

ANEXOS

INDICE

	Pág.
ANEXO A. Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo por el método del cono y arena	5
ANEXO B. Ensayo para determinar la humedad de suelos empleando un probador con carburo de calcio	13
ANEXO C. Ensayo para de terminar el asentamiento del concreto.....	17
ANEXO D. Detalles constructivos de alcantarillado	20
ANEXO E. Diseño y detalles de cunetas.....	22
ANEXO F. Fibras sintéticas para refuerzo de concreto.	25
ANEXO G. Diseño de estructuras de caída escalonada	27
ANEXO H. Tipos y funciones de canal rápido.	28
ANEXO I. Usos de Subdrenajes para muros de contención	29
ANEXO J. Consideraciones para muros de contención	31
ANEXO K. Superficies podotáctiles y demarcaciones.....	32
ANEXO L. Carta de funciones.	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Aparato para el ensayo del cono y arena.....	7
Figura 2. Llenado del hueco con arena.....	9
Figura 3. Molde para determinar el asentamiento	20
Figura 4. Elementos típicos de alcantarillas: cabezote, aletas, solera y dentellón.....	21
Figura 5. Clasificación de alcantarillas según condiciones de entrada.....	22
Figura 6. Área aferente a las cunetas	23
Figura 7. Secciones cunetas típicas y propiedades geométricas.	24
Figura 8. Detalle para diseño de rápida escalonada.	27
Figura 9. Sistemas típicos de drenaje en el respaldo de un muro de Contención.	29
Figura 10. Geodrén usado como dren adyacente a la pared del muro.....	30
Figura 11. Tipos de muro de contención en concreto reforzado.....	31
Figura 12. Diseño de superficies podotáctiles.....	34
Figura 13. Carta de funciones pactada al iniciar la pasantía.	35

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Volúmenes mínimos del hueco de ensayo de acuerdo con el tamaño máximo de las partículas del suelo a ensayar	9
Tabla 2. Estudio de precisión sobre la determinación de la humedad del suelo con el probador de carburo de calcio.	16

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Fibra sintética estructural.	25

ANEXO A. Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo por el método del cono y arena

INV E – 161 – 13

1. OBJETO

- 1.1. Este método de ensayo se usa para determinar en el sitio, con el equipo de cono y arena, la densidad y el peso unitario de suelos compactados.
- 1.2. El método es aplicable a suelos que no contienen cantidades apreciables de fragmentos de roca o material grueso de tamaño superior a 38mm (1½").
- 1.3. También se puede utilizar este método para determinar la densidad de suelos inalterados, siempre y cuando los vacíos naturales del suelo sean lo suficientemente pequeños para evitar que la arena usada para el ensayo penetre en dichos vacíos. El suelo u otros materiales que se ensayen, deben tener suficiente cohesión o atracción de partículas, para mantener estables las paredes de un hueco pequeño y deben ser lo suficientemente firmes para soportar las pequeñas presiones que se ejercen al excavar el hueco y al colocar el aparato sobre él, de tal manera que no se produzcan deformaciones ni desprendimientos. Este método de ensayo no es adecuado para suelos orgánicos, saturados o muy plásticos, los cuales se deforman o se comprimen durante la excavación del hueco requerido para el ensayo.
- 1.4. Cuando los materiales probados contengan cantidades apreciables de partículas mayores a 38 mm (1½"), o cuando se requiera que el volumen de hueco sea superior a 2830 cm³ (0.1 pie³), resultan más apropiados los métodos de ensayo descritos en las normas INV E-165 o ASTM D 5030. Si las partículas no exceden de 75 mm (3"), se podrá aplicar el Anexo C de la presente norma.
- 1.5. Esta norma reemplaza la norma INV E-161-07.

2. IMPORTANCIA Y USO

- 2.1. Este método de ensayo se usa para determinar la densidad de los suelos compactados utilizados en la construcción de terraplenes, subrasantes, capas inferiores de pavimentos y rellenos estructurales. Se usa con frecuencia como base para la aceptación de suelos compactados a una densidad especificada o a un porcentaje de la densidad máxima determinada por los métodos de ensayo de las normas INV E-141 o INV E-142.

- 2.2. Se puede usar este método de ensayo para determinar, en el sitio, la densidad de depósitos naturales, agregados, mezclas de suelos u otros materiales similares.
- 2.3. El uso de este método de ensayo está limitado, generalmente, a suelos en condición no saturada. No se recomienda utilizarlo con suelos blandos o friables (que se desmoronan fácilmente) o en una condición tan húmeda. En los suelos que se deforman fácilmente o que pueden cambiar de volumen por la vibración generada al excavar el hueco, o simplemente por estar de pie o caminar cerca al hueco durante el ensayo, se puede afectar la exactitud de la prueba.

3. EQUIPO Y MATERIALES

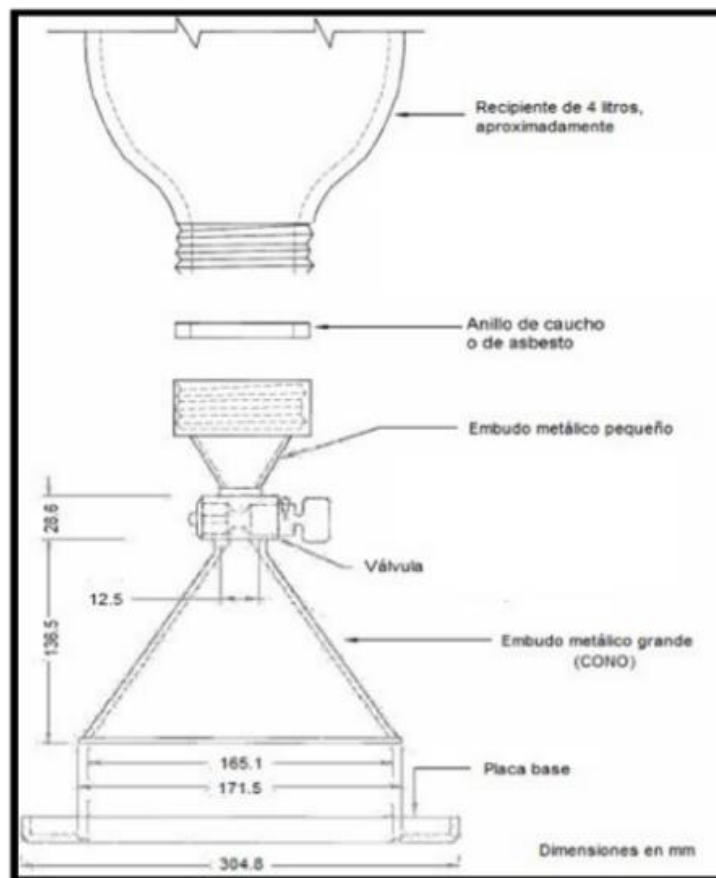
3.1. Aparato del cono y arena – El aparato consta de lo siguiente:

- 3.1.1. Frasco – U otro recipiente que se pueda utilizar para contener arena, con una capacidad de volumen superior al necesario para llenar el hueco de ensayo y el cono grande que se apoya en la placa de base durante el ensayo. Puede ser de, aproximadamente, 4 litros (1 galón).
- 3.1.2. Cono – Un dispositivo desmontable que consiste en una válvula cilíndrica con un orificio de 13 mm ($\frac{1}{2}$ ") de diámetro, unida por un lado a un embudo metálico y al frasco y, por el otro, a un embudo grande de metal, que es el cono propiamente dicho. La válvula tendrá topes para evitar su rotación cuando esté en posición de completamente abierta o de completamente cerrada. El dispositivo se construirá con metal suficientemente rígido para evitar la distorsión o el cambio de volumen del cono grande. Las paredes del cono grande formarán un ángulo de unos 60° con la base, para que se llene con arena en forma uniforme.
- 3.1.3. Placa de base – Una placa de metal con un orificio central con una pestaña moldeada o maquinada, para recibir el embudo grande (cono) del dispositivo que se muestra en el Numeral 4.1.2. El plato de base puede ser redondo o cuadrado y será, como mínimo, 75 mm (3") más largo que el embudo grande (cono). La placa será plana en el fondo y tendrá suficiente espesor o rigidez para que sea firme. Se pueden usar placas con bordes levantados, lomos u otros refuerzos de, aproximadamente, 10 a 13 mm ($\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{2}$ ") de altura.
- 3.1.4. Arena – La arena que se utilice deberá ser limpia, seca, tener densidad y gradación uniformes, no cementada, durable y que fluya libremente. Se puede usar una gradación que presente un coeficiente de uniformidad (D60 /D10) inferior a 2, un

tamaño máximo de partículas menor a 2.0 mm (No. 10) y menos del 3 % en peso menor de 250 μm , (tamiz No. 60). Es necesario que la arena tenga una densidad y una gradación uniformes, para evitar la segregación durante el manejo, el almacenamiento y el uso. Se requiere arena sin finos y sin partículas finas de arena, para evitar cambios significativos de su densidad por las variaciones diarias normales de la humedad atmosférica. Es deseable el uso de arena formada por partículas durables, naturales y de forma redondeada. La arena triturada o con partículas angulares, no fluye libremente y puede crear puentes, dando como resultado la determinación inexacta de la densidad.

