
SEGUIMIENTO DE CONTROL DE CALIDAD
Obra de Duplicación de Calzada
Ruta Nacional N° 9 Norte
Juárez Celman - General Paz
Provincia de Córdoba

- INFORME TÉCNICO FINAL -

PRÁCTICA SUPERVISADA DE LA CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Autor: Gauna, Guillermo Eduardo

Tutor: Mgter Ing. Rico, Miguel Ángel

Supervisor externo: Ing. De La Rubia, Daniel

Córdoba, Marzo de 2015



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas quienes contribuyeron a dar forma a este informe.

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de estudiar una carrera profesional y alentarme a concretarla.

Quiero agradecer al Ing. Daniel de La Rubia, mi supervisor de la Práctica supervisada, quien me abrió las puertas a la empresa AFEMA S.A, y supo transmitirme conocimientos y experiencias en el desarrollo de la práctica.

A toda la Empresa AFEMA S.A. que me dio la oportunidad de realizar esta práctica supervisada; a los ingenieros Nicolás Manger y Nicolás Bretz por su paciencia y compañía en mis primeros momentos en la empresa; y en especial al personal de laboratorio, con quienes compartí la actividad diaria, me mostraron cuestiones prácticas, respondieron mis preguntas y estuvieron siempre predispuestos a ayudarme.

Al Magister Ingeniero Miguel Ángel Rico, quien aceptó gentilmente ser tutor de esta práctica, brindando sus conocimientos e interés para dar cierre este informe.

A los amigos y compañeros de la facultad con quienes compartí diferentes momentos de mi carrera, y saben que a este resultado se llega de manera grupal.

De manera especial agradezco al estado, por brindar la posibilidad de la educación pública. Es un lujo para la sociedad, y un orgullo haberme formado en sus instituciones.

Por último, la culminación de este esfuerzo se lo dedico a María, en reconocimiento por su compañerismo, tanto en los estudios como en mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	- 8 -
2	EL PROYECTO	- 10 -
2.1	INTRODUCCIÓN	- 10 -
2.2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	- 10 -
2.3	PERFIL EXISTENTE	- 11 -
2.4	DISEÑO ESTRUCTURAL PROPUESTO	- 12 -
2.5	RETORNOS.....	- 14 -
2.6	OBRAS DE CRUCE.....	- 14 -
2.7	CONDICIONANTES DEL PROYECTO.....	- 15 -
3	LA EMPRESA	- 20 -
3.1	INTRODUCCIÓN	- 20 -
3.2	ZONA DE ACOPIOS.....	- 20 -
3.3	PLANTAS DE ASFALTO.....	- 21 -
3.4	PLANTA Y GESTIÓN DEL HORMIGÓN	- 22 -
3.5	LABORATORIO CENTRAL	- 23 -
3.5.1	<i>Plan General de Autocontrol</i>	- 24 -
4	PRODUCTOS PRIMARIOS	- 28 -
4.1	INTRODUCCIÓN	- 28 -
4.2	SUELOS.....	- 28 -
4.2.1	<i>Condiciones a cumplir</i>	- 28 -
4.2.2	<i>Procedimientos y Ensayos</i>	- 28 -
4.2.3	<i>Análisis de Resultados</i>	- 30 -
4.3	AGREGADOS	- 31 -
4.3.1	<i>Arena Silíceo</i>	- 31 -
4.3.1.1	<i>Condiciones a cumplir</i>	- 31 -
4.3.1.2	<i>Procedimientos y Ensayos</i>	- 32 -
4.3.1.3	<i>Análisis de Resultados</i>	- 33 -
4.3.2	<i>Triturados</i>	- 34 -
4.3.2.1	<i>Triturado 0-6</i>	- 34 -
4.3.2.1.1	<i>Condiciones a cumplir</i>	- 34 -
4.3.2.1.2	<i>Procedimientos y Ensayos</i>	- 35 -
4.3.2.1.3	<i>Análisis de Resultados</i>	- 36 -
4.3.2.2	<i>Triturado 6-19</i>	- 36 -
4.3.2.2.1	<i>Condiciones a cumplir</i>	- 36 -
4.3.2.2.2	<i>Procedimientos y Ensayos</i>	- 37 -
4.3.2.2.3	<i>Análisis de Resultados</i>	- 40 -
4.3.2.3	<i>Triturado 6-25</i>	- 41 -
4.3.2.3.1	<i>Condiciones a cumplir</i>	- 41 -
4.3.2.3.2	<i>Procedimientos y Ensayos</i>	- 41 -
4.3.2.3.3	<i>Análisis de Resultados</i>	- 43 -
4.4	CEMENTO ASFALTICO	- 43 -
4.4.1	<i>Aspectos Generales</i>	- 43 -
4.4.2	<i>Control en la empresa</i>	- 44 -
4.4.2.1	<i>Condiciones a cumplir</i>	- 46 -

4.4.2.2	Procedimientos y Ensayos.....	- 46 -
4.4.2.3	Análisis de Resultados.....	- 48 -
4.5	CEMENTO PORTLAND	- 49 -
4.6	AGUA	- 51 -
5	ESTRUCTURAS	- 53 -
5.1	INTRODUCCIÓN	- 53 -
5.2	SUBRASANTE.....	- 53 -
5.2.1	Condiciones a cumplir.....	- 53 -
5.2.2	Procedimientos y Ensayos.....	- 53 -
5.2.3	Análisis de Resultados	- 57 -
5.3	BASE GRANULAR	- 58 -
5.3.1	Condiciones a cumplir.....	- 59 -
5.3.2	Procedimientos y Ensayos.....	- 59 -
5.3.3	Análisis de Resultados	- 65 -
5.4	BASE ASFÁLTICA	- 65 -
5.4.1	Base Asfáltica Original.....	- 66 -
5.4.1.1	Condiciones a cumplir.....	- 66 -
5.4.1.2	Procedimientos y Ensayos.....	- 67 -
5.4.1.3	Análisis de Resultados.....	- 76 -
5.4.2	Base Asfáltica Alternativa.....	- 77 -
5.5	CARPETA DE RODAMIENTO ASFÁLTICA	- 79 -
5.5.1	Condiciones a cumplir.....	- 79 -
5.5.2	Procedimientos y Ensayos.....	- 80 -
5.5.3	Análisis de Resultados	- 85 -
5.6	OBRAS DE CRUCE - ALCANTARILLAS	- 85 -
5.6.1	Condiciones a Cumplir	- 86 -
5.6.2	Procedimientos y Ensayos.....	- 86 -
5.6.3	Análisis de resultados	- 89 -
6	COMENTARIOS FINALES	- 92 -
6.1	CONCLUSIONES DE LAS TAREAS REALIZADAS.....	- 92 -
6.2	CONCLUSIONES DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA	- 93 -
7	BIBLIOGRAFÍA	- 94 -
8	ANEXO	- 96 -
8.1	CALICATAS ZONA URBANA.....	- 96 -
8.2	RESULTADOS ENSAYOS.....	- 99 -

INDICE DE FIGURAS, TABLAS E IMAGENES

Fig. 2—1 Ubicación de obra (Elaboración propia).....	- 11 -
Fig. 2—2 Zona de peaje. Antigua traza (Elaboración propia).....	- 12 -
Fig. 2—3 Perfil tipo 1 proyectado (Dirección Provincial de Vialidad D.P.V.).....	- 13 -
Fig. 2—4 Perfil tipo proyectado (D.P.V.)	- 13 -
Fig. 2—5 Retornos proyectados (Elaboración propia)	- 14 -
Fig. 3—1 Tabla de ensayos y frecuencias. Plan general de autocontrol (Afema SA)	- 25 -
Fig. 3—2 Tabla de ensayos y frecuencia. Plan general de autocontrol (Afema SA).....	- 26 -
Fig. 4—1 Clasificación HRB (Norma de Ensayos Vialidad Nacional).....	- 29 -
Fig. 4—2 Resultado ensayo equivalente de arena (AFEMA SA)	- 32 -
Fig. 4—3 Resultados ensayo de sales y sulfatos (AFEMA SA)	- 33 -
Fig. 4—4 Resultado granulometría 0-6mm (AFEMA SA).....	- 35 -
Fig. 4—5 Resultado desgaste de Ángeles (AFEMA SA).....	- 38 -
Fig. 4—6 Resultado Absorción triturado 6-19mm (AFEMA SA)	- 40 -
Fig. 4—7 Resultado Cubicidad (AFEMA SA).....	- 42 -
Fig. 4—8 Resultado Lajosidad y Elongación (AFEMA SA)	- 42 -
Fig. 4—9 Certificado de control de calidad YPF (AFEMA SA)	- 45 -
Fig. 4—10 Resultado Brookfield (AFEMA SA).....	- 48 -
Fig. 4—11 Protocolo de calidad Loma Negra	- 50 -
Fig. 4—12 Resultados estudio agua	- 51 -
Fig. 5—1 Resultados Proctor Suelo II (AFEMA SA)	- 55 -
Fig. 5—2 Resultado Proctor Suelo I (AFEMA SA).....	- 56 -
Fig. 5—3 Resultado control de densidad subrasante (AFEMA SA)	- 57 -
Fig. 5—4 Resultado Granulometría Base Granular (AFEMA SA)	- 60 -
Fig. 5—5 Registro ensayo Proctor modificado Base granular (AFEMA SA).....	- 62 -
Fig. 5—6 Ensayo Valor Soporte Probeta 3 (AFEMA SA)	- 63 -
Fig. 5—7 Resultados ensayo CBR Base granular	- 64 -
Fig. 5—8 Mezcal de áridos. Método Marshall (AFEMA SA)	- 68 -
Fig. 5—9 Dosaje base negra (AFEMA SA)	- 71 -
Fig. 5—10 Determinación del tenor optimo de asfalto (AFEMA SA)	- 72 -
Fig. 5—11 Graficas método Marshall (AFEMA SA).....	- 72 -
Fig. 5—12 Verificación Tenor óptimo asfalto (AFEMA SA).....	- 73 -
Fig. 5—13 Resultados globales de ensayo Marshall Base negra (AFEMA SA).....	- 74 -
Fig. 5—14 Ensayos Marshall Base alternativa (AFEMA SA).....	- 78 -
Fig. 5—15 Verificación Tenor óptimo de asfalto (AFEMA SA).....	- 81 -
Fig. 8—1 Informe calicatas (AFEMA SA).....	- 97 -
Fig. 8—2 Clasificación de material 0-20mm. Ensayo de plasticidad (AFEMA SA)	- 99 -
Fig. 8—3 Control de densidad. Método de la arena Base granular (AFEMA SA)	- 100 -
Fig. 8—4 Ensayo Valor Soporte Probeta 1 - 58 golpes (AFEMA SA).....	- 101 -
Fig. 8—5 Ensayo Valor Soporte Probeta 2 - 58 golpes (AFEMA SA).....	- 102 -
Fig. 8—6 Ensayo Valor Soporte Probeta 4 - 26 golpes (AFEMA SA).....	- 103 -
Fig. 8—7 Ensayo Valor Soporte Probeta 5 - 12 golpes (AFEMA SA).....	- 104 -
Fig. 8—8 Ensayo Valor Soporte Probeta 6 - 12 golpes (AFEMA SA).....	- 105 -
Fig. 8—9 Resultado Valor Soporte Base granular (AFEMA SA)	- 106 -

Fig. 8—10 Control de densidad en base granular parte 1/2 (AFEMA SA)	- 107 -
Fig. 8—11 Control de densidad en base granular parte 2/2 (AFEMA SA)	- 108 -
Fig. 8—12 Granulometría base negra (AFEMA SA)	- 109 -
Fig. 8—13 Dosaje mezcla de áridos mezcla asfáltica. Carpeta de rodamiento (AFEMA SA).....	- 109 -
Fig. 8—14 Dosaje mezcla asfáltica. Carpeta de rodamiento (AFEMA SA).....	- 109 -
Fig. 8—15 Ensayo de granulometría en calicata (AFEMA SA)	- 109 -
Fig. 8—16 Registro rotura de probetas de hormigón (AFEMA SA)	- 109 -
Fig. 8—17 Planimetría Tramo 1 de obra (D.P.V)	- 109 -
Fig. 8—18 Planimetría Tramo 2 de obra (D.P.V)	- 109 -
Fig. 8—19 Planimetría Tramo 3 de obra (D.P.V)	- 109 -

imag. 2—1 Obrador en localidad de General Paz	- 11 -
imag. 2—2 Ensanche de alcantarillas transv.....	- 15 -
imag. 3—1 Acopios triturados y camiones descargando material	- 20 -
imag. 3—2 Pala de carga frontal cargando material.....	- 21 -
imag. 3—3 Planta de asfalto en funcionamiento.....	- 22 -
imag. 3—4 Laboratorio Central AFEMA S.A.	- 23 -
imag. 3—5 Lab. central. Moldes para ensayos	- 24 -
imag. 4—1 Instrumental ensayo de plasticidad.....	- 30 -
imag. 4—2 Muestra y certificado de control de calidad de YPF	- 44 -
imag. 4—3 Instrumental para tomado de muestra	- 46 -
imag. 4—4 Tomado de muestra en camión YPF	- 47 -
imag. 4—6 Tolvas de cemento portland	- 49 -
imag. 5—1 Compactador pata de cabra	- 54 -
imag. 5—2 Instrumental para control de densidad, cono de arena.	- 57 -
imag. 5—3 Motoniveladora distribuyendo material	- 58 -
imag. 5—4 Instrumental ensayo CBR.....	- 62 -
imag. 5—5 Ensayo de estabilidad-Fluencia.....	- 69 -
imag. 5—6 Pastón seco en cinta transportadora.....	- 74 -
imag. 5—7 Terminadora trabajando sobre el tramo	- 75 -
imag. 5—8 Extracción de testigos de base asfáltica	- 76 -
imag. 5—9 Inspección visual de mezcla asfáltica.....	- 83 -
imag. 5—10 Control de características visuales de mezcla a pie de planta.....	- 84 -
imag. 5—11 Preparación de probetas de hormigón.....	- 87 -
imag. 5—12 Ensayo de resistencia a la compresión	- 87 -
imag. 5—13 hormigonado de ensanche de alcantarilla.....	- 88 -
imag. 5—14 Asentamiento del hormigón fresco	- 89 -
imag. 5—15 Ensayo asentamiento hormigón fresco	- 90 -
imag. 8—1Apertura de calicata.....	- 96 -

Tabla 4—1 Clasificación de suelos	- 30 -
Tabla 4—2 Características Triturado 6-19mm	- 40 -

Tabla 5—1 Tipos de ensayos de compactación según DNV	- 55 -
Tabla 5—2 Resultados Proctor realizados.....	- 56 -
Tabla 5—3 Comparativo curva granulométrica	- 60 -
Tabla 5—4 Triturado 0-20 Propiedades	- 61 -
Tabla 5—5 Tipos de ensayos de compactación según DNV	- 61 -
Tabla 5—6 Resultados Proctor Modificado	- 61 -
Tabla 5—7 Resultados mezcla de áridos.....	- 67 -
Tabla 5—8 Resultados método Marshall Base negra	- 70 -
Tabla 5—9 Resultado mezcla de áridos Carpeta asfáltica	- 80 -
Tabla 5—10 Resultados Método Marshall capeta de rodamiento	- 81 -
Tabla 5—11 Resumen calibración planta de asfalto	- 82 -
Tabla 5—12 Resultados ensayo de resistencia a compresión	- 88 -

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe describe el trabajo desarrollado por Gauna Guillermo Eduardo, alumno de la Carrera de Ingeniería Civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba; durante la Práctica Supervisada.

La experiencia se realizó en la Empresa Vial AFEMA SA, durante el periodo comprendido entre los meses de Septiembre y Diciembre del año 2014.

El informe, detalla el "Seguimiento de Control de Calidad en la Obra de Duplicación de Calzada en la Ruta Nacional N°9 Norte, en el tramo: Distribuidor Juárez Celman - Localidad General Paz, Provincia de Córdoba, Argentina."

El desarrollo de la presente Práctica Supervisada, procura alcanzar como objetivo general la obtención de la experiencia práctica para la inserción en el ejercicio de la profesión, entrando en contacto con profesionales afines a la ingeniería, adquiriendo mayores conocimientos respecto de los materiales utilizados en una obra vial, aplicando métodos y códigos propios de una organización laboral, y de esta manera, generar una orientación del autor, respecto a su futuro ejercicio profesional.

En el documento se presentan los diferentes ensayos de laboratorio y controles in situ que se realizan en el transcurso de la obra, en el periodo citado; analizando los resultados obtenidos y extrayendo conclusiones de los mismos.

Es importante destacar que estos controles emanan del Plan General de Autocontrol de la empresa AFEMA SA. En él, se detallan la frecuencia de los ensayos de laboratorio y controles de calidad necesarios para la óptima ejecución de todas las etapas de construcción de la obra.

Se exponen todos los ensayos necesarios para cumplimentar con los requerimientos, haciendo hincapié en aquellos realizados en el transcurso de la práctica aquí presentada.

EL PROYECTO

2 EL PROYECTO

2.1 Introducción

La obra planteada consiste en la duplicación de calzada de la Ruta Nacional n° 9 Norte, en el tramo comprendido entre el fin del distribuidor Juárez Celman y la localidad de General Paz, Provincia de Córdoba.

Este tramo presenta un TMDA de 11.600 Vehículos por día, con una composición de vehículos pesados que alcanza el 22% de dicho volumen. Siendo así el mismo, uno de los de mayor tránsito entre las distintas rutas nacionales que acceden a la ciudad de Córdoba.

Actualmente, la Ruta Nacional 9 Norte, en este sector, está formada por una única calzada bidireccional, con terceras trochas para sobrepaso en 3 (tres) tramos. Debido a estas características frente al alto flujo de vehículos que presenta el tramo, no se consigue satisfacer las necesidades, generándose así demoras en los tiempos de viaje y el consiguiente aumento en las posibilidades de accidentes de tránsito, dado por las maniobras de adelantamiento indebido.

Frente a esto surge la necesidad de llevar a cabo la obra descrita a continuación.

2.2 Descripción del proyecto

Como ya se ha planteado, esta obra comprende la ejecución de la duplicación de calzada de la Ruta Nacional 9 Norte, entre el fin del distribuidor Juárez Celman y la localidad de General Paz, en una longitud aproximada de 10km, incluyendo en su extensión, la ejecución de cuatro retornos. En la Figura 2-1, se aprecian las ubicaciones de las localidades de General Paz y de Juárez Celman, como así también el distribuidor; todas al norte de la ciudad de Córdoba, sobre la Ruta Nacional N°9 Norte.

Según el presupuesto oficial, elaborado con la tabla de valores de la dirección provincial de vialidad D.P.V. del mes de julio 2013, y de acuerdo al cómputo métrico realizado por esta misma entidad, el monto de la obra asciende a la suma de pesos \$75.422.000 (Setenta y cinco millones cuatrocientos veintidós mil pesos). Monto final que podrá verse modificado por redeterminaciones de precios y/o ampliaciones de obra correspondientemente justificadas por la empresa AFEMA SA.

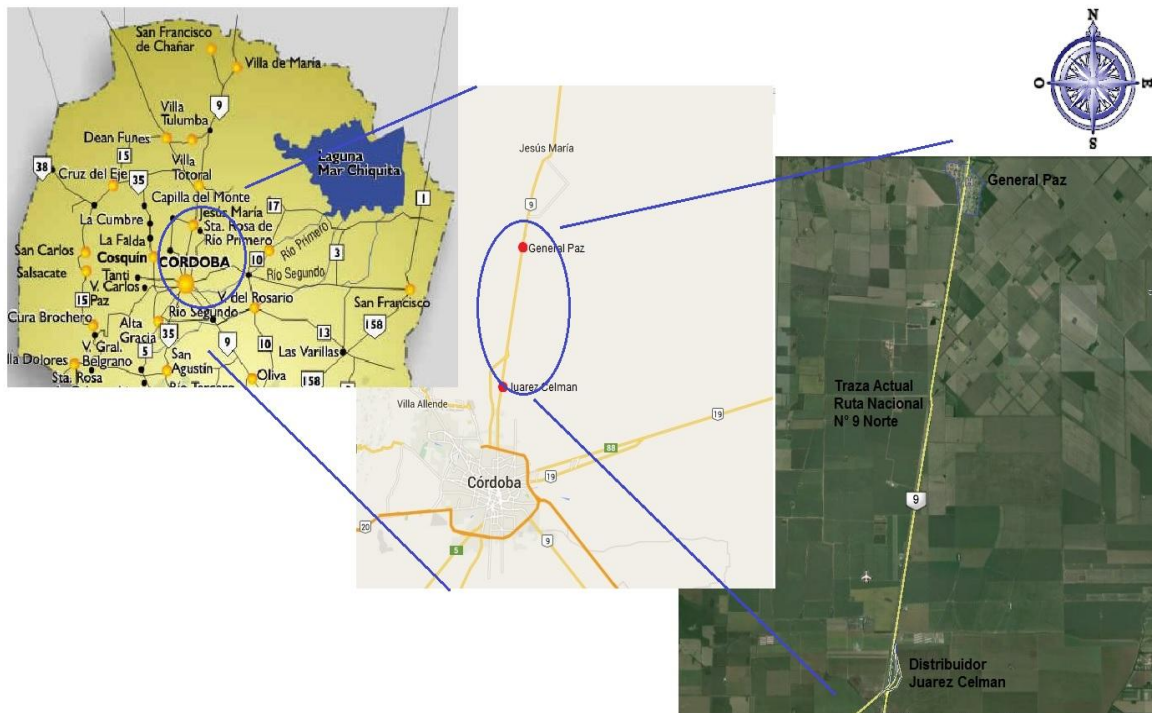


Fig. 2—1 Ubicación de obra (Elaboración propia)



Imag. 2—1 Obrador en localidad de General Paz

El obrador se colocó en la localidad de General Paz, alquilándose oficinas para los ingenieros de la empresa, como así también para los inspectores de vialidad provincial. En el mismo predio alquilado, se instaló un laboratorio móvil, como extensión del laboratorio central, para llevar a cabo tareas principalmente de campo.

A las maquinas viales, principalmente para movimiento de suelos, se les asigno un espacio en la zona de peaje, sobre la antigua traza.

2.3 Perfil Existente

El tramo sobre el que se trabajará, se definió entre las progresivas 0+000 y 10+100, siendo el fin del distribuidor Juárez Celman y el ingreso Sur a la localidad de General Paz respectivamente.

El perfil existente presenta una calzada, con dos trochas, con recientes incorporaciones de terceras trochas para sobrepaso.

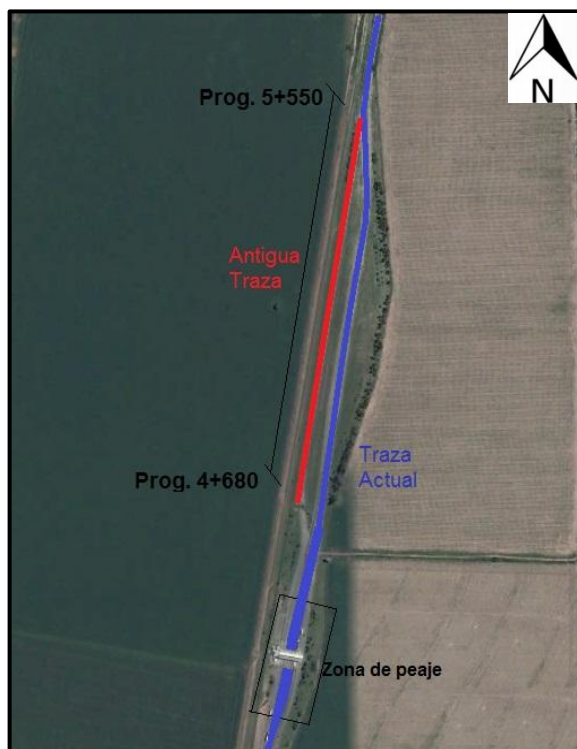


Fig. 2—2 Zona de peaje. Antigua traza (Elaboración propia)

En la progresiva 4+680 se encuentra el peaje, el cual está concesionado a la empresa Caminos de las Sierras S.A. En la zona de peaje, entre las progresivas 4+680 - 5+550 se encuentra dispuesta en forma paralela a la traza actual, la antigua traza de la ruta, la cual será aprovechada para el proyecto, previendo de ser utilizada para un perfil con calzadas separadas. Ver Figura 2-2.

2.4 Diseño Estructural Propuesto

Debido a la existencia de la antigua ruta en la zona del peaje, el diseño estructural se compone de dos perfiles tipo.

El perfil de obra propuesto entre las progresivas 0+000 - 4+500 y 5+550 - 10+100 es de dos calzadas de 7.30m de ancho, separadas por un cantero central de 3m con defensa de hormigón tipo new jersey. El paquete estructural estará compuesto por 1 (una) carpeta de rodamiento asfáltica de 5cm, 3 (tres) bases asfálticas de 6cm cada una, 1 (una) base granular de 20cm y 1 (una) subrasante de 30cm.

Aprovechando la existencia de la antigua traza de la Ruta 9 Norte entre las progresivas 4+500 - 5+550, se prevé un perfil con calzadas separadas. Al norte del peaje se deberá realizar una rehabilitación de calzada, quedando como paquete estructural sobre la estructura existente 1 (una) carpeta de rodamiento asfáltica de 5cm y 2 (dos) bases asfálticas de 6cm cada una.

Así quedan definidos dos perfiles transversales tipo.

a - Perfil transversal tipo 1 entre progresivas 0+000 - 4+500 y 5+550 - 10+100

Ancho de coronamiento:	23.10m
Ancho de calzada:	7.30m
Ancho de banquina Este:	3.00m
Ancho de banquina Oeste:	2.50m
Ancho de cantero central:	3.00m

2.5 Retornos

Se han dispuesto realizar 4 (cuatro) retornos en el desarrollo de los 10km de obra; atendiendo para esto las características apropiadas dado que estos son los puntos que generan importantes demoras dentro de una red vial.



Fig. 2—5 Retornos proyectados (Elaboración propia)

En la zona de peaje se llevarán a cabo 2 (dos) retornos. Al sur del mismo se realizará para los vehículos que circulan en sentido Sur-Norte; por lo que el retorno para los vehículos circulando en sentido contrario se ha proyectado al norte del peaje, en el tramo de calzadas separadas.

Por otra parte, los otros dos retornos se ubican, en estos casos para ambos sentidos de circulación, en las progresivas 3+000 y 7+600. Ver Figura 2-5.

De esta forma se logrará canalizar las interferencias en el tramo, mejorando los tiempos de viaje y disminuyendo las probabilidades de accidentes.

2.6 Obras de Cruce

En cuanto a lo que se refiere al drenaje, la obra se deberá completar realizando las tareas de ensanche de alcantarillas transversales y corrimiento de alcantarillas longitudinales; como así también llevar a cabo las cunetas correspondientes para encaminar las aguas hacia estas alcantarillas.

En el desarrollo de los 10km del tramo que comprende la obra, resulta interesante destacar la gran cantidad de alcantarillas transversales a la calzada actual.

En su gran mayoría, las alcantarillas actuales presentan una sección circular, material chapa galvanizada. Cada alcantarilla cuenta con un número variado de caños, yendo desde 4 hasta 40 bocas en el caso más extremo. Por lo que no resulta una tarea menor este ítem, más aun dado que la ejecución del mismo siempre va a la vanguardia de la obra lineal, afectando directamente al avance de la obra.

El proyecto de cada alcantarilla, y sus detalles constructivos fue realizado por la empresa AFEMA S.A.

Se establecieron dos modelos de alcantarillas a utilizar según sea el caso: alcantarillas modulares de hormigón pre-moldeadas en forma de U, o bien, un conjunto de tabiques y losas de hormigón armado.



Imag. 2—2 Ensanche de alcantarillas transversales, con mas de 30 bocas.

De esta manera, la demanda de hormigón por parte de la obra hacia la planta resulta importante; por lo que los controles necesarios deben ser llevados a cabo para asegurar la calidad de este material.

2.7 Condicionantes del proyecto

Como toda obra civil, más concretamente vial como el presente caso, fueron surgiendo ciertas particularidades ya sea desde el inicio mismo de la obra, como así también en el desarrollo de la misma.

En cuanto a la expropiación de terrenos, el proyecto inicial establecía que en la zona en donde se proyectaba la duplicación de calzada, en tramos rectos el ancho a expropiar sería de 15 m, y en zonas de retornos el ancho a expropiar quedaría a definir. Durante la etapa de construcción, y a pesar de estar aun en obra la calzada con sentido Sur-Norte, surgió la particularidad que los metros a expropiar iban a ser mayores a los mencionados anteriormente, llegando a 18 m. aproximadamente; esto se determinó debido a la previsión de dejar espacio suficiente para tendidos futuros de servicios, considerando también las separaciones mínimas entre calzada y los mismos.

Llevar a cabo la expropiación no es una tarea que se resuelva rápidamente, resulta ser un proceso administrativo que conlleva la participación de otras entidades y sujetos, haciéndose participe activo la D.P.V. y los dueños de cada uno de dichos terrenos. Fue debido a esto, que la empresa comenzó a realizar los trabajos sobre la calzada Norte-Sur, llevando a cabo la construcción del nuevo carril, con su banquina correspondiente, y con los trabajos sobre desagües en el margen Oeste de la ruta.

Una tarea de gran importancia para el jefe de obra, antes del inicio de toda obra, es relevar el tramo sobre el que se trabajará. El mismo debe recaudar información acerca de los posibles puntos de conflicto del tránsito, del estado de alcantarillas, de la presencia de establecimientos importantes a la vera del camino, del estado que presenta la estructura del camino a partir de una determinación visual de fisuras, de ahuellamientos, de baches y debe situarse físicamente en el camino con el proyecto que se va a realizar. Así es como surgen los primeros inconvenientes o condicionantes que habrá que retocar y plantear a la entidad correspondiente para su modificación en el proyecto, tarea que deberá seguir en todo el transcurso de la obra.

El jefe de obra, en el presente proyecto, es el Ingeniero Tanco quien en conjunto con el ingeniero Manger, llevaron a cabo gran parte del proyecto, el cual será el definitivo. En algunos casos, como en el que se presenta en este informe, el proyecto cuya licitación ganó la empresa AFEMA SA, no se encontraba en la condición de definitivo, sino que la misma empresa tuvo que brindar los planos e información técnica necesaria para llevar a cabo la obra, previa aprobación de la Dirección Provincial de Vialidad.

Uno de los retornos, definido por proyecto en la progresiva 7+600, se movió a la progresiva 8+400. Esto fue debido a la existencia de la firma BUNGE SA, un importante productor agrícola de la zona que presenta gran movimiento de vehículos pesados transportadores de granos. De esta manera el retorno se planteó en segunda instancia, al frente de sus instalaciones evitando así mayores movimientos de éstos vehículos, con los riesgos que éstos podrían ocasionar.

El retorno para los vehículos que circulan en sentido Norte-Sur en la zona de peaje, vio modificado su proyecto inicial. Se agregará un carril al lado de la calzada de la antigua traza, dado que el radio de giro del ramal de retorno resultaba menor al necesario según proyecto, esto era 18 m. tomando como vehículo de diseño el camión tipo WB-62. Por lo que la antigua traza será utilizada, como ramal de giro y como uno de los dos carriles Norte-Sur.

En cuanto a la financiación de esta obra:

Las obras viales provinciales son incluidas anualmente en el presupuesto provincial que el Poder Ejecutivo eleva a la Legislatura Unicameral, la que

finalmente aprueba por ley el presupuesto anual de ingresos y gastos de la Provincia.

