



FCEFyN



UNC

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Ingeniería Civil

Organización de la documentación de calidad de los materiales utilizados en obras viales

Tutora: Mg. Ing. María Gabriela Durán

Supervisora externa: Ing. Alejandra Navarro

Ana Clara Marcó

2019

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Caminos de las Sierras S.A. que me dio la oportunidad de realizar esta práctica supervisada, especialmente al Ing. Luis Escobar, la Ing. Alejandra Navarro y Adrián Wenez por su paciencia y acompañamiento.

A los laboratoristas de Caminos de las Sierras S.A., Marcos Rolfo, Pedro Galbán, Ricardo Delgado, Salvador Giraudo y Walter Tisera, con quienes compartí la actividad diaria, me mostraron cuestiones prácticas, respondieron mis preguntas y estuvieron siempre atentos a ayudarme en lo que fue necesario.

A mi tutora de práctica, la Mg. Ing. María Gabriela Durán, por su labor y predisposición en todo momento, dándome consejos y enriqueciéndome con sus conocimientos y experiencia en la vida profesional.

A las cátedras de Tecnologías de los Materiales y Transporte III de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por darme las bases sólidas en las cuales centré mi práctica supervisada.

Este trabajo también refleja los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, por lo que no puedo dejar de agradecer a mis compañeros de cursado, tan importantes durante estos años de aprendizaje, de noches de estudio y realización de trabajos, en especial a Melisa Carrasco, Rodrigo Santiago, Karen Carrara y Andrés Portigliatti, con quienes compartí desde el primer día de cursillo e hicieron este camino más ameno y divertido.

Finalmente, y no menos importantes, agradezco a mi familia, especialmente a mi mamá Stella, mi papá Sergio y mi hermana Marianela que me apoyaron para cumplir este sueño, de llegar al final de la carrera que tanto me apasiona y que espero poder desarrollar profesionalmente a lo largo de los próximos años.

RESUMEN

El presente informe fue elaborado con el fin de plasmar el desarrollo de la práctica profesional supervisada realizada por Ana Clara Marcó, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Dicha práctica fue realizada en el laboratorio y en el ámbito de la empresa Caminos de las Sierras S.A. durante el periodo comprendido entre los meses de noviembre del año 2018 y abril del año 2019.

En el informe se presenta la documentación de calidad propuesta para registrar los resultados de ensayos a los principales materiales utilizados en las obras viales, entre los que se encuentran: asfaltos, hormigones, mezclas asfálticas y suelos, también se plasman las experiencias adquiridas en las obras civiles desarrolladas dentro del ámbito de Caminos a Las Sierras.

Los registros mediante planillas permiten identificar rápidamente cuando los resultados de los ensayos no cumplen con los límites tolerables o admisibles de acuerdo a los Pliegos de Especificaciones Técnicas Generales y Particulares de cada obra en particular.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
RESUMEN.....	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE REGISTROS.....	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
– CONTEXTO DE EJECUCIÓN DE LA PS	12
– OBJETIVOS DE LA PS	14
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	15
– INVENTARIO DE NORMAS EXISTENTES.....	15
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	18
CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	19
CAPÍTULO 5. REGISTRO DE ENSAYOS.....	21
A. ASFALTO	27
A1. Punto de ablandamiento y penetración	27
A2. Viscosidad aparente – Viscosímetro rotacional Brookfield.....	27
A3. Recuperación elástica torsional	27
H. HORMIGÓN	28
H1. Índice de elongación.....	28
H2. Índice de lajosidad	28
H3. Desgaste “Los Ángeles”	28
H4. Densidad relativa y absorción.....	28
H5. Equivalente de arena.....	28
H6. Granulometría.....	28
H7. Resistencia a la compresión simple	28
H8. Resistencia a la tracción por flexión.....	29
H9. Esclerometría	29
H10. Testigos de Hormigón.....	29
M. MEZLAS ASFÁLTICAS.....	30
M1. Índice de elongación	30
M2. Índice de lajosidad.....	30

M3. Desgaste “Los Ángeles”	30
M4. Densidad relativa y absorción	30
M5. Equivalente de arena	30
M6. Granulometría	31
M7. Ensayo Marshall, densidad Rice y Horno de Ignición	31
M8. Recuperación granulométrica.....	32
M9. Testigos de mezclas asfálticas	32
S. SUELOS.....	33
S1. Desgaste “Los Ángeles”	33
S2. Equivalente de arena	33
S3. Granulometría.....	33
S4. Constante de cono.....	33
S5. Densidad de compactación.....	33
S6. Proctor	34
S7. Proctor granular	34
S8. Valor Soporte Relativo	34
CAPÍTULO 6. TRABAJOS EN LABORATORIO	36
– Ensayo de compactación Proctor.....	36
– Ensayo de determinación del Valor Soporte Relativo – Ensayo de penetración.....	36
– Determinación de la constante del cono de arena.....	36
– Determinación del índice de plasticidad y tipo de suelo.....	37
– Determinación del % de cemento asfáltico y granulometría de los áridos de mezclas asfálticas de obra.....	38
– Rotura de probetas cilíndricas de hormigón – ensayo de compresión simple... ..	38
– Rotura de vigas prismáticas – ensayo a flexión.....	39
– Esclerometría	39
Empresa A	43
Empresa B	44
Empresa C	44
Empresa F	45
Empresa S	45
Correlación lineal global	46
Correlación polinómica global	47
CAPÍTULO 7. TRABAJOS EN OBRA.....	48
– Variante Costa Azul. Puente y obras de acceso.....	48

– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Extracción de testigos en calzadas de hormigón.....	49
– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Hormigonado de calzadas.....	51
– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Ensayo de esclerometría en estructura de hormigón.....	52
– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Observación de patologías en calzadas de hormigón.....	52
– Interlaboratorio II.....	53
Etapa 1.....	53
Etapa 2.....	54
Etapa 3.....	54
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXO 1.....	59
A. ASFALTO.....	60
A1. Punto de ablandamiento y penetración.....	60
A2. Viscosidad aparente – Viscosímetro rotacional Brookfield.....	61
A2. Viscosidad aparente. Susceptibilidad térmica. - Viscosímetro rotacional Brookfield.....	62
A3. Recuperación elástica torsional.....	63
H. HORMIGÓN.....	64
H1. Índice de elongación.....	64
H2. Índice de lajosidad.....	65
H3. Desgaste “Los Ángeles”.....	66
H4. Densidad relativa y absorción.....	67
H5. Equivalente arena.....	68
H6. Granulometría.....	69
H7. Resistencia a la compresión simple.....	70
H8. Resistencia a la tracción por flexión.....	71
H9. Esclerometría.....	72
H10. Testigos de Hormigón.....	73
M. MEZLAS ASFÁLTICAS.....	74
M1. Índice de elongación.....	74
M2. Índice de lajosidad.....	75
M3. Desgaste “Los Ángeles”.....	76
M4. Densidad relativa y absorción.....	77

M5. Equivalente arena	78
M6. Granulometría	79
M7. Ensayo Marshall, densidad Rice y Horno de Ignición	80
M8. Recuperación granulométrica.....	81
M9. Testigos de mezclas asfálticas	82
S. SUELOS.....	83
S1. Desgaste “Los Ángeles”	83
S2. Equivalente arena	84
S3. Granulometría.....	85
S4. Constante de cono.....	86
S5. Densidad de compactación.....	87
S6. Proctor	88
S7. Proctor granular	90
S8. Valor Soporte Relativo	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Red de Accesos a Córdoba (RAC)	12
Figura 2: Código de identificación de las muestras. Ejemplo.	19
Figura 3: Números de posiciones considerados en una ruta.	24
Figura 4: Carriles.	25
Figura 5: Clasificación HRB.	37
Figura 6: Generatrices adoptadas. Esclerometría.	40
Figura 7: Esclerómetro y prensa	40
Figura 8: Vacíos en el hormigón y moldeo de probetas	48
Figura 9: Ensayo de compresión simple.	49
Figura 10: Extracción de testigos en calzadas de hormigón.....	50
Figura 11: Aserradora de testigos	50
Figura 12: Temperatura, asentamiento y moldeo de probetas de hormigón.....	51
Figura 13: Hormigonado de calzadas.	51
Figura 14: Estructura ensayada con el esclerómetro.	52
Figura 15: Fisuración de calzadas de hormigón por aserrado tardío.....	53
Figura 16: Moldeo de probetas cilíndricas y prismáticas. Hormigonado de calzada de 3m x 3m.....	54
Figura 17: Extracción de testigos de hormigón	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Normas existentes y necesarias.....	16
Tabla 2: Lista desplegable de rutas.	21
Tabla 3: Lista desplegable de súper estructuras.....	22
Tabla 4: Lista desplegable de estructuras.....	23
Tabla 5: Lista desplegable de elementos.....	23
Tabla 6: Números de posiciones considerados en una ruta.....	24
Tabla 7: Carriles.	25
Tabla 8: Splinder.....	27
Tabla 9: Recuperación elástica torsional. Tipo de aparato a utilizar.....	27
Tabla 10: Resistencia a la compresión simple. Tipo de fractura.....	28
Tabla 11: Agregados gruesos según tipo de mezcla asfáltica.....	30
Tabla 12: Tipo de mezclas asfálticas. Granulometría.....	31
Tabla 13: Tipo de mezclas asfálticas. Ensayo Marshall.....	31
Tabla 14: Límites admisibles. Ensayo Marshall.....	32
Tabla 15: Tipos de suelos.....	33
Tabla 16: Tipos de suelos. Clasificación HRB.....	34
Tabla 17:Tipos de Proctor.....	34
Tabla 18: Factores que influyen en la determinación del número de rebotes en este trabajo.	41
Tabla 19: Resultados de los ensayos realizados por empresa.....	42

ÍNDICE DE REGISTROS

Registro N°: 1: Ingreso de muestras	20
Registro N°: 2 Asfaltos. Punto de ablandamiento y penetración.	60
Registro N°: 3 Asfaltos. Viscosidad aparente – Viscosímetro rotacional Brookfield.....	61
Registro N°: 4 Asfaltos. Viscosidad aparente - Susceptibilidad térmica.	62
Registro N°: 5 Asfaltos. Recuperación elástica torsional.....	63
Registro N°: 6 Hormigón. Índice de elongación.....	64
Registro N°: 7 Hormigón. Índice de lajosidad.....	65
Registro N°: 8 Hormigón. Desgaste “Los Ángeles”	66
Registro N°: 9 Hormigón. Densidad relativa y absorción.....	67
Registro N°: 10 Hormigón. Equivalente arena.....	68
Registro N°: 11 Hormigón. Granulometría.....	69
Registro N°: 12 Hormigón. Resistencia a la compresión simple.....	70
Registro N°: 13 Hormigón. Resistencia a la tracción por flexión.....	71
Registro N°: 14 Hormigón. Esclerometría.	72
Registro N°: 15 Hormigón. Testigos de hormigón.	73
Registro N°: 16 Mezclas asfálticas. Índice de elongación.	74
Registro N°: 17 Mezclas asfálticas. Índice de lajosidad.....	75
Registro N°: 18 Mezclas asfálticas. Desgaste “Los Ángeles”	76
Registro N°: 19 Mezclas asfálticas. Densidad relativa y absorción.....	77
Registro N°: 20 Mezclas asfálticas. Equivalente arena.	78
Registro N°: 21 Mezclas asfálticas. Granulometría.	79
Registro N°: 22 Mezclas asfálticas. Ensayo Marshall, Rice y Horno de Ignición.	80
Registro N°: 23 Mezclas asfálticas. Recuperación granulométrica.....	81
Registro N°: 24 Mezclas asfálticas. Testigos de mezclas asfálticas.	82
Registro N°: 25 Suelos. Desgaste “Los Ángeles”	83
Registro N°: 26 Suelos. Equivalente arena.	84
Registro N°: 27 Suelos. Granulometría.	85
Registro N°: 28 Suelos. Constante de cono.	86
Registro N°: 29 Suelos. Densidad de compactación.	87
Registro N°: 30 Suelos. Proctor.	88
Registro N°: 31 Suelos. Proctor – Planilla para laboratorio.	89
Registro N°: 32 Suelos. Proctor Granular – Corrección.....	90
Registro N°: 33 Suelos. Valor Soporte Relativo – Resumen.	91
Registro N°: 34 Suelos. Valor Soporte Relativo – Probetas individuales.....	92
Registro N°: 35 Suelos. Valor Soporte Relativo – Moldeo de probetas.	93
Registro N°: 36 Suelos. Valor Soporte Relativo – Hinchamiento.....	94
Registro N°: 37 Suelos. Valor Soporte Relativo – Lecturas de prensa.	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa A.	43
Gráfico 2: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa B.	44
Gráfico 3: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa C.	44
Gráfico 4: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa F.	45
Gráfico 5: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa S.	45
Gráfico 6: Correlación lineal global. Esclerometría.....	46
Gráfico 7: Correlación polinómica global. Esclerometría	47

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

– CONTEXTO DE EJECUCIÓN DE LA PS

Las actividades se desarrollaron en el ámbito de la concesionaria de la Red de Accesos a Córdoba (RAC), Caminos de las Sierras S.A. La red está integrada por nueve rutas, tal como se indica en la Figura 1: Ruta Nacional 20, Ruta Nacional 38, Ruta Provincial 5, Ruta Nacional 36, Ruta Nacional 9 Sur, Autopista Pilar Córdoba, Ruta Nacional 19, Ruta Nacional 9 Norte, Ruta Provincial E-53 y Ruta Provincial E-55, más la Avenida de Circunvalación de la ciudad de Córdoba.

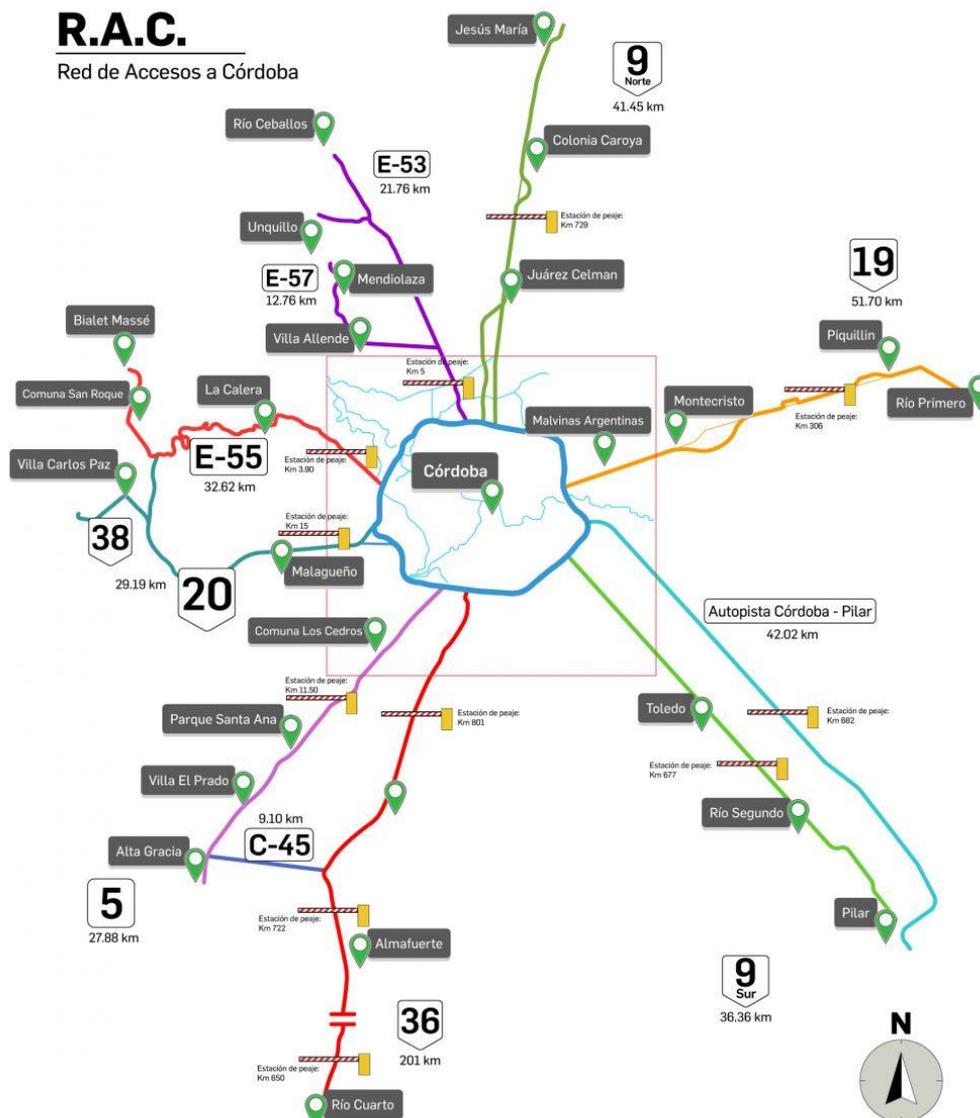


Figura 1: Red de Accesos a Córdoba (RAC)

Fuente: Caminos de las Sierras S.A. [2]

La empresa realiza diariamente los trabajos de rehabilitación y mantenimiento de los diez corredores; el patrullaje de las rutas a través de los

móviles, personal del Área de Seguridad Vial y el servicio de asistencia a los usuarios a través de grúas y ambulancias, en casos de accidentes.

Las prácticas se realizaron principalmente en el laboratorio de la empresa, allí se ejecutan ensayos de los materiales que se utilizan para la realización de cada una de las obras. Entre las obras más importantes se destacan: Variante Costa Azul, puente de arco Juan Manuel de la Sota y el cierre del Anillo de Circunvalación. Asimismo, se realizan obras de menor envergadura como el acceso a la localidad de Elena por la Ruta 36, bases para pórticos de cartelería, el tercer carril del Anillo de Circunvalación, bacheo manual o profundo, alcantarillas, canales, entre otras.

