	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Quebrada
V	FA-06	48+208 Quebrada	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	45	Quebrada
V	FA-07	54+445 Quebrada	Derecha	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	45	Quebrada

TRAMO N°	Fuente N°	Ubicación	Margen	Acceso / Abastecimie nto	Frecuencia	Caudal Aproximado (l/seg)	Descripción
VI	FA-01	4+520 Quebrada	Ambos lados	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	30	Riachuelo
VI	FA-02	11+020 Quebrada	Ambos lados	0.02 Km. / por bombeo	Permanente	30	Riachuelo
VI	FA-03	13+970 Quebrada	Ambos lados	0.02 Km. / por bombeo	Permanente	60	Riachuelo
VI	FA-04	23+000 Quebrada	Ambos lados	0.005 Km. / por bombeo	Permanente	30	Riachuelo
VI	FA-05	33+150 Quebrada	Ambos lados	0.005 Km. / por bombeo	Permanente	30	Riachuelo
VI	FA-06	42+900 Quebrada	Ambos lados	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	50	Riachuelo
VI	FA-07	54+000 Quebrada	Ambos lados	0.01 Km. / por bombeo	Permanente	30	Riachuelo

Ubicación / Progresiva	Ph / ASTM-D- 1293	Sales Solubles Totales (SST) ASTM-D-1889 (mg/l)	Cloruros Cl ASTM-D-512 (mg/l)	Materia Orgánica (mg/l)	Sulfatos en Términos de SO4 ASTM-D-516 (mg/l)	Uso en Obra
00+560 Quebrada	6.31	742	61.8	5.32	52.3	Apta
04+350 Río Santa Clara	5.84	864	59.8	5.84	62.5	Apta
07+980 Quebrada	6.41	684	67.4	6.15	56.3	Apta

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESÚS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ITEM	DME N°	UBICACIÓN		ACCESO	MARGEN	DIMENSIONES			VOLUMEN		OBSERVACIONES
		DESDE	HASTA			LONGITUD	ANCHO	ALTO	M3		
1	DE-01	01+080	01+190	DIRECTO	IZQUIERDA	110	5	4	2,200.00		Trabajos de relleno para mejorar trazo.
2	DE-02	02+180	02+350	DIRECTO	IZQUIERDA	170	6.5	3.5	3,868.00		Zona inundable sólo con vegetación silvestre.
3	DE-03	02+450	02+640	DIRECTO	IZQUIERDA	190	4	4.6	3,496.00		Margen derecha del río, al pie de la ladera. Eliminación de material para evitar socavación de pie de ladera.
4	DE-04	09+460	09+620	DIRECTO	IZQUIERDA	160	5	1.4	1,120.00		Zona de arbustos, inundable.
5	DE-05	09+860	09+920	DIRECTO	IZQUIERDA	60	5	2.32	696		Zona de arbustos, inundable.
6	DE-06	10+040	10+150	DIRECTO	IZQUIERDA	110	4	3.32	1,461.00		Margen derecha del río, al pie de la ladera. Eliminación de material para evitar socavación de pie de ladera.
7	DE-07	10+920	11+150	DIRECTO	IZQUIERDA	230	12	6.28	17,333.00		Zona inundable al pie de ladera, sólo con vegetación silvestre.


 ING. LUIS ALFONSO LLANUEVA TORRES
 CIP 71535
 JEFE DE PROYECTO




 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

**FLUJO
LIBRE**



EETT Slurry Seal Diseño Estructural de Pavimentos Estudio de Nivel de Perfil


ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Consultor:

MBA, Ing. Mario Becerra Salas, PMP

CIP 79290

Ciudad de Lima, 03/12/2013

 <p>FLUJO LIBRE</p> <p>2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">"MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO"</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
---	--	--

ESPECIFICACIONES TECNICAS Y DOSIFICACION DE MORTERO ASFALTICO

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA SLURRY SEAL

El Slurry Seal (Lechada Asfáltica) es una mezcla de Emulsión Asfáltica, agregado mineral, Filler calizo y agua, la cual es distribuida uniformemente sobre una superficie preparada, el Slurry Seal, debe estar firmemente adherida a la superficie preparada y debe tener una superficie con textura resistente al deslizamiento durante su vida útil, por lo que el desgaste de su superficie es mínimo, más aún si se tiene un tránsito liviano.

Existen 3 tipos de Slurry Seal, según su granulometría (ISSA – Association International Slurry Surfacing).

TIPO I: Se aplica en áreas de bajo tráfico, calles urbanas y residenciales, pistas de Aeropuertos.

TIPO II: Se aplica en áreas de tráfico moderado, calles urbanas y residenciales, pistas de Aeropuertos.

TIPO III: Se aplica en vías de tráfico intenso, carreteras principales e interprovinciales.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Los Morteros Asfálticos están aprobados por las Normas ASTM D 3910 (prácticas estándar para el diseño y construcción del sello Slurry) y la ISSA A -105 (recomendaciones, orientación de rendimiento para el Slurry Seal).

En la EG – 2000 (Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras) elaborado por la oficina de Control de Calidad de la Dirección General de Caminos en funciones de su labor normativa y la ISSA, en ambas Entidades no mencionan los espesores de aplicación del Slurry Seal.

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p>“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p>Diciembre 2013</p>
--	---	---------------------------

A continuación se detalla los requerimientos técnicos que deben tener los materiales que componen el Slurry Seal:

AGREGADOS

El espesor del Slurry Seal, está en función del tamaño máximo del agregado y del tipo de Slurry, teniéndose un agregado máximo de 9.5 mm (3/8") que se observa de las Curvas Granulométricas tanto de la EG-2000 y de la ISSA-2010 que se adjuntan.

EG - 2000

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA			
	LA - 1	LA - 2	LA - 3	LA - 4
12.5 mm (1/2")	100	-	-	-
9.5 mm (3/8")	85-100	100	100	-
4.75 mm (N° 4)	60-85	70-90	85-100	100
2.36 mm (N° 8)	40-60	45-70	65-90	95-100
1.18 mm (N° 16)	28-45	28-50	45-70	65-90
600 um (N° 30)	19-34	19-34	30-50	40-60
300 um (N° 50)	12-25	12-25	18-30	24-42
180 um (N° 80)	07-18	07-18	10-20	15-30
75 um (N° 200)	04-08	05-15	05-15	10-20
	TIPO III	TIPO II	TIPO I	

ISSA - 2010

TAMIZ	TIPO I	TIPO II	TIPO III
	% que pasa	% que pasa	% que pasa
3/8" (9.5 mm)	100	100	100
# 4 (4.75 mm)	100	90-100	70-90
# 8 (2.36 mm)	90-100	65-90	45-70
# 16 (1.18 mm)	65-90	45-70	28-50
# 30 (600 um)	40-65	30-50	19-34
# 50 (330 um)	25-42	18-30	12-25
# 100 (150 um)	15-30	10-21	7-18
# 200 (75 um)	10-20	5-15	5-15

Se menciona además que el Slurry Seal, es un tratamiento superficial y por lo tanto no tiene ningún aporte estructural al pavimento.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES

Mario Rafael Becerra Salas (CIP 79290)



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Página 3

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p>“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p>Diciembre 2013</p>
--	---	---------------------------

El agregado fino debe cumplir con las exigencias de calidad siguientes:

ENSAYO	METODO DE ENSAYO		ESPECIFICACION
	ASSTHO	ASTM	
Equivalente arena	T176	D24198	45% Minimo
Durabilidad de Agregados			
- MgSO ₄	T104	C88	25% max.
- Na ₂ SO ₄			15% max.
Perdida prueba Los Ángeles	T 96	C131	35% max.

