

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
(METODO ACI Y FULLER).
ESTIMACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO
(METODO ESTADISTICO)**

<JoGaxD>

Medina Gómez José Gabriel

CHICLAYO-PERU

2011

DUNKHAN



En el presente Manual, está basado en el procedimiento de cómo elaborar un diseño de mezcla de concreto con, con determinadas características y propiedades, para ello emplearemos el programa DUNKHAN para la calculadora Hp50G el cual te facilitara el cálculo del diseño de mezclas por los METODOS ACI y FULLER, adicionalmente determinaremos la resistencia promedio $F'c$ del concreto para un numero determinados de ensayo

Para lograrlo debemos tener conocimientos previos del curso TECNOLOGIA DEL CONCRETO o experiencia en dosificación de concreto, ya que debemos tener en consideración diferentes características y propiedades ya sea de los agregados, cemento y calidad del agua, para ello nos centraremos en las características físicas de los agregados, para saber si estas cumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas y de ellas elaborar un diseño con las diferentes proporciones de mezcla que sean capaces de resistir esfuerzos y cumplir con las determinadas solicitudes de cada diseño.

DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO ACI

A. REQUERIMIENTOS

Resistencia Especificada	: 210kg/cm ²
Uso	: Bocatoma
Cemento	: Pacasmayo V (P.E = 3.15g/cm ³)
Coefficiente de variación estimado	:
Sin aire incorporado	
SLUMP	: 3 – 4 pulg

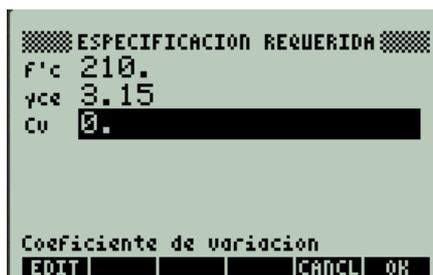
DATOS DE LOS AGREGADOS

Características	ARENA	PIEDRA
humedad natural	0.277%	0.228%
Absorción	1.63%	0.30%
peso especifico de masa	2.51	2.711
peso unitario varillado	1.768gr/ cm.	1.558 gr./cm.
peso unitario suelto	1.585 gr./cm.	1.318 gr./cm.
módulo de fineza	2.822	
tamaño máximo nominal		3/4"

PASO1: presionar F1 (Método ACI)

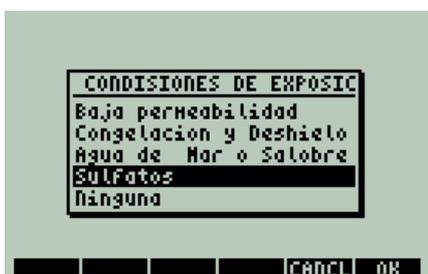


PASO2: Ingresamos los primeros datos según los requerimientos de diseño previos. Debemos tener mucho cuidado al ingresar los datos, que las unidades sean las indicadas en el programa. En nuestro diseño no presenta aire incorporado



PASO 3: CONDICIONES DE EXPOSICION: el tema de condiciones de exposición está relacionado a la relación agua cemento A/C por exposición la cual se comparara con la relación A/C obtenida matemáticamente y con la relación de diseño según requerimientos, de las 3 se tendrá en consideración como relación A/C definitiva de diseño la menor.

Para nuestro ejemplo al tratarse de una bocatoma que estará expuesta a condiciones severas de ataque de sulfatos.



PASO 4: SLUMP, REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO. El slump está relacionado a la trabajabilidad del concreto a mayor slump se tendrá un concreto mas trabajable (fluido).

Para nuestro caso y según los requerimientos el slump estará entre 3 – 4 pulg



PASO 5: CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS – AG. FINO. Ingresaremos los datos teniendo en cuenta las unidades solicitadas por el programa las características y propiedades del agregado fino



PASO 6: CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS – AG. Grueso. De la misma manera y teniendo en cuenta las mismas consideraciones ingresamos los datos para el agregado grueso. Cuidado al ingresar el tamaño máximo este dato como esta en pulg deberá ingresarse acompañado de comías "3/4"



