

## **PROGRAMA DE COMPUTO PARA CLASIFICACION DE SUELOS**

José W. Gutiérrez L.  
Profesor Asociado  
Departamento Académico de Mecánica de Suelos  
Facultad de Ingeniería Civil  
Universidad Nacional de Ingeniería

### **INTRODUCCION**

Uno de los puntos más importantes para poder sustentar obras de ingeniería civil, es evaluar el tipo de suelo sobre el cual edificaremos. Para ello debemos realizar un muestreo de la zona de trabajo y remitir las muestras a un laboratorio competente, en el cual se lleve a cabo la clasificación del material.

El método más común de clasificación de suelos, empleado en la ingeniería de fundación, es sin lugar a dudas el método conocido como "Sistema Unificado" o "Clasificación SUCS" y que esta descrito en la Norma ASTM D2487, "Método Estándar para Clasificación de Suelos con Propósitos de Ingeniería".

Si realizamos con detenimiento una inspección del método de clasificación mencionado, podremos observar que se presta para elaborar un programa de cómputo que nos ayude a agilizar la clasificación de un determinado suelo.

Si bien es cierto que cuando en el material de estudio predomina las partículas finas, el número de datos y operaciones requeridos para clasificarlo es mucho menor que los requeridos para un suelo de partículas gruesas. Luego las grandes ventajas que ofrece el programa de cómputo de clasificación de suelos, es más apreciado cuando se aplica a un suelo de partículas gruesas. Esto es debido al requerimiento de mayor número de datos y operaciones o bien cuando se requiere clasificar un gran número de muestras.

Muchos han sido los programas escritos referentes a la clasificación de suelos, pero en su totalidad consideran, entre sus líneas de programación, todas las combinaciones posibles que generan el símbolo de grupo. Esto hace al programa muy extenso y poco ingenieril, ya que deberá contener tantas sentencias PRINT como combinaciones existan.

El programa está escrito en lenguaje BASIC y ha sido creado por el autor, con la finalidad de no considerar todas las alternativas de solución que requieran de alguna sentencia PRINT innecesaria. De esta manera, el programa queda reducido a tan solo una sentencia de impresión y a menos de un tercio del número de líneas de programación que cualquier otro programa necesitaría.

**Tabla N° 1.- Carta de Clasificación de Suelos**

Criteria for Assigning Group Symbols and Group Names Using Laboratory Tests				Soil Classification	
				Group Symbol	Group <sup>B</sup> Name
Coarse-Grained Soils More than 50% retained on N° 200 sieve	Gravels More than 50% of coarse fraction retained on N° 4 sieve	Clean Gravels Less than 5% fines <sup>C</sup>	$Cu \geq 4$ and $1 \leq Cc \leq 3^E$	GW	Well-graded gravel <sup>F</sup>
			$Cu < 4$ and/or $1 > Cc > 3^E$	GP	Poorly graded gravel <sup>F</sup>
		Gravels with Fines More than 12% fines <sup>G</sup>	Fines classify as ML or MH	GM	Silty gravel <sup>F,G,M</sup>
			Fines classify as CL or CH	GC	Clayey gravel <sup>F,G,H</sup>
	Sands 50% or more of coarse fraction passes N° 4 sieve	Clean Sands Less than 5% fines <sup>D</sup>	$Cu \geq 6$ and $1 \leq Cc \leq 3^I$	SW	Well-graded sand <sup>I</sup>
			$Cu < 6$ and/or $1 > Cc > 3^I$	SP	Poorly graded sand <sup>I</sup>
		Sands with Fines More than 12% fines <sup>D</sup>	Fines classify as CL or MH	SM	Silty sand <sup>G,H,I</sup>
			Fines classify as CL or CH	SC	Clayey sand <sup>G,H,I</sup>
Fine-Grained Soils 50% or more passes the N° 200 sieve	Silt and Clays Liquid limit less than 50	inorganic	PI > 7 and plots on or above "A" line <sup>J</sup>	CL	Lean clay <sup>K,L,M</sup>
			PI < 4 or plots below "A" line <sup>J</sup>	ML	Silt <sup>K,L,M</sup>
		organic	Liquid limit – oven dried < 0.75	OL	Organic clay <sup>L,M,N</sup> Organic silt <sup>L,M,O</sup>
			Liquid limit – not dried < 0.75		
	Silt and Clays Liquid limit 50 or more	inorganic	PI plots on or above "A" line <sup>J</sup>	CH	Fat clay <sup>L,M</sup>
			PI plots below "A" line <sup>J</sup>	MH	Elastic silt <sup>K,L,M</sup>
		organic	Liquid limit – oven dried < 0.75	OH	Organic clay <sup>L,M,P</sup> Organic silt <sup>L,M,Q</sup>
			Liquid limit – not dried < 0.75		
Highly organic soils	Primarily organic matter. Dark in color and organic odor		PT	Peat	