- 3.1.5. Balanza – Una balanza de capacidad de 20 kg (44 lb) y sensibilidad mínima de 5g (0.01 lb). Una balanza de estas características resulta adecuada cuando se utiliza el equipo indicado en la Figura 1.

Figura 1. Aparato para el ensayo del cono y arena



Fuente: Instituto Nacional de Vías Sección 100, Suelos.

- 3.1.6. Equipo para el secado – Horno u otro equipo adecuado para secar muestras con el fin de determinar su contenido de humedad.
- 3.1.7. Equipo misceláneo – Una pica pequeña, cinceles, destornillador o cucharas para excavar el hueco de ensayo, puntillas grandes o estacas para asegurar la placa de base, recipientes con tapa, bolsas de lona forradas con plástico u otros recipientes adecuados para contener las muestras para la determinación de la densidad y la humedad, así como para guardar la arena empleada en el ensayo; pequeña brocha de pintura, calculadora, cuaderno o formatos de ensayo, etc.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Se elige un sitio representativo del área a ser ensayada y se determina la densidad del suelo in- situ, de la siguiente manera:
 - 4.1.1. Se inspecciona el aparato para verificar que no tenga daños, que la válvula gire libremente y que el plato de base esté bien apoyado. Se llena el aparato con la arena acondicionada, previa determinación de su densidad y de la constante del cono. Se determina la masa total.
 - 4.1.2. Se prepara la superficie del sitio de ensayo para que forme un plano nivelado. Se puede usar la placa de base como herramienta para nivelar la superficie.
 - 4.1.3. Se coloca la placa de base sobre la superficie plana, verificando que esté en contacto con la superficie del suelo alrededor del borde de la pestaña del orificio central de la placa.
 - 4.1.4. Cuando no se pueda nivelar el suelo, o cuando queden vacíos en la superficie, se debe hacer un ensayo preliminar para determinar el volumen limitado horizontalmente por el cono, la placa y la superficie del terreno.
 - 4.1.5. El volumen del hueco de ensayo depende del tamaño máximo de las partículas del suelo que se ensaya y del espesor de la capa compactada. Los volúmenes de los huecos de ensayo deben ser tan grandes como sea práctico para reducir errores, y no deberán ser inferiores a los indicados en la Tabla 1. La profundidad del hueco se debe seleccionar de manera que dé lugar a una muestra representativa del suelo. En los controles de construcción, la profundidad del hueco debe ser, aproximadamente, el espesor de una o más capas compactadas. El procedimiento usado para calibrar la arena debe reflejar esta profundidad del hueco.

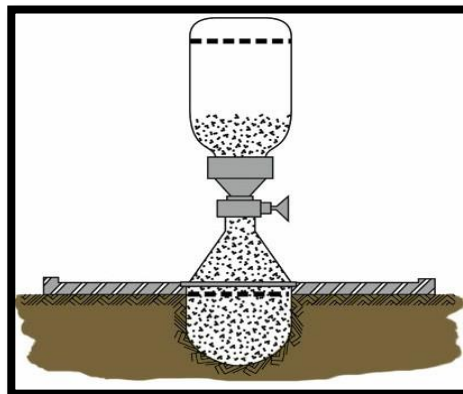
Tabla 1. Volúmenes mínimos del hueco de ensayo de acuerdo con el tamaño máximo de las partículas del suelo a ensayar

TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULAS		VOLUMEN MÍNIMO DEL HUECO DE ENSAYO	
mm	pulgadas	cm ³	pies ³
12.7	½	1415	0.05
25.4	1	2125	0.075
38.0	1 ½	2830	0.1

Fuente: Instituto Nacional de Vías Sección 100, Suelos.

- 4.1.6. Se excava el hueco de ensayo a través del orificio central de la placa base, teniendo cuidado para no alterar o deformar el suelo alrededor del hueco. Se limpia la pestaña del orificio de la placa de base, se invierte el aparato de cono y arena y se coloca el embudo grande (cono) en el orificio rebordeado, en la misma posición marcada durante la calibración.
- 4.1.7. Se abre la válvula y se deja que la arena llene el hueco, el cono y la placa de base (Figura 8). Es necesario tener cuidado para evitar que el aparato se mueva o vibre cuando la arena está fluyendo. Cuando la arena deja de fluir, se cierra la válvula.
- 4.1.8. Se determina la masa del aparato con la arena restante, y se calcula la masa de la arena utilizada.

Figura 2. Llenado del hueco con arena



Fuente: Instituto Nacional de Vías Sección 100, Suelos.

- 4.1.9. Se determina y se registra la masa del material húmedo que se retiró del hueco de ensayo. Cuando sea necesario hacer correcciones por sobretamaños del material, se determina la masa del material retenido en el tamiz apropiado y se anota. Se debe tener cuidado de evitar que se pierda humedad. Cuando sean necesarias, las correcciones por sobretamaños se harán de acuerdo con la norma INV E-143.
- 4.1.10. Se mezcla completamente el material y se obtiene una muestra representativa para determinar el contenido de humedad o se usa toda la muestra para ello.
- 4.1.11. Se determina el contenido de humedad, de acuerdo con las normas INV E-122, INV E-135 o INV E-150. Es preferible el uso de la norma INV E-122.
- 4.1.12. Las muestras para contenido de humedad deben ser suficientemente grandes y seleccionadas, de manera que representen todo el material extraído del hueco de ensayo. La masa mínima de las muestras tomadas para la determinación del contenido de agua debe ser tal, que permita el cálculo de la humedad con aproximación a 1.0 %.

5. CÁLCULOS

5.1. Los cálculos indicados son para la masa en gramos y los volúmenes en centímetros cúbicos. Se permite el uso de otras unidades, siempre y cuando se apliquen los factores de conversión apropiados para mantener la consistencia de unidades a lo largo de los cálculos.

5.2. Se calcula el volumen del hueco de ensayo, de la siguiente manera:

$$V = \frac{M_1 - M_2}{\rho_1} \quad \text{Ecu 1}$$

Donde:

- V: Volumen del hueco de ensayo, cm³;
- M₁: Masa de la arena que se utilizó para llenar el hueco, el cono y la placa de base, gr (Ver numeral 5.1.8);
- M₂: Masa de la arena que se utilizó para llenar conjunto cono + placa de base (constante del cono), gr.
- ρ₁: Densidad de la arena, g/cm³.

5.3. Se calcula la masa seca del material removido del hueco, de la siguiente manera:

$$M_4 = \frac{M_3}{(W + 100)} * 100 \quad \text{Ecu 2}$$

Donde:

M4: Masa seca del material removido del hueco de ensayo, gr;

M3: Masa húmeda del material removido del hueco de ensayo, gr;

W: Contenido de agua del material removido del hueco de ensayo, %.

5.4. Se calcula la densidad húmeda in-situ del material (ρ_m), con la fórmula:

$$\rho_m = \frac{M_3}{V} \quad \text{Ecu 3}$$

5.5. Se calcula la densidad seca in-situ del material (ρ_d), de la siguiente forma:

$$\rho_d = \frac{M_4}{V} \quad \text{Ecu 4}$$

Nota: Para expresar las densidades en lb/pie³, los valores obtenidos en g/cm³ se deberán multiplicar por 62.43.

5.6. Se calcula el peso unitario seco en el sitio, γ_d , de la siguiente forma:

$$\gamma_d = \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \right) = \rho_d * 9,807 \quad \text{Ecu 5}$$

$$\gamma_d = \left(\frac{\text{lb f}}{\text{pie}^3} \right) = \rho_d * 62,43 \quad \text{Ecu 6}$$

Donde: ρ_d : Densidad seca en el sitio, g/cm³.

5.7. Si se requiere expresar el peso unitario seco en el sitio como porcentaje, por ejemplo, el peso unitario seco máximo obtenido mediante el ensayo de compactación modificado, norma INV E-142, esta relación se determina dividiendo el peso unitario seco en el sitio por el peso unitario seco máximo y multiplicando por 100.

