

# VIALIDAD NACIONAL

## CAPÍTULO 4: PREPARACIÓN DE LA SUBRASANTE.



Ministerio de Transporte  
Presidencia de la Nación

Edición 2019

## ÍNDICE

1.	NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN .....	2
2.	DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA .....	3
2.1.	Definición de subrasante .....	3
2.1.1.	Características de la subrasante .....	3
2.2.	Definición de preparación de la subrasante .....	3
2.3.	Definición de superficie de apoyo .....	3
3.	HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL .....	4
3.1.	Higiene y seguridad .....	4
3.2.	Gestión ambiental .....	4
4.	REQUISITOS DEL MATERIAL .....	5
5.	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS .....	6
5.1.	Equipos de Obra .....	6
5.1.1.	Equipos de escarificación .....	6
5.1.2.	Equipos de mezclado in-situ .....	6
5.1.3.	Equipos para riego .....	6
5.1.4.	Equipos de compactación .....	7
5.2.	Ejecución de las obras .....	7
5.2.1.	Preparación de la superficie .....	7
5.2.2.	Escarificación .....	7
5.2.3.	Incorporación de agua .....	8
5.2.4.	Compactación .....	8
5.2.5.	Terminación .....	9
5.2.6.	Limpieza .....	9
6.	TRAMO DE PRUEBA .....	10
7.	LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN .....	11
8.	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	12
8.1.	Generalidades .....	12
8.2.	Lote de obra .....	13
8.2.1.	Definición de lote de obra .....	13
8.3.	Plan de ensayos sobre el material que compone la subrasante .....	14
8.4.	Plan de ensayos sobre la unidad terminada .....	14
8.5.	Archivo de la información .....	15
9.	REQUISITOS DE LA UNIDAD TERMINADA .....	16
9.1.	Grado de compactación (lote de obra) .....	16
9.2.	Valor soporte relativo (lote de obra) .....	16
9.3.	Ancho (cada 100 m) .....	16
9.4.	Sección transversal (cada 25 m) .....	16
10.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	18
10.1.	Grado de compactación (lote de obra) .....	18
10.2.	Valor soporte relativo (lote de obra) .....	18
10.3.	Ancho (cada 100 m) .....	18
10.4.	Sección transversal (cada 25 m) .....	18
11.	MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO .....	20
12.1.	Anexo I. Método de muestreo .....	21

## 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. Definición de subrasante**

En un corte transversal de un camino, se define como subrasante a la superficie de apoyo del paquete estructural del pavimento o recubrimiento (del tipo enripiado o con suelo seleccionado).

#### **2.1.1. Características de la subrasante**

La sucesión de puntos de la misma, alineados verticalmente con la línea rasante, determina la línea subrasante. La diferencia de elevación entre ambas está determinada por el espesor del paquete estructural del pavimento.

La cota de la subrasante puede ser la del terreno natural, o bien puede ser alcanzada a partir de la ejecución de una excavación (secciones en desmonte) o de la ejecución de un terraplén (secciones en terraplén). Para los casos de ensanches, repavimentaciones o bacheos, la cota de la superficie de apoyo se alcanza a partir de la apertura en caja y remoción de las capas estructurales del pavimento existente.

### **2.2. Definición de preparación de la subrasante**

Se define como preparación de la subrasante al proceso mecánico, físico y/o físico-químico mediante el cual se dota a la superficie las características y requisitos mínimos necesarios para su adecuado comportamiento estructural.

### **2.3. Definición de superficie de apoyo**

Se define como superficie de apoyo a la superficie del terreno que sirve como superficie de asiento para terraplenes.

### 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:

- Ejecución, 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 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 DEL MATERIAL

El material que conforma los 30 cm superiores de la subrasante debe verificar las exigencias establecidas en la *Tabla N°2*.

El *Supervisor de Obra* puede exigir ensayos adicionales a los indicados en las prescripciones establecidas en la *Tabla N°2* cuando para alcanzar la conformación de la subrasante, se vayan a emplear suelos de aporte cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

De modo de verificar las exigencias de la *Tabla N°2*, puede ser necesario el tratamiento del material componente de los 30 cm superiores de la subrasante o su remoción y reemplazo, sin recibir el Contratista pago alguno por ello.