Es importante destacar que el laboratorio no trabaja solo, sino que lo hace de manera mancomunada con otras áreas de la empresa como, por ejemplo: expropiaciones / topografía, control de obras, interferencias, autocontrol, etc. Esto se debe a la gran cantidad de ensayos que se realizan en el mismo.

El equipamiento más relevante del laboratorio es:

- Aparato de Washington para determinar el aire incorporado en la mezcla de hormigón.
- 2 prensas para realizar ensayos de compresión (una manual con mayor apreciación y otra automática con menor apreciación).
- Tamices de varios tamaños.
- Cono de arena.
- Equipos para determinar la densidad de Rice.
- Horno de ignición eléctrico (hasta 600 °C aprox.).
- 3 hornos comunes.
- Dinamómetros de varias apreciaciones (hasta 200gf, hasta 50 kg, etc.).
- Viscosímetro Brookfield.
- Penetómetro.
- Aparato de Casagrande (para determinar plasticidad de suelos).
- Cuarteador de Jones.
- 2 cámaras de curado con regulador de temperatura.
- Esclerómetro.
- Medidor de temperatura a distancia (con un láser).
- Ensayo Proctor.
- Cocina para secar áridos.
- Extractor de testigos.
- Diferentes tamaños de mechas para extraer testigos.
- Aserradora de testigos.
- Grupo electrógeno.
- Moldes de probetas 15x30.
- Moldes de barras prismáticas 15x15x60.

Los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio son datos relevantes para la toma de decisiones, por lo tanto, los ensayos y sus registros deben ser ejecutados de acuerdo a los procedimientos indicados en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales [4], en adelante llamado PETG; los Pliegos de Especificaciones Técnicas Particulares, PETP, de cada obra en particular y las normas mencionadas en el mismo. Además, deben ser registrados durante la ejecución del ensayo e identificados en forma clara

– OBJETIVOS DE LA PS

- Comprender el funcionamiento del laboratorio de materiales, principalmente las metodologías para la determinación de los parámetros concerniente a las propiedades de los materiales y el manejo de datos.
- Realizar trabajos e inspecciones visuales en obra
- Proponer una mejora para la identificación de las muestras que ingresan al laboratorio.
- Sistematizar y proponer mejoras de los documentos de calidad.
- Facilitar los mecanismos que permitan una “alerta temprana de los resultados de los ensayos” cuando no cumplen las características deseadas en función de las establecidas en el PETG [4] y comunicarlos a las áreas correspondientes.

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

Caminos a las Sierras S.A. en una empresa con importantes antecedentes en obras civiles de diferentes envergaduras, por lo que resultó relevante la interiorización del funcionamiento del laboratorio, la toma de muestras, metodología y registro del sistema de calidad.

Con el objeto de mejorar los registros de los ensayos, se determinaron como criterios para la propuesta de modificación: la adecuación a las normativas vigentes y la facilidad de uso para los laboratoristas.

Se realizó una búsqueda y análisis de los antecedentes existentes en el laboratorio. Los antecedentes más relevantes encontrados son los registros en los cuales actualmente se asientan los resultados de los ensayos, así como también planillas modelos proporcionadas por la Dirección Provincial de Vialidad. Con el objeto de enriquecer la búsqueda, se consultó además la modalidad de trabajo de laboratorios pertenecientes a otras empresas.

Del mismo modo, fue importante la revisión de las normas existentes y vigentes para adaptar las planillas de acuerdo a los procedimientos establecidos por norma.

– INVENTARIO DE NORMAS EXISTENTES

Los controles de recepción de los materiales, en cada una de las obras, se realizan de acuerdo a las exigencias establecidas según el PETG [4], el cual define las metodologías de ensayo de acuerdo a las normas de Vialidad Nacional en algunos casos y en otros de acuerdo a las normas IRAM. A fin de asegurar un control de calidad acorde a las normas vigentes en la actualidad, se procedió a realizar un inventario de las normas existentes y necesarias, tal como se indica en la Tabla 1.

Es importante destacar que debe controlarse, al menos una vez al año, el estado de vigencia de las normas ya que se modifican periódicamente.

Se procedió a actualizar las normas que no se encontraban vigentes.

Tabla 1: Normas existentes y necesarias.

Norma	Descripción	Tipo	Edición
IRAM 1505	Análisis granulométrico	Agregados	2005
IRAM 1508	Cal hidráulica de origen natural, hidratada, en polvo para la construcción.	Cal	1985
IRAM 1520	Métodos de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.	Agregados finos	2002
IRAM 1524	Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral.	Hormigón endurecido	2015
IRAM 1525	Método de durabilidad por ataque con sulfato de sodio.	Agregados	1985
IRAM 1532	Determinación de la resistencia a la fragmentación por el método "Los Ángeles".	Agregados	2009
IRAM 1533	Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.	Agregados gruesos	1533
IRAM 1536	Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono.	Hormigón fresco	1978
IRAM 1541	Muestreo.	Hormigón fresco	1991
IRAM 1546	Método de ensayo de compresión.	Hormigón endurecido	2013
IRAM 1547	Ensayo de tracción por flexión.	Hormigón endurecido	1992
IRAM 1551	Extracción, preparación y ensayo de testigos de hormigón endurecido.	Hormigón endurecido	2000
IRAM 1602-1	Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas de hormigones y morteros - Método A	Hormigón fresco	1988
IRAM 1626	Cal aérea hidratada, en polvo, para construcción.	Cal	1982
IRAM 1627	Granulometría de los agregados para hormigones.	Agregados	1997
IRAM 1637	Reacción álcali-agregado. Determinación de la reactividad alcalina potencial.	Agregados	1992
IRAM 1644	Métodos de ensayo de partículas blancas.	Agregados	1967
IRAM 1662	Determinación del tiempo de fraguado. Método de la resistencia a la penetración.	Hormigón fresco	1995
IRAM 1672	Preparación y curado en laboratorio de probetas para ensayos de flexión.	Hormigón endurecido	1970
IRAM 1680	Preparación y curado en obra de probetas prismáticas para ensayos de resistencia a la flexión.	Hormigones	1680
IRAM 1682	Determinación del equivalente arena.	Agregado fino	1992
IRAM 1687-1	Método de determinación del índice de lajosidad.	Agregados	1996
IRAM 1687-2	Determinación del índice de elongación.	Agregados	1997
IRAM 1690	Método de ensayo de la consistencia utilizando la mesa de Graf.	Hormigón fresco	1986
IRAM 1694	Método de ensayo de la dureza superficial del hormigón endurecido mediante la determinación del número de rebote empleando el esclerómetro de resorte	Hormigón endurecido	1989
IRAM 1709	Método y requisitos para el uso de placas de elastómero no adheridas, empleadas para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas y testigos cilíndricos de hormigón endurecido.	Hormigón endurecido	2016

Tabla 1: Normas existentes y necesarias.

Norma	Descripción	Tipo	Edición
IRAM 50000	Cemento para uso general.	Cemento	2017
IRAM 50001	Cemento con propiedades especiales.	Cemento	2017
IRAM 6576	Determinación de la penetración utilizando un penetrómetro de aguja.	Asfaltos	2004
IRAM 6595	Método de ensayo de destilación de asfaltos diluídos.	Betunes	1956
IRAM 6596	Asfaltos modificados con polímeros para uso vial. Clasificación y requisitos.	Asfaltos modificados	2012
IRAM 6715	Método de determinación del residuo asfáltico por determinación del agua.	Emulsiones asfálticas	1986
IRAM 6720	Método de determinación del residuo asfáltico por evaporación.	Emulsiones asfálticas	1986
IRAM 6830	Determinación de la recuperación elástica por torsión.	Asfaltos para uso vial	2011
IRAM 6835	Clasificados por viscosidad. Requisitos.	Asfaltos para uso vial	2002
IRAM 6837	Determinación de la viscosidad rotacional.	Asfaltos	2016
IRAM 6841	Determinación del punto de ablandamiento. Método del anillo y la esfera.	Asfaltos para uso vial	2011
IRAM 6845-1	Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 1 - Moldeo de probetas usando el compactador Marshall.	Asfaltos para uso vial	2016
IRAM 6845-2	Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 2 - Densidad de la mezcla compactada.	Mezclas asfálticas	2013
IRAM 6845-3	Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 3 - Cálculo de la densidad máxima teórica (ensayo Rice).	Mezclas asfálticas	2015
IRAM 6845-4	Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 4 - Determinación de las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica compactada.	Mezclas asfálticas	2015
IRAM 6845-5	Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 5 - Determinación de la estabilidad y fluencia Marshall.	Mezclas asfálticas	2016
IRAM IAP A 65-07	Método de determinación del punto de inflamación mediante el aparato Tag, vaso abierto.	Productos inflamables	1974
IRAM IAP A 65-55	Método de determinación del punto de inflamación y del punto de combustión mediante el aparato Cleveland, vaso abierto.	Productos inflamables	1974
IRAM IAPG A 6604	Clasificados por penetración - Requisitos. (2002).	Asfaltos para uso vial	2002
VN-E2-65	Límite líquido.	Suelos	1965
VN-E3-65	Límite plástico, índice de plasticidad.	Suelos	1965
VN-E4-84	Clasificación de los suelos.	Suelos	1984
VN-E5-93	Compactación de suelos.	Suelos	1993
VN-E6-84	Determinación del valor soporte e hinchamiento de suelos.	Suelos	1984
VN-E8-66	Control de compactación por el método de la arena.	Suelos	1966

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

Los documentos para registrar los resultados son de vital importancia en el control de calidad de los materiales. Se propone la utilización de planillas de cálculo realizadas con la herramienta Excel de Office.

El registro comienza cuando la muestra ingresa al laboratorio, la cual debe ser asentada en la planilla denominada “Ingreso de muestras”, en donde se indican los ensayos a realizar, de acuerdo al tipo de material y/o lo solicitado por las diferentes áreas de la empresa.

Luego, se dispone de registros para cada ensayo en particular, las cuales se desarrollarán detalladamente en el Capítulo 5: Registro de ensayos.

Para unificar un lenguaje simbólico en todos los instrumentos de registro se adoptarán los siguientes simbolismos:

- Las celdas que se encuentran en color gris corresponden a celdas para completar por los laboratoristas
- Las celdas de color amarillo presentan listas desplegables con opciones, por lo que no es factible de sobrescribirlas
- Las celdas en blanco, contienen fórmulas que permiten realizar cálculos en forma automática por lo cual no deberán ser modificadas.
- Las celdas blancas con caracteres en rojo expresan límites admisibles
- Las celdas de color verde indican la aceptación o rechazo en los casos que corresponde.

CAPÍTULO 4. IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

En función de los antecedentes y el intercambio de ideas con los actores, se propone a continuación el registro denominado Registro N°: 1: Ingreso de muestras para identificar cada una de las muestras que ingresan al laboratorio.

- Fecha de ingreso: se registra el día de ingreso de la muestra al laboratorio, este campo se completa a partir de un calendario desplegable que permite elegir el día de realización del ensayo.
- Obra: a la que pertenece, en caso de que no esté asignada para una obra en particular y sea para evaluar factibilidad, designar con NN.
- Lugar de origen de la muestra: indicando las tres primeras letras del lugar de origen.
- Designación comercial de la Empresa / Cantera: a la cual se le extrajo la muestra, indicando las tres primeras letras.
- Número de muestra: la designación será con números consecutivos sin importar el tipo de material que ingrese.
- Tipo de material: se propone la identificación de las muestras de acuerdo a la siguiente clasificación según el tipo de material, designándose una letra para cada uno:
 - Suelo (S)
 - Cemento (C)
 - Asfalto (A)
 - Cal (L)
 - Hormigón (H)
 - Mezclas asfálticas (M)
- Ensayos a realizar: en función del material, se habilitará la lista desplegable que permitirá indicar los ensayos a realizarse en el laboratorio. Si bien por pliego se indican los ensayos a realizarse, a veces puede optarse por realizar solo algunos de acuerdo a las circunstancias y los requerimientos.

A partir de los datos registrados, se obtiene un código de identificación que se utilizará en los registros particulares de cada ensayo.

Figura 2: Código de identificación de las muestras. Ejemplo.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo. El código indica que es, una muestra a utilizar en la obra de la Ruta 20, procedente de Malagueño, la cantera/empresa es Holcim, primera muestra que ingresa al laboratorio y pertenece a un suelo.

CAPÍTULO 5. REGISTRO DE ENSAYOS

Todos los registros se realizan en registros particulares para cada ensayo y presentan un encabezado general, que se detalla a continuación

- Fecha: se registra el día de realización del ensayo, este campo será a completar a partir de un calendario desplegable que permite elegir el día de realización del ensayo.
- Muestra: se completa con el código de identificación descripto anteriormente.
- Operador: nombre y apellido de la persona a cargo del ensayo.
- Laboratorio: lugar de realización del ensayo.
- Ruta: tendrá la lista desplegable, tal como la que se indica en la Tabla 2, para elegir entre las principales rutas que actualmente tiene concesionadas Caminos de las Sierras S.A.

Tabla 2: Lista desplegable de rutas.

Ruta
A 019
APC
AJC
C45
E53
E55
PLU
R5
R9 Norte
R9 Sur
R19
R20
R36
R38
VAU
VCA
SIN DEFINIR

Fuente: Elaboración propia.

- Progresiva: del lugar de la muestra.
- Piquete: del lugar de la muestra
- Súper estructura: tendrá la lista desplegable, tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3: Lista desplegable de súper estructuras.

S. Estructura
CALZADA DERECHA
CALZADA EXTERNA
CALZADA INTERNA
CALZADA IZQUIERDA
CALZADA UNICA
CANTERO CENTRAL
OBRADOR
PEAJE
PLANTA
PLANTA Empresa A
PLANTA Empresa B
PLANTA Empresa C
RAMA ESTE NORTE
RAMA ESTE OESTE
RAMA ESTE SUR
RAMA NORTE ESTE
RAMA NORTE OESTE
RAMA NORTE SUR
RAMA OESTE ESTE
RAMA OESTE NORTE
RAMA OESTE SUR
RAMA SUR ESTE
RAMA SUR NORTE
RAMA SUR OESTE
SIN DEFINIR

Fuente: Elaboración propia.

- Estructura: se completa mediante la selección en la lista desplegable, tal como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4: Lista desplegable de estructuras.

Estructura
ALCANTARILLA
BANQUINA
CALZADA
CANTERO CENTRAL
DARSENA
ISLETA
PASARELA
PUENTE
SOLERA
TALUD
TUNEL
ZONA DE CABINA
ZONA DE CAMINO
SIN DEFINIR

Fuente: Elaboración propia.

- **Elemento:** se completa mediante la selección en la lista desplegable, tal como se indica en la Tabla 5

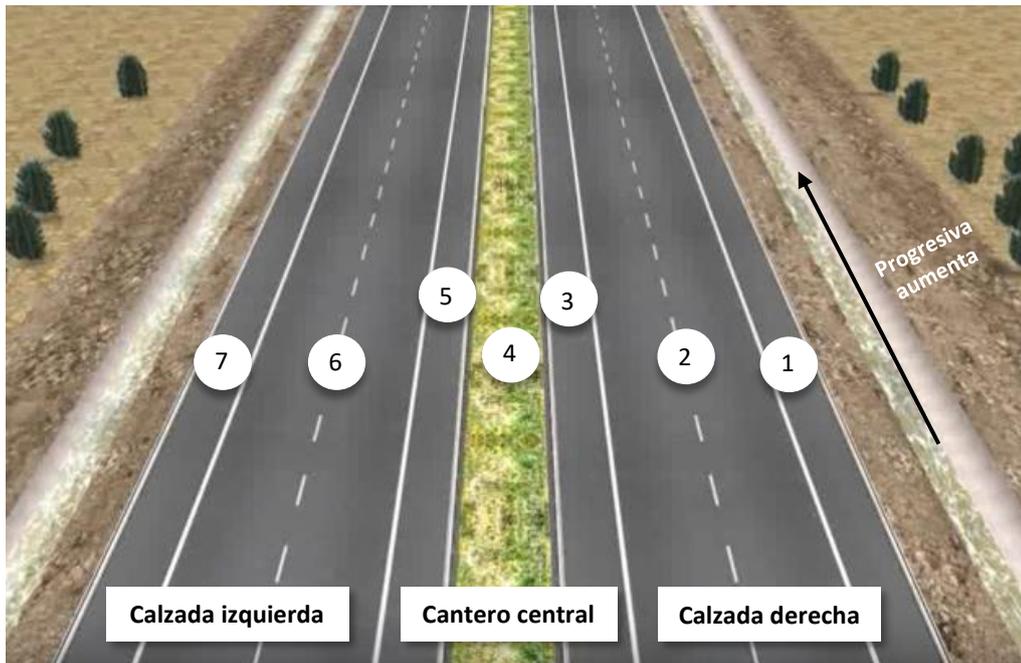
Tabla 5: Lista desplegable de elementos

Elemento
BADEN
BASE
CARPETA
CUNETA
LOSA CALZADA
LOSA PUENTE
VEREDA
SIN DEFINIR

Fuente: Elaboración propia.

- **Posición:** se indica en función de la nomenclatura utilizada en la empresa que se muestra en la Figura 3 . Para registrarla se realiza una selección de la lista desplegable tal como se muestra en la Tabla 6.

Figura 3: Números de posiciones considerados en una ruta.



Fuente: Elaboración propia.

