

119
2 eje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**" CALCULO DE ESFUERZOS EN EL INTERIOR DE
UNA PRESA DE GRAVEDAD DE 117.00 m. DE ALTURA.
METODO DE PIGEAUD "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

FERNANDO SPINOLA MORAN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-219/81

Señor
FERNANDO SPINOLA MORAN
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. OSCAR VEGA ROLDAN, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

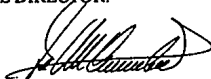
**"CALCULO DE ESFUERZOS EN EL INTERIOR DE UNA PRESA DE GRAVEDAD DE
117.00 m DE ALTURA. METODO DE PIGEAUD"**

- I. **CALCULO DE FUERZAS**
- II. **CALCULO DE ESFUERZOS NORMALES VERTICALES**
- III. **FACTOR DE FRICCION CORTANTE**
- IV. **CALCULO Y REPRESENTACION GRAFICA DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES Y SU DIRECCION**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 25 de agosto de 1994.
EL DIRECTOR.



ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*nil

A LA MEMORIA DE MI PADRE
CESAR SPINOLA SEGURA
CUYO SIMBOLO DE HONRADEZ Y RECTITUD, ME
HAN MOTIVADO EN EL CAMINO DE LA VIDA.

DEDICO ESTE TRABAJO A LA
MEMORIA DE MI MADRE
MERCEDES MORAN DE SPINOLA
QUE POR SU GRAN CARIÑO, ABNEGACION Y CONSEJOS,
NO ESCATIMO NINGUN SACRIFICIO PARA LOGRAR
HACER DE MI UN HOMBRE DE PROVECHO.

A SILVIA, MI ESPOSA
QUE POR SU AMOR Y ALIENTO, CONTRIBUYERON EN MI
PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A MI HIJO FERNANDO
PARA QUE ESTE TRABAJO, SIRVA DE
ESTIMULO EN SU FORMACION.

A MIS HERMANOS
JOSE DE JESUS Y MA. CRISTINA
MIS SEGUNDOS PADRES
CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO POR SU GRAN AYUDA,
CARIÑO Y CONFIANZA QUE ME BRINDARON, LO QUE HA
ALENTADO EN MI PARA SUPERARME CADA DIA.

A MIS HERMANOS
CESAR, JAIME, CARLOS, NICOLAS,
JOSE LUIS Y JOSE MANUEL
CON AGRADECIMIENTO POR SU CARIÑO
Y LA CONFIANZA DEPOSITADA EN MI.

A MI PRIMO

ING. JORGE A. ARGUETA SPINOLA
LE AGRADEZCO POR TODO SU APOYO Y
CONFIANZA QUE ME BRINDO.

A MI MAESTRO

M.I. OSCAR VEGA ROLDAN
COMO UN RECONOCIMIENTO POR LA GUIA Y
DIRECCION DE ESTA TESIS.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Y A MI ESCUELA, LA FACULTAD DE INGENIERIA
POR LA OPORTUNIDAD QUE ME BRINDARON
PARA MI FORMACION PROFESIONAL.

I N D I C E

INTRODUCCION	3	
CAPITULO I	CALCULO DE FUERZAS	
1.-	PARA CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS, DETERMINAR LAS FUERZAS QUE ACTUAN:	
A)	VASO VACIO	7
B)	EMBALSE CON AGUA AL NAME	17
CAPITULO II	DISTRIBUCION DE ESFUERZOS NORMALES VERTICA- LES	
1.-	VASO VACIO	38
2.-	EMBALSE CON AGUA AL NAME	44
CAPITULO III	FACTOR DE FRICCION CORTANTE (PRESA LLENA)	50
CAPITULO IV	CALCULO Y REPRESENTACION GRAFICA DE LOS ES- FUERZOS PRINCIPALES Y SU DIRECCION USANDO - EL METODO DE PIGEAUD.	
1.-	PARA LOS PUNTOS DE INTERSECCION DE LOS- PLANOS HORIZONTALES DE ANALISIS CON LOS PLANOS VERTICALES AUXILIARES, DETERMINAR POR EL METODO DE PIGEAUD PARA EL CASO DE EMBALSE CON AGUA AL NAME:	54
A)	ESFUERZOS NORMALES HORIZONTALES	
B)	ESFUERZOS NORMALES VERTICALES	
C)	ESFUERZOS CORTANTES	
D)	ESFUERZOS PRINCIPALES	
E)	DIRECCION DE LOS ESFUERZOS PRINCIPA- LES.	
F)	TRAZO DE ISOSTATICAS Y TRAYECTORIAS- DE ESFUERZOS PRINCIPALES.	

2.- PARA LOS PUNTOS DE INTERSECCION DE LOS -
PLANOS HORIZONTALES DE ANALISIS CON LOS
PLANOS VERTICALES AUXILIARES, DETERMINAR
POR EL METODO DE PIGEAUD PARA EL CASO DE
VASO VACIO.

85

- A) ESFUERZOS NORMALES HORIZONTALES
- B) ESFUERZOS NORMALES VERTICALES
- C) ESFUERZOS CORTANTES
- D) ESFUERZOS PRINCIPALES
- E) DIRECCION DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES.
- F) TRAZO DE ISOSTATICAS.

CONCLUSIONES

101

BIBLIOGRAFIA

104

I N T R O D U C C I O N

LAS PRESAS DE CONCRETO SON ESTRUCTURAS DE DIMENSIONES TALES, QUE POR SU PROPIO PESO RESISTEN LAS FUERZAS QUE ACTUAN EN ELLAS. SI SE CONSTRUYEN EN CIMENTACIONES BUENAS, LAS PRESAS SOLIDAS DE CONCRETO SON ESTRUCTURAS MUY DURAS QUE REQUIEREN POCAS CONSERVACIONES.

EN NUESTRO CASO, EL SIGUIENTE TRABAJO A DESARROLLAR TIENE POR OBJETO ANALIZAR UNA SECCION DE UNA CORTINA DE GRAVEDAD DE CONCRETO CONVENCIONAL DE 117.00 MTS. DE ALTURA PARA CALCULAR LOS ESFUERZOS EN SU INTERIOR POR EL METODO DENOMINADO DE "PIGEAUD", CON TALUDES DE 0.06838:1 PARA EL PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA Y 0.75:1 PARA EL PARAMENTO DE AGUAS ABAJO, ELEVACIONES AL NIVEL DE DESPLANTE DE 560.00 M.S.N.M. Y AL NIVEL DE 677.00 M.S.N.M.

ESTE METODO IMPLICA, QUE LA SECCION A ANALIZAR SE CONSIDERE PRACTICAMENTE COMO UN TRIANGULO, EN DONDE SE DESPRECIA LA CORONA, ASI COMO SU BORDO LIBRE; Y SEA SU PUNTO DE ARRANQUE EL TALUD DE AGUAS ABAJO CON LA INTERSECCION DE LOS VERTICES DEL TRIANGULO CON EL NIVEL. EL ANCHO DE LA BASE EN SU SECCION MAXIMA ES DE 95.75 MTS., SE CONSIDERAN DRENES A UNA DISTANCIA DE 3.00 MTS. DEL EJE DE LA PRESA.

EN ESTE TRABAJO SE COMPARAN LOS RESULTADOS DE APLICAR EL METODO DE PIGEAUD CON LOS QUE SE OBTIENEN CON EL METODO CONVENCIONAL DE ANALISIS DE PRESAS DE GRAVEDAD.

POR CONVENIENCIA SE HA DIVIDIDO LA SECCION DE LA CORTINA EN 10 PLANOS HORIZONTALES DE ANALISIS A CADA 12.00 MTS. DESDE LA BASE DE LA MISMA, A EXCEPCION DEL ULTIMO PLANO (EL No. 10) QUE QUEDA A 9.00 MTS. DEL NIVEL COMO SE MUESTRA EN EL ESQUEMA. ESTO ES CON LA FINALIDAD DE CALCULAR LAS FUERZAS ACTUANTES PARA CADA PLANO HORIZONTAL, TANTO PARA LOS CASOS A VASO VACIO COMO CON EMBALSE LLENO AL NIVEL COMO SE DESCRIBEN EN EL CAPITULO I .

EN EL CAPITULO II SE LLEVA A CABO EL CALCULO DE LA DISTRIBUCION DE ESFUERZOS NORMALES VERTICALES; ASI COMO LA REPRESENTACION DE SUS DIAGRAMAS DE

ESFUERZOS EN CADA PLANO DE ANALISIS, PARA LOS CASOS DE VASO VACIO Y EMBALSE CON AGUA AL NAME.

EN EL CAPITULO III, SE REALIZA EL CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION CORTANTE A PRESA LLENA (EMBALSE CON AGUA AL NAME).

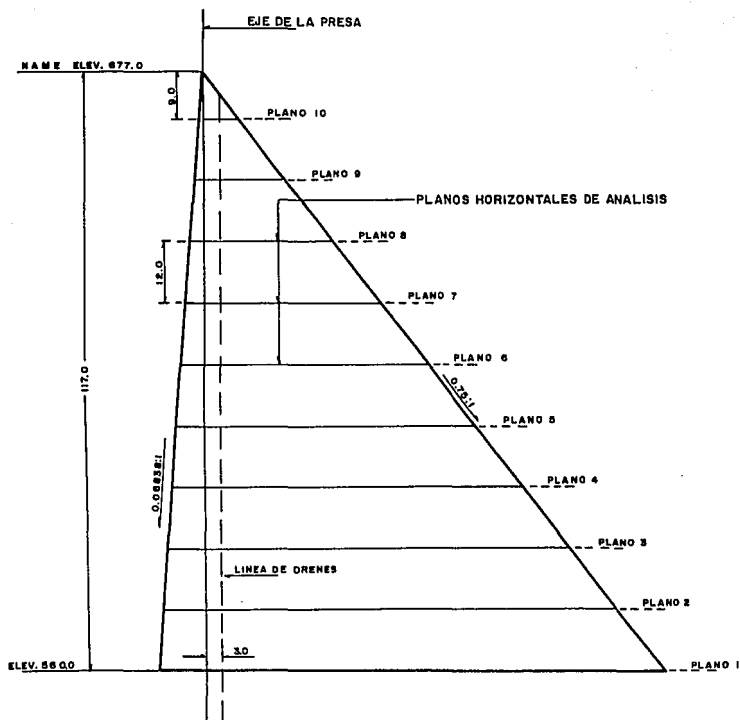
PARA CONCLUIR EN EL CAPITULO IV SE PRESENTA EL CALCULO Y REPRESENTACION GRAFICA DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES, ASI COMO SU DIRECCION; EN DONDE PARA LOS PUNTOS - DE INTERSECCION (DENOMINADOS NODOS) DE LOS PLANOS HORIZONTALES DE ANALISIS - CON LOS PLANOS VERTICALES AUXILIARES, ESTANDO ESTOS TRAZADOS A CADA 7.50 MTS. - A PARTIR DEL EJE DE LA PRESA HACIA EL TALUD DE AGUAS ABAJO DE LA MISMA, Y A - CADA 2.00 MTS. HACIA EL TALUD DE AGUAS ARRIBA; SE DETERMINARA POR EL METODO ESPECIFICADO (DE PIGEAUD): LOS ESFUERZOS HORIZONTALES Y VERTICALES, LOS ESFUERZOS CORTANTES, LOS ESFUERZOS PRINCIPALES Y SU DIRECCION DE ESTOS; PARA CONCLUIR CON EL TRAZO DE LAS CURVAS ISOSTATICAS Y TRAYECTORIAS DE DICHOES ESFUERZOS PRINCIPALES; TANTO PARA EL CASO DE PRESA CON EMBALSE DE AGUA AL NAME, COMO PARA EL CASO DE VASO VACIO A EXCEPCION DEL TRAZO DE LAS TRAYECTORIAS EN ESTE CASO PORQUE NO TIENEN UN INTERES PARTICULAR.

EN LAS CONCLUSIONES SE MUESTRA UN CUADRO COMPARATIVO EN DONDE SE PUEDEN APRECIAR LOS VALORES DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES, QUE SE CALCULARON POR LOS METODOS DE PIGEAUD Y EL CONVENCIONAL.

SE ESPECIFICAN LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UNO Y OTRO METODO. ASIMISMO SE DAN RECOMENDACIONES PARA LLEVAR A CABO EL DISEÑO Y ESTABILIDAD DE UNA PRESA DE GRAVEDAD.

ES IMPORTANTE MENCIONAR, QUE SE CONSIDERO EL PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO DE 2.4 ton/m^3 . PARA UN $F'_c = 200 \text{ Kg/cm}^2$ A LOS 90 DIAS; Y UN ANCHO UNITARIO DE LA SECCION DE LA PRESA DE GRAVEDAD. ASI MISMO SE DESPECIAN LAS FUERZAS DEBIDAS A SISMO O TMEBLOR Y LAS DEBIDAS AL EMPUJE DE AZOLVES.

SECCION DE LA CORTINA



CAPITULO I

CAPITULO I

PARA EL METODO CONVENCIONAL DE ANALISIS DE PRESAS DE GRAVEDAD.

CALCULO DE FUERZAS ACTUANTES PARA CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS.

A) CASO- VASO VACIO

EN LA SECCION PROPUESTA, SE REPRESENTARAN LAS FUERZAS ACUTANTES, PARA LO CUAL SE CONSIDERA EL PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO DE $\gamma_m = 2.4 \text{ ton/m}^3$.

C = CENTRO DE LA BASE

YP = BRAZO DEL MOMENTO CON RESPECTO AL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA BASE DE LA SECCION (PUNTO C) EN MTS.

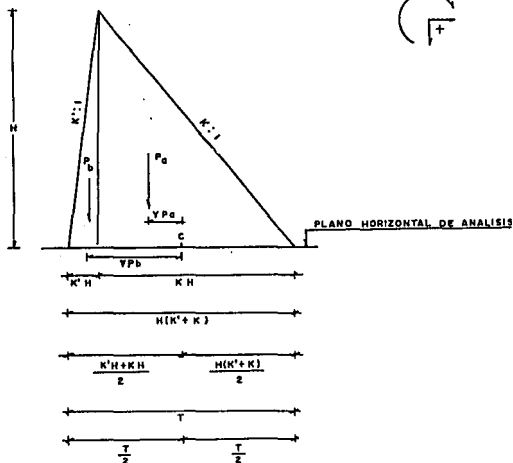
P = PESO PROPIO EN TONELADAS

H = ALTURA DE LA SECCION

K' = TALUD AGUAS ARRIBA

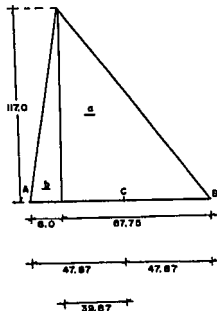
K = TALUD AGUAS ABAJO

CONVENCION DE
SIGNOS



CALCULO DE LAS FUERZAS Y MOMENTOS

PLANO 1



$$YP_{1a} = \left(\frac{2}{3} \times 87.75 \right) - 47.87 = 10.63 \text{ m}$$

$$YP_{1b} = 39.87 + \left(\frac{1}{3} \times 8 \right) = 42.54 \text{ m}$$

$$A_{1a} = \frac{87.75 \times 117}{2} = 5133.37$$

$$A_{1a} = 5133.37 \text{ m}^2$$

$$A_{1b} = \frac{8 \times 117}{2} = 468$$

$$A_{1b} = 468.00 \text{ m}^2$$

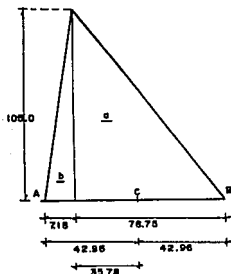
$$m = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$P_{1a} = 5133.37 \times 2.4 = 12320.09 \text{ ton.}$$

$$P_{1b} = 468 \times 2.4 = 1123.2 \text{ ton.}$$

$$P_1 = P_{1a} + P_{1b} = 13463.29 \text{ ton.}$$

PLANO 2



$$YP_{2a} = \left(\frac{2}{3} \times 78.75 \right) - 42.96 = 9.54 \text{ m}$$

$$YP_{2b} = 35.78 + \left(\frac{1}{3} \times 7.18 \right) = 38.17 \text{ m}$$

$$A_{2a} = \frac{78.75 \times 105}{2} = 4134.37$$

$$A_{2a} = 4134.37 \text{ m}^2$$

$$A_{2b} = \frac{7.18 \times 105}{2} = 376.95$$

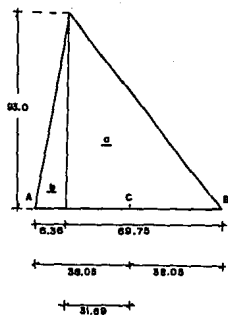
$$A_{2b} = 376.95 \text{ m}^2$$

$$P_{2a} = 4134.37 \times 2.4 = 9922.49 \text{ ton.}$$

$$P_{2b} = 376.95 \times 2.4 = 904.68 \text{ ton.}$$

$$P_2 = 10827.17 \text{ ton.}$$

PLANO 3



$$YP_{3a} = \left(\frac{2}{3} \times 69.75 \right) - 38.05 = 8.45 \text{ m.}$$

$$YP_{3b} = 31.69 + \left(\frac{1}{3} \times 6.36 \right) = 33.81 \text{ m}$$

$$A_{3a} = \frac{69.75 \times 93}{2} = 3243.37$$

$$A_{3a} = 3243.37 \text{ m}^2$$

$$A_{3b} = \frac{6.36 \times 93}{2} = 295.74$$

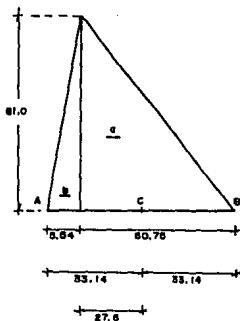
$$A_{3b} = 295.74 \text{ m}^2$$

$$P_{3a} = 7784.09 \text{ ton.}$$

$$P_{3b} = 709.78 \text{ ton.}$$

$$P_3 = 8493.87 \text{ ton.}$$

PLANO 4



$$YP_{4a} = \left(\frac{2}{3} \times 60.75 \right) - 33.14 = 7.36 \text{ m}$$

$$YP_{4b} = 27.6 + \left(\frac{1}{3} \times 5.54 \right) = 29.45 \text{ m}$$

$$A_{4a} = 2460.37 \text{ m}^2$$

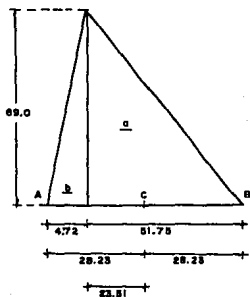
$$A_{4b} = 224.37 \text{ m}^2$$

$$P_{4a} = 5904.89 \text{ ton.}$$

$$P_{4b} = 538.99 \text{ ton.}$$

$$P_4 = 6443.88 \text{ ton.}$$

PLANO 5



$$Y_{P_{5a}} = \frac{2}{3} \times (51.75 - 28.23) = 6.26 \text{ m}$$

$$Y_{P_{5b}} = 23.51 + \left(\frac{1}{3} \times 4.72 \right) = 25.08 \text{ m}$$

$$A_{5a} = 1785.37 \text{ m}^2$$

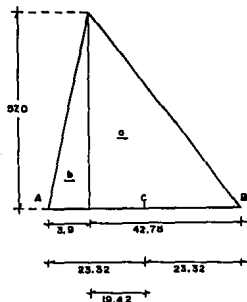
$$A_{5b} = 162.84 \text{ m}^2$$

$$P_{5a} = 4284.89 \text{ ton.}$$

$$P_{5b} = 390.82 \text{ ton.}$$

$$P_5 = 4675.71 \text{ ton.}$$

PLANO 6



$$Y_{P_{6a}} = \frac{2}{3} \times (42.75 - 23.32) = 5.18 \text{ m}$$

$$Y_{P_{6b}} = 19.42 + \left(\frac{1}{3} \times 3.9 \right) = 20.72 \text{ m}$$

$$A_{6a} = 1218.37 \text{ m}^2$$

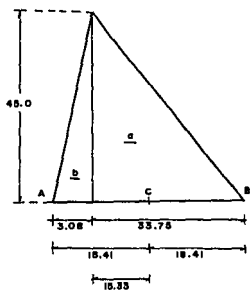
$$A_{6b} = 111.15 \text{ m}^2$$

$$P_{6a} = 2924.10 \text{ ton.}$$

$$P_{6b} = 266.76 \text{ ton.}$$

$$P_6 = 3190.86 \text{ ton.}$$

PLANO 7



$$YP_{7a} = \left(\frac{2}{3} \times 33.75\right) - 18.41 = 4.09 \text{ m}$$

$$YP_{7b} = 15.33 + \left(\frac{1}{3} \times 3.08\right) = 16.36 \text{ m}$$

$$A_{7a} = 759.37 \text{ m}^2$$

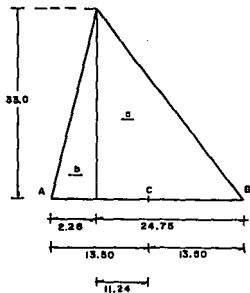
$$A_{7b} = 69.3 \text{ m}^2$$

$$P_{7a} = 1822.49 \text{ ton.}$$

$$P_{7b} = 166.32 \text{ ton.}$$

$$P_7 = 1988.81 \text{ ton.}$$

PLANO 8



$$YP_{8a} = \left(\frac{2}{3} \times 24.75\right) - 13.50 = 3.00 \text{ m.}$$

$$YP_{8b} = 11.24 + \left(\frac{1}{3} \times 2.26\right) = 12.00$$

$$A_{8a} = 408.37 \text{ m}^2$$

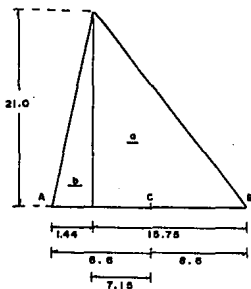
$$A_{8b} = 37.29 \text{ m}^2$$

$$P_{8a} = 980.10 \text{ ton.}$$

$$P_{8b} = 89.50 \text{ ton.}$$

$$P_8 = 1069.60 \text{ ton.}$$

PLANO 9



$$YP_{9a} = \left(\frac{2}{3} \times 15.75\right) - 8.6 = 1.9 \text{ m}$$

$$YP_{9b} = 7.15 + \left(\frac{1}{3} \times 1.44\right) = 7.63 \text{ m}$$

$$A_{9a} = 165.37 \text{ m}^2$$

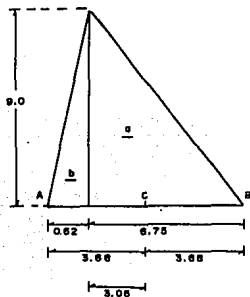
$$A_{9b} = 15.12 \text{ m}^2$$

$$P_{9a} = 396.90 \text{ ton.}$$

$$P_{9b} = 36.29 \text{ ton.}$$

$$P_g = 433.19 \text{ ton.}$$

PLANO 10



$$YP_{10a} = \left(\frac{2}{3} \times 6.75\right) - 3.68 = 0.82 \text{ m}$$

$$YP_{10b} = 3.06 + \left(0.62 \times \frac{1}{3}\right) = 3.27 \text{ m}$$

$$A_{10a} = 30.37 \text{ m}^2$$

$$A_{10b} = 2.79 \text{ m}^2$$

$$P_{10a} = 72.90 \text{ ton.}$$

$$P_{10b} = 6.70 \text{ ton.}$$

$$P_{10} = 79.60 \text{ ton.}$$

CALCULO DE LOS MOMENTOS

AHORA PROCEDEMOS A CALCULAR LOS MOMENTOS CON RESPECTO A " C " DE CADA UNA DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS, EN DONDE SE UTILIZARA LA FORMULA SIGUIENTE :

