

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE EN
VÍAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO MEDIANTE
ESTABILIZACIÓN QUÍMICA. CARRETERA PUQUIO –
CORACORA, AYACUCHO.**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

MARCOS GUSTAVO HUIZA ORTIZ

ASESORA

MSc. LUISA E. SHUAN LUCAS

LIMA- PERÚ

2019

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Correo: mhuizao@gmail.com

Teléfonos: 993-643806/01533-3891

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
PRÓLOGO.....	6
LISTA DE CUADROS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS.....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCION.....	12
1.1 ANTECEDENTES.....	12
1.2 ALCANCES.....	13
1.3 OBJETIVOS.....	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	16
2.1 CONSERVACION VIAL.....	16
2.1.1 Definición.....	16
2.1.2 Factores que influyen en la conservación vial.....	17
2.1.3 Clasificación de la conservación vial según la frecuencia a ejecutar.....	19
2.2 NIVELES DE SERVICIO.....	21
2.2.1 Definición.....	21
2.2.2 Transitabilidad.....	21
2.2.3 Seguridad.....	22
2.2.4 Comodidad en la conducción.....	22
2.3 CLASIFICACION VIAL SEGÚN NORMATIVA VIGENTE.....	27
2.3.1 Índice Medio Diario, IMD.....	27
2.3.2 Ejes Equivalentes acumulados, EE.....	27
2.4 CLASIFICACION DE LA VIA EN ESTUDIO.....	34
2.4.1 Determinación del IMDA.....	36
2.5 CONTROL DE CALIDAD.....	41
2.5.1 Definición.....	41
2.6 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	43
2.6.1 Generalidades.....	43
2.6.2 Criterios para establecer la estabilización de suelos.....	44

2.6.3	Estabilización mecánica de suelos.....	47
2.6.4	Estabilización química de suelos.....	47
2.7	DISEÑO DE ESPESORES, NUMERO ESTRUCTURAL, COEFICIENTE ESTRUCTURAL, MODULO RESILIENTE Y CBR.....	50
2.7.1	Ejes Equivalentes.....	50
2.7.2	CBR de subrasante.....	50
2.7.3	Diseño de espesores.....	51
2.7.4	Cálculo de espesores.....	52
2.7.5	Número estructural.....	54
2.7.6	Coeficiente estructural.....	55
2.7.7	Consideraciones del diseño de la base estabilizada.....	57

CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y TRAMOS DE PRUEBA CON ESTABILIZACIÓN QUÍMICA.....60

3.1	ESTABILIZADORES QUÍMICOS.....	60
3.1.1	Sistema Estabilizador Proes®.....	60
3.1.2	Sistema Estabilizador Terrasil®.....	63
3.2	CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS EMPLEADOS POR SISTEMA ESTABILIZADOR EN TRAMO DE PRUEBA.....	66
3.2.1	Tramo de prueba con sistema Proes.....	66
3.2.2	Resultados del tramo de prueba con sistema Proes.....	69
3.2.3	Tramo de prueba con sistema Terrasil.....	76
3.2.4	Resultados del tramo de prueba con sistema Terrasil.....	78

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE ESTABILIZACION APLICADOS EN OBRA.....83

4.1	ELECCIÓN DEL ESTABILIZADOR A APLICAR EN OBRA.....	83
4.2	RESULTADOS DE CANTERAS CON SISTEMA ESTABILIZADOR PROES.....	83
4.2.1	Cantenas tramo I: Puquio – Coracora.....	83
4.2.2	Cantenas tramo II: Coracora – Dv. Pausa.....	85
4.3	CONSIDERACIONES OBTENIDAS PARA LA FÓRMULA DE TRABAJO DEFINITIVA EN BASE A LOS DISEÑOS REALIZADOS.....	86
4.4	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO CON SISTEMA ESTABILIZADOR PROES.....	89

4.5 CONTROL DE SECTORES TRABAJADOS TRAMO I: PUQUIO-CORACORA.....	93
4.6 CONTROL DE SECTORES TRABAJADOS TRAMO II: CORACORA-Dv. PAUSA.....	93
4.7 ENSAYO PDC PARA DETERMINACION DEL CBR IN SITU.....	94
4.8 ENSAYO DE RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN PARA CONTROL DE IRI.....	98
CONCLUSIONES.....	102
RECOMENDACIONES.....	104
BIBLIOGRAFIA.....	105
ANEXOS.....	107

RESUMEN

De acuerdo con el informe “Infraestructura Vial del Sistema Nacional de Carreteras, por superficie de rodadura existente” desarrollado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Pro Vías Nacional, Pro Vías Descentralizado y la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, al 2015 se tiene que del total de la infraestructura vial del Sistema Nacional de Carreteras un 85.6% corresponde a vías no pavimentadas. Dichas vías en el mejor de los casos se encuentran a nivel de afirmado, con programas de mantenimiento deficientes, lo que incrementa los costos de conservación de estas. A esto sumamos que debido a que califican como vías de bajo volumen de tránsito, no se justifica un diseño de pavimento tradicional (sub base, base, carpeta asfáltica) por lo que desde hace algunos años los nuevos proyectos de inversión impulsados por el MTC que apuntan al tratamiento de estas vías contemplan soluciones alternativas como es el caso de la estabilización química de suelos, empleando productos artificiales, que cumpla con una serie de requisitos a nivel estructural del pavimento a construir como con indicadores de confort o Niveles de Servicio de este. Actualmente en el mercado se encuentran una serie de productos estabilizadores que ofrecen una serie de mejoras en el suelo tratado, sin embargo muchos de ellos no tienen antecedentes técnicos en nuestro país, por lo que surge la necesidad de estudiar y hacer un seguimiento de dichos productos para tener lineamientos acerca del trabajo con ellos y de su aplicación a los suelos característicos de nuestra realidad. En esta oportunidad la tesis se centra en el uso de 2 estabilizadores químicos, Proes y Terrasil, aplicados al proyecto Conservación Vial Coracora, específicamente al tramo I: Puquio – Coracora. Ambos estabilizadores se centran en un incremento de la capacidad portante del suelo además de impermeabilizar la capa tratada, por lo que la investigación trata sobre las dosificaciones aplicadas y los resultados obtenidos para cada caso en busca de una dosificación óptima tomando en consideración la parte económica y técnica.

ABSTRACT

According to several reports made by the local transportation authorities, over 85% of the roads are classified as unsurfaced. These roads usually lack of a proper management program that increases maintenance costs and reduces the useful lifetime of them, plus the fact that are considered as low transit roads which makes traditional construction procedures an expensive investment, causing that the comfort and safety of the users and the availability of the road are at risk. This is the reason we started to look into new alternatives to treat this kind of pavements such as the chemical stabilization of soils for road construction. This process aims to improve one or more features of an inner weak soil usually the bearing value as the case of this investigation, by adding an artificial product. By doing so, the treated soil or course must fulfill several comfort road indicators known as Service Levels, which will be evaluated by the overseers of the project regularly. Currently, there are many products we can use for soil stabilization, therefore is important to have technical background in most of these products to use them in the right way in order to choose the best economic and engineering alternative. On this opportunity, we have studied two products, Proes and Terrasil, applied on the project "Conservacion Vial Coracora", both aim to improve the bearing ratio of the treated course. The investigation is about several rates of the chemical products applied to different soil samples and tested under regulated procedures to get an optimal dosage considering the technical and economic side of the project.

PRÓLOGO

La presente Tesis se basa en el estudio de las interacciones suelo-estabilizador químico y el análisis de las mejoras obtenidas en el suelo tratado teniendo como referencia el cumplimiento de especificaciones técnicas vigentes en nuestro medio. En el Perú la mayor parte de las vías de transporte son de bajo volumen de tránsito y por lo tanto no pavimentadas, la ausencia de capa de rodadura causa incomodidad para el viajero y la vía tiene mayor exposición a las inclemencias climáticas que contribuyen a su deterioro; actualmente en nuestro medio existen diversos productos químicos que ofrecen una serie de mejoras en el suelo tratado, siendo importante definir las condiciones apropiadas para su uso, tales como el suelo a tratar, proporciones del producto, condiciones climáticas, etc.

En el presente trabajo, el tesista recopila los datos experimentales que obtuvo con motivo de su participación en los trabajos del proyecto de “Conservación Vial Cora Cora, tramo I Puquio-Cora Cora y tramo II: Cora Cora-Dv. Pausa”. Presenta resultados de la aplicación de los estabilizadores PROES y TERRASIL aplicado al material de afirmado para mejorar su capacidad de soporte y transitabilidad, el análisis de la dosificación apropiada la establece en base a ensayos de laboratorio y ensayos en tramos de prueba, finalmente presenta los resultados obtenidos en obra para el estabilizador seleccionado.

El aporte del tesista incluye una descripción detallada del uso de los estabilizadores, así como resultados del incremento de la resistencia del suelo en base a resultados de CBR de laboratorio, complementa el análisis en base a ensayos in situ como el PDC y medida de la rugosidad con determinación del IRI. Los resultados experimentales presentados, son una base de datos importante que puede ser ampliada con otros trabajos similares empleando estos estabilizadores en otros tipos de suelos y bajo otras condiciones de exposición.

La Asesora

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N°1: Detalles de los tramos del proyecto Conservación Vial Coracora..	14
Cuadro N°2: Tipos de tratamiento superficial según tipo de tráfico.....	18
Cuadro N°3: Escala de rugosidad IRI (m/km) para pavimentos.....	23
Cuadro N°4: IRI (m/km) según tipo de carretera.....	24
Cuadro N°5: Niveles de Servicio a evaluar en el proyecto en estudio.....	26
Cuadro N°6: Clasificación de carreteras según ejes equivalentes acumulados..	28
Cuadro N°7: Clasificación de caminos no pavimentados según ejes equivalentes acumulados.....	28
Cuadro N°8: Clasificación de carreteras para caminos pavimentados.....	29
Cuadro N°9: Red Vial Nacional existente por tipo de superficie de rodadura, 2015.....	30
Cuadro N°10: Infraestructura Vial Existente por Departamento al 2014.....	32
Cuadro N°11: Infraestructura Vial Existente por Departamento al 2015.....	33
Cuadro N°12: Sectores del Corredor Vial Coracora.....	34
Cuadro N°13: Clasificación de rutas del corredor vial Coracora.....	35
Cuadro N°14: Estudio de IMDA para los tramos del corredor Coracora.....	40
Cuadro N°15: Especificaciones Técnicas por tipo de estabilización y parámetros de control.....	42
Cuadro N°16: Parámetros para aceptación de trabajos en soluciones básicas..	43
Cuadro N°17: CBR de sub rasante en tramo I: Puquio-Coracora.....	44
Cuadro N°18: Tipo de estabilizador según región y tipo de suelo.....	45
Cuadro N°19: Tipo de estabilizador según tipo de suelo.....	46
Cuadro N°20: Sectorización CBR subrasante.....	51
Cuadro N°21: CBR subrasante y Ejes equivalentes.....	51
Cuadro N°22: Espesores de diseño.....	53
Cuadro N°23: Dosificación de producto Terrasil de acuerdo al tipo de estabilización.....	64
Cuadro N°24: Resumen de tramos de prueba para el sistema Proes: dosificaciones, materia de préstamo y proporción de mezcla.....	67
Cuadro N°25: Resumen de ensayos de material en tramos de prueba sin estabilizar.....	68

Cuadro N°26: Caracterización del material de cantera km. 32+000 LD sin químico.....	68
Cuadro N°27: Caracterización de agregados del tramo de prueba estabilizado con Proes.....	69
Cuadro N°28: Resumen general de resultados del tramo de prueba Proes.....	70
Cuadro N°29: Resumen para tramos de prueba Terrasil.....	77
Cuadro N°30: Caracterización del material de cantera km. 52+800 LI sin químico.....	77
Cuadro N°31: Caracterización de agregados del tramo de prueba estabilizado con Terrasil en el tramo I: Puquio- Coracora.....	78
Cuadro N°32: Resumen general de resultados del tramo de prueba Terrasil.....	79
Cuadro N°33: Caracterización de cantera km. 51+400 LI, sin estabilizar.....	84
Cuadro N°34: Caracterización de cantera km. 85+950 LI, sin estabilizar.....	84
Cuadro N°35: Resultado de cantera km. 51+400 con Proes.....	84
Cuadro N°36: Resultado de cantera km. 85+950 con Proes.....	85
Cuadro N°37: Caracterización de cantera km. 138+000 LD, sin estabilizar.....	85
Cuadro N°38: Resultado de cantera km. 138+000 LD con Proes.....	85
Cuadro N°39: Resumen de Capacidad de Soporte de las canteras de proyecto con el sistema Proes.....	86
Cuadro N°40: Resumen de resultados para sector trabajado del tramo I: Puquio –Coracora.....	93
Cuadro N°41: Resumen de resultados para sector trabajado del tramo II: Coracora –Dv. Pausa.....	94
Cuadro N°42: Gráfica del ensayo PDC, se observa el % CBR in situ para cada punto de ensayo.....	97
Cuadro N°43: Resumen de rugosidad IRI km 73+525-km 77+775.....	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1: Mapa de ubicación del proyecto Conservación Vial Coracora.....	13
Figura N°2: Polvo y desprendimiento de afirmado en tramo I.....	37
Figura N°3: Falta de señalización y elementos de seguridad en tramo I.....	37
Figura N°4: Falta de mantenimiento en cunetas del tramo I.....	38
Figura N°5: Falta de mantenimiento en calzada del tramo II.....	38
Figura N°6: Falta de señalización y elementos de seguridad en tramo II.....	39
Figura N°7: Presencia de baches en berma y calzada del tramo II.....	39
Figura N°8: Nomograma de diseño de espesores, método USACE.....	52
Figura N°9: Abaco de correlación entre coeficiente estructural, Modulo Resiliente y CBR.....	57
Figura N°10: Representación de la reacción del estabilizador liquido Terrasil que ocasiona la formación de una capa molecular hidrofóbica.....	63
Figura N°11: Recolección de muestras para el análisis en laboratorio.....	69
Figura N°12: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 60 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes, 100% MDS.....	71
Figura N°13: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 45 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes, 100% MDS.....	71
Figura N°14: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 60 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes, 95% MDS.....	73
Figura N°15: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 45 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes, 95% MDS.....	73
Figura N°16: Acabado final de la base estabilizada.....	74
Figura N°17: Estado del sub tramo 1 estabilizado con Proes a los 7 días.....	75
Figura N°18: Estado del sub tramo 2 estabilizado Proes a los 7 días.....	75
Figura N°19: Estado del sub tramo 2 estabilizado con Proes a 14 días.....	76
Figura N°20: Detalle de agregado tratado con Terrasil luego de ensayo CBR...	78
Figura N°21: Gráfica comparativa del CBR en tramo de prueba con dosificación 1.0 lt/m ³ Terrasil.....	80
Figura N°22: Gráfica comparativa del CBR en tramo de prueba con dosificación 1% de cemento y 1 lt/m ³ Terrasil.....	81
Figura N°23: Gráfica comparativa del CBR para cantera 51+400 con dosificación 50 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes.....	88

Figura N°24: Gráfica comparativa del CBR para cantera 85+950 con dosificación 50 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes.....	88
Figura N°25: Gráfica comparativa del CBR para cantera 138+000 con dosificación 50 kg/m ³ cemento más 0.30 lt/m ³ Proes.....	89
Figura N°26: Colocación de material de préstamo.....	91
Figura N°27: Colocación y esparcido de bolsas de cemento.....	91
Figura N°28: Mezcla de material de escarificado, préstamo y cemento.....	92
Figura N°29: Adición del estabilizador líquido Proes a la mezcla con cemento..	92
Figura N°30: Compactación de base estabilizada.....	92
Figura N°31: Ensayo PDC para determinación de CBR in situ.....	96
Figura N°32: Medición de desviaciones de la superficie del pavimento con equipo MERLIN.....	99
Figura N°33: Medición de IRI con equipo MERLIN.....	99
Figura N°34: Resumen de IRI, huella izquierda.....	101
Figura N°35: Resumen de IRI, huella derecha.....	101

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ASHHTO: Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes.

CBR: California Bearing Ratio.

IMD: Índice Medio Diario vehicular. Vehículos/día

IMDA: Índice Medio Diario Anual vehicular. Vehículos/día

IRI: Índice de Rugosidad Internacional. m/km

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

PDC: Penetrómetro Dinámico de Cono.

SN: Número estructural.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial (2014) destaca que “el desarrollo de la vialidad y de los transportes es una importante necesidad nacional para romper el aislamiento de los pueblos”. Pueblos que a pesar de las dificultades geográficas y ambientales propias de nuestro país han visto en las carreteras el camino hacia la integración en una sociedad cada vez más globalizada, es por eso que el estado debe procurar la seguridad y el confort de los usuarios del patrimonio vial a lo largo de todo el territorio nacional. Es en busca de asegurar estos beneficios a la mayor población posible que nace el concepto de mantenimiento y conservación vial como una opción viable tanto económica como técnicamente para cumplir con parámetros necesarios que asegurasen la seguridad y el confort deseado para los usuarios. En los últimos 10 años diversas empresas contratistas, a través de sus diferentes proyectos, se han visto en la necesidad de estudiar los pavimentos de bajo volumen de tránsito ($IMD < 200$ veh/día o ejes equivalentes acumulados menor a 1,000,000)⁽¹⁾ y las diferentes alternativas ingenieriles que ofrece el mercado para lograr que dichos pavimentos alcancen ciertos niveles estructurales, especificados por el MTC a través de indicadores llamados Niveles de Servicio, que permitan un nivel de confort aceptable para los usuarios de la vía. Dado que dichos pavimentos, en su mayoría se encuentran ubicadas en zonas donde es difícil encontrar adecuadas canteras que permitan alcanzar dichos niveles de servicio, además de estar sometidas a condiciones críticas (altos gradientes de temperaturas, lluvias), la alternativa más estudiada es la estabilización de suelos ya sea por vía mecánica o química, lo cual permite utilizar dichas canteras cumpliendo con los niveles de servicio establecidos. También se introduce el concepto de solución básica que según los archivos del MTC una de las primera carreteras tratadas a nivel de solución básica data del año 2008 en la carretera Cañete-Lunahuana-Chupaca (210 km)⁽²⁾.

⁽¹⁾ MTC, Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos. Lima-Perú, abril 2014. Pág. 133 y 171.

⁽²⁾ Luis Peña Claros, Soluciones Básicas y Recuperación de Carreteras Convencionales. Perú, mayo 2011.

1.2 ALCANCES

En esta oportunidad la investigación se centra en la aplicación de 2 estabilizadores químicos: Proes y Terrasil; aplicados en la zona sur de Ayacucho para el proyecto Conservación Vial Coracora, principalmente en el tramo I: Puquio – Coracora (96 km.) y el tramo II: Coracora – Dv. Pauza (69 km.), a una altitud promedio de 3,200 m.s.n.m.

En la figura 1, se puede apreciar la totalidad de los tramos pertenecientes al proyecto en mención, cabe resaltar la gradiente térmica y la dificultad geográfica entre los diferentes tramos que abarcaba el proyecto como se puede apreciar, la carretera une sectores en la costa de Arequipa con la zona sur de Ayacucho en la sierra.



Figura N°1: Mapa de ubicación del proyecto Conservación Vial Coracora. Fuente: Informe Situacional Inicial proyecto Coracora.

Del informe sobre la situación inicial de los tramos se destaca el siguiente cuadro con información general sobre los tramos que constituyen al proyecto:

Cuadro N°1: Detalles de los tramos del proyecto Conservación Vial Coracora.

Frente Concar	Tramo	Ruta	Localidad		Progresiva (km)		Coordenadas (WGS 84)		Longitud (Km)
			Desde	Hasta	Inicio	Fin	Inicio	Fin	
Frente I	1	PE-32	Puquio	Cora Cora	0+000	96+000	74°07'08.896" W 14°41'17.121" S	73°46'01.491" W 15°01'40.103" S	96.000
Frente II	2	PE-32	Cora Cora	Dv. Pausa	96+000	162+000	73°46'01.491" W 15°01'40.103" S	73°34'19.729" W 15°17'18.407" S	66.000
Frente III	3	PE-32 C	Dv. Pausa	Pausa	0+000	45+840	73°34'16.068" W 15°16'24.673" S	73°20'41.264" W 15°16'45.468" S	45.840
	4	PE-32	Dv. Pausa	Sifuentes	162+000	209+000	73°34'19.729" W 15°17'18.407" S	73°40'04.896" W 15°34'10.251" S	47.000
Frente IV	5	PE-32	Sifuentes	El Convento	88+800	40+836	73°40'04.896" W 15°34'10.251" S	73°50'23.093" W 15°43'06.188" S	47.964
	6	PE-32	El Convento	Emp. PE-1S(Dv. Achanizo)	40+836	0+000	73°50'23.093" W 15°43'06.188" S	74°10'19.818" W 15°52'33.810" S	40.836
Frente V	7	PE-1S I	Yauca	Jaqui	0+000	27+000	74°31'36.281" W 15°39'26.388" S	74°26'18.663" W 15°28'18.724" S	27.000
	8	PE-1S I	Jaqui	San Luis	27+000	51+000	74°26'18.663" W 15°28'18.724" S	74°19'31.045" W 15°18'49.584" S	24.000
	9	PE-1S I	San Luis	Piedras Blancas	51+000	107+000	74°19'31.045" W 15°18'49.584" S	73°57'14.947" W 15°08'55.376" S	56.000
Frente VI	10	PE-1S I	Piedras Blancas	Cora Cora	107+000	161+543	73°57'14.947" W 15°08'55.376" S	73°47'06.181" W 15°01'04.479" S	54.543

Fuente: Informe Gestión Vial proyecto Coracora

Como se describe al inicio dado la longitud total de 526 km., se procedió a considerar el tramo I y II como parte de esta investigación siendo los de mayor longitud (ver cuadro 1) y representatividad.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar las mejoras en las características estructurales de los pavimentos en vías de bajo volumen de tránsito, mediante la estabilización con agentes químicos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Basados en las recomendaciones y especificaciones del fabricante, se aplicaran las tasas de los estabilizadores a fin de comprobar los resultados esperados.
- Realizar ensayos de laboratorio que permitan determinar las óptimas dosis de los agentes químicos.
- Mediante parámetros evaluados in-situ (IRI), comprobar que se alcanzan los niveles de servicio establecidos para el pavimento por el ente supervisor (Provías Nacional).
- Analizar la influencia en los costos del proyecto que brinda este tipo de estabilización de suelos con el sistema estabilizador elegido.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 CONSERVACION VIAL

2.1.1 Definición:

Según el Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial, es “un proceso que involucra actividades de obras e instalaciones, que se realizan con carácter permanente o continuo en los tramos conformantes de una red vial”, esto a través de un conjunto de operaciones necesarias para la preservación o mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios brindando así las mejores condiciones para el tráfico, medidos a través de unos parámetros denominados Niveles de Servicio que aseguran un adecuado servicio a los usuarios de las carreteras, optimizando a su vez el costo que demandan dichos pavimentos.

La conservación vial técnicamente es una actividad muy especializada, de importante magnitud económica, que debe realizarse con eficiencia y oportunamente para minimizar los gastos.⁽³⁾ Se hace énfasis al aspecto económico de la conservación vial ya que en nuestra realidad (geografía, topografía, clima) los costos de inversión en la construcción de carreteras son relativamente altos, por lo que se busca que con una adecuada inversión en esta actividad se optimicen los costos para maximizar el beneficio al usuario

Cuando las entidades competentes del estado ejecutan contratos para la ejecución de conservación vial con empresas privadas, lo hacen bajo alguna de las siguientes modalidades, entre otros:

- Concesiones viales.
- Contratos por ejecución de cantidad de obra.
- Contratos por “niveles de servicio”, es el caso de la presente investigación.
- Contratos por asociación Público-Privada.

⁽³⁾ MTC, Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial. Lima-Perú, marzo 2014. Pág. 13.

2.1.2 Factores que influyen en la conservación vial:

2.1.2.1 Características del territorio:

La complicada y variada geografía y geología de nuestro país, que hacen por sí solas un reto al proyectar la construcción de carreteras o alguna solución alternativa que brinde un servicio vial óptimo a los distintos usuarios, la existencia o no de canteras de materiales, la disponibilidad de agua para los proyectos en determinados territorios entre otros, son factores que imponen sus condiciones a las características del proyecto, debido a que afectan los costos de inversión, de conservación y de operación, tanto de los usuarios como de la propia gestión vial.

2.1.2.2 Clima:

El clima tiene una enorme importancia en las carreteras y en el tipo de solución que se adopte para cada tipo de proyecto, debido a que puede significar altas o muy bajas temperaturas o gradientes muy fuertes de temperatura. También la magnitud de las precipitaciones de lluvias o la falta de ellas, tienen impactos distintos sobre los requerimientos de los proyectos. Las lluvias y los cursos de agua que generan representan impactos sobre las carreteras y la estabilidad, tanto de los terraplenes como de la capa de rodadura.

2.1.2.3 Accesibilidad a otros servicios y facilidades públicas:

La existencia o no de servicios y facilidades en el área de trabajo de las obras de construcción y conservación vial condicionan también el tipo de obras que debe y puede diseñarse, ejecutarse y naturalmente, justificarse en relación con el tipo de demanda a transportarse.

2.1.2.4 Características del tránsito:

El tránsito de vehículos sobre la carretera es otro aspecto determinante en el diseño de la estructura de la carretera y, en especial, sobre su capa o estructura de rodadura.

Factores como el tipo y cantidad de vehículos que transitaran la carretera, características físicas, peso bruto, peso por ejes e incluso presión de neumáticos determinará el tipo de superficie de rodadura y el tipo de estructura del pavimento a corto o largo plazo según las especificaciones de cada proyecto.

En el cuadro N°2 se observa que, dependiendo del tráfico expresado en ejes equivalentes acumulados, el MTC establece lineamientos para el tipo de tratamiento superficial que deben recibir determinados tipos de carreteras.

Cuadro N°2: Tipos de tratamiento superficial según tipo de tráfico.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12 mm, o Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 50 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 50 mm.	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12 mm, o Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 60 mm.	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 70 mm.	150 mm
	TP4	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25 mm Carpeta Asfáltica en Frío: 70 mm. Carpeta Asfáltica en Caliente: 80 mm.	200 mm

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, MTC.

2.1.3 Clasificación de la conservación vial según la frecuencia a ejecutar:

2.1.2.1 Obras de Conservación Rutinaria:

Las actividades de conservación rutinaria, está constituida por todas las actividades necesarias para cuidar la seguridad del camino y para prevenir el desarrollo de deterioros prematuros en todos los componentes de la infraestructura vial como son: plataforma, puentes, túneles, señales y dispositivos de seguridad, obras de drenajes, contención de taludes, derecho de vía, etc. ⁽⁴⁾ Estas actividades están ya presupuestadas anualmente según una adecuada programación sujeta a factores del medio y las características propias de la carretera. Algunas actividades comprendidas dentro de la conservación rutinaria son:

- Roce, limpieza y perfilado de bordes.
- Limpieza de derrumbes pequeños.
- Limpieza general de la carretera.
- Bacheo superficial.
- Limpieza de obras de drenaje.
- Reparaciones puntuales de obras de drenaje.
- Limpieza de obras de arte.
- Limpieza de obras de señalización y dispositivos de seguridad vial.
- Reparación y/o reposiciones de obras de señalización y dispositivos de seguridad vial.

La conservación rutinaria busca evitar, o corregir de ser necesario, cualquier falla que afecte directamente el confort del usuario, disminuyendo el riesgo de ocurrencia de accidentes y el deterioro de la vía.

(4) MTC, Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial. Lima-Perú, marzo 2014. Pág. 24.

2.1.2.2 Obras de Conservación Periódica:

Es una actividad a mayor escala cuyo principal objetivo es recuperar o restablecer las características técnicas de la superficie de rodadura. Esta actividad está presupuestada según ciertos años específicos siendo la frecuencia de este tipo de trabajos de más de 1 año, de acuerdo al efecto del tránsito y el medio, para asegurar la viabilidad económica del proyecto. Esta actividad varía de acuerdo al tipo de vía en la que se ejecutara y que en ciertos casos incluye las llamadas soluciones básicas que son un refuerzo a la vida útil de la carretera.

Esta actividad también se encarga de realizar correcciones puntuales generadas por alguna inestabilidad en los terraplenes, que producirían posibles pequeños hundimientos y que requieren recuperación localizada de la plataforma, de la superficie de rodadura y de las obras complementarias.

(5)

2.1.2.3 Trabajos por Emergencias Viales:

Es el conjunto de actividades imprevistas que deben realizarse ante eventos extraordinarios, en la mayoría de los casos por causa de la naturaleza, para recuperar la transitabilidad de la carretera lo más pronto posible. Se incluyen las siguientes actividades:

- Restauración localizada de la carretera.
- Limpieza de derrumbes y huaycos.
- Reparación de taludes mayores erosionados y/o activos.
- Reparación y/o construcción de vados mayores en sustitución provisional de puentes y estructuras.

(5) MTC, Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial. Lima-Perú, marzo 2014. Pág. 24.

2.2 NIVELES DE SERVICIO

2.2.1 Definición:

Son indicadores que califican y cuantifican el estado del servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales puede evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad⁽⁶⁾. En este sentido los niveles de servicio se refieren a tres palabras claves: transitabilidad, garantizada la mayor parte del tiempo, seguridad y comodidad operativa medida en términos de rugosidad de la carretera.

Los niveles de servicio a evaluar por cada componente de la carretera varían según el tipo de vía.

2.2.2 Transitabilidad:

El concepto de “transitabilidad” define una situación de “disponibilidad de uso”. Quiere decir que las carreteras deben estar disponibles para su uso, bajo cualquier circunstancia adversa, sin ser cerradas al tránsito público por causas de “emergencias viales”, tales como deslizamientos de materiales saturados de agua (“huaicos”), desprendimiento de rocas, pérdidas de la plataforma de la carretera, erosiones causadas por ríos, caída de puentes, etc., que la hubieran cortado en algún o en algunos lugares del recorrido, como consecuencia de deterioros mayores causados por fuerzas de la naturaleza. Este tipo de problemas, es el que causa mayor impacto en la vida de las poblaciones del país y ocurre mayormente en periodos de lluvias.

Este es un concepto clave para la conservación vial y el carácter preventivo de ésta, ya que tiene por uno de sus propósitos “mantener la continuidad del servicio ofrecido por la infraestructura vial, de tal manera que sea posible la transitabilidad en cualquier condición climática”⁽⁷⁾.

⁽⁶⁾ y ⁽⁷⁾ MTC, Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial. Lima-Perú, marzo 2014. Págs. 33 y 30.

2.2.3 Seguridad:

El problema de la seguridad vial en las carreteras del país junto a un mal estado de las vías, la excesiva velocidad, entre otras razones, figuran entre las causas de accidentes de tránsito en nuestro país. El Plan Nacional de Seguridad Vial 2015-2024, elaborado por el MTC, detalla que según la Organización Mundial de la Salud (OMS) más del 90% de las muertes en accidentes de tránsito de todo el mundo se originan en los países en vías de desarrollo, como el nuestro, es por esto la importancia de contar con servicios óptimos de transporte en toda nuestra infraestructura vial tal que aseguren una adecuada seguridad para el usuario.

Mediante la conservación vial, y medido a través de los Niveles de Servicio se busca que todas las carreteras ejecutadas bajo esta modalidad cuenten con una adecuada señalización y con todos los elementos de seguridad necesarios para cada tipo de vía.

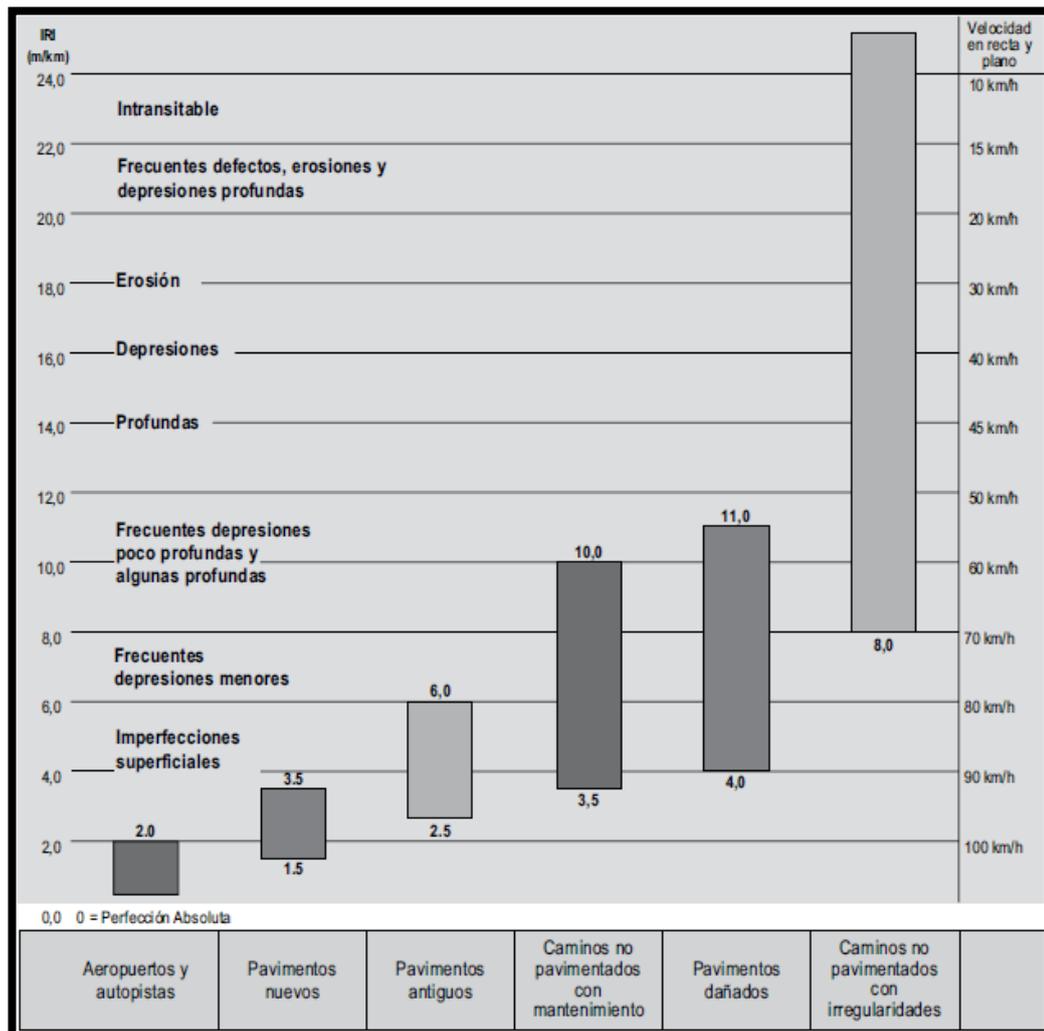
2.2.4 Comodidad en la conducción:

La conservación vial busca que la infraestructura vial brinde a los usuarios un adecuado confort reflejado en una adecuada adherencia, entre neumáticos y superficie de rodadura, y regularidad superficial. A largo plazo un adecuado estado de la vía beneficia al conductor al evitar gastos prematuros por desgaste de vehículos.

El principal parámetro, bajo el que se rigen la mayoría de contratos de conservación vial por niveles de servicio en nuestro país, que refleja esta condición es el IRI o Índice de Rugosidad Internacional, concepto desarrollado por el Banco Mundial y que fue adaptado por el Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) al desarrollar el rugosímetro MERLIN para ser aplicado en países en vías de desarrollo. Las mediciones de IRI realizadas en esta investigación han sido efectuadas con este tipo de rugosímetro.

En el cuadro N°3, se puede observar una correlación entre el valor del IRI y el estado de la carretera medida por tipo de camino. Para IRI's mayores a 24 ya se consideran caminos intransitables mientras que en el caso especial de aeropuertos y autopistas se considera mantener un IRI igual o menor a 2 es decir con mínimas imperfecciones.

Cuadro N°3: Escala de rugosidad IRI (m/km) para pavimentos.



Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, MTC.

Por lo que para garantizar un óptimo confort, la normativa peruana exige parámetros de IRI de acuerdo al tipo de carretera mostrados en el cuadro N°4:

Cuadro N°4: IRI (m/km) según tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Nuevo IRI (m/km)	Rugosidad Característica Inicial Pavimento Reforzado IRI (m/km)	Rugosidad Característica Durante el Período de Servicio IRI (m/km)	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	2	2.5	3.5	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	2	2.5	3.5	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.5	3	4	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 95%.
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	2.5	3	4	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 90%.
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	3	3.5	4.5	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 90%.
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	3	3.5	4.5	Rugosidad característica, para una confiabilidad de 85%.

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, MTC.

En general los Niveles de Servicio se miden a través de ciertos parámetros agrupados en las siguientes categorías:

- Niveles de Servicio de Pavimento.

- Parámetros de calzada.
- Parámetros de berma.

- Niveles de Servicio de Seguridad Vial.

- Parámetros de Señalización Vertical.
- Parámetros de Señalización Horizontal.
- Parámetros de Elementos de defensa y encarrilamiento.

- Niveles de Servicio de Puentes y Túneles.

- Niveles de Servicio de Drenaje.

- Niveles de Servicio del derecho de vía.

Esto sirve para que a nivel contractual, el ente supervisor, en este caso Provias Nacional, monitoree continuamente el estado de la carretera y de ser el caso aplique las multas por faltas incurridas a los niveles establecidos en los Términos de Referencia del proyecto. Por ejemplo, en lo que respecta a los Niveles de Servicio de Pavimento, el parámetro de calzada más importante para este tipo de vías es el IRI, ya que hasta ahora es el mejor indicador de la calidad funcional de una carretera tanto por ser una metodología que representa de manera adecuada la rugosidad del pavimento y ser de fácil aplicación a nuestra realidad ya que se emplean equipos accesibles y baratos. Como ya se mencionó previamente, los parámetros para evaluar los niveles de servicio variarán de acuerdo a los diversos conceptos arriba mencionados que a su vez dependerán de las condiciones locales de la vía a evaluar.

A continuación, en el cuadro N°5 se muestran los niveles de servicio solicitados por para los tramos I y II de este proyecto:

Cuadro N°5: Niveles de Servicio a evaluar en el proyecto en estudio.

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Calzada	Baches	Visual	Sin baches
	Fisuras > 2mm	Odómetro	No hay tolerancia
	Fisuras >1mm y < 2mm	Odómetro	5% de la muestra materia de evaluación (ml)
	Fisuras < 1mm	Odómetro	No se controlan, serán observadas por la supervisión para evitar el incremento
	IRI	Instrumental	< 3.5 m/Km.
Berma	Baches y Fisuras	Visual	Sin baches y sin fisuras > 2 mm
Limpieza	Calzada y Bermas	Visual	Siempre limpia libre de escombros
Drenaje	Cunetas	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^a .
	Alcantarillas	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^b
	Badenes	Visual	Siempre limpia libre de escombros ^c
Señalización	Vertical	Retroreflectómetro vertical.	Completas y limpias ^d Blanco: 70cd/lux*m2; Amarillo: 50cd/lux*m2; verde: 9cd/lux*m2. Equipo proporcionado por el Contratista
	Horizontal	Retroreflectómetro horizontal	Blanco: 150mcd/lux*m2; Amarillo: 120mcd/lux*m2. ^e Equipo proporcionado por el Contratista
Elementos de seguridad	Guardavías	Visual	Completos, pintados, limpios y sin deformación. ^f
	Delineadores	Visual	Completos, pintados y limpios ^g
Estructuras Viales	Puentes	Visual	Pintados, limpios y libres de amenazas para su funcionamiento y conservación adecuados ^h
	Pontones	Visual	Limpios y libres de amenazas para su funcionamiento y conservación adecuados ⁱ
Zonas Laterales (Derecho de vía)	Roce	Visual	No se admite vegetación en Bermas ni en cunetas. Altura Máxima. 0.20 M. en la zona del Derecho de Vía ^l
	Talud inferior	Visual	No se admiten Erosiones.

Fuente: Términos de Referencia del proyecto Conservación Vial Coracora.

Por lo tanto podemos concluir que un Nivel de Servicio es un indicador que representa la calidad de la carretera.

2.3 CLASIFICACION VIAL SEGÚN NORMATIVA VIGENTE

Una correcta clasificación de la infraestructura vial, permite realizar una adecuada caracterización de la misma lo que conlleva a un diseño óptimo de la estructura del pavimento que deberá llevar una determinada carretera. En general se consideran dos conceptos ligados entre sí para la clasificación de carreteras:

2.3.1 Índice Medio Diario, IMD:

Representa el volumen de tránsito en una carretera, que se mide a través de puntos de conteo ubicados en puntos estratégicos de la misma. Bajo este concepto, se identifican las siguientes clases de carreteras ⁽⁸⁾:

- Clase 0, con IMD igual o menor a 200 vehículos/día.
- Clase 1, con IMD entre 201 y 400 vehículos/día.
- Clase 2, con IMD entre 401 y 2000 vehículos/día.
- Clase 3, con IMD entre 2001 y 4000 vehículos/día.
- Clase 4, con IMD entre 4001 y 6000 vehículos/día.
- Clase 5, con IMD mayor a 6000 vehículos/día.

Por otro lado, el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos (2014) considera a los caminos con IMD menor o igual a 200 veh/día como carreteras de bajo volumen de tránsito.

2.3.2 Ejes Equivalentes acumulados, EE:

Este parámetro representa el tráfico equivalente, expresado en carga, en una carretera para un determinado período de diseño. Para lo cual se sirven de los datos de IMD o IMD anual y de tasas de crecimiento del tránsito para cada tipo de vehículo considerado en los estudios de IMD.

(8) MTC, Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial. Lima-Perú, marzo 2014. Pág. 579.

En el cuadro N°6, se observa las escalas de clasificación según los ejes equivalentes acumulados:

Cuadro N°6: Clasificación de carreteras según ejes equivalentes acumulados.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000
	TP1	150,001	300,000
	TP2	300,001	500,000
	TP3	5,000,001	750,000
Resto de Caminos	TP4	750,001	1,000,000
	TP5	1,000,001	1,500,000
	TP6	1,500,001	3,000,000
	TP7	3,000,001	5,000,000
	TP8	5,000,001	7,500,000
	TP9	7,500,001	10'000,000
	TP10	10'000,001	12'500,000
	TP11	12'500,001	15'000,000
	TP12	15'000,001	20'000,000
	TP13	20'000,001	25'000,000
	TP14	25'000,001	30'000,000
	TP15	>30'000,000	

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, MTC.

Sin embargo en el mismo manual se menciona una clasificación considerando el tipo de acabado de la carretera, así se tiene:

- Caminos no pavimentados:

Aquellos con tratamientos a nivel de afirmado, se clasifican según el tipo de tráfico como se muestra en el cuadro N°7:

Cuadro N°7: Clasificación de caminos no pavimentados según ejes equivalentes acumulados.

Tipos de Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TNP1	$\leq 25,000$ EE
TNP2	$> 25,000$ EE $\leq 75,000$ EE
TNP3	$> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE
TNP4	$> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, MTC.

- Caminos pavimentados:

Aquellas carreteras con pavimentos flexibles o rígidos. Se clasifican según el siguiente cuadro:

Cuadro N°8: Clasificación de carreteras para caminos pavimentados.

Tipos de Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráficos Pesado expresado en EE
TP0	$> 75,000 \text{ EE} \leq 150,000 \text{ EE}$
TP1	$> 1500,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$
TP2	$> 300,000 \text{ EE} \leq 500,000 \text{ EE}$
TP3	$> 500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$
TP4	$> 750,000 \text{ EE} \leq 1'000,000 \text{ EE}$
TP5	$> 1'000,000 \text{ EE} \leq 1'500,000 \text{ EE}$
TP6	$> 1'500,000 \text{ EE} \leq 3'000,000 \text{ EE}$
TP7	$> 3'000,000 \text{ EE} \leq 5'000,000 \text{ EE}$
TP8	$> 5'000,000 \text{ EE} \leq 7'500,000 \text{ EE}$
TP9	$> 7'500,000 \text{ EE} \leq 10'000,000 \text{ EE}$
TP10	$> 10'000,000 \text{ EE} \leq 12'500,000 \text{ EE}$
TP11	$> 12'500,000 \text{ EE} \leq 15'000,000 \text{ EE}$
TP12	$> 15'000,000 \text{ EE} \leq 20'000,000 \text{ EE}$
TP13	$> 20'000,000 \text{ EE} \leq 25'000,000 \text{ EE}$
TP14	$> 25'000,000 \text{ EE} \leq 30'000,000 \text{ EE}$
TP15	$> 30'000,000 \text{ EE}$

Fuente: Manual de Carreteras, Sección Suelos y Pavimentos, MTC.

Como se observa hay un traslape en los rangos según la cantidad de ejes equivalentes para ambos tipos de caminos, lo que podría hacer referencia a los pavimentos tratados a nivel de soluciones básicas que explícitamente no se incluye en el Manual de Carreteras, Mantenimiento o Conservación Vial pero si mencionadas en el Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas del MTC publicado en febrero del 2015. Por otro lado en el cuadro N°9, se consideran como carreteras pavimentadas a aquellas vías con tratamientos a nivel de solución básica (estabilización de suelos), que incluyen superficies de rodadura como slurry seal o micropavimento.

Cuadro N°9: Red Vial Nacional existente por tipo de superficie de rodadura, 2015.

DEPARTAMENTO	PAVIMENTADA			NO PAVIMENTADA			TOTAL EXISTENTE	PROYECTADA	TOTAL	
	Asfaltada	Solución Básica	Sub Total	Afirmada	Sin Afirmar	Trocha				Sub Total
TOTAL	14,088.6	4,331.5	18,420.1	5,471.0	1,026.1	1,518.8	8,016.0	26,436.1	1,636.9	28,072.9
AMAZONAS	319.2	504.1	823.3	27.8	0.0	0.0	27.8	851.0	31.9	882.9
ÁNCASH	900.7	258.1	1,158.8	688.6	6.3	65.6	760.5	1,919.3	34.7	1,954.0
APURÍMAC	532.7	147.5	680.2	424.3	41.0	11.6	476.9	1,157.1	0.0	1,157.1
AREQUIPA	1,090.6	90.2	1,180.9	133.0	184.3	0.0	317.4	1,498.2	0.0	1,498.2
AYACUCHO	633.8	878.1	1,511.9	208.4	0.0	0.0	208.4	1,720.3	0.0	1,720.3
CAJAMARCA	993.0	289.3	1,282.2	365.3	93.2	13.1	471.6	1,753.8	0.0	1,753.8
CALLAO	37.8	0.0	37.8	0.0	0.0	0.0	0.0	37.8	1.5	39.3
CUSCO	938.1	253.0	1,191.1	528.6	99.5	0.0	628.1	1,819.2	183.8	2,003.0
HUANCAVELICA	260.1	591.8	851.9	491.6	15.5	45.3	552.5	1,404.3	47.3	1,451.7
HUÁNUCO	302.0	250.1	552.1	181.9	66.5	483.8	732.2	1,284.4	58.3	1,342.7
ICA	605.4	23.7	629.1	66.6	0.0	2.1	68.7	697.8	5.8	703.6
JUNÍN	690.5	242.9	933.4	354.2	0.0	248.4	602.6	1,536.0	34.9	1,570.9
LA LIBERTAD	599.7	42.6	642.3	541.4	5.2	109.9	656.5	1,298.8	15.3	1,314.1
LAMBAYEQUE	386.2	64.6	450.8	10.4	7.8	0.0	18.2	469.0	90.6	559.7
LIMA	991.7	140.7	1,132.5	495.1	68.2	17.8	581.1	1,713.6	0.0	1,713.6
LORETO	49.8	0.0	49.8	44.8	0.0	35.3	80.1	130.0	173.8	303.8
MADRE DE DIOS	399.3	0.0	399.3	0.0	0.0	0.0	0.0	399.3	625.5	1,024.8
MOQUEGUA	469.2	0.0	469.2	0.0	0.0	0.0	0.0	469.2	0.0	469.2
PASCO	185.9	87.3	273.1	194.1	46.8	80.1	321.0	594.1	0.0	594.1
PIURA	1,054.0	166.2	1,220.2	129.7	282.7	75.2	487.6	1,707.8	21.9	1,729.7
PUNO	1,218.5	177.4	1,395.9	437.4	97.5	86.1	621.0	2,017.0	14.1	2,031.1
SAN MARTÍN	609.1	115.0	724.1	0.0	11.6	133.2	144.8	868.8	145.7	1,014.5
TACNA	470.9	0.0	470.9	54.4	0.0	111.3	165.7	636.6	0.0	636.6
TUMBES	138.1	0.0	138.1	0.0	0.0	0.0	0.0	138.1	11.8	149.9
UCAYALI	212.3	8.8	221.1	93.3	0.0	0.0	93.3	314.4	140.0	454.4

Fuente: Dirección General de Camino y Ferrocarriles, Provias Nacional, MTC.

En resumen la filosofía de poder brindar adecuada transitabilidad, seguridad y confort a todos los usuarios de la infraestructura vial nacional, yace en lograr que esta se encuentre pavimentada en su totalidad, ya sea a nivel de carpetas de concreto asfáltico, concreto hidráulico o a nivel de soluciones básicas que incluyen tratamientos asfálticos como slurry seal o micropavimentos, dependiendo del tipo de tráfico y el tiempo de diseño que se estime necesario toda vez que económicamente, el mantenimiento y conservación de vías a nivel de afirmado o trocha para cumplir los parámetros de seguridad y confort mencionados requiere invertir muchos recursos para el estado. Esto lo podemos ver en los cuadros N°10 y N°11, donde podemos ver el incremento del porcentaje de vías pavimentadas a nivel nacional del año 2014 (67.5%) respecto al año 2015 (69.7%), a nivel departamental también se observa un incremento del 9.7% al 14.2% de vías pavimentadas en el mismo intervalo de tiempo. De esta manera al 2015 a nivel departamental se tiene un 85.8% de vías sin pavimentar (a nivel de afirmado, sin afirmar o trochas) por lo que se evidencia la necesidad de contar con proyectos que permitan, mediante alternativas técnica y económicamente viables, su

pavimentación y por ende mejorar la calidad de vida de las poblaciones y usuarios involucrados en el área de influencia de las mismas.

Cuadro N°10: Infraestructura Vial Existente por Departamento al 2014.

INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2014										
DEPARTAMENTO	LONGITUD TOTAL	NACIONAL			DEPARTAMENTAL			VECINAL ^{1/}		
		SUB TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada
TOTAL	165 466.6	25 788.9	17 411.5	8 377.4	25 012.3	2 429.8	22 582.5	114 665.4	1 924.6	112 740.8
Amazonas	3 321.8	851.1	645.1	206.0	726.8	31.3	695.6	1 743.9	0.0	1 743.9
Ancash	10 825.4	1 659.7	974.8	684.9	1 448.7	206.1	1 242.6	7 717.0	115.7	7 601.3
Apurímac	7 480.3	1 157.1	680.2	476.9	1 339.0	0.0	1 339.0	4 984.2	7.3	4 977.0
Arequipa	9 175.1	1 433.5	1 080.0	353.5	1 739.1	531.0	1 208.1	6 002.4	393.8	5 608.7
Ayacucho	12 996.7	1 722.6	1 261.5	461.1	1 903.6	8.6	1 895.0	9 370.4	26.9	9 343.5
Cajamarca	14 063.2	1 742.6	1 225.5	517.2	855.7	31.8	823.9	11 464.9	38.0	11 426.9
Cusco	15 553.7	1 817.9	1 189.8	628.1	2 786.9	93.4	2 693.4	10 948.9	120.5	10 828.5
Huancavelica	8 111.3	1 410.2	818.2	592.1	1 440.9	0.0	1 440.9	5 260.2	0.7	5 259.5
Huánuco	7 544.7	1 213.2	552.1	661.1	721.0	16.0	705.0	5 610.5	4.2	5 606.3
Ica	3 449.7	656.7	588.0	68.7	743.9	48.9	695.0	2 049.1	82.0	1 967.1
Junín	11 928.3	1 536.9	934.3	602.6	852.5	14.6	837.9	9 539.0	224.2	9 314.8
La Libertad	8 691.4	1 238.2	623.6	614.7	1 765.9	92.0	1 673.9	5 687.2	155.5	5 531.7
Lambayeque	3 190.3	469.0	446.8	22.2	642.5	213.8	428.8	2 078.7	27.6	2 051.2
Lima	7 586.1	1 751.2	1 180.1	571.2	1 571.1	123.2	1 448.0	4 263.7	173.9	4 089.8
Loreto	961.4	87.9	43.1	44.8	436.7	108.6	328.1	436.9	19.1	417.8
Madre de Dios	1 994.9	399.3	399.3	0.0	179.6	2.5	177.1	1 416.0	5.1	1 410.9
Moquegua	2 640.8	470.0	470.0	0.0	908.9	78.4	830.5	1 261.8	98.2	1 163.6
Pasco	3 309.2	586.6	273.1	313.4	607.6	34.4	573.1	2 115.0	0.0	2 115.0
Piura	8 866.3	1 610.0	1 103.4	506.6	649.3	171.1	478.2	6 607.1	170.9	6 436.2
Puno	13 182.3	2 017.0	1 395.9	621.0	1 772.7	319.5	1 453.2	9 392.7	89.8	9 302.9
San Martín	5 213.7	868.8	696.6	172.3	906.4	150.2	756.2	3 438.5	0.1	3 438.4
Tacna	2 520.4	636.9	470.9	166.0	502.9	85.0	417.9	1 380.7	151.6	1 229.1
Tumbes	939.8	138.1	138.1	0.0	285.3	69.5	215.8	516.4	9.3	507.1
Ucayali	1 919.9	314.4	221.1	93.3	225.3	0.0	225.3	1 380.2	10.3	1 369.9

Fuente: Dirección General de Camino y Ferrocarriles, Provias Nacional, MTC.

Cuadro N°11: Infraestructura Vial Existente por Departamento al 2015.

INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2015 (Kilometros)										
DEPARTAMENTO	LONGITUD TOTAL	NACIONAL			DEPARTAMENTAL			VECINAL ^{1/}		
		SUB TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada
TOTAL	165 371.9	26 436.0	18 420.1	8 015.9	24 287.4	3 459.0	20 828.4	114 648.5	1 890.1	112 758.3
Amazonas	3 320.2	851.0	823.3	27.8	726.8	31.3	695.6	1 742.3	0.0	1,742.3
Ancash	10 840.5	1 919.3	1,158.8	760.5	1 218.8	482.8	736.0	7 702.4	115.7	7,586.7
Apurímac	7 530.8	1 157.1	680.2	476.9	1 367.1	9.4	1,357.8	5 006.6	7.3	4,999.3
Arequipa	9 353.5	1 498.2	1,180.9	317.4	1 739.1	531.0	1,208.1	6 116.2	393.8	5,722.4
Ayacucho	12 315.9	1 720.3	1,511.9	208.4	1 909.0	154.3	1,754.8	8 686.6	18.9	8,667.6
Cajamarca	14 721.4	1 753.8	1,282.2	471.6	855.7	31.8	823.9	12 111.9	41.0	12,070.9
Cusco	15 386.4	1 819.2	1,191.1	628.1	2 650.9	564.1	2,086.8	10 916.2	120.5	10,795.7
Huancavelica	8 070.0	1 404.3	851.9	552.5	1 408.3	21.3	1,387.0	5 257.4	0.7	5,256.7
Huánuco	7 595.0	1 284.4	552.1	732.2	711.7	16.0	695.7	5 598.9	4.2	5,594.7
Ica	3 493.9	697.8	629.1	68.7	743.9	48.9	695.0	2 052.2	82.0	1,970.2
Junín	11 892.3	1 536.0	933.4	602.6	833.8	67.7	766.2	9 522.5	218.3	9,304.2
La Libertad	8 742.7	1 298.8	642.3	656.5	1 766.4	92.0	1,674.4	5 677.5	155.5	5,522.0
Lambayeque	3 186.8	469.0	450.8	18.2	663.1	213.8	449.3	2 054.7	27.6	2,027.2
Lima	7 522.5	1 751.3	1,170.3	581.1	1 504.5	165.5	1,339.0	4 266.7	173.9	4,092.8
Loreto	832.3	130.0	49.8	80.1	283.3	102.4	180.9	419.1	19.1	400.0
Madre de Dios	1 986.9	399.3	399.3	0.0	203.1	3.7	199.5	1 384.5	5.1	1,379.4
Moquegua	2 640.0	469.2	469.2	0.0	908.9	78.4	830.5	1 261.8	98.2	1,163.6
Pasco	3 312.6	594.0	273.1	320.9	607.6	34.4	573.1	2 111.0	0.0	2,111.0
Piura	8 951.3	1 707.8	1,220.2	487.6	553.4	142.8	410.7	6 690.1	170.9	6,519.2
Puno	13 077.1	2 017.0	1,395.9	621.0	1 712.0	362.8	1,349.1	9 348.2	66.2	9,282.0
San Martín	5 213.7	868.8	724.1	144.8	906.4	150.2	756.2	3 438.5	0.1	3,438.4
Tacna	2 520.1	636.6	470.9	165.7	502.9	85.0	417.9	1 380.6	151.6	1,229.0
Tumbes	939.7	138.1	138.1	0.0	285.3	69.5	215.8	516.3	9.3	507.0
Ucayali	1 925.9	314.4	221.1	93.3	225.3	0.0	225.3	1 386.2	10.3	1,375.9

Fuente: Dirección General de Camino y Ferrocarriles, Provias Nacional, MTC.

2.4 CLASIFICACION DE LA VIA EN ESTUDIO

El corredor vial que comprende el proyecto de Conservación Vial Coracora consta en total de 10 tramos tal como se mencionó anteriormente, sumando un total, según los Términos de Referencia, de 526 km. longitudinales distribuidos en zonas de costa y sierra de los departamentos de Arequipa y Ayacucho. En la siguiente tabla se detalla la longitud de cada tramo:

Cuadro N°12: Sectores del Corredor Vial Coracora.

TRAMO	Distancia según TdR (km)	Distancia real (km)	Ancho promedio TdR (m)	Ancho real (m)	Factor ampliacion : Ancho real/Ancho TdR	Distancia equivalente (km)
Puquio-Coracora	96	96	5	5	1	96
Coracora-Dv. Pauza	80	65	5	5	1	65
Dv. Pauza-Pauza	46	46	4.5	6	1.33	61
Dv. Pauza-Sifuentes	50	50	4	4	1	50
Sifuentes-El Convento	52	14	4	5	1.25	18
		29		4	1	29
El Convento-Emp 1S (D)	46	46	5	7	1.4	64
Yauca-Jaqui	26	26	5.5	5.5	1	26
Jaqui-San Luis	27	27	4.5	4.5	1	27
San Luis-Piedras Blancas	60	60	6	6	1	60
Piedras Blancas-Coracora	43	43	4.5	4.8	1.07	46
TOTAL (km)	526	502				542

Fuente: Programa de Gestión Vial proyecto Coracora.

La columna de km. equivalente hace referencia a las distancias y anchos reales ya que en diversos tramos de la vía algunas instituciones públicas locales habían realizado algunos trabajos de mejoramiento aumentando el ancho de la vía lo cual no estaba contemplado ni en los Términos de Referencia ni en el contrato suscrito, entre otros cambios.

A través de los siguientes decretos y normas legales se reclasificaron las rutas arriba mencionadas en rutas nacionales como parte de los ejes transversales de la Red Vial Nacional las cuales se interconectan a su vez con los ejes longitudinales:

- Resolución Ministerial 785-2012/02:

La cual indica que la Ruta Nacional PE-32 es Emp. PE-1S (Dv. Achanizo)-Achanizo-El Convento-Quicacha-Yanamachay-Incuyo-Coracora-Abra Tabla Cruz-Emp. PE-30A (Puquio).

-Resolución Ministerial 866-2011-MTC/02:

Indica la Reclasificación de la ruta departamental AY-119, a ruta nacional PE-32 C, con trayectoria Emp. PE-32 (Ullaccasa)-Quilcata-Pausa-L.D. Arequipa (Marán).

-Resolución Ministerial 270-2012-MTC/02:

Establece la reclasificación temporal de la ruta AR-103 y la AY-117, a ruta nacional con código temporal PE-1 SI, con trayectoria Emp. PE-1S (Yauca)-Sta. Rosa-Chicchilla-Jaqui-Pampa Nueva-Coñica-San Juan-Ccaccilla-Condorarma-Paichiqui-Octune-Emp. PE-32 (Coracora).

Esta nueva clasificación se detalla en el cuadro N°13 de acuerdo al tramo que corresponde.

Cuadro N°13: Clasificación de rutas del corredor vial Coracora.

N°	TRAMO	Reclasificación de Ruta	Longitud TdR (Km)	Progresiva MTC	Base Legal
1	Puquio-Coracora	PE-32	96	204+000-300+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 785-2012/02
2	Coracora-Dv. Pauza	PE-32	65	139+000-204+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 785-2012/02
3	Dv. Pauza-Pauza	PE-32 C	56	0+000-46+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 866-2011-MTC/02
4	Dv. Pauza-Sifuentes	PE-32	50	139+000-89+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 785-2012/02
5	Sifuentes-El Convento	PE-32	45	89+000-46+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 785-2012/02
6	El Convento-Emp 1S (Dv. Achanizo)	PE-32	55	46+000-0+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 785-2012/02
7	Yauca-Jaqui	PE-1 SI	26	0+000-26+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 270-2012-MTC/02
8	Jaqui-San Luis	PE-1 SI	27	26+000-53+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 270-2012-MTC/02
9	San Luis-Piedras Blancas	PE-1 SI	60	53+000-113+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 270-2012-MTC/02
10	Piedras Blancas-Coracora	PE-1 SI	46	113+000-159+000	D.S. 036-2011-MTC
					R.M. 270-2012-MTC/02
TOTAL			526		

Fuente: Programa de Gestión Vial proyecto Coracora.

2.4.1 Determinación del IMDA:

A continuación, se presenta en el cuadro N°14 un resumen con los resultados para el cálculo del IMDA por tramos realizados a inicios del 2013. Las pruebas presentadas en esta investigación comprenden las realizadas en los tramos Puquio-Coracora y Coracora-Dv. Pauza.

De dicho cuadro se tiene el IMDA para el tramo Puquio-Coracora el cual es de 454 vehículos/día. Vale destacar que en su mayoría son vehículos ligeros y si consideramos aquellos que intervienen en el cálculo de ejes equivalente es decir que tienen un factor de destrucción obtenemos un IMDA de 101 vehículos/día. De igual manera para el tramo Coracora-Dv. Pauza se tiene un IMDA total de 247 vehículos/día, se repite el mismo patrón de que se presenta una mayoría de vehículos ligeros.

La totalidad de los tramos que comprendían el proyecto estaban a nivel de afirmado con anchos variables de 4 a 6 metros.

De acuerdo a la clasificación establecida según el IMD podemos decir que los tramos estudiados en esta investigación corresponden a carreteras de clase 1.

En las siguientes figuras (del N°2-7), se puede apreciar el estado inicial de los tramos I y II, donde se observa el desprendimiento de agregados y por consecuencia presencia de polvo, obras de drenaje sin mantenimiento, baches en plataforma y berma, falta de elementos de seguridad, falta de mantenimiento en el derecho de vía y zonas con taludes inestables en el sector I.



Figura N°2: Polvo y desprendimiento de afirmado en tramo I. Fuente: Plan de Conservación Proyecto Coracora.



Figura N°3: Falta de señalización y elementos de seguridad en tramo I. Fuente: Plan de Conservación Proyecto Coracora.



Figura N°4: Falta de mantenimiento en cunetas del tramo I. Fuente: Plan de Conservación Proyecto Coracora.



Figura N°5: Falta de mantenimiento en calzada del tramo II. Fuente: Plan de Conservación Proyecto Coracora.



Figura N°6: Falta de señalización y elementos de seguridad en tramo II. Fuente: Plan de Conservación Proyecto Coracora.



Figura N°7: Presencia de baches en berma y calzada del tramo II. Fuente: Plan de Conservación Proyecto Coracora.

Cuadro N°14: Estudio de IMDA para los tramos del corredor Coracora.