Tabla N°2 – REQUISITOS DEL MATERIAL	
Parámetro	Exigencia
Características generales	No deben contener restos vegetales (ramas, troncos, raíces, etc.)
Clasificación HBR	El valor estipulado en los datos licitatorios
Valor Soporte Relativo (CBR) (VN - E6 – 84) ( <sup>1</sup> ) ( <sup>2</sup> )	≥ 5 %
Hinchamiento (VN - E6 - 84)	< 2 %
Contenido de materia orgánica (IRAM 10538)	≤ 0,20 %
Límite líquido (IRAM 10501) ( <sup>2</sup> )	≤ 40 %
Índice de plasticidad (IRAM 10501) ( <sup>2</sup> )	≤ 10 %

- (<sup>1</sup>) La exigencia de resistencia debe ser alcanzada con una densidad seca menor o igual al noventa y siete por ciento ( $\leq 97\%$ ) de la densidad seca máxima teórica obtenida a partir de la Norma VN-E5-93. Excepto indicación contraria del *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, el ensayo empleado en la Norma VN-E5-93 para suelos de los grupos A1, A2, A3, A4 y A5 debe ser el de alta energía de compactación (Ensayo Tipo II o V, según corresponda material fino o granular). Excepto indicación contraria del *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, el ensayo empleado en la Norma VN-E5-93 para suelos de los grupos A6 y A7 debe ser el de baja energía de compactación (Ensayo Tipo I o IV, según corresponda material fino o granular). Para suelos mejorados o tratados con cal se debe utilizar la norma VN-E5-93. Para mezclas de suelo-cemento o suelo-cal, la Norma VN-E5-93 debe ser reemplazada por la Norma VN-E19-66.
- (<sup>2</sup>) Se deben considerar éstos valores sólo si no fueron especificados otros, en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* o en los documentos del Proyecto.

## 5. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

### 5.1. Equipos de Obra

#### 5.1.1. Equipos de escarificación

Los equipos de escarificación deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°3*.

Tabla N°3 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE ESCARIFICACIÓN	
Característica	Requisitos
Número y tipos de equipo (Desgarradores o rippers con orugas y/o motoniveladoras y arados remolcados)	El número y las características de los equipos de escarificación deben ser acordes a la superficie, el tipo de suelo, el espesor de la capa que se debe escarificar y el nivel de ejecución (ritmo de trabajo). Deben alcanzar una profundidad de penetración superior a treinta centímetros (30 cm).

#### 5.1.2. Equipos de mezclado in-situ

Los equipos empleados para mezclar el material (tipo recicladora o pulvimixer) deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°4*.

Tabla N°4 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE MEZCLADO IN-SITU	
Características	Requisitos
Capacidad de Ejecución	Acorde al plan de trabajo.
Adición de cal, cemento y/u otros	En caso de contar con elementos capaces de adicionar cal, cemento y/u otros, los mismos deben ser precisos y deben estar calibrados.
Mezclado	Debe garantizar una mezcla homogénea y uniforme en el ancho y profundidad deseados según el ritmo de trabajo necesario.

#### 5.1.3. Equipos para riego

Los equipos para riego deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°5*.

Tabla N°5 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA RIEGO	
Características	Requisitos
Equipo para riego	Debe proporcionar un riego uniforme sobre la superficie. La presión del líquido sobre la barra de distribución debe ser homogénea, de manera que los picos rieguen de forma pareja. Los picos deben tener una distribución, geometría y presión tal que un mismo punto en la superficie regada reciba el riego de dos o más picos.

#### 5.1.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°6*.

<b>Tabla N°6 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
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 ejecución necesario (ritmo de trabajo).
Compactadores pata de cabra	Deben tener puntas de forma y configuración tal que permitan una correcta densificación del suelo, sin desprender el mismo durante las tareas de compactación. Deben contar con un sistema de limpieza en los tambores de las ruedas o en el rodillo (según el tipo de compactador), que evite la acumulación de suelo entre las puntas. Es deseable que los equipos posean una hoja topadora al frente. Para el caso de los compactadores del tipo pata de cabra con rodillo al frente, el mismo debe contar con un sistema de vibración y/u oscilación. El peso mínimo del equipo debe ser de quince toneladas (12 t).
Compactadores neumáticos	Deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave y 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 vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación cuando se lo desee. Deben poder invertir la marcha mediante una acción suave, suspendiendo el vibrado u oscilado durante esa operación. Deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. Las superficies cilíndricas no deben presentar surcos ni irregularidades. El peso mínimo del equipo debe ser de doce toneladas (12 t).