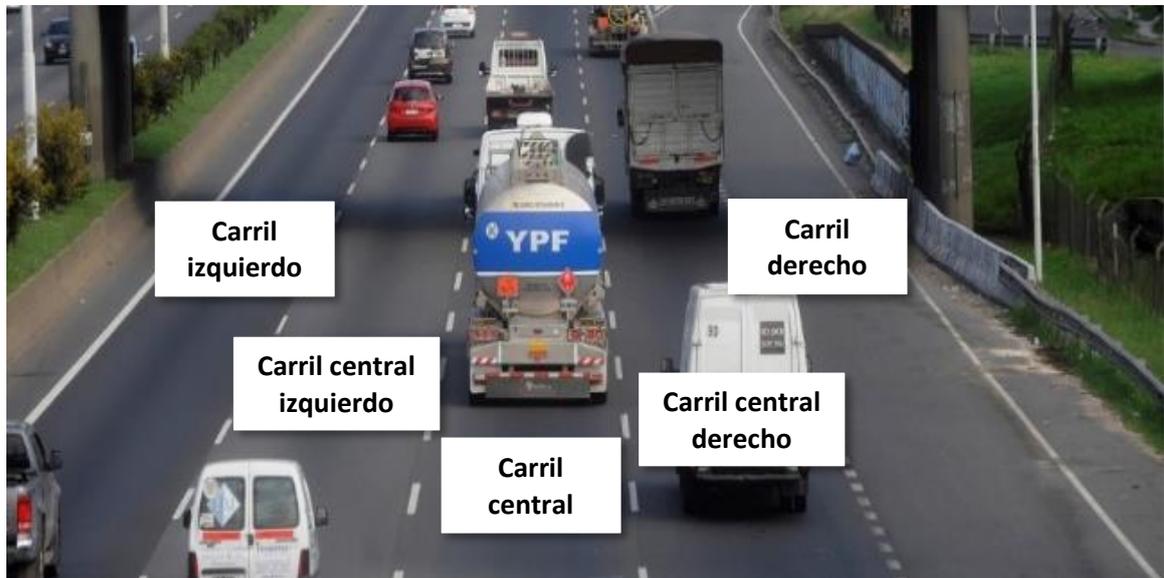
Tabla 6: Números de posiciones considerados en una ruta

Posición				
1				x
2				x
3			x	
4			x	
5			x	
6		x		
7	x			
SIN DEFINIR				

Fuente: Elaboración propia.

Carril: de acuerdo a la nomenclatura utilizada en la empresa se consideran los carriles indicados en la Figura 4 y se deberá seleccionar en función de la lista desplegable tal como se muestra en la Tabla 7.

Figura 4: Carriles.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Carriles.

Carril
CENTRAL
CENTRAL DERECHO
CENTRAL IZQUIERDO
DERECHO
IZQUIERDO
SIN DEFINIR

Fuente: Elaboración propia.

- **Tipo de material:** teniendo en cuenta las clasificaciones definidas en el PETG [1], pudiendo ser, suelo, agregados etc.
- **Contratista.**
- **Proveedor.**

Aclaración: las listas desplegadas presentan opciones que pueden ir variando de acuerdo a los requerimientos y necesidades de las obras.

A continuación, se listan los ensayos en los cuales se centró el estudio en esta práctica supervisada. Vale destacar que los mismos solo representan parte de los que se realizan rutinariamente a los materiales. La selección de los ensayos a desarrollar fue realizada por la autora tomando como criterio general la frecuencia de realización y la importancia de sus resultados.

LISTADO DE REGISTROS CON ENSAYOS

A. ASFALTO

- A1. Punto de ablandamiento y penetración
- A2. Viscosidad Brookfield
- A3. Recuperación elástica torsional

H. HORMIGÓN

Agregados para hormigón

- H1. Índice de elongación
- H2. Índice de lajosidad
- H3. Desgaste “Los Ángeles”
- H4. Densidad relativa y absorción
- H5. Equivalente de arena
- H6. Granulometría

Hormigón

- H7. Resistencia a la compresión simple, asentamiento y temperatura.
- H8. Resistencia a la tracción por flexión, asentamiento y temperatura.
- H9. Esclerometría
- H10. Testigos de Hormigón

M. MEZLAS ASFÁLTICAS

Agregados para mezclas asfálticas

- M1. Índice de elongación
- M2. Índice de lajosidad
- M3. Desgaste “Los Ángeles”
- M4. Densidad relativa y absorción
- M5. Equivalente de arena
- M6. Granulometría

Mezclas asfálticas

- M7. Ensayo Marshall, densidad Rice y Horno de Ignición
- M8. Recuperación granulométrica
- M9. Testigos de mezclas asfálticas

S. SUELOS

- S1. Desgaste “Los Ángeles”
- S2. Equivalente de arena
- S3. Granulometría
- S4. Constante de cono
- S5. Densidad de compactación
- S6. Proctor
- S7. Proctor granular
- S8. Valor Soporte Relativo

A. ASFALTO

A1. Punto de ablandamiento y penetración

Ver ANEXO 1 – Registro 2.

La clasificación del tipo de material fue realizada de acuerdo a la clasificación de los asfaltos por penetración según norma IRAM 6604 [37].

A2. Viscosidad aparente – Viscosímetro rotacional Brookfield.

Ver ANEXO 1 – Registro 3 y Registro 4.

La clasificación del tipo de material fue realizada de acuerdo a la clasificación de los asfaltos por viscosidad según norma IRAM 6835 [29].

Se presenta la lista desplegable de opciones de splinder posibles a utilizar, tal como se indica en la Tabla 8.

Tabla 8: Splinder.

SPLINDLER
SC4-21
SC4-27
SC4-28
SC4-29

Fuente: Elaboración propia.

El Registro 3 es para obtener la temperatura de fabricación y compactación de la mezcla, teniendo en cuenta una viscosidad de 1,7 +/- 0,2 P y 2,8 +/- 0,3 P respectivamente.

La Registro 4 permite obtener la viscosidad del asfalto para una determinada temperatura.

A3. Recuperación elástica torsional

Ver ANEXO 1 – Registro 5.

La clasificación del tipo de material fue realizada de acuerdo a la clasificación de los asfaltos modificados con polímeros según norma IRAM 6596 [27].

Se presenta la lista desplegable para elegir de acuerdo al aparato que se utilice para hacer el ensayo según se indica en la norma IRAM 6830 [28], tal como se indica en la Tabla 9.

Tabla 9: Recuperación elástica torsional. Tipo de aparato a utilizar

TIPO DE APARATO A UTILIZAR
TIPO A
TIPO B

Fuente: Elaboración propia.

H. HORMIGÓN

H1. Índice de elongación

Ver ANEXO 1 – Registro 6.

H2. Índice de lajosidad

Ver ANEXO 1 – Registro 7

H3. Desgaste “Los Ángeles”

Ver ANEXO 1 – Registro 8

H4. Densidad relativa y absorción

Ver ANEXO 1 – Registro 9

H5. Equivalente de arena

Ver ANEXO 1 – Registro 10.

H6. Granulometría

Ver ANEXO 1 – Registro 11.

H7. Resistencia a la compresión simple

Ver ANEXO 1 – Registro 12.

Se deben moldear cuatro probetas como mínimo (dos para romper a siete días y dos para romper a veintiocho días).

Se deberá indicar datos correspondientes a la ubicación donde fue extraída la muestra, así como también datos técnicos correspondientes a la muestra en estado fresco y endurecido.

El tipo de fractura de las probetas de hormigón, tanto a siete como veintiocho días, deberá indicarse de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 1546 [14], tal como se indica en la Tabla 10.

Tabla 10: Resistencia a la compresión simple. Tipo de fractura.

Tipo de fractura
1
2
3
4
5
6

Fuente: Elaboración propia.

Se debe utilizar un registro por cada tipo hormigón.

H8. Resistencia a la tracción por flexión

Ver ANEXO 1 – Registro 13.

Para cada muestra que ingrese, se debe moldear como mínimo cuatro probetas (dos cilíndricas y dos prismáticas para romper a veintiocho días).

Se deberá indicar datos correspondientes a la ubicación de donde fue extraída la muestra, así como también datos técnicos correspondientes a la muestra en estado fresco y endurecido.

Se debe utilizar un registro por cada tipo de hormigón

H9. Esclerometría

Ver ANEXO 1 – Registro 14.

H10. Testigos de Hormigón

Ver ANEXO 1 – Registro 15.

M. MEZLAS ASFÁLTICAS

M1. Índice de elongación

Ver ANEXO 1 – Registro 16.

M2. Índice de lajosidad

Ver ANEXO 1 – Registro 17.

Los valores límites admisibles lajosidad varían dependiendo para que mezcla asfáltica será utilizado el agregado grueso. Los tipos de mezclas asfálticas se pueden elegir a partir de la lista desplegable, tal como se indica en la Tabla 11.

Tabla 11: Agregados gruesos según tipo de mezcla asfáltica.

TIPO DE MATERIAL
Agregado grueso para capa de rodamiento de asfalto tipo denso
Agregado grueso para base de asfalto tipo denso
Agregado grueso para microaglomerado asfáltico tipo F
Agregado grueso para microaglomerado asfáltico tipo M
Agregado grueso para concreto asfáltico tipo SMA
Agregado grueso para concreto asfáltico tipo drenante
Agregado grueso para mezcla arena asfalto

Fuente: Elaboración propia.

M3. Desgaste “Los Ángeles”

Ver ANEXO 1 – Registro 18.

Los valores límites admisibles de desgaste varían dependiendo para que mezcla asfáltica será utilizado el agregado grueso. Los tipos de mezclas asfálticas se pueden elegir a partir de la lista desplegable, tal como se indica en la Tabla 11.

M4. Densidad relativa y absorción

Ver ANEXO 1 – Registro 19.

M5. Equivalente de arena

Ver ANEXO 1 – Registro 20.

M6. Granulometría

Ver ANEXO 1 – Registro 21.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12: Tipo de mezclas asfálticas. Granulometría.

Tipo de mezcla
CAC D - CAS D 12
CAC D - CAS D 19
MAC - MAS F 8
MAC - MAS F 10
MAC M 8
MAC M 10
SMA 10
SMA 12
SMA 19
Mezcla arena asfalto

Fuente: Elaboración propia.

Para cada tipo de mezcla el PETG [4] define el entorno granulométrico aceptable. Esto se encuentra plasmado en un gráfico que identifica la curva granulométrica correspondiente a la muestra ensayada, así como también las curvas granulométricas límites (superior e inferior).

M7. Ensayo Marshall, densidad Rice y Horno de Ignición

Ver ANEXO 1 – Registro 22.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 13, diferenciándose de acuerdo al tamaño máximo nominal y la ubicación en el paquete estructural (base o rodamiento).

Tabla 13: Tipo de mezclas asfálticas. Ensayo Marshall

Tipo de material
CAC D - CAS D 12 Base
CAC D - CAS D 12 Rodamiento
CAC D - CAS D 19 Base
CAC D - CAS D 19 Rodamiento
MAC - MAS F 8
MAC - MAS F 10
MAC M 8
MAC M 10
SMA 10
SMA 12
SMA 19
Mezcla arena asfalto

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al tipo de mezcla asfáltica utilizada, el PETG [4] define valores límites admisibles para % de vacíos, % de VAM, % de la relación B/V, estabilidad y relación E/F. En la Tabla 14 se indican los rangos límites admisibles.

Tabla 14: Límites admisibles. Ensayo Marshall

Tipo de material	VACIOS	VAM	B/V	EST	E/F
	[%]	[%]	[%]	[kN]	[kN/mm]
CAC D - CAS D 12 Base	3 - 5	> 15	68 - 78	> 10	2,5 - 4,5
CAC D - CAS D 12 Rodamiento	3 - 5	> 15	65 - 75	> 10	2,5 - 4,5
CAC D - CAS D 19 Base	3 - 5	> 14	68 - 78	> 10	2,5 - 4,5
CAC D - CAS D 19 Rodamiento	3 - 5	> 14	65 - 75	> 10	2,5 - 4,5
MAC - MAS F 8	5 - 7	> 17	65 - 75	-	-
MAC - MAS F 10	5 - 7	> 16	65 - 75	-	-
MAC M 8	12 - 20	-	-	-	-
MAC M 10	12 - 20	-	-	-	-
SMA 10	3 - 5	> 18	70 - 80	-	-
SMA 12	3 - 5	> 17	70 - 80	-	-
SMA 19	3 - 5	> 16	70 - 80	-	-
Mezcla arena asfalto	2 - 4	> 12	68 - 78	> 8	2,5 - 4,0

Fuente: Pliego de Especificaciones Técnicas Generales [4]

M8. Recuperación granulométrica

Ver ANEXO 1 – Registro 23.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 12.

Para cada tipo de mezcla el PETG [4] define el entorno granulométrico aceptable. Esto se encuentra plasmado en un gráfico que identifica la curva granulométrica correspondiente a la muestra ensayada, así como también las curvas granulométricas límites (superior e inferior).

M9. Testigos de mezclas asfálticas

Ver ANEXO 1 – Registro 24.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 12.

S. SUELOS

S1. Desgaste “Los Ángeles”

Ver ANEXO 1 – Registro 25.

Los valores límites admisibles de desgaste, varían en función de la futura utilización del suelo: base o subbase, esto se indica seleccionando una opción de la lista desplegable, tal como se indica en la Tabla 15.

Tabla 15: Tipos de suelos.

Tipos de suelos
Subbase
Base de grava natural
Base de mezcla de pedregullo y grava
Base de pedregullo de roca o grava

Fuente: Elaboración propia.

S2. Equivalente de arena

Ver ANEXO 1 – Registro 26.

S3. Granulometría

Ver ANEXO 1 – Registro 27.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 15.

Para cada tipo de mezcla el PETG [4] define el entorno granulométrico aceptable. Esto se encuentra plasmado en un gráfico que identifica la curva granulométrica correspondiente a la muestra ensayada, así como también las curvas granulométricas límites (superior e inferior).

S4. Constante de cono

Ver ANEXO 1 – Registro 28.

S5. Densidad de compactación

Ver ANEXO 1 – Registro 29.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 16, de acuerdo al tipo de suelo definido a través de la clasificación HRB (VN-E4-84 [40]) para lo cual previamente se debe hacer el ensayo de granulometría.

Tabla 16: Tipos de suelos. Clasificación HRB.

Tipo de suelo
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7

Fuente: Norma de ensayo VN-E4-84.

S6. Proctor

Ver ANEXO 1 – Registro 30.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, que se muestra en la Tabla 15.

Dependiendo de lo indicado en el PETP, se define el tipo de Proctor a utilizar así como también el molde, peso del pisón, altura de caída, número de capas y número de golpes por capa tal como se indica en la Tabla 17.

Tabla 17: Tipos de Proctor.

	PROCTOR I	PROCTOR II	PROCTOR III	PROCTOR IV	PROCTOR V
φ MOLDE [mm]	101,6	101,6	101,6	152,4	152,4
Peso del pisón [kg]	2,52	4,54	2,52	2,52	4,54
H de caída del pisón [cm]	30,5	45,7	30,5	30,5	45,7
N° de capas	3	5	3	3	5
N° de golpes por capa	25	25	35	56	56
Molde	T-99	T-99	T-99	T-180	T-180

Fuente: Elaboración propia.

A fin de facilitar la toma de datos mientras se realiza el ensayo en el laboratorio, se propone una planilla de registro adicional, la cual se puede ver en el ANEXO 1 – Registro 31.

S7. Proctor granular

Es el mismo registro que el utilizado para el Proctor con la diferencia que se adiciona uno extra, el cual permite realizar una corrección de la densidad Proctor obtenida, por la presencia de material retenido en el tamiz $\frac{3}{4}$.

Ver ANEXO 1 – Registro 32.

S8. Valor Soporte Relativo

Ver ANEXO 1 – Registro 33.

La clasificación del tipo de material se selecciona de la lista desplegable, tal como la que se muestra en la Tabla 15.

Dependiendo de lo indicado en el PETP, se define el tipo de Proctor a utilizar así como también el molde, peso del pisón, altura de caída, número de capas y número de golpes por capa tal como se indica en la Tabla 17.

Para el ensayo se deben moldear 6 probetas: dos probetas con 56 golpes, dos probetas con 25 golpes y dos probetas con 12 golpes. Por lo tanto, cada una de las probetas tendrá una planilla de registro auxiliar (Ver ANEXO 1 – Registro 34) para volcar los datos obtenidos en el laboratorio, identificando individualmente si es necesario realizar correcciones a las cargas obtenidas para 0,1 y 0,2 pulgadas respectivamente.

En el Registro 33 se presenta una tabla resumen y un gráfico que relaciona de Valor Soporte Relativo (CBR) y densidad seca.

A fin de facilitar la toma de datos mientras se realiza el ensayo en el laboratorio, se presentan planillas de registro para el moldeo de las probetas (Ver ANEXO 1 – Registro 35, para registrar el hinchamiento (Ver ANEXO 1 – Registro 36) y las lecturas de prensa (Ver ANEXO 1 – Registro 37).

CAPÍTULO 6. TRABAJOS EN LABORATORIO

Se realizaron algunos ensayos de rutina que se describen sintéticamente a continuación:

– Ensayo de compactación Proctor

El ensayo se realiza de acuerdo a lo indicado en la norma VN-E5-93 [41]. La muestra a ensayar correspondía a una base granular. Para dicho ensayo se requieren cinco puntos (diferentes % de humedad), tres en la rama ascendente y dos en la descendente. El Proctor utilizado fue el número V: molde de 152,4 mm de diámetro, 4,53 kg el peso del pisón, 45,7 cm la altura de caída, 5 capas y 56 golpes.

