

VIALIDAD NACIONAL

CAPÍTULO 14: ENRIPIADOS.



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

Edición 2019

ÍNDICE

1.	NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN	3
2.	DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA	4
2.1.	Definiciones	4
2.1.1.	Enripiado	4
2.2.	Nomenclatura para capas granulares	4
3.	HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL	5
3.1.	Higiene y seguridad	5
3.2.	Gestión ambiental	5
4.	REQUISITOS DE LOS MATERIALES	6
4.1.	Agregados	6
4.1.1.	Características generales	6
4.1.2.	Agregado grueso	7
4.1.2.1.	Definición de agregado grueso	7
4.1.2.2.	Requisitos del agregado grueso	7
4.1.3.	Agregado fino	9
4.1.3.1.	Definición de agregado fino	9
4.1.3.2.	Requisitos del agregado fino	9
4.2.	Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular	10
4.3.	Suelos de aporte	10
4.3.1.	Características generales	10
4.3.2.	Requisitos de los suelos de aporte	11
4.4.	Agua	12
5.	ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO	13
5.1.	Relación espesor de la capa - tamaño máximo nominal	13
5.2.	Husos granulométricos	13
5.3.	Criterios de dosificación	13
5.4.	Presentación de la Fórmula de Obra	14
6.	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	16
6.1.	Equipos de obra	16
6.1.1.	Planta de dosificación y mezclado	16
6.1.2.	Equipos para el transporte	16
6.1.3.	Equipos de distribución	16
6.1.4.	Equipos de compactación	17
6.2.	Ejecución de las obras	17
6.2.1.	Preparación de la superficie	17
6.2.2.	Dosificación y mezclado	18
6.2.2.1.	Tolvas	18
6.2.2.2.	Dosificación y mezclado	18
6.2.2.3.	Carga en los equipos de transporte	18
6.2.3.	Colocación	18
6.2.4.	Compactación	18
6.2.5.	Terminación superficial	19
6.2.6.	Limpieza	19
7.	TRAMO DE PRUEBA	21
8.	LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN	22
9.	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	23
9.1.	Generalidades	23
9.2.	Lotes	24
9.1.1.	Definición de lote de producción	25
9.2.1.	Definición de lote de obra	25
9.3.	Plan de ensayos sobre los materiales	25
9.3.1.	Agregados	26
9.3.1.1.	Agregados gruesos	26
9.3.1.2.	Agregados finos	26
9.3.2.	Suelos de aporte	27
9.4.	Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración (mezclado y dosificación)	27
9.5.	Plan de ensayos sobre la unidad terminada	28

9.6.	Control de procedencia de los materiales	28
9.6.1.	Control de procedencia de agregados	28
9.6.2.	Control de procedencia de los suelos de aporte	29
9.7.	Archivo de la información	29
10.	REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	30
10.1.	Requisitos del proceso de producción (lote de producción).....	30
10.1.1.	Granulometría (lote de producción).....	30
10.2.	Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	30
10.2.1.	Grado de compactación (lote de obra).....	30
10.2.2.	Espesor (lote de obra)	31
10.2.3.	Ancho (cada 100 m)	31
10.2.4.	Evaluación visual superficial (lote de obra)	31
11.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	32
11.1.	Requisitos de la unidad de producción (lote de producción).....	32
11.1.1.	Granulometría (lote de producción).....	32
11.2.	Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	32
11.2.1.	Grado de compactación (lote de obra).....	32
11.2.2.	Espesor (lote de obra)	33
11.2.3.	Ancho (cada 100 m)	33
11.2.4.	Evaluación visual superficial (lote de obra)	33
12.	MEDICIÓN	34
13.	FORMA DE PAGO	35
14.	CONSERVACIÓN.....	36
15.	ANEXOS.....	37
15.1.	Anexo I. Método de muestreo.....	37

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

1. NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la *Tabla N°1*.

Tabla N°1 – NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN	
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, se debe utilizar la última versión vigente.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

2. DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

2.1. Definiciones

2.1.1. Enripiado

Se define como enripiado a la mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas de agregados, suelo, agua y, eventualmente, aditivos, dosificada y mezclada en planta fija, convenientemente compactada, para ser utilizada como banquina o capa de rodamiento en vías de bajo tránsito.

2.2. Nomenclatura para capas granulares

A continuación, se resume el sistema de designación para enripiados que se utiliza a lo largo de la presente especificación.

E	TMN
---	-----

Donde:

- E: Letra que indica que se trata de un Enripiado.
- TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal al tamiz (de la serie normalizada IRAM de tamices) con menor abertura de malla que retiene hasta el quince por ciento (15 %) de la mezcla de agregados.

3. HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

3.1. Higiene y seguridad

Todos los procesos involucrados en el proyecto deben cumplimentar la Siguiente Norma:

- Ley 19.587/72 (Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo) y su Decreto Reglamentario 351/79.
- Ley 24.557/95 (Ley Riesgo del Trabajo) y su Decreto Reglamentario 170/96.
- Ley 24449/95 (Ley de Tránsito).
- Decreto 911/96 (Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción).
- Ley 21663/74 (Prevención y control de los Riesgos Profesionales Causados por las Sustancias o Agentes Cancerígenos).
- Decreto 1338/96.
- Resolución de la SRT 415/02.
- Resolución de la SRT 299/11.
- Resolución de la SRT 85/12.
- Resolución de la Secretaría de Energía 1102/04.
- Copia de la Nómina de Personal Expuesto a Agentes de Riesgo (Riesgos Físicos, Químicos y Biológicos)
- Presentación de Programa de Seguridad Aprobado por la ART Correspondiente.

Asimismo, se debe respetar toda Norma Nacional, Provincial y Municipal.

3.2. Gestión ambiental

Todos los procesos involucrados en el proyecto deben estar acorde a lo dispuesto en la legislación vigente en:

- Producción, carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de materiales.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de productos de la elaboración.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de residuos de la elaboración y de residuos de la construcción y/o demolición.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopios y deshechos de suelos de aporte contaminados
- Gestión ambiental.

Todos los procesos arriba mencionados deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el *Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales II (MEGA II) – Versión 2007*.

4. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Las prescripciones establecidas para los materiales en el presente Punto deben verificarse para los mismos acopiados a pie de obra y en condiciones de uso (ejemplo: agregados ya acopiados y triturados); no a pie de yacimiento, cantera o planta del proveedor y/o fabricante.