Punto de Conteo	IMDA % Participación	Vehículos Livianos			Buses 2 Ejes		B+2E		Camión 2 Ejes		Camión + 2 Ejes								IMDA TOTAL		
		AU	CM	CR	MB	B2	B3	B4	C2 Chico	C2 Grande	C3	C4	2S2	2S3	3S2	3S3	2T2	2T3		3T2	3T3
		216			17		48		16												
Pto 1: Puquio	IMDA	129	117	99	7	10	6	1	21	26	21	1	4	3	5	3	1	0	0	1	454
	% Participación	28.51%	25.68%	21.84%	1.64%	2.11%	1.32%	0.22%	4.66%	5.82%	4.66%	0.13%	0.82%	0.72%	1.04%	0.60%	0.13%	0.00%	0.00%	0.13%	100.00%
		131			5		15		8												
Pto 2: Dv. Pauza	IMDA	78	76	55	6	4	1	0	3	12	4	1	1	2	1	4	0	0	0	0	247
	% Participación	31.52%	30.60%	22.23%	2.37%	1.73%	0.29%	0.00%	1.10%	5.02%	1.62%	0.23%	0.23%	0.64%	0.40%	1.79%	0.06%	0.06%	0.00%	0.12%	100.00%
		110			6		21		0												
Pto 3: Incuyo	IMDA	24	59	52	0	5	1	0	14	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
	% Participación	14.63%	35.46%	31.07%	0.17%	2.93%	0.60%	0.09%	8.35%	4.56%	1.89%	0.17%	0.00%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
		42			7		15		0												
Pto 4: Pauza	IMDA	23	21	21	0	6	0	0	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
	% Participación	26.62%	23.86%	23.54%	0.16%	7.31%	0.32%	0.16%	12.34%	4.22%	0.97%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
		60			1		36		0												
Pto 5: Quicacha	IMDA	69	45	15	4	1	0	0	26	10	51	1	0	0	0	0	0	0	0	0	221
	% Participación	31.01%	20.28%	6.78%	1.61%	0.32%	0.06%	0.00%	11.76%	4.65%	23.26%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
		183			5		118		0												
Pto 6: Chaparra	IMDA	353	154	28	2	4	1	0	72	46	31	2	0	0	0	0	0	0	0	0	694
	% Participación	50.81%	22.25%	4.07%	0.27%	0.56%	0.16%	0.00%	10.43%	6.61%	4.49%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
		194			3		79		2												
Pto 7: Dv. Achanizo	IMDA	206	161	33	3	2	0	0	16	63	27	2	0	1	0	1	0	0	0	0	516
	% Participación	40.01%	31.28%	6.40%	0.50%	0.47%	0.03%	0.08%	3.16%	12.25%	5.21%	0.30%	0.03%	0.11%	0.06%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
		162			0		55		20												
Pto 8: Yauca	IMDA	97	121	41	18	0	0	0	21	34	36	3	1	1	0	17	0	0	0	1	391
	% Participación	24.85%	30.88%	10.60%	4.53%	0.00%	0.04%	0.07%	5.26%	8.77%	9.14%	0.77%	0.15%	0.26%	0.00%	4.24%	0.11%	0.00%	0.04%	0.29%	100.00%
		150			2		159		7												
Pto 9: Jaqui	IMDA	76	85	65	38	1	0	0	76	83	44	3	2	1	1	2	1	0	0	0	478
	% Participación	15.80%	17.74%	13.65%	8.03%	0.21%	0.06%	0.09%	15.83%	17.35%	9.14%	0.66%	0.48%	0.15%	0.15%	0.45%	0.15%	0.06%	0.00%	0.03%	100.00%
		31			0		5		0												
Pto 10: Piedras Blancas	IMDA	53	22	8	2	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
	% Participación	57.97%	24.53%	9.22%	1.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.31%	5.16%	0.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	100.00%

Fuente: Programa de Gestión Vial proyecto Coracora

2.5 CONTROL DE CALIDAD

2.5.1 Definición

El control de calidad se refiere al conjunto de procesos que permiten certificar y verificar la calidad de los agregados e insumos empleados en obra antes, durante y después del mantenimiento periódico, rutinario o de emergencia. Se realiza mediante ensayos y/o pruebas basadas en normas técnicas que permitan comprobar los parámetros establecidos en los Términos de Referencia del proyecto, especificaciones técnicas, normas nacionales e internacionales, por lo tanto el tipo de control y los ensayos a realizar dependerán del trabajo a realizar en determinada carretera.

Para la presente investigación, se ha considerado la primera fase de la conservación periódica del proyecto, la cual consta, según los Términos de Referencia del proyecto, de una solución básica a manera de protección del afirmado formada por:

- Colocación de una capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica o alguna alternativa propuesta por el contratista y aprobada por la supervisión, tal que se cumpla que el número estructural (SN) de la capa sea mínimo 0.87 y que se garantice el cumplimiento de los Niveles de Servicio estipulados en el contrato.
- Sobre ésta, se colocara una capa de mortero asfaltico modificada con polimeros, de 1 cm. de espesor, a manera de protección superficial.

Se ha venido usando el término de solución básica para este tipo de proyectos de conservación vial en su mayoría en carreteras no pavimentadas. En el Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas (MTC, 2015) se lee que “las soluciones básicas tienen por finalidad, mejorar la vida útil y nivel de servicio de las superficies de rodadura de las carreteras no pavimentadas, que sufren rápido deterioro por efecto del tránsito y el clima”.⁽⁹⁾

⁽⁹⁾ MTC, Documento Tecnico Soluciones Basicas en Carreteras no Pavimentadas. Lima-Perú, febrero 2015. Pág. 2.

De acuerdo a este documento, y como se observan en los cuadros N°15 y N°16, los principales ensayos para cumplir las especificaciones técnicas para el tipo de estabilización y con el control y aceptación de los trabajos son:

- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. (MTC E 204, ASTM C 136)
- Determinación del Limite Líquido de los suelos. (MTC E 110)
- Determinación del Limite Plástico de los suelos e Índice de Plasticidad. (MTC E 111)
- Abrasión Los Angeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm. (MTC E 207, ASTM C 131)
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada, Proctor Modificado. (MTC E 115, ASTM D 1557)
- CBR de suelos (laboratorio). (MTC E 132, ASTM D 1883)
- Ensayo de Rugosidad (IRI).
- Penetrometro Dinámico de Cono (PDC). (ASTM D 6951-03).

En el siguiente punto se explicará el porqué de la elección de una estabilización alterna con productos químicos a la estabilización con emulsión asfáltica ambas permitidas de acuerdo a los términos de referencia del proyecto.

Cuadro 15: Especificaciones Técnicas por tipo de estabilización y parámetros de control.

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple = 1.8 Mpa mínimo (MTC E 1103). 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A-3 = 14% de Pérdida Máxima. - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A-5 = 10% de Pérdida Máxima. - Para suelos A-6; A-7 = 7% de Pérdida Máxima.
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 kg mínimo (MTC E 504). 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo. 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%.
Cal	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132). 2. Expansión ≤ 0.5%.
Sales	1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132).
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132). 2. Expansión ≤ 0.5%.

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Fuente: Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas, MTC.

Cuadro N°16: Parámetros para aceptación de trabajos en soluciones básicas.

ENSAYO	TOLERANCIA	FRECUENCIA
Grado de compactación*	95% mínimo, excepto en suelos estabilizados con sales, que debe ser 100% mínimo.	Cada 250 m ² .
Óptimo Contenido de Humedad	± 1.5%	Cada 250 m ² .
Espesor	Espesor medio ≥ Espesor de diseño. Espesor individual ≥ 95% Espesor de diseño.	Cada 250 m ² .
Uniformidad de la superficie	Medición paralela y transversal al eje de la vía, efectuada con regla de 3 m.; no deben existir variaciones mayores a 10 mm.	Cada 250 m ² .
Resistencia	Según Cuadro 15, además: Resistencia media ≥ Resistencia de diseño. Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño.	03 muestras por día o jornada de trabajo.
Granulometría	Estos ensayos se deben ejecutar antes del mezclado con el estabilizador	01 muestra por día o jornada de trabajo.
Índice Plástico		
Proctor Modificado		
Rugosidad (IRI)	5.0 m/Km máximo.	En toda la sección después de 08 días.
Penetrómetro Dinámico de Cono	Resistencia media ≥ Resistencia de diseño. Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño.	03 mediciones por jornada de trabajo. Después de 08 días.

Fuente: Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas, MTC.

2.6 ESTABILIZACION DE SUELOS

2.6.1 Generalidades

La estabilización de suelos es un procedimiento muy usado en proyectos de carreteras que consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos⁽¹⁰⁾. Este proceso elimina la necesidad de remover un suelo de malas características estructurales y reemplazarlo con uno procesado de cantera. Este proceso no es solo económicamente favorable, sino que disminuye la demanda de recursos no renovables y reduce el impacto ambiental de un proyecto vial. Por lo tanto la razón de la estabilización es mejorar un suelo de malas características estructurales, principalmente el incremento de capacidad de soporte, disminución de la susceptibilidad al agua y cambios de volumen y su durabilidad, convirtiéndolo en un material que responda satisfactoriamente a las exigencias de la carretera proyectada mejorando su comportamiento durante su etapa de servicio.

⁽¹⁰⁾ MTC, Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos. Lima-Perú, abril 2014. Pág. 92.

Generalmente los caminos a nivel de afirmado son atendidos mediante la ejecución de mantenimiento periódico anual, con la reposición y/o mantenimiento de la superficie de rodadura, las que en corto tiempo se disgregan generando altos costos por mantenimiento. La mayoría de caminos en el interior del Perú se encuentran nivel de afirmado debido a un bajo volumen de tránsito o por complicaciones presupuestales que no aseguran su pavimentación a corto o mediano plazo.

Dentro de la variedad de técnicas que figuran en la normativa vigente se puede diferenciar dos tipos de estabilización, mecánica y química, ambas seguidas de un proceso de compactación que asegura el mejoramiento requerido de las características del suelo analizado.

En la presente investigación, la característica en que centra el estudio es respecto al incremento de la capacidad portante de los suelos empleados para la capa estabilizada.

2.6.2 Criterios para establecer la estabilización de suelos ⁽¹¹⁾

- El CBR de la sub rasante debe ser mayor o igual a 6%. Caso contrario se realizarán estudios para el mejoramiento de la sub rasante por su mala calidad o por presencia de zonas húmedas puntuales. En el cuadro N°17 se muestran los resultados de CBR para algunas calicatas del tramo I Puquio-Coracora correspondientes al material de sub rasante donde vemos que poseen un CBR mayor al solicitado, los detalles del ensayo se pueden observar en el anexo I.

Cuadro N°17: CBR de sub rasante en tramo I: Puquio-Coracora.

ITEM	Progresiva	Datos de Proctor		CBR		
		Maxima Densidad Seca kg/m ³	Optimo Contenido de Humedad (%)	Al 100% de la MDS, 0.1"	Al 95% de la MDS, 0.1"	Al 100% de la MDS, 0.2"
1	20+000	1,805	14.2	12	7	14
2	40+000	1,826	13.8	13.5	9.5	14
3	60+000	1,748	17.2	9.8	6	8.1

Fuente: Elaboración propia

⁽¹¹⁾ MTC, Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos. Lima-Perú, abril 2014. Pág. 92.

- La superficie de la sub rasante debe quedar por encima de la napa freática 0.60 m. como mínimo si es adecuada, caso contrario hasta a 1.20 m. si es una sub rasante de pobre calidad, donde se requerirá sub drenes o alguna otra alternativa.
- Determinar el tipo de suelo o cantera existente para establecer un tipo de estabilización, usualmente limos, arcillas o arenas limosas o arcillosas.
- Otros factores que influyen en la selección de la estabilización son el uso propuesto del suelo estabilizado, tipo de aditivo a emplear, disponibilidad del aditivo estabilizador, disponibilidad del equipo, costos comparativos.
- A continuación se muestra el cuadro N°18 y N°19 donde figuran guías referenciales para una adecuada selección del agente estabilizador de acuerdo al tipo de suelo a estabilizar:

Cuadro N°18: Tipo de estabilizador según región y tipo de suelo

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

Fuente: Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas, MTC.

Cuadro N°19: Tipo de estabilizador según tipo de suelo

ÁREA	CLASES DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL O IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1A	SW o SP	Asfalto			
		Cemento Portland			
		Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1B	SW-SM o SP-SM o SW-SC o SP-SC	Asfalto	IP no excede de 10		
		Cemento Portland	IP no excede de 30		
		Cal	IP no menor de 12		
		Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1C	SM o SC o SM-SC	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		Cemento Portland	(*)		
		Cal	IP no menor de 12		
		Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2A	GW o GP	Asfalto			Solamente material bien gradado
		Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N°4.
		Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW-GM o GP-GM o GW-GC o GP-CG	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien gradado
		Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N°4.
		Cal	IP no menor de 12		
		Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2C	GM o GC o GM-GC	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien gradado
		Cemento Portland	(*)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N°4.
		Cal	IP no menor de 12		
		Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
3	CH o CL o MH o ML o OH o OL o ML-CL	Cemento Portland	LL no menor de 40, IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios.
		Cal	IP no menor de 12		

(*) $IP \leq 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N}^\circ 200)/4$

Fuente: Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos MTC.

2.6.3 Estabilización Mecánica de Suelos

Se refiere al mejoramiento del suelo existente mediante mezcla con otro material de cantera de mejor calidad, tal que se cumplan los requerimientos de calidad contemplados en las Especificaciones Técnicas de proyecto. Esto usualmente es factible en materiales existentes de regular a buena calidad, ya que como se ha mencionado previamente, el objetivo de una estabilización es evitar la sustitución o reemplazo de agregado existente para evitar sobre costos tanto en transporte de material excedente como de material seleccionado de cantera. Cabe mencionar que esta condición de encontrar materiales en carretera y en cantera de regular o buena calidad se dificulta en algunas zonas de la sierra como es el caso del presente estudio, ya que predominan materiales de media plasticidad tal como se describe en el cuadro N°18.

2.6.4 Estabilización Química de Suelos

Mientras que en una estabilización mecánica por mezcla la mejora se da por interacción de la parte granular (gruesa y fina), la estabilización química depende principalmente de la interacción química de un agente estabilizador y la fracción fina del suelo para conseguir el efecto deseado. Dicho agente estabilizador o estabilizador químico en adelante, se debe mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto.⁽¹²⁾

Es importante mencionar que los estabilizadores químicos reaccionan solo con la fracción fina de un suelo, es por eso que los suelos más adecuados para aplicar este proceso son aquellos con medios y altos contenidos de arcilla y limos. El objetivo primordial en los últimos proyectos estatales de ejecución de obras, mejoramiento y conservación de la red vial con superficies de rodadura a nivel de afirmado en nuestro país, es básicamente mejorar la superficie de rodadura de estos caminos a través de la ejecución de soluciones alternativas a la pavimentación tradicional, que beneficiarían a muchas comunidades, en lo social y económico, ubicadas por lo general en áreas cuyos materiales en cantera presentan características como las mencionadas.

⁽¹²⁾ MTC-DGCF, Norma Técnica de Estabilizadores Químicos. Lima-Perú, marzo 2004. Págs. 1.

Se denomina estabilizador químico a un producto natural o sintético que por su acción o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de desempeño, evaluadas con ensayos de laboratorio y campo, desde el punto de vista ingenieril. Al mezclarlo con el suelo natural, se busca mejorar sus características físicas y mecánicas, como su capacidad de soporte, deformabilidad o compresibilidad, estabilidad volumétrica en presencia de agua, entre otros, para garantizar un adecuado comportamiento esfuerzo deformación.

Los estabilizadores químicos más comunes son la cal, el cemento, productos bituminosos, sales (cloruro de sodio, calcio, magnesio, etc.), productos a base de polímeros (derivados del petróleo) y en base a enzimas.

Pueden tener efectos sobre una o varias de las propiedades de desempeño del suelo, de acuerdo al tipo específico y condiciones de aplicación del estabilizador químico, así como del tipo de suelo tratado. ⁽¹³⁾

Es importante que todo producto estabilizador químico debe ir acompañado por los documentos siguientes: Manual Informativo y Hoja de Datos de Seguridad. La información errónea o incompleta relativa a salud y medio ambiente, se considera como un no cumplimiento de esta norma y además, de exclusiva responsabilidad del productor y/o distribuidor del producto. ⁽¹⁴⁾

La presente investigación se centró en el empleo de dos sistemas estabilizadores compuestos por un estabilizador sólido (cemento) y un estabilizador líquido a base de polímeros en cada caso. Por un lado, y de acuerdo al cuadro 18, no era recomendable el uso de cualquier tipo de sal, ya que para las altitudes a trabajar y la presencia constante de lluvias podría generar inestabilidad de la base tratada es por eso su recomendación para zonas de costa, del mismo modo el empleo de cal está recomendado para zonas con agregados con muy alta plasticidad, generalmente en zona de selva, y no de media como en nuestro caso, además que el principal atributo a mejorar era la capacidad portante, y no la disminución de plasticidad. Esto dejaba el uso del cemento, emulsiones y estabilizadores químicos como opciones, pero otro factor a considerar para las emulsiones era el equipo recomendable para su uso que son máquinas del tipo recicladoras pues así se logra una homogenización

(13) y (14) MTC-DGCF, Norma Técnica de Estabilizadores Químicos. Lima-Perú, marzo 2004. Págs. 6-7.

adecuada del agregado y que en el momento de la ejecución no se contaba con este tipo de maquinaria disponible por lo que se descartó el uso de emulsiones además de la presencia de material con cantidad de finos mayor a lo permitido en el manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Quedando las opciones del cemento y estabilizadores químicos. Por otro lado uno de los principales problemas de las bases estabilizadas del suelo cemento es la aparición de fisuras prematuras. Carlos Quintanilla (2007) menciona que es los sistemas suelo cemento se producen grietas por retracción, las que pueden reflejarse en las capas bituminosas superiores, que pueden ser controladas con técnicas de pre fisuración o mezclas con cal. Esto por la cantidad de cemento que se emplea en este tipo de estabilizaciones, siendo necesaria un mayor porcentaje de cemento en la mezcla a más finos tenga el suelo a estabilizar. Por lo tanto se buscó, entre las alternativas y experiencias anteriores, algún sistema que incluya el incremento en la capacidad de soporte que brinda el cemento, pero aplicando un porcentaje menor a un diseño tradicional suelo-cemento, es ahí donde surgen estas dos alternativas que se estudian en esta investigación.

2.7 DISEÑO DE ESPESORES, NÚMERO ESTRUCTURAL, COEFICIENTE ESTRUCTURAL, MÓDULO RESILIENTE Y CBR

Por lo general para el diseño de cualquier tipo de estructura de pavimento hay dos parámetros claves: los Ejes Equivalentes (que representa el efecto en el pavimento del volumen de tráfico en un determinado tiempo) y el CBR de diseño o sub rasante.

2.7.1 Ejes Equivalentes

El efecto de deterioro del tránsito sobre el pavimento a construir, en un determinado año, se representa por los denominados Ejes Equivalentes, término introducido por la AASHTO. Para esto se realiza un conteo en un período determinado de días y se calcula el IMDA, presentado en el ítem 2.4.1, y mediante una serie de fórmulas y consideraciones establecidas por la AASHTO se obtiene el valor de Ejes Equivalentes. En nuestro caso, empleando los datos obtenidos del cuadro N°14 para un horizonte de diseño de 10 años se tiene que el valor de Ejes Equivalentes es $2.09E+05$.

2.7.2 CBR de subrasante:

Para determinar el CBR de subrasante en un tramo, se sigue la metodología AASHTO que se obtiene del promedio de valores individuales, considerando eliminar valores pico (inferior como superior) para resultados más reales. De acuerdo con el Manual de Carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos se considerará como material apto para las capas de subrasante suelos con un CBR mayor o igual a 6%. Luego de hacer un muestreo a lo largo del tramo en análisis, se tiene las siguientes sectorizaciones:

Cuadro N°20: Sectorización CBR subrasante

Item	SECTORIZACIÓN		PROCTOR		CBR	
					AI 0.1"	
	Progresiva Km		OCH	MDS	AI 100% MDS	AI 95% MDS
1	0+000	30+000	14.2%	1.895	12.0%	7.0%
2	30+000	50+000	13.8%	1.826	13.5%	9.5%
3	50+000	70+000	17.2%	1.748	9.8%	6.0%
4	70+000	96+000	8.2%	2.013	35.0%	25.5%

Fuente: Elaboración propia.

Con esto y lo considerado en el punto previo se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro N°21: CBR subrasante y Ejes Equivalentes

Item	SECTORIZACIÓN		CBR	Ejes Equivalentes
			AI 0.1"	
	Progresiva Km		AI 95% MDS	EALs
1	0+000	30+000	7.0%	2.09E+05
2	30+000	50+000	9.5%	
3	50+000	70+000	6.0%	
4	70+000	96+000	25.5%	

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3 Diseño de espesores

Según el Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas, para ejes equivalentes inferiores o iguales a 10^6 , se emplearán los métodos de diseño USACE y NAASRA.

- Método de la USACE

Este método emplea un nomograma de diseño de espesores para estructuras con y sin tratamiento bituminoso, el cual se muestra en la figura N°8. Para determinar los espesores, se requiere ingresar con los valores de CBR y el correspondiente número de repeticiones de eje estándar.

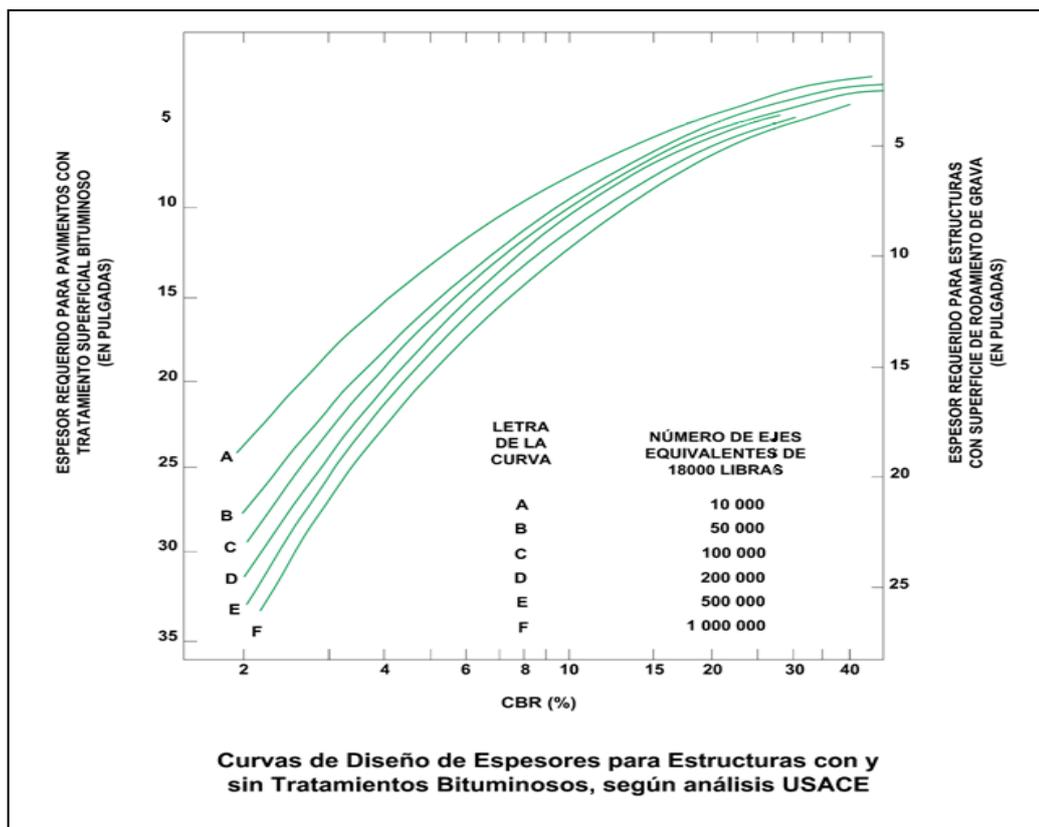


Figura N°8: Nomograma de Diseño de Espesores, Método USACE. Fuente: Internet.

- Método NAASRA:

Propone una ecuación para el dimensionamiento de espesores de una capa de afirmado que relacione el CBR del suelo y las cargas actuantes, expresadas en los ejes equivalentes, EE, según lo siguiente:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

e: Espesor de capa en mm.

CBR: Valor de CBR de subrasante.

Nrep: Número de repeticiones de EE.

2.7.4 Cálculo de espesores

Una vez efectuados los diseños de espesores según las metodologías recomendadas en base a los CBR de diseño y los EALs de acuerdo a la

sectorización del cuadro N°21, se tienen los siguientes espesores para cada metodología:

Cuadro N°22: Espesores de diseño

Item	SECTORIZACION		Método USACE	Método NAASRA
	Progresiva Km		cm	cm
1	0+000	30+000	27.2	26.6
2	30+000	50+000	21.8	22.1
3	50+000	70+000	31.2	29.1
4	70+000	96+000	11.4	12.0

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que para ambos casos los valores obtenidos son similares, dando como resumen lo siguiente:

- Para los sectores 1 y 3, un espesor de capa de 30 cm.
- Para el sector 2, un espesor de 25 cm.
- Para el sector 4, un espesor de 15 cm.

Estos espesores han sido obtenidos considerando los parámetros de CBR y EAL obtenidos durante la etapa inicial de ejecución del proyecto. Sin embargo, el documento de los Términos de Referencias del Servicio de Gestión y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Puquico-Coracora-EMP 1S (Chala)/Coracora-Yauca-EMP PE 1S/EMP PE 32 (ULLACCASA)-Pausa, bajo el que se rige la ejecución del presente proyecto y para el que se elaboraron los estudios correspondientes por parte de la entidad contratante y considerando la parte tanto técnica como económica del proyecto, detalla explícitamente que para el tramo en estudio, la capa de material estabilizado a construir deberá tener un Número Estructural (SN) no menor a 0.87. Si bien según lo descrito anteriormente, para el tráfico analizado y lo considerado en los manuales actuales, para este tipo de carretera no correspondería el diseño según el manual AASHTO (que incluye el concepto de Número Estructural), pero por un tema contractual será considerado y evaluado bajo este diseño. Cabe recordar que en este tipo de contratos y tal como se detallan en sus objetivos o "finalidad pública", la finalidad principal es mejorar y asegurar una adecuada transitabilidad durante la vigencia del contrato. A continuación se explican estos conceptos.

2.7.5 Número estructural

El número estructural (SN) es un parámetro adimensional que representa el aporte estructural de una determinada capa en un paquete estructural de pavimento tradicional es decir, para el caso de un pavimento flexible, conformado por sub base, base y carpeta asfáltica.

La fórmula para su cálculo viene dado por la Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos de la AASHTO en la que intervienen nuevas definiciones como la confiabilidad, el coeficiente de desviación estándar normal, la desviación estándar combinada, el índice de serviciabilidad entre otras. Todo esto se resume a su vez en un nomograma elaborado para este cálculo. Por otro lado, podemos guiarnos de cuadros ya elaborados como referencia para pavimentos flexibles y adaptados por la normativa peruana tal como se muestra en el cuadro N°2 (pág. 18), en donde se detalla que para el número de ejes equivalentes de nuestro caso se puede considerar un espesor mínimo de base granular de 15 cm.

Para determinar número estructural requerido, se calcula según la siguiente fórmula:

$$SN = a_1 * e_1 + a_2 * e_2 * m_2 + a_3 * e_3 * m_3 \quad (1)$$

Dónde:

a1: coeficiente estructural de la carpeta asfáltica.

e1: espesor de la carpeta asfáltica.

a2: coeficiente estructural de la capa de base.

e2: espesor de la capa de base.

m2: factor de drenaje de la capa de base.

a3: coeficiente estructural de la capa de sub base.

e3: espesor de la capa de sub base.

m3: factor de drenaje de la capa de sub base.

Dicha fórmula es la manera tradicional de cálculo del Número Estructural. Ahora considerando nuestro caso específico para carreteras de bajo volumen de tránsito en donde el paquete estructural por contrato consta solo de una base estabilizada (mejorada) y una capa de rodadura sin aporte estructural (solo con fines de asegurar la adherencia), la fórmula quedaría así:

$$SN = a_1 * e_1 \quad (2)$$

Dónde:

a₁: coeficiente estructural de la base estabilizada.

e₁: espesor de la capa de base estabilizada.

Nótese que el factor de drenaje no se ha considerado, dado que para el caso de una base estabilizada de este tipo son impermeables careciendo idealmente de filtración de agua en dicha capa. Para nuestro cálculo a continuación, considerando la ecuación (2), nuestros parámetros de entrada serán: el número estructural mínimo SN = 0.87, obtenido de los Términos de Referencia del contrato, y el espesor mínimo de 15 cm. (5.91”), obtenido del cuadro previamente mencionado, con lo que mediante retrocálculo, maximizando el coeficiente estructural de la base podremos obtener el CBR mínimo de la capa a estabilizar. Reemplazando en la ecuación (2) tenemos:

$$0.87 < SN = a_1 * e_1$$

$$0.87 < a_1 * 5.91$$

$$0.147 < a_1 \quad (3)$$

De esto se obtiene que para cumplir la condición contractual, el coeficiente estructural de la capa estabilizada debe ser superior a 0.147.

2.7.6 Coeficiente estructural

Haciendo un análisis de la formula arriba escritas vemos que el parámetro, también adimensional, coeficiente estructural está ligado netamente a las características estructurales propias de cada capa en este caso de la capa de base estabilizada. Es así que según AASHTO, la forma correcta de calcular dicho parámetro es realizando el ensayo de Módulo Resiliente, ensayo que representa en forma adecuada el estado de esfuerzos para los cuales está sometido la capa en estudio ante la acción del tráfico. Lamentablemente para realizar dicho ensayo se necesita equipos especializados que en países en vías de desarrollo como el nuestro se vuelve poco factible implementarlo a nivel nacional. Es por eso que a través de investigaciones y muchos ensayos a nivel mundial, se empezó a buscar fórmulas de correlación entre el valor del Módulo Resiliente y el valor obtenido del

ensayo de CBR, un ensayo mucho más accesible para nuestra realidad y que actualmente usamos en la mayoría de los proyectos de carreteras del Perú, en conformidad también con lo que dicta la normativa actual en el país.

La correlación para el cálculo del Módulo Resiliente (MR) con el CBR es:

- Para bases granulares con CBR mayor o igual a 80%:

$$MR = 321.05 * CBR + 13.327 \text{ (psi)} \quad (4)$$

Esta relación la podemos ver expresada gráficamente en la figura N°8.

La fórmula para el cálculo del coeficiente estructural para bases es:

$$a_{base} = 0.249 * (\log MR) - 0.977 \quad (5)$$

Reemplazando la fórmula (5) en (3)

$$0.147 < 0.249 * (\log MR) - 0.977$$

Despejando se obtiene

$$32,658.8 \text{ psi} < MR$$

Y reemplazando con (4):

$$32,658.8 < 321.05 * CBR + 13.327$$

Donde se obtiene que:

$$101.7\% < CBR_{min}$$

Del cuadro N°15, se lee que para bases estabilizadas químicamente, el CBR mínimo es 100%, por lo tanto para nuestro caso puntual y a manera de aseguramiento para cumplir con los requerimientos estructurales solicitados en los Términos de Referencia del proyecto, se considerará que el CBR mínimo de la capa estabilizada será 110%.

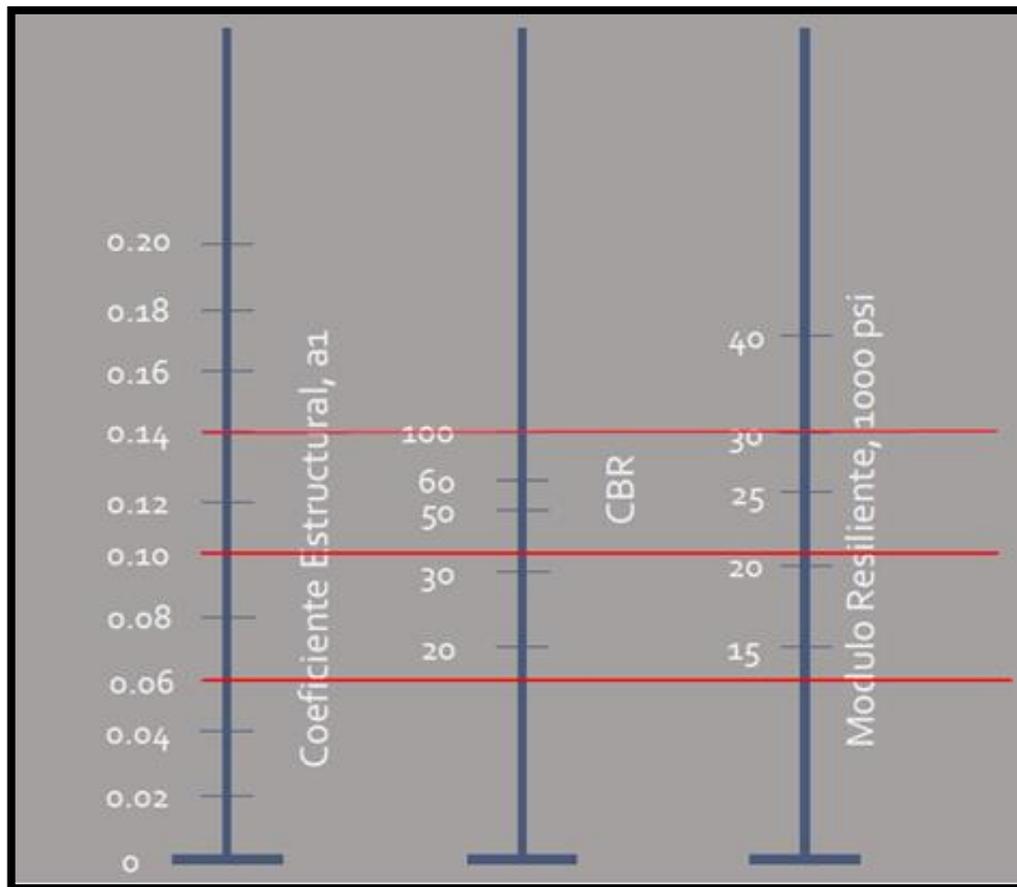


Figura N°9: Abaco de correlación entre coeficiente estructural, Modulo Resiliente y CBR. Fuente: AASHTO.

2.7.7 Consideraciones del diseño de la base estabilizada

Como se observa en el cuadro N°15, del Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas (MTC), el principal parámetro de control en las soluciones básicas como este caso, estabilizado químicamente, es el CBR de la capa.

El criterio entre emplear uno u otro método es el tráfico proyectado de la vía, sin embargo, considerando las Especificaciones Técnicas propias del proyecto en estudio, plasmados en los Términos de Referencia del mismo, el cual condiciona que la base estabilizada adoptada debe tener un numero estructural mínimo de 0.87. Por lo tanto, al emplear el diseño NAASRA o USACE se obtendría un espesor adecuado para la carga del tráfico proyectado y subrasante existente pero exigiendo un mayor uso de agregados a lo largo del tramo lo cual económica y ambientalmente no es factible y se desnaturaliza el carácter de este tipo de proyectos y contratos en los cuales la idea es dar transitabilidad a la vía causando

el mínimo impacto a los alrededores empleando las alternativas de estabilización química. Por otro lado, en el tema de costos del proyecto estos se encarecerían ya que como se menciona la condición de un número estructural mínimo para el cual se proyectan y presupuestan los gastos de ejecución. Con mayores espesores se lograría mayores valores de número estructural pero a cuenta del contratista, lo cual no es conveniente, por lo que en este caso en particular es necesario aplicar el método AASHTO y las guías de recomendación para cumplir con lo estipulado contractualmente.

Si bien el método AASHTO brinda relaciones y ábacos para el diseño de pavimentos flexibles y rígidos, contempla en su capítulo 4 (versión 1993) guías para el diseño de vías de bajo volumen de tránsito en afirmado que vincula el ábaco mostrado en la figura 8 entre otros parámetros.

Bajo estas consideraciones, para el cálculo del número estructural de la capa bajo la estabilización química se tienen los siguientes datos:

- CBR de capa estabilizada > 110%.
- Espesor mínimo de capa 15 cm.

Reemplazando en la ecuación (3), tenemos:

$$MR = 321.05 * (110) + 13.327 \text{ (psi)}$$

$$MR = 35328 \text{ (psi)}$$

Con este valor ingresamos a la ecuación (4):

$$a_{base} = 0.249 * (\log 35328) - 0.977$$

$$a_{base} = 0.155$$

Por último en la expresión (2), considerando el espesor de 0.15 m o 5.9 pulg:

$$SN_{b.e} = 0.155 * 5.9$$

$$SN_{b.e} = 0.92$$

Cumpléndose que:

$$SN_{b.e} > SN_{req}$$

Y por lo tanto cumpliendo lo solicitado para el diseño de la vía requerida a nivel de capacidad portante. Este mismo diseño es válido para los tramos I y II en estudio. En el anexo II, se puede ver el diseño realizado con el sistema estabilizador Proes. Por lo arriba expuesto, en esta investigación al igual que durante las labores en proyecto, se buscó demostrar que con la dosificación correcta se podía alcanzar un CBR de 110% mínimo. En los capítulos posteriores veremos que se logró obtener dicho valor en los respectivos ensayos de laboratorio durante el control y seguimiento de cada tramo trabajado diariamente.

CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES Y TRAMOS DE PRUEBA CON ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

3.1 ESTABILIZADORES QUÍMICOS

3.1.1 Sistema Estabilizador Proes®

3.1.1.1 Descripción

Es un sistema de estabilización química el cual trata al suelo transformándolo en una base impermeable, resistente ($\text{CBR} > 100\%$) y flexible. Este sistema de estabilización está conformado por:

- El suelo a tratar con plasticidad media a alta.
- El aditivo líquido Proes, que actúa por reacción química como catalizador de las partículas finas del suelo, mejorando su gradación.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante y principal aportante en la mejora de la capacidad portante del suelo, para nuestro caso en particular se empleó cemento Portland tipo IP.

Las bases tratadas bajo el sistema PROES, aportan toda la capacidad estructural necesaria para un determinado proyecto, sin embargo dependerá de las condiciones de éste para elegir el tipo de tratamiento superficial más adecuado, usualmente una capa de rodadura solo como protección por efecto de la abrasión y desgaste producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

3.1.1.2 Del suelo a tratar

El material a estabilizar debe cumplir en términos generales con las siguientes características:

- Pasante por malla N°4 > a 55%.
- Pasante por malla N°200 > a 12%.
- IP > a 3%.

- Tamaño máximo de partículas < 2 ½”.

Para suelos con características diferentes, se deberán realizar los ensayos necesarios mencionados en la sección 2.5, de acuerdo a la normativa vigente, para evaluar la viabilidad del empleo de este sistema estabilizador.

3.1.1.3 *Del aditivo líquido*

Está compuesto en su mayoría por hidrocarburos derivados de la refinación del petróleo (R-CH₃), iones de sales y otros componentes en menor cantidad.

Tiene las siguientes características físicas:

- División de riesgo: Clase 8 - Líquido corrosivo
- Código UN: NU 3256
- Estado físico: líquido de color oscuro y apariencia oleosa
- Peso específico: 1,15
- pH: 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.
- Estabilidad: producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C
- Fecha de caducidad: no tiene.

Se transportan en envases tipo estanque HDPE, anillados de 55 galones (200 litros), correctamente sellados. Los envases miden 595 mm de diámetro y 888 mm de altura.

Considerar los siguientes puntos para el empleo del aditivo líquido:

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cual consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.

- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,25 a 0,38 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión cisterna, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

3.1.1.4 Del aditivo sólido

El aditivo sólido tiene un propósito aglomerante, para nuestro caso se empleó Cemento Portland IP compuesto en general por silicatos, aluminatos y ferraluminatos cálcicos

Este tipo de cemento posee las siguientes características generales:

- Peso específico: 2.85 gr/cm³.
- Finura menor que 150 micrones.
- Mejorado con puzolana natural activa.

El transporte se realiza mediante camiones o volquetes al lugar de ejecución en bigbags de 1.5 toneladas o bolsas de 42.5 kg.

Para un uso adecuado del aditivo sólido considerar lo siguiente:

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- El aditivo sólido se agrega al suelo en dosis de 50 - 70 kg/m³ de suelo estabilizado compactado de acuerdo al grado de estabilización requerido. La aplicación se realiza mezclando con recicladora o motoniveladora.

3.1.2 Sistema Estabilizador Terrasil®

3.1.2.1 Descripción

Este sistema trata al suelo natural mediante la adición conjunta de un estabilizador líquido (Terrasil) y, cuando sea necesario, un estabilizador sólido, en nuestro caso cemento Portland tipo IP que actúa como aglutinante dando el aporte de capacidad estructural requerida. El estabilizador líquido Terrasil actúa, mediante una reacción química con los finos del suelo, otorgándole al suelo un comportamiento hidrofóbico tal como se puede observar en la representación de la figura N°10. De esta manera la base tratada se vuelve más resistente ante los efectos del agua, es decir bajo condiciones de saturación, mejorando considerablemente su capacidad de soporte.

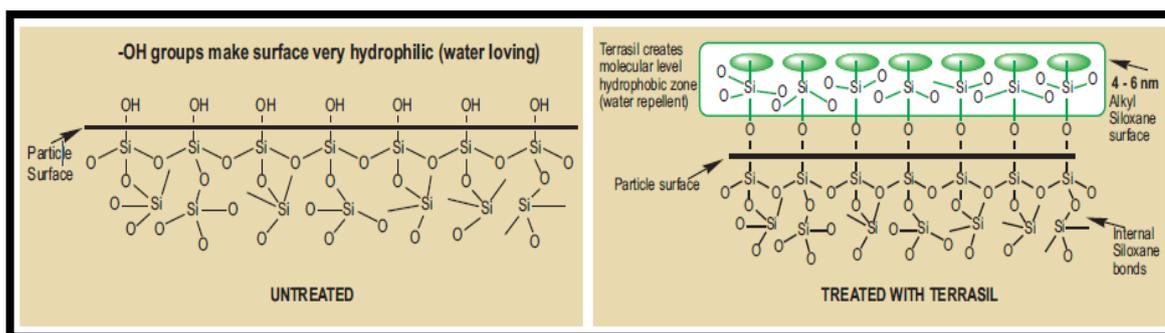


Figura N°10: Representación de la reacción del estabilizador líquido Terrasil que ocasiona la formación de una capa molecular hidrofóbica. Fuente: Hoja Técnica Terrasil.

3.1.2.2 Del estabilizador líquido:

El estabilizador líquido Terrasil está compuesto en su mayoría por derivados del silicio (órgano – silanos) entre otros elementos solubles en agua. Para mayor referencia revisar el anexo III, donde se adjunta la hoja de seguridad del estabilizador líquido. Posee las siguientes características:

- Líquido transparente de color amarillo claro.
- Viscosidad de: 100-500 cps a 25°C.
- Densidad: 1.01 g/ml

- Soluble en agua.
- Punto de inflamación >80°C.
- pH de 6.5 – 7.5.

Su presentación es en envases de 18 kg. los que deberán mantenerse alejados de toda fuente de calor, chispas o fuego como también de la lluvia o corrientes de agua. Debe almacenarse bajo sombra entre 5°C y 45°C y por recomendación por no más de 24 meses.

Para un correcto uso del estabilizador líquido Terrasil se recomienda lo siguiente:

- Mantener el recipiente totalmente cerrado hasta el momento de su uso para prevenir la reacción del líquido con la humedad del ambiente cuando no se esté aplicando.
- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y ensayos de laboratorio previos.
- El estabilizador líquido Terrasil se agrega al suelo en dosis de 0.2 - 2 kg/m³ de material a estabilizar. Como guía puede emplearse el cuadro N°23, donde se ve que la tasa dependerá del grado de estabilización deseada es decir depende del incremento en la capacidad portante y la estabilidad al agua requerida. La aplicación se realiza mezclando con recicladora o motoniveladora.

Cuadro N°23: Dosificación de producto Terrasil de acuerdo al tipo de estabilización.

Grado de Estabilización Requerido	Tasa de estabilizador líquido Terrasil (kg/m ³)
Estabilización ligera	0.2
Estabilización media	0.5
Estabilización fuerte	1
Estabilización muy fuerte	2

Fuente: Documento: Procedimiento Preparación de Muestras y Ensayos de Laboratorio con Terrasil.

Según el cuadro, y de acuerdo con el proveedor del mencionado sistema estabilizador, dosificaciones mayores a 2 kg/m³ implicarían en la mayoría de los casos una inviabilidad del proyecto a nivel económico, lo que no es impedimento para evaluar a nivel de laboratorio estas alternativas. Como opción, se recomienda a partir de dosificaciones mayores a 1kg/m³ considerar el uso de un estabilizador sólido como el cemento Portland IP para conseguir la capacidad portante final deseada.

3.1.2.3 *Del estabilizador sólido:*

El aditivo sólido tiene un propósito aglomerante en el sistema Terrasil, para nuestro caso se empleó Cemento Portland IP compuesto en general por silicatos, aluminatos y ferraluminatos cálcicos.

Este tipo de cemento posee las siguientes características generales:

- Peso específico: 2.85 gr/cm³.
- Finura menor que 150 micrones.
- Mejorado con puzolana natural activa.

El transporte se realiza mediante camiones o volquetes al lugar de ejecución en bigbags de 1.5 toneladas o bolsas de 42.5 kg.

Para un uso adecuado del estabilizador sólido considerar lo siguiente:

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a ensayos previos de laboratorio.
- El aditivo sólido se agregará en un porcentaje máximo de 1% respecto del peso de material de suelo estabilizado suelto. La capa estabilizada con este sistema será compactada de acuerdo al grado de estabilización requerido. La aplicación se realiza mezclando con motoniveladora.

3.1.2.4 Procedimiento general de trabajo con el sistema estabilizador Terrasil:

El procedimiento a seguir es similar el mencionado en el apartado 3.1.1.5, para la etapa de compactación se seguirán las plasmado en las especificaciones técnicas o de acuerdo a lo indicado por la supervisión de la obra.

3.2 CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS EMPLEADOS POR SISTEMA ESTABILIZADOR EN TRAMO DE PRUEBA

Como parte de los trabajos para la evaluación de los estabilizadores químicos se realizaron tramos de prueba con ambos agentes.

Las características de los agregados de canteras que se emplearon en el proyecto por cada sistema estabilizador y con cuyos resultados, obtenidos de los tramos de prueba, se definió su empleo en los diseños en obra, se muestran a continuación.

3.2.1 Tramo de prueba con sistema Proes:

Para maximizar el uso de material existente se evaluó una mezcla compuesta por 33% material de préstamo (de cantera) y 67% material escarificado de subrasante existente, sin embargo en paralelo se estudió una mezcla con 67% material de préstamo y 33% material escarificado existente de subrasante.

El tramo de prueba del estabilizador químico Proes se llevó a cabo en el tramo I: "Puquio-Coracora" del proyecto Conservación Vial Coracora. Se realizaron 200 metros el primer día y 200 metros el siguiente día. La progresiva del tramo de prueba fue del km. 31+600 al km. 32 +000. La dosificación del estabilizador usada fue la recomendada por la empresa proveedora del sistema estabilizador, el cual era de 60 kg/m³ de cemento más 0.30 lt/m³ de estabilizador líquido (por m³ de material compacto), paralelamente, por fines de verificación se empleó otra dosificación para ver posibles alternativas, se empleó 45 kg/m³ de cemento más 0.30 lt/m³ de estabilizador líquido (por m³ de material compacto). Así, el primer día se hizo 100 metros lineales con la dosificación del fabricante y otros

100 metros con la segunda dosificación. El espesor de la capa de base estabilizada compactada se consideró 15 cm. y un ancho promedio de 5 m. De lo mencionado en el punto 3.3, se realizó para el trabajo del primer día lo siguiente:

- Considerando un esponjamiento de 0.3.
- Espesor de capa sin compactar:

$$15 \text{ cm} \times 1.3 = 19.5 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

Un escarificado del material existente de 7 cm. y emplear 13 cm. adicionales de material de cantera (empleando volquetes de 15 m³, se usó una volquetada cada 23 m), para los trabajos del segundo día se escarificó 13 cm. de material existente y 7 cm. de material de cantera (empleando volquetes de 15 m³, se usó una volquetada cada 42 m) para evaluar el método de trabajo final. El resumen de todas estas consideraciones las observamos en el cuadro N°24:

Cuadro N°24: Resumen de tramos de prueba para el sistema Proes: dosificaciones, materia de préstamo y proporción de mezcla.

TRAMOS	DOSIFICACIÓN SISTEMA PROES		COMPOSICIÓN TRAMOS		
	Cemento (kg/m ³)	Proes (lt/m ³)	% Material escarificado (in situ)	% Material de cantera	Cantera
Km. 31+600 - km. 31+700	60	0.3	33	67	km 32+000
Km. 31+700 - km. 31+800	45	0.3	33	67	km 32+000
Km. 31+800 - km. 31+900	60	0.3	67	33	km 32+000
Km. 31+900 - km. 32+000	45	0.3	67	33	km 32+000

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que en la elección del tramo de prueba se tomó en cuenta la topografía final es decir las cotas finales de la capa estabilizada y que no existan zonas de corte o relleno para facilitar la labor, de acuerdo a lo establecido en planos del proyecto.

Durante el proceso se llevó material para procesar en laboratorio, tanto de la mezcla de suelo sola y de mezcla suelo cemento, como se observa en la figura N°11, de acuerdo con el proveedor el aditivo líquido sería adicionado en laboratorio. Así se podría observar el incremento en la capacidad de soporte que

brinda dicho estabilizador. Por recomendación del proveedor, los especímenes de CBR deberían de curarse al seco por un lapso mínimo de 7 días, luego pasarían a saturarse por 4 días siguiendo el procedimiento normal del ensayo de CBR. Los resultados de los ensayos hechos a la mezcla del suelo sin estabilización se muestran en el cuadro N°25 a continuación:

Cuadro N°25: Resumen de ensayos de material en tramos de prueba sin estabilizar.

PROGRESIVA (Mat. escarificado)	CANTERA (Mat. Préstamo)	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
										MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
31+600-31+800 (33%)	KM. 32+000 (67%)	A-2-6 (0)	SM	36.7	47.3	16	11	36.9	25.4	1.815	13.5	68.1
31+800-32+000 (67%)	KM. 32+000 (33%)	A-2-6 (0)	SM	32.9	49.2	17.9	11	35.2	24.6	1.848	12.7	86.9

Fuente: Elaboración propia.

Se observa del cuadro 25 que se agruparon los 4 tramos en 2, esto debido a que como se analiza el suelo de mezcla natural (sin ningún aditivo sólido o líquido), lo único que los diferencia es la proporción de mezcla (material in situ con material de cantera) por lo tanto se ha simplificado, para este caso, el cuadro tal como se presenta. Preliminarmente se puede observar una mejora en la capacidad portante (CBR) cuando se emplea un mayor porcentaje de material escarificado.

En el cuadro N°26 se puede observar las características del material de la cantera km. 32+000, lado derecho, en estado natural sin mezcla ni aditivo:

Cuadro N°26: Caracterización del material de cantera km. 32+000 LD sin químico.

CANTERA	CLASIFICACION AASHTO	CLASIFICACION SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
									MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 32+000	A-2-4 (0)	SC-SM	43.4	41.6	15	7	27.4	20.5	1.808	14.1	69.5

Fuente: Elaboración Propia.



Figura N°11: Recolección de muestras para el análisis en laboratorio. Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Resultados del tramo de prueba con sistema Proes:

En el cuadro N°27, se muestran los resultados obtenidos para los 4 sub tramos de prueba:

Cuadro N°27: Caracterización de agregados del tramo de prueba estabilizado con Proes.

PROGRESIVA (Mat. escarificado)	CANTERA (Mat. Préstamo)	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
										MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
31+600-31+700	KM. 32+000	A-2-4 (0)	SW-SM	34.1	54.1	11.8	8	40.3	32.7	1.798	13.5	643.1
31+700-31+800	KM. 32+000	A-2-6 (0)	SM	35.8	48.5	15.7	11	37.5	26.2	1.84	12.8	273.1
31+800-31+900	KM. 32+000	A-2-4 (0)	SM	37.3	50.5	12.2	9	38.5	29.6	1.858	13.1	533.3
31+900-32+000	KM. 32+000	A-2-4 (0)	SM	39.9	46.5	13.6	9	35.7	26.8	1.835	13.2	304.4

Fuente: Elaboración propia.

A manera de resumen, en el cuadro N°28 se puede observar puntualmente el incremento en la capacidad portante de los agregados empleando el sistema estabilizador Proes:

Cuadro N°28: Resumen general de resultados del tramo de prueba Proes.

PROGRESIVA	COMPOSICION MEZCLA		CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO (kg/m ³)	TASA ADITIVO LIQUIDO (l/m ³)	CBR 0.1" 100%MDS	% INCREMENTO CBR
	% MATERIAL IN SITU	% MATERIAL CANTERA					
31+600-31+800	33	67	KM. 32+000	SIN ADITIVO		68.1	--
31+800-32+000	67	33	KM. 32+000	SIN ADITIVO		86.9	--
31+600-31+700	33	67	KM. 32+000	60	0.3	643.1	>650%
31+700-31+800	33	67	KM. 32+000	45	0.3	273.1	301%
31+800-31+900	67	33	KM. 32+000	60	0.3	533.3	513.7%
31+900-32+000	67	33	KM. 32+000	45	0.3	304.4	250.3%

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos del tramo de prueba, resumidos en el cuadro 28, que la capacidad portante se incrementa según lo siguiente:

- En más de un 650%, al 100% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 67% material de préstamo y 33% material escarificado, y con la dosificación establecida por el proveedor de 60 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+600 al 31+700, ver figura N°12).
- En alrededor del 500%, al 100% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 33% material de préstamo y 67% material escarificado, y con la dosificación establecida por el proveedor de 60 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+800 al 31+900, ver figura N°12).
- En un 300%, al 100% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 67% material de préstamo y 33% material escarificado, y con la dosificación alterna de 45 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+700 al 31+800, ver figura N°13).
- En un 250%, al 100% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 33% material de préstamo y 67% material escarificado, y con la dosificación alterna de 45 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+900 al 32+000, ver figura N°13).

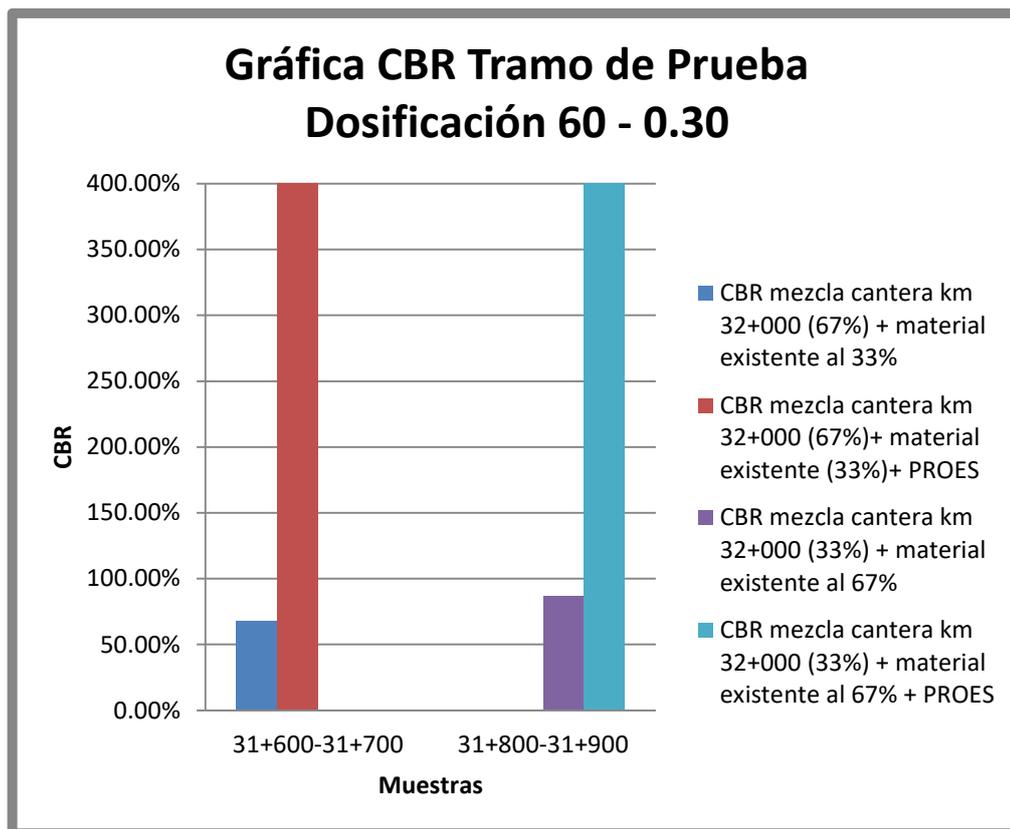


Figura N°12: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 60 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes, 100% MDS. Fuente: Elaboración propia

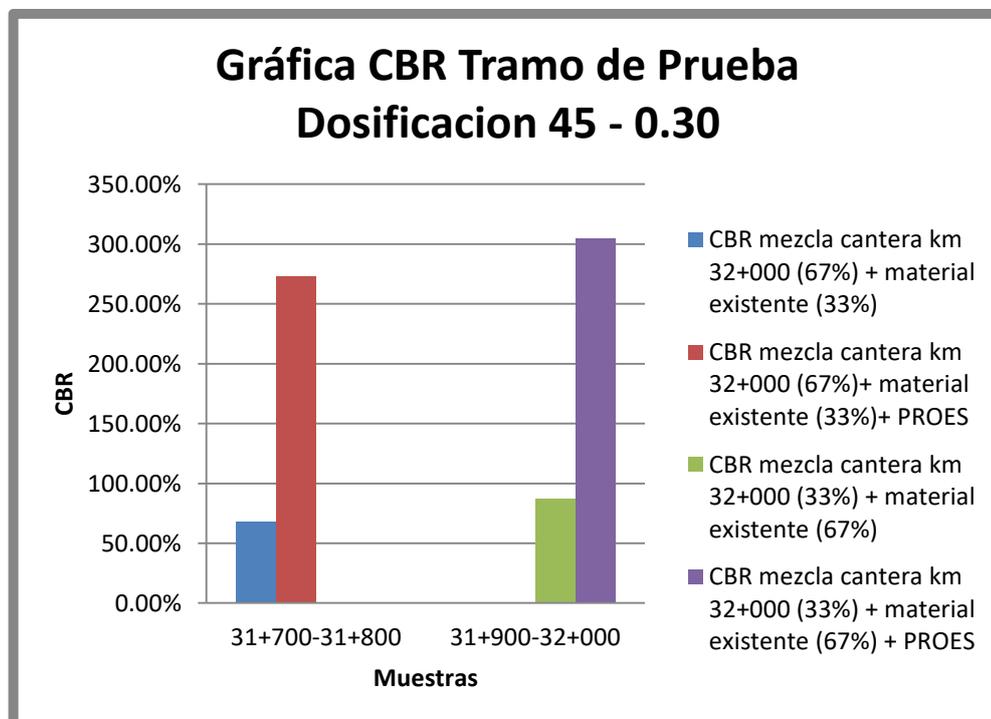


Figura N°13: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 45 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes, 100% MDS. Fuente: Elaboración propia

También se observó los incrementos de la capacidad de soporte al 95% de la máxima densidad seca, obteniendo lo siguiente:

- Alrededor de un 400%, al 95% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 67% material de préstamo y 33% material escarificado, y con la dosificación establecida por el proveedor de 60 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+600 al 31+700, ver figura N°14).
- En poco más de 350%, al 95% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 33% material de préstamo y 67% material escarificado, y con la dosificación establecida por el proveedor de 60 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+800 al 31+900, ver figura N°14).
- En un 180%, al 95% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 67% material de préstamo y 33% material escarificado, y con la dosificación alterna de 45 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+700 al 31+800, ver figura N°15).
- Alrededor de 160%, al 95% de la máxima densidad seca, para la mezcla compuesta por 33% material de préstamo y 67% material escarificado, y con la dosificación alterna de 45 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes diluido (muestra de progresivas 31+900 al 32+000, ver figura N°15).

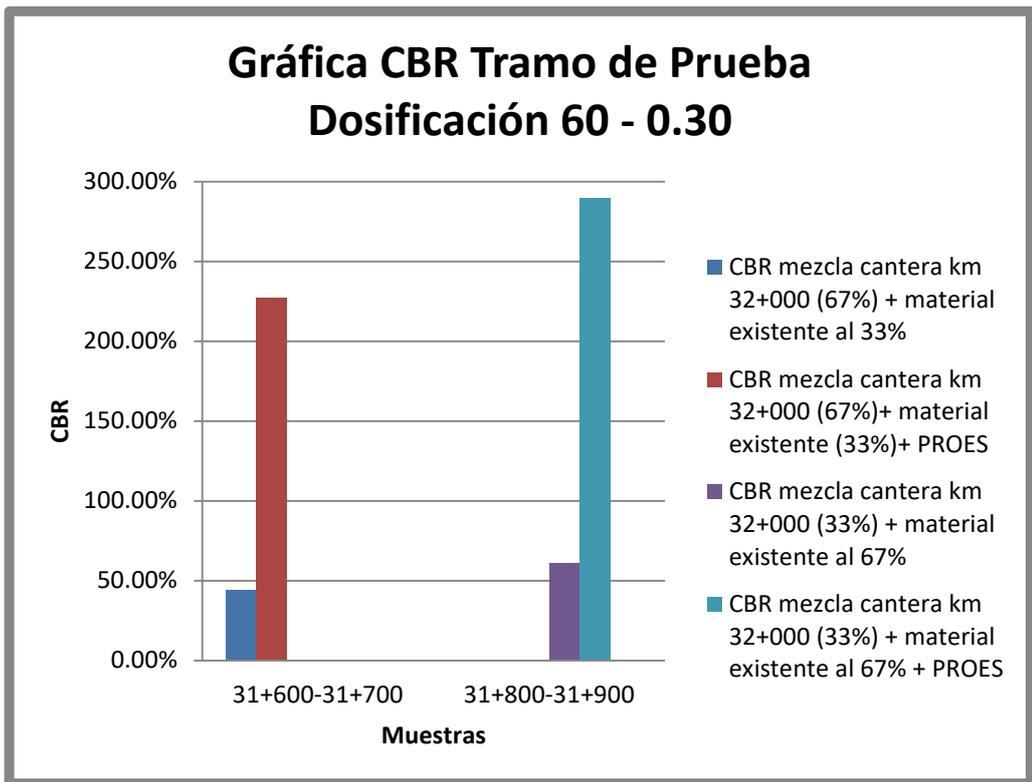


Figura N°14: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 60 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes, 95% MDS. Fuente: Elaboración propia

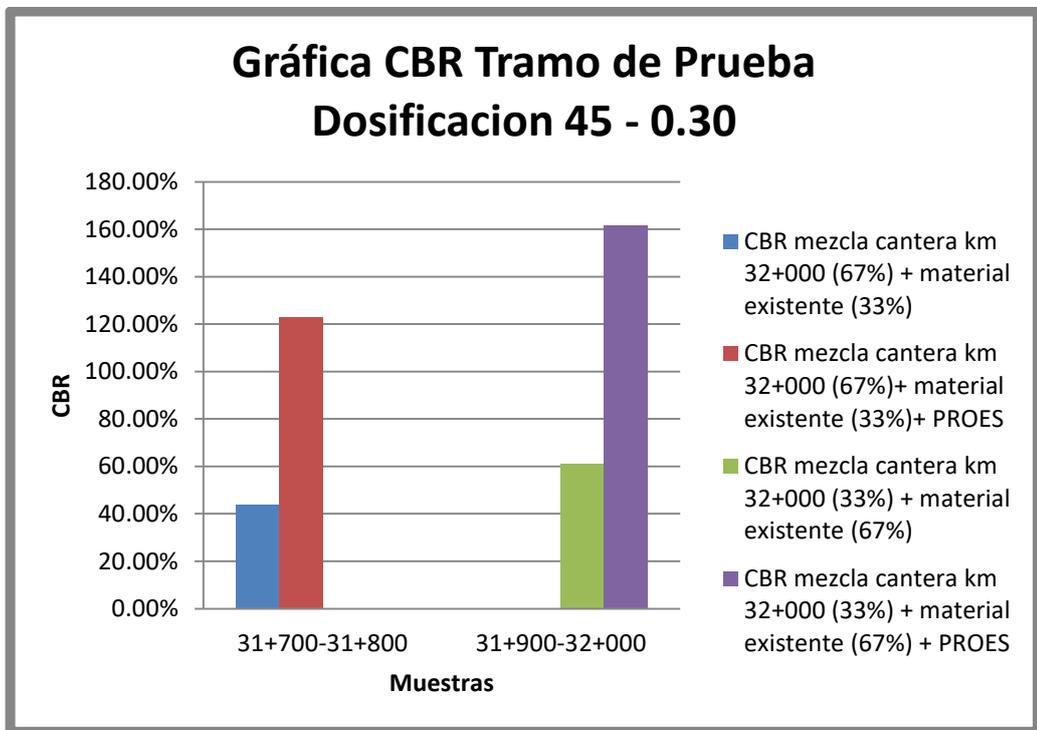


Figura N°15: Gráfica comparativa del CBR para el tramo de prueba con dosificación 45 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes, 95% MDS. Fuente: Elaboración propia

Con estos datos obtenidos del tramo de prueba, la principal conclusión fue de reducir la tasa de aditivo sólido, puesto que, y como se evidenció en las visitas a campo, una tasa de 60 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes aumentaba excesivamente la capacidad de soporte, rigidizándola en exceso y dando lugar a las fisuras observadas en los tramos de prueba con dicha dosificación días después.

Dado que fue el primer tramo de prueba, se hicieron observaciones que se buscaron mejorar el día siguiente de trabajo y en los posteriores tramos realizados para optimizar el tiempo y definir una mejor fórmula de trabajo. En la figura N°16 se puede observar una sección del tramo entre los km. 31+600 al km 31+800.



Figura N°16: Acabado final de la base estabilizada. Fuente: Elaboración propia.

Mientras en laboratorio se realizaban los ensayos correspondientes, a los 7 días se realizó la inspección visual del primer tramo, lo más destacable fue que en el sub tramo 1, km 31+600 – km 31+700 (figura N°17), se evidenciaba una mayor cantidad de fisuras superficiales que en el sub tramo 2, km 31+700 – km 31+800 (figura N°18). Correspondiendo a su vez con la tasa aplicada respectivamente en dichos tramos de acuerdo al cuadro N°24, lo cual indicaba que podría usarse una tasa menor a la indicada por el proveedor sin perjuicio de los niveles de servicio ni de lograr el número estructural de la capa deseada.



Figura N°17: Estado del sub tramo 1 estabilizado con Proes a los 7 días. Fuente: Elaboración propia.



Figura N°18: Estado del sub tramo 2 estabilizado Proes a los 7 días. Fuente: Elaboración propia.

Este mismo comportamiento se observó durante una inspección a los 15 días de aplicada la estabilización con el sistema Proes (figura 19), por lo que en los posteriores diseños en canteras el objetivo fue reducir a tasa de aditivo sólido (cemento).



Figura N°19: Estado del sub tramo 2 estabilizado con Proes a 14 días. Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Tramo de prueba con sistema Terrasil:

El tramo de prueba del sistema estabilizador Terrasil se realizó también en el tramo I: Puquio-Coracora, del km. 47+680-km. 47+720. Se realizaron 2 dosificaciones cada 20 metros, considerando solamente una mezcla de 67% material in situ y 33% de material de préstamo:

- 1 kg/m³ de Terrasil por metro cúbico de material suelto.
- 0.5 kg/m³ de Terrasil por metro cúbico de material suelto más 1% en peso de cemento.