MATERIAL BITUMINOSO

Será una emulsión catiónica de rotura lenta, de los tipos CSS-1, CSS-1h y CQS-1, con o sin polímeros, que cumpla los requisitos de calidad indicados en la Tabla siguiente.


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71503
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Tabla Nro. 3 Especificaciones para Emulsiones Catiónicas (ASTM D-2397)

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p>DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p>“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p>Diciembre 2013</p>
--	---	---------------------------

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS - 1		CRS - 2		CMS-2		CMS - 2h		CSS - 1		CSS - 1h	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES												
Viscosidad												
• Saybolt Furol a 25 C Seg	20	100							20	100	20	100
• Saybolt Furol a 50 C Seg			100	400	50	450	50	450				
Estabilidad de Almacenamiento												
• Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación												
• Contenido de Asfalto Residual %	60		65		65		65		57		57	0
• Contenido de Disolventes %		3		3		12		12				
Tamizado												
• Retenido T 20 (850 mm)		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Rotura												
• Dioctilsulfosuccinato sódico %	40		40									
• Mezcla con cemento %												2
Carga Partícula		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco						Buena						
• Con agregado seco y acción del						Satisfactoria						
• Con agregado húmedo						Satisfactoria						
• Con agregado húmedo y acción del						Satisfactoria						
DESTILACION												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg)												
0.1 mm.		250										
	100		100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5 cm/m) cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

INCORPORACION DE POLIMEROS A LA EMULSION

Los modificadores se vienen usando por más de 50 años.

Las causas de su uso son:

- ✓ Cargas de tráfico
- ✓ Rigidez que depende de la temperatura de servicio.

Clasificación

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Elastómeros:

Incluyen a los cauchos naturales, caucho estireno-butadieno SBR, SBS entre otros.

Plastómeros:

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
--	---	--

Incluye el polietileno, polipropileno, etil-vinil-acetato EVA, polivinilcloruro PVC, etc. Estos polímeros incrementan la rigidez inicial de la HMA, ante cargas de tráfico, pero pueden fracturarse bajo deformación.

Para nuestro caso, tomaremos en cuenta los polímeros del tipo Elastómero, las cuales se da un pequeño alcance y ventajas del SBS (Estireno, Butadieno, Estireno) y del SBR:

El SBS incrementa la rigidez de la mezcla a altas temperaturas; la vuelve más elástica y resistente al agrietamiento por fatiga a temperaturas intermedias de servicio; y no modifica su rigidez a bajas temperaturas de servicio para resistir el agrietamiento térmico.

Las emulsiones asfálticas modificadas se producen mediante la incorporación de Polímeros de Estireno-Butadieno del tipo SBR.

El objetivo de adicionar Polímeros SBR en el proceso de producción de las Emulsiones Asfálticas es el de modificar la reología del ligante que permite obtener las siguientes ventajas:

- Disminuir la susceptibilidad térmica, es decir disminuir la fragilidad en tiempo frío y aumentar la cohesión en tiempo cálido.
- Aumentar la resistencia a la deformación permanente y a la rotura en un campo más amplio de temperaturas, tensiones y carga.
- Mejorar la adhesividad de los áridos, la cohesividad y la resistencia al envejecimiento.

Teniendo en cuenta estas ventajas técnicas y considerando las características del terreno con la existencia de un trazo sinuoso y el tráfico existente con presencia de vehículos pesados, es recomendable el uso de las Emulsiones Asfálticas modificadas con Polímeros.


 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

 <p>FLUJO LIBRE 2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">“MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO”</p>	<p align="center">Diciembre 2013</p>
--	---	--

Ventajas y beneficios

El Slurry Seal endurece por evaporación del agua contenida, aportando las siguientes ventajas y beneficios:

VENTAJAS

- Superficie continúa.
- Buena adherencia al pavimento base.
- Permite adaptarse fácilmente a cualquier tipo de soporte.

BENEFICIOS

- No genera polvo, pudiendo lavarse con agua.
- Alarga la vida útil de los pavimentos envejecidos o agrietados.
- Producto no tóxico, ni inflamable.

FILLER MINERAL

De acuerdo a la Norma ASTM D546 y AASHTO T37 se puede utilizar cemento Portland tipo I, cal hidratada, polvo de piedra caliza o ceniza volcánica, con un porcentaje máximo de 2%.

AGUA

El agua para la pre envuelta deberá ser blanda, potable y exenta de materia orgánica. Su calidad deberá ser Tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado del mortero.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505

JEFE DE PROYECTO

Tipo De Mortero A Emplearse:



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Considerando las Normas vigentes (ISSA 2010 y EG-2000) sobre la aplicación del Slurry Seal y sobretodo tomando en cuenta las condiciones existentes en cada tramo del Corredor vial que es materia de análisis, como la topografía, el clima, el tráfico

<p>FLUJO LIBRE  2013-TP-DP-001</p>	<p align="center">DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS</p> <p align="center">"MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Dv. CHAGLLA – POZUZO – OXAPAMPA Y EMP. PE – 18B – RÍO CODO – CODO DEL POZUZO – EMP. PE – 5N (PUERTO INCA) POR NIVELES DE SERVICIO"</p>	<p align="right">Diciembre 2013</p>
--	--	---

proyectado, se seleccionara el tipo de Slurry Seal, que para nuestro caso es del tipo III, la cual tiene un agregado máximo de 9.5 mm.

La emulsión a utilizar es del tipo CSS-1hp (modificada con polímero) y el espesor será de 1cm como mínimo.

Dosificación aproximada del Slurry Seal (solo para fines de costeo):

Una formulación aproximada del mortero sería el siguiente:

- ✓ Arena gruesa 1 [m3], Tipo III ISA
- ✓ Agua potable 50 [gal]
- ✓ Filler (cemento Portland tipo I) 20 [Kg]
- ✓ Emulsión Asfáltica Rotura lenta (CSS). 65 [gal]
- ✓ Polímeros SBS 3%



 ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290



ESPECIFICACIONES TECNICAS. BASE TRATADA CON TECNOLOGÍA PROES_{MR}

Actualizado a : JULIO/2013
Distribución : General, para uso en obras y complementarlo con indicaciones específicas según cada proyecto.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Este procedimiento se refiere a la construcción de bases tratadas químicamente con Tecnología PROES[®], ubicadas sobre la sub rasante o mejoramiento de suelos y destinadas a formar parte de la estructura de un pavimento indicado en proyecto de ingeniería.

La estabilización con Tecnología PROES[®], consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural. Luego del análisis de suelos e informe de dosificación, la estabilización se realiza agregando al suelo las dosis estudiada de un aditivo sólido y un aditivo líquido PROES[®] diluido en el agua de amasado, logrando una mezcla homogénea, y compactando a lo menos a un 95% de la D.M.C.S. El espesor de la base y la dosificación de los aditivos quedan definido por el diseño de ingeniería y especificado en la oferta de PROES[®].