4.1. Agregados

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

4.1.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°3*.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	Los agregados deben ser de origen natural y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de rocas o material sano y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.
Reactividad	Los agregados a emplear en la ejecución del enripiado no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del enripiado, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación. Los agregados no deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS

Característica	Requisitos
Acopios	<p>Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores a dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptación o rechazo. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Supervisor de las Obras, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la capa con ellos eventualmente ejecutada.</p> <p>No se permite el uso de agregados que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

4.1.2. Agregado grueso

4.1.2.1. Definición de agregado grueso

Se define como agregado grueso, la parte del agregado total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

4.1.2.2. Requisitos del agregado grueso

Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos se establecen en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*. El agregado grueso es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*.

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Base $\leq 30 \%$
		Subbase $\leq 35 \%$

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS

Ensayo	Norma	Exigencia						
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” (1)	IRAM 1532	Base	≤ 30 %					
		Subbase	≤ 35 %					
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm	IRAM 10501	No Plástico						
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.						
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1533	Determinación obligatoria						
Absorción	IRAM 1533	Determinación obligatoria						
Caras de fractura	IRAM 1851	<table><tr><td colspan="2">Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con dos o más caras de fractura (*)</td></tr><tr><td>Base</td><td rowspan="2">≥ 75 %</td></tr><tr><td>Subbase</td></tr></table> <p>(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener al menos una cara de fractura.</p>		Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con dos o más caras de fractura (*)		Base	≥ 75 %	Subbase
Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con dos o más caras de fractura (*)								
Base	≥ 75 %							
Subbase								
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Recomendado (2)						
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Recomendado (2) (3)						

(1) Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la *Tabla N°6*.

(2) El Supervisor de Obra puede requerir la realización de dicho ensayo. En tal caso, el mismo adquiere carácter de "Determinación Obligatoria".

(3) Se requiere la realización de dicho ensayo en caso de que exista riesgo de congelamiento. En tal caso, el mismo adquiere carácter de "Determinación Obligatoria".

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la *Tabla N°5*

Tabla N°5 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE GRAVAS

Ensayo	Norma	Exigencia
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño: ≥ 3

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de "Tipo Basálticos", los mismos deben verificar también las exigencias de la *Tabla N°6*.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS”

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	≤ 25
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand”	UNE-EN 1367-3	Determinación obligatoria.

4.1.3. Agregado fino

4.1.3.1. Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

4.1.3.2. Requisitos del agregado fino

Los requisitos a cumplir por los agregados finos se establecen en la *Tabla N°7*.

El agregado fino es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°7*.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la *Tabla N°5*.

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino, debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla N°4</i> y <i>Tabla N°6</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 35 \%$
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm	IRAM 10501	Determinación obligatoria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 8 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria

Tabla N°7 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS

Ensayo	Norma	Exigencia
Absorción	IRAM 1520	Determinación obligatoria

- (1) El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a treinta y cinco por ciento (<35 %) y mayor o igual veinticinco por ciento (≥ 25 %).

Cuando el agregado fino provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, la fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino de debe verificar también las exigencias de la *Tabla N°6*.

4.2. Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular

La mezcla de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la *Tabla N°12*.

Tabla N°12 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR

Parámetro	Norma	Exigencia
Partículas no trituradas del agregado	(1)	Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado (2): ≤ 15%

- (1) La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado respecto del total de agregado pétreo.
- (2) Cuando el agregado no triturado no provenga de ríos, previa aprobación del Supervisor de Obra, los porcentajes indicados pueden incrementarse en hasta un cinco por ciento (5 %) por encima de los valores límites establecidos, siempre y cuando el Contratista demuestre que dicho incremento no afecta la capacidad portante mediante el ensayo de CBR.

4.3. Suelos de aporte

El Supervisor de Obra puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear suelos de aporte cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

4.3.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los suelos de aporte para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°13*.

Tabla N°13 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE LOS SUELOS DE APOORTE

Característica	Requisitos
Procedencia	Los suelos de aporte deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los suelos de aporte deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de préstamos sanos y/o canteras habilitadas; y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.

Tabla N°13 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE LOS SUELOS DE APORTE

Característica	Requisitos
Resistencia, durabilidad y reactividad	<p>Los suelos de aporte a emplear en la ejecución del enripiado no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del enripiado, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación.</p> <p>Los suelos de aporte no deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.</p>
Acopios	<p>Previo acopio, en caso de ser necesario, los suelos de aporte deben ser cribados y pulverizados, de manera de verificar los requisitos establecidos en el <i>Punto 5.3.2. Requisitos de los Suelos de aporte</i>.</p> <p>Los suelos de aporte de diferente procedencia se deben acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con la superficie de apoyo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a cuatro metros (4 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores a dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en suministro de los Suelos de aporte, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptación o rechazo. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de los Suelos de aporte, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Supervisor de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>Los acopios deben estar limpios, exentos de materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la capa con ellos eventualmente ejecutada.</p> <p>No se permite el uso de suelos de aporte que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

4.3.2. Requisitos de los suelos de aporte

Los requisitos a cumplir por los suelos de aporte se establecen en la *Tabla N°14*.

Los suelos de aporte son por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen suelos de aporte de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la *Tabla N°14*.

Tabla N°14 - REQUISITOS DE LOS SUELOS DE APORTE

Ensayo	Norma	Exigencia
Contenido de materia orgánica	AASHTO T267	$\leq 0,20 \%$
Sales totales	VN-E18-89	$< 1,5\%$
Sulfatos	VN-E18-89	$< 0,5\%$
Límite líquido	IRAM 10501	$\leq 35 \%$
Índice de plasticidad	IRAM 10501	Determinación obligatoria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Determinación obligatoria

4.4. Agua

El agua debe ser de una calidad tal que no altere el proceso normal de elaboración, distribución y compactación del enripiado.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

5. ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

5.1. Relación espesor de la capa - tamaño máximo nominal

La relación entre el espesor de la capa a colocar y el tamaño máximo nominal para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

- $e > 3 \cdot \text{TMN}$
- $e \leq 30 \text{ cm}$

Donde:

- e: espesor de la capa
- TMN: tamaño máximo nominal de la combinación de agregados.

5.2. Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados y suelos de aporte componentes del enripiado, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en la *Tabla N°16*.

Tabla N°16 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS CAPAS DE ENRIPIADO	
Tamices	Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾
	25 ⁽²⁾
25 mm (1")	100
4,75 mm (N° 4)	50-90
420 µm (N° 40)	20-50
75 µm (N°200)	10-25

(1) Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a 0,2 g/cm³, la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

(2) Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal e indicación de granulometría especial).

5.3. Criterios de dosificación

Los criterios a considerar en el proceso de diseño en laboratorio del enripiado destinado a la obtención de la Fórmula de Trabajo, se resumen en la *Tabla N°17*.