Adicionalmente el tiempo de curado en laboratorio de las muestras, por recomendación del proveedor del producto fue de 15 y 30 días tal como se observa en el cuadro N°29.

Cuadro N°29: Resumen para tramos de prueba Terrasil.

TRAMOS	DOSIFICACIÓN SISTEMA TERRASIL		COMPOSICIÓN TRAMOS			TIEMPO DE CURADO
	Cemento (%)	Terrasil (kg/m ³)	% Material escarificado (in situ)	% Material de cantera	Cantera	
Km. 47+650 - km. 47+680	-	1	67	33	km 52+800	7
	-	1	67	33	km 52+800	30
Km. 47+680 - km. 47+700	1	0.5	67	33	km 52+800	7
	1	0.5	67	33	km 52+800	30

Fuente: Elaboración propia.

Para este tramo de prueba se empleó como material de préstamo la cantera del km 52+800, lado izquierdo, cuya caracterización del agregado se muestra en el cuadro N°30:

Cuadro N°30: Caracterización del material de cantera km. 52+800 LI sin químico.

CANTERA	CLASIF. AASHTO	CLASIFICACION SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	ABRASION (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
										MDS (gr/cm ³)	OCH (%)	
KM. 52+800	A-2-4 (0)	GC-GM	57.6	27.5	14.9	7	27	19.7	36.3	2.019	9.1	68.1

Fuente: Elaboración Propia.

A nivel de ensayos de laboratorio, una de las características que se observó era que las muestras luego de ensayadas en la prensa de CBR y previas a su eliminación, al extraerlas de los moldes estas no habían absorbido tanta humedad, luego de los 4 días de inmersión, como aquellas muestras que habían sido tratadas con el sistema Proes, tal como se observa en la figura N°20, lo que indicaba el carácter hidrofóbico del producto Terrasil explicado en el punto 3.1.2 y que se detalla en la figura en mención.



Figura N°20: Detalle de agregado tratado con Terrasil luego de ensayo CBR. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Resultados del tramo de prueba con sistema Terrasil:

En el cuadro N°31, se muestran los resultados obtenidos para los 2 sub tramos de prueba:

Cuadro N°31: Caracterización de agregados del tramo de prueba estabilizado con Terrasil en el tramo I: Puquio- Coracora.

PROGRESIVA (Mat. Escarificado, 67%)	CANTERA (Mat. Préstamo, 33%)	TASA ADITIVO SOLIDO %	TASA ADITIVO LIQUIDO lt/m3	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	%	%	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
												MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
47+650-47+680	KM. 52+800	-	1	A-2-4 (0)	SM	44.5	33.8	21.7	8	33	25	1.994	9.3	146.5*
47+650-47+680	KM. 52+800	-	1	A-2-4 (0)	SM	44.5	33.8	21.7	8	33	25	1.994	9.3	150.9**
47+680-47+700	KM. 52+800	1	0.5	A-1-a (0)	GW-GM	51.3	39.4	9.3	6	33	28	1.995	10.7	155.4 *
47+680-47+700	KM. 52+800	1	0.5	A-1-a (0)	GW-GM	51.3	39.4	9.3	6	33	28	1.995	10.7	159.4**

*7 días de curado.

**30 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

Para observar de manera más detallada el efecto en la capacidad portante del agregado del sistema estabilizador Terrasil, se muestra el cuadro N°32:

Cuadro N°32: Resumen general de resultados del tramo de prueba Terrasil

PROGRESIVA KM	COMPOSICION MEZCLA		CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO %	TASA ADITIVO LIQUIDO lt/m3	CBR 0.1" 100%MDS	% INCREMENTO DE CBR
	% MATERIAL IN SITU	% MATERIAL CANTERA					
52+800		100	KM. 52+800	SIN ADITIVO		68.10%	--
47+650-47+680	67	33	KM. 52+800	-	1	146.5%*	115.1%
47+650-47+680	67	33	KM. 52+800	-	1	150.9%**	121.6%
47+680-47+700	67	33	KM. 52+800	1	0.5	155.4%*	128.2%
47+680-47+700	67	33	KM. 52+800	1	0.5	159.4%**	134.1%

*7 días de curado.

**30 días de curado.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados del tramo de prueba, y considerando lo presentado en el cuadro N°32, se tiene que la capacidad portante con el sistema estabilizador Terrasil se incrementa según lo siguiente:

- En un 115%, al 100% de la máxima densidad seca, y con la dosificación recomendada por el proveedor de 1 lt/m3 de líquido Terrasil diluido con 7 días de curado (muestra de progresivas 47+650 al 47+680, ver figura N°21).
- Alrededor del 120%, al 100% de la máxima densidad seca y con la dosificación recomendada por el proveedor de 1 lt/m3 de líquido Terrasil diluido, con 30 días de curado (muestra de progresivas 47+650 al 47+680, ver figura N°21).

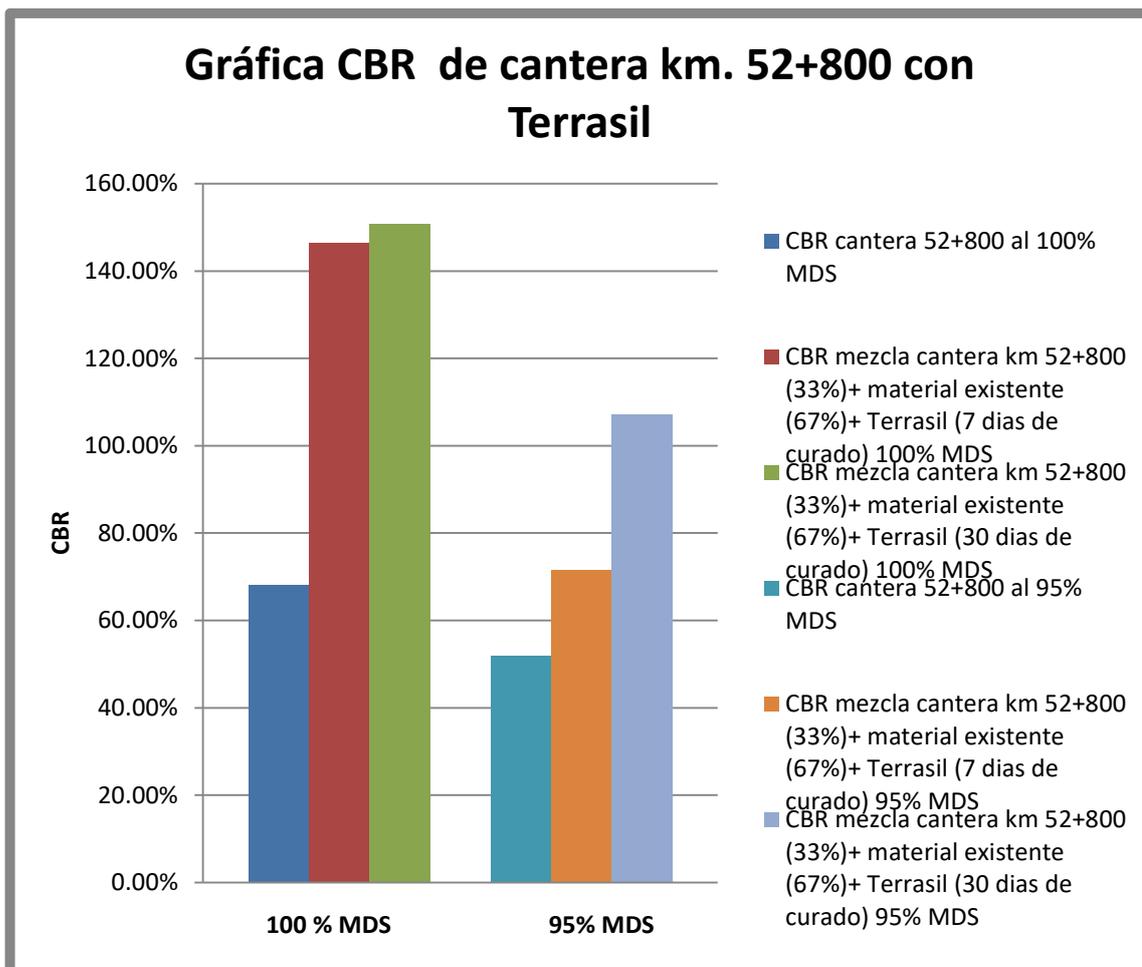


Figura N°21: Gráfica comparativa del CBR en tramo de prueba con dosificación 1 lt/m³ Terrasil.

Fuente: Elaboración propia

- En un 128%, al 100% de la máxima densidad seca y con la dosificación alterna de 1% de cemento respecto al agregado y 0.5 lt/m³ de líquido Terrasil diluido, con 7 días de curado (muestra de progresivas 47+680 al 47+700, ver figura N°22).

- Aproximadamente un 134%, al 100% de la máxima densidad seca y con la dosificación alterna de 1% de cemento respecto al agregado y 0.5 lt/m³ de líquido Terrasil diluido, con 30 días de curado (muestra de progresivas 47+680 al 47+700, ver figura N°22).

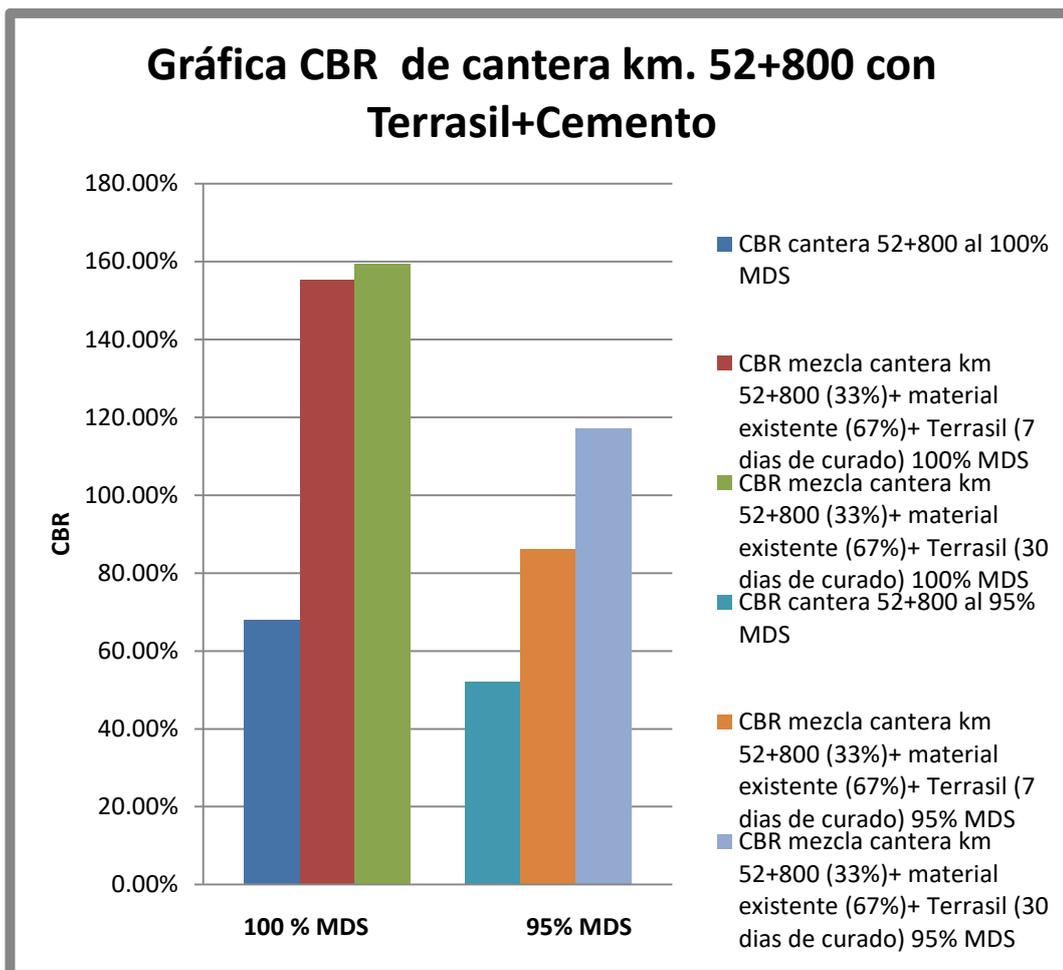


Figura N°22: Gráfica comparativa del CBR en tramo de prueba con dosificación 1% de cemento y 1 lt/m³ Terrasil. Fuente: Elaboración propia

Si bien a los 7 días de curado y con 100% de MDS ya se obtenían valores aceptables en la capacidad de soporte (150%), al brindar la data al área de producción encargada de evaluar y realizar la fórmula de trabajo, aparecieron una serie de inconvenientes ajenos a la calidad de los materiales a la hora de considerar este sistema estabilizador, principalmente el llegar al 100% mínimo de compactación, ya que eso implicaba un mayor tiempo en el cierre de la vía para el trabajo de los rodillos vibratorios, lo que ocasionaba problemas con la población local, ya que en casi la totalidad del tramo no se contaban con vías alternas. Por otro lado el tema de la gradiente de temperatura limitaba mucho las horas de trabajo para un óptimo control y desempeño de los equipos, por ejemplo el control de humedad óptimo ante la evaporación del agua por la acción del viento y evitar a su vez aplicar riego muy tardío pues ocasionaría el congelamiento del agua y expansión de la misma afectando la integridad de la

base. A raíz de todas estas consideraciones se siguió aplicando el sistema estabilizador Proes en toda la longitud de los tramos.

A nivel del área de Control de Calidad de proyecto se emitió una opinión favorable para ambos casos.

Si bien hubiese sido deseable desarrollar una mayor longitud de tramos de prueba de acuerdo a la normativa actual, los documentos y normas técnicas bajo los que se redactaron los Términos de Referencia y con los que se ejecutó la obra aun no establecían procedimientos claros a seguir para el caso de estabilización de suelos con productos químicos. Sin embargo, todo procedimiento en campo y laboratorio plasmado en esta investigación se realizó con la aprobación de todas las partes involucradas del proyecto y de la supervisión de obra correspondiente.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE ESTABILIZACION APLICADOS EN OBRA

4.1 ELECCION DEL ESTABILIZADOR A APLICAR EN OBRA

Como ya se ha descrito en el capítulo anterior, tomando en cuenta los resultados obtenidos en ambos tramos de prueba y en consenso con las demás áreas involucradas en el proyecto, se decidió trabajar con el sistema estabilizador Proes por los motivos detallados a continuación:

- Se logra, con una tasa de 50 kg/m³ de aditivo sólido (cemento Portland IP) y 0.3 l/m³ de aditivo líquido Proes, obtener un valor de capacidad de soporte CBR mayor a 110%, cumpliendo con las especificaciones solicitadas para este proyecto en particular.
- Se evidenció un mejor comportamiento en campo con una menor tasa a la propuesta inicialmente lo que corrobora las pruebas realizadas en laboratorio.
- De acuerdo con los diseños ejecutados en laboratorio, se logró reducir la tasa de aditivo sólido en 10 kg/m³, lo que influyó positivamente en los costos finales de la estabilización.
- Permite el empleo de un porcentaje importante (67%) de material propio de subrasante existente sin perjudicar el resultado final de la capacidad de soporte, reduciendo los costos por uso de material de canteras.
- Otro factor a considerar fue la disponibilidad de los aditivos para traslado a obra lo que evito demoras por desabastecimiento del mismo por parte del proveedor del producto.

Por lo que, con la tasa arriba mencionada, se procedió a realizar diseños en laboratorio con otros materiales de canteras para corroborar los resultados.

4.2 RESULTADOS DE CANTERAS CON SISTEMA ESTABILIZADOR PROES.

4.2.1 Canteras tramo I: Puquio - Coracora

Para el tramo I, se realizaron diseños en laboratorio con las canteras ubicadas en el km 51+400 (lado izquierdo) y en el km 85+950 (lado izquierdo). Las

características de dichas canteras pueden observarse en los cuadros N°33 y N°34 respectivamente.

Cuadro N°33: Caracterización de cantera km. 51+400 LI, sin estabilizar.

CANTERA	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
									MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 51+400	A-2-4 (0)	GM	60.9	19.6	19.5	8	39.4	31.8	1.855	12.7	85.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°34: Caracterización de cantera km. 85+950 LI, sin estabilizar.

CANTERA	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS (%)
									MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 85+950	A-1-b (0)	GM	58.1	25.4	16.5	3	22.6	19.4	1.955	11.9	75.8

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros si bien los materiales son de regular calidad, no se alcanza lo requerido para la vía según el diseño planteado en el capítulo II, por lo tanto se justifica tu estabilización para alcanzar lo requerido contractualmente es decir que la capa estabilizada tenga un CBR>110%.

En los cuadros N°35 y N°36, se muestran los resultados obtenidos al tratar con el sistema Proes los agregados de las canteras empleados para el diseño de la base estabilizada en el tramo I arriba mencionados:

Cuadro N°35: Resultado de cantera km. 51+400 con Proes.

CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO (kg/m3)	TASA ADITIVO LIQUIDO (l/m3)	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
											MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 51+400	50	0.3	A-2-4 (0)	SM	45.7	19.3	35	9	33.5	24.7	1.885	13.4	208.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°36: Resultado de cantera km. 85+950 con Proes.

CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO (kg/m3)	TASA ADITIVO LIQUIDO (l/m3)	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS (%)
											MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 85+950	50	0.3	A-1-a (0)	GC-GM	58.7	28.2	13.1	6	26.5	20.9	2.007	9.3	418.5

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Canteras tramo II: Coracora - Dv. Pausa

Para el tramo II, se empleó la cantera ubicada en el km 138+000 (lado derecho, ver cuadro N°37) durante el diseño en laboratorio y el trabajo en campo.

Cuadro N°37: Caracterización de cantera km. 138+000 LD, sin estabilizar.

CANTERA	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
									MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 138+000	A-2-4 (0)	GP-GM	56.3	33.7	10	10	34.9	24.8	1.717	15.7	52.6

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa esta cantera también es de regular calidad pero el CBR es insuficiente para alcanzar lo estipulado en los términos de referencia, por lo que se estudió su mejora mediante la estabilización propuesta.

En el cuadro N°38, se muestran los resultados obtenidos al tratar con el sistema Proes los agregados de cantera utilizados para el diseño de la base estabilizada en el tramo II:

Cuadro N°38: Resultado de cantera km. 138+000 con Proes.

CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO (kg/m3)	TASA ADITIVO LIQUIDO (l/m3)	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 100%MDS
											MDS (gr/cm3)	OCH (%)	
KM. 138+000	50	0.3	A-1-b (0)	SM	43.8	35.2	21	5	28.3	22.9	1.829	12.6	374.4

Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos con el sistema estabilizador Proes con canteras fueron ejecutados en fechas posteriores al tramo de prueba, es por eso que como se observa se trabajó con una dosificación menor de aditivo sólido para verificar la posibilidad de reducir la tasa que estableció el proveedor del producto y evitar la aparición de fisuras mencionadas en el capítulo anterior, sin afectar el incremento de adecuado de capacidad de soporte que garantice el numero estructural de la capa estabilizada de 0.87.

En las canteras estudiadas de ambos tramos se denota una matriz arcillosa y limosa de media plasticidad.

En el cuadro N°39, se muestra el resumen del incremento en la capacidad de soporte que se obtuvo para los diseños con las canteras disponibles en obra con el sistema estabilizador Proes:

Cuadro N°39: Resumen de Capacidad de Soporte de las canteras del proyecto con el sistema Proes.

CANTERA	COMPOSICION MEZCLA		TASA ADITIVO SOLIDO (kg/m3)	TASA ADITIVO LIQUIDO (l/m3)	CBR 0.1" 100%MDS	% INCREMENTO CBR
	% MATERIAL IN SITU	% MATERIAL CANTERA				
KM 51+400	--	100	SIN ADITIVO		85.4	--
KM 85+950	--	100	SIN ADITIVO		75.8	
KM 138+000	--	100	SIN ADITIVO		52.6	--
KM 51+400	--	100	50	0.3	208.4	144%
KM 85+950	--	100	50	0.3	418.5	452.1%
KM 138+000	--	100	50	0.3	374.4	611.8%

Fuente: Elaboración propia.

4.3 CONSIDERACIONES OBTENIDAS PARA LA FÓRMULA DE TRABAJO DEFINITIVA EN BASE A LOS DISEÑOS REALIZADOS

Luego de analizar la dosificación alterna en otras canteras, se definió emplear como tasa final 50 kg/m³ de cemento y 0.3 l/m³ de líquido Proes. Se evaluaron variantes con menos aditivo sólido y líquido, pero no se obtuvieron resultados representativos o que indicasen alguna tendencia, por lo que no se han considerado en la presente investigación.

Otro detalle que se definió fue la mezcla a emplear, como se observa en los cuadros previos, se obtiene un incremento adecuado de capacidad de soporte con una mezcla compuesta por 67% material escarificado y 33% material de préstamo, reduciendo el consumo de material de cantera.

Por último y cumpliendo también lo establecido en el Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas del MTC (febrero, 2015), se definió que el grado de compactación mínimo sería de 95% de la máxima densidad seca.

Todo esto asegurando siempre el cumplimiento de que la capa estabilizada tenga un número estructural (SN) mayor o igual a 0.87 y por ende un CBR mayor a 110% tal como se explica en el ítem 2.7.6 del capítulo II, cumpliendo también con los niveles de servicio establecidos en los Términos de Referencia del proyecto.

En las figuras N°23, N°24 y N°25, se observa el incremento evaluado con la dosificación final de 50 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de líquido Proes con las canteras del tramo I y II, lo que aseguraba el cumplimiento de un CBR mayor a 110% en su empleo en la mezcla de campo.

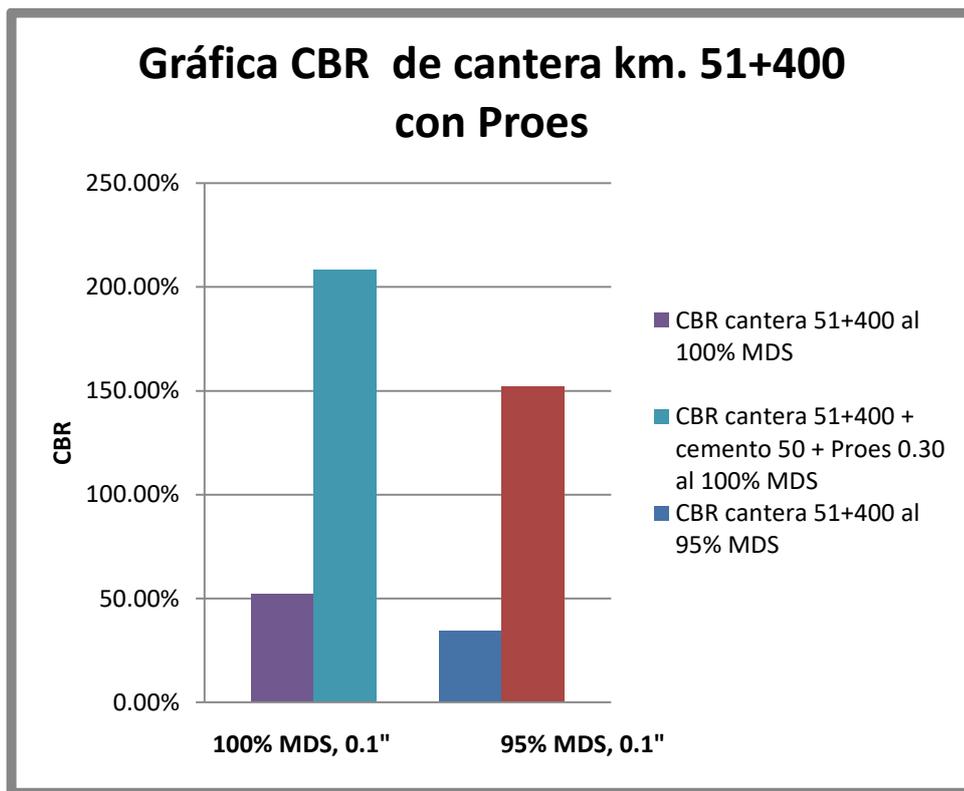


Figura N°23: Gráfica comparativa del CBR para cantera 51+400 con dosificación 50 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes. Fuente: Elaboración propia

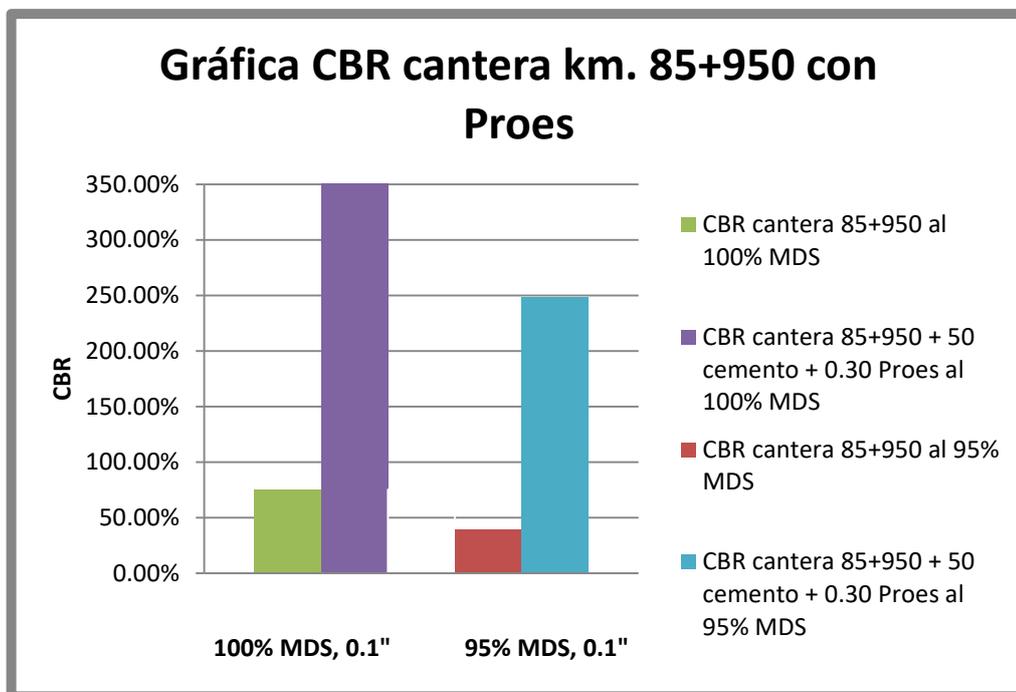


Figura N°24: Gráfica comparativa del CBR para cantera 85+950 con dosificación 50 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes. Fuente: Elaboración propia

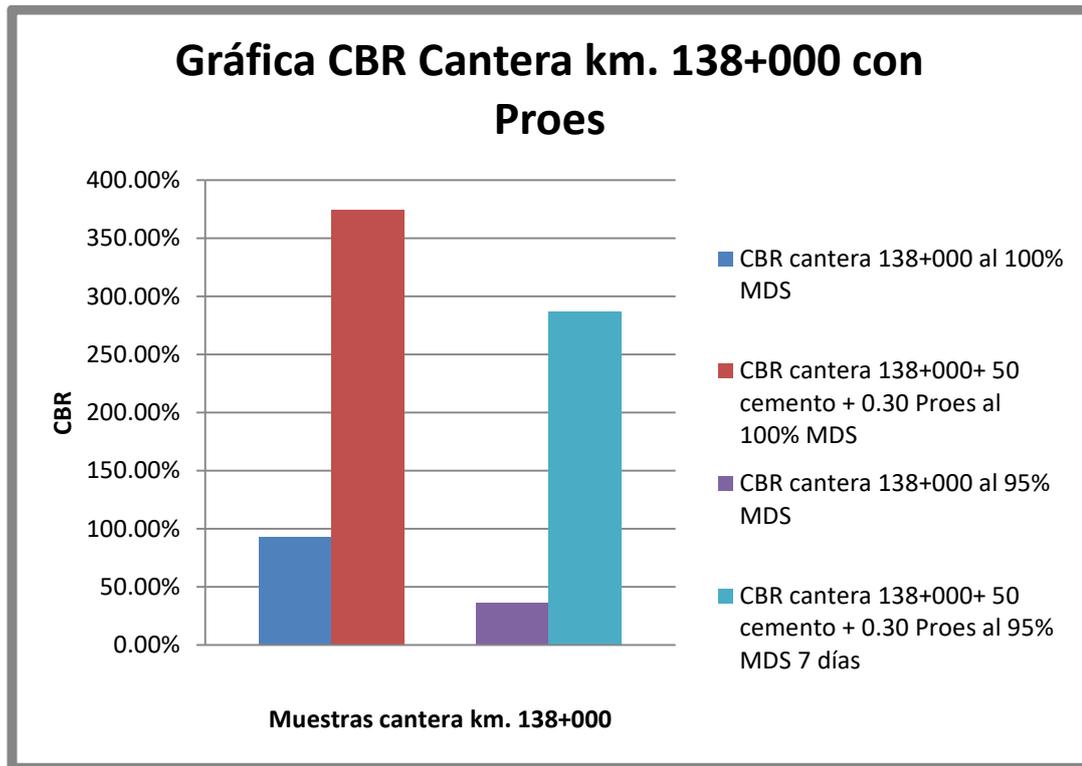


Figura N°25: Gráfica comparativa del CBR para cantera 138+000 con dosificación 50 kg/m³ cemento más 0.30 lt/m³ Proes. Fuente: Elaboración propia

4.4 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO CON SISTEMA ESTABILIZADOR PROES:

Para realizar la estabilización con el sistema Proes, se requieren los siguientes equipos:

- Motoniveladora.
- Camión cisterna.
- Rodillo liso vibratorio.
- Camión esparcidor de aditivo sólido.
- Volquetes

A continuación se mencionan el procedimiento seguido en obra para la aplicación del sistema estabilizador Proes:

- Se escarifica la sub rasante perfilándola a las cotas y pendientes indicadas en proyecto, posteriormente se compacta. El material escarificado será acordonado para su aprovechamiento con el material a estabilizar de préstamo.
- Una vez compactada la sub rasante, bajo visto bueno de la supervisión, se adiciona el material de préstamo con volquetes (figura N°26) y a la vez se distribuye con ayuda de un camión (según el volumen de material colocado y con la tasa escogida de aditivo solido) el cemento Portland (figura N°27) y se mezcla con la motoniveladora junto al suelo de préstamo y el material procedente del escarificado, extendiendo después la mezcla. Se recomienda trabajar a la humedad natural asumiendo que es menor a la óptima (figura N°28).
- Luego se procede a diluir el aditivo líquido Proes en una cisterna de acuerdo a la tasa de trabajo elegida y la diferencia entre el óptimo contenido de humedad y la humedad natural del suelo. Para esto es necesario contar con un equipo Speedy para medir la humedad del material. Considerar también las pérdidas por evaporación durante el riego y tiempo de trabajo (figura N°29).
- El mezclado de los dos aditivos debe ser homogéneo en toda la superficie, considerando el espesor de diseño, y debe darse en un tiempo tal que permita una adecuada compactación dentro de las 5 horas desde la adición del aditivo líquido, para evitar contratiempos por la reacción de endurecimiento de la mezcla.
- La compactación de la capa deberá ser igual o superior al 95% de la máxima densidad seca para óptimos resultados (figura N°30), esto según el documento técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas que concuerdan con lo especificado por el proveedor.
- Para maximizar la vida útil de la capa debe mantenerse la humedad de esta, los primeros días mediante riego dependiendo de las condiciones locales, o aplicando un riego de liga con emulsión 24 horas después de realizadas las labores de estabilización.

- Como ocurre generalmente con las bases estabilizadas, se requiere colocar un tratamiento superficial para garantizar el correcto funcionamiento del sistema estabilizado, en este caso según lo contemplado en proyecto se aplicó posteriormente un slurry seal.



Figura N°26: Colocación de material de préstamo. Fuente: Elaboración propia.



Figura N°27: Colocación y esparcido de bolsas de cemento. Fuente: Elaboración propia.



Figura N°28: Mezcla de material de escarificado, préstamo y cemento. Fuente: Elaboración propia.



Figura N°29: Adición del estabilizador líquido Proes a la mezcla con cemento. Fuente: Elaboración propia



Figura N°30: Compactación de base estabilizada. Fuente: Elaboración propia.

4.5 CONTROL DE SECTORES TRABAJADOS TRAMO I: PUQUIO-CORACORA

Con la dosificación final de 50 kg/m³ de cemento y 0.3 l/m³, se trabajó la capa estabilizada. El resumen de los resultados obtenidos se muestra en el cuadro N°40:

Cuadro N°40: Resumen de resultados para sector trabajado del tramo I: Puquio –Coracora.

PROGRESIVA	CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO kg/m ³	TASA ADITIVO LIQUIDO lt/m ³	CLASIF. AASHTO	CLASIF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 95%MDS	CBR 0.1" 100%MDS
												MDS (gr/cm ³)	OCH (%)		
59+700-60+100	KM. 51+400	50	0.3	A-2-4 (0)	SM	44.7	25.8	29.5	7	31	24	1.929	11.8	203.0%	371.6%
60+128-60+818	KM. 51+400	50	0.3	A-1-b (0)	SM	47.3	37.1	15.6	6	31	25	1.932	11.6	135.5%	280.3%
60+818-61+430	KM. 51+400	50	0.3	A-2-4 (0)	SM	47.1	25	27.9	8	33	25	1.954	11.4	129.8%	323.1%
61+550-62+063	KM. 51+400	50	0.3	A-2-5 (0)	SM	47.5	33.9	18.6	10	48	39	1.804	16	170.8%	346.5%
62+063-62+745	KM. 51+400	50	0.3	A-2-4 (0)	SM	49.3	24.2	26.5	5	34	29	1.907	13.5	261.8%	318.7%
62+745-63+465	KM. 51+400	50	0.3	A-2-4 (0)	SM	48.7	25.9	25.4	7	32	25	1.888	11.9	115.5%	150.3%
73+560-74+060	KM. 85+950	50	0.3	A-2-4 (0)	SM	45.2	35	19.8	7	31	24	1.926	10.6	130.9%	264.4%
74+060-74+640	KM. 85+950	50	0.3	A-2-4 (0)	GC	50.6	30.5	18.9	8	26	18	1.904	11.7	117.6%	252.9%
74+640-75+160	KM. 85+950	50	0.3	A-2-4 (0)	SC	48.6	35.6	15.8	8	28	21	1.925	10.5	313.6%	355.3%
75+160-75+660	KM. 85+950	50	0.3	A-2-4 (0)	GM	69.2	16.1	14.7	7	30	24	1.939	11.3	164.6%	290.3%
75+660-76+260	KM. 85+950	50	0.3	A-2-4 (0)	GC-GM	55.7	27.7	16.6	7	24	17	2.048	8.5	168.5%	309.2%
76+860-77+460	KM. 85+950	50	0.3	A-1-b (0)	GM	58.7	22.2	19.1	NP	26	NP	2.000	9.5	137.6%	241.0%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el porcentaje mínimo para 95% de MDS es 115.5% de capacidad de soporte CBR y al 100% de MDS el CBR mínimo es 150%, cumpliendo lo requerido para la base estabilizada (CBR mayor a 110%).

4.6 CONTROL DE SECTORES TRABAJADOS TRAMO II: CORACORA-Dv. PAUSA

Con la dosificación final de 50 kg/m³ de cemento y 0.3 l/m³, se trabajó la capa estabilizada para el tramo arriba mencionado. El resumen de los resultados obtenidos se muestra en el cuadro N°41:

Cuadro N°41: Resumen de resultados para sector trabajado del tramo II: Coracora –Dv. Pausa.

PROGRESIVA	CANTERA	TASA ADITIVO SOLIDO kg/m ³	TASA ADITIVO LIQUIDO lt/m ³	CLASF. AASHTO	CLASF. SUCS	% GRAVA	% ARENA	PASANTE N°200 (%)	IP	LL	LP	PROCTOR MODIFICADO		CBR 0.1" 95%MDS	CBR 0.1" 100%MDS
												MDS (gr/cm ³)	OCH (%)		
151+000-151+430	KM. 138+000	50	0.3	A-1-b (0)	SM	38.1	39.1	22.8	NP	30	NP	1.811	8.2	117.8%	150.3%
151+430-151+930	KM. 138+000	50	0.3	A-1-b (0)	SM	37.2	47.4	15.4	2	39	36	1.863	12.2	226.4%	314.2%
151+930-152+480	KM. 138+000	50	0.3	A-1-a (0)	SW-SM	43.3	46.2	10.5	1	32	31	1.879	11.1	282.1%	382.6%
152+480-153+030	KM. 138+000	50	0.3	A-1-a (0)	GP-GM	53.4	38.2	8.4	NP	NP	NP	1.863	12.2	294.2%	322.7%
154+650-155+190	KM. 138+000	50	0.3	A-1-a (0)	SP-SM	44.2	47.7	8.1	NP	NP	NP	1.779	12.4	175.0%	301.3%
155+740-156+280	KM. 138+000	50	0.3	A-1-a (0)	SW-SM	46.3	42.1	11.6	NP	NP	NP	1.878	10.5	257.3%	383.1%
156+910-157+250	KM. 138+000	50	0.3	A-1-b (0)	SM	37.5	46.7	15.8	NP	30	NP	1.826	11.9	225.3%	345.0%
158+870-159+440	KM. 138+000	50	0.3	A-1-a (0)	SP-SM	39.5	48.9	11.6	NP	NP	NP	1.777	12.9	165.0%	284.6%

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el porcentaje mínimo para 95% de MDS es 117.8% de capacidad de soporte y al 100% de MDS la mínima es 150.3%, cumpliendo lo requerido para la base estabilizada (CBR mayor a 110%).

4.7 ENSAYO PDC PARA DETERMINACION DEL CBR IN SITU

El ensayo PDC se usa para determinar la capacidad de soporte in-situ de suelos tanto inalterados como de materiales compactados. La capacidad de soporte se obtiene mediante una relación con el ratio de penetración, con una determinada masa, para este caso de 8 kg. También puede permitir determinar el espesor de alguna capa de interés. Se puede aplicar hasta profundidades de 1 metro con las correlaciones ya dadas para el aparato, ya que si se aplican extensiones se corre el riesgo de que estas ya no sean representativas para el tipo de ensayo realizado.

Por lo general, este CBR de campo obtenido mediante el ensayo PDC no se correlaciona directamente con el CBR de laboratorio o el ensayo de CBR in situ, por lo que debe tenerse cuidado a la hora de interpretar estos resultados debiendo tomarse como una referencia de la resistencia in-situ bajo las condiciones puntuales del terreno al momento de realizada la prueba.

Si bien el ensayo PDC puede emplearse para determinar las características de resistencia en suelos de grano fino o grueso, suelto o compacto y materiales ligeramente modificados o estabilizados, no se debe emplear en materiales altamente estabilizados o cementados o en agregados con un gran porcentaje de partículas con diámetro mayor a 2".⁽¹⁵⁾

La correlación entre PDC y CBR recomendada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos para suelos en generales es:

$$CBR = \frac{292}{PDC^{1.12}}$$

Donde PDC es el ratio penetración entre cantidad de golpes.

Hay otro tipo de correlaciones para suelos arcillosos y altamente plásticos.

Expuesto lo anterior y considerando que la tasa de cemento aplicada equivale en promedio a un 2.5% y que aún se considera una base granular y no una base suelo – cemento (con contenido de cemento mínimo 4%), se procedió a manera de control interno, ejecutar en los tramos trabajados ensayos de PDC para hallar el CBR de la capa in situ (figura N°31). Además, de acuerdo con el cuadro 16 del capítulo II que es parte del Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas se considera la ejecución del ensayo mediante PDC como una referencia para la determinación en campo de la resistencia (capacidad de soporte) de la estabilización.

Sobre la precisión y tolerancia del ensayo, dado que las muestras no son homogéneas es complicado establecer alguna relación al respecto por lo que como se menciona en un inicio los resultados deben interpretarse como un indicio de la capacidad de soporte in situ de la capa.

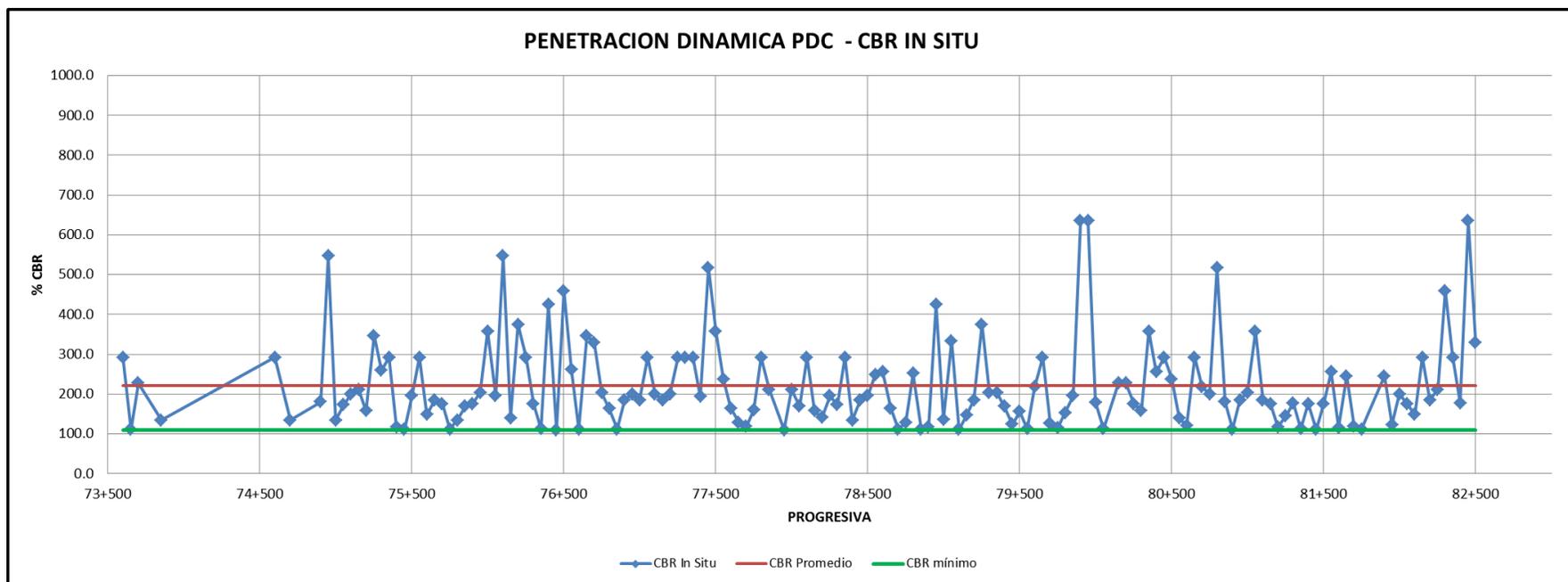
⁽¹⁵⁾ Instituto Nacional de Vías, Método de Ensayo Normal para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono. Colombia, 2007.



Figura N°31: Ensayo PDC para determinación de CBR in situ. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en el cuadro N°42 un resumen con los valores obtenidos en campo para los sectores presentados anteriormente donde se realizó la estabilización Proes. En nuestro caso el número máximo de golpes obtenido fue 60 para 141 mm de penetración a su vez la máxima obtenida y una capacidad de soporte de 112.1%, en promedio el número de golpes fue de 11 golpes para una penetración promedio de 16.6 mm. Cuando se obtiene que para un determinado número de golpes hay poca penetración por ende menor o igual en valor a la cantidad de golpes, el resultado de CBR pierde confiabilidad pues tiende a superar los 300%, en nuestro caso en un 25% de las pruebas se tuvo el inconveniente. Sin embargo, como lo expuesto en el cuadro N°16 es un ensayo de referencia válida para este tipo de bases estabilizadas y puede realizarse. Los resultados por punto pueden encontrarse con detalle en el anexo XII de la presente investigación.

Cuadro N°42: Gráfica del ensayo PDC, se observa el % CBR in situ para cada punto de ensayo.



Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó previamente, el método de ensayo PDC, funciona bien en materiales granulares ligeramente estabilizados, sin embargo no hay un estándar para determinar un ensayo satisfactorio para el presente caso, por lo que puede ser una razón por lo que se generó una gran dispersión de datos y una fuerte variación en la penetración alcanzada en cada punto, como se observa en el cuadro N°42.

Se puede concluir, sin embargo, que el promedio en los sectores analizados de la capacidad de soporte cumple en general con lo necesario para este tipo de base estabilizada es decir con un porcentaje CBR mayor a 100% según el Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas (ver cuadro N°15) y de manera particular en nuestro caso según Términos de Referencia con un CBR mayor a 110% de acuerdo a lo expuesto en la sección 2.7.6.

4.8 ENSAYO DE RUGOSIDAD CON EQUIPO MERLIN PARA CONTROL DE IRI

Como se menciona en la sección 2.2 de la presente investigación, el nivel de servicio a nivel de calzada más importante es, por lo general, el IRI, el cual en este caso se realizó con el equipo MERLIN.

Este equipo funciona considerando dos apoyos fijos que se apoyan en la calzada trazando una línea imaginaria promedio que representa una superficie perfectamente nivelada. Un tercer apoyo, mediante un punto pivote, hace que un brazo móvil con un patín que hace el contacto con la superficie real del pavimento mida si hay algún hundimiento o elevación respecto de la línea imaginaria marcándola mediante un puntero en el otro extremo del brazo móvil en un tablero con la escala correspondiente. La escala esta en relación de la distancia entre el puntero respecto del pivote, y la distancia del patín de contacto respecto del pivote, generalmente en relación 1:10, así si el patín detecta un hundimiento de 1 mm en el tablero marcara 1 cm de lectura, la figura N°32 ilustra lo explicado.

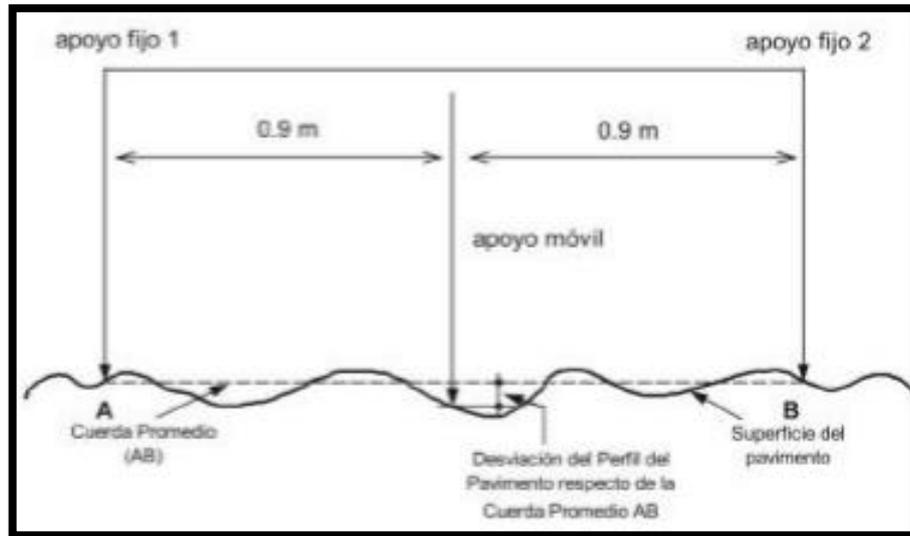


Figura N°32: Medición de desviaciones de la superficie del pavimento con equipo MERLIN. Fuente: Metodología para la Determinación de la Rugosidad de los pavimentos con equipos de bajo costo y gran precisión.

Dado que el procedimiento para el cálculo es netamente estadístico, se recomienda realizar 200 lecturas para obtener un valor que represente adecuadamente el IRI. La longitud que represente las 200 lecturas, dependerá del estado del neumático que emplea el equipo, usualmente alrededor de los 400 m, en la figura N°33 se puede apreciar la ejecución en campo de este ensayo. Dependiendo del tipo de vía, puede ser necesario emplear vigías para controlar el tránsito y evitar accidentes.



Figura N°33: Medición de IRI con equipo MERLIN. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el cuadro N°43 con un resumen del IRI calculado entre las progresivas 73+525 a la 77+775:

Cuadro N°43: Resumen de rugosidad IRI km 73+525-km 77+775

RESUMEN DE RUGOSIDAD														
CARRIL IZQUIERDO						CARRIL DERECHO						OBSERVACIONES		
ENSAYO N°	FECHA	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	LONGITUD (m)	HUELLA (IZQ)		ENSAYO N°	FECHA	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	LONGITUD (m)		HUELLA (DER)	
					D (mm)	R (IRI)							D (mm)	R (IRI)
1	22/11/2013	73+525	73+950	425	75.54	4.15	1	01/11/2013	73+525	73+950	425	71.37	3.95	Slurry Seal
2	22/11/2013	73+950	74+375	425	62.21	3.52	2	01/11/2013	73+950	74+375	425	62.23	3.52	Slurry Seal
3	22/11/2013	74+375	74+800	425	70.59	3.92	3	01/11/2013	74+375	74+800	425	63.11	3.57	Slurry Seal
4	22/11/2013	74+800	75+225	425	60.10	3.42	4	01/11/2013	74+800	75+225	425	66.78	3.74	Slurry Seal
5	22/11/2013	75+225	75+650	425	58.76	3.36	5	01/11/2013	75+225	75+650	425	55.63	3.21	Slurry Seal
6	22/11/2013	75+650	76+075	425	64.87	3.65	6	01/11/2013	75+650	76+075	425	53.84	3.13	Slurry Seal
7	22/11/2013	76+075	76+500	425	49.46	2.92	7	01/11/2013	76+075	76+500	425	53.42	3.11	Slurry Seal
8	22/11/2013	76+500	76+925	425	46.58	2.79	8	21/11/2013	76+500	76+925	425	54.26	3.15	Slurry Seal
9	22/11/2013	76+925	77+350	425	50.88	2.99	9	21/11/2013	76+925	77+350	425	56.84	3.27	Slurry Seal
10	22/11/2013	77+350	77+775	425	54.67	3.17	10	21/11/2013	77+350	77+775	425	53.42	3.11	Slurry Seal

COMENTARIOS	CARRILES	CARRIL IZQUIERDO			CARRIL DERECHO		
		HUELLA IZQUIERDA			HUELLA DERECHA		
		CANTIDAD	D	R	CANTIDAD	D	R
		10	10	10	10	10	10
	SUMA	4250.00	593.66	33.89	4250.00	590.89	33.76
	PROMEDIO	425.00	59.37	3.39	425.00	59.09	3.38
	MÁXIMO	425.00	75.54	4.15	425.00	71.37	3.95
	MÍNIMO	425.00	46.58	2.79	425.00	53.42	3.11
	DESVIACION STANDARD	0.000	9.326	0.439	0.000	6.395	0.301
	COEFICIENTE VARIACIÓN	0.000	15.710	12.96	0.000	10.822	8.92
	VALOR CARACTERISTICO			3.11			3.37
	ESPECIFICACION			3.50			3.50

Fuente: Elaboración propia.

Para el presente caso, la medición de IRI se realizó a nivel de carpeta de rodadura por tema contractual, es decir en este caso a nivel de Slurry Seal de acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia del proyecto. Este método brinda el IRI por carril y por huella, pero al ser una carretera no pavimentada de un solo carril de doble sentido, se procedió a realizar lecturas en solo 2 sentidos, huella izquierda y huella derecha. La medición de IRI en estos casos se aplica como una prueba que brinda un dato referencial importante para el control de la serviciabilidad de la vía específicamente en obras con contratos

por Niveles de Servicio. En las figuras N°34 y N°35 se observa gráficamente el comportamiento del IRI en las progresivas antes mencionadas.

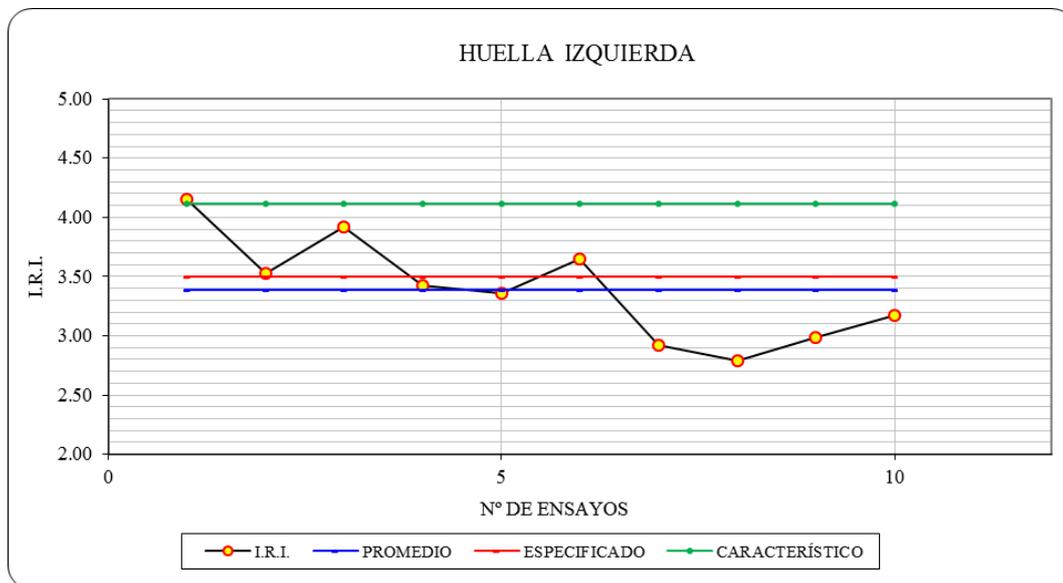


Figura N°34: Resumen de IRI, huella izquierda. Fuente: Elaboración propia.

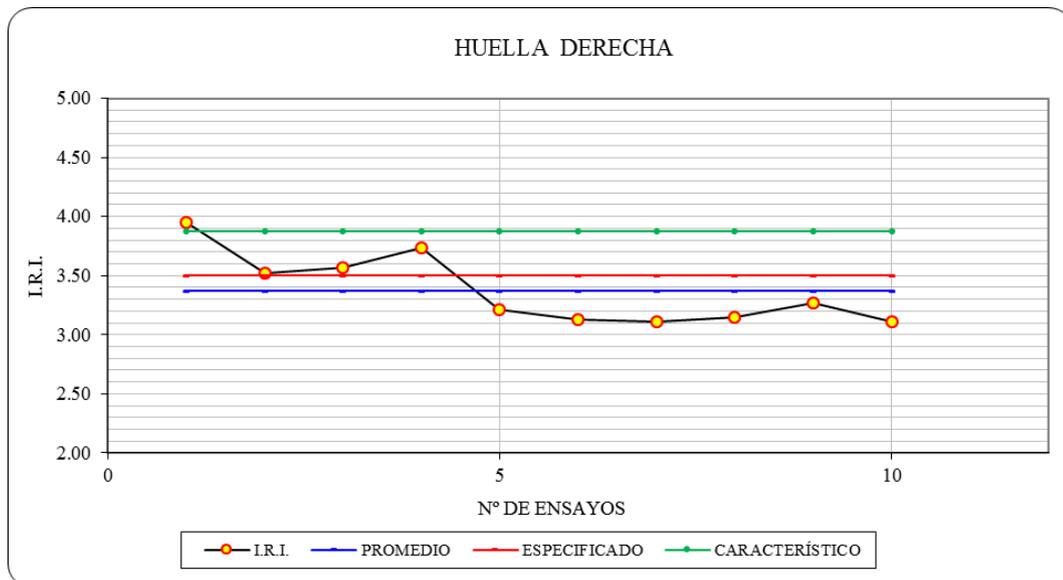


Figura N°35: Resumen de IRI, huella derecha. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en promedio, para las progresivas se cumple lo especificado de un IRI menor a 3.5 m/km (según Términos de Referencia del proyecto, ver sección 2.2). Depende de lo solicitado a nivel contractual se evalúa estos resultados ya que a veces es necesario considerar el IRI característico.

CONCLUSIONES

- Se comprueba el mejoramiento en la capacidad de soporte de los suelos tratados empleando el sistema estabilizador químico Proes, basándonos en los ensayos de laboratorio del tramo de prueba y en campo, hasta con una dosificación de 45 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de estabilizador líquido, cumpliendo con los requerimientos del proyecto.
- En general, se obtienen buenos resultados de CBR (mayores a 150%) para suelos del tipo A-2-4 (0) tratados con la estabilización Proes al 95% de la MDS.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas de laboratorio se procedió a establecer la tasa de trabajo con el sistema estabilizador Proes en 50 kg/m³ de cemento y 0.3 lt/m³ de estabilizador líquido para asegurar las características solicitadas de capacidad portante de la base estabilizada.
- Se demuestra que el producto Terrasil también otorga un mejoramiento en la capacidad estructural de la capa estabilizada en promedio hay un incremento en 1.25 de su CBR, pero por consideraciones del proceso constructivo y bajo las condiciones locales trabajadas no se consideró ejecutar la estabilización con este producto.
- La tasa del sistema estabilizador Terrasil que mejor resultado brindó fue de 1% de cemento en peso de agregado más 0.5% de aditivo líquido Terrasil. Asimismo, se comprobó el carácter hidrofóbico que adquiere el agregado al ser tratado con este sistema.
- De los ensayos ejecutados en los controles de campo, se observa que se trabajó con suelos de media plasticidad en general arenas limosas, lo que indica que la elección de cemento como principal agente en el incremento de CBR fue la más adecuada, ya que los aditivos líquidos y otros que actúan a manera de catalizadores de la fracción fina precisan de suelos más plásticos de naturaleza CL o CH para un efectivo aumento de CBR.
- El principal problema en estabilizaciones suelo – cemento, es la aparición de fisuras o grietas, las cuales deben tratar de ser mitigadas de acuerdo al tipo de estabilización realizada.
- Tanto el sistema Proes como el sistema Terrasil pueden trabajar como sistemas de mejoramiento a nivel de sub rasante dadas sus capacidades de impermeabilizar las capas trabajadas y aportando también en la capacidad portante de la superficie.

- Mediante el control de IRI, se observa que se cumple en general con los niveles de servicio en calzada solicitados para este tipo de camino.
- El ensayo PDC, considerando que si bien la base es estabilizada pero aun considerada granular, brinda resultados adecuados para el tipo de estabilización realizada, cumpliendo con lo estipulado contractualmente ($SN > 0.87$).
- La estabilización química mediante el sistema Proes permitió emplear, en proporción, un 67% del material in situ escarificado, que es una de las principales razones de estabilizar un suelo bajo cualquier modalidad, es decir minimizar el uso de canteras y por ende el impacto ambiental de las obras viales. En general a nivel de volumen compactado, para el tramo I de 96 km, se ahorró el uso de aproximadamente 48,000 m³ de agregado, lo que es una gran ventaja económica de este tipo de trabajos. Sin considerar los procedimientos y permisos por uso de depósitos de material excedente (DME).
- Al reducir la tasa de aditivo sólido de 60 kg/m³ a 50 kg/m³, se ahorró en promedio 720 toneladas de este insumo solo en el tramo I. Sin considerar el ahorro en mano de obra y horas máquina involucrada en la colocación del insumo.

RECOMENDACIONES

- Las bases estabilizadas suelo – cemento, otorgan un significativo aumento en la capacidad portante, y una mejora en la impermeabilidad de la capa, pero no son resistentes al desgaste, por lo que se recomienda adherir una capa protectora a la base estabilizada para maximizar su vida útil (Imprimación + slurry seal) lo más pronto posible.
- Seguir un adecuado flujo en la investigación del comportamiento de los estabilizadores químicos, respetando la etapa de ensayos en el laboratorio, para luego seguir con la etapa de producción en campo a gran escala, sin afectar a esta última.
- Dada la agresividad de las condiciones climáticas locales, se recomienda realizar riegos adicionales tanto durante la etapa constructiva, como de curado de la capa estabilizada.
- En general para suelos tipo A-2-4, con media plasticidad y de matriz limosa, donde se busque principalmente un incremento en la capacidad de soporte (CBR) y en zonas de sierra o con condiciones similares a las del presente informe, se debe considerar siempre la estabilización con cemento o alguna de sus variables como las presentadas en esta investigación dentro de las alternativas a evaluar.
- En suelos con una matriz arcillosa o de alta plasticidad, se recomienda evaluar el empleo del sistema Terrasil con la tasa recomendada de 1 lt/m³, ya que se pudo comprobar el carácter hidrofóbico que este estabilizador líquido le brinda a los suelos tratados.
- De acuerdo a lo que se solicite en un proyecto vial y a los requerimientos de cada caso, es posible reducir la tasa de cemento del sistema Proes hasta 35 kg/m³. Para el estabilizador líquido Proes se puede variar hasta en un 0.2 lt/m³, sin embargo es necesario hacer los ensayos respectivos que den una tendencia clara para tomar la decisión más acertada al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO guide for Design of Pavement Structures 1993. Washington D.C.-USA, 1993.
2. Anticona Bermudez, Leopoldo Pablo. Tesis “Innovación Metodológica para Evaluar Superficie Estabilizada con Cloruro de Magnesio Aplicación Vía de acceso a Caral (km 05+000 – km 15+000)”. Lima-Perú, 2012.
3. Choque Sánchez, Héctor Martín. Tesis “Evaluación de Aditivos Químicos en la Eficiencia de la Conservación de Superficies de Rodadura en Carreteras No Pavimentadas”. Lima-Perú, 2012.
4. Del Aguila, Pablo. Metodología para la Determinación de la Rugosidad de los Pavimentos con Equipo de Bajo Costo y Gran Precisión. España, noviembre 1999.
5. Holt, Christopher. Chemical Stabilization of Inherently Weak Subgrade Soils for Road Construction – Applicability in Canada. Transportation Association of Canada, 2010.
6. Instituto Nacional de Vías. Método de Ensayo Normal para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en Aplicaciones de Pavimentos a poca Profundidad, INV E-172-07. Colombia.
7. Makusa, Gregory. Soil Stabilization Methods and Materials. Sweden, 2012.
8. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas. Lima, Perú, febrero 2015.
9. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Lima-Perú, junio 2013.
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial. Lima-Perú, marzo 2014.
11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos. Lima-Perú, abril 2014.
12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Ensayos de Materiales. Lima-Perú, mayo 2016.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Norma Técnica de Estabilizadores Químicos MTC E 1109. Edición N°1. Lima-Perú, 2004.

14. ProesTech, Especificaciones Técnicas para bases tratadas con tecnología Proes. Chile, febrero 2013.
15. ProesTech, Ficha Técnica Descripción de Aditivos. Chile, febrero 2013.
16. Quintanilla, Carlos. *El Estado del Arte del Suelocemento en Estructuras de Pavimentos*. Primera edición. Panama: FICEM, 2007. 49 p. ISBN: 978-9962-8918-1-9.
17. Zydex-Terrasil, Material Safety Data Sheet. Mayo, 2014.