6. INFORME

6.1. El informe debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

- 6.1.1. Localización del ensayo: abscisa, cota, espesor de la capa ensayada y otros datos pertinentes para ubicar e identificar el ensayo.
- 6.1.2. Volumen del hueco de ensayo, cm^3 .
- 6.1.3. Densidad húmeda en el terreno (ρ_m), g/cm^3 .
- 6.1.4. Densidad seca en el terreno (ρ_d), g/cm^3 .
- 6.1.5. Peso unitario seco en el sitio kN/m^3 o lbf/ft^3 , expresado con aproximación a 0.1 kN/m^3 o 1.0 lbf/ft^3 .
- 6.1.6. Contenido de agua del suelo en el terreno, expresado como un porcentaje de la masa seca, y el método utilizado para determinarlo.
- 6.1.7. La identificación del aparato de cono utilizado y su respectiva constante del cono para la arena empleada.
- 6.1.8. Densidad de la arena utilizada (ρ_1), g/cm^3 .
- 6.1.9. Descripción visual del suelo o clasificación del material.
- 6.1.10. Masa y porcentaje de sobretamaños y tamiz utilizado para separación, si se usó.
- 6.1.11. Observaciones sobre el ensayo, si hay lugar a ello.
- 6.1.12. Si se expresan la densidad seca y el peso unitario seco en el terreno como porcentaje de otros valores, se debe incluir lo siguiente:
 - 6.1.12.1. El método utilizado para determinar la densidad seca máxima de referencia.
 - 6.1.12.2. La densidad seca máxima o el peso unitario seco máximo usado para la comparación, y el óptimo contenido de agua (humedad) usado.
 - 6.1.12.3. La corrección por sobretamaños del material y sus detalles.
 - 6.1.12.4. El porcentaje de compactación.
- 6.1.13. Si la densidad, el peso unitario o la humedad en el terreno se usan con fines de aceptación o rechazo, se incluye el criterio aplicable al ensayo.

7. PRECISIÓN Y SESGO

- 7.1. Precisión – Debido a la naturaleza del método de ensayo no se presentan datos sobre precisión. No es factible o resulta muy costoso convocar diez o más laboratorios para que participen en un programa de ensayos en el terreno en un lugar específico para hacer el estudio correspondiente.

- 7.2. Sesgo – No hay valor de referencia aceptado para este método; por lo tanto, no es posible determinar el sesgo.

ANEXO B. Ensayo para determinar la humedad de suelos empleando un probador con carburo de calcio

INV E – 150 – 13

1. OBJETO

Este método de ensayo se emplea para determinar la humedad de suelos empleando un probador en el cual el agua disponible en una muestra de suelo de masa especificada reacciona químicamente con volumen determinado de carburo de calcio, produciendo un gas cuya presión es medida por el manómetro del probador. Esta norma reemplaza la norma INV E–150–07.

2. RESUMEN DEL MÉTODO

Un volumen determinado de carburo de calcio, se coloca dentro del probador junto con dos esferas de acero y una muestra representativa del suelo sin partículas mayores de 4.75 mm, cuya masa sea la especificada por el fabricante del aparato. Una vez cerrado, el probador se sacude vigorosamente en un movimiento rotatorio que hace que el carburo entre en contacto con el agua del suelo, produciéndose gas acetileno en cantidad proporcional al agua disponible. El contenido aparente de agua se puede leer, entonces, en un manómetro adaptado al probador, el cual está calibrado para que la lectura que entrega sea, directamente, el contenido de agua de la masa especificada de suelo.

3. IMPORTANCIA Y USO

- 3.1. El contenido de agua de un suelo, medido en el terreno o en el laboratorio, se usa prácticamente en todos los ámbitos de la ingeniería geotécnica. Con alguna frecuencia, se requiere conocer su valor con premura en sitios donde no hay hornos disponibles. En situaciones como esa, el método descrito en esta norma resulta apropiado.
- 3.2. Los resultados de este ensayo se han utilizado para el control de compactación de terraplenes y otras estructuras de suelo.

- 3.3. Este método de ensayo no es tan preciso como otros, por ejemplo, el descrito en la norma INV E-122.

4. EQUIPO

- 4.1. Un probador de presión – Con un manómetro adaptado en su tapa.
- 4.2. Balanzas – Un juego de balanzas manuales o una balanza electrónica portátil.
- 4.3. Dos esferas de acero – Suministradas por el fabricante del probador.
- 4.4. Cuchara – Para medir el reactivo de carburo de calcio.
- 4.5. Tamiz – De 4.75 mm (No. 4).
- 4.6. Elementos misceláneos – Brocha y trapo para limpieza, gafas para la protección del operario, etc.
- 4.7. Equipo requerido en la norma INV E-122 – Para realizar los ensayos de comparación y preparar las curvas de calibración.

5. MATERIALES

Reactivo de carburo de calcio – El carburo de calcio deberá estar finamente pulverizado y deberá ser de un grado tal, que pueda producir gas acetileno en una cantidad de, por lo menos 0.14 m³/kg (2.25 pie³/lb).

6. PROCEDIMIENTO

- 6.1. Se remueve la tapa del probador y se coloca dentro de la cámara la cantidad de carburo de calcio recomendada por el fabricante del aparato, junto con las dos esferas de acero del kit de ensayo. La mayoría de los equipos construidos para ensayar muestras de 20 g, requieren aproximadamente 22 g del reactivo (usando la cuchara que viene con el kit, ésta deberá llenarse dos veces).
- 6.2. Usando la balanza manual o electrónica que viene con el equipo, se pesa una muestra de suelo de la masa exacta especificada por el fabricante del instrumento, que no contenga partículas de más de 4.75 mm. La masa se debe determinar con aproximación a 0.1 g.
- 6.3. Se coloca la muestra de suelo en la tapa del probador y, entonces, con el aparato en una posición aproximadamente horizontal, se inserta la tapa en la cámara de presión y se sella la unidad, apretando la abrazadera y teniendo cuidado de que

el carburo no se ponga en contacto con el suelo hasta cuando se haya logrado un sellado completo.

- 6.4. Se levanta el probador hasta una posición vertical, de tal manera que el suelo que estaba en la tapa caiga dentro del recipiente de presión. Se golpea con la mano un costado el probador, para asegurar que toda la muestra se desprendió de la tapa.
- 6.5. Se agita vigorosamente el aparato con un movimiento rotacional, para que las esferas de acero rueden por toda la circunferencia interna impactando y pulverizando el suelo y el reactivo. Este movimiento también previene que las esferas golpeen el orificio que conduce al manómetro. La agitación se deberá continuar por lo menos durante 60 segundos con arenas, y hasta por 180 segundos o más con arcilla. Se debe verificar de manera periódica el progreso de la aguja del manómetro. Se debe permitir que la aguja se estabilice a medida que el calor producido por la reacción química se va disipando.
- 6.6. Cuando la aguja se deje de mover, se lee el dial manteniendo el instrumento en una posición horizontal a la altura del ojo. Si la aguja supera el límite de medida del manómetro, se deberán repetir los pasos, usando una nueva muestra de suelo, cuya masa sea la mitad de la anterior. Cuando se usa media muestra, la lectura final del dial del manómetro se debe multiplicar por dos para obtener el dato con el cual se entra a la curva de calibración.
- 6.7. Se registra la lectura del dial y se usa la curva de calibración apropiada para determinar el contenido de agua corregido, como porcentaje de la masa seca, anotándose el valor correspondiente.
- 6.8. Con la tapa del instrumento apuntando en dirección opuesta al operador, se elimina lentamente la presión del gas. Se vacía la cámara del probador y se examina el material en cuanto a terrones. Si la muestra no está completamente pulverizada, el ensayo se deberá repetir empleando una nueva muestra.
- 6.9. Empleando la brocha y el trapo de limpieza, se limpian perfectamente la cámara y la tapa de todo carburo y suelo que tenga adheridos, antes de realizar otro ensayo. La ejecución repetida de ensayos puede causar recalentamientos en el aparato, los cuales afectan los resultados. El probador se deberá encontrar aproximadamente a la misma temperatura que tenía durante el proceso de calibración (se verifica tocándolo por fuera). Esto puede requerir de un leve calentamiento del aparato cuando se vaya a emplear en un instante en que la

temperatura ambiente sea muy baja. Los especímenes de suelo sometidos a este ensayo no se pueden emplear en pruebas posteriores, debido a que se encuentran contaminados con el reactivo.

7. PRECISIÓN Y SESGO

- 7.1. Precisión – La precisión de éste método se basa en un estudio realizado en el Florida DOT en 2007. Se reunieron ocho técnicos, quienes analizaron un arena fina con 5 % de finos no plásticos, con tres humedades diferentes (la meta era lograr humedades de 8%, 12.5% y 16.5%). Cada “resultado de ensayo” reportado, representó una determinación individual y todos los técnicos reportaron de 3 a 5 réplicas para cada contenido de agua.
- 7.2. Sesgo – Durante el estudio, el contenido de agua se calculó también con el método que describe la norma INV E-122. El sesgo relativo para cada contenido de agua se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Estudio de precisión sobre la determinación de la humedad del suelo con el probador de carburo de calcio.