El financiamiento de la obras públicas se logra gracias a los ingresos provenientes de la recaudación de impuestos provinciales (ingresos brutos, Inmobiliario, Sellos e impuestos a los automotores), coparticipación nacional de impuestos y a través de la obtención de créditos de organismos de crédito internacional (BIRF - Banco Mundial, BID Banco interamericano de desarrollo, CAF Confederación Andina de Fomento). El pago de obras con créditos de organismos internacionales, generalmente con baja tasa de interés y varios años de amortización, permite financiar obras públicas a lo largo de varios años, siendo pagada por los tributos de varias generaciones que son las beneficiarias. Cuando el acceso a créditos de organismo financieros internacionales se encuentra restringido, el financiamiento de estas obras se realiza con los ingresos anuales, castigando a los contribuyentes del corriente año fiscal, no permitiendo afectar el costo de las obras en varios ejercicios anuales.

El Poder Ejecutivo Provincial basándose en la falta de acceso a financiamiento internacional y la falta de financiamiento de obras por parte del Gobierno Nacional y reclamo de diversas deudas (ej. déficit de la Caja de Jubilaciones y Pensiones) propició a la Legislatura la creación de la *Tasa Vial*. La citada tasa se calcula como un monto fijo por cada litro de nafta, gasoil y / o m3 de GNC, encontrándose vigente desde enero de 2012 en la Provincia de Córdoba. Los montos recaudados por Tasa Vial son afectados para obras de mantenimiento y/o mejoramiento de autovías, carreteras y nudos viales en las que no se cobre peaje.

El primer año de aplicación de la Tasa generó un ingreso adicional de 1.000 millones de pesos. Se están financiando obras viales en diferentes puntos de la geografía provincial y accesos a la Ciudad de Córdoba. El responsable de administrar los fondos es la Dirección Provincial de Vialidad.

Resulta propicio apuntar que sobre la legalidad de esta tasa la Corte Suprema de Justicia aún no ha dictado sentencia sobre el tema

Esta obra en particular está siendo financiada con ingresos tributarios corrientes.

La dirección Provincial de Vialidad es la encargada de inspeccionar el control de calidad de la obra. La misma controla que los ensayos de calidad se hagan de manera correcta, como también que los resultados cumplan con lo establecido por pliego. Por intermedio de sus inspectores en el laboratorio y en la obra, se lleva a cabo este seguimiento.

Se cuenta con un pliego de especificaciones particulares como también con un pliego de especificaciones generales sobre los cuales se remiten los controles y los resultados.

La obra tiene un presupuesto asignado de \$ 75 millones. El tipo de contratación es por unidad de medida, y con una certificación mensual. La obra deberá estar concluida para el mes de Agosto 2015.

LA EMPRESA

3 LA EMPRESA

3.1 Introducción

La empresa cuenta con un importante predio al norte del anillo circunvalatorio, donde agrupa las diferentes áreas y actividades que realiza la misma.

- ✓ Administración
- ✓ Taller
- ✓ Área de gestión de Hormigón Elaborado
- ✓ Zonas de acopio
- ✓ Plantas productoras de mezcla asfáltica en caliente
- ✓ Planta productora de Hormigón de cemento portland
- ✓ Laboratorio Central

El desarrollo de la práctica supervisada consistió en transitar estas áreas, reconociendo los materiales, la manera de trabajar de los profesionales y operarios, la comunicación interna de la empresa, el recorrido de la información, las maquinarias existentes, etc; a continuación se enuncia una breve descripción y aspectos relevantes de la empresa y su funcionamiento.

3.2 Zona de acopios

La zona designada para acopios cuenta con: piedras trituradas de varios tamaños, agregado grueso y agregado fino de diferentes canteras proveedoras. En esta zona juega un papel muy importante la figura del personal a cargo de la pala de carga frontal, designado como Palero. Él es quien realiza los acopios cuando llega



Imag. 3—1 Acopios triturados y camiones descargando material

el material de las canteras, y quien, al momento de requerirlo las plantas productoras, abre los acopios para abastecer a las mismas con material de cierta humedad y homogeneidad necesarias para el caso. Es por esto el palero, participe en la calidad final de las mezclas.



Imag. 3—2 Pala de carga frontal cargando material

3.3 Plantas de asfalto

Actualmente la empresa cuenta con dos plantas de asfalto, ambas de tipo continuo, incorporando el material según la velocidad de las cintas transportadoras de material. Una de las plantas, tipo Terex, presenta un mayor grado tecnológico, contando con un sistema informático en el cual se introducen las mezclas con los porcentajes de cada material componente y solo se requiere realizar verificaciones del pastón seco y de la mezcla en caliente en laboratorio. La otra planta, que se podría clasificar como tradicional, lleva un proceso más complicado para calibrar una mezcla determinada, significando un tiempo importante para realizarlo, sumando además las verificaciones y controles luego a realizar por el equipo de laboratoristas.

Ambas plantas elaboran las mezclas en caliente, por lo que resulta necesario un proceso previo de secado y calentamiento de los áridos, que no existe en el caso de plantas de mezclas en frío. Se usa en este caso cemento asfáltico, lo que a su vez justifica el calentamiento al cual son sometidos los áridos, necesario para la mezcla, ya que se debe reducir la viscosidad del betún.

El plantista juega un rol fundamental en el proceso productivo, ya que es él, como primer observador, quien establece si la mezcla cumplirá o no con los parámetros, llevando a cabo correcciones durante la producción para encaminarla a las exigencias establecidas. Por supuesto, que el control de calidad de la empresa no recae en este puesto, sino que luego las mezclas son sometidas a diversos ensayos por parte del laboratorio, como así también previamente los materiales que la constituyen. Pero si vale recalcar esta primera observación realizada por el plantista, en prácticamente todos los casos acompañado por el laboratorista encargado de mezclas asfálticas, que detecta las primeras anomalías que en muchos casos se pueden resolver ajustando velocidades de cinta, o variando la temperatura a la que se trabaja; anticipándose así a posibles disconformidades futuras de la mezcla y evitando una posible sanción por el comitente.



Imag. 3—3 Planta de asfalto en funcionamiento

3.4 Planta y Gestión del Hormigón

La empresa ha estado dedicada, desde sus comienzos, exclusivamente al rubro asfáltico. Cediendo las actividades relacionadas al hormigón a empresas terciarizadas especialistas en este material, más no así la responsabilidad frente al comitente. Desde hace 3 años AFEMA S.A. cuenta con una planta de hormigón, pudiendo afrontar así los nuevos proyectos.

La producción del hormigón se programa a través del área de gestión del hormigón elaborado, donde se concentran los pedidos de hormigón, ya sean por parte de clientes o por requerimientos en una obra de la empresa.

Una importante tarea que se lleva a cabo en esta área es la de llevar estadísticas en cuanto a la calidad del hormigón. De esta manera los controles que

se realizan en el laboratorio central, tienen un cierre y retroalimentación, utilizando esa información para evaluar la producción y la forma de trabajar, en búsqueda de una mejora continua.

3.5 Laboratorio Central

La práctica aquí presentada se realizó en su mayor medida en el laboratorio central; pero, al trabajar con materiales, el recorrer el predio de la empresa se convirtió en una tarea diaria; estando en contacto con las personas a cargo de cada tarea, presenciando la producción de mezclas, como así también el tráfico de camiones, entrando y saliendo con diversos materiales.

El laboratorio central de la empresa, está preparado para realizar todo tipo de ensayos; llevando un control de suelos, agregados, cemento asfáltico, mezclas asfálticas y hormigón. Cuenta, para ello, con un equipo de laboratoristas a cargo del jefe de laboratorio, el Ing. De la rubia Daniel.

Es necesario destacar la íntima relación que existe entre el laboratorio y las plantas productoras de la empresa, hay una retroalimentación permanente entre estas dos, siempre en pos de mejorar calidades y cumplir los requerimientos de cada obra en la que se encuentra avocada la empresa.



Imag. 3—4 Laboratorio Central AFEMA S.A.

En este aspecto, también aparece la figura de la Dirección Provincial de Vialidad (D.P.V), ente dependiente de la Secretaría de Obras Públicas, la cual a su vez emana del Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Córdoba. De esta manera, la D.P.V. envía a agentes a la empresa para llevar supervisar el control de calidad de materiales primarios y de estructuras, quien también suele intervenir en

la producción, aconsejando ciertos ajustes, y contribuyendo en la calibración de mezclas asfálticas en las plantas de producción.

Los ensayos y controles que lleva a cabo el laboratorio, surgen del Plan General de Autocontrol de la empresa.



Imag. 3—5 Lab. Central. Moldes para ensayos

por AFEMA S.A. y la planilla tipo en que serán comunicados los resultados al Comitente.

Este Plan indica la forma en que será entregada la información al Comitente, con el criterio de asegurar que se han realizado los controles requeridos.

En las planillas que se envían al Comitente figuran solo aquellos datos relevantes o resultados obtenidos acompañados del número de registro original en el que consten los resultados del control en forma completa.

De los controles que se han de realizar surgen los resultados que al ser comparados con los parámetros que presentan los pliegos, según la obra, estarán en conformidad o no con lo requerido.

Las actividades de control a realizar aparecen divididas en dos cuerpos básicos: Productos y Procesos. La parte de Productos se ha discriminado en primarios y procesados. Por otra parte, en Procesos se establecen los controles a realizar sobre

3.5.1 Plan General de Autocontrol

La empresa AFEMA S.A. cuenta con un plan general de autocontrol, que emana del sistema de aseguramiento de calidad (S.A.C), el cual debe ser presentado a la dirección provincial de vialidad la obra, para su aprobación, previo al inicio de las actividades en el tramo de la obra.

El PLAN GENERAL DE AUTOCONTROL, presenta en forma ordenada las actividades de control realizadas sobre los diferentes elementos de AFEMA S.A. con el fin de servir de guía en la presentación de informes al Comitente.

En todos los casos se indica que control se realiza, con qué frecuencia, el requerimiento, el registro original utilizado

alguna etapa constructiva y que contemple controles sobre la ejecución y no sobre un producto.

A continuación, se puede visualizar una planilla extraída del S.A.C de AFEMA S.A, donde figuran los ensayos referidos a uno de los productos primarios: Áridos; la frecuencia con que deberá realizarse cada ensayo y los registros con que quedaran almacenados en la base de datos de la empresa.


	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (S.A.C.)			
	PLAN GENERAL DE AUTOCONTROL MAN.C.03		5 de 13	Rev. 2
		Fecha: 14/07/2014		
2.2.1.2. Áridos				
Ensayo	Frecuencia	Requerim.	Registro original	Registro para el Comitente
Granulometría	Semanal	S/ pliego	Reg.L.001.02	CO.05
Equivalente de arena	Semanal	> 75	Reg.L.001.04	CO.05
Peso específico y % de absorción	Mensual	S/ pliego	Reg.L.001.05	CO.05
Módulo de Finura	Semanal	2.70 – 3.4	Reg.L.001.20	CO.05
Desgaste	Semanal	Para Base Desgaste<35 Para asfalto desgaste<30	Reg.L.001.06	CO.05

Fig. 3—1 Tabla de ensayos y frecuencias. Plan general de autocontrol (AFEMA SA)

En cuanto a la frecuencia, vale aclarar, que también están en función de otros factores, como por ejemplo: ingreso de material de canteras, cambio en proveedores, desajustes en las mezclas, cambio en las humedades por precipitaciones. Otra particularidad es en lo referente a los ensayos sobre el asfalto proveniente de empresas petroleras; estos se realizan sobre todos los camiones, principalmente el de viscosidad. Esto para evitar posibles problemas en la etapa posterior, ya con la mezcla constituida.

	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (S.A.C.)			
	PLAN GENERAL DE AUTOCONTROL MAN.C.03		5 de 13	Rev. 2
		Fecha: 14/07/2014		
2.2.1.5. Productos asfálticos				
CEMENTO ASFÁLTICO				
Ensayo	Frecuencia	Requerim.	Registro original	Registro para el Comitente
Penetración	Cada 130 Tn	Según pliego	Reg.L.001.24	CO.09
Punto de ablandamiento	Cada 130 Tn	Según pliego	Reg.L.001.24	CO.09
Viscosidad	Cada 30 Tn	Según pliego	Reg.L.001.24	CO.09

Fig. 3—2 Tabla de ensayos y frecuencia. Plan general de autocontrol (AFEMA SA)

PRODUCTOS PRIMARIOS

4 PRODUCTOS PRIMARIOS

4.1 Introducción

El Plan General de Autocontrol plantea en primer lugar el control sobre los productos primarios, siendo éstos los insumos necesarios para llevar a cabo la estructura del camino.

Presentándose como los componentes de un todo, resulta sumamente importante llevar un control exhaustivo y adquirir un conocimiento lo más acabado posible de estos productos; de esta manera se obtiene un paquete estructural que satisface los requerimientos establecidos.

Para el caso de la presente obra, los productos primarios a analizar fueron: los suelos existentes en los 10km de obra; Agregados pétreos, en particular arena silíceo y triturados de diferentes tamaños; Cemento Asfáltico. Por otra parte, existen requerimientos respecto al Cemento Portland y el Agua utilizada para realizar hormigón y estabilizados granulares, que la empresa ya viene satisfaciendo; por lo que serán presentados en este informe.

4.2 Suelos

Existe una inmensa variedad de suelos en la superficie del planeta tierra, y en la mayoría de los casos es el elemento soporte de las obras viales. Por ello sus propiedades se tienen en cuenta como uno de los factores de diseño de pavimentos.

Es considerado como elemento soporte ya que se utilizará, en particular en esta obra, en la construcción de terraplén y compactación de la subrasante.

La Subrasante, es aquella porción de superficie que servirá de asiento o fundación para el recubrimiento enripiado, subbase, o base a construir, es decir del paquete estructural.

4.2.1 Condiciones a cumplir

El pliego de especificaciones particulares no presenta condiciones respecto a los suelos; solo aclara que el suelo deberá ser homogéneo, estar libre de suelo vegetal y sustancias perjudiciales.

4.2.2 Procedimientos y Ensayos

Como primera medida resulta necesario conocer con qué tipo de suelo se estará trabajando, y para esto se utiliza la clasificación de suelos del H.R.B (highway research board); el cual agrupa los suelos de similares capacidades portantes y condiciones de servicio, en 7 grupos básicos, desde el A-1 al A-7.

La calidad de los suelos, para ser utilizados en subrasante, va disminuyendo desde el A-1 al A-7, que es el más pobre.

Estos siete grupos básicos de suelos, se encuentran a su vez divididos en subgrupos, a partir del Índice de Grupo, logrando diferenciar algunos suelos dentro de cada grupo. Los índices de grupo, aumentan su valor con la disminución de la condición del suelo para constituir subrasante. El crecimiento del índice de grupo, en cada grupo básico de suelos, refleja los efectos combinados de los crecimientos del límite líquido e índice de plasticidad, y el decrecimiento de los materiales gruesos en detrimento de la capacidad portante de las subrasantes.

a) Clasificación de Suelos

En el periodo que comprende la práctica aquí presentada, la obra avanzó solo sobre la calzada Oeste, es decir en el sentido norte-sur. En los 10km que significan la obra, se encontraron cinco tipos de diferentes de suelos.

A continuación se muestra la planilla que presenta la Dirección Nacional de Vialidad para clasificar los suelos para subrasantes. Ver Figura 4-1.

CLASIFICACIÓN GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) hasta el 35%							SUELOS ARCILLOSO-LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (N° 200) más del 35%			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
CLASIFICACIÓN POR GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Ensayo de tamizado por vía húmeda Porcentaje que pasa por:											
Tamiz IRAM de 2 mm. N° 10	Máx 50										
Tamiz IRAM de 425 micrómetros N° 40	Máx 30	Máx 50	Mín 51								
Tamiz IRAM de 75 micrómetros N° 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Mín 36	Mín 36	Mín 36	Mín 36
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros N° 40											
Límite Líquido	-	-	-	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41	Máx 40	Mín 41
Índice de Plasticidad	Máximo 6		No plástico	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Mín 11	Máx 10	Máx 10	Mín 11	Mín 11
CONSTITUYENTES PRINCIPALES DE TIPOS MÁS COMUNES	Fragmentos de rocas, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas arcillosas limosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
COMPORTAMIENTO GENERAL COMO SUBRASANTE	Excelente a bueno						Regular a pobre				

El Índice Plástico del Sub-Grupo A - 7 - 5 es igual o menor que LL - 30, el Índice Plástico del Sub-Grupo A - 7 - 6 es mayor que LL - 30 -

Fig. 4—1 Clasificación HRB (Norma de Ensayos Vialidad Nacional)

Esta presenta dos grandes grupos, la de aquellos suelos que tienen un porcentaje pasante del tamiz IRAM 75 micrones, denominado como tamiz n°200, menor al 35%; y por el contrario aquellos con un porcentaje mayor al expresado con anterioridad. Así se encuentra los suelos granulares y los suelos arcillo-limosos respectivamente. Por lo que es necesario realizar un *ensayo de Granulometría* (VN-E7-65) para determinar esta primera clasificación.



Imag. 4—1 Instrumental ensayo de plasticidad

En segundo lugar para determinar el índice de grupo fue necesario realizar los ensayos de *Limite Líquido*, *Limite Plástico* e *Índice de Plasticidad* (VN-E2-65 y VN-E3-65).

En cuanto a las tareas en obra, con el accionar de la pala se fueron descubriendo los tramos, retirando el suelo vegetal, de un espesor aproximado de 30 cm. Así se encontraron diferentes tipos de suelos, los cuales eran muestreados y llevados al laboratorio en el obrador, donde de los clasificaba, a partir de los ensayos antes citados.

En el periodo que comprende la PS, se realizaron los ensayos sobre dos de los suelos encontrados entre las progresivas 1+500 - 1+850 y 1+850 - 2+300, identificados como suelos tipo I y II, respectivamente; ya que los demás tramos ya habían sido estudiados previos

al inicio de la práctica. En la Tabla 4-1 se muestran los resultados de los suelos estudiados.

Tabla 4—1 Clasificación de suelos

Suelos Existentes					
Id.	LL (%)	LP (%)	IP	Pasante Tamiz 200 (%)	Clasificación HRB
I	30	24	6	28	A-2-4
II	28	23	5	26	A-2-4

4.2.3 Análisis de Resultados

En cuanto a la presencia de sales y sulfatos solubles, se descartó esta posibilidad, dado que la obra se encuentra en una región de reducida probabilidad de encontrar estas sustancias perjudiciales.

De acuerdo a la clasificación HRB, los suelos encontrados tendrán un buen comportamiento al ser utilizados como estructura, con facilidad para trabajarlo, logrando una buena base de asiento para las capas superiores.

4.3 Agregados

Estos productos primarios son una parte fundamental de las mezclas que se utilizan en las obras viales. Al igual que los suelos, resultó sumamente importante ejecutar ensayos para determinar su calidad. Deficiencias en sus características, podrían influir directamente en la calidad del hormigón, mezcla asfáltica o estabilizado granular, es decir en el producto para el cual se utilizaron los agregados, resultando en comportamientos estructurales diferentes, en general deficientes, a los esperados, alejándose de las exigencias requeridas.

Como es de esperar, resultó imposible llevar un control de la totalidad de los agregados. Es por ello, que para realizar los ensayos, se realizó un muestreo de los acopios ubicados en el predio de la empresa. Resulta importante destacar que el procedimiento para extraer las muestras, debe ser tenido en cuenta para lograr muestras representativas. En los agregados se produce un fenómeno que se llama segregación, que se caracteriza por el acumulación de partículas gruesas en la base del mismo, quedando el material fino en la cima. Para extraer material para su estudio, y que éste sea representativo se procede a extraer muestras parciales a 1/3 y 2/3 de la altura del acopio y luego en dos lugares diametralmente opuestos. Dichos materiales se mezclaron hasta obtener una mezcla homogénea y se redujeron por medio de cuarteos sucesivos, hasta obtener la cantidad deseada de acuerdo al ensayo y al diámetro nominal del agregado.

Como ya fue aclarado con anterioridad, dentro de los agregados utilizados para la obra aquí descrita, podemos encontrar a la Arena Silíceas y los triturados 0-6mm, 6-19mm, y 6-25mm.

4.3.1 Arena Silíceas

El proveedor utilizado por la empresa fue Arenera Saqui, una firma con la que viene trabajando AFEMA S.A. Se enviaron fletes semanalmente a retirar material de dicha cantera, y depositarla en los acopios de la empresa. Con cada arribo de material, se realizó el control de calidad correspondiente.

4.3.1.1 Condiciones a cumplir

El agregado fino deberá estar limpio y libre de restos vegetales, arcilla y otra materia orgánica o sustancias químicamente nocivas. Cumpliendo con lo siguiente:

- | | |
|---------------------|--|
| ▪ Equivalente Arena | Mayor 55% para mezclas asfálticas
Mayor 75% para hormigón
Según ensayo VN-E10-82 |
| ▪ Sales Totales | Menor 1.5% - Según ensayo VN-E18-89 |
| ▪ Sulfatos | Menor 0.5% |

- **Granulometría** Tal que combinada con los demás elementos de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico de cada capa.

4.3.1.2 Procedimientos y Ensayos

Como ya fue expresado con anterioridad, estos ensayos son realizados con cierta periodicidad, expresando a continuación resultados de ciertos días en particular.

a) Equivalente de Arenas

El ensayo de equivalente de arena brinda una relación respecto de cuanto material fino o arcilloso existe en función del total. A continuación en la Figura 4-2, se muestra un resultado del ensayo de *Equivalente de Arenas* VN-E10-80 sobre la arena silícea durante el mes de Octubre 2014.


 AFEMA	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 04 del procedimiento 001 del área de Laboratorio				
ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA					
MUESTRA L.001.01	AF	FECHA ELABORACION	07/10/14	FECHA ENSAYO	07/10/14
MATERIAL ARENA SILICEA					
Tubo N° 1					
E.A.1=	Lectura del Nivel Superior Superior de Arena	x100 =	E.A.1=	Lectura del Nivel Superior Superior de los Finos	X 100 =
	58,0		65,0		89,2%
Tubo N° 2					
E.A.2=	Lectura del Nivel Superior Superior de Arena	x100 =	E.A.2=	Lectura del Nivel Superior Superior de los Finos	X 100 =
	55,0		63,0		87,3%
UBICACION CARRIL: NINGUNO prog: 0 VARIAS - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO CARRIL: NINGUNO prog: 0		EQUIVALENTE ARENA 88%			
PROVEEDOR: DICIESTO CONCEDEENTE: DPV/ LABORATORIO: VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO: DANIEL DE LA RUBIA	OBSERVACIONES	MUESTRA INGRESADA			

Fig. 4—2 Resultado ensayo equivalente de arena (AFEMA SA)

b) Granulometría

El ensayo de granulometría, resultó también sumamente necesario realizarlo, ya que a partir del conocimiento de la distribución granulométrica de la arena silícea, como así también de los demás elementos componentes, se pudo armar las curvas de las mezclas o estabilizados granulares requeridos.

c) Salas Totales y Sulfatos Solubles

Este ensayo se realiza para identificar la presencia de sales y sulfatos solubles perjudiciales. El porcentaje límite de las sales es en relación al total de la muestra; mientras que el valor establecido para sulfatos es sobre la fracción pasante tamiz n°200.


	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio					
	MÉTODO DE CAMPAÑA PARA LA DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES Y SULFATOS EN SUELOS, ESTABILIZADOS Y SUELOS GRANULARES					
MUESTRA L.001.01: AF	07432	FECHA ELABORACION	22/10/14	FECHA ENSAYO	23/10/14	
MATERIAL: ARENA SILICEA						
REACTIVOS a) Solución N° 1 50 cm ³ . de ácido clorhídrico concentrado diluido en 500 cm ³ . de agua destilada.	PROCEDIMIENTO REPOSO 24 HS	Se pesan 100 gr. (± 0.5gr) del suelo seco se agrega agua destilada se agita con la varilla de vidrio energéticamente todo el contenido del recipiente durante 5 minutos, se tapa y se deja en reposo hasta el día siguiente.				
b) Solución N° 2 5g. de cloruro de bario disuelto en 100 cm ³ . de agua destilada.	FLOCULA	Los suelos de zonas con afloramiento de sales aparecen floculados. Encontrándose en este caso al día siguiente, realizada la operación indicada en 18-4-d, el agua no contiene suelo en suspensión presentándose totalmente clara y limpia				
	NO FLOCULA	Si en cambio se trata de un suelo con muy bajo contenido de sales el agua al día siguiente se presentará turbia con partículas de suelo en suspensión lo que indica que no está floculado. En este último caso no se continúa el ensayo y se informa "No flocula" lo que significa que el contenido de sales solubles es inferior al 0,1 %.				
UBICACIÓN		<table border="1"> <tr> <td> Resultados NO FLOCULA Sales solubles inferior al 0,1% </td> </tr> </table>				Resultados NO FLOCULA Sales solubles inferior al 0,1%
Resultados NO FLOCULA Sales solubles inferior al 0,1%						
PROVEEDOR: SAJUI A E-NE-RA CONCEDEENTE: DPV LABORATORIO: VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO: Daniel de la Rubia	OBSERVACIONES					

Fig. 4—3 Resultados ensayo de sales y sulfatos (AFEMA SA)

Este procedimiento no se realiza de manera rutinario debido a que la arena es proveniente de yacimientos naturales ubicados en la cuenca del Río Suquía, zona no propensa a encontrar sales o sulfatos perjudiciales.

Se sabe, a partir de estos ensayos realizados en un primer momento al contratar los servicios de esta firma, que estas arenas no tienen cantidades de estas sustancias perjudiciales. El ensayo para detectar sulfatos no se realizó, dado que el porcentaje de sales se encontró por debajo del máximo permitido, por lo tanto el ensayo culminó en esa primera etapa. Las arenas que comúnmente tienen alta cantidad de sales y sulfatos se encuentran en aquellas zonas donde la evaporación es mayor que la infiltración como en las provincias del Noroeste argentino, o donde existe el aporte de aguas superficiales muy salinas, en el NE de la provincia de Córdoba.

4.3.1.3 *Análisis de Resultados*

En general los resultados obtenidos para el ensayo de equivalente de arenas, fueron satisfactorios. En una ocasión en particular, en el desarrollo del tiempo de la

PS, los resultados estuvieron por debajo de 75%, valor exigido para el hormigón, pero no por debajo del 55% requerido para mezclas asfálticas. El hormigón es más riguroso en cuanto a esto, debido a que la presencia de suciedad en la arena genera problemas durante el fragüe. Al encontrar esta situación, se le exigió al proveedor que retorne a la calidad habitual.

En cuanto a la presencia de sales y sulfatos, al ser arenas extraídas en zonas cercanas al centro de la provincia, no presentó problemas de este tipo.

Conociendo la granulometría de la arena silícea, se pudo continuar analizando el resto de los materiales primarios, para luego dosificar las mezclas.

4.3.2 Triturados

El agregado triturado se obtiene de cantera, en la cual mediante voladuras y sistemas mecanizados de rotura, se reducen los grandes bloques en agregados de distintos tamaños, que luego son clasificados mediante cribas y dan las distintas secciones. El proveedor habitual de AFEMA S.A. es Cantera Diquecito, ubicada en Ruta E 55, Km 4, Ciudad de La Calera, Córdoba. Cabe aclarar que este material es utilizado, en la producción de hormigón, concreto asfáltico y bases granulares.

Los ensayos de calidad ejecutados para este material fueron Granulometría VN-E7-65, Desgaste de Ángeles, Cubicidad VN-E16-67 y Lajosidad. En función de los usos que se le dio a esta material, cambiaron los parámetros.

4.3.2.1 Triturado 0-6

Este material fue principalmente utilizado para generar la mezcla de áridos que conformó el dosaje de las mezclas asfálticas, base negra asfáltica y carpeta de rodamiento asfáltica.

Este triturado es usualmente denominado como Arena de Trituración, esto surge de los pequeños diámetros de sus partículas, similares a una arena de origen natural.

4.3.2.1.1 Condiciones a cumplir

Como primera condición, el entorno granulométrico deberá estar entre los diámetros de 0mm a 6mm, y además cumplir con lo siguiente:

- | | |
|-------------------------|---|
| ▪ Procedencia | Rocas sanas |
| ▪ Granulometría | Tal que combinada con los demás elementos de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico de cada capa. |
| ▪ Índice de plasticidad | Menor 10 - Según ensayo VN-E3-65 s/pasante Tamiz n°200 por vía húmeda |

4.3.2.1.2 Procedimientos y Ensayos

Siendo un proveedor habitual, AFEMA SA ya se encontraba al tanto de la procedencia de rocas sanas del material de trituración.

a) Granulometría

Se realizó este ensayo en búsqueda de una granulometría fina, de tamaño uniforme, con tamaño máximo nominal de 6 mm; siendo el tamaño máximo nominal es el tamaño del tamiz de mayor abertura en el cual queda retenida una fracción pequeña, el 5 % en peso del material usualmente. La granulometría debió ser tal que junto con los otros componentes inertes de la mezcla asfáltica haga cumplir el entorno granulométrico establecido para cada tipo de capa.

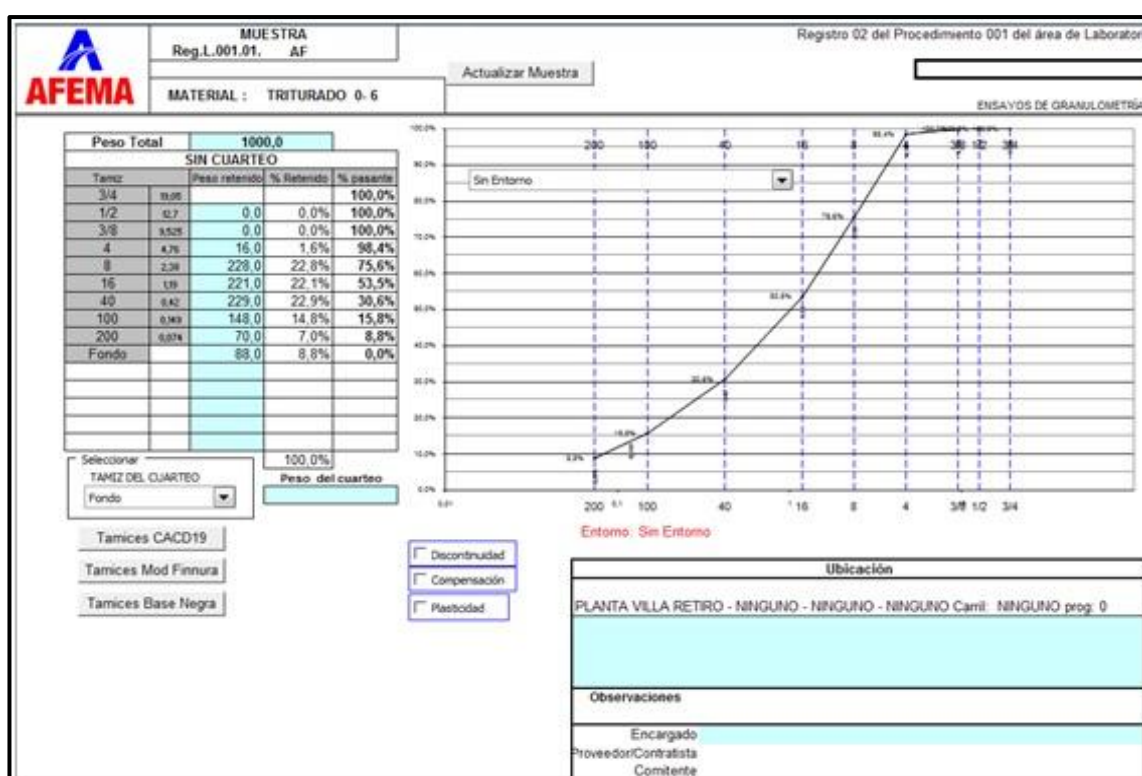


Fig. 4—4 Resultado granulometría 0-6mm (AFEMA SA)

En la Figura 4-4 se muestra el resultado de una granulometría realizada durante la práctica supervisada. Vale aclarar que esta tarea se realizaba con cierta asiduidad, controlando así el material llegado de cantera, como también asegurándose la correcta curva granulométrica en las mezclas asfálticas.

b) Índice de Plasticidad

Este ensayo por vía húmeda se realizó sobre la fracción que pasa el tamiz N° 200, abertura 75 micrones. En primer lugar, fue necesario calcular los Límites de Attenberg: límite líquido y límite plástico, para con éstos calcular el índice de plasticidad. Como complemento de este ensayo verificó que la fracción pasante tamiz n°4, no supere el 40%.