ANEXOS

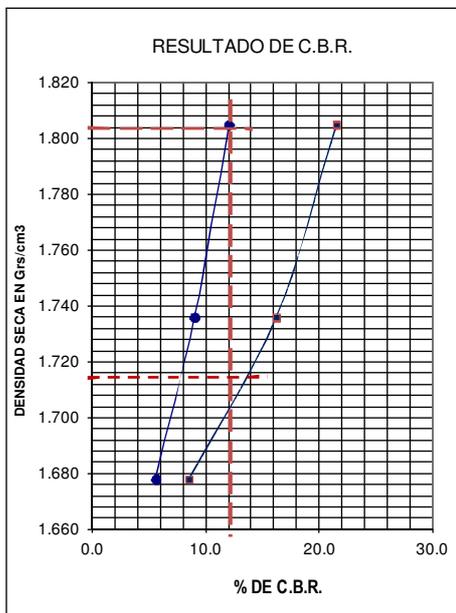
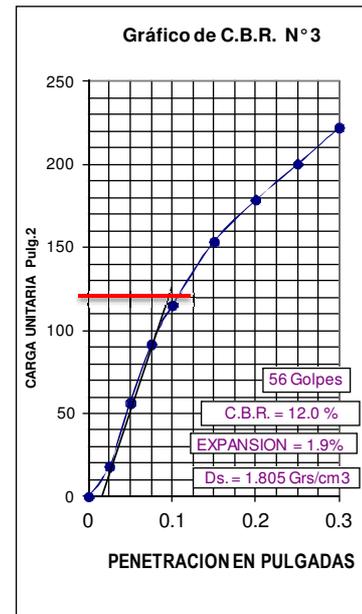
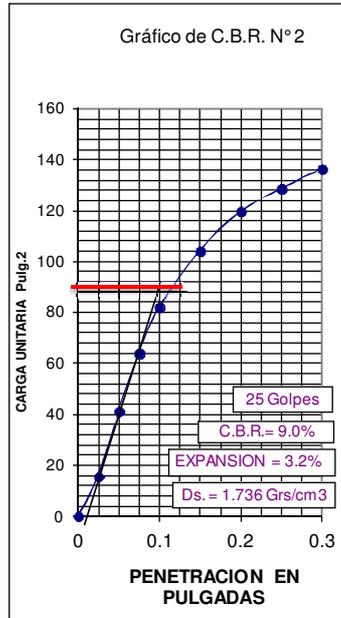
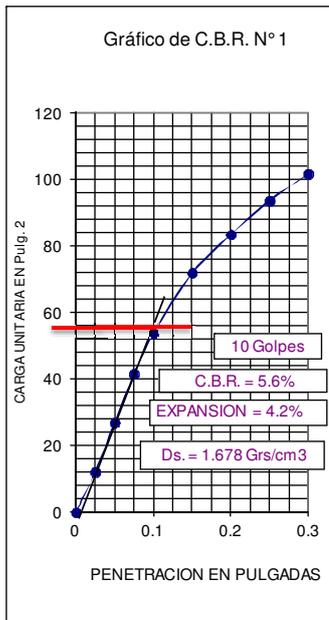
- I. ENSAYOS DE CBR DE SUB RASANTE TRAMO I PUQUIO-CORACORA.
- II. DISEÑO DE BASE ESTABILIZADA $SN > 0.87$ CON ESTABILIZADOR PROES.
- III. HOJA DE SEGURIDAD TERRASIL
- IV. HOJA DE SEGURIDAD PROES
- V. CERTIFICADOS DE CALIDAD
- VI. ENSAYOS TRAMO DE PRUEBA PROES
- VII. ENSAYOS CANTERA KM 51+400 CON PROES
- VIII. ENSAYOS CANTERA KM 52+800
- IX. ENSAYOS CANTERA KM 85+950 CON PROES
- X. ENSAYOS CANTERA KM 138+000 CON PROES
- XI. ENSAYOS TRAMO DE PRUEBA TERRASIL
- XII. FORMATOS ENSAYO PDC
- XIII. FORMATO ENSAYO MERLIN

ANEXO I



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM-D1883-91 (C)

OBRA	:	CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
TRAMO	:	PUQUIO - CORA CORA
SOLICITA	:	CONCAR S.A.
MUESTRA	:	CALICATA KM.20+000
FECHA	:	FEBRERO -2013



Datos de Proctor:

Densidad seca	:	1.805	gr/cc.
Optimo humedad:	:	14.20	%

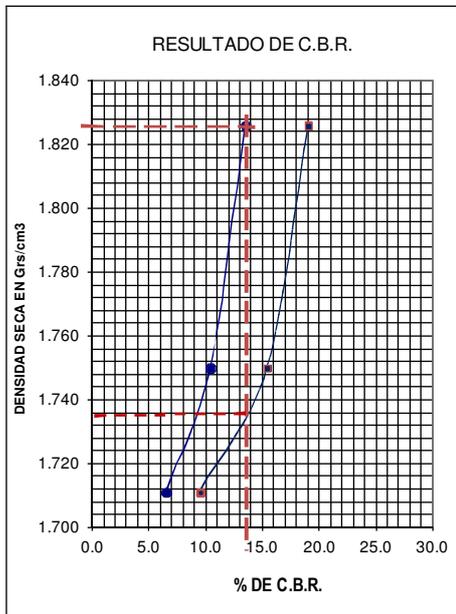
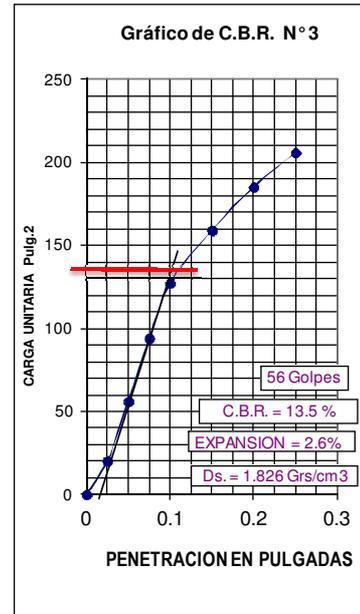
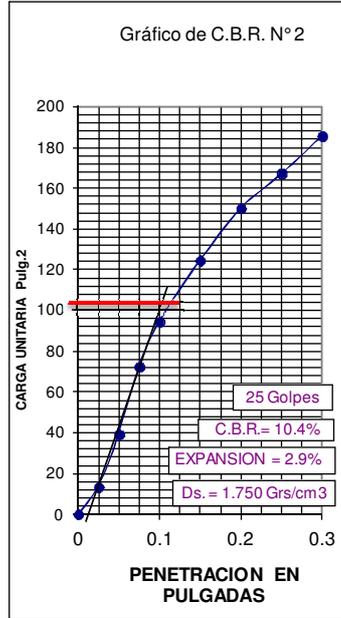
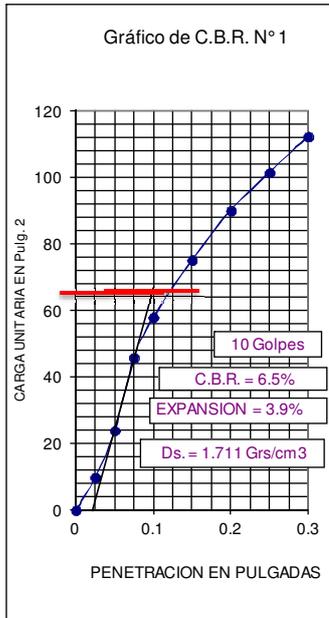
CBR AL 100% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	12.0%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	7.0%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.2"	14.0%

OBSERVACIONES:



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM-D1883-91 (C)

OBRA	:	CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
TRAMO	:	PUQUIO - CORA CORA
SOLICITA	:	CONCAR S.A.
MUESTRA	:	CALICATA KM.40+000
FECHA	:	FEBRERO -2013



Datos de Proctor:

Densidad seca	:	1.826	gr/cc.
Optimo humedad	:	13.80	%

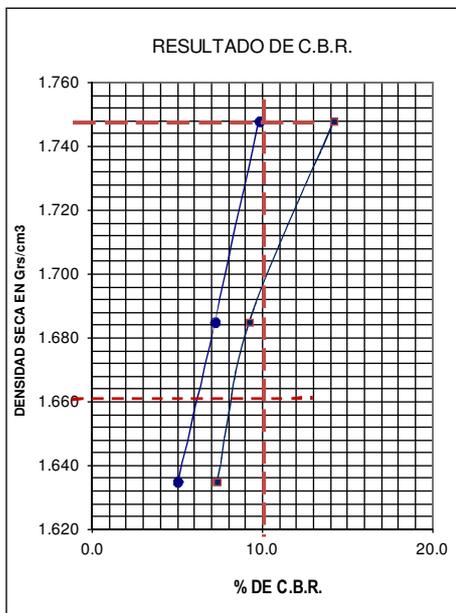
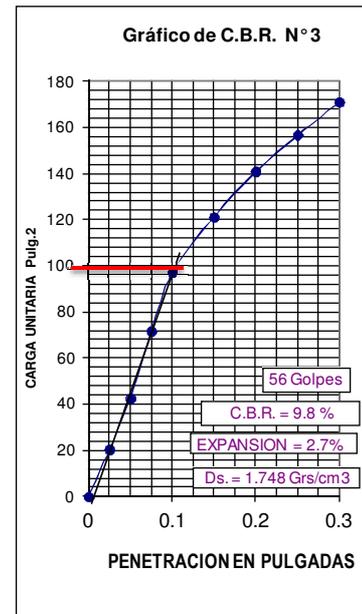
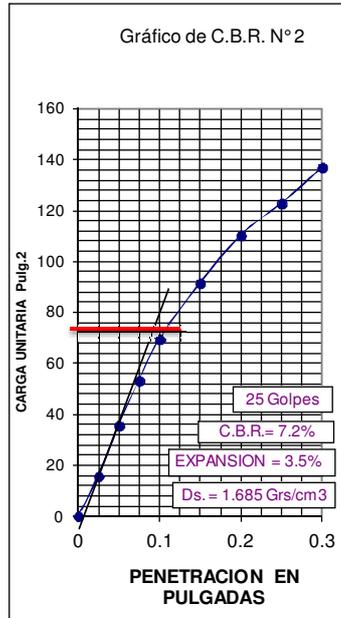
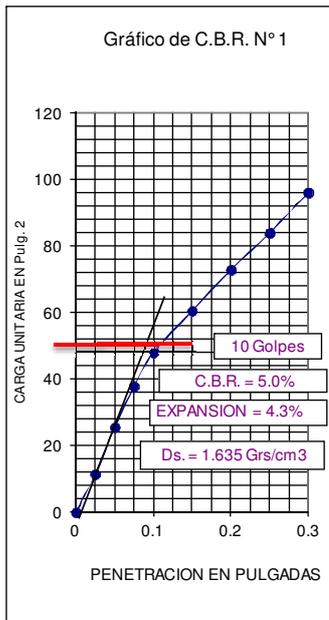
CBR AL 100% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	13.5%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	9.5%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.2"	14.0%

OBSERVACIONES:



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM-D1883-91 (C)

OBRA	:	CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
TRAMO	:	PUQUIO - CORA CORA
SOLICITA	:	CONCAR S.A.
MUESTRA	:	CALICATA KM.60+000
FECHA	:	FEBRERO -2013



Datos de Proctor:

Densidad seca	:	1.748	gr/cc.
Optimo humedad:	:	17.20	%

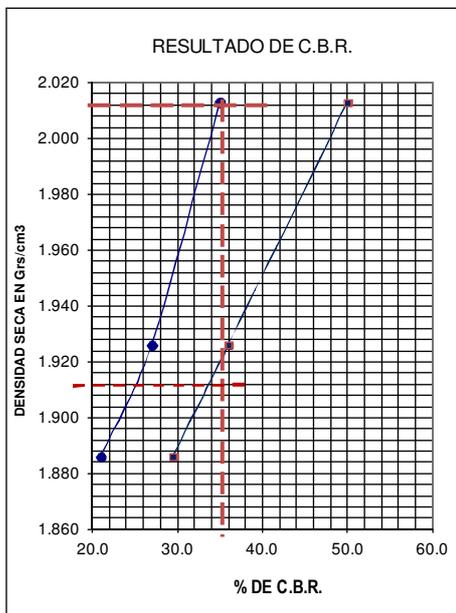
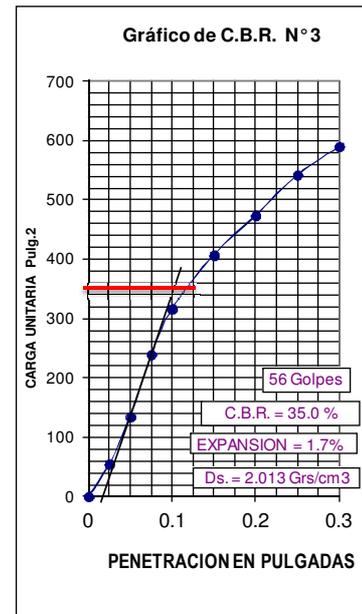
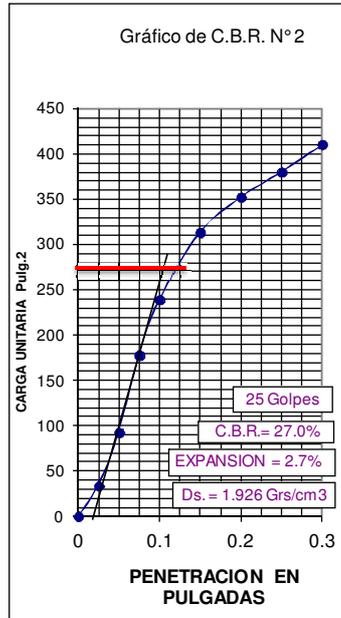
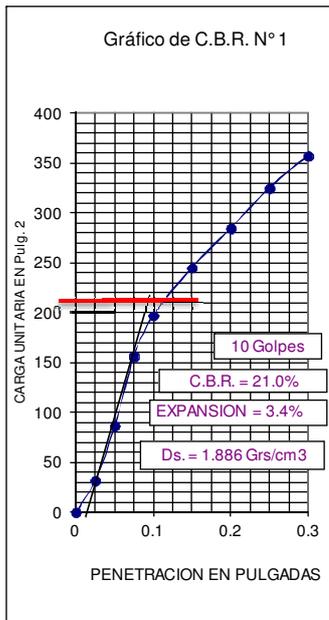
CBR AL 100% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	9.8%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	6.0%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.2"	8.1%

OBSERVACIONES:



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM-D1883-91 (C)

OBRA	:	CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
TRAMO	:	PUQUIO - CORA CORA
SOLICITA	:	CONCAR S.A.
MUESTRA	:	CALICATA KM.80+000
FECHA	:	FEBRERO -2013



Datos de Proctor:

Densidad seca	:	2.013	gr/cc.
Optimo humedad:	:	8.20	%

CBR AL 100% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	35.0%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.1"	25.5%
CBR AL 95% DE LA M.D.S. PARA 0.2"	34.0%

OBSERVACIONES:

ANEXO II



INGENIERÍA PROFUND S.A.

**INFORME DE INGENIERÍA
IIN - 018 – 13**

PROES S.A.

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS CON
TECNOLOGÍA PROES_{MR}**

**CORREDOR VIAL: PUQUIO – CORA CORA – EMP 1S
(CHALA)/CORA CORA – YAUCA – EMP PE 1S / EMP PE
32 (ULLACCASA) – PAUSA.**

PERU

CORONEL, MARZO 2013.

**Camino a Coronel Km 15.5
Villa Italia, Coronel
VIII Región – Chile**

**Casilla de correos N° 2867 Concepción
Web : www.profund.cl
Fono : 56-41-2390778
Fax : 56-41-2390657**

1. Antecedentes generales:

A solicitud de Proes S.A., Ingeniería Profund S.A., estudió una solución estructural para el proyecto de Pavimentación “**SERVICIO DE GESTION Y CONSERVACION VIAL POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL PUQUIO – CORA CORA – EMP 1S (CHALA)/CORA CORA – YAUCA – EMP PE 1S / EMP PE 32 (ULLACCASA) – PAUSA**”, utilizando la Tecnología Proes.

En noviembre de 2012 se presentó un informe preliminar IIN-054-12 donde se entregaba una solución general según los TDR.

Durante el mes de marzo de 2013 se realizó visita a terreno con personal de CONCAR, empresa que está ejecutando los trabajos, y se redefinieron los tramos en los que era factible realizar estabilización con Tecnología Proes. Es posible realizar el resto de los sectores con la misma Tecnología, pero se requerirá previamente de un análisis técnico económico.

La solución planteada se basa en los antecedentes de los TDR entregados por la Empresa CONCAR a Proes S.A. y las visitas a terreno efectuadas durante marzo de 2013.

La solución debe entregar, de acuerdo a lo solicitado, en los TDR de las Bases Integradas, la siguiente estructura mínima, para los Tramos indicados:

a) SN mínimo = 0,87 (pulg):

Los TDR, indican que la solución debe basarse en:

“Colocación de material granular, el cual deberá ser estabilizado con emulsión asfáltica. El número estructural (SN) de esta capa no deberá ser menor de 0.87.

Alternativamente el Contratista podrá proponer otra solución a la planteada en los presentes Términos de Referencia, debiendo dicha solución contar con la aprobación de la Entidad y cumplir con el número estructural (SN) mínimo de 0.87, este número estructural (SN) solamente corresponde a la capa de material granular. En cualquier caso, la solución tecnológica o alternativa deberá garantizar el cumplimiento de los Niveles de Servicio”

De acuerdo a lo expresado en los párrafos precedentes, es factible proponer una solución basada en la Estabilización de Suelos con Tecnología Proes.

Tramo 1:	PUQUIO – CORA CORA	Longitud: 96,00 km
Tramo 2:	CORA CORA – Dv. PAUSA	Longitud: 80,00 km
Tramo 3:	Dv. PAUSA - PAUSA	Longitud: 46,00 km
Tramo 5:	SIFUENTES – EL CONVENTO	Longitud: 52,00 km
Tramo 9 y 10 :	SAN LUIS – PIEDRAS BLANCAS - CORA CORA	Longitud: 69,00 km (de un total de 103,00 km)

a) SN mínimo = 0,40 (pulg)

Los TDR, indican que la solución debe basarse en:

“Colocación de material granular, estabilizado con aditivo estabilizador químico en todo el ancho de la plataforma y en toda la longitud del tramo. El número estructural (SN) de esta capa no deberá ser menor de 0.40.

Alternativamente el Contratista podrá proponer otra solución a la planteada en los presentes Términos de Referencia, debiendo dicha solución contar con la aprobación de la Entidad y cumplir con el número estructural (SN) mínimo de 0.40, este número estructural (SN) solamente corresponde a la capa de material granular. En cualquier caso, la solución tecnológica o alternativa deberá garantizar el cumplimiento de los Niveles de Servicio.”

De acuerdo a lo expresado en los párrafos precedentes, es factible proponer una solución basada en la Estabilización de Suelos con Tecnología Proes.

Tramo 4:	Dv. PAUSA - SIFUENTES	Longitud: 50,00 km
----------	------------------------------	-----------------------

2. Diseño:

El diseño del pavimento se realizará, según lo indicado en los TDR por el Método AASHTO 93 para obtener los números estructurales mínimos indicados anteriormente, el rodado que se utilizará será un sello asfáltico de lechada asfáltica elastomérica (Slurry Seal), sin aporte estructural, en los casos que se solicita $SN > 0,87$. En los tramos donde se solicita $SN > 0,40$, el rodado propuesto es una imprimación reforzada.

2.a. Tramos con SN mínimo de 0,87 (pulg)

2.a.1 *Características de las capas del pavimento.*

La estructura del pavimento estará formada por 1 capas:

- Base estabilizada químicamente con Tecnología Proes, $CBR > 100\%$ y Resistencia a la compresión $\geq 2,5$ MPa.

El material a estabilizar químicamente deberá tener las siguientes características generales: tamaño máximo 2", pasante por malla N°200 entre 12% y 25%, índice de plasticidad IP entre 6% y 15% y capacidad de soporte CBR del orden de 25%.

El coeficiente estructural del material indicado, inicialmente corresponde a:

- Base estabilizada químicamente con Tecnología Proes $a_1 = 0,15$

Este valor puede ser reestudiado y cambiado de acuerdo a los resultados de ensayos en terreno.

2.a.2 *Coefficientes de drenaje.*

Para la base estabilizada con Tecnología Proes, no se considera coeficiente de drenaje, pues se asume que corresponde a una capa ligada.

2.a.3 Diseño adoptado.

	Coeficiente estructural	Coeficiente drenaje	Espesor cm
Carpeta de Rodado Lechada Asfáltica			
Base Proes (CBR>100% y Resistencia a la compresión $\geq 2,5$ MPa)	0,15		15
Número estructural Total	2,25 cm		
	0,89 pulg		

2.b. Tramos con SN mínimo de 0,40 (pulg)

2.b.1 Características de las capas del pavimento.

La estructura del pavimento estará formada por 1 capas:

- Base estabilizada químicamente con Tecnología Proes, CBR>100% y Resistencia a la compresión $\geq 2,5$ MPa.

El material a estabilizar químicamente deberá tener las siguientes características generales: tamaño máximo 2", pasante por malla N°200 entre 12% y 25%, índice de plasticidad IP entre 6% y 15% y capacidad de soporte CBR del orden de 25%.

El coeficiente estructural del material indicado corresponde a:

- Base estabilizada químicamente con Tecnología Proes $a_1=0,15$

Este valor puede ser reestudiado y cambiado de acuerdo a los resultados de ensayos en terreno.

2.b.2 Coeficientes de drenaje.

Para la base estabilizada con Tecnología Proes, no se considera coeficiente de drenaje, pues se asume que corresponde a una capa ligada.

2.b.3 Diseño adoptado.

	Coeficiente estructural	Coeficiente drenaje	Espesor cm
Carpeta de Rodado Lechada Asfáltica			
Base Proes (CBR>100% y Resistencia a la compresión $\geq 2,5\text{MPa}$)	0,15		15
Número estructural Total	2,25 cm		
	0,89 pulg		

3. Dosificación Preliminar de Aditivos:

La dosificación preliminar de los aditivos para la estabilización química para cumplir los objetivos propuestos es, para todos los tramos, según SN mínimo, indicados en los puntos anteriores:

- 0,30 litros de aditivo líquido **PROES_{MR}** por cada metro cúbico de suelo compacto, y
- 55 kilos de cemento por cada metro cúbico de suelo compacto

4. Conclusiones y comentarios:

De acuerdo a todo lo expuesto anteriormente, se propone como solución para el pavimento en los tramos indicados, lo siguiente:

a) SN requerido = 0,87 (pulg)

SN adoptado = 0,89 (pulg)

- Base estabilizada con Tecnología Proes, CBR $\geq 100\%$ y Resistencia a la compresión $\geq 2,5\text{Mpa}$, espesor 15 cm.
- Carpeta de Rodado: Lechada Asfáltica Elastomérica.

b) SN requerido = 0,40 (pulg)

SN adoptado = 0,89 (pulg)

- Base estabilizada con Tecnología Proes, CBR \geq 100% y R7 \geq 2,5Mpa, espesor 15 cm. (espesor mínimo por aspectos constructivos)
- Carpeta de Rodado: Imprimación Reforzada.

Lorena Sepúlveda Araneda
Ingeniero Civil
Gerente de Proyectos
Ingeniería Profund S.A

Coronel, marzo de 2013.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESPECIALES

ÍTEM 1: PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE

1.1. Descripción y Alcances

Esta Sección se refiere a los trabajos requeridos para conformar la plataforma de los caminos a nivel de subrasante, dejándola en condiciones adecuadas para recibir las capas siguientes, tales como subbases, bases, carpetas de rodadura o cualquier otra que se especifique en el Proyecto.

1.2. Materiales

No se requieren materiales.

1.3. Procedimientos de Trabajo

En sectores de terraplén y corte, la superficie de la subrasante terminada deberá quedar suave y uniforme en todo su ancho, libre de bolones a la vista, de dimensiones mayores a 10 cm. Deberá ser uniforme y quedar con las mismas pendientes (longitudinal y transversales) proyectadas para la rasante terminada.

La subrasante deberá compactarse de manera que, en los 0,30 m superiores se alcance como mínimo el 95% de la D.M.C.S., medida según el Método descrito en 8.102.7 del M.C.-V.8 (LNV 95) o el 80% de la Densidad Relativa determinada según el Método descrito en 8.102.8 del M.C.-V.8 (LNV 96).

1.4. Partidas del Presupuesto y Bases de Medición.

1-1 Preparación de la Subrasante

La partida comprende la provisión de materiales, perfiladura y terminación de la plataforma en toda su área cuando corresponda cada una o todas las tareas mencionadas, comprende además todas las actividades necesarias para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de preparación de subrasante; la medición se efectuará de acuerdo a las dimensiones requeridas por el Proyecto y aprobadas por la I.T.O..

ÍTEM 2: BASE TRATADA QUÍMICAMENTE CON TECNOLOGÍA PROES

2.1. Descripción y Alcances

Esta Sección se refiere a la construcción de bases tratadas químicamente con Tecnología **PROES_{MR.}**, ubicadas sobre la subrasante y destinadas a formar parte de la estructura de un pavimento asfáltico de rodadura del tipo Lechada Asfáltica.

La estabilización química de los materiales con Tecnología **PROES_{MR.}**, consiste en la adición al suelo, que previamente ha sido estudiado y analizado, de un aditivo sólido y un aditivo líquido (**PROES_{MR.}** diluido en agua), logrando una mezcla homogénea de suelo, aditivo sólido y aditivo líquido, la que será compactada a lo menos a un 95% de la D.M.C.S., con un CBR superior a 100 % y Resistencia a la compresión de 2,5 MPa, en un espesor definido por diseño.

La estabilización con Tecnología **PROES_{MR.}** será supervisada en terreno por un profesional designado por la Empresa Proes S.A.

2.2. Materiales

El material a estabilizar químicamente deberá tener las siguientes características generales: tamaño máximo 2", pasante por malla N°200 entre 12% y 25%, índice de plasticidad IP entre 6% y 15% y capacidad de soporte CBR del orden de 25%.

2.3. Procedimiento de Trabajo

2.3.1 Confección y Colocación

Con el equipo adecuado, como Motoniveladora y Camión Aljibe, se procede a adicionar a un volumen establecido de material, Aditivo Sólido y Aditivo Líquido diluido en agua, y agua adicional si falta (la cantidad total de agua requerida es la correspondiente al diferencial de la humedad óptima respecto a la humedad natural del suelo, más el agua estimada por pérdidas por evaporación en la manipulación y tiempo de trabajo).

El aditivo sólido es suministrado en bolsas o a granel y el mezclado se realiza con motoniveladora. Se debe disponer de a lo menos 4 jornales para adicionar éste al cordón de suelo a tratar (el mezclado se puede hacer con la humedad natural del material).

El aditivo líquido es diluido en agua en el camión Aljibe. El riego del suelo y su revoltura con motoniveladora se realizan simultáneamente.

Es posible utilizar otro equipo constructivo compuesto por Motoniveladora (escarificado, pre-mezclado suelo con aditivo sólido y perfilado final), Recicladora o Pullver-Mixer con Camión Aljibe (Revoltura y adición de los aditivos químicos), y Rodillos Lisos Vibratorios (compactación).

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 4.0 horas, dadas por la reacción de endurecimiento de la mezcla.

2.3.2 Compactación.

El equipo adecuado para la compactación es el rodillo liso vibratorio.

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

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

2.3.3 Cuidado de la Estabilización.

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

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.

No es necesario esperar los cuatro días para hacer la imprimación.

2.3.4 Generalidades.

El sector a estabilizar puede ser transitado durante y después de la estabilización química, a excepción de lo señalado en el caso anterior.

2.4. Partidas del Presupuesto y Bases de Medición

La partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales y aditivos, equipos y mano de obra necesarios para la confección, colocación, compactación, terminación y mantención de bases estabilizadas químicamente con Tecnología Proes.

2-1 Base Estabilizada Químicamente con Tecnología Proes.

Se medirá por metro cúbico (m³) de base estabilizada químicamente con Tecnología Proes de poder de soporte mayor a 100% CBR y Resistencia a la Compresión de 2,5 MPa, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y largo requeridas por el Proyecto y aprobadas por la I.T.O..

ÍTEM 3: IMPRIMACION

3.1. Descripción y Alcances

En esta Sección se definen las operaciones requeridas para aplicar un riego de emulsión imprimante, sobre una base estabilizada químicamente con Tecnología Proes, con el objetivo de proveer adhesión entre la base química y la capa inmediatamente superior.

3.2. Materiales

3.2.1 Asfaltos

Para imprimir se deberán utilizar emulsiones asfálticas del tipo CSS 1h. Las emulsiones se ajustarán a lo indicado en la Especificación descrita en 8.301.4 ó 8.301.5 del M.C.-V.8 (LNV 30 ó LNV 31), según corresponda, con un porcentaje de xilol no mayor a 25% en el Ensaye de la Mancha con heptano-xilol, medido según el Método descrito en 8.302.7 del M.C.-V.8 (LNV 25).

Será responsabilidad del Contratista, verificar que los materiales se ajusten a estas especificaciones. Para ello, deberá presentar certificados de ensayos de, como mínimo, una muestra de asfalto por cada remesa que llegue a la faena. El muestreo de los materiales bituminosos deberá ajustarse a lo dispuesto en el Método descrito en 8.302.1 del M.C.-V.8 (LNV 6).

3.2.2 Arenas

Las arenas que se utilicen para la imprimación reforzada, serán no plásticas y libres de impurezas y materias orgánicas. La granulometría deberá ajustarse a la banda indicada en la Tabla 5.401.202.A. No obstante, el Contratista podrá presentar otra granulometría, la cual deberá ser aprobada por la I.T.O., previo a ser empleada.

**TABLA 5.401.202.A
GRANULOMETRIA DE ARENAS**

TAMICES (mm)	(ASTM)	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA
10	(3/8")	100
5	(Nº4)	85 - 100
0,08	(Nº200)	0 - 5

Los agregados deberán cumplir además, con los requisitos señalados en la Tabla 5.401.202.B.

**TABLA 5.401.202.B
REQUISITOS DE LOS AGREGADOS**

ENSAYE	REQUISITO	METODO
Desintegración en Sulfato de Sodio	Máx. 12%	8.202.17 (LNV 74)
Adherencia Método Estático	Min. 95%	8.302.29 (LNV 9)

3.3. Procedimientos de Trabajo

3.3.1 Instalaciones y Equipos

En todo el manejo del asfalto, se dará estricto cumplimiento a las normas de seguridad que corresponda. Todas las instalaciones y equipos deben ser los adecuados y mantenerse en buen funcionamiento, de tal manera, que en todo momento se asegure una correcta aplicación del asfalto.

(1) Almacenamiento de los Asfaltos

Los asfaltos deberán almacenarse en estanques cerrados metálicos, de hormigón armado o de fibra de vidrio (en ningún caso del tipo diques) los que, en todo momento, deberán mantenerse limpios y en buenas condiciones de funcionamiento. El manejo de los asfaltos deberá efectuarse de manera de evitar cualquier contaminación con materiales extraños.

Cuando se requiera, los estanques deberán tener equipos para calentar el asfalto, los que estarán conformados por serpentines y equipo generador de vapor, serpentines y caldera de aceite, calentamiento por gases de combustión u otros diseñados de modo que no exista contacto entre el asfalto y el vehículo usado para calentarlo. Bajo ninguna circunstancia las llamas del calentador deberán entrar en contacto directo con el estanque o con el asfalto. Los estanques para las emulsiones imprimantes deben tener agitación.

(2) Distribuidores de Asfalto

Los distribuidores de asfalto consistirán en depósitos montados sobre camiones o unidades similares, aislados y provistos de un sistema de calentamiento que, generalmente, calienta el asfalto haciendo pasar los gases a través de tuberías situadas en su interior. Deberán disponer de un grupo de motobombas adecuadas para manejar productos con viscosidades entre 20 y 120 Centistokes (10 a 60 sSF).

Antes de comenzar los trabajos de imprimación, el Contratista deberá revisar sus equipos, los que para asegurar un riego uniforme, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- El equipo distribuidor mantendrá continua y uniformemente la presión requerida a lo largo de toda la longitud de la barra regadora;
- Antes de comenzar el riego, la barra y las boquillas deberán ser calentadas a la temperatura requerida;
- La disposición de las boquillas será la adecuada; el ancho del abanico será igual en todas ellas y formará con la barra un ángulo apropiado, normalmente de 17 a 33 grad, en tanto que las extremas formarán un ángulo entre 67 y 100 grad;
- El ángulo de incidencia del riego con la superficie del camino será de 100 ± 5 grad;
- La altura de las boquillas deberá asegurar un adecuado traslape de los abanicos de distribución;
- El distribuidor se desplazará a una velocidad tal, que mantenga una distribución constante. La velocidad del distribuidor y la bomba de asfalto se controlarán mediante dispositivos incorporados al equipo; y,
- La temperatura del asfalto se controlará con termómetros que permitan establecer en forma rápida la temperatura del contenido del estanque.
- El corte del vertido debe ser instantáneo y sin chorreo, ni goteo o usar otro sistema eficiente de corte.

(3) Barredoras y Sopladores

El equipo de limpieza deberá incluir barredoras autopropulsadas, suplementadas con equipo de soplado, debiéndose ajustar la cantidad de equipo disponible a los requerimientos de la obra.

3.3.2 Limitaciones Meteorológicas

No deberán efectuarse imprimaciones si el tiempo se presenta neblinoso o lluvioso. Las aplicaciones se efectuarán únicamente, cuando la temperatura atmosférica sea de por lo menos 10°C y subiendo, y la temperatura de la superficie a tratar, no sea inferior a 10°C.

3.3.3 Preparación de la Superficie a Imprimir

Previo al inicio de la imprimación sobre base estabilizada químicamente, se debe tener presente que la humedad de ésta, factor determinante para la penetración del ligante, debe estar cercana a la óptima.

Antes de imprimir se deberá retirar de la superficie todo material suelto, polvo, suciedad o cualquier otro material extraño. Cuando la superficie presente partículas finas sueltas, como consecuencia de una excesiva sequedad superficial, se podrá rociar ligeramente con agua, inmediatamente antes de imprimir.

El uso de emulsiones, no tiene limitación por humedad de los materiales a imprimir.

3.3.4 Aplicación del Asfalto

El asfalto deberá aplicarse mediante distribuidores a presión que cumplan con lo dispuesto anteriormente. En los lugares de comienzo y término de los riegos asfálticos, se deberá colocar un papel, cartón o polietileno de un ancho no inferior a 0,80 m. Una vez utilizado, éste deberá ser retirado de inmediato.

Cuando se deba mantener el tránsito, la imprimación deberá efectuarse primeramente en la mitad del ancho de la calzada. En tales circunstancias, la imprimación de la segunda mitad, deberá iniciarse sólo cuando la superficie de la primera mitad se encuentre cubierta con la capa superior y transitable.

Las emulsiones imprimantes se aplicarán a la temperatura indicada por el proveedor.

Dependiendo de la textura de la superficie a imprimir, la cantidad de asfalto a colocar, será emulsión diluída en agua a razón de 1:3 ó 1:4 (agua: emulsión), de modo que la cantidad efectiva de asfalto aplicada quede comprendida entre 0,2 y 0,3 kg/m² de superficie.

Las estructuras, la vegetación y todas las instalaciones públicas o privadas ubicadas en el área de trabajo, deberán protegerse cubriéndolas adecuadamente para evitar ensuciarlas. Las protecciones deberán mantenerse hasta que el asfalto haya curado o quebrado completamente.

Las superficies imprimadas deberán conservarse sin deformaciones, saltaduras, baches o suciedad, hasta el momento de colocar la capa siguiente. Esta sólo podrá colocarse, una vez que se verifique que el imprimante haya quebrado totalmente.

3.3.5 Imprimación Reforzada

Cuando el Proyecto especifique la construcción de una imprimación reforzada, se deberá aplicar el primer riego de emulsión asfáltica como se indica en el Numeral precedente..

Terminada la aplicación del asfalto y transcurrido el tiempo requerido para su quiebre se hará una segunda aplicación de asfalto, a razón de 1,0 lt/m² diluida en agua (1:2), sobre la cual se esparcirá una capa de arena que cumpla con lo estipulado en 2.2.2, a razón de 8 a 11 kg/m². La dosis definitiva de ligante y arena se establecerá en terreno mediante tramos de prueba.

La capa de arena deberá compactarse inmediatamente después de extendida, para lo cual se deberán utilizar rodillos de ruedas neumáticas o entregada inmediatamente al tránsito para que éste cumpla dicha función. Todo punto de la superficie deberá recibir un número suficiente de pasadas de rodillo, hasta obtener un perfecto acomodo de las partículas de arena. En todo caso, se exigirá un mínimo de tres pasadas completas del rodillo, traslapando cada pasada con la precedente en por lo menos 0,50 m. La imprimación reforzada podrá ser entregada al tránsito, una vez que la mezcla haya quebrado y no se deforme con el paso de los vehículos.

3.4. Partidas del Presupuesto y Bases de Medición

3-1. Imprimación

La partida incluye la preparación de la superficie a imprimir, el suministro y aplicación del material asfáltico de cualquier tipo, así como la conservación del área imprimada hasta la construcción de la capa siguiente. Incluye además, el manejo del tránsito usuario de la ruta cuando corresponda, y toda otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de imprimación. La medición se efectuará teóricamente de acuerdo a las necesidades del Proyecto y aprobadas por la I.T.O.

3-2. Imprimación Reforzada

La partida incluye la preparación de la superficie a tratar, el suministro y aplicación de los asfaltos y la arena, incluyendo el manejo del tránsito usuario de la ruta cuando corresponda, y toda otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de imprimación reforzada. La medición se efectuará teóricamente de acuerdo a las necesidades del Proyecto y aprobadas por la I.T.O..

ÍTEM 4: LECHADA ASFÁLTICA

4.1. Descripción y alcances

Esta Sección se refiere a la construcción de una Capa de Rodado del tipo lechada asfáltica, sobre superficies estabilizadas con Tecnología Proes.

4.2. Materiales

(1) Asfaltos

En las lechadas asfálticas, deberán utilizarse emulsiones asfálticas de quiebre lento del tipo CSS-1he (elastomérico).

(2) Áridos

Los áridos deberán ser limpios, angulares, durables y bien graduados. Deberán acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación de los áridos. Los acopios se ubicarán en superficies limpias, planas y niveladas. Se debe retirar cualquier fuente de materia extraña que pueda contaminar el material como vegetación, rocas, etc. Además, el área debe tener adecuado drenaje para evitar acumulación de agua en el acopio.

Para las lechadas asfálticas, los áridos deberán provenir de la trituración de roca o de mezclas con arena natural. Si se utilizará arena natural en la mezcla de áridos, ésta no deberá superar el 15%. Los áridos deberán cumplir con los requisitos de la Tabla 5.406.202.A y alguna de las bandas de la Tabla 5.406.202.B (Manual de Carreteras, Volumen 5, Ministerio de Obras Públicas de Chile).

Se entenderá por áridos limpios, aquellos áridos libres de materia orgánica, arcilla o materias extrañas. Ante cualquier duda la I.T.O., asesorada por unidades especializadas, podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otro método aprobado por éste.

Los requisitos de la Tabla 5.406202.A deberán ser verificados cada 500 m³ o cada vez que se cambie la procedencia del agregado. El tamaño máximo del árido será 3/8”.

(3) Filler

Si se requiere adicionar Filler de aportación, éste deberá estar constituido por polvo mineral fino, tal como cemento hidráulico, cal u otro material inerte de origen calizo, libre de materia orgánica y partículas de arcilla, que cumpla con la banda granulométrica establecida en la Tabla 5.408.201.C de la Sección 5.408 MC V-5.

(4) Agua

El agua a utilizar deberá ser potable y compatible con la mezcla. Deberá estar libre de materias orgánicas, sales nocivas y otros contaminantes. La compatibilidad del agua será verificada con el ensayo de Desprendimiento ISSA TB 114. Para realizar este ensayo es necesario utilizar la muestra del agua que efectivamente se use en la obra.

4.3. Procedimiento de trabajo

(1) Propiedades de la Mezcla

Los asfaltos se deberán almacenar de acuerdo con lo dispuesto en el Acápito (1) de la Sección 3, Imprimación.

El Contratista deberá presentar a la I.T.O., la dosificación de estas mezclas asfálticas, antes de comenzar la ejecución de ésta y siempre que tenga producidos como mínimo el 20% de los agregados pétreos.

La dosificación deberá ser visada por la I.T.O. en un plazo máximo de 25 días.

La dosificación deberá validarse mediante la construcción de una cancha de prueba, en un lugar autorizado por la I.T.O.

La lechada asfáltica se deberá dosificar por el Método de la Pérdida de Abrasión en Medio Húmedo (AMH) según Ensaye descrito en 8.302.46 del M.C.-V.8, considerando una pérdida máxima de 550 g/m², excepto cuando se usen emulsiones elastoméricas en que el límite será de 400 g/m².

La tolerancia en el diseño de la lechada será de: $\pm 2,0$ puntos porcentuales para el agua. $\pm 0,5$ puntos porcentuales para la emulsión.

Para condiciones extremas de carga, tales como tráfico pesado, cargas lentas, curvas cerradas (radios de curvatura inferiores a 100 m) o en pendientes superiores a 10%, se deberá verificar el diseño según ensaye de Rueda de Carga descrito en 8.302.53 del M.C.-V.8, en el cual el máximo de arena adherida corresponderá al indicado en la Tabla 5.406.301.A, MC-V.5.

(2) Preparación de la Superficie

Previo a la construcción de la lechada asfáltica, se deberán efectuar los trabajos de bacheo de áreas inestables. El Contratista deberá reparar por su cuenta y cargo, toda área que se hubiese deteriorado como consecuencia de sus operaciones.

Inmediatamente antes de la faena de colocación de la lechada asfáltica, deberán removerse de la superficie todos los materiales sueltos, el polvo, la suciedad y todo otro material extraño, mediante escobas mecánicas, escobillas, sopladores u otros.

(3) Preparación y colocación de la Lechada Asfáltica

La mezcla deberá prepararse en un equipo mezclador móvil de tipo continuo con sistema de central computarizado el que deberá disponer de estanques separados para el agua y la emulsión, provistos de bombas de alimentación. Deberá ser capaz de suministrar las proporciones adecuadas de los diversos materiales a la unidad mezcladora y de descargar en flujo igualmente continuo.

No se deberá colocar ninguna mezcla cuya emulsión hubiere quebrado antes de las operaciones de esparcido, ni cuando hubiere demora de más de 30 minutos entre la preparación de la mezcla y su colocación. Las mezclas deberán ser homogéneas y uniformes, para lo cual, el Contratista, deberá disponer del número de unidades mezcladoras suficientes para asegurar una operación continua e ininterrumpida.

La lechada asfáltica, se deberá colocar mediante un vehículo con una caja esparcidora incorporada, capaz de cubrir el ancho de una pista. La caja esparcidora deberá estar equipada de deflectores y enrasadores ajustables de goma flexible (del tipo utilizado en cintas transportadoras, o de material similar), que permitan ser adaptados a las secciones con peraltes o bombeo, asegurando una aplicación uniforme de lechada. Asimismo, los lados de la caja esparcidora deberán estar provistos de tiras de goma u otro dispositivo similar, de manera de evitar pérdidas de lechada por los costados.

En la caja espaciadora se exigirá un repartidor con elemento helicoidal. El mezclador dispondrá de un sistema de revoltura adecuado para lograr una mezcla homogénea.

La goma trasera del tipo flexible estará destinada a enrasar, para lo cual deberá ser ajustable y quedar en contacto preciso con el pavimento, de modo que resulte una capa selladora del espesor especificado.

Con el propósito de evitar doble aplicación sobre la misma superficie, en los lugares de inicio y término de las aplicaciones se deberá colocar una tira de papel o cartón de un ancho no inferior a 0,80 m. Una vez utilizado, éste deberá ser retirado de inmediato.

No deberá colocarse lechada asfáltica, cuando las temperaturas atmosféricas o de la superficie a tratar sean inferiores a 10°C, o durante tiempo inestable o lluvioso.

La lechada asfáltica, según su tipo, deberá colocarse por capa de espesor comprendido entre 3 y 10 mm, según lo establecido en el Proyecto. Para espesores mayores se aplicarán capas sucesivas, previo quiebre de la capa precedente. Cuando se especifique compactación, ésta deberá efectuarse con rodillo neumático autopropulsado. La compactación deberá comenzar sólo cuando el quiebre de la lechada, permita el paso de los rodillos sin que se adhiera a las ruedas.

La superficie tratada podrá ser entregada al tránsito una vez que la mezcla haya quebrado y no se deforme con el paso de los vehículos.

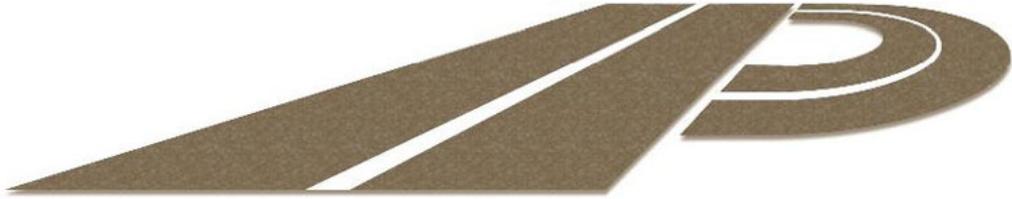
4.4. Partidas del presupuesto y bases de Medición

4-1. Lechada Asfáltica

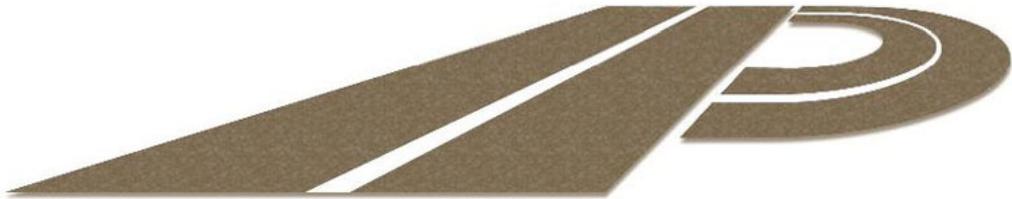
Esta partida incluye la limpieza de la superficie a tratar, el suministro y aplicación del asfalto y del árido, filler cuando se requiera, equipos, la compactación, terminaciones, mantención, incluso el manejo del tránsito según lo establecido y todos los demás trabajos y actividades necesarios para cumplir con lo especificado en esta Sección y demás antecedentes del Proyecto.

Se cuantificará por metro cuadrado (m²) de cape seal. La medición se efectuará de acuerdo a las dimensiones teóricas de largo y ancho requeridas por el Proyecto y aprobadas por la I.T.O.

ANEXO III



PROES TECNOLOGIA DE
ESTABILIZACION
DE SUELOS



PROES TECNOLOGIA DE
ESTABILIZACION
DE SUELOS

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
PROES**

SECCIÓN Nº 1 : Identificación del producto y proveedor.

Nombre del producto : PROES
Código del producto : 3824.4000 (Certificado de origen)
Número UN : 3265
División de riesgo : 8 – Corrosivo
Proveedor : Ingeniería Profund S.A.
Teléfono/FAX : 56-41-2390575/2391000

SECCIÓN Nº 2 : Composición

El estabilizador líquido PROES consiste de derivados sulfonados de hidrocarburos bituminosos y sales minerales. El nombre genérico empleado es Aceite Sulfonado.

Este estabilizador se emplea en dilución de al menos 1:50 en agua, lo que sumado a sus características químicas particulares permite que las propiedades físicas como PH y peso específico sean semejantes a los del líquido en que se diluye, es decir el agua.

Nombre químico : Aceites sulfonados
Fórmula química : Reservada
Sinónimo : No tiene

SECCIÓN Nº 3 : Identificación de los riesgos

Marca en etiqueta : PROES
Clasificación de riesgo del producto : Sustancia peligrosa, corrosiva, no reacciona con agua, nociva para la salud.

a) Peligro para la salud de las personas : Sustancia corrosiva, puede producir efectos agudos como irritación y quemaduras al contacto con los tejidos.

Inhalación : Irritación leve. La exposición prolongada, o altas dosis de vapor en ambientes poco ventilados aumentan la severidad de los efectos.

Contacto con la piel : Irritación. El contacto directo del producto con la piel produce efectos agudos como irritación y quemaduras. La magnitud de los efectos depende del tiempo que dure la exposición.

Ingestión : Produce irritación de las mucosas y tracto digestivo. Dependiendo del tiempo de exposición puede producir quemaduras y ulceraciones.

Contacto con los ojos : Corrosivo, causa irritación (enrojecimiento, inflamación y dolor). Exposición prolongada puede causar lesiones agudas como quemaduras.

b) Peligros para el medio ambiente. : No tiene.

SECCIÓN Nº 4 : Medidas de primeros auxilios.

En caso de contacto con el producto, concentrado sin dilución, proceder de acuerdo con las siguientes indicaciones:

Inhalación : Trasladar hacia lugares con aire fresco y/o buena ventilación, hasta que la irritación desaparezca. Si se

presentan efectos persistentes, buscar atención médica.

- Contacto con la piel : Lavar con abundante agua, asegurando detener la exposición de la piel con el producto. Si se presentan efectos persistentes, buscar atención médica.
- Contacto con los ojos : Lavar con abundante agua, asegurando detener la exposición al producto. Si se presentan efectos persistentes, buscar atención médica.
- Ingestión : Beber abundante agua o una solución diluida de bicarbonato de sodio. Buscar atención médica inmediatamente.

SECCIÓN N° 5 : Medidas para lucha contra el fuego.

- Punto de autoignición : No aplica.
- Temperatura de inflamación : No aplica.
- Límites de inflamabilidad (%V/V) : No aplica.

El producto no es combustible ni inflamable. En caso de incendio se pueden producir derrames de producto o emanación de vapores, por lo que quienes combaten el incendio deben utilizar máscaras, además de otros elementos para evitar el contacto.

SECCIÓN N° 6 : Medidas para derrames.

- Medidas para tomar si hay derrames : Diluir con agua.
- Equipo de protección personal para atacar las emergencias : Evitar el contacto con el producto mediante el uso de guantes, zapatos, lentes y máscaras de seguridad. Si el derrame se produce en un lugar con pobres condiciones de ventilación usar máscaras.
- Precauciones a tomar para evitar daños al ambiente : No provoca daño al medio ambiente.
- Método de limpieza : Lavado con agua.
- Método de eliminación de desechos : Diluir con agua.

SECCIÓN N° 7 : Manipulación y Almacenamiento.

Recomendaciones técnicas al producto concentrado sin dilución

- Precauciones a tomar : Usar siempre implementos para evitar el contacto directo e inhalación del producto. Para tales fines utilizar guantes, zapatos y lentes de seguridad. No ingerir. Se recomienda tener siempre a mano abundante agua para reaccionar ante derrame o exposición del producto.
- Precauciones sobre manipulación : Usar guantes, zapatos y lentes de seguridad. Mantener los ambientes con buena ventilación. Manipular el producto en ambientes con buena ventilación para evitar la inhalación de vapor del producto, si esto no es posible, utilizar máscara. Disponer de agua en área cercana.
- Condiciones de almacenamiento : Almacenar en lugares con buena ventilación. Utilizar recipientes cerrados y resistentes a la corrosión, debidamente rotulados. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación presentes en el lugar de almacenamiento deben ser resistentes a la corrosión.

SECCIÓN Nº 8 : Control de exposición /protección especial.

Medidas para reducir la probabilidad de exposición	: Mantener los recipientes cerrados y en ambientes bien ventilados.
Parámetros de control	: No tiene.
Límites permisibles	: No tiene.
Equipos de protección	: Para la manipulación se deben utilizar guantes, zapatos y lentes de seguridad. En condiciones de ventilación deficientes se recomienda utilizar máscara.

SECCIÓN Nº 9 : Propiedades físicas y químicas.

Estado físico	: Líquido.
Apariencia y color	: Color oscuro de apariencia oleosa.
Concentración	: Diluido en agua
PH	: 1 a 1,5 en tambor. Para su aplicación diluido en agua variará entre 4 y 6 dependiendo de las condiciones de humedad del suelo.
Peso específico	: 1.15
Temperatura de descomposición	: No tiene.
Punto de inflamación	: No tiene.
Temperatura de auto ignición	: No tiene.
Propiedades explosivas	: No tiene
Velocidad de propagación de la llama	: No tiene.

SECCIÓN Nº 10 : Estabilidad y reactividad.

Estabilidad	: Estable a temperatura ambiente.
Condiciones a evitar	: Temperaturas superiores a 100° C, por estabilidad
Incompatibilidad	: No tiene
Productos peligrosos de la descomposición	: No tiene
Productos peligrosos de la combustión	: No tiene
Polimerización peligrosa	: No tiene

SECCIÓN Nº 11 : Información Toxicológica.

Producto no Tóxico.

SECCIÓN Nº 12 : Información Ecológica.

Efectos sobre el ambiente	: No tiene
---------------------------	------------

SECCIÓN Nº 13 : Consideraciones sobre disposición final

Eliminación de envases	: Lavar con abundante agua.
------------------------	-----------------------------

SECCIÓN Nº 14 : Información sobre transporte.

Transportar en recipientes sellados, resistentes a la corrosión y en condiciones de buena ventilación.

SECCIÓN Nº 15 : Normas vigentes.

Normas internacionales	: ----
Normas nacionales	: ----

SECCIÓN Nº 16 : Otras informaciones

Los datos consignados en este documento se obtuvieron de fuentes fidedignas. No obstante se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Considerando que el uso de esta información y del producto puede estar fuera del control del proveedor, no se asume responsabilidad alguna por este concepto. La correcta interpretación y aplicación de estas normas, así como las precauciones relacionadas con el uso de otras sustancias peligrosas en conjunto con PROES son de exclusiva responsabilidad del usuario.

ANEXO IV

Issue Date: May 24, 2014

Product and Company

Product Name : Terrasil

Company : Zydex Industries
 61, Gotri Sevasi Road,
 Vadodara-391101, Gujarat - India

Emergency Numbers: +91-265-3312000

Tel Fax Email Web : +91- 265- 3212111

info@zydexindustries.com
www.zydexindustries.com
Emergency Numbers

Shipping from USA and Canada Call CHEMTREC Day or Night

Within USA and Canada: 1-800-424-9300, Outside USA and Canada: +1 703-527-3887 (collect calls accepted)

Contact: Dr. Ajay Ranka (+91) 9825008145, Dr. Prakash Mehta (+91) 9328208941

Composition/ information on ingredients

Hydroxyalkyl-alkoxy-alkylsilyl compounds	65 - 70%
Benzyl Alcohol (CAS # 100-51-6)	25-27%
Ethylene Glycol (CAS # 107-21-1)	3-5%

Health Hazards

HMIS Rating
Health 1

Flammability 0

Physical Hazards 1

Potential Health Effect

Eye	:	May cause irritation
Skin	:	May cause irritation
Injection	:	May cause gastrointestinal discomfort
Inhalation	:	May cause irritation to respiratory tract

First Aid Measures

The person should be removed from the source of exposure.

If product is spilled on clothing or skin, remove soiled clothing, wash the affected area with lukewarm water for at least 10 - 15 minutes and seek medical advice.

If product is splashed in eyes, remove contact lenses, irrigate the affected eye with lukewarm water for at least 10 - 15 minutes and seek medical advice.

If product is inhaled or ingested seek medical advice.

Fire fighting measures
FLASH POINT : >80°C (176°F)

AUTOIGNITION TEMPERATURE : 399°C (>750°F)

FIRE EXTINGUISHING MATERIALS:
General Information

The product is soluble in water. Containers can build up pressure if exposed to heat and/or fire. As in any fire, wear a self-contained breathing apparatus in pressure-demand, MSHA/NIOSH (approved or equivalent), and full protective gear. Vapors may form an explosive mixture with air. Vapors can travel to a source of ignition and flash back. It will burn if involved in a fire. Flammable liquid can release vapors that form explosive mixtures at temperatures above the flashpoint. Use water spray to keep fire exposed containers cool. Containers may explode in the heat of a fire.

Extinguishing Media

For small fires, use dry chemical, carbon dioxide, water spray or alcohol-resistant foam. For large fires, use water spray, fog, or alcohol-resistant foam. Use water spray to cool fire-exposed containers.

Accidental release measures

Environmental precautions	:	Do not let product enter drains and water sources.
Methods for cleaning up	:	Contain with absorbent material and dispose. Clean with water. Discard material according to local state and federal regulation.

Handling and Storage

Precautions	:	Use Hand gloves and Safety glass for handling spill.
Handling	:	Ensure thorough ventilation of stores and work areas.
Protection against fire and explosion	:	Keep away from heat and ignition source, Keep away from sparks.
Exposure to Moisture	:	Product reacts with moisture and generates polymeric material and alcohols.

Exposure controls and personal protection
Engineering Controls

Use explosion-proof ventilation equipment. Facilities storing or utilizing this material should be equipped with an eyewash facility and a safety shower. Use adequate general or local exhaust ventilation to keep airborne concentrations below the permissible exposure limits.

Issue Date: May 24, 2014

Personal Protective Equipment

Eyes	Wear appropriate protective eyeglasses or chemical safety goggles as described by OSHA's eye and face protection regulations in 29 CFR 1910.133 or European Standard EN166.
Skin:	Wear appropriate protective gloves to prevent skin exposure.
Clothing	Wear appropriate protective clothing to prevent skin exposure.
Respirators	A respiratory protection program that meets OSHA's 29 CFR 1910.134 and ANSI Z88.2 requirements or European Standard EN 149 must be followed whenever workplace conditions warrant a respirator's use.

Physical and Chemical properties

Form	Liquid
Colour	Pale Yellow
Flash point	> 80° C (176 °F)
Explosion hazard	Not Known
Density	1.01 g/ml
Freezing Point	5°C (35°F)
Solubility	Miscible with water
pH value	10% Solution in Water Neutral or Slightly acidic
Viscosity	100-500 CPS

Stability and reactivity

Chemical Stability

Stable under normal temperatures & Pressures

Conditions to avoid

Incompatible materials, ignition sources, excess heat, oxidizers

Incompatibilities with other

Materials Strong oxidizing agents, acids, alkali

Hazardous Polymerization

Hazardous polymerization will not occur

Toxicological information

Effects of Overexposure	Carcinogenicity	Ecotoxicity	Neurotoxicity
No information available	No information is available	No specific information.	No information available.

Ecological Information

Environmental Fate and Distribution

When released to the soil and water, solvent Benzyl alcohol and ethylene glycol and alcohol generated due to reaction with water may evaporate to moderate extent. When released into the soil, this ethanol may leach into groundwater. When released into the water, these materials are expected to have a half life between 1 and 3 days. The active ingredient Organo silicon compound will react chemically with inorganic substrates such as soil, aggregates, or sand before any possibility of leaching out to ground water.

Disposal consideration

Chemical waste generators must determine whether a discarded chemical is classified as a hazardous waste according to the local, state and federal regulation. Additionally, disposal of the waste generators must follow local, state and federal hazardous waste regulations to ensure complete and accurate compliance.

Transport Information

DOT Road/Rail / Sea transport IMDG Code / Air Transport ICAO-TI/IATA-DGR

Class	Not Applicable
UN-No	Not Regulated
Packing Group	Not Regulated
Proper shipping name	Not Applicable

Regulatory information

USA

TOXIC SUBSTANCES CONTROL ACT (TSCA): All ingredients are on the TSCA inventory.

Europe

European Inventory of Existing Commercial Substance (EINECS Number) 263-413-7

Other Information

These data are offered in good faith as typical values and not as product specifications. No warranty, either expressed or implied, is hereby made. The recommended industrial hygiene and safe handling procedures are believed to be generally applicable. However, each user should review these recommendations in the specific context of the intended use and determine whether they are appropriate. This information is based on our current knowledge and is intended to describe the product for the purposes of health, safety and environmental requirements only. It should not therefore be construed as guaranteeing any specific property of the product

Electronically generated document - no signature required

ANEXO V



CEMENTO PORTLAND TIPO IP

YURA ASTM C 595/595M-11
NTP 334.090

REQUERIMIENTOS QUIMICOS:

Óxido de Magnesio, MgO, %	1.64	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	1.84	4.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	2.17	5.00 Máximo

REQUERIMIENTOS FISICOS:

Peso Específico (g/cm ³)	2.83	No Especifica
Expansión en Autoclave, %	-0.030	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	181	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	219	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	3.68	12.00 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/cm ²)		Mínimo :
03 días	20.48 (209)	12.99 (132.56)
07 días	25.87 (264)	19.99 (203.94)
28 días	34.69 (354)	24.98 (254.93)

Arequipa, 01 Octubre 2013

Ing. Gonzalo Álvarez Cárdenas
Jeje de Control de Calidad
Yura S.A



--	--	--

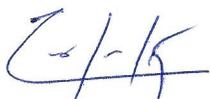
CERTIFICADO DE CALIDAD

Proes S.A., ubicada en Camino a Coronel km 15,5 S/N, comuna de Coronel, Región del Bío-Bío, Chile, certifica que el lote de Aditivo Líquido PROES[®] formulado para Concar, para el Contrato "Cora-Cora", exportado al Perú con la factura de exportación N°22 del 25 de Septiembre de 2013 a nombre de ProesTech Peru SAC, correspondiente a 72 tambores de 210 lts c/u, cumple con lo siguiente:

- i. Fue elaborado en nuestras instalaciones productivas ubicadas en Chile, de acuerdo a nuestros parámetros de calidad y control.
- ii. El producto cumple a cabalidad con las especificaciones entregadas en los documentos "MSDS Hoja de Seguridad Aditivo Líquido PROES[®]" y "Ficha Técnica Aditivo Líquido PROES[®]".
- iii. Los componentes del aditivo líquido PROES[®] tienen un propósito catalizador y entre sus principales componentes se encuentran hidrocarburos derivados de la refinación del petróleo y sales minerales.

Por la presente vía, PROES S.A. certifica la calidad del Aditivo Líquido objeto de este envío.