CONTENIDO DE AGUA DESEADO (%)	PROMEDIO DE LOS PROMEDIOS DE LOS LABORATORIOS	REPETIBILIDAD DESVIACIÓN ESTÁNDAR	REPRODUCIBILIDAD DESVIACIÓN ESTÁNDAR (r)	LÍMITE DE REPETIBILIDAD (R)	LÍMITE DE REPRODUCIBILIDAD	SESGO (%)
8.0	8.7	0.22	0.24	0.61	0.68	106.9
12.5	13.2	0.23	0.39	0.63	1.10	103.4
16.5	17.5	0.60	0.34	1.67	2.62	105.8

Fuente: Instituto Nacional de Vías Sección 100, Suelos.

Dentro de la programación de obra es importante conocer el tiempo de ejecución de cada actividad, según el rendimiento de los trabajadores, permitiendo establecer horarios que favorezcan la toma de muestras para el ensayo. Este ensayo no se puede realizar en condiciones

de saturacion o precipitacion por posibles alteraciones en el material de muestra y en la calibracion de los equipos obteniendo resultados erroneos.

En la construccion de cunetas se vuelve un tema complicado programar el ensayo, puesto que por condiciones climaticas de la region, no es posible dejar de un dia para otro la toma de muestras, las condiciones ideales de humedad pueden variar por una repentina precipitacion, problemas de infiltracion, escorrentia, nacimientos de aguas, desbordamientos, etc. Provocando la obtencion de resultaos erroneos, por lo que se hace necesario realizar el mejoramiento del terreno e inmediatamente despues de su finalizacion, realizar el ensayo.

La funcion como ingeniero residente ademas de realizar la programcion con el personal encargado para la toma de muestras y realizacion del ensayo es, verificar que el procedimiento se realice correctamente, comprobando que los datos tomados son reales y que el ensayo se hizo de acuerdo a lo que se establece en la norma. Con la aplicación del ensayo y la obtencion de resultados positivos, se liberaba una pista de 100 metros lineales, siendo punto de referencia el lugar donde se tomo la muestra.

ANEXO C. Ensayo para de terminar el asentamiento del concreto

I.N.V. E – 404 – 07

1. OBJETO

- 1.1. Esta norma tiene por objeto establecer el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en las obras y en el laboratorio.
- 1.2. Este ensayo no es aplicable cuando el concreto contiene una cantidad apreciable de agregado grueso de tamaño mayor a 37.5 mm ($1\frac{1}{2}$ ") o cuando el concreto no es plástico o cohesivo. Si el agregado grueso es superior a 37.5 mm ($1\frac{1}{2}$ "), el concreto deberá tamizarse con el tamiz de este tamaño según la norma INV E – 401 "Muestras de Concreto Fresco".
- 1.3. Concretos que presenten asentamientos menores a 15mm ($\frac{1}{2}$ ") pueden no ser adecuadamente plásticos y concretos que presenten asentamientos mayores a 230mm (9") pueden no ser adecuadamente cohesivos para que este ensayo tenga significado. Se debe tener precaución en la interpretación de estos resultados.
- 1.4. Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados como la norma.

- 1.5. Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien emplee esta norma el establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y el determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su empleo.

2. EQUIPO

- 2.1. Molde – Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1.14 mm (0.045"). Su forma interior debe ser la superficie lateral de un tronco de cono de 203 ± 2 mm ($8" \pm 1/8"$) de diámetro en la base mayor, 102 ± 2 mm ($4" \pm 1/8"$) de diámetro en la base menor y 305 ± 2 mm ($12" \pm 1/8"$) de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies, como se indica en la Figura 1. La costura de la lámina debe ser esencialmente como la indicada en la Figura 1. El interior del molde debe estar libre de abolladuras, ser liso y sin protuberancias.
- 2.2. Varilla compactadora – Debe ser de hierro liso, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro y de longitud aproximada de 600 mm (24"); el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 8 mm (5/16").

3. MUESTRA:

La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto. Dicha muestra se debe obtener de acuerdo con la norma INV E – 401.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.
- 4.2. Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario

inclinarse ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

- 4.3. Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical.

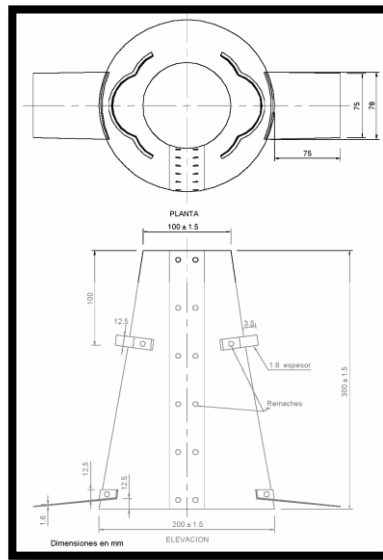
El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

- 4.4. Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

La prueba de asentamiento da a conocer el estado del concreto y nos permite decidir si este se encuentra apto según las condiciones solicitadas. Por lo general el concreto solicitado debe estar entre 1" y 4" de asentamiento, esto con el fin de garantizar que la mezcla se distribuya uniformemente por todo el encofrado de la estructura, esta condición impide la segregación del concreto cuando la estructura donde se va a verter tiene una altura mayor a 1,50m.

Figura 3. Molde para determinar el asentamiento



Fuente: Instituto Nacional de Vías E 404-07.

Se debe anotar el asentamiento del espécimen con aproximación al medio centímetro.

Una vez realizado el ensayo de asentamiento se procede a la toma de muestras cilíndricas para realizar ensayos de tracción y compresión en el laboratorio. Es responsabilidad del encargado supervisar que el ensayo se realice de acuerdo a lo establecido en la norma para determinar las condiciones en las que se encuentra el concreto. De este análisis depende el proceso general del vertido del concreto, el encargado está en la autoridad de no recibir la mezcla de concreto cuando esta no cumple con las condiciones solicitadas.

ANEXO D. Detalles constructivos de alcantarillado

Los muros de cabecera o cabezotes y de aletas retienen el material del terraplén, protegiéndolo de la erosión y acortando la longitud de la alcantarilla, además de dar estabilidad al extremo de la tubería al actuar como contrapeso ante posibles fuerzas de supresión. Las aletas ayudan a guiar el flujo hacia la alcantarilla, mejorando su desempeño hidráulico. Su orientación y su longitud se proyectan para asegurar la entrada del flujo al conducto. Atendiendo al criterio

hidráulico, un ángulo de 45° es ideal para las aletas, pero se podrá modificar para las condiciones específicas en cada caso.

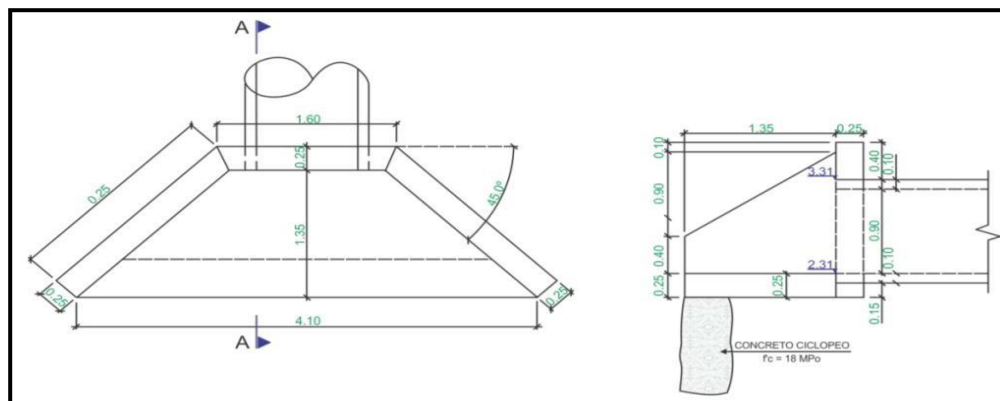
Las placas de solera protegen la tubería contra la erosión, facilitan la entrada de agua al conducto y contrarrestan las fuerzas de supresión.

En función de los niveles de la corriente interceptada con respecto a la vía, se pueden requerir obras complementarias tales como canales o rápidas lisas o escalonadas que conduzcan el agua adecuadamente hasta la entrada de la alcantarilla. Así, por ejemplo, en los cortes de gran magnitud en que la vía está localizada muy por debajo del terreno natural, es necesario emplear rápidas escalonadas para conectar la corriente existente con la alcantarilla que cruza bajo la vía, mientras que, si la diferencia de nivel no es tan alta, se puede emplear un canal.³

Alcantarillas para desagüe de cunetas, filtros y zanjas de coronación, estas alcantarillas, en las cuales los caudales son bajos y la estructura de entrada es una poceta o caja que colecta las aguas provenientes de cunetas, filtros o bajantes, se diseñan como un canal con una pendiente tal que la velocidad se encuentre entre la mínima y la máxima permisibles. El diámetro mínimo de todas las alcantarillas, incluyendo las alcantarillas de alivio de cunetas, es de 0.90 m.