$$M = P \times YP$$

$$M_{1a} = 12320.09 \times (- 10.63) = - 130839.35 \text{ ton - m}$$

$$M_{1b} = 1123.20 \times (- 42.54) = - 47780.93 \text{ ton - m}$$

$$M_1 = M_{1a} + M_{1b} = - 178620.28 \text{ ton - m}$$

$$M_{2a} = 9922.49 \times (- 9.54) = - 94660.55 \text{ ton - m}$$

$$M_{2b} = 904.68 \times (- 38.17) = - 34531.63 \text{ ton - m}$$

$$M_2 = M_{2a} + M_{2b} = - 129192.19 \text{ ton - m}$$

$$M_{3a} = 7784.09 \times (- 8.45) = - 65775.56 \text{ ton - m}$$

$$M_{3b} = 709.78 \times (- 33.81) = - 23997.66 \text{ ton - m}$$

$$M_3 = M_{3a} + M_{3b} = - 89773.22 \text{ ton - m}$$

$$M_{4a} = 5904.89 \times (- 7.36) = - 43459.99 \text{ ton - m}$$

$$M_{4b} = 538.49 \times (- 29.45) = - 15858.53 \text{ ton - m}$$

$$M_4 = M_{4a} + M_{4b} = - 59318.52 \text{ ton - m}$$

$$M_{5a} = 4284.89 \times (- 6.26) = - 26823.41 \text{ ton - m}$$

$$M_{5b} = 390.82 \times (- 25.08) = - 9801.76 \text{ ton - m}$$

$$M_5 = M_{5a} + M_{5b} = 36625.17 \text{ ton - m}$$

$$M_{6a} = 2924.10 \times (- 5.18) = - 15146.84 \text{ ton - m}$$

$$M_{6b} = 266.76 \times (-20.72) = -5527.27 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_6 = M_{6a} + M_{6b} = -20674.11 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{7a} = 1822.49 \times (-4.09) = -7453.98 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{7b} = 166.32 \times (-16.36) = -2720.99 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_7 = M_{7a} + M_{7b} = -10174.97 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{8a} = 980.10 \times (-3.0) = -2940.30 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{8b} = 89.50 \times (-12.0) = -1074.00 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_8 = M_{8a} + M_{8b} = -4014.30 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{9a} = 396.90 \times (-1.9) = -754.11 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{9b} = 36.29 \times (-7.63) = -276.89 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_9 = M_{9a} + M_{9b} = 1031.00 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{10a} = 72.90 \times (-0.82) = -59.78 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{10b} = 6.70 \times (-3.27) = -21.91 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_{10} = M_{10a} + M_{10b} = -81.69 \text{ ton} - \text{m}$$

CALCULO DEL BRAZO DE MOMENTO

PARA EL CALCULO DEL BRAZO DEL MOMENTO DE LA FUERZA RESULTANTE DEL PLANO " 1 " CON RESPECTO AL CENTRO DE LA BASE DE ESTE, SE OBTIENE DE LA FORMA SIGUIENTE :

$$\text{MOMENTO ACTUANTE} = X_i \cdot FN$$

DESPEJANDO X_i , TENEMOS :

$$X_i = \frac{\text{MOMENTO ACTUANTE}}{FN}$$

SUSTITUYENDO VALORES :

$$X_1 = \frac{-178620.28}{13443.29} = -13.29 \text{ m}$$

$$X_2 = \frac{-129192.19}{10827.17} = -11.93 \text{ m}$$

$$X_3 = \frac{-89773.22}{8493.87} = -10.57 \text{ m}$$

$$X_4 = \frac{-59318.52}{6443.88} = -9.20 \text{ m}$$

$$X_5 = \frac{-36625.17}{4675.71} = -7.83 \text{ m}$$

$$X_6 = \frac{-20674.11}{3190.86} = -6.48 \text{ m}$$

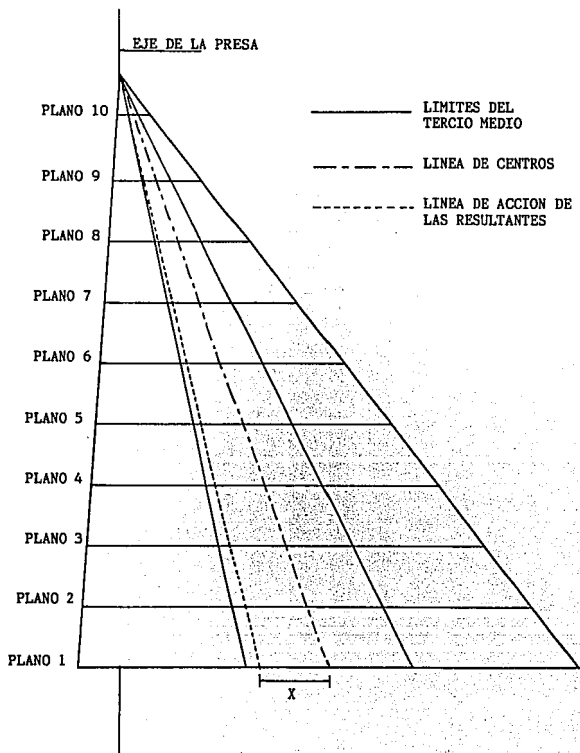
$$X_7 = \frac{-10174.97}{1988.81} = -5.12 \text{ m}$$

$$X_8 = \frac{-4014.30}{1069.60} = -3.75 \text{ m}$$

$$X_9 = \frac{-1031.0}{433.19} = -2.38 \text{ m}$$

$$X_{10} = \frac{-81.69}{79.60} = -1.03 \text{ m}$$

LINEA DE ACCION DE LAS RESULTANTES



B) CASO-EMBALSE CON AGUA AL NAME

PARA LLEVAR A CABO EL CALCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL CASO CON EMBALSE DE AGUA AL NAME EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS, SE REPRESENTA EN FORMA ESQUEMATICA EN LA SECCION PROPUESTA, COMO A CONTINUACION SE DESCRIBE :

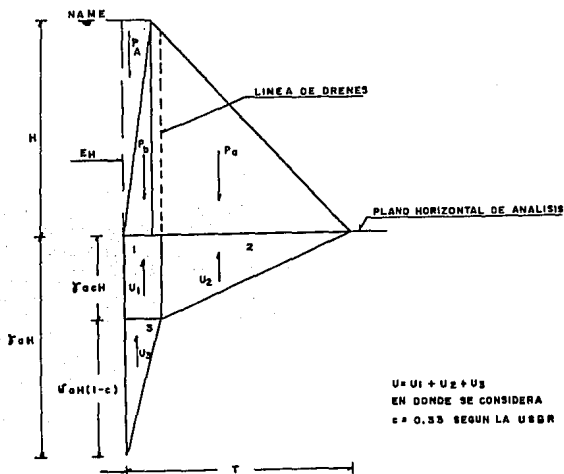
$$\gamma_a = \text{PESO VOLUMETRICO DEL AGUA} = 1.0 \text{ ton/m}^3$$

$$E_H = \text{EMPUJE HIDROSTATICO} = \frac{1}{2} \gamma_a H^2 \text{ EN ton.}$$

$$P_A = \text{PESO DEL AGUA EN ton.}$$

$$U = \text{FUERZA TOTAL DE SUBPRESION EN ton.}$$

SE CONSIDERA LA LINEA DE DRENES A 3.00 m DE DISTANCIA DEL EJE DE LA PRESA.



CABE MENCIONAR QUE LAS FUERZAS DE SUBPRESION SE PRESENTAN COMO PRESIONES - INTERNAS EN LOS POROS, GRIETAS Y HENDIDURAS, TANTO DE LA PRESA COMO DE SU CIMENTACION. ES EVIDENTE QUE ESTOS ESPACIOS EN LA PRESA O EN LA CIMENTACION ESTARAN LLENOS DE AGUA, LA CUAL EJERCE PRESIONES EN TODAS DIRECCIONES.

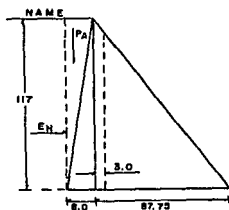
LA SUBPRESION ACTUA SOBRE UNA FRACCION DE AREA DE LA BASE CERCANA AL 100 % Y EN LA PRACTICA SE CONSIDERA EN LA TOTALIDAD DEL AREA; NO ES UNA PARTE DE LA REACCION, SINO ES UNA FUERZA INDEPENDIENTE QUE SE CONSIDERA COMO EXTERNA AL CUERPO DE LA PRESA.

PARA REDUCIR LA MAGNITUD Y CAMBIAR LA DISTRIBUCION DE LAS FUERZAS DE SUBPRESION, SE COLOCAN DRENES A TRAVES DE TODA LA ALTURA DE LA PRESA Y DENTRO DE LA CIMENTACION, GENERALMENTE CERCA DEL PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA, ESTOS PERMITEN QUE SE LIBERE EL AGUA QUE SE FILTRA Y ALCANCE LA PRESION ATMOSFERICA; LAS PRESIONES DE PORO PROBABLEMENTE NO PENETRAN MUCHO DENTRO DE LA MASA DE CONCRETO DURANTE LA VIDA UTIL DE UNA PRESA, EXCEPTUANDO LA QUE PASA POR MEDIO DE GRIETAS; SIN EMBARGO HASTA QUE SE OBTENGAN MAS DATOS, DEBE CONSIDERARSE QUE LA SUBPRESION ACTUA A TRAVES DE TODA LA ESTRUCTURA DE LA PRESA Y SU CIMENTACION.

OTROS METODOS PARA REDUCIR LA FUERZA DE SUBPRESION INCLUYEN LA CONSTRUCCION DE DENTELLONES DEBAJO DEL PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA, LA CONSTRUCCION DE CANALES DE DRENAGE ENTRE LA PRESA Y LA CIMENTACION, Y LA INYECCION A PRESION DE LA CIMENTACION POR MEDIO DE UNA PANTALLA O " VELO " DE INYECCIONES DE LECHADA DE CEMENTO, RECOMENDANDO LO MAS AGUAS ARRIBA QUE SE PUEDA.

CALCULO DE LAS FUERZAS

PLANO 1



$$P_{1a} = 12320.09 \text{ ton.}$$

$$P_{1b} = 1123.20 \text{ ton.}$$

$$P_1 = 13443.29 \text{ ton.}$$

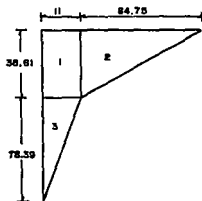
$$E_{H1} = \frac{1}{2} (1) (117)^2 = 6844.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A1} = \frac{8.0 \times 117 \times 1}{2} = 468 \text{ ton.}$$

$$N = P_1 + P_{A1} = 13443.29 + 468 = 13911.29 \text{ ton.}$$

$$F_H = E_{H1} = 6844.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 117 = 38.61 \text{ m}$$

$$117 - 38.61 = 78.39 \text{ m}$$

$$U_1 = 11 \times 38.61 = 424.71 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{38.61 \times 84.75}{2} = 1636.10 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{11.0 \times 78.39}{2} = 431.14 \text{ ton.}$$

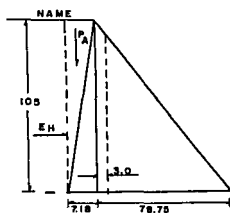
$$N_1 = 13911.29 \text{ ton.}$$

$$F_H = 6844.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 2491.95 \text{ ton.}$$

PLANO 2



$$P_2 = 10827.17 \text{ ton.}$$

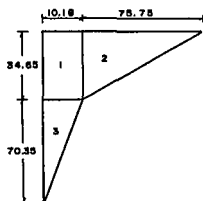
$$E_{H2} = \frac{1}{2} (1) (105)^2 = 5512.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A2} = \frac{7.18 \times 105}{2} \times 1 = 376.95 \text{ ton.}$$

$$N = P_2 + P_{A2} = 10827.17 + 376.95 = 11204.12 \text{ ton.}$$

$$F_{H2} = E_{H2} = 5512.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 105 = 34.65 \text{ m}$$

$$105 - 34.65 = 70.35 \text{ m}$$

$$U_1 = 10.18 \times 34.65 = 352.74 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{34.65 \times 70.75}{2} = 1312.37 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{10.18 \times 70.35}{2} = 358.08 \text{ ton.}$$

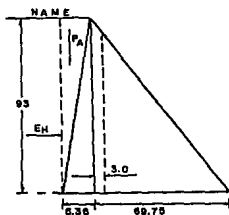
$$N_2 = 11204.12 \text{ ton.}$$

$$F_{H2} = 5512.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 2023.19 \text{ ton.}$$

PLANO 3



$$P_3 = 8493.87 \text{ ton.}$$

$$E_{H3} = \frac{1}{2} (1) (93)^2 = 4324.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A3} = \frac{6.36 \times 93}{2} \times 1 = 295.74 \text{ ton.}$$

$$N_3 = P_3 + P_{A3} = 8493.87 + 295.74 = 8789.61 \text{ ton.}$$

$$F_3 = E_{H3} = 4324.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION

$$0.33 \times 93 = 30.69 \text{ m}$$

$$93 - 30.69 = 62.31 \text{ m}$$

$$U_1 = 9.36 \times 30.69 = 287.26 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{30.69 \times 66.75}{2} = 1024.28 \text{ ton.}$$

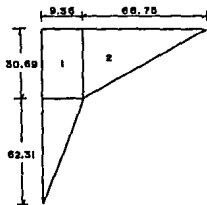
$$U_3 = \frac{9.36 \times 62.31}{2} = 291.61 \text{ ton.}$$

$$N_3 = 8789.61 \text{ ton.}$$

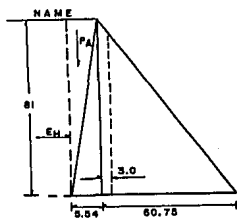
$$F_{H3} = 4324.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 1603.15 \text{ ton.}$$



PLANO 4



$$P_4 = 6443.38$$

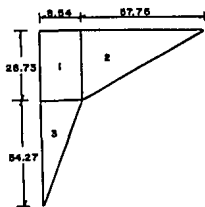
$$E_{H4} = \frac{1}{2} (1) (81)^2 = 3280.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A4} = \frac{5.54 \times 81 \times 1}{2} = 224.37 \text{ ton.}$$

$$N_4 = P_4 + P_{A4} = 6443.38 + 224.37 = 6667.75 \text{ ton.}$$

$$F_{H4} = E_{H4} = 3280.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESSION



$$0.33 \times 81 = 26.73 \text{ m}$$

$$81 - 26.73 = 54.27 \text{ m}$$

$$U_1 = 8.54 \times 26.73 = 228.27 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{26.73 \times 57.75}{2} = 771.83 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{8.54 \times 54.27}{2} = 231.73 \text{ ton.}$$

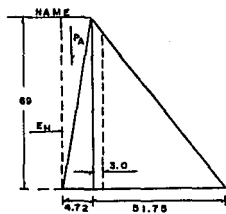
$$N_4 = 6667.75 \text{ ton.}$$

$$F_{H4} = 3280.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 1231.83 \text{ ton.}$$

PLANO 5



$$P_5 = 4675.71 \text{ ton.}$$

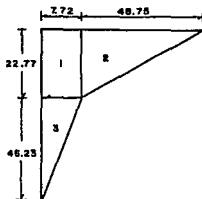
$$E_{H5} = \frac{1}{2} (1) (69)^2 = 2380.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A5} = \frac{4.72 \times 69 \times 1}{2} = 162.84 \text{ ton.}$$

$$N_5 = P_5 + P_{A5} = 4675.71 + 162.84 = 4838.55 \text{ ton.}$$

$$F_{H5} = E_{H5} = 2380.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 69 = 22.77 \text{ m}$$

$$69 - 22.77 = 46.23 \text{ m}$$

$$U_1 = 7.72 \times 22.77 = 175.78 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{48.75 \times 22.77}{2} = 555.02 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{7.72 \times 46.23}{2} = 178.45 \text{ ton.}$$

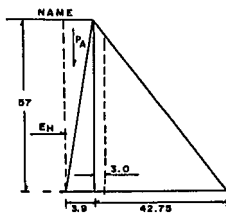
$$N_5 = 4838.55 \text{ ton.}$$

$$F_{H5} = 2380.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 909.25 \text{ ton.}$$

PLANO 6



$$P_6 = 3190.86 \text{ ton.}$$

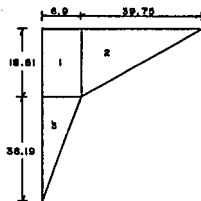
$$E_{H6} = \frac{1}{2} (1) (57)^2 = 1624.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A6} = \frac{3.9 \times 57}{2} \times 1 = 111.15 \text{ ton.}$$

$$N_6 = P_6 + P_{A6} = 3190.86 + 111.15 = 3302.01 \text{ ton.}$$

$$F_{H6} = E_{H6} = 1624.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 57 = 18.81 \text{ m}$$

$$57 - 18.81 = 38.19 \text{ m}$$

$$U_1 = 6.9 \times 18.81 = 129.79 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{18.81 \times 39.75}{2} = 373.85 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{6.9 \times 38.19}{2} = 131.76 \text{ ton.}$$

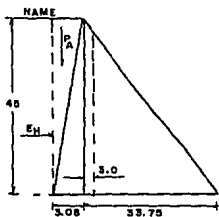
$$N_6 = 3302.01 \text{ ton.}$$

$$F_{H6} = 1624.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 635.4 \text{ ton.}$$

PLANO 7



$$P_7 = 1988.81 \text{ ton.}$$

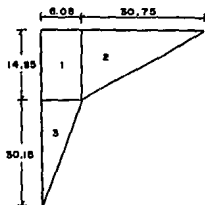
$$E_{H7} = \frac{1}{2} (1) (45)^2 = 1012.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A7} = \frac{3.08 \times 45 \times 1}{2} = 69.3 \text{ ton.}$$

$$N_7 = P_7 + P_{A7} = 1988.81 + 69.3 = 2058.11 \text{ ton.}$$

$$F_{H7} = E_{H7} = 1012.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 45 = 14.85 \text{ m}$$

$$45 - 14.85 = 30.15 \text{ m}$$

$$U_1 = 6.08 \times 14.85 = 90.29 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{14.85 \times 30.75}{2} = 228.32 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{6.08 \times 30.15}{2} = 91.66 \text{ ton.}$$

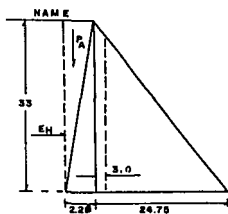
$$N_7 = 2058.11$$

$$F_{H7} = 1012.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 410.27 \text{ ton.}$$