Tabla N°17- CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN	
Ensayo	Exigencia
Límite líquido de la combinación de materiales (IRAM 10501)	$\leq 25\%$
Índice de plasticidad de la combinación de materiales (IRAM 10501)	$\geq 3\% \text{ y } \leq 7\%$

Tabla N°17- CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN

Ensayo	Exigencia
Hinchamiento (VN - E6 – 84 o UNE-EN 13286-47)	< 2%
Relación de finos ⁽¹⁾	≤ 33%
Valor Soporte Relativo (CBR) (VN - E6 – 84 o UNE-EN 13286-47) ⁽²⁾	≥ 80% ⁽³⁾ ⁽⁴⁾
Humedad óptima de compactación (VN – E5 – 93 o UNE-EN 13286-2) ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	Determinación obligatoria.

(1) Referida a la relación entre la fracción, en peso, del agregado combinado que pasa por el tamiz IRAM 75 µm (N°200) y la que pasa el tamiz IRAM 420 µm (N° 40). $\left(\frac{\text{pasa IRAM 75 } \mu\text{m}}{\text{pasa IRAM 420 } \mu\text{m}} \right)$.

(2) El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede especificar requisitos diferentes para el Valor Soporte Relativo.

(3) La exigencia de resistencia debe ser alcanzada con una densidad seca menor o igual al noventa y siete por ciento (≤ 97%) de la densidad seca máxima teórica obtenida.

(4) Excepto indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el ensayo empleado en la Norma debe ser el de alta energía de compactación (según corresponda material fino o granular).

(5) El ensayo empleado debe ser el mismo que el empleado para la determinación del Valor Soporte Relativo (CBR).

5.4. Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración, colocación y ejecución regular del enripiado no se debe iniciar hasta que el Supervisor de Obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran la mezcla, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Supervisor de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Fórmula de Obra única e inamovible”.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la *Tabla N°18*.

Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados y suelos de aporte	Identificación, características y proporción de cada fracción del agregado. Identificación, características y proporción de cada suelo de aporte. Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.1.2 Agregado grueso</i> . Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.1.3 Agregado fino</i> . Ensayos realizados sobre los suelos de aporte, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.2 Suelos de aporte</i> . Ensayos realizados sobre los materiales componentes combinados, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 6.2. Granulometría y Punto 6.3. Criterios de dosificación</i> . Granulometría de los materiales componentes combinados.
Humedad óptima de compactación	Debe informarse la humedad óptima de compactación y el tipo de ensayo empleado para su determinación
Densidad máxima seca teórica	Debe informarse la densidad máxima seca teórica y el tipo de ensayo empleado para su determinación.
Valor Soporte Relativo (CBR)	De indicarse el Valor Soporte Relativo y el tipo de ensayo empleado para su determinación. Debe indicarse el porcentaje máximo de densidad seca empleado, de acuerdo a lo establecido en el <i>Punto 6.3. Criterios de dosificación</i> .
Tiempo de mezclado	Debe indicarse el tiempo máximo y mínimo de mezclado.
Ajustes en el Tramo de Prueba	La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	Según el <i>Formato Tipo</i> vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

6. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

6.1. Equipos de obra

6.1.1. Planta de dosificación y mezclado

Los equipos de dosificación y mezclado tipo planta fija empleados para ejecutar el enripiado deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°19*.

Tabla N°19 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO TIPO PLANTA FIJA	
Características	Requisitos
Capacidad de producción	Acorde al plan de trabajo.
Alimentación de agregados y Suelos de aporte.	La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de materiales que componen la Fórmula de Obra aprobada, y nunca inferior a tres (3). La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de las mismas. La planta debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo nominal establecido para el proceso de elaboración.
Alimentación del agua de mezclado	Debe contar con elementos precisos para calibrar y adicionar la cantidad de agua de mezclado que se incorpora.
Incorporación de aditivos	Si se prevee la incorporación de aditivos la planta debe contar un sistema de adición controlado y silos de almacenamiento (para cada uno de ellos) destinados a tal fin.
Aspectos ambientales	La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar el <i>Punto 4. Higiene, seguridad y gestión ambiental</i> .
Almacenamiento de mezcla elaborada	La planta debe contar con un silo de almacenamiento de mezcla elaborada de no menos de quince toneladas (15 t) de capacidad, siendo deseable que el silo tenga la capacidad de un equipo de transporte (28 t).

6.1.2. Equipos para el transporte

Los equipos de transporte deben ajustarse a los requisitos que se indican en la *Tabla N°20*.

Tabla N°20 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE	
Características	Requisitos
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción, al ritmo de trabajo y a la distancia de transporte, de modo de no frenar el proceso de elaboración y colocación.

6.1.3. Equipos de distribución

Los equipos de distribución (terminadoras), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la *Tabla N°18*.

Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO DE DISTRIBUCIÓN Y COLOCACIÓN

Característica	Requisitos
Alimentación de la mezcla	Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución de forma constante y pareja.
Tornillos helicoidales	Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que sus extremos se encuentren entre diez y veinte centímetros (10-20 cm) de los bordes de la caja de distribución, exceptuando el caso en que se empleen ensanches o ramas de acceso/egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica. ⁽¹⁾
Distribución transversal de la mezcla	Debe contar con sensores y/o algún sistema que permita mantener una altura uniforme de la mezcla asfáltica en todo el ancho de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales.

(1) Es excepción el caso en que se empleen ensanches o ramas de acceso/egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica.

6.1.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°22*.

Tabla N°22 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN

Característica	Requisitos
Número y tipo de equipo	El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo).
Compactadores neumáticos	Los compactadores neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. El peso mínimo del equipo debe ser de quince toneladas (15 t).
Compactadores metálicos	Los compactadores metálicos no deben presentar surcos ni irregularidades en las superficies cilíndricas. Los compactadores vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación cuando se lo desee. Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave, en este proceso se debe suspender el vibrado u oscilado. Los compactadores deben, además, poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. El peso mínimo del equipo debe ser de doce toneladas (12 t).

6.2. Ejecución de las obras

6.2.1. Preparación de la superficie

Previo ejecución del enripiado, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por la Supervisor de Obra.

La superficie debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos de aporte cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

6.2.2. Dosificación y mezclado

La dosificación y mezclado debe realizarse en plantas fijas destinadas a tal fin.

6.2.2.1. Tolvas

Durante la producción, cada tolva de alimentación en uso debe mantener un nivel de llenado comprendido entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad.

6.2.2.2. Dosificación y mezclado

Debe respetarse el orden de ingreso a la mezcladora de los materiales, así como también el tiempo de mezclado, según lo establecido en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

6.2.2.3. Carga en los equipos de transporte

La carga en los equipos de transporte debe realizarse en masa, evitando la descarga de pequeñas cantidades para completar la carga. Se deben formar varias pilas contiguas en la caja de transporte, de manera de minimizar la segregación.