La estabilización con Tecnología PROES[®] considera que será supervisada en terreno por personal técnico para entregar soporte en el proceso de construcción.

2. MATERIALES

El suelo a estabilizar químicamente con Tecnología PROES[®] corresponderá al suelo existente en la rasante actual del camino o un material mezclado o preparado para este propósito, que en términos generales debe cumplir las siguientes características:

- Tamaño Máximo: 2"
- Pasante Malla # 4 ≥ 50%
- Pasante Malla # 200 ≥ 12%
- Límite Líquido > 30%
- 1 ≤ IP ≤ 35%

Es posible estudiar otro tipo de suelos para ser estabilizados químicamente con Tecnología PROES[®], pero es necesario hacer nuevos estudios de dosificación para mejorar la capacidad estructural del suelo.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

La dosificación de los aditivos sólido y líquido utilizados en la estabilización, así como los espesores, serán definidos en el proyecto de ingeniería, una vez conocidas las características específicas del material a estabilizar.

Si el suelo natural disponible no cumple con las características descritas, el diseño de ingeniería y la dosificación que complementa la oferta **PROES®** propondrá una combinación de dosificación y adición de materiales para lograr los resultados esperados.

3. EQUIPOS NECESARIOS

Los equipos requeridos son:

- Motoniveladora (escarificado y acordonado, pre-mezclado suelo con aditivo sólido, mezclado de suelo con aditivo sólido y aditivo líquido, perfilado final).
- Camiones Cisterna o Aljibe (aplicación aditivo líquido y humectación de la base). Cantidad de camiones depende de distancia de transporte y volumen de agua.
- Rodillo Liso Vibratorio y/o Rodillo Pata de Cabra (compactación).

Los Rendimientos promedios están en el rango de 300-400 M3 por jornada de 8 horas.

Opcionalmente, se puede utilizar:

- Camión esparcidor de aditivo sólido (esparcir aditivo sólido).
- Recicladora o Pullver-Mixer con Camión Cisterna (aplicación aditivo líquido y mezclado de los aditivos sólido y líquido con el material).
- Motoniveladora (apoyo a Recicladora y perfilado)
- Rodillos Lisos Vibratorios y/o Rodillo Pata de Cabra (compactación según plasticidad y espesor del material a estabilizar).

Los Rendimientos promedios están en el rango de 700-1.200 m3 por jornada de 8 horas.

4. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

4.1. Preparación de la Subrasante

Este ítem quedará definido en el proyecto de ingeniería. La generalidad es que con motoniveladora se escarifique y/o rutee la superficie original de camino y que será aprovechada para la base. Este material se acordona y se procede a compactar la subrasante.

Antes de colocar el material de base y después de haber dado término al movimiento de tierras, la sub rasante debe ser perfilada a las cotas y pendientes indicadas en los planos del proyecto (**Foto 1**). La sobre excavación en que se incurra se absorberá con el material natural extraído de la excavación o con el material de base. Posteriormente se procederá a compactar el sello, según lo establezca el proyecto. Después de perfilada y compactada la sub rasante, debe controlarse el cumplimiento de las cotas en todos los puntos y deberá agregarse o quitarse el material que sea necesario para llevar

la rasante a los niveles especificados en el plano de proyecto (**Foto 2**).

4.2. Aplicación de Aditivos y Mezclado

Terminada la preparación de la sub rasante a satisfacción de la Inspección, se realiza la estabilización química del suelo. Esta etapa está acompañada por personal técnico de **PROES**®.

Con el equipo adecuado, como Motoniveladora, Camión Esparcidor y/o Pullver Mixer y Camión Cisterna, se procede a adicionar a un volumen establecido de material el Aditivo Sólido (**Foto 3**), que puede ser suministrado en bolsas o a granel, en la dosis especificada y se mezcla el suelo (con humedad natural) con el aditivo sólido y se extiende (**Foto 4**). Esta adición del aditivo sólido se puede realizar antes, siendo independiente la adición del aditivo líquido diluido en el agua de amasado

Posteriormente a la adición del aditivo sólido, en un camión cisterna, se diluye el Aditivo Líquido **PROES**® en un volumen máximo determinado por el diferencial entre la humedad óptima y la humedad natural del suelo (se debe contar con equipo para medir humedad natural del material, ya sea con Densímetro Nuclear o Speedy), más el agua estimada por pérdidas por evaporación en la manipulación y tiempo de trabajo. El riego del suelo (**Foto 5**), su revoltura y extensión con motoniveladora se realizan simultáneamente (**Foto 6**). Es recomendable en caso de condiciones climáticas inestable, diluir el aditivo líquido en menos cantidad de agua, para asegurar el 100% de aplicación del aditivo líquido. Si falta agua, se adiciona después.

El mezclado de los aditivos debe ser homogéneo en toda la superficie, respetando el espesor de diseño y ejecutado en un tiempo tal, que permita lograr la compactación, para la cual se dispone de 5.0 a 8,0 horas desde la adición del aditivo líquido **PROES**®, dadas por la reacción de endurecimiento de la mezcla.

Es posible utilizar otro equipo de construcción con Recicladora o Pullver-Mixer (**Foto 7**), tal como se describe en el punto 3 de este documento.

4.3. Compactación

El equipo adecuado para la compactación es el rodillo liso vibratorio (**Foto 8**) o rodillo pata de cabra (estático o dinámico).

La cantidad de equipo será dada por el rendimiento del ítem anterior y el rendimiento de los equipos de compactación.

No deberán compactarse espesores sueltos superiores a 25 cm, siendo necesario hacer bases compactadas por capas cuando el espesor de diseño (compacto) sea superior.

Hay que evitar la sobre compactación que se puede dar fácilmente cuando los espesores son

reducidos (menor a 15 cm), ya que se fisura la base durante este proceso.

Es conveniente hacer al comienzo de la estabilización de una base, una comprobación de la compactación, realizando pasadas de rodillo con frecuencia baja o alta, y se revisa la compactación, de tal manera que se verifique a las cuantas pasadas, ya no sube mas la densidad seca.

La compactación deberá ser igual o superior al 95% de la D.M.C.S.

4.4. Cuidado de la Estabilización

Durante los cuatro días siguientes a la estabilización se debe cuidar que el suelo tratado no varíe su humedad (es decir que la base se conserve húmeda), de tal forma que si se produce evaporación superficial del agua, deberá regarse.

En caso que temperatura sea menor a 8 °C, la reacción es más lenta y mientras dure esta condición de temperatura baja, la reacción entra en estado de latencia (se suspende), hasta que la temperatura sea superior a los 8°C.

Una opción de control de la evaporación es colocar un riego de liga con emulsión lenta diluida en agua, lo que puede realizarse 24 horas después de haber terminado las faenas de estabilización. No es necesario esperar los cuatro días para hacer la imprimación.

En caso que se tenga un aumento de la humedad superficial por lluvia, derrame de otras aguas, o inundaciones, deberá suprimirse el tránsito hasta que esta condición cambie o se cumplan los 4 días de curado.

La presencia de fisuras se debe a que las especificaciones de curado no se han cumplido, y hay que verificar la profundidad de estas fisuras, para definir que se resuelve hacer.

Sí las fisuras son superficiales, se puede aplicar el sello asfáltico superficial, o sino se debe rehacer la base.