<sup>A</sup> Based on the material passing the 3-in (75-mm) sieve  
<sup>B</sup> If field sample contained cobbles or boulders or both, add "with cobbles or boulders. Or both" to group name.  
<sup>C</sup> Gravel with 5 to 12% fines require dual symbols.  
 GW-GM well-graded gravel with silt  
 Gw-GC well-graded gravel with clay  
 GP-GM poorly graded gravel with silt  
 GP-GC poorly graded gravel with clay  
<sup>D</sup> Sands with 5 to 12% fines require dual symbols  
 SW-SM well-graded sand with silt  
 SW-SC well-graded sand with clay  
 SP-SM poorly graded sand with silt  
 SP-SC poorly graded sand with clay

$E \quad Cu = D_{60} / D_{10}, Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$   
<sup>F</sup> If soil contains  $\geq 15\%$  sand. Add "with sand" to group name.  
<sup>G</sup> If fines classify as CL-NL use dual symbol GC-GM. Or SC-SM  
<sup>H</sup> If fines organic add "with organic fines" to group name  
<sup>I</sup> If soil contains  $\geq 15\%$  gravel. Add "with gravel" to group name  
<sup>J</sup> If Atterberg lines plot in hatched area soil is a CL-ML, silty clay

<sup>K</sup> If soil contains 15 to 29 plus N° 200, add "with sand" or "with gravel" whichever is predominant  
<sup>L</sup> If soil contains  $\geq 30\%$  plus N° 200 predominantly sand, add "sandy" to group name.  
<sup>M</sup> If soil contains  $\geq 30\%$  plus N° 200 predominantly gravel, add "gravelly" to group name.  
<sup>N</sup> PI  $\geq 4$  and plots on or above "A" line.  
<sup>O</sup> PI < 4 or plots below "A" line.  
<sup>P</sup> PI plots on or above "A" line  
<sup>Q</sup> PI plots below "A" line.

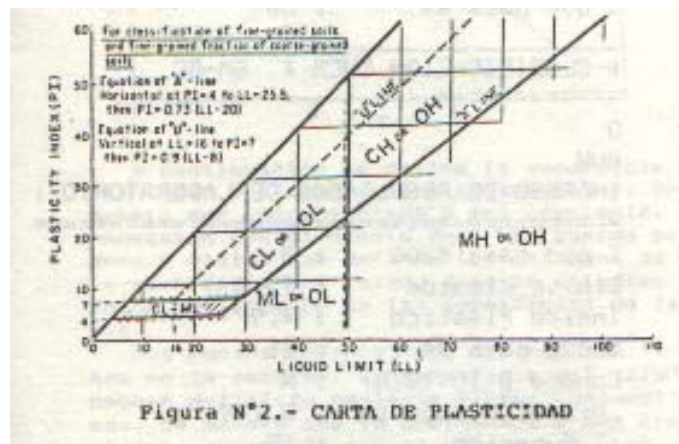
**DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA**

El programa puede obtener todas las combinaciones posibles del símbolo de grupo que son permitidas por la Norma ASTM D 2487. Podemos apreciar que el número de letras que combinadas originan el mencionado símbolo, son nueve C, S, W, P, M, C, H, L, y O. Estas letras ordenadas adecuadamente y combinándolas con otras que nos proporcione palabras nemotécnicas tales como las utilizadas GAS HELIO Y WAP MACRO, nos asegura tener todas las combinaciones posibles para clasificar un suelo.

Se podrá apreciar que el programa, siguiendo un orden lógico, puede obtener símbolos dobles donde el segundo grupo de símbolos que conforma esta clasificación también esta compuesto de símbolo doble "GW – (GC - GM); esto sería originado por un material de partículas gruesas, donde el porcentaje que pasa el tamiz N° 200 está comprendido en 5 – 12% y además el IP entre 4 – 7%. La clasificación mencionada quedará reducida a GW–GC tal como especifica la Norma.

El programa trabaja con el mínimo de datos necesarios. Estos datos son los resultados del análisis granulométrico y límites de consistencia obtenidos del laboratorio.