Por principio, las alcantarillas deben ser diseñadas con un nivel de agua a la entrada inferior a 1.20 veces la altura de la alcantarilla, pues se debe evitar el contacto de la estructura de pavimento con el agua, así como la afectación de las propiedades aguas arriba, además de proveerse un margen para el paso de material flotante y basuras. (Echeverry, Lizcano, 2009).

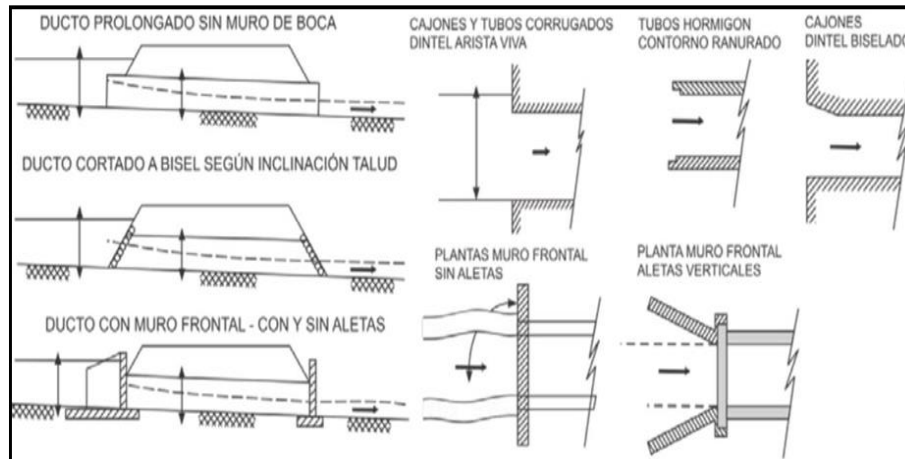
Figura 4. Elementos típicos de alcantarillas: cabezote, aletas, solera y dentellón.



Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009.

En las zonas en las cuales el arrastre de sedimentos por parte de la corriente es muy alto o las pendientes son muy altas e inestables y existen desprendimientos de detritos y rocas de gran tamaño, existen diferentes criterios para dimensionar las alcantarillas. El primero, consiste en proyectar una estructura de mayor tamaño a los requerimientos hidráulicos, que permita el paso de los materiales de arrastre; el segundo consiste en construir en la corriente o quebrada, aguas arriba de la estructura, una obra de retención del material de arrastre y el tercero consiste en reemplazar la alcantarilla por un pontón de gálibo suficiente para el paso del material. La selección de una de estas alternativas se debe realizar a partir de las soluciones factibles para el caso específico y de un análisis de sus costos.

Figura 5. Clasificación de alcantarillas según condiciones de entrada.



Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009

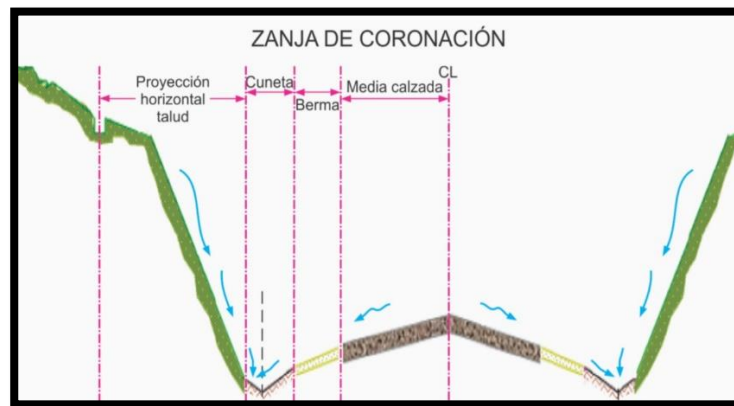
ANEXO E. Diseño y detalles de cunetas

Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte, conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición. Las cunetas construidas en zonas en terraplén protegen también los bordes de la berma y los taludes del terraplén de la erosión causada por el agua lluvia, además de servir, en muchas ocasiones, para continuar las cunetas de corte hasta una corriente natural, en la cual entregar. Para las cunetas en zonas de corte, los puntos de disposición son cajas colectoras de alcantarillas y salidas laterales al terreno natural en un cambio de corte a

terraplén. En las cunetas en terraplén, las aguas se disponen al terreno natural mediante bajantes o alivios y en las cunetas de un separador central las aguas también son conducidas a la caja colectora de una alcantarilla.

Las cunetas se deben localizar esencialmente en todos los cortes, en aquellos terraplenes susceptibles a la erosión y en toda margen interna de un separador que reciba las aguas lluvias de las calzadas. Las abscisas en las cuales se deben ubicar cunetas y puntos de desagüe deben ser obtenidas a partir del análisis de los perfiles de la vía (con sus líneas de chaflán de corte y de relleno) y del diagrama de peraltes en donde se indica el sentido del bombeo (pendiente transversal) para el caso de dobles calzadas. (Echeverry, Lizcano, 2009).

Figura 6. Área aferente a las cunetas



Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009

La sección transversal de la vía y dentro de ella la de la cuneta, juega un papel fundamental en la seguridad vial, por lo que, al proyectar las cunetas con una determinada sección, este aspecto debe ser considerado.

Cunetas con una sección inadecuada pueden originar problemas de encunetamiento de los vehículos y, en los casos más graves, hasta vuelco, más aún si por limitaciones de espacio se proyectan berma-cunetas, las que necesariamente implican circulación o permanencia de vehículos cerca a la cuneta.

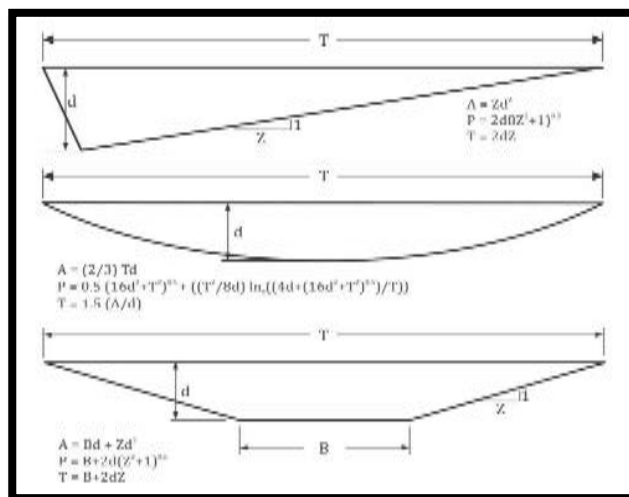
Secciones rectangulares o trapezoidales profundas o con taludes altos hacen infranqueables o dificultan en gran manera la salida de vehículos, por lo que, en caso de ser empleadas, deben estar acompañadas de barreras de seguridad, bordillos o guardarruedas o, como mínimo, de señales de advertencia, desde el punto de vista de seguridad de estos elementos que obstaculizan el tránsito vial (separación mínima desde el borde de la calzada de 60 centímetros).

En casos excepcionales donde las condiciones no permiten la excavación del talud superior, se aceptará la eliminación de la berma y se recurrirá a la construcción de cunetas de sección rectangular con tapa o rejilla. Una cuneta y en general, se revisten con los siguientes objetivos:

- ✓ Reducir la infiltración, la cual puede afectar la estructura misma del pavimento.
- ✓ Reducir el área mojada por permitir mayores velocidades del flujo.
- ✓ Prevenir crecimientos vegetales.
- ✓ Reducir los costos de mantenimiento.
- ✓ Mayor vida útil del canal.
- ✓ Mayor estabilidad de la sección.

Se considera, entonces, que el revestimiento de las cunetas para vías de primer y segundo orden es necesario, mientras que para vías de tercer orden es opcional y se debe definir a partir de un análisis técnico y de costos, dentro del cual se incluya el mantenimiento.

Figura 7. Secciones cunetas típicas y propiedades geométricas.



Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009

ANEXO F. Fibras sintéticas para refuerzo de concreto.

Una particularidad de este proyecto es la sustitución del acero de refuerzo por microfibras sintéticas que aportan las mismas características y comportamientos mecánicos que el refuerzo tradicional, además ofrecen ventajas adicionales que hacen de este un producto muy completo y necesario.

Fotografía 1. Fibra sintética estructural.



Descripción del producto

Las fibras MPH FIBER PLUS son microfibras sintéticas estructurales para el refuerzo de hormigones. Gracias a los tratamientos físico-químicos en su proceso de fabricación, la adherencia fibra-hormigón es óptima.

Propiedades

- ✓ Incremento de absorción de energía e incremento de resistencia a tracción.
- ✓ Aportan resistencias residuales a flexo – tracción, superiores a las mínimas recomendadas por la nueva Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), por lo que se consideran fibras estructurales.
- ✓ Reducción de las microfisuras por retracción durante el fraguado, evitando la formación de fisuras mayores.
- ✓ Disminuye la permeabilidad.
- ✓ Aumento de la resistencia al impacto y a la abrasión.
- ✓ Reduce el riesgo de disgregación de la masa.

- ✓ No le afectan los procesos de corrosión y oxidación a diferencia de los hormigones reforzados metálicamente.