6.2.3. Colocación

La distribución y colocación del enripiado debe realizarse, idealmente, mediante el empleo de una terminadora.

La colocación se debe realizar por franjas longitudinales, salvo que el Supervisor de Obra indique otro procedimiento. El ancho de estas franjas debe ser tal que minimice el número de juntas longitudinales y considerando los siguientes aspectos: el ancho de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo y el desfase con la junta longitudinal de la/las capas inferior y superior.

6.2.4. Compactación

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla debe hallarse suelta o pre-compactada en todo su espesor, y las condiciones de humedad debe encontrarse dentro de las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Los cambios de dirección de los compactadores se deben hacer sobre el enripiado ya compactado,

y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad. Se debe cuidar que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

El proceso de compactación debe ser tal que evite la formación de un estrato superior débilmente adherido al resto de la capa. En caso de producirse esto, la misma se debe eliminar hasta obtener una superficie uniforme y compacta.

La compactación de la capa debe comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, con excepción en las curvas peraltadas donde la compactación debe iniciarse en el borde interno de la curva y avanzar hacia el borde alto. En todos los casos, y a los efectos de proveer del adecuado confinamiento lateral, se debe distribuir el material de las banquetas al nivel de la capa que es objeto del proceso de compactación.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando, se deben compactar con medios adecuados a cada caso. Las densidades que se alcancen deben cumplir con las mismas exigencias que en el resto de la capa.

La compactación se debe realizar de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se debe ampliar la zona de compactación para que incluya, al menos, quince centímetros (15 cm) de la anterior, por lo que se debe disponer en los bordes de una contención lateral adecuada.

Se deben eliminar los excesos laterales sin la compactación adecuada, excepto si forman parte de las banquetas o talud exterior de la obra.

6.2.5. Terminación superficial

Luego del proceso de compactación debe realizarse el perfilado con moto niveladora u otro equipo apropiado y aceptado por el Supervisor de Obra. Se debe perfilar hasta obtener la cota final correcta para la capa, extendiendo el acabado de la misma hasta abarcar parte de las banquetas.

El rodillado final de la superficie cortada debe ser ejecutado con rodillo neumático.

La superficie de la capa terminada debe presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y con las pendientes transversales adecuadas.

6.2.6. Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie la calzada.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del

área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de las mismas de modo de restablecer las condiciones iniciales.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

7. TRAMO DE PRUEBA

Previo al inicio de los trabajos de manera sistemática, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en el proceso de dosificación, mezclado, distribución, compactación y terminación, necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente. El Contratista debe informar por escrito, en el Plan de Trabajo, los ajustes llevados a cabo en el Tramo de Prueba. Los mismos deben ser aprobados por el Supervisor de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Supervisor de Obra, nunca menor a una longitud de cien metros (100 m).

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Supervisor de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento. Los mencionados ensayos pueden ser in-situ y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Supervisor de Obra debe decidir:

- Si es aceptable o no el proceso constructivo. En el primer caso, se pueden iniciar las obras de manera sistemática. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir, de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y el control de dichos procesos.

No se debe proceder a la producción, colocación, compactación y curado del enripiado sin que el Supervisor de Obra haya autorizado el inicio de las mismas.

Los Tramos de Prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

8. LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN

No se permite la producción y puesta en obra de enripiados en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Supervisor de Obra):

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a un grado Celsius ($< 1^{\circ}\text{C}$).
- Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a cuatro grados Celsius ($< 4^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a cero grados Celsius ($< 0^{\circ}\text{C}$).
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

9. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

9.1. Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso de elaboración, de colocación, del enripiado propiamente y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Supervisor de Obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Ensayos establecidos en el *Punto 11. Plan de Control de Calidad* del presente documento.
- Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra para realizar los ensayos.
- Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- Designación y *Currículum Vitae* del profesional, perteneciente a la empresa Contratista, responsable de llevar adelante el Plan de Control de Calidad.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Supervisor de Obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada por el Supervisor de Obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- Una presentación mensual.
- Diez mil metros cúbicos (10000 m³) de enripiado ejecutado.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso de elaboración y unidad terminada de los diferentes lotes ejecutados en este período.

Adicionalmente, en el informe se deben incluir, como mínimo, las Cartas de Control del período involucrado de los siguientes parámetros (para la conformación de las mismas se debe emplear la frecuencia de ensayo estipulada en el correspondiente Plan de Control de Calidad):

- Retenido Tamiz IRAM 4,75 mm.
- Pasante Tamiz IRAM 4,75 mm y retenido Tamiz IRAM 75 µm.
- Plasticidad.
- Límite Líquido.
- Densidad máxima seca (ensayo Proctor) y humedad óptima de compactación.
- Espesores medios de los lotes de obra.
- Densidades de campo.

Esta información se debe emplear para el ajuste de los procesos de elaboración, colocación, compactación y terminación.

En todos los casos en que el Supervisor de Obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo

y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Supervisor de Obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el *Punto 12. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada* para la cantidad de muestras, cantidad de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Supervisor de Obra puede disponer el envío de una muestra de cualquier material involucrado en la obra (agregados, mezcla, testigos, etc) a un laboratorio independiente con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista. Dicho laboratorio independiente debe contar con el equipamiento calibrado con patrones trazables, siendo deseable y valorada la participación del mismo en programas de interlaboratorio.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Supervisor de Obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Supervisor de Obra. Si el Supervisor de Obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM-D3244 para establecer el valor definitivo del parámetro considerado. En el *Anexo I. Método de muestreo* se detalla un resumen o guía de ejemplo.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D-3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra (determinación de puntos de ensayo, etc.).

En todos los casos en los cuales se contemple una metodología de muestreo establecida por el IRAM (como por ejemplo la Norma IRAM 6599), se debe adoptar ésta como válida.

Para casos extraordinarios donde no sea aplicable lo anterior, el Contratista debe proponer la metodología de muestreo y/o extracción de testigos, elevándola a consideración y aprobación del Supervisor de Obra. El Supervisor de Obra puede modificarla a su sólo criterio; el Contratista se encuentra obligado a aceptar dichas modificaciones y/o cambios. En ningún caso puede el Contratista emplear una metodología de muestreo y/o extracción de testigos que no cuente con la aprobación del Supervisor de Obra.

En virtud de velar por la correcta ejecución del proyecto y control de calidad del mismo, el Supervisor de Obra puede, respecto al presente Plan de Control de Calidad, agregar ensayos a realizar, aumentar la frecuencia de los ensayos, aumentar la cantidad de muestras, aumentar las frecuencias de muestreo, ordenar la extracción de muestras de cierto lugar en particular y ordenar la ejecución de ensayos sobre cierto lugar en particular.