PASO 7: RESULTADOS

```

    *** RESULTADOS - DOSIFICACION ***
    1) SELECCION DE LA RELACION A/C
      (TABLA 7.4.3)
    F'cr = 294. kg/cm²
    A/C por resistencia = .552
    A/C por exposición = .45
    Resistencia final = .45
    2) ESTIMACION DEL AGUA DE MEZCLADO
      (TABLA 10.2.1 Y 11.2.1)
    Vol unit de agua = 205. l/m³
    Contenido de aire = 2.2
  
```

EDIT CANCL OK

```

    *** RESULTADOS - DOSIFICACION ***
    3) CONTENIDO DE CEMENTO
    CEMENTO = 455.556 kg
    CEMENTO = 10.719 bol/m³
    4) ESTIM DEL CONTENIDO DE AG
      (TABLA 16.2.2)
    PAG x Unid Vol Cncret = .612 M³
    Contenido de AG = 962.532 kg
  
```

EDIT CANCL OK

ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO - RESUMEN DE MATERIALES POR METRO CUBICO

```

    ***** RESUMEN DE MATERIALES *****
    5) ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AF
    Volumen de Agua = .205 M³
    Volumen de Cemento = .145 M³
    Agregado grueso = .355 M³
    Volumen de Aire = .02 M³
    -----
    Σ Volumen = .725 M³
    Volumen AF = 1 - .725 M³
    Volumen de AF = .275 M³
    Peso de arena seca = 691.024 kg
  
```

EDIT CANCL OK

```

    ***** RESUMEN DE MATERIALES *****
    6) RES. DE MAT. POR METRO CUBICO
    Agua neta de Mezcla = 205. litros
    Cemento = 455.556 kg
    Agregado grueso = 962.532 kg
    agregado fino = 691.024 kg
  
```

EDIT CANCL OK

AJUSTE POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS – RESUMEN FINAL

```

    ***** AJUSTE POR HUMEDAD *****
    7) AJUSTE POR HUMED DEL AGREGADO
    Por humedad total (pesos ajustad..
    Agregado Grueso = 965.304 Kg
    Agregado Fino = 692.992 Kg
    Agua para ser añadida por
    correccion por absorcion
    Agregado Grueso = -.116 Kg
    Agregado Fino = -9.35 Kg
    -----
    Volumen por absorcion = -9.466 Kg
  
```

EDIT CANCL OK

```

    ***** RESUMEN FINAL *****
    8) RESUMEN
    Agua efect (total) = 214.466 litr..
    Cemento = 455.556 kg
    Agregado grueso = 965.304 kg
    agregado fino = 692.992 kg
  
```

EDIT CANCL OK

DOSIFICACION EN PESO

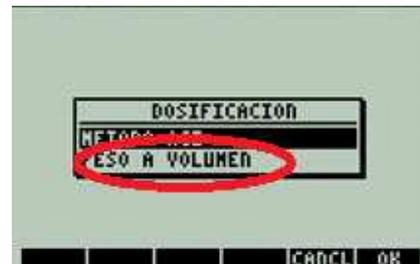
```

    ***** DOSIFICACION *****
    Ce : AF : AG : H2O
    1 : 1.52 : 2.12 : 20.01 l/bolsa
    Relacion H2O - ce diseño: .45
    Relacion H2O - ce efectiva: .470..
  
```

EDIT CANCL OK

CONVERSION DE DOSIFICACION DE PESO A VOLUMEN

Dentro del **Modulo ACI** tenemos la opción de conversión de la dosificación de peso a volumen.

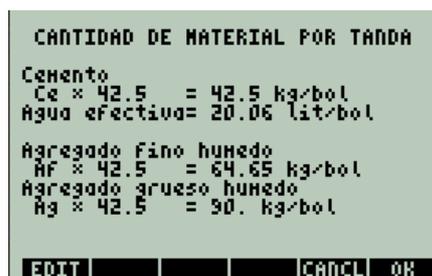


PASO 1: Siguiendo con el ejemplo anterior nos preguntara si queremos realizar la conversión de la dosificación de peso a volumen. Como disponemos de los datos del ejemplo anterior presionamos en SI

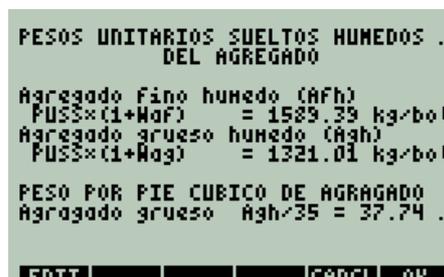


PASO 2 RESULTADOS

1.- CANTIDAD DE MATERIALES POR TANDA



2.- PESOS UNITARIOS SUELTOS HUMEDOS DEL AGREGADO - PESOS UNITARIOS SUELTOS HUMEDOS DEL AGREGADO



4.- DOSIFICACION EN VOLUMEN



DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO FULLER

Diseño de mezcla por el método de Fuller es el Modulo 3 del Programa DUNKHAN, permite obtener la distribución granulométrica del porcentaje de los pesos que pasan y retenidos así como sus acumulados.