Características Técnicas

- ✓ Materia Prima: Polipropileno Copolímero.
- ✓ Densidad: 0,91 gramos/cm³
- ✓ Absorción de humedad: NULA
- ✓ Fluidez: 1,8 a 3,2 gramos/minuto según método ASTM D-1238
- ✓ Colores disponibles: Blanco Natural/ Gris / Negro
- ✓ Proceso de Transformación: Extrusión
- ✓ Sistema: Monofilamento plano y grabado
- ✓ Resistencia a la tensión: 560 MPa.
- ✓ Elongación según el método ASTM D-638: 7%
- ✓ Módulo de elasticidad: 20,5 GPa.
- ✓ Temperatura de distorsión: 110° C según el método ASTM D-648
- ✓ Temperatura de descomposición: 280° C según el método ASTM D-648
- ✓ Grosor de la fibra: 5.700 denniers
- ✓ Diámetro equivalente=0,93 mm aprox.
- ✓ Longitud de la fibra: 48 mm

Dosificación

- ✓ Para soleras y pavimentos, la dosificación recomendada está entre 2 g/m³ y 10 kg/m³, en función de las solicitudes.
- ✓ Para hormigones proyectados, la dosificación recomendada está entre 3kg/m³ y 10 kg/m³. La relación de dosificación en comparación con las fibras metálicas para igualar absorción de energía está entre 1/4 y 1/8, dependiendo del tipo de fibras, y su inter - actuación con la guía prescrita.

Añadir como un componente más del hormigón durante el proceso de fabricación del hormigón, o en obra con reamasado adicional.

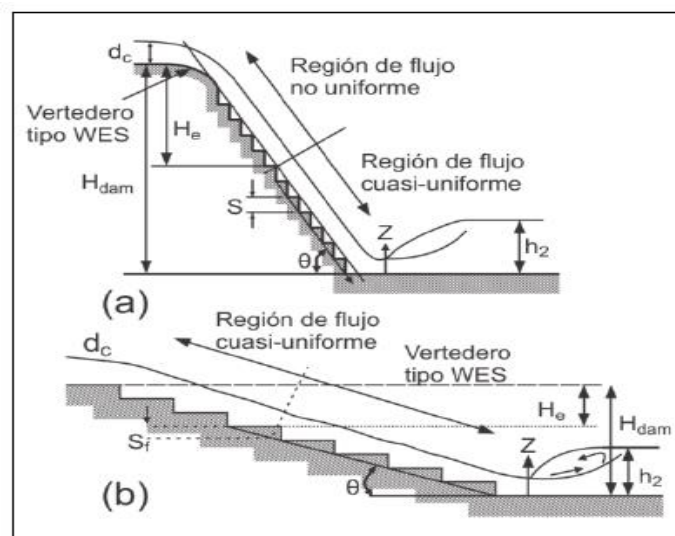
Fibra Polimérica para uso estructural en hormigones, morteros y pastas, según norma UNE EN 14889 – 2:2008. Certificado de Conformidad CE N°: 1035 – CPD – ES024048 (*MPH-Fiber-PLUS-48.pdf*, s. f.)

El descole de las cunetas y en general el de las estructuras hidráulicas, se debe realizar sin alterar drásticamente los patrones de flujo del cuerpo de agua receptor y sin originar problemas de socavación. Así, en cada punto de desagüe de un tramo de cuneta es necesario evaluar el impacto potencial sobre la corriente receptora en cuanto a cambios de velocidad y caudal y minimizar la erosión, ya sea con un mejor ángulo de entrega del canal y/o una velocidad igual o menor a la de la corriente receptora. Esto último se logra con disminuciones en la pendiente del canal de entrega o con incrementos en la rugosidad del revestimiento o en la sección transversal del canal. Las condiciones para asegurar un adecuado descole de cunetas deben ser analizadas cuidadosamente en el terreno, pues pueden ser proyectadas más allá del derecho de vía, requiriendo de servidumbres.

ANEXO G. Diseño de estructuras de caída escalonada

El diseño consiste en determinar la velocidad (v_w) y la profundidad del flujo (d_w) en la estructura, la energía al final de la estructura (E_{res}) y el incremento de la profundidad del flujo por efecto del aire ($\gamma 0.9$) para determinar la altura de muros de la estructura (H_w). Dados un ancho de canal (B), una caída total (H_{dam}), un ángulo del canal (θ) y un caudal de diseño (Q_w), la profundidad crítica se calcula como $d_c = [(Q_w/B)^2/g]^{1/3}$, valor con el que la altura total relativa de caída es H_{dam}/d_c .

Figura 8. Detalle para diseño de rápida escalonada.



Fuente: Manual de drenaje de carreteras, 2009.

Posteriormente se selecciona la caída en cada escalón (S) de manera que se forme una condición de flujo tipo rasante. Para ello se debe cumplir la siguiente condición:

$$0,1 \leq S/dc \leq \left(S/dc \right)_s$$

$$\left(S/dc \right)_s = \frac{7}{6} (\tan \theta)^{1/6}$$

En las anteriores ecuaciones θ se encuentra en grados y se aplica para valores entre 5.7° y 55° . Los autores recomiendan valores de $S/dc > 0.25$ para incrementar las pérdidas de energía en la estructura.

De acuerdo a la pendiente del terreno cambia el Angulo de caída del flujo, el cual se puede clasificar en 2 Tipos, Tipo A Y Tipo B, el Tipo A es cuando $\theta > 19^\circ$ donde la lámina de agua es paralela al fondo formado por las esquinas exteriores del escalón y el Tipo B es cuando el flujo de agua fluye paralelo a la huella del escalón. (Invias, 2009, p.262)

ANEXO H. Tipos y funciones de canal rápido.

Es importante que el canal incluya componentes o estructuras que disipen la energía del agua, y de acuerdo a los requerimientos de disipación y condiciones de flujo, se pueden proponer varias alternativas, algunas de estas:

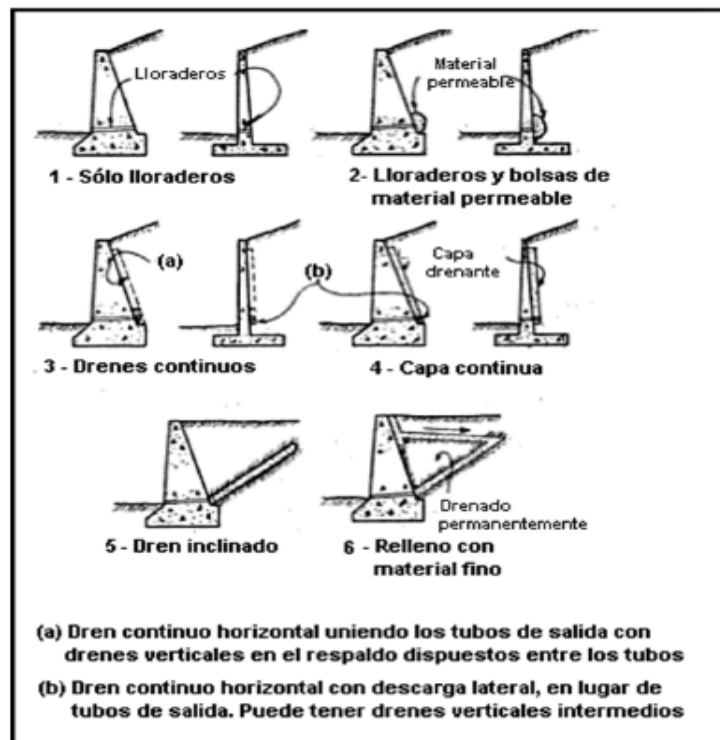
- ✓ Bloques de concreto o bloques de roca: Sobresalen en el fondo del canal y/o lateralmente; son elementos que bloquean el flujo y ayudan en el proceso de disipación de la energía del agua.
- ✓ Rápidas escalonadas con tapa: El sistema consiste en una rápida con una serie de tapas que interceptan los chorros de agua y facilitan la disipación.
- ✓ Rápidas escalonadas con vertedero y pantalla: Son canales de fondo liso que conducen el agua al pie del talud o a una cañada. En estos canales el agua adquiere grandes velocidades y se requiere la construcción de una estructura de disipación o tanque de amortiguación en el pie del talud. Las estructuras de disipación también se pueden construir en varios sitios a lo largo del canal, de acuerdo con las condiciones topográficas e hidráulicas de éste.
- ✓ Disipador de caída libre: Consiste en un vertedero y un contra-vertedero, en los cuales se trata de producir un resalto hidráulico.