– Ensayo de determinación del Valor Soporte Relativo – Ensayo de penetración

Se realiza a una subbase, con el Método Dinámico N° 1 (simplificado), una de las posibles variantes establecidas en la norma VN-E6-84 [42]. Se moldearon 3 probetas con el % de humedad óptimo obtenido previamente del ensayo de compactación Proctor. Las mismas estaban compactadas con 12, 25 y 56 golpes respectivamente y habían permanecido en la cámara de curado durante 4 días a fin de adquirir la condición saturada. El ensayo tiene una duración de 10 minutos para cada probeta.

Se registran las lecturas del dial del aro dinamométrico para penetraciones de 0,025 in, 0,05 in, 0,75 in, 0,1 in, 0,2 in, 0,3 in, 0,4 in y 0,5 in. Las cuatro primeras lecturas fueron tomadas para posteriormente corregir la curva en caso de que presente convexidad. Si bien la prensa era de accionamiento manual, se procuró que la velocidad sea tal que permita un avance de 0,05 pulgadas por minuto.

– Determinación de la constante del cono de arena

Para el control de la compactación en obra por el método de la arena es necesario previamente calibrar el aparato en el laboratorio. La constante del cono (peso de la arena necesaria para llenar el embudo) depende de la densidad de la arena utilizada para realizar el ensayo, por lo tanto, debe determinarse cuando cambie el aparato o el tipo de arena.

El procedimiento realizado es de acuerdo a lo indicado en el apartado 8.3. en la norma de ensayo VN-E8-66 [43].

Se coloca una base de vidrio y el cono de arena con la válvula cerrada y se llenó con arena normalizada de granos redondeados y uniformes (pasante tamiz N° 20 y retenido tamiz N° 30). Luego, se abre la válvula y la arena comienza a caer tal como lo haría en obra. Cuando se observa que el cono está lleno, se cierra la válvula. Al retirar el cono, se pesa la arena que ocupa la parte inferior del cono, teniendo especial cuidado de no perder material.

– Determinación del índice de plasticidad y tipo de suelo

El ensayo tiene como objetivo principal la determinación del tipo de suelo y con ello, definir en función de sus características, si es necesario o no un mejoramiento mecánico, físico o físico/químico. Es necesario definir el Límite Líquido, el Límite Plástico y la granulometría (pasante T200). El material a ensayar fue extraído mediante calicatas en el sector de obra.

De acuerdo a lo indicado en la norma de ensayo VN-E2-65 [38], el límite líquido es el: *“contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm de espesor fluya y se unan en una longitud de 12 mm, aproximadamente, en el fondo de la muesca que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1 cm, a la velocidad de 2 golpes por segundo”*.

La norma de ensayo VN-E3-65 [39], indica que el límite plástico es el: *“el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo, al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez, comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm de diámetro.”*

Finalmente, el Índice de plasticidad se obtiene a través de la siguiente sustracción:

$$IP = LL - LP \quad (1)$$

donde IP es el índice de plasticidad; LL es el límite líquido y LP es el límite plástico.

Luego, se ingresan los valores obtenidos de IP y pasante T200 en la Figura 5 de la norma de ensayo VN-E4-84 [40], obteniéndose el tipo de suelo.

Figura 5: Clasificación HRB.

CLASIFICACIÓN GENERAL	SUELOS GRANULARES Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 200) hasta el 35%							SUELOS ARCILLOSO-LIMOSO Pasa tamiz IRAM 75 micrómetros (Nº 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. Nº 10	Máx 50										
Tamiz IRAM de 425 micrómetros Nº 40	Máx 30	Máx 50	Mín 51								
Tamiz IRAM de 75 micrómetros Nº 200	Máx 15	Máx 25	Máx 10	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Máx 35	Mín 38	Mín 38	Mín 38	Mín 38
Características de la fracción que pasa por tamiz IRAM 425 micrómetros Nº 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 MAS 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.-

Fuente: Norma VN-E4-84 [40].

– Determinación del % de cemento asfáltico y granulometría de los áridos de mezclas asfálticas de obra

Con el objetivo de auditar a las empresas que realizan los trabajos de pavimentación, se toma muestra de la mezcla asfáltica que se está utilizando y se le realiza el ensayo de recuperación y granulometría.

El método para la determinación del contenido de cemento asfáltico es el horno de ignición, el cual permite determinar el contenido de asfalto de mezclas en caliente a través de la remoción del cemento asfáltico calcinándolo. El contenido de asfalto se obtiene por la diferencia de masas (antes y después del horno).

Si bien el método indicado por pliego es el método Abson, este método resulta más limpio, saludable para la ejecución y proporciona resultados similares, se tiene en cuenta la corrección correspondiente a la pérdida de material fino que sale por el ducto de ventilación junto con las cenizas del cemento asfáltico.

Luego, a la muestra sacada del horno se le realiza el ensayo de granulometría según IRAM 1505 [7] y se verificó que esté dentro de las curvas granulométricas definidas por el PETG.

– Rotura de probetas cilíndricas de hormigón – ensayo de compresión simple

Para el control de calidad de los hormigones utilizados en las obras, se ensayan a compresión simple las probetas a 7 y 28 días siguiendo el procedimiento indicado en la norma IRAM 1546 [14]. El encabezado de las probetas es mediante placas de neopreno tal como lo indica la norma IRAM 1709 [25]. La prensa utilizada es automática, marca CONTROLS con una capacidad máxima de 1100 kN. La cual cuenta con dos palancas, una para cambiar la velocidad de acercamiento de los platos y otra para modificar la marcha. Las probetas ensayadas fueron de 15 x30 cm. Las características identificadas eran: diámetro, altura, peso, tipo de rotura, carga de rotura.

La prensa debe ser calibrada cada un año. La última calibración de la misma fue realizada por el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Para tener una aproximación rápida de la resistencia a compresión en función de la lectura obtenida en la prensa, se confeccionó una tabla que incluía: lectura de prensa, lectura corregida (teniendo en cuenta el polinomio de calibración) en kN y la compresión ejercida sobre una probeta de dimensiones ideales (15 x 30 cm) en MPa.

– Rotura de vigas prismáticas – ensayo a flexión

Para las estructuras de hormigón que se someten a esfuerzos de flexión como el caso de las calzadas, se moldean vigas prismáticas de 15 x 15 x 60 cm y se ensayan a 28 días, a fin de obtener el módulo de rotura, tal como lo especifica el PETG [4], siguiendo el procedimiento de ensayo especificado en la norma IRAM 1547 [15]. La prensa utilizada para realizar dicho ensayo es manual, marca MACROTEST. Cuenta con dos velocidades de aproximación de los platos.

La prensa debe ser calibrada cada un año. La última calibración de la misma fue realizada por el Laboratorio de Estructuras de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

– Esclerometría

A continuación, se presenta un trabajo de investigación realizado en conjunto con Micaela Villarreal. El mismo fue presentado y seleccionado para ser expuesto en la Primer Jornada de Jóvenes Investigadores de Tecnologías del Cemento y el Hormigón realizada en la ciudad de La Plata en junio de 2019.

ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL NÚMERO DE REBOTES EN PROBETAS

A fin de analizar la correlación entre el número de rebotes obtenido con el esclerómetro y la resistencia a compresión simple en probetas, se realizaron dichos ensayos sobre probetas cilíndricas de 15 x 30 cm. El equipo empleado para la determinación del número de rebote, fue un esclerómetro mecánico DRC (Diagnóstico Research Company – Origen Italia) Tipo SM.

Se ensayaron hormigones de distintos tipos: H25, H30, H35, H40 y H50, provenientes de las diferentes empresas, identificadas como: A, B, C, F y S para preservar su confidencialidad. La esclerometría fue efectuada en dirección normal al plano tangente de la probeta, se eligieron 3 generatrices separadas en aproximadamente 120° y se efectuaron tres mediciones a diferentes alturas en cada una de ellas, dando un total de 9 disparos a cada probeta, obteniendo un promedio del número de rebotes tal como lo indica la norma IRAM 1694 [24]. Es importante destacar que la probeta fue sostenida entre las placas de la prensa de ensayo con una fuerza igual al 15 % de la carga de rotura estimada.



Figura 6: Generatrices adoptadas. Esclerometría.

Fuente: Elaboración propia



Figura 7: Esclerómetro y prensa

Fuente: Elaboración propia

Para controlar los factores que influyen en la determinación del número de rebote y la ejecución del ensayo, se realizó un análisis, como se muestra en la Tabla 18. Los resultados del promedio del número de rebote y el resultado de ensayo a la compresión se muestran en la Tabla 19..

Tabla 18: Factores que influyen en la determinación del número de rebotes en este trabajo.

Factores	Influye	¿Por qué?
Posición de la superficie	No	El esclerómetro fue utilizado en posición horizontal.
Contenido de cemento	No	No tiene influencia apreciable de acuerdo con la norma IRAM 1694.
Tipo de cemento	No	Se utilizó CPN de industria nacional.
Tipo de agregado	Sí	Se utilizaron agregados de la zona, de origen calcáreo, granítico, silíceo y basáltico. Las empresas proveedoras de hormigón no identifican el origen.
Humedad	No	Las superficies ensayadas permanecieron secas.
Carbonatación	No	El H° ensayado no estuvo sometido a condiciones ambientales adversas.
Edad del hormigón	No	La edad del H° fue 28 días.
Tipo de encofrado	No	El encofrado empleado para las probetas fue metálico.
Masa del elemento ensayado	No	No se produjeron desplazamientos por efecto del impacto, las probetas se encontraban comprimidas entre los platos de la prensa.
Esbeltez del elemento	No	Se utilizaron probetas cilíndricas de 15 x 30 cm según norma IRAM 1524.
Temperatura	No	Los ensayos fueron realizados con temperaturas entre 18°C y 25°C.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Resultados de los ensayos realizados por empresa.

Tipo de Hormigón	Rebotes promedios	Resistencia [MPa]	Tipo de Hormigón	Rebotes promedios	Resistencia [MPa]
Empresa A			Empresa C		
H30	36,78	43,74	H40	37,25	37,25
H30	36,67	42,55	H40	36,56	39,51
H30	36,71	46,18	H40	42,56	56,17
H30	34,89	46,50	H40	42,67	56,36
H30	37,11	42,16	H25	39,11	42,44
H30	38,78	41,14	H25	36,89	40,15
H30	35,67	36,78	H25	37,33	45,27
H30	36,22	35,77	H25	38,33	46,19
H30	36,22	45,27	Empresa F		
H30	35,78	45,15	H35	37,56	38,84
H30	35,78	45,84	H35	38,25	39,98
H30	37,11	46,62	H35	38,56	43,71
H40	40,75	54,05	H35	41,44	52,73
H40	41,67	52,45	H35	40,56	46,69
H40	39,63	51,92	H35	40,44	50,96
H40	39,13	51,64	H35	40,56	50,06
H40	49,00	73,40	H35	41,33	48,10
H40	49,22	69,65	H35	40,67	46,65
H40	49,00	72,11	H35	41,44	48,10
H40	51,11	73,37	H35	41,00	49,98
H30	35,11	43,01	H35	40,56	46,69
H30	35,89	42,44	H35	39,67	48,75
H50	43,78	67,65	H35	40,33	49,85
H50	46,00	69,49	H35	40,00	46,69
H30	40,89	46,45	H35	40,78	48,75
H30	40,00	47,03	Empresa S		
H50	43,89	76,91	H35	38,75	44,09
H50	46,00	76,70	H35	39,89	44,07
Empresa B			H35	39,38	42,72
H25	36,00	37,25	H35	40,56	45,24
H25	34,44	37,45	H35	42,88	47,09
H25	37,89	40,20	H35	37,67	39,56
H25	36,22	36,88	H35	37,67	41,00
H25	36,22	39,53	H35	37,22	43,86
H25	34,33	33,26	H35	40,22	42,19
H25	34,00	33,26	H25	33,56	30,61
H25	34,22	31,69	H25	33,67	31,10

Fuente: Caminos de las Sierras S.A.

A partir de los datos obtenidos, se realizaron varios análisis:

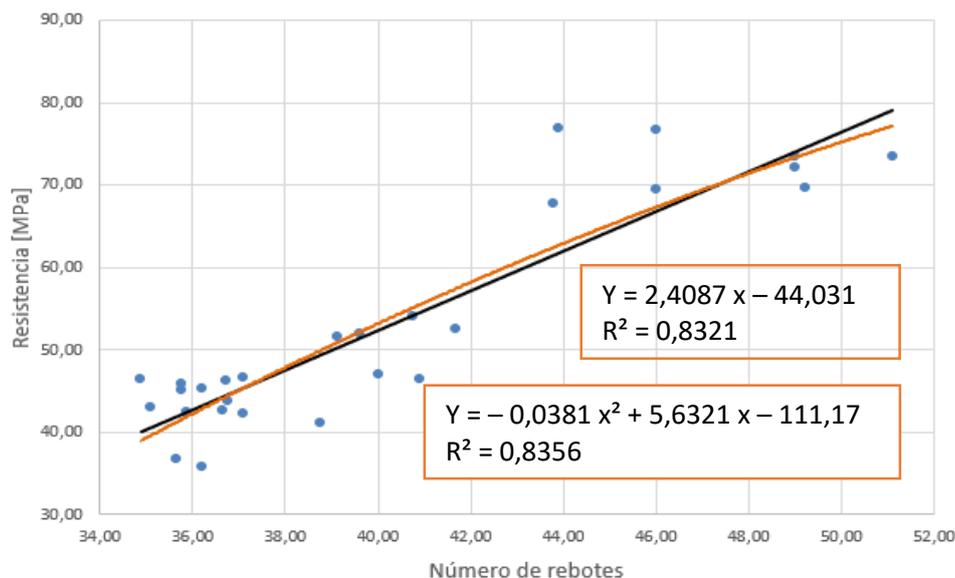
- Global de todos los datos
- Por rangos de números de rebotes.
 - Rangos de 10 en 10.
 - Rangos de 15 en 15.
 - Rangos de 20 en 20.
- Por tipo de hormigón.
- Por empresa.

El análisis consistió en buscar polinomios de aproximación que se ajustaran de la mejor manera posible respecto a la nube de datos de los ensayos realizados. A través del coeficiente de correlación R^2 se definieron que las aproximaciones lineales y cuadráticas eran las más adecuadas para el estudio. El coeficiente de determinación oscila entre 0 y 1. Cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar. De forma inversa, cuanto más cerca de cero, menos ajustado estará el modelo y, por tanto, menos fiable será.

El análisis por empresa fue el más adecuado, dado que daba valores de R^2 altos e implicaba eliminar pocos datos.

Empresa A

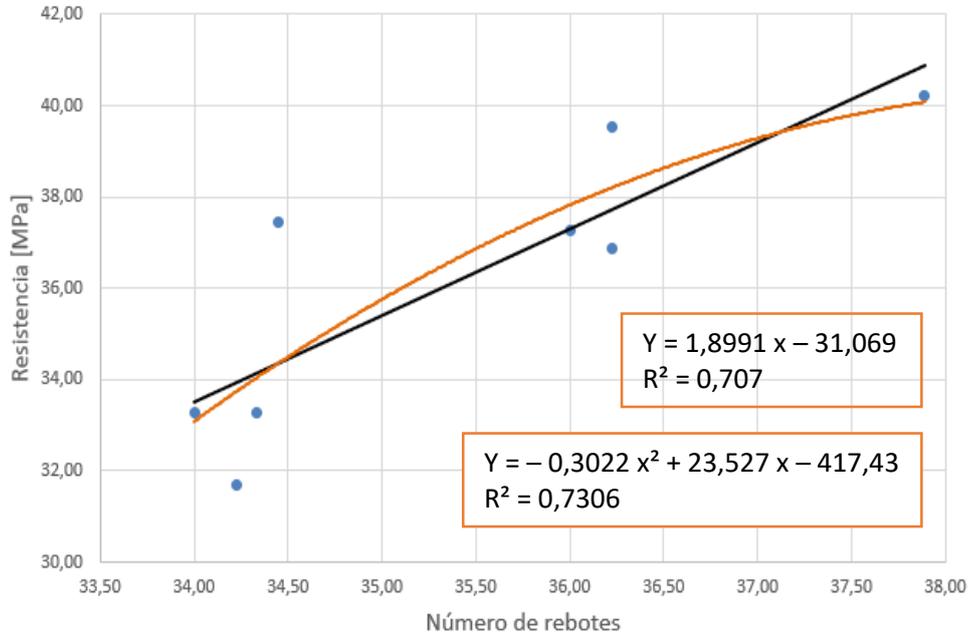
Gráfico 1: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa A.



Fuente: Elaboración propia

Empresa B

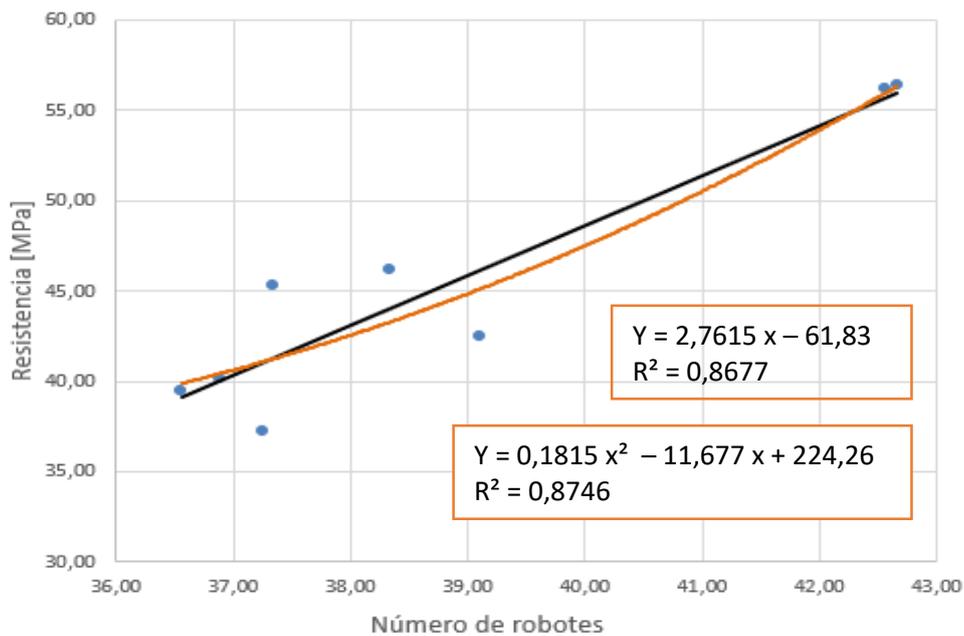
Gráfico 2: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa B.