Se debe tener conocimientos previos del método para no tener problemas con el manejo del programa.

Para aplicar el **MÉTODO DE FULLER** es necesario tener los siguientes datos:

$$\% \text{ en Vol. Absoluto de A Fino} = \frac{C - B}{A - B} \times 100$$

A = % de A. Fino que pasa la malla N° X
B = % de A. Grueso que pasa la malla N° X
C = % de A. Ideal que pasa la malla N° X

$$C = 100 \times \sqrt{\frac{d}{T.M}}$$

d = Abertura de malla de referencia (malla N° X)
T.M. = Tamaño máximo del agregado grueso
C =

Los cuales se hallaran mediante distribución granulométrica de las muestras de agregado fino y grueso por separado.

- En la imagen de arriba X representa el número de tamiz por donde se inicia la primera pasada de material es decir por donde el material pasa por primera vez.
- El tamaño máximo del agregado grueso se determinara con la primera retención de material grueso, es decir el TM será igual al diámetro del tamiz por donde se produce la primera retención de material.
- El valor de "d" en la figura representa el diámetro del tamiz del agregado fino por donde se produce la primera pasada o por donde el material pasa por primera vez

TABLA DE DIAMETROS DE TAMICES

Malla	mm
Nº 4	4.760
Nº 8	2.360
Nº 10	2.000
Nº 16	1.180
Nº 20	0.850
Nº 30	0.600
Nº 40	0.420
Nº 50	0.300
Nº 80	0.300
Nº 100	0.150
Nº 200	0.080

Malla	mm
3 "	76.200
2 1/2 "	63.500
2 "	50.800
1 1/2 "	38.100
1 "	25.400
3/4 "	19.050
1/2 "	12.700
3/8 "	9.525
Nº 4	4.750
Nº 8	2.360

Ahora si ya estamos listos para iniciar el programa **Dunkhan Modulo III – Metodo de Fuller**



DATOS DE AGREGADOS – GRANULOMETRIA

		A.Fino				A.Grueso			
PESO ORIGINAL		1000.00		gr		8000.00		gr	
PERDIDA POR LAVADO		
TAMIZADO		1000.00		gr		8000.00		gr	
TAMIZ	ABERTURA MM	PESO RET. GRS	% PESO RETEN.	% ACUM. PASA	% ACUM. RETEN.	PESO RET. GRS	% PESO RETEN.	% ACUM. PASA	% ACUM. RETEN.
1 1/2 "	38.10					0.00	0.00	100.00	0
1 "	25.00					2452.00	0.00	100.00	0.00
3/4 "	19.00					4723.00	59.93	40.07	59.93
1/2 "	12.50					814.00	28.45	11.62	88.38
3/8 "	9.50	0.00	0.00	100	0.00	11.00	9.72	1.90	98.10
Nº 4	4.75	44.80	4.48	95.52	4.48	0.00	1.90	0.00	100.00
Nº 8	2.36	68.00	6.80	88.72	11.28	0	0.00	0.00	100.00
Nº 16	1.18	107.80	10.78	77.94	22.06		0.00	0.00	100.00
Nº 30	0.60	231.10	23.11	54.83	45.17		0.00	0.00	100.00
Nº 50	0.30	293.20	29.32	25.51	74.49		0.00	0.00	100.00
Nº 100	0.15	139.90	13.99	11.52	88.48		0.00	0.00	100.00
Nº 200	0.075	80.20	8.02	3.50	96.50		0.00	0.00	100.00
PLATILLO		35.00	3.50	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	100.00
SUMATORIA		1000.00	100.00			8000.00	100.00		