Si el Supervisor lo estima conveniente (presencia de fisuras superficiales puede requerir reforzar la estabilización), se hará un riego superficial de aditivo líquido **PROES**® diluido en agua a la base, que ha sufrido la falta presencia de agua durante el proceso de reacción inicial.

4.5. Limitaciones Meteorológicas

Para realizar faenas de estabilización con Tecnología **PROES**® es necesario que la temperatura ambiente sea superior a 10°C por al menos 4 horas del día durante el primer mes de curado.

La condición de temperatura anterior debe cumplirse para evitar el fenómeno de "latencia", que es cuando la temperatura es menor a 8 °C, la reacción química se paraliza hasta que la temperatura supere los 10 °C.

Se debe suspender la estabilización química cuando las condiciones climáticas predominantes en esa temporada se estimen como lluviosas y frías (temperaturas que no superan los 10°C y

precipitaciones frecuentes).

4.6. Carpeta de Rodado

El sector a estabilizar puede ser transitado durante y después de la estabilización (**Foto 9**), a excepción de lo señalado en el caso 4.4. derivado del exceso de humedad. Sin embargo la base estabilizada con Tecnología **PROES**[®] está diseñada primordialmente para aumentar capacidad estructural al pavimento y no como carpeta de rodado permanente, ya que la acción abrasiva del tráfico la desgasta.

Para proteger la base estabilizada **PROES**[®] y aumentar su vida útil, requiere sellar la base con algún tratamiento asfáltico u otro que determine el proyecto.

La base **PROES**[®] es una base ligada, impermeable, altamente cohesiva, flexible y con resistencia a la compresión en el rango de 30 kg/cm² a los 21 días de iniciada la reacción (Módulo Elástico > 500 MPa). Estas características permiten que la carpeta de rodado sea diseñada exclusivamente para resolver el tema de la abrasión y no para agregar capacidad estructural al pavimento.

Dependiendo del tráfico, clima, estándar requerido y otras condiciones de operatividad, se pueden usar carpetas de rodado desde una imprimación asfáltica reforzada con emulsiones, un slurry seal (**Foto 10**) o una mezcla de asfalto en caliente de espesor hasta 4 cm, que será determinado por diseño (**Foto 11**). También se pueden utilizar otros sistemas de carpeta de rodado, tales como adocreto o adoquin, losas de hormigón y otros sellados no asfálticos.

Las especificaciones de materiales y métodos de aplicación son los estándar de cada carpeta de rodado, con la sola excepción del proceso de imprimación que para el caso particular de esta Tecnología corresponde a un "riego de liga" y para el que se deberá utilizar emulsiones asfálticas de quiebre lento del tipo CSS-1h diluidas 1:3 en agua, en una tasa de 0,8 a 1,0 lt/m² (diluido). Esto se debe verificar en terreno por supervisión. La tasa de residuos asfáltico es entre 0,17 y 0,22 lt/m².

Para el caso de una imprimación reforzada, posterior al riego de liga especificado en párrafo anterior, se realiza un segundo riego de CSS-1h diluido en agua (1:1) a una tasa de 0,8 lt/m² a 1,0 lt/m² (de la solución), más espacido de arena inmediatamente después del segundo riego de liga. Se entrega posteriormente al tránsito.

4.7. Control de Calidad

Si bien la función del Supervisor no es realizar controles de calidad, ya que esta función corresponde a los Laboratorios de Autocontrol y/o Inspección Técnica, el Supervisor podrá solicitar la realización de los siguientes controles previo, durante, para recepción y posterior a la ejecución de las Obras:

- **A. Previo al inicio de la estabilización**

Antes del inicio de las faenas de estabilización química, el Supervisor de **PROES**[®] deberá solicitar al Laboratorio de Autocontrol y/o Inspección Técnica los análisis de los materiales a estabilizar. Estos análisis deberían realizarse cada vez que visiblemente el material a estabilizar cambie. Se deberá individualizar el sector de donde se toma la muestra de suelo e indicar a qué tramo representa. Los ensayos mínimos requeridos son:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Proctor Modificado
- Capacidad de Soporte CBR (de modo ocasional si en las especificaciones de proyecto se indica)

• **B. Durante el proceso de estabilización**

Durante el proceso de estabilización deberán realizarse ensayos de capacidad de soporte CBR y Estabilidad Marshall. Se recomienda que la cantidad mínima de ensayos a realizar sea uno cada 3.000 m² de superficie estabilizada. Se deberá individualizar el sector de donde se toma la muestra de suelo. La muestra de suelo a ensayar deberá ser tomada una vez que el aditivo sólido haya sido incorporado y homogéneamente revuelto con el suelo a estabilizar (esto debería ser cuando el suelo ha sido revuelto y extendido y está listo para recibir el aditivo líquido) y el aditivo líquido será incorporado en Laboratorio. Los ensayos mínimos requeridos son:

- Capacidad de Soporte CBR
- Estabilidad Marshall.

• **C. Nuevas dosificaciones.**

Durante la ejecución de la obra, se deberá estar continuamente haciendo nuevos estudios de dosificación, con objeto de trabajar con dosificaciones que en base a los aditivos sólidos y líquidos disponible, se obtengan las estructuras especificadas en el proyecto (CBR, EM, ME).

• **D. Para recepción de la estabilización.**

Inmediatamente terminada la compactación de las bases estabilizadas, se deberá realizar controles de la compactación alcanzada por las mismas. Los sectores donde se realiza el control de densidades deben individualizarse y se recomienda que la cantidad mínima de ensayos a realizar sea uno cada 400 m² de superficie estabilizada.

No superar el 95% de compactación, ya que la base al reaccionar en el tiempo, sube el nivel de compactación.

• **D. Finalizado el proceso de estabilización**

Después de 7 días de estabilizado el suelo, el Supervisor deberá solicitar al Laboratorio de Autocontrol y/o Inspección, ensayos con Penetrómetro Dinámico o Cono Portátil (PDCP). Se recomienda que la cantidad mínima de ensayos a realizar sea uno cada 700 m² de superficie estabilizada.

Adicionalmente, una vez realizados los ensayos de campo con PDCP, y pasado 21 días de la estabilización, el Supervisor deberá informar al Control de Calidad, para que éste programe control de las bases estabilizadas por medio de deflectometría de impacto (LWD o FWD).

Estos ensayos deben ser realizados también por el laboratorio de la obra.