Fuente: Elaboración propia

Empresa C

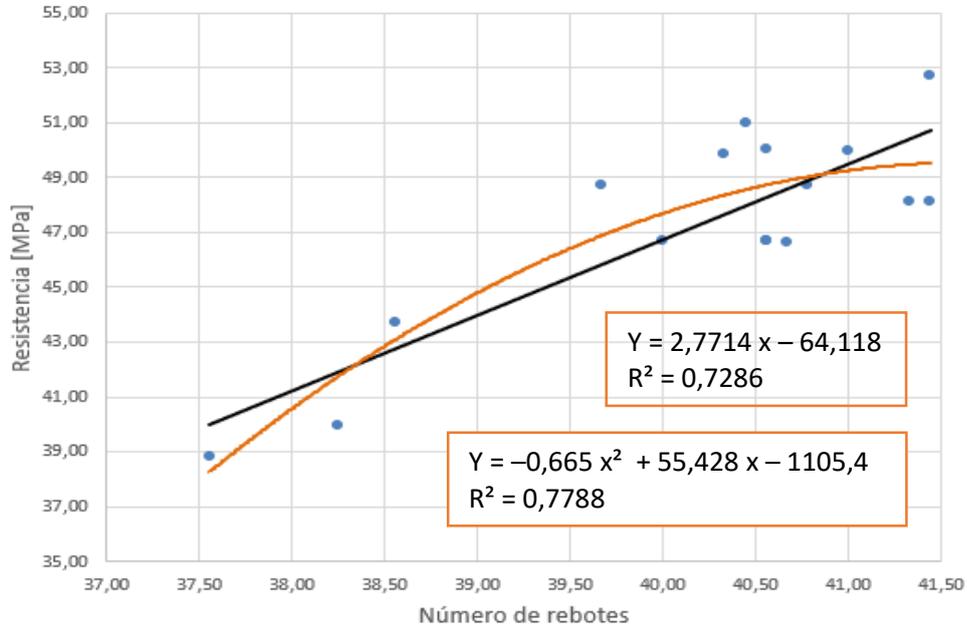
Gráfico 3: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa C.



Fuente: Elaboración propia

Empresa F

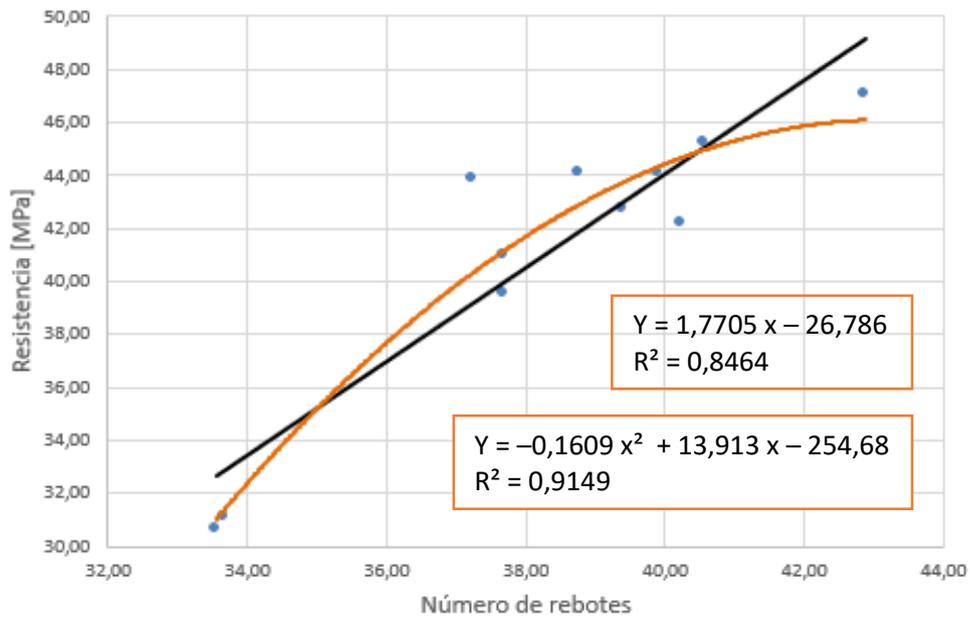
Gráfico 4: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa F.



Fuente: Elaboración propia

Empresa S

Gráfico 5: Correlación esclerometría y compresión simple. Empresa S.

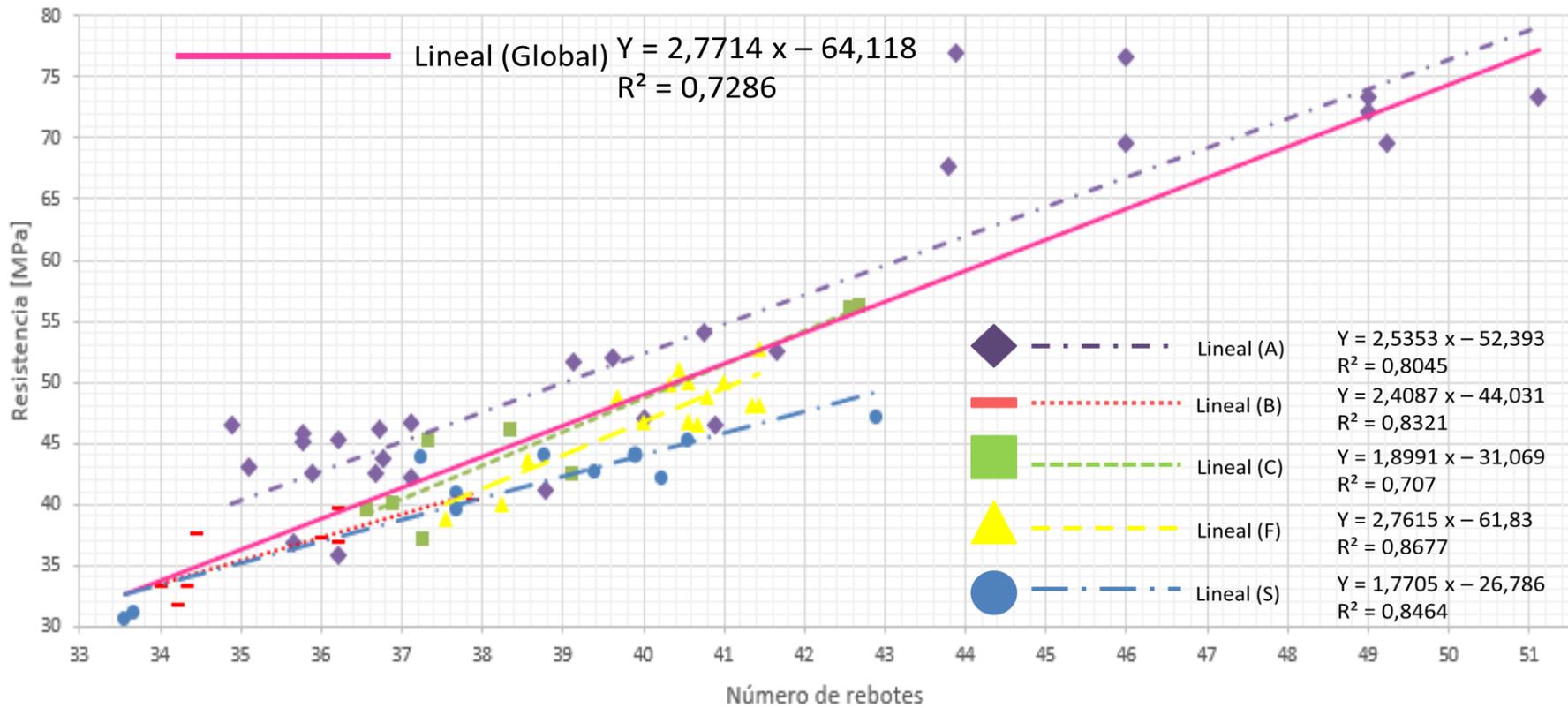


Fuente: Elaboración propia



Correlación lineal global

Gráfico 6: Correlación lineal global. Esclerometría

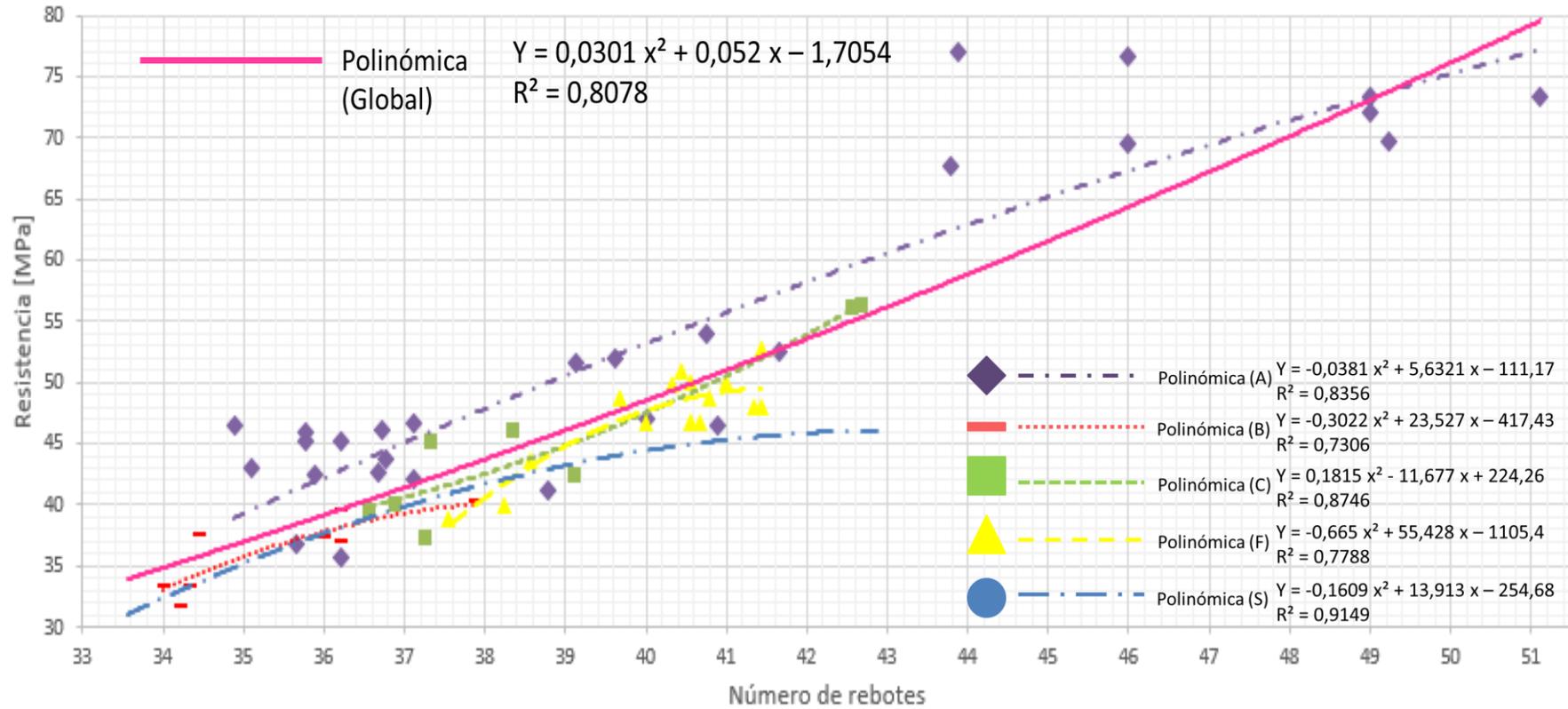


Fuente: Elaboración propia



Correlación polinómica global

Gráfico 7: Correlación polinómica global. Esclerometría



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 7. TRABAJOS EN OBRA

A continuación, se describen brevemente las tareas realizadas en las siguientes obras.

– Variante Costa Azul. Puente y obras de acceso

Una de las empresas contratistas de Caminos de las Sierras S.A. instaló el obrador en la Variante Costa Azul dada la envergadura de la obra del Puente en arco Juan Manuel De la Sota. Dentro de las instalaciones más importantes se destacan las oficinas técnicas, la planta de hormigón elaborado y laboratorio de control de calidad de los materiales utilizados en la obra.

En la planta de hormigón elaborado conjuntamente con el personal del laboratorio se tomaron muestras de hormigón al camión hormigonero antes de salir a obra. Los ensayos realizados fueron: asentamiento, temperatura, % de vacíos y densidad. Además, se procedió al moldeo de 4 probetas, a fin de cumplir con las tareas de auditoría que normalmente se realizan.

Luego, se realizó una inspección visual en la planta dosificadora de hormigón. La dosificación ya está definida de antemano, es decir, poseen dosificaciones para cada tipo de hormigón que usan normalmente en obra, previa aprobación de la inspección. Estas, se encuentran cargadas en el programa, solo deben indicar que número de programa usan.

En el laboratorio, se rompieron probetas de H50 a 28 días, encabezadas con neopreno según norma IRAM 1709 [25]. Los resultados de las resistencias fueron superiores a 55 MPa.

Finalmente, el ingeniero responsable del laboratorio comentó que, en la empresa a fin de hacer un autocontrol más exhaustivo, suelen moldear 5 probetas por pastón de hormigón para romper a 1 día, 7 días y 28 días.



Figura 8: Vacíos en el hormigón y moldeo de probetas

Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Ensayo de compresión simple.

Fuente: Elaboración propia

– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Extracción de testigos en calzadas de hormigón

De acuerdo a lo indicado en el PETG [4] de la DNV para el control de calidad de las unidades terminadas, se deben extraer testigos y ensayarlos a los 28 días.

En este caso, se realizó la extracción de testigos en losas para las cuales los ensayos de compresión de las probetas moldeadas no cumplieron con los límites tolerables para el modo 2 según reglamento CIRSOC 201:2005 [5].

En primer lugar, se fijó la extractora de testigos y se conectó el sistema de refrigeración de la broca, el cual evita que los materiales tomen temperatura. El diámetro de la broca adoptado es de 150 mm. Luego, se procedió a extraer la muestra evitando movimientos laterales dado que podrían romperla. Dichos testigos extraídos para la realización del ensayo de compresión simple siempre debían tener la dimensión mínima igual o superior a tres veces la medida nominal máxima del árido.

Al día siguiente, se procedió al aserrado de los testigos a fin de obtener caras paralelas al plato de carga de la prensa, así como también se verificó la verticalidad de las caras.

Los testigos se identifican y se determina la altura antes y después del aserrado, dos mediciones del diámetro, peso, edad, tipo de hormigón, empresa, tramo de obra, fecha de moldeo y fecha de extracción.

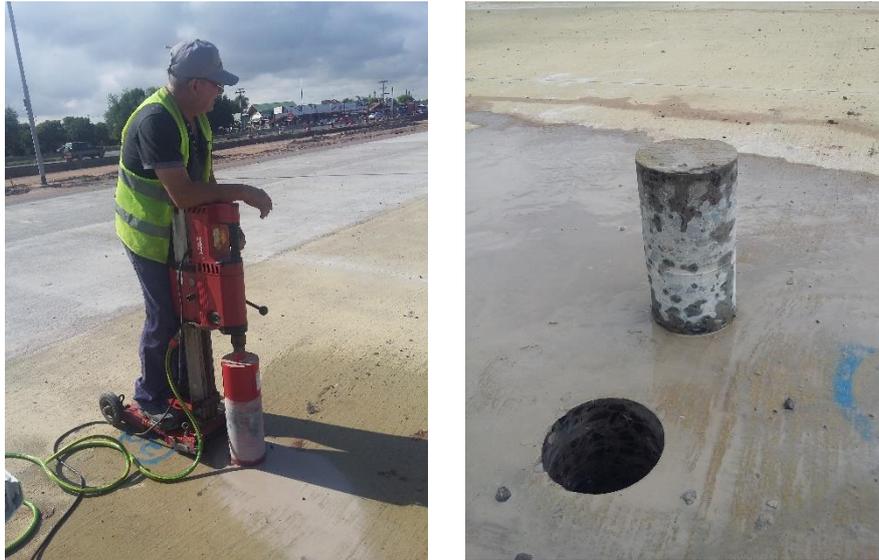


Figura 10: Extracción de testigos en calzadas de hormigón

Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Aserradora de testigos

Fuente: Elaboración propia

– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Hormigonado de calzadas

En el tramo visitado, se estaban realizando calzadas de pavimento rígido. Se tomó muestra de dos de los camiones que estaban descargando hormigón. Los ensayos realizados fueron: temperatura y asentamiento. Luego se procedió al moldeo de probetas.

El primero de los camiones tenía temperatura que superaba muy poco los 29°C, por lo cual se le indicó a la planta proveedora de hormigón que al próximo camión se le agregue hielo en lugar de agua para reducir dicha temperatura. Se moldearon 4 probetas cilíndricas + 2 vigas prismáticas en el primer camión y 4 probetas en el segundo camión, teniendo en cuenta el procedimiento indicado en las normas IRAM 1524 [9] e IRAM 1680 [20]. Además, se solicitó el remito a la empresa proveedora de hormigón para constatar los datos del tipo de hormigón, asentamiento teórico y tamaño máximo nominal del agregado, hora de carga y hora de descarga



Figura 12: Temperatura, asentamiento y moldeo de probetas de hormigón.