9.2. Lotes

El control del proceso de elaboración y colocación del enripiado se organiza por lotes de producción

(dosificación y mezclado) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcance de los mismos.

9.1.1. Definición de lote de producción

Se considera como lote de producción a la menor fracción que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

- Una cantidad menor o igual a mil quinientos metros cúbicos ($\leq 1500 \text{ m}^3$) de mezcla elaborada.
- Los metros cúbicos elaborados en media jornada de trabajo.

En el caso de que cambie alguno de los materiales componentes, cambie la Fórmula de Obra o bien cambie el equipamiento, se debe considerar un nuevo lote de producción.

En caso de que se produzca alguna detención superior a una hora ($> 1\text{h}$) en el proceso de elaboración, sin importar el motivo (precipitaciones, desperfectos mecánicos, logística, etc.), se debe considerar un nuevo lote de producción.

La numeración de los lotes de producción debe ser acumulativa, comenzando con el número uno (1), que le corresponde al Tramo de Prueba.

9.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Una longitud menor o igual a quinientos metros ($\leq 700 \text{ m}$) lineales de construcción, colocados en una sola tongada.
- Lo ejecutado con un lote de producción.
- Lo ejecutado en media jornada de trabajo.

Nota: Con el objetivo de contar con trazabilidad de los trabajos ejecutados y vincular los valores de parámetros de obra con los correspondientes a los de fabricación de la mezcla, a cada lote de producción (en planta) se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes (colocación en obra) ejecutados a partir de aquel.

9.3. Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente

el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

9.3.1. Agregados

9.3.1.1. Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos es la que se indica en la *Tabla N°23*.

Tabla N°23 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO GRUESO		
Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Semanal
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Semanal
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio ⁽¹⁾ ⁽²⁾	IRAM 1525	Semestral
Coeficiente de desgaste Los Ángeles ⁽³⁾	IRAM 1532	Mensual
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	Semanal
Limpieza ⁽⁴⁾	---	Diaria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Semanal
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand” ⁽⁵⁾	UNE-EN 1367-3	Mensual
Caras de fractura	IRAM 1851	Mensual

⁽¹⁾ No se debe realizar, a menos que el Supervisor de Obra lo requiera.

⁽²⁾ Se requiere la realización de dicho ensayo en caso de que exista riesgo de congelamiento.

⁽³⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es de quince (15) días.

⁽⁴⁾ La determinación de la limpieza se realiza visualmente.

⁽⁵⁾ Sólo aplica a agregados que provienen de yacimientos “tipo basálticos”.

9.3.1.2. Agregados finos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos es la que se indica en la *Tabla N°24*.

Tabla N°24 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO FINO		
Parámetro	Método	Frecuencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Semanal
Equivalente de arena	IRAM 1682	Semanal
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	Semanal
Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm	IRAM 10501	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Semanal
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1520	Semanal

⁽¹⁾ Cuando corresponda, el Índice de Azul de Metileno se hará sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor (<50 %) a cincuenta por ciento y mayor o igual cuarenta y cinco por ciento (≥ 45 %).

9.3.2. Suelos de aporte

La frecuencia mínima de ensayos para los suelos de aporte es la que se indica en la *Tabla N°27*.

Tabla N°27 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE LOS SUELOS DE APORTE		
Parámetro	Método	Frecuencia
Contenido de materia orgánica	AASHTO T267	Mensual
Sales totales	VN-E18-89	Mensual
Sulfatos	VN-E18-89	Mensual
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Semanal
Límite líquido	IRAM 10501	Semanal
Índice de plasticidad	IRAM 10501	Semanal

9.4. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración (mezclado y dosificación)

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la elaboración (mezclado y producción); la misma se resume en la *Tabla N°28*.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Tabla N°28– PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN ⁽¹⁾		
Parámetro	Método	Frecuencia
Límite líquido	IRAM 10501	Semanal
Índice de plasticidad	IRAM 10501	Semanal
Humedad	IRAM 10519	Semanal
Densidad máxima seca ⁽²⁾	VN-E5-93 o UNE-EN 13286-2	Cada lote de producción
Granulometría	IRAM 1505	Cada lote de producción
Partículas no trituradas del agregado	⁽³⁾	Cada lote de producción
Relación de finos	⁽⁴⁾	Cada lote de producción
Valor soporte relativo (CBR) ⁽⁵⁾	VN-E6-84 o UNE-EN 13286-47	Semanal
Hinchamiento	VN-E6-84	Semanal
Sales totales	VN-E18-89	Semanal
Sulfatos	VN-E18-89	Semanal

⁽¹⁾ Los parámetros y métodos de ensayo que aquí se detallan quedan complementados con lo establecidos en el *Punto 12. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada*.

⁽²⁾ Excepto indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, el ensayo empleado debe ser el de alta energía de compactación (según corresponda material fino o granular).

⁽³⁾ La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado respecto del total de agregado pétreo.

⁽⁴⁾ Referida a la relación entre la fracción, en peso, del agregado combinado que pasa por el tamiz IRAM 75 µm (N°200) y la que pasa el tamiz IRAM 420 µm (N° 40). $\left(\frac{\text{pasa IRAM 75 } \mu\text{m}}{\text{pasa IRAM 420 } \mu\text{m}} \right)$.

- (⁵) La exigencia de resistencia debe ser evaluada con el mismo porcentaje de densidad seca indicado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

9.5. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada. Los mismos se resumen en la *Tabla N°29*.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Tabla N°29 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE LA UNIDAD TERMINADA ⁽¹⁾		
Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del ancho	---	Cada 100 m
Evaluación visual superficial ⁽²⁾	---	Cada lote de obra
Grado de compactación	VN-E8-66 o UNE-EN 103900 ⁽³⁾	Cada lote de obra
Humedad	IRAM 10519 o UNE-EN 103900 ⁽³⁾	Cada lote de obra
Espesor	---	Cada lote de obra

- (¹) Los parámetros y métodos de ensayo que aquí se detallan quedan complementados con lo establecidos en el *Punto 12. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada*.
- (²) Se debe verificar que no haya segregación, manchas de suelos de aporte cohesivos, etc.
- (³) El empleo del densímetro nuclear o densímetro eléctrico debe ser aprobado por el Supervisor de Obra; asimismo el uso del mismo debe ser contemplado sólo para aquellos casos en que la granulometría informada en la Fórmula de Obra así lo permita.