#### 5.2. Ejecución de las obras

##### 5.2.1. Preparación de la superficie

Previo preparación de la subrasante, la cota de la misma (tanto para el caso de excavación como de terraplén) debe ser aprobada por el *Supervisor de Obra*.

La superficie debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de material vegetal, plantas y raíces, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

##### 5.2.2. Escarificación

En aquellos casos en los que no se emplee un equipo ambulo-operante (recicladora o pulvimixer) para el mezclado del suelo, se debe realizar una escarificación del mismo.

Para la escarificación, se debe emplear un equipo provistos de desgarradores o rippers. El empleo de arados debe ser reservados para aquellos suelos suficientemente cohesivos, el empleo de un



arado para la escarificación queda sujeto a, previo su uso, la aprobación por parte del *Supervisor de Obra*.

La profundidad alcanzada en la escarificación debe ser de, como mínimo, treinta centímetros (30 cm), o lo que indique el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

Finalizada la escarificación, el suelo se debe encontrar suelto y homogéneo.

### 5.2.3. Incorporación de agua

El agua debe ser incorporada por uno de los procedimientos siguientes, que debe ser comprobado y aprobado por el Supervisor de Obra, y verificado en el Tramo de Prueba:

- En el equipo ambulo operante (recicladora o pulvimixer), mediante su incorporación al proceso de mezcla de los materiales.
- Mediante riego uniforme sobre la superficie, antes del mezclado.

**Nota:** *si bien se admiten los dos procedimientos arriba mencionados, se sugiere la implementación del primero.*

### 5.2.4. Compactación

En el momento de iniciar la compactación, el material debe hallarse suelto 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 la subrasante ya compactada, 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.

La compactación de la subrasante 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.

La densificación alcanzada por la compactación debe ser de, como mínimo, treinta centímetros (30 cm), o lo que indique el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

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 compactación de la subrasante 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.

Si fuera necesario se debe proceder a la escarificación y recompactación de la base de asiento, para proceder luego a la colocación nuevamente del material extraído previamente.

#### **5.2.5. Terminación**

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 subrasante, 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 subrasante debe presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones y con las pendientes transversales adecuadas.

#### **5.2.6. 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.

## 6. 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 mezclado, escarificación, 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 el proceso constructivo es aceptable. Si es aceptable, se pueden iniciar las obras de manera sistemática. Si no es aceptable, 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 los equipos propuestos por el *Contratista* para llevar adelante los procesos constructivos y el control de dichos procesos son aceptables.

No se debe proceder a la preparación de la subrasante (mezclado, escarificación, compactación y terminación) 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.

## 7. LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN

No se permite la preparación de la subrasante 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 subrasante resulte inferior a cero grados Celsius ( $<0^{\circ}\text{C}$ ).
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.
- Cuando se observen superficies encharcadas o con agua acumulada en la superficie.

PLIEGO BORRADOR- NO APTO CONSTRUCCIÓN

## 8. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

### 8.1. Generalidades

El *Plan de Control de Calidad* define el programa que debe cumplir el *Contratista* para el control de calidad del material, 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 presente *Punto*.
- 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 *Curriculum 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.
- Cien mil metros cuadrados (100 000 m<sup>2</sup>) de subrasante tratada.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del *Plan de Control de Calidad*: ensayos sobre el material 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*):

- Índice de plasticidad.
- Límite líquido.
- Valor Soporte Relativo (CBR).
- Densidades de campo.

Esta información se debe emplear para el ajuste de los procesos de 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 a quién éste delegue, puede 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 9. Requisitos 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 los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra (determinación de puntos de ensayo, etc.), se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D-3665.

En todos los casos en los cuales se contemple una metodología de muestreo establecida por 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.

