

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y DE MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS CON FINES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (SISTEMA AASHTO)

INV E – 180 – 13

1 OBJETO

- 1.1** Esta norma describe un procedimiento para clasificar los suelos en siete grupos básicos y algunos subgrupos, a partir de la determinación en el laboratorio de su granulometría, su límite líquido y su índice plástico. El sistema incluye, además, la determinación de un valor llamado índice de grupo, el cual establece diferencias entre los suelos de cada grupo.
- 1.2** La clasificación es útil para determinar la calidad relativa del material para uso en la construcción de subrasantes, terraplenes y otros rellenos; sin embargo, el diseño detallado de las diversas estructuras viales exige datos adicionales sobre la resistencia o las características de comportamiento del suelo bajo las condiciones de servicio previstas.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS

- 2.1** El sistema acostumbra utilizar los siguientes términos para describir de manera general los suelos y agregados de uso vial:
- 2.1.1** *Cantos rodados y fragmentos de roca* – Material retenido en el tamiz de 75 mm (3"), el cual debe ser excluido de la muestra que se va a clasificar, aunque su proporción debe ser registrada.
- 2.1.2** *Grava* – Material que pasa el tamiz de 75 mm (3") y es retenido en el tamiz de 2 mm (No. 10).
- 2.1.3** *Arena gruesa* – Material que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) y es retenido en el tamiz de 425 μ m (No. 40).
- 2.1.4** *Arena fina* – Material que pasa el tamiz de 425 μ m (No. 40) y es retenido en el tamiz de 75 μ m (No. 200).

- 2.1.5** *Limo y arcilla combinados* – Material que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200). El término “limoso” se aplica al material fino cuyo índice plástico sea 10 o menos y el término “arcilloso” al material con índice plástico mayor de 10.

3 DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS Y SUBGRUPOS DE CLASIFICACIÓN

- 3.1** De acuerdo con el sistema AASHTO, los suelos se dividen en dos grupos mayores, como se muestra en la Tabla 180 - 1. Ellos son los granulares, con 35 % o menos de pasante por el tamiz de 75 μm (No. 200) y los limo-arcillosos, que contienen más de 35 % pasando por dicho tamiz.

3.2 *Materiales granulares:*

- 3.2.1** *Grupo A-1* – El material típico de este grupo es una mezcla bien gradada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y unligante no plástico o débilmente plástico. Sin embargo en este grupo quedan también incluidos materiales granulares sin material fino ligante.

3.2.1.1 El *Subgrupo A-1-a* comprende materiales que consisten predominantemente de fragmentos de piedra o grava con o sin material fino ligante.

3.2.1.2 El *Subgrupo A-1-b* incluye materiales que consisten esencialmente de arena gruesa, con o sin material ligante.

- 3.2.2** *Grupo A-3* – Comprende principalmente arenas carentes de fracción gruesa y de fino ligante. Los materiales característicos de este grupo son las arenas finas de playa o de desierto, sin finos limosos o arcillosos, o con una pequeña cantidad de limo no plástico. Incluye, también, mezclas de arena fina pobremente gradada, depositadas en lechos de ríos con cantidades limitadas de grava y arena gruesa. Estos suelos son muy susceptibles a la erosión, siendo conocida su propensión al bombeo bajo pavimentos rígidos.

- 3.2.3** *Grupo A-2* – Este grupo incluye una gran variedad de materiales “granulares” que se encuentran en el intermedio entre los granulares de los grupos A-1 y A-3 y los limo-arcillosos de los grupos A-4 a A-7. Comprende, pues, todos los materiales en los cuales 35 % o menos pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) y que no pueden ser clasificados

como A-1 y A-3, debido a que el contenido de finos y su plasticidad exceden los límites de tales grupos.