9.6. Control de procedencia de los materiales

9.6.1. Control de procedencia de agregados

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de agregados (gruesos y/o finos) que los mismos satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 11.1 Generalidades*:

- Denominación comercial del proveedor.
- Certificado o informe de calidad del material.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones

Técnicas Generales. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

9.6.2. Control de procedencia de los suelos de aporte

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los suelos de aporte que los mismos satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 11.1 Generalidades*:

- Denominación comercial del proveedor.
- Certificado o informe de calidad del material.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

9.7. Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Supervisor de Obra cuando éste lo solicite.

Es deseable que toda la información arriba mencionada se gestione a través del uso de un GIS (Sistema de Información Geográfico).

Al momento de la recepción definitiva de la obra, el Contratista debe hacer entrega de toda la información arriba mencionada al Supervisor de Obra, dando así por finalizada su responsabilidad por el archivo de dicha información.

10. REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

10.1. Requisitos del proceso de producción (lote de producción)

10.1.1. Granulometría (lote de producción)

Para la determinación de la granulometría del lote de producción en estudio se deben realizar, como mínimo, cuatro (4) ensayos. Cada ensayo debe realizarse a partir de una muestra tomada de una unidad de transporte diferente.

Las unidades de transporte sobre los cuales se extraen las muestras se deben determinar según lo indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*.

Se considera granulometría media de los agregados al promedio de las granulometrías obtenidas en los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría media de los agregados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la *Tabla N°31*.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla en el *Punto 6.2 Husos granulométricos*.

Tabla N°31 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS							
37,5 mm (1 ½")	25 mm (1")	19 mm (¾")	9,5mm (3/8")	4,75mm (N°4)	2 mm (N°10)	420 um (N°40)	75 um (N°200)
+/- 6 %		+/- 5 %		+/- 4 %		+/- 3%	+/- 2,5 %

10.2. Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

10.2.1. Grado de compactación (lote de obra)

Se deben determinar de manera aleatoria, para cada lote de obra, cinco o más (≥ 5) puntos sobre la superficie del lote de obra en estudio sobre los cuales determinar la densidad.

La determinación de los puntos a evaluar sobre la superficie del lote de obra se debe efectuar según lo descrito en el *Punto 11.1 Generalidades*.

El valor de densidad seca media del lote de obra en estudio es la media de todos los ensayos de densidad realizados.

El valor de densidad seca media del lote de obra en estudio debe verificar lo establecido en la *Tabla N°30*.

Tabla N°30 – REQUISITOS DE DENSIDAD SECA
Valor medio ≥ 99 % ⁽¹⁾
Cada valor o medición individual ≥ 98 % ⁽¹⁾

- (1) Porcentajes de densidad máxima seca respecto a la densidad máxima seca teórica del lote de obra en estudio.

10.2.2. Espesor (lote de obra)

La determinación del espesor del enripiado, colocado y compactado, se debe hacer sobre calicatas situadas a cuarenta centímetros (40 cm) de los puntos de ensayo indicados en el *Punto 12.1.1. Grado de compactación (lote de obra)*.

La determinación del espesor se debe realizar con regla milimetrada. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Supervisor de Obra.

El espesor medio del lote de obra debe ser igual o mayor al espesor teórico de proyecto. Simultáneamente, se debe cumplimentar que el Coeficiente de variación (Cv) de los espesores de los testigos del lote de obra resulte inferior al cinco por ciento (5 %).

10.2.3. Ancho (cada 100 m)

La determinación del ancho de la capa se debe verificar en perfiles transversales cada cien metro (100 m).

El ancho de cada capa considerada en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

10.2.4. Evaluación visual superficial (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie del lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, manchas de suelos de aporte cohesivos, o ningún otro defecto.

11. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo se aplican sobre los lotes definidos en el *Punto 12.2. Lotes*.

En todos los casos en que se rechace un lote o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones, todos los costos asociados a la remediación de la situación (remoción, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de la capa, etc.) están a cargo del Contratista.

11.1. Requisitos de la unidad de producción (lote de producción)

11.1.1. Granulometría (lote de producción)

La aceptación del lote de producción en relación a la granulometría, se da si se cumple lo establecido en el *Punto 11.1.4. Granulometría de los agregados (lote de producción)*.

Si, con la excepción de dos tamices de control, la granulometría media cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el *Punto 11.1.4. Granulometría (lote de producción)*, y estos tamices se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la *Tabla N°31*, se acepta el lote de producción.

Si, con tres o más tamices de control, la granulometría media no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el *Punto 11.1.4. Granulometría (lote de producción)*, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la *Tabla N°31*, se acepta el lote de producción con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Tabla N°31 - TOLERANCIAS GRANULOMÉTRICAS DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS							
37,5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	9,5mm (3/8")	4,75mm (N°4)	2 mm (N°10)	420 um (N°40)	75 um (N°200)
+/- 7 %		+/- 6 %		+/- 5 %		+/- 4 %	+/- 3,5 %

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede resultar por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla en el *Punto 6.2. Husos granulométricos (lote de producción)*.

Si la granulometría media de los agregados recuperados no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción en estudio, y por ende del lote de obra construido con este último, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la remoción del lote de obra construido a partir del lote de producción rechazado.

11.2. Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Grado de compactación (lote de obra)

El grado de compactación del enripiado en estudio debe cumplimentar lo establecido en el *Punto 12.1.1. Grado de compactación (lote de obra)*.

Si la densidad media del lote obra en estudio no resulta mayor o igual a lo establecido en el *Punto 12.1.1. Grado de compactación (lote de obra)*, se procede al rechazo del lote de obra en estudio. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la recompactación (a humedad óptima) del enripiado, o bien a la remoción del lote en consideración y a la reposición de la capa.

11.2.2. Espesor (lote de obra)

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 12.1.3 Espesor (lote de obra)*.

Si el espesor medio del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al cinco por ciento (5 %) y menor al ocho por ciento (8 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio del lote de obra es inferior al espesor de proyecto o el coeficiente de variación es mayor al ocho por ciento (8 %), se rechaza el lote. En este caso el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la remoción del material que compone el lote en consideración y a la reposición de la capa; o, previa autorización y aprobación del Supervisor de Obra, arbitrar los medios necesarios sobre la capa rechazada para reparar el defecto, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras. Esto es posible si la capa resultante cumple con el resto de los requisitos de los establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

11.2.3. Ancho (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el *Punto 12.1.4. Ancho (cada 100 m)* de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

11.2.4. Evaluación visual superficial (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 12.1.5. Evaluación visual de la superficie (lote de obra)*.

Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada. En este caso, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, debe el Contratista proceder a la reparación y/o demolición y la reposición de la capa rechazada.

12. MEDICIÓN

La ejecución de las capas consideradas en el presente documento se mide en metros cúbicos (m³) compactados ejecutados. Los valores surgen del producto entre la longitud de cada capa ejecutada, por el ancho, por el espesor establecido para la misma.