## **8.2. Lote de obra**

El control del proceso de preparación de la subrasante se organiza por **lotes de obra** (unidad terminada). A continuación, se define y especifica el mencionado concepto y su alcance.

### **8.2.1. Definición de lote de obra**

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

- Una superficie menor o igual a cinco mil metros cuadrados ( $\leq 5000 \text{ m}^2$ ) de superficie de la subrasante ejecutada.
- Lo ejecutado en una jornada de trabajo.

### 8.3. Plan de ensayos sobre el material que compone la subrasante

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del material que compone la subrasante que se indica en la *Tabla N°8*.

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 el origen del material que compone la subrasante, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales*.

<b>Tabla N°8 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL MATERIAL QUE COMPONE LA SUBRASANTE</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Frecuencia<sup>(1)</sup></b>
Clasificación H.R.B.	---	Semanal
Contenido de materia orgánica	IRAM 10538	Semanal
Límite líquido	IRAM 10501	Semanal
Índice de plasticidad	IRAM 10501	Semanal
Hinchamiento	VN-E6-84	Quincenal

(1) El *Supervisor de Obra* puede establecer otra frecuencia de ensayo según se requiera.

### 8.4. 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°9*.

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*.

<b>Tabla N°9 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE LA UNIDAD TERMINADA<sup>(1)</sup></b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Frecuencia</b>
Grado de compactación <sup>(2)</sup>	VN-E8-66	Cada lote de obra
Densidad máxima seca	VN-E5-93 <sup>(3)</sup>	Cada 1000 m <sup>3</sup>
Sección transversal y pendientes	---	Cada 25 m

(1) Los parámetros y métodos de ensayo que aquí se detallan quedan complementados con lo establecido en el *Punto 9. Requisitos de la unidad terminada*.

(2) Opcionalmente se puede emplear un densímetro nuclear (UNE EN 103900 o ASTM D 6938 o AASHTO T310), u otros métodos comparables, los cuales deben ser aprobados por el *Supervisor de Obra*. Éstos deben ser previamente calibrados en la realización del tramo de prueba con los ensayos de determinación

de humedad (IRAM 10519) y de densidad (VN-E5-93), realizándose periódicamente la calibración y contraste de los equipos durante la ejecución de las obras, en plazos no inferiores a catorce días (14 d), ni superiores a veintiocho días (28 d). Asimismo, su uso debe ser contemplado sólo para aquellos casos en que la granulometría informada en la Fórmula de Obra así lo permita.

- (<sup>3</sup>) Excepto indicación contraria del *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*. Para mezclas que contienen cal o cemento, la Norma VN-E5-93 debe ser reemplazada por la Norma VN-E19-66.

### **8.5. 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.



## 9. REQUISITOS DE LA UNIDAD TERMINADA

### 9.1. Grado de compactación (lote de obra)

Se deben determinar de manera aleatoria, para cada lote de obra, cinco o más ( $\geq 5$ ) 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 8.1 Generalidades*.

El valor de densidad seca media del lote de obra en estudio es la media de los ensayos de densidad realizados, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a cinco por ciento (5 %).

El valor de densidad seca media para los treinta centímetros (30 cm) superiores de la subrasante en estudio debe verificar lo establecido en la *Tabla N°10*.

Tabla N°10 – REQUISITOS DE DENSIDAD SECA						
Tipo de suelo de la subrasante tratada <sup>(3)</sup>						
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
$\geq 100 \%^{(1)(2)}$			$\geq 95 \%^{(1)(2)}$		$\geq 100 \%^{(1)(2)}$	

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

(2) Excepto indicación contraria del *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, el ensayo empleado en la Norma VN-E5-93 debe ser el mismo que el empleado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente. Para mezclas que contienen cal o cemento, la Norma VN-E5-93 debe ser reemplazada por la Norma VN-E19-66.

(3) Según la clasificación HBR.

### 9.2. Valor soporte relativo (lote de obra)

La determinación del valor soporte relativo correspondiente al lote de obra del material componente de la subrasante se debe realizar como mínimo una (1) muestra tomada por cada lote de obra en estudio.

Se debe cumplir lo establecido en el *Punto 4. Requisitos del material* para esta determinación (CBR) (VN-E6-84).