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ANEXO FOTOGRÁFICO
(REFERENCIAL)



FOTO 1: PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE



FOTO 2: ESPARCIDO DEL MATERIAL

CON MOTONIVELADORA



FOTO 3: APLICACIÓN ADITIVO SÓLIDO

CON CAMIÓN ESPARCIDOR

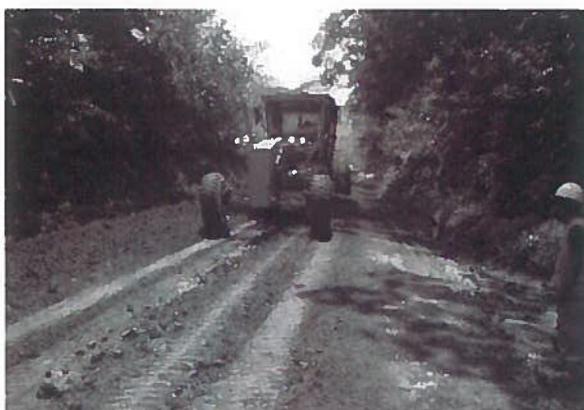


FOTO 4: MEZCLADO ADITIVO SÓLIDO



FOTO 5: ADICIÓN ADITIVO LÍQUIDO



FOTO 6: MEZCLADO ADITIVO LÍQUIDO



FOTO 7: RECICLADORA Y CAMIÓN ALIJE



FOTO 8: COMPACTACIÓN



FOTO 9: TRÁNSITO DURANTE LA FAENA



FOTO 10: BARRIDO Y SOPLADO BASE



RIEGO DE LIGA



LECHADA ASFALTICA



FOTOS 11: BASE PROES CON TRATAMIENTO ASFÁLTICO (SLURRY)



ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

Información Confidencial - www.proestech.com - Prohibida su Reproducción
Página 9




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290



FOTOS 12: COLOCACION MEZCLA ASFALTICA



FOTOS 13: BASE PROES CON MEZCLA ASFALTO EN CALIENTE, ESPESOR 4,0 cm


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO

Información Confidencial - www.proestech.com - Prohibida su Reproducción
Página 10




 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290



FOTO 14: BASE PROES CON CUBIERTA DE ADOCRETOS, ESPESOR 8,0 cm


ING. LUIS ALFONSO VILLALUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO


MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

Estabilizador de Suelo

“Estabilización de Suelo con CON-AID”



ING. LUIS ALFONSO VILCAÑAVE TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

LA ESTABILIZACIÓN IÓNICA DE SUELOS

1. INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación son una gran medida del desarrollo de un país. El número de kilómetros de carreteras o rutas nacionales, departamentales o regionales y vecinales versus la población que se sirve de ellas, representa un índice importante en la medición cuantitativa y cualitativa del grado o estándar de vida de un país. Carreteras asfaltadas, lastradas o caminos naturales constituyen las vías de acceso y salida de los pueblos por donde fluyen no sólo los alimentos, los insumos y todos los efectos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de la población, sino también la cultura y los adelantos tecnológicos, cuyo principal objetivo debería ser el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano en general.

En el Perú durante la primera parte de esta década, se ha acometido con fuerza y además con éxito, la reconstrucción de las carreteras de primer orden, vale decir las rutas nacionales - en su totalidad pavimentadas pero hasta entonces la mayoría en estado deplorable - algunas de las cuales constituyen parte del gran sistema continental de vías de comunicación.

En esta segunda etapa, se está atendiendo la problemática de los CAMINOS RURALES, vías que no justifican la construcción de pavimentos asfálticos por su costo elevado, pero cuya utilización demanda características aceptables de transitabilidad y confort; sin embargo son varios los problemas que traen consigo y que podríamos enumerar de la siguiente manera:

- a) **Intransitabilidad, debido a su condición resbaladiza en estado húmedo.**
- b) **Formación de huellas profundas y grandes baches por la acumulación de humedad y el tránsito de vehículos pesados.**
- c) Erosión de la superficie, debido a los continuos mantenimientos con motoniveladora, lo cual deja el nivel del camino muy por debajo del nivel de los terrenos aledaños, funcionando a veces como canal de drenaje.
- d) Desprendimiento excesivo de polvo en épocas secas.

Es evidente que todos los problemas enumerados previamente están asociados al mal comportamiento de los suelos frente a los factores climáticos. Asimismo sabemos que no existe una solución única para todos los problemas previstos y, por lo tanto, en cada caso debe optarse por la solución más adecuada considerando factores geográficos, económicos, de disponibilidad de materiales, etc. A continuación expondremos un método para la solución de la problemática antedicha a un costo razonable.


ING. LUIS ALFONSO ALVARADO TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

2. LA ESTABILIZACION IÓNICA DE LOS SUELOS

Uno de los problemas más importantes que encontramos en los caminos rurales es su gran sensibilidad a los cambios en el contenido de humedad. En pocas palabras, la superficie de los caminos se deforma y se torna sumamente resbaladiza con una mínima presencia de lluvias. En gran parte, los efectos del agua en los suelos tienen su origen en la característica llamada plasticidad, la misma que a su vez se debe en gran medida a la presencia de minerales arcillosos.

La estabilización iónica de suelos es un proceso mediante el cual se logra mejorar el comportamiento de los mismos, adicionándoles un producto químico que actúa en la fracción de tamaño menor a los dos micrones (0.002 mm), denominada arcilla.

El principio básico de la acción del agente estabilizador es un fuerte intercambio iónico con las partículas de arcilla mineral, desplazando el agua de adsorción y ocupando el espacio iónico vacante. La molécula del estabilizador es de naturaleza doble: consta de una cabeza hidrofílica que es la que se combina iónicamente y de una cola hidrofóbica, constituida por un ensamble de átomos de carbono e hidrógeno, que se orienta hacia afuera de las partículas y tiene carácter repelente de agua. La configuración final es: partículas de arcilla estabilizadas y todo su entorno de carácter hidrófugo. El agua que penetre al sistema será agua libre entre poros y podrá evaporar libremente.

3. SISTEMAS ARCILLA-AGUA

En los granos gruesos de los suelos, las fuerzas gravitacionales predominan sobre cualquier otra fuerza, por ello todas las partículas gruesas tienen un comportamiento similar. En los suelos de granos muy finos, debido a que la superficie específica - relación entre área y volumen - alcanza valores altos, las fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales cobran significación. Se estima que éstas son fundamentales para tamaños menores de dos micrones.

La superficie de cada partícula de suelo posee carga eléctrica negativa; la intensidad de la carga depende de la estructuración y composición de la arcilla. Así, la partícula atrae a los iones positivos del agua (H⁺) y a cationes de diferentes elementos químicos, tales como Na⁺, K⁺, Ca⁺, Mg⁺⁺, Al⁺⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, etc. Por lo tanto, cada partícula individual de arcilla se ve rodeada de una capa de moléculas de agua, orientadas de forma definida y ligadas a su estructura (**agua adsorbida**).

Las moléculas de agua son polarizadas, es decir, en ellas no coinciden los centros de gravedad de sus cargas negativas y positivas, sino que funcionan como pequeños dipolos permanentemente; al ligarse a la partícula de arcilla por su carga positiva, el polo de carga negativa queda en posibilidad de actuar como origen de atracción para otros cationes. A su vez, estos cationes atraen moléculas de agua, de modo que cada uno de ellos está en la posibilidad de poseer un volumen considerable de agua en torno a él. Por lo anterior, cuando la partícula de suelo atrae cationes, se ve reforzada la película de

agua ligada a ella. El espesor de la película de agua absorbida por el cristal de suelo, es así función, no sólo de la naturaleza del mismo, sino también del tipo de cationes atraídos.

En síntesis, el agua existente en un suelo se puede esquematizar de la siguiente manera:

- El agua contenida en el volumen de poros y capilares (Tipo 1).
- El agua existente en las superficies y bordes de las partículas de minerales de arcilla, así como en las partículas de dichos minerales que forman las superficies exteriores de poros y capilares (Tipo 2).
- El agua entre capas dentro de la estructura de las arcillas, causante de su expansión (Tipo 3).