PLANO 8



$$P_B = 1069.60 \text{ ton.}$$

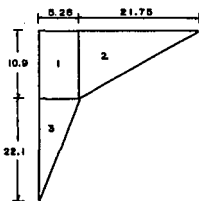
$$E_{HB} = \frac{1}{2} (1) (33)^2 = 544.5 \text{ ton.}$$

$$P_{AB} = \frac{2.26 \times 33}{2} \times 1 = 37.29 \text{ ton.}$$

$$N_B = P_B + P_{AB} = 1069.6 + 37.29 = 1106.89 \text{ ton.}$$

$$F_{HB} = E_{HB} = 544.5 \text{ ton}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 33 = 10.9 \text{ m}$$

$$33 - 10.9 = 22.11 \text{ m}$$

$$U_1 = 5.26 \times 10.9 = 57.33 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{10.9 \times 21.75}{2} = 118.54 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{5.26 \times 22.1}{2} = 58.12 \text{ ton.}$$

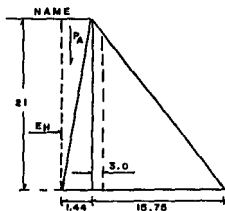
$$N_B = 1106.89 \text{ ton.}$$

$$F_{HB} = 544.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 233.99 \text{ ton.}$$

PLANO 9



$$P_9 = 433.19 \text{ ton.}$$

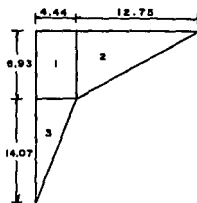
$$E_{H9} = \frac{1}{2} (1) (21)^2 = 220.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A9} = \frac{1.44 \times 21 \times 1}{2} = 15.12 \text{ ton.}$$

$$N_9 = P_9 + P_{A9} = 433.19 + 15.12 = 448.31 \text{ ton.}$$

$$F_{H9} = E_{H9} = 220.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESSION



$$0.33 \times 21 = 6.93 \text{ m}$$

$$21 - 6.93 = 14.07 \text{ m}$$

$$U_1 = 4.44 \times 6.93 = 30.77 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{12.75 \times 6.93}{2} = 44.18 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{4.44 \times 14.07}{2} = 31.23 \text{ ton.}$$

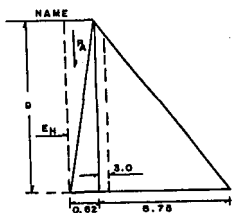
$$N_9 = 448.31 \text{ ton.}$$

$$F_{H9} = 220.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 106.18 \text{ ton.}$$

PLANO 10



$$P_{10} = 79.6 \text{ ton.}$$

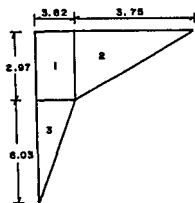
$$E_{H10} = \frac{1}{2} (1) (9)^2 = 40.5 \text{ ton.}$$

$$P_{A10} = \frac{0.62 \times 9 \times 1}{2} = 2.79 \text{ ton.}$$

$$N_{10} = P_{10} + P_{A10} = 79.6 + 2.79 = 82.49 \text{ ton.}$$

$$F_{H10} = E_{H10} = 40.5 \text{ ton.}$$

SUBPRESION



$$0.33 \times 9 = 2.97 \text{ m}$$

$$9 - 2.97 = 6.03 \text{ m}$$

$$U_1 = 3.62 \times 2.97 = 10.75 \text{ ton.}$$

$$U_2 = \frac{3.75 \times 2.97}{2} = 5.57 \text{ ton.}$$

$$U_3 = \frac{3.62 \times 6.03}{2} = 10.91 \text{ ton.}$$

$$N_{10} = 82.39 \text{ ton.}$$

$$F_{H10} = 40.5 \text{ ton.}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U = 27.23 \text{ ton.}$$

CALCULO DE LOS MOMENTOS

SE CALCULARAN LOS MOMENTOS ACTUANTES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS -
PARA ESTE CASO (VASO LLENO AL NAME).

PLANO 1

$$M_{1a} = - 130839.35 \text{ ton-m}$$

$$M_{1b} = - 47780.93 \text{ ton-m}$$

$$M_{A1} = 468 \times (-45.21) = - 21157.5 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 6844.5 \times 39 = 266935.5 \text{ ton-m}$$

$$\text{SUMA DE } M_1 = 67157.72 \text{ ton-m}$$

PLANO 2

$$M_{2a} = - 94660.55 \text{ ton-m}$$

$$M_{2b} = - 34531.63 \text{ ton-m}$$

$$M_A^2 = 376.95 \times (- 40.57) = - 15292.86 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 5512.5 \times 35 = 192937.5 \text{ ton-m}$$

$$\text{SUMA DE } M_2 = 48452.46$$

PLANO 3

$$M_{3a} = - 65775.56 \text{ ton-m}$$

$$M_{3b} = - 23997.66 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 4324.5 \times 31 = 134059.5 \text{ ton-m}$$

$$M_A^3 = 295.74 \times (- 35.93) = - 10627.42 \text{ ton-m}$$

SUMA DE $M_3 = 33658.86 \text{ ton-m}$

PLANO 4

$M_{4a} = - 43459.99 \text{ ton-m}$

$M_{4b} = - 15858.53 \text{ ton-m}$

$M_{A4} = 224.37 \times (-31.3) = - 7022.41 \text{ ton-m}$

$M_{EH} = 3280.5 \times 27 = 88573.5 \text{ ton-m}$

SUMA DE $M_4 = 22232.57 \text{ ton-m}$

PLANO 5

$M_{5a} = - 26823.41 \text{ ton-m}$

$M_{5b} = - 9801.76 \text{ ton-m}$

$M_{A5} = 162.84 \times (- 26.66) = - 4341.31 \text{ ton-m}$

$M_{EH} = 2380.5 \times 23 = 54751.5 \text{ ton-m}$

SUMA DE $M_5 = 13785.0 \text{ ton-m}$

PLANO 6

$M_{6a} = - 15146.84 \text{ ton-m}$

$M_{6b} = - 5527.27 \text{ ton-m}$

$M_{A6} = 111.15 \times (-22.02) = - 2448.08 \text{ ton-m}$

$M_{EH} = 1624.5 \times 19 = 30865.5 \text{ ton-m}$

SUMA DE $M_6 = 7743.31 \text{ ton-m}$

PLANO 7

$$M_{7a} = - 7453.98 \text{ ton-m}$$

$$M_{7b} = - 2720.99 \text{ ton-m}$$

$$M_{A7} = 69.3 \times (- 17.39) = - 1205.01 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 1012.5 \times 15 = 15187.5 \text{ ton-m}$$

$$\text{SUMA DE } M_7 = 3807.52 \text{ ton-m}$$

PLANO 8

$$M_{8a} = - 2940.3 \text{ ton-m}$$

$$M_{8b} = - 1074.0 \text{ ton-m}$$

$$M_{A8} = 37.29 \times (-12.75) = - 477.45 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 544.5 \times 11 = 5989.5 \text{ ton-m}$$

$$\text{SUMA DE } M_8 = 1497.75 \text{ ton-m}$$

PLANO 9

$$M_{9a} = - 754.11 \text{ ton-m}$$

$$M_{9b} = - 276.89 \text{ ton-m}$$

$$M_{A9} = 15.12 \times (- 8.12) = - 122.70 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 220.5 \times 7 = 1543.5 \text{ ton-m}$$

$$\text{SUMA DE } M_9 = 389.8 \text{ ton-m}$$

PLANO 10

$$M_{10a} = - 59.78 \text{ ton-m}$$

$$M_{10b} = - 21.91 \text{ ton-m}$$

$$M_{A10} = 2.79 \times (- 3.48) = - 9.70 \text{ ton-m}$$

$$M_{EH} = 40.5 \times 3 = 121.5 \text{ ton-m}$$

$$\text{SUMA DE } M_{10} = 30.11 \text{ ton-m}$$

RESUMEN DE FUERZAS Y MOMENTOS

PLANO DE ANALISIS	VASO VACIO		VASO AGUA AL NAME			MOMENTO (ton-m)	ANCHO BASE (m)
	FN (ton)	MOMENTO (ton - m)	FN (ton)	FH (ton)	U (ton)		
1	13,443.29	- 178620.28	13,911.29	6844.50	2491.95	67157.72	95.75
2	10,827.17	- 129192.19	11,204.12	5512.50	2023.19	48452.46	85.93
3	8,493.87	- 89773.22	8,789.61	4324.50	1603.15	33658.86	76.11
4	6,443.88	- 59318.52	6,667.75	3280.50	1231.83	22232.57	66.29
5	4,675.71	- 36625.17	4,838.55	2380.50	909.25	13785.00	56.47
6	3,190.86	- 20674.11	3,302.00	1624.50	635.40	7743.31	46.65
7	1,988.81	- 10174.97	2,058.11	1012.50	410.27	3807.52	36.83
8	1,069.60	- 4014.30	1,106.89	544.50	233.99	1497.75	27.01
9	433.19	- 1031.00	448.31	220.50	106.18	389.80	17.19
10	79.60	- 81.69	82.39	40.50	27.23	30.11	7.37

CALCULO DEL BRAZO DE MOMENTO

PARA CALCULAR EL BRAZO DEL MOMENTO DE LA FUERZA RESULTANTE DEL PLANO "i" -
CON RESPECTO AL CENTRO DE LA BASE DE ESTE, PARA EL CASO A PRESA LLENA; LO -
OBTENDREMOS COMO SIGUE :

$$X_i = \frac{\text{MOMENTO ACTUANTE}}{FN}$$

$$X_1 = \frac{67157.72}{13911.29} = 4.83 \text{ m}$$

$$X_2 = \frac{48452.46}{11204.12} = 4.32 \text{ m}$$

$$X_3 = \frac{33658.86}{8789.61} = 3.83 \text{ m}$$

$$X_4 = \frac{22232.57}{6667.75} = 3.33 \text{ m}$$

$$X_5 = \frac{13785.0}{4838.55} = 2.85 \text{ m}$$

$$X_6 = \frac{7743.31}{3302.0} = 2.35 \text{ m}$$

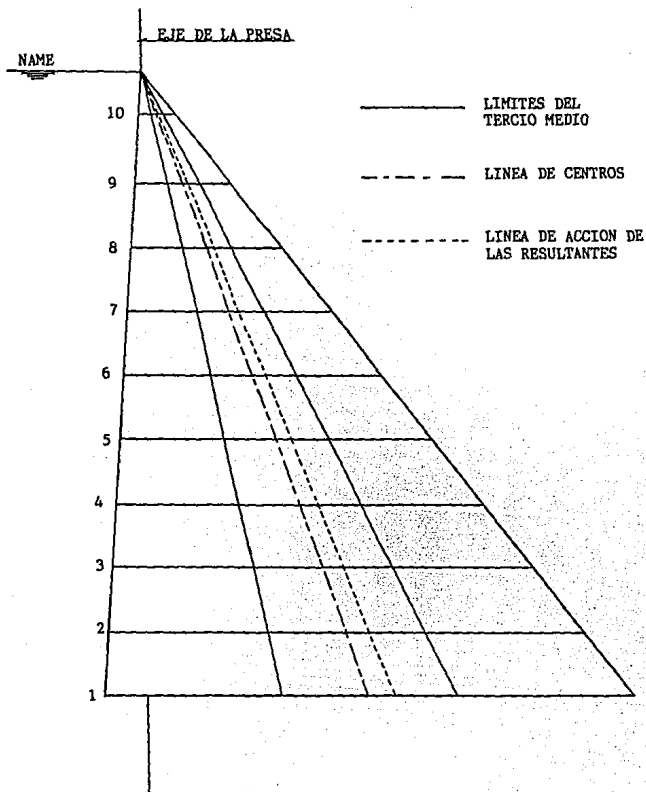
$$X_7 = \frac{3807.52}{2058.11} = 1.85 \text{ m}$$

$$X_8 = \frac{1497.75}{1106.89} = 1.35 \text{ m}$$

$$X_9 = \frac{389.80}{448.31} = 0.87 \text{ m}$$

$$x_{10} = \frac{30.11}{82.39} = 0.37 \text{ m}$$

LINEA DE ACCION DE LAS RESULTANTES



CAPITULO II

CAPITULO II

METODO CONVENCIONAL DE PRESAS DE GRAVEDAD.

DISTRIBUCION DE ESFUERZOS NORMALES VERTICALES PARA EL CASO DE VASO VACIO

PARA EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS, SE USARA EL METODO TRADICIONAL DE ANALISIS BIDIMENSIONAL DE GRAVEDAD, EN DONDE SE APLICARA LA FORMULA DE LA ESCUADRIA DE LA TEORIA DE VIGAS, QUE SE EXPRESA A CONTINUACION:

$$\nabla_z = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} y ; \text{ EN (ton/m}^2 \text{)}$$

EN DONDE :

N = ES LA SUMA DE LAS FUERZAS NORMALES (SE EXCLUYE LA SUBPRESION)

A = AREA DE LA BASE EN M^2

M = SUMA DE MOMENTOS CON RESPECTO AL CENTRO DE GRAVEDAD (C), DE TODAS LAS FUERZAS, EN (TON-M).

I = MOMENTO DE INERCIA, DE LA SECCION, QUE AL SER RECTANGULAR, SE APLICARA LA FORMULA SIGUIENTE :

$$I = \frac{1}{12} \times 1 \times T^3 = \frac{T^3}{12} \text{ EN (M}^4 \text{).}$$

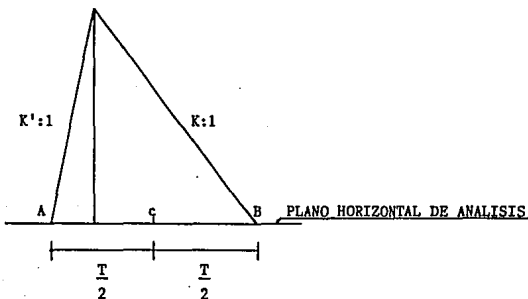
Y = COORDENADA HORIZONTAL (POSICION DEL PUNTO " C "), TOMANDO COMO ORIGEN EL CENTRO DE LA BASE; EN METROS.

ESTE METODO PROPORCIONA UN MEDIO APROXIMADO PARA LA DETERMINACION DE LOS ESFUERZOS EN UNA SECCION TRANSVERSAL DE UNA PRESA DE GRAVEDAD. EN GENERAL ES APLICABLE AL CASO DE UNA SECCION DE GRAVEDAD CON INCLINACION VARIABLE EN AMBOS PARAMENTOS Y TAMBIEN A UNA SECCION CON SU PARAMENTO AGUAS ARRIBA VERTICAL TANTO PARA EL CASO DE PRESA VACIA COMO PARA EL DE PRESA LLENA, INCLUYENDO LOS DEL CHOQUE DEBIDO A TEMBLOR. LAS PRESIONES DEBIDAS A SUBPRESION SOBRE UNA SECCION HORIZONTAL, NO SE INCLUYEN NORMALMENTE CON LAS PRESIONES DE CONTACTO EN EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS, Y SE CONSIDERAN POR SEPARADO EN EL CALCULO DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD.

LA FORMULA PARA EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS, SE BASA EN CONSIDERAR UNA DISTRIBUCION TRAPEZOIDAL DE LOS ESFUERZOS VERTICALES SOBRE PLANOS HORIZONTALES. DICHA FORMULA PROPORCIONA UN METODO DIRECTO PARA EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS EN CUALQUIER PUNTO DENTRO DE LAS FRONTERAS DE UNA SECCION TRANSVERSAL DE UNA PRESA DE GRAVEDAD.

PARA EL DESARROLLO SE ANALIZARA UNICAMENTE EL CASO A PRESA VACIA, PARA LO CUAL SE LLEVO A CABO DICHO CALCULO COMO SE MUESTRA EN LA TABLA SIGUIENTE, EN DONDE SE OBTUVIERON LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES PARA LOS PUNTOS A Y B DE CADA UNO DE LOS PLANOS, OBSERVANDOSE QUE LOS ESFUERZOS RESULTAN A COMPRESION.

POSTERIORMENTE SE DIBUJAN LOS DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES DE CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS EN LA BASE; INICIANDO CON EL PLANO SUPERIOR (No. 10) DE LA SECCION PROPUESTA .

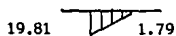


CALCULO DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES (VASO VACIO)

PLANO	N ton	A ₂ m ²	M ton-m	I ₄ m ⁴	\bar{Y} m	$\frac{N}{A}$	$\frac{M}{I} Y$	$\sqrt{zA_2}$ ton/m ²	$\sqrt{zB_2}$ ton/m ²
1	13443.29	95.75	- 178620.28	73153.50	\bar{Y} 47.87	140.40	+ 116.88	257.28	23.52
2	10827.17	85.93	- 129192.19	52875.34	\bar{Y} 42.96	126.00	+ 104.97	230.97	21.03
3	8493.87	76.11	- 89773.22	36740.40	\bar{Y} 38.05	111.60	+ 92.97	204.57	18.63
4	6443.88	66.29	- 59318.52	24275.20	\bar{Y} 33.14	97.21	+ 80.98	178.19	16.23
5	4675.71	56.47	- 36625.17	15006.25	\bar{Y} 28.23	82.80	+ 68.90	151.70	13.90
6	3190.86	46.65	- 20674.11	8460.06	\bar{Y} 23.32	68.40	+ 56.99	125.39	11.41
7	1988.81	36.83	- 10174.97	4163.17	\bar{Y} 18.41	54.00	+ 45.00	99.0	9.0
8	1069.60	27.01	- 4014.30	1642.07	\bar{Y} 13.50	39.60	+ 33.00	72.60	6.60
9	433.19	17.19	- 1031.00	423.30	\bar{Y} 8.60	25.20	+ 20.95	46.15	4.25
10	79.60	7.37	- 81.69	33.36	\bar{Y} 3.68	10.80	+ 9.01	19.81	1.79

DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES
VERTICALES ∇_z EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS

PLANO 10

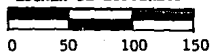


VALORES EN (ton /m²)

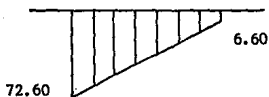
PLANO 9



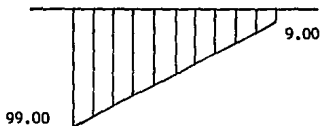
ESCALA DE ESFUERZOS



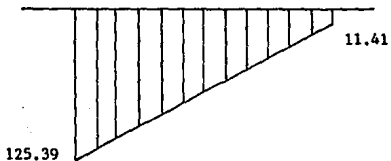
PLANO 8



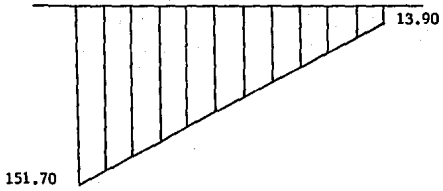
PLANO 7



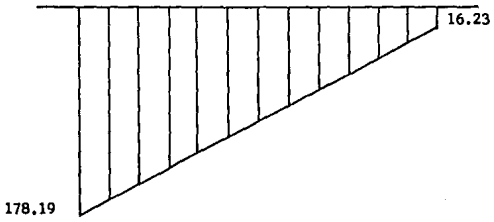
PLANO 6



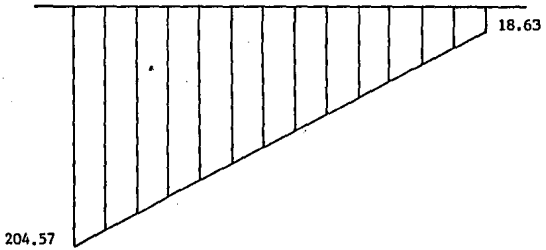
PLANO 5



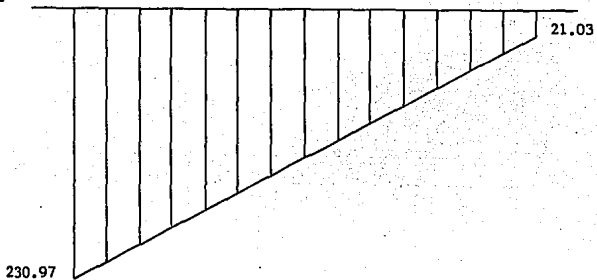
PLANO 4



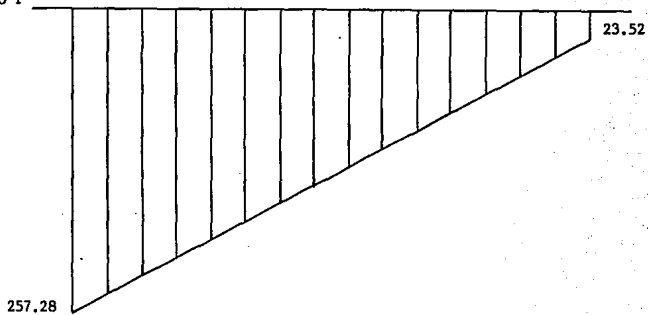
PLANO 3



PLANO 2



PLANO 1



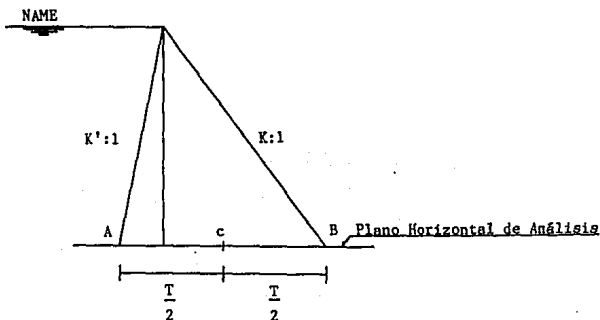
2.- DISTRIBUCION DE ESFUERZOS NORMALES VERTICALES PARA EL CASO DE EMBALSE CON AGUA AL NAME.