### 9.3. Ancho (cada 100 m)

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

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

### 9.4. Sección transversal (cada 25 m)

La determinación de la sección transversal se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (25 m).

La sección transversal en ningún caso debe ser inferior o superior a lo indicado en los Planos de Proyecto.

PLIEGO BORRADOR- NO APTO CONSTRUCCIÓN

## 10. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo se aplican sobre los lotes definidos en el *Punto 9.2. Lote de obra*.

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 del material o la capa, etc.) están a cargo del Contratista.

### 10.1. Grado de compactación (lote de obra)

El grado de compactación de la subrasante en estudio debe cumplimentar lo establecido en el *Punto 9.1. 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 9.1. 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 una nueva compactación de la subrasante para verificar el requisito o la reposición de la misma.

### 10.2. Valor soporte relativo (lote de obra)

El valor soporte relativo correspondiente al lote de obra del material componente de la subrasante en estudio (ver *Punto 4. Requisitos del material*) debe cumplimentar lo establecido en el *Punto 9.2 Valor soporte relativo (lote de obra)*.

Si el valor soporte relativo del lote de obra en estudio no resulta mayor o igual a lo establecido en el *Punto 9.2. Valor soporte relativo (lote de obra)*, 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 o reposición del lote de obra tratado.

### 10.3. Ancho (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el *Punto 9.3. Ancho (cada 100 m)* de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del *Contratista*.

### 10.4. Sección transversal (cada 25 m)

La sección transversal debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 9.4. Sección transversal (cada 25 m)*.

Si la sección transversal 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 de la subrasante tratada.

PLIEGO BORRADOR- NO APTO CONSTRUCCIÓN

## **11. MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO**

Los trabajos no se medirán ni recibirán pago directo alguno, estando su costo incluido en el precio del ítem de la capa inmediatamente superior.

Esto será así inclusive en el caso de requerirse la extracción y posterior reposición, colocación y compactación del material que conforme la subrasante hasta los treinta (30 cm) centímetros superiores según lo indicado para el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente pliego.

PLIEGO BORRADOR- NO APTO CONSTRUCCIÓN

## 12. ANEXOS

### 12.1. Anexo I. Método de muestreo

Para la determinación del equipo de transporte del material sobre el cual tomar la muestra con la cual evaluar la conformidad del lote de obra, 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.

#### 12.1.1. Determinación de la unidad de transporte sobre la cual realizar el muestreo

**12.1.1.1.** En primer lugar, se debe determinar el número de equipos de transporte del material que componen el lote de obra en estudio (N) y el número de muestras necesarios para el lote (n).

**12.1.1.2.** Seleccionar "N" números de manera aleatoria ( $x_1; x_2; \dots; x_n$ ), según se describe en el Punto 12.1.4. Método para definir números aleatorios de muestreo.

**12.1.1.3.** 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 ( $x_1; x_2; \dots; x_n$ ).

**12.1.1.4.** De esta forma, la muestra ( $m_i$ ) se obtiene del camión ( $C_i$ ) que surge de multiplicar el número de equipos de transporte del material que compone el lote de obra 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), como se muestra en la *Tabla N°11*.

Tabla N°11 – DETERMINACIÓN DEL CAMIÓN DEL CUAL SE OBTIENE LA MUESTRA			
Muestra ( $m_i$ )	Número de equipos de transporte del material que conforman el lote de obra	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	$x_3$	$C_3 = N * x_3$
...	...	...	...
n	N	$x_n$	$C_n = N * x_n$

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

**12.1.2.1.** En primer lugar, se debe determinar el número de muestras (n) a extraer con los

cuales evaluar el lote de obra en estudio.

**12.1.2.2.** Determinar el largo (L) y el ancho (A) del lote de obra.

**12.1.2.3.** Seleccionar “n” números de manera aleatoria ( $x_1; x_2; \dots; x_n$ ) según se describe en el *Punto 12.1.4. 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.

**12.1.2.4.** Seleccionar “n” números de manera aleatoria ( $y_1; y_2; \dots; y_n$ ) según se describe en el *Punto 12.1.4. 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.

**12.1.2.5.** 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 material y la progresiva inicial del lote, tal como se muestra en la *Figura A*.