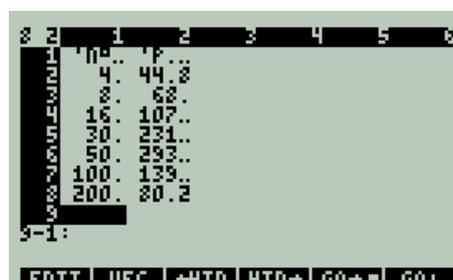
Descripcion	A. Fino		A. Grueso	
P. Unitario suelto seco	1561.00	Kg/m3	1450.00	Kg/m3
P. Unitario Compactado seco	1603.00	Kg/m3	1531.00	Kg/m3
P. Especifico Masa seca	2.44	gr/cm3	2.77	gr/cm3
Contenido de Humedad	3.96	%	2.93	%
% de Absorción	3.60	%	2.15	%

Contenido Total de aire : 1.5 % (Tabla 3.a de contenido de aire atrapado)
 Lts/m3 (Tabla 2. de Volúmen unitario de agua ACI)
 Volumen unitario agua de mezclado: 193
 Peso Especifico del cemento : 3.15 gr/cm3 (Propiedad física del cemento)
 K1 = 0.0045 (Factor de Forma del Agregado)

PASO 1: En el caso que tengamos la granulometría de los agregados (pesos retenidos por tamiz) y deseamos obtener los porcentajes de material que pasa por cada tamiz entonces escogemos la opción GRANULOMETRIA- AGREGADOS.



PASO 2: Iniciaremos con la granulometría del agregado fino, debemos ingresar el peso total de la muestra de material (Ag. Fino). Según los datos iniciales: 1000gr. Luego ingresaremos en las dos primeras columnas el número de tamiz y los pesos retenidos respectivamente, así como se muestra en la imagen



PASO 3: RESULTADOS.

- 1.- **PLATILLO.** Es la cantidad de material extremadamente fino que pasa la malla 200.
- 2.- Luego observamos la matriz

[Nº-Tamiz P. Retenido %Retenido %R. Acumulado %P. Pasa P. Pasa]

Los datos que nos interesan para el método se encuentran en la quinta columna. %Peso que pasa la malla X

Podemos desplazarnos por toda la matriz con las flechas direccionales de la calculadora



Nº-TAMIZ	P. RETENIDO	%RETENIDO	%R. ACUMULADO	%P. PASA	P. PASA
4.	44.8	4.48			
8.	68.	6.8			
16.	107.8	10.78			
30.	231.1	23.11			
50.	293.2	29.32			
100.	139.9	13.99			
200.	80.2	8.02			

Nº-TAMIZ	%RETENIDO	%R. ACUMULADO	%P. PASA
4.	4.48	4.48	95.52
8.	6.8	11.28	88.72
16.	10.78	22.06	77.94
30.	23.11	45.17	54.83
50.	29.32	74.49	25.51
100.	13.99	88.48	11.52
200.	8.02	96.5	3.5

Nº-TAMIZ	%RET. ACUMULADO	%P. PASA	PESO PASA
4.	4.48	95.52	995.52
8.	11.28	88.72	988.72
16.	22.06	77.94	977.94
30.	45.17	54.83	954.83
50.	74.49	25.51	925.51
100.	88.48	11.52	911.52
200.	96.5	3.5	903.5

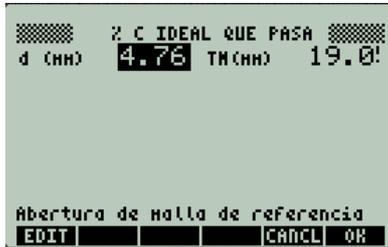
- 3.- De los resultados de la granulometría a notar en un papel el tamiz donde el material pasa por primera vez, anotar también su %Pasa.

PASO 4: De la misma manera, ahora para el agregado grueso ingresaremos los datos para una muestra de 8000gr

- Anotar el %Pasa de material por primera vez
- El tamaño máximo del agregado grueso se determinara con la primera retención de material grueso, es decir el TM será igual al diámetro del tamiz por donde se produce la primera retención de material.