AHORA SE LLEVARA A CABO LA OBTENCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS PARA EL CASO DE EMBALSE CON AGUA AL NAME (PRESA LLENA), PARA LO CUAL SE APLICA LA MISMA FORMULA DE LA ESCUADRIA, COMO SE EXPLICO EN EL INCISO ANTERIOR :

$$\nabla_z = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \text{ y}$$

PARA EL DESARROLLO DEL CALCULO, SE PROCEDERA COMO SE MUESTRA EN LA TABLA SIGUIENTE, EN DONDE SE OBTIENEN DICHS ESFUERZOS PARA LOS PUNTOS A Y B EN CADA UNO DE LOS PLANOS; RESULTANDO LOS ESFUERZOS A COMPRESION.

ASIMISMO SE REPRESENTAN LOS DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES EN CADA PLANO DE ANALISIS; INICIANDO CON EL PLANO SUPERIOR (No. 10) DE LA SECCION DE LA PRESA.

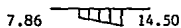


CALCULO DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES (VASO LLENO AL NAME)

PLANO	N ton	A_2 m^2	M ton-m	I_4 m^4	Y m	$\frac{N}{A}$	$\frac{M}{I} Y$	∇_{zA_2} ton/m	∇_{zB_2} ton/m
1	13911.29	95.75	67157.72	73153.50	+ 47.87	145.29	+ 43.95	101.34	189.24
2	11204.12	85.93	48452.46	52875.34	+ 42.96	130.39	+ 39.37	91.02	169.76
3	8789.61	76.11	33658.86	36740.40	+ 38.05	115.49	+ 34.86	80.63	150.35
4	6667.75	66.29	22232.57	24275.20	+ 33.14	100.58	+ 30.35	70.23	130.93
5	4838.55	56.47	13785.00	15006.25	+ 28.23	85.68	+ 25.93	59.75	111.61
6	3302.00	46.65	7743.31	8460.06	+ 23.32	70.78	+ 21.34	49.44	92.12
7	2058.11	36.83	3807.52	4163.17	+ 18.41	55.88	+ 16.84	39.04	72.72
8	1106.89	27.01	1497.75	1642.07	+ 13.50	40.98	+ 12.31	28.67	53.29
9	448.31	17.19	389.80	423.30	+ 8.60	26.08	+ 7.92	18.16	34.00
10	82.39	7.37	30.11	33.36	+ 3.68	11.18	+ 3.32	7.96	14.50

DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES
VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS
(VASO LLENO AL NAVE)

PLANO 10

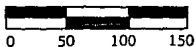


VALORES EN (ton/m^2)

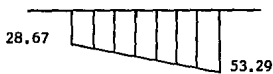
PLANO 9



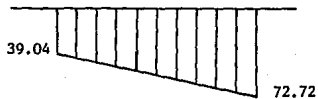
ESCALA DE ESFUERZOS



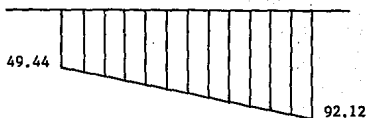
PLANO 8



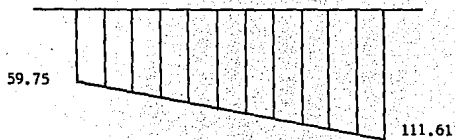
PLANO 7



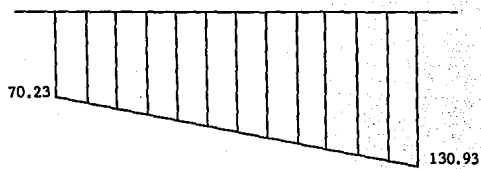
PLANO 6



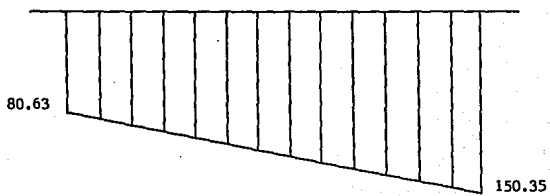
PLANO 5



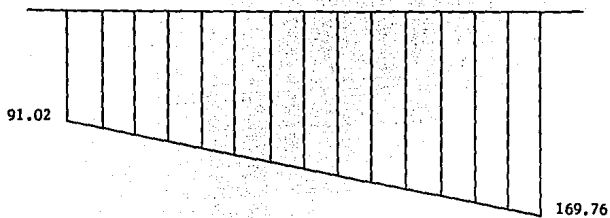
PLANO 4



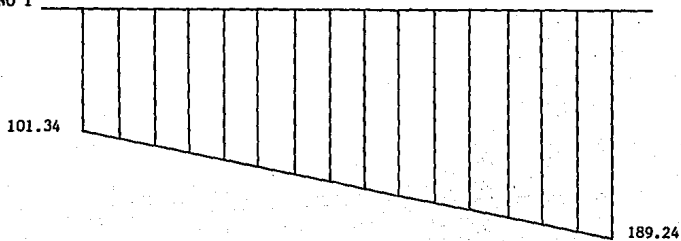
PLANO 3



PLANO 2



PLANO 1



CAPITULO III

CAPITULO III

METODO CONVENCIONAL DE PRESAS DE GRAVEDAD

FACTOR DE FRICCION CORTANTE

EL FACTOR DE SEGURIDAD DE FRICCION POR CORTANTE ES LA RELACION ENTRE LA RESISTENCIA AL CORTANTE Y EL ESFUERZO CORTANTE MEDIO, EN EL PLANO DE ANALISIS, SUS UNIDADES SON ADIMENSIONALES Y SE EXPRESA CON LA SIGUIENTE FORMULA :

$$F F C = \frac{f \sum FN + cA}{\sum FH} \quad ; \quad (\text{UNIDADES ADIMENSIONALES})$$

EN DONDE :

$f = \tan \phi$; COEFICIENTE DE FRICCION INTERNA DEL MATERIAL

c : COHESION DEL MATERIAL

QUE HA FALTA DE DATOS DE LABORATORIO, YA QUE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA AL CORTANTE DE LA MEZCLA DE CONCRETO QUE SE VA A UTILIZAR NO SE TIENEN GENERALMENTE EN ESTA ETAPA DE DISEÑO; POR LO QUE SE USARA $F= 1$, QUE EQUIVALE A UN ϕ DE 45°;

$$c = 0.1 f'c \text{ en } (\text{ton/m}^2) \quad ;$$

POR LO QUE OBTENDREMOS PARA :

$$f'c = 200 \text{ Kg/cm}^2 = 2000 \text{ ton/m}^2$$

$$c = 0.1 \times 2000 = 200 \text{ ton/m}^2$$

$\sum FN$; ES LA SUMA DE FUERZAS NORMALES PARA PLANOS HORIZONTALES, EN DONDE SE INCLUYE FUERZA DE SUBPRESION, Y SE TOMA IGUAL A :

$$\sum FN = N - U$$

A : AREA DE LA BASE EN (m^2)

FH : SUMA DE LAS FUERZAS HORIZONTALES EN (ton.)

PARA DISEÑO PRELIMINAR, LOS VALORES DE LA FRICCIÓN INTERNA Y LA COHESIÓN, DEBEN SER LOS MAS RAZONABLES QUE SE CONOZCAN PARA MATERIALES SEMEJANTES O COMPARESABLES.

PARA DISEÑO DEFINITIVO, LOS VALORES DE LA COHESIÓN Y LA FRICCIÓN INTERNA DEBEN DETERMINARSE MEDIANTE PRUEBAS REALES DE LOS MATERIALES TANTO DE LA CIMENTACIÓN COMO DEL CONCRETO QUE SE PROPONGA UTILIZAR EN LA PRESA.

EL FACTOR DE SEGURIDAD DE FRICCIÓN POR CORTANTE, PROPORCIONA LA SEGURIDAD CONTRA EL EFECTO DE DESLIZAMIENTO O POR CORTANTE EN CUALQUIER SECCIÓN. LA ECUACIÓN SE APLICA A CUALQUIER SECCIÓN DE LA ESTRUCTURA O A SU CIMENTACIÓN.

LA BUREAU OF RECLAMATION EN EL LIBRO " TREATISE ON DAMS " OF GRAVITY DAMS, SEÑALA QUE EL FACTOR DE SEGURIDAD POR FRICCIÓN AL CORTANTE NO DEBE SER MENOR DE 4 PARA CONDICIONES NORMALES DE CARGA EN LAS PRESAS DE GRAVEDAD; Y DEBE SER SUFICIENTE PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD CUANDO SE PRUEBE PARA CONDICIONES DE CARGAS EXTREMAS.

POR CONSIGUIENTE EL FACTOR DE FRICCIÓN CORTANTE DEBE SER MAYOR O IGUAL A UN FACTOR DE SEGURIDAD FIJADO PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD DE LA PRESA.

$$F F C \geq F S$$

CALCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN CORTANTE

PLANO No.	R ton.	U ton.	N - U	c A	(N-U) + cA	FH ton.	F F C
1	13911.29	2491.95	11419.34	19150.0	30569.34	6844.5	4.47
2	11204.12	2023.19	9180.93	17186.0	26366.93	5512.5	4.78
3	8789.61	1603.15	7186.46	15222.0	22408.46	4324.5	5.18
4	6667.75	1231.83	5435.92	13258.0	18693.92	3280.5	5.70
5	4838.55	909.25	3929.30	11294.0	15223.30	2380.5	6.39
6	3302.00	635.4	2666.60	9330.0	11996.60	1624.5	7.38
7	2058.11	410.27	1647.84	7366.0	9013.84	1012.5	8.90
8	1106.89	233.99	872.90	5402.0	6274.90	544.5	11.52
9	448.31	106.18	342.13	3438.0	3780.13	220.5	17.14
10	82.39	27.23	55.16	1474.0	1529.16	40.5	37.76

CAPITULO IV

CAPITULO IV

CALCULO Y REPRESENTACION GRAFICA DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES Y SU DIRECCION USANDO EL METODO DE PIGEAUD.

1.- PARA LOS PUNTOS DE INTERSECCION DE LOS PLANOS HORIZONTALES DE ANALISIS - CON LOS PLANOS VERTICALES AUXILIARES, DETERMINAR POR EL METODO DE PIGEAUD PARA EL CASO DE EMBALSE CON AGUA AL NAME, LO SIGUIENTE :

- A) ESFUERZOS NORMALES HORIZONTALES
- B) ESFUERZOS NORMALES VERTICALES
- C) ESFUERZOS CORTANTES
- D) ESFUERZOS PRINCIPALES
- E) LA DIRECCION DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES
- F) TRAZO DE LAS ISOSTATICAS Y TRAYECTORIAS DE ESFUERZOS PRINCIPALES

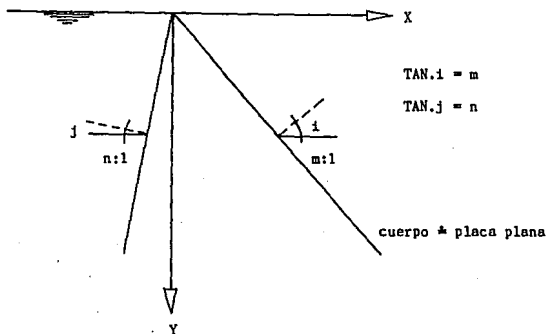
PARA LLEVAR A CABO EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS, SE REALIZARA POR EL METODO-DENOMINADO DE " PIGEAUD "; ESTE METODO ES MUY LIMITADO Y PUEDE SER UTILIZADO EN LA ETAPA PRELIMINAR DEL DISEÑO DE LA PRESA DE GRAVEDAD, YA QUE TIENE COMO CONDICIONANTE NO CONSIDERAR LAS FUERZAS DE SUBPRESION, AZOLVES Y LAS - PRODUCIDAS POR EL SISMO O TEBLOR.

SE REQUIERE CONSIDERAR LA SECCION DE LA CORTINA COMO UN TRIANGULO, CON EL NIVEL DE AGUAS MAXIMAS EXTRAORDINARIAS (NAME) PARA EL ANALISIS QUE ESTE HASTA EL VERTICE EN DONDE SE INTERCEPTAN LOS PARAMENTOS DE AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO: ADEMAS SE DESPRECIA O NO SE CONSIDERA EL PARAMENTO DE LA CORONA, COMO SE HA VENIDO DESARROLLANDO EN LOS CALCULOS ANTERIORES.

PARA EFECTUAR LOS CALCULOS REQUERIDOS, LA SECCION SERA DEL TIPO COMO SE MUESTRA A CONTINUACION, CONSIDERANDO EL CUERPO DE LA PRESA SEMEJANTE A UNA PLACA PLANA.

CABE MENCIONAR QUE A DIFERENCIA DE LA CONVENCION DE SIGNOS QUE SE UTILIZA - USUALMENTE, ESTE METODO AL OBTENER RESULTADOS, SE DEBE DE CONSIDERAR A LAS-

TENSIONES COMO POSITIVAS, Y A LAS COMPRESIONES COMO NEGATIVAS.



CONDICIONES :

- NO HAY SUBPRESION
- NO HAY AZOLVES
- NO HAY SISMO
- TENSIONES POSITIVAS (+)
- COMPRESIONES NEGATIVAS (-)

PARA APLICAR EL METODO, SE OBTIENE PLANTEANDO UNA FUNCION $\phi (X, Y)$, TAL - QUE SEA CONTINUA Y CON DERIVADAS CONTINUAS HASTA LA CUARTA DERIVADA; POR LO QUE ϕ SERA :

$$\phi = \frac{a}{6} X^3 + \frac{b}{2} X^2 Y + \frac{c}{2} X Y^2 + \frac{d}{6} Y^3$$

EN DONDE SE TIENEN CUATRO CONSTANTES a, b, c y d A DETERMINAR (POR MEDIO DE - LAS CONDICIONES DE FRONTERA).

DERIVANDO TENEMOS :

$$\frac{d\phi}{dx} = \frac{ax^2}{2} + bxy + \frac{c}{2}y^2$$

$$\frac{d\phi}{dy} = \frac{b}{2}x^2 + cxy + \frac{d}{2}y^2$$

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = ax + by$$

$$\frac{d^2\phi}{dy^2} = cx + dy \quad \text{y} \quad \frac{d^2\phi}{dy dx} = bx + cy$$

LOS ESFUERZOS SERAN, DE ACUERDO A LA FUNCION DE ESFUERZOS DE AIRY :

$$\nabla_y = \frac{d^2\phi}{dx^2}; \quad \nabla_x = \frac{d^2\phi}{dy^2} \quad \text{y} \quad \bar{Z}_{xy} = \frac{d^2\phi}{dy dx}$$

POR CONSIGUIENTE LOS ESFUERZOS QUEDAN :

$$\nabla_x = \frac{d^2\phi}{dy^2} = cx + dy, \quad (\text{ESFUERZO NORMAL HORIZONTAL})$$

$$\nabla_y = \frac{d^2\phi}{dx^2} - \gamma_m Y = ax + (b - \gamma_m) y, \quad (\text{ESFUERZO NORMAL VERTICAL})$$

$$\bar{Z}_{xy} = -\frac{d^2\phi}{dy dx} = -(bx + cy), \quad (\text{ESFUERZO CORTANTE})$$

EN DONDE :

γ_m = PESO VOLUMETRICO DEL MATERIAL (CONCRETO), EN NUESTRO CASO ES IGUAL A 2.4 ton/m^3

TERMINO QUE APARECE AL TENER EN EL SENTIDO " Y " UNA FUERZA MASICA -

$$Y = \gamma_m$$

(x , y) : COORDENADAS AL ORIGEN " O "

AHORA PROCEDEMOS A DETERMINAR LOS VALORES DE LAS CONSTANTES, APLICANDO LAS -
CONDICIONES DE FRONTERA SE LLEGA A :

$$a = \frac{m-n}{(m+n)^2} \delta'_m - \frac{2-3mn-n^2}{(m+n)^3} W$$

$$b = \frac{2mn}{(m+n)^2} \delta'_m + \frac{-2m^2n+m-n}{(m+n)^3} W$$

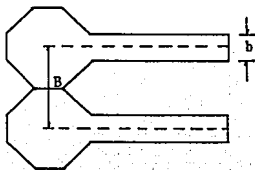
$$c = -\frac{mn(m-n)}{(m+n)^2} \delta'_m + \frac{mn(2-mn+m^2)}{(m+n)^3} W$$

$$d = -\frac{2m^2n^2}{(m+n)^2} \delta'_m + \frac{m^2(2mn^2-3n-m)}{(m+n)^3} W$$

EN DONDE TENEMOS :

W : ES UNA CONSTANTE QUE SE CALCULA CON RELACION A LA SECCION EN PLANTA DE -
UNA PRESA DE MACHONES, EN QUE :

$$W = \frac{B}{b} \delta'_a$$



POR CONSIGUIENTE, SI $B = b$, SE TRATA DE UNA PRESA DE GRAVEDAD.

γ_a : PESO ESPECIFICO DEL AGUA, IGUAL A 1 Ton/m^3 Y SE TENDRA QUE $W = 1$

m : TALUD DE AGUAS ABAJO DE LA SECCION

n : TALUD DE AGUAS ARRIBA DE LA SECCION

POSTERIORMENTE, PARA EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES, ASI COMO SU DIRECCION, SE LLEVARA A CABO EL CALCULO POR MEDIO DE LAS FORMULAS QUE UTILIZA LA U.S.B.R., QUE SON LAS SIGUIENTES :

$$\nabla_{I, II} = \frac{\nabla_x + \nabla_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\nabla_x - \nabla_y}{2}\right)^2 + \mathcal{Z}_{xy}^2}$$

Y SU DIRECCION :

$$\theta = \frac{1}{2} \text{ ANG. TAN. } \frac{2 \mathcal{Z}_{xy}}{\nabla_y - \nabla_x}$$

EN QUE :

∇_I : ES EL ESFUERZO PRINCIPAL MAYOR O NORMAL MAXIMO, QUE SE OBTIENE DE LA ECUACION DESCRITA AL UTILIZAR EL SIGNO POSITIVO (+) ANTES DEL RADICAL

∇_{II} : ESFUERZO PRINCIPAL MENOR O NORMAL MINIMO, QUE SE OBTIENE AL UTILIZAR EL SIGNO NEGATIVO (-) ANTES DEL RADICAL DE LA ECUACION DESCRITA.