Atentamente,



Carlos Guzmán Jara
Gerente Técnico PROES[®]

Coronel, Octubre del 2013

ANEXO VI

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

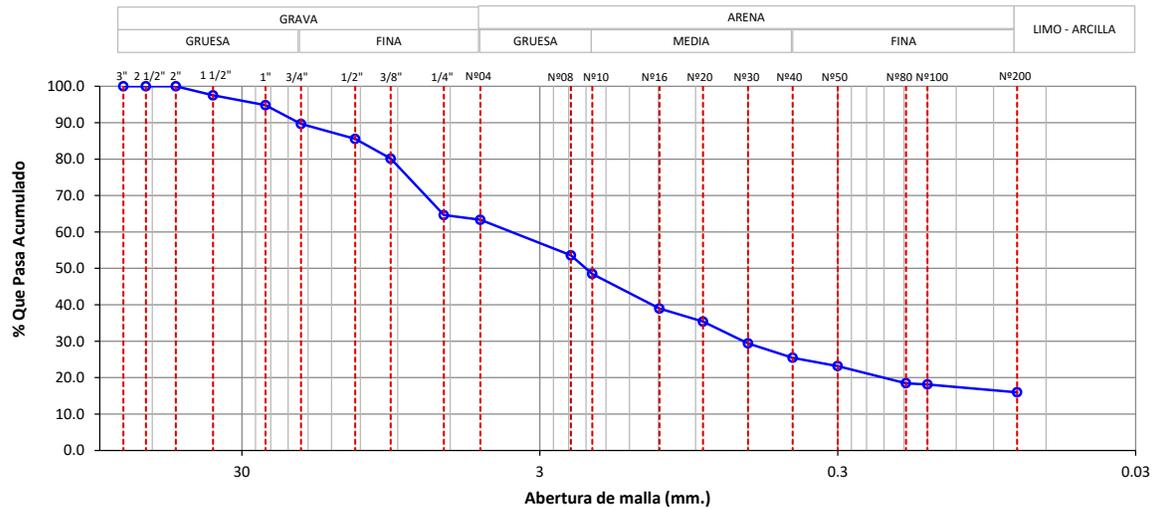
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - 31+800

FECHA: 31/05/2013

MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 5 cm

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 15812.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 13287.5 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 895.7 g.
1 1/2"	37.500	392.0	2.5	2.5	97.5	
1"	25.000	428.0	2.7	5.2	94.8	PESO DE FRACCION HUMEDA : 16759.0 g.
3/4"	19.000	816.0	5.2	10.3	89.7	PESO DE FRACCION SECA : 15812.0 g.
1/2"	12.500	648.0	4.1	14.4	85.6	PORCENT. HUMEDAD : 6.0 %
3/8"	9.500	859.0	5.4	19.9	80.1	
1/4"	6.300	2449.0	15.5	35.4	64.6	PESO GRAVA: 5798.0 gr 36.7 %
Nº04	4.750	206.0	1.3	36.7	63.3	PESO ARENA: 10014.0 gr 63.3 %
Nº08	2.360	137.9	9.8	46.4	53.6	
Nº10	2.000	72.2	5.1	51.5	48.5	
Nº16	1.190	134.5	9.5	61.0	39.0	
Nº20	0.850	50.6	3.6	64.6	35.4	
Nº30	0.600	84.7	6.0	70.6	29.4	
Nº40	0.425	55.8	3.9	74.5	25.5	
Nº50	0.300	32.3	2.3	76.8	23.2	
Nº80	0.177	66.5	4.7	81.5	18.5	
Nº100	0.150	4.8	0.3	81.9	18.1	
Nº200	0.075	30.6	2.2	84.0	16.0	
< Nº200	FONDO	225.8	16.0	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

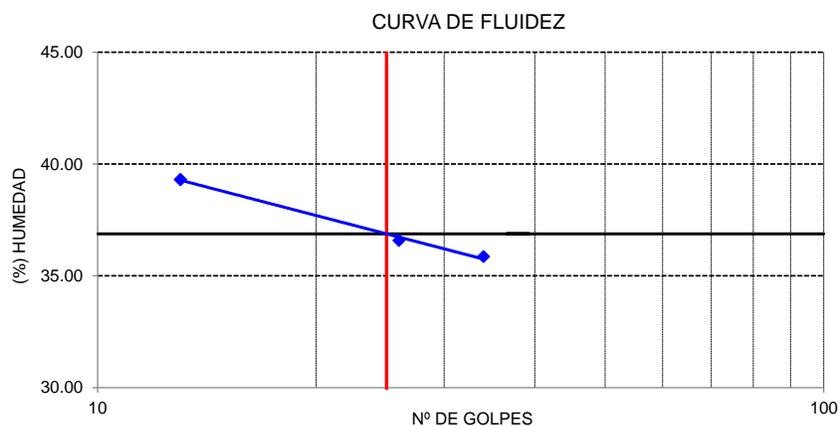
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - 31+800 **FECHA:** 01/06/13

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 5 cm

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	7	8	9	4	7
N° de golpes	13	26	34	---	---
Tarro + suelo húmedo	52.66	53.75	51.61	21.16	21.21
Tarro + suelo seco	47.81	49.17	47.73	19.72	20.02
Agua	4.85	4.58	3.88	1.44	1.19
Peso del tarro	35.47	36.65	36.91	13.86	15.49
Peso del suelo seco	12.34	12.52	10.82	5.86	4.53
Porcentaje de humedad	39.30	36.58	35.86	24.57	26.27

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	36.9 %
Límite Plástico	25.4 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	11.5 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPÍ G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL DE CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - 31+800 **FECHA:** 31/05/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 5 cm

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3013			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1987			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		39.7			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** MATERIAL GRANULAR
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL DE CANTERA
LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - 31+800 **FECHA:** 01/06/2013
MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 5 cm

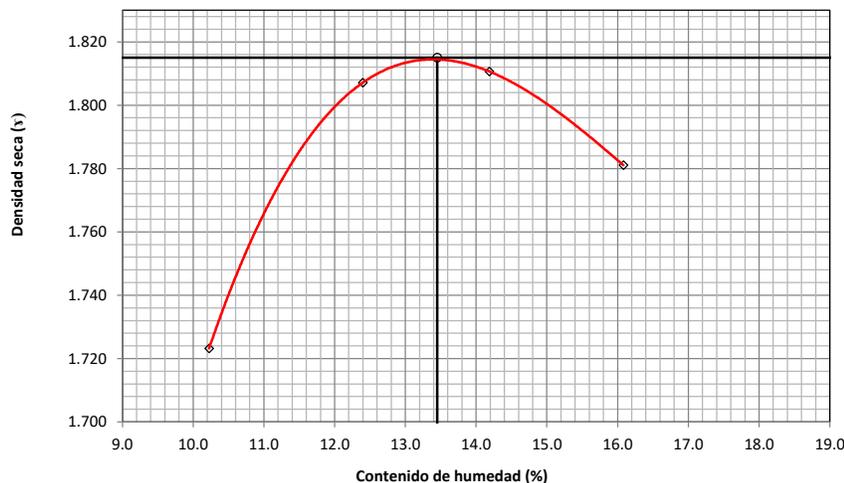
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10304	10583	10660	10660
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4023	4302	4379	4379
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.899	2.031	2.068	2.068

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	503.4	468.7	467.6	495.9
Peso del suelo seco + tara	g.	456.7	417.0	409.5	427.2
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	46.7	51.7	58.1	68.7
Peso de suelo seco	g.	456.7	417	409.5	427.2
contenido de agua	%	10.2	12.4	14.2	16.1
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.723	1.807	1.811	1.781

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.815	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - 31+800 **FECHA:** 01/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 5 cm

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	18		17		16	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12188	12221	12009	12062	11937	12049
Peso de molde (g)	7837	7837	7757	7757	7820	7820
Peso del suelo húmedo (g)	4351	4384	4252	4305	4117	4229
Volumen del molde (cc)	2107	2107	2112	2112	2117	2117
Densidad húmeda (g/cc)	2.065	2.081	2.014	2.039	1.945	1.997
% de humedad	13.9	14.9	13.7	15.1	14.0	17.3
Densidad seca (g/cc)	1.813	1.811	1.770	1.772	1.705	1.703

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	567.2	567.2	472.9	472.9	556.9	556.9	550.6	550.6	509.1	509.1	498.5	498.5
Tarro + Suelo seco (gr.)	497.8	497.8	411.5	411.5	489.6	489.6	478.5	478.5	446.5	446.5	425.0	425.0
Peso del Agua (gr.)	69.4	69.4	61.4	61.4	67.3	67.3	72.1	72.1	62.6	62.6	73.5	73.5
Peso del tarro (gr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso del suelo seco (gr.)	498	498	411.5	411.5	489.6	489.6	478.5	478.5	446.5	446.5	425	425
% de humedad	13.9	13.9	14.9	14.9	13.7	13.7	15.1	15.1	14.0	14.0	17.3	17.3
Promedio de Humedad (%)	13.9		14.9		13.7		15.1		14.0		17.3	

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
01/06/2013	17.3	0		0.000	0	0	0	0	0	0	0
02/06/2013	17.3	24	14	0.006		1	0.000		10	0.004	
03/06/2013	17.3	48	20	0.008		4	0.002		17	0.007	
04/06/2013	17.3	72	24	0.009		6	0.002		19	0.007	
05/06/2013	17.3	96	36	0.014		23	0.009		23	0.009	
			4.6	total	0.31	4.6	total	0.20	4.6	total	0.20

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 18				MOLDE Nº 17				MOLDE Nº 16			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		17	69			30	109			23	87		
1.270	0.050	1'00"		51	174			79	260			60	201		
1.910	0.075	1'30"		96	312			114	368			93	303		
2.540	0.100	2'00"	1000	143	457	674.4	67.4	165	525	529.7	53.0	126	405	400.8	40.1
3.810	0.150	3'00"		303	948			247	776			175	555		
5.080	0.200	4'00"	1500	422	1311	1345.3	89.7	311	972	961.3	64.1	220	693	687.6	45.8
6.350	0.250	5'00"		503	1557			374	1165			255	801		
7.620	0.300	6'00"		600	1852			414	1287			286	896		
10.160	0.400	8'00"		754	2317			496	1536			325	1015		
12.700	0.500	10'00"		909	2783			584	1803			382	1189		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página	
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - 31+800 **FECHA:** 01/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 5 cm

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

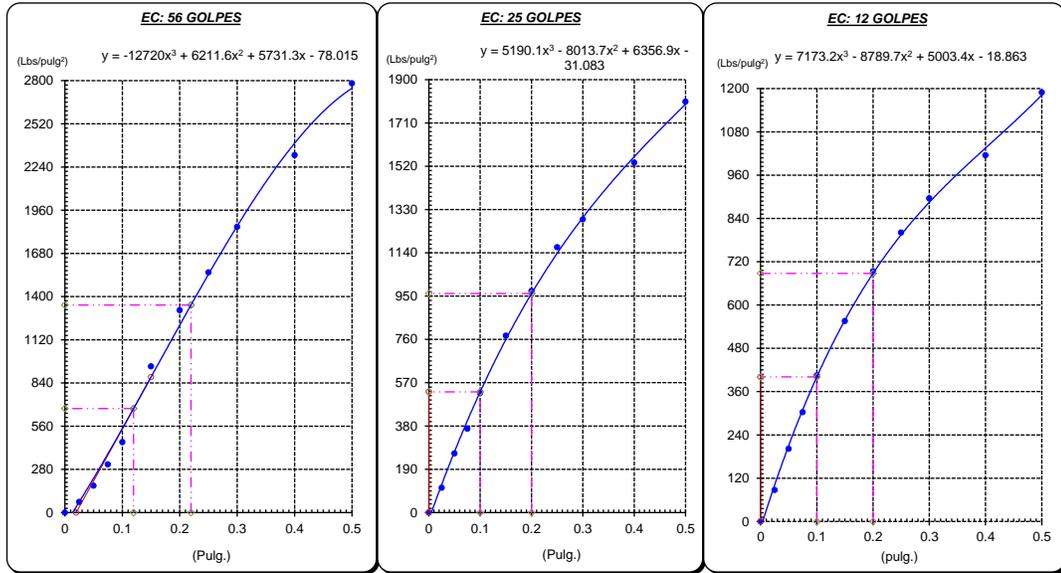


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

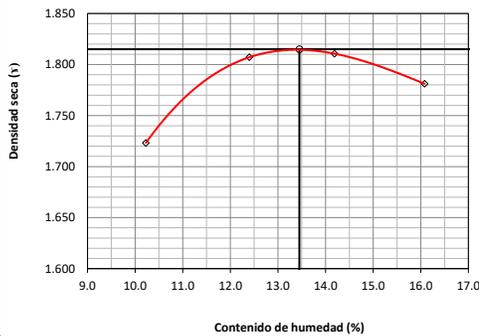
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.815 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.724 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.5 %

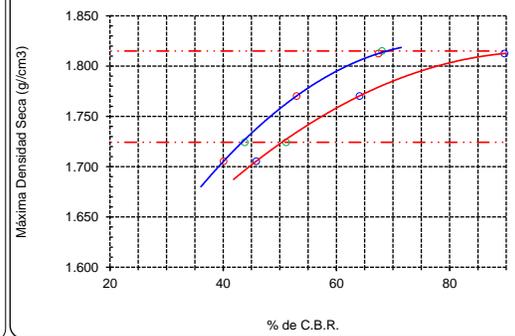
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	68.1 %	91.2 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	43.8 %	51.1 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

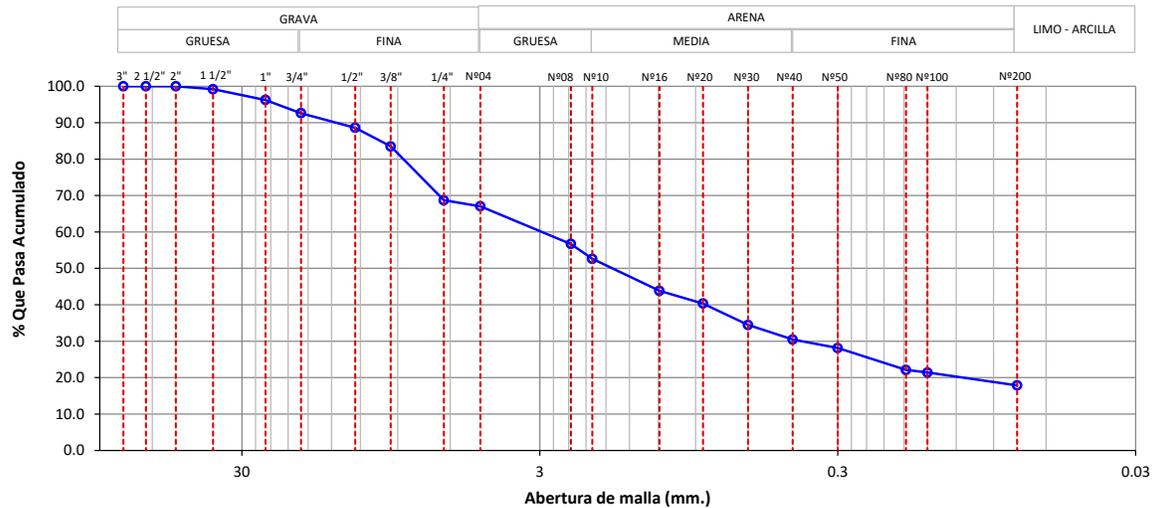
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - KM 32+000

FECHA: 02/06/2013

MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 10 cm

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 16966.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 13933.2 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 663.6 g.
1 1/2"	37.500	135.0	0.8	0.8	99.2	
1"	25.000	504.0	3.0	3.8	96.2	PESO DE FRACCION HUMEDA : 17566.0 g.
3/4"	19.000	616.0	3.6	7.4	92.6	PESO DE FRACCION SECA : 16966.0 g.
1/2"	12.500	677.0	4.0	11.4	88.6	PORCENT. HUMEDAD : 3.5 %
3/8"	9.500	872.0	5.1	16.5	83.5	
1/4"	6.300	2505.0	14.8	31.3	68.7	PESO GRAVA: 5589.0 gr 32.9 %
Nº04	4.750	280.0	1.7	32.9	67.1	PESO ARENA: 11377.0 gr 67.1 %
Nº08	2.360	102.5	10.4	43.3	56.7	
Nº10	2.000	40.4	4.1	47.4	52.6	
Nº16	1.190	87.0	8.8	56.2	43.8	
Nº20	0.850	34.4	3.5	59.7	40.3	
Nº30	0.600	58.3	5.9	65.5	34.5	
Nº40	0.425	39.6	4.0	69.5	30.5	
Nº50	0.300	23.1	2.3	71.9	28.1	
Nº80	0.177	59.4	6.0	77.9	22.1	
Nº100	0.150	7.0	0.7	78.6	21.4	
Nº200	0.075	35.0	3.5	82.1	17.9	
< Nº200	FONDO	176.9	17.9	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

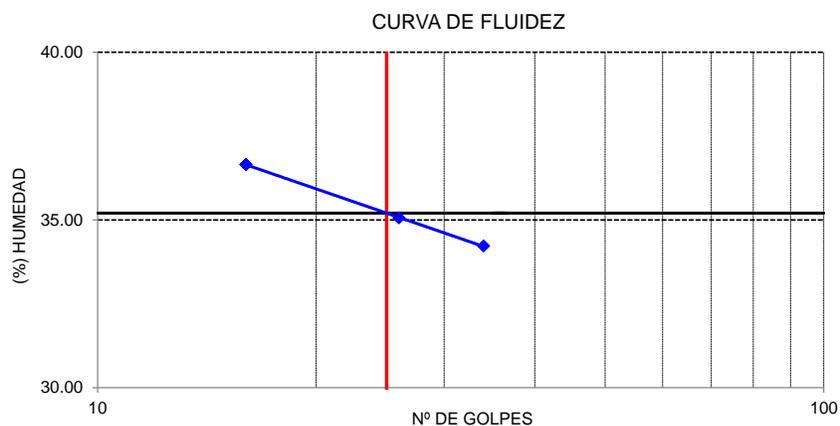
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - KM 32+000 **FECHA:** 05/06/13

MUESTREO MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 10 cm

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	1	2	5	1	2
N° de tarro					
N° de golpes	16	26	34	---	---
Tarro + suelo húmedo	61.19	60.19	57.67	17.56	17.65
Tarro + suelo seco	56.44	55.87	53.56	16.15	16.12
Agua	4.75	4.32	4.11	1.41	1.53
Peso del tarro	43.48	43.55	41.55	10.38	9.95
Peso del suelo seco	12.96	12.32	12.01	5.77	6.17
Porcentaje de humedad	36.65	35.06	34.22	24.44	24.80

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	35.2 %
Límite Plástico	24.6 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	10.6 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPÍ G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL DE CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - KM 32+000 **FECHA:** 04/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 10 cm

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3405			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1595			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		31.9			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - KM 32+000

FECHA: 04/06/2013

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 10 cm

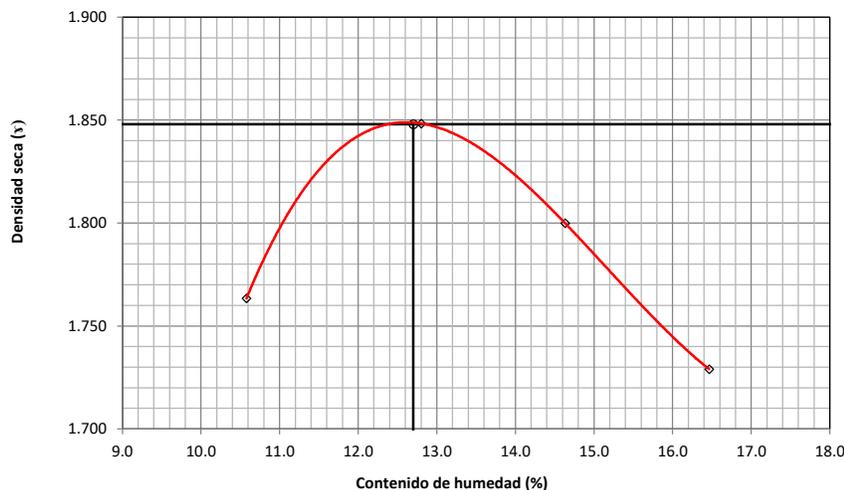
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10411	10697	10651	10546
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4130	4416	4370	4265
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.950	2.085	2.063	2.014

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	512.2	515.4	513.1	540.4
Peso del suelo seco + tara	g.	463.2	456.9	447.6	464.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	49	58.5	65.5	76.4
Peso de suelo seco	g.	463.2	456.9	447.6	464
contenido de agua	%	10.6	12.8	14.6	16.5
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.763	1.848	1.800	1.729

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.848	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Técnico de Suelos y Pavimento

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - KM 32+000 **FECHA:** 06/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 10 cm

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	12			11			10								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12090	12139	12133	12249	12170	12326									
Peso de molde (g)	7700	7700	7830	7830	8030	8030									
Peso del suelo húmedo (g)	4390	4439	4303	4419	4140	4296									
Volumen del molde (cc)	2103	2103	2129	2129	2114	2114									
Densidad húmeda (g/cc)	2.087	2.111	2.021	2.075	1.958	2.032									
% de humedad	12.8	14.0	12.7	15.8	12.7	16.9									
Densidad seca (g/cc)	1.851	1.852	1.794	1.792	1.737	1.738									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-			-			-			-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	532.8	532.8	437.7	437.7	518.2	518.2	470.7	470.7	530.8	530.8	435.4	435.4			
Tarro + Suelo seco (gr.)	472.5	472.5	384.1	384.1	460.0	460.0	406.5	406.5	470.9	470.9	372.3	372.3			
Peso del Agua (gr.)	60.3	60.3	53.6	53.6	58.2	58.2	64.2	64.2	59.9	59.9	63.1	63.1			
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	473	473	384.1	384.1	460	460	406.5	406.5	470.9	470.9	372.3	372.3			
% de humedad	12.8	12.8	14.0	14.0	12.7	12.7	15.8	15.8	12.7	12.7	16.9	16.9			
Promedio de Humedad (%)	12.8		14.0		12.7		15.8		12.7		16.9				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
06/06/2013	10	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
07/06/2013	10	24	5	0.002		12	0.005		11	0.004					
08/06/2013	10	48	10	0.004		15	0.006		13	0.005					
09/06/2013	10	72	19	0.007		24	0.009		13	0.005					
10/06/2013	10	96	19	0.007		24	0.009		13	0.005					
			4.6	total	0.16	4.6	total	0.20	4.6	total	0.11				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 10			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	52	177				26	96			40	140		
1.270	0.050	1'00"	130	417				110	355			91	297		
1.910	0.075	1'30"	216	681				182	577			132	423		
2.540	0.100	2'00"	277	868	877.6	87.8		241	758	752.5	75.3	170	540	541.9	54.2
3.810	0.150	3'00"	420	1305				348	1085			230	724		
5.080	0.200	4'00"	536	1658	1644.3	109.6		419	1302	1291.1	86.1	282	883	877.8	58.5
6.350	0.250	5'00"	635	1958				478	1481			319	997		
7.620	0.300	6'00"	725	2229				527	1630			349	1088		
10.160	0.400	8'00"	900	2756				612	1888			384	1195		
12.700	0.500	10'00"	1000	3055				700	2154			447	1387		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - KM 32+000 **FECHA:** 06/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 Y MATERIAL EXISTENTE 10 cm

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

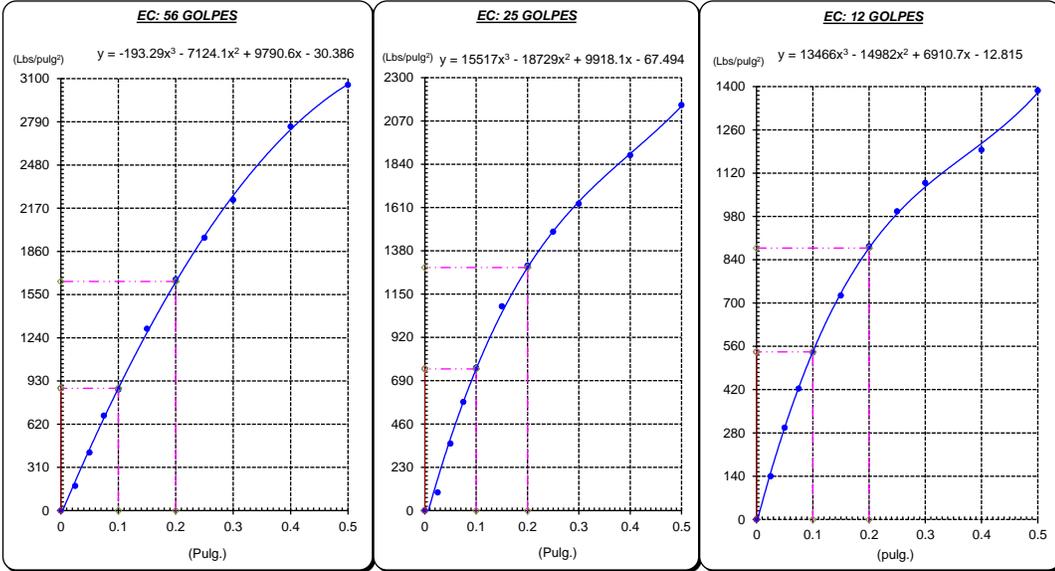


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

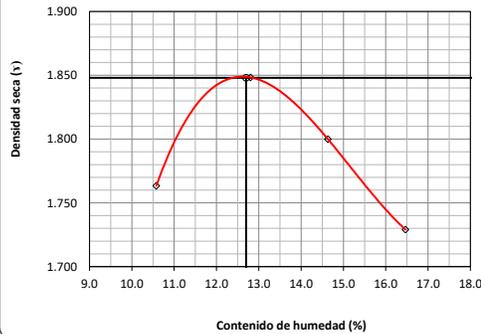
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.848 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.756 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 12.7 %

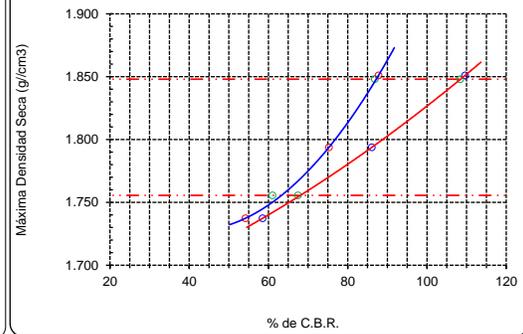
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	86.9 %	108.4 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	61.0 %	67.4 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

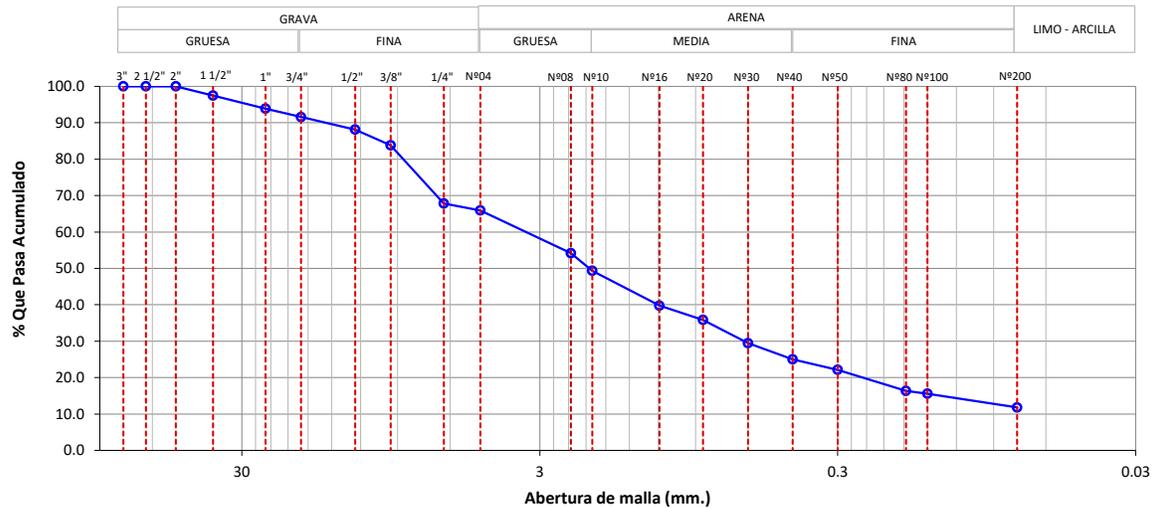
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700

FECHA: 31/05/2013

MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m³

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 13267.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 11702.1 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 763.6 g.
1 1/2"	37.500	341.0	2.6	2.6	97.4	
1"	25.000	474.0	3.6	6.1	93.9	PESO DE FRACCION HUMEDA : 14394.0 g.
3/4"	19.000	305.0	2.3	8.4	91.6	PESO DE FRACCION SECA : 13267.0 g.
1/2"	12.500	455.0	3.4	11.9	88.1	PORCENT. HUMEDAD : 8.5 %
3/8"	9.500	575.0	4.3	16.2	83.8	
1/4"	6.300	2116.0	15.9	32.2	67.8	PESO GRAVA: 4519.0 gr 34.1 %
Nº04	4.750	253.0	1.9	34.1	65.9	PESO ARENA: 8748.0 gr 65.9 %
Nº08	2.360	136.3	11.8	45.8	54.2	
Nº10	2.000	56.1	4.8	50.7	49.3	
Nº16	1.190	111.0	9.6	60.3	39.7	
Nº20	0.850	44.9	3.9	64.1	35.9	
Nº30	0.600	74.3	6.4	70.6	29.4	
Nº40	0.425	51.2	4.4	75.0	25.0	
Nº50	0.300	33.4	2.9	77.9	22.1	
Nº80	0.177	67.0	5.8	83.6	16.4	
Nº100	0.150	8.8	0.8	84.4	15.6	
Nº200	0.075	44.0	3.8	88.2	11.8	
< Nº200	FONDO	136.6	11.8	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

- 1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

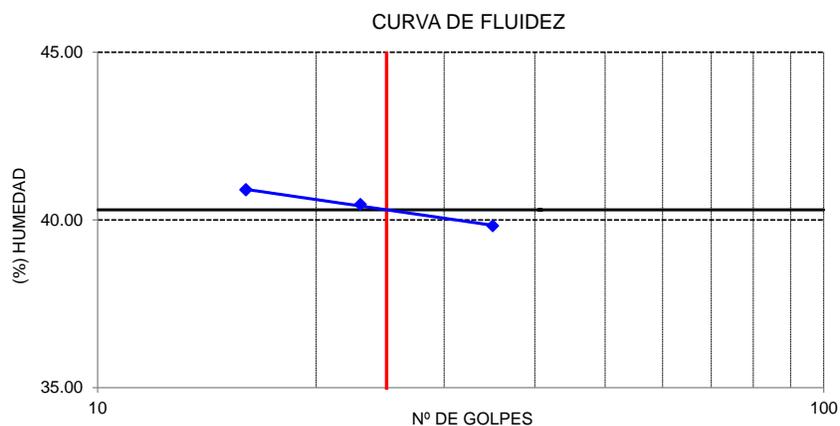
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700 **FECHA:** 03/06/13

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m³

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	7	8	9	3	5
N° de golpes	16	23	35	---	---
Tarro + suelo húmedo	58.19	58.19	56.98	17.22	17.08
Tarro + suelo seco	53.94	54.12	52.91	15.39	15.31
Agua	4.25	4.07	4.07	1.83	1.77
Peso del tarro	43.55	44.06	42.69	9.92	9.75
Peso del suelo seco	10.39	10.06	10.22	5.47	5.56
Porcentaje de humedad	40.90	40.46	39.82	33.46	31.83

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	40.3 %
Límite Plástico	32.6 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	7.7 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700

FECHA: 03/06/2013

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m3

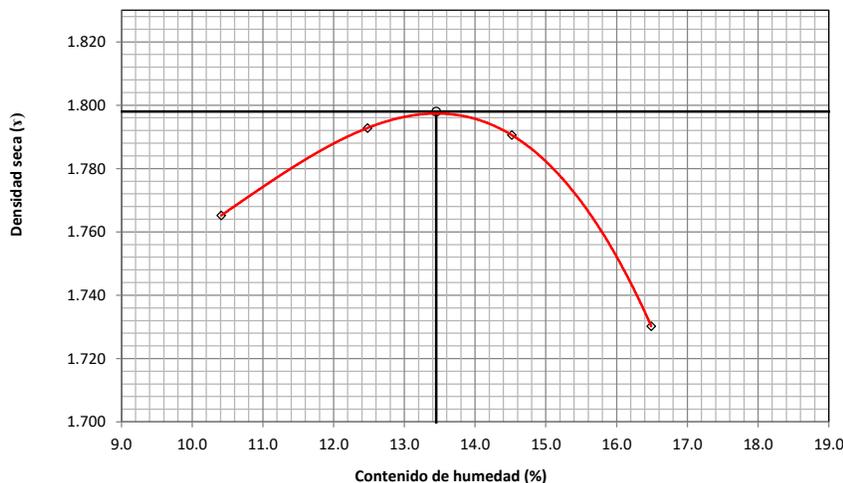
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10409	10552	10624	10550
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4128	4271	4343	4269
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.949	2.017	2.051	2.016

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	506.9	524.6	549.8	549.6
Peso del suelo seco + tara	g.	459.1	466.4	480.1	471.8
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	47.8	58.2	69.7	77.8
Peso de suelo seco	g.	459.1	466.4	480.1	471.8
contenido de agua	%	10.4	12.5	14.5	16.5
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.765	1.793	1.791	1.730

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.798	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.5	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700 **FECHA:** 03/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m3

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	6		5		4	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12128	12194	12001	12093	11868	12018
Peso de molde (g)	7790	7790	7730	7730	7730	7730
Peso del suelo húmedo (g)	4338	4404	4271	4363	4138	4288
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (g/cc)	2.052	2.083	2.009	2.052	1.944	2.015
% de humedad	13.5	15.2	13.4	15.8	13.6	17.8
Densidad seca (g/cc)	1.807	1.808	1.772	1.772	1.712	1.711

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	450.1	450.1	568.5	568.5	460.6	460.6	598.4	598.4	630.7	630.7	570.6	570.6
Tarro + Suelo seco (gr.)	396.5	396.5	493.6	493.6	406.2	406.2	516.6	516.6	555.2	555.2	484.5	484.5
Peso del Agua (gr.)	53.6	53.6	74.9	74.9	54.4	54.4	81.8	81.8	75.5	75.5	86.1	86.1
Peso del tarro (gr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso del suelo seco (gr.)	397	397	493.6	493.6	406.2	406.2	516.6	516.6	555.2	555.2	484.5	484.5
% de humedad	13.5	13.5	15.2	15.2	13.4	13.4	15.8	15.8	13.6	13.6	17.8	17.8
Promedio de Humedad (%)	13.5		15.2		13.4		15.8		13.6		17.8	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
10/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0
11/06/2013	17.3	24	0	0.000		4	0.002		6	0.002	
12/06/2013	17.3	48	0	0.000		6	0.002		6	0.002	
13/06/2013	17.3	72	1	0.000		7	0.003		7	0.003	
14/06/2013	17.3	96	2	0.001		8	0.003		8	0.003	
			4.6	total	0.02	4.6	total	0.07	4.6	total	0.07

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Hr.	Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	390	1213				365	1137			315	984		
1.270	0.050	1'00"	1025	3129				1000	3055			455	1411		
1.910	0.075	1'30"	1700	5121				1250	3798			652	2009		
2.540	0.100	2'00"	2300	6851	6875	687.5		1850	5557	5375	537.5	758	2329	2273	227.3
3.810	0.150	3'00"	3600	10473				2500	7420			926	2833		
5.080	0.200	4'00"	4600	13141	13503	900.2		3400	9927	9504	633.6	1220	3710	3820	254.7
6.350	0.250	5'00"	6100	16950				3800	11015			1500	4536		
7.620	0.300	6'00"	7200	19596				4425	12682			1650	4975		
10.160	0.400	8'00"	9200	24087				5600	15706			2000	5991		
12.700	0.500	10'00"	11500	28742				6850	18767			2200	6565		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700 **FECHA:** 03/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m3

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

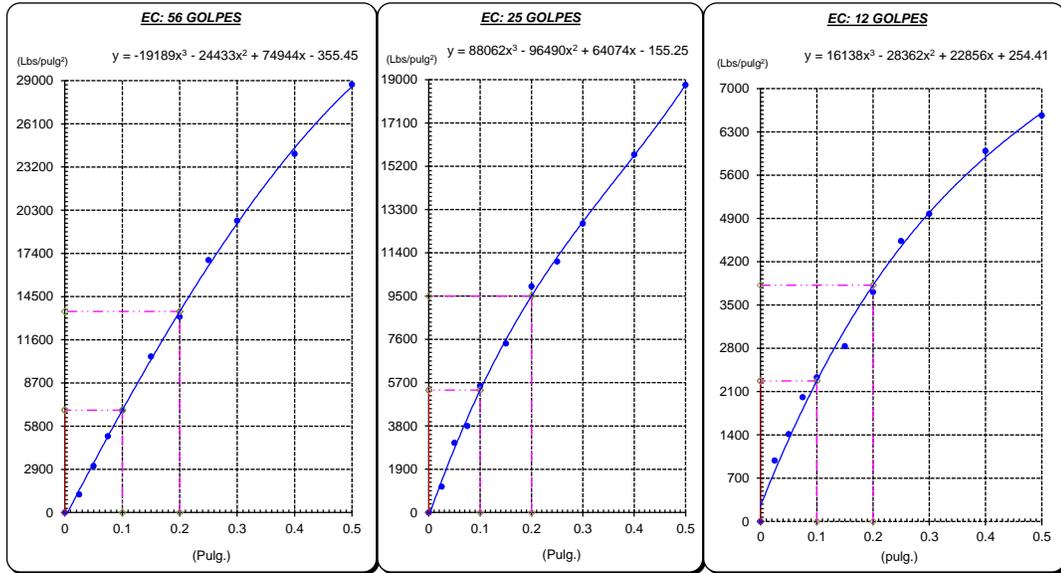


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

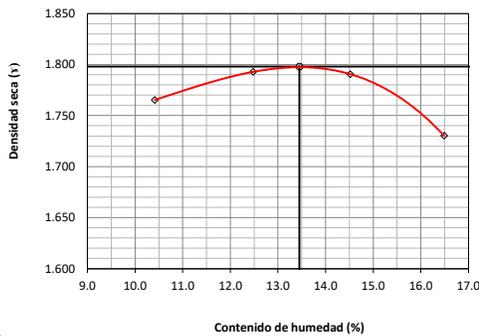
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.798 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.708 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.5 %

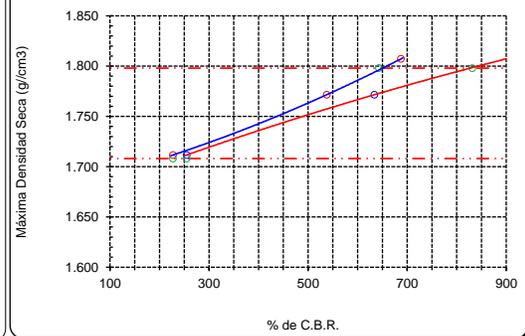
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	643.1 %	831.3 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	227.3 %	254.7 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700 **FECHA:** 03/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m3

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	15		14		13	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12198	12248	11985	12075	11949	12060
Peso de molde (g)	7869	7869	7778	7778	7825	7825
Peso del suelo húmedo (g)	4329	4379	4207	4297	4124	4235
Volumen del molde (cc)	2114	2114	2095	2095	2130	2130
Densidad húmeda (g/cc)	2.047	2.071	2.008	2.051	1.936	1.988
% de humedad	13.6	14.9	13.4	15.9	13.4	16.8
Densidad seca (g/cc)	1.803	1.802	1.771	1.770	1.707	1.702

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	440.8	440.8	568.6	568.6	552.1	552.1	564.2	564.2	601.6	601.6	583.4	583.4
Tarro + Suelo seco (gr.)	388.1	388.1	494.8	494.8	486.9	486.9	486.8	486.8	530.3	530.3	499.4	499.4
Peso del Agua (gr.)	52.7	52.7	73.8	73.8	65.2	65.2	77.4	77.4	71.3	71.3	84.0	84.0
Peso del tarro (gr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso del suelo seco (gr.)	388	388	494.8	494.8	486.9	486.9	486.8	486.8	530.3	530.3	499.4	499.4
% de humedad	13.6	13.6	14.9	14.9	13.4	13.4	15.9	15.9	13.4	13.4	16.8	16.8
Promedio de Humedad (%)	13.6	13.6	14.9	14.9	13.4	13.4	15.9	15.9	13.4	13.4	16.8	16.8

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
10/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0
11/06/2013	17.3	24	13	0.005		10	0.004		0	0.000	
12/06/2013	17.3	48	13	0.005		12	0.005		11	0.004	
13/06/2013	17.3	72	14	0.006		12	0.005		13	0.005	
14/06/2013	17.3	96	14	0.006		14	0.006		15	0.006	
			4.6	total	0.12	4.5	total	0.12	4.6	total	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 15				MOLDE Nº 14				MOLDE Nº 13			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Hr.	Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	600	1852				540	1670			400	1244		
1.270	0.050	1'00"	1100	3353				1050	3204			665	2048		
1.910	0.075	1'30"	1650	4975				1400	4241			960	2935		
2.540	0.100	2'00"	2100	6278	6189	618.9		1700	5121	5163	516.3	1190	3621	3517	351.7
3.810	0.150	3'00"	3050	8962				2400	7136			1550	4682		
5.080	0.200	4'00"	4000	11553	11802	786.8		3000	8823	8993	599.5	1850	5557	5681	378.7
6.350	0.250	5'00"	5000	14180				3600	10473			2100	6278		
7.620	0.300	6'00"	6250	17318				4200	12086			2400	7136		
10.160	0.400	8'00"	8150	21780				5350	15075			2800	8265		
12.700	0.500	10'00"	10000	25768				6250	17318			3100	9101		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+600 - KM 31+700 **FECHA:** 03/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 60 kg/m3

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

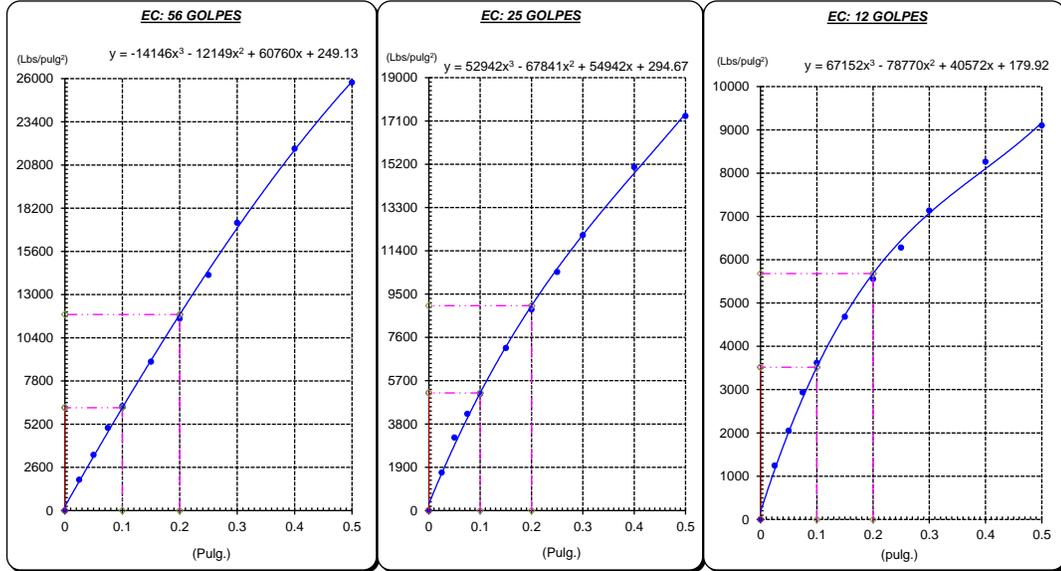


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

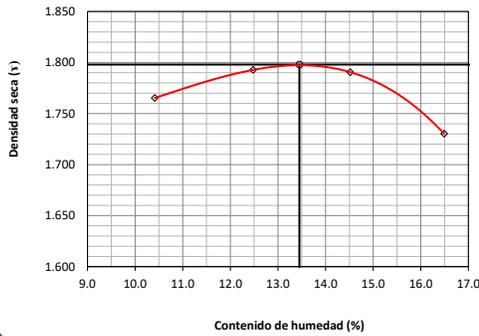
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.798 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.708 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.5 %

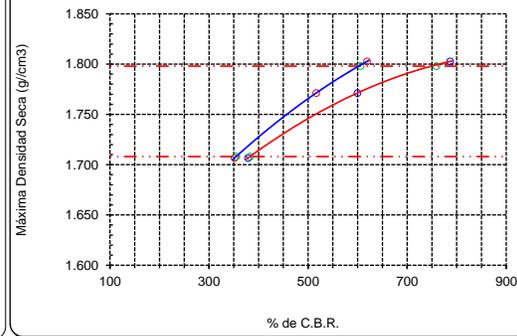
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	606.0 %	759.1 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	355.1 %	383.4 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad del proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

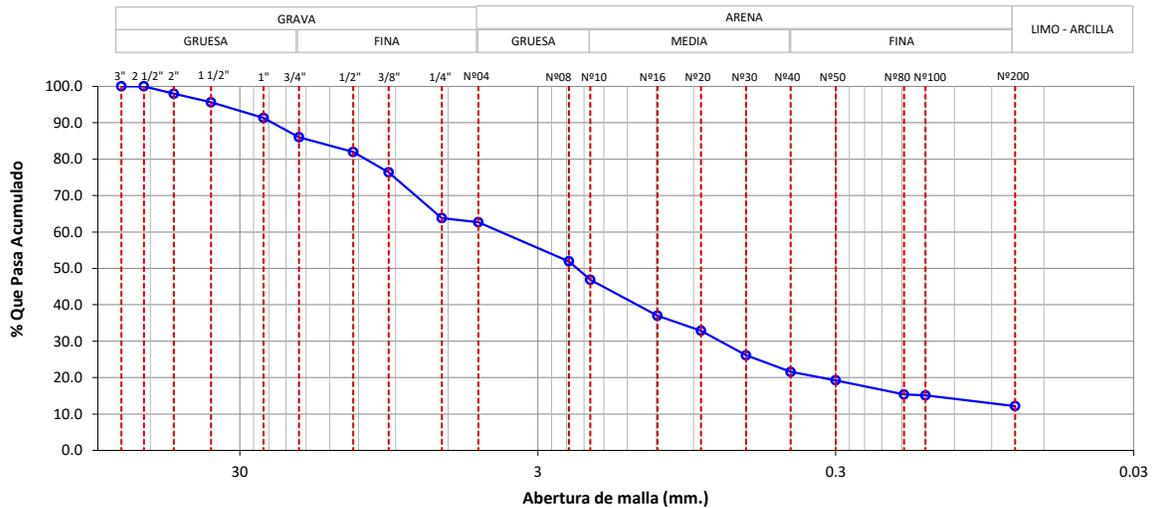
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900

FECHA: 04/06/2013

MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m³

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 18260.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 16030.4 g.
2"	50.000	377.0	2.1	2.1	97.9	PESO DE FRACCIÓN FINA : 713.2 g.
1 1/2"	37.500	429.0	2.3	4.4	95.6	
1"	25.000	778.0	4.3	8.7	91.3	PESO DE FRACCION HUMEDA : 19305.0 g.
3/4"	19.000	968.0	5.3	14.0	86.0	PESO DE FRACCION SECA : 18260.0 g.
1/2"	12.500	740.0	4.1	18.0	82.0	PORCENT. HUMEDAD : 5.7 %
3/8"	9.500	1018.0	5.6	23.6	76.4	
1/4"	6.300	2297.0	12.6	36.2	63.8	PESO GRAVA: 6812.0 gr 37.3 %
Nº04	4.750	205.0	1.1	37.3	62.7	PESO ARENA: 11448.0 gr 62.7 %
Nº08	2.360	122.1	10.7	48.0	52.0	
Nº10	2.000	58.1	5.1	53.1	46.9	
Nº16	1.190	112.4	9.9	63.0	37.0	
Nº20	0.850	46.5	4.1	67.1	32.9	
Nº30	0.600	76.8	6.8	73.9	26.1	
Nº40	0.425	51.7	4.5	78.4	21.6	
Nº50	0.300	26.4	2.3	80.7	19.3	
Nº80	0.177	44.0	3.9	84.6	15.4	
Nº100	0.150	3.1	0.3	84.9	15.1	
Nº200	0.075	33.2	2.9	87.8	12.2	
< Nº200	FONDO	138.9	12.2	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

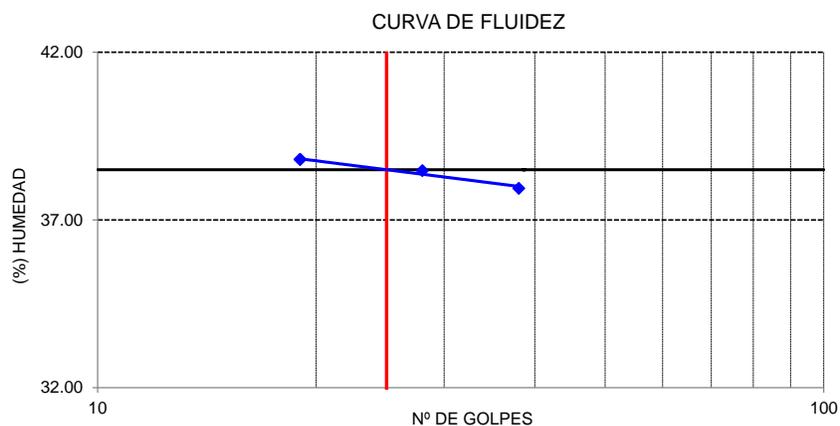
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900 **FECHA:** 07/06/13

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m3

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	1	2	5	1	2
N° de golpes	19	28	38	----	----
Tarro + suelo húmedo	64.79	63.42	62.64	18.59	22.80
Tarro + suelo seco	58.83	57.9	57.53	16.57	20.76
Agua	5.96	5.52	5.11	2.02	2.04
Peso del tarro	43.47	43.55	44.06	9.75	13.86
Peso del suelo seco	15.36	14.35	13.47	6.82	6.9
Porcentaje de humedad	38.80	38.47	37.94	29.62	29.57

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	38.5 %
Límite Plástico	29.6 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	8.9 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPÍ G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900

FECHA: 06/06/2013

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m3

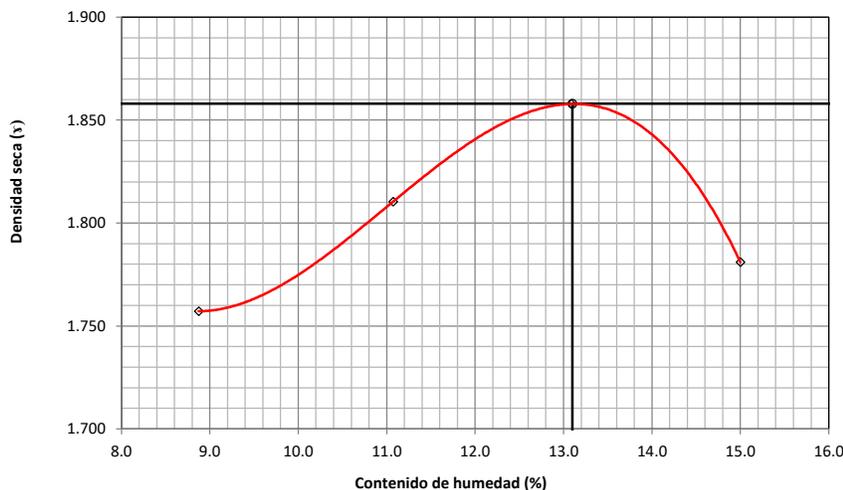
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10333	10540	10731	10619
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4052	4259	4450	4338
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.913	2.011	2.101	2.048

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	526.3	541.7	580.6	577.3
Peso del suelo seco + tara	g.	483.4	487.7	513.4	502.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	42.9	54	67.2	75.3
Peso de suelo seco	g.	483.4	487.7	513.4	502
contenido de agua	%	8.9	11.1	13.1	15.0
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.757	1.810	1.858	1.781

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.858	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.1	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900 **FECHA:** 06/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m3

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	9			8			7								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12172	12245	12152	12250	12040	12195									
Peso de molde (g)	7730	7730	7775	7775	7860	7860									
Peso del suelo húmedo (g)	4442	4515	4377	4475	4180	4335									
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2129	2129	2111	2111									
Densidad húmeda (g/cc)	2.096	2.130	2.056	2.102	1.980	2.053									
% de humedad	13.2	14.9	13.0	15.5	13.0	17.2									
Densidad seca (g/cc)	1.852	1.854	1.819	1.820	1.751	1.751									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	515.9	515.9	585.4	585.4	513.2	513.2	607.2	607.2	563.3	563.3	573.2	573.2			
Tarro + Suelo seco (gr.)	455.9	455.9	509.5	509.5	454.0	454.0	525.8	525.8	498.3	498.3	488.9	488.9			
Peso del Agua (gr.)	60.0	60.0	75.9	75.9	59.2	59.2	81.4	81.4	65.0	65.0	84.3	84.3			
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	456	456	509.5	509.5	454	454	525.8	525.8	498.3	498.3	488.9	488.9			
% de humedad	13.2	13.2	14.9	14.9	13.0	13.0	15.5	15.5	13.0	13.0	17.2	17.2			
Promedio de Humedad (%)	13.2		14.9		13.0		15.5		13.0		17.2				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
13/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
14/06/2013	17.3	24	7	0.003		1	0.000		5	0.002					
15/06/2013	17.3	48	7	0.003		1	0.000		5	0.002					
16/06/2013	17.3	72	7	0.003		1	0.000		5	0.002					
17/06/2013	17.3	96	7	0.003		1	0.000		5	0.002					
			4.6	total	0.06	4.6	total	0.01	4.6	total	0.04				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 9				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 7			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	125	402				310	969			170	540		
1.270	0.050	1'00"	438	1360				785	2410			500	1548		
1.910	0.075	1'30"	723	2223				1125	3427			760	2335		
2.540	0.100	2'00"	922	2821	6008	600.8		1450	4389	4669	466.9	960	2935	2846	284.6
3.810	0.150	3'00"	1500	4536				2300	6851			1300	3946		
5.080	0.200	4'00"	1500	2500	7420	11119	741.2	3100	9101	8843	589.5	1600	4829	4941	329.4
6.350	0.250	5'00"		3400	9927			3700	10745			1900	5702		
7.620	0.300	6'00"		4500	12879			4400	12616			2200	6565		
10.160	0.400	8'00"		6500	17926			5500	15454			2600	7702		
12.700	0.500	10'00"		9000	23656			6900	18886			3000	8823		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)			GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000			Revisión 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900 **FECHA:** 06/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m3

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

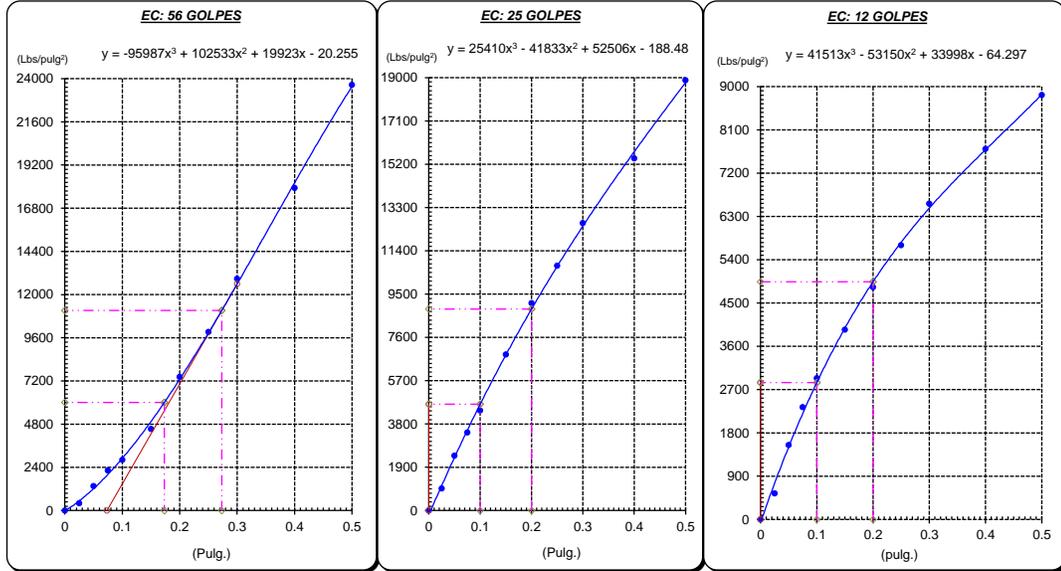


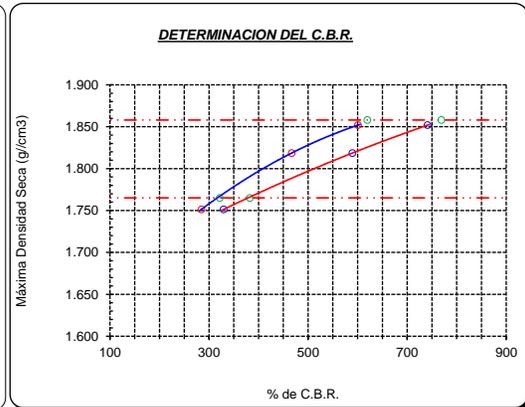
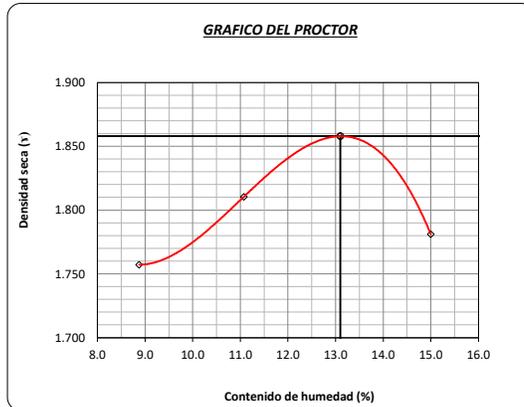
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.858 g./cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.765 g./cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.1 %

VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	619.9 %	769.0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	321.8 %	382.5 %



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900 **FECHA:** 06/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m3

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	24			23			22							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12311	12375	12162	12255	12122	12235								
Peso de molde (g)	7822	7822	7836	7836	7916	7916								
Peso del suelo húmedo (g)	4489	4553	4326	4419	4206	4319								
Volumen del molde (cc)	2134	2134	2116	2116	2108	2108								
Densidad húmeda (g/cc)	2.104	2.134	2.044	2.088	1.996	2.049								
% de humedad	13.0	14.6	13.1	15.3	13.1	16.5								
Densidad seca (g/cc)	1.861	1.863	1.807	1.811	1.765	1.759								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	489.3	489.3	642.3	642.3	572.2	572.2	725.3	725.3	573.9	573.9	678.2			
Tarro + Suelo seco (gr.)	432.9	432.9	560.7	560.7	505.8	505.8	629.2	629.2	507.6	507.6	582.1			
Peso del Agua (gr.)	56.4	56.4	81.6	81.6	66.4	66.4	96.1	96.1	66.3	66.3	96.1			
Peso del tarro (gr.)														
Peso del suelo seco (gr.)	433	433	560.7	560.7	505.8	505.8	629.2	629.2	507.6	507.6	582.1			
% de humedad	13.0	13.0	14.6	14.6	13.1	13.1	15.3	15.3	13.1	13.1	16.5			
Promedio de Humedad (%)	13.0		14.6		13.1		15.3		13.1		16.5			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
13/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
14/06/2013	17.3	24	1	0.000		1	0.000		0	0.000				
15/06/2013	17.3	48	1	0.000		1	0.000		0	0.000				
16/06/2013	17.3	72	1	0.000		1	0.000		0	0.000				
17/06/2013	17.3	96	1	0.000		1	0.000		0	0.000				
			4.6	total	0.01	4.6	total	0.01	4.6	total	0.00			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 24				MOLDE Nº 23				MOLDE Nº 22			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	30	109			370	1152			360	1122		
1.270	0.050	1'00"	229	721			635	1958			555	1715		
1.910	0.075	1'30"	492	1524			835	2561			705	2169		
2.540	0.100	2'00"	728	2238	5423	542.3	1200	3650	3516	351.6	1000	3055	2896	
3.810	0.150	3'00"	1350	4094			1700	5121			1350	4094		
5.080	0.200	4'00"	1500	2100	6278	10168	677.9	2200	6565	6606	440.4	1600	4829	
6.350	0.250	5'00"	3000	8823			2700	7984			2000	5991		
7.620	0.300	6'00"	3900	11285			3200	9377			2350	6994		
10.160	0.400	8'00"	5700	15957			4300	12352			2950	8684		
12.700	0.500	10'00"	7800	20986			5200	14693			3500	10201		

OBSERVACIONES :

- 1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página	
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+800 - 31+900 **FECHA:** 06/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 60 kg/m3

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

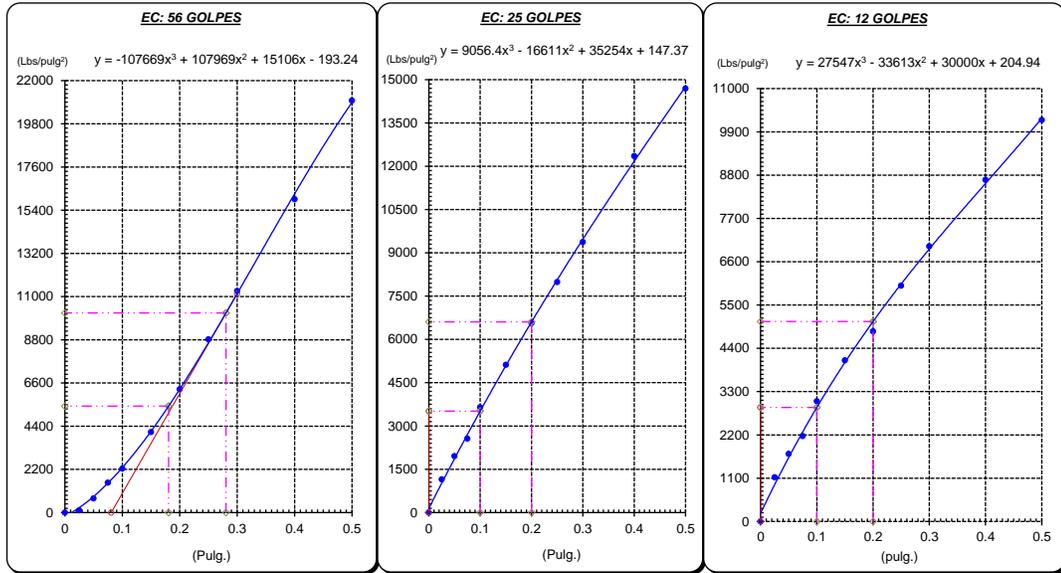


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

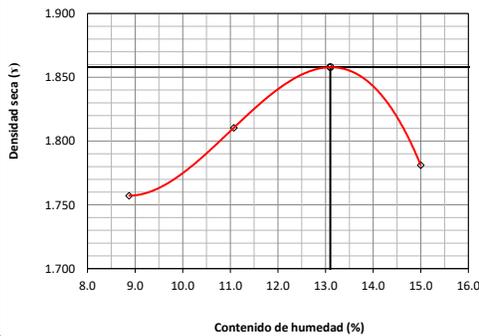
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.858 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.765 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 13.1 %

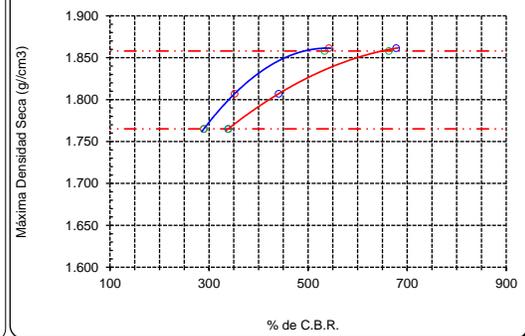
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	533.3 %	663.0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	289.6 %	338.7 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

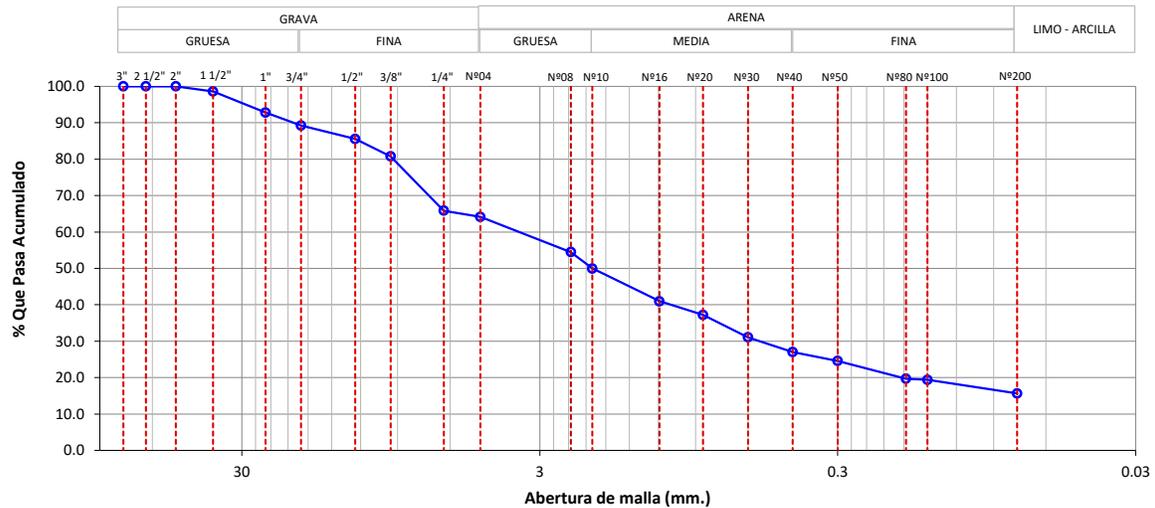
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+700 - KM 31+800

FECHA: 31/05/2013

MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 45 kg/m³

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 15169.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 12792.7 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 711.7 g.
1 1/2"	37.500	218.0	1.4	1.4	98.6	
1"	25.000	873.0	5.8	7.2	92.8	PESO DE FRACCION HUMEDA : 15962.0 g.
3/4"	19.000	544.0	3.6	10.8	89.2	PESO DE FRACCION SECA : 15169.0 g.
1/2"	12.500	559.0	3.7	14.5	85.5	PORCENT. HUMEDAD : 5.2 %
3/8"	9.500	724.0	4.8	19.2	80.8	
1/4"	6.300	2263.0	14.9	34.2	65.8	PESO GRAVA: 5438.0 gr 35.8 %
Nº04	4.750	257.0	1.7	35.8	64.2	PESO ARENA: 9731.0 gr 64.2 %
Nº08	2.360	107.2	9.7	45.5	54.5	
Nº10	2.000	50.2	4.5	50.0	50.0	
Nº16	1.190	99.9	9.0	59.0	41.0	
Nº20	0.850	41.3	3.7	62.8	37.2	
Nº30	0.600	68.4	6.2	68.9	31.1	
Nº40	0.425	44.9	4.0	73.0	27.0	
Nº50	0.300	27.1	2.4	75.4	24.6	
Nº80	0.177	53.9	4.9	80.3	19.7	
Nº100	0.150	3.5	0.3	80.6	19.4	
Nº200	0.075	41.5	3.7	84.3	15.7	
< Nº200	FONDO	173.8	15.7	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

- 1.- Ensayo revisado y supervisado por jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

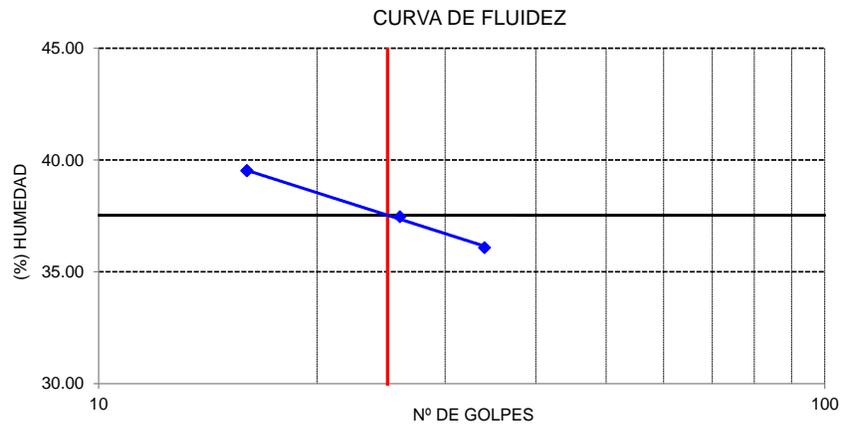
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+700 - KM 31+800 **FECHA:** 06/06/13

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 45 kg/m³

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	9	10	11	5	8
N° de golpes	16	26	34	---	---
Tarro + suelo húmedo	64.58	67.36	65.55	21.60	29.48
Tarro + suelo seco	58.38	60.98	59.99	19.16	26.91
Agua	6.2	6.38	5.56	2.44	2.57
Peso del tarro	42.69	43.95	44.58	9.75	17.18
Peso del suelo seco	15.69	17.03	15.41	9.41	9.73
Porcentaje de humedad	39.52	37.46	36.08	25.93	26.41

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	37.5 %
Límite Plástico	26.2 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	11.4 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+700 - KM 31+800

FECHA: 06/06/2013

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 45 kg/m3

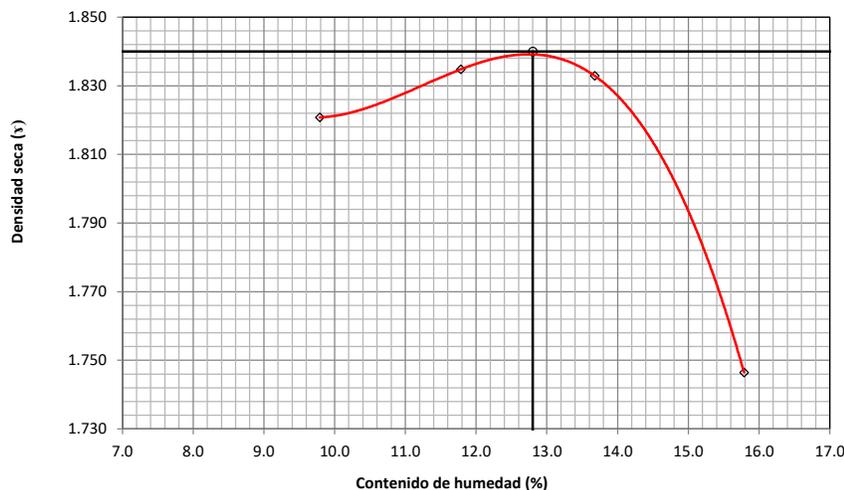
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10515	10625	10694	10564
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4234	4344	4413	4283
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.999	2.051	2.084	2.022

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	534.9	555.0	572.7	500.2
Peso del suelo seco + tara	g.	487.2	496.5	503.8	432.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	47.7	58.5	68.9	68.2
Peso de suelo seco	g.	487.2	496.5	503.8	432
contenido de agua	%	9.8	11.8	13.7	15.8
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.821	1.835	1.833	1.746

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.840	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.8	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+700 - KM 31+800 **FECHA:** 15/06/2013
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 45 kg/m3

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	15			14			13								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12262	12333	12062	12150	12029	12166									
Peso de molde (g)	7869	7869	7778	7778	7825	7825									
Peso del suelo húmedo (g)	4393	4464	4284	4372	4204	4341									
Volumen del molde (cc)	2114	2114	2095	2095	2130	2130									
Densidad húmeda (g/cc)	2.078	2.111	2.045	2.087	1.974	2.038									
% de humedad	12.9	14.8	12.8	15.1	12.9	16.6									
Densidad seca (g/cc)	1.841	1.840	1.813	1.813	1.748	1.748									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	592.6	592.6	546.4	546.4	484.9	484.9	532.8	532.8	579.8	579.8	543.4				
Tarro + Suelo seco (gr.)	525.0	525.0	476.1	476.1	429.9	429.9	462.8	462.8	513.6	513.6	466.1				
Peso del Agua (gr.)	67.6	67.6	70.3	70.3	55.0	55.0	70.0	70.0	66.2	66.2	77.3				
Peso del tarro (gr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Peso del suelo seco (gr.)	525	525	476.1	476.1	429.9	429.9	462.8	462.8	513.6	513.6	466.1				
% de humedad	12.9	12.9	14.8	14.8	12.8	12.8	15.1	15.1	12.9	12.9	16.6				
Promedio de Humedad (%)	12.9		14.8		12.8		15.1		12.9		16.6				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
22/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
23/06/2013	17.3	24	90	0.035		90	0.035		50	0.020					
24/06/2013	17.3	48	94	0.037		94	0.037		60	0.024					
25/06/2013	17.3	72	97	0.038		104	0.041		100	0.039					
26/06/2013	17.3	96	99	0.039		106	0.042		110	0.043					
			4.6	total	0.85	4.5	total	0.92	4.6	total	0.94				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 15				MOLDE Nº 14				MOLDE Nº 13			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Hr.	Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	65	217				107	346			140	448		
1.270	0.050	1'00"	200	632				224	706			253	795		
1.910	0.075	1'30"	310	969				510	1579			340	1061		
2.540	0.100	2'00"	575	1776	2742.2	274.2		685	2109	1957.3	195.7	413	1284	1231.3	123.1
3.810	0.150	3'00"	975	2980				925	2830			497	1539		
5.080	0.200	4'00"	1400	4241	5361.5	357.4		1175	3576	3595.1	239.7	580	1791	1834.8	122.3
6.350	0.250	5'00"	1850	5557				1400	4241			635	1958		
7.620	0.300	6'00"	2300	6851				1600	4829			674	2076		
10.160	0.400	8'00"	3100	9101				1900	5702			768	2359		
12.700	0.500	10'00"	3700	10745				2100	6278			800	2455		