**12.1.2.6.** Para la determinación de las coordenadas en las cuales se debe extraer cada uno de las “M” muestras, se procede de la siguiente manera:

**12.1.2.6.1.** Determinación de las coordenadas en el eje longitudinal (x) de cada muestra: multiplicar la longitud del lote (L) por cada número aleatorio ( $x_1; x_2; \dots; x_n$ ). De esta forma se obtiene las coordenadas en el eje longitudinal (x) de cada muestra ( $l_1; l_2; \dots; l_n$ ), como se indica en la *Tabla N°12*.

Tabla N°12- DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS EN EL EJE LONGITUDINAL			
Muestra	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	$x_3$	$l_3 = L * x_3$
...	...	...	...
n	L	$x_n$	$l_n = L * x_n$

**12.1.2.6.2.** Determinación de las coordenadas en el eje transversal (y) de cada muestra: multiplicar el ancho del lote (A) por cada número aleatorio ( $y_1; y_2; \dots; y_n$ ). De esta forma se obtiene las coordenadas en el eje transversal (y) de cada muestra ( $a_1; a_2; \dots; a_n$ ), como se indica en la *Tabla N°13*.

Tabla N°13 – DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS EN EL EJE TRANSVERSAL			
Muestra	Ancho del tramo [m]	N° aleatorio ( $x_i$ )	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	$y_3$	$a_3 = L * y_3$

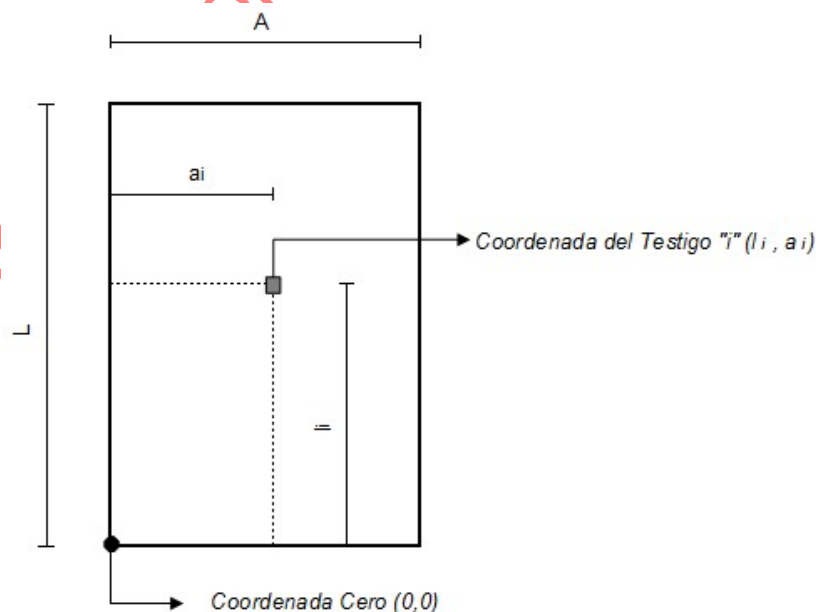
Tabla N°13 – DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS EN EL EJE TRANSVERSAL			
Muestra	Ancho del tramo [m]	N° aleatorio ( $x_i$ )	Coordenada en el eje transversal (y) [m]
...	...	...	...
n	A	$y_n$	$a_n = L * y_n$

**12.1.2.6.3.** De esta manera quedan definidas para las “n” muestras, las coordenadas de extracción de los mismos, considerando el sistema de referencia de la *Figura A*.

**12.1.2.6.4.** Definir la coordenada del punto de extracción de la muestra, referida a la *coordenada cero*, apareando las coordenadas para el largo y el ancho. De esta manera, la muestra  $M_1$  se debe extraer de la coordenada  $(l_1, a_1)$ . Los puntos de extracción de cada muestra resultan entonces como se indica en la *Tabla N°14*:

Tabla N°14 – DETERMINACIÓN DE LAS COORDENADAS DE CADA MUESTRA			
Muestra	Coordenada en el eje longitudinal (x) [m]	Coordenada en el eje transversal (y) [m]	Coordenada de cada muestra ( $M_i$ ) [m,m]
1	$l_1$	$a_1$	$M_1 = (l_1, a_1)$
2	$l_2$	$a_2$	$M_2 = (l_2, a_2)$
3	$l_3$	$a_3$	$M_3 = (l_3, a_3)$
...	...	...	...
n	$l_n$	$a_n$	$M_n = (l_n, a_n)$