PASO 5: CALCULO DEL C IDEAL

Estos datos los obtenemos de la granulometría (pasos anteriores)



$$C = 100 \times \sqrt{\frac{d}{T.M}}$$

d = Abertura de malla de referencia (malla N° x)
 T.M. = Tamaño máximo del agregado grueso
 C =

PASO 6: VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO

Estos datos los obtenemos de la granulometría (pasos anteriores)

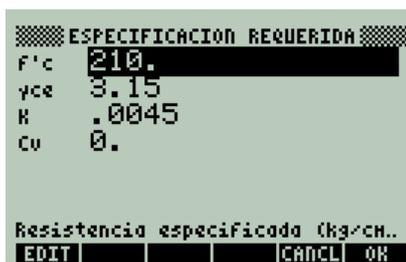


$$\% \text{ en Vol. Absoluto de A Fino} = \frac{C - B}{A - B} \times 100$$

A = % de A. Fino que pasa la malla N° x
 B = % de A. Grueso que pasa la malla N° x
 C = % de A. Ideal que pasa la malla N° x

PASO 7: ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA EL DISEÑO:

Estos datos ya los hemos visto anteriormente en el método ACI, a excepto **K** (Factor de forma del Agregado), especial para el método de Fuller el cual se determina por tablas para tipos de agregados.



K1 = Factor de Forma del Agregado
 Para Piedra chancada = 0.0030 a 0.0045
 Para Piedra redondeada = 0.0045 a 0.0070

Rm = Resistencia promedio:

F'c	F'cr
< 210	F'c + 70
210 a 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

Rm = 294.00 Kg/cm2 (Resistencia promedio requerida)

$$Z = K_1 \cdot R_m + 0.5$$

Z = 1.823 (Relación Cemento/agua)
Cantidad de cemento por m3. 351.84 Kg/m3

PASO 8: AIRE INCORPORADO Y CONDICIONES DE EXPOSICIÓN

En el caso del air y condiciones de exposición el método de Fuller no aplica estas condiciones, de manera que debemos presionar en no (ninguno) para ambos casos.

PASO 9: SLUMP, REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO. El slump está relacionado a la trabajabilidad del concreto a mayor slump se tendrá un concreto mas trabajable (fluido).

Para nuestro caso y según los requerimientos el slump estará entre 3 – 4 pulg



PASO 10: CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS – AG. FINO. Ingresaremos los datos teniendo en cuenta las unidades solicitadas por el programa las características y propiedades del agregado fino



PASO 11: CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS – AG. Grueso. De la misma manera y teniendo en cuenta las mismas consideraciones ingresamos los datos para el agregado grueso. Cuidado al ingresar el tamaño máximo este dato como esta en pulg deberá ingresarse acompañado de comías "3/4"



ESTIMACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO F'c (METODO ESTADISTICO)

Dunkhan trae en su Modulo II el Método Estadístico para estimar la resistencia promedio de una serie de ensayo de rompimiento de probetas.

El método empleado es el método estadístico de la desviación estándar, a continuación te presento al detalle el procedimiento del manejo del programa, pero antes tenemos que tener en claro algunas definiciones importantes.

- f'c : Resistencia especificada del concreto (Lo define el proyectista en kg/cm²).
- f'rc : Resistencia característica del concreto, (calculada sobre la base de los ensayos con cilindros estándar de 0.15m de diámetro y 0.30m de altura en kg/cm²).
- f'cr : Resistencia promedio del concreto, calculada sobre la base de los ensayos con cilindros estándar en kg/cm²
- σ : Desviación estándar en kg/cm².
- fc : Resistencia promedio de un ensayo individual (promedio de la resistencia de dos probetas).
- n : Numero de ensayos efectuados.

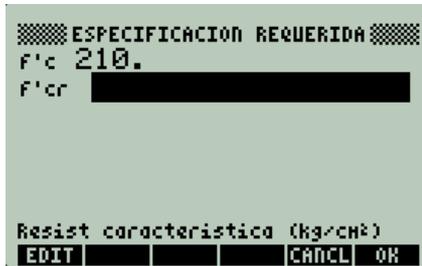


EJEMPLO PARA ELABORAR LA DOSIFICACIÓN DE CONCRETO

Un constructor, cuyo nivel de calidad es bastante bueno, registra un valor histórico de la desviación estándar (a) de 25 kg/cm², desea elaborar un concreto da f'c = 210 kg/cm². Las resistencias promedio que deben tener los ensayos da prueba serán las siguientes:

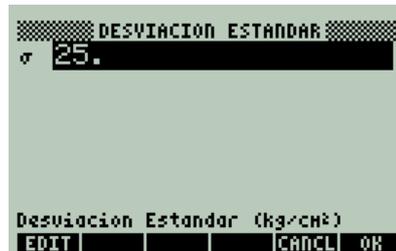
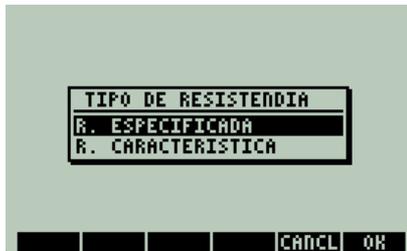
- b.4) $f'cr = 210 + 1.343 \cdot 25 = 243.6$
- c.4) $f'cr = 210 - 35 + 2.326 \cdot 25 = 233.2$

PASO 1: El problema da como dato la $f'c=210$, como no nos dan $f'cr$ no lo ingresamos.

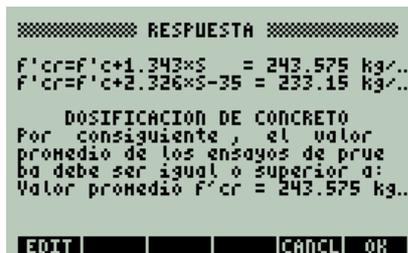


PASO 2: Identificar el tipo de resistencia, en este caso por dato del problema es la Resistencia especificada.

Ingresamos el valor de la desviación estándar



PASO 3: RESPUESTA:



EJEMPLO PARA DETERMINAR SI EL CONCRETO UTILIZADO ES EL ADECUADO O NO

Ejemplo : Un contratista tiene dos registros de ensayos de obras anteriores cuyos resultados han sido los siguientes

TABLA : Resultados de 34 pruebas de resistencia a la compresión en kg/cm².

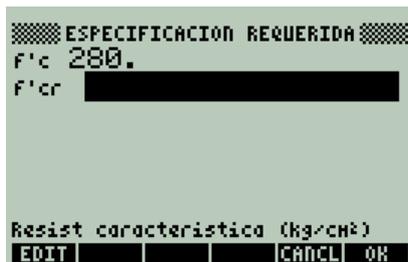
OBRA "A"				OBRA "B"			
N°	fe	N°	fe	N°	fe	N°	fe
1a	267	1 b	261	1a	260	1 b	259
2a	288	2 b	286	2a	288	2 b	286
3a	279	3b	281	3a	294	3b	295
4a	285	4b	286	4a	275	4b	279
5a	283	5 b	286	5a	291	5 b	289
6a	277	6b	265	6a	263	6b	261
7a	279	7b	268	7a	285	7b	282
8a	261	8b	264	8a	276	8b	279
9a	284	9 b	283	9a	286	9 b	285
10a	287	10 b	288	10a	258	10 b	259
11a	288	11 b	284	11a	288	11 b	286
12a	294	12 b	292	12a	284	12 b	283
13a	287	13 b	288	13a	276	13 b	277
14a	290	14 b	288	14a	288	14 b	283
15a	268	15 b	270	15a	276	15 b	274
16a	291	16 b	290	16a	270	16 b	273
				17a	285	17 b	283
				18a	284	18 b	283

Determinar: ¿Cuál será la resistencia promedio para una resistencia en especificada de 280 kg/cm²

DATOS:

Resistencia Especificada = $f'c$ = 280 kg/cm²
 Números de ensayos OBRA A = $n1$ = 16
 Números de ensayos OBRA B = $n2$ = 18

PASO 1: El problema da como dato la $f'c=210$, como no nos dan $f'cr$ no lo ingresamos. No tenemos como dato la desviación estándar porque vamos a tener que calcularla.

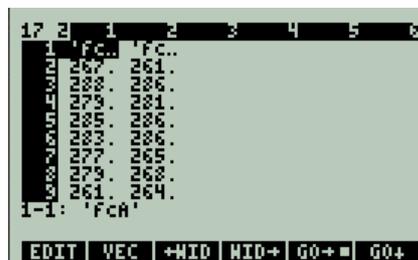


PASO 2: Identificar el tipo de resistencia, en este caso por dato del problema es la Resistencia especificada. El programa nos permite aplicar el método hasta para 2 obras.



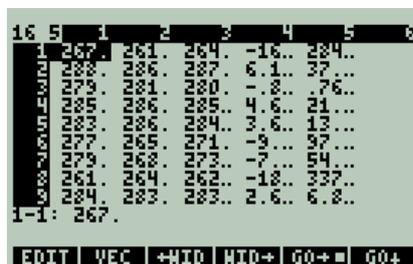
PASO 3: Obra A:

Ingresar los datos de los ensayos realizados de la obra A en las columnas 1 y 2 como se indica en la figura.