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	JCCSP	Revisado por:	GT	Aprobado por:	GO
				Fecha:	17/04/2013
				Página:	2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+700 - KM 31+800
 MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 5 cm + CEMENTO 45 kg/m3

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
FECHA: 15/06/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

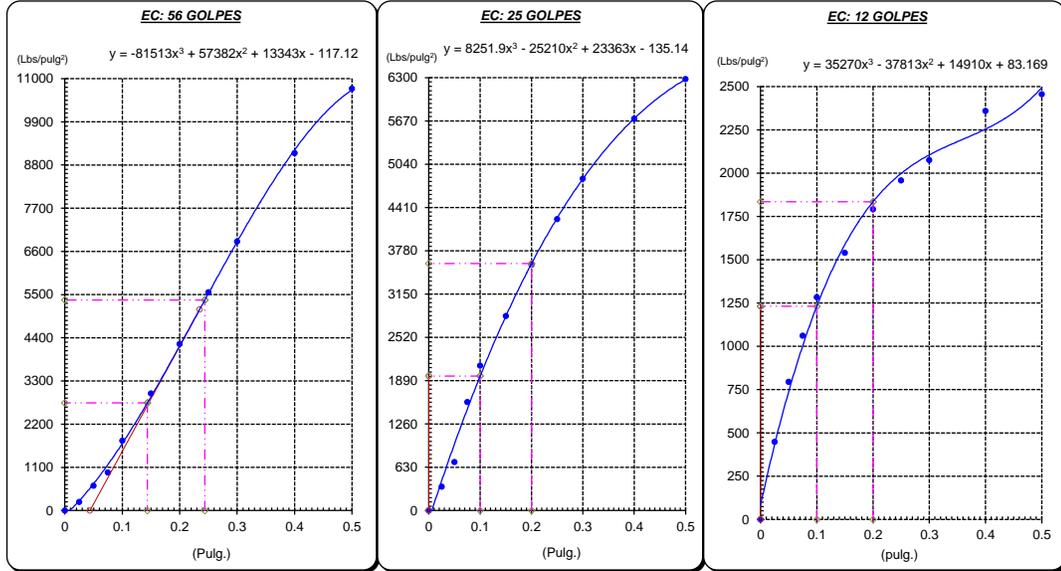


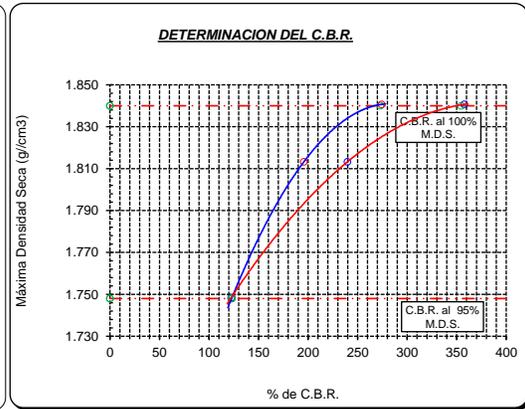
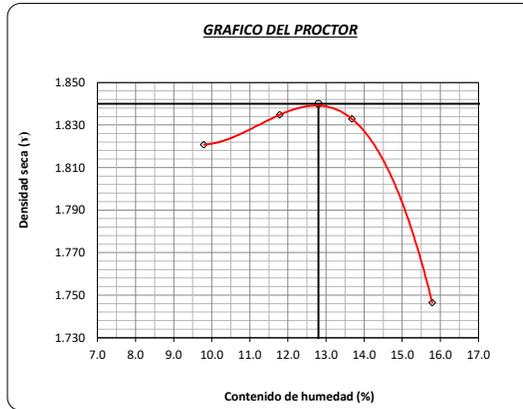
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.840 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.748 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.8 %

VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	273.1 %	354.5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	123.1 %	122.3 %



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

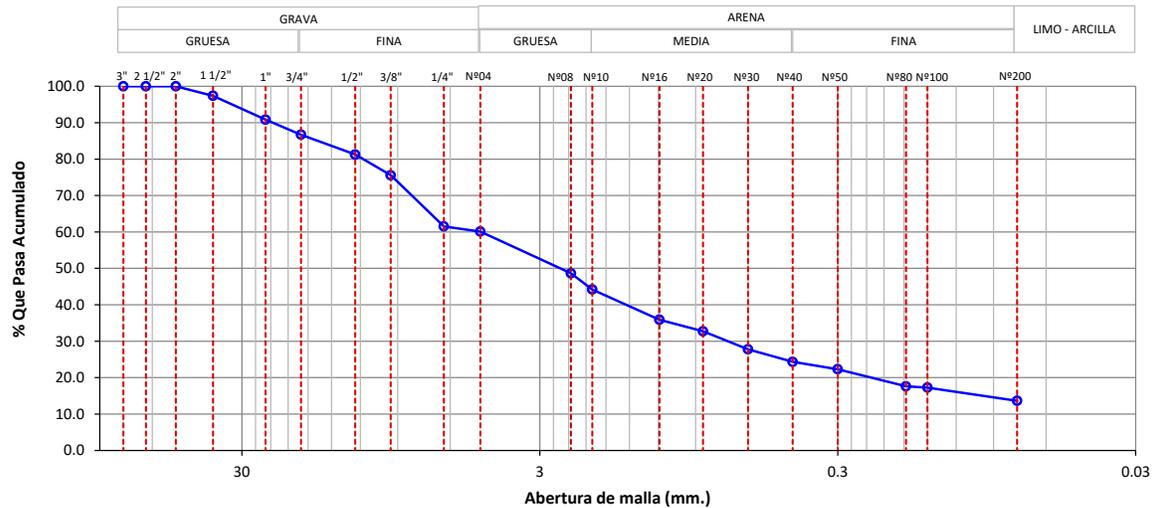
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+900 - 32+000

FECHA: 07/06/2013

MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 45 kg/m³

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 16133.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 13933.3 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 790.5 g.
1 1/2"	37.500	424.0	2.6	2.6	97.4	
1"	25.000	1050.0	6.5	9.1	90.9	PESO DE FRACCION HUMEDA : 17009.0 g.
3/4"	19.000	671.0	4.2	13.3	86.7	PESO DE FRACCION SECA : 16133.0 g.
1/2"	12.500	876.0	5.4	18.7	81.3	PORCENT. HUMEDAD : 5.4 %
3/8"	9.500	921.0	5.7	24.4	75.6	
1/4"	6.300	2267.0	14.1	38.5	61.5	PESO GRAVA: 6435.0 gr 39.9 %
Nº04	4.750	226.0	1.4	39.9	60.1	PESO ARENA: 9698.0 gr 60.1 %
Nº08	2.360	150.7	11.5	51.3	48.7	
Nº10	2.000	58.6	4.5	55.8	44.2	
Nº16	1.190	109.0	8.3	64.1	35.9	
Nº20	0.850	41.6	3.2	67.3	32.7	
Nº30	0.600	65.2	5.0	72.2	27.8	
Nº40	0.425	45.2	3.4	75.7	24.3	
Nº50	0.300	27.0	2.1	77.7	22.3	
Nº80	0.177	61.6	4.7	82.4	17.6	
Nº100	0.150	4.6	0.3	82.7	17.3	
Nº200	0.075	47.7	3.6	86.4	13.6	
< Nº200	FONDO	179.3	13.6	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

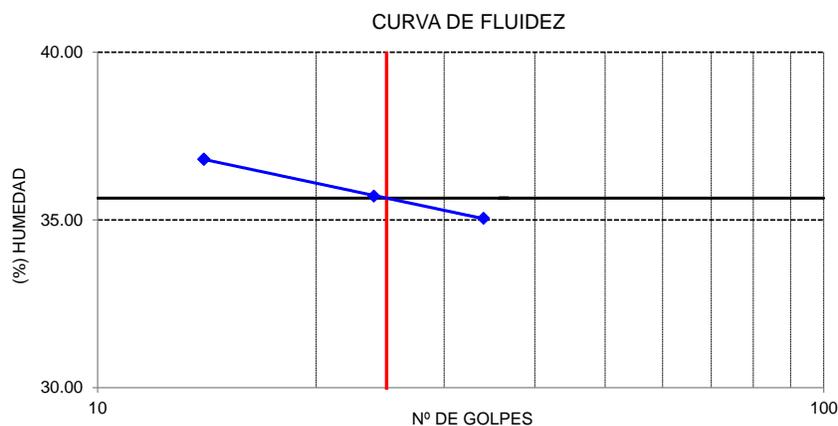
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+900 - 32+000 **FECHA:** 07/06/13

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 45 kg/m3

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
	1	2	5	1	2
N° de tarro					
N° de golpes	14	24	34	---	---
Tarro + suelo húmedo	41.59	48.24	37.84	29.36	38.65
Tarro + suelo seco	35.87	42.73	32.95	26.79	36.05
Agua	5.72	5.51	4.89	2.57	2.60
Peso del tarro	20.33	27.3	19	17.18	26.40
Peso del suelo seco	15.54	15.43	13.95	9.61	9.65
Porcentaje de humedad	36.81	35.71	35.05	26.74	26.94

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	35.6 %
Límite Plástico	26.8 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	8.8 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOP I G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+900 - 32+000

FECHA: 08/06/2013

MUESTREO: MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 45 kg/m3

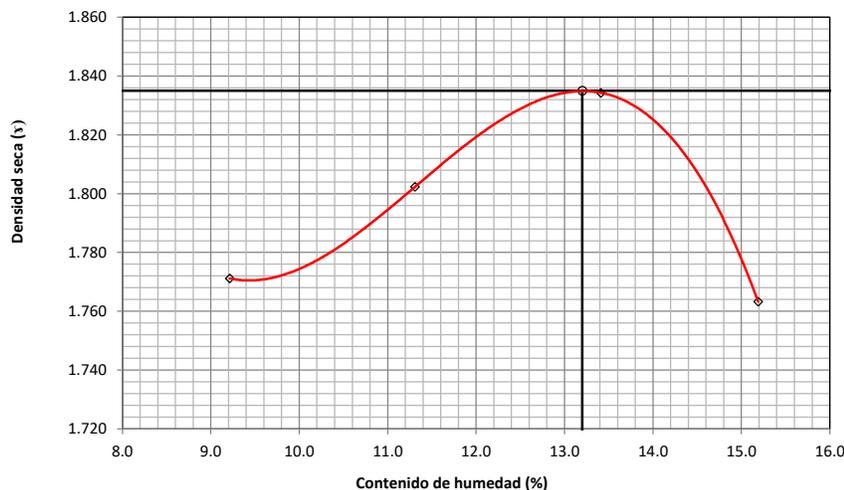
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10378	10530	10687	10583
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4097	4249	4406	4302
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.934	2.006	2.080	2.031

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	531.0	531.5	560.7	518.7
Peso del suelo seco + tara	g.	486.2	477.5	494.4	450.3
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	44.8	54	66.3	68.4
Peso de suelo seco	g.	486.2	477.5	494.4	450.3
contenido de agua	%	9.2	11.3	13.4	15.2
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.771	1.802	1.834	1.763

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.835	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.2	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+900 - 32+000 **FECHA:** 15/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 45 kg/m3

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	18			17			16							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado		Sin Saturado	Saturado		Sin Saturado	Saturado						
Peso molde + Suelo húmedo	12202	12245		12024	12092		12004	12105						
Peso de molde (g)	7837	7837		7757	7757		7820	7820						
Peso del suelo húmedo (g)	4365	4408		4267	4335		4184	4285						
Volumen del molde (cc)	2107	2107		2112	2112		2117	2117						
Densidad húmeda (g/cc)	2.072	2.092		2.021	2.053		1.976	2.024						
% de humedad	12.9	14.1		13.3	15.2		13.2	16.0						
Densidad seca (g/cc)	1.834	1.834		1.784	1.783		1.745	1.744						
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	525.2	525.2	520.7	520.7	506.8	506.8	545.3	545.3	518.0	518.0	508.8	508.8		
Tarro + Suelo seco (gr.)	465.0	465.0	456.5	456.5	447.5	447.5	473.5	473.5	457.4	457.4	438.5	438.5		
Peso del Agua (gr.)	60.2	60.2	64.2	64.2	59.3	59.3	71.8	71.8	60.6	60.6	70.3	70.3		
Peso del tarro (gr.)														
Peso del suelo seco (gr.)	465	465	456.5	456.5	447.5	447.5	473.5	473.5	457.4	457.4	438.5	438.5		
% de humedad	12.9	12.9	14.1	14.1	13.3	13.3	15.2	15.2	13.2	13.2	16.0	16.0		
Promedio de Humedad (%)	12.9		14.1		13.3		15.2		13.2		16.0			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
22/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
23/06/2013	17.3	24	70	0.028		76	0.030		81	0.032				
24/06/2013	17.3	48	74	0.029		79	0.031		84	0.033				
25/06/2013	17.3	72	78	0.031		86	0.034		94	0.037				
26/06/2013	17.3	96	80	0.031		89	0.035		97	0.038				
			4.6	total	0.69	4.6	total	0.76	4.6	total	0.83			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 18				MOLDE Nº 17				MOLDE Nº 16			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0'00"	0	0			0	0			0	0			
0.640	0'30"	92	300			180	571			150	478			
1.270	1'00"	275	862			270	847			310	969			
1.910	1'30"	470	1457			555	1715			425	1320			
2.540	2'00"	558	1724	3034.1	303.4	700	2154	2110.5	211.1	517	1600	1616.0	161.6	
3.810	3'00"	1000	3055			1000	3055			713	2193			
5.080	4'00"	1500	4536	5871.3	391.4	1275	3872	3850.9	256.7	860	2636	2681.2	178.7	
6.350	5'00"	2000	5991			1500	4536			1000	3055			
7.620	6'00"	2500	7420			1750	5266			1120	3413			
10.160	8'00"	3450	10064			2150	6422			1300	3946			
12.700	10'00"	4150	11953			2500	7420			1450	4389			

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página	
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: TRAMO DE PRUEBA: KM 31+900 - 32+000 **FECHA:** 15/06/2013
MATERIAL DE CANTERA KM 32+000 + MATERIAL EXISTENTE 10 cm + CEMENTO 45 kg/m³

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

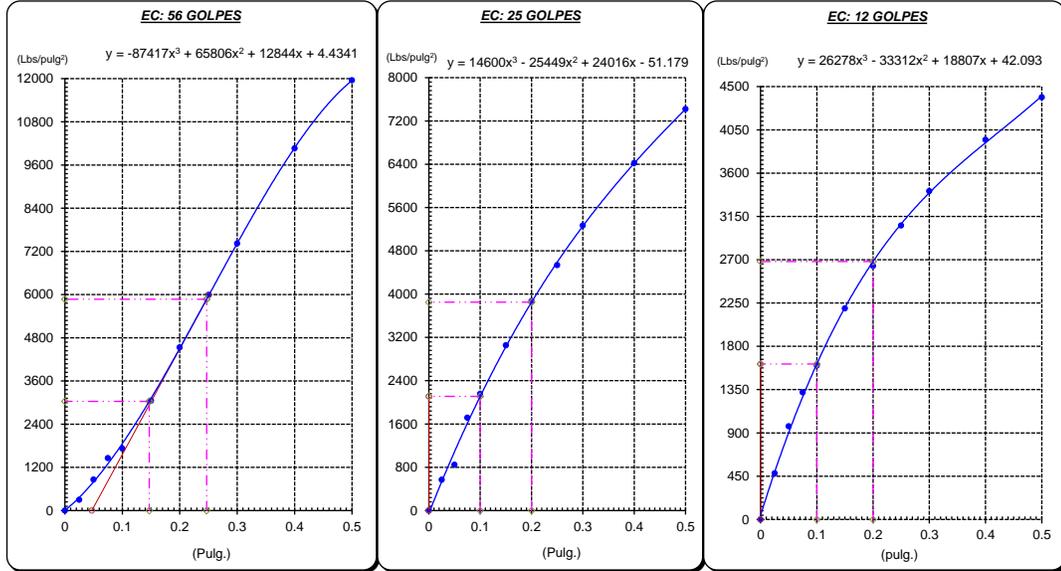


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

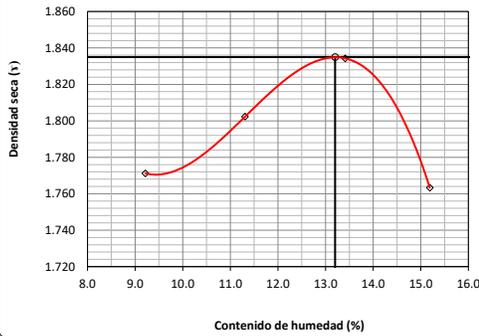
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.835 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.743 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.2 %

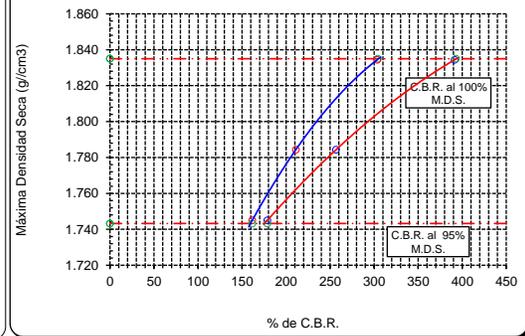
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	304.4 %	393.0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	161.6 %	178.8 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

ANEXO VII



ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)

GO-CC-SyP-FOR-056

NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204

Revisión 00

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

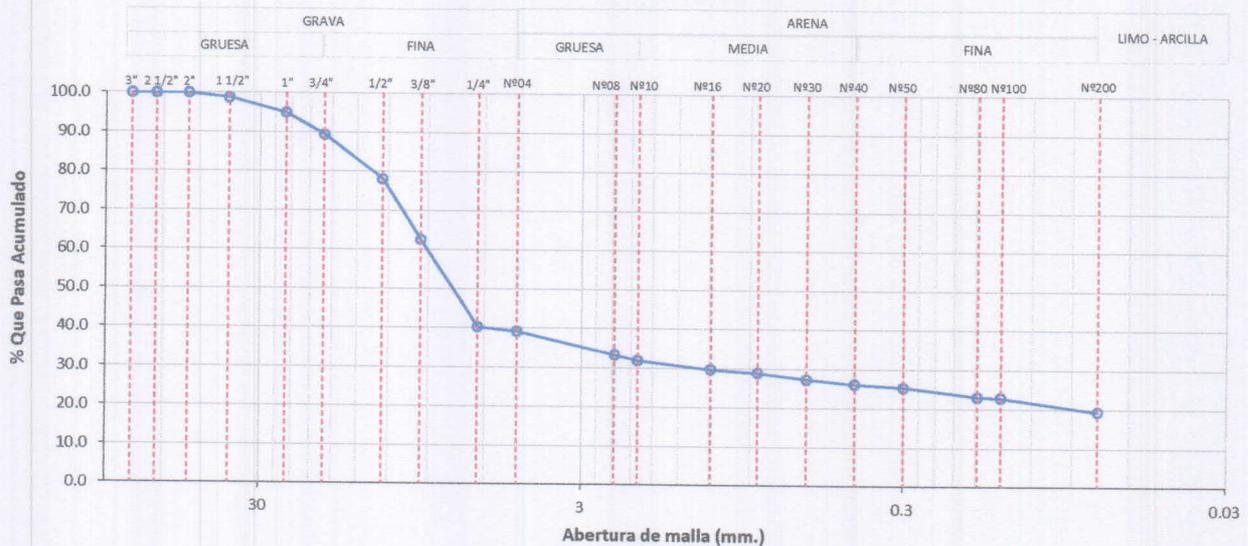
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 07/08/2013

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 14036.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 11304.6 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 600 g.
1 1/2"	37.500	169.0	1.2	1.2	98.8	
1"	25.000	537.0	3.8	5.0	95.0	PESO DE FRACCIÓN HUMEDA : 15015.0 g.
3/4"	19.000	773.0	5.5	10.5	89.5	PESO DE FRACCIÓN SECA : 14036.0 g.
1/2"	12.500	1600.0	11.4	21.9	78.1	PORCENT. HUMEDAD : 7.0 %
3/8"	9.500	2173.0	15.5	37.4	62.6	
1/4"	6.300	3134.0	22.3	59.7	40.3	PESO GRAVA: 8542.0 gr 60.9 %
Nº04	4.750	156.0	1.1	60.9	39.1	PESO ARENA: 5494.0 gr 39.1 %
Nº08	2.360	89.3	5.8	66.7	33.3	
Nº10	2.000	20.7	1.4	68.0	32.0	
Nº16	1.190	33.0	2.2	70.2	29.8	
Nº20	0.850	12.6	0.8	71.0	29.0	
Nº30	0.600	25.0	1.6	72.6	27.4	
Nº40	0.425	17.5	1.1	73.8	26.2	
Nº50	0.300	11.8	0.8	74.6	25.4	
Nº80	0.177	35.5	2.3	76.9	23.1	
Nº100	0.150	3.6	0.2	77.1	22.9	
Nº200	0.075	52.7	3.4	80.5	19.5	
< Nº200	FONDO	298.3	19.5	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD				GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

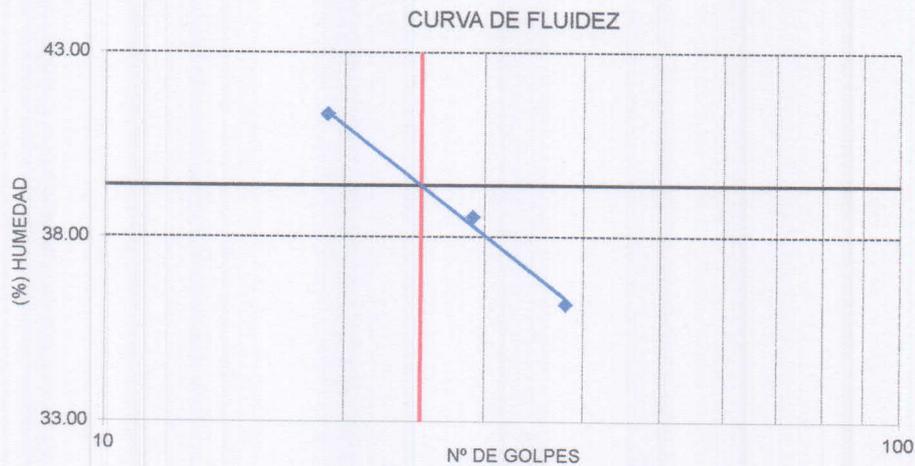
LUGAR DE: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 08/08/2013

MUESTREO

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	1	2	3	1	2
N° de tarro					
N° de golpes	19	29	38	---	---
Tarro + suelo húmedo	42.03	42.60	42.35	16.24	15.18
Tarro + suelo seco	38.23	38.81	38.76	14.74	13.94
Agua	3.80	3.79	3.59	1.50	1.24
Peso del tarro	29.04	28.98	28.84	9.96	10.09
Peso del suelo seco	9.19	9.83	9.92	4.78	3.85
Porcentaje de humedad	41.35	38.56	36.19	31.38	32.21

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	39.40 %
Límite Plástico	31.80 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	7.60 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPÍ G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:
JCCSP

Revisado por:
GT

Aprobado por:
GO

Fecha:
17/04/2013

Página
1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 07/08/2013

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3565			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1435			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		28.7			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento


Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad



ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)

GO-CC-SyP-FOR-009

NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000

Revisión 02

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 10/08/2013

MUESTREO

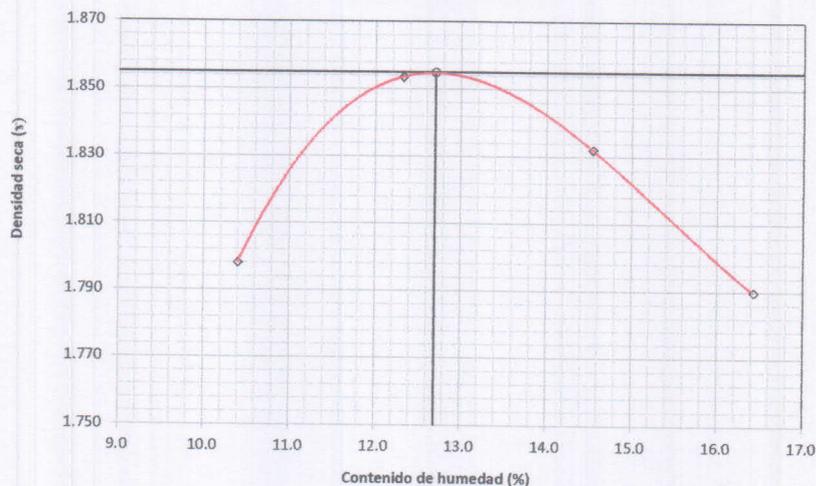
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10477	10683	10718	10687
Peso del molde	g.	6265	6265	6265	6265
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4212	4418	4453	4422
Volumen del molde	cm3	2122	2122	2122	2122
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.985	2.082	2.098	2.084

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	562.8	531.5	560.7	511.7
Peso del suelo seco + tara	g.	509.8	473.2	489.5	439.5
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	53	58.3	71.2	72.2
Peso de suelo seco	g.	509.8	473.2	489.5	439.5
contenido de agua	%	10.4	12.3	14.5	16.4
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.798	1.854	1.832	1.790

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.855	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

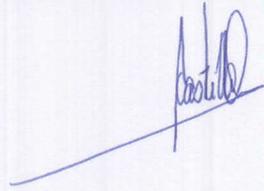
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 26/08/2013

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	35			15			14								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12078	12210	12171	12235	11845	12115									
Peso de molde (g)	7655	7655	7869	7869	7778	7778									
Peso del suelo húmedo (g)	4423	4555	4302	4366	4067	4337									
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2114	2114	2095	2095									
Densidad húmeda (g/cc)	2.091	2.153	2.035	2.065	1.942	2.071									
% de humedad	12.7	15.9	12.5	17.6	12.0	19.4									
Densidad seca (g/cc)	1.855	1.857	1.808	1.756	1.734	1.735									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº															
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	669.9	669.9	729.9	729.9	648.2	648.2	629.6	629.6	587.9	587.9	601.7	601.7			
Tarro + Suelo seco (gr.)	594.4	594.4	629.6	629.6	576.0	576.0	535.2	535.2	525.0	525.0	504.1	504.1			
Peso del Agua (gr.)	75.5	75.5	100.3	100.3	72.2	72.2	94.3	94.3	62.9	62.9	97.6	97.6			
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	594	594	629.6	629.6	576	576	535.2	535.2	525	525	504.1	504.1			
% de humedad	12.7	12.7	15.9	15.9	12.5	12.5	17.6	17.6	12.0	12.0	19.4	19.4			
Promedio de Humedad (%)	12.7		15.9		12.5		17.6		12.0		19.4				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
26/08/2013	11	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
27/08/2013	11	24	16	0.006		21	0.008		31	0.012					
28/08/2013	11	48	19	0.007		24	0.009		35	0.014					
29/08/2013	11	72	20	0.008		24	0.009		35	0.014					
30/08/2013	11	96	20	0.008		24	0.009		36	0.014					
			4.58	total	0.17	4.60	total	0.21	4.54	total	0.31				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 35				MOLDE Nº 15				MOLDE Nº 14			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		56	189			35	124			15	62		
1.270	0.050	1'00"		157	500			80	263			40	140		
1.910	0.075	1'30"		223	703			145	463			58	195		
2.540	0.100	2'00"	1000	285	893	854.9	85.5	173	549	526.1	52.6	70	232	228.9	22.9
3.810	0.150	3'00"		373	1162			225	709			92	300		
5.080	0.200	4'00"	1500	440	1366	1393.8	92.9	250	785	813.8	54.3	107	346	354.4	23.6
6.350	0.250	5'00"		505	1564			283	887			120	386		
7.620	0.300	6'00"		557	1721			302	945			132	423		
10.160	0.400	8'00"		694	2136			356	1110			153	488		
12.700	0.500	10'00"		806	2473			405	1259			175	555		



	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)			GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000			
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO
TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 26/08/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

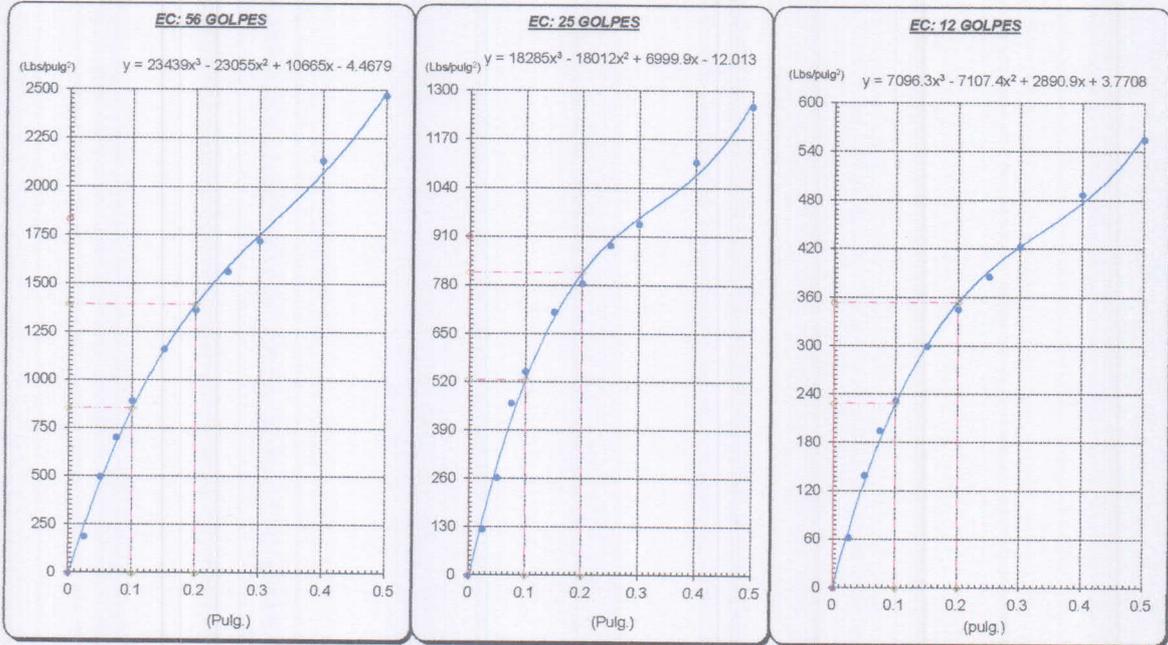


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

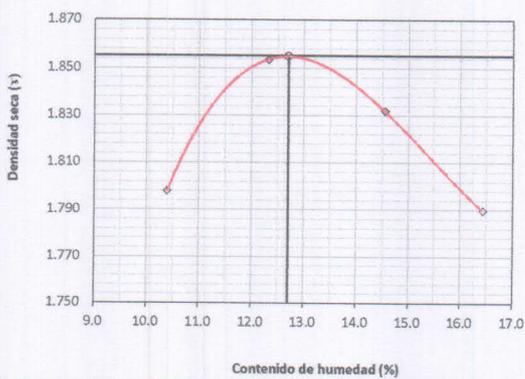
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.855 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.762 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	12.7 %

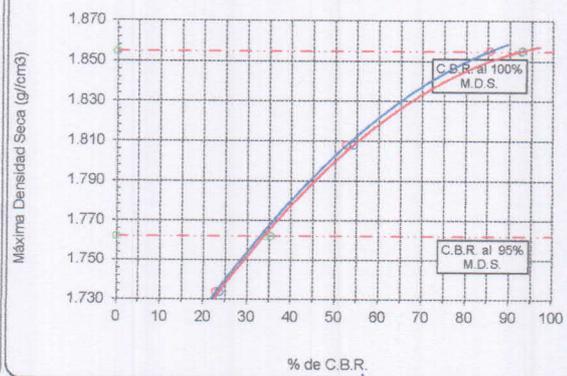
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	85.4 %	92.7 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	34.3 %	35.4 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
 Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
 Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

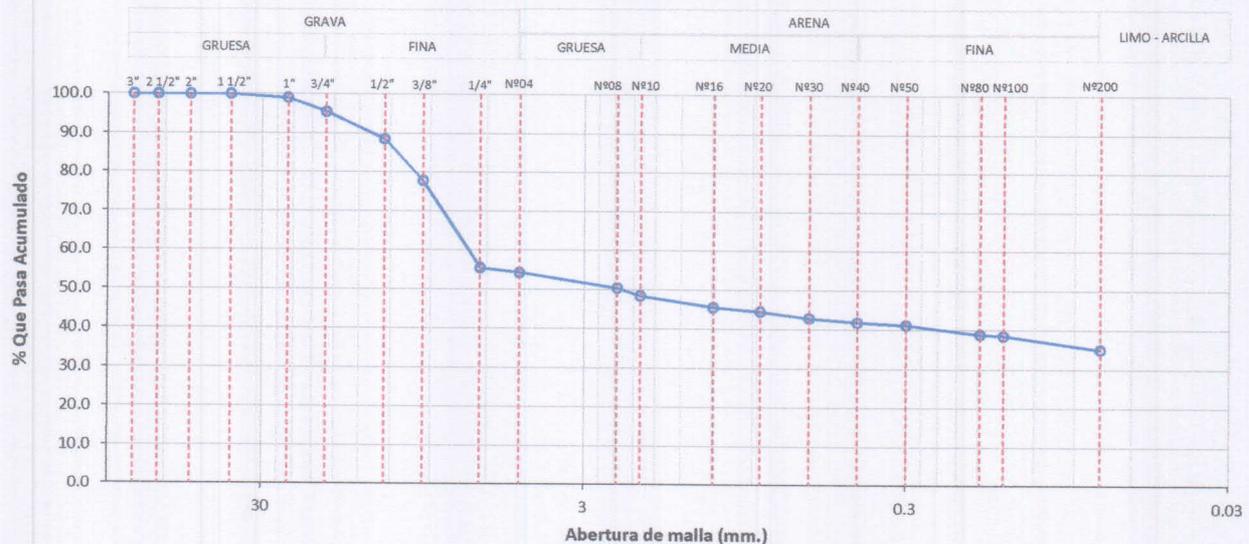
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 14/08/2013

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO		
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 14311.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 9300.5 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 878.2 g.
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.000	135.0	0.9	0.9	99.1	PESO DE FRACCION HUMEDA : 15708.0 g.
3/4"	19.000	510.0	3.6	4.5	95.5	PESO DE FRACCION SECA : 14311.0 g.
1/2"	12.500	1000.0	7.0	11.5	88.5	PORCENT. HUMEDAD : 9.8 %
3/8"	9.500	1530.0	10.7	22.2	77.8	
1/4"	6.300	3205.0	22.4	44.6	55.4	PESO GRAVA: 6545.0 gr 45.7 %
Nº04	4.750	165.0	1.2	45.7	54.3	PESO ARENA: 7766.0 gr 54.3 %
Nº08	2.360	63.3	3.9	49.6	50.4	
Nº10	2.000	32.0	2.0	51.6	48.4	
Nº16	1.190	45.5	2.8	54.4	45.6	
Nº20	0.850	16.6	1.0	55.5	44.5	
Nº30	0.600	27.6	1.7	57.2	42.8	
Nº40	0.425	15.2	0.9	58.1	41.9	
Nº50	0.300	11.4	0.7	58.8	41.2	
Nº80	0.177	37.7	2.3	61.1	38.9	
Nº100	0.150	5.2	0.3	61.5	38.5	
Nº200	0.075	57.1	3.5	65.0	35.0	
< Nº200	FONDO	566.6	35.0	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUÍA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD				GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

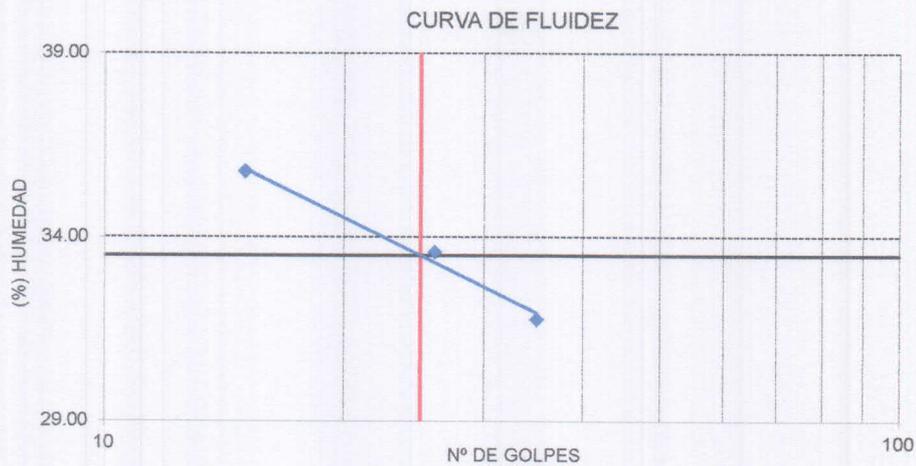
LUGAR DE: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 15/08/2013

MUESTREO

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	8	3	11	7	6
N° de golpes	15	26	35	---	---
Tarro + suelo húmedo	43.29	43.43	44.96	18.12	17.52
Tarro + suelo seco	38.76	39.32	41.08	16.46	16.09
Agua	4.53	4.11	3.88	1.66	1.43
Peso del tarro	26.11	27.09	28.87	9.81	10.23
Peso del suelo seco	12.65	12.23	12.21	6.65	5.86
Porcentaje de humedad	35.81	33.61	31.78	24.96	24.40

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.51 %
Límite Plástico	24.68 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	8.83 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha:

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO

FECHA: 14/08/2013

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3615			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1385			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		27.7			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento


Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad



Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE: KM 51+400, LADO IZQUIERDO
MUESTREO: CEMENTO 50 kg/m3

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 28/08/2013

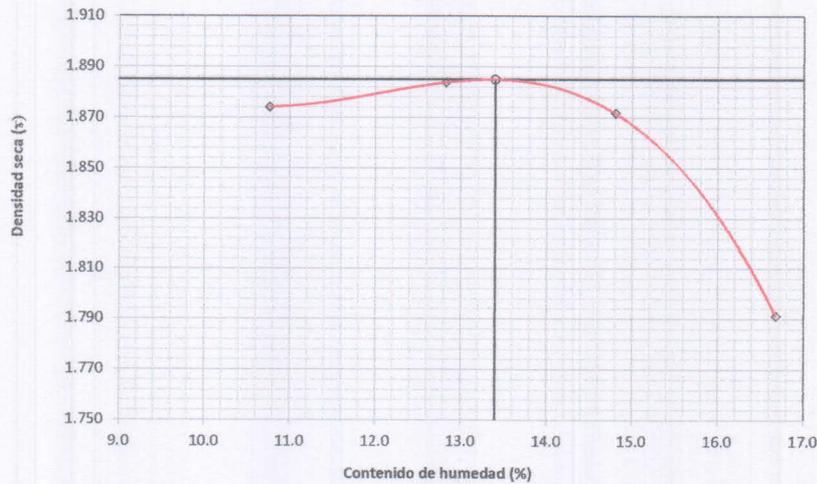
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10670	10775	10825	10700
Peso del molde	g.	6265	6265	6265	6265
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4405	4510	4560	4435
Volumen del molde	cm3	2122	2122	2122	2122
Peso del volumen húmedo	g/cm3	2.076	2.125	2.149	2.090

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	482.9	540.1	572.3	570.8
Peso del suelo seco + tara	g.	436.0	478.7	498.5	489.2
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	46.9	61.4	73.8	81.6
Peso de suelo seco	g.	436	478.7	498.5	489.2
contenido de agua	%	10.8	12.8	14.8	16.7
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.874	1.884	1.872	1.791

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.885	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.4	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO
CEMENTO 50 kg/m³, PROES 0.30 l/m³
07 DÍAS DE DURADO

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

FECHA: 09/09/2013

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	15		14		13	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12405	12446	12200	12284	12120	12226
Peso de molde (g)	7869	7869	7778	7778	7825	7825
Peso del suelo húmedo (g)	4536	4577	4422	4506	4295	4401
Volumen del molde (cc)	2114	2114	2095	2095	2130	2130
Densidad húmeda (g/cc)	2.145	2.165	2.111	2.151	2.016	2.066
% de humedad	13.6	14.6	13.5	15.4	13.5	16.3
Densidad seca (g/cc)	1.888	1.889	1.861	1.863	1.776	1.777

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	543.4	543.4	703.9	703.9	628.3	628.3	710.0	710.0	535.9	535.9	649.0	649.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	478.2	478.2	614.3	614.3	553.8	553.8	615.0	615.0	472.0	472.0	558.2	558.2
Peso del Agua (gr.)	65.2	65.2	89.6	89.6	74.5	74.5	95.0	95.0	63.9	63.9	90.8	90.8
Peso del tarro (gr.)												
Peso del suelo seco (gr.)	478	478	614.3	614.3	553.8	553.8	615	615	472	472	558.2	558.2
% de humedad	13.6	13.6	14.6	14.6	13.5	13.5	15.4	15.4	13.5	13.5	16.3	16.3
Promedio de Humedad (%)	13.6		14.6		13.5		15.4		13.5		16.3	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
17/09/2013	9	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0
18/09/2013	9	24	1	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000	0
19/09/2013	9	48	4	0.002	0	0	0.000	0	0	0.000	0
20/09/2013	9	72	5	0.002	8	0.003	5	0.002	7	0.003	0.06
21/09/2013	9	96	8	0.003	10	0.004	7	0.003	4.60	total	0.07
			4.60	total	0.07	4.54	total	0.09	4.63	total	0.06

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND. Lbs/pulg2	MOLDE Nº 15				MOLDE Nº 14				MOLDE Nº 13			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	0			0	0			0	0			
0.640	0.025	0'30"	123	395			170	540			175	555			
1.270	0.050	1'00"	418	1299			405	1259			315	984			
1.910	0.075	1'30"	583	1800			531	1642			405	1259			
2.540	0.100	2'00"	726	2232	2101.6	210.2	625	1927	1893.5	189.3	465	1442	1441.4	144.1	
3.810	0.150	3'00"	861	2639	2950.6	196.7	762	2341	2588.1	172.5	570	1761	2012.7	134.2	
5.080	0.200	4'00"	928	2839			827	2536			634	1955			
6.350	0.250	5'00"	981	2998			836	2564			676	2082			
7.620	0.300	6'00"	1038	3168			855	2621			689	2121			
10.160	0.400	8'00"	1100	3353			863	2645			716	2202			
12.700	0.500	10'00"	1320	4005			891	2729			728	2238			



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 51+400, LADO IZQUIERDO
 CEMENTO 50 kg/m³, PROES 0.30 l/m³

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 09/09/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

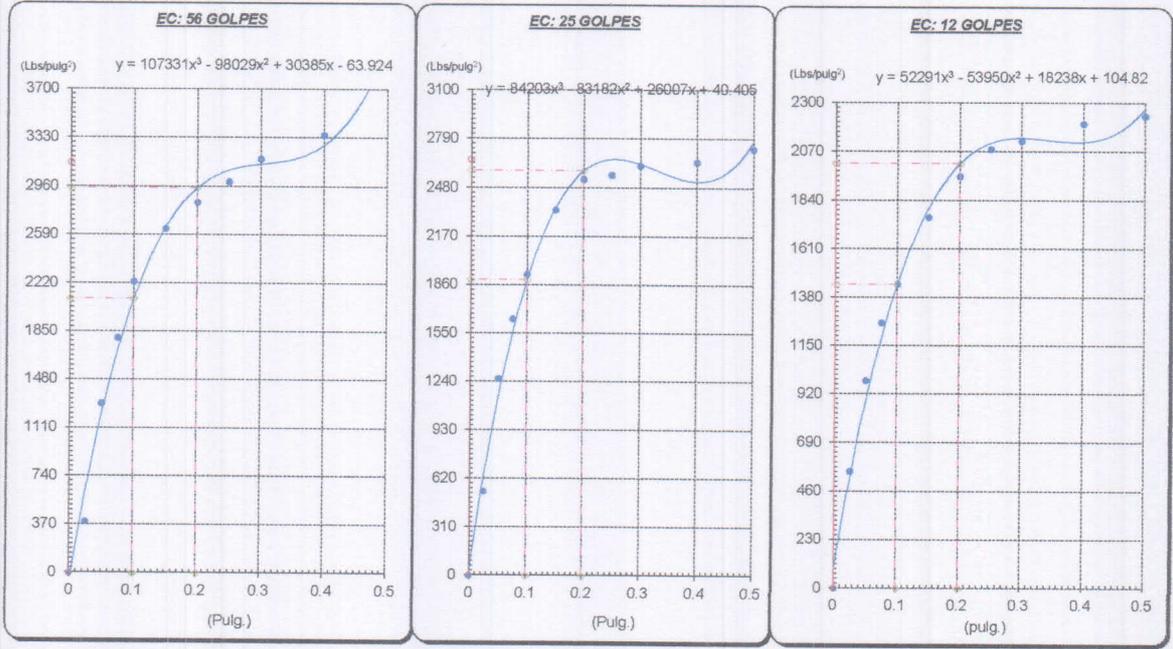


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

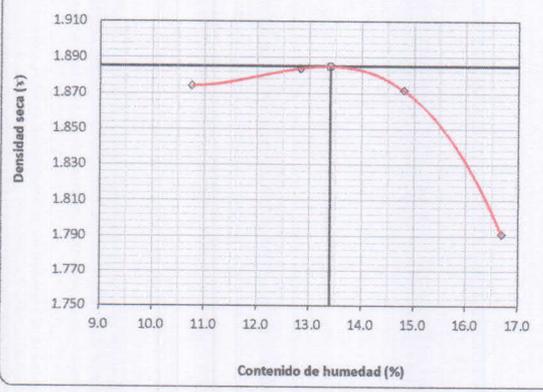
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.885 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.791 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	13.4 %

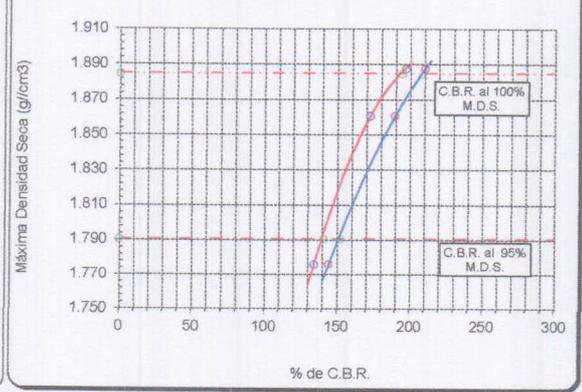
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	208.4 %	194.1 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	152.0 %	140.8 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
 Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
 Personal del Área de Control de Calidad

ANEXO VIII

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

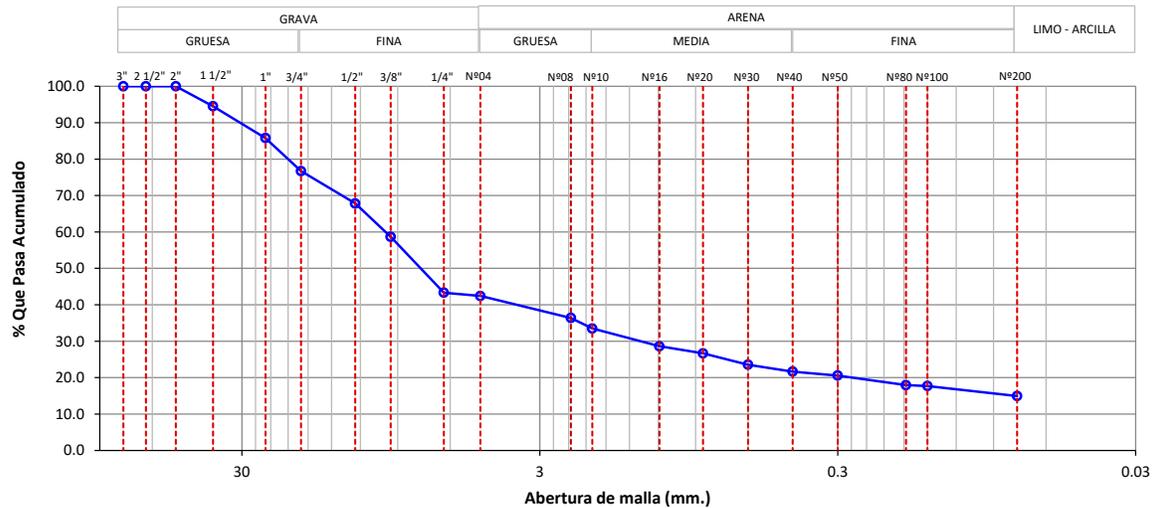
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 52+800, LADO IZQUIERDO

FECHA: 20/06/2013

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0				PESO TOTAL : 16479.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 14015.7 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 762.2 g.
1 1/2"	37.500	905.0	5.5	5.5	94.5	
1"	25.000	1435.0	8.7	14.2	85.8	PESO DE FRACCION HUMEDA : 17004.0 g.
3/4"	19.000	1497.0	9.1	23.3	76.7	PESO DE FRACCION SECA : 16479.0 g.
1/2"	12.500	1464.0	8.9	32.2	67.8	PORCENT. HUMEDAD : 3.2 %
3/8"	9.500	1513.0	9.2	41.3	58.7	
1/4"	6.300	2526.0	15.3	56.7	43.3	PESO GRAVA: 9489.0 gr 57.6 %
Nº04	4.750	149.0	0.9	57.6	42.4	PESO ARENA: 6990.0 gr 42.4 %
Nº08	2.360	108.5	6.0	63.6	36.4	
Nº10	2.000	51.8	2.9	66.5	33.5	
Nº16	1.190	87.5	4.9	71.4	28.6	
Nº20	0.850	35.4	2.0	73.3	26.7	
Nº30	0.600	55.7	3.1	76.4	23.6	
Nº40	0.425	33.9	1.9	78.3	21.7	
Nº50	0.300	19.5	1.1	79.4	20.6	
Nº80	0.177	47.2	2.6	82.0	18.0	
Nº100	0.150	4.6	0.3	82.3	17.7	
Nº200	0.075	49.5	2.8	85.1	14.9	
< Nº200	FONDO	268.6	14.9	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL CANTERA

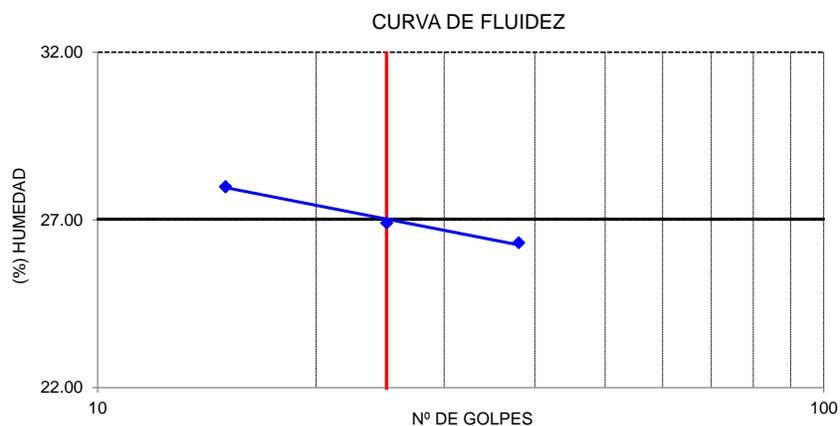
LUGAR DE: KM 52+800, LADO IZQUIERDO

FECHA: 24/06/13

MUESTREO

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	1	2	3	1	12
N° de golpes	15	25	38	---	---
Tarro + suelo húmedo	47.31	46.67	44.95	24.73	22.28
Tarro + suelo seco	41.41	41.08	40.23	22.37	20.28
Agua	5.9	5.59	4.72	2.36	2.00
Peso del tarro	20.33	20.31	22.3	10.38	10.17
Peso del suelo seco	21.08	20.77	17.93	11.99	10.11
Porcentaje de humedad	27.99	26.91	26.32	19.68	19.78

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	27.0 %
Límite Plástico	19.7 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	7 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 52+800, LADO IZQUIERDO

FECHA: 20/06/2013

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3185			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1815			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		36.3			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proeycto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE: KM 52+800, LADO IZQUIERDO

FECHA: 21/06/2013

MUESTREO

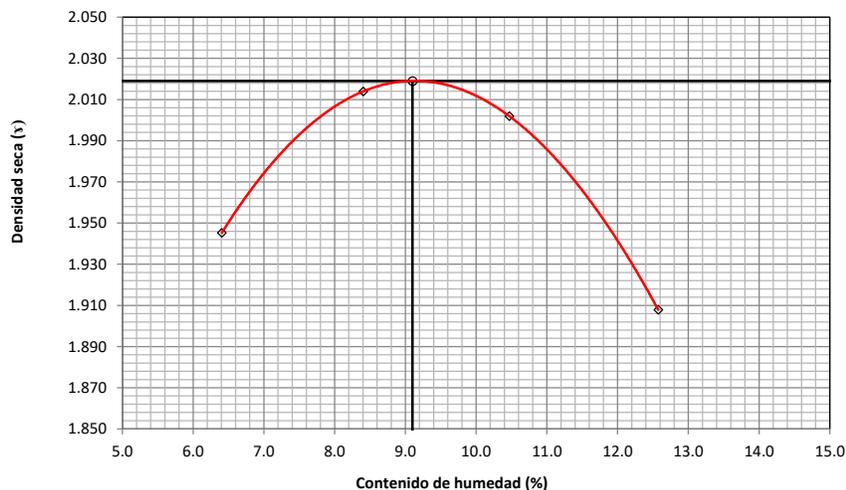
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10665	10905	10965	10830
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4384	4624	4684	4549
Volumen del molde	cm ³	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.070	2.183	2.212	2.148

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	538.2	521.1	532.9	507.6
Peso del suelo seco + tara	g.	505.8	480.7	482.4	450.9
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	32.4	40.4	50.5	56.7
Peso de suelo seco	g.	505.8	480.7	482.4	450.9
contenido de agua	%	6.4	8.4	10.5	12.6
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.945	2.014	2.002	1.908

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.019	g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	9.1	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 52+800, LADO IZQUIERDO

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
FECHA: 24/06/2013

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	6		5		4	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12466	12524	12318	12412	12172	12311
Peso de molde (g)	7790	7790	7730	7730	7730	7730
Peso del suelo húmedo (g)	4676	4734	4588	4682	4442	4581
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (g/cc)	2.211	2.239	2.158	2.202	2.087	2.153
% de humedad	9.3	10.7	9.1	11.4	9.2	12.3
Densidad seca (g/cc)	2.023	2.023	1.978	1.976	1.911	1.917

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	549.5	549.5	483.0	483	534.8	534.8	486.1	486.1	558.5	558.5	455.9	455.9
Tarro + Suelo seco (gr.)	502.8	502.8	436.4	436.4	490.2	490.2	436.3	436.3	511.4	511.4	406.1	406.1
Peso del Agua (gr.)	46.7	46.7	46.6	46.6	44.6	44.6	49.8	49.8	47.1	47.1	49.8	49.8
Peso del tarro (gr.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso del suelo seco (gr.)	503	503	436.4	436.4	490.2	490.2	436.3	436.3	511.4	511.4	406.1	406.1
% de humedad	9.3	9.3	10.7	10.7	9.1	9.1	11.4	11.4	9.2	9.2	12.3	12.3
Promedio de Humedad (%)	9.3		10.7		9.1		11.4		9.2		12.3	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				pulg	%		pulg	%		pulg	%
24/06/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0
25/06/2013	17.3	24	17	0.007		17	0.007		13	0.005	
26/06/2013	17.3	48	24	0.009		26	0.010		20	0.008	
27/06/2013	17.3	72	122	0.048		28	0.011		22	0.009	
28/06/2013	17.3	96	125	0.049		29	0.011		23	0.009	
			4.6	total	1.07	4.6	total	0.25	4.6	total	0.20

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		36	127			40	140			42	146		
1.270	0.050	1'00"		87	285			95	309			85	278		
1.910	0.075	1'30"		149	475			154	491			129	414		
2.540	0.100	2'00"	1000	220	693	687.9	68.8	209	660	643.2	64.3	160	509	505.3	50.5
3.810	0.150	3'00"		345	1076			299	935			215	678		
5.080	0.200	4'00"	1500	450	1396	1379.3	92.0	361	1125	1139.0	75.9	256	804	808.4	53.9
6.350	0.250	5'00"		550	1700			428	1329			288	902		
7.620	0.300	6'00"		649	2000			491	1521			315	984		
10.160	0.400	8'00"		817	2506			589	1818			362	1128		
12.700	0.500	10'00"		960	2935			686	2112			410	1274		

OBSERVACIONES :

- 1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 52+800, LADO IZQUIERDO

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
FECHA: 24/06/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

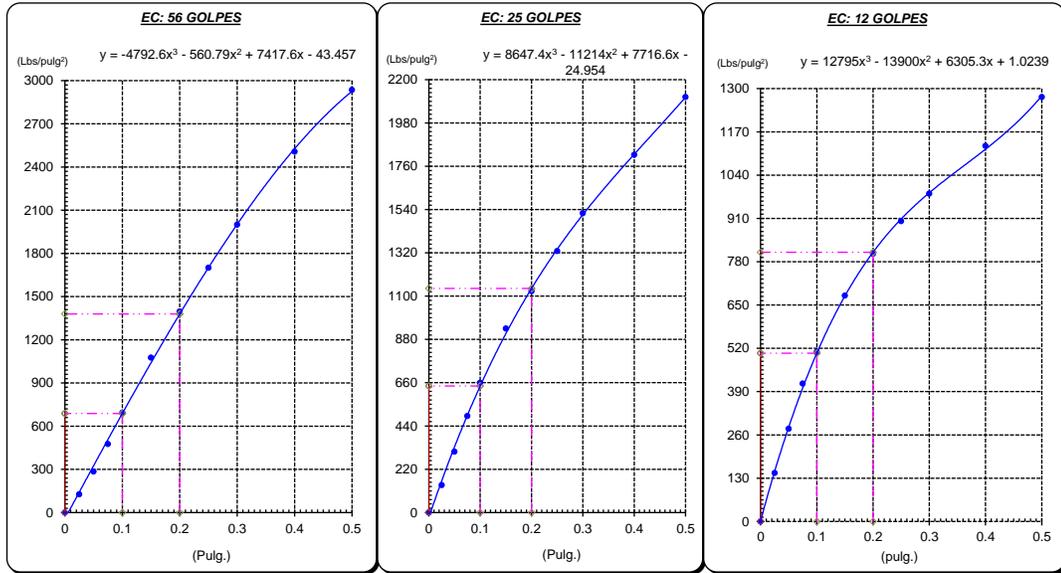


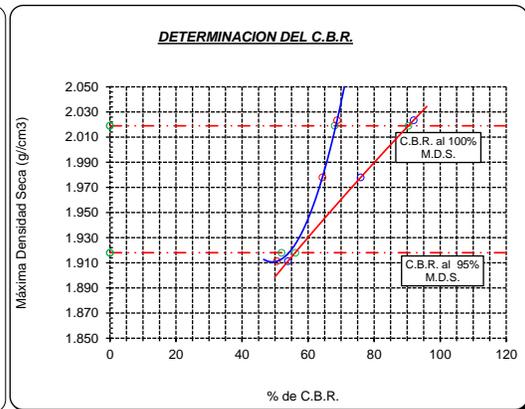
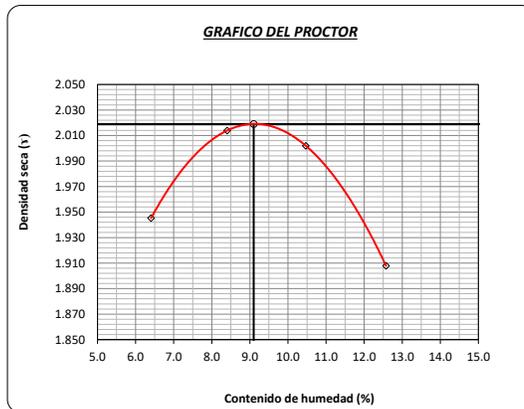
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	2.019 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.918 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	9.1 %

VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	68.1 %	90.4 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	52.0 %	56.2 %



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

ANEXO IX

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)			GO-CC-SyP-FOR-056	
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

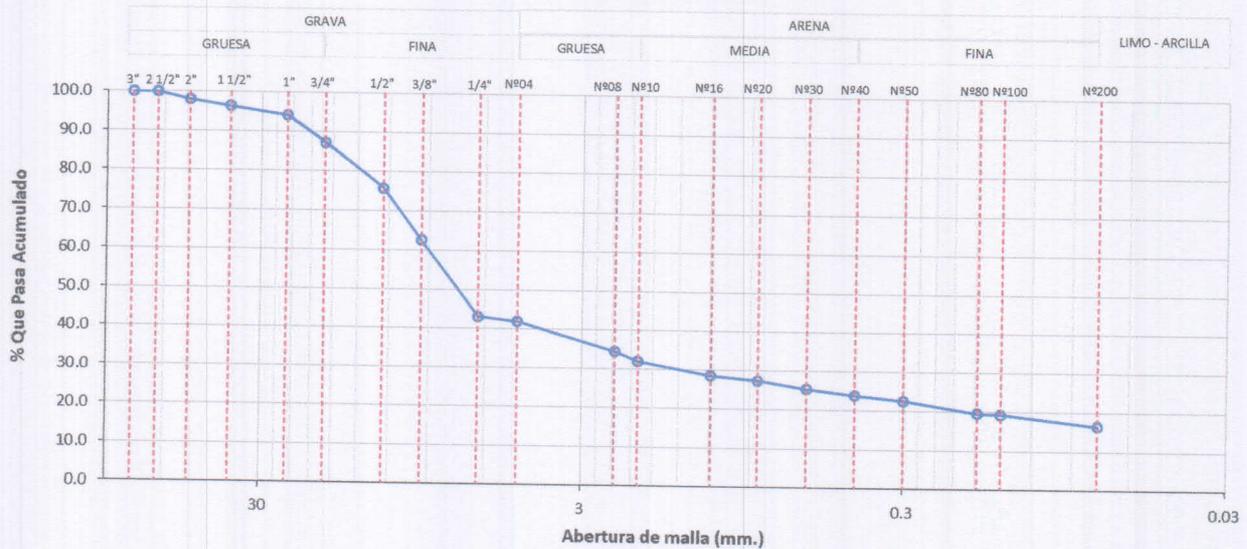
TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

FECHA: 25/05/2013

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 20515.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 17130.0 g.
2"	50.000	400.0	1.9	1.9	98.1	PESO DE FRACCIÓN FINA : 882.6 g.
1 1/2"	37.500	330.0	1.6	3.6	96.4	
1"	25.000	470.0	2.3	5.8	94.2	PESO DE FRACCION HUMEDA : 22250.0 g.
3/4"	19.000	1425.0	6.9	12.8	87.2	PESO DE FRACCION SECA : 20515.0 g.
1/2"	12.500	2365.0	11.5	24.3	75.7	PORCENT. HUMEDAD : 8.5 %
3/8"	9.500	2675.0	13.0	37.4	62.6	
1/4"	6.300	4010.0	19.5	56.9	43.1	PESO GRAVA: 11915.0 gr 58.1 %
Nº04	4.750	240.0	1.2	58.1	41.9	PESO ARENA: 8600.0 gr 41.9 %
Nº08	2.360	156.5	7.4	65.5	34.5	
Nº10	2.000	53.1	2.5	68.0	32.0	
Nº16	1.190	72.7	3.5	71.5	28.5	
Nº20	0.850	24.5	1.2	72.7	27.3	
Nº30	0.600	41.6	2.0	74.6	25.4	
Nº40	0.425	33.2	1.6	76.2	23.8	
Nº50	0.300	25.4	1.2	77.4	22.6	
Nº80	0.177	62.9	3.0	80.4	19.6	
Nº100	0.150	5.4	0.3	80.7	19.3	
Nº200	0.075	59.9	2.8	83.5	16.5	
< Nº200	FONDO	347.4	16.5	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Clara Risco Villa
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL CANTERA

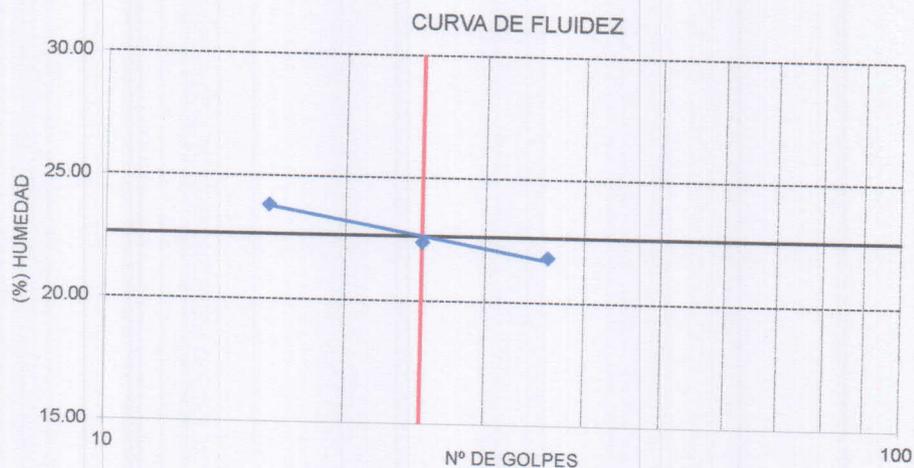
LUGAR DE: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