El agua adsorbida (Tipo 1) requiere una energía pequeña para su remoción, por ejemplo, compactación normal y la posterior evaporación.

El agua adsorbida (Tipos 2 y 3) requiere de una gran energía para su remoción completa. Ello se debe, entre otras cosas, a que se genera una presión de adsorción muy grande (algunos autores dan valores de hasta 20,000 Kg/cm²) lo cual varía el punto de congelamiento del agua hasta temperaturas de más de 30 grados centígrados. Vale decir que el agua más próxima a la partícula se encuentra fuertemente solidificada, variando su estado gradualmente a medida que se aleja de la misma, hasta el estado líquido. Por supuesto que lo anterior ocurre en un entorno muy cercano a la partícula de arcilla y es imperceptible a la vista, pero no así sus efectos físicos notables.

4. LA MOLECULA DEL ESTABILIZADOR IÓNICO

El estabilizador iónico de suelos CON-AID es una formulación química compleja, donde uno de los componentes activos es un aceite sulfonado. La acción de este aceite sulfonado depende de la presencia de otros compuestos activos que incentivan el efecto de dispersión acuática en los minerales de arcilla y producen una asociación permanente entre la molécula de estabilizador y la partícula de arcilla.

Los aceites sulfonados son surfactantes (reactivos actuantes en superficies) debido a la dualidad de su comportamiento y a su composición química. Una mitad de ácido sulfónico (cabeza hidrofílica) es completamente soluble y mezclable con agua e insoluble en solventes orgánicos no polares. Cuando el aceite está dispersado en agua, esta parte de la molécula se separa y produce un SO₃ iónico vinculado a la "cola" de la molécula a través del átomo de azufre. La cola consiste en un ensamble de átomos de carbono e hidrógeno completamente insoluble e inmiscible con agua, por lo que se le denomina "cola hidrofóbica". Esta cola es liofílica por naturaleza - mezclable con aceites y solventes no polares -, estrictamente por su carácter de hidrocarburo. A pesar de la diferencia de naturaleza de las dos partes de la molécula, ésta es soluble en agua y en solventes orgánicos.

Este comportamiento dual del aceite sulfonado se utiliza como medio para dispersar agua en minerales de arcilla.

5. ESTABILIZADOR IÓNICO CON-AID vs. SISTEMA ARCILLA - AGUA

El tratamiento del material con CON-AID provee la reacción química requerida para repeler el agua de los minerales de arcilla.

La cabeza hidrofílica del aceite sulfonado forma enlaces químicos con las superficies externas y entre placas de los minerales de arcilla; ellos son de diversa naturaleza:

- Enlace químico directo entre el SO_3 , cabeza aniónica del aceite y un catión de metal en la superficie; esta unión es relativamente fuerte.
- Enlace inductivo entre un átomo de oxígeno del grupo SO_3 y un catión de metal. - Ocupación de un sitio iónico vacante, en la superficie de la arcilla, por el aceite sulfonado.
- La cabeza hidrofílica del aceite se disuelve en una película muy fina de agua adsorbida sobre la superficie de la arcilla mineral.

Estas interacciones entre el aceite sulfonado y los minerales de arcilla, dan los siguientes resultados:

- Unos cationes, que de otro modo hubieran sido altamente móviles, están ahora fijos en sus posiciones y prácticamente "sellados" por las moléculas de aceite sulfonado. Este también protege a los iones de complejos solvatados de agua.
- Una vez que las moléculas de aceite han formado sus asociaciones (de cualquier naturaleza) con la partícula de arcilla, las colas hidrofóbicas quedan dirigidas hacia afuera de las superficies planas para formar una capa protectora aceitosa. Naturalmente, el agua será repelida por dichas colas hidrofóbicas a tal punto que, virtualmente no se requiere presión mecánica para liberarla.

6. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE CON-AID

Luego que las reacciones explicadas han tenido lugar, el resultado final puede ser resumido de la siguiente forma:

- Compactación y estabilización permanente, logradas con el mínimo esfuerzo mecánico, produciendo un material en que las partículas son "cementadas" simplemente por contacto directo (**aumento de capacidad de carga por mayor fricción entre partículas y mayor densidad**).


NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

- Los capilares existentes en el material consolidado, tienen sus paredes interiores cubiertas con capas hidrofóbicas y permiten el libre movimiento del agua que penetra (**aumento de permeabilidad de la capa tratada**). Esto significa que el agua ingresada evacúa en forma libre, evaporando naturalmente sin afectar la estabilidad del material.
- Por ser el agua el vehículo de la reacción química, algunas moléculas de CON-AID que no se hubieran combinado podrán migrar hacia abajo y **seguir estabilizando material subyacente**. Este efecto es realmente importante en suelos de naturaleza permeable.



ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

7. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

ESTABILIZACIÓN IÓNICA DE SUELOS

1) DESCRIPCION

Este trabajo tiene por finalidad estabilizar y consolidar la capa superficial destinada al camino.

La operación de estabilización deberá ser tal que asegure la permanencia en el tiempo, del estado y las condiciones alcanzadas por el suelo estabilizado; a pesar de ser sometido a severas solicitaciones climáticas y de tránsito.

2) MATERIALES

2.1.- PRODUCTO ESTABILIZADOR

El producto estabilizador a emplear será del tipo iónico tal que, diluido en agua y mezclado en la proporción adecuada, permita corregir las propiedades geotécnicas deficientes del suelo (propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas) y que éste alcance propiedades hidrofóbicas. El producto deberá ser líquido para su dilución en el agua de compactación, de fácil almacenamiento y manipuleo; inocuo para las personas, animales y cultivos; no combustible ni corrosivo.

2.2.- AGUA

El agua a utilizar deberá estar exenta de: sales, aceites, materias orgánicas o cualquier otro contaminante.

Deberá tener un $pH \leq 7.5$.

2.3.- SUELO

La estabilización iónica debe ser efectiva en todo tipo de suelos cuya fracción fina sea plástica o medianamente plástica ($IP \geq 5\%$).

Se excluyen las arenas de baja o ninguna cohesión y los suelos con alto contenido de materia orgánica.

(Ver anexo2: “Tipos de suelos susceptibles de estabilizar con CON – AID”).


NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

3) PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO

3.1.- PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO

Antes de aplicar el estabilizador iónico, la carretera debe ser preparada de acuerdo a los perfiles y niveles especificados en el proyecto. Se deberá proveer a la carretera de cunetas o sistema de drenaje adecuados. La superficie deberá tener una pendiente transversal no menor al 3%.

3.2.- EQUIPO DE CONSTRUCCION

La siguiente es una lista de equipos para el tratamiento de una capa de suelo. Estos equipos podrán ser reemplazados o complementados por otros que cumplan funciones similares, de acuerdo a disponibilidad:

- a) Motoniveladora provista de escarificadores.
- b) Tanque regador
- c) Tractor con rastra de discos. Este equipo no es imprescindible, pero para suelos muy cohesivos con presencia de terrones, es preferible contar con él.
- d) Equipo de compactación. Para suelos arcillosos es preferible un rodillo “pata de cabra”. Para suelos más granulares son convenientes los rodillos vibratorios. es deseable, aunque no imprescindible, contar con un rodillo neumático para el sellado final.