Referidos a la norma de vialidad nacional, fueron necesarios realizar los ensayos VN-E2-65 y VN-E3-65.

Estos ensayos arrojaron valores de límite líquido de 21.2% y límite plástico de 17.8%, lo resultó un índice plástico de 3,4.

c) Sales Totales y Sulfatos Solubles

Este ensayo se realizó por única vez, para demostrar que los triturados de la cantera de Diquecito no tienen problemas con las sales y sulfatos. El procedimiento del ensayo esta expresado en la Norma de Ensayos de Vialidad Nacional, VN-E18-89.

4.3.2.1.2 *Análisis de Resultados*

Realizando un análisis de la granulometría, se observó que el triturado 0-6 mm contaba con una curva granulométrica continua, sin quiebres ni cambios bruscos en su desarrollo, correspondiéndose con los diámetros adecuados.

El valor del índice plástico de 3,4, se encontró por debajo del valor límite establecido por el pliego de especificaciones, así el material resultó apto para ser utilizado en bases y/o carpetas asfálticas.

4.3.2.2 *Triturado 6-19*

Este material fue utilizado, junto con las demás fracciones de agregados, para la ejecución de bases, mezclas asfálticas y hormigones.

4.3.2.2.1 *Condiciones a cumplir*

- Procedencia Rocas sanas
- Desgaste Igual o menor 30% según IRAM 1532
- Cubicidad Mayor de 0.50
 Según ensayo VN-E16-67
- Absorción, Durabilidad y Lajosidad adecuados para verificar la calidad de la piedra triturada

- Granulometría Tal que combinada con los demás elementos de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico de cada capa.

4.3.2.2 Procedimientos y Ensayos

Los ensayos que se presentan a continuación no fueron realizados con la misma periodicidad, varios de los mismos fueron llevados a cabo solo en caso de cambiar de proveedor, ya que una vez verificados los valores de los mismos queda garantizada la calidad de la piedra triturada. Esto último no significó una falta de control visual por parte de plantistas, paleros y personal de laboratorio, que con su experiencia previa, podían instar a realizar estos ensayos frente a incertidumbres en cuanto a la calidad del triturado.

a) Granulometría

Se realizó este ensayo (ensayo de granulometría VN-E7-65), en búsqueda de una granulometría continua con tamaño máximo nominal de 19 mm. En algunas ocasiones, se encontró una granulometría gruesa, con mucha presencia de diámetros cercanos a 19mm, en estos casos, se procedió a ajustar la curva granulométrica, mezclando este árido, con triturado 6-12mm, bajando la curva.

b) Desgaste de Ángeles

Es un ensayo de abrasión de los agregados gruesos, usando la máquina de “Los Ángeles”. Trata de medir la capacidad a resistir trituración y esfuerzos adicionales, en función del porcentaje de pérdida de peso.

La empresa no cuenta con la maquina requerida por la norma IRAM 1532 para realizar este ensayo. De todas maneras, este no es un ensayo que se realice con demasiada regularidad; sino, más bien, al cambiar de proveedor de triturados, o al notar cierta variedad en las características de los triturados, diferentes a los habituales; lo cual no está del todo de acuerdo al Plan de Autocontrol de la Empresa. En el caso que requiera realizar el ensayo, AFEMA S.A. encarga a otra empresa que cuente con estas instalaciones que las realice por ella; al Laboratorio vial de la FCEFyN, de la UNC; o directamente a la Dirección Provincial de Vialidad; esto en función del tiempo y del costo.

El pliego de especificaciones técnicas particulares, aclara que este ensayo debe ser realizado sobre pastón seco a la salida del horno de secado.

En la Figura 4-5 se presenta un informe de la empresa, que surgió de este ensayo llevado a cabo por el laboratorio vial de la Facultad de Ciencias exactas, físicas y naturales, de la universidad Nacional de Córdoba.

AFEMA S.A. OBRAS VIALES		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 08 del procedimiento 001 del área de Laboratorio																																																									
		<input type="button" value="Actualizar Muestra"/>		DESGASTE LOS ANGELES																																																							
MUESTRA L.001.01.	AF	FECHA ELABORACION	17/05/13	FECHA ENSAYO	18/05/13																																																						
MATERIAL		TRITURADO 6-19																																																									
GRADUACION: B																																																											
CANTIDAD DE MATERIAL TOMADO :		5000																																																									
RETENIDO EN TAMIZ Nº 12 :		3325																																																									
DIFERENCIA :		1675																																																									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ESFERAS</th> <th>12</th> <th style="background-color: yellow;">11</th> <th>8</th> <th>6</th> </tr> <tr> <th>PASA</th> <th>RETENE</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 1/2"</td> <td>1"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1"</td> <td>3/4"</td> <td>1250</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4"</td> <td>1/2"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2"</td> <td>3/8"</td> <td>1250</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>Nº 3</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 3</td> <td>Nº 4</td> <td></td> <td></td> <td>2500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>Nº 8</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table>				ESFERAS		12	11	8	6	PASA	RETENE	A	B	C	D	1 1/2"	1"	1250				1"	3/4"	1250				3/4"	1/2"	1250	2500			1/2"	3/8"	1250	2500			3/8"	Nº 3			2500		Nº 3	Nº 4			2500		Nº 4	Nº 8				5000
ESFERAS		12	11	8	6																																																						
PASA	RETENE	A	B	C	D																																																						
1 1/2"	1"	1250																																																									
1"	3/4"	1250																																																									
3/4"	1/2"	1250	2500																																																								
1/2"	3/8"	1250	2500																																																								
3/8"	Nº 3			2500																																																							
Nº 3	Nº 4			2500																																																							
Nº 4	Nº 8				5000																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">UBICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0</td> </tr> </tbody> </table>		UBICACION		Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		<input type="button" value="Calcular"/>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; width: 50%;">Desgaste</td> <td style="text-align: center; width: 50%;">33,5%</td> </tr> </table>		Desgaste	33,5%																																														
UBICACION																																																											
Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0																																																											
PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0																																																											
Desgaste	33,5%																																																										
PROVEEDOR	CANTERA DIQUESITO	OBSERVACIONES	MUESTRA DE ACOPIO - -																																																								
CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIAL																																																										
LABORATORIO	VILLA RETIRO																																																										
ENCARGADO ENSAYO	DANEL DE LA RUBIA																																																										

Fig. 4—5 Resultado desgaste de Ángeles (AFEMA SA)

c) Cubicidad

El objeto de este ensayo fue relacionar la dimensión mínima, con la medida de las partículas del agregado pétreo, en este caso del triturado 6-19mm; mediante el zarandeo a través de cribas reductoras; y así se determinó las características de forma de las partículas que constituyen el agregado.

El factor de Cubicidad va del valor de 1 a 0, siendo partículas de Cubicidad óptima y mínima respectivamente. Las gravas de origen aluvional resultan en formas más trabajables, mientras que la roca triturada al presentar partículas más lajosas y achatadas, son menos trabajables.

El resultado de este ensayo fue de 0.65, siendo un valor aceptable.

d) Elongación

La forma de un árido da una idea de la aptitud de su esqueleto mineral y, por lo tanto, de su resistencia mecánica. Los agregados más deseados son generalmente aquellos que tienen una alta proporción de partículas de iguales dimensiones. Las formas planas y alargadas son susceptibles a quebrarse bajo condiciones de carga, lo que modifica las granulometrías y las propiedades iniciales de las mezclas y se degradan mucho más fácilmente en el proceso de compactación.

El objeto de este ensayo (VN-E38-86) fue determinar precisamente qué porcentaje de elongación existían y, de esta manera, obtener un dato con el que se pudiera calificar al material.

Se consideró como Índice de elongación de una fracción de áridos, el porcentaje en peso de las partículas que la forman, en cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la reacción. Los resultados se pueden encontrar en la Tabla 4-2.

e) Peso específico de agregados pétreos grueso y Absorción

Este ensayo (VN-E13-67) detalla el procedimiento a seguir para determinar el peso específico aparente y la absorción de agregados pétreos gruesos. Siendo:

Peso específico aparente: Relación entre el peso de un volumen del material seco a una temperatura dada y el peso de igual volumen de agua destilada a esa temperatura. El volumen incluye los poros impermeables del material.

Peso específico del agregado seco: Es la relación entre el peso de un volumen del material seco a una temperatura dada y el peso de igual volumen de agua destilada estando el material en condición de saturado a superficie seca. El volumen incluye los vacíos permeables e impermeables del material.

Peso específico del agregado saturado: Es la relación entre el peso saturado a superficie seca de un volumen del material a una temperatura dada y el peso de igual volumen de agua destilada. El volumen incluye los vacíos permeables o impermeables del material.

Absorción: Es el volumen de los vacíos permeables del material expresada en por cientos del peso en el aire del mismo secado en estufa a 105°-110°C hasta constancia de peso.

Este ensayo, al igual que los de Cubicidad, Lajosidad, Elongación y Desgaste de Ángeles; no fueron ensayos rutinarios, sino más bien que fueron utilizados para determinar la calidad del material triturado ofrecido por cierto proveedor. Si la calidad que presentó resultó apta, se comienza una relación comercial con dicho proveedor, y estos ensayos dejan de participar prácticamente.

AFEMA S.A OBRAS VIALES		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 06 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.06.AF.00003					
		DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION					
MUESTRA L.001.01.	AF 00277	FECHA ELABORACION	4-mar-2014	FECHA ENSAYO	4-mar-2014		
MATERIAL TRITURADO 6-19							
ÁRIDO GRUESO	Peso Seco (a estufa 110°C)	Peso Saturado sup. Seca	Peso sumergido	Densidad relativa aparente δ_{ra}	Densidad relativa aparente saturada sup seca δ_{rass}	Densidad relativa real δ_{rr}	Absorción Abs (%)
Retenido Tamiz N°4	A	B	C	A/(B-C)	B/(B-C)	A/(A-C)	(B-A)/A x 100
	4091,0	4123,7	2626,0	2,73	2,75	2,79	0,8%
ÁRIDO FINO	Peso de la muestra Sat. Sup. Seca	Peso matraz con agua aforado	Peso del matraz + árido + agua aforado	Peso de la muestra seca a estufa 110 °C	Densidad relativa δ_{rr}	Absorción Abs (%)	
Pasante Tamiz #4					-	-	
UBICACION Extraído de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0 PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0							
PROVEEDOR	CANTERA DIOECITO	CONCEDENTE	DIRECCION PROVINCIAL DE VIAL	LABORATORIO	VILLA RETIRO	ENCARGADO ENSAYO	DANIEL DE LA RUBIA
		OBSERVACIONES	MUESTRA DE ACOPIO - -				

Fig. 4—6 Resultado Absorción triturado 6-19mm (AFEMA SA)

Tabla 4—2 Características Triturado 6-19mm

Características Triturado 6-19mm			
Desgaste (%)	Elongación (%)	Cubicidad	Absorción (%)
33,5	31,9	0,65	0,8

4.3.2.2.2 Análisis de Resultados

El triturado 6-19 mm mostró una curva granulométrica continua. Sin quiebres, ni cambios bruscos en su desarrollo. Como ya se anticipó, se tuvo que intervenir en algunas ocasiones en las que resulto una granulometría más gruesa que la habitual, mezclándola con triturado 6-12; dando aviso al proveedor para que revise esta situación.

Presentó características acordes, según los requerimientos, de desgaste y de cubicidad, siendo un triturado con buenas condiciones, al no presentar partículas lajosas, ni con dimensiones preponderantes; esto significó un apropiado comportamiento frente a cargas.

4.3.2.3 Triturado 6-25

Este material fue utilizado, junto con algunos de los agregados ya nombrados para la ejecución de hormigones y bases negras asfálticas.

4.3.2.3.1 Condiciones a cumplir

Las condiciones son las mismas que para el triturado 6-19mm

- Procedencia Rocas sanas
- Desgaste Igual o menor 30% según IRAM 1532
- Cubicidad Mayor de 0.50
Según ensayo VN-E16-67
- Absorción, Durabilidad y Lajosidad adecuados para verificar la calidad de la piedra triturada
- Granulometría Tal que combinada con los demás elementos de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico de cada capa.

4.3.2.3.2 Procedimientos y Ensayos

Al igual que lo explicado en el ítem anterior, los ensayos que se realizaron de Cubicidad, Elongación, y absorción; no fueron realizados de manera rutinaria, sino que se llevaron a cabo para determinar la calidad del material triturado que ofreció el proveedor.

a) Granulometría

Se realizó este ensayo, en búsqueda de una granulometría continua con tamaño máximo nominal de 25 mm. La granulometría, debió ser tal que junto con los otros componentes inertes de la mezcla haga cumplir el entorno granulométrico establecido para cada ítem.

b) Desgaste de Ángeles

Este ensayo ya fue explicado en el apartado 4.3.2.2 Triturado 6-19mm. El resultado del mismo realizado sobre el triturado 6-25mm, fue de 20.6% de desgaste.

c) Cubicidad

En la Figura 4-7, se puede visualizar el resultado del ensayo de Cubicidad (VN-E16-67). Este ensayo arrojó un valor muy positivo, de 0.95. Esto significó, un aporte a la trabajabilidad de las mezclas

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 26 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.26.AF.			
MUESTRA L.001.01.		AF	FECHA ELABORACION	19/09/14	FECHA ENSAYO
MATERIAL		TRITURADO 6-25			
Mecanismo		GRADUACION: C	Planilla de Cálculo		
Pasa	Retenido	Cantidad (g)	PORCENTAJE EN PESO RETENIDO		
3/4	5/8	2000	CRIBA RED I		
5/8	1/2	2000	GRAMOS	%	GRAMOS
1/2	3/8	2000	1842	92,1%	137
CANTIDAD DE MATERIAL		6000	1808	90,4%	174
			1781	89,1%	192
			Σ I *****	1/2 Σ II	12,6%

UBICACIÓN		Factor de cubicidad	
Extensión de: PLANTA VILLA RETIRO - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0		0,95	
AV. P. LUCHESSE COLECTORA IZQUIERDA - CALZADA UNICA - CALZADA - CARPETA Carril: NINGUNO prog: 0			

PROVEEDOR	CONCEDENTE	LABORATORIO	ENCARGADO ENSAYO	OBSERVACIONES
AFEMA S.A	DIRECCION PROVINCIAL DE VIVIENDA Y OBRAS PUBLICAS	VILLA RETIRO		

Fig. 4—7 Resultado Cubicidad (AFEMA SA)

d) Elongación

A continuación se presenta el informe arrojado a partir del ensayo de Elongación (VN-E38-86). Si bien, la norma explicita el procedimiento para realizar el ensayo de Lajosidad, en conjunto con el ensayo de elongación, habiéndose llevado a cabo el ensayo de cubicidad, se consideró satisfactorio para cumplimentar con los requerimientos geométricos de los triturados.

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 23 del procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.L.001.20.AF.00931																																																									
AFEMA S.A		AF	FECHA ELABORACION	16/03/14	FECHA ENSAYO																																																						
MATERIAL		TRITURADO 6-25																																																									
INDICE DE ELONGACION		INDICE DE ELONGACION																																																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase de Granulometría</th> <th>Porcentaje retenido R_i (>= 5%) (2)</th> <th>Peso de muestra (p >= 100)</th> <th>Partículas que no pasan por el tamiz (g)</th> <th>Porcentaje (p/100)</th> <th>IE x R_i (1)(2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>2 1/2" - 2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2" - 1 1/2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1 1/2" - 1"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1" - 3/4"</td> <td>16,8</td> <td>2709</td> <td>434</td> <td>16,0%</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>3/4" - 1/2"</td> <td>46,1</td> <td>1207</td> <td>337</td> <td>27,5%</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>1/2" - 3/8"</td> <td>13,7</td> <td>408</td> <td>192</td> <td>47,1%</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>3/8" - 1/4"</td> <td>15,7</td> <td>189</td> <td>130</td> <td>68,8%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Σ R_i</td> <td>84,3</td> <td></td> <td></td> <td>33,4</td> </tr> </tbody> </table>				Clase de Granulometría	Porcentaje retenido R _i (>= 5%) (2)	Peso de muestra (p >= 100)	Partículas que no pasan por el tamiz (g)	Porcentaje (p/100)	IE x R _i (1)(2)	A	2 1/2" - 2"					B	2" - 1 1/2"					C	1 1/2" - 1"					D	1" - 3/4"	16,8	2709	434	16,0%	E	3/4" - 1/2"	46,1	1207	337	27,5%	F	1/2" - 3/8"	13,7	408	192	47,1%	G	3/8" - 1/4"	15,7	189	130	68,8%	Σ R _i		84,3			33,4
Clase de Granulometría	Porcentaje retenido R _i (>= 5%) (2)	Peso de muestra (p >= 100)	Partículas que no pasan por el tamiz (g)	Porcentaje (p/100)	IE x R _i (1)(2)																																																						
A	2 1/2" - 2"																																																										
B	2" - 1 1/2"																																																										
C	1 1/2" - 1"																																																										
D	1" - 3/4"	16,8	2709	434	16,0%																																																						
E	3/4" - 1/2"	46,1	1207	337	27,5%																																																						
F	1/2" - 3/8"	13,7	408	192	47,1%																																																						
G	3/8" - 1/4"	15,7	189	130	68,8%																																																						
Σ R _i		84,3			33,4																																																						
UBICACIÓN		<p>Extensión de: CARPETA 1 - NINGUNO - NINGUNO - NINGUNO Carril: NINGUNO prog: 0</p> <p>AV. P. LUCHESSE COLECTORA IZQUIERDA - CALZADA UNICA - CALZADA - CARPETA Carril: NINGUNO prog: 0</p>																																																									
		<p>Indice de Elongacion = $\frac{\sum IE_i \times R_i}{\sum R_i}$ = 35,4%</p>																																																									
PROVEEDOR	CONCEDENTE	LABORATORIO	ENCARGADO ENSAYO	OBSERVACIONES																																																							
CANTERA EL GRAY DRIB	DIRECCION PROVINCIAL DE VIVIENDA Y OBRAS PUBLICAS	VILLA RETIRO		MATERIAL PARA INCORPORAR EN BASE GRANULAR - -																																																							

Fig. 4—8 Resultado Elongación (AFEMA SA)

4.3.2.3.3 Análisis de Resultados

En cuanto a la granulometría, el material adquirido cumplió con su denominación, ya que los tamaños de partículas se encontraron entre 6 mm y 25 mm, abarcando todos los tamaños entre medio.

Para el ensayo Desgaste Los Ángeles, en el cual se mide la resistencia mecánica, se obtuvo un valor muy aceptable de 20.6 %, siendo el valor máximo establecido por pliego de 35%.

Respecto a los ensayos de forma, el pliego exige una Cubicidad mayor a 0.5, por lo cual el material en estudio cumplió con esto, ya que su valor fue de 0.95; en cuanto a las exigencias para el ensayo de Elongación, si bien el pliego no especifica valores exige la realización de dicho ensayo ya sea por el contratista o por la cantera mediante el protocolo de la misma.

4.4 Cemento Asfáltico

4.4.1 Aspectos Generales

Al igual que los demás productos hasta aquí nombrados, el Asfalto resulta un componente primordial para realizar las mezclas. Es el componente que aglutina y conforma la mezcla asfáltica en particular.

El asfalto es un material ligante de color marrón oscuro a negro, que se presenta en proporciones variables en la mayoría de los petróleos crudos.

El petróleo crudo, extraído de los pozos, es separado en sus constituyentes o fracciones en una refinería. Principalmente esta separación es llevada a cabo por destilación. Después de la separación, los constituyentes son refinados más cuidadosamente o procesados en productos que cumplan requerimientos específicos. De esta manera es como el asfalto, parafina, nafta, aceites lubricantes y otros productos útiles de alta calidad se obtienen en una refinería de petróleo, dependiendo de la naturaleza del crudo que está siendo procesado.

Debido a que el asfalto es la base o el constituyente pesado del petróleo crudo, no se evapora o hierve cuando es destilado. En consecuencia, el asfalto es obtenido como residuo o producto residual, y es valioso para una gran variedad de usos arquitectónicos o ingenieriles.

El asfalto para pavimentación a temperatura atmosférica normal es un material negro, pegajoso, semi-sólido y altamente viscoso. Está compuesto primordialmente de moléculas complejas de hidrocarburos, pero también contiene otros átomos, como ser oxígeno, nitrógeno y sulfuro. Debido a que el asfalto de pavimentación es pegajoso, se adhiere a las partículas del agregado y puede ser usado para

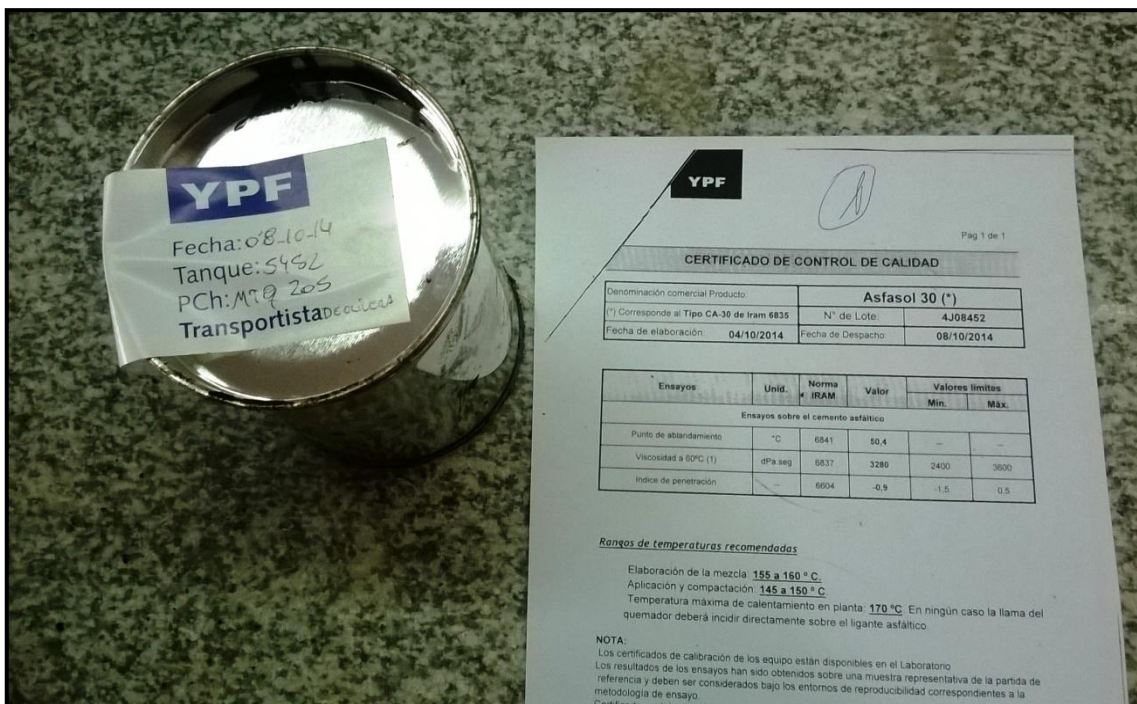
cementarlas o ligarlas dentro del concreto asfáltico. El asfalto para pavimentación es impermeable y no lo afecta la mayoría de los ácidos, álcalis y sales. Es llamado un material termoplástico porque se ablanda cuando es calentado y se endurece cuando se enfría. Esta combinación única de características y propiedades es una razón fundamental para que el asfalto sea un material de pavimentación importante.

Los cementos asfáltico que son utilizados para realizar la mezcla asfáltica son de procedencia principalmente de YPF. El cemento a utilizar es de tipo CA-30. Esta denominación viene establecida según la clasificación de los asfaltos en función de la viscosidad, que equivale a un asfalto 50-60 clasificado por penetración.

4.4.2 Control en la empresa


En la generalidad de los casos, los asfaltos adquiridos por la empresa fueron clasificados por viscosidad y no por penetración. El asfalto fue sometido a un único ensayo que consiste en medir su viscosidad a diferentes temperaturas y con esto, verificar su comportamiento para saber si cumple con las características del producto adquirido.

La existencia de diferentes asfaltos convencionales dados en la norma IRAM 6845 tiene que ver con las distintas temperaturas de servicio a la que va a estar sometido el asfalto durante su vida útil, es decir, en climas fríos conviene pavimentos más blandos y en climas cálidos conviene asfaltos más duros. Según la zona del país en las que se usan los cementos, poniendo atención a las temperaturas; los asfaltos CA-30 han tenido un buen comportamiento.



Imag. 4—2 Muestra y certificado de control de calidad de YPF

Al llegar los camiones de la empresa YPF, éstos brindaban una muestra para realizar control de calidad, el cual venía también acompañado con un protocolo de calidad, el cual certificaba la calidad y establecía una serie de recomendaciones de temperaturas para la elaboración y compactación.



YPF S.A.
YPF Terminal La Plata

Pag 1 de 1

CERTIFICADO DE CONTROL DE CALIDAD

Denominación comercial Producto:		Asfasol 30 (*)			
(*) Corresponde al Tipo CA-30 de Iram 6835		Nº de Lote:	3F2X445		
Fecha de elaboración:	30/09/2014	Fecha de Despacho:	02/10/2014		

Ensayos	Unid.	Norma IRAM	Valor	Valores limites	
				Min.	Máx.
Ensayos sobre el cemento asfáltico					
Punto de ablandamiento	°C	6841	49,0	--	--
Viscosidad a 60°C (1)	dPa.seg	6837	2960	2400	3600
Indice de penetración	--	6804	-1,2	-1,5	0,5

Rangos de temperaturas recomendadas

Elaboración de la mezcla: **155 a 160 ° C.**
 Aplicación y compactación: **145 a 150 ° C.**
 Temperatura máxima de calentamiento en planta: **170 °C.** En ningún caso la llama del quemador deberá incidir directamente sobre el ligante asfáltico.

NOTA:
 Los certificados de calibración de los equipo están disponibles en el Laboratorio
 Los resultados de los ensayos han sido obtenidos sobre una muestra representativa de la partida de referencia y deben ser considerados bajo los entornos de reproducibilidad correspondientes a la metodología de ensayo.
 Certificado emitido electrónicamente y respaldado por Control de Calidad de asfaltos
 La contramuestra se archivará en este Laboratorio durante 15 días corridos

Fig. 4—9 Certificado de control de calidad YPF (AFEMA SA)

En la Figura 4-9, se muestra un protocolo de calidad de Asfalto Asfasol 30 del proveedor YPF.

4.4.2.1 Condiciones a cumplir

El pliego de especificaciones particulares, establece que el cemento asfáltico deberá cumplir con una viscosidad entre los valores de 2400 y 3600 dPa/seg a una temperatura de 60°C, de acuerdo a la norma IRAM 6836-37

Por otra parte, el asfalto deberá ser homogéneo, libre de agua y no presentar espuma cuando se lo caliente a 175°C.

4.4.2.2 Procedimientos y Ensayos

La empresa adquirió como forma de trabajo, realizar el ensayo de viscosidad rotacional con la máquina de Brookfield a cada camión que ingresó al predio con cemento asfáltico. Para realizar el ensayo, no se utilizó la muestra que envió el proveedor, sino que, personal del laboratorio tomó una muestra del camión, una vez que éste había calentado el material bituminoso. Como se puede observar en las Imágenes 4-3 y 4-4.



Imag. 4—3 Instrumental para tomado de muestra



Imag. 4—4 Tomado de muestra en camión YPF

a) Ensayo de Viscosidad Rotacional

La norma IRAM (6837) describe el procedimiento para la medición de la viscosidad aparente del asfalto en un ámbito de temperatura entre los 38°C y 200°C, empleando un viscosímetro rotacional con cámara termostatazada, de tipo Brookfield Thermosel. Este procedimiento se emplea para la determinación de la viscosidad aparente de asfaltos a una temperatura especificada o a distintas temperaturas.

La viscosidad aparente es la relación entre el esfuerzo aplicado y la velocidad de cizallamiento de un líquido newtoniano o no-newtoniano. Algunos líquidos exhiben ambos comportamientos, newtoniano y no-newtoniano, dependiendo de la velocidad de cizallamiento. La unidad SI de viscosidad es el pascal segundo.

El procedimiento consistió en medir la resistencia que opone el fluido al movimiento del rotor y por intermedio de un factor, se obtuvo el valor de la viscosidad.

Para realizar dicho ensayo, se utilizó la muestra extraída del camión de YPF, o alguna otra petrolera en caso de faltante de material por parte de YPF. Fue importante extraer la muestra lo antes posible, para llevar a cabo el ensayo y tener los resultados, previo a que el camión cisterna transfiera el asfalto a los tanques contenedores ubicados en el predio de AFEMA S.A.

El viscosímetro Brookfield trabaja de forma automática, solo hubo que preparar la muestra e introducirla en el aparato. Al dar inicio al proceso, comienza a girar el rotor y a tomar lectura de la resistencia que opone el fluido a diferentes velocidades,

para una temperatura dada. En principio 60°C, la cual sería la temperatura aproximada a la máxima temperatura superficial de calzadas en servicio pavimentadas con mezclas asfálticas. También se suele realizar el ensayo para 135°C, ya que esta se aproxima a la temperatura de mezclado y distribución de mezclas asfálticas en caliente.

A continuación se muestra el resultado de uno de los ensayos realizados en el transcurso de la presente practica supervisada. Resultando en viscosidades del orden de 350000cP, es decir 3500 dPa/seg.

Rheocalc V3.1-1		Brookfield Engineering Labs						
Arch: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\ESCRITORIO\PROGRAMA VISCOSIDAD\REG01.6342								
Fecha:	03/10/2014	Hora:	10:51:21 a.m.	Tipo:	RV	Husillo:	SC4-29	
Muestra:	6115							
#	Viscosidad (cP)	Veloc. (RPM)	% Par Esf. Cortante (%)	Esf. Cortante (D/cm ²)	G. Velocidad (1/seg)	Temperatura (°C)	Bath (°C)	Intervalo (mm:ss.t)
1	350000,00	1,00	35,0	875,00	0,25	59,8	EEEE	00:37:50,4
2	348666,67	1,50	52,3	1307,50	0,38	59,8	EEEE	00:03:10,3
3	348095,24	2,10	73,1	1827,50	0,53	59,8	EEEE	00:03:10,2
4	347600,00	2,50	86,9	2172,50	0,63	59,8	EEEE	00:03:10,3
Notas:								

Fig. 4—10 Resultado Brookfield (AFEMA SA)

4.4.2.3 Análisis de Resultados

El control de calidad sobre el cemento asfáltico, se llevó a cabo a través de la viscosidad. Se puede observar claramente que la viscosidad resultante entró en el intervalo de un asfalto CA-30, cumpliendo con las características del producto adquirido.

En el caso de haber encontrado diferencias entre la viscosidad requerida y la del fluido; podría haber significado trabajar a diferente temperatura de mezclado, ajustes al momento de ejecutar la capa asfáltica y compactar, como así también variaciones en el recubrimiento de los áridos.

4.5 Cemento Portland

El cemento a empleado será de tipo Cemento Portland Normal. Este se utilizó para la preparación de hormigón elaborado, para la ejecución de obras de cruce.

Este componente llegaba a la empresa a granel, donde se lo almacenaba en las tolvas.