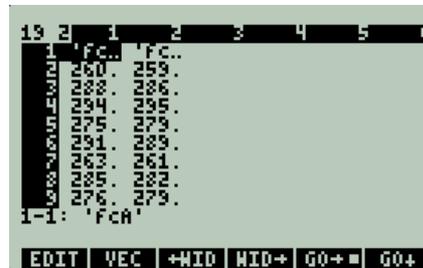
PASO 4: RESULTADOS PRELIMINARES OBRA A

La tabla que se observa son los resultados preliminares de la Tabla A en donde la COLUMNA 1 Y 2 son los datos ingresados anteriormente, la COLUMNA 3 es el promedio (x) de los valores ingresados, la COLUMNA 4 es (x-X) donde X es la media aritmética de los promedios.



PASO 3: Obra B:

Ingresar los datos de los ensayos realizados de la obra B en las columnas 1 y 2 como se indica en la figura.



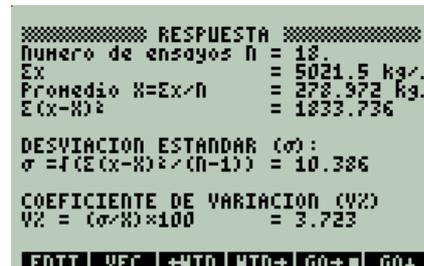
1	2	1	2	3	4	5	6
1	260	259	259	-19	379		
2	288	286	287	8	64		
3	294	295	294	15	241		
4	275	279	277	-1	38		
5	291	289	290	11	121		
6	263	261	262	-16	288		
7	285	283	283	4	20		
8	276	279	277	-1	21		
9	286	285	285	6	42		

PASO 4: RESULTADOS PRELIMINARES OBRA B

La tabla que se observa son los resultados preliminares de la Tabla B en donde la COLUMNA 1 Y 2 son los datos ingresados anteriormente, la COLUMNA 3 es el promedio (x) de los valores ingresados, la COLUMNA 4 es (x-X) donde X es la media aritmética de los promedios.

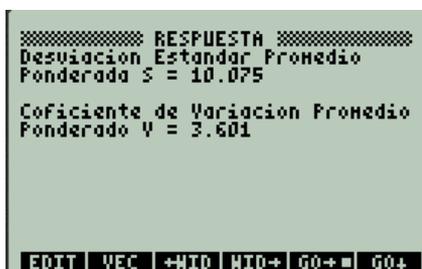


1	2	3	4	5	6	7	8
1	260	259	259	-19	379		
2	288	286	287	8	64		
3	294	295	294	15	241		
4	275	279	277	-1	38		
5	291	289	290	11	121		
6	263	261	262	-16	288		
7	285	283	283	4	20		
8	276	279	277	-1	21		
9	286	285	285	6	42		

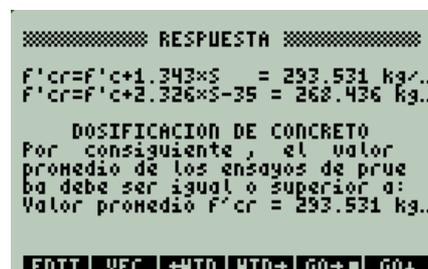


```
***** RESPUESTA ****  
Numero de ensayos n = 18  
Ex = 5021.5 kg..  
Promedio X=Ex/n = 278.972 kg..  
E(x-X)² = 1833.736  
  
DESVIACION ESTANDAR (σ):  
σ = √(E(x-X)²/(n-1)) = 10.386  
  
COEFICIENTE DE VARIACION (V%)  
V% = (σ/X)×100 = 3.723  
  
EDIT VEC +WID MID+ GO+ G0+
```

PASO 5: RESULTADOS FINALES



```
***** RESPUESTA ****  
Desviacion Estandar Promedio  
Ponderada S = 10.075  
  
Coficiente de Variacion Promedio  
Ponderado V = 3.601  
  
EDIT VEC +WID MID+ GO+ G0+
```



```
***** RESPUESTA ****  
F'cr=F'c+1.343×S = 293.531 kg..  
F'cr=F'c+2.326×S-35 = 268.436 kg..  
  
DOSIFICACION DE CONCRETO  
Por consiguiente, el valor  
promedio de los ensayos de prue  
ba debe ser igual o superior a:  
Valor promedio F'cr = 293.531 kg..  
  
EDIT VEC +WID MID+ GO+ G0+
```