PARA DETERMINAR LOS ESFUERZOS RESPECTIVOS; EN PRIMER LUGAR SE PROCEDE A OBTENER LOS VALORES DE LAS CONSTANTES a , b , c y d , APLICANDO LAS FORMULAS ANTERIORES, EN DONDE :

$$m = 0.75$$

$$n = 0.06838$$

$$\gamma_m = 2.4 \text{ Ton/m}^3 \quad y \quad W = 1$$

SUSTITUYENDO VALORES TENEMOS :

$$a = \frac{0.75 - 0.06838}{(0.75 + 0.06838)^2} (2.4) - \frac{2 - 3 (0.75) (0.06838) - (0.06838)^2}{(0.75 + 0.06838)^3} (1)$$

$$a = 2.44255 - 3.35969 = -0.91714$$

$$b = \frac{2 (0.75) (0.06838) (2.4)}{0.66975} + \frac{-2 (0.75)^2 (0.06838) + 0.75 - 0.06838}{0.54811} (1)$$

$$b = 0.36755 + 1.10324 = 1.47079$$

$$c = \frac{0.75 (0.06838) (0.75 - 0.06838) (2.4)}{0.66975} + \frac{0.75 (0.06838) (2 - 0.75 (0.06838) + 0.75^2)}{0.54811} (1)$$

$$c = -0.12527 + 0.23497 = 0.10970$$

$$d = \frac{2 (0.75)^2 (0.06838)^2 (2.4)}{0.66975} + \frac{0.75^2 (2 (0.75) (0.06838)^2 - 3 (0.06838) - 0.75)}{0.54811} (1)$$

$$d = -0.01885 + (-0.97302) = -0.99187$$

RESUMIENDO :

$$a = -0.91714$$

$$c = 0.10970$$

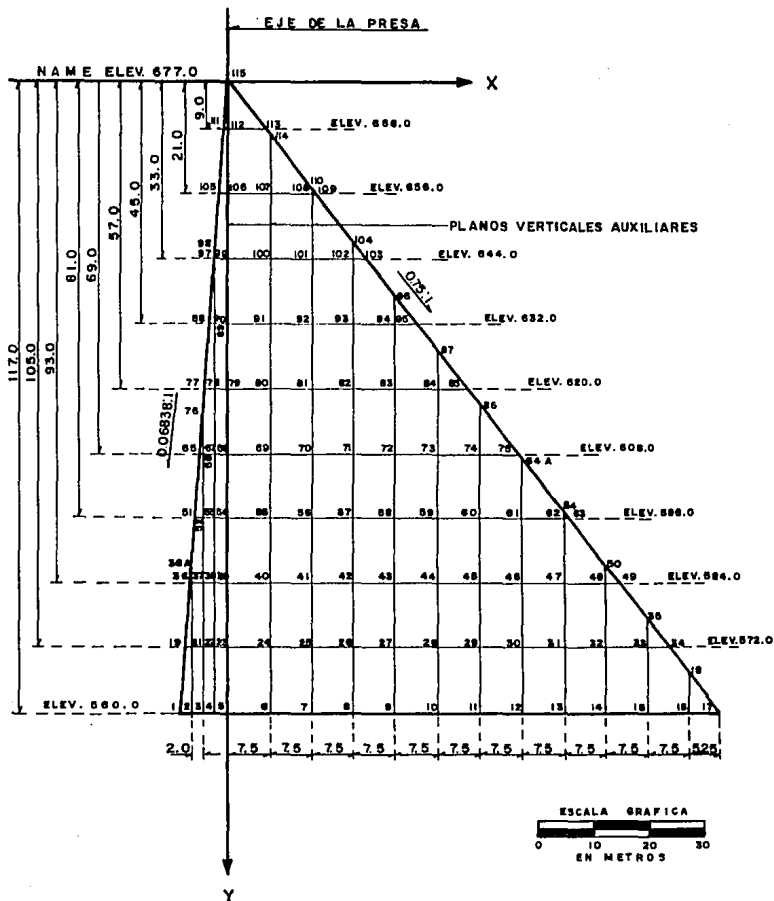
$$b = 1.47079$$

$$d = -0.99187$$

CON LOS VALORES OBTENIDOS DE ESTOS COEFICIENTES Y APLICANDO LAS FORMULAS CORRESPONDIENTES, SE PROCEDE A LLEVAR A CABO LOS CALCULOS REQUERIDOS PARA OBTENER LOS ESFUERZOS, ASI COMO LA DIRECCION DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES; POR LO QUE SE PUEDE UTILIZAR UNA COMPUTADORA CON MEMORIA RAM DE 512 KB O MAYOR, TARJETA DE VIDEO C G A, E G A 6 V G A Y UNA IMPRESORA. PARA LA ELABORACION DEL PAQUETE SE UTILIZO EL LENGUAJE BASIC.

PARA ESTO SE DIVIDIO LA SECCION PROPUESTA DE LA CORTINA EN PLANOS HORIZONTALES Y VERTICALES (AUXILIARES) COMO SE PUEDE APRECIAR EN LA FIGURA, Y A LOS PUNTOS EN DONDE SE INTERCEPTAN DICHS PLANOS SE LES DENOMINO NODOS, DE LOS CUALES SE OBTIENEN SUS COORDENADAS (X, Y) PARA QUE SE PROCEDA A OBTENER LOS ESFUERZOS ACTUANTES RESPECTIVOS Y SU DIRECCION, EN CADA PUNTO ELEGIDO DE LA PRESA.

LOCALIZACION Y NUMERACION DE LOS PUNTOS PARA ANALIZAR



```

10 CLS
20 CLEAR
30 KEY OFF
40 SCREEN 2
50 REM**PROGRAMA PARA CALCULO DE ESFUERZOS**
60 REM** EN PRESAS DEL TIPO GRAVEDAD **
70 REM** METODO FIGEAUD **
80 READ A,B,C,D,K,K1,PC,ND
90 ZZ=0:GOSUB 640
100 LOCATE 10,29:PRINT "CONDICIONES DE CALCULO"
110 LOCATE 15,15:PRINT "1.- Presa llena"
120 LOCATE 17,15:PRINT "2.- Presa vacia"
130 LOCATE 23,40:PRINT "Opcion deseada: ";OP$=INPUT $(1);OP=VAL(OP$)
140 IF OP=1 THEN 180
150 IF OP=2 THEN 170
160 BEEP;BEEP;GOTO 130
170 A=2.44255;B=.36755;C=-.12527;D=-.01885
180 ZZ=0:GOSUB 640
190 LOCATE 9,30:PRINT "PARAMETROS DE CALCULO"
200 LOCATE 11,15:PRINT "a=";A:LOCATE 11,45:PRINT "c=";C
210 LOCATE 13,15:PRINT "b=";B:LOCATE 13,45:PRINT "d=";D
220 LOCATE 15,15:PRINT "TALUD AGUAS ABAJO: ";K:LOCATE 17,15:PRINT "TALUD AGUAS A
Rriba: ";K1
230 LOCATE 19,15:PRINT "PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO: 2400 KG/M3"
240 LOCATE 21,15:PRINT "NUMERO DE NODOS: ";ND
250 LOCATE 23,40:PRINT "Cualquier tecla para continuar":AA$=INPUT $(1)
260 DIM X(ND),Y(ND),EX(ND),EY(ND),EXY(ND),EP1(ND),EP2(ND),TETA(ND)
270 FOR I=1 TO ND
280 READ X(I),Y(I)
290 NEXT I
300 ZZ=1:GOSUB 640
310 FOR I=1 TO ND
320 LIN=CSRLIN:IF LIN=22 THEN LOCATE 23,40:PRINT "Cualquier tecla para continua
r":AA$=INPUT $(1):ZZ=1:GOSUB 640
330 LIN=CSRLIN
340 LOCATE LIN,22:PRINT USING "###";I:LOCATE LIN,34:PRINT USING "##.#";X(I)
350 LOCATE LIN,48:PRINT USING "###.#";Y(I)
360 NEXT I
370 LOCATE 23,40:PRINT "Cualquier tecla para continuar":AA$=INPUT $(1)
380 CLS:LOCATE 12,20:PRINT "INICIA EL CALCULO.....ESPERE UN MOMENTO":FOR I=1 TO
9000:NEXT I
390 REM** INICIA EL CALCULO **
400 FOR I=1 TO ND
410 EX(I)=C*X(I)+D*Y(I)
420 EY(I)=A*X(I)+(B-PC)*Y(I)
430 EXY(I)=-1*(B*X(I)+C*Y(I))
440 EP1(I)=(EX(I)+EY(I))/2+SQR(((EX(I)-EY(I))/2)^2+EXY(I)^2)
450 EP2(I)=(EX(I)+EY(I))/2-SQR(((EX(I)-EY(I))/2)^2+EXY(I)^2)
460 TETA(I)=.5*ATN (2*EXY(I)/(EY(I)-EX(I)))
470 TETA(I)=TETA(I)*57.29577951#
480 NEXT I
490 REM*PRESENTACION DE RESULTADOS*
500 ZZ=2:GOSUB 640
510 FOR I=1 TO ND
520 LIN=CSRLIN: IF LIN=22 THEN LOCATE 23,40:PRINT "Cualquier tecla para continu
ar":AA$=INPUT $(1):ZZ=2:GOSUB 640
530 LIN=CSRLIN

```

```

540 LOCATE LIN,3:PRINT USING "###";I:LOCATE LIN,7:PRINT USING "###.";X(I):LOCA
TE LIN,14:PRINT USING "###";Y(I);
550 LOCATE LIN,20:PRINT USING "####.";EX(I):LOCATE LIN,29:PRINT USING "####."
;EY(I):LOCATE LIN,38:PRINT USING "####.##";EXY(I)
560 LOCATE LIN,50:PRINT USING "####.##";EP1(I):LOCATE LIN,60:PRINT USING "####.
##";EP2(I):LOCATE LIN,72:PRINT USING "###.##";TETA(I)
570 NEXT I
580 LOCATE 23,40:PRINT "Desea impresion de resultados (s/n)":OP$=INPUT $(1)
590 IF OP$="S" OR OP$="s" THEN 760
600 IF OP$="N" OR OP$="n" THEN 620
610 BEEP:BEEP:GOTO 580
620 LOCATE 23,40:PRINT "Desea analizar otra condicion (s/n)":OP$=INPUT $(1)
630 IF OP$="S" OR OP$="s" THEN 90
640 CLS
650 LOCATE 3,5:PRINT "PROYECTO:";LOCATE 4,5:PRINT "LOCALIDAD:";LOCATE 5,5:PRINT
"MUNICIPIO:";LOCATE 6,5:PRINT "ESTADO:"
660 LINE (10,10)-(630,10):LINE (630,10)-(630,55):LINE (630,55)-(10,55):LINE (10,
55)-(10,10)
670 IF OP$="N" OR OP$="n" THEN CLS;WIDTH 40:LOCATE 12,21:PRINT "FIN DEL PROGRA
MA";FOR I=1 TO 4000:NEXT I:WIDTH 80:SYSTEM
680 LINE (10,59)-(10,198):LINE (10,198)-(630,198):LINE (630,198)-(630,59):LINE (
630,59)-(10,59)
690 IF ZZ=0 THEN RETURN
700 IF ZZ=1 THEN LOCATE 10,35:PRINT "M A Y A":LOCATE 12,22:PRINT "NODO":LOCATE 1
2,35:PRINT "X":LOCATE 12,50:PRINT "Y":PRINT ;RETURN
710 IF ZZ=2 THEN LOCATE 10,3:PRINT "NODO":LOCATE 10,8:PRINT "COORDENADAS":LOCATE
10,24:PRINT "ESFUERZOS":LOCATE 10,37:PRINT "ESFUERZOS"
720 LOCATE 10,49:PRINT "ESFUERZO PRINCIPAL":LOCATE 10,70:PRINT "DIRECCION"
730 LOCATE 12,10:PRINT "X":LOCATE 12,15:PRINT "Y":LOCATE 11,24:PRINT "NORMALES";
LOCATE 11,37:PRINT "CORTANTES":LOCATE 12,53:PRINT "1":LOCATE 12,63:PRINT "2"
740 LOCATE 12,24:PRINT "X":LOCATE 12,32:PRINT "Y":PRINT
750 RETURN
760 REM=RUTINA DE IMPRESION*
770 CLS:LOCATE 12,20:PRINT "I M P R I M I E N D O R E S U L T A D O S"
780 LPRINT ;LPRINT :LPRINT CHR$(14) "UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO";LP
RINT
790 LPRINT CHR$(14) TAB(9) "FACULTAD DE INGENIERIA";LPRINT ;LPRINT ;LPRINT
800 LPRINT TAB(15) "CALCULO DE ESFUERZOS PARA UNA PRESA TIPO GRAVEDAD":LPRINT ;L
PRINT
810 LPRINT TAB(31) "METODO DE PIGEAUD":LPRINT ;LPRINT
820 LPRINT TAB(29) "PARAMETROS DE CALCULO":LPRINT ;LPRINT
830 LPRINT TAB(20) "a=";A;LPRINT TAB(40) "c=";C;LPRINT TAB(60) "m=" ;K;LPRINT
840 LPRINT TAB(20) "b=";B;LPRINT TAB(40) "d=";D;LPRINT TAB(60) "n=" ;K1;LPRINT
850 LPRINT TAB(20) "PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO: 2.4 Ton/m3":LPRINT ;LPRINT;GO
SUB 860:GOTO 900
860 LPRINT TAB(4) "NODO";LPRINT TAB(10) "COORDENADAS";LPRINT TAB(25) "ESFUERZO
S";LPRINT TAB(39) "ESFUERZOS";
870 LPRINT TAB(49) "ESFUERZOS PRINCIPALES";LPRINT TAB(71) "DIRECCION"
880 LPRINT TAB(25) "NORMALES";LPRINT TAB(39) "CORTANTES"
890 LPRINT TAB(12) "X";LPRINT TAB(17) "Y";LPRINT TAB(25) "X";LPRINT TAB(33) "
Y";LPRINT ;LPRINT TAB(42) "X-Y";LPRINT TAB(53) "1";LPRINT TAB(63) "2";LPRINT;
RETURN
900 JJ=0
910 FOR I=1 TO ND
920 IF I=31 THEN LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT
;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT;GOSUB 860
930 IF I=84 THEN LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT
;LPRINT ;LPRINT ;LPRINT;GOSUB 860
940 IF I=37 THEN JJ=JJ+1:GOTO 1010
950 IF I=66 THEN JJ=JJ+1:GOTO 1010
960 IF I=100 THEN JJ=JJ+1:GOTO 1010

```

```

970 LPRINT TAB(4) USING "###";I-JJ;
980 LPRINT TAB(8) USING "###.##";X(I);LPRINT TAB(15) USING "###.##";Y(I);
990 LPRINT TAB(22) USING "###.##";EX(I);LPRINT TAB(30) USING "###.##";EY(I);L
PRINT TAB(38) USING "###.##";EXY(I);
1000 LPRINT TAB(50) USING "###.##";EP1(I);LPRINT TAB(60) USING "###.##";EP2(
I);LPRINT TAB(72) USING "###.##";TETA(I)
1010 NEXT I
1020 DATA -.91714,1.47079,.1097,-0.99187,0.75,.06838,2.4,117
1030 REM **DATOS DE LA RED
1040 REM * X Y *
1050 DATA -8, 117
1060 DATA -6, 117
1070 DATA -4, 117
1080 DATA -2, 117
1090 DATA 0, 117
1100 DATA 7.5, 117
1110 DATA 15.0, 117
1120 DATA 22.5, 117
1130 DATA 30.0, 117
1140 DATA 37.5, 117
1150 DATA 45.0, 117
1160 DATA 52.5, 117
1170 DATA 60.0, 117
1180 DATA 67.5, 117
1190 DATA 75.0, 117
1200 DATA 82.5, 117
1210 DATA 87.75,117
1220 DATA 82.5, 110
1230 DATA -7.18,105
1240 DATA -6.0, 105
1250 DATA -4.0, 105
1260 DATA -2.0, 105
1270 DATA 0.0, 105
1280 DATA 7.5, 105
1290 DATA 15.0, 105
1300 DATA 22.5, 105
1310 DATA 30.0, 105
1320 DATA 37.5, 105
1330 DATA 45.0, 105
1340 DATA 52.5, 105
1350 DATA 60.0, 105
1360 DATA 67.5, 105
1370 DATA 75.0, 105
1380 DATA 78.75,105
1390 DATA 75.0, 100
1400 DATA -6.36, 93
1410 DATA -6.0, 87.75
1420 DATA -4.0, 93
1430 DATA -2.0, 93
1440 DATA 0.0, 93
1450 DATA 7.5, 93
1460 DATA 15.0, 93
1470 DATA 22.5, 93
1480 DATA 30.0, 93
1490 DATA 37.5, 93
1500 DATA 45.0, 93
1510 DATA 52.5, 93
1520 DATA 60.0, 93
1530 DATA 67.5, 93

```

1540	DATA	69.75,	93
1550	DATA	67.5,	90
1560	DATA	-5.54,	81
1570	DATA	-4.0,	81
1580	DATA	-2.0,	81
1590	DATA	0.0,	81
1600	DATA	7.5,	81
1610	DATA	15.0,	81
1620	DATA	22.5,	81
1630	DATA	30.0,	81
1640	DATA	37.5,	81
1650	DATA	45.0,	81
1660	DATA	52.5,	81
1670	DATA	60.0,	81
1680	DATA	60.75,	81
1690	DATA	60.0,	80
1700	DATA	52.5,	70
1710	DATA	-4.72,	69
1720	DATA	-4.0,	69
1730	DATA	-2.0,	69
1740	DATA	0.0,	69
1750	DATA	7.5,	69
1760	DATA	15.0,	69
1770	DATA	22.5,	69
1780	DATA	30.0,	69
1790	DATA	37.5,	69
1800	DATA	45.0,	69
1810	DATA	51.75,	69
1820	DATA	-4.0,	58.5
1830	DATA	-3.9,	57
1840	DATA	-2.0,	57
1850	DATA	0.0,	57
1860	DATA	7.5,	57
1870	DATA	15.0,	57
1880	DATA	22.5,	57
1890	DATA	30.0,	57
1900	DATA	37.5,	57
1910	DATA	42.75,	57
1920	DATA	45.0,	60
1930	DATA	37.5,	50
1940	DATA	-3.08,	45
1950	DATA	-2.0,	45
1960	DATA	0.0,	45
1970	DATA	7.5,	45
1980	DATA	15.0,	45
1990	DATA	22.5,	45
2000	DATA	30.0,	45
2010	DATA	33.75,	45
2020	DATA	30.0,	40
2030	DATA	-2.0,	33
2040	DATA	-2.26,	33
2050	DATA	-2.0,	29.21
2060	DATA	0.0,	33
2070	DATA	7.5,	33
2080	DATA	15.0,	33
2090	DATA	22.5,	33
2100	DATA	24.75,	33
2110	DATA	22.5,	30
2120	DATA	-1.44,	21
2130	DATA	0.0,	21

2140	DATA	7.5,	21
2150	DATA	15.0,	21
2160	DATA	15.75,	21
2170	DATA	15.0,	20
2180	DATA	-62,	9
2190	DATA	0.0,	9
2200	DATA	6.75,	9
2210	DATA	7.5,	10

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

CALCULO DE ESFUERZOS PARA UNA PRESA TIPO GRAVEDAD

METODO DE PIGEAUD

VASO LLENO

PARAMETROS DE CALCULO

a=-.91714 c= .1097 m= .75
b= 1.47079 d=-.99187 n= .06838

PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO: 2.4 Ton/m³

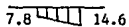
NODO	COORDENADAS		ESFUERZOS NORMALES		ESFUERZOS CORTANTES	ESFUERZOS PRINCIPALES		DIRECCION
	X	Y	X	Y	X-Y	1	2	
1	-8.00	117.0	-116.9	-101.4	-1.07	-101.31	-117.00	-3.91
2	-6.00	117.0	-116.7	-103.2	-4.01	-102.11	-117.81	-15.36
3	-4.00	117.0	-116.5	-105.0	-6.95	-101.77	-119.77	-25.28
4	-2.00	117.0	-116.3	-106.9	-9.89	-100.63	-122.53	-32.31
5	0.00	117.0	-116.0	-108.7	-12.83	-99.04	-125.73	-37.03
6	7.50	117.0	-115.2	-115.6	-23.87	-91.54	-139.28	44.78
7	15.00	117.0	-114.4	-122.5	-34.90	-83.31	-153.57	41.70
8	22.50	117.0	-113.6	-129.4	-45.93	-74.87	-168.07	40.13
9	30.00	117.0	-112.8	-136.2	-56.96	-66.34	-182.65	39.18
10	37.50	117.0	-111.9	-143.1	-67.99	-57.77	-197.28	38.54
11	45.00	117.0	-111.1	-150.0	-79.02	-49.17	-211.93	38.09
12	52.50	117.0	-110.3	-156.9	-90.05	-40.56	-226.59	37.75
13	60.00	117.0	-109.5	-163.7	-101.08	-31.94	-241.27	37.49
14	67.50	117.0	-108.6	-170.6	-112.11	-23.32	-255.95	37.27
15	75.00	117.0	-107.8	-177.5	-123.14	-14.68	-270.64	37.10
16	82.50	117.0	-107.0	-184.4	-134.18	-6.05	-285.33	36.96
17	87.75	117.0	-106.4	-189.2	-141.90	-0.00	-295.62	36.87
18	82.50	110.0	-100.1	-177.9	-133.41	-0.00	-277.93	36.87
19	-7.18	105.0	-104.9	-91.0	-0.96	-90.92	-105.00	-3.91
20	-6.00	105.0	-104.8	-92.1	-2.69	-91.52	-105.35	-11.46
21	-4.00	105.0	-104.6	-93.9	-5.64	-91.48	-107.01	-23.26
22	-2.00	105.0	-104.4	-95.7	-8.58	-90.45	-109.65	-31.64
23	0.00	105.0	-104.1	-97.6	-11.52	-88.88	-112.84	-37.03
24	7.50	105.0	-103.3	-104.4	-22.55	-81.33	-126.44	44.29
25	15.00	105.0	-102.5	-111.3	-33.58	-73.04	-140.78	41.26
26	22.50	105.0	-101.7	-118.2	-44.61	-64.57	-155.31	39.75
27	30.00	105.0	-100.9	-125.1	-55.64	-56.02	-169.91	38.86
28	37.50	105.0	-100.0	-132.0	-66.67	-47.44	-184.55	38.27
29	45.00	105.0	-99.2	-138.8	-77.70	-38.83	-199.21	37.85
30	52.50	105.0	-98.4	-145.7	-88.73	-30.22	-213.89	37.50