- ✓ Disipadores por rugosidad: Son canales rugosos que disipan energía, debido a la turbulencia causada por esa rugosidad. Comúnmente se construyen de piedra pegada con concreto o de elementos prefabricados. (Invias, 2009, p.262)

ANEXO I. Usos de Subdrenajes para muros de contención

La Figura 9, presenta esquemas con diferentes disposiciones de drenaje en grado ascendente de complejidad, hasta llegar a aquéllas que modifican la red de flujo a través del relleno, haciendo nulas las fuerzas de filtración. La manera más efectiva de controlar el drenaje en el relleno del muro es colocando una capa permeable inclinada con un dren longitudinal (disposiciones 5 y 6 de la Figura). La capa permeable minimiza los excesos de presión hidrostática en el plano de falla a causa de la filtración de agua subterránea y la eventual infiltración del agua lluvia.

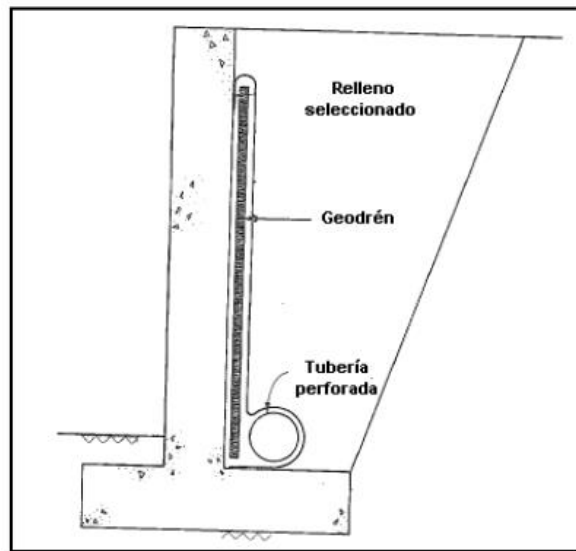
Figura 9. Sistemas típicos de drenaje en el respaldo de un muro de Contención.



Fuente: Deslizamientos-Técnicas de remediación, tomo II, 2009

La colocación del dren contra el respaldo del muro (disposición 4) es menos efectiva, pues se traduce en mayores cargas contra el muro. Sin embargo, si éste es de baja altura (menor de 3 metros), el incremento de carga puede ser poco significativo y el dren puede ser usado con efectividad. En este caso, el sistema puede estar constituido por una capa permeable o por un geodrén con su correspondiente tubería colectora (ver Figura 10).

Figura 10. Geodrén usado como dren adyacente a la pared del muro.



Fuente: Deslizamientos-Técnicas de remediación, tomo II, 2009

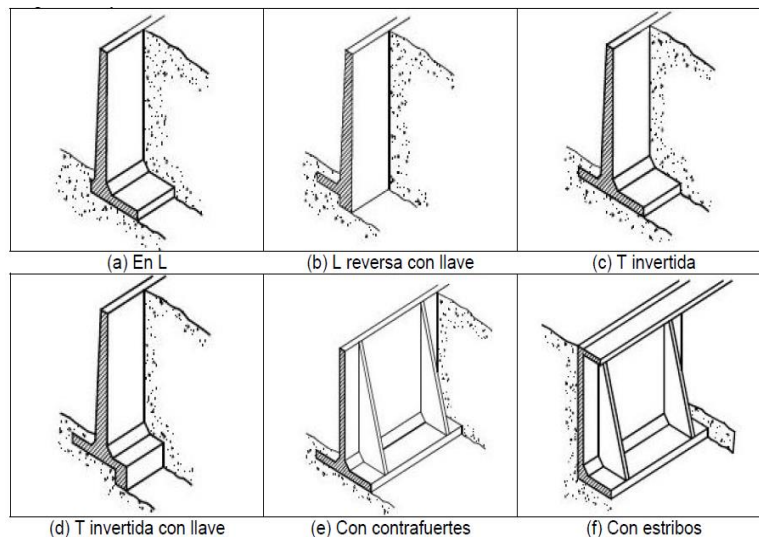
Con el fin de impedir que se genere una presión de poros exagerada sobre la pared de un muro de contención en concreto, se deben construir huecos de drenaje o lloraderos donde se ajustan tubos rígidos de no menos de 75 milímetros de diámetro. El espaciamiento entre lloraderos no debe ser mayor de 150 centímetros en sentido horizontal ni de 100 centímetros en sentido vertical. Se debe colocar un geotextil contra la pared, directamente detrás de cada lloradero, para impedir que se colmate con fragmentos granulares del material del relleno. Aunque teóricamente las disposiciones más elaboradas no implican la necesidad de los lloraderos, su construcción siempre resulta recomendable.

ANEXO J. Consideraciones para muros de contención

Una estructura de concreto reforzado resiste los movimientos debidos a la presión de la tierra y a posibles eventos sísmicos. El muro a su vez se apoya en una cimentación por fuera de la masa inestable. Existen los siguientes tipos de muro reforzado (Figura 11):

- ✓ Muros empotrados o en voladizo: contruidos en forma de L o T invertida, compuestos por una placa monolítica semivertical o inclinada con otra placa base (Figura 11 (a, c)).
- ✓ Muros con contrafuertes: son aquellos en los que la placa vertical está soportada por contrafuertes monolíticos que le dan rigidez y ayudan a transmitir la carga a la placa de cimentación (Figura 11 (e)).
- ✓ Muros con estribos: adicionalmente a la placa vertical, la placa de cimentación, los contrafuertes, tienen una placa superior sub-horizontal que aumentan la rigidez y capacidad para soportar momentos (Figura 11).

Figura 11. Tipos de muro de contención en concreto reforzado.



Fuente: Suárez, 1998.

En la mayoría de los casos se colocan llaves o espolones de concreto debajo de la placa de cimentación para mejorar la resistencia al deslizamiento (Figura 11 (b, d)).

Se puede considerar el uso de muros en voladizo como soporte temporal y permanente de masas de suelo y roca estables e inestables. La factibilidad de utilizar un muro en voladizo en una ubicación determinada se debe basar en las condiciones del suelo y la roca dentro de la profundidad embebida del elemento vertical que debe soportar el muro. Dependiendo de las condiciones del suelo, los muros de contención en voladizo menores a 4.5m de altura son usualmente factibles (Sección 11 - *Muros, Estribos y Pilas.pdf*, s. f.)

En todos los casos los muros de concreto armado debe contener un sistema de drenaje detrás de su pared vertical o un sistema de lloraderos o salidas para el agua represada detrás del muro. Debe considerarse que, en suelos completamente secos, la presencia del muro puede inducir el represamiento de pequeñas cantidades de agua de infiltración. Para evitar fisuras o grietas relacionadas con cambios de temperatura debe preverse la construcción de juntas estructurales.

Aplicaciones

- ✓ Como estructura de contención de tierras y soporte a excavaciones en laderas.
- ✓ En la corrección de deslizamientos rotacionales de poca altura (<8 metros) en suelos y deslizamientos traslacionales en suelos; involucrando materiales como arcillas y coluviones.
- ✓ Como estructura hidráulica en aliviaderos y en delimitación de canales. (Suárez, 2001).

ANEXO K. Superficies podotáctiles y demarcaciones.

La movilidad reducida visual no sólo hace referencia a la ceguera total, sino a limitaciones que impiden tener una visión perfecta y que inciden en la libertad de movimiento y de desplazamiento del afectado. Algunas de estas son: limitaciones en el campo visual (limitación en visión lateral o superior e inferior); pérdida parcial de la visión central (incapacidad para ver detalles); pérdida de agudeza (se percibe borroso); oscilaciones incontrolables del globo ocular. (Londoño et al., s. f.)

Es necesario instalar elementos que se puedan diferenciar dentro de las estructuras de urbanismo, ya sea por su color, su distribución o ubicación, forma, tamaño, etc. Cualquier zona peatonal debe contar con elementos y patrones de circulación de guía y alerta, cuya función es avisar, prevenir y dirigir a todas las personas que presenten cualquier tipo de limitación visual o problemas de orientación.

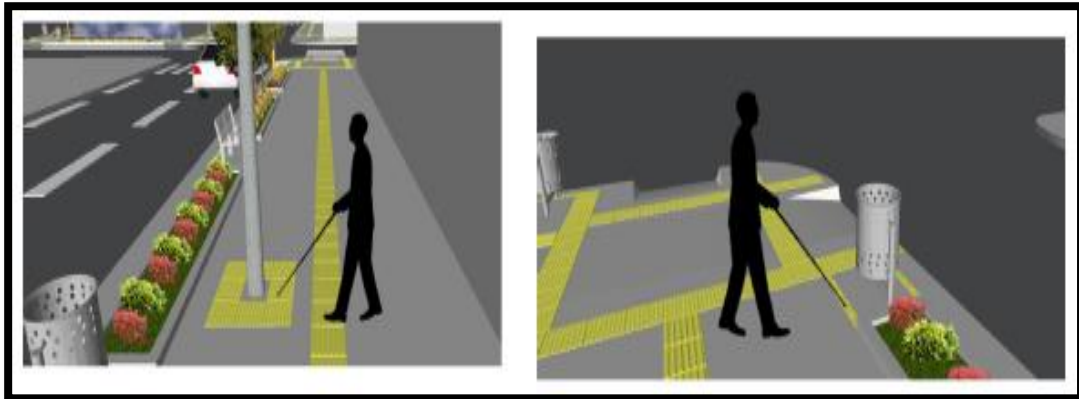
Según lo establecido en la cartilla de andenes de la Secretaria Distrital de Planeación de Bogotá, el diseño y construcción de superficies podotáctiles se debe aplicar, en lo pertinente, la Norma Técnica Colombiana NTC 5610 "Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización táctil" o aquella que la modifique, adicione o sustituya.