- 3.2.4** Los *Subgrupos A-2-4 y A-2-5* incluyen varios materiales granulares conteniendo 35 % o menos de pasante por el tamiz de 75 μm (No. 200), cuya porción que pasa el tamiz de 425 μm (No. 40) tiene las características de los materiales que clasifican en los grupos A-4 y A-5. Estos subgrupos comprenden materiales tales como grava y arena gruesa con contenidos de limo o índices plásticos que exceden los límites admitidos en el grupo A-1 y arena fina con un contenido de limo no plástico que sobrepasa los límites del grupo A-3.
- 3.2.5** Los *Subgrupos A-2-6 y A-2-7* se refieren a materiales similares a los descritos en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, con excepción de la fracción fina, la cual contiene arcilla plástica de las mismas características de los grupos A-6 o A-7.
- 3.2.6** Los suelos A-2 tienen una clasificación inferior a la de los A-1, debido a la menor calidad de su ligante, su pobre gradación o una combinación de ambas. Dependiendo del carácter y la cantidad de material ligante, los suelos A-2 pueden volverse blandos durante la temporada lluviosa, y sueltos y polvorientos en tiempo seco, cuando se usan como superficie de rodamiento. Sin embargo; si son adecuadamente protegidos de estas condiciones extremas, su comportamiento puede ser relativamente estable.

3.3 *Materiales limosos y arcillosos:*

- 3.3.1** *Grupo A-4* – El material típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, en el que generalmente el 75 % o más pasa el tamiz de 75 μm (No. 200). El grupo incluye, también, mezclas de limo fino con grava y arena, en las cuales hasta el 64 % queda retenido en el tamiz de 75 μm (No. 200). Estos suelos son muy comunes y su textura varía desde el loam arenoso hasta el loam limoso y arcilloso. Con una humedad apropiada, presentan un aceptable comportamiento como subrasantes; sin embargo, frecuentemente presentan afinidad por el agua y sufren expansión perdiendo la mayor parte de su estabilidad, a menos que se encuentren apropiadamente compactados y drenados.
- 3.3.2** *Grupo A-5* – El material característico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-4, excepto que su carácter es usualmente diatomáceo o micáceo, pudiendo ser altamente elástico, como lo dan a

entender los elevados valores de su límite líquido. Estos suelos no son tan frecuentes como los A-4 y presentan un comportamiento resiliente tanto en condición húmeda como semi-seca. Además, son propensos a la erosión y a la inestabilidad cuando no están adecuadamente drenados. Asimismo, requieren un cuidadoso control de la humedad para lograr una adecuada compactación.

- 3.3.3** *Grupo A-6* – El material típico de este grupo es un suelo arcilloso plástico con un 75 % o más pasando el tamiz de 75 μm (No. 200). El grupo comprende, también, mezclas de suelo arcilloso fino hasta con 64 % de arena y grava retenidas en el tamiz de 75 μm (No. 200). Los materiales de este grupo suelen presentar importantes cambios volumétricos entre los estados húmedo y seco. Su existencia es muy común y son ampliamente utilizados en la construcción de rellenos. Cuando su humedad es adecuadamente controlada, son fáciles de compactar con rodillos neumáticos o pata de cabra. Los suelos de este grupo presentan una resistencia relativamente alta cuando se encuentran en estado seco, pero pierden mucho de ella al absorber agua. La presión capilar del agua que se ejerce por el secado es de tal intensidad, que acerca las partículas del suelo formando una masa compacta y densa. Este proceso se pone en evidencia por la formación de grietas de contracción en épocas de sequía.
- 3.3.4** *Grupo A-7* – Los materiales típicos y los problemas asociados con este grupo son similares a los descritos en el grupo A-6, excepto que tienen los elevados límites líquidos característicos del grupo A-5 y que pueden presentar comportamiento elástico y estar sujetos a importantes cambios volumétricos.
- 3.3.4.1** El *Subgrupo A-7-5* comprende materiales con índices plásticos moderados en relación con el límite líquido. Estos suelos pueden ser altamente elásticos y son propensos a cambios de volumen considerables.
- 3.3.4.2** El *Subgrupo A-7-6* incluye aquellos materiales finos con índices plásticos altos en relación con el límite líquido, los cuales están sujetos a cambios de volumen extremadamente altos.
- 3.3.5** Los suelos altamente orgánicos, como la turba, no se consideran en este sistema de clasificación. Debido a que la mayoría de sus propiedades son indeseables, en lo posible su uso debe ser evitado en cualquier tipo de construcción.