Imag. 4—5 Tolvas de cemento portland

En los ensayos de laboratorio se determinó que los hormigones elaborados con cemento de Loma Negra, sufren menos retracción por fragüe y obtienen mejores resistencias que los de otra marca.

La empresa fabricante garantizó la calidad de su producto mediante el Protocolo de Calidad. Dicho protocolo presentaba las propiedades físicas, relacionados con las retracciones por fragüe y granulometría; los ensayos químicos, que plantean las proporciones de los distintos Óxidos en la composición y los correspondientes a los ensayos a la compresión simple.

El protocolo de calidad asegura por parte del proveedor que el material entregado cumple con las exigencias y los estándares requeridos. Quedaba en manos de AFEMA S.A. llevar a cabo los ensayos correspondientes al hormigón, para detectar posibles deficiencias en este producto. En el desarrollo de la práctica, no existieron faltas por parte del fabricante.

En la Figura 4-11 se muestra el protocolo de calidad enviado por la empresa Loma Negra C.I.A.S.A.


LOMA NEGRA C.I.A.S.A. Planta : CATAMARCA		Protocolo de ensayos		Unidad Procesos y Calidad Fecha: 06-feb-13
CEMENTO PORTLAND NORMAL CPN40 - IRAM 50.000				
Semana del 12-01-2013 al 18-01-2013				
ANALISIS QUIMICO	UM	RESULTADO	Requisito IRAM	
Pérdida por calcinación (PPC)	%	3,40	< 5	
Trióxido de azufre (SO ₃)	%	2,77	< 3,5	
Oxido de magnesio (MgO)	%	2,26	< 6	
Dióxido de silicio (SiO ₂)	%	21,44	no hay	
Oxido de calcio (CaO)	%	60,42	no hay	
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	%	3,73	no hay	
Oxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	%	4,27	no hay	
Oxido de sodio (Na ₂ O)	%	0,39	no hay	
Oxido de Potasio (K ₂ O)	%	0,73	no hay	
Oxido de Sodio equivalente (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O)	%	0,87	no hay	
Residuo insoluble	%	2,06	< 5	
ENSAYOS FÍSICOS	UM	RESULTADO	Requisito IRAM	
Retenido tamiz 75 μ m	%	0,2	< 15	
Superficie específica (Blaine)	m ² /kg	329	> 250	
Expansión en autoclave	%	0,01	< 1	
Tiempo de fraguado inicial	h:min	02:30	> 0:45	
Tiempo de fraguado final	h:min	03:45	< 10:00	
CEMENTO PORTLAND - CPN40				
RESISTENCIA MECÁNICA A LA COMPRESIÓN*				
SEMANA	DÍAS	UM	RESULTADO	Requisito IRAM
12-01-2013 al 18-01-2013	2	MPa	20,4	> 10
07-01-2013 al 12-01-2013	7	MPa	38,0	no hay
17-12-2012 al 22-12-2012	28	MPa	47,3	> 40 y < 60
<p>Los resultados de los ensayos mostrados en esta planilla corresponden al promedio aritmético de los resultados parciales obtenidos sobre muestras de conjuntos diarios del cemento despachado la semana que se indica en cada caso.</p> <p>* Los ensayos de resistencia son realizados con Arena de Origen Aleman DIN EN 196-1. La misma arena es utilizada por el ente de control INTI - CONSTRUCCIONES</p>				
Aprobó:  Nestor Montoto Lider U. P. y Calidad				

Fig. 4—11 Protocolo de calidad Loma Negra

4.6 Agua

En los distintos procesos, como la ejecución de capas granulares, o producción de hormigón se utilizó agua. Las cantidades de agua que se utilizan son enormes, es por eso que la conexión de agua potable que brinda Aguas Cordobesas es insuficiente. El agua que se utiliza proviene de un perforación profunda que tiene la empresa en el predio. Dicha perforación tiene 158 m y es de excelente calidad.

Se llevó a cabo, al momento de la perforación, un muestreo y se hizo analizar por un laboratorio. A continuación se muestran los resultados de dicho estudio.


 LABORATORIO JARSUN ESPECTROFOTOMETRÍA DE PRECISIÓN	
<p>REMITENTE: DANIEL DE LA RUBIA ORIGEN: AFEMA S.A. LUGAR Y FECHA: Córdoba, 03/09/2012</p>	
<p>IDENTIFICACIÓN:</p>	
NUM. DE LABORATORIO	12_112
ALCALINIDAD TOTAL (mg/l)	250.18
ALCALINIDAD DE CO ₃ H ⁻ (mg/l)	250.18
ALCALINIDAD DE CO ₃ = (mg/l)	NO CONTIENE
DUREZA TOTAL (mg/l)	550.80
CONDUCTIVIDAD (microS/cm)	6.130.0
SÓL. DISUELTOS TOTALES (mg/l)	3.936.5
pH	7.81
CALCIO (mg/l)	192.14
MAGNESIO (mg/l)	17.14
SODIO (mg/l)	1.187.82
POTASIO (mg/l)	59.98
CARBONATOS (mg/l)	NO CONTIENE
BICARBONATOS (mg/l)	250.18
SULFATOS (mg/l)	667.20
CLORUROS (mg/l)	1.562.00
R.A.S	22.03
C.S.R.	0.00
COLOR	INCOLORA
OLOR	INODORA
ASPECTO	LÍMPIDA

Fig. 4—12 Resultados estudio agua

ESTRUCTURAS

5 ESTRUCTURAS

5.1 Introducción

En el capítulo primero - El Proyecto - ya fue mencionado el perfil tipo proyectado. Conformado por la subrasante, base granular, tres capas de base asfáltica y por ultimo una carpeta de rodamiento asfáltica que cubre la totalidad de las calzadas, es decir, la nueva y la existente.

A continuación se expresan los ítems, ordenados según el avance mismo de la obra, y los controles realizados en cada etapa.

5.2 Subrasante

Subrasante se considera a aquella porción de superficie que servirá de asiento o fundación para la base granular a construir. Esta superficie resultó de movimientos de suelo transversales para generar el terraplén y cunetas necesarias.

A medida que se fueron descubriendo las canchas se encontraron diferentes tipos de suelos, que fueron sometidos a los ensayos correspondientes, clasificándolos en 5 tipos. Lo importante de identificar los suelos, resultó en encontrar luego la humedad óptima y densidad máxima de cada uno de ellos, para así lograr la densidad apropiada en los tramos compactados.

5.2.1 Condiciones a cumplir

De acuerdo al apartado 4.2 Suelos, el material debe ser homogéneo, estar libre de suelo vegetal y de sustancias perjudiciales.

Las densidades de obra, referidas porcentualmente a la máxima del ensayo Proctor, debe ser del 97%.

El ensayo Proctor especificado para el ítem es el correspondiente a la Norma VN-E5-93 Método II

5.2.2 Procedimientos y Ensayos

En los pliegos de especificaciones no existen requerimientos respecto a la resistencia estructural de esta capa, es por esto que el control de densidad resultó el principal control para garantizar un buen comportamiento de todo el paquete.

El suelo está formado por partículas de tamaño y forma variada, y entre éstas existen espacios ínter granulares llamados vacíos, que se hallan llenos de aire, agua o de ambos a la vez. Cuando esta masa de tierra es comprimida se hace más compacta y se puede observar un decrecimiento del volumen de vacíos.

Al compactar un suelo se obtienen las siguientes ventajas: establecer un contacto más firme entre las partículas; las partículas de menor tamaño son forzadas a ocupar los vacíos formados por las de mayor dimensión; el valor soporte aumenta; la capacidad absorbente del suelo ya compactado disminuye.

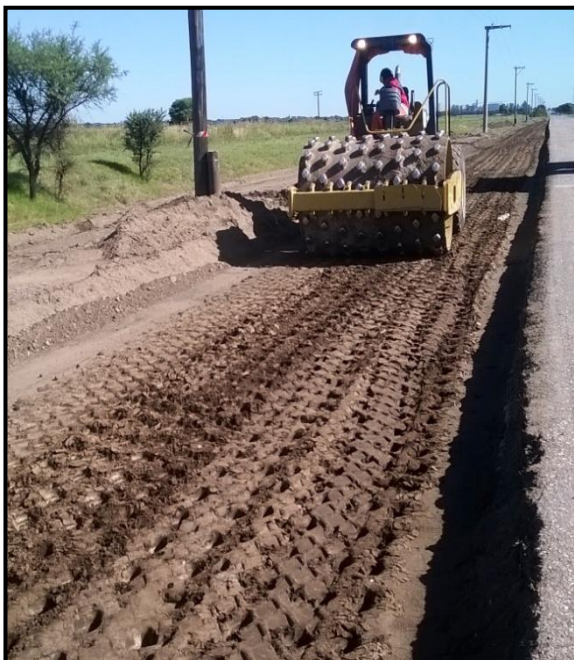
Para obtener una adecuada lubricación y disminuir así la fricción existente entre partículas, ha de controlarse debidamente la cantidad de agua al compactar un suelo. Si es insuficiente, no habrá buena lubricación, y si es excesiva, las fuerzas hidrostáticas empujarán y tenderán a separar las partículas, generando un efecto adverso al deseado.

Por lo tanto, se hizo necesario calcular debidamente la cantidad de agua, es decir la humedad óptima, que habría que aportarle a los diferentes suelos, a fin de obtener una buena lubricación que permita, al compactarlo, alcanzar la mayor densidad posible en su estado seco, llamada densidad máxima del suelo seco.

a) Proctor

Este ensayo se realizó sobre cada uno de los tipos de suelos encontrados, determinando así la Humedad Óptima y la Densidad Máxima de Suelo Seco.

Este ensayo se fue realizando a medida que se descubrían los tramos, en conjunto con los ensayos enunciados en el apartado 4.2 Suelos. A medida que se clasificaban los suelos se iba realizando el ensayo de proctor correspondiente según la Norma de Vialidad Nacional VN-E5-93.



Imag. 5—1 Compactador pata de cabra

Los resultados obtenidos por el laboratorio fueron pasados al jefe de obra y capataz abocado a la tarea de movimientos de suelo, quienes con estos datos procedieron a las tareas de humedecimiento y posterior compactación con la maquinaria correspondiente para esto.

Vale aclarar que la experiencia del capataz, le brinda un conocimiento importante respecto a los suelos, y bastante certera de la cantidad de agua a agregar para lograr la humedad óptima para trabajar; como así también las pasadas que debe dar el compactador sobre el tramo, para llegar a la densidad máxima.

Es por esto que el ensayo Proctor se convirtió en una referencia para luego controlar las densidades en obra y verificar si cumple con el porcentaje requerido.

A continuación se muestran las planillas resultados del ensayo Proctor realizado sobre los tipos de suelo I y II, encontrados en las progresivas 1+500 - 1+850 y 1+850 - 2+300, respectivamente, siguiendo el ensayo Proctor correspondiente al método II, según la norma de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 5—1 Tipos de ensayos de compactación según DNV

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
I	101,6	2,5	30,5	3	25
II	101,6	4,53	45,7	5	25
III	101,6	2,5	30,5	3	35

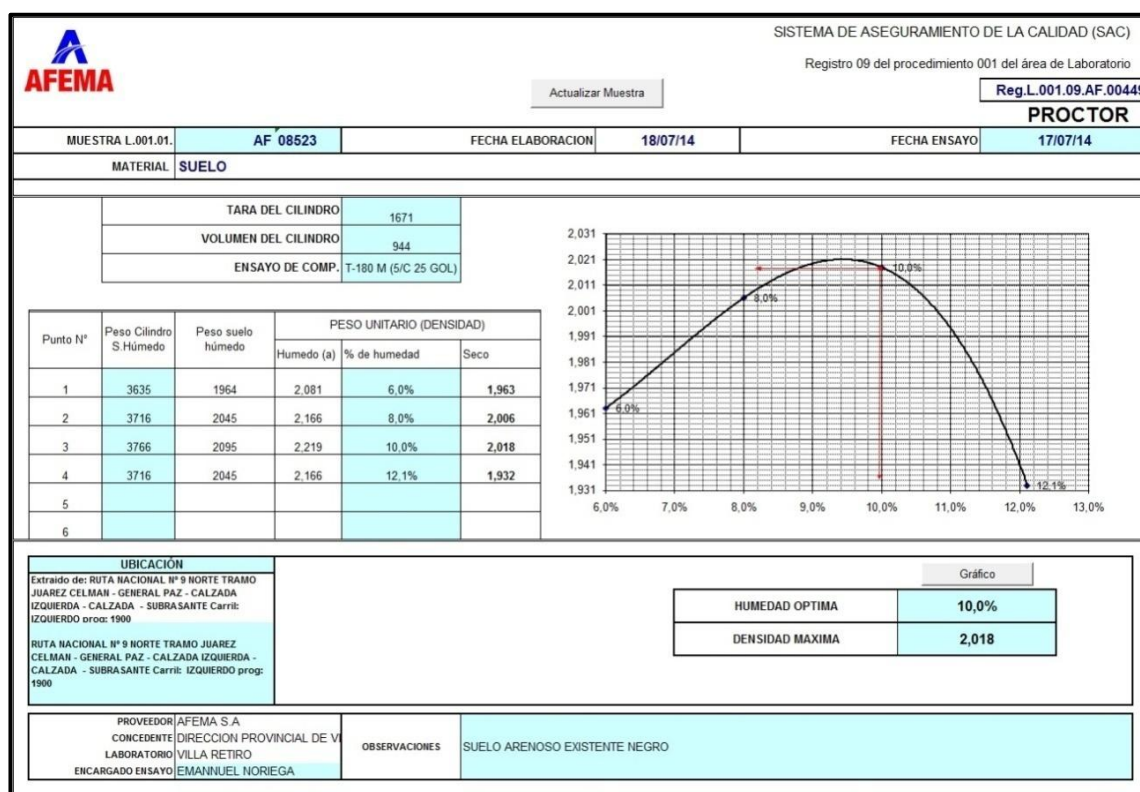


Fig. 5—1 Resultados Proctor Suelo II (AFEMA SA)

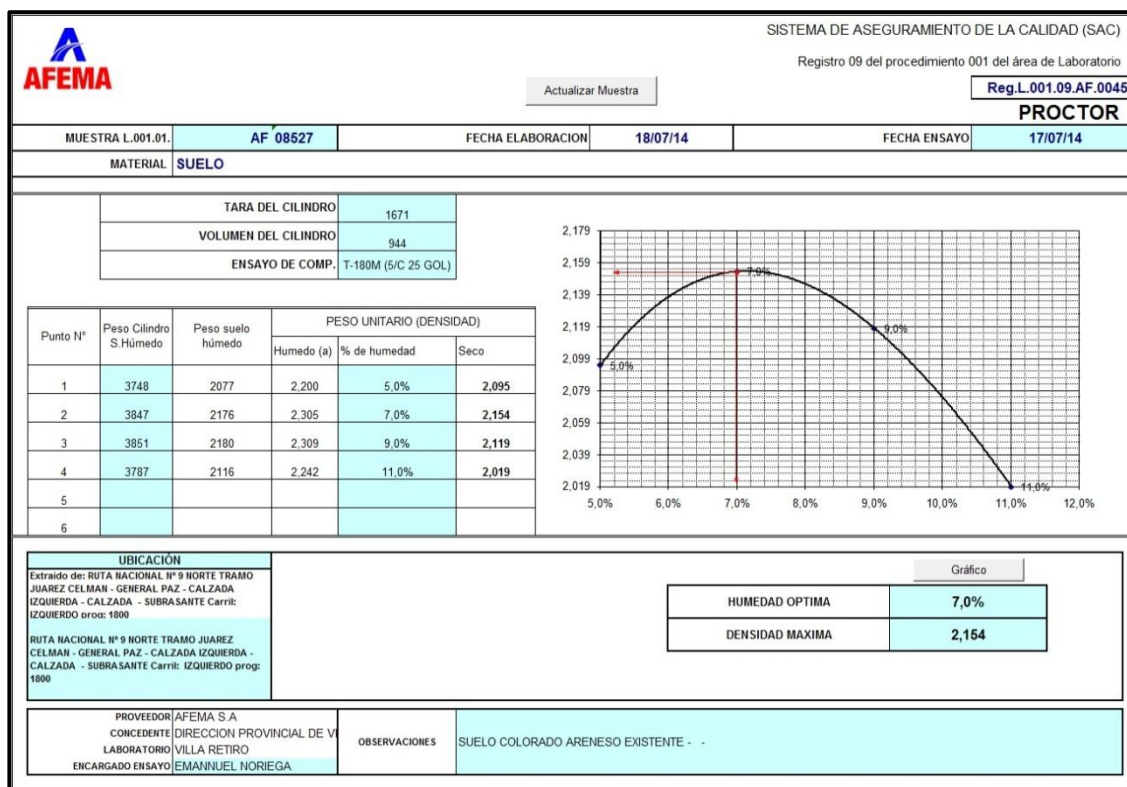


Fig. 5—2 Resultado Proctor Suelo I (AFEMA SA)

Los resultados de dicho ensayo fueron los siguientes.

Tabla 5—2 Resultados Proctor realizados

Ensayo Proctor Standart		
	<i>Suelo Tipo I</i>	<i>Suelo Tipo II</i>
Clasificación HRB	A-2-4	A-2-4
Identificación en obra	Suelo colorado arenoso	Suelo arenoso
Progresiva del material extraído	1+800	1+890
Humedad Óptima %	7	10
Densidad Suelo Seco Máxima g/cm ³	2,158	2,018

b) Control de Compactación por el Método de la Arena

Se efectuó un control de densidad cada 200 metros aproximadamente y en correspondencia con el tipo de suelo en ese punto se tomó como referencia el ensayo antes expresado para verificar si se cumplían las exigencias establecidas. En caso de no cumplirse las mismas se debía rechazar la capa en los sectores representados por las muestras correspondientes.

En la Imagen 5-2, se muestra el instrumental que se utilizó para llevar a cabo el ensayo. En este caso las tareas se realizaron, en primera instancia, en la obra y

luego, se completaron en el laboratorio calculando los pesos de la arena normalizada, determinando el volumen y peso del suelo extraído de la capa de subrasante y culminando con la Densidad de Suelo Seco a comparar con la Densidad del ensayo de Proctor sobre ese mismo tipo de suelo.



Imag. 5—2 Instrumental para control de densidad, cono de arena.

En la Figura 5-3, se puede ver un cuadro resumen del control de densidad realizado. Se realizaron 5 (cinco) controles en el tramo estudiado. En gabinete se estableció la relación entre la densidad seca que surgió del muestreo y la densidad proctor máxima obtenida mediante el ensayo correspondiente, surgiendo así el porcentaje de densidad obtenido. Este último valor debía

satisfacer el requerimiento por pliego de 97%. Como puede verse en el registro de la empresa, se cumplió con este parámetro en 4 casos, quedando fuera de la especificación uno de los resultados, arrojando un valor de 96.6% de la densidad máxima obtenida.

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra Tramo Expediente		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de														
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD		DENSIDAD (metodo de la arena)														
Ubicación	Fecha	Esperos	suelo húmedo	suelo seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Densidad húmeda	Densidad seca	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida	
			PESAR	PESAR	(1-2) x 100	PESAR	4-6	1	7-8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 1860 Reg.08538	17/09	22,0	3888	3459	6,6%	7000	3674	1148	2180	1,355	1609	2,292	2,150		2,154		99,8%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 1800 Reg.08539	17/09	23,0	3892	3651	6,6%	7000	3557	1148	2297	1,355	1665	2,296	2,154		2,154		100,0%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 1950 Reg.08531	18/09	24,0	3906	3567	9,5%	7000	3321	1148	2533	1,355	1869	2,089	1,908		1,987		97,0%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 2210 Reg.08537	18/09	25,0	3343	2975	12,4%	7000	3501	1148	2353	1,355	1737	1,925	1,713		1,772		96,6%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 2330 Reg.08588	26/09	25,0	3332	2888	15,4%	7000	3590	1152	2258	1,355	1666	1,999	1,733		1,740		99,6%	

Fig. 5—3 Resultado control de densidad subrasante (AFEMA SA)

5.2.3 Análisis de Resultados

Luego de compactar los tramos con rodillos lisos y pata de cabra, se lograron densidades acordes al pliego de especificaciones, por lo que fueron aprobados por el inspector de la obra. Si bien en el tramo que contiene la progresiva 2+210 la densidad se encontró por debajo del mínimo permitido, la empresa dio aviso al inspector de la obra, y el mismo se aprobó de todas maneras.

Resulta interesante destacar las altas densidades logradas con el ensayo de compactación, encontrando su explicación en las propiedades del suelo, A-2-4 encontrados entre las progresivas 1+500 - 1+850 y 1+850 - 2+300, considerados buenos suelos para utilizar como base de asiento para el resto de la estructura.

El terreno al quedar compactado con valores cercanos a la humedad óptima y densidad máxima presenta una estabilidad apreciable aún en estado de saturación. Con una compactación deficiente podría existir un comportamiento aceptable durante la época seca del año, pero con apariciones de fallas debidas a la pérdida de estabilidad durante el periodo de lluvias.

Por lo tanto fue necesario compactar debidamente el terreno de fundación a humedad óptima y densidad máxima, a fin de mantener el suelo estable durante todo el año y especialmente en época de lluvia.

5.3 Base Granular

Por encima de la subrasante se colocó una base granular, de 0.20m de espesor y 3.85m de ancho. Como ya fue explicado, la obra solo avanzó con sus trabajos sobre el carril Norte-Sur proyectado.



Imag. 5—3 Motoniveladora distribuyendo material

Esta capa estructural, junto con las asfálticas que están por encima, tiene el propósito de distribuir las cargas del tránsito sobre la subrasante.

El trabajo consistió en transportar el material proveniente de cantera, denominado agregado triturado 0-20mm, su distribución con motoniveladora, quedando una capa de espesor tal que luego de compactada y perfilada tuviera el espesor final indicado de 0.20m. Ver Imagen 5-3.

5.3.1 Condiciones a cumplir

- Índice de plasticidad Menor de 6
- Limite líquido Menor de 25
- Relación de finos Menor de 0.60
- Sales totales Menor de 1.50%
- Sulfatos Menor de 0.50%
- CBR Mayor o igual 80% al 97% de densidad del Proctor
Según VN-E6-84
- Compactación Mayor o igual 98%
- Entorno granulométrico

Tamiz	% Pasante
1 1/4"	100
1"	80 - 100
3/4"	70 - 90
3/8"	45 - 80
N°4	30 - 60
N°10	20 - 50
N°40	10 - 30
N°200	3 - 15

5.3.2 Procedimientos y Ensayos

Los ensayos que se realizaron comenzaron con la verificación de la granulometría, es decir, corroborar que la curva granulométrica del triturado 0-20, quedaba dentro del entorno requerido por la D.P.V.

Los ensayos de Valor Soporte se efectuaron según el procedimiento que se establece en la Norma de Ensayo VN-E-6-84 "Determinación del Valor soporte e Hinchamiento de suelos", Método Dinámico Simplificado.

Los ensayos de compactación se realizaron en la forma que establece el ensayo tipo V de la Norma de Ensayo VN-E-5-93 "Compactación de Suelos".

Para controlar el grado de compactación alcanzado en la base, se determinó el peso específico aparente cada 200 m de longitud, según el método de la arena VN-E8-66, y dentro de esa distancia la ubicación para esa verificación se efectuó de manera aleatoria.

a) Granulometría

En la Figura 5-4 se muestra el resultado del ensayo de granulometría realizado sobre material extraído entre las progresivas 1+800 - 1+950, y en la tabla 5-3, un resumen comparativo de los porcentajes pasantes de la Base granular propuesta y de los entornos establecidos por el pliego de especificaciones técnicas particulares.

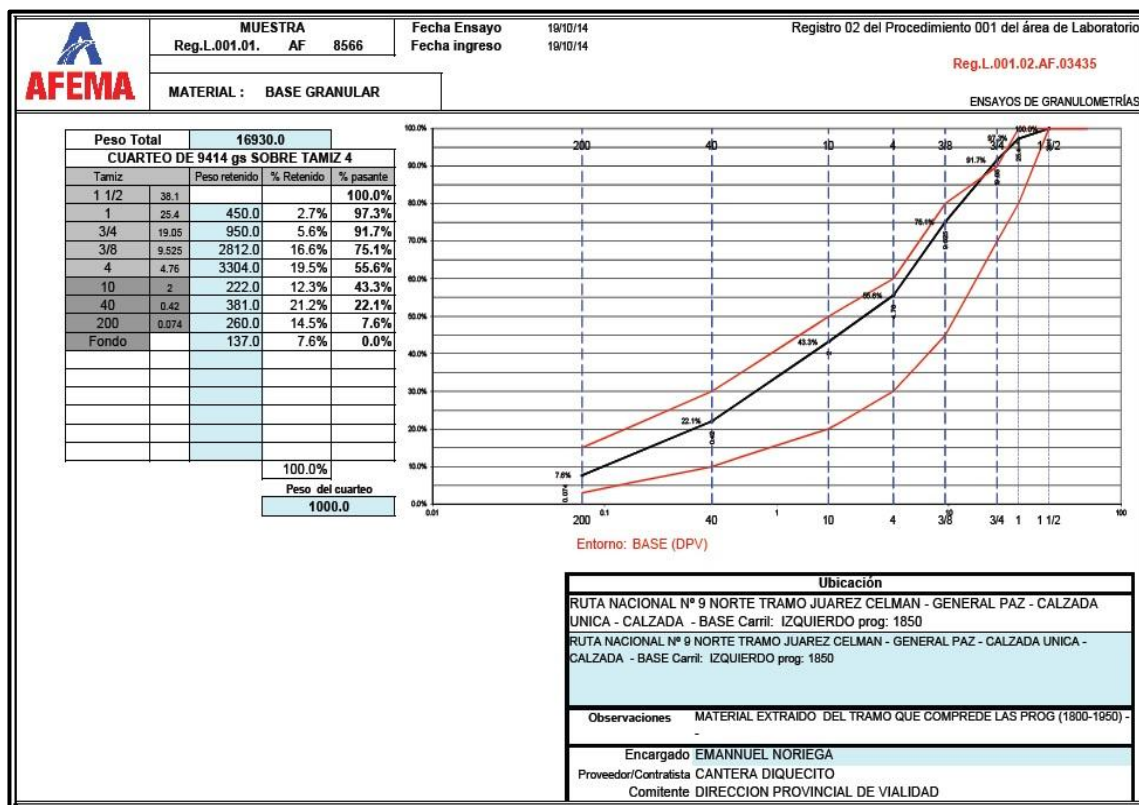


Fig. 5—4 Resultado Granulometría Base Granular (AFEMA SA)

Tabla 5—3 Comparativo curva granulométrica

Tamiz	% Pasante	
	Entorno Especificado por Pliego	Base Granular Propuesta
1 1/4"	100	100
1"	80 - 100	97.3
3/4"	70 - 90	91.7
3/8"	45 - 80	75.1
N°4	30 - 60	55.6
N°10	20 - 50	43.3
N°40	10 - 30	22.1
N°200	3 - 15	7.6

b) Índice de Plasticidad y Límites de Attenberg

Se llevaron a cabo los ensayos de Límite líquido y Límite plástico, ya descriptos en el apartado de 4.2. Suelos, sobre la porción fina del triturado. Se obtuvo el índice de plasticidad, junto con los resultados de la granulometría, permitió clasificar el material según el H.R.B.

Tabla 5—4 Triturado 0-20 Propiedades

Triturado 0 - 20		
<i>Propiedades</i>	<i>Valor</i>	<i>Norma</i>
Limite Líquido	21,4%	VN-E2-65
Limite Plástico	18,6%	VN-E3-65
Índice de Plasticidad	2,9%	
Tipo de Material	Fragmentos de Roca, Grava y Arenas	
Clasificación HRB	A - 1a	

c) Proctor

Para la determinación de la humedad óptima y la densidad máxima se utilizó en este caso el método V del ensayo de compactación, identificado por la DNV para material granular.

Tabla 5—5 Tipos de ensayos de compactación según DNV

ENSAYO	MOLDE mm.	PESO PISÓN Kg.	ALTURA CAÍDA EN	Nº de CAPAS	Nº de GOLPES
IV	152,4	2,5	30,5	3	56
V	152,4	4,53	45,7	5	56

En la Tabla 5-6 se encuentra el resultado de dicho ensayo, mientras que en la figura 5-5 el registro original de AFEMA SA.

Tabla 5—6 Resultados Proctor Modificado

Ensayo Proctor Modificado	
Base Granular - Triturado 0-20	
Progresiva del material extraído	1+800 - 1+950
Humedad Óptima	5.3%
Densidad Seca Máxima	2,224 g/cm ³

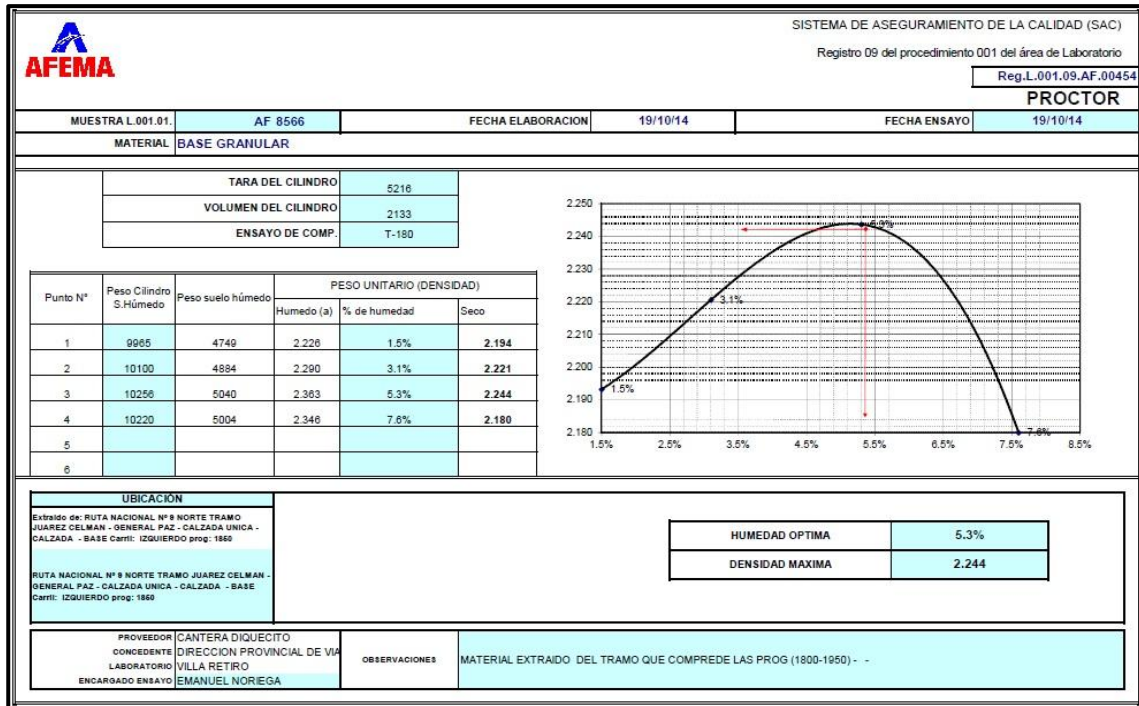


Fig. 5—5 Registro ensayo Proctor modificado Base granular (AFEMA SA)

d) Valor Soporte - C.B.R



Imag. 5—4 Instrumental ensayo CBR

El valor soporte, o sus siglas en ingles C.B.R. (California Bearing Ratio) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un material granular, bajo condiciones de densidad y humedad controladas.

Este valor se obtiene como la relación de la carga unitaria, en Kg/cm² o psi, necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración de un pistón normalizado dentro de la muestra compactada con respecto a la carga unitaria requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra de material triturado considerado material patron.