3.3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

(Ver anexo 1: “Guía para la aplicación del CON – AID”)

4) DOSIFICACIÓN DEL PRODUCTO ESTABILIZADOR

La dosificación se expresa como la cantidad de producto estabilizador por metro cúbico de material compactado (para un espesor dado, podría expresarse por metro cuadrado).

La dosificación exacta será suministrada por el fabricante y dependerá de los resultados de los ensayos para cada suelo en particular; sin embargo una aproximación podría ser la siguiente:

Dosificación : 0.007 lts/m².

5) DILUCION

La relación entre producto estabilizador y agua de dilución surgirá de las consideraciones del suelo a tratar, contenido de humedad inicial del mismo, condiciones de evaporación, equipo regador, etc.

(Ver anexo 3 : “Cálculos del riego”)

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

6) RIEGO

La operación de regado deberá ser tal que:

- a) Se permita controlar perfectamente la dosificación del producto a disolver en el agua.
- b) Se tenga un sistema de distribución del agua, producto incorporado, uniforme a todo lo ancho del camino a tratar.

El agua se colocará por pasadas sucesivas del regador, bajo la acción del mezclador de una motoniveladora y/o de otro adecuado para tal fin.

(Ver anexo 3 : “Cálculos del riego”)

7) COMPACTACION

El proceso de compactación deberá realizarse cuando el contenido de humedad sea aproximadamente el óptimo. La compactación se llevara a cabo por los medios mecánicos más adecuados, requiriéndose llegar a una densidad mínima equivalente al 95% del ensayo Proctor que corresponda.

El control del grado de compactación de la capa estabilizada se hará cada determinada longitud (100 ms. como mínimo); la ubicación de la muestra se efectuara de manera aleatoria.

La determinación de la densidad se realizará por el método aprobado por la supervisión.

8) TERMINACION

La terminación, en caso de tratarse de una superficie de rodamiento, se efectuará de manera de lograr una superficie lisa, estable, uniforme y libre de grietas, huellas, ondulaciones y materiales sueltos.

9) CONSERVACION

La capa tratada deberá ser conservada desde la fecha de su terminación hasta el momento de ser recubierta por la capa superior o hasta la recepción definitiva, en caso de que sea capa de rodadura.

10) MEDICION

La unidad de medida será por metro cúbico (puede ser metro cuadrado para un espesor dado) de material aceptado, colocado y compactado, conforme a lo establecido en el proyecto.


NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

11) FORMA DE PAGO

Los trabajos medidos en la forma especificada, se pagarán al precio unitario establecido por el ítem “ESTABILIZACION IONICA DE SUELOS”. Este precio será compensación total por la provisión, carga, transporte y descarga del estabilizador iónico; por los trabajos de escarificación, aplicación del producto diluído en agua, mezclado del material, compactación, terminación y curado de la capa; y por otra tarea, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución de todas las faenas constructivas.



ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO

MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70200

ANEXO 1

GUIA PARA LA APLICACIÓN DEL CON – AID

PREPARACION DEL AREA DE TRABAJO

Antes de aplicar CON – AID, la carretera debe ser preparada de acuerdo a los perfiles y niveles especificados en el proyecto. Si la carretera no tuviera cunetas o sistema de drenaje adecuado, se deberá proveer del mismo. La superficie deberá tener una pendiente transversal no menor al 3 ó 4%.

EQUIPO DE CONSTRUCCION

La siguiente es una lista de equipos para el tratamiento de una capa de suelo. Estos equipos podrán ser reemplazados o complementados por otros que cumplan funciones similares, de acuerdo a disponibilidad:

- 1) Motoniveladora provista de escarificadores.
- 2) Tanque regador. Puede ser acoplado o camión. Determinar el volumen del mismo.
- 3) Tractor con rastra de discos. Este equipo no es imprescindible, pero para suelos muy cohesivos con presencia de terrones, es preferible contar con él. De no ser posible, se deberá mezclar con motoniveladora, para lo cual el operador deber ser eficiente.
- 4) Equipo de compactación, dependiendo del material a tratar. Para suelos arcillosos es preferible un compactador para de cabra. Para suelos mas granulares son convenientes los rodillos vibratorios. Es deseable, aunque no imprescindible, contar con un rodillo neumático de tiro o autopropulsado para efectuar el sellado final.

MATERIALES

- 1) Abundante agua. La misma deberá ser potable o no contener una excesiva cantidad de minerales. Su pH deberá ser menor a 7.5
- 2) Estabilizador CON-AID. Deberá abastecerse de cantidad suficiente par cumplir con la dosificación proyectada. Para transferir el estabilizador al tanque regador, es práctico contar con un balde plástico graduado de 5 ó 10 litros.


ING. LUIS ALFONSO VALLEJOS
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVO

- 1) Escarificar la superficie del camino hasta una profundidad de 150 mm., aproximadamente. Desmenuzar los terrones grandes y quitar las piedras mayores a 100 mm., si las hubiera.



- 2) Agregar CON-AID al agua del tanque regador, en la dosificación y dilución proyectadas. Se deberá llenar el tanque con la cantidad de agua necesaria y, sólo después, añadir el estabilizador (NO proceder a la inversa, pues se producirá una gran cantidad de espuma, desperdiándose producto). Esperar por lo menos cinco minutos para que el producto se encuentre totalmente disperso en el agua; este proceso se acelera y mejora si el tanque regador está en movimiento o cuenta con bomba de recirculación.



- 3) Regar uniformemente sobre toda la superficie, en aplicaciones intercaladas con pasadas de rastra o mezclado con motoniveladoras. NO rociar fuera de la superficie de la carretera para no provocar alteraciones en la dosificación.. Procurar que no se detenga la marcha del tanque regador para no causar excesos localizados de humedad y diferencias apreciables de dosificación, especialmente en el principio y final de los tramos. Abrir y cerrar los rociadores estando en movimiento para evitar áreas de aplicación saturadas y no uniformes.


 NG. LUIS ALFONSO VILLARUEVATORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO



 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290



- 4) Mezclar a medida que se incorpora el estabilizador al suelo y continuar aun después, para lograr la homogeneidad en el material tanto en forma longitudinal, transversal como en profundidad.

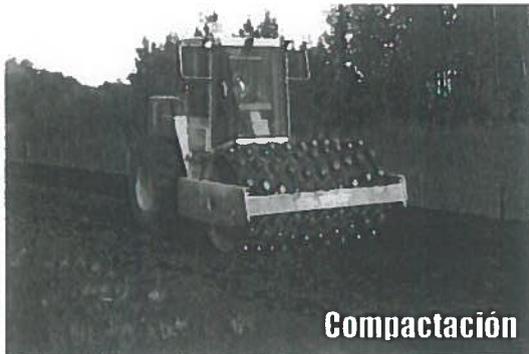


- 5) A continuación, si fuera necesario, se aplicará agua sola hasta que el contenido de humedad del suelo sea aproximadamente un 2% por encima del COH. Proseguir con el mezclado. Si se tiene dudas acerca de la distribución uniforme de CON-AID, es conveniente saturar el material después de haber regado el producto.
- 6) En suelos arcillosos, es conveniente dejar el material en reposo húmedo durante 24 ó 48 horas; esto favorecerá el proceso de difusión iónica que se produce en forma natural, siendo el agua el vehículo de la reacción química. Mientras tanto, el tramo puede ser transitado se le deja sellado suavemente. Este período de reposo podrá evitarse, si existiera riesgo de lluvia.
- 7) Se controlará que el contenido de humedad sea aproximadamente el óptimo y se realizará la compactación por medios mecánicos adecuados. Se requiere llegar a una densidad mínima equivalente al 95% del ensayo Próctor que corresponda. Una vez lograda la misma, el tránsito podrá ser abierto.


 NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
 CIP 71505
 JEFE DE PROYECTO




 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290



CURADO

Es conveniente regar la superficie tratada con agua sola, una o dos veces al día. El mejor momento para efectuar los riegos es temprano por la mañana o al caer el sol, en razón de la menor evaporación. Si se notara muy seca, se deberá regar más veces. El período de regado durará entre 7 y 10 días.

OBSERVACIONES IMPORTANTES

- La lluvia no causa daño durante el proceso de aplicación, más bien realza el efecto de CON-AID. Si comienza a llover, se debe pasar la cuchilla de la motoniveladora al revés para sellar la superficie y permitir que la lluvia resbale fuera de ella. Si la humedad sube mucho por encima de la óptima y la carretera se vuelve sumamente barrosa, se debe interrumpir el regado y continuar con el proceso de mezclar para airear o esperar que el material seque. El proceso de aplicación puede continuar una vez que esto suceda (no hay límite de tiempo)
- Tampoco existe un tiempo límite entre la aplicación de CON-AID y la compactación. Ello significa que no se producirá ningún daño si pasan algunos días entre dichos proceso. Sin embargo, se debe mantener el material húmedo durante

ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO



MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

dicho lapso. Se ha comprobado que este período de penetración conduce a resultados más rápidos después de la compactación.

- Si llueve inmediatamente después de la compactación, la carretera se volverá resbaladiza y puede formarse una fina capa barrosa en la superficie. Esta capa no debe ser quitada ni la carretera se debe romper o reconstruir; permitir que la misma seque y perfilar sólo la capa deformada.
- Las áreas que no se pudieran humedecer mecánicamente, deben ser tratadas en forma manual. CON-AID debe ser diluido en las mismas proporciones.
- La acción de CON-AID es doble; ayuda a la compactación y produce un intercambio iónico permanente con el suelo. El proceso de intercambio iónico sólo ocurre después de la compactación. Grandes cantidades de agua –de compactación y de adsorción- han tenido que ser extraídas durante este proceso. Solamente después del secado posterior al riego de curado- la carretera se asentará.
- Si llueve antes de terminar el curado, la carretera se volverá resbaladiza y se puede formar una capa superficial barrosa, esto es NORMAL. Por lo tanto se recomienda que si sucede lo anterior, la carretera debe ser transitada con sumo cuidado o cerrada temporalmente al tránsito para evitar riesgos.


ING. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ANEXO 2

TIPOS DE SUELOS SUSCEPTIBLES DE ESTABILIZAR CON CON-AID

En general, todo aquel material cuyo contenido de arcilla sea tal que lo tome inadecuado para la construcción de caminos, puede ser estabilizado con CON-AID.

Todos los materiales que se encuentran en gravas naturales, arcillas, lodos de arena y otros, excepto las arenas de baja cohesión, son adecuados.

Podemos establecer genéricamente tres tipos de suelos para estabilización, como se indica en la tabla siguiente:

TIPO DE SUELO	IP	Pasa tamiz 200	Pasa tamiz 2"	Pasa tamiz 1/2	Pasa tamiz #4	Pasa tamiz #16	Pasa tamiz #40
TIPO 1	5-25*	16-28%	95%	90-80%	68-54%	50-42%	40-30%
TIPO 2	5-25*	80-100%					
TIPO 3	5-25*	30-33%	95%	93-87%	79-69%	66-61%	60-53%

NOTA:

SUELO TIPO 1: Es la denominación adoptada para un suelo natural compuesto por gravas arcillosas.

SUELO TIPO 2: Es la denominación adoptada para suelos completamente arcillosos, al cual se le deberá incorporar de 3 a 5 cm. de material pétreo disponible (previa inspección del mismo) en la parte superior de la capa estabilizada, previo al sellado final del tratamiento.

SUELO TIPO 3: Es la denominación adoptada para suelos completamente gravosos al que se incorporará un 33% de material arcilloso.

* Con IP superiores, la estabilización con CON-AID ha dado excelentes resultados.

OBSERVACION GENERAL: NO OBSTANTE, TODOS LOS SUELOS DEBERAN SER ANALIZADOS POR EL REPRESENTANTE DEL FABRICANTE PARA DETERMINAR SU APTITUD Y DOSIFICACIÓN.


 ING. LUIS ALFONSO ALVARADO TORRES
 CIP 77505
 JEFE DE PROYECTO




 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

ANEXO 3

CÁLCULOS DEL RIEGO

1) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE ESTABILIZADOR CON-AID

DATOS:

Superficie a tratar = **A (m²)**

Dosificación = **D (It/m²)**, suministrada por el agente autorizado, para el espesor típico de 15 cm.

CALCULAR:

Cantidad total de CON-AID a ser aplicada = **C (It)**

C = A x D

2) CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA

DATOS:

Espesor de la capa tratada = **e (m)**

Densidad Seca Máxima = **Dsm(g/cm³)**, obtenida del Ensayo Proctor

Humedad Óptima de Compactación del suelo = **Ho (%)**

Humedad Inicial del Suelo = **Hi (%)**

DH = (Ho - Hi) + 2(*)

(*) Se calcula un 2% más, por pérdidas por evaporación; usar únicamente cuando las condiciones de evaporación sean muy severas.

CALCULAR

Cantidad total de agua de riego = **L (It)**

L = A x e x Dsm x DH x 10 ()**

(**) Factor de conversión de unidades.

3) CÁLCULO DE LA DILUCIÓN

DILUCIÓN = L/C x 0.6 > 200

4) CÁLCULO DEL NÚMERO DE TANQUES POR REGAR

N = L/T

Donde **T (It)** = capacidad del tanque regador.


NG. LUIS ALFONSO VILLANUEVA TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO


 MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290

INFORMACION PARA PRESUPUESTOS

Para la estimación de costos y elaboración de presupuestos en obras de estabilización iónica de capas de 15 centímetros de espesor se recomienda tener en cuenta los siguientes ítems:

- 1) Escarificación del material hasta una profundidad de 15 centímetros.
- 2) Desmenuzamiento de terrones y remoción de piedras de tamaño mayor a dos pulgadas (5 cm.)
- 3) Agua de regado para la dilución de CON-AID, suficiente para elevar el contenido de humedad hasta 1 o 2% encima del COH. Recordar que el agua deberá tener un pH menor a 7.5.
- 4) Mezclado y batido del material para obtener la homogeneidad en el tratamiento, tanto a lo largo, ancho y en profundidad.
- 5) Conformación de la superficie.
- 6) Compactación hasta el nivel requerido por Ensayo Proctor utilizado.
- 7) Curado, mediante 1 ó 2 riesgos diarios, dependiendo de la temperatura y del grado de evaporación reinantes.
- 8) Líquido estabilizador de CON-AID.


ING. LUIS ALFONSO VELAZQUEZ TORRES
CIP 71505
JEFE DE PROYECTO




MARIO RAFAEL JESUS BECERRA SALAS
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 79290