Tabla 180 - 1. Clasificación de suelos por el sistema AASHTO

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

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

4 PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN

- 4.1 Se determina la granulometría del suelo por clasificar, de acuerdo con la norma INV E-123.
- 4.2 Se determinan el límite líquido y el índice plástico, según las normas de ensayo INV E-125 e INV E-126.
- 4.3 Se ingresa a la Tabla 180 - 1, procediendo de izquierda a derecha, hasta encontrar el primer grupo al cual se ajustan los resultados de los ensayos descritos en los numerales 4.1 y 4.2 de esta norma, grupo que constituirá la clasificación del suelo. Si dentro del grupo hay subgrupos, se hará la selección correspondiente. Como se muestra en la tabla, todos los valores límites de ensayo se encuentran como números enteros; por lo tanto, si aparecen números fraccionarios en los informes de ensayo, ellos deberán ser convertidos a número entero más próximo para los fines de la clasificación.

Nota 1: La Figura 180 - 1 ayuda a diferenciar los grupos, a partir de los valores de límite líquido e índice plástico

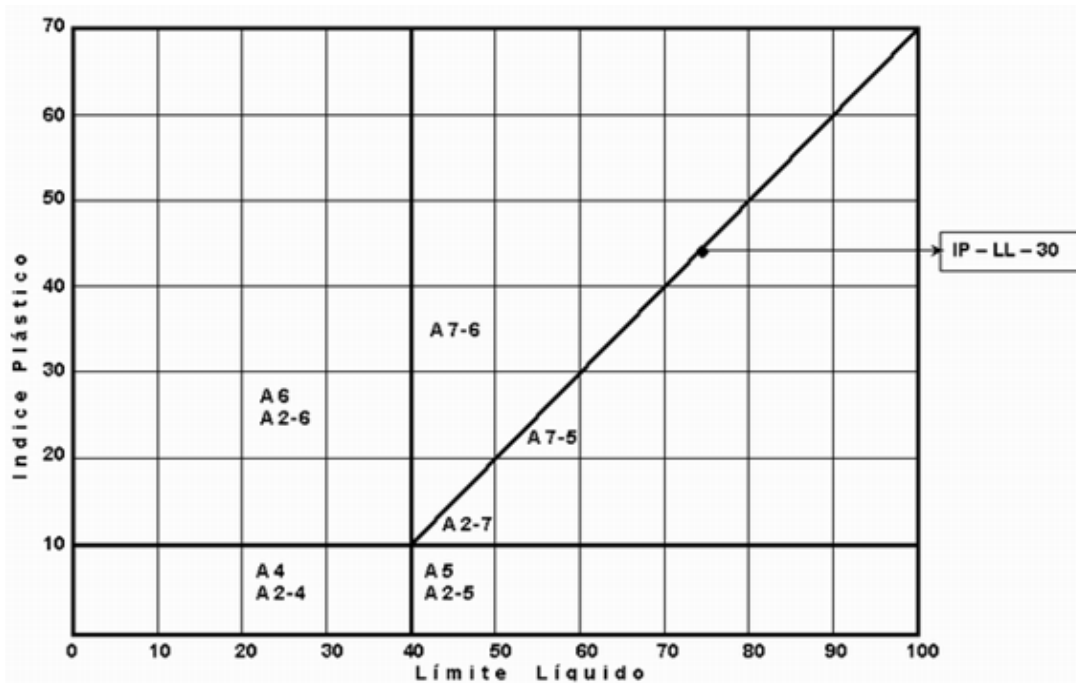


Figura 180 - 1. Diagrama para diferenciar los grupos

5 EL ÍNDICE DE GRUPO

5.1 El índice de grupo es un parámetro numérico ideado para evaluar cuantitativamente los materiales granulares con arcilla y los materiales limo arcillosos, el cual se basa en las siguientes consideraciones:

- 5.1.1** Los materiales A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3 son satisfactorios como subrasantes, cuando están adecuadamente drenados y compactados debajo de espesores moderados de pavimento (base y/o capa superficial), compatibles con el tránsito que soportarán, o cuando han sido mejorados mediante la adición de pequeñas cantidades de un ligante natural o artificial.
- 5.1.2** Los materiales granulares con arcilla de los grupos A-2-6 y A-2-7 y los limo-arcillosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 varían en su comportamiento como material de subrasante desde el equivalente a los suelos buenos A-2-4 y A-2-5, hasta el regular y pobre, requiriendo una capa de material de sub-base o un espesor mayor de la capa de base para soportar adecuadamente las cargas del tránsito.
- 5.1.3** El porcentaje mínimo crítico que pasa por el tamiz de 75 μm (No. 200) es de 35 sin tener en cuenta la plasticidad, y 15 cuando los índices plásticos son mayores que 10.
- 5.1.4** Se consideran críticos los límites líquidos de 40 o mayores.
- 5.1.5** Para suelos no plásticos o cuando el límite líquido no puede ser determinado, se considerará que el índice de grupo es cero (0).
- 5.1.6** No hay límite superior para el índice de grupo obtenido con la fórmula. Los valores críticos del pasante por el tamiz de 75 μm (No. 200), del límite líquido y del índice de plasticidad se basan en una evaluación realizada sobre el comportamiento de subrasantes y capas de base y sub-base, por parte de organizaciones internacionales que practican estos ensayos.
- 5.1.7** Bajo condiciones promedio de drenaje y compactación adecuadas, el valor soporte de una subrasante puede ser considerado inversamente proporcional al valor de su índice de grupo. Un índice de grupo igual a cero (0) indica un material de buen comportamiento como subrasante, mientras que otro de veinte (20) o más refleja un material de muy pobre comportamiento.

5.1.8 Se acostumbra escribir el índice de grupo entre paréntesis, al lado derecho del grupo que clasifica el suelo.

5.2 El índice de grupo se puede determinar mediante la fórmula incluida en la numeral 5.2.1 o con la representación gráfica de la misma, incluida en el numeral 5.2.2.

5.2.1 El índice de grupo se calcula con la siguiente fórmula:

$$IG = (F - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (F - 15) (I - 10) \quad [180.1]$$

Donde: F: Porcentaje de material que pasa por el tamiz de 75 µm (No. 200), expresado como un número entero. Este valor se expresa en función del material que pasa por el tamiz de 75 mm. (3");

LL: Límite líquido;

IP: Índice plástico.

Nota 2: Cuando el valor calculado resulta negativo, el índice de grupo será registrado como cero (0)

Nota 3: Se tomará el número entero más cercano al valor obtenido al realizar el cálculo

Nota 4: Al calcular el índice de grupo de los subgrupos A-2-6 y A-2-7, sólo interviene el valor obtenido a través del índice plástico.

5.2.2 De modo alternativo, el índice de grupo del suelo se puede determinar con ayuda de la Figura 180 - 2.

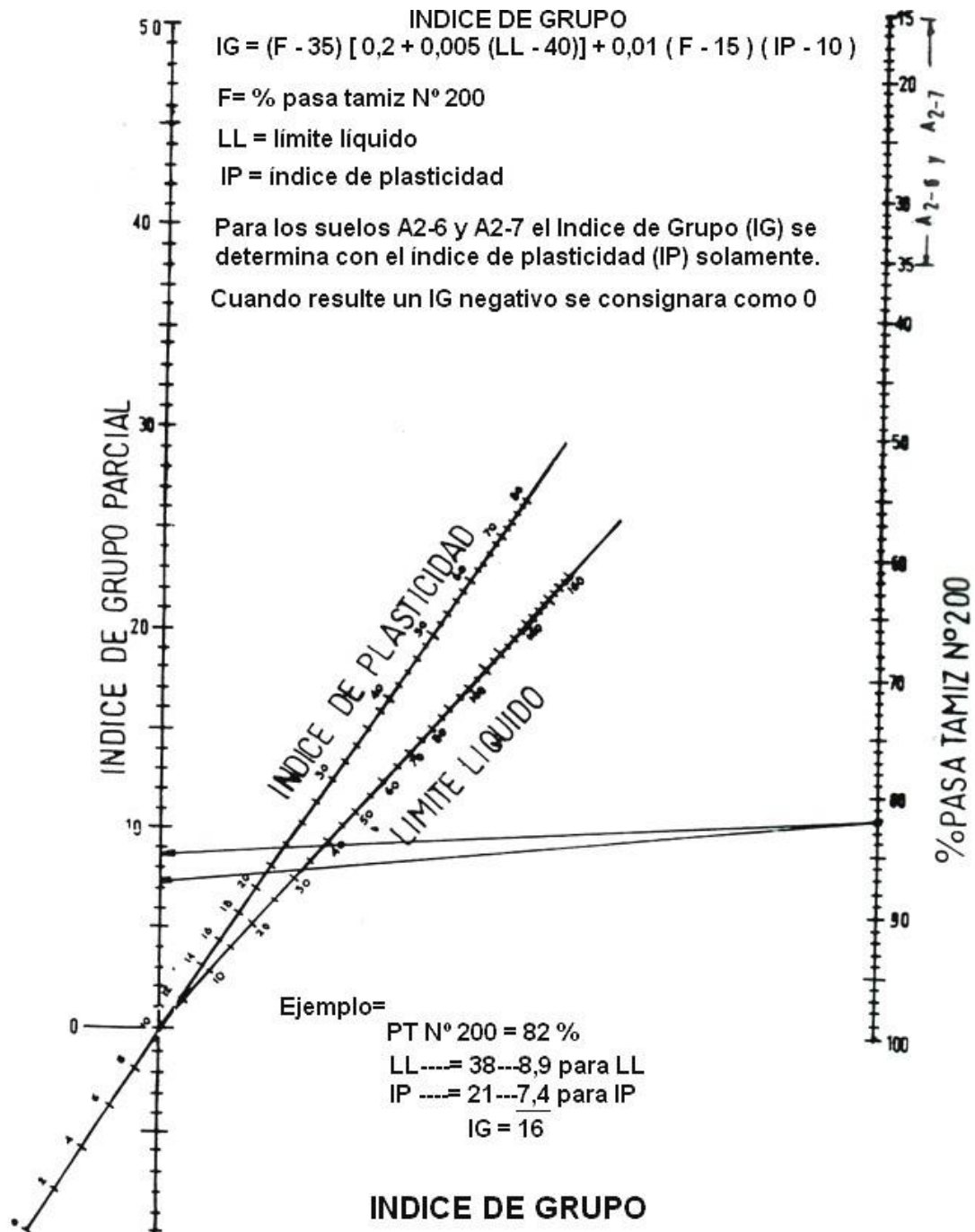


Figura 180 - 2. Ábaco para determinar el índice de grupo

6 NORMAS DE REFERENCIA

AASHTO M-145-91

(2008)VN-E-4-84

ANEXO A (Informativo)

EJEMPLO DE

CLASIFICACIÓN

A.1 Clasificar por el sistema AASHTO y calcular el índice de grupo de un suelo que presenta las siguientes características:

- Pasa tamiz de 75 μm (No. 200) = 55 %
- Límite Líquido = 40 %
- Índice plástico = 25 %

A.2 Como el porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200) es mayor de 35 %, el suelo es limo- arcilloso y su clasificación se busca en la Tabla 180 - 1 a partir del grupo A-4, encontrándose que, por sus valores de límite líquido e índice plástico, encaja en el grupo A-6.

A.3 El índice de grupo se calcula con la fórmula incluida en el numeral 5.2.1:

$$IG = (55 - 35) [0.2 + 0.005 (40 - 40)] + 0.01 (55 - 15) (25 - 10) = 4.0 + 6.0 = 10$$