En honor a la brevedad, no se explicará todo el desarrollo del ensayo, sí ciertos momentos del mismo que resultan interesantes comentar.

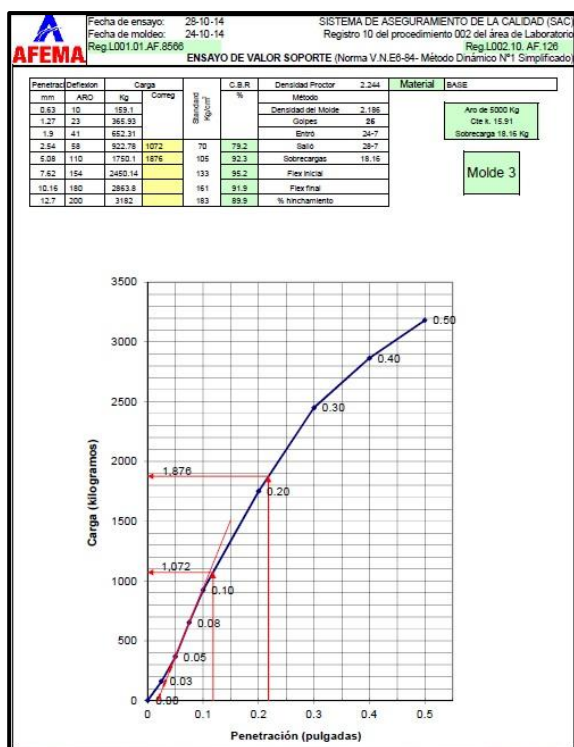
Para realizar este ensayo, primero fue necesario encontrar la densidad máxima del triturado en estado seco con su humedad óptima respectiva.

Se procedió luego con el método dinámico simplificado. Se armaron 6 moldes con el material triturado, todos con la misma humedad (óptima), pero se los compactó, de a pares, con diferentes energías de compactación: 2 a 56 golpes, 2 a 25 golpes y 2 a 12 golpes por capa, obteniendo así diferentes densidades.

Utilizando una prensa de accionamiento mecánico manual se sometió a todas las probetas al ensayo, aplicando carga a una velocidad constante y tomando lectura de la carga aplicada en ciertos valores de deformación alcanzados.

Es sumamente importante no generar ningún tipo de corrección en la marcha del ensayo; los datos deben ser analizados luego, y en caso de necesitar algún tipo de corrección, por acomodamiento de los granos en general, se deberá hacer en gabinete por el encargado del laboratorio.

Fig. 5—6 Ensayo Valor Soporte Probeta 3 (AFEMA SA)



En la Figura 5-6 se puede observar el resultado arrojado para una de las probetas, compactadas con una energía de 25 golpes por capa. En el Anexo, se pueden encontrar las demás planillas que surgieron de llevar a cabo el ensayo para las demás 5 (cinco) probetas.

Los valores de Densidad obtenidos para cada probeta y el Valor Soporte alcanzado, se pueden encontrar en la Figura 5-7, un registro original de la empresa.

Utilizando la densidad del 97%, de la densidad máxima del ensayo Proctor, entramos a la gráfica de Valor soporte vs Densidad Seca; y así obtenemos el Valor soporte Adoptado.

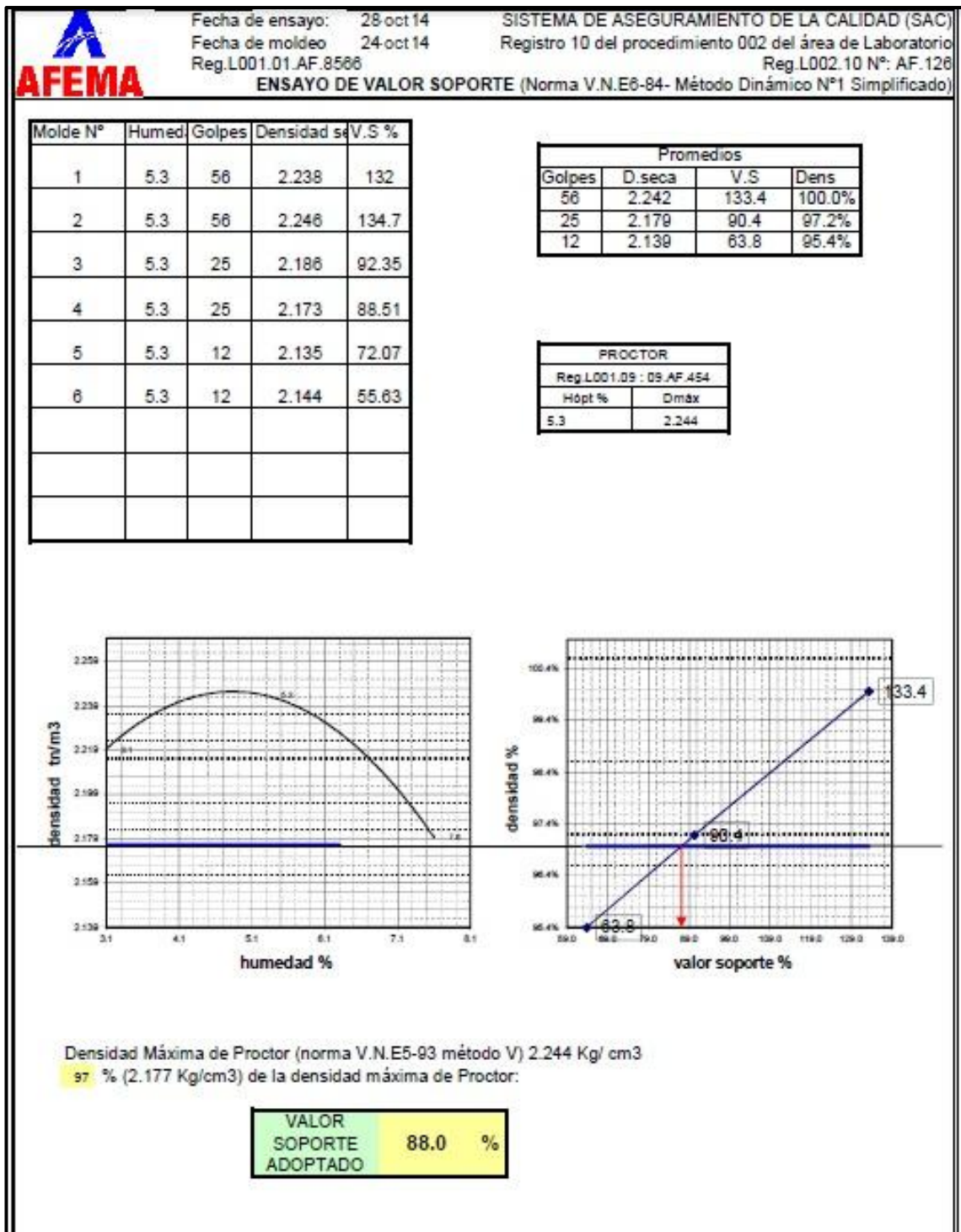


Fig. 5—7 Resultados ensayo CBR Base granular

En el anexo se encuentran las planillas de las demás probetas, su resumen, y las correcciones que se les efectuaron a las curvas Carga vs Penetración.

e) Control de Compactación por el Método de la Arena

Se efectuó un control de densidad cada 150 metros aproximadamente. Se comparó esta densidad con la obtenida mediante el ensayo Proctor correspondiente, se obtuvo el grado de compactación alcanzado.

El alumno participó del presente ensayo realizado sobre el tramo comprendido entre las progresivas 1+000 y 2+600, resultando en valores positivos, cumpliendo con el requerimiento de superar el 98% respecto de la densidad máxima, por lo que fueron aprobados por la D.P.V. En el Anexo podrá encontrarse las tablas resumen de dichos ensayos.

5.3.3 Análisis de Resultados

El triturado 0-20 cumplió con las exigencias correspondientes para ser utilizado como base granular.

El valor soporte superó el valor mínimo requerido. En cuanto a esto, interesa destacar que el margen no fue tan amplio, debido a que la granulometría del agregado reveló, que dentro de los entornos a cumplir, el triturado poseía mayor proporción de material fino; inclusive el pasante tamiz 3/4" superó levemente el máximo permitido por el entorno. Esto no significó que haya sido rechazado el material.

El ensayo del cono de arena expresó que la base se encontraba compactada en forma correcta en el tramo estudiado en el transcurso de la práctica supervisada.

5.4 Base Asfáltica

La base asfáltica es una mezcla asfáltica que surge de la combinación de agregados inertes con un ligante bituminoso.

Las mezclas pueden dividirse en dos grupos según su elaboración sea en frío o en caliente. AFEMA S.A. cuenta con dos plantas asfalteras, como ya se menciona en el apartado - 3.3. Plantas de asfalto - trabajando ambas con mezclas en Caliente.

Este ítem comprende la ejecución de una base negra asfáltica en caliente para realizar lo indicado en los perfiles tipo del proyecto.

El proyecto inicial de la obra proponía la ejecución de tres capas de base negra de 6cm cada una. Finalmente, y por órdenes de la DPV, se decidió ejecutar 2 capas que cumplieran efectivamente los requerimientos del pliego de especificaciones; y colocar, por encima, una tercer capa con una mezcla diferente a la originalmente prevista. La dosificación de esta última dio como resultado una

mezcla mas cerrada, ya que debido a que el tramo fue liberado al tránsito a partir de Diciembre de 2014 y sin la construcción de la carpeta de rodamiento, se buscó una mezcla con mayor tenor de asfalto, de manera de lograr un mejor recubrimiento de los aridos y lograr una menor degradación frente a las cargas de transito y las inclemencias del tiempo.

5.4.1 Base Asfáltica Original

La empresa trabaja con ciertas mezclas asfálticas "estandar", ya sea para bases como para carpetas, que son las que usualmente coloca en las obras que tienen a cargo; esto debido a la poca o nula variabilidad en los requerimientos que especifican los pliegos.

Para la PS aquí presentada se realizó la tarea de verificar que la dosificación utilizada para base negra "estandar" de la empresa, cumpla con las condiciones abajo detalladas. Para esto, de realizaron los controles rutinarios propios de las mezclas asfálticas a medida que las plantas las producían.

Los materiales utilizados fueron:

- Piedra Triturada. Triturado 6-25mm
- Arena de Trituración. Triturado 0-60mm
- Arena Silíceo
- Cemento Asfáltico

5.4.1.1 Condiciones a cumplir

Las especificaciones a cumplir por los materiales componentes, aparecen detallados en los apartados correspondientes a cada uno de ellos: 3.3. Agregados y 3.4. Cemento Asfáltico.

- Entorno granulométrico

Tamiz	% Pasante
1 1/4"	100
1"	80 - 100
3/4"	70 - 90
1/2"	62 - 82
3/8"	55 - 75
N°4	45 - 62
N°8	35 - 50
N°16	27 - 40
N°40	16 - 27
N°100	7 - 15
N°200	0 - 8

La forma de la curva resultante de la mezcla de áridos deberá armonizar con las curvas límites del entorno sin presentar quiebres ni inflexiones.

La arena silícea no deberá intervenir en una proporción superior al 25%.

- Ensayo Marshall - Según ensayo VN-E9-86
 - ✓ N° golpes por cada cara de probeta 75 golpes
 - ✓ Fluencia 2 - 4mm
 - ✓ Vacíos - Método Rice 4 - 8%
 - ✓ Relación Betún-Vacíos 65 - 75%
 - ✓ Estabilidad Mínima 600 Kg
 - ✓ Relación Estabilidad-Fluencia Máx. 4000 Kg/cm
Min. 2000 Kg/cm

- Densidad en obra: como mínimo el 98% de Densidad Marshall.
- Estabilidad Remanente. Según ensayo VN-E32-67, deberá superar el 75% para no sufrir penalidades según el pliego de especificaciones particulares.

5.4.1.2 Procedimientos y Ensayos

a) Dosaje de la Mezcla - Método Marshall

En la Figura 5-8, se presenta el dosaje de áridos realizado, mientras que en la Tabla 5-7 se muestran los resultados de la mezcla de áridos. Se pueden visualizar tanto las curvas del entorno granulométrico requeridas por el pliego, como la curva Fuller, utilizada como guía para obtener los mínimos vacíos en la mezcla final.

Tabla 5—7 Resultados mezcla de áridos

Mezcla de Áridos - Base Asfáltica			
Triturado 6-25mm	Triturado 6-19mm	Arena trituración	Arena Silícea
40%	10%	35%	15%

Obtenidos los porcentajes de cada arido a utilizar se procedió a calcular el tenor de asfalto. Para esto se utilizó el Metodo Marshall

El propósito del Método Marshall es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados. El método también provee información sobre propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, estableciendo densidades y contenidos óptimos de vacío que deben ser cumplidos durante la construcción del pavimento

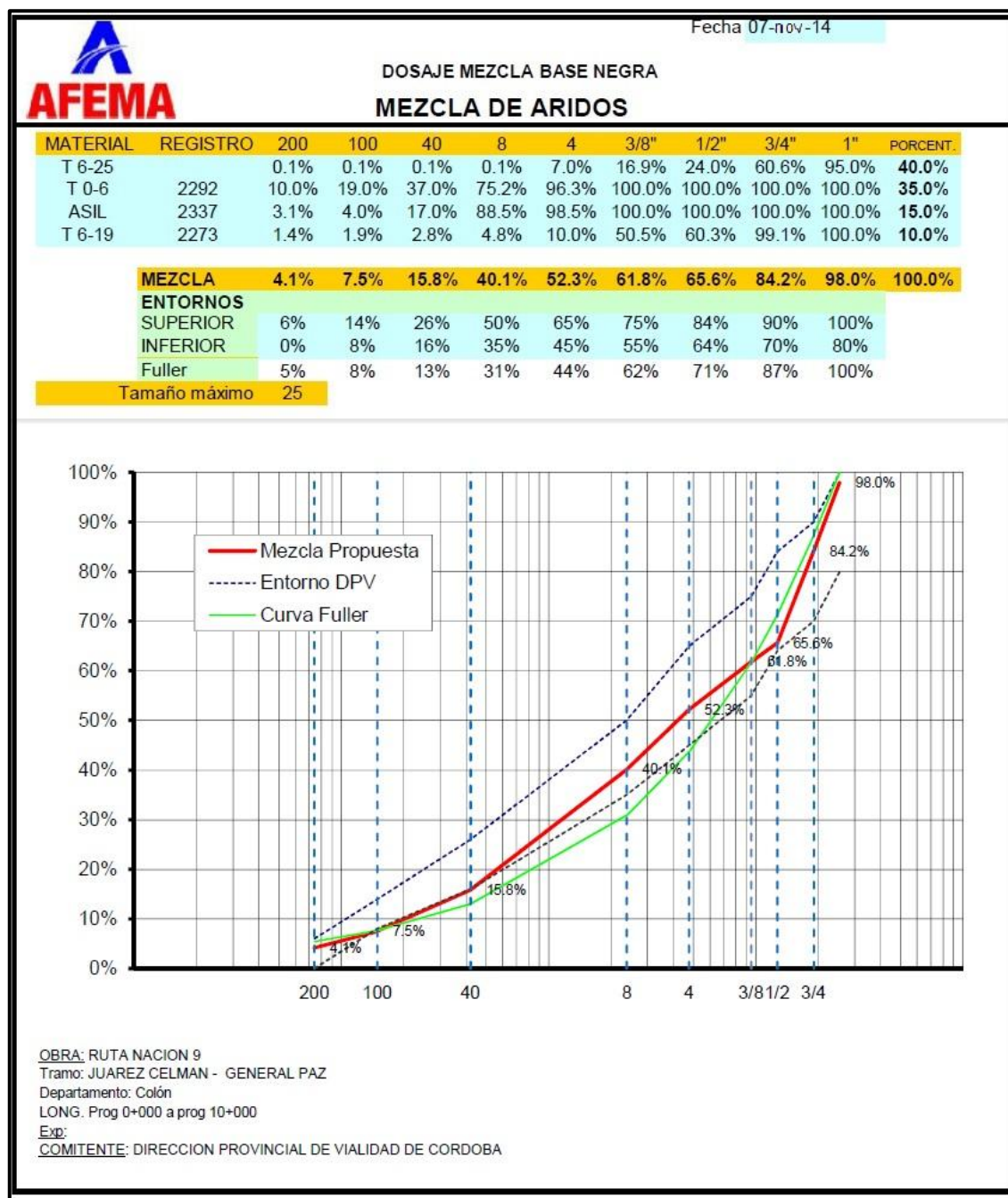


Fig. 5—8 Mezcal de áridos. Método Marshall (AFEMA SA)

El método Marshall es aplicable solo a mezclas en caliente con cementos asfálticos que contengan agregados con tamaño máximo igual o inferior a 25 mm.

Son las dos características principales del método: El análisis de la relación densidad-vacios y de los resultados del ensayo de estabilidad y fluencia de las probetas.

La estabilidad se define como la carga máxima en Newton que la probeta ensayada alcanza a 60°C, mientras que la fluencia es la deformación, en décimas de milímetros, que ocurre desde el instante que se aplica la carga hasta alcanzar la carga máxima.

El ensayo, consistió en preparar 9 probetas con la granulometría antes establecida, con 3 tenores diferentes de asfalto. Para el caso de bases negras la empresa ya cuenta con suficiente experiencia previa como para conocer entre que valores es posible encontrar el óptimo, por lo que se procedió a mezclar los áridos con contenidos de asfalto del 4,5% - 5,0% - 5,5%.



Teniendo la mezcla asfáltica constituida en el laboratorio, se procedió a llevar a cabo los ensayos correspondientes: determinación de la densidad Marshall, determinación de la estabilidad- fluencia Marshall y análisis de los vacíos.

Las probetas se ensayan aplicando cargas en sentido diametral por medio de un dispositivo compuesto de dos mordazas semicirculares cuyas dimensiones y demás características se indican en la norma correspondiente (VN-E9- 86).

Los vacíos son pequeñas bolsas de aire que se encuentran entre las partículas de agregado revestidas de asfalto. El porcentaje de vacíos se calculó a partir del peso específico de las probetas compactadas y del peso específico teórico, siendo este último calculado como la densidad de una muestra sin compactar, utilizando un Kitasato y una bomba de vacío (densidad Rice).

Una vez realizados estos ensayos se

Imag. 5—5 Ensayo de estabilidad-Fluencia

procedió al cálculo de los demás parámetros.

Los vacíos del agregado mineral, VAM, están definidos por el espacio intergranular de vacíos que se encuentra entre las partículas de agregado de la mezcla compactada, incluyendo los vacíos de aire y el contenido efectivo de asfalto; se expresan como un porcentaje del volumen total de la mezcla.

Por otra parte, también fue necesario determinar la relación B/V, esto es, el porcentaje de vacíos intergranulares que se encuentran llenos de asfalto, respecto al total de vacíos en el agregado mineral (VAM)

En las Figura 5-9, se muestra una planilla "tipo" para las tres probetas correspondientes a un tenor de asfalto de 4,5%; en la Tabla 5-8, por su parte, se puede encontrar una tabla resumen con los resultados obtenidos para todos los tenores.

Tabla 5—8 Resultados método Marshall Base negra

Resultados Método Marshall - Base Asfáltica							
N° Probeta	Tenor Asfalto %	Estabilidad Kg	Fluencia mm	Densidad Marshall gr/cm ³	Vacíos %	VAM %	B/V %
1							
2	4,5	750	2,8	2,42	5,7	16,6	65,5
3							
4							
5	5,0	951	2,6	2,43	4,3	16,5	73,7
6							
7							
8	5,5	994	2,6	2,44	3,4	16,8	80
9							

Con todos estos resultados se trazaron gráficas para poder entender mejor las características particulares de la mezcla. Así, mediante el estudio de las graficas, se pudo determinar cual porcentaje de cemento asfáltico, cumplió mejor las características establecidas para la mezcla asfáltica final requerida.

Se trazaron 6 diferentes graficas:

- i. Estabilidad Marshall Vs % de Cemento Asfáltico
- ii. Fluencia Marshall Vs % de Cemento Asfáltico
- iii. Densidad Vs % de Cemento Asfáltico
- iv. Vacíos de la Mezcla Vs % de Cemento Asfáltico
- v. Vacíos en el Agregado Mineral Vs % de Cemento Asfáltico
- vi. Relación B/V Vs % de Cemento Asfáltico

En cada gráfica, los puntos son conectados mediante líneas para formar curvas suaves.

SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC)															
Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio															
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON															
MUESTRA L.001.01.		AF		FECHA ELABORACION				7-nov-2014		FECHA ENSAYO				7-nov-2014	
MATERIAL BASE NEGRA															
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de Ast en Volumen	V.A.M %	B / V %	h- Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad- Lectura x	Fluencia	E / F	
	N°	Gr.	P.Sat. - P.Sumerg.	P.seco. abs. Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf	% V + % Ast V	%Ast V x 100 V.A.M.	mm	N°	N°	fact corr h x fact aro Kg	mm	Kg/cm	
<input type="checkbox"/>	1	1228.0	505	2.432	5,3%	10,9%	16,2%	67,5%	63,2	1,00	70	788,9	2,8	2818	
<input type="checkbox"/>	2	1225.0	507	2.416	5,9%	10,9%	16,7%	64,9%	63,7	1,00	58	653,7	2,3	2842	
<input type="checkbox"/>	3	1218.0	505	2.412	6,0%	10,9%	16,9%	64,2%	62,8	1,01	71	808,2	3,2	2526	
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
PROMEDIO				2.420	5,7%		16,6%	65,5%				750,2	2,8	2728,3	
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	4 - 7			65 - 75				> 600	2 - 4,5	1800 - 4000	
UBICACIÓN		OBRA: RUTA NACION 9 Tramo: JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ Departamento: Colón LONG. Prog 0+000 a prog 10+000 Esp:			RICE 2,567 Registro: Obs:			COMPOSICION DE ARIDOS MATERIAL % ORIGEN T 6-25 40,0% CANTERA DIQUECITO T 0-6 35,0% CANTERA DIQUECITO ASL 15,0% ARENERA T 6-19 10,0% CANTERA DIQUECITO			RESIDUAL = 750 Especificacion >75% TEMP. DE ELABORACION 155 °C TEMP. DE MOLDEO 140 °C Factor de Aro 11,27				
COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DE CORDOBA		% ASFALTO 4,5% Registro: Obs: ASFALTO CA30 0.2% mejorador			Total 100,0%										
PROVEEDOR AFEMA S A CONCEDEENTE DIRECCION PROV VIALIDAD CBA LABORATORIO VILLA RETIRO ENCARGADO ENSAYO Daniel de la Rubia		OBSERVACIONES													

Fig. 5—9 Dosaje base negra (AFEMA SA)

En la Figura 5-11 se encuentran representadas las gráficas trazadas; estas gráficas revelan ciertas tendencias en la relacion entre el contenido de asfalto y las propiedades de la mezcla.

- El porcentaje de vacíos disminuye a medida que aumenta el contenido de asfalto.
- EL VAM disminuye hasta un valor mínimo y luego aumenta con contenidos mayores de asfalto.
- La curva de densidad resulta similar a la de estabilidad, solo que el máximo de la primera se encuentra para un contenido mayor de cemento asfáltico que para el de estabilidad.
- Los valores de estabilidad aumentan con aumentos del tenor de asfalto hasta un determinado punto, luego disminuyen.
- Los valores de fluencia aumentan con aumentos en el contenido de asfalto.

El contenido de diseño de asfalto, se determinó a partir del análisis de estos resultados, realizando un promedio como se muestra en la Figura 5-10.

Contenido inferior de ligante asfáltico según curva VAM Vs %de ligante	4,5%
Contenido de ligante asfáltico según curva Densidad Vs %de ligante	5,0%
Contenido de ligante asfáltico según curva Vacíos Vs %de ligante	4,7%
OPTIMO ADOPTADO	4,7%

Fig. 5—10 Determinación del tenor óptimo de asfalto (AFEMA SA)

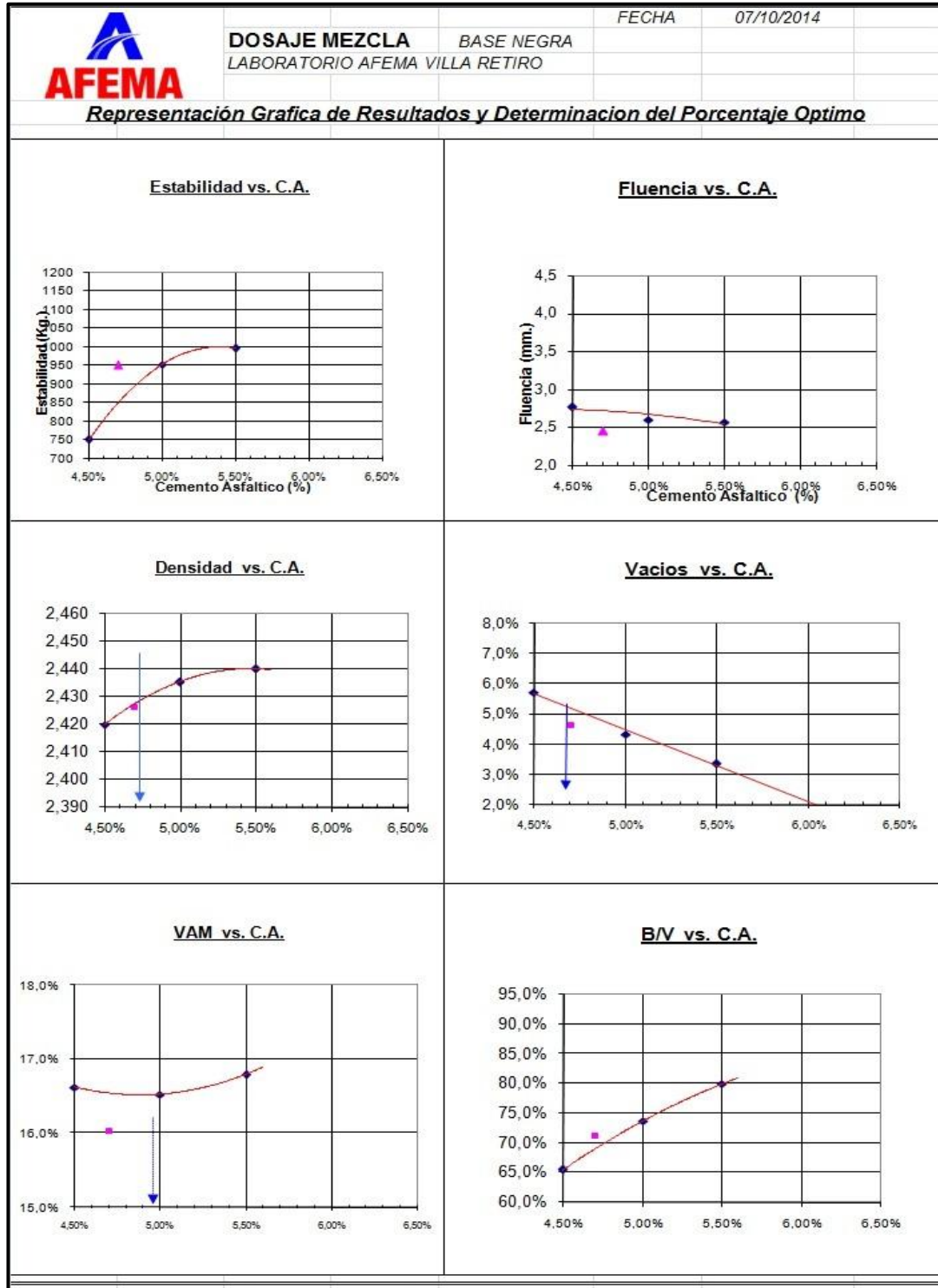


Fig. 5—11 Graficas método Marshall (AFEMA SA)

b) Verificación del porcentaje de Óptimo

Luego de haber encontrado la granulometría de áridos y el tenor óptimo de cemento asfáltico, se procedió a verificar el cumplimiento de los parámetros requeridos por el pliego.

Se realizaron los ensayos correspondientes para obtener los parámetros Marshall, anteriormente descriptos (Figura 5-12). También se realizó el ensayo de Estabilidad Residual. Para esto se dejaron 2 probetas embebidas en agua a una temperatura de 60°C durante 24hs, tras las cuales se las sometió al ensayo de estabilidad-fluencia. El valor de Estabilidad obtenido dividido por la estabilidad obtenida para las probetas ensayadas en condiciones normales, dió el porcentaje de Estabilidad Remanente.

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio													
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON															
MUESTRA L.001.01.		AF 02707		FECHA ELABORACION		10-nov-2014		FECHA ENSAYO		10-nov-2014					
MATERIAL: BASE NEGRA															
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de As.Len Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. Nº	Estabilidad= Lectura x fact con h x fact.aro	Fluencia	E / F	
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	Peso x 100 Volumen	Rice-DI x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V - % Asf V	%Asf V x 100 V.A.M.	mm	Nº	Nº	Kg	mm	Kg/cm	
<input type="checkbox"/>	1	1216,0	503	2,417	5,0%	11,4%	16,3%	69,6%	63,0	1,01	79	899,2	2,4	3747	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1222,0	503	2,429	4,5%	11,4%	15,9%	71,7%	62,7	1,01	69	785,4			
<input type="checkbox"/>	3	1219,0	503	2,423	4,7%	11,4%	16,1%	70,6%	62,5	1,02	87	1000,1	2,5	4000	
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1220,0	501	2,435	4,3%	11,4%	15,7%	72,8%	62,7	1,01	67	762,6			
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
<input type="checkbox"/>															
PROMEDIO				2,426	4,6%		16,0%	71,2%				949,7	2,5	3873,6	
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	4 - 7			65 - 75				> 600	2 - 4,5	1800 - 4000	
UBICACIÓN		COMPOSICION DE ARIDOS				RESIDUAL =		774		950		81,5%			
OBRA: RUTA NACION 9		RICE		MATERIAL		%		ORIGEN		Especificacion		>75%			
Tramo: JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ		Registro		T 6-25		40,0%		CANTERA DIQUECITO		TEMP. DE ELABORACION		155 °C			
Departamento: Colón		Obs.		T 0-6		35,0%		CANTERA DIQUECITO		TEMP. DE MOLDEO		140 °C			
LONG. Prog 0+000 a prog 10+000				ASL		15,0%		ARENERA		Factor de Aro		11,27			
Exp: COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DE CORDOBA		% ASFALTO		T 6-19		10,0%		CANTERA DIQUECITO							
		Registro		Total		100,0%									
		Obs. ASFALTO CA30 0,2% mejorador													
PROVEEDOR AFEMA S.A		CONCEDENTE DIRECCION PROV VIALIDAD CBA		OBSERVACIONES		VERIFICACION DE PUNTO DE OPTIMA									
LABORATORIO VILLA RETIRO		ENCARGADO ENSAYO Daniel de la Rubia													

Fig. 5—12 Verificación Tenor óptimo asfalto (AFEMA SA)

c) Controles diarios

El laboratorio central se encargó de realizar los controles diarios sobre la mezcla asfáltica en esta etapa, sacando muestras de la planta, antes de ser cargada a los camiones y registrando su temperatura. Esta temperatura se midió en forma continua durante todo el día, siendo su valor medio 160°C, considerada adecuada. Se tomaron muestras cada 300tn, y cada vez que se encendió la planta asfáltica, y se realizaron los ensayos de estabilidad y fluencia, densidad rice y de

recuperación del material granular para determinar el porcentaje de asfalto y granulometría del árido.

En la Figura 5-13, se muestran los resultados globales de los ensayos Marshall realizados durante la práctica supervisada, correspondientes al intervalo de progresivas 6+700 y 9+500.

Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)													
AFEMA S.A. Villa Retiro											Ensayos Marshall		
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba													
RNN°9 Norte juarez celman-gral paz													
Prog	Muestra	Registro	F. Elab.	D. Marsh	%Vac	VAM	B/V	Estab	Fluen.	E/F	Rice	%Asf.	%Resid
CONDELENTE DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD													
RNN°9 Norte juarez celman-gral paz CALZADA IZQUIERDA													
MEZCLA TIPO		BH											
6700 / 7500	.AF.07262	.AF.02302	13/11/2014	2,429	4,6	16,3	71,8	1000	2,4	4167	2,556	4,7	79,5
7500 / 8200	.AF.07265	.AF.02310	14/11/2014	2,431	4,6	16,1	71,4	1027	2,5	4108	2,544	4,8	82,0
8200 / 8800	.AF.07291	.AF.02329	19/11/2014	2,428	4,9	15,9	69,2	1187	2,4	4946	2,541	4,6	85,5
8800 / 9500	.AF.07295	.AF.02339	20/11/2014	2,427	5,1	16,5	69,1	905	2,6	3482	2,559	4,7	79,0
PROMEDIO				2,429								4,70	

Fig. 5—13 Resultados globales de ensayo Marshall Base negra (AFEMA SA)

Hubo algunos casos en los cuales se alejaba la curva granulométrica de la mezcla de los entornos establecidos por el pliego; en estos casos se procedió a realizar el ensayo de granulometría de una muestra más representativa del llamado



Imag. 5—6 Pastón seco en cinta transportadora

"Pastón Seco", material árido extraído de la cinta antes de ingresar al horno. Así en varios casos se terminó concluyendo que no había problemas sino que era solo una falta de representatividad. También se verificó en otros casos, que por cuestiones de variación de las humedades, resultaron partidas de mezclas con sus curvas granulométricas alejadas de las establecidas. Vale aclarar que al realizar controles diarios, en ningún caso este apartamiento de las condiciones exigidas fue excesivo, siendo ajustado para el día siguiente.

En la Imagen 5-6 se muestran los tres componentes de áridos de la base negra: el triturado 6-25mm, la arena de trituración y la arena silíceas, dispuestos sobre la cinta transportadora, lugar de donde se extrae el pastón seco para su análisis granulométrico.

d) Control de Densidad - Extracción de Testigos

A medida que la mezcla asfáltica fue cargada en los camiones tipo bateas (con cargas de 35 Tn aproximadamente) éstos se dirigieron a los tramos en los cuales se estaba trabajando. La terminadora encargada de distribuir la mezcla sobre la Base Granular, ya imprimada con emulsión asfáltica, fue alimentada por las bateas. De esta manera se obtuvo el espesor necesario y el bombeo correspondiente. (Imagen 5-7)



Imag. 5—7 Terminadora trabajando sobre el tramo

Vale recordar que si bien originalmente se proyectaron 3 capas de base negra de 6cm cada una, se ejecutaron las 2 inferiores con la dosificación ya explicada.

A medida que se fueron terminando los tramos de base, el equipo de laboratoristas de la empresa concurría a esas progresivas a realizar la extracción de testigos.

Se extrajeron probetas del pavimento de concreto asfáltico terminado con la maquina extractora de probetas de 101,6 mm de diámetro y del espesor de la capa. Se debió poner especial cuidado en las probetas obtenidas, verificando que tuvieran sus caras laterales bien lisas y uniformes para lo cual debió cuidarse que la máquina esté en perfectas condiciones de funcionamiento y que la extracción se realice a temperatura ambiente baja.

Obtenidas las probetas se ensayaron estableciéndose los valores de estabilidad y fluencia Marshall del pavimento en estudio. Previo a esto se determinó el peso unitario de testigo de mezcla asfáltica compactada, como así también el espesor de la capa asfáltica.

Los pesos unitarios obtenidos de los testigos se compararon con los valores de densidad Marshall de las muestras de mezcla asfáltica tirada en el tramo en cuestión. De esta manera se fue determinando si la densidad en obra era acorde a lo establecido en los pliegos respecto a la densidad Marshall.



Imag. 5—8 Extracción de testigos de base asfáltica

Como se aclaró a lo largo del presente informe, los ensayos fueron realizados por personal de laboratorio de la empresa AFEMA S.A, pero los resultados y en varios casos el mismo procedimiento fue supervisado por un agente inspector de la Dirección Provincial de Vialidad.

Particularmente durante la extracción de testigos, siempre estuvo presente el inspector de la obra verificando principalmente el espesor de las capas ya que esto interviene directamente en el cómputo métrico que determina las certificaciones y los montos a cobrar por parte de le empresa por la tarea de ejecución de base asfáltica.

5.4.1.3 Análisis de Resultados

Los controles diarios o rutinarios sobre las muestras de mezcla asfáltica de la planta dieron valores correctos, cumpliendo con las especificaciones del pliego. Es importante en esta instancia no guiarse solo por el resultado puntual de un ensayo sobre una probeta sino en el conjunto de probetas ensayadas de esa partida, como así también en el historial de valores que vienen dando los parámetros. Respecto a esto último, vale destacar la falta de manejo de datos de manera estadística, una herramienta importante con la que no cuenta la empresa, y que brindaría un panorama mas completo y preciso de la dispersion de los datos, estrechamente vinculado con la calidad de las mezclas.

La influencia sobre el ensayo de estabilidad-fluencia de aquellas probetas con una mayor concentración de áridos de diámetros mayores, frente a otras con una granulometría mejor distribuida, resultó destacable. En estos casos, donde el ensayo arrojaba valores curiosos se procedió a abrir las probetas, encontrándose por lo general, con una concentración de agregados de tamaños grandes que

generaban cierta trabazón, aportando una resistencia mayor. Estos casos, por supuesto, se evaluaron con el inspector de la D.P.V, estableciendo que pauta tomar, lo cual fue, al menos durante el periodo de la practica supervisada, descartar dichos valores que eran mayores a aquellos usuales para el tipo de mezcla.

Los resultados de la recuperación de áridos se encontraron dentro de los límites granulométricos. Sí, se debió recurrir a la granulometría sobre el pastón seco para verificar la posibilidad de algún apartamiento de la curva establecida. El contenido de arena silícea no superó el 25% como indica el pliego. También se puede concluir que los valores de los distintos Ensayos Marshall realizados a lo largo del periodo en estudio, cumplieron con los requerimientos.

En cuanto a la densidad de la mezcla compactada, se logró llegar al mínimo del 98% respecto a la densidad Marshall. Por lo cual las capas fueron aprobados. La extracción de testigos se realizó sobre todas las capas de base asfáltica; sacando un testigo de aproximadamente 18cm, acorde al pliego.

Respecto a esto último, vale precisar que no siempre se pudo extraer el testigo completo, sino que en algunos casos las capas se separaron, justamente por el plano delimitado por el riego de liga. Esto representa, que en algunos tramos no se realizó adecuadamente el riego; quizá por falta de uniformidad en el riego por parte del camión regador, o quizás, por demoras en la colocación de las capas subsiguientes, ya con el riego ejecutado.

5.4.2 Base Asfáltica Alternativa

Se menciono anteriormente en el apartado - 4.3. Base Asfáltica - que la empresa ejecutó la tercer capa de base negra, con una mezcla diferente a la usada en las primeras dos.

Llegado el mes de Diciembre de 2014, próximo a un periodo de receso por parte de la empresa como así también de los entes de control, era necesario abrir el tramo en obra para ser utilizado por los vehículos frente al incremento de transito por temporada alta de veraneo.

La mezcla previamente dosificada para ser utilizada como base negra, no estaba preparada, ni tampoco había sido pensada para sufrir este tránsito, como así tampoco las inclemencias del clima. Por lo que se decidió, en común acuerdo de AFEMA S.A. y de la D.P.V, llevar a cabo otro dosaje, generando una mezcla asfáltica para Base que debía ser más cerrada, con mayor asfalto, impidiendo así el ingreso de agua que en conjunto con las cargas, generaría potenciales baches en el tramo no finalizado.

Principalmente lo que se hizo fue utilizar una mezcla asfáltica que la empresa ya estaba produciendo para otras obras como carpeta de rodamiento; se le realizó algunas leves modificaciones, y se verificó que cumpla con todos los parámetros exigidos por el pliego, llevando a cabo todos los ensayos ya descriptos en el apartado 4.3.1. Base asfáltica Original .

La mezcla final se realizó con un tenor de asfalto de 5.3%, por lo que también hubo ajustes en cuanto a la certificación y pago de este ítem, en particular lo que respecta a la tercer capa superior de base asfáltica.

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio												
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON														
MUESTRA L.001.01.		AF 09368		FECHA ELABORACION 15-nov-2014			FECHA ENSAYO 15-nov-2014							
MATERIAL BASE NEGRA ALTERNATIVA														
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacios	% de Asfen Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x fact corr h x fact aro	Fluencia	E / F
	Nº	Gr.	P.Sat.- P.Sumerg.	P.seco aire. Volumen	Rice-DM x 100 Rice	D.Marshall x % c.asf.	% V + % Asf.V	%Asf.V x 100. V.A.II	mm	Nº	Nº	fact corr h x fact aro Kg	mm	Kg/cm
<input type="checkbox"/>	3	1237,0	521	2,374	5,4%	12,5%	17,9%	69,6%	63,4	1,00	99	1115,7	3,6	3099
<input type="checkbox"/>	4	1237,0	522	2,370	5,6%	12,4%	18,0%	68,9%	63,4	1,00	115	1296,1	4,1	3161
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1238,0	521	2,376	5,4%	12,5%	17,9%	69,9%	63,4	1,00	90	1014,3		
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1235,0	521	2,370	5,6%	12,4%	18,0%	69,0%	63,3	1,00	87	980,5		
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
<input type="checkbox"/>														
PROMEDIO				2,373	5,5%	12,5%	18,0%	69,3%				1205,9	3,8	3130,0
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	4 - 8		> 14	65 - 75				> 600	2 - 4	1800 - 4000

UBICACIÓN		COMPOSICION DE ARIDOS			RESIDUAL =	997	82,7%
RICE		2511,000			MATERIAL	%	ORIGEN
OBRAS: RUTA NACION 9		Registro: L001.05.AF.02716			T 6-19	40,0%	CANTERA DIQUECITO
Tramo: JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ		Obs.			T 0-6	45,0%	CANTERA DIQUECITO
Departamento: Colón					ASL	15,0%	SAQUI ARENERA
LONG. Prog 0+000 a prog 10+000					TEMP. DE ELABORACION 160 °C		
Exp:					TEMP. DE MOLDEO 140 °C		
COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DE CORDOBA		% ASFALTO 5,3%			Factor de Aro 11,27		
Registro: L001.14.AF.02757		Total			100,0%		
Obs.							
PROVEEDOR AFEMA S.A	CONCEDENTE DIRECCION PROV VIALIDAD CB	OBSERVACIONES	Mezcla alternativa para ejecucion de 3° capa				
LABORATORIO VILLA RETIRO	ENCARGADO ENSAYO Daniel de la Rubia						

Fig. 5—14 Ensayos Marshall Base alternativa (AFEMA SA)

En la Figura 5-14, se muestran los resultados del ensayo Marshall sobre esta base negra alternativa, cumpliendo con los requerimientos del pliego.

5.5 Carpeta de Rodamiento Asfáltica

En el tiempo que conllevó la presente práctica supervisada, la empresa AFEMA S.A. no comenzó con la tarea de ejecutar la carpeta de rodamiento asfáltica. Justamente al acercarse la época de fiestas, en diciembre 2014, se procedió a ejecutar la base asfáltica alternativa, anteriormente descripta.

De todas maneras, la empresa ha adoptado como forma de trabajo frente a todas sus obras, realizar las previsiones apropiadas para no incurrir en demoras en el avance de obra; es por esto que el dosaje, los ensayos e inclusive la calibración de la planta de asfalto se realizó a medida que se ejecutaban las capas estructurales inferiores.

Resulta interesante destacar que el pliego de especificaciones particulares, ha establecido para este ítem entornos granulométricos poco usuales. Es decir, por lo general las mezclas asfálticas utilizadas, o más bien los requerimientos para estas mezclas son los mismos. Puntualmente para esta obra, el pliego estableció que la curva granulométrica de la mezcla a utilizar, quede dentro de un entorno granulométrico que definía una curva de áridos más gruesa. Concretamente esta variación estuvo definida, más fuertemente, por el tamiz N°4. En la mayoría de los casos, los valores establecidos para este tamiz, son 50% - 70% pasante; mientras que para esta obra se fijaron en 40% - 60% pasante. Lo anterior expuesto refleja que la mezcla asfáltica final tendrá en su composición, mayor cantidad de áridos gruesos; lo que significa, como se verá a continuación, un menor tenor asfáltico; resultando una mezcla más abierta.

Los materiales a emplear fueron:

- Piedra Triturada. Triturado 6-19mm
- Arena de Trituración. Triturado 0-60mm
- Arena Silíceo
- Cemento Asfáltico

5.5.1 Condiciones a cumplir

Las especificaciones a cumplir por los materiales componentes, aparecen detallados en los apartados correspondientes a cada uno de ellos. 3.3. Agregados y 3.4. Cemento Asfáltico.

- Entorno granulométrico

Tamiz	% Pasante
1"	100
3/4"	95 - 100
1/2"	75 - 95

3/8"	60 - 85
N°4	40 - 60
N°8	25 - 40
N°16	27 - 40
N°40	8 - 19
N°100	4 - 12
N°200	2 - 8

La arena silíceas no deberá intervenir en proporción superior al 25%.

- Ensayo Marshall - Según ensayo VN-E9-86
 - ✓ N° golpes por cada cara de probeta 75 golpes
 - ✓ Fluencia 2 - 4mm
 - ✓ Vacíos - Método Rice 3 - 5%
 - ✓ Relación Betún-Vacíos 70 - 80%
 - ✓ Estabilidad Mínima 800 Kg
 - ✓ Relación Estabilidad-Fluencia Máx. 4000 Kg/cm
Min. 2000 Kg/cm
- Densidad en obra será como mínimo el 98% de Densidad Marshall.
- Estabilidad Remanente. Según ensayo VN-E32-67. Deberá superar el 75% para no sufrir penalidades según el pliego de especificaciones particulares.

5.5.2 Procedimientos y Ensayos

a) Dosaje de la Mezcla - Método de Marshall

Nos remitiremos al apartado - 5.4.1 Base asfáltica original - en honor a la brevedad.

La mezcla final de áridos, que cumple con el entorno granulométrico fue:

Tabla 5—9 Resultado mezcla de áridos Carpeta asfáltica

Mezcla de Áridos - Carpeta de Rodamiento		
Triturado 6-19mm	Arena trituración	Arena Silíceas
52%	33%	15%

Se presentan a continuación los resultados del dosaje realizado.

Tabla 5—10 Resultados Método Marshall capeta de rodamiento

Resultados Método Marshall - Carpeta de Rodamiento							
N° Probeta	Tenor Asfalto %	Estabilidad Kg	Fluencia mm	Densidad Marshall gr/cm³	Vacíos %	VAM %	B/V %
1							
2	4,7	1042	3,5	2,41	3,9	15,2	74,2
3							
4							
5	5,2	1103	3,7	2,43	2,4	15	84,2
6							
7							
8	5,5	1161	4	2,44	1,4	14,8	90,5
9							

Se realizaron las graficas correspondientes, llegando al tenor óptimo de asfalto, con el valor de 4.9%.

Como ya se explicó, obtenido el porcentaje optimo de cemento asfaltico se procedió a preparar la mezcla en laboratorio y realizarle todos los ensayos, para asegurar el cumplimiento de los parámetros.

AFEMA		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 13 del procedimiento 001 del área de Laboratorio																					
MEZCLAS ASFALTICAS - ENSAYOS MARSHALL RICE Y ABSON																							
MUESTRA L.001.01.		0		FECHA ELABORACION				10-oct-2014				FECHA ENSAYO				10-oct-2014							
MATERIAL																CAC D 19							
Residual	Probeta	Peso seco al aire	Volumen	Dens. Marshall	% de Vacíos	% de Ast en Volumen	V.A.M %	B / V %	h= Altura Probeta	Factor Correc.	Lect. dial Est	Estabilidad= Lectura x	Fluencia	E / F									
	N°	Gr.	P.Sat - P.Sumerg.	P.asco.asf. Volumen	Rice-Dij x 100 Rice	D Marshall x % c.asf.	% V + % Ast.V	%Ast.V x 100 V.A.M.	mm	N°	N°	fact corr h x fact.aro Kg	mm	Kg/cm									
<input type="checkbox"/>	1	1210.0	502	2.41	3.1%	11.8%	14.9%	79.3%	62.3	1.02	84	965.6	3.4	2840									
<input type="checkbox"/>	2	1210.0	503	2.406	3.7%	11.8%	15.5%	76.0%	62.4	1.02	103	1184.0	4.0	2960									
<input type="checkbox"/>	3	1211.0	500	2.422	3.1%	11.9%	14.9%	79.4%	62.4	1.02	92	1057.6	3.7	2858									
<input checked="" type="checkbox"/>	4	1209.0	502	2.408	3.9%	11.8%	15.7%	75.2%	62.2	1.03	73	847.4											
<input type="checkbox"/>	5	1207.0	498	2.424	3.0%	11.9%	14.9%	79.8%	62.0	1.03	85	986.7	3.1	3183									
<input type="checkbox"/>	6	1208.0	503	2.402	3.9%	11.8%	15.7%	75.2%	62.2	1.03	103	1195.6	3.9	3066									
<input type="checkbox"/>																							
<input type="checkbox"/>																							
<input type="checkbox"/>																							
PROMEDIO				2,412	3,4%		15,3%	77,5%				1077,9	3,6	2981,4									
ESPECIFICACIONES				75 GOLPES	3 - 5		> 14	70 - 80				> 800	2 - 4	2000 - 4000									
UBICACION				COMPOSICION DE ARIDOS								RESIDUAL = 847 / 1078 = 78,6%											
OBRA: Duplicacion de calzada Ruta Nacional N°9 Tramo: Fin distribuidor autovia Juarez Celman R.N°9(N) - General Paz Departamento: Colón Exp: N°0045-016682/2013 COMITENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD DE CORDOBA				RICE		2,499		MATERIAL		%		ORIGEN		Especificacion		>75%							
				Registro				75-19		52.0%		CANTERA DIQUECITO											
				Obs.				TD-6		33.0%		CANTERA SAQUI											
								ARENA SIL		15.0%		CANTERA DIQUECITO				TEMP. DE ELABORACION		160 °C					
																TEMP. DE MOLDEO		140 °C					
% ASFALTO				4,9%				Total				100.0%				Factor de Aro				11,27			
PROVEEDOR AFEMA S.A				CONCEDENTE DIRECCION PROVINCIAL DE VIA				OBSERVACIONES				DOSAJE OPTIMO											
LABORATORIO VILLA RETIRO																							
ENCARGADO ENSAYO																							

Fig. 5—15 Verificación Tenor óptimo de asfalto (AFEMA SA)

b) Calibración de Planta de Asfalto

Realizado el dosaje de la mezcla y habiendo realizado las verificaciones de los parámetros Marshall se procedió a calibrar una de las plantas asfálticas para de esta manera poder producir la mezcla asfáltica y realizar los ensayos correspondientes.

Esta tarea se realizó en conjunto por personal de laboratorio, el plantista y operarios, contando con el apoyo y supervisión del inspector de la D.P.V.

A partir de los porcentajes de cada uno de los áridos y del tenor óptimo de asfalto establecidos mediante el método Marshall se realizaron los siguientes cálculos en función de las características de la planta asfáltica a calibrar.

Vale aclarar que se procedió a la calibración una planta asfáltica continua sin sistema computarizado, debido a que la Planta Terex se encontraba en reparación.

A continuación se muestra los porcentajes en peso correspondiente a cada árido respecto al total de áridos y al total de la mezcla; la producción de la planta es de 65 toneladas por hora. En base a estos datos se fueron variando las velocidades de las cintas transportadoras de material hacia el tambor, haciendo ingresar más o menos material a la planta según corresponda.

Tabla 5—11 Resumen calibración planta de asfalto

Calibración de Planta de Asfalto			
<i>Componentes</i>	<i>% Total Áridos</i>	<i>% Total Mezcla</i>	<i>Peso Cinta (kg/min)</i>
Triturado 6-19 %	52,00%	49,45%	535,73
Triturado 0-6 %	33,00%	31,38%	339,9825
Arena Silíceas %	15,00%	14,27%	154,5375
Total de Áridos	100,00%		
Cemento Asfáltico %		4,90%	
Total de Mezcla		100,00%	
Producción Planta			65 tn/h



Imag. 5—9 Inspección visual de mezcla asfáltica

de áridos y con ello variar la cantidad de material que sale en lugar de variar la apertura de la compuerta, resulta en general más exacto y práctico.

Así, se determinaron las velocidades de cinta a utilizar para todos los áridos, registrándose y quedando guardadas como Mezcla asfáltica para carpeta de rodamiento de la Ruta Nacional N°9 Norte.

Una tarea previa a ésta fue la determinación de la humedades de los áridos de los acopios, ya que a partir de este factor hubo que ajustar los porcentajes en peso de cada uno de los áridos.

Para calibrar la cantidad de cemento asfáltico, se procedió a ir ajustando la cantidad de asfalto a medida que se producía la mezcla asfáltica, llevando a cabo simplemente una inspección visual por parte del plantista, del inspector, del jefe de laboratorio y del personal de laboratorio especializado en mezclas asfálticas.

Para la calibración se trabajó con cada árido por separado. Se empezó con una velocidad de cinta similar a la utilizada regularmente en función de los conocimientos del plantista; se hizo pasar el triturado 6-19mm, desde la tolva, ingresando por las cintas transportadoras hacia el tambor mezclador y saliendo por la compuerta de salida de la mezcla asfáltica; a la salida se colocó una pala de carga frontal.

Se hizo pasar material durante un minuto, se cargó la pala, y luego se pesó la pala para obtener la cantidad de kilos por minuto obtenidos para esa velocidad de la cinta. El proceso es a prueba y error, acercándose mediante pesajes sucesivos al valor requerido de 574 kg/min del triturado 6-19mm.

Esta forma de proceder, permitiendo variar la velocidad de la cinta ubicada debajo de cada tolva de almacenamiento

c) Controles sobre Mezcla Asfáltica

Una vez determinadas las velocidades de las cintas transportadoras se procedió a realizar un pastón seco, el cual fue utilizado por el laboratorio para llevar a cabo el ensayo de granulometría y verificar que se cumpliera con los entornos establecidos.



Imag. 5—10 Control de características visuales de mezcla a pie de planta

Por otro lado, en cuanto a la cantidad de asfalto, la calibración se realizó a medida que se producía la mezcla. Lo más importante en esta situación fue la inspección visual de la apariencia de la mezcla, el brillo y la consistencia que tenía al tacto; estos dos aspectos fueron determinantes para acercar la producción al contenido óptimo de asfalto.

Se cargaron tres bateas con esta mezcla asfáltica, por lo que se produjeron aproximadamente 90tn. La muestra extraída para su análisis en laboratorio se realizó sobre el segundo camión, considerando que la mezcla ya se había estabilizado y ajustado al porcentaje de cemento óptimo.

La mezcla fue sometida a los ensayos ya enunciados previamente:

- Estabilidad - Fluencia VN-E9-86
- Estabilidad Remanente VN-E32-17
- Determinación de contenido de asfalto y control granulométrico de mezclas asfálticas VN-E69-78

5.5.3 *Análisis de Resultados*

Los resultados de los ensayos anteriormente citados, cumplieron con las exigencias del pliego, siendo los valores de estabilidad y fluencia, parámetros principales del ensayo Marshall, correctos.

Hay que destacar que el porcentaje de cemento asfáltico dio 5%, por lo que la inspección visual y los conocimientos previos del personal de AFEMA S.A. tuvieron sus resultados positivos en la constitución de la mezcla asfáltica final.

Los camiones contenedores de la mezcla, se dirigieron hacia la obra en cuestión; y este material se utilizó como tercer capa, entre las progresivas 3+950 y 4+150, procediendo a su inspección luego por parte del agente de campo de la D.P.V.

Como ya se anticipó, dicha mezcla contiene mayor porcentaje de áridos gruesos, retenidos tamiz N°4, y el porcentaje de cemento asfáltico es menor. Al inspeccionar el tramo de prueba sobre la ruta 9 se pudo detectar, o más bien, confirmar que la mezcla era más abierta que la habitualmente utilizada. La empresa AFEMA S.A. no se encontraba conforme con estas características aduciendo que presentaría problemas de peladuras y fisuras frente al alto tránsito, como así también al porcentaje de vehículos pesados, viendo su vida útil disminuida considerablemente.

Si bien los resultados de los ensayos a los que se sometió la mezcla fueron correctos cumpliendo con el pliego de especificaciones particulares, la empresa hizo conocer a los inspectores de la D.P.V, su disconformidad con la ejecución de la capa de rodamiento con esta mezcla poco usual.

Hasta la fecha de finalización de la práctica supervisada, aun no se han expedido en una decisión por parte de la Dirección Provincial de Vialidad.

5.6 *Obras de Cruce - Alcantarillas*

Como ya se menciona en el apartado 2.5 - Obras de Cruce - se tuvo que realizar ensanches de las alcantarillas transversales ya dispuestas, como así también generar nuevas alcantarillas longitudinales. Algunas de las cuales se realizaron con módulos de hormigón pre moldeado, y otras mediante la utilización de tabiques y losas de hormigón armado. Por otro lado los ingresos a las conducciones, transiciones y alas, se realizaron de hormigón armado, en manos de la cuadrilla de hormigón de la empresa.

El hormigón utilizado fue un H21, lo que representa una resistencia a la compresión a los 28 días de más de 21MPa. Por pliego, este hormigón está identificado como hormigón Tipo B.

Los componentes primarios fueron:

- Triturado 6-25mm
- Arena silíceo
- Agua de mezclado
- Cemento portland.

5.6.1 Condiciones a Cumplir

Las especificaciones a cumplir por los materiales componentes, aparecen detallados en los apartados correspondientes a cada uno de ellos. 3.3. Agregados, 3.5. Cemento Portland y 3.6 Agua.

El ensayo de Equivalente de Arenas, resulta sumamente importante para garantizar un fraguado correcto.

En cuanto a las condiciones a cumplir por el hormigón, como material en sí mismo, la más importante radica en la resistencia a la cual debe llegar en un periodo de 28 días desde su conformación. En este caso 28 MPa.

5.6.2 Procedimientos y Ensayos

Además de todos los controles que se realizaron sobre los materiales componentes, se llevaron a cabo ciertos ensayos propios del hormigón. De acuerdo al Plan General de Autocontrol, se extrajeron muestras cada 8m³, en algunos casos al pie de la obra y en otros en la empresa, antes que los camiones partieran hacia el tramo en cuestión. Lo anterior en función de la disponibilidad de recursos con los que se contaba en ese momento.

a) Resistencia a la Compresión

Como ya se adelantó, el valor de resistencia a la compresión es un indicador concreto a la hora de proyectar estructuras. Por lo que el ensayo de resistencia a la compresión resulta el control principal e ineludible que debe llevar la empresa para garantizar comportamientos acordes en sus obras.

Este ensayo comenzó con la confección de cuatro probetas, procediendo con métodos normalizados para su llenado y compactado. La finalidad de compactar el hormigón dentro de los moldes fue la de eliminar los huecos que pueden quedar dentro de la masa por diferencias en las formas y tamaños de los componentes que, al disminuir la sección de la probeta, le podrían hacer perder resistencia.



Imag. 5—11 Preparación de probetas de hormigón



Imag. 5—12 Ensayo de resistencia a la compresión hormigón.

Una vez confeccionadas las probetas, se las dejó fraguar, y transcurridas 24hs, se las desmoldó y colocó en la cámara de curado a una humedad determinada, donde sufrían el proceso de endurecimiento.

Las probetas fueron ensayadas a 7 y 28 días, dos probetas en cada ocasión.

Este ensayo se realizó por medio de una prensa que comprime la probeta hasta provocarle la rotura a la misma, obteniendo de esta manera la carga de rotura. El valor que determinaba un cumplimiento o no acorde a los requerido, fue el que se obtuvo a los 28 días. El ensayo a 7 días, se realizó para poder analizar que comportamiento final tendría, utilizando la tabla de Ross, resultó en un indicador de la resistencia final de ese

A continuación se presentan los resultados, arrojados por el ensayo realizado sobre una muestra de hormigón, utilizado para hormigonar un ensanche de alcantarilla, materializado mediante tabiques y losas.

Tabla 5—12 Resultados ensayo de resistencia a compresión

Ensayo Resistencia a Compresión - Hormigón H21

<i>Id. Probeta</i>	<i>Edad (días)</i>	<i>Lectura</i>	<i>Carga (kg)</i>	<i>Resistencia 7 días (kg/cm²)</i>	<i>Resistencia 28 días (kg/cm²)</i>
624	7	28690	29583	168	258
625		27930	29057	165	254
626	28	46244	47683	-	270
627		45326	47155	-	267



Imag. 5—13 hormigonado de ensanche de alcantarilla

b) Asentamiento

A la par del ensayo de resistencia a la compresión se realiza sobre todo camión que sale del planta de hormigón el ensayo de asentamiento. Este se encuentra explicado en la norma de vialidad nacional VN-E3-69.

A partir del mismo se conoce la consistencia de la mezcla, lo cual influye directamente en la trabajabilidad. El resultado de esta medición también refleja el comportamiento que tendrá frente a esfuerzos de compresión, ya que estará íntimamente ligado a la relación agua/cemento de la mezcla.



El hormigón muestreado para llevar a cabo el ensayo de resistencia a la compresión fue primeramente sometido a este ensayo de asentamiento, utilizando el cono de Abrams.

Se midió la diferencia de altura entre el cono de Abrams y el hormigón fresco sometido al ensayo, arrojando un resultado de 11cm.

Imag. 5—14 Asentamiento del hormigón fresco

c) Peso Unitario y Porcentaje de Aire

Se procedió a calcular el peso unitario del hormigón fresco y el porcentaje de aire, para lo cual se utilizó el aparato tipo Washington. Así se procedió al llenado del aparato con la compactación adecuada y posterior pesaje, teniendo como dato conocido el volumen, se calculó el peso específico.

Por otra parte utilizando este aparato, ahora tapado, se lo sometió a presión, obligando al agua contenida en la mezcla a escapar por un orificio específico del aparato. Mediante diferencias de peso, se calculó el porcentaje de agua contenida en el hormigón fresco.

5.6.3 *Análisis de resultados*

La determinación de la resistencia a compresión de probetas de hormigón sirvió para conocer la calidad del hormigón fabricado. Esta resistencia puede ser garantizada si las probetas para el ensayo son confeccionadas, protegidas y curadas siguiendo métodos normalizados. Si, en cambio, se permite que varíe las condiciones de muestreo, métodos de llenado, compactación, terminación y curado de las probetas, los resultados de resistencia que se obtengan en el ensayo respectivo carecerán de valor, ya que no podrá determinarse si eventuales resistencias bajas son debidas a la mala calidad del hormigón o a fallas cometidas durante las operaciones de preparación de las probetas, previas al ensayo. Esto conlleva a efectuar con la atención necesaria los ensayos anteriormente citados, enfrentándose a los modos propios que surgen debido a la rutina misma.

Durante el periodo que comprendió la práctica, se ejecutaron 6 alcantarillas longitudinales, y el ensanche de 5 alcantarillas transversales, siendo estas últimas

materializadas con módulos de hormigón premoldeado o con un conjunto de losas y tabiques de hormigón. Para las alcantarillas longitudinales se utilizó un camión hormigonero de 8m³ para cada una de ellas, mientras que para los ensanches resultó en función del número de bocas existentes.