NODO	COORDENADAS		ESFUERZOS NORMALES		ESFUERZOS CORTANTES	ESFUERZOS PRINCIPALES		DIRECCION
	X	Y	X	Y	X-Y	1	2	
31	60.00	105.0	-97.6	-152.6	-99.77	-21.59	-228.57	37.29
32	67.50	105.0	-96.7	-159.5	-110.80	-12.96	-243.26	37.10
33	75.00	105.0	-95.9	-166.4	-121.83	-4.32	-257.95	36.94
34	78.75	105.0	-95.5	-169.8	-127.34	-0.00	-265.30	36.87
35	75.00	100.0	-91.0	-161.7	-121.28	-0.00	-252.67	36.87
36	-6.36	93.0	-92.9	-80.6	-0.85	-80.53	-93.00	-3.91
37	-4.00	93.0	-92.7	-82.7	-4.32	-81.13	-94.30	-20.50
38	-2.00	93.0	-92.5	-84.6	-7.26	-80.26	-96.78	-30.75
39	0.00	93.0	-92.2	-86.4	-10.20	-78.72	-99.94	-37.03
40	7.50	93.0	-91.4	-93.3	-21.23	-71.10	-113.61	43.74
41	15.00	93.0	-90.6	-100.2	-32.26	-62.77	-128.00	40.78
42	22.50	93.0	-89.8	-107.1	-43.29	-54.27	-142.56	39.36
43	30.00	93.0	-89.0	-113.9	-54.33	-45.70	-157.18	38.53
44	37.50	93.0	-88.1	-120.8	-65.36	-37.10	-171.84	37.98
45	45.00	93.0	-87.3	-127.7	-76.39	-28.49	-186.51	37.60
46	52.50	93.0	-86.5	-134.6	-87.42	-19.86	-201.19	37.31
47	60.00	93.0	-85.7	-141.4	-98.45	-11.23	-215.88	37.09
48	67.50	93.0	-84.8	-148.3	-109.48	-2.59	-230.57	36.92
49	69.75	93.0	-84.6	-150.4	-112.79	-0.00	-234.98	36.87
50	67.50	90.0	-81.9	-145.5	-109.15	-0.00	-227.40	36.87
51	-5.54	81.0	-80.9	-70.2	-0.74	-70.13	-81.00	-3.90
52	-4.00	81.0	-80.8	-71.6	-3.00	-70.70	-81.67	-16.59
53	-2.00	81.0	-80.6	-73.4	-5.94	-70.07	-83.93	-29.52
54	0.00	81.0	-80.3	-75.3	-8.89	-68.56	-87.04	-37.03
55	7.50	81.0	-79.5	-82.1	-19.92	-60.87	-100.79	43.11
56	15.00	81.0	-78.7	-89.0	-30.95	-52.48	-115.23	40.26
57	22.50	81.0	-77.9	-95.9	-41.98	-43.95	-129.82	38.94
58	30.00	81.0	-77.1	-102.8	-53.01	-35.37	-144.46	38.18
59	37.50	81.0	-76.2	-109.7	-64.04	-26.76	-159.13	37.69
60	45.00	81.0	-75.4	-116.5	-75.07	-18.13	-173.81	37.34
61	52.50	81.0	-74.6	-123.4	-86.10	-9.50	-188.50	37.08
62	60.00	81.0	-73.8	-130.3	-97.13	-0.86	-203.19	36.89
63	60.75	81.0	-73.7	-131.0	-98.24	-0.00	-204.66	36.87
64	60.00	80.0	-72.8	-129.4	-97.02	-0.00	-202.13	36.87
65	-4.72	69.0	-69.0	-59.8	-0.63	-59.74	-69.00	-3.89
66	-4.00	69.0	-68.9	-60.4	-1.69	-60.12	-69.20	-10.90
67	-2.00	69.0	-68.7	-62.3	-4.63	-59.85	-71.09	-27.72
68	0.00	69.0	-68.4	-64.1	-7.57	-58.41	-74.15	-37.03
69	7.50	69.0	-67.6	-71.0	-18.60	-50.63	-87.98	42.41
70	15.00	69.0	-66.8	-77.9	-29.63	-42.19	-102.48	39.71
71	22.50	69.0	-66.0	-84.8	-40.66	-33.63	-117.09	38.50
72	30.00	69.0	-65.1	-91.6	-51.69	-25.03	-131.75	37.82
73	37.50	69.0	-64.3	-98.5	-62.72	-16.41	-146.43	37.38
74	45.00	69.0	-63.5	-105.4	-73.75	-7.77	-161.12	37.07
75	51.75	69.0	-62.8	-111.6	-83.68	-0.00	-174.34	36.87
76	-4.00	58.5	-58.5	-50.7	-0.53	-50.65	-58.50	-3.91
77	-3.90	57.0	-57.0	-49.4	-0.52	-49.35	-57.00	-3.88
78	-2.00	57.0	-56.8	-51.1	-3.31	-49.60	-58.29	-24.83
79	0.00	57.0	-56.5	-53.0	-6.25	-48.25	-61.25	-37.03
80	7.50	57.0	-55.7	-59.8	-17.28	-40.37	-75.19	41.59
81	15.00	57.0	-54.9	-66.7	-28.31	-31.88	-89.73	39.10

NODO	COORDENADAS		ESFUERZOS NORMALES		ESFUERZOS CORTANTES	ESFUERZOS PRINCIPALES		DIRECCION
	X	Y	X	Y		1	2	
82	22.50	57.0	-54.1	-73.6	-39.35	-23.29	-104.37	38.03
83	30.00	57.0	-53.2	-80.5	-50.38	-14.68	-119.05	37.44
84	37.50	57.0	-52.4	-87.4	-61.41	-6.05	-133.73	37.06
85	42.75	57.0	-51.8	-92.2	-69.13	-0.00	-144.02	36.87
86	45.00	60.0	-54.6	-97.0	-72.77	-0.00	-151.60	36.87
87	37.50	50.0	-45.5	-80.9	-60.64	-0.00	-126.33	36.87
88	-3.68	45.0	-45.0	-39.0	-0.41	-38.96	-45.00	-3.87
89	-2.00	45.0	-44.9	-40.0	-1.99	-39.27	-45.57	-19.65
90	0.00	45.0	-44.6	-41.8	-4.94	-38.09	-48.36	-37.03
91	7.50	45.0	-43.8	-48.7	-15.97	-30.10	-62.41	40.65
92	15.00	45.0	-43.0	-55.6	-27.00	-21.56	-77.00	38.44
93	22.50	45.0	-42.2	-62.5	-38.03	-12.95	-91.67	37.53
94	30.00	45.0	-41.3	-69.3	-49.06	-4.32	-106.35	37.04
95	33.75	45.0	-40.9	-72.8	-54.58	-0.00	-113.70	36.87
96	30.00	40.0	-36.4	-64.7	-48.51	-0.00	-101.07	36.87
97	-2.26	33.0	-33.0	-28.6	-0.30	-28.57	-33.00	-3.84
98	-2.00	29.2	-29.2	-25.3	-0.26	-25.29	-29.21	-3.85
99	0.00	33.0	-32.7	-30.7	-3.62	-27.93	-35.46	-37.03
100	7.50	33.0	-31.9	-37.5	-14.65	-19.81	-49.65	39.56
101	15.00	33.0	-31.1	-44.4	-25.68	-11.22	-64.29	37.72
102	22.50	33.0	-30.3	-51.3	-36.71	-2.59	-78.97	37.01
103	24.75	33.0	-30.0	-53.4	-40.02	-0.00	-83.38	36.87
104	22.50	30.0	-27.3	-48.5	-36.38	-0.00	-75.80	36.87
105	-1.44	21.0	-21.0	-18.2	-0.19	-18.18	-21.00	-3.79
106	0.00	21.0	-20.8	-19.5	-2.30	-17.78	-22.57	-37.03
107	7.50	21.0	-20.0	-26.4	-13.33	-9.49	-36.91	38.27
108	15.00	21.0	-19.2	-33.3	-24.37	-0.86	-51.59	36.94
109	15.75	21.0	-19.1	-34.0	-25.47	-0.00	-53.06	36.87
110	15.00	20.0	-18.2	-32.3	-24.26	-0.00	-50.53	36.87
111	-0.62	9.0	-9.0	-7.8	-0.08	-7.79	-9.00	-3.58
112	0.00	9.0	-8.9	-8.4	-0.99	-7.62	-9.67	-37.03
113	6.75	9.0	-8.2	-14.6	-10.92	-0.00	-22.74	36.87
114	7.50	10.0	-9.1	-16.2	-12.13	-0.00	-25.27	36.87

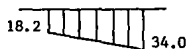
DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES
VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS -
(METODO DE PIGEAUD-VASO LLENO AL NAME)

PLANO 10

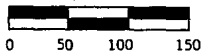


VALORES EN (ton/m²)

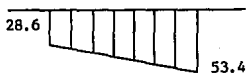
PLANO 9



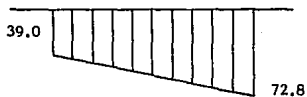
ESCALA DE ESFUERZOS



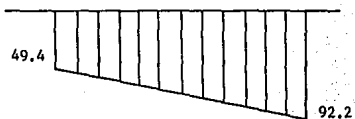
PLANO 8



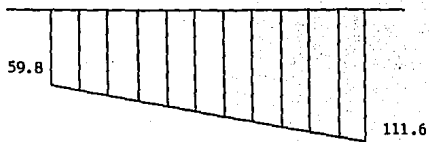
PLANO 7



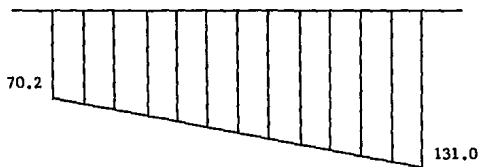
PLANO 6



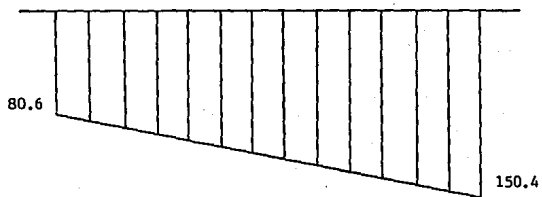
PLANO 5



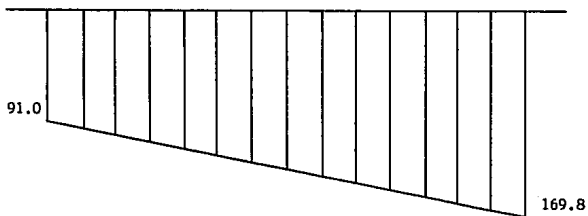
PLANO 4



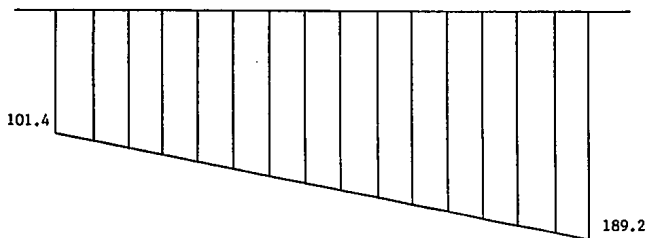
PLANO 3



PLANO 2

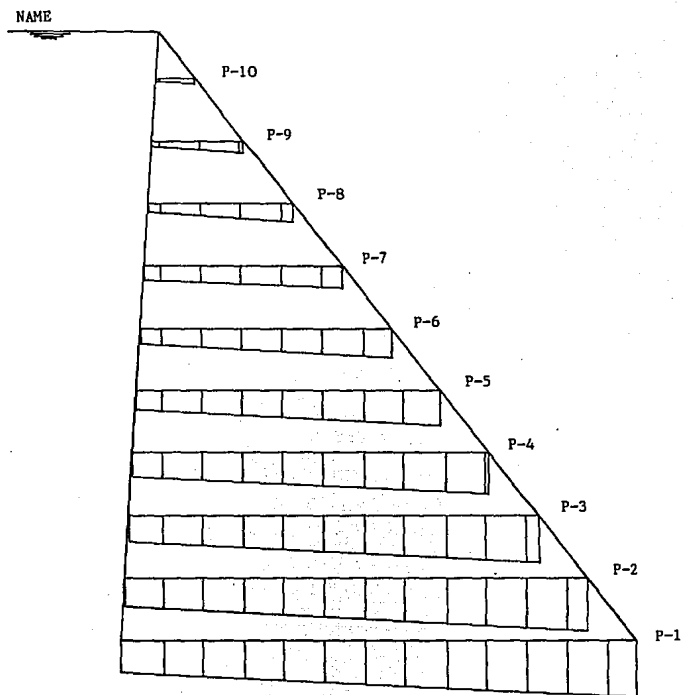


PLANO 1



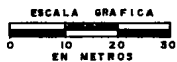
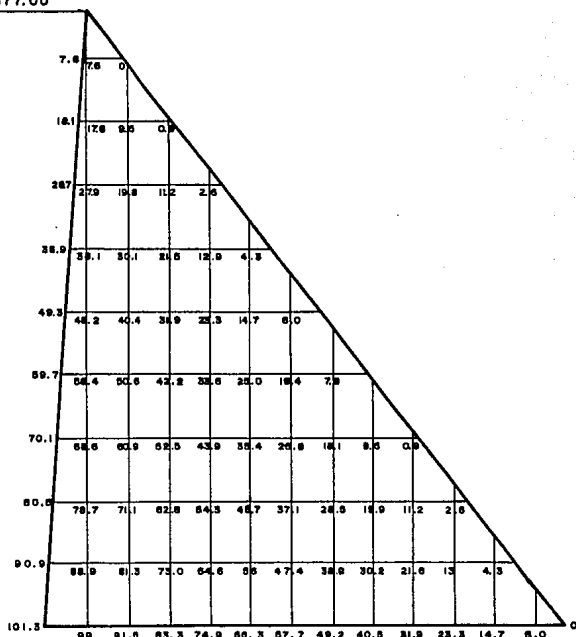
COMO SE PUEDE APRECIAR, AL COMPARAR LOS VALORES Y DIAGRAMAS OBTENIDOS DE LA DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS, CALCULADOS POR ESTE METODO EL DE " PIGEAUD ", SON PRACTICAMENTE IGUALES A LOS QUE SE OBTUBIERON CON EL METODO CONVENCIONAL PARA PRESAS DE GRAVEDAD, EN DONDE SE APLICÓ LA FORMULA DE LA ESCUADRIA DE LA TEORIA DE VIGAS, CALCULADOS EN EL CAPITULO II INCISO 2.- PARA EL CASO DE EMBALSE CON AGUA AL NAME.

REPRESENTACION DE LA DISTRIBUCION DE ESFUERZOS
NORMALES VERTICALES ∇_y (PRESA LLENA)



VALORES DEL ESFUERZO PRINCIPAL ∇I (Ton/m²)

NAME ELEV. 677.00



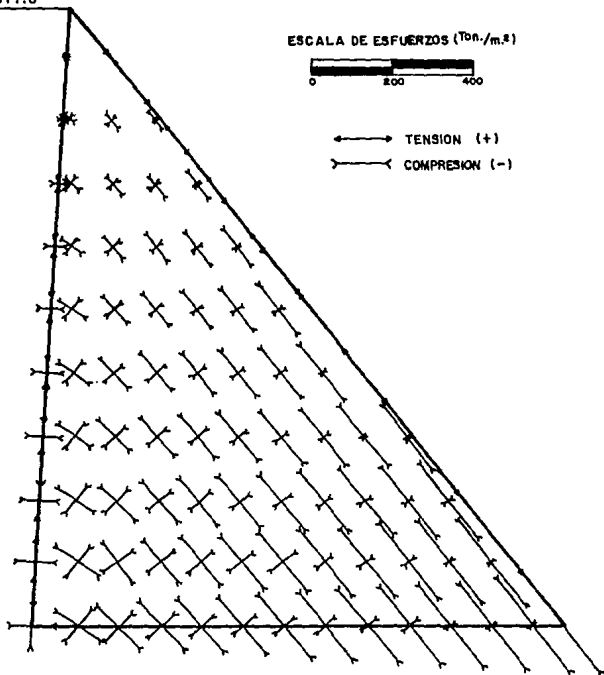
DIRECCION DE ESFUERZOS PRINCIPALES

NAME ELEV. 677.0

ESCALA DE ESFUERZOS (Ton./m.²)



← → TENSION (+)
↖ ↗ COMPRESION (-)



ESCALA GRAFICA
0 10 20 30
EN METROS

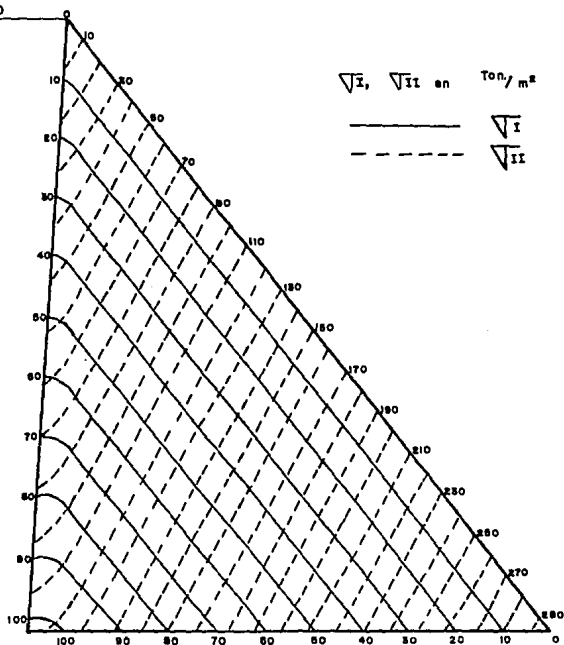
2.- TRAZO DE LAS ISOSTATICAS Y TRAYECTORIAS DE ESFUERZOS PRINCIPALES

CURVAS ISOSTATICAS

CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES σ_I Y σ_{II} , PROCEDEMOS A TRAZAR LAS CURVAS DENOMINADAS " ISOSTATICAS ", QUE SON CURVAS DE IGUAL VALOR DE ESFUERZOS, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA MAS ADELANTE; PARA ESTO SE REPRESENTAN LOS VALORES DE LOS ESFUERZOS σ_I Y σ_{II} EN CADA PUNTO (NODOS) DE LA SECCION DE LA PRESA; POR LO QUE SE TOMARON VALORES CERRADOS DE CADA UNO DE LOS MISMOS Y SE FUERON INTERCEPTANDO POR MEDIO DE UNA CURVA.

ISOSTATICAS DE ESFUERZOS PRINCIPALES

N.A.M.E. ELEV. 677.0



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



TRAYECTORIAS DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES

PROCEDIMIENTO PARA EL TRAZO DE LAS TRAYECTORIAS

- 1.- SE ELIGE UN PLANO VERTICAL EN LA BASE DE LA SECCION, POR EJEMPLO EL PUNTO 5 (VER FIGURA), SE MIDE EL ANGULO DE ESE PUNTO ($\theta = - 37.03^\circ$) Y SE TRAZA UNA LINEA QUE TENGA ESE ANGULO HASTA EL PLANO PROXIMO SUPERIOR (2) Y EN LA INTERSECCION DE ESTA LINEA CON EL PLANO MEDIO (1-2) SE MARCA - EL PUNTO A.
- 2.- EN LOS PUNTOS DEL PLANO 2 (24, 25), EN DONDE LA RECTA TRAZADA ANTERIOR - MENTE DEBIO PASAR ENTRE DICHS PUNTOS; SE TOMAN SUS ANGULOS θ CORRESPONDIENTES DE CADA UNO (44.29° , 41.26°) Y SE TRAZAN SUS LINEAS CON ESE - ANGULO HASTA SU PUNTO DE INTERSECCION (I_1).
- 3.- DEL PUNTO I_1 , SE TRAZA UNA LINEA QUE PASA POR EL PUNTO A, HASTA EL PLANO 3, SE MARCA COMO PUNTO B A LA INTERSECCION DE ESTA LINEA CON EL PLANO 2, Y COMO PUNTO C A LA INTERSECCION CON EL PLANO MEDIO (2-3).
- 4.- DE LOS PUNTOS DEL PLANO 3 (42, 43), EN MEDIO DE LOS CUALES PASA LA PROLONGACION DE LA LINEA TRAZADA ($I_1 - A - B - C$) DEL INCISO ANTERIOR, SE TOMAN SUS ANGULOS θ CORRESPONDIENTES DE CADA PUNTO (39.36° , 38.53°) Y SE TRAZAN SUS LINEAS CON ESE ANGULO θ HASTA SU PUNTO DE INTERSECCION - (I_2).
- 5.- DE ESTE PUNTO I_2 , SE TRAZA UNA LINEA QUE PASA POR EL PUNTO C HASTA EL PLANO 4, SE IDENTIFICA COMO PUNTO D A LA INTERSECCION DE ESTA RECTA CON EL - PLANO 3, Y COMO PUNTO E A LA INTERSECCION CON EL PLANO MEDIO (3-4).
- 6.- DE LOS PUNTOS DEL PLANO 4 (59, 60), EN MEDIO DE LOS CUALES PASA LA CONTINUACION DE LA RECTA TRAZADA ($I_2 - C - D - E$) DEL INCISO ANTERIOR, SE TOMAN SUS ANGULOS CORRESPONDIENTES DE CADA UNO (37.69° , 37.34°) Y SE - TRAZAN SUS LINEAS CON ESE ANGULO θ HASTA SU PUNTO DE INTERSECCION (I_3).