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Hormigonado de calzadas.

Fuente: Elaboración propia

– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Ensayo de esclerometría en estructura de hormigón

Se decidió ir a obra a realizar ensayos no destructivos con el esclerómetro para determinar la homogeneidad del hormigón de la estructura.

Se realizaron determinaciones del número de rebote en 8 lugares distintos de la estructura, teniendo en cuenta las zonas dudosas. El ensayo se realizó de acuerdo a lo indicado en la Norma IRAM 1694 [24].



Figura 14: Estructura ensayada con el esclerómetro.

Fuente: Elaboración propia

– Obra Cierre Anillo de Circunvalación – Observación de patologías en calzadas de hormigón

Se observó fisuras en varios paños de calzada de hormigón, en dirección perpendicular al eje de la calzada a lo largo de todo el espesor, como consecuencia de un aserrado de juntas tardío. El hormigón debe ser aserrado a partir del momento en el cual esté lo suficientemente duro para que la aserradora no produzca desprendimiento de los áridos. Estas fisuras generan inconvenientes tales como: no permiten transferir las cargas, facilitan el ingreso del agua y agentes agresivos, además de provocar, a lo largo del tiempo, la rotura total de la losa.

Frente a esta situación, tal como lo indica el PETG [4], el supervisor de obra indicó que se levanten completamente las losas afectadas.



Figura 15: Fisuración de calzadas de hormigón por aserrado tardío.

Fuente: Elaboración propia

– Interlaboratorio II

Se colabora en el desarrollo del Interlaboratorio II [3], siendo el objetivo general de este: “dar un sustento técnico a la necesaria demostración de comparabilidad, entre las mediciones de auto control, que se realizan en los laboratorios, de las empresas proveedoras de las obras auditadas por CAMINOS A LAS SIERRAS S.A.”.

Constó con la participación de 15 laboratorios, se moldearon 62 probetas cilíndricas y 37 vigas de flexión. También se realizó un paño de calzada de 3m x 3m x 0,30m, siendo su base otro paño de hormigón y film de polietileno, simulando la condición sobre la que se emplazan las calzadas de hormigón en obra.

Una de las empresas participantes del Interlaboratorio brindó sus instalaciones para la realización del mismo.

Etapas 1

La participación consistió en la toma de datos de los responsables de cada una de las empresas participantes y el moldeo de probetas cilíndricas y vigas de flexión.

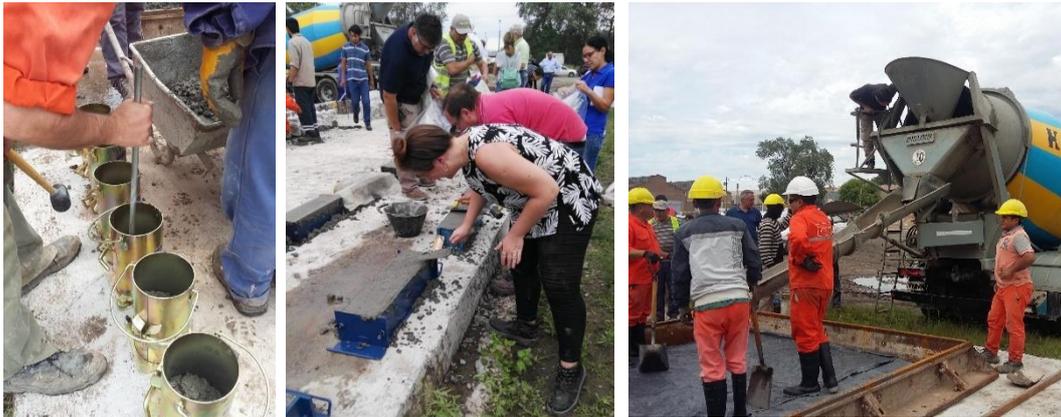


Figura 16: Moldeo de probetas cilíndricas y prismáticas. Hormigonado de calzada de 3m x 3m.

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2

Cada una de las empresas fue al lugar a retirar sus probetas y vigas correspondientes. Fueron desmoldadas e identificadas cada una con una letra (asignada a cada empresa/laboratorio participante para preservar su confidencialidad) y número. Además, fueron medidas, pesadas y se verificó la verticalidad de las mismas.

Etapa 3

Se realizó la extracción de testigos en la losa hormigonada durante el día del Interlaboratorio II, tal como se puede observar en la Figura 17. La extracción fue realizada de manera aleatoria, cada empresa debía llevar su extractora de testigos y extraer del lugar que consideraba más apropiado.

Cada testigo fue identificado, al igual que las probetas en la etapa 2, con letra y número. También fueron medidos, pesados y se verificó la verticalidad de los mismos.



Figura 17: Extracción de testigos de hormigón

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- 1) A partir de la experiencia adquirida en el laboratorio de la empresa Caminos de las Sierras S.A. se lograron obtener las siguientes consideraciones:
 - Resulta relevante la sistematización y actualización de los registros y documentos de calidad, ya que tanto los pliegos, normas o instructivos se actualizan constantemente.
 - La unificación del lenguaje simbólico, en todos los instrumentos de registro, permite un fácil manejo para los usuarios y que los resultados puedan ser identificados con mayor claridad y rapidez, colaborando para una toma de decisiones eficiente.

- 2) En relación al trabajo de esclerometría se destacan las siguientes observaciones:
 - Los coeficientes de correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión, obtenidos mediante una modelación lineal o cuadrática, varían muy poco. Por lo que se recomienda adoptar la función lineal, ya que permite evaluar de manera más rápida en obra.
 - Se constata una fuerte correlación entre el número de rebote y la homogeneidad del hormigón.
 - Al analizar los datos por empresas, se obtuvieron coeficientes de correlación variados, en algunos casos mejores que en el análisis global con datos de todas las empresas.

- 3) Con respecto a las obras presenciadas:
 - Es imprescindible un seguimiento periódico y ordenado para asegurar la calidad de las mismas. Una alerta temprana de los problemas permite darle solución con tiempo y evita que afecte a la calidad final de las estructuras.

- 4) En base al desarrollo personal de la autora:
 - Adquirí mayores conocimientos respecto de los materiales utilizados en una obra vial y los parámetros que los caracterizan, pudiendo así implementar un juicio crítico a la hora de tomar decisiones en la vida profesional.
 - El trabajo tanto con profesionales, como con personal especializado en sus tareas, permitió adquirir conceptos no solo técnicos, sino el significado y valoración del trabajo en conjunto.
 - La experiencia laboral aportó a la formación profesional y personal sirviendo de transición entre la vida de estudiante y la de profesional.

RECOMENDACIONES

- A futuro podrían complementarse aún más los instrumentos de registro incluyendo ensayos para materiales tales como cal, cemento, aditivos, etc., así como también ampliar los existentes para asfalto, hormigón, mezclas asfálticas y suelos.
- También resulta relevante el control y observación periódica de la vigencia de las normas, pliegos y/o reglamentos para facilitar una mejora continua acorde al desarrollo de las nuevas tecnologías.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Balzamo, H et al, *“Ese material llamado HORMIGÓN”*, Primer Edición, AATH, (2012).
- [2] Caminos de las Sierras S.A. <https://www.caminosdelassierras.com.ar/> (2015). Fecha de acceso: Julio 2019.
- [3] Caminos de las Sierras S.A., *“Interlaboratorio II”*, Ciudad de Córdoba. (2019).
- [4] Dirección Nacional de Vialidad, *“Pliego de Especificaciones Técnicas Generales”*, Ministerio de Transporte. Presidencia de la Nación. (2017).
- [5] INTI, *“CIRSOC 201: Reglamento argentino de estructuras de hormigón”*. (2005).
- [6] Neville, A, y J. Brooks, *“Concrete Technology”*, Segunda Edición, Pearson, Prentice Hall (2010).
- [7] IRAM 1505. *“Agregados. Análisis granulométrico”* (2005).
- [8] IRAM 1520. *“Agregados finos. Métodos de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.”* (2002).
- [9] IRAM 1524. *“Hormigón endurecido. Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral.”* (2015).
- [10] IRAM 1532. *“Agregados. Determinación de la resistencia a la fragmentación por el método “Los Ángeles”* (2009).
- [11] IRAM 1533. *“Agregados gruesos. Método de laboratorio para la determinación de la densidad relativa real, de la densidad relativa aparente y de la absorción de agua.”* (1533).
- [12] IRAM 1536. *“Hormigón fresco. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono.”* (1978).
- [13] IRAM 1541. *“Hormigón fresco. Muestreo.”* (1991).
- [14] IRAM 1546. *“Hormigón endurecido. Método de ensayo de compresión.”* (2013).
- [15] IRAM 1547. *“Hormigón endurecido. Ensayo de tracción por flexión.”* (1992).
- [16] IRAM 1551. *“Hormigón endurecido. Extracción, preparación y ensayo de testigos de hormigón endurecido.”* (2000).
- [17] IRAM 1602-1. *“Hormigón fresco. Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas de hormigones y morteros - Método A ”* (1988).
- [18] IRAM 1627. *“Agregados. Granulometría de los agregados para hormigones.”* (1997).
- [19] IRAM 1672. *“Hormigón endurecido. Preparación y curado en laboratorio de probetas para ensayos de flexión.”* (1970).
- [20] IRAM 1680. *“Hormigones. Preparación y curado en obra de probetas prismáticas para ensayos de resistencia a la flexión.”* (1680).
- [21] IRAM 1682. *“Agregado fino. Determinación del equivalente arena.”* (1992).
- [22] IRAM 1687-1. *“Agregados. Método de determinación del índice de lajosidad.”* (1996).

- [23] IRAM 1687-2. "Agregados. Determinación del índice de elongación. " (1997).
- [24] IRAM 1694. "Hormigón endurecido. Método de ensayo de la dureza superficial del hormigón endurecido mediante la determinación del número de rebote empleando el esclerómetro de resorte" (1989).
- [25] IRAM 1709. "Hormigón endurecido. Método y requisitos para el uso de placas de elastómero no adheridas, empleadas para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas y testigos cilíndricos de hormigón endurecido." (2016).
- [26] IRAM 6576. "Asfaltos. Determinación de la penetración utilizando un penetrómetro de aguja." (2004).
- [27] IRAM 6596. "Asfaltos modificados con polímeros para uso vial. Asfaltos modificados con polímeros para uso vial. Clasificación y requisitos." (2012).
- [28] IRAM 6830. "Asfaltos para uso vial. Determinación de la recuperación elástica por torsión." (2011).
- [29] IRAM 6835. "Asfaltos para uso vial. Clasificados por viscosidad. Requisitos. " (2002).
- [30] IRAM 6837. "Asfaltos. Determinación de la viscosidad rotacional." (2016).
- [31] IRAM 6841. "Asfaltos para uso vial. Determinación del punto de ablandamiento. Método del anillo y la esfera. " (2011).
- [32] IRAM 6845-1. "Asfaltos para uso vial. Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 1 - Moldeo de probetas usando el compactador Marshall. " (2016).
- [33] IRAM 6845-2. "Mezclas asfálticas. Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 2 - Densidad de la mezcla compactada. " (2013).
- [34] IRAM 6845-3. "Mezclas asfálticas. Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 3 - Cálculo de la densidad máxima teórica (ensayo Rice). " (2015).
- [35] IRAM 6845-4. "Mezclas asfálticas. Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 4 - Determinación de las propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica compactada. " (2015).
- [36] IRAM 6845-5. "Mezclas asfálticas. Mezclas asfálticas. Métodos de ensayo para mezclas asfálticas en caliente. Parte 5 - Determinación de la estabilidad y fluencia Marshall. " (2016).
- [37] IRAM IAPG A 6604. "Asfaltos para uso vial. Clasificados por penetración - Requisitos. (2002)." (2002).
- [38] VN-E2-65. "Suelos. Límite líquido." (1965).
- [39] VN-E3-65. "Suelos. Límite plástico, índice de plasticidad. " (1965).
- [40] VN-E4-84. "Suelos. Clasificación de los suelos. " (1984).
- [41] VN-E5-93. "Suelos. Compactación de suelos." (1993).
- [42] VN-E6-84. "Suelos. Determinación del valor soporte e hinchamiento de suelos." (1984).
- [43] VN-E8-66. "Suelos. Control de compactación por el método de la arena. " (1966).

ANEXO 1



A2. Viscosidad aparente – Viscosímetro rotacional Brookfield.

Registro N°: 3 Asfaltos. Viscosidad aparente – Viscosímetro rotacional Brookfield.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento		Contratista	
	Operador		Piquete		Posición		Proveedor	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril			
VISCOSIDAD APARENTE - VISCOSIMETRO ROTACIONAL BROOKFIELD								

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Temperatura [°C]</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td>N° de spin</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td>Velocidad de giro [rpm]</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td>Torque [%]</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Viscosidad</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Límites admisibles</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">¿Cumple?</td><td style="background-color: #90EE90;"></td></tr> </table>	Temperatura [°C]		N° de spin		Velocidad de giro [rpm]		Torque [%]		Viscosidad		Límites admisibles		¿Cumple?		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>VISCOSIDAD [cP]</th> <th>VISCOSIDAD [P]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td><td style="background-color: #D3D3D3;"></td></tr> </tbody> </table>		VISCOSIDAD [cP]	VISCOSIDAD [P]	1			2			3			<div style="border: 1px solid black; height: 80px; padding: 5px;"> Observaciones: </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">Norma a consultar: IRAM 6837 Asfaltos. Determinación de la viscosidad rotacional.</p>
Temperatura [°C]																												
N° de spin																												
Velocidad de giro [rpm]																												
Torque [%]																												
Viscosidad																												
Límites admisibles																												
¿Cumple?																												
	VISCOSIDAD [cP]	VISCOSIDAD [P]																										
1																												
2																												
3																												



A2. Viscosidad aparente. Susceptibilidad térmica. - Viscosímetro rotacional Brookfield.

Registro N°: 4 Asfaltos. Viscosidad aparente - Susceptibilidad térmica.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA - VISCOSIMETRO ROTACIONAL BROOKFIELD								

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Temperatura [°C]</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">N° de spin</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>VELOCIDAD [rpm]</td> <td>TORQUE [%]</td> <td>SHEAR RATE [1/s]</td> <td>SHEAR STREES [D/cm²]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [cP]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [P]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Temperatura [°C]</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">N° de spin</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>VELOCIDAD [rpm]</td> <td>TORQUE [%]</td> <td>SHEAR RATE [1/s]</td> <td>SHEAR STREES [D/cm²]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [cP]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [P]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Temperatura [°C]</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">N° de spin</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>VELOCIDAD [rpm]</td> <td>TORQUE [%]</td> <td>SHEAR RATE [1/s]</td> <td>SHEAR STREES [D/cm²]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [cP]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [P]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Temperatura [°C]</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">N° de spin</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>VELOCIDAD [rpm]</td> <td>TORQUE [%]</td> <td>SHEAR RATE [1/s]</td> <td>SHEAR STREES [D/cm²]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [cP]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [P]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Temperatura [°C]		N° de spin		VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]				VISCOSIDAD [cP]				VISCOSIDAD [P]									Temperatura [°C]		N° de spin		VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]				VISCOSIDAD [cP]				VISCOSIDAD [P]									Temperatura [°C]		N° de spin		VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]				VISCOSIDAD [cP]				VISCOSIDAD [P]									Temperatura [°C]		N° de spin		VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]				VISCOSIDAD [cP]				VISCOSIDAD [P]									<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Temperatura [°C]</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">N° de spin</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>VELOCIDAD [rpm]</td> <td>TORQUE [%]</td> <td>SHEAR RATE [1/s]</td> <td>SHEAR STREES [D/cm²]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [cP]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VISCOSIDAD [P]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Susceptibilidad térmica</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Observaciones:</p> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">Norma a consultar: IRAM 6837 Asfaltos. Determinación de la viscosidad rotacional.</p>	Temperatura [°C]		N° de spin		VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]				VISCOSIDAD [cP]				VISCOSIDAD [P]								
Temperatura [°C]		N° de spin																																																																																																																							
VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [cP]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [P]																																																																																																																						
Temperatura [°C]		N° de spin																																																																																																																							
VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [cP]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [P]																																																																																																																						
Temperatura [°C]		N° de spin																																																																																																																							
VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [cP]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [P]																																																																																																																						
Temperatura [°C]		N° de spin																																																																																																																							
VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [cP]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [P]																																																																																																																						
Temperatura [°C]		N° de spin																																																																																																																							
VELOCIDAD [rpm]	TORQUE [%]	SHEAR RATE [1/s]	SHEAR STREES [D/cm²]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [cP]																																																																																																																						
			VISCOSIDAD [P]																																																																																																																						



A3. Recuperación elástica torsional

Registro N°: 5 Asfaltos. Recuperación elástica torsional.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
RECUPERACIÓN ELÁSTICA TORSIONAL								

<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Ángulo recuperado a los 30 s</td> <td>α_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recuperación elástica inicial por torsión</td> <td>R_1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Ángulo recuperado a los 30 min</td> <td>α_2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recuperación elástica inicial por torsión</td> <td>R_T</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Ángulo recuperado a los 30 s	α_1				Recuperación elástica inicial por torsión	R_1				Ángulo recuperado a los 30 min	α_2				Recuperación elástica inicial por torsión	R_T				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">TIPO DE APARATO A UTILIZAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recuperación elástica inicial por torsión promedio</td> <td style="text-align: center;">R_{Tprom}</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="height: 40px; vertical-align: top;">Observaciones:</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">Norma a consultar: IRAM 6830 / IRAM 6596</p>	TIPO DE APARATO A UTILIZAR		Recuperación elástica inicial por torsión promedio	R_{Tprom}	Observaciones:	
Ángulo recuperado a los 30 s	α_1																										
Recuperación elástica inicial por torsión	R_1																										
Ángulo recuperado a los 30 min	α_2																										
Recuperación elástica inicial por torsión	R_T																										
TIPO DE APARATO A UTILIZAR																											
Recuperación elástica inicial por torsión promedio	R_{Tprom}																										
Observaciones:																											