Al volumen resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades o bonos adicionales; estos son acumulativos.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

13. FORMA DE PAGO

La elaboración, transporte, colocación, compactación y terminación del enripiado se paga por metro cúbico terminado, medida en la forma establecida en el *Punto 14. Medición*, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los suelos de aporte.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- El proceso de dosificación y elaboración.
- Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación, compactación y terminación final.
- La provisión, carga, transporte, descarga, acopio y distribución de los riegos bituminosos y agregados de cobertura.
- Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.

No se abonan los sobre anchos, los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales.

14. CONSERVACIÓN

La conservación de cada una de las capas contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de las mismas en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Supervisor de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la calzada, bases, capas intermedias y/o subrasante, el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies se debe realizar de acuerdo a lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO PARA CONSTRUCCIÓN

15. ANEXOS

15.1. Anexo I. Método de muestreo

Para la determinación del equipo de transporte de material sobre el cual tomar la muestra con la cual evaluar la conformidad del lote de producción, se debe emplear el procedimiento establecido en la Norma ASTM D 3665.

A partir del mismo procedimiento se deben también determinar las coordenadas sobre las cuales extraer las muestras con los cuales evaluar la conformidad del lote de obra.

15.1.1. Determinación de la unidad de transporte sobre la cual realizar el muestreo

1. En primer lugar, se debe determinar el número de equipos de transporte de la mezcla que componen el lote de producción en estudio (N) y el número de muestras necesarios para el lote (n).
2. Seleccionar " N " números de manera aleatoria ($x_1; x_2; \dots; x_t$), según se describe en el *Punto 16.1.4. Método para definir números aleatorios de muestreo*.
3. Para definir en qué equipo se debe tomar la muestra con la cual se evaluará el lote, se debe multiplicar el número total de equipos de transporte de mezcla que conforman el lote (N) por cada número aleatorio obtenido ($x_1; x_2; \dots; x_t$).

De esta forma, la muestra (m_i) se obtiene del camión (C_i) que surge de multiplicar el número de equipos de transporte de la mezcla que componen el lote de producción en estudio (N) por el número aleatorio correspondiente (x_i); para ello, se debe emplear redondeo simétrico. Esto se debe repetir sucesivamente en caso de que el número de muestras a extraer sea superior a uno (1).

Muestra (m_i)	Número de equipos de transporte de mezcla que conforman el lote de producción	N° aleatorio (x_i)	Camión (C_i) del cual se obtiene la muestra (m_i)
1	N	x_1	$C_1 = N * x_1$
2	N	x_2	$C_2 = N * x_2$
3	N	x_3	$C_3 = N * x_3$
...
t	N	x_t	$C_t = N * x_t$

15.1.2. Determinación de la ubicación en la cual se deberán determinar la densidad con los cuales evaluar el lote de obra

1. En primer lugar, se debe determinar el número de muestras (T) a extraer con los cuales evaluar el lote de obra en estudio.
2. Determinar el largo (L) y el ancho (A) del lote de obra.

3. Seleccionar “T” números de manera aleatoria ($x_1; x_2; \dots; x_t$) según se describe en el *Punto 16.1.4. Método para definir números aleatorios de muestreo*. Estos números serán luego empleados para determinar las coordenadas en el eje longitudinal (X) del lote de obra.
4. Seleccionar “T” números de manera aleatoria ($y_1; y_2; \dots; y_t$) según se describe en el *Punto 16.1.4. Método para definir números aleatorios de muestreo*. Estos números serán luego empleados para determinar las coordenadas en el eje transversal (Y) del lote de obra.
5. La *coordenada cero* (0,0) del lote de obra corresponde al punto que surja de la intersección entre el borde izquierdo de la franja de mezcla y la progresiva inicial del lote, tal como se muestra en la *Figura A*.
6. Para la determinación de las coordenadas en las cuales se debe extraer cada uno de los “T” testigos, se procede de la siguiente manera:

- a. Determinación de las coordenadas en el eje longitudinal (X) de cada testigo: multiplicar la longitud del lote (L) por cada número aleatorio ($x_1; x_2; \dots; x_t$). De esta forma se obtiene las coordenadas en el eje longitudinal (X) de cada testigo ($l_1; l_2; \dots; l_t$):

Testigo	Longitud del tramo [m]	N° aleatorio (x_i)	Coordenada en el eje longitudinal (X) [m]
1	L	x_1	$l_1 = L * x_1$
2	L	x_2	$l_2 = L * x_2$
3	L	x_3	$l_3 = L * x_3$
...
t	L	x_t	$l_t = L * x_t$

- b. Determinación de las coordenadas en el eje transversal (Y) de cada testigo: multiplicar el ancho del lote (A) por cada número aleatorio ($y_1; y_2; \dots; y_t$). De esta forma se obtiene las coordenadas en el eje transversal (Y) de cada testigo ($a_1; a_2; \dots; a_t$):

Testigo	Ancho del tramo [m]	N° aleatorio (y_i)	Coordenada en el eje transversal (Y) [m]
1	A	y_1	$a_1 = L * y_1$
2	A	y_2	$a_2 = L * y_2$
3	A	y_3	$a_3 = L * y_3$
...
t	A	y_t	$a_t = L * y_t$

- c. De esta manera quedan definidas para los “t” testigos las coordenadas de extracción de los mismos, considerando el sistema de referencia de la *Figura A*.
- d. Definir la coordenada del punto de extracción del testigo, referida a la *coordenada cero*, apareando las coordenadas para el largo y el ancho. De esta manera, el testigo

T_1 se debe extraer de la coordenada (l_1, a_1) . Los puntos de extracción de cada testigo resultan entonces:

Testigo	Coordenada en el eje longitudinal (X) [m]	Coordenada en el eje transversal (Y) [m]	Coordenada de cada testigo T_i [m,m]
1	l_1	a_1	$T_1 = (l_1, a_1)$
2	l_2	a_2	$T_2 = (l_2, a_2)$
3	l_3	a_3	$T_3 = (l_3, a_3)$
...
T	l_t	a_t	$T_t = (l_t, a_t)$