- 7.- DE ESTE PUNTO I_3 , SE TRAZA UNA RECTA QUE PASA POR EL PUNTO E HASTA EL TALUD DE AGUAS ABAJO DE LA PRESA, IDENTIFICADO COMO EL PUNTO F A LA INTERSECCION DE ESTA RECTA CON EL PLANO 4, Y COMO PUNTO H A LA INTERSECCION CON EL PARAMENTO DE AGUAS ABAJO.
- 8.- ESTA LINEA QUE SE TRAZO EN EL INCISO ANTERIOR DEBERA SER PERPENDICULAR A SU LLEGADA AL PARAMENTO DE AGUAS ABAJO, PARA LO CUAL SE VERIFICA O SE AJUSTA, QUEDANDO LOCALIZADO EL PUNTO H.
- 9.- AHORA SE PROCEDE A TRAZAR Y DIBUJAR LA TRAYECTORIA DEL ESFUERZO PRINCIPAL SIENDO TANGENTE A LOS PUNTOS 5, B, D Y F TERMINANDO EN EL PUNTO H; EN DONDE LOS PUNTOS A, C, E, G, SON PUNTOS DE INFLEXION.

EN FORMA SEMEJANTE SE TRAZAN LAS OTRAS TRAYECTORIAS DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES (∇_1), SE TOMAN TAN CERCA COMO SE REQUIERA; LAS CUALES DEBEN DE CUMPLIR CON LOS SIGUIENTES REQUISITOS :

- A LA LLEGADA CON EL TALUD DE AGUAS ABAJO DE LA CORTINA DEBEN SER ORTOGONALES.
- CON EL TALUD O PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA, DEBEN TENDER A TOMAR SU DIRECCION.

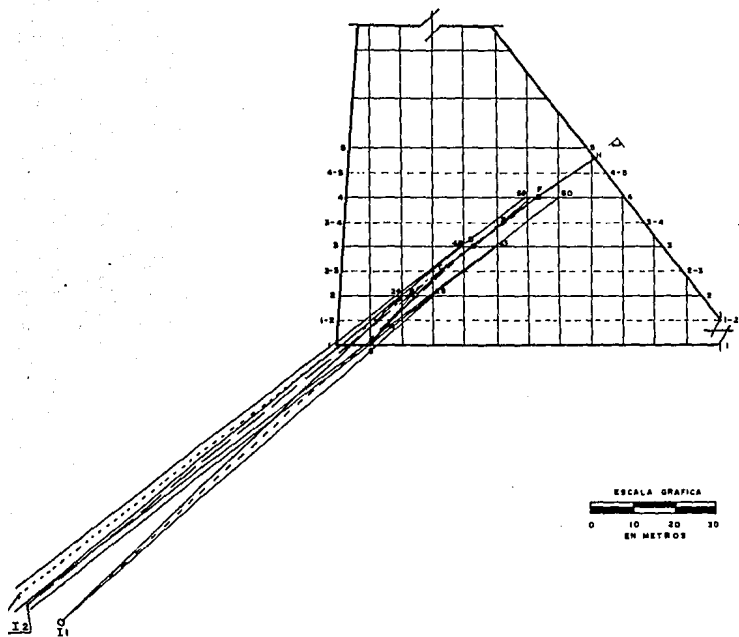
PARA LAS TRAYECTORIAS EN EL OTRO SENTIDO DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES ∇_{II} , SE APLICA EL MISMO PROCEDIMIENTO, DEBIENDO DE CUMPLIR CON LAS CARACTERISTICAS QUE SE ESPECIFICAN A CONTINUACION.

- A SU LLEGADA CON EL TALUD O PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA, DEBEN SER PERPENDICULARES.
- CON RELACION A LA BASE O CIMENTACION DE LA CORTINA, AL IR LLEGANDO LAS TRAYECTORIAS, DEBEN DE TENDER A SER PARALELAS AL TALUD DE AGUAS ABAJO.

POR ULTIMO, LAS TRAYECTORIAS DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES, DEBEN DE CUMPLIR CON LA CONDICION DE SER ORTOGONALES.

A CONTINUACION SE PRESENTAN LOS ESQUEMAS; EN DONDE EN EL PRIMER ESQUEMA SE REPRESENTA GRAFICAMENTE EL TRAZO DE LA TRAYECTORIA QUE INICIA EN EL PUNTO 5 COMO SE EXPLICA EN EL PROCEDIMIENTO ANTERIORMENTE; EN EL SEGUNDO ESQUEMA SE DIBUJAN LAS CURVAS (TRAYECTORIAS) DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES ∇_I y ∇_{II} EN LA SECCION DE LA PRESA.

TRAZO DE LA TRAYECTORIA DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES

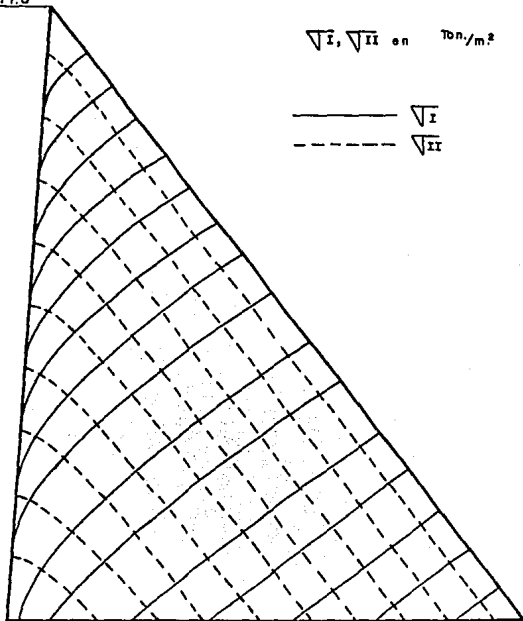


TRAYECTORIAS DE ESFUERZOS PRINCIPALES

NAME ELEV. 677.0

$\nabla I, \nabla II$ en Ton./m^2

———— ∇I
----- ∇II



ESCALA GRAFICA
0 10 20 30
EN METROS

2.- PARA LOS PUNTOS DE INTERSECCION DE LOS PLANOS HORIZONTALES DE ANALISIS-
CON LOS PLANOS VERTICALES AUXILIARES, DETERMINAR POR EL METODO DE - -
PIGEAUD, PARA EL CASO DE VASO VACIO, LO SIGUIENTE :

- A) ESFUERZOS NORMALES HORIZONTALES
- B) ESFUERZOS NORMALES VERTICALES
- C) ESFUERZOS CORTANTES
- D) ESFUERZOS PRINCIPALES
- E) DIRECCION DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES
- F) DIAGRAMAS DE ESFUERZOS NORMALES VERTICALES E ISOSTATICAS

SE HACE LA OBSERVACION, QUE PARA ESTA CONDICION A VASO VACIO NO SE LLEVARA A
CABO EL TRAZO DE LAS TRAYECTORIAS DE LOS ESFUERZOS PRINCIPALES, PORQUE NO -
TIENE UN INTERES PARTICULAR.

PARA ESTE CASO (VASO VACIO), EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS POR EL METODO QUE
SE VIENE DESARROLLANDO (EL DE PIGEAUD), SE PARTIRA DE QUE LA CONSTANTE -
" W " SE SUPRIME DE NUESTRAS CONSTANTES a, b, c y d ; POR EL MOTIVO DE QUE LA
 $\delta_a = 0$; POR CONSIGUIENTE SE TENDRA :

W = 0 ; POR LO TANTO TENDREMOS :

$$a = \frac{m - n}{(m + n)^2} \delta_m$$

$$b = \frac{2 m n}{(m + n)^2} \delta_m$$

$$c = - \frac{m n (m - n)}{(m + n)^2} \delta_m$$

$$d = - \frac{2 m^2 n^2}{(m + n)^2} \delta_m$$

SUSTITUYENDO LOS VALORES DE m, n Y δ_m ; SE OBTIENEN :

$$a = \frac{0.75 - 0.06838 (2.4)}{(0.75 + 0.06838)^2} = \frac{0.68162 (2.4)}{0.66975} = 2.44255$$

$$b = \frac{2 (0.75) (0.06838)}{0.66975} (2.4) = 0.36755$$

$$c = \frac{0.75 (0.06838) (0.75 - 0.06838)}{0.66975} (2.4) = - 0.12527$$

$$d = \frac{2 (0.75)^2 (0.06838)^2}{0.66975} (2.4) = - 0.01885$$

RESUMIENDO :

$$a = 2.44255$$

$$c = - 0.12527$$

$$b = 0.36755$$

$$d = - 0.01885$$

CON ESTOS VALORES OBTENIDOS DE LOS COEFICIENTES REFERIDOS Y APLICANDO LAS FORMULAS CORRESPONDIENTES, SE PROCEDE A LLEVAR A CABO LOS CALCULOS NECESARIOS PARA OBTENER LOS ESFUERZOS PARA EL CASO A PRESA VACIA.

CON EL MISMO PROGRAMA DE COMPUTADORA QUE SE UTILIZO, PERO VARIANDO LOS PARAMETROS DE CALCULO CON LOS AHORA OBTENIDOS, SE PRESENTAN EN EL LISTADO SIGUIENTE, LOS ESFUERZOS NORMALES HORIZONTALES Y VERTICALES, LOS ESFUERZOS CORTANTES Y LOS ESFUERZOS PRINCIPALES ASI COMO SU DIRECCION .

POR CONSIGUIENTE SE APLICAN LAS FORMULAS YA EXPLICADAS ANTERIORMENTE, LAS CUALES SE DESCRIBEN A CONTINUACION :

$$\nabla x = cx + dy \quad ; \quad \text{EN } \text{ton/m}^2$$

$$\nabla y = a x + (b - m) y \quad ; \quad \text{EN } \text{ton/m}^2$$

$$\nabla xy = - (bx + cy) \quad ; \quad \text{EN } \text{ton/m}^2$$

$$\nabla_{I,II} = \frac{\nabla_x + \nabla_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\nabla_x - \nabla_y}{2}\right)^2 + \xi_{xy}^2} ; \text{ EN ton/m}^2$$

Y SU DIRECCION :

$$\theta = \frac{1}{2} \text{ ANG TANG. } \frac{2 \xi_{xy}}{\nabla_y - \nabla_x} ; \text{ EN GRADOS}$$

ES CONVENIENTE SEÑALAR QUE MUCHOS VALORES DE θ SATISFACEN ESTA ECUACION, PUES EL VALOR $\frac{2 \xi_{xy}}{\nabla_y - \nabla_x}$ DE LA TANGENTE DE 2θ CORRESPONDE A UNA INFINIDAD DE -

VALORES DE 2θ SEPARADOS 180° ; POR CONSIGUIENTE DEBE TOMARSE EL LLAMADO " VALOR PRINCIPAL ", QUE EN ESTE CASO ES EL QUE CONDUCE A θ POSITIVO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

CALCULO DE ESFUERZOS PARA UNA PRESA TIPO GRAVEDAD

METODO DE PIGEAUD

VASO VACIO

PARAMETROS DE CALCULO

a= 2.44255 c=-.12527 m= .75
 b= .36755 d=-.01885 n= .06838

PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO: 2.4 Ton/m3

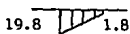
NODO	COORDENADAS		ESFUERZOS NORMALES		ESFUERZOS CORTANTES	ESFUERZOS PRINCIPALES		DIRECCION
	X	Y	X	Y	X-Y	1	2	
1	-8.00	117.0	-1.2	-257.3	17.60	0.00	-258.54	-3.91
2	-6.00	117.0	-1.5	-252.5	16.86	-0.33	-253.58	-3.83
3	-4.00	117.0	-1.7	-247.6	16.13	-0.65	-248.62	-3.74
4	-2.00	117.0	-2.0	-242.7	15.39	-0.97	-243.66	-3.64
5	0.00	117.0	-2.2	-237.8	14.66	-1.30	-238.70	-3.55
6	7.50	117.0	-3.1	-219.5	11.90	-2.49	-220.13	-3.14
7	15.00	117.0	-4.1	-201.2	9.14	-3.66	-201.58	-2.65
8	22.50	117.0	-5.0	-182.8	6.39	-4.79	-183.07	-2.05
9	30.00	117.0	-6.0	-164.5	3.63	-5.88	-164.60	-1.31
10	37.50	117.0	-6.9	-146.2	0.87	-6.90	-146.21	-0.36
11	45.00	117.0	-7.8	-127.9	-1.88	-7.81	-127.91	0.90
12	52.50	117.0	-8.8	-109.6	-4.64	-8.57	-109.78	2.63
13	60.00	117.0	-9.7	-91.2	-7.40	-9.06	-91.91	5.14
14	67.50	117.0	-10.7	-72.9	-10.15	-9.05	-74.54	9.03
15	75.00	117.0	-11.6	-54.6	-12.91	-8.02	-58.18	15.49
16	82.50	117.0	-12.5	-36.3	-15.67	-4.76	-44.07	26.42
17	87.75	117.0	-13.2	-23.5	-17.60	-0.00	-36.66	36.87
18	82.50	110.0	-12.4	-22.1	-16.54	-0.00	-34.47	36.87
19	-7.18	105.0	-1.1	-230.9	15.79	0.00	-232.02	-3.91
20	-6.00	105.0	-1.2	-228.1	15.36	-0.19	-229.10	-3.86
21	-4.00	105.0	-1.5	-223.2	14.62	-0.52	-224.14	-3.76
22	-2.00	105.0	-1.7	-218.3	13.89	-0.84	-219.18	-3.65
23	0.00	105.0	-2.0	-213.4	13.15	-1.16	-214.22	-3.55
24	7.50	105.0	-2.9	-195.1	10.40	-2.36	-195.65	-3.09
25	15.00	105.0	-3.9	-176.8	7.64	-3.52	-177.11	-2.53
26	22.50	105.0	-4.8	-158.4	4.88	-4.64	-158.60	-1.82
27	30.00	105.0	-5.7	-140.1	2.13	-5.70	-140.16	-0.91
28	37.50	105.0	-6.7	-121.8	-0.63	-6.67	-121.82	0.31
29	45.00	105.0	-7.6	-103.5	-3.39	-7.53	-103.61	2.02
30	52.50	105.0	-8.6	-85.2	-6.14	-8.07	-85.66	4.56

NODO	COORDENADAS		ESFUERZOS NORMALES		ESFUERZOS	ESFUERZOS	PRINCIPALES		DIRECCION
	X	Y	X	Y	X-Y	1	2		
31	60.00	105.0	-9.5	-66.9	-8.90	-8.15	-68.20	8.62	
32	67.50	105.0	-10.4	-48.5	-11.66	-7.15	-51.82	15.73	
33	75.00	105.0	-11.4	-30.2	-14.41	-3.58	-38.01	28.41	
34	78.75	105.0	-11.8	-21.1	-15.79	-0.00	-32.90	36.87	
35	75.00	100.0	-11.3	-20.1	-15.04	-0.00	-31.33	36.87	
36	-6.36	93.0	-1.0	-204.6	13.99	0.00	-205.51	-3.91	
37	-4.00	93.0	-1.3	-198.8	13.12	-0.38	-199.66	-3.78	
38	-2.00	93.0	-1.5	-193.9	12.39	-0.71	-194.70	-3.67	
39	0.00	93.0	-1.8	-189.0	11.65	-1.03	-189.74	-3.55	
40	7.50	93.0	-2.7	-170.7	8.89	-2.22	-171.17	-3.02	
41	15.00	93.0	-3.6	-152.4	6.14	-3.38	-152.63	-2.36	
42	22.50	93.0	-4.6	-134.1	3.38	-4.48	-134.15	-1.49	
43	30.00	93.0	-5.5	-115.7	0.62	-5.51	-115.74	-0.32	
44	37.50	93.0	-6.5	-97.4	-2.13	-6.40	-97.47	1.34	
45	45.00	93.0	-7.4	-79.1	-4.89	-7.06	-79.43	3.88	
46	52.50	93.0	-8.3	-60.8	-7.65	-7.24	-61.88	8.13	
47	60.00	93.0	-9.3	-42.5	-10.40	-6.28	-45.46	16.04	
48	67.50	93.0	-10.2	-24.1	-13.16	-2.29	-32.07	31.05	
49	69.75	93.0	-10.5	-18.7	-13.99	-0.00	-29.14	36.87	
50	67.50	90.0	-10.2	-18.0	-13.54	-0.00	-28.20	36.87	
51	-5.54	81.0	-0.8	-178.2	12.18	0.00	-178.99	-3.91	
52	-4.00	81.0	-1.0	-174.4	11.62	-0.25	-175.17	-3.82	
53	-2.00	81.0	-1.3	-169.5	10.88	-0.58	-170.21	-3.69	
54	0.00	81.0	-1.5	-164.6	10.15	-0.90	-165.26	-3.55	
55	7.50	81.0	-2.5	-146.3	7.39	-2.09	-146.69	-2.93	
56	15.00	81.0	-3.4	-128.0	4.63	-3.23	-128.16	-2.13	
57	22.50	81.0	-4.3	-109.7	1.88	-4.31	-109.70	-1.02	
58	30.00	81.0	-5.3	-91.4	-0.88	-5.28	-91.36	0.59	
59	37.50	81.0	-6.2	-73.0	-3.64	-6.03	-73.23	3.11	
60	45.00	81.0	-7.2	-54.7	-6.39	-6.32	-55.56	7.53	
61	52.50	81.0	-8.1	-36.4	-9.15	-5.40	-39.10	16.45	
62	60.00	81.0	-9.0	-18.1	-11.91	-0.83	-26.29	34.61	
63	60.75	81.0	-9.1	-16.2	-12.18	-0.00	-25.38	36.87	
64	60.00	80.0	-9.0	-16.0	-12.03	-0.00	-25.07	36.87	
65	-4.72	69.0	-0.7	-151.8	10.38	0.00	-152.48	-3.91	
66	-4.00	69.0	-0.8	-150.0	10.11	-0.12	-150.69	-3.86	
67	-2.00	69.0	-1.1	-145.1	9.38	-0.44	-145.73	-3.71	
68	0.00	69.0	-1.3	-140.2	8.64	-0.76	-140.77	-3.55	
69	7.50	69.0	-2.2	-121.9	5.89	-1.95	-122.21	-2.81	
70	15.00	69.0	-3.2	-103.6	3.13	-3.08	-103.70	-1.78	
71	22.50	69.0	-4.1	-85.3	0.37	-4.12	-85.28	-0.26	
72	30.00	69.0	-5.1	-67.0	-2.38	-4.97	-67.05	2.20	
73	37.50	69.0	-6.0	-48.6	-5.14	-5.39	-49.25	6.78	
74	45.00	69.0	-6.9	-30.3	-7.90	-4.52	-32.74	17.02	
75	51.75	69.0	-7.8	-13.8	-10.38	-0.00	-21.62	36.87	
76	-4.00	58.5	-0.6	-128.7	8.80	0.00	-129.27	-3.91	
77	-3.90	57.0	-0.6	-125.4	8.57	0.00	-125.96	-3.91	
78	-2.00	57.0	-0.8	-120.7	7.88	-0.31	-121.25	-3.74	
79	0.00	57.0	-1.1	-115.8	7.14	-0.63	-116.29	-3.55	
80	7.50	57.0	-2.0	-97.5	4.38	-1.81	-97.73	-2.62	
81	15.00	57.0	-3.0	-79.2	1.63	-2.92	-79.25	-1.22	

NODO	COORDENADAS		ESFUERZOS NORMALES		ESFUERZOS CORTANTES	ESFUERZOS PRINCIPALES		DIRECCION
	X	Y	X	Y	X-Y	1	2	
82	22.50	57.0	-3.9	-60.9	-1.13	-3.87	-60.91	1.13
83	30.00	57.0	-4.8	-42.6	-3.89	-4.44	-42.97	5.82
84	37.50	57.0	-5.8	-24.3	-6.64	-3.63	-26.39	17.85
85	42.75	57.0	-6.4	-11.4	-8.57	-0.00	-17.86	36.87
86	45.00	60.0	-6.8	-12.0	-9.02	-0.00	-18.80	36.87
87	37.50	50.0	-5.6	-10.0	-7.52	-0.00	-15.67	36.87
88	-3.08	45.0	-0.5	-99.0	6.77	0.00	-99.45	-3.91
89	-2.00	45.0	-0.6	-96.3	6.37	-0.18	-96.77	-3.79
90	0.00	45.0	-0.8	-91.5	5.64	-0.50	-91.81	-3.55
91	7.50	45.0	-1.8	-73.1	2.88	-1.67	-73.26	-2.31
92	15.00	45.0	-2.7	-54.8	0.12	-2.73	-54.82	-0.14
93	22.50	45.0	-3.7	-36.5	-2.63	-3.46	-36.71	4.56
94	30.00	45.0	-4.6	-18.2	-5.39	-2.73	-20.06	19.22
95	33.75	45.0	-5.1	-9.0	-6.77	-0.00	-14.10	36.87
96	30.00	40.0	-4.5	-8.0	-6.02	-0.00	-12.53	36.87
97	-2.26	33.0	-0.3	-72.6	4.96	0.00	-72.93	-3.91
98	-2.00	29.2	-0.3	-64.3	4.39	0.00	-64.55	-3.91
99	0.00	33.0	-0.6	-67.1	4.13	-0.37	-67.33	-3.55
100	7.50	33.0	-1.6	-48.8	1.38	-1.52	-48.79	-1.67
101	15.00	33.0	-2.5	-30.4	-1.38	-2.43	-30.50	2.82
102	22.50	33.0	-3.4	-12.1	-4.14	-1.78	-13.77	21.82
103	24.75	33.0	-3.7	-6.6	-4.96	-0.00	-10.34	36.87
104	22.50	30.0	-3.4	-6.0	-4.51	-0.00	-9.40	36.87
105	-1.44	21.0	-0.2	-46.2	3.16	0.00	-46.41	-3.91
106	0.00	21.0	-0.4	-42.7	2.63	-0.23	-42.84	-3.55
107	7.50	21.0	-1.3	-24.4	-0.13	-1.33	-24.36	0.31
108	15.00	21.0	-2.3	-6.0	-2.88	-0.72	-7.60	28.42
109	15.75	21.0	-2.4	-4.2	-3.16	-0.00	-6.58	36.87
110	15.00	20.0	-2.3	-4.0	-3.01	-0.00	-6.27	36.87
111	-0.62	9.0	-0.1	-19.8	1.36	0.00	-19.90	-3.91
112	0.00	9.0	-0.2	-18.3	1.13	-0.10	-18.36	-3.55
113	6.75	9.0	-1.0	-1.8	-1.35	-0.00	-2.82	36.87
114	7.50	10.0	-1.1	-2.0	-1.50	-0.00	-3.13	36.87