**12.1.2.7.** Se detalla a continuación la *Figura A*:



**Figura A- Coordenadas de extracción de la muestra, sistema de referencia**



### 12.1.3. Determinación de la ubicación en la cual realizar los ensayos en la unidad terminada

Definidas las coordenadas del punto de extracción de muestras según el *Punto 12.1.2. Determinación de la ubicación en la cual extraer muestras con los cuales evaluar el lote de obra*, y para los ensayos indicados en el *Punto 9. REQUISITOS DE LA UNIDAD TERMINADA*, se debe proceder de la siguiente manera:

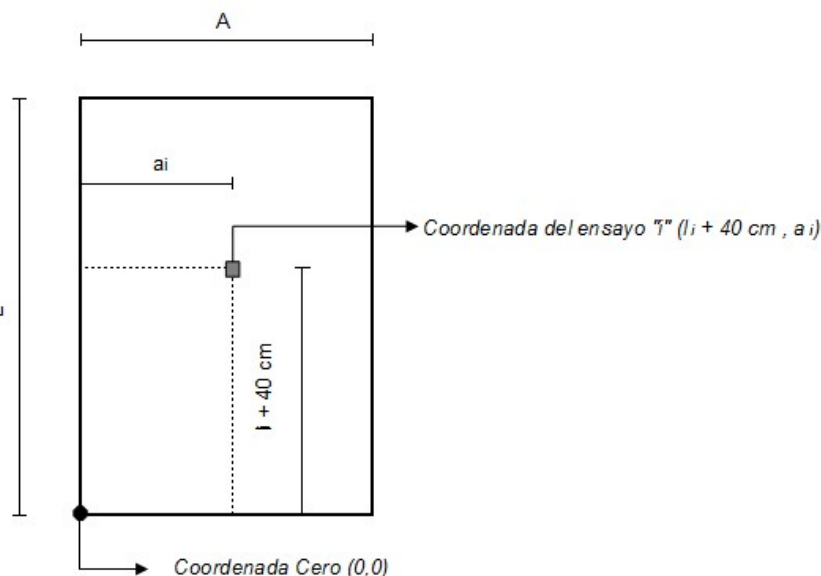
**12.1.3.1.** Para definir la coordenada de la superficie sobre la cual realizar los ensayos, se deben sumar cuarenta centímetros (40 cm) a la coordenada de cada uno de las muestras ( $l_i, a_i$ ).

**12.1.3.2.** De esta forma, las coordenadas de cada ensayo ( $E_i$ ) resulta como se indica en la *Tabla N°15*:

Tabla N°15 – COORDENADAS DE CADA MUESTRA DEL ENSAYO			
Ensayo ( $E_i$ )	Coordenada en el eje longitudinal (x) [m]	Coordenada en el eje transversal (y) [m]	Coordenada de cada muestra ( $M_i$ ) [m,m]
1	$l_1 + 40$ cm	$a_1$	$E_1 = (l_1 + 40 \text{ cm}, a_1)$
2	$l_2 + 40$ cm	$a_2$	$E_2 = (l_2 + 40 \text{ cm}, a_2)$
3	$l_3 + 40$ cm	$a_3$	$E_3 = (l_3 + 40 \text{ cm}, a_3)$
...	...	...	...
$E_n$	$l_n + 40$ cm	$a_n$	$E_n = (l_n + 40 \text{ cm}, a_n)$

**12.1.3.3.** De esta manera quedan definidas para los “n” ensayos, las coordenadas de ensayo de los mismos, considerando el sistema de referencia de la *Figura B*. Definir la coordenada del punto de extracción de la muestra, referida a la *coordenada cero*.

**12.1.3.4.** Se detalla a continuación la *Figura B*:



**Figura B- Coordenadas del ensayo, sistema de referencia**

### 12.1.4. Método 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*.

PLIEGO BORRADOR- NO APTO CONSTRUCCIÓN