OBRA " A "					
ENSA YO	1	2	X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
1	267	261	264	-16.9	284.77
2	288	286	287	6.1	37.52
3	279	281	280	-0.9	0.77
4	285	286	286	4.6	21.39
5	283	286	285	3.6	13.14
6	277	265	271	-9.9	97.52
7	279	268	274	-7.4	54.39
8	261	264	263	-18.4	337.64
9	284	283	284	2.6	6.89
10	287	288	288	6.6	43.89
11	288	284	286	5.1	26.27
12	294	292	293	12.1	147.02
13	287	288	288	6.6	43.89
14	290	288	289	8.1	66.02
15	268	270	269	-11.9	141.02
16	291	290	291	9.6	92.64
			281		1414.75

$n = 16$
 $\frac{\sum X}{n} = 281 = \bar{X}$
 $\sum (X - \bar{X})^2 = 1414.75$
 $S_1^2 = 1414.75 / 15$
 $S_1^2 = 94.32$
 $S_1 = 9.71 \text{ kg/cm}^2$
 $v_1 = S_1 / \bar{X}$ *(coeficiente de variación)*
 $v_1 = 9.71 / 281$
 $v_1 = 0.0346 = 3.46 \%$

OBRA " B "					
ENSA YO	1	2	X	X - \bar{X}	(X - \bar{X}) ²
1	260	259	260	-19.5	379.17
2	288	286	287	8.0	64.45
3	294	295	295	15.5	241.11
4	275	279	277	-2.0	3.89
5	291	289	290	11.0	121.61
6	263	261	262	-17.0	288.06
7	285	282	284	4.5	20.50
8	276	279	278	-1.5	2.17
9	286	285	286	6.5	42.61
10	258	259	259	-20.5	419.11
11	288	286	287	8.0	64.45
12	284	283	284	4.5	20.50
13	276	277	277	-2.5	6.11
14	288	283	286	6.5	42.61
15	276	274	275	-4.0	15.78
16	270	273	272	-7.5	55.83
17	285	283	284	5.0	25.28
18	284	283	284	4.5	20.50
			279		1833.74

$n = 18$
 $\frac{\sum X}{n} = 279 = \bar{X}$
 $\sum (X - \bar{X})^2 = 1833.74$
 $S_2^2 = 1833.74 / 17$
 $S_2^2 = 107.87$
 $S_2 = 10.39 \text{ kg/cm}^2$
 $v_2 = S_2 / \bar{X}$
 $v_2 = 10.39 / 279$
 $v_2 = 0.0372 = 3.72 \%$

a) Cálculo de la desviación estandar promedio ponderada

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(S_1)^2 + (n_2 - 1)(S_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(16 - 1)(9.71)^2 + (18 - 1)(10.39)^2}{16 + 18 - 2}}$$

$\bar{s} = 10.08 \text{ kg/cm}^2$

b) Cálculo de la resistencia promedio

$f'_{cr} = f'_c + 1.34 s$
 $f'_{cr} = f'_c + 2.33 s - 35$
 Reemplazando valores:
 $f'_{cr} = 280 + 1.34 (10.08) = 293.50 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_{cr} = 280 + 2.33 (10.08) - 35 = 268.48 \text{ kg/cm}^2$
 Tomando el mayor de los valores
 $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

c) Cálculo del Coeficiente de Variación Promedio Ponderado

Para hallar el Coeficiente de Variación Promedio Ponderado de las dos obras se aplica la ecuación:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(v_1)^2 + (n_2 - 1)(v_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{(16 - 1)(3.46)^2 + (18 - 1)(3.72)^2}{16 + 18 - 2}}$$

$\bar{v} = 3.60 \%$

CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA:

- PLATAFORMA : Hp50G
- # LIBRERÍA : L1612
- Bytes : 42,155 bytes
- VERSION : V 1.0

DUNKHAN – JoGaxD

José Gabriel Medina Gómez – scan_mg@hotmail.com

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

El autor no se hace responsable del mal uso del programa - **Propiedad Intelectual Reservada**

CHICLAYO – PERU