H. HORMIGÓN

H1. Índice de elongación

Registro N°: 6 Hormigón. Índice de elongación.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	Agregado grueso para hormigón
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
ÍNDICE DE ELONGACIÓN								

Fracción granulométrica	Porcentaje de partículas retenidas en c/ tamiz R _i (>a 5%)	Masa total de c/ fracción "i" ensayada m _i (>a 100 partículas)	Partículas analizadas que no pasan por entre las barras		IE _i * R _i
			Masa m _{ni}	IE _i	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (5) * (2)
	[%]	[g]	[g]	[%]	
63,0 mm - 50,0 mm	2 1/2" - 2"				
50,0 mm - 35,5 mm	2" - 1 1/2"				
35,5 mm - 25,0 mm	1 1/2" - 1"				
25,0 mm - 20,0 mm	1" - 3/4"				
20,0 mm - 12,5 mm	3/4" - 1/2"				
12,5 mm - 10,0 mm	1/2" - 3/8"				
10,0 mm - 6,3 mm	3/8" - # 4				
Sumatorias					

$$IE_i = m_{ni} / R_i * 100$$

$$IE = \sum (IE_i * R_i) / \sum R_i$$

ÍNDICE DE ELONGACIÓN

IE =

Observaciones

*Norma a consultar: IRAM 1687-2

H2. Índice de lajosidad

Registro N°: 7 Hormigón. Índice de lajosidad.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	Agregado grueso para hormigón
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
ÍNDICE DE LAJOSIDAD								

Fracción granulométrica	Porcentaje de partículas retenidas en c/ tamiz R _i (>a 5%)	Masa total de c/ fracción "i" ensayada m _i (>a 100 partículas)	Partículas analizadas que pasan por la ranura del calibrador		IL _i * R _i (6) = (5) * (2)
			Masa m _{i1}	IL _i	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	[%]	[g]	[g]	[%]	
63,0 mm - 50,0 mm	2 1/2" - 2"				
50,0 mm - 35,5 mm	2" - 1 1/2"				
35,5 mm - 25,0 mm	1 1/2" - 1"				
25,0 mm - 20,0 mm	1" - 3/4"				
20,0 mm - 12,5 mm	3/4" - 1/2"				
12,5 mm - 10,0 mm	1/2" - 3/8"				
10,0 mm - 6,3 mm	3/8" - #4				
Sumatorias					

$$IL_i = m_{i1} / R_i * 100$$

$$IL = \sum (IL_i * R_i) / \sum R_i$$

ÍNDICE DE LAJOSIDAD:

IL =
IL MÁX =
¿Cumple? Sí

Observaciones

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1687-1 / IRAM 1627



H3. Desgaste “Los Ángeles”

Registro N°: 8 Hormigón. Desgaste “Los Ángeles”

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	Agregado grueso para hormigón
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
DESGASTE DE "LOS ÁNGELES"								

PASA	RETIENE	TIPO DE MATERIAL			
		A	B	C	D
		CANTIDAD DE ESFERAS			
		12	11	8	6
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"				
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº 4				
Nº 4	Nº 8				

PESO DE MATERIAL INGRESADO	<input type="text"/>	(P)
PESO RETENIDO EN TAMIZ N° 12	<input type="text"/>	(P1)
DIFERENCIA	<input type="text"/>	(P2)= (P-P1)
DESGASTE	<input type="text"/>	(D)=(P2)/(P)
¿Cumple?	<input checked="" type="checkbox"/> No	

Observaciones:

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1532 Agregados. Determinación de la resistencia a la fragmentación por el método "Los Angeles".



H4. Densidad relativa y absorción

Registro N°: 9 Hormigón. Densidad relativa y absorción.

 Camino de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material		
	Muestra		Progresiva		Elemento				
	Operador		Piquete		Posición			Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril			Proveedor	
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN - AGREDADOS GRUESOS Y FINOS									

ÁRIDO GRUESO Retenido Tamiz#4	Ps	P cesto sumergido	Psss	P sumergido (cesto + áridos)	Densidad relativa	Absorción
	[g]	[g]	[g]	[g]		
Psss Peso de la muestra en condición saturada superficie seca Ps Peso de la muestra seca						
ÁRIDO FINO Pasante Tamiz#4	Psss	P matraz + agua	P matraz + agua + árido	Ps	Densidad relativa	Absorción
	[g]	[g]	[g]	[g]		
Observaciones						
*Normas a tener en cuenta: IRAM 1520 / IRAM 1533						



H5. Equivalente arena

Registro N°: 10 Hormigón. Equivalente arena.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	Agregados para el hormigón
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
EQUIVALENTE ARENA								

N° de tubo	Lectura del nivel superior de arena	Lectura del nivel superior de finos	E A	Observaciones
1				
2				
3				

Norma a consultar: IRAM 1682

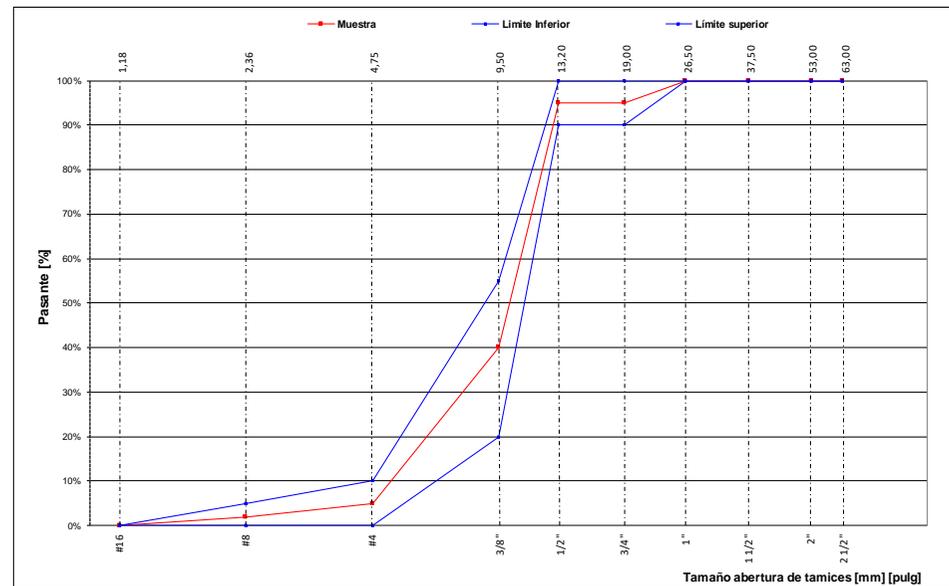


H6. Granulometría

Registro N°: 11 Hormigón. Granulometría.

	Fecha		Ruta		Estructura		Tamaño máx nominal	19 a 4,75 mm
	Muestra		S.Estructura		Elemento		Contratista	
	Operador		Progresiva		Posición		Proveedor	
	Laboratorio		Piquete		Carril			
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA								

Cantidad tomada [g]					
Abertura [mm]	Tamiz N*	Corte	[g]	[%]	
63	2 1/2	Ret			
		Pas			
51	2	Ret			
		Pas			
38	1 1/2	Ret			
		Pas			
25,4	1	Ret			
		Pas			
19,1	3/4	Ret			
		Pas			
13,20	1/2	Ret			
		Pas			
9,52	3/8	Ret			
		Pas			
4,76	4	Ret			
		Pas			
2,00	10	Ret			
		Pas			
1,18	16	Ret			
		Pas			



Observaciones

*Norma a consultar: IRAM 1505 / IRAM 1627 / VN-E4-84



H10. Testigos de Hormigón

Registro N°: 15 Hormigón. Testigos de hormigón.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Contratista	
	Obra		Progresiva		Elemento		Proveedor	
	Operador		Piquete		Posición		Prensa	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Fecha de calibración	
TESTIGOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO								

Muestra	N° de probeta	Tipo de Hormigón	Fecha de hormigonado	Fecha de ensayo	Edad de la probeta	Altura extrac.	Altura *	Dm 1 **	Dm 2 **	Dm Promedio	Esbeltez ***	Factor de corrección	Peso	Velocidad Ensayo	Tipo de Fractura ****	Carga Última	Resistencia	Observaciones
					[días]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[kg]		[kN/s]	[kN]		[MPa]		

Nota:

*La altura del testigo será, en lo posible, igual al doble del diámetro.

** los diámetros de los testigos cilíndricos serán como mínimo 3 veces mayores que el tamaño nominal del agregado grueso.

***La esbeltez debe estar comprendida entre dos y uno, si fuese menor que dos la resistencia específica de rotura a la compresión deberá corregirse multiplicándola por el Factor de corrección que se indica en la Tabla 1 (Norma IRAM 1551-5.3.6.1)

***** El tipo de fractura se define a partir de las roturas típicas de la Norma IRAM 1546.

Observaciones:

Norma a consultar: IRAM 1551 Extracción, preparación y ensayo de testigos de hormigón endurecido.



M. MEZLAS ASFÁLTICAS

M1. Índice de elongación

Registro N°: 16 Mezclas asfálticas. Índice de elongación.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
ÍNDICE DE ELONGACIÓN								

Fracción granulométrica	Porcentaje de partículas retenidas en c/ tamiz R _i (>a 5%)	Masa total de c/ fracción "i" ensayada m _i (>a 100 partículas)	Partículas analizadas que no pasan por entre las barras		IE _i * R _i
			Masa m _{•i}	IE _i	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (5) * (2)
	[%]	[g]	[g]	[%]	
63,0 mm - 50,0 mm	2 1/2" - 2"				
50,0 mm - 35,5 mm	2" - 1 1/2"				
35,5 mm - 25,0 mm	1 1/2" - 1"				
25,0 mm - 20,0 mm	1" - 3/4"				
20,0 mm - 12,5 mm	3/4" - 1/2"				
12,5 mm - 10,0 mm	1/2" - 3/8"				
10,0 mm - 6,3 mm	3/8" - # 4				
Sumatorias					

IE_i = m_{•i}/R_i * 100
 IE = Σ (IE_i * R_i) / Σ R_i

ÍNDICE DE ELONGACIÓN IE =

Observaciones

*Norma a consultar: IRAM 1687-2



M2. Índice de lajosidad

Registro N°: 17 Mezclas asfálticas. Índice de lajosidad.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material		
	Muestra		Progresiva		Elemento				
	Operador		Piquete		Posición			Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril			Proveedor	
ÍNDICE DE LAJOSIDAD									

Fracción granulométrica	Porcentaje de partículas retenidas en c/ tamiz R _i (>a 5%)	Masa total de c/ fracción "i" ensayada m _i (>a 100 partículas)	Partículas analizadas que pasan por la ranura del calibrador		IL _i * R _i
			Masa m _{ii}	IL _i	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (5) * (2)
	[%]	[g]	[g]	[%]	
63,0 mm - 50,0 mm	2 1/2" - 2"				
50,0 mm - 35,5 mm	2" - 1 1/2"				
35,5 mm - 25,0 mm	1 1/2" - 1"				
25,0 mm - 20,0 mm	1" - 3/4"				
20,0 mm - 12,5 mm	3/4" - 1/2"				
12,5 mm - 10,0 mm	1/2" - 3/8"				
10,0 mm - 6,3 mm	3/8" - #4				
Sumatorias					

$IL_i = m_{ii} / R_i * 100$
 $IL = \sum (IL_i * R_i) / \sum R_i$

ÍNDICE DE LAJOSIDAD

IL =
IL MÁX =
¿Cumple?

Observaciones

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1687-1 / IRAM 1627



M3. Desgaste “Los Ángeles”

Registro N°: 18 Mezclas asfálticas. Desgaste “Los Ángeles”

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
DESGASTE DE "LOS ÁNGELES"								

PASA	RETIENE	TIPO DE MATERIAL			
		A	B	C	D
		CANTIDAD DE ESFERAS			
		12	11	8	6
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"				
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº 4				
Nº 4	Nº 8				

PESO DE MATERIAL INGRESADO	<input type="text"/>	(P)
PESO RETENIDO EN TAMIZ N° 12	<input type="text"/>	(P1)
DIFERENCIA	<input type="text"/>	(P2)= (P-P1)
DESGASTE	<input type="text"/>	(D)=(P2)/(P)
¿Cumple?	<input type="text"/>	

Observaciones:

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1532 Agregados. Determinación de la resistencia a la fragmentación por el método "Los Angeles".



M4. Densidad relativa y absorción

Registro N°: 19 Mezclas asfálticas. Densidad relativa y absorción.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN - AGREDADOS GRUESOS Y FINOS								

ÁRIDO GRUESO	Ps	P cesto sumergido	Psss	P sumergido (cesto + áridos)	Densidad relativa	Absorción
	[g]	[g]	[g]	[g]		[%]
Retenido Tamiz #4						

ÁRIDO FINO	Psss	P matraz + agua	P matraz + agua + árido	Ps	Densidad relativa	Absorción
	[g]	[g]	[g]	[g]		[%]
Pasante Tamiz #4						

Psss Peso de la muestra en condición saturada superficie seca

Ps Peso de la muestra seca

Observaciones

*Normas a tener en cuenta: IRAM 1520 / IRAM 1533



M5. Equivalente arena

Registro N°: 20 Mezclas asfálticas. Equivalente arena.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
EQUIVALENTE ARENA								

N° de tubo	Lectura del nivel superior de arena	Lectura del nivel superior de finos	E A
1			
2			
3			

Observaciones

Norma a consultar: IRAM 1682



M6. Granulometría

Registro N°: 21 Mezclas asfálticas. Granulometría.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	CAC D - CAS D 12
	Muestra		Progresiva		Elemento		Contratista	
	Operador		Piquete		Posición		Proveedor	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril			
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y PLASTICIDAD								

Cantidad tomada [g]					
Abertura [mm]	Tamiz N°	Corte	[g]	[%]	
25,4	1"	Ret			
		Pas			
19,0	3/4"	Ret			
		Pas			
12,50	1/2"	Ret			
		Pas			
9,50	3/8"	Ret			
		Pas			
6,30	1/4"	Ret			
		Pas			
4,76	4	Ret			
		Pas			
2,00	10	Ret			
		Pas			
0,60	30	Ret			
		Pas			
0,30	50	Ret			
		Pas			
0,07	200	Ret			
		Pas			

LÍMITE LÍQUIDO	
Pf + Sh	
Pf + Ss	
Pf	
N° golpes	
Humedad	
Ss	
Factor de corrección	
LL	

LÍMITE PLÁSTICO	
Pf + Sh	
Pf + Ss	
Pf	
Humedad	
Ss	
LP	

I P	
I P máx	No plástico
Pasante T200	
H R B	

Observaciones

*Normas a consultar: IRAM 1505 / IRAM 1501 /VN-E2-65 / VN-E3-65 / VN-E4-84 /

M7. Ensayo Marshall, densidad Rice y Horno de Ignición

Registro N°: 22 Mezclas asfálticas. Ensayo Marshall, Rice y Horno de Ignición.