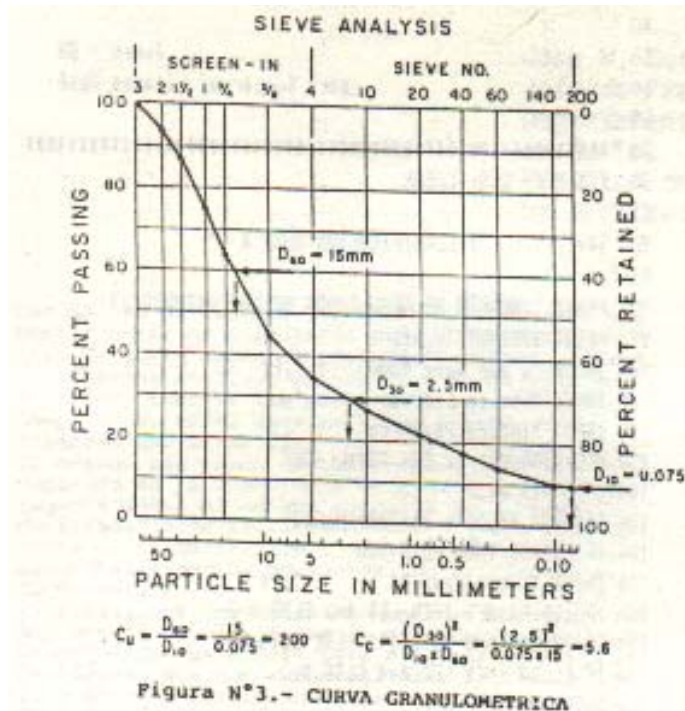
Realizando un seguimiento, de la “Carta de Clasificación de Suelos” mostrada en la Tabla N° 1, observamos que el primer valor requerido es el “% que pasa el tamiz N° 200”. Valor que nos define al suelo según el tamaño de partículas finas, requerirá de dos datos adicionales para definir la clasificación en “La Carta de Plasticidad”. Nótese que la carta mostrada en la Figura N° 2, define los casos frontera; por ejemplo si el LL = 50% estaríamos en la zona de la derecha, mientras que si algún valor es ploteado sobre la Línea “A”, la zona correspondiente será la parte superior, así mismo esta definida para el IP entre 4 – 7%.



Si el material es de partículas gruesas y el % que pasa el tamiz N° 200 es mayor de 12%, el proceso será similar al mencionado.

Por el contrario, si el % que pasa el tamiz N° 200 es menor o igual a 12%, requeriremos del cálculo de los coeficientes de uniformidad y curvatura tal como muestra la Figura N° 3. Las líneas de programación comprendidas entre la número 220 y 340, realiza el calculo de los correspondientes D10, D30 y D60 que posteriormente servirán para calcular Cu y Cc.

En caso de conocer alguno de los diámetros requeridos el valor será proporcionado al programa. De no ser así, se realizará una interpolación lineal auxiliado de dos valores de diámetros y dos de porcentajes acumulados que pasan. Estos serán los inmediatos superior e inferior al valor requerido. De esta manera evitamos graficar la curva granulometrica y por el contrario suponer que los puntos ploteados son unidos mediante segmentos de rectas, tal como muestra la Figura N° 3. Luego del análisis observamos que la línea 430 nos almacena las letras que darán lugar al símbolo de grupo, valor que posteriormente será impreso en la línea 540.



A continuación se presenta algunos ejemplos de la ejecución del programa. SUCS.

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

```
=====
% que pasa # 200      :      85
Límite Líquido       :      25.3
Índice Plástico       :      12.1
=====
```

\* CLASIFICACION SUCS\* CL

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

```
=====
% que pasa # 200      :      67
Límite Líquido       :      22.7
Índice Plástico       :      0
=====
```

\* CLASIFICACION SUCS\* ML

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

```
=====
% que pasa # 200      :      72
Límite Líquido       :      55.3
Índice Plástico       :      29.1
=====
```

\* CLASIFICACION SUCS\* CH

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

=====

% que pasa # 200	:	56
Límite Líquido	:	52.8
Índice Plástico	:	13.2

---

\* CLASIFICACION SUCS\* MH

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

=====

% que pasa # 200	:	65
Límite Líquido	:	13.58
Índice Plástico	:	5.7

---

\* CLASIFICACION SUCS\* CL-ML

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

=====

% que pasa # 200	:	20
Límite Líquido	:	23.8
Índice Plástico	:	7.7
% que pasa # 4	:	69

---

\* CLASIFICACION SUCS\* SC

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

=====

% que pasa # 200	:	31
Límite Líquido	:	18
Índice Plástico	:	4.6
% que pasa # 4	:	66

---

\* CLASIFICACION SUCS\* SM-SC

-----

0

RUN

INGRESO DE RESULTADOS DE LABORATORIO:

=====

% que pasa # 200	:	8
Límite Líquido	:	22.8
Índice Plástico	:	4.9
% que pasa #4	:	51
Conoce D10 (S/N)	:	N

Diámetro Superior	:	0.149
% Superior	:	15
Diámetro Inferior	:	0.074
% Inferior	:	8
Conoce D30 (S/N)	:	N
Diámetro Superior	:	2
% Superior	:	34
Diámetro Inferior	:	1.19
% Inferior	:	28
Conoce D60 (S/N)	:	N
Diámetro Superior	:	9.525
% Superior	:	63
Diámetro Inferior	:	6.35
% Inferior	:	51

---

\* CLASIFICACION SUCS\* GW-GC

---