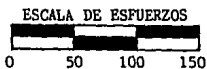
DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES
 VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS -
 (METODO DE PIGEAUD - VASO VACIO)

PLANO 10

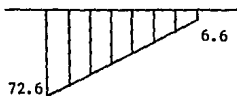


VALORES EN (ton/m^2)

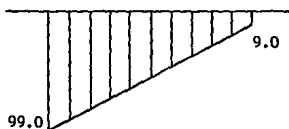
PLANO 9



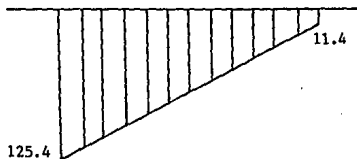
PLANO 8



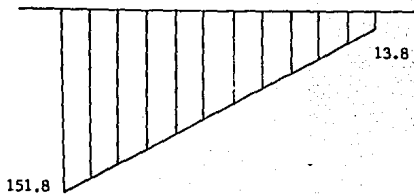
PLANO 7



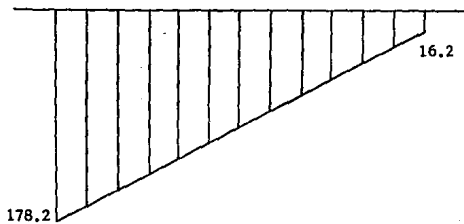
PLANO 6



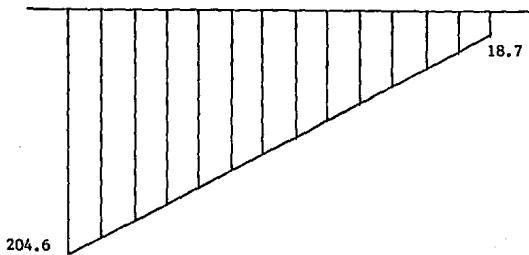
PLANO 5



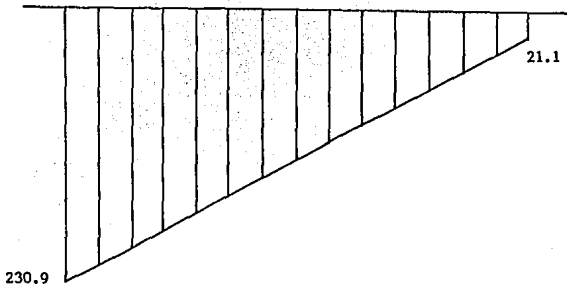
PLANO 4



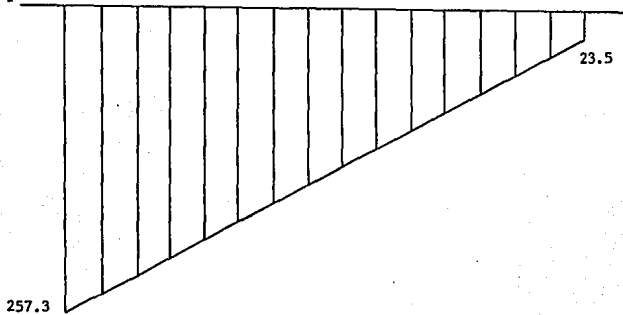
PLANO 3



PLANO 2

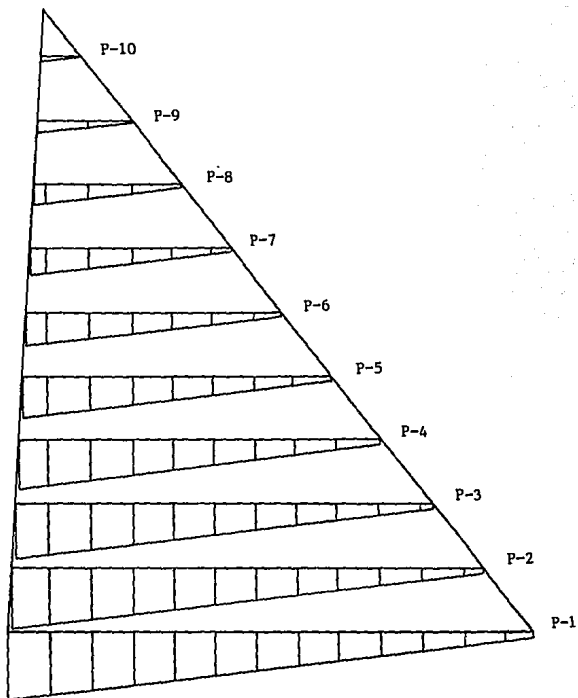


PLANO 1

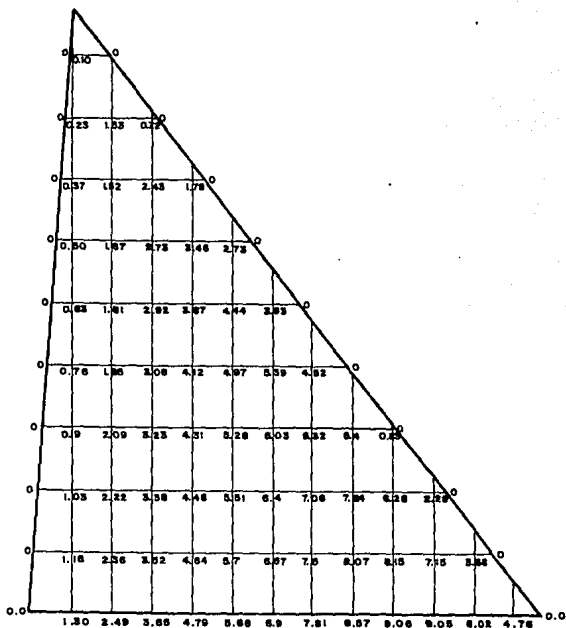


COMO SE PUEDE APRECIAR, TAMBIEN PARA ESTE CASO (VASO VACIO), AL COMPARAR LOS VALORES Y DIAGRAMAS OBTENIDOS DE LA DISTRIBUCION DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES EN CADA PLANO HORIZONTAL DE ANALISIS, CALCULADOS POR EL METODO DE " PIGEAUD " SON PRACTICAMENTE IGUALES A LOS QUE SE OBTUVIERON CON EL METODO CONVENCIONAL PARA PRESAS DE GRAVEDAD, EN DONDE SE APLICÓ LA FORMULA DE LA ESCUADRIA DE LA TEORIA DE VIGAS, CALCULADOS EN EL CAPITULO - II INCISO 1.- PARA EL CASO DE VASO VACIO.

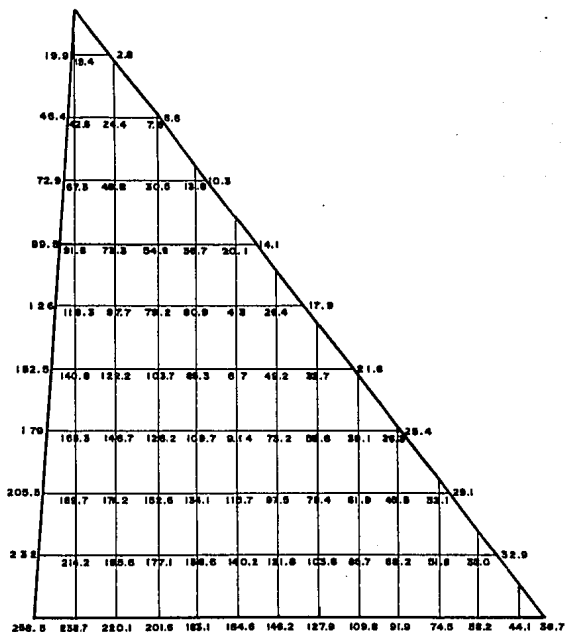
REPRESENTACION DE LA DISTRIBUCION DE ESFUERZOS
NORMALES VERTICALES ∇_y (PRESA VACIA)



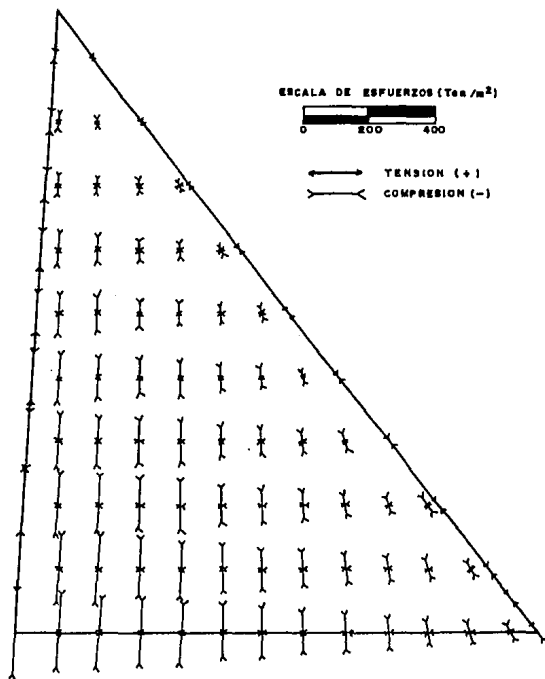
VALORES DEL ESFUERZO PRINCIPAL σ_I (Ton./m²)
VASO VACIO



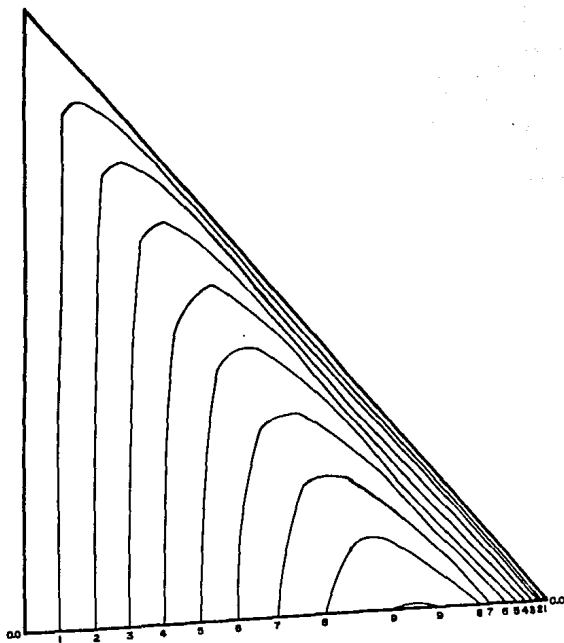
VALORES DEL ESFUERZO PRINCIPAL σ_{II} (Ton./m²)
VASO VACIO



DIRECCION DE ESFUERZOS PRINCIPALES
VASO VACIO

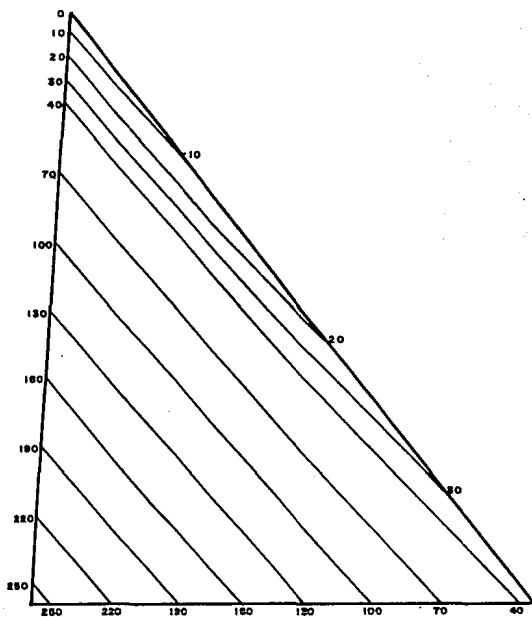


ISOSTATICAS DEL ESFUERZO PRINCIPAL \sqrt{I}
VASO VACIO



VALORES EN Ton./m²

ISOSTATICAS DEL ESFUERZO PRINCIPAL σ_{II}
VASO VACIO



VALORES EN Ton./m^2

CONCLUSIONES

COMO SE PUEDE APRECIAR AL LLEVAR A CABO EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES ∇_y POR EL METODO DE PIGEAUD O POR MEDIO DE LA FORMULA DE LA ESCUADRIA (∇_z) CALCULADOS EN LOS CAPITULOS IV Y II RESPECTIVAMENTE, LOS VALORES OBTENIDOS DE LOS ESFUERZOS SON CASI IGUALES; PARA LO CUAL SE PRESENTA LA SIGUIENTE TABLA EN DONDE PODEMOS COMPARAR DICHS VALORES CORRESPONDIENTES A LOS PUNTOS A Y B DE CADA UNO DE LOS PLANOS DE ANALISIS.

PLANO	PRESA LLENA				PRESA VACIA			
	∇_{zA}	∇_{yA}	∇_{zB}	∇_{yB}	∇_{zA}	∇_{yA}	∇_{zB}	∇_{yB}
1	101.34	101.4	189.24	189.2	257.28	257.3	23.52	23.5
2	91.02	91.0	169.76	169.8	230.97	230.9	21.03	21.1
3	80.63	80.6	150.35	150.4	204.57	204.6	18.63	18.7
4	70.23	70.2	130.93	131.0	178.19	178.2	16.23	16.2
5	59.75	59.8	111.61	111.6	151.70	151.8	13.90	13.8
6	49.44	49.4	92.12	92.2	125.39	125.4	11.41	11.4
7	39.04	39.0	72.72	72.8	99.0	99.0	9.0	9.0
8	28.67	28.6	53.29	53.4	72.60	72.6	6.60	6.6
9	18.16	18.2	34.0	34.0	46.15	46.2	4.25	4.2
10	7.86	7.8	14.50	14.6	19.81	19.8	1.79	1.8

FOR CONSIGUIENTE SE CONCLUYE QUE SE PUEDE UTILIZAR UN METODO O EL OTRO, CUANDO SE REQUIERA EFECTUAR EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES DE - UNA PRESA RIGIDA.

LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO DE " PIGEAUD " Y EL DE LA FORMULA - DE LA ESCUADRIA, PARA EFECTUAR EL CALCULO DE LOS ESFUERZOS EN EL INTERIOR DE UNA PRESA DE GRAVEDAD; SERIAN QUE EL DE PIGEAUD SE RECOMIENDA QUE PUEDE SER UTILIZADO EN UN CALCULO PRELIMINAR, PARA QUE SE TENGA UNA IDEA DE COMO PUEDE SER LA SECCION DE LA CORTINA QUE SE PROPONGA PARA LLEVAR A CABO EL DISEÑO DE UNA PRESA DE GRAVEDAD O RIGIDA; YA QUE SU CALCULO ES RAPIDO, CON EL INCONVENIENTE O DESVENTAJA DE QUE NO SE CONSIDERAN LAS FUERZAS DEBIDAS A LA SUBPRESION, EL EMPUJE DE AZOLVES, LAS PRODUCIDAS POR EL - EFECTO DE SISMO O TEMBLOR Y EL EMPUJE DE HIELO; POR CONSIGUIENTE ES LIMITADO. ASI MISMO SE DESPRECIA EL PARAMENTO DE LA CORONA, PORQUE LA SECCION QUE SE ANALIZA ES PROPIAMENTE UN TRIANGULO CONSIDERANDO EL CUERPO DE LA - CORTINA SEMEJANTE A UNA PLACA PLANA.

EL DE LA FORMULA DE LA ESCUADRIA DE LA TEORIA DE VIGAS PARA EL CALCULO DE ESFUERZOS, ES EL METODO CONVENCIONAL O TRADICIONAL DE ANALISIS BIDIMENSIONAL DE GRAVEDAD; ES EL QUE SE USA NORMALMENTE APLICABLE A LAS SECCIONES DE PRESAS DE GRAVEDAD CON INCLINACION VARIABLE EN AMBOS PARAMENTOS O CON SU - PARAMENTO DE AGUAS ARRIBA VERTICAL; PERMITE CONSIDERAR LAS FUERZAS DEBIDAS AL SISMO O TEMBLOR, LAS DEL EMPUJE DE AZOLVES, ETC.; LAS PRESIONES DEBIDAS A SUBPRESION QUE NO SE INCLUYEN NORMALMENTE CON LAS PRESIONES DE CONTACTO EN EL CALCULO DE ESFUERZOS, YA QUE SE CONSIDERAN POR SEPARADO EN EL CALCULO DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD.

PARA APLICAR LA FORMULA DE LA ESCUADRIA, ES QUE SE DEBEN DE CALCULAR TODAS LAS FUERZAS ACTUANTES, LOS MOMENTOS, ASI COMO LOS MOMENTOS DE INERCIA, - SIENDO POR CONSIGUIENTE MAS LABORIOSO.

ES CONVENIENTE MENCIONAR, QUE CON EL METODO DE GRAVEDAD PARA EL ANALISIS - DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS SE PUEDEN CALCULAR LOS ESFUERZOS HORIZONTALES, CORTANTES Y PRINCIPALES, PARTIENDO DE CIERTAS HIPOTESIS COMPLEMENTARIAS, - PERO NO SE CONSIDERAN DENTRO DEL ALCANCE DE ESTA TESIS.

ASIMISMO PARA LLEVAR A CABO EL DISEÑO Y LA ESTABILIDAD DE UNA PRESA DE GRAVEDAD, SE RECOMIENDA SE SIGAN LOS PASOS SIGUIENTES :

- 1.- DEFINIR DATOS DE PROYECTO
COMO SERIAN ALTURA DE LA PRESA, NIVELES DE AGUA, DE AZOLVES, COEFICIENTE SISMICO, MATERIALES A EMPLEAR, PESOS VOLUMETRICOS, POSIBILIDAD DE - CONGELAMIENTO, ETC.
- 2.- PROPONER UNA SECCION TRANSVERSAL TIPICA.
- 3.- VALUAR CARGAS Y MOMENTOS
FIJANDO COMBINACIONES DE CARGAS Y FACTORES DE SEGURIDAD.
- 4.- REVISAR LA ESTABILIDAD GENERAL AL VOLTEO Y AL DESLIZAMIENTO.
- 5.- CALCULAR LOS ESFUERZOS NORMALES VERTICALES EN CADA PLANO DE ANALISIS.
- 6.- CALCULO DE ESFUERZOS NORMALES HORIZONTALES, CORTANTES Y PRINCIPALES EN VARIOS PUNTOS DE CADA PLANO DE ANALISIS CON LAS FORMULAS DEL U.S.B.R. Y OTROS METODOS.
- 7.- REVISAR SI LOS ESFUERZOS NORMALES MAXIMOS, SON MENORES QUE LOS PERMISIBLES.
- 8.- HACER LA REVISION DE ESFUERZOS EN CASO DE QUE SE PRESENTE AGRIETAMIENTO.
- 9.- REVISAR LA ESTABILIDAD POR FRICCION - CORTANTE.
- 10.- SI EN CUALQUIERA DE LOS PASOS RESPECTIVOS LA SECCION PROPUESTA NO PASA, DEBERA MODIFICARSE; LO MISMO SI LA SECCION RESULTO MUY SOBRADA.

POR ULTIMO, OTRO METODO QUE PUEDE SER UTILIZADO PARA CALCULAR EL ESTADO DE - ESFUERZOS EN UNA PRESA DE GRAVEDAD, ES EL DENOMINADO DE " ELEMENTOS FINITOS " QUE CONSIDERA A LA ESTRUCTURA FORMADA POR UN CONJUNTO DE ELEMENTOS DISCRETOS O FINITOS, BI O TRIDIMENSIONALES.

BIBLIOGRAFIA

- TREATISE ON DAMS.- CHAPTER 9 - GRAVITY DAMS
- DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS- BUREAU OF RECLAMATION, CAPITULO 7 - PRESAS DE CONCRETO DEL TIPO DE GRAVEDAD.
- THE DESIGN OF DAMS BY A. BOURGIN. - CHAPTER VI EQUILIBRIUM OF TRIANGULAR ; MASSES : PIGEAUD'S METHOD.
- APUNTES DE LA MATERIA DE PRESAS DE ALMACENAMIENTO Y DERIVACION.- IMPARTIDA POR EL M.I. OSCAR VEGA ROLDAN.