Como ya se anticipó en el capítulo 3 La Empresa, existe un área enfocada a la gestión del hormigón elaborado. Dicha área, además de su función de proveer el material a clientes y según la necesidad de las obras, lleva los resultados de todos los ensayos, generando un estadístico de los diferentes tipos de hormigones. Esto último es sumamente importante, ya que se puede tener un seguimiento del hormigón, la variabilidad en sus características y buscar una justificación para esto; ajustando la manera de llevar a cabo los ensayos, de modo de dejar afuera toda incertidumbre respecto de los resultados de los ensayos, y poder avanzar sobre los demás factores intervinientes en el proceso de producción.



Imag. 5—15 Ensayo asentamiento hormigón fresco

Un claro ejemplo de lo anterior se puede visualizar en la siguiente Imagen 5-15.

Se llevó a cabo el ensayo correspondiente a la medición del asentamiento sobre hormigón cuyo fin era una de las alcantarillas longitudinales, arrojando un resultado desfavorable, alejándose de los valores usuales, que para el tipo de hormigón que era se encontraba en 10cm \pm 2cm, y en esta ocasión el resultado fue de 16cm.

Esta situación se discutió con el área de gestión del hormigón, en conjunto con el área de laboratorio, concluyendo que había sido originado en la planta de hormigón, debido a un desperfecto en el sistema, por la caída de un rayo, por lo que se estaba trabajando con regulaciones manuales de la cantidad de agua, y no de manera automática. De esta manera, se procedió a ajustar dicha cantidad, generando luego los ensayos para verificar esta mejora.

COMENTARIOS FINALES

6 COMENTARIOS FINALES

6.1 Conclusiones de las tareas realizadas

Llevados a cabo los controles y ensayos necesarios de los materiales, y principalmente de los elementos que conforman el paquete estructural, se puede asegurar que la empresa cumplió con todos los requerimientos, sorteando las situaciones diarias que se iban planteando y garantizando la calidad de los elementos de esta obra.

Como se remarcó en el transcurso del presente informe, los resultados arrojados por los ensayos, no fueron tratados de manera particular, sino se llevó un registro del historial de valores, logrando de esta manera un mejor manejo de la información, una mayor confianza en los resultados, y por ende, tomar decisiones respecto de la producción, proveedores y formas de trabajo de la manera más correcta.

Si bien esta forma de proceder, resultó apropiada y aseguró buenos resultados, vale recalcar la importancia de llevar a la par de los registros un estadístico de estos datos, pudiendo conectar diferentes variables y visualizar la información de una manera gráfica, resultando esto en un mayor entendimiento de las causas que generan desaciertos o desajustes en los procesos, y puntualmente, en las mezclas asfálticas, siendo la principal actividad de la empresa la ejecución de pavimentos asfálticos. Esto anterior queda planteado como una propuesta, que surge luego de participar en las actividades cotidianas de AFEMA S.A.

Una de las cuestiones que resultan interesantes recalcar, y que quedan como aprendizaje para el autor, es el manejo del tiempo. El tiempo como un recurso sumamente importante, es utilizado por la empresa para de cierta manera ir estudiando, observando, investigando, probando, y analizando resultados en momentos previos a existir la necesidad o la urgencia mas bien, de presentar resultados sobre un material nuevo, cumplimentar con especificaciones diferentes de las habituales o garantizar cierta calidad requerida por parte del comitente. Resulta un punto clave, en empresas abocadas a obras públicas, donde los tiempos que manejan las empresas privadas, divergen de los manejados por el Estado, sometido a un clima, indudablemente, político.

La relación que se crea entre las empresas constructoras y el ente inspector, en casos de obras provinciales, la Dirección Provincial de Vialidad, resulta destacable. Es importante mantener ésta relación fluida, abierta, con posibilidad de plantear situaciones y debatirlos, para llegar a soluciones acordes a la empresa como así también, y de manera prioritaria, a la D.P.V.

6.2 Conclusiones de la Práctica Supervisada

La experiencia de la Práctica Profesional Supervisada fue sumamente útil para comprender como funciona el proceso de control de calidad de una obra vial, siendo testigo de todas las etapas y partícipe del mismo.

El alumno tuvo la oportunidad de aplicar los conceptos aprendidos durante la carrera, adquiriendo mayores conocimientos respecto de los materiales utilizados en una obra vial y de los parámetros que los definen, pudiendo así implementar un juicio crítico a la hora de tomar decisiones en la vida profesional.

Además, el trabajo con profesionales, como con personal especializado en sus tareas, ha permitido al autor adquirir conceptos no solo técnicos, sino el significado de trabajar en conjunto.

Finalmente, se puede concluir que los objetivos planteados al comienzo fueron satisfactoriamente cumplidos. La experiencia laboral aportó a la formación profesional y personal del alumno sirviendo de transición entre la vida de estudiante y la de profesional.

7 BIBLIOGRAFÍA

- AFEMA S.A. (2014) - *Plan General de Autocontrol*
- Área de Planificación y Proyectos, D.P.V, Córdoba (2013) - *Pliego Particular de Especificaciones Técnicas*
- Cátedra de Transporte III, FCEFyN, UNC (2013) - *Apuntes de Clases*
- Comisión Permanente del Asfalto (2010) - *Pliego de Especificaciones Generales para Mezclas Asfálticas en Caliente Gruesas*
- Dirección Nacional de Vialidad (1998) - *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales - D.N.V.*
- Dirección Nacional de Vialidad (1979) - *Normas de Ensayos de Vialidad Nacional*
- IRAM (1992) - *Normas de Ensayo Estandarizadas*

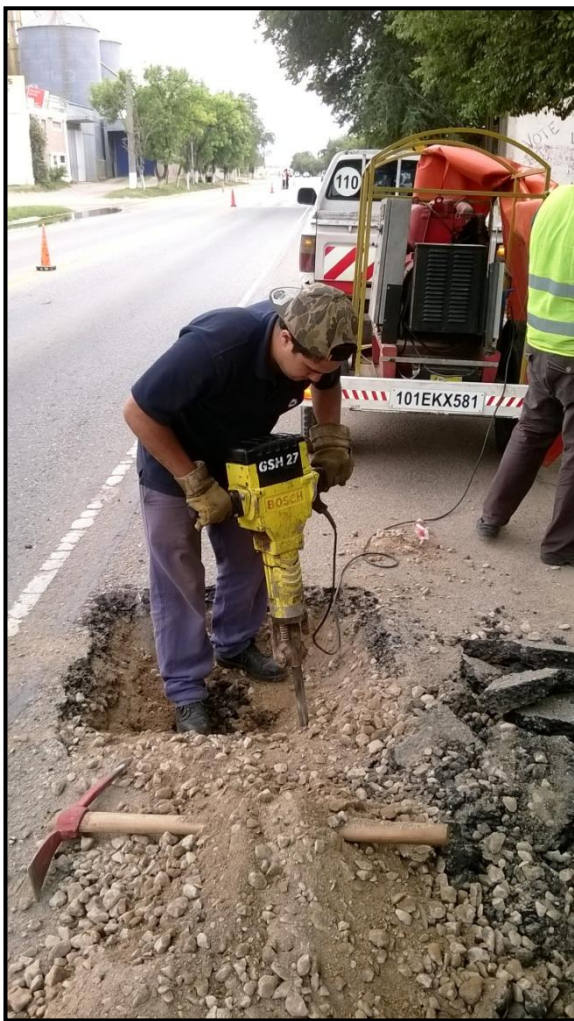
ANEXO

8 ANEXO

8.1 Calicatas Zona Urbana

Una de las tareas llevadas a cabo en el periodo que comprendió la practica supervisada, fue inspeccionar el perfil existente en un tramo urbano de la localidad de General Paz, para ello se procedió a ejecutar calicatas. Estas actividades comprenden parte de las tareas del personal de laboratorio de la empresa.

El proyecto original no comprendía trabajos sobre la ruta nacional N°9 norte, en la progresivas que se encuentran sobre la localidad, pero se planea llevar a cabo una mejora de las banquetas en las mismas. Al quedar terminada la duplicación de calzada, se generará cierta fricción en el ingreso Sur de dicha localidad, dado que la calzada actual es de dos trochas bidireccional. Teniendo esto en cuenta, se proyectó la idea de mejorar las banquetas, no llegando a ser una duplicación de calzada propiamente dicha, debido a que no verifican los anchos necesarios, pero si, de esta manera, contribuir a reducir las congestiones, al generarse un embudo, por reducción de la oferta vial, al ingreso de dicha localidad.



Imag. 8—1 Apertura de calicata

El objetivo de realizar las calicatas, fue el de identificar el perfil, las profundidades y determinar características de los estratos que se encontraban. Por lo que se llevaron a cabo en ambas banquetas, cada 300 m, abriéndose en total 5 calicatas, para obtener un conocimiento suficiente de todo el tramo.

Se procedió a delimitar sobre el pavimento el área donde se iba a trabajar, colocando los elementos de seguridad y precaución frente a vehículos. La excavación se realizó de 1m x 1m, utilizando un martillo neumático para romper el pavimento de la capa superior, y luego se procedió con pico y pala para extraer cada material que se encontró, diferenciándolo en recipientes particulares. Es importante no contaminar los materiales mezclándolos; cada material encontrado, deberá ubicarse de manera separada en la superficie, dejando asentado los espesores de cada

uno de estos estratos. Así, se trabajó para abrir todas las calicatas.

Estos materiales fueron llevados, luego, al laboratorio central de AFEMA S.A, donde se sometieron a ensayos.

En primera instancia, lo que se realizó fue un informe de los diversos perfiles encontrados, con los espesores de los estratos, identificando el tipo de estructura,

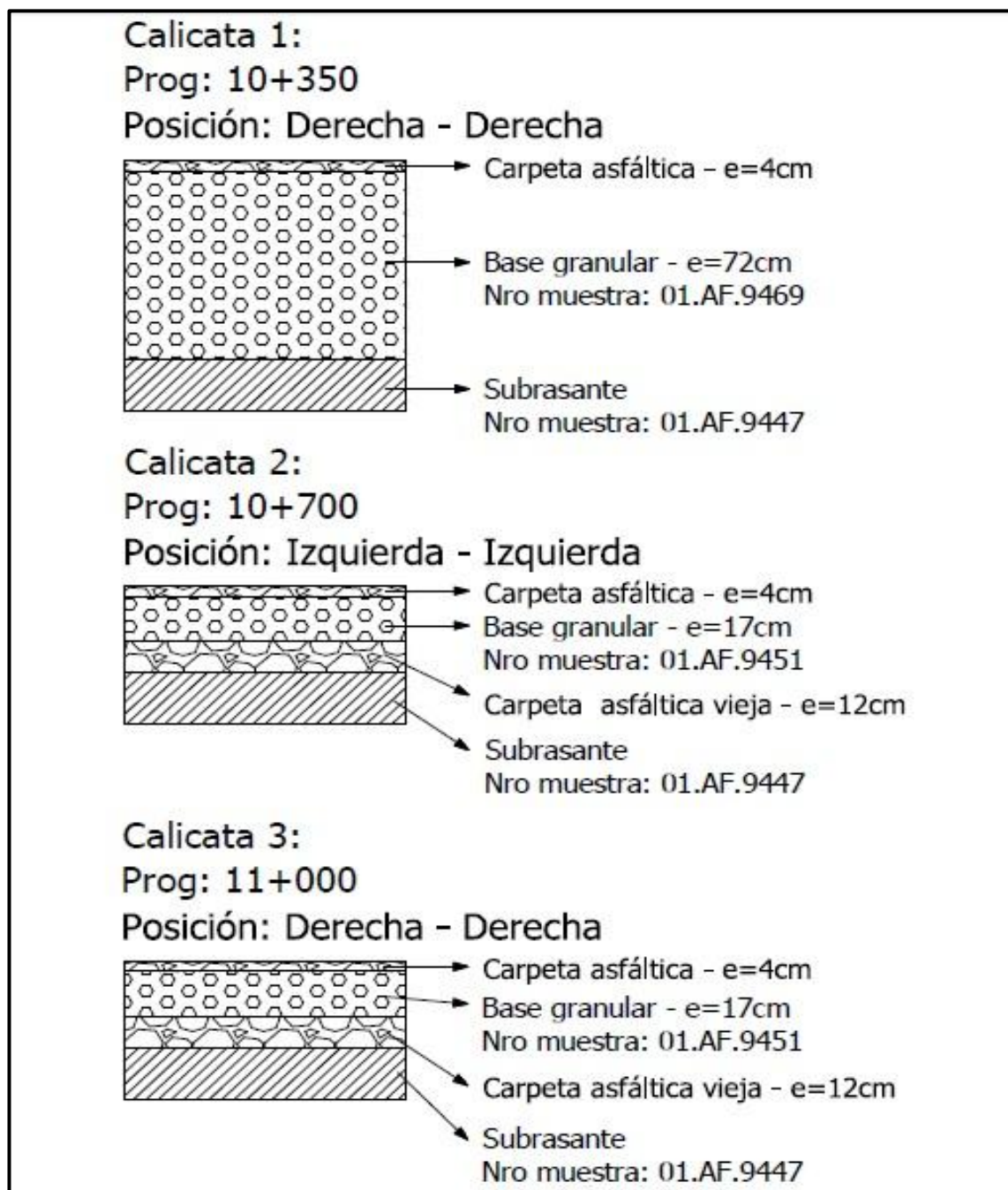


Fig. 8—1 Informe calicatas (AFEMA SA)

granulometrías y clasificación de suelos. Este informe se presentó a la Dirección Provincial de vialidad para su evaluación. Ver Figura 8-1.

Este informe reflejó una primera aproximación para conocer el paquete existente, llevando a cabo solo granulometrías y clasificación de suelos.

Los ensayos llevados a cabo en esta primera instancia fueron:

- Determinación de humedades
- Ensayo de Granulometría
- Determinación de Límites de Atterberg e índice de plasticidad
- Clasificación de Suelos

En el caso de decidir utilizar este paquete, quizás llevando a cabo un fresado del pavimento existente y colocando sobre la base granular una nueva capa asfáltica, será necesario realizar nuevos ensayos, llevar a cabo un ensayo Proctor, como así también determinar el valor soporte de la base granular para verificar su resistencia.

Un parámetro importante es la humedad con la que se encuentra el material durante la excavación. En el caso de las calicatas abiertas, no se encontró presencia de barro en la subrasante, lo que indica que potencialmente no habría fallas en el pavimento nuevo, por problemas de humedad en la subrasante.

8.2 Resultados Ensayos

A continuación se muestran las planillas resultados de los ensayos realizados en el periodo de la practica supervisada y las figuras correspondientes a la planimetría de la obra.


		SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (SAC) Registro 32 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio Reg.001.32.AF.00035																														
		PLASTICIDAD	06/10/14	06/10/14	06/10/14																											
MUESTRA L.001.01.	AF	05813	FECHA ELABORACION	06/10/14	FECHA ENSAYO																											
MATERIAL		Triturado 0-20																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>L. LIQUIDO</th> <th>L. PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pesca filtro N°</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Pf + suelo humedo</td> <td>35,1</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Pf + suelo seco</td> <td>32,1</td> <td>39,6</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>3</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td>Pesafiltro</td> <td>18,1</td> <td>21,3</td> </tr> <tr> <td>Peso seco</td> <td>14</td> <td>18,3</td> </tr> <tr> <td>N° de golpes</td> <td>25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limites %</td> <td>21,4%</td> <td>18,6%</td> </tr> </tbody> </table>							L. LIQUIDO	L. PLASTICO	Pesca filtro N°	4	5	Pf + suelo humedo	35,1	43	Pf + suelo seco	32,1	39,6	Agua	3	3,4	Pesafiltro	18,1	21,3	Peso seco	14	18,3	N° de golpes	25		Limites %	21,4%	18,6%
	L. LIQUIDO	L. PLASTICO																														
Pesca filtro N°	4	5																														
Pf + suelo humedo	35,1	43																														
Pf + suelo seco	32,1	39,6																														
Agua	3	3,4																														
Pesafiltro	18,1	21,3																														
Peso seco	14	18,3																														
N° de golpes	25																															
Limites %	21,4%	18,6%																														
UBICACION		Resultados																														
Extruido de:		Material tipo:		Fragmentos de Roca-Grava-Arenas	INDICE DE PLASTICIDAD																											
ACCESO A PARQUE EMPRESARIAL		Clasificación HRB:		A-1a	2,9%																											
PROVEEDOR: CANTERA DIQUECITO																																
CONCEDENTE: DIRECCION PROVINCIAL DE VI																																
LABORATORIO:																																
ENCARGADO ENSAYO:																																
		INDICE DE GRUPO		0																												

Fig. 8—2 Clasificación de material 0-20mm. Ensayo de plasticidad (AFEMA SA)

AFEMA S.A. Villa Retiro Ruta 111 Km 7.5 Villa Retiro Cba		Obra Tramo Expediente		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																																				
CONCEDENTE:		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD										DENSIDAD (metodo de la arena)																												
Ubicación	Fecha	Esperos	suelo húmedo		suelo seco		% de humedad		Arena total		Resto de arena		Cono		Diferencia		Peso esp arena		Volumen pozo		Peso húmedo Reten 3/4		% ret 3/4 en el pozo		Peso Especifico SSS		Volumen Retenido en 3/4		Densidad húmeda		Densidad seca		Densidad seca corregida		Proctor		Proctor corregido		% Densidad Obtenida	
			FORMA	FORMA	(1.300+1.00)	(1.300+1.00)	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA	FORMA
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1050 Reg.08870	05/08	20.0	7288	7000	7000	4.3%	7000	1279	1531	4180	1.344	3118	255	3.6%	2.77	82	2.341	2.245	2.244	2.260	99.4%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 2350 Reg.08871	31/07	20.0	7358	7078	7000	4.0%	7000	1242	1531	4227	1.344	3145	223	3.2%	2.77	81	2.340	2.251	2.244	2.258	99.7%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 2450 Reg.08872	31/07	20.0	8686	8345	7000	3.8%	7000	480	1531	4879	1.344	3705	402	4.8%	2.77	145	2.338	2.253	2.244	2.265	99.5%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 2550 Reg.08873	31/07	20.0	7888	7710	7000	3.7%	7000	856	1531	4613	1.344	3432	183	2.4%	2.77	66	2.330	2.246	2.244	2.254	99.7%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1750 Reg.08874	01/08	20.0	7575	7189	7000	5.4%	7000	1174	1531	4285	1.344	3196	254	3.5%	2.77	82	2.370	2.249	2.244	2.259	99.6%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1650 Reg.08875	01/08	210.0	7635	7253	7000	5.3%	7000	1132	1531	4337	1.344	3227	338	4.7%	2.77	122	2.366	2.248	2.244	2.264	99.3%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 0650 Reg.08710	31/07	25.0	4587	4082	7000	12.4%	7000	2280	1531	3179	1.344	2365					1.838	1.726	1.740		99.2%																			
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - SUBRASANTE Carril: IZQUIERDO prog: 0750 Reg.08711	31/07	26.0	3707	3361	7000	10.3%	7000	2881	1531	2588	1.344	1826					1.925	1.745	1.740		100.3%																			

Fig. 8—3 Control de densidad. Método de la arena Base granular (AFEMA SA)

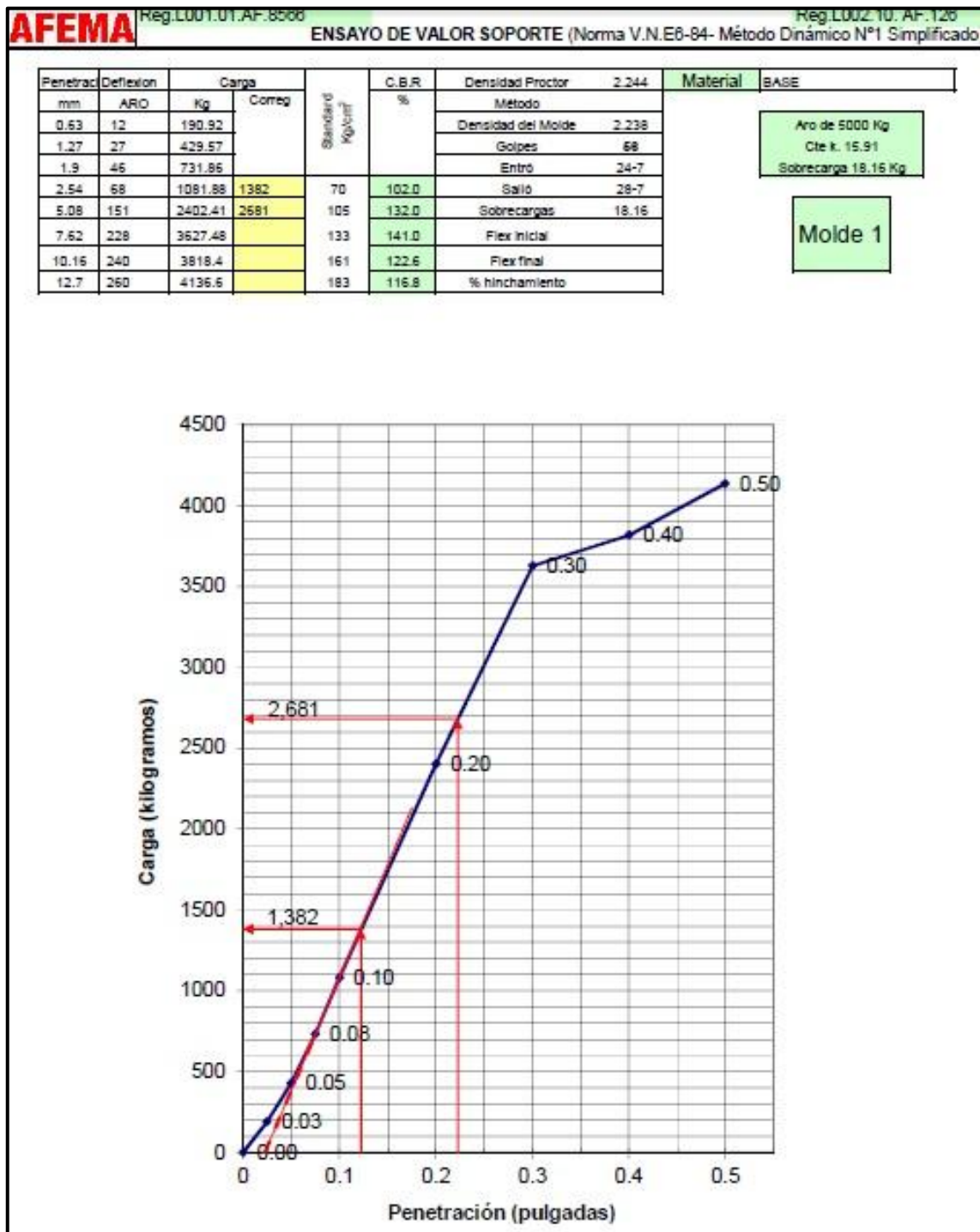


Fig. 8—4 Ensayo Valor Soporte Probeta 1 - 58 golpes (AFEMA SA)

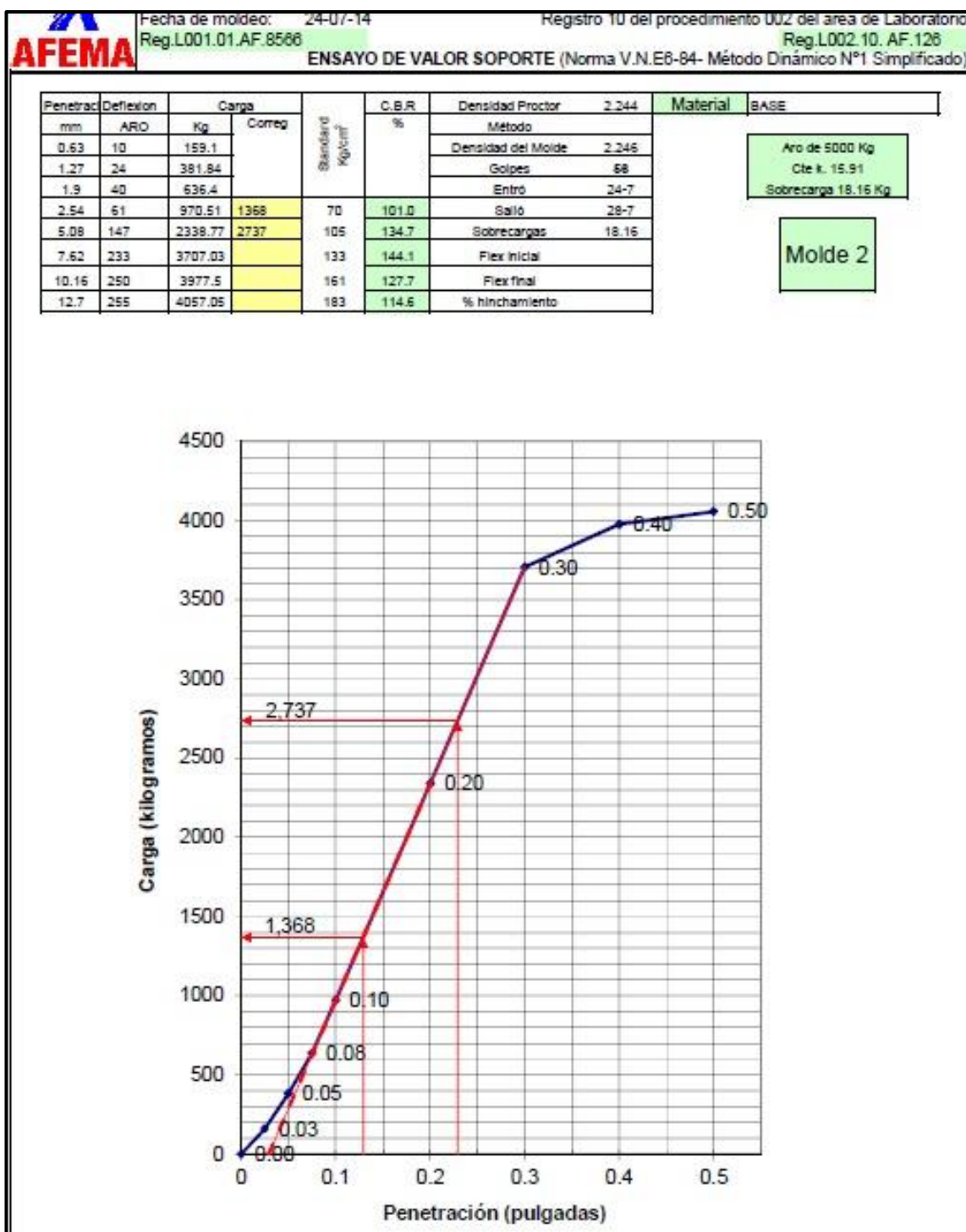


Fig. 8—5 Ensayo Valor Soporte Probeta 2 - 58 golpes (AFEMA SA)

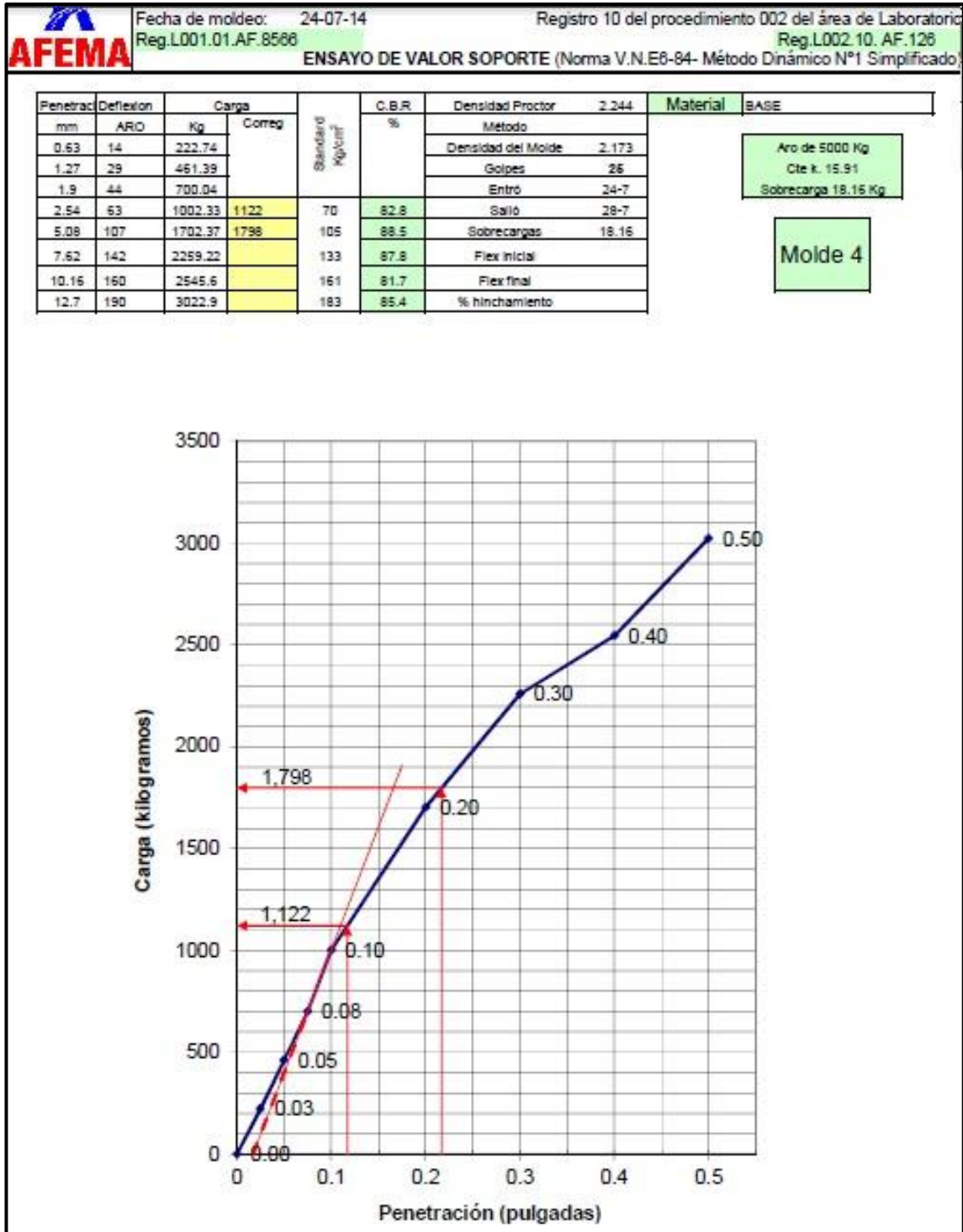


Fig. 8—6 Ensayo Valor Soporte Probeta 4 - 26 golpes (AFEMA SA)