- ✓ Los elementos prefabricados mediante los cuales se componen las superficies táctiles guía y alerta deben ser utilizados, exclusivamente, para configurar el sistema de guía para el tránsito de las personas con movilidad reducida visual. NO deben ser dispuestas con una intensión estética en el diseño del andén, pues se distorsiona su función y puede confundir a los usuarios que requieren de guía. Será responsabilidad del diseñador, constructor e interventor dar correcta aplicación a estos lineamientos.
- ✓ Las señales podotáctiles de alerta son usados con el fin de llamar la atención del peatón e informar que próximo a este hay una alteración en su recorrido.
- ✓ Las señales podotáctiles alerta se deben instalar siempre perpendiculares al sentido del itinerario peatonal y en la totalidad del andén para indicar cambios de nivel o dirección sin importar el ancho de la franja de circulación.
- ✓ Las señales podotáctiles guía son usados con el fin de conducir al peatón de manera directa evitando posibles obstáculos. se deben instalar a lo largo de todo el itinerario peatonal y de la franja de circulación cuando el ancho de esta es mayor o igual a 2.00m.
- ✓ Se recomienda el uso de las piezas podotáctiles guía a mínimo 1.00 metro de distancia del paramento y garantizando 0.60 metros de ancho libre del otro costado.
- ✓ La configuración de los podotáctiles guía debe ser continua entre todos los andenes. La continuidad se debe mantener después de un cruce vehicular y coincidir con el eje del itinerario accesible.
- ✓ La textura y el color de los elementos que componen las superficies táctiles guía y alerta deben ser diferentes y contrastantes con respecto a los del resto de los elementos prefabricados que se utilicen en el diseño para la conformación del andén.

Se debe procurar el empleo de piezas prefabricadas de los mismos colores y texturas de las piezas que conforman las superficies guía y alerta ya instaladas en el sector a intervenir, en caso de que estas existan, de manera que se facilite la detección por parte de los usuarios y se conserve homogeneidad en el diseño de los andenes.

El diseño de superficies podotáctiles debe llamar la atención de los usuarios en los puntos de cambios de dirección, bifurcación o encuentro de líneas de superficie táctil guía, mediante la instalación de una superficie táctil de alerta, como se ilustra de manera general a continuación:

Figura 12. Diseño de superficies podotáctiles.



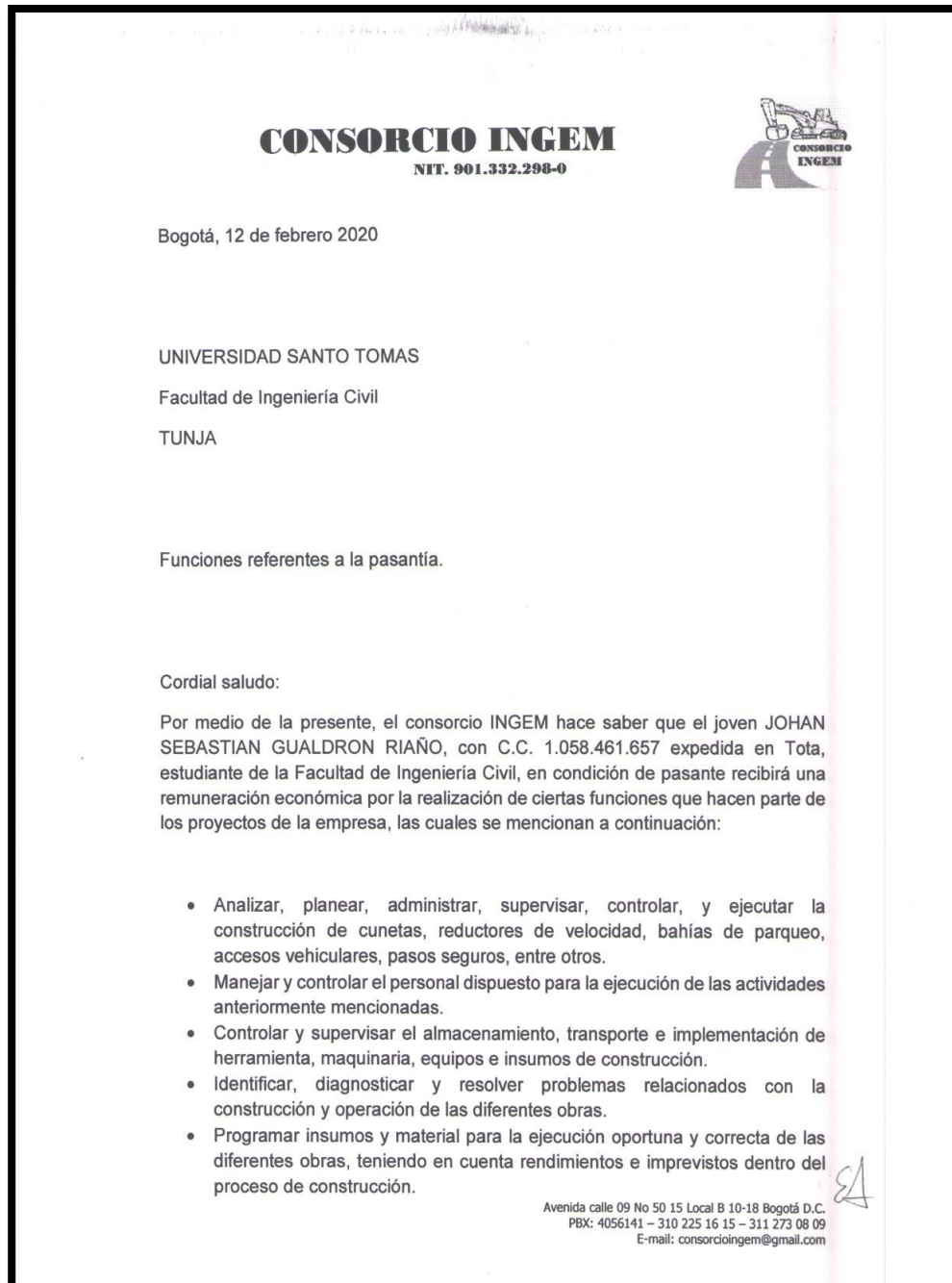
Fuente: Cartilla de andenes Bogotá D.C.

La Superficie Táctil Alerta tiene una función de advertencia ante la presencia de una eventualidad en el tránsito peatonal como obstáculos, riesgos, cambios de nivel o dirección de la superficie táctil guía, zonas de tránsito vehicular en andén para acceso a predios, paraderos de transporte público, etc. Se debe ubicar en sentido perpendicular al sentido de circulación peatonal, a todo lo ancho del andén, interceptando la franja táctil guía. (Londoño et al., s. f.)

Para garantizar la continuidad de la circulación peatonal sobre el cruce de calzada se debe alinear la Franja de Circulación Peatonal, con los vados y elementos indicadores de cruces viales. La pendiente transversal del andén no debe superar el 2%, excepto para materiales permeables con los que se puede considerar una pendiente máxima de 2,5% para garantizar el flujo del agua.

ANEXO L. Carta de funciones.

Figura 13. Carta de funciones pactada al iniciar la pasantía.



CONSORCIO INGEN
NIT. 901.332.298-0



- Supervisar el estricto cumplimiento en el uso de los elementos de protección personal de cada uno de los trabajadores y adecuar las zonas de trabajo con señalización preventiva que garantice condiciones óptimas de trabajo.
- Establecer y organizar programas de cumplimiento y terminación de actividades con el fin de obtener alta rentabilidad para la empresa.
- Verificar que la construcción de las obras se está realizando según lo establecido en los diseños, normas, planos y especificaciones, para garantizar altos niveles de calidad.
- Conocer y manejar la normativa correspondiente al sector de la construcción vial.

Actividades que estarán supervisadas y aprobadas por el Director de Obra.

Agradezco su atención.

Cordialmente,

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Euler Medina Garcia", is written over a horizontal line.

EULER MEDINA GARCIA – Representante Legal.

C.C.: 79.302.660

Cel: 310 225 16 15

consorcioingem@gmail.com

Avenida calle 09 No 50 15 Local B 10-18 Bogotá D.C.
PBX: 4056141 – 310 225 16 15 – 311 273 08 09
E-mail: consorcioingem@gmail.com