FECHA: 01/06/13

MUESTREO

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	6	7	8	11	12
N° de tarro					
N° de golpes	16	25	36	---	---
Tarro + suelo húmedo	65.49	65.57	64.82	29.14	23.06
Tarro + suelo seco	61.25	61.54	61.1	27.07	20.97
Agua	4.24	4.03	3.72	2.07	2.09
Peso del tarro	43.47	43.55	44.06	16.39	10.17
Peso del suelo seco	17.78	17.99	17.04	10.68	10.8
Porcentaje de humedad	23.85	22.4	21.83	19.38	19.35

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	22.64 %
Límite Plástico	19.37 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	3.28 %

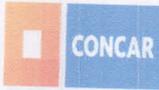


OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Tec. FREDY GUEVARA AGUAYO
Técnico de Suelos y Pavimento

Ing. CLARA RISCO VILLA
Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

GO-CC-SyP-FOR-004

Revisión 02

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha:

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

Página

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

USO: CONTROL DE CANTERA

FECHA: 25/05/2013

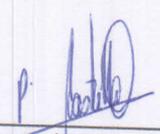
Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3358			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1642			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		32.8			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento


Revisado por: Ing. Clara Risco Villa
Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie ³)				GO-CC-SyP-FOR-009
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 28/05/2013

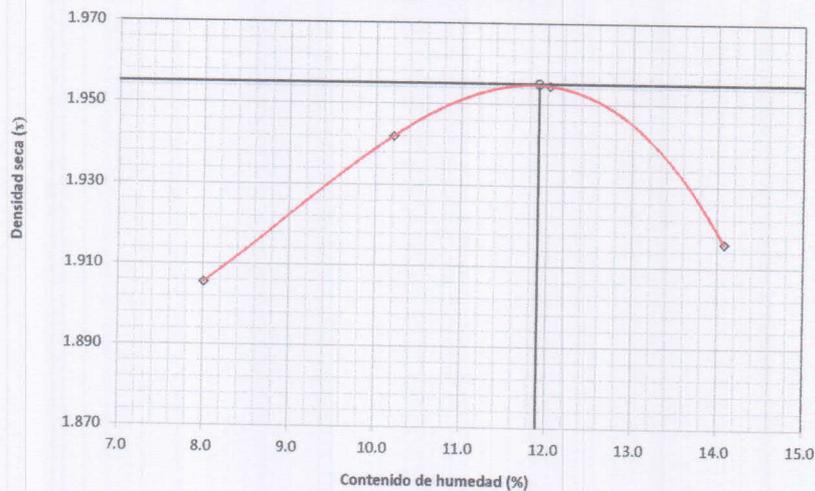
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10667	10841	10946	10938
Peso del molde	g.	6302	6302	6302	6302
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4365	4539	4644	4636
Volumen del molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.058	2.140	2.190	2.186

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	503.4	490.3	505.0	551.7
Peso del suelo seco + tara	g.	466.1	444.9	450.8	483.6
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	37.3	45.4	54.2	68.1
Peso de suelo seco	g.	466.1	444.9	450.8	483.6
contenido de agua	%	8.0	10.2	12.0	14.1
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.906	1.942	1.955	1.916

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.955	g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.9	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento


 Revisado por: Ing. Clara Risco Vill
Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	JCCSP	Revisado por:	GT	Aprobado por:	GO
Fecha:	17/04/2013			Página:	1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
 UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
 LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
 APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
 FECHA: 01/06/2013

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	12		8		7	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12313	12350	12280	12318	12204	12260
Peso de molde (g)	7700	7700	7775	7775	7860	7860
Peso del suelo húmedo (g)	4613	4650	4505	4543	4344	4400
Volumen del molde (cc)	2103	2103	2129	2129	2111	2111
Densidad húmeda (g/cc)	2.193	2.211	2.116	2.134	2.058	2.084
% de humedad	12.0	13.0	11.7	12.7	11.7	13.2
Densidad seca (g/cc)	1.958	1.957	1.895	1.894	1.842	1.841

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	481.6	481.6	546.8	546.8	607.3	607.3	626.7	626.7	512.9	512.9	541.4	541.4
Tarro + Suelo seco (gr.)	430.0	430.0	484.1	484.1	543.8	543.8	556.3	556.3	459.2	459.2	478.3	478.3
Peso del Agua (gr.)	51.6	51.6	62.7	62.7	63.5	63.5	70.4	70.4	53.7	53.7	63.1	63.1
Peso del tarro (gr.)	430	430	484.1	484.1	543.8	543.8	556.3	556.3	459.2	459.2	478.3	478.3
Peso del suelo seco (gr.)	430	430	484.1	484.1	543.8	543.8	556.3	556.3	459.2	459.2	478.3	478.3
% de humedad	12.0	12.0	13.0	13.0	11.7	11.7	12.7	12.7	11.7	11.7	13.2	13.2
Promedio de Humedad (%)	12.0		13.0		11.7		12.7		11.7		13.2	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				pulg	%		pulg	%		pulg	%	
01/06/2013	17.3	0		0.000	0	0	0	0	0	0	0	
02/06/2013	17.3	24	59	0.023		36	0.014		17	0.007		
03/06/2013	17.3	48	65	0.026		42	0.017		22	0.009		
04/06/2013	17.3	72	66	0.026		42	0.017		25	0.010		
05/06/2013	17.3	96	93	0.037		42	0.017		28	0.011		
			4.6	total	0.80	4.6	total	0.36	4.6	total	0.24	

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 7			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		10	47			8	41			16	66		
1.270	0.050	1'00"		50	170			26	96			41	143		
1.910	0.075	1'30"		115	371			60	201			70	232		
2.540	0.100	2'00"	1000	195	617	770.7	77.1	105	340	562.4	56.2	100	325	324.7	32.5
3.810	0.150	3'00"		330	1030			197	623			155	494		
5.080	0.200	4'00"	1500	465	1442	1536.3	102.4	308	963	1152.7	76.8	204	644	649.7	43.3
6.350	0.250	5'00"		578	1785			400	1244			255	801		
7.620	0.300	6'00"		682	2100			491	1521			298	932		
10.160	0.400	8'00"		878	2690			656	2021			380	1183		
12.700	0.500	10'00"		1060	3204			805	2470			432	1341		

[Handwritten signature]



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

GO-CC-SyP-FOR-050

NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000

Revisión 01

Elaborado por:
JCCSP

Revisado por:
GT

Aprobado por:
GO

Fecha
17/04/2013

Página
2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

APLICACIÓN: CONTROL CANTERA

FECHA: 01/06/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

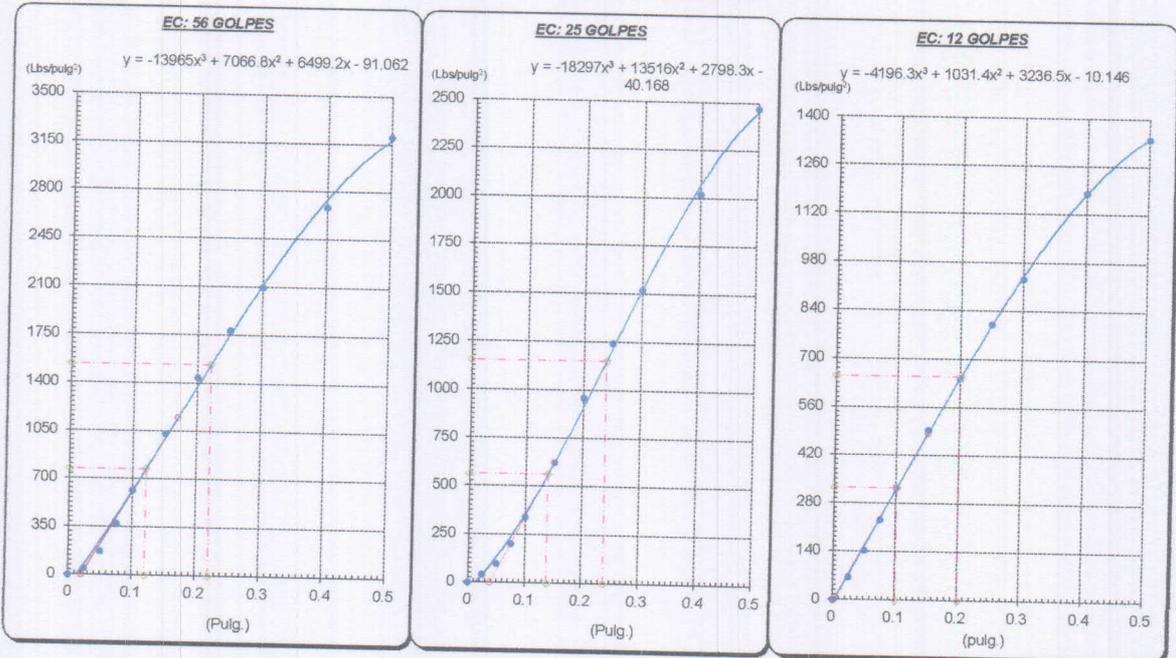


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

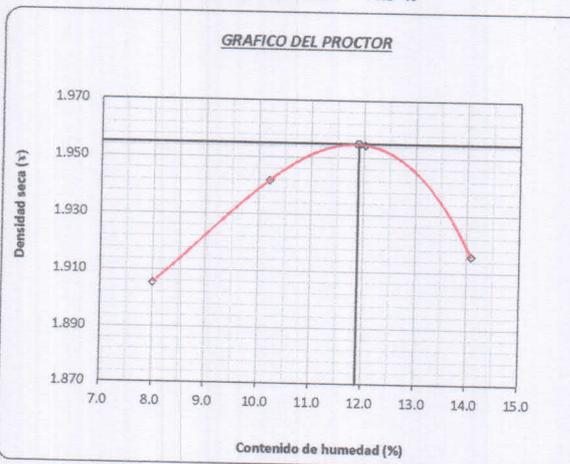
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.955 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.857 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.9 %

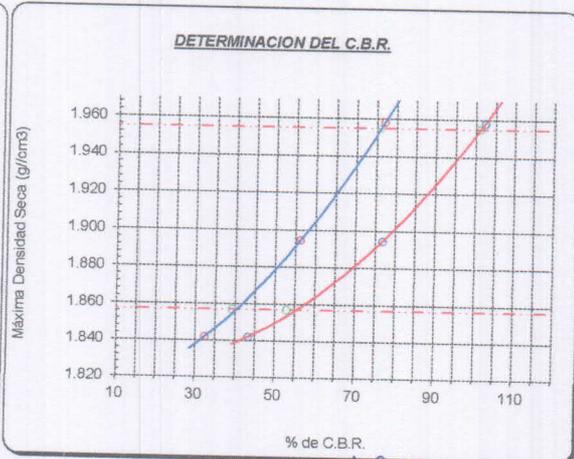
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	75.8 %	101.1 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	39.3 %	53.0 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Clara Risco Villa
Personal del Área de Control de Calidad

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

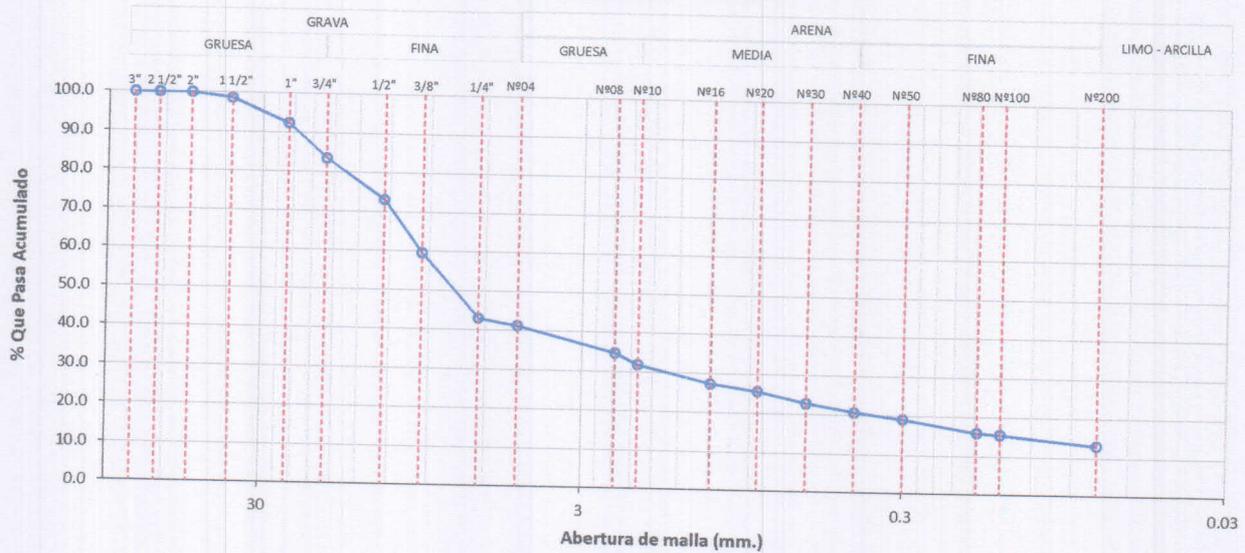
TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

FECHA: 22/09/2013

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 9227.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 8018.8 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 668.8 g.
1 1/2"	37.500	120.0	1.3	1.3	98.7	
1"	25.000	580.0	6.3	7.6	92.4	PESO DE FRACCIÓN HUMEDA : 10685.0 g.
3/4"	19.000	820.0	8.9	16.5	83.5	PESO DE FRACCIÓN SECA : 9227.0 g.
1/2"	12.500	959.0	10.4	26.9	73.1	PORCENT. HUMEDAD : 15.8 %
3/8"	9.500	1245.0	13.5	40.4	59.6	
1/4"	6.300	1530.0	16.6	56.9	43.1	PESO GRAVA: 5419.0 gr 58.7 %
Nº04	4.750	165.0	1.8	58.7	41.3	PESO ARENA: 3808.0 gr 41.3 %
Nº08	2.360	106.4	6.6	65.3	34.7	
Nº10	2.000	46.5	2.9	68.2	31.8	
Nº16	1.190	72.7	4.5	72.7	27.3	
Nº20	0.850	27.4	1.7	74.3	25.7	
Nº30	0.600	46.3	2.9	77.2	22.8	
Nº40	0.425	33.5	2.1	79.3	20.7	
Nº50	0.300	25.3	1.6	80.8	19.2	
Nº80	0.177	51.1	3.2	84.0	16.0	
Nº100	0.150	7.0	0.4	84.4	15.6	
Nº200	0.075	40.4	2.5	86.9	13.1	
< Nº200	FONDO	212.2	13.1	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: 
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000				GO-CC-SyP-FOR-002
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Revisión 02
	JCCSP	GT	GO	17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

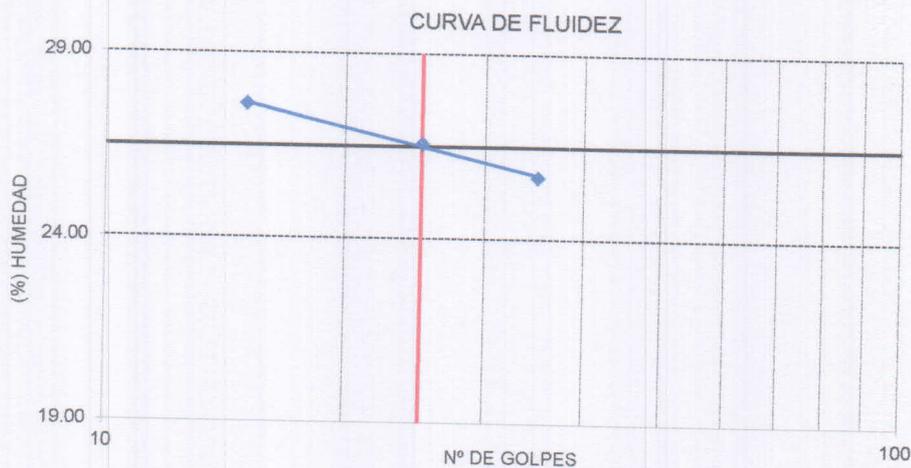
LUGAR DE: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

FECHA: 30/09/2013

MUESTREO

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	1	11	7	4	5
N° de tarro					
N° de golpes	15	25	35	---	---
Tarro + suelo húmedo	48.27	45.49	45.33	22.99	22.08
Tarro + suelo seco	44.05	42.00	42.00	21.46	20.63
Agua	4.22	3.49	3.33	1.53	1.45
Peso del tarro	28.77	28.87	29.04	14.18	13.66
Peso del suelo seco	15.28	13.13	12.96	7.28	6.97
Porcentaje de humedad	27.62	26.58	25.69	21.02	20.80

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	26.49 %
Límite Plástico	20.91 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	5.58 %

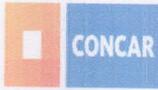


OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: 
Personal del Área de Control de Calidad



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha:

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 29/09/2013

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		2930			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		2070			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		41.4			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)				GO-CC-SyP-FOR-009
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha		Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013		1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m CEMENTO 50 kg/m3

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 07/10/2013

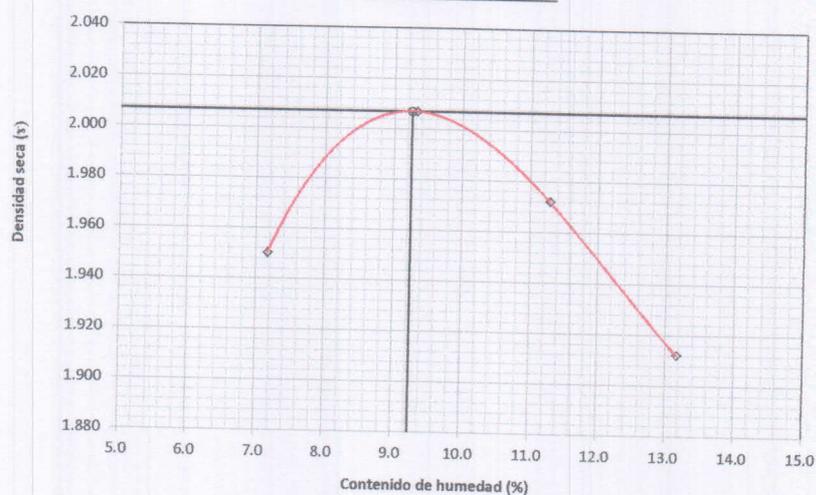
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10756	10977	10978	10913
Peso del molde	g.	6321	6321	6321	6321
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4435	4656	4657	4592
Volumen del molde	cm ³	2122	2122	2122	2122
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	2.090	2.194	2.195	2.164

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	486.1	509.1	547.4	541.5
Peso del suelo seco + tara	g.	453.6	465.7	491.9	478.5
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	32.5	43.4	55.5	63
Peso de suelo seco	g.	453.6	465.7	491.9	478.5
contenido de agua	%	7.2	9.3	11.3	13.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.950	2.007	1.972	1.912

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.007	g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	9.3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por:
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m
CEMENTO 50 kg/m3, PROES 0.30 L/M3
07 DÍAS DE CURADO

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

FECHA: 16/10/2013

COMPACTACIÓN						
Nº Molde	84		83		82	
Nº Capa	5		5		5	
Nº Golpes por capa	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado	Sin Saturado	Saturado
Peso molde + Suelo húmedo	12551	12550	12927	13032	12075	12238
Peso de molde (g)	7885	7885	8389	8389	7681	7681
Peso del suelo húmedo (g)	4666	4665	4538	4643	4394	4557
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2138	2138	2133	2133
Densidad húmeda (g/cc)	2.199	2.198	2.123	2.172	2.060	2.136
% de humedad	9.4	13.0	9.3	12.4	9.8	15.0
Densidad seca (g/cc)	2.010	1.946	1.941	1.933	1.875	1.858

CONTENIDO DE HUMEDAD												
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	409.7	409.7	604.0	604.0	401.6	401.6	637.1	637.1	409.0	409.0	663.6	663.6
Tarro + Suelo seco (gr.)	374.6	374.6	534.7	534.7	367.3	367.3	567.0	567.0	372.4	372.4	568.5	568.5
Peso del Agua (gr.)	35.1	35.1	69.3	69.3	34.3	34.3	70.1	70.1	36.6	36.6	85.1	85.1
Peso del tarro (gr.)												
Peso del suelo seco (gr.)	375	375	534.7	534.7	367.3	367.3	567	567	372.4	372.4	568.5	568.5
% de humedad	9.4	9.4	13.0	13.0	9.3	9.3	12.4	12.4	9.8	9.8	15.0	15.0
Promedio de Humedad (%)	9.4		13.0		9.3		12.4		9.8		15.0	

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL	
					pulg	%			pulg	%		
24/10/2013	10	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0
25/10/2013	10	24	1	0	0.000		2	0.001		2	0.001	
26/10/2013	10	48	5	0	0.002		5	0.002		5	0.002	
27/10/2013	10	72	6	0	0.002		5	0.002		6	0.002	
28/10/2013	10	96	6	0	0.002		5	0.002		8	0.003	
			4.61		total	0.05	4.65		total	0.04	4.61	
											total 0.07	

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND. Lbs/pulg2	MOLDE Nº 84				MOLDE Nº 83				MOLDE Nº 82			
mm.	pulg.			CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN	
			Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	0			0	0			0	0			
0.640	0.025	0'30"	250	785			135	432			92	269			
1.270	0.050	1'00"	820	2515			390	1213			383	1192			
1.910	0.075	1'30"	1250	3798			620	1912			613	1891			
2.540	0.100	2'00"	1000	1450	4389	4232.8	423.3	950	2905	2747.7	274.8	784	2407	2246.1	
3.810	0.150	3'00"		1925	5484			1275	3872			992	3031		
5.080	0.200	4'00"	1500	2100	6278	6458.2	430.5	1650	4975	4773.3	318.2	1200	3650	3723.2	
6.350	0.250	5'00"		2300	6851			1825	5484			1344	4076		
7.620	0.300	6'00"		2500	7420			2000	5991			1552	4688		
10.160	0.400	8'00"		2800	8265			2250	6708			1696	5109		
12.700	0.500	10'00"		3000	8823			2450	7278			1824	5481		

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

GO-CC-SyP-FOR-050

NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000

Revisión 01

Elaborado por:
JCCSP

Revisado por:
GT

Aprobado por:
GO

Fecha
17/04/2013

Página
2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

LUGAR DE MUESTREO: KM 85+950, LADO IZQUIERDO, ACCESO 12000 m
CEMENTO 50 kg/m³, PROES 0.30 L/M³
07 DÍAS DE CURADO

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

FECHA: 16/10/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

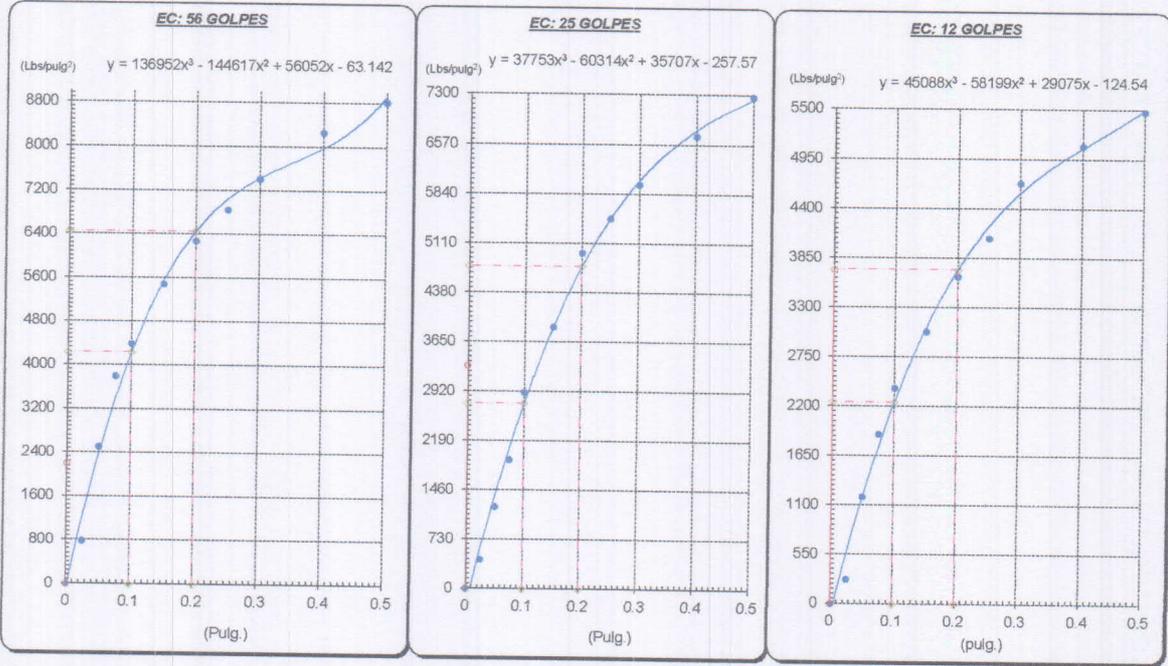


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

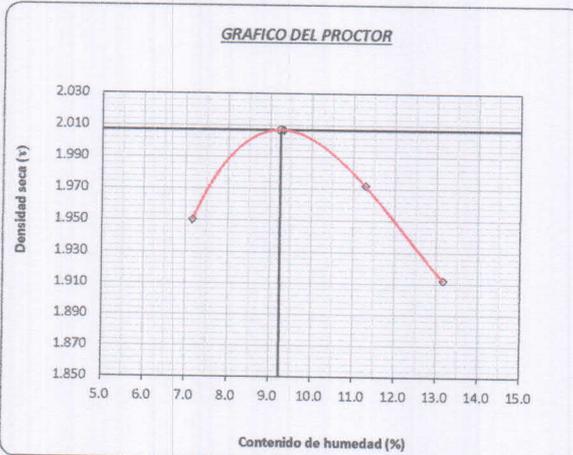
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	2.007 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.907 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	9.3 %

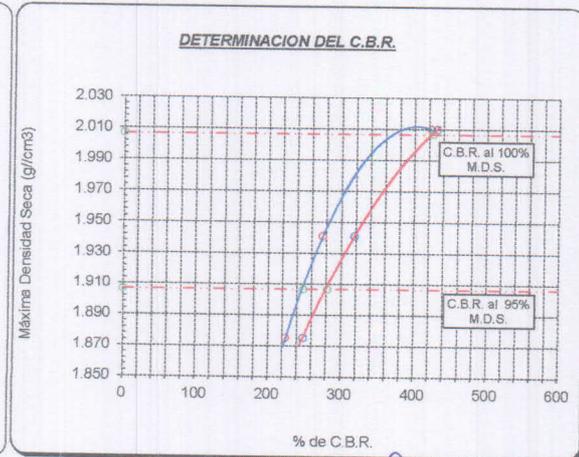
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	418.5 %	425.2 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	248.5 %	281.5 %

GRAFICO DEL PROCTOR



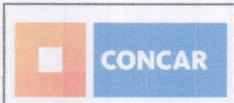
DETERMINACION DEL C.B.R.



Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

ANEXO X



ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)

GO-CC-SyP-FOR-056

NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204

Revisión 00

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

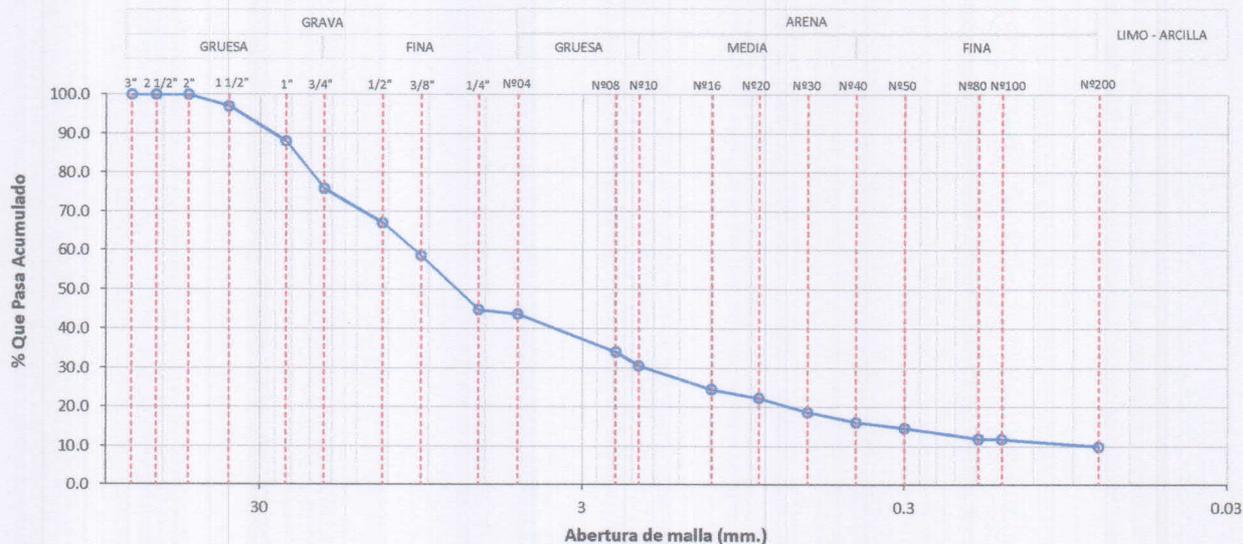
LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, ACCESO 4000 m

FECHA: 27/06/2013

CANTERA INCAWASI

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO		% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO		
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 12830.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 11545.4 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 735.4 g.
1 1/2"	37.500	375.0	2.9	2.9	97.1	
1"	25.000	1150.0	9.0	11.9	88.1	PESO DE FRACCION HUMEDA : 13756.0 g.
3/4"	19.000	1570.0	12.2	24.1	75.9	PESO DE FRACCION SECA : 12830.0 g.
1/2"	12.500	1145.0	8.9	33.0	67.0	PORCENT. HUMEDAD : 7.2 %
3/8"	9.500	1070.0	8.3	41.4	58.6	
1/4"	6.300	1765.0	13.8	55.1	44.9	PESO GRAVA: 7220.0 gr 56.3 %
Nº04	4.750	145.0	1.1	56.3	43.7	PESO ARENA: 5610.0 gr 43.7 %
Nº08	2.360	162.0	9.6	65.9	34.1	
Nº10	2.000	59.7	3.5	69.5	30.5	
Nº16	1.190	100.9	6.0	75.5	24.5	
Nº20	0.850	36.7	2.2	77.6	22.4	
Nº30	0.600	62.2	3.7	81.3	18.7	
Nº40	0.425	43.5	2.6	83.9	16.1	
Nº50	0.300	24.2	1.4	85.4	14.6	
Nº80	0.177	45.6	2.7	88.1	11.9	
Nº100	0.150	1.8	0.1	88.2	11.8	
Nº200	0.075	30.4	1.8	90.0	10.0	
< Nº200	FONDO	168.4	10.0	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD				GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA

USO: CONTROL CANTERA

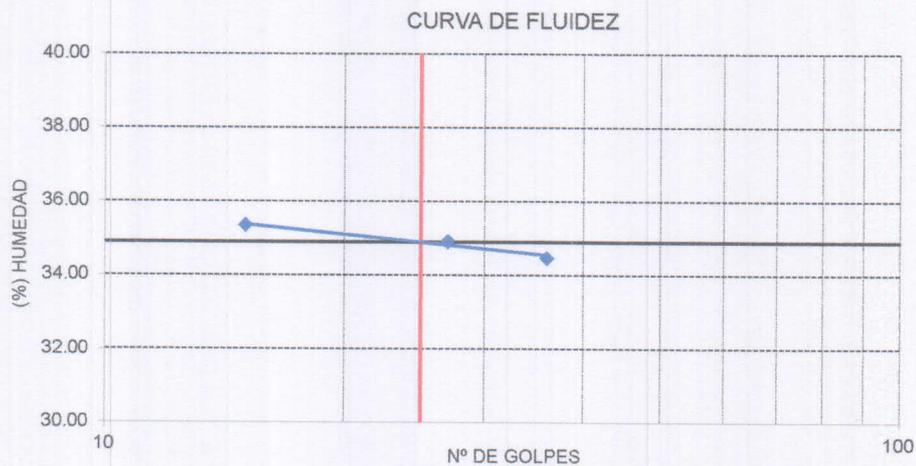
LUGAR DE: KM 138+000, ACCESO 4000 m

FECHA: 28/06/13

MUESTREO: CANTERA INCAWASI

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	1	2	3	1	2
N° de tarro					
N° de golpes	15	27	36	---	---
Tarro + suelo húmedo	68.44	67.61	65.4	20.94	20.56
Tarro + suelo seco	61.92	61.35	59.47	18.84	18.45
Agua	6.52	6.26	5.93	2.10	2.11
Peso del tarro	43.48	43.43	42.27	10.38	9.95
Peso del suelo seco	18.44	17.92	17.2	8.46	8.5
Porcentaje de humedad	35.36	34.93	34.48	24.82	24.82

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	34.90 %
Límite Plástico	24.82 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	10.08 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: 
Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha:

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, ACCESO 4000 m
CANTERA INCAWASI

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 27/06/2013

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3146			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1854			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		37.1			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: 
Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)				GO-CC-SyP-FOR-009
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE: KM 138+000, ACCESO 4000 m
MUESTREO: CANTERA INCAWASI

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 28/06/2013

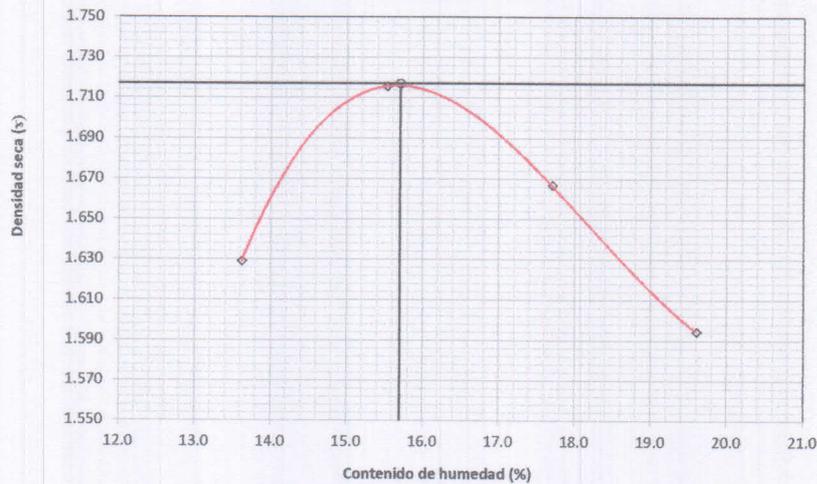
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10201	10479	10436	10320
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	3920	4198	4155	4039
Volumen del molde	cm3	2118	2118	2118	2118
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.851	1.982	1.962	1.907

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	464.7	440.5	517.4	471.0
Peso del suelo seco + tara	g.	409.0	381.3	439.6	393.8
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	55.7	59.2	77.8	77.2
Peso de suelo seco	g.	409	381.3	439.6	393.8
contenido de agua	%	13.6	15.5	17.7	19.6
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.629	1.716	1.667	1.594

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.717	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- 1.- Método de Aplicación: C
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
Técnico de Suelos y Pavimento


 Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Ing. Especialista de Suelos y Pavimentos

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA

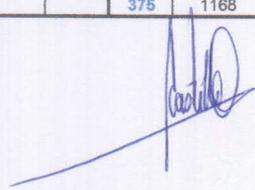
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, ACCESO 4000 m

FECHA: 01/07/2013

CANTERA INCAWASI

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	6				5				4						
Nº Capa	5				5				5						
Nº Golpes por capa	56				25				12						
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12005	12050	11905	11977	11725	11803									
Peso de molde (g)	7790	7790	7730	7730	7730	7730									
Peso del suelo húmedo (g)	4215	4260	4175	4247	3995	4073									
Volumen del molde (cc)	2115	2115	2126	2126	2128	2128									
Densidad húmeda (g/cc)	1.993	2.015	1.964	1.997	1.877	1.914									
% de humedad	15.9	17.1	15.8	17.8	15.9	18.2									
Densidad seca (g/cc)	1.720	1.720	1.696	1.695	1.619	1.619									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	535.2	535.2	528.8	528.8	539.5	539.5	528.1	528.1	552.7	552.7	486.9	486.9			
Tarro + Suelo seco (gr.)	461.9	461.9	451.4	451.4	466.0	466.0	448.2	448.2	476.8	476.8	412.0	412.0			
Peso del Agua (gr.)	73.3	73.3	77.4	77.4	73.5	73.5	79.9	79.9	75.9	75.9	74.9	74.9			
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	462	462	451.4	451.4	466	466	448.2	448.2	476.8	476.8	412	412			
% de humedad	15.9	15.9	17.1	17.1	15.8	15.8	17.8	17.8	15.9	15.9	18.2	18.2			
Promedio de Humedad (%)	15.9		17.1		15.8		17.8		15.9		18.2				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
01/07/2013	17.3	0	16	0.000	0	16	0	0	11	0	0				
02/07/2013	17.3	24	25	0.010		22	0.009		15	0.006					
03/07/2013	17.3	48	29	0.011		27	0.011		20	0.008					
04/07/2013	17.3	72	35	0.014		32	0.013		28	0.011					
05/07/2013	17.3	96	39	0.015		38	0.015		37	0.015					
			4.6	total	0.33	4.6	total	0.32	4.6	total	0.31				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"		30	109			9	44			8	41		
1.270	0.050	1'00"		65	217			21	81			13	56		
1.910	0.075	1'30"		95	309			34	121			22	84		
2.540	0.100	2'00"	1000	143	457	532.2	53.2	54	183	483.8	48.4	30	109	344.2	34.4
3.810	0.150	3'00"		240	755			104	337			53	180		
5.080	0.200	4'00"	1500	333	1039	1060.0	70.7	162	515	897.0	59.8	85	278	621.6	41.4
6.350	0.250	5'00"		400	1244			230	724			128	411		
7.620	0.300	6'00"		490	1518			302	945			185	586		
10.160	0.400	8'00"		627	1933			443	1375			278	871		
12.700	0.500	10'00"		740	2275			581	1794			375	1168		



	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, ACCESO 4000 m

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
FECHA: 01/07/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

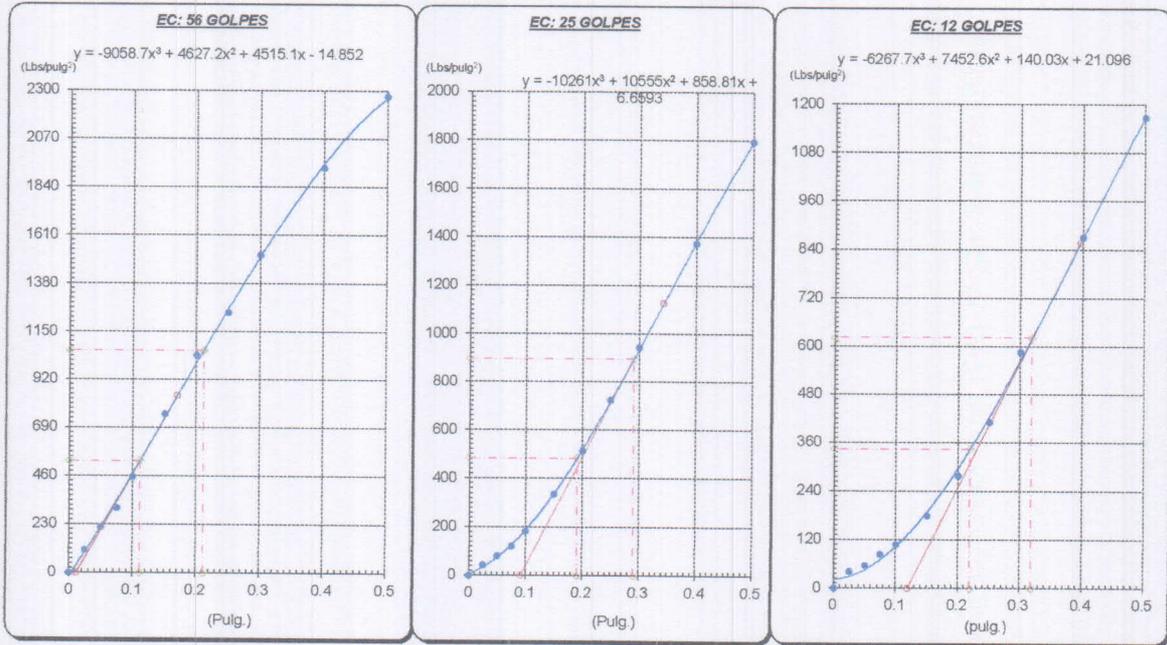


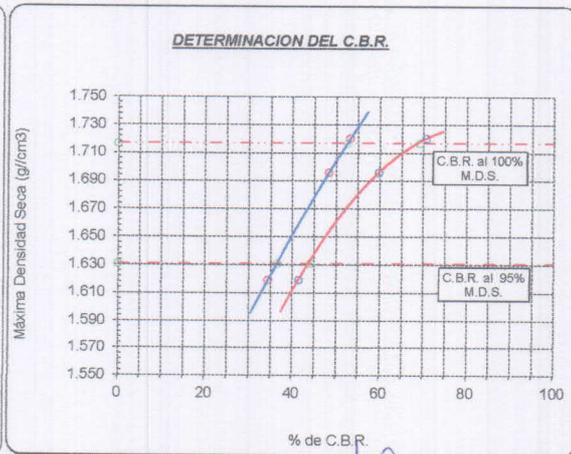
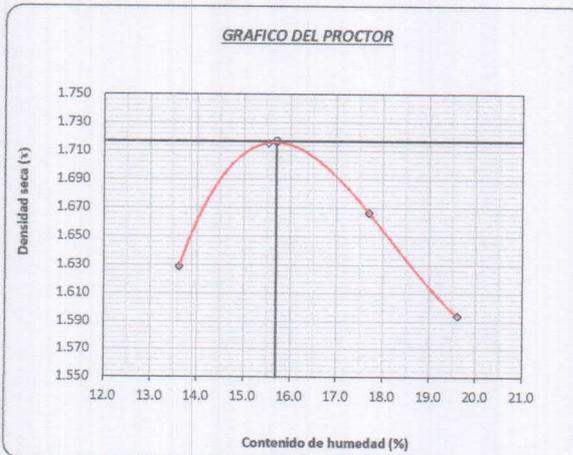
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.717 g/cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.631 g/cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	15.7 %

VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	52.6 %	69.2 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	36.6 %	44.3 %



Realizado por: Tec. Fredy Guevara Aguayo
 Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
 Personal del Área de Control de Calidad



PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA

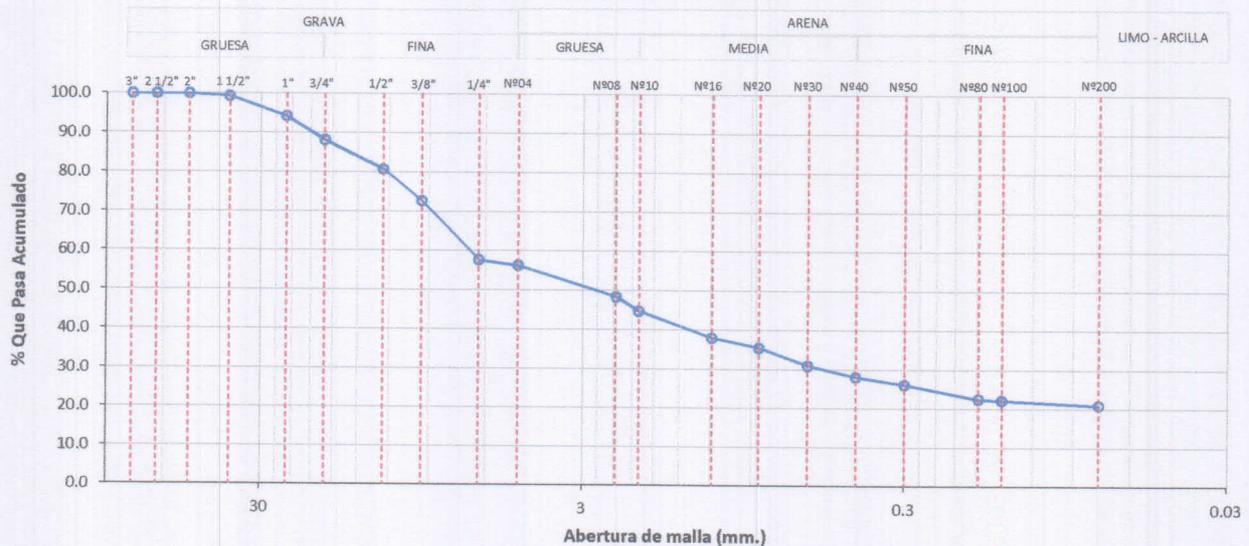
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, LADO DERECHO

FECHA: 03/11/2013

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 10730.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 8480.0 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 600 g.
1 1/2"	37.500	70.0	0.7	0.7	99.3	
1"	25.000	550.0	5.1	5.8	94.2	PESO DE FRACCION HUMEDA : 11500.0 g.
3/4"	19.000	655.0	6.1	11.9	88.1	PESO DE FRACCION SECA : 10730.0 g.
1/2"	12.500	785.0	7.3	19.2	80.8	PORCENT. HUMEDAD : 7.2 %
3/8"	9.500	865.0	8.1	27.3	72.7	
1/4"	6.300	1620.0	15.1	42.4	57.6	PESO GRAVA: 4695.0 gr 43.8 %
Nº04	4.750	150.0	1.4	43.8	56.2	PESO ARENA: 6035.0 gr 56.2 %
Nº08	2.360	84.5	7.9	51.7	48.3	
Nº10	2.000	38.1	3.6	55.2	44.8	
Nº16	1.190	72.1	6.8	62.0	38.0	
Nº20	0.850	26.4	2.5	64.5	35.5	
Nº30	0.600	48.2	4.5	69.0	31.0	
Nº40	0.425	31.5	3.0	72.0	28.0	
Nº50	0.300	19.9	1.9	73.8	26.2	
Nº80	0.177	39.3	3.7	77.5	22.5	
Nº100	0.150	3.9	0.4	77.9	22.1	
Nº200	0.075	12.4	1.2	79.0	21.0	
< Nº200	FONDO	223.7	21.0	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Area de Control de Calidad

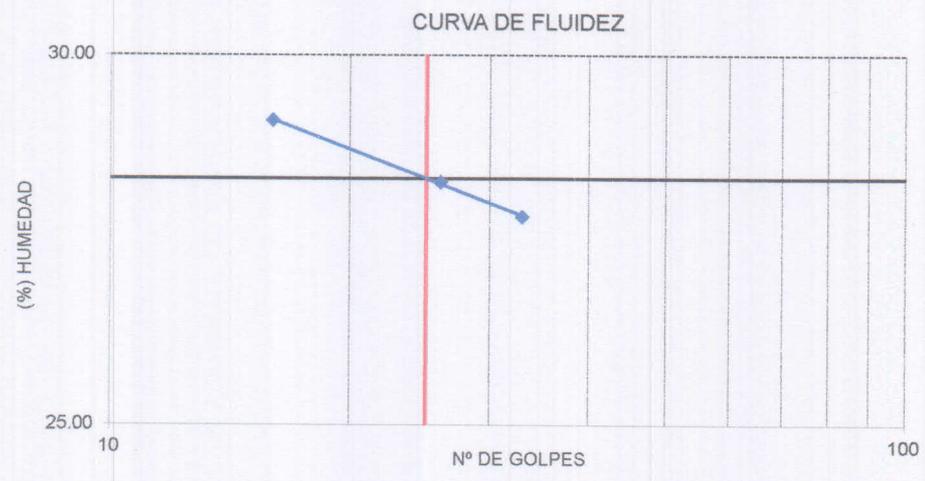
	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD				GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE: KM 138+000, LADO DERECHO
MUESTREO

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 06/11/2013

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	7	8	9	8	9
N° de tarro					
N° de golpes	16	26	33	---	---
Tarro + suelo húmedo	49.52	41.02	46.74	26.89	23.30
Tarro + suelo seco	44.90	37.73	42.77	25.22	21.70
Agua	4.62	3.29	3.97	1.67	1.60
Peso del tarro	29.04	26.10	28.50	17.97	14.67
Peso del suelo seco	15.86	11.63	14.27	7.25	7.03
Porcentaje de humedad	29.13	28.29	27.82	23.03	22.76

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	28.33 %
Límite Plástico	22.90 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	5.44 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento


 Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
 Personal del Área de Control de Calidad



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:

Revisado por:

Aprobado por:

Fecha:

Página

JCCSP

GT

GO

17/04/2013

1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, LADO DERECHO

FECHA: 08/11/2013

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3100			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1900			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		38.0			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Calicata realizada a cielo abierto.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-SYP-FOR-009
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000			
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE: KM 138+000, LADO DERECHO
MUESTREO: CEMENTO 50 kg/m3

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 13/11/2013

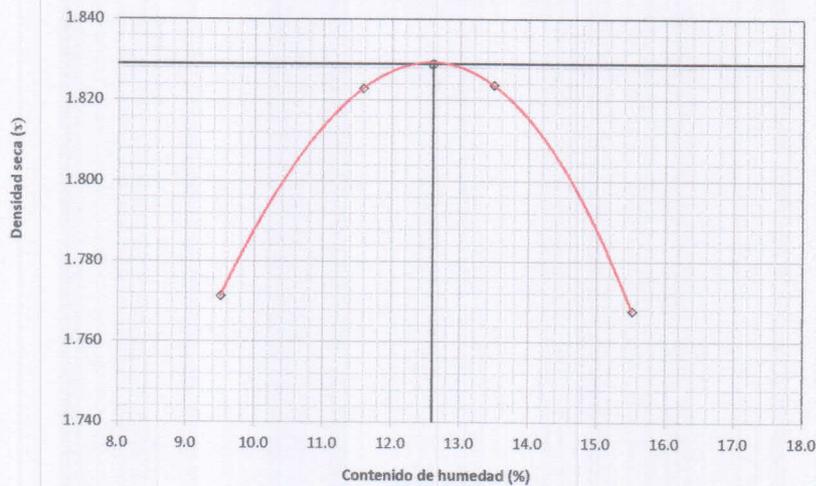
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10377	10577	10653	10594
Peso del molde	g.	6263	6263	6263	6263
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4114	4314	4390	4331
Volumen del molde	cm3	2121	2121	2121	2121
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.940	2.034	2.070	2.042

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	405.6	403.8	404.7	404.2
Peso del suelo seco + tara	g.	370.4	361.9	356.6	349.9
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	35.2	41.9	48.1	54.3
Peso de suelo seco	g.	370.4	361.9	356.6	349.9
contenido de agua	%	9.5	11.6	13.5	15.5
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.771	1.823	1.824	1.768

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.829	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.6	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
 Técnico de Suelos y Pavimento


 Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
 Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SYP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, LADO DERECHO
 CEMENTO 50 kg/m³ + PROES 0.30 l/m³
 07 DÍAS DE CURADO

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 21/11/2013

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	54				53				52						
Nº Capa	5				5				5						
Nº Golpes por capa	56				25				12						
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12065	12107	12456	12548	11802	11976									
Peso de molde (g)	7695	7695	8285	8285	7770	7770									
Peso del suelo húmedo (g)	4370	4412	4171	4263	4032	4206									
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2115	2115	2110	2110									
Densidad húmeda (g/cc)	2.062	2.081	1.972	2.016	1.911	1.994									
% de humedad	12.7	13.7	12.8	15.4	12.8	17.5									
Densidad seca (g/cc)	1.829	1.830	1.749	1.747	1.694	1.697									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	423.9	423.9	466.7	466.7	421.4	421.4	438.6	438.6	460.5	460.5	510.5	510.5			
Tarro + Suelo seco (gr.)	376.1	376.1	410.3	410.3	373.7	373.7	380.2	380.2	408.1	408.1	434.6	434.6			
Peso del Agua (gr.)	47.8	47.8	56.4	56.4	47.7	47.7	58.4	58.4	52.4	52.4	75.9	75.9			
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	376	376	410.3	410.3	373.7	373.7	380.2	380.2	408.1	408.1	434.6	434.6			
% de humedad	12.7	12.7	13.7	13.7	12.8	12.8	15.4	15.4	12.8	12.8	17.5	17.5			
Promedio de Humedad (%)	12.7	13.7	12.8	15.4	12.8	17.5									
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
28/11/2013	8	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
29/11/2013	8	24	2	0.001		3	0.001		2	0.001					
30/11/2013	8	48	4	0.002		5	0.002		4	0.002					
01/12/2013	8	72	6	0.002		5	0.002		7	0.003					
02/12/2013	8	96	7	0.003		7	0.003		7	0.003					
			4.57	total	0.06	4.58	total	0.06	4.58	total	0.06				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 54				MOLDE Nº 53				MOLDE Nº 52			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	0			0	0	0		0	0		
0.640	0.025	0'30"	250	862				264	907			260	894		
1.270	0.050	1'00"	570	1884				584	1929			590	1948		
1.910	0.075	1'30"	1080	3513				808	2644			720	2363		
2.540	0.100	2'00"	1000	1250	4056	3779.9	378.0	960	3130	2980.2	298.0	800	2619	2577.6	257.8
3.810	0.150	3'00"		1475	4775			1140	3705			910	2970		
5.080	0.200	4'00"	1500	1725	5574	5709.3	380.6	1320	4280	4457.2	297.1	1110	3609	3701.0	246.7
6.350	0.250	5'00"		1850	5973			1460	4727			1200	3897		
7.620	0.300	6'00"		2050	6612			1600	5174			1275	4136		
10.160	0.400	8'00"		2200	7091			1760	5685			1395	4520		
12.700	0.500	10'00"		2400	7730			1880	6069			1475	4775		

Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
Personal del Área de Control de Calidad

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SYP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página	
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: CORA CORA - DV. PAUSA
LUGAR DE MUESTREO: KM 138+000, LADO DERECHO
TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 21/11/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

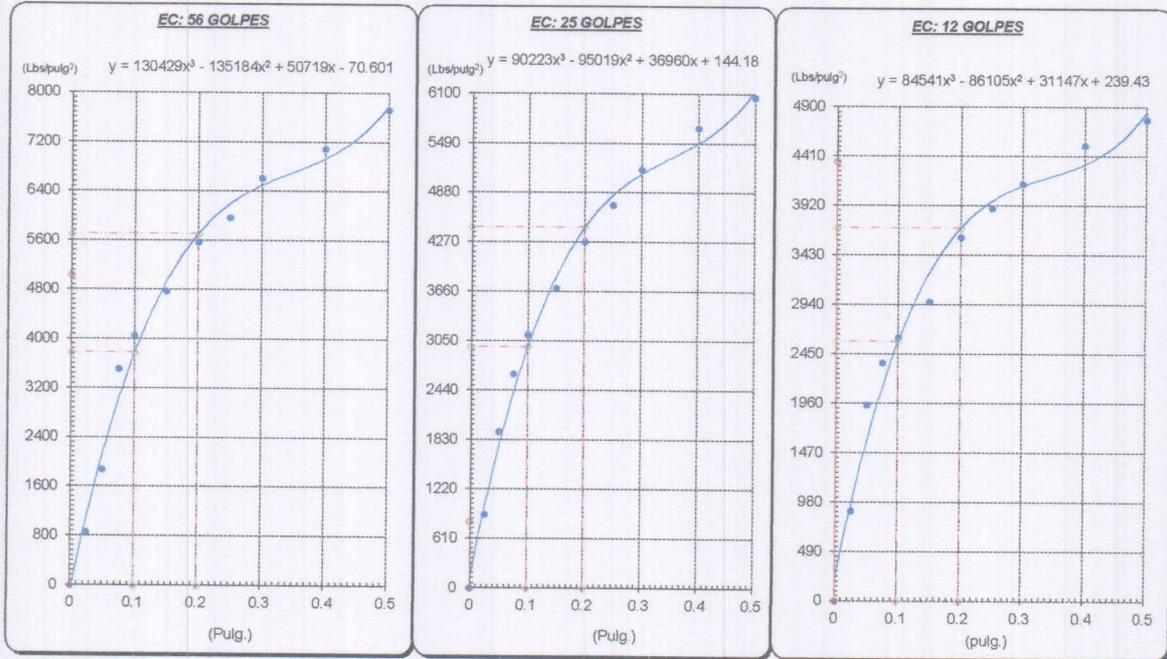


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

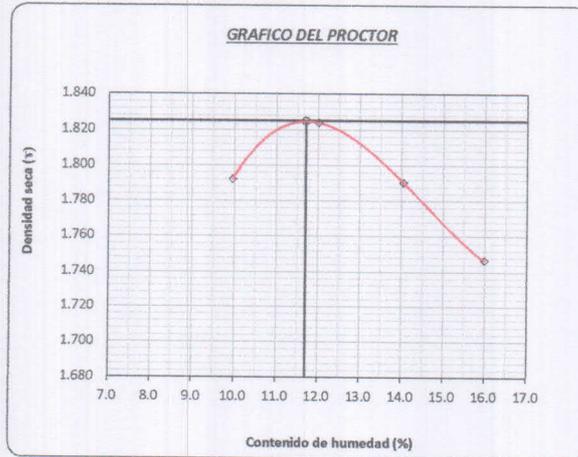
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.825 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.734 g./cm ³
ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	11.7 %

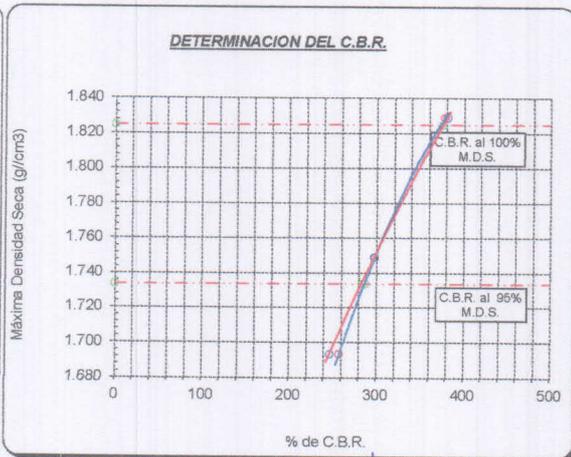
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	374.4 %	376.4 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	286.9 %	283.2 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



Realizado por: Tec. Jorge Castillo Montes
 Técnico de Suelos y Pavimento

Revisado por: Ing. Jorge Castillo Diego
 Personal del Área de Control de Calidad

ANEXO XI

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

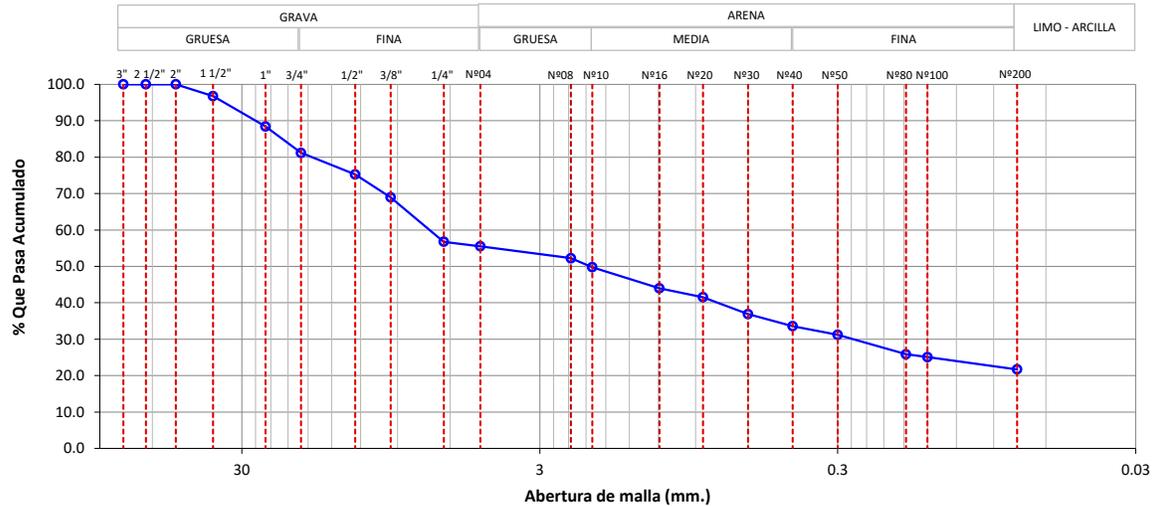
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 +

FECHA: 13/07/2013

MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m³

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 11180.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 8752.7 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 787.6 g.
1 1/2"	37.500	362.0	3.2	3.2	96.8	
1"	25.000	933.0	8.3	11.6	88.4	PESO DE FRACCION HUMEDA : 12024.0 g.
3/4"	19.000	812.0	7.3	18.8	81.2	PESO DE FRACCION SECA : 11180.0 g.
1/2"	12.500	660.0	5.9	24.7	75.3	PORCENT. HUMEDAD : 7.5 %
3/8"	9.500	702.0	6.3	31.0	69.0	
1/4"	6.300	1367.0	12.2	43.3	56.7	PESO GRAVA: 4973.0 gr 44.5 %
Nº04	4.750	137.0	1.2	44.5	55.5	PESO ARENA: 6207.0 gr 55.5 %
Nº08	2.360	46.5	3.3	47.8	52.2	
Nº10	2.000	35.1	2.5	50.2	49.8	
Nº16	1.190	82.2	5.8	56.0	44.0	
Nº20	0.850	34.3	2.4	58.4	41.6	
Nº30	0.600	66.1	4.7	63.1	36.9	
Nº40	0.425	47.2	3.3	66.4	33.6	
Nº50	0.300	33.9	2.4	68.8	31.2	
Nº80	0.177	75.5	5.3	74.1	25.9	
Nº100	0.150	10.9	0.8	74.9	25.1	
Nº200	0.075	47.9	3.4	78.3	21.7	
< Nº200	FONDO	308.0	21.7	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

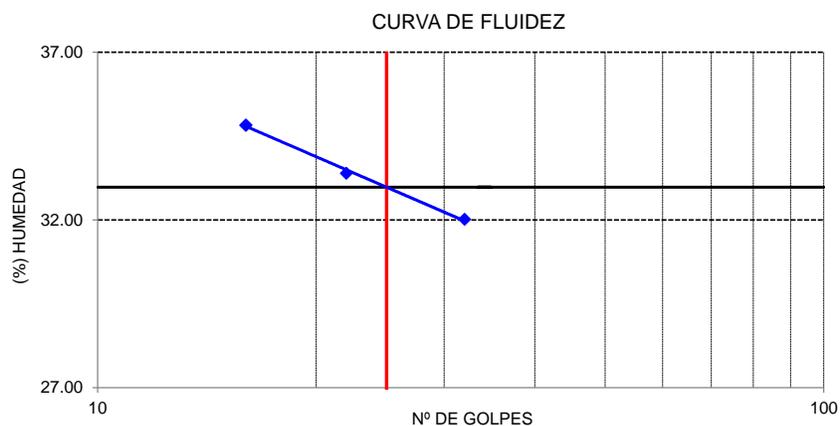
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 13/07/13

MUESTREO MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m³

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de tarro	2	4	6	3	2
N° de golpes	16	22	32	---	---
Tarro + suelo húmedo	36.12	35.2	35.45	15.67	16.20
Tarro + suelo seco	32.22	31.57	31.78	14.52	14.93
Agua	3.90	3.63	3.67	1.15	1.27
Peso del tarro	21.02	20.7	20.32	9.93	9.95
Peso del suelo seco	11.2	10.87	11.46	4.59	4.98
Porcentaje de humedad	34.82	33.39	32.02	25.05	25.50

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.0 %
Límite Plástico	25.3 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	7.7 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Muestreo realizado en tramo identificado.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL DE CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 13/07/2013
MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m3

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3468			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1532			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		30.6			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Muestreo realizado en tramo identificado.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Técnico de Suelos y Pavimento

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m3

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR
USO: CONTROL DE CANTERA
FECHA: 14/07/2013

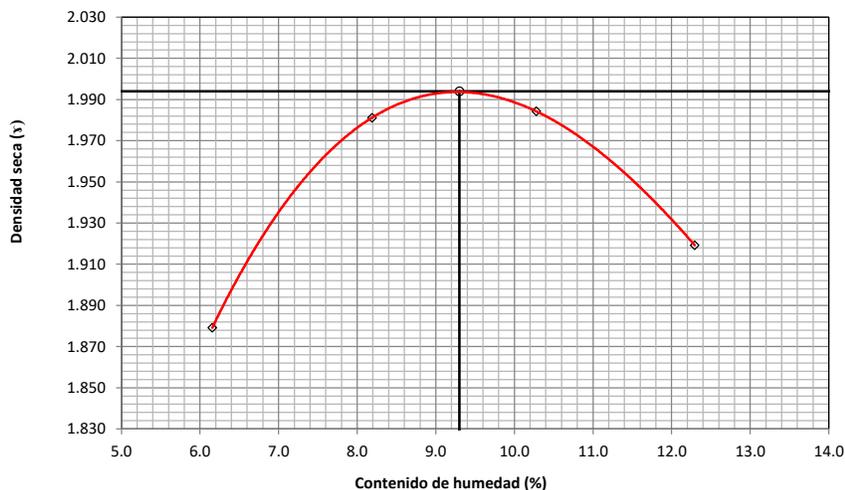
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10510	10825	10920	10850
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4229	4544	4639	4569
Volumen del molde	cm3	2120	2120	2120	2120
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.995	2.143	2.188	2.155

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	605.3	615.7	597.7	597.4
Peso del suelo seco + tara	g.	570.2	569.1	542.0	532.0
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	35.1	46.6	55.7	65.4
Peso de suelo seco	g.	570.2	569.1	542	532
contenido de agua	%	6.2	8.2	10.3	12.3
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.879	1.981	1.984	1.919

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.994	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	9.3	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
	JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 16/07/2013
 MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m3

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	43			41			40								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12296	12380	12124	12263	11884	12036									
Peso de molde (g)	7695	7695	7725	7725	7645	7645									
Peso del suelo húmedo (g)	4601	4685	4399	4538	4239	4391									
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2124	2124	2127	2127									
Densidad húmeda (g/cc)	2.168	2.207	2.071	2.137	1.993	2.064									
% de humedad	9.1	11.1	9.1	12.6	9.4	13.4									
Densidad seca (g/cc)	1.986	1.987	1.899	1.897	1.821	1.821									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	654.7	654.7	577.5	577.5	569.1	569.1	515.7	515.7	658.6	658.6	577.6				
Tarro + Suelo seco (gr.)	599.9	599.9	519.9	519.9	521.7	521.7	457.9	457.9	601.9	601.9	509.5				
Peso del Agua (gr.)	54.8	54.8	57.6	57.6	47.4	47.4	57.8	57.8	56.7	56.7	68.1				
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	600	600	519.9	519.9	521.7	521.7	457.9	457.9	601.9	601.9	509.5				
% de humedad	9.1	9.1	11.1	11.1	9.1	9.1	12.6	12.6	9.4	9.4	13.4				
Promedio de Humedad (%)	9.1		11.1		9.1		12.6		9.4		13.4				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
23/07/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
24/07/2013	17.3	24	16	0.006		20	0.008		19	0.007					
25/07/2013	17.3	48	18	0.007		22	0.009		23	0.009					
26/07/2013	17.3	72	18	0.007		23	0.009		23	0.009					
27/07/2013	17.3	96	19	0.007		23	0.009		23	0.009					
			4.6	total	0.16	4.6	total	0.20	4.6	total	0.20				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 43				MOLDE Nº 41				MOLDE Nº 40			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.	Hr.	Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	82	269				96	312			56	189		
1.270	0.050	1'00"	245	770				168	534			94	306		
1.910	0.075	1'30"	375	1168				205	647			110	355		
2.540	0.100	2'00"	470	1457	1417.3	141.7		239	752	734.7	73.5	126	405	390.8	39.1
3.810	0.150	3'00"	614	1894				287	899			142	454		
5.080	0.200	4'00"	740	2275	2282.8	152.2		331	1033	1080.8	72.1	154	491	528.9	35.3
6.350	0.250	5'00"	825	2530				370	1152			168	534		
7.620	0.300	6'00"	905	2771				408	1268			184	583		
10.160	0.400	8'00"	1010	3085				483	1497			210	663		
12.700	0.500	10'00"	1125	3427				546	1688			241	758		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesis

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m3
TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
FECHA: 16/07/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

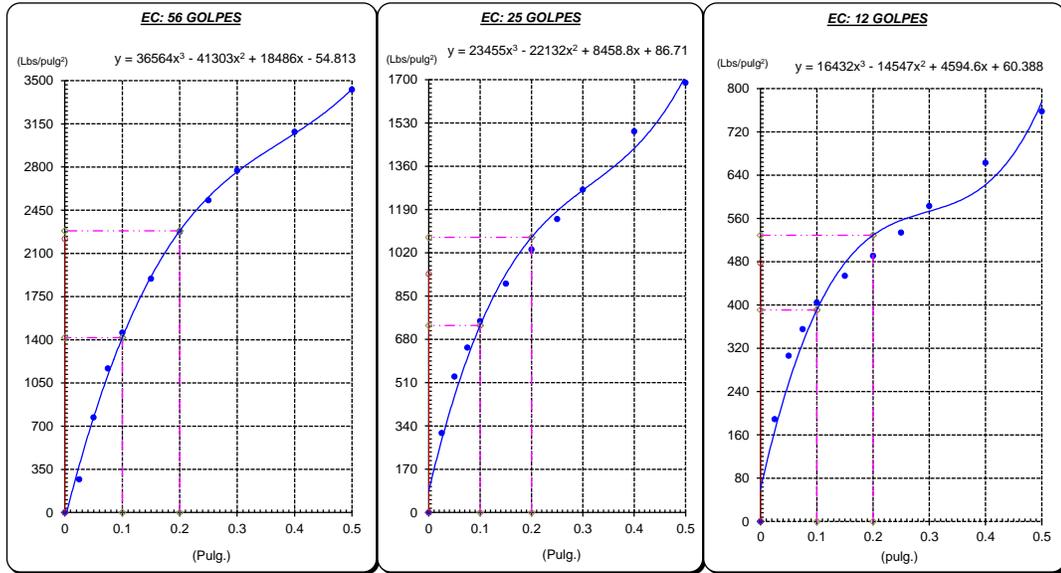


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

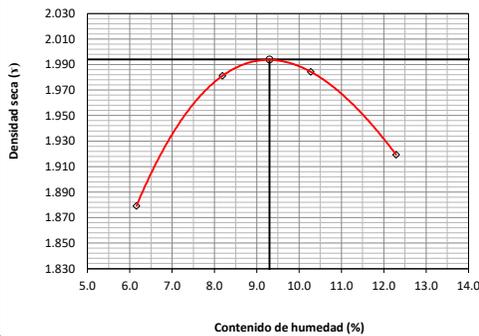
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.994 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.894 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 9.3 %

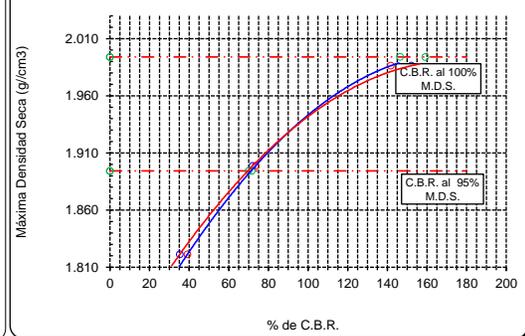
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	146.5 %	159.2 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	71.5 %	70.0 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 16/07/2013
 MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m3

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	48			47			42								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	56			25			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12526	12577	12128	12222	11884	12041									
Peso de molde (g)	7920	7920	7740	7740	7655	7655									
Peso del suelo húmedo (g)	4606	4657	4388	4482	4229	4386									
Volumen del molde (cc)	2116	2116	2116	2116	2120	2120									
Densidad húmeda (g/cc)	2.177	2.201	2.074	2.118	1.995	2.069									
% de humedad	9.2	10.4	9.2	11.7	9.0	13.2									
Densidad seca (g/cc)	1.993	1.993	1.899	1.897	1.830	1.828									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-		-		-		-		-		-				
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	579.2	579.2	709.4	709.4	631.6	631.6	694.3	694.3	641.8	641.8	689.0				
Tarro + Suelo seco (gr.)	530.2	530.2	642.3	642.3	578.3	578.3	621.7	621.7	588.6	588.6	608.5				
Peso del Agua (gr.)	49.0	49.0	67.1	67.1	53.3	53.3	72.6	72.6	53.2	53.2	80.5				
Peso del tarro (gr.)	-		-		-		-		-		-				
Peso del suelo seco (gr.)	530	530	642.3	642.3	578.3	578.3	621.7	621.7	588.6	588.6	608.5				
% de humedad	9.2	9.2	10.4	10.4	9.2	9.2	11.7	11.7	9.0	9.0	13.2				
Promedio de Humedad (%)	9.2		10.4		9.2		11.7		9.0		13.2				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
15/08/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
16/08/2013	17.3	24	5	0.002		18	0.007		9	0.004					
17/08/2013	17.3	48	8	0.003		24	0.009		12	0.005					
18/08/2013	17.3	72	10	0.004		28	0.011		13	0.005					
19/08/2013	17.3	96	12	0.005		30	0.012		14	0.006					
			4.6	total	0.10	4.6	total	0.26	4.6	total	0.12				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 48				MOLDE Nº 47				MOLDE Nº 42			
				CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm.	pulg.		Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0				0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	69	229				59	198			55	186		
1.270	0.050	1'00"	223	703				169	537			101	328		
1.910	0.075	1'30"	370	1152				285	893			151	482		
2.540	0.100	2'00"	501	1551	1503.4	150.3		364	1134	1106.5	110.7	194	614	595.4	59.5
3.810	0.150	3'00"	701	2157				499	1545			256	804		
5.080	0.200	4'00"	909	2783	2756.1	183.7		592	1827	1818.1	121.2	300	939	952.1	63.5
6.350	0.250	5'00"	1078	3288				669	2060			338	1055		
7.620	0.300	6'00"	1224	3721				722	2220			376	1171		
10.160	0.400	8'00"	1494	4518				903	2765			441	1369		
12.700	0.500	10'00"	1733	5217				1092	3329			506	1567		

OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+650-KM 47+680, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 16/07/2013
 MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 1.0 l/m3

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

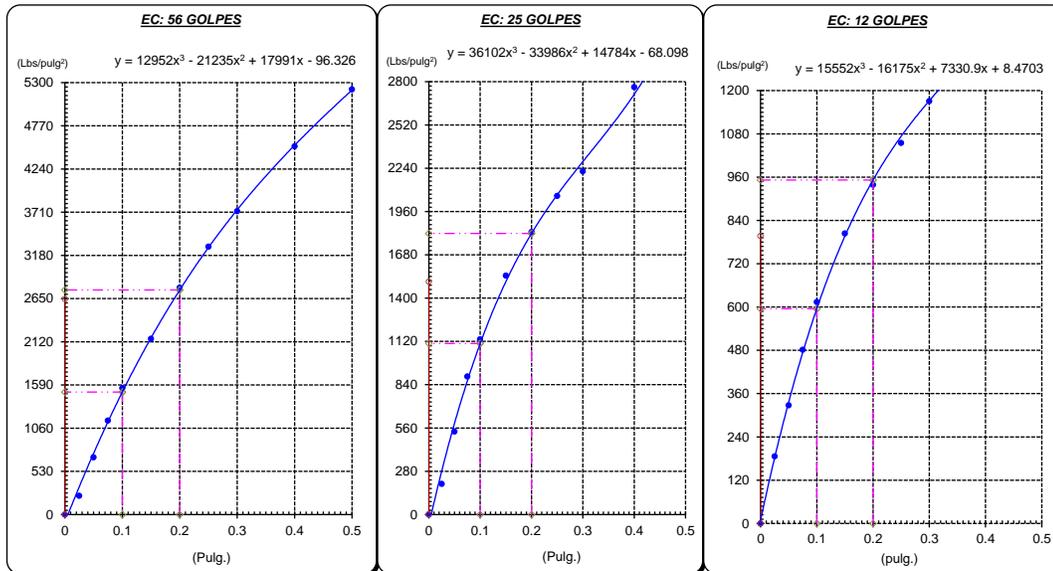


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

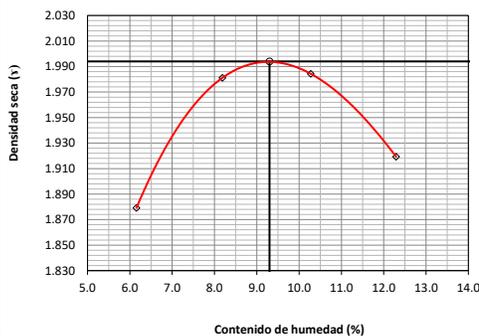
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.994 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.894 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	9.3 %

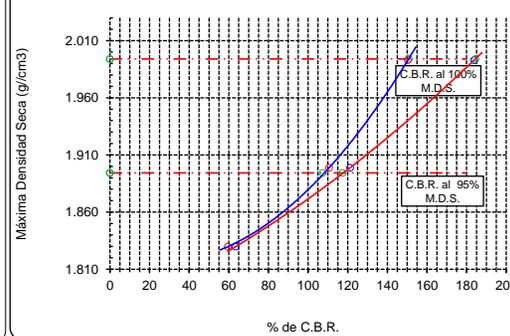
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	150.9 %	184.5 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	107.3 %	117.4 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS (Integral)				GO-CC-SyP-FOR-056
	NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204				Revisión 00
	Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1	

PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

APLICACIÓN: CONTROL DE CANTERA

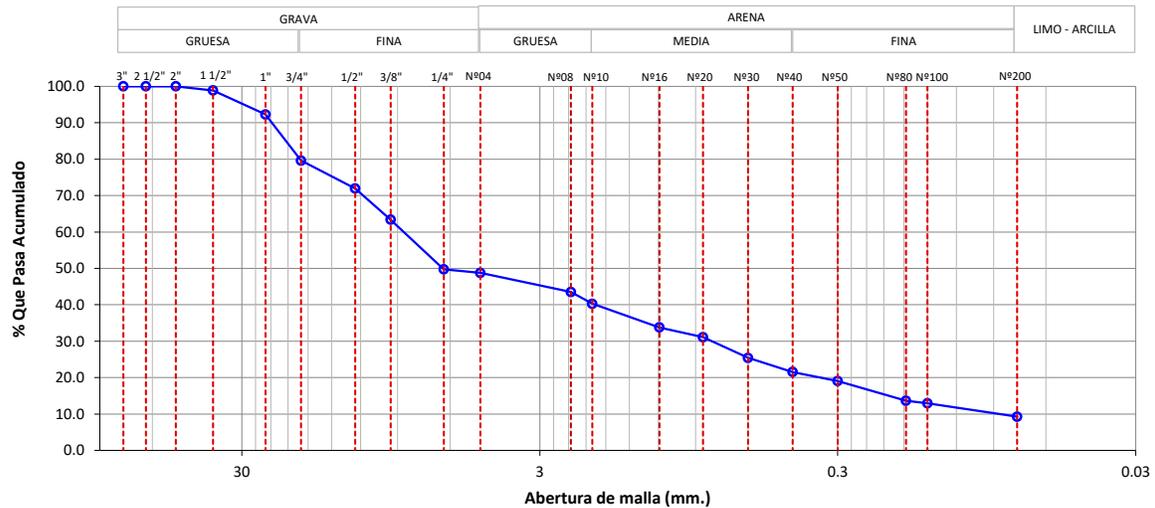
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 +

FECHA: 13/07/2013

MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m³ + CEMENTO 1%

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					
3"	75.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 11258.0 g.
2 1/2"	63.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO : 10211.8 g.
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO DE FRACCIÓN FINA : 657.7 g.
1 1/2"	37.500	128.0	1.1	1.1	98.9	
1"	25.000	743.0	6.6	7.7	92.3	PESO DE FRACCION HUMEDA : 12146.0 g.
3/4"	19.000	1428.0	12.7	20.4	79.6	PESO DE FRACCION SECA : 11258.0 g.
1/2"	12.500	860.0	7.6	28.1	71.9	PORCENT. HUMEDAD : 7.9 %
3/8"	9.500	963.0	8.6	36.6	63.4	
1/4"	6.300	1540.0	13.7	50.3	49.7	PESO GRAVA: 5771.0 gr 51.3 %
Nº04	4.750	109.0	1.0	51.3	48.7	PESO ARENA: 5487.0 gr 48.7 %
Nº08	2.360	70.4	5.2	56.5	43.5	
Nº10	2.000	43.8	3.2	59.7	40.3	
Nº16	1.190	87.6	6.5	66.2	33.8	
Nº20	0.850	36.4	2.7	68.9	31.1	
Nº30	0.600	76.4	5.7	74.6	25.4	
Nº40	0.425	52.4	3.9	78.5	21.5	
Nº50	0.300	33.7	2.5	81.0	19.0	
Nº80	0.177	72.6	5.4	86.3	13.7	
Nº100	0.150	9.7	0.7	87.1	12.9	
Nº200	0.075	49.3	3.7	90.7	9.3	
< Nº200	FONDO	125.4	9.3	100.0	0.0	

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

	ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD			GO-CC-SyP-FOR-002
	NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111 / EG 2000			Revisión 02
Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA

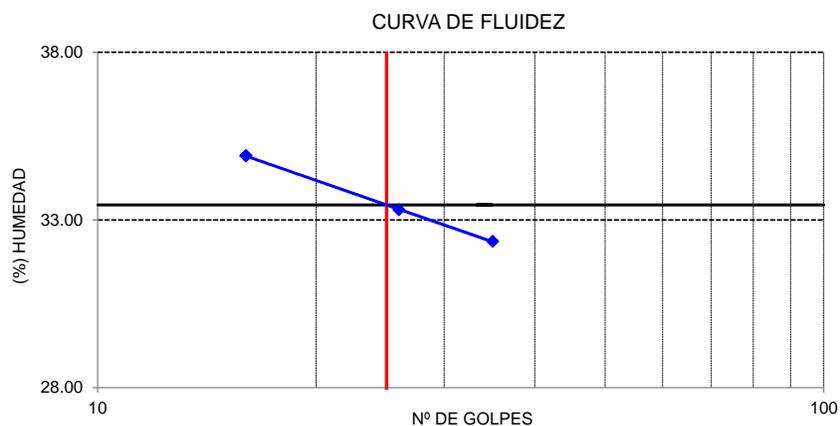
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL CANTERA

LUGAR DE: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 13/07/13

MUESTREO MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m³ + CEMENTO 1%

Datos de ensayo.	Límite Líquido			Límite Plástico		
	1	4	5	6	7	
N° de tarro						
N° de golpes	16	26	35	---	---	
Tarro + suelo húmedo	33.71	32.19	35.47	18.47	23.81	
Tarro + suelo seco	30.25	28.9	31.92	16.68	22	
Agua	3.46	3.29	3.55	1.79	1.81	
Peso del tarro	20.34	19.02	20.95	10.23	15.49	
Peso del suelo seco	9.91	9.88	10.97	6.45	6.51	
Porcentaje de humedad	34.91	33.3	32.36	27.75	27.80	

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.4 %
Límite Plástico	27.8 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	5.7 %



OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Muestreo realizado en tramo indicado
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPÍ G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista



ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES A 37.5 mm (1 1/2")

GO-CC-SyP-FOR-004

NORMA: ASTM C 131 / MTC E 207 / EG 2000 / ISSA A 105

Revisión 02

Elaborado Por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Página
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **USO:** CONTROL DE CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 13/07/2013
MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m3 + CEMENTO 1%

Tamiz		GRADACIONES			
pulg.	mm.	A	B	C	D
1"	25.000	1250			
3/4"	19.000	1250			
1/2"	12.500	1250			
3/8"	9.500	1250			
1/4"	6.300	---			
Nº 04	4.750	---			
PESO TOTAL		5000			
PESO OBTENIDO		3073			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO.		1927			
Nº DE ESFERAS		12			
PORCENTAJE OBTENIDO (%)		38.5			

ESPECIFICACION :

OBSERVACIONES

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 2.- Muestreo realizado en tramo indicado.
- 3.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- 4.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)			GO-CC-Syp-FOR-009	
	NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115 / EG 2000				Revisión 02
	Elaborado Por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha 17/04/2013	Página 1 de 1

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA

TIPO/COD. MUESTRA: MATERIAL GRANULAR

UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA

USO: CONTROL DE CANTERA

LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m3 + CEMENTO 1%

FECHA: 13/07/2013

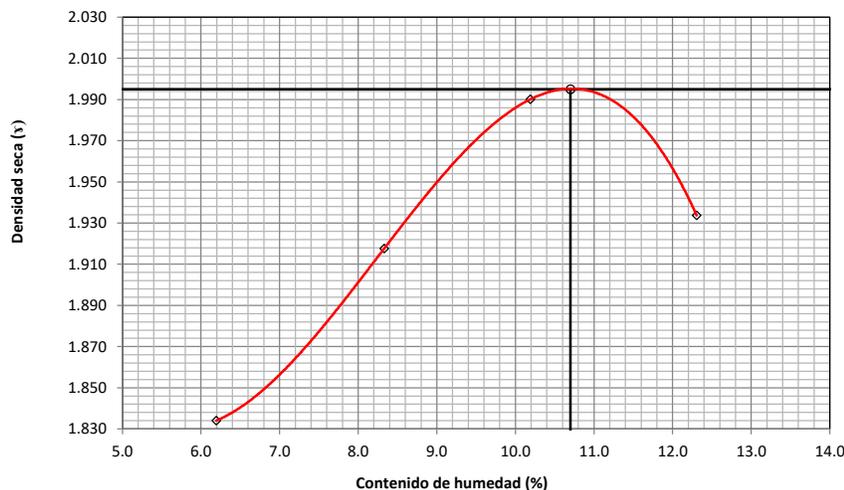
Número de ensayo		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	10410	10685	10930	10885
Peso del molde	g.	6281	6281	6281	6281
Peso del suelo húmedo compactado	g.	4129	4404	4649	4604
Volumen del molde	cm3	2120	2120	2120	2120
Peso del volumen húmedo	g/cm3	1.948	2.077	2.193	2.172

CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº Recipiente		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	610.3	612.5	590.4	621.5
Peso del suelo seco + tara	g.	574.7	565.4	535.8	553.4
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	35.6	47.1	54.6	68.1
Peso de suelo seco	g.	574.7	565.4	535.8	553.4
contenido de agua	%	6.2	8.3	10.2	12.3
Peso volumétrico seco	g/cm3	1.834	1.918	1.990	1.934

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.995	g/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	10.7	%

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIÓN:

- Método de Aplicación: C
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)
- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
	JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 16/07/2013
 MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m3 + CEMENTO 1%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	1			13			15							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12505	12535	12335	12427	12265	12375								
Peso de molde (g)	7799	7799	7825	7825	7869	7869								
Peso del suelo húmedo (g)	4706	4736	4510	4602	4396	4506								
Volumen del molde (cc)	2120	2120	2130	2130	2114	2114								
Densidad húmeda (g/cc)	2.219	2.234	2.117	2.161	2.079	2.131								
% de humedad	11.0	11.8	10.8	13.2	10.7	13.7								
Densidad seca (g/cc)	2.000	1.998	1.911	1.909	1.878	1.875								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	626.3	626.3	522.3	522.3	497.7	497.7	568.2	568.2	527.5	527.5	559.2			
Tarro + Suelo seco (gr.)	564.3	564.3	467.3	467.3	449.2	449.2	501.9	501.9	476.5	476.5	492.0			
Peso del Agua (gr.)	62.0	62.0	55.0	55.0	48.5	48.5	66.3	66.3	51.0	51.0	67.2			
Peso del tarro (gr.)														
Peso del suelo seco (gr.)	564	564	467.3	467.3	449.2	449.2	501.9	501.9	476.5	476.5	492			
% de humedad	11.0	11.0	11.8	11.8	10.8	10.8	13.2	13.2	10.7	10.7	13.7			
Promedio de Humedad (%)	11.0		11.8		10.8		13.2		10.7		13.7			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
23/07/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
24/07/2013	17.3	24	11	0.004		10	0.004		9	0.004				
25/07/2013	17.3	48	12	0.005		12	0.005		10	0.004				
26/07/2013	17.3	72	12	0.005		12	0.005		10	0.004				
27/07/2013	17.3	96	13	0.005		12	0.005		11	0.004				
			4.6	total	0.11	4.6	total	0.10	4.6	total	0.09			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 15			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.640	0.025	0'30"	102	331			18	72		146	466			
1.270	0.050	1'00"	240	755			61	204		197	623			
1.910	0.075	1'30"	402	1250			208	657		231	727			
2.540	0.100	2'00"	545	1685	1584.1	158.4	322	1006	919.6	92.0	253	795	802.4	
3.810	0.150	3'00"	730	2245			454	1408		298	932			
5.080	0.200	4'00"	825	2530	2610.4	174.0	545	1685	1690.2	112.7	334	1042	1102.8	
6.350	0.250	5'00"	950	2905			653	2012		369	1149			
7.620	0.300	6'00"	1050	3204			743	2284		398	1238			
10.160	0.400	8'00"	1175	3576			853	2615		458	1421			
12.700	0.500	10'00"	1255	3813			1045	3189		521	1612			

OBSERVACIONES :

- 1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página	
JCCSP	GT	GO	17/04/2013	2 de 2	

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 16/07/2013
 MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m³ + CEMENTO 1%

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

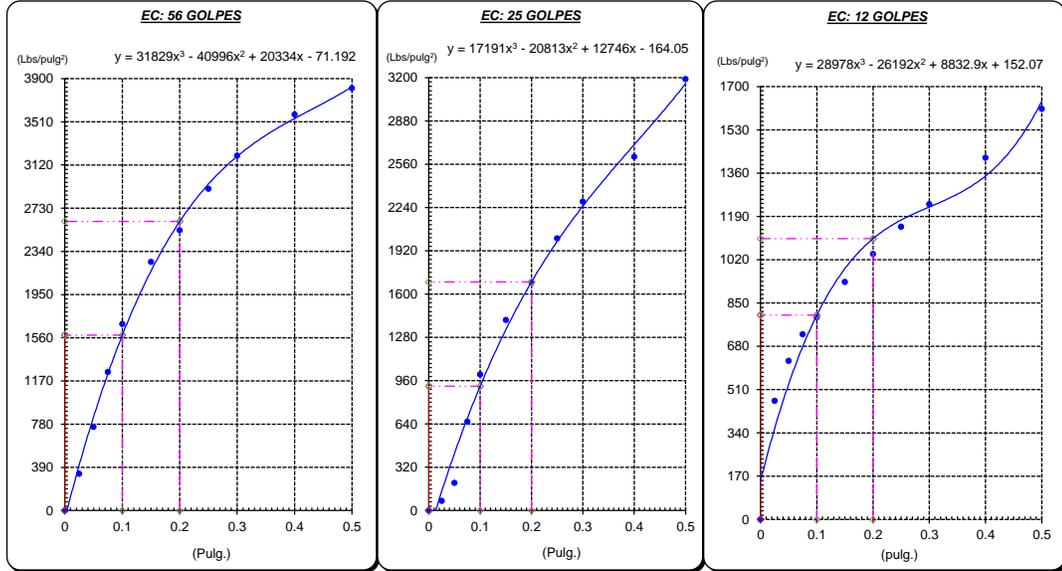


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

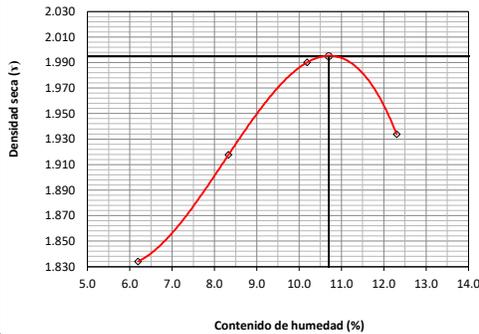
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.995 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.895 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 10.7 %

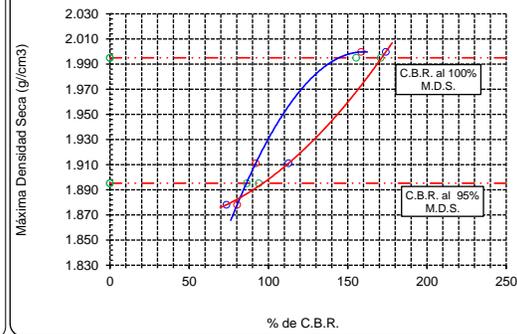
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	155.4 %	170.8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	86.3 %	93.9 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha	Página
	JCCSP	GT	GO	17/04/2013	1 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA **TIPO/COD. MUESTRA:** CONTROL DE CANTERA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA **APLICACIÓN:** CONTROL CANTERA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + **FECHA:** 16/07/2013
 MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m3 + CEMENTO 1%

COMPACTACIÓN														
Nº Molde	3			22			23							
Nº Capa	5			5			5							
Nº Golpes por capa	56			25			12							
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado			
Peso molde + Suelo húmedo	12395	12451	12425	12508	12240	12356								
Peso de molde (g)	7734	7734	7916	7916	7836	7836								
Peso del suelo húmedo (g)	4661	4717	4509	4592	4404	4520								
Volumen del molde (cc)	2112	2112	2108	2108	2116	2116								
Densidad húmeda (g/cc)	2.207	2.234	2.139	2.179	2.081	2.136								
% de humedad	10.6	12.0	10.8	12.7	10.7	13.5								
Densidad seca (g/cc)	1.996	1.995	1.931	1.933	1.881	1.881								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
Tarro Nº														
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	631.4	631.4	538.8	538.8	631.3	631.3	703.2	703.2	653.0	653.0	429.5	429.5		
Tarro + Suelo seco (gr.)	570.9	570.9	481.2	481.2	569.9	569.9	623.8	623.8	590.1	590.1	378.3	378.3		
Peso del Agua (gr.)	60.5	60.5	57.6	57.6	61.4	61.4	79.4	79.4	62.9	62.9	51.2	51.2		
Peso del tarro (gr.)														
Peso del suelo seco (gr.)	571	571	481.2	481.2	569.9	569.9	623.8	623.8	590.1	590.1	378.3	378.3		
% de humedad	10.6	10.6	12.0	12.0	10.8	10.8	12.7	12.7	10.7	10.7	13.5	13.5		
Promedio de Humedad (%)	10.6		12.0		10.8		12.7		10.7		13.5			
EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN				
				pulg	%		pulg	%		pulg	%			
15/08/2013	17.3	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0			
16/08/2013	17.3	24	3	0.001		2	0.001		8	0.003				
17/08/2013	17.3	48	5	0.002		2	0.001		11	0.004				
18/08/2013	17.3	72	8	0.003		6	0.002		13	0.005				
19/08/2013	17.3	96	8	0.003		6	0.002		13	0.005				
			4.6	total	0.07	4.6	total	0.05	4.6	total	0.11			
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 22				MOLDE Nº 23			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Lbs/pulg2	Lect. Dial	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%	Lect. Dial	Lbs/pulg2	Lbs/pulg2	%
0.000	0.000	0'00"	0	0			0	0			0	0		
0.640	0.025	0'30"	90	294			55	186			150	478		
1.270	0.050	1'00"	263	825			146	466			232	730		
1.910	0.075	1'30"	420	1305			273	856			305	954		
2.540	0.100	2'00"	525	1624	1596.7	159.7	413	1284	1314.8	131.5	362	1128	1114.4	111.4
3.810	0.150	3'00"	743	2284			633	1952			454	1408		
5.080	0.200	4'00"	923	2824	2858.1	190.5	812	2491	2359.1	157.3	546	1688	1714.7	114.3
6.350	0.250	5'00"	1089	3320			902	2762			604	1864		
7.620	0.300	6'00"	1253	3807			978	2989			667	2054		
10.160	0.400	8'00"	1500	4536			1141	3475			776	2383		
12.700	0.500	10'00"	1650	4975			1301	3949			834	2558		

OBSERVACIONES :

- 1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

	ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)				GO-CC-SyP-FOR-050
	NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000				Revisión 01
	Elaborado por: JCCSP	Revisado por: GT	Aprobado por: GO	Fecha: 17/04/2013	Página: 2 de 2

PROYECTO: CONSERVACION VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO - CORA CORA
LUGAR DE MUESTREO: KM 47+680-KM 47+700, MAT. DE CANTERA 52+800 + MAT. EXIST. 10 cm + TERRASIL 0.5 l/m3 + CEMENTO 1%

TIPO/COD. MUESTRA: CONTROL DE CANTERA
APLICACIÓN: CONTROL CANTERA
FECHA: 16/07/2013

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

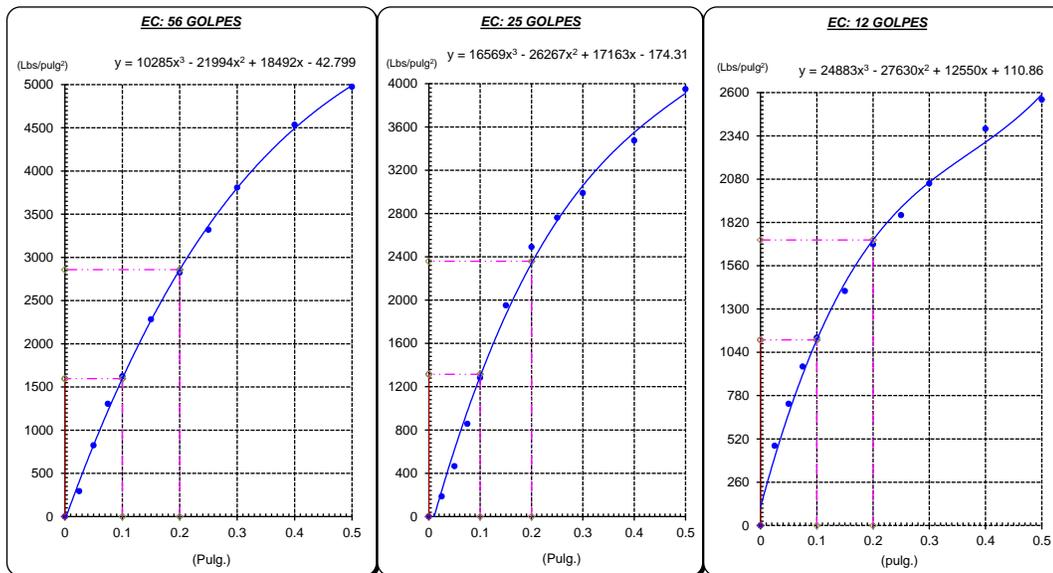


GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

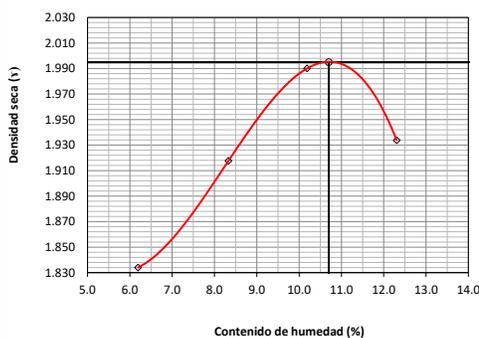
DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.995 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.895 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 10.7 %

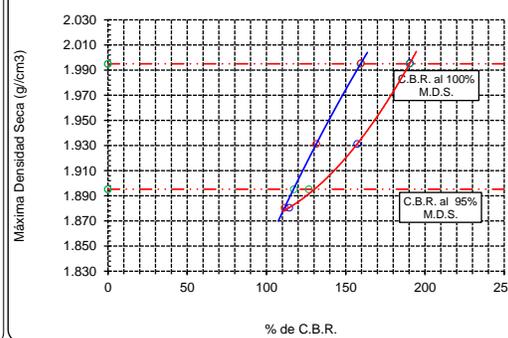
VALOR DEL C.B.R.

	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	159.4 %	190.2 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	117.2 %	126.7 %

GRAFICO DEL PROCTOR



DETERMINACION DEL C.B.R.



OBSERVACIONES :

1.- Ensayo revisado y supervisado por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
 Tesista

ANEXO XII



PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO-CORACORA

FECHA: 13/07/2015

RESUMEN CBR IN SITU MEDIANTE EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (PDC)

Progresiva (km)	Lado	Fecha	D (mm/golpe)	CBR In Situ (%)
73+600	Derecho	12/10/13	1.000	292.0
73+650	Izquierdo	12/10/13	2.318	113.9
73+700	Derecho	12/10/13	1.250	227.4
73+850	Izquierdo	12/10/13	2.000	134.3
74+600	Derecho	12/10/13	1.000	292.0
74+700	Derecho	12/10/13	2.000	134.3
74+900	Derecho	12/10/13	1.538	180.2
74+950	Izquierdo	12/10/13	0.571	546.5
75+000	Derecho	12/10/13	2.000	134.3
75+050	Izquierdo	12/10/13	1.600	172.5
75+100	Derecho	12/10/13	1.400	200.3
75+150	Izquierdo	12/10/13	1.333	211.6
75+200	Derecho	12/10/13	1.733	157.7
75+250	Izquierdo	12/10/13	0.857	347.0
75+300	Derecho	12/10/13	1.111	259.5
75+350	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
75+400	Derecho	12/10/13	2.250	117.7
75+450	Izquierdo	12/10/13	2.375	110.8
75+500	Derecho	12/10/13	1.429	195.8
75+550	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
75+600	Derecho	12/10/13	1.833	148.1
75+650	Izquierdo	12/10/13	1.500	185.4
75+700	Derecho	12/10/13	1.571	176.0
75+750	Izquierdo	12/10/13	2.357	111.8
75+800	Derecho	12/10/13	2.000	134.3
75+850	Izquierdo	12/10/13	1.625	169.5
75+900	Derecho	12/10/13	1.571	176.0
75+950	Izquierdo	12/10/13	1.375	204.4
76+000	Derecho	12/10/13	0.833	358.2
76+050	Izquierdo	12/10/13	1.429	195.8
76+100	Derecho	12/10/13	0.571	546.5



PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO-CORACORA

FECHA: 13/07/2015

RESUMEN CBR IN SITU MEDIANTE EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (PDC)

76+150	Izquierdo	12/10/13	1.929	139.9
76+200	Derecho	12/10/13	0.800	374.9
76+250	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
76+300	Derecho	12/10/13	1.571	176.0
76+350	Izquierdo	12/10/13	2.333	113.0
76+400	Derecho	12/10/13	0.714	425.6
76+450	Izquierdo	12/10/13	2.389	110.1
76+500	Derecho	12/10/13	0.667	459.8
76+550	Izquierdo	12/10/13	1.100	262.4
76+600	Derecho	12/10/13	2.350	112.1
76+650	Izquierdo	12/10/13	0.857	347.0
76+700	Derecho	12/10/13	0.900	328.6
76+750	Izquierdo	12/10/13	1.385	202.8
76+800	Derecho	12/10/13	1.676	163.8
76+850	Izquierdo	12/10/13	2.357	111.8
76+900	Derecho	12/10/13	1.500	185.4
76+950	Izquierdo	12/10/13	1.400	200.3
77+000	Derecho	12/10/13	1.500	185.4
77+050	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
77+100	Derecho	12/10/13	1.400	200.3
77+150	Izquierdo	12/10/13	1.500	185.4
77+200	Derecho	12/10/13	1.400	200.3
77+250	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
77+300	Derecho	12/10/13	1.000	292.0
77+350	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
77+400	Derecho	12/10/13	1.444	193.4
77+450	Izquierdo	12/10/13	0.600	517.4
77+500	Derecho	12/10/13	0.833	358.2
77+550	Izquierdo	12/10/13	1.200	238.1
77+600	Derecho	12/10/13	1.667	164.8
77+650	Izquierdo	12/10/13	2.077	128.8
77+700	Derecho	12/10/13	2.231	118.9



PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO-CORACORA

FECHA: 13/07/2015

RESUMEN CBR IN SITU MEDIANTE EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (PDC)

77+750	Izquierdo	12/10/13	1.714	159.7
77+800	Derecho	12/10/13	1.000	292.0
77+850	Izquierdo	12/10/13	1.333	211.6
77+950	Izquierdo	12/10/13	2.391	110.0
78+000	Derecho	12/10/13	1.333	211.6
78+050	Izquierdo	12/10/13	1.625	169.5
78+100	Derecho	12/10/13	1.000	292.0
78+150	Izquierdo	12/10/13	1.733	157.7
78+200	Derecho	12/10/13	1.917	140.9
78+250	Izquierdo	12/10/13	1.429	195.8
78+300	Derecho	12/10/13	1.600	172.5
78+350	Izquierdo	12/10/13	1.000	292.0
78+400	Derecho	12/10/13	2.000	134.3
78+450	Izquierdo	12/10/13	1.500	185.4
78+500	Derecho	12/10/13	1.429	195.8
78+550	Izquierdo	12/10/13	1.154	248.8
78+600	Derecho	12/10/13	1.125	255.9
78+650	Izquierdo	12/10/13	1.667	164.8
78+700	Derecho	12/10/13	2.350	112.1
78+750	Izquierdo	12/10/13	2.091	127.8
78+800	Derecho	12/10/13	1.143	251.4
78+850	Izquierdo	12/10/13	2.357	111.8
78+900	Derecho	12/10/13	2.263	117.0
78+950	Izquierdo	12/10/13	0.714	425.6
79+000	Derecho	12/10/13	1.972	136.5
79+050	Izquierdo	12/10/13	0.889	333.2
79+100	Derecho	12/10/13	2.364	111.4
79+150	Izquierdo	12/10/13	1.846	146.9
79+200	Derecho	16/10/13	1.500	185.4
79+250	Izquierdo	16/10/13	0.800	374.9
79+300	Derecho	16/10/13	1.375	204.4
79+350	Izquierdo	16/10/13	1.375	204.4



PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO-CORACORA

FECHA: 13/07/2015

RESUMEN CBR IN SITU MEDIANTE EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (PDC)

79+400	Derecho	16/10/13	1.625	169.5
79+450	Izquierdo	16/10/13	2.143	124.4
79+500	Derecho	16/10/13	1.750	156.0
79+550	Izquierdo	16/10/13	2.333	113.0
79+600	Derecho	16/10/13	1.300	217.7
79+650	Izquierdo	16/10/13	1.000	292.0
79+700	Derecho	16/10/13	2.100	127.2
79+750	Izquierdo	16/10/13	2.300	114.9
79+800	Derecho	16/10/13	1.778	153.3
79+850	Izquierdo	16/10/13	1.429	195.8
79+900	Derecho	16/10/13	0.500	634.7
79+950	Izquierdo	16/10/13	0.500	634.7
80+000	Derecho	16/10/13	1.545	179.3
80+050	Izquierdo	16/10/13	2.333	113.0
80+150	Izquierdo	16/10/13	1.250	227.4
80+200	Derecho	16/10/13	1.250	227.4
80+250	Izquierdo	16/10/13	1.571	176.0
80+300	Derecho	16/10/13	1.727	158.3
80+350	Izquierdo	16/10/13	0.833	358.2
80+400	Derecho	16/10/13	1.125	255.9
80+450	Izquierdo	16/10/13	1.000	292.0
80+500	Derecho	16/10/13	1.200	238.1
80+550	Izquierdo	16/10/13	1.923	140.4
80+600	Derecho	16/10/13	2.208	120.2
80+650	Izquierdo	16/10/13	1.000	292.0
80+700	Derecho	16/10/13	1.300	217.7
80+750	Izquierdo	16/10/13	1.400	200.3
80+800	Derecho	16/10/13	0.600	517.4
80+850	Izquierdo	16/10/13	1.538	180.2
80+900	Derecho	16/10/13	2.350	112.1
80+950	Izquierdo	16/10/13	1.500	185.4
81+000	Derecho	16/10/13	1.375	204.4



PROYECTO: CONSERVACIÓN VIAL CORA CORA
UBICACIÓN: TRAMO: PUQUIO-CORACORA

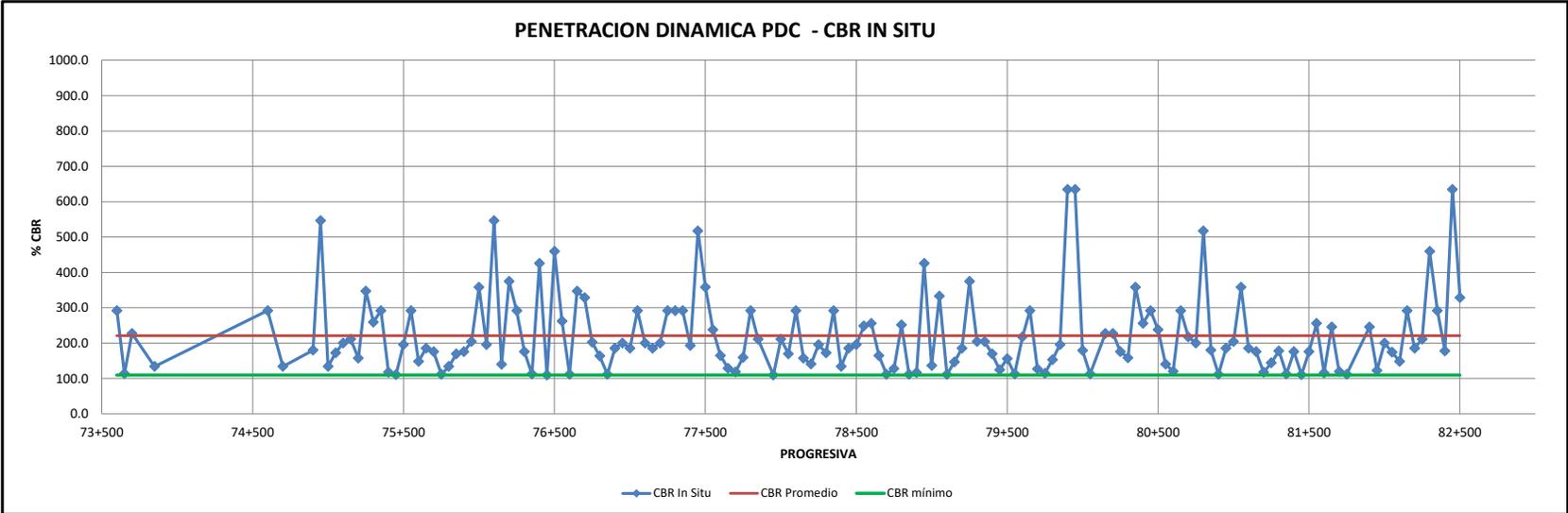
FECHA: 13/07/2015

RESUMEN CBR IN SITU MEDIANTE EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (PDC)

81+050	Izquierdo	16/10/13	0.833	358.2
81+100	Derecho	16/10/13	1.500	185.4
81+150	Izquierdo	16/10/13	1.571	176.0
81+200	Derecho	16/10/13	2.250	117.7
81+250	Izquierdo	16/10/13	1.875	144.4
81+300	Derecho	16/10/13	1.556	178.0
81+350	Izquierdo	16/10/13	2.333	113.0
81+400	Derecho	16/10/13	1.571	176.0
81+450	Izquierdo	16/10/13	2.370	111.1
81+500	Derecho	16/10/13	1.571	176.0
81+550	Izquierdo	16/10/13	1.125	255.9
81+600	Derecho	16/10/13	2.286	115.7
81+650	Izquierdo	16/10/13	1.167	245.7
81+700	Derecho	16/10/13	2.214	119.9
81+750	Izquierdo	16/10/13	2.350	112.1
81+900	Derecho	16/10/13	1.167	245.7
81+950	Izquierdo	16/10/13	2.167	122.8
82+000	Derecho	16/10/13	1.400	200.3
82+050	Izquierdo	16/10/13	1.583	174.5
82+100	Derecho	16/10/13	1.833	148.1
82+150	Izquierdo	16/10/13	1.000	292.0
82+200	Derecho	16/10/13	1.500	185.4
82+250	Izquierdo	16/10/13	1.333	211.6
82+300	Derecho	16/10/13	0.667	459.8
82+350	Izquierdo	16/10/13	1.000	292.0
82+400	Derecho	16/10/13	1.556	178.0
82+450	Izquierdo	16/10/13	0.500	634.7
82+500	Derecho	16/10/13	0.900	328.6

Promedio	1.498	221.3
----------	-------	-------

ANALISIS DE CBR IN SITU MEDIANTE EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (PDC)



Observaciones:

1.- Ensayos supervisados por la jefatura del área de Control de Calidad de proyecto.

Realizado por: Marcos Huiza Ortiz
Tesisista

ANEXO XIII



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 73+525	Ensayo N°	: 25
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 73+950	Fecha	: 01/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Derecho				
Huella	: Derecha				

LECTURAS CAMPO																											
25	29	33	34	36	38	30	38	31	28	24	32	27	26	25	30	28	27	28	27								
28	26	27	26	26	28	25	28	24	25	27	26	28	32	28	32	31	29	30	32								
26	26	29	28	28	29	30	31	31	27	29	30	28	28	29	31	28	24	27	29								
24	25	29	30	24	27	30	29	28	29	32	33	27	31	28	28	25	30	26	24								
20	19	23	37	36	18	39	35	27	26	30	33	34	29	12	31	28	42	22	33								
37	30	26	27	26	30	27	25	28	26	26	27	26	27	27	23	26	28	32	27								
27	30	26	26	31	29	29	28	28	30	29	23	27	28	26	29	27	27	27	29								
18	27	26	26	27	26	24	26	29	27	26	27	28	23	34	21	28	27	24	30								
29	29	31	28	27	30	29	36	30	25	30	28	27	19	27	28	25	28	20	19								
32	25	19	26	31	34	32	35	36	37	35	35	32	30	25	33	32	33	33	28								

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	0	-	4
LECTURAS CONSIDERADAS	0	-	1
FRACIONES RESULTANTES	0.000	14	0.250
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)		14.25	
D		71.37	
R		3.95	

COMENTARIOS	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN		
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS		
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
1	12	X
0	13	
0	14	
0	15	
0	16	
0	17	
2	18	X X
4	19	X X X X
2	20	X X
1	21	X
1	22	X
4	23	X X X X
8	24	X X X X X X X X
11	25	X X X X X X X X X X
24	26	X X
29	27	X X
29	28	X X
20	29	X X
18	30	X X
10	31	X X X X X X X X X X
10	32	X X X X X X X X X X
7	33	X X X X X X X X
4	34	X X X X
4	35	X X X X
4	36	X X X X
3	37	X X X
2	38	X X
1	39	X
0	40	
0	41	
1	42	X
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
0	48	
0	49	
0	50	



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 73+950	Ensayo N°	: 26
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 74+375	Fecha	: 22/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Izquierdo				
Huella	: Izquierda				

LECTURAS CAMPO																			
28	28	31	32	36	28	28	25	30	30	28	27	29	30	27	30	33	36	30	31
31	24	29	28	29	28	33	36	30	32	28	28	24	26	25	30	30	31	30	31
24	35	43	37	44	31	29	29	27	35	29	31	28	28	30	27	31	31	24	29
17	29	31	35	22	25	27	33	30	28	24	32	28	28	25	30	27	30	26	28
27	30	28	24	27	30	30	31	31	28	29	32	32	27	32	29	35	34	30	36
35	29	30	31	29	32	32	31	29	23	28	30	32	33	35	37	33	37	36	33
39	32	30	24	3	33	27	28	27	28	27	28	35	32	32	28	30	29	24	27
27	31	24	21	30	24	34	36	38	32	32	34	34	34	28	33	39	27	34	39
31	32	30	35	31	31	36	35	33	30	29	29	28	35	30	34	34	35	29	31
29	34	28	30	27	30	31	31	33	30	36	31	31	31	32	24	29	31	28	

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	11	-	8
LECTURAS CONSIDERADAS	6	-	7
FRACIONES RESULTANTES	0.545	11	0.875
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	12.42		
D	62.21		
R	3.52		

COMENTARIOS

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
FRECUENCIAS	LECTURAS
0	1
0	2
1	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
0	16
1	17
0	18
0	19
0	20
1	21
1	22
1	23
11	24
4	25
2	26
16	27
26	28
19	29
28	30
26	31
16	32
10	33
9	34
11	35
8	36
3	37
1	38
3	39
0	40
0	41
0	42
1	43
1	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 74+800	Ensayo N°	: 28
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 75+225	Fecha	: 22/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Izquierdo				
Huella	: Izquierda				

LECTURAS CAMPO																			
30	28	33	30	29	32	25	27	23	31	31	24	31	35	27	33	28	32	36	27
28	31	30	26	29	36	19	31	33	28	30	33	28	30	29	31	27	31	30	
28	27	29	28	29	30	26	27	27	26	27	33	34	32	29	34	32	29	26	37
35	30	31	33	30	32	33	28	29	30	30	26	25	37	34	38	29	29	26	28
32	31	23	28	30	32	27	35	26	30	31	24	33	31	28	26	26	39	29	29
25	30	30	28	31	30	31	29	29	31	31	29	30	28	28	27	33	21	28	28
30	28	28	28	30	27	30	29	29	30	24	25	28	28	29	32	31	33	27	31
29	29	30	34	32	36	32	32	28	31	29	35	37	27	22	24	38	35	31	40
36	26	35	41	32	40	32	26	33	26	25	33	38	35	30	32	32	29	30	27
27	27	32	29	29	28	23	31	30	28	28	32	26	31	27	25	30	33	26	28

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	0	-	0
LECTURAS CONSIDERADAS	0	-	0
FRACIONES RESULTANTES	0.000	12	0.000
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	12.00		
D	60.10		
R	3.42		

COMENTARIOS

FRECUENCIAS	LECTURAS	LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
0	12	
0	13	
0	14	
0	15	
0	16	
0	17	
0	18	
1	19	X
0	20	
1	21	X
1	22	X
3	23	X X X
4	24	X X X X
6	25	X X X X X X
14	26	X X X X X X X X X X X X X X
17	27	X X X X X X X X X X X X X X X X
26	28	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
24	29	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
26	30	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
22	31	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
17	32	X X X X X X X X X X X X X X X X
13	33	X X X X X X X X X X X X X X
4	34	X X X X
7	35	X X X X X X X
4	36	X X X X
3	37	X X X
3	38	X X X
1	39	X
2	40	X X
1	41	X
0	42	
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
0	48	
0	49	
0	50	



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 75+225	Ensayo N°	: 29
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 75+650	Fecha	: 01/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Derecho				
Huella	: Derecha				

LECTURAS CAMPO																							
32	25	27	29	28	26	25	23	36	31	31	27	28	29	24	28	26	27	24	34				
31	30	29	24	29	26	30	34	30	27	32	27	25	24	26	25	33	28	32	22				
23	25	33	26	29	28	27	29	31	29	29	26	29	27	28	27	30	20	28	31				
12	25	26	28	23	26	26	27	24	30	30	25	20	27	30	31	20	24	27	27				
21	29	28	23	26	23	28	29	28	29	33	26	24	31	27	31	28	27	33	22				
31	30	28	29	26	28	29	28	29	28	27	27	26	29	26	32	27	25	31	28				
33	26	29	28	29	27	32	28	20	27	29	29	25	30	26	24	29	29	26	32				
27	16	26	23	24	25	29	24	26	21	30	26	30	27	30	26	24	25	27	29				
26	23	32	28	28	27	27	29	23	22	30	27	21	20	27	21	29	25	25	35				
22	23	23	27	28	22	24	29	28	25	27	26	22	26	23	25	23	31	26	28				

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	4	-	7
LECTURAS CONSIDERADAS	1	-	6
FRACIONES RESULTANTES	0.250	10	0.857
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	11.11		
D	55.63		
R	3.21		

COMENTARIOS

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN		
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS		
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
1	12	X
0	13	
0	14	
0	15	
1	16	X
0	17	
0	18	
0	19	
5	20	XXXXX
4	21	XXXXX
6	22	XXXXXXXXX
12	23	XXXXXXXXXXXXXX
12	24	XXXXXXXXXXXXXX
15	25	XXXXXXXXXXXXXX
25	26	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
28	27	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
24	28	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
27	29	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
13	30	XXXXXXXXXXXXXX
11	31	XXXXXXXXXXXXXX
7	32	XXXXXXXXXX
5	33	XXXXXX
2	34	XX
1	35	X
1	36	X
0	37	
0	38	
0	39	
0	40	
0	41	
0	42	
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
0	48	
0	49	
0	50	



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 75+650	Ensayo N°	: 30
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 76+075	Fecha	: 22/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Izquierdo				
Huella	: Izquierda				

LECTURAS CAMPO																			
31	32	32	33	28	22	30	36	17	23	27	28	32	35	33	48	37	41	30	34
29	35	38	36	30	36	37	38	36	30	34	33	32	34	28	29	32	32	35	29
32	26	30	33	32	29	25	29	24	30	24	31	29	28	29	27	29	30	31	31
35	28	33	32	29	29	30	28	23	32	30	28	31	29	23	25	25	29	26	34
25	31	29	31	28	27	33	34	32	34	29	29	27	26	33	30	33	28	27	34
28	29	34	27	27	29	31	34	31	27	27	30	33	26	36	37	31	25	28	37
31	33	28	34	31	33	25	30	29	21	33	25	28	31	29	26	24	27	27	30
22	35	32	26	21	33	28	30	27	29	29	31	30	32	31	33	33	28	31	26
31	27	28	32	27	32	30	28	28	32	23	34	27	25	26	30	31	31	29	31
28	34	32	35	33	32	36	29	27	27	28	27	23	27	23	25	30	23	30	32

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	7	-	6
LECTURAS CONSIDERADAS	2	-	4
FRACIONES RESULTANTES	0.286	12	0.667
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	12.95		
D	64.87		
R	3.65		

COMENTARIOS	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN		
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS		
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
0	12	
0	13	
0	14	
0	15	
0	16	
1	17	X
0	18	
0	19	
0	20	
2	21	XX
2	22	XX
7	23	XXXXXXXX
3	24	XXX
9	25	XXXXXXXXXX
8	26	XXXXXXXXXX
19	27	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20	28	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
23	29	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
19	30	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20	31	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
19	32	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
16	33	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
12	34	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
6	35	XXXXXX
6	36	XXXXXX
4	37	XXXX
2	38	XX
0	39	
0	40	
1	41	X
0	42	
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
1	48	X
0	49	
0	50	



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 76+500	Ensayo N°	: 32
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 76+925	Fecha	: 22/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Izquierdo				
Huella	: Izquierda				

LECTURAS CAMPO																			
34	29	29	26	30	29	32	28	29	30	34	33	29	24	21	33	33	32	32	36
33	30	28	32	36	34	33	25	27	28	34	32	29	28	36	28	32	30	32	31
34	35	32	30	31	32	28	29	30	28	32	31	29	31	25	31	25	29	32	30
27	32	30	32	33	30	24	26	31	25	27	25	33	31	31	27	31	26	26	30
28	28	30	29	26	32	31	30	32	34	31	26	27	29	31	31	30	34	30	23
30	27	27	30	29	28	29	31	33	30	27	29	27	32	27	29	25	26	26	33
25	28	33	29	26	27	27	31	28	27	21	29	33	33	31	31	35	27	32	30
30	28	26	27	31	27	27	29	28	32	29	34	29	28	30	25	33	31	31	32
28	22	27	25	28	29	20	25	29	30	28	26	30	30	24	28	34	26	30	28
33	32	31	33	30	29	30	31	29	31	28	31	31	29	30	34	26	29	30	29

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	10	-	10
LECTURAS CONSIDERADAS	8	-	5
FRACIONES RESULTANTES	0.800	8	0.500
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	9.30		
D	46.58		
R	2.79		

COMENTARIOS

FRECUENCIAS	LECTURAS	LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS		
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
0	12	
0	13	
0	14	
0	15	
0	16	
0	17	
0	18	
0	19	
1	20	X
2	21	X X
1	22	X
1	23	X
3	24	X X X
10	25	X X X X X X X X X X
13	26	X X X X X X X X X X X X
18	27	X X X X X X X X X X X X X X X X
21	28	X X X X X X X X X X X X X X X X X X
27	29	X X
28	30	X X
25	31	X X
20	32	X X X X X X X X X X X X X X X X X X
15	33	X X X X X X X X X X X X X X X X
10	34	X X X X X X X X X X
2	35	X X
3	36	X X X
0	37	
0	38	
0	39	
0	40	
0	41	
0	42	
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
0	48	
0	49	
0	50	



DETERMINACIÓN DE RUGOSIDAD POR EL MÉTODO MERLIN

Proyecto	: Conservación Vial Cora Cora	Progresiva Inicial	: 77+350	Ensayo N°	: 34
Tramo	: Puquio - Cora Cora	Progresiva Final	: 77+775	Fecha	: 22/11/13
Capa	: Slurry Seal	Longitud	: 425 m		
Carril	: Izquierdo				
Huella	: Izquierda				

LECTURAS CAMPO																			
33	29	37	28	31	32	29	33	31	29	29	28	29	27	30	27	27	27	26	33
27	27	31	24	25	29	33	28	30	30	26	29	24	29	26	28	37	31	31	28
27	31	27	24	34	26	30	26	26	29	25	30	33	34	36	32	35	30	32	33
40	28	30	31	29	29	32	28	26	31	35	29	27	31	37	36	35	34	37	31
39	29	32	31	30	29	30	31	29	28	28	27	27	32	27	30	30	30	29	29
30	30	33	31	25	29	30	27	26	28	25	24	30	28	31	29	29	30	36	30
28	27	29	30	28	16	24	34	29	27	27	30	28	28	31	31	31	26	27	26
32	34	30	29	32	29	37	31	31	33	33	31	27	30	27	29	28	29	28	27
31	26	27	31	29	29	28	19	27	26	36	16	28	31	32	27	26	30	30	25
30	31	30	31	31	32	27	33	28	30	30	28	29	30	25	29	29	31	32	27

ESP. PASTILLA	6.01	LEC. INI.	25	LEC. FIN.	13
FACTOR DE CORRECCIÓN		F.C. = 1.002			

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DE "R" (IRI)	
D > 40	D < 40
$R = 0.593 + 0.0471 \times D$	$R = 0.0485 \times D$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	6	-	4
LECTURAS CONSIDERADAS	4	-	1
FRACIONES RESULTANTES	0.667	10	0.250
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	10.92		
D	54.67		
R	3.17		

COMENTARIOS

FRECUENCIAS	LECTURAS	LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS		
0	1	
0	2	
0	3	
0	4	
0	5	
0	6	
0	7	
0	8	
0	9	
0	10	
0	11	
0	12	
0	13	
0	14	
0	15	
2	16	XX
0	17	
0	18	
1	19	X
0	20	
0	21	
0	22	
0	23	
5	24	XXXXX
6	25	XXXXXX
13	26	XXXXXXXXXXXXXXXX
25	27	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
21	28	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
31	29	XX
29	30	XX
27	31	XX
11	32	XXXXXXXXXXXX
10	33	XXXXXXXXXXXX
5	34	XXXXX
3	35	XXX
4	36	XXXX
5	37	XXXXX
0	38	
1	39	X
1	40	X
0	41	
0	42	
0	43	
0	44	
0	45	
0	46	
0	47	
0	48	
0	49	
0	50	



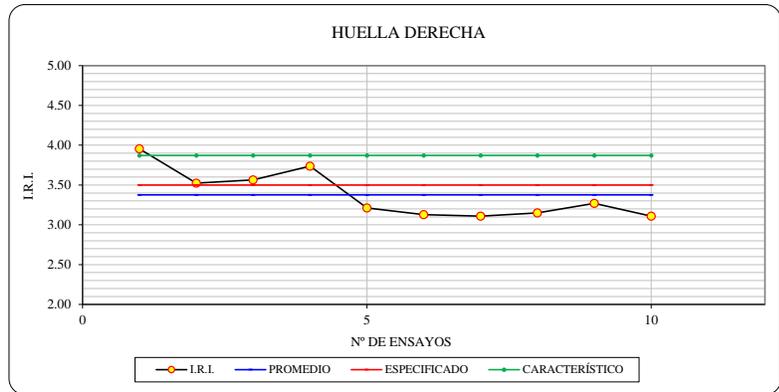
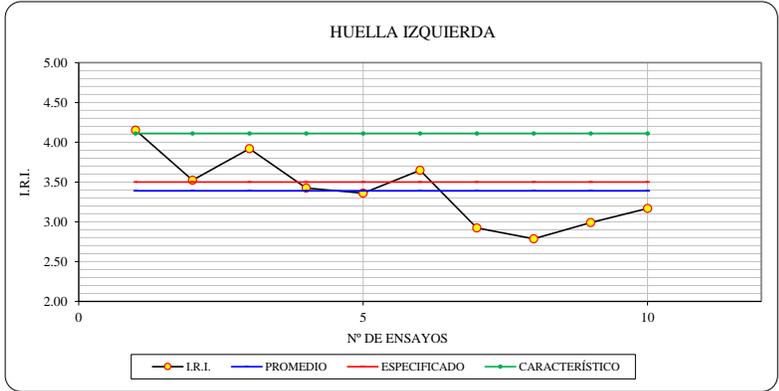
PROYECTO : CONSERVACION VIAL CORACORA
TRAMO : PUQUIO - CORACORA
FECHA : 25/11/13

RESUMEN DE RUGOSIDAD

CARRIL IZQUIERDO							CARRIL DERECHO							OBSERVACIONES
ENSAYO N°	FECHA	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	LONGITUD (m)	HUELLA (IZQ)		ENSAYO N°	FECHA	INICIAL (Km)	FINAL (Km)	LONGITUD (m)	HUELLA (DER)		
					D (mm)	R (IRI)						D (mm)	R (IRI)	
1	22/11/2013	73+525	73+950	425	75.54	4.15	1	01/11/2013	73+525	73+950	425	71.37	3.95	Slurry Seal
2	22/11/2013	73+950	74+375	425	62.21	3.52	2	01/11/2013	73+950	74+375	425	62.23	3.52	Slurry Seal
3	22/11/2013	74+375	74+800	425	70.59	3.92	3	01/11/2013	74+375	74+800	425	63.11	3.57	Slurry Seal
4	22/11/2013	74+800	75+225	425	60.10	3.42	4	01/11/2013	74+800	75+225	425	66.78	3.74	Slurry Seal
5	22/11/2013	75+225	75+650	425	58.76	3.36	5	01/11/2013	75+225	75+650	425	55.63	3.21	Slurry Seal
6	22/11/2013	75+650	76+075	425	64.87	3.65	6	01/11/2013	75+650	76+075	425	53.84	3.13	Slurry Seal
7	22/11/2013	76+075	76+500	425	49.46	2.92	7	01/11/2013	76+075	76+500	425	53.42	3.11	Slurry Seal
8	22/11/2013	76+500	76+925	425	46.58	2.79	8	21/11/2013	76+500	76+925	425	54.26	3.15	Slurry Seal
9	22/11/2013	76+925	77+350	425	50.88	2.99	9	21/11/2013	76+925	77+350	425	56.84	3.27	Slurry Seal
10	22/11/2013	77+350	77+775	425	54.67	3.17	10	21/11/2013	77+350	77+775	425	53.42	3.11	Slurry Seal

COMENTARIOS	CARRILES	CARRIL IZQUIERDO			CARRIL DERECHO		
		HUELLA IZQUIERDA			HUELLA DERECHA		
		10	10	10	10	10	10
	CANTIDAD	10	10	10	10	10	10
	SUMA	4250.00	593.66	33.89	4250.00	590.89	33.76
	PROMEDIO	425.00	59.37	3.39	425.00	59.09	3.38
	MÁXIMO	425.00	75.54	4.15	425.00	71.37	3.95
	MÍNIMO	425.00	46.58	2.79	425.00	53.42	3.11
	DESVIACION STANDARD	0.000	9.326	0.439	0.000	6.395	0.301
	COEFICIENTE VARIACIÓN	0.000	15.710	12.96	0.000	10.822	8.92
	VALOR CARACTERÍSTICO						
	ESPECIFICACION			3.50			3.50

GRÁFICO DE RUGOSIDAD



OBSERVACIONES: Ensayos realizados en campo por tesista Marcos Huiza.