7. Se detalla a continuación la Figura A:

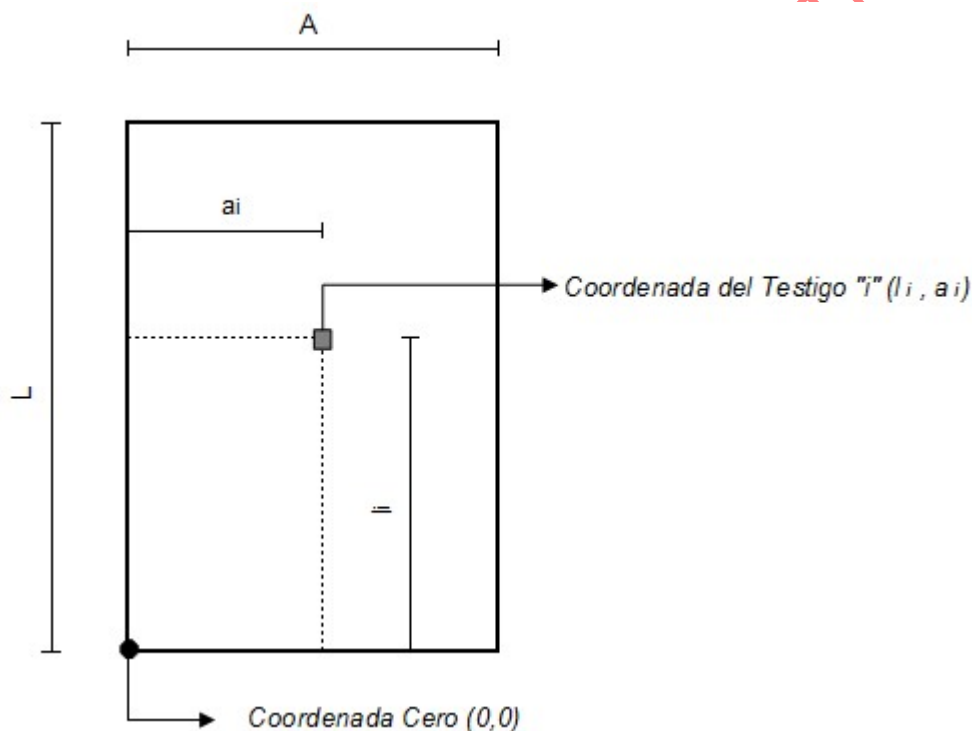


Figura A

16.1.2. Determinación de la ubicación en la cual realizar las calicatas en la unidad terminada

Definidas las coordenadas del punto de extracción de testigos según el *Punto 16.1.2. Determinación de la ubicación en la cual extraer testigos con los cuales evaluar el lote de obra*, se debe proceder de la siguiente manera:

1. Para definir la coordenada de la superficie sobre la cual realizar el ensayo de Círculo de arena, se debe sumar cuarenta centímetros (40 cm) a la coordenada de cada uno de los testigos (l_i, a_i) .
2. De esta forma, las coordenadas de cada ensayo de Círculo de arena (CA_i) resulta:

Ensayo de Círculo de Arena (CA _i)	Coordenada en el eje longitudinal (X) [m]	Coordenada en el eje transversal (Y) [m]	Coordenada de cada testigo T _i [m,m]
1	$l_1 + 40 \text{ cm}$	a_1	$CA_1 = (l_1 + 40 \text{ cm}, a_1)$
2	$l_2 + 40 \text{ cm}$	a_2	$CA_2 = (l_2 + 40 \text{ cm}, a_2)$
3	$l_3 + 40 \text{ cm}$	a_3	$CA_3 = (l_3 + 40 \text{ cm}, a_3)$
...
CA _t	$l_t + 40 \text{ cm}$	a_t	$CA_t = (l_t + 40 \text{ cm}, a_t)$

- De esta manera quedan definidas para los "t" ensayos de Círculo de arena las coordenadas de ensayo de los mismos, considerando el sistema de referencia de la *Figura B*. Definir la coordenada del punto de extracción del testigo, referida a la *coordenada cero*.
- Se detalla a continuación la Figura B:

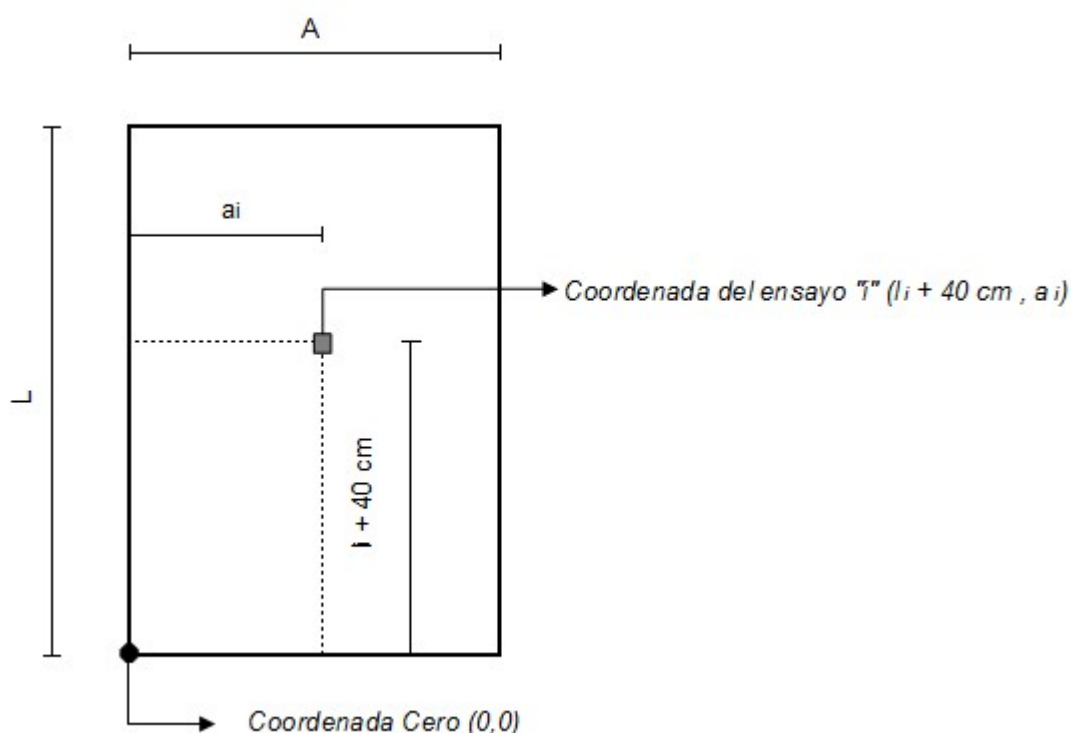


Figura B

15.1.3. Determinación para definir números aleatorios de muestreo

Los números aleatorios a obtener deben estar comprendidos entre cero (0) y uno (1). Simultáneamente, cada uno de ellos no debe tener menos de cuatro (4) decimales.

Los números aleatorios se deben obtener a partir de una calculadora o programa informático con función "Random". Para ello, se recomienda el uso de la *Función Random* del programa *Microsoft Excel* o similar.

El método de obtención de los números aleatorios debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.