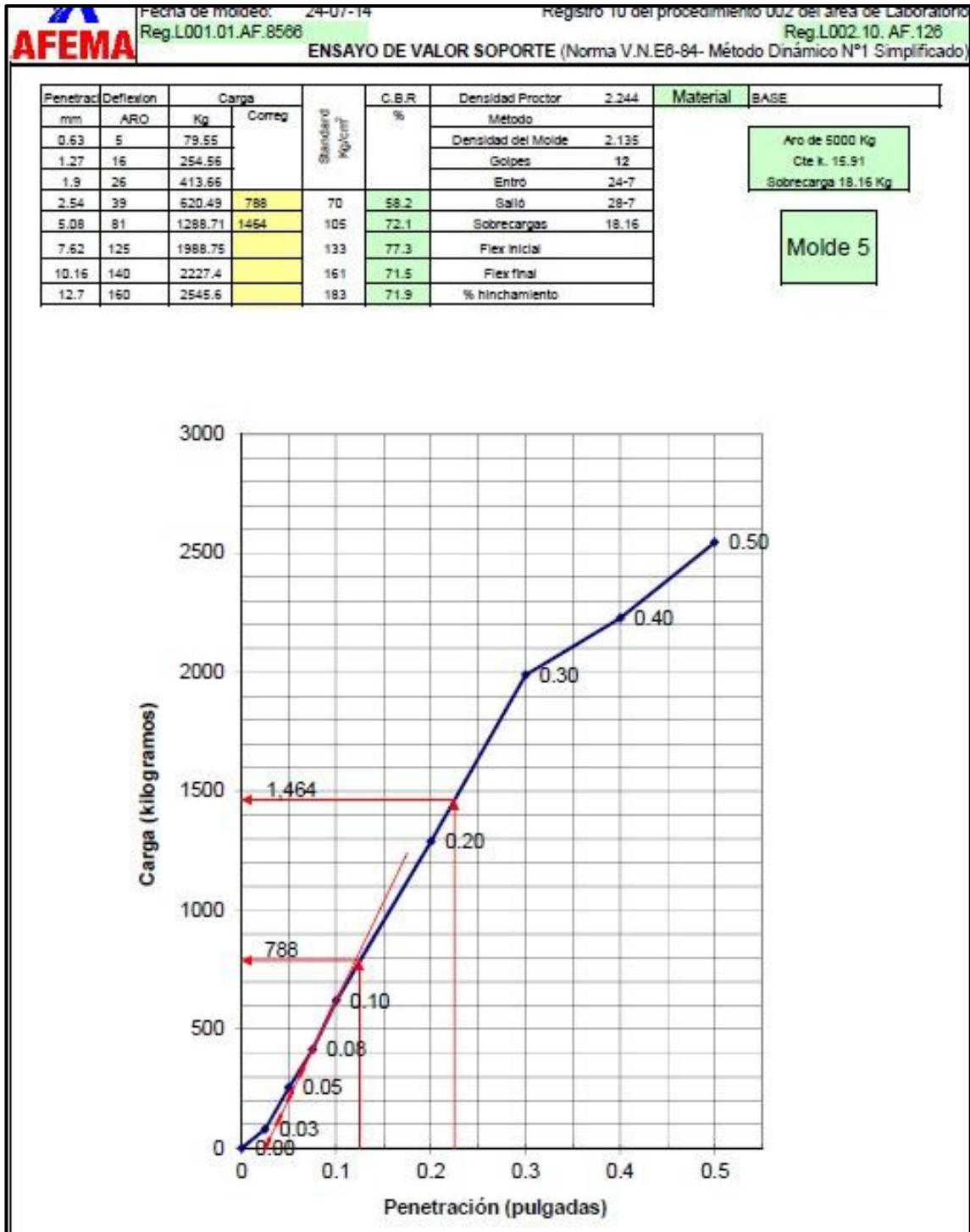


Fig. 8—7 Ensayo Valor Soporte Probeta 5 - 12 golpes (AFEMA SA)

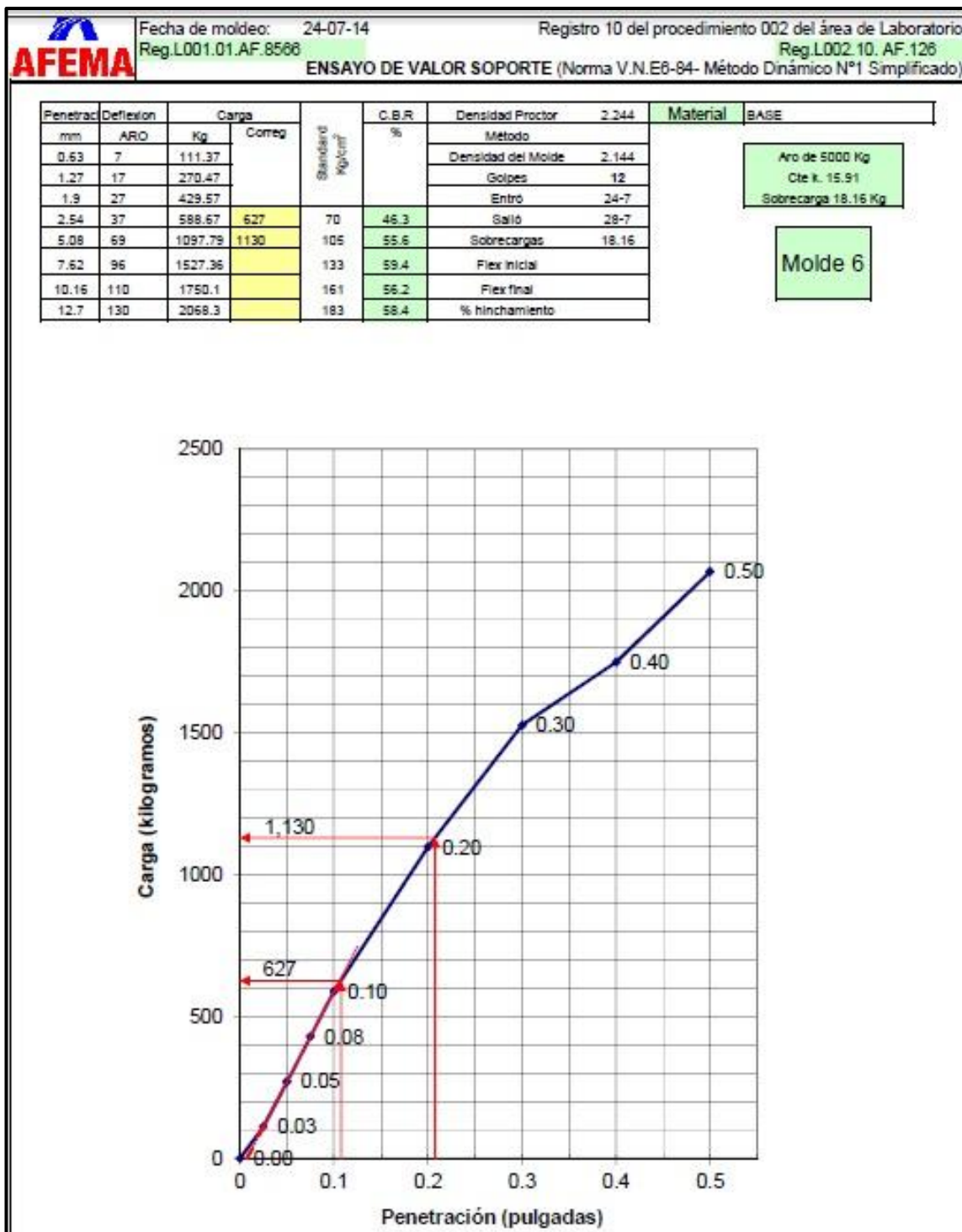


Fig. 8—8 Ensayo Valor Soporte Probeta 6 - 12 golpes (AFEMA SA)

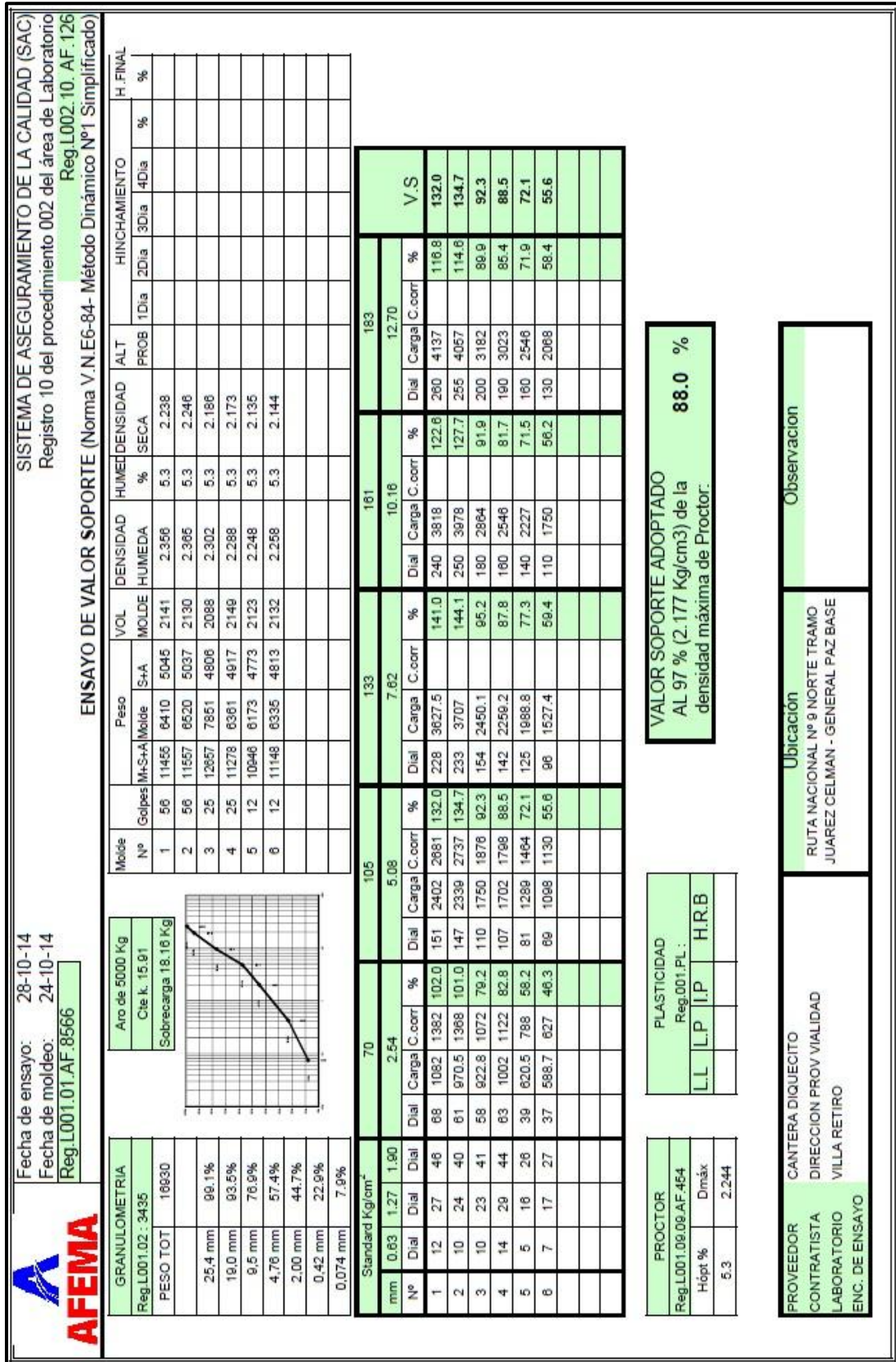


Fig. 8—9 Resultado Valor Soporte Base granular (AFEMA SA)

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra		Registro 11 del Procedimiento 001 del área de Laboratorio																		
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Tramo		Expediente																		
CONCEDENTE:		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD		DENSIDAD (metodo de la arena)																		
Fecha	Esperos	suelo húmedo	suelo seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Peso húmedo	Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el pozo	Peso Especifico	Volumen	Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida	
	FEJAR	FEJAR	FEJAR	(1-50) x 100	700	FEJAR	4-5-6	1	70	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR	FEJAR
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1050 Reg.08670	05/10	20.0	7268	7000	4.3%	7000	1279	1531	4180	1,344	3118	255	3.6%	2.77	92	2,341	2,245	2,244	2,260	99,4%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1150 Reg.08689	05/10	20.0	7118	6826	4.3%	7000	1433	1531	4036	1,344	3003	382	5.7%	2.77	142	2,370	2,273	2,244	2,269	100,2%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1350 Reg.08687	05/10	20.0	7788	7502	4.0%	7000	1080	1531	4408	1,344	3281	477	6.4%	2.77	172	2,377	2,287	2,244	2,271	100,7%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1250 Reg.08688	05/10	20.0	6914	6610	4.9%	7000	1520	1531	3948	1,344	2838	220	3.3%	2.77	79	2,353	2,250	2,244	2,258	99,6%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1750 Reg.08674	05/10	20.0	7575	7189	5.4%	7000	1174	1531	4285	1,344	3186	254	3.5%	2.77	82	2,370	2,249	2,244	2,259	99,6%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1650 Reg.08675	10/10	210.0	7635	7253	5.3%	7000	1132	1531	4337	1,344	3227	339	4.7%	2.77	122	2,366	2,248	2,244	2,264	99,3%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1800 Reg.08689	10/10	20.0	7485	7189	3.8%	7000	1532	1152	4316	1,355	3185	51	0.7%	2.77	18	2,344	2,257	2,244	2,247	100,4%		
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog: 1900 Reg.08690	10/10	20.0	7107	6816	4.3%	7000	1806	1152	4042	1,355	2883	234	3.4%	2.77	84	2,382	2,285	2,244	2,259	101,2%		

Fig. 8—10 Control de densidad en base granular parte 1/2 (AFEMA SA)

AFEMA S.A. Villa Retiro		Obra		Registro 11 del Procedimiento 001 del area de Laboratorio																	
Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba		Tramo																			
Expediente		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD		DENSIDAD (metodo de la arena)																	
Ubicación	Fecha	Esperos	CONCEDENTE:		DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD		DENSIDAD (metodo de la arena)														
			sueto húmedo	sueto seco	% de humedad	Arena total	Resto de arena	Cono	Diferencia	Peso esp arena	Volumen pozo	Peso húmedo Reten. 3/4	% ret. 3/4 en el pozo	Peso Especifico SSS	Volumen Retenido en 3/4	Densidad húmeda	Densidad seca corregida	Proctor	Proctor corregido	% Densidad Obtenida	
		REGAR	REGAR	(1-2) x 100	REGAR	REGAR	4-5	1	78	REGAR	REGAR	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)	100 x 100 / (W x 100)
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 1980 Reg.08691	10 /10	20.0	6882	6503	5,8%	7000	1968	1152	3880	1,355	2863	156	2,4%	2,77	56	2,403	2,271	2,244	2,254	100,8%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 2080 Reg.08619	10 /10	20.0	6484	6238	4,0%	7000	2101	1152	3747	1,355	2765	251	4,0%	2,77	91	2,345	2,256	2,244	2,261	99,8%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 2180 Reg.08620	30/10	20.0	6888	6638	4,0%	7000	1836	1152	4012	1,355	2861	236	3,6%	2,77	85	2,330	2,241	2,244	2,259	99,2%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 2280 Reg.08621	30/10	20.0	6355	6114	4,0%	7000	1800	1531	3669	1,344	2730	260	4,3%	2,77	94	2,328	2,230	2,244	2,262	99,0%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 2350 Reg.08671	30/10	20.0	7358	7078	4,0%	7000	1242	1531	4227	1,344	3145	223	3,2%	2,77	81	2,340	2,251	2,244	2,258	99,7%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 2450 Reg.08672	30/10	20.0	8866	8345	3,8%	7000	490	1531	4679	1,344	3705	402	4,8%	2,77	145	2,339	2,253	2,244	2,265	99,5%	
RUTA NACIONAL Nº 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ - CALZADA - BASE Carril: IZQUIERDO prog.: 2550 Reg.08673	30/10	20.0	7868	7710	3,7%	7000	856	1531	4613	1,344	3432	183	2,4%	2,77	68	2,330	2,246	2,244	2,254	99,7%	

Fig. 8—11 Control de densidad en base granular parte 2/2 (AFEMA SA)

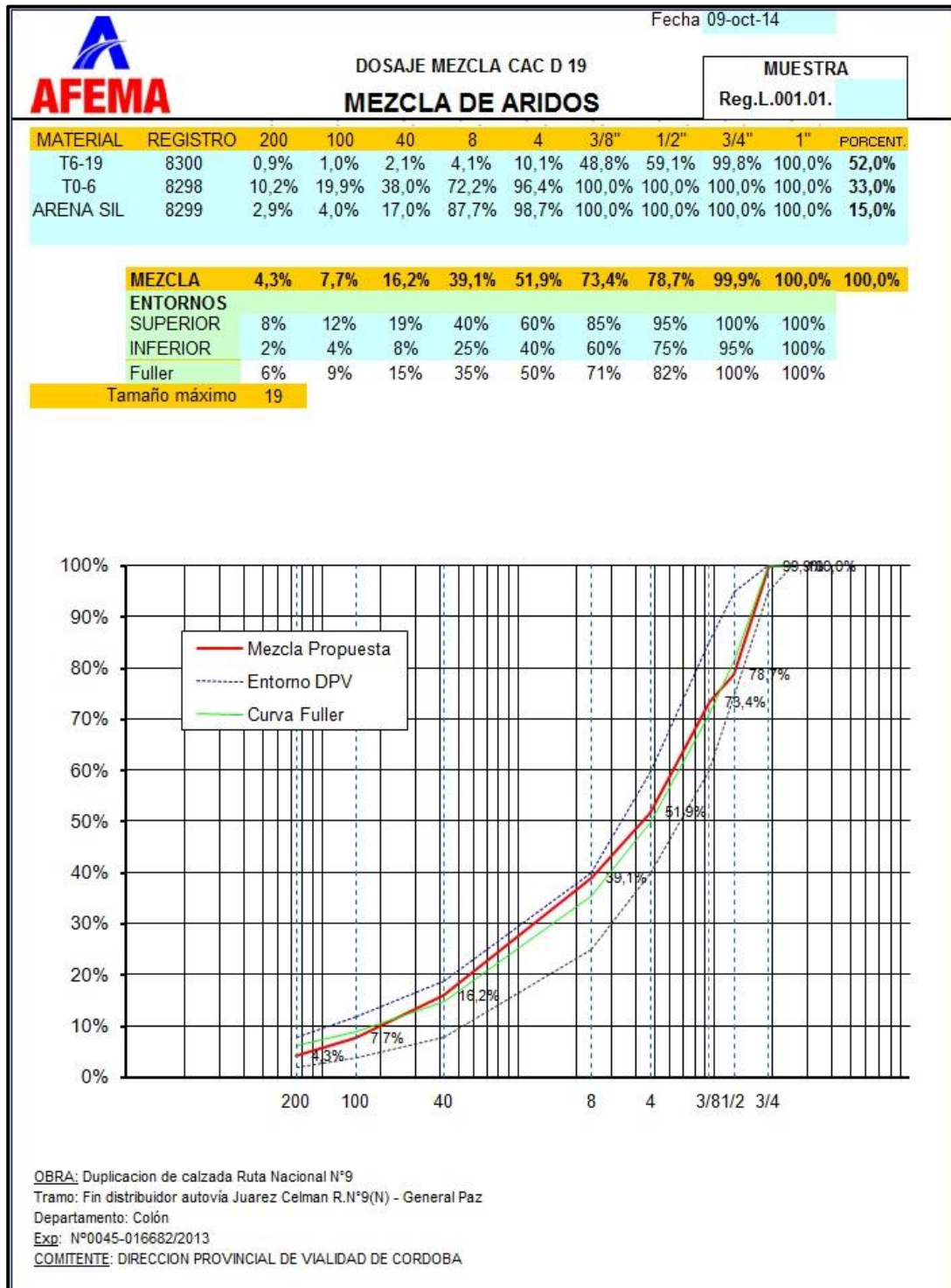


Fig. 8—13 Dosaje mezcla de áridos mezcla asfáltica. Carpeta de rodamiento (AFEMA SA)

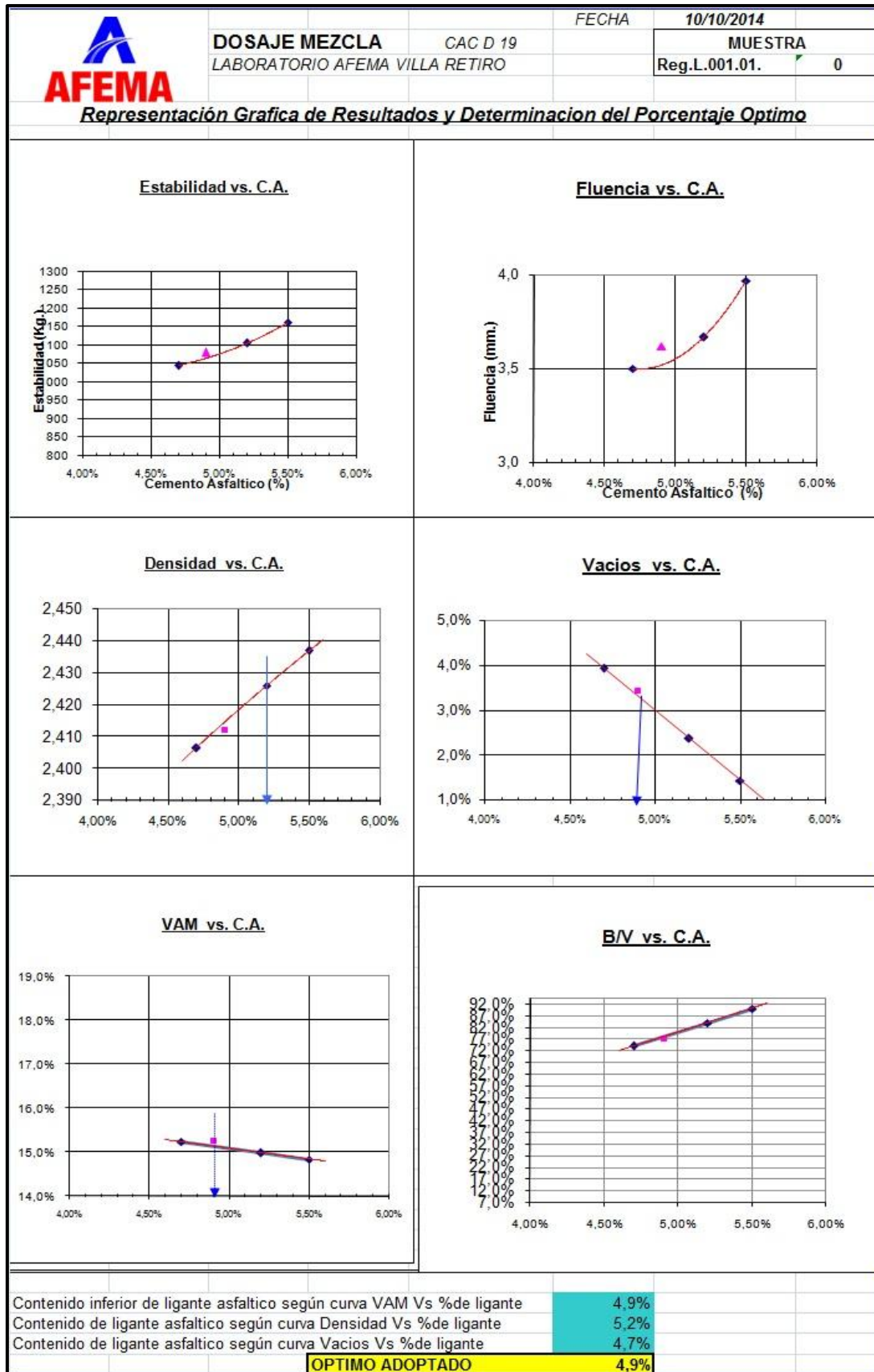


Fig. 8—14 Dosaje mezcla asfáltica. Carpeta de rodamiento (AFEMA SA)


		Sistema de Aseguramiento de la Calidad (S.A.C.)																	
		AFEMA S.A. Villa Retiro Ruta 111 Km 7,5 Villa Retiro Cba					Ensayos de Granulometria												
Prog.	Muestra	Reg.	Ensayo	Material	Proveed	2	1½	1	¾	½	3/8	4	8	10	16	30	40	100	200
						% Pasantes													
RUTA NACIONAL N° 9 NORTE TRAMO JUAREZ CELMAN - GENERAL PAZ																			
Material: BASE																			
0010350	AF09469	AF.03623	14/11/2014	BAS AFE		100	90	81	65		49	41		33			13		6,6
0010350	AF09469	AF.03625	14/11/2014	BAS AFE		100	90	81	65		49	41		33			13		6,6
Material: BASE GRANULAR																			
0000000	AF09451	AF.03620	17/11/2014	BG AFE		100	93	90	78		67	59		50			23		15,2
0000000	AF09453	AF.03622	17/11/2014	BG AFE		100	98	95	78		62	52		44			17		6,5
Material: SUB-BASE																			
0000000	AF09448	AF.03618	17/11/2014	SUB AFE							100	99	93				30		12,3
Material: SUELO																			
0000000	AF09447	AF.03624	17/11/2014	SUE AFE							100	96	84				24		9,6

Fig. 8—15 Ensayo de granulometría en calicata (AFEMA SA)

Registro 7 del Procedimiento 01 del área Laboratorio
Reg. L.001.07 N° :

AFEMA S.A. Villa Retiro
Ruta 111 Km 7.5 Villa Retiro Cba

ENSAYOS DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGON A COMPRESION

Comitente: CONTROL DE CALIDAD INTERNO
Martes, 25 de Noviembre de 2014

Muestra N° Prob	Estructura	Asent (cm)	Fecha Colado	Fecha Rotura	Eda d	Hº Tipo	Carga Tn	kg/cm2	Resistencia (MPa)	Nº Remito	Observaciones
Proveedor: AFEMA S.A											
L.001.01.AF.09280 Cantidad de probetas: 2											
699	MANTO MARIO - 03.17.17 - NINGUNO - NINGUNO Carril. NINGUNO prog. 0 Reg.02333	8	20/10/14	17/11/14	28	H21K10P2B	57.92	328	32.1	6137	----
698		8	17/11/14	28	H21K10P2B	56.51	320	31.4	6137		
L.001.01.AF.09285 Cantidad de probetas: 2											
702	BILGUBIER ROBERTO - MONTE CRISTO - NINGUNO - NINGUNO Carril. NINGUNO prog. 0 Reg.02334	7	21/10/14	18/11/14	28	H21K10P2B	46.62	264	25.9	6153	--- MEZCLA FUERA DEL ACENTAMIENTO (MAS DURO)
703		7	18/11/14	28	H21K10P2B	46.09	261	25.6	6153		
L.001.01.AF.09295 Cantidad de probetas: 1											
839	AUTOVIA RUTA 36 - FUENTE - MURO Carril. NINGUNO - NINGUNO prog. 0 Reg.02338	10	17/10/14	17/11/14	28	H21K10P2B	55.45	314	30.8	47593	CABEZAL ESTRIBO N2 INTERIOR
L.001.01.AF.09300 Cantidad de probetas: 2											
706	BENITO ALEJANDRO - ES - NINGUNO - NINGUNO Carril. NINGUNO prog. 0 Reg.02343	11	22/10/14	19/11/14	28	H21K10P4N	47.68	270	26.5	6167	----
707		11	19/11/14	28	H21K10P4N	47.15	267	26.2	6167		
L.001.01.AF.09302 Cantidad de probetas: 2											
710	ARES DEL NORESTE - ES - NINGUNO - NINGUNO Carril. NINGUNO prog. 0 Reg.02344	9	22/10/14	19/11/14	28	H21K10P4N	56.81	333	32.6	6178	----
711		9	19/11/14	28	H21K10P4N	57.04	323	31.7	6178		
L.001.01.AF.09314 Cantidad de probetas: 2											
715	GUIMAR ROBERTO - RANCIAGUA 4649 - NINGUNO - NINGUNO Carril. NINGUNO prog. 0 Reg.02346	10	23/10/14	20/11/14	28	H21K10P4N	58.28	330	32.3	6184	----
714		10	20/11/14	28	H21K10P4N	57.57	326	32.0	6184		
L.001.01.AF.09315 Cantidad de probetas: 2											
718	CISA (PROVISION) CONSTRUCCIONES DE INGENIERIA - AVENIDA JAPON - NINGUNO - NINGUNO Carril. NINGUNO prog. 0 Reg.02347	11	23/10/14	20/11/14	28	H21K10P4N	52.63	298	29.2	47732	----

Fig. 8—16 Registro rotura de probetas de hormigón (AFEMA SA)

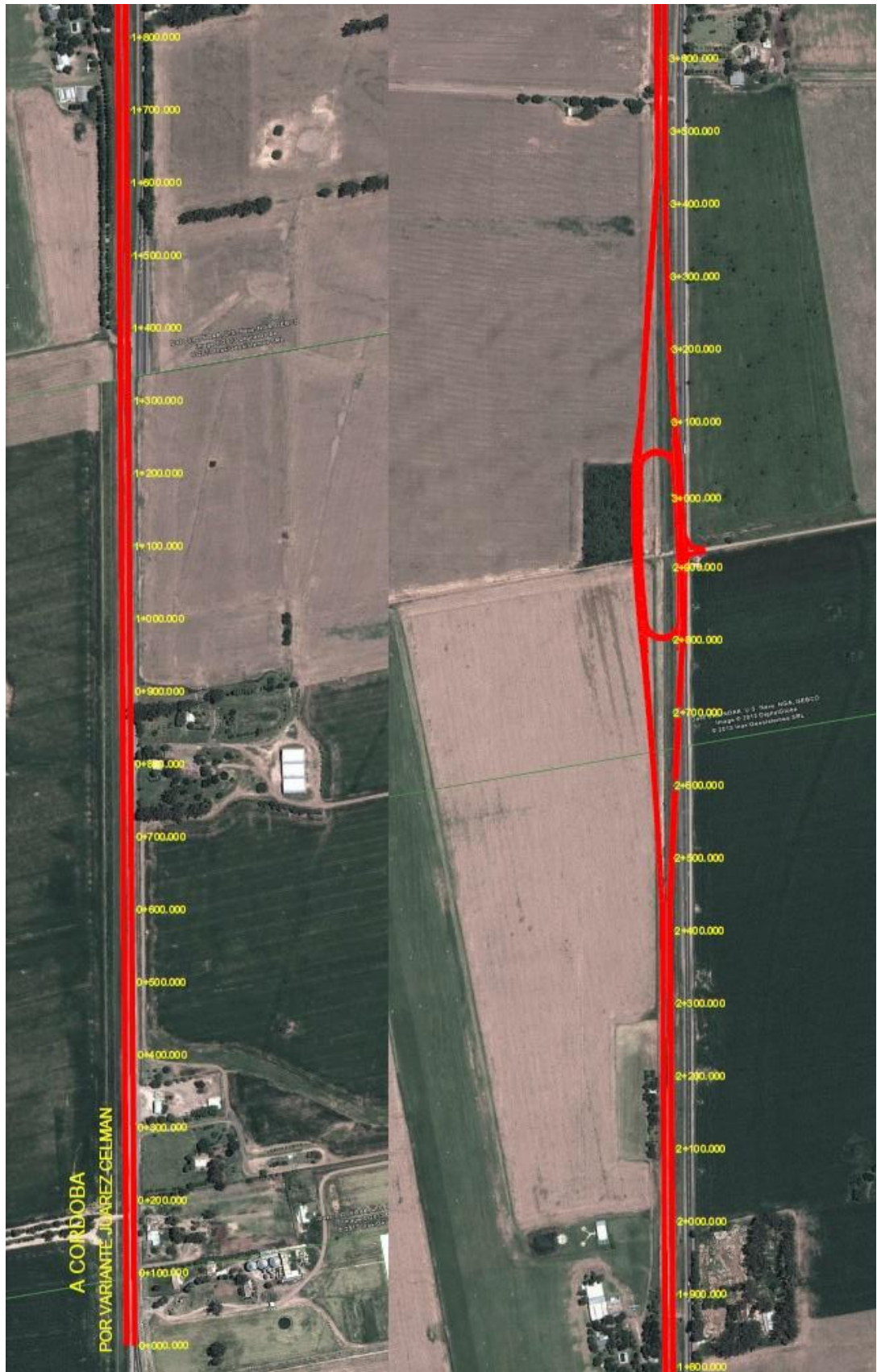


Fig. 8—17 Planimetría Tramo 1 de obra (D.P.V)



Fig. 8—18 Planimetría Tramo 2 de obra (D.P.V)



Fig. 8—19 Planimetría Tramo 3 de obra (D.P.V)