 <p>Caminos de las Sierras</p>	Fecha		Ruta		Estructura		Material	CAC D - CAS D 12 Base	
	Muestra		Progresiva		Elemento				
	Operador		Piquete		Posición				Contratista
	Laboratorio		S.Estructura		Carril				Proveedor
	MEZCLAS ASFÁLTICAS - ENSAYO MARSHALL, RICE Y HORNO DE IGNICIÓN								

Fecha de elaboración de la mezcla	
Fecha de ensayo	

N° de aro	
Factor de aro	
N° de golpes por cara	

Probeta N°	Peso seco al aire [g]	Peso saturado al aire [g]	Peso sumergido [g]	Volumen [cm³]	Densidad Marshall [g/cm³]	Vacios %	Asfalto en volumen %	VAM %	Relación B/V %	Altura probeta [mm]	Factor de corrección por altura	Lectura Estabilidad [div]	Estabilidad [kN]	Fluencia [mm]	E/F [kN/mm]
				P saturado - P sumergido	P seco al aire / Volumen	(Rice - DM) / Rice * 100	DM * %CA	%V + %CA en V	%CA en V / VAM * 100						
										61,4		128		3,9	
										62,4		129		4,9	
										63,4		130		5,9	
										64,4		131		6,9	
										65,4		132		7,9	
										66,4		133		8,9	
										67,4		134		9,9	
										68,4		135		10,9	
PROMEDIO															
ESPECIFICACIONES						3 - 5		> 15	68 - 78				> 10		2,5 - 4,5

Estabilidad residual

Probeta N°	Peso seco al aire [g]	Peso saturado al aire [g]	Peso sumergido [g]	Volumen [cm³]	Densidad Marshall [g/cm³]	Vacios %	Asfalto en volumen %	VAM %	Relación B/V %	Altura probeta [mm]	Factor de corrección por altura	Lectura Estabilidad [div]	Estabilidad [kN]
				P saturado - P sumergido	P seco al aire / Volumen	(Rice - DM) / Rice * 100	DM * %CA	%V + %CA en V	%CA en V / VAM * 100				
										61,4		128	

ENSAYO RICE

Peso matraz [g]	
Peso matraz + material [g]	
Peso material [g]	
Peso matraz+agua [g]	
Peso matraz + material + agua [g]	
DENSIDAD RICE [g/cm³]	

COMPOSICION DE MEZCLA		
MATERIAL	ORIGEN	%
TRITURADO 6-19	AMADEO	42,60%
ARENA SILICEA		8,00%
TRITURADO 0-6	AMADEO	44,00%
		0,00%
ASFALTO 50-60	Y.P.F	5,40%
Total		100,0%

Estabilidad RESIDUAL	
Temperatura de elaboración [°C]	
Temperatura de moldeo [°C]	

ENSAYO HORNO DE IGNICIÓN

(1) Equipo [g]		Vasos + finos [g]		(6)
(2) Equipo + mezcla antes del horno [g]		Tara vasos [g]		(7)
(3)=(2)-(1) Mezcla [g]		Finos [g]		(8)=(6)-(7)
(4) Equipo + mezcla después del horno [g]		Mezcla sin asfalto total [g]		(9)=(8)+(5)
(5)=(4)-(1) Mezcla sin asfalto		Asfalto [g]		(10)=(3)-(9)
		%CA		(11)=(10)/(3)*100

Observaciones

*Normas a consultar: IRAM 6845-1 / 6845-2 / 6845-3 / 6845-4 / 6845-5

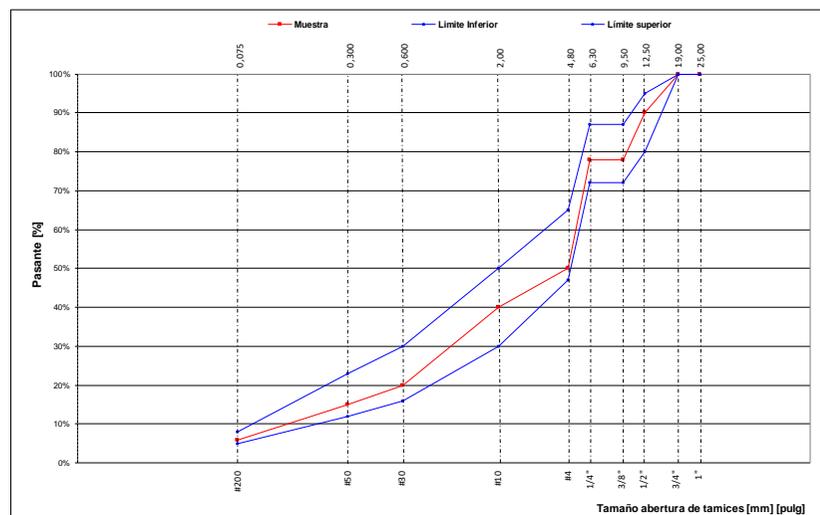


M8. Recuperación granulométrica

Registro N°: 23 Mezclas asfálticas. Recuperación granulométrica.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	CAC D - CAS D 12
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
RECUPERACIÓN GRANULOMÉTRICA								

Cantidad tomada [g]					
Abertura [mm]	Tamiz N*	Corte	[g]	[%]	
25,4	1"	Ret			
		Pas			
19,0	3/4"	Ret			
		Pas			
12,50	1/2"	Ret			
		Pas			
9,50	3/8"	Ret			
		Pas			
6,30	1/4"	Ret			
		Pas			
4,76	4	Ret			
		Pas			
2,00	10	Ret			
		Pas			
0,60	30	Ret			
		Pas			
0,30	50	Ret			
		Pas			
0,07	200	Ret			
		Pas			



ENSAYO HORNO DE IGNICIÓN

(1) Equipo	Vasos + finos	(6)
(2) Equipo + mezcla antes del horno	Tara vasos	(7)
(3)-(2)-(1)	Finos	(8)-(6)-(7)
(4) Equipo + mezcla después del horno	Mezcla sin asfalto total	(9)-(8)+(5)
(5)-(4)-(1)	Asfalto	(10)-(3)-(9)
	%CA	(11)-(10)/(3)*100
	Exigencia de %CA	

Observaciones

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1505 / IRAM 1501



M9. Testigos de mezclas asfálticas

Registro N°: 24 Mezclas asfálticas. Testigos de mezclas asfálticas.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Obra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
TESTIGOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS								

Muestra N°	Fecha de elaboración	Ruta	Super Estructura	Estructura	Elemento	Progresiva	Carril	Altura	Peso seco	Volumen	Densidad	Densidad Marshall	PORCENTAJE	Densidad Rice	Vacios totales	Observaciones
								[mm]	[g]	[cm³]	[g/cm³]	[g/cm³]	[%]	[g/cm³]	[%]	
									Promedio de calzada							
													>97%		< 8%	

Observaciones

*Norma a consultar

S. SUELOS

S1. Desgaste “Los Ángeles”

Registro N°: 25 Suelos. Desgaste “Los Ángeles”.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
DESGASTE DE "LOS ÁNGELES"								

		TIPO DE MATERIAL			
		A	B	C	D
		CANTIDAD DE ESFERAS			
PASA	RETIENE	12	11	8	6
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"				
1/2"	3/8"				
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº 4				
Nº 4	Nº 8				

PESO DE MATERIAL INGRESADO (P)

PESO RETENIDO EN TAMIZ N° 12 (P1)

DIFERENCIA (P2)= (P-P1)

DESGASTE (D)=(P2)/(P)

¿Cumple?

Observaciones:

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1532 Agregados. Determinación de la resistencia a la fragmentación por el método "Los Ángeles".



S2. Equivalente arena

Registro N°: 26 Suelos. Equivalente arena.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
EQUIVALENTE ARENA								

N° de tubo	Lectura del nivel superior de arena	Lectura del nivel superior de finos	E A	Observaciones
1				
2				
3				

Norma a consultar: IRAM 1682



S3. Granulometría

Registro N°: 27 Suelos. Granulometría.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	Sub-base
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA Y PLASTICIDAD								

Cantidad tomada [g]		
Abertura [mm]	Tamiz N*	
51,0	2"	Ret
		Pas
38,0	1 1/2"	Ret
		Pas
25,4	1"	Ret
		Pas
19,0	3/4"	Ret
		Pas
9,50	3/8"	Ret
		Pas
4,76	4	Ret
		Pas
2,00	10	Ret
		Pas
0,42	40	Ret
		Pas
0,07	200	Ret
		Pas

LÍMITE LÍQUIDO	
Pf + Sh	
Pf + Ss	
Pf	
N° golpes	
Humedad	
Ss	
Factor de corrección	
LL	

LÍMITE PLÁSTICO	
Pf + Sh	
Pf + Ss	
Pf	
Humedad	
Ss	
LP	

I P	
I P máx	
Pasante 1200	
H R B	

Observaciones

*Norma a tener en cuenta: IRAM 1505 / IRAM 1501 / VN-E4-84



S4. Constante de cono

Registro N°: 28 Suelos. Constante de cono.

	Fecha ensayo		CONSTANTE DE CONO - DENSIDAD CON CONO DE ARENA
	Encargado		
	Labotario		
	Material		

CONSTANTE DE CONO

CONO N°

LECTURA N°	1	2	3	4	PROMEDIO
(1) PESO INICIAL DE ARENA					/
(2) PESO FINAL DE ARENA					
(3) = (1) - (2) DIFERENCIA DE PESO (CTE. CONO)					

CONO N°

LECTURA N°	1	2	3	4	PROMEDIO
(1) PESO INICIAL DE ARENA					/
(2) PESO FINAL DE ARENA					
(3) = (1) - (2) DIFERENCIA DE PESO (CTE. CONO)					

Observaciones:



S6. Proctor

Registro N°: 30 Suelos. Proctor.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	

Tipo de Proctor	PROCTOR II	Peso del pisón [kg]	4,54	Altura cilindro		Φ molde [kg]	101,6	N° de molde		N° de Capas	5	N° de golpes	25
-----------------	------------	---------------------	------	-----------------	--	--------------	-------	-------------	--	-------------	---	--------------	----

Punto N°	Peso del Cilindro + S. Húmedo [g]	Tara del cilindro [g]	Peso suelo húmedo [g]	Volumen del cilindro cm³	PESO UNITARIO (DENSIDAD)		
					Humedo	% de humedad	Seco
					[g/cm³]	[%]	[g/cm³]
1							
2							
3							
4							

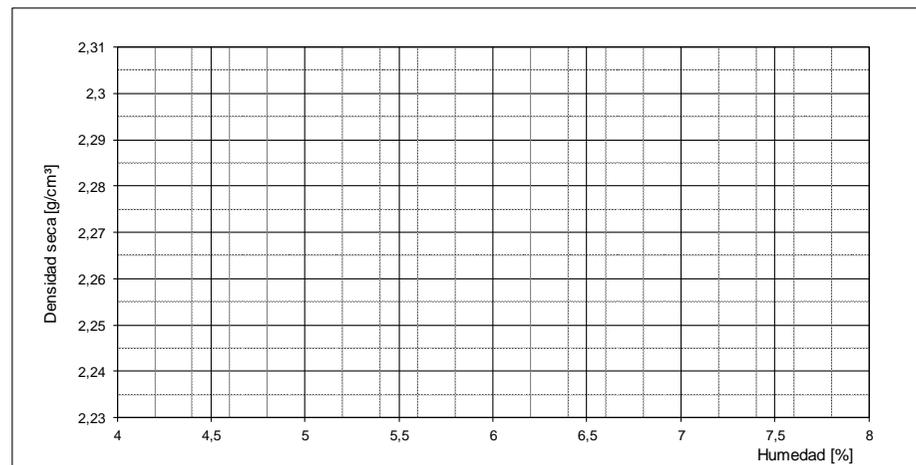
Pesafiltro N°	Cálculo de Humedad				
	Pesafiltro + suelo húmedo	Pesafiltro + suelo seco	Tara Pesafiltro	Agua	Suelo Seco
	[g]	[g]	[g]	[%]	[g]
1					
2					
3					
4					

Humedad óptima:

Densidad Máxima:

Observaciones:

Normas a consultar:




Registro N°: 31 Suelos. Proctor – Planilla para laboratorio.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR)			
Material			
Operador		Fecha	
Contratista		Peso total de la muestra [g]	
Proveedor		Psh [g]	
Tara del molde [g]		Pss [g]	
Volumen del molde [cm ³]		H [%]	

TIPO DE PROCTOR	PROCTOR I	PROCTOR II	PROCTOR III	PROCTOR IV	PROCTOR V
φ MOLDE [mm]	101,6	101,6	101,6	152,4	152,4
PESO DEL PISON [kg]	2,52	4,54	2,52	2,52	4,54
H DE CAÍDA DEL PISON [cm]	30,5	45,7	30,5	30,5	45,7
N° DE CAPAS	3	5	3	3	5
N° DE GOLPES POR CAPA	25	25	35	56	56
MOLDE	T-99	T-99	T-99	T-180	T-180

Punto N°	Peso del Cilindro + S. Húmedo	Peso suelo húmedo	Peso suelo seco	% de humedad	OBSERVACIONES
	[g]	[g]	[g]	[%]	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					





S7. Proctor granular

Registro N°: 32 Suelos. Proctor Granular – Corrección.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material		
	Muestra		Progresiva		Elemento				
	Operador		Piquete		Posición			Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril			Proveedor	
PROCTOR GRANULAR - CORRECCIÓN									

Tipo de Proctor	PROCTOR II	Peso del pisón [kg]	4,54	Altura cilindro		Φ molde [kg]	101,6	N° de molde		N° de Capas	5	N° de golpes	25
(1) %RETENIDO EN TAMIZ 3/4		(3) PESO _{sss}		(9) HUMEDAD ÓPTIMA PROCTOR		(10) = (1) x (8) + (2) x (9)		(11) = (3) / (6)		(12) DENSIDAD MÁXIMA PROCTOR		(13) = (1) x (11) + (2) x (12)	
(2) %PASANTE TAMIZ 3/4		(4) PESO SUMERGIDO _{sss}		(9) HUMEDAD ÓPTIMA CORR.						DENSIDAD _{sss}			
Observaciones:		(5) PESO CESTO		(6) = (4)-(5)						DENSIDAD PROCTOR CORR.			
Normas a consultar:		(7) PESO _s		(8) = [(3) - (7)] / (7)									
		(8) HUMEDAD ABSORBIDA _{sss}											



S8. Valor Soporte Relativo

Registro N°: 33 Suelos. Valor Soporte Relativo – Resumen.

	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
VALOR SOPORTE RELATIVO								

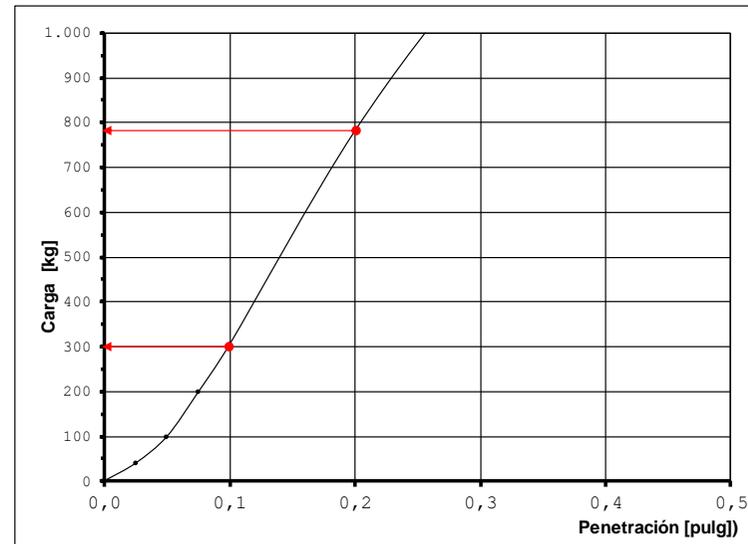
Tipo de Proctor	PROCTOR II	Peso del pisón [kg]	4,54	Altura cilindro		Φ molde [kg]	101,6	N° de molde		N° de Capas	5	N° de golpes	25
Molde N°	Humedad de compactación [%]	Golpes por capa	Densidad seca [g/cm³]	Densidad seca prom [g/cm³]	Valor soporte relativo [%]	Valor soporte relativo prom [%]							
		56											
		25											
		12											
Densidad Proctor	[g/cm³]	Observaciones Normas a consultar:											
Humedad óptima	[%]												
Densidad max	[%]												
Densidad Máx	[g/cm³]												
Valor soporte relativo	[%]												



Registro N°: 34 Suelos. Valor Soporte Relativo – Probetas individuales.

Penetración	Deflexión aro	Carga	Densidad [g/cm³]		Ensayo de compactación	PROCTOR II
[pulg]	[div]	[kg]			Molde N°	
0					Golpes por capa	
0,025			Carga corregida	C.B.R.	Embebido [Sí/No]	
0,050					Carga Est [kg]	
0,075			[kg]	%	Entró	
0,1					Salió	
0,2					Sobrecargas [kg]	
0,3					Flexímetro inic.	
0,4			N° de aro		Flexímetro final	
0,5			Factor		% hinchamiento	

Pmat+m	Tara	P.mat.h	Vol.	Humedad	Dh	Ds
[g]	[g]	[g]	[cm³]	[%]	[g/cm³]	[g/cm³]




Registro N°: 35 Suelos. Valor Soporte Relativo – Moldeo de probetas.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material		
	Muestra		Progresiva		Elemento				
	Operador		Piquete		Posición			Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril			Proveedor	

VALOR SOPORTE RELATIVO - Moldeo

N° Molde	N° Golpes	Peso Molde+Collar	Peso Molde+Collar+Suelo	Peso suelo húmedo	Volumen Molde	Densidad Húmeda	N° Bandeja	Peso Sue. Hum.	Peso Sue. Seco.	% de humedad	Densidad Seca	ENSAYO DE COMP. N°	PROCTOR II
		[g]	[g]	[g]	[cm ³]	[g/cm ³]		[g]	[g]	[%]	[g/cm ³]		

φ MOLDE	101,6
PESO DEL PISON [Kg]	4,54
H DE CAÍDA DEL PISON [cm]	45,7
N° DE GOLPES POR CAPA	25
N° DE CAPAS	5


Registro N°: 36 Suelos. Valor Soporte Relativo – Hinchamiento.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
VALOR SOPORTE RELATIVO - Hinchamiento								

Lectura Deformación [1/100mm]	Lectura Flexímetro [1/100mm]					
	Molde N°	Molde N°	Molde N°	Molde N°	Molde N°	Molde N°
	24 hs					
	48 hs					
72 hs						
96 hs						

Observaciones:

Normas a consultar





Registro N°: 37 Suelos. Valor Soporte Relativo – Lecturas de prensa.

 Caminos de las Sierras	Fecha		Ruta		Estructura		Material	
	Muestra		Progresiva		Elemento			
	Operador		Piquete		Posición		Contratista	
	Laboratorio		S.Estructura		Carril		Proveedor	
VALOR SOPORTE RELATIVO - Lecturas de prensa								

Lectura Deformación [pulg.]	Lectura Deformación [mm]	Tiempo [Min:seg]	Lectura ARO [mm]					
			Molde N°	Molde N°	Molde N°	Molde N°	Molde N°	Molde N°
0,025	0,64	00:30						
0,050	1,27	01:00						
0,075	1,91	01:30						
0,100	2,54	02:00						
0,125	3,18	02:30						
0,150	3,81	03:00						
0,175	4,45	03:30						
0,200	5,08	04:00						
0,225	5,72	04:30						
0,250	6,35	05:00						
0,275	6,99	05:30						
0,300	7,62	06:00						
0,325	8,26	06:30						
0,350	8,89	07:00						
0,375	9,53	07:30						
0,400	10,16	08:00						
0,425	10,80	08:30						
0,450	11,43	09:00						
0,475	12,07	09:30						
0,500	12,70	10:00						

Veloc. Carga	1,27	mm/min
1 in	25,4	mm

ARO		Kg
Cte. ARO		Kg/Div

Observaciones:

Normas a consultar: