

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

**EN EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ERA NECESARIO CONTAR CON UNA LOSA DE REACCIÓN CON LA FINALIDAD DE PODER REALIZAR ENSAYES DE ESTRUCTURAS A ESCALA NATURAL.**

**EN JUNIO DE 1991 SE DECIDIÓ CONSTRUIR UNA LOSA DE CONCRETO REFORZADO TIPO CELDAS CON DIMENSIONES EN PLANTA DE 10 m x 9.6 m Y PERALTE TOTAL DE 2.95 m, COINCIDIENDO EL NIVEL DE OPERACIÓN CON EL NIVEL DE PISO TERMINADO DE LA NAVE DEL INSTITUTO.**

**LA APLICACION DE LAS CARGAS A LOS ESPECÍMENES SE HARÁ POR MEDIO DE MARCOS DE CARGA Y GATOS HIDRÁULICOS, PARA LA TRANSMISIÓN DE LAS REACCIONES DERIVADAS DE LOS ENSAYES A LA LOSA, ÉSTA SE PROVEERÁ DE GRUPOS DE CUATRO ORIFICIOS CUADRADOS DE 38 mm ESPACIADOS A CADA 1.20 mts. EN DIRECCIONES ORTOGONALES.**

**COMO YA SE MENCIONÓ EL PROPÓSITO DE LA LOSA ES PODER REALIZAR ENSAYES DE ESPECÍMENES A ESCALA NATURAL, SIN EMBARGO ÉSTA SE INSTRUMENTARÁ DE TAL FORMA QUE EN CADA ENSAYE REALIZADO SE PUEDA CONOCER EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA MISMA Y COMPARAR CON LO PREVISTO EN EL DISEÑO.**

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **2.1 ARREGLO GENERAL**

*LA LOSA DE REACCIÓN SE LOCALIZÓ EN EL INTERIOR DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 2.1. LAS DIMENSIONES FINALES EN PLANTA FUERON 10 m x 9.6 m CON PERALTE TOTAL DE 2.95 m, FIGS. 2.2 Y 2.3. LOS ORIFICIOS PARA EL ANCLAJE DE LOS ESPECÍMENES Y LOS DISPOSITIVOS ACTUADORES DE CARGA SE PROPORCIONARON EN GRUPOS DE CUATRO FORMANDO UN CUADRO DE 20 cm., ESPACIADOS A CADA 1.20 m. EN DIRECCIONES ORTOGONALES, FIGS. 2.4 Y 2.5.*

#### **2.2 ALCANCE DE ESTA TESIS**

*EL ALCANCE DE ESTA TESIS CONTEMPLA EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE REACCIÓN DESCRITA EN EL APARTADO ANTERIOR. TAMBIÉN SE PRETENDE HACER UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS UTILIZANDO LOS MÉTODOS TRADICIONALES DE ANÁLISIS Y EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS.*

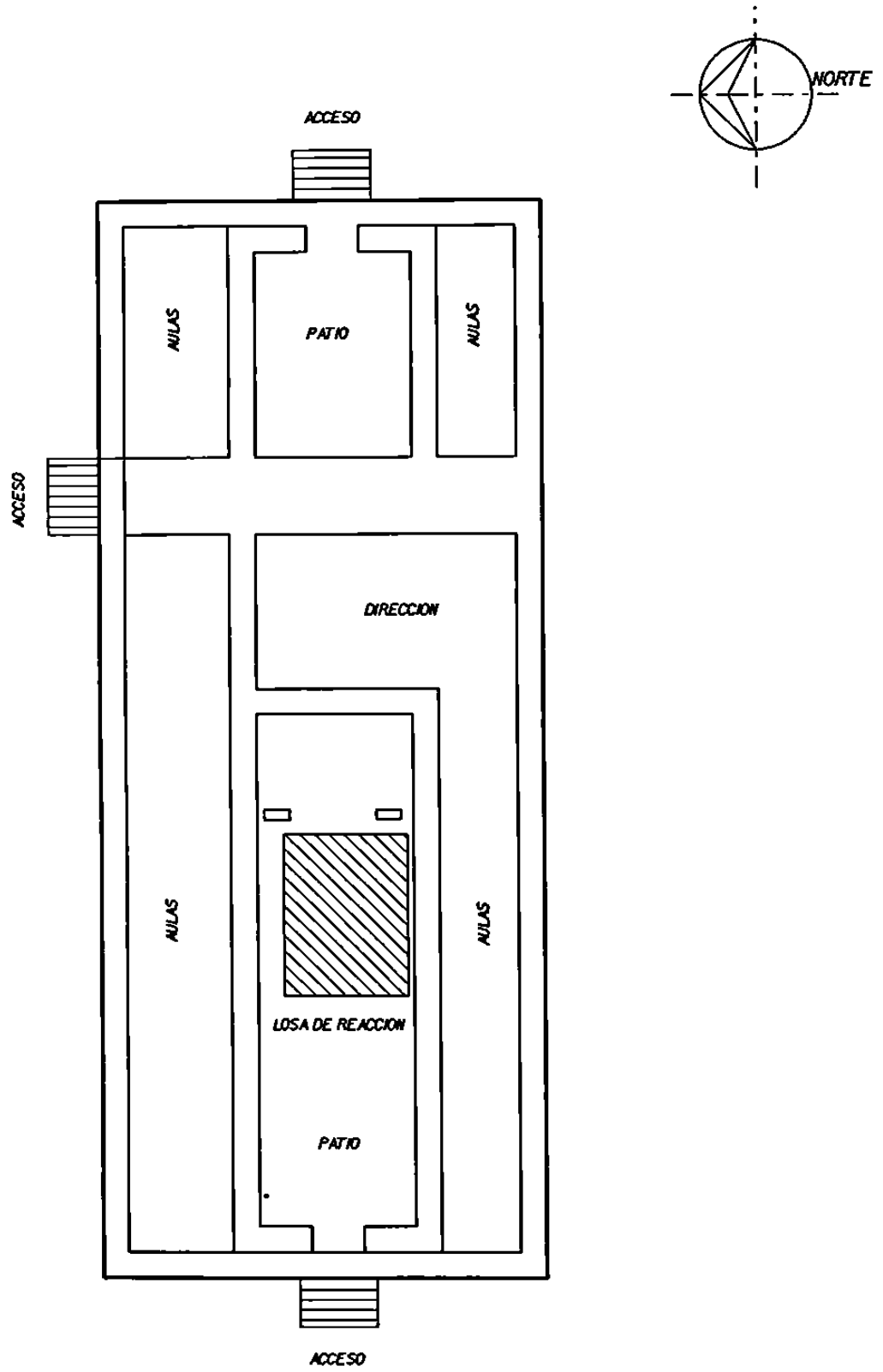


FIG. 2J LOCALIZACION DE LA LOSA DE REACCION  
EN EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL

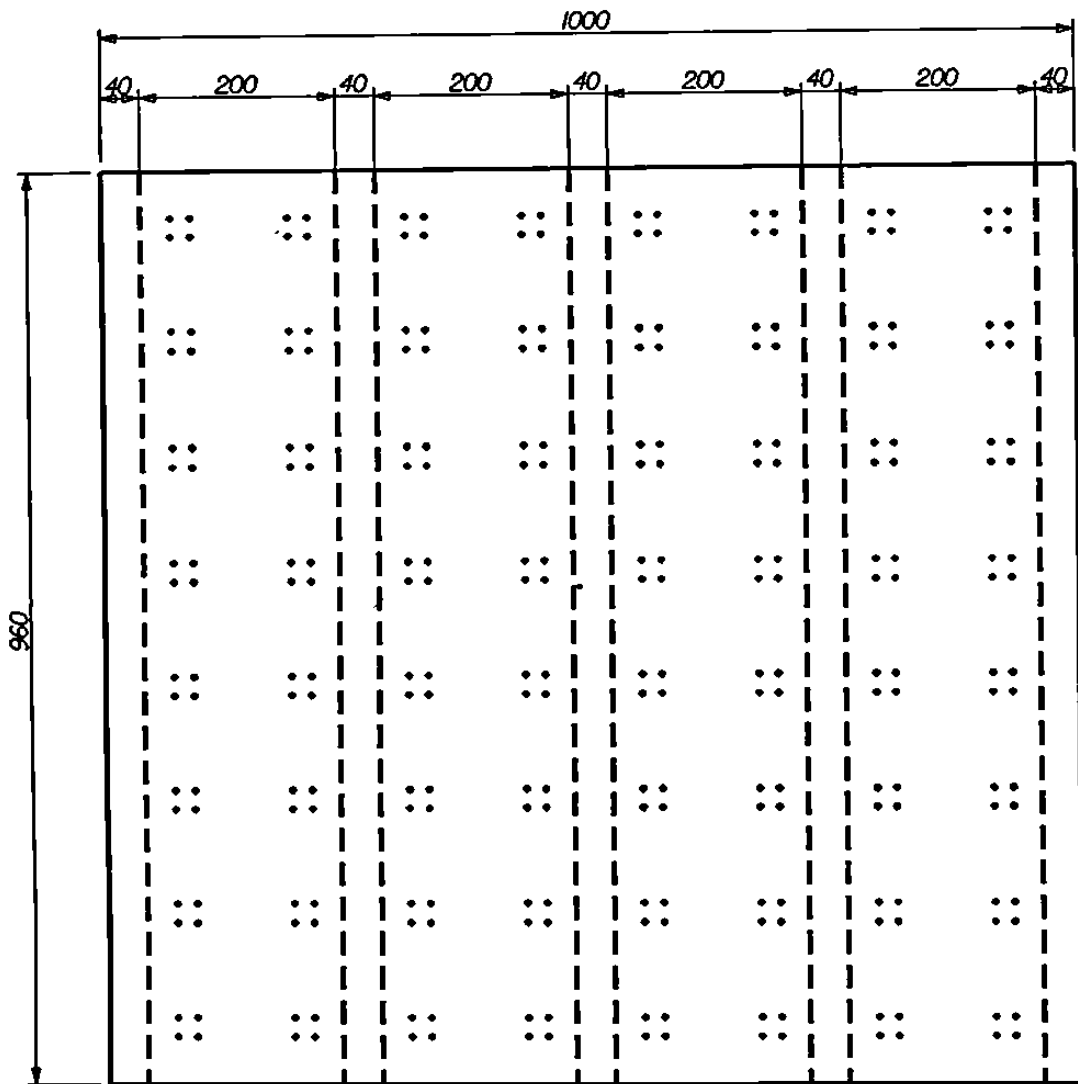


FIG. 2.2 VISTA EN PLANTA DE LA LOSA

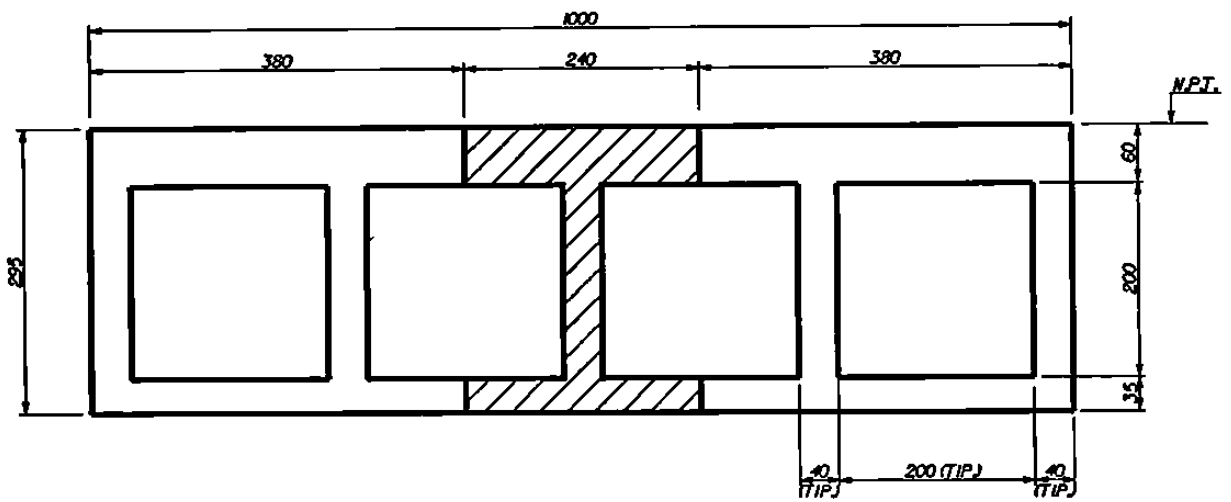


FIG. 2.3 SECCION TRANSVERSAL DE LA LOSA

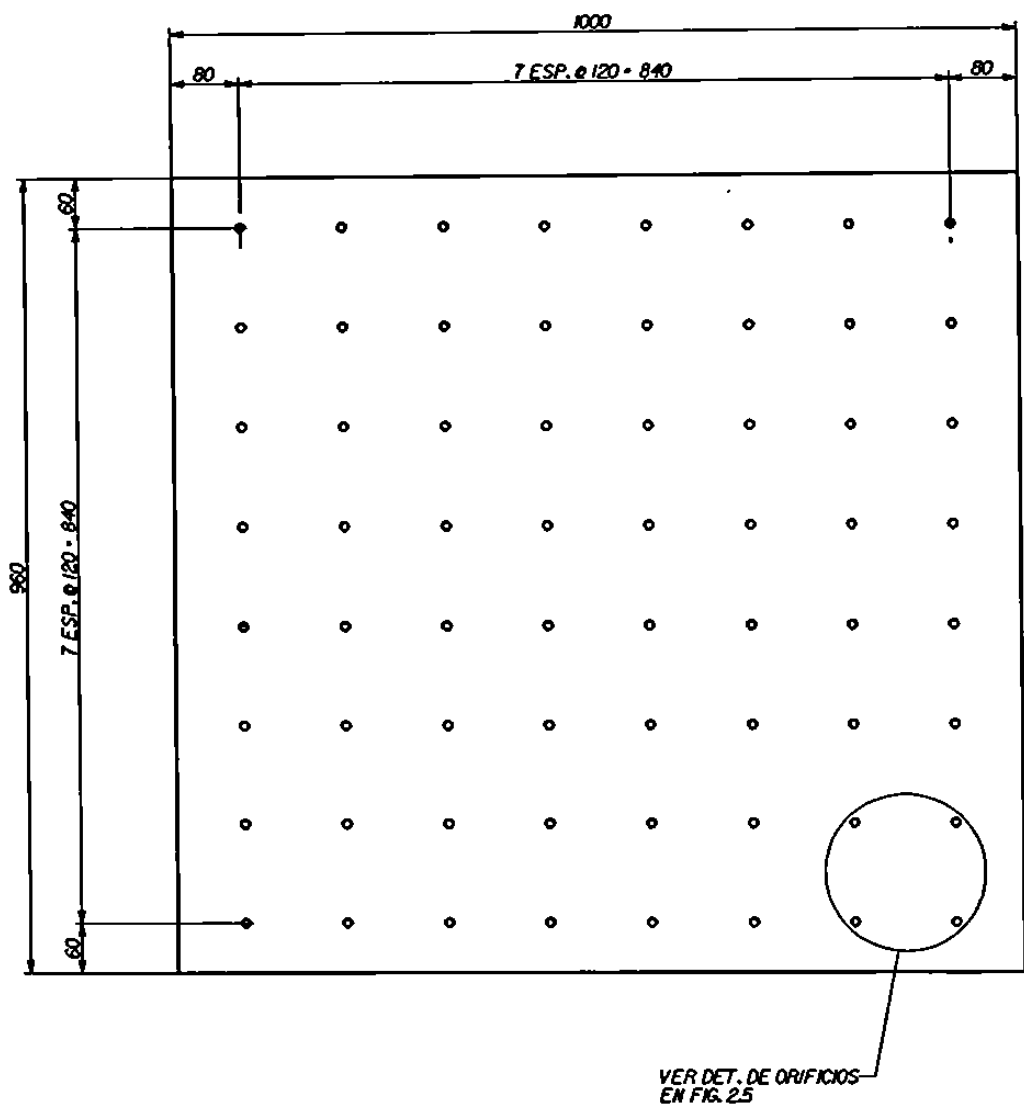


FIG. 2.4 LOCALIZACION DE ORIFICIOS

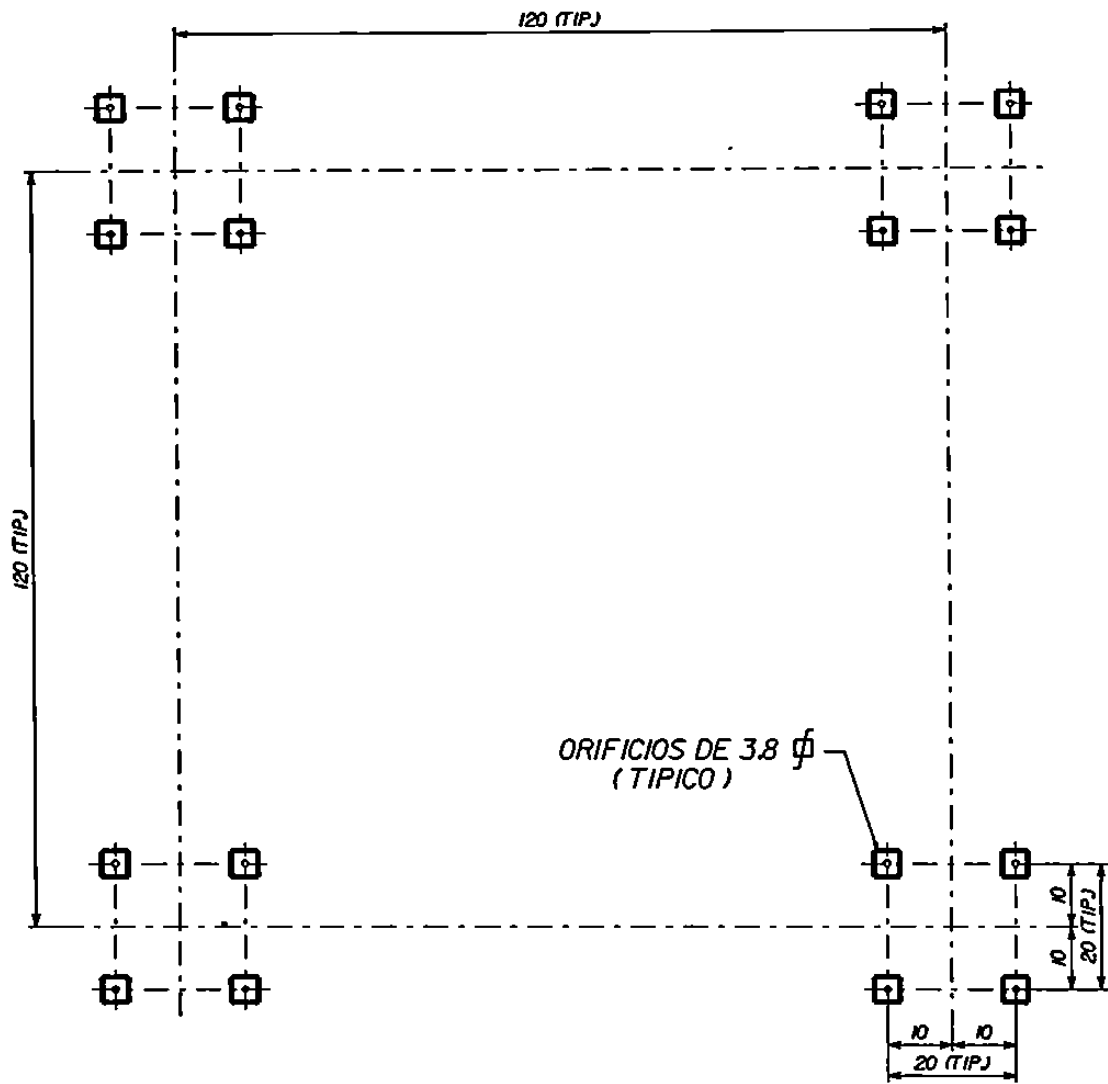


FIG. 2.5 DETALLE DE ORIFICIOS

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

#### **3.1 CRITERIOS GENERALES**

**EL ANÁLISIS PRELIMINAR DE ESTA LOSA SE HARÁ CONSIDERANDO UNA FRANJA DE LA MISMA EN EL SENTIDO LONGITUDINAL Y UNA EN EL SENTIDO TRANSVERSAL PARA EL CASO DE CARGA UNO. PARA EL ANÁLISIS DEFINITIVO UTILIZAREMOS EL MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO ESTUDIANDO EL COMPORTAMIENTO TRIDIMENSIONAL DE LA LOSA PARA LOS TRES CASOS DE CARGA DESCRITOS EN EL APARTADO SIGUIENTE, LOS CUALES HAN SIDO SELECCIONADOS COMO CASOS CRÍTICOS DE ENTRE UNA AMPLIA GAMA DE ENSAYES A LOS QUE PUDIERA ESTAR SUJETA LA LOSA DURANTE SU VIDA ÚTIL.**

#### **3.2 CONDICIONES DE CARGA**

**LAS CONDICIONES DE CARGA ESTABLECIDAS PARA EL DISEÑO SON LAS QUE SE DERIVAN DE LOS TRES ENSAYES PROPUESTOS:**

**1.- ENSAYE A FLEXIÓN DE UNA VIGA SIMPLEMENTE APOYADA CON CARGA CONCENTRADA AL CENTRO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL DE LA LOSA.**

**FIGS. 3.1, 3.2, 3.3., 3.4**

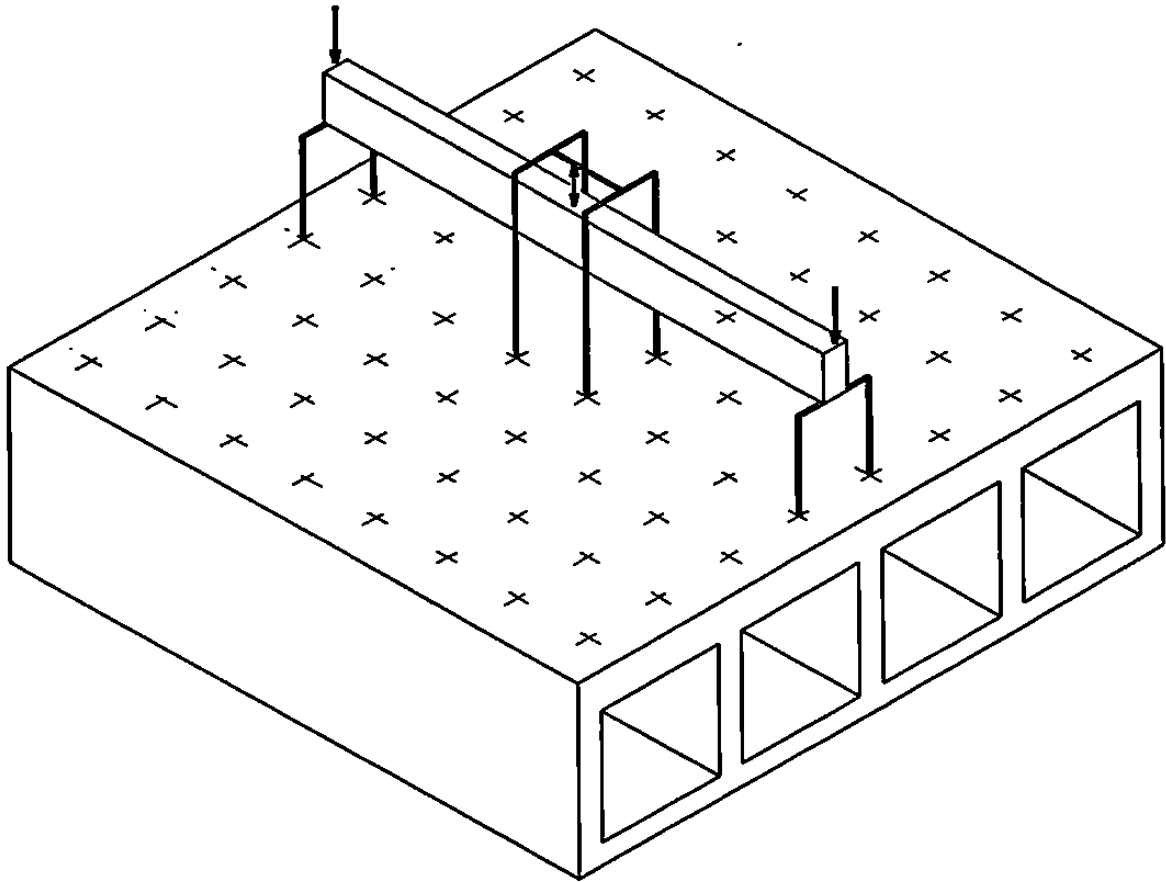
**2.- ENSAYE A FLEXIÓN DE UNA LOSA APOYADA EN UNA DIRECCIÓN CON CARGAS CONCENTRADAS.**

**FIGS. 3.5, 3.6**

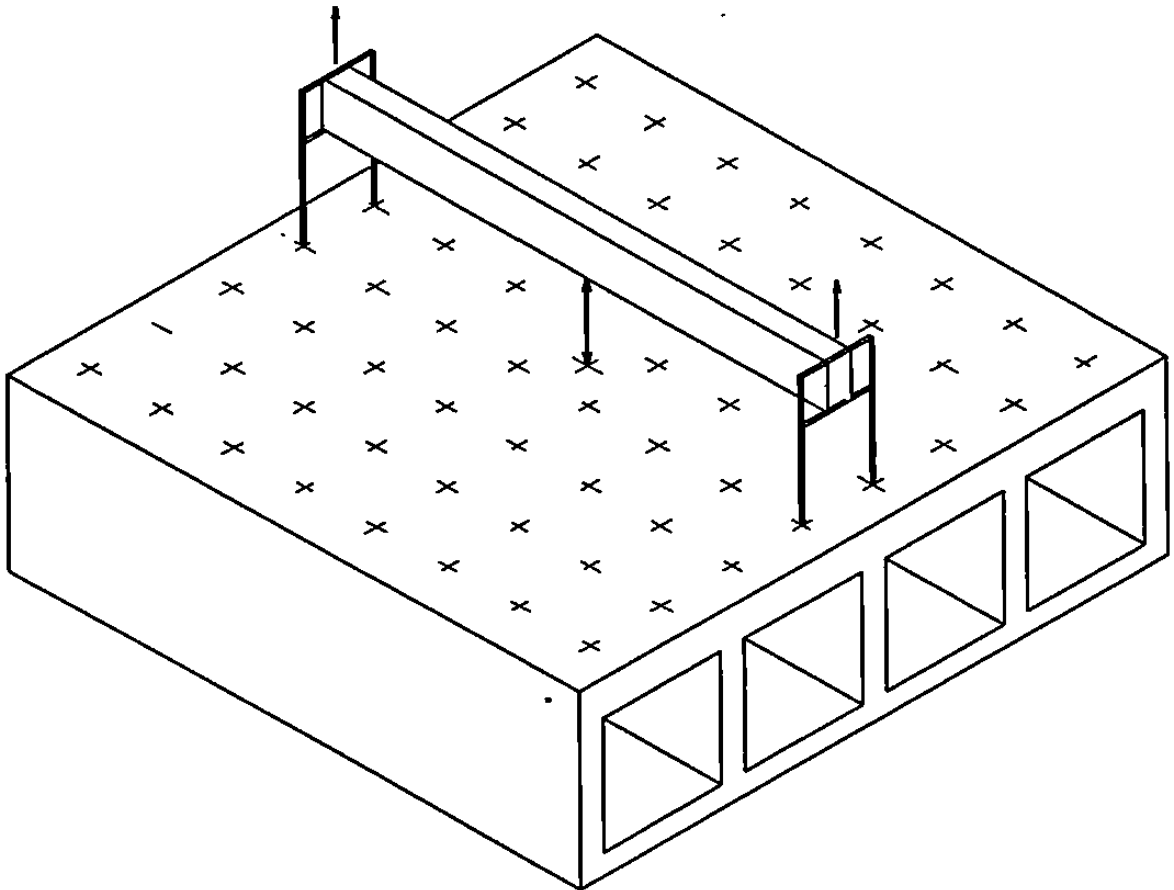
**3.- ENSAYE A FLEXIÓN DE UNA LOSA APOYADA EN DOS DIRECCIONES CON CARGAS CONCENTRADAS.**

**FIGS. 3.7, 3.8**





*FIG. 3J ENSAYE No.1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA  
ALTERNATIVA DE APLICACION DE CARGA "A"*



*FIG. 3.2 ENSAYE No.1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA  
ALTERNATIVA DE APLICACION DE CARGA " B "*

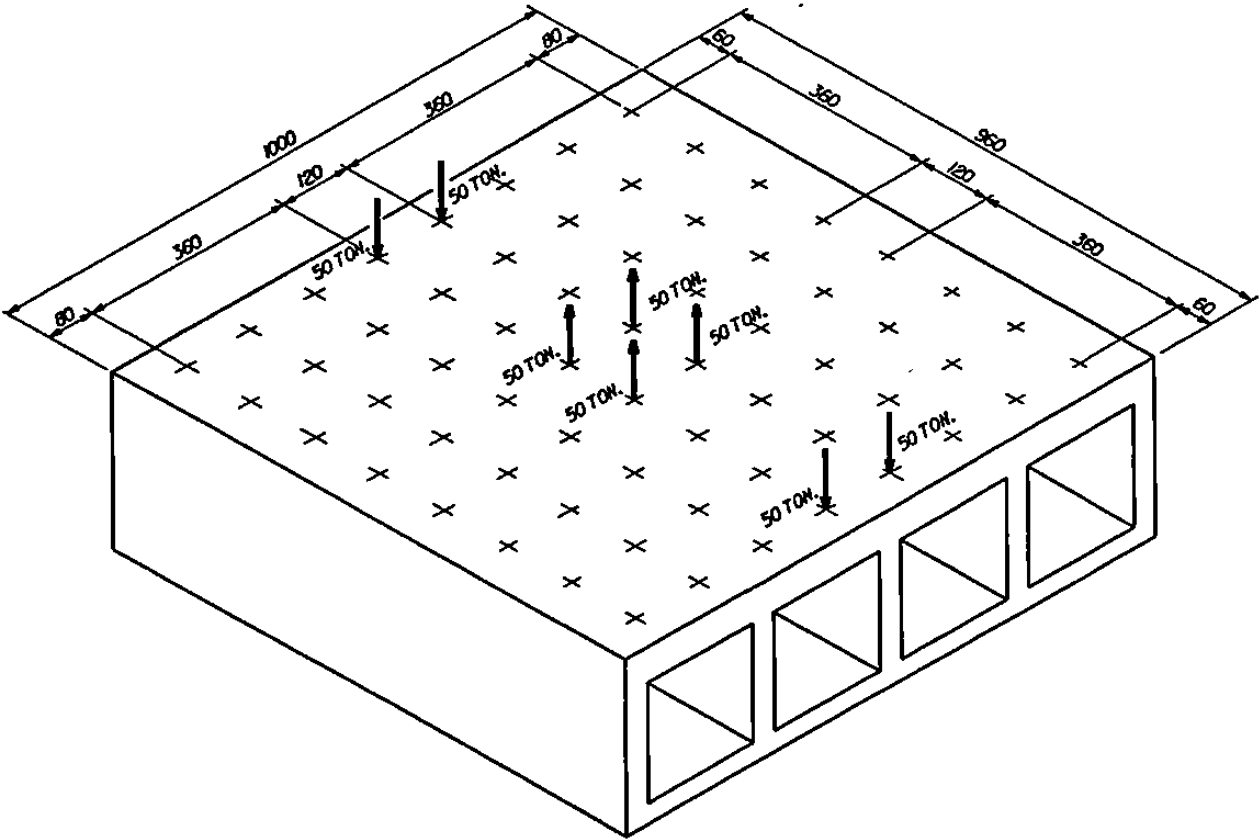


FIG. 3.3 DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No.1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA ALTERNATIVA DE APLICACION DE CARGA "A"

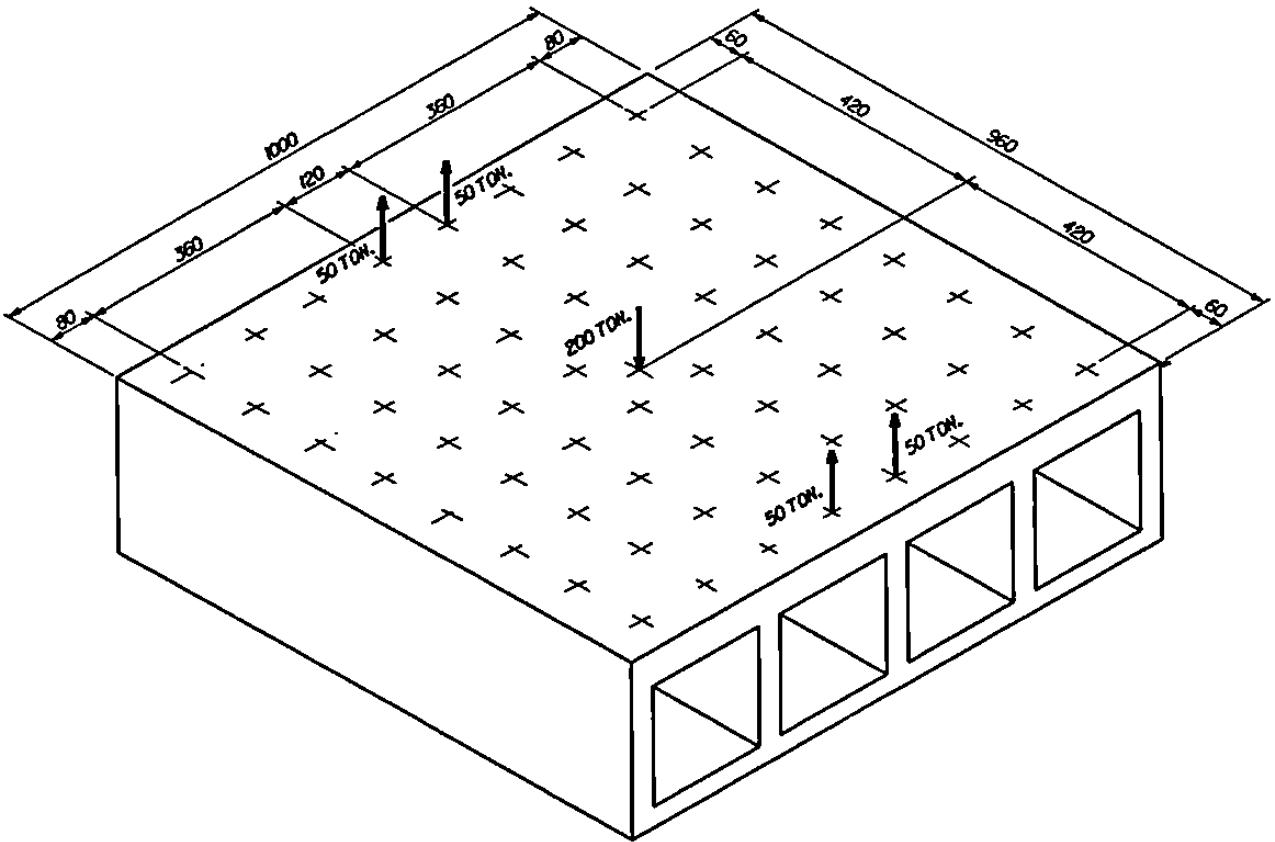
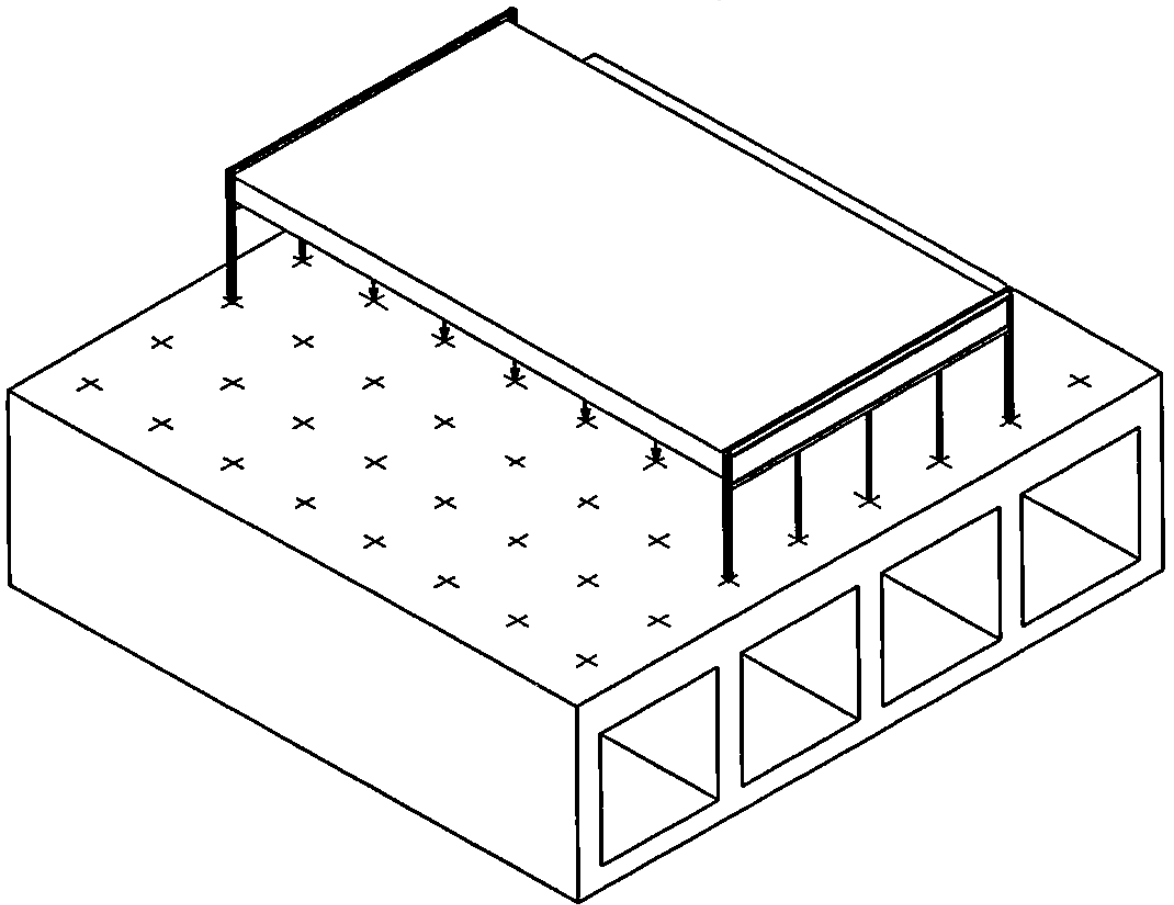


FIG. 3.4 DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA ALTERNATIVA DE APLICACION DE CARGA " B "



*FIG. 3.5 ENSAYE No. 2 LOSA APOYADA EN UNA DIRECCION*

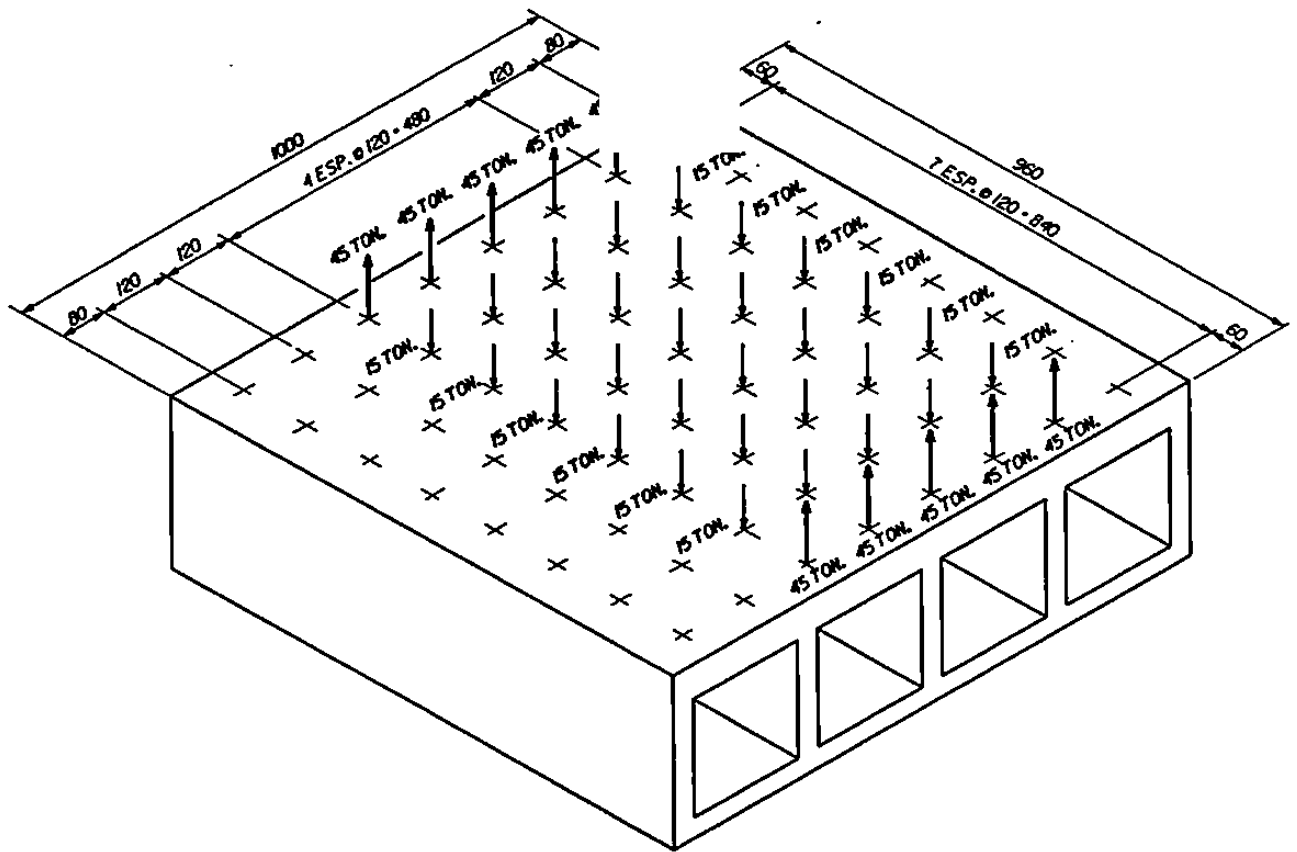


FIG. 3.6 DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 2  
 LOSA APOYADA EN UNA DIRECCION

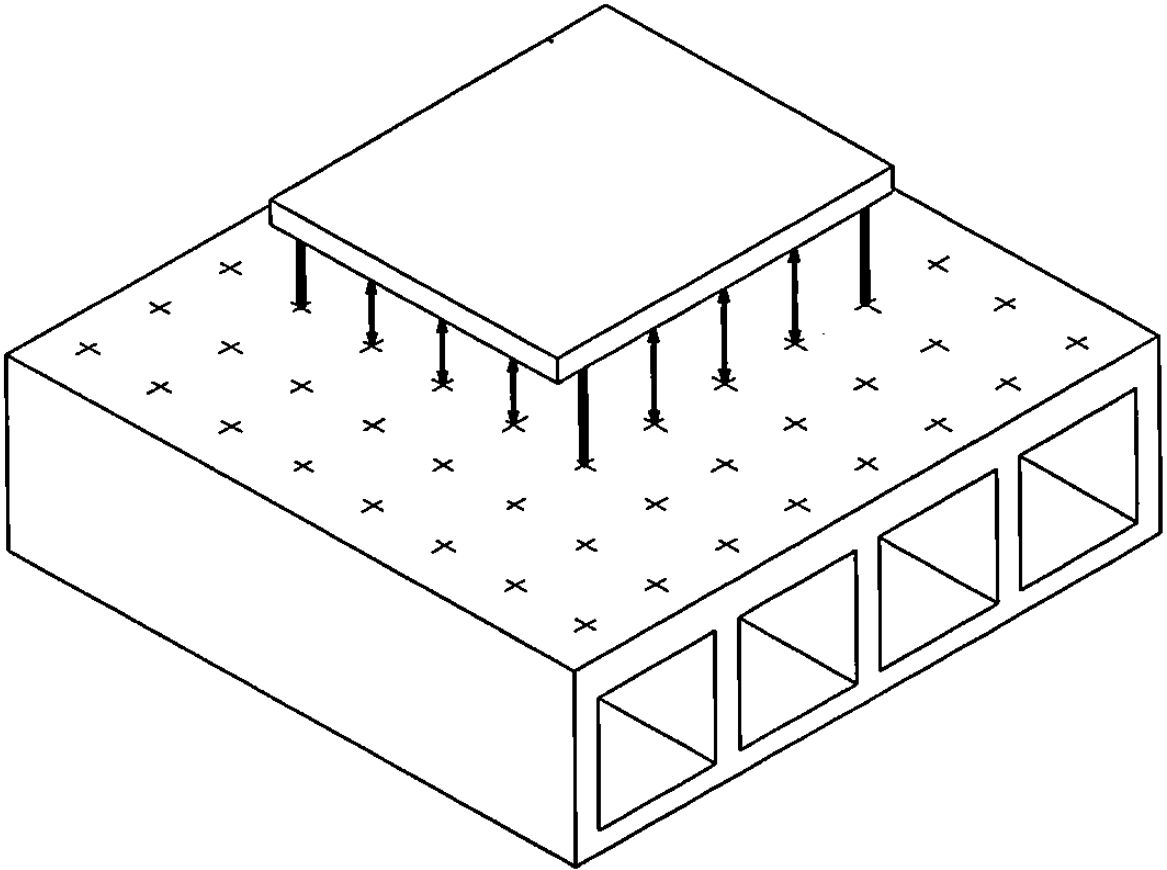


FIG. 37 ENSAYE No. 3 LOSA APOYADA EN DOS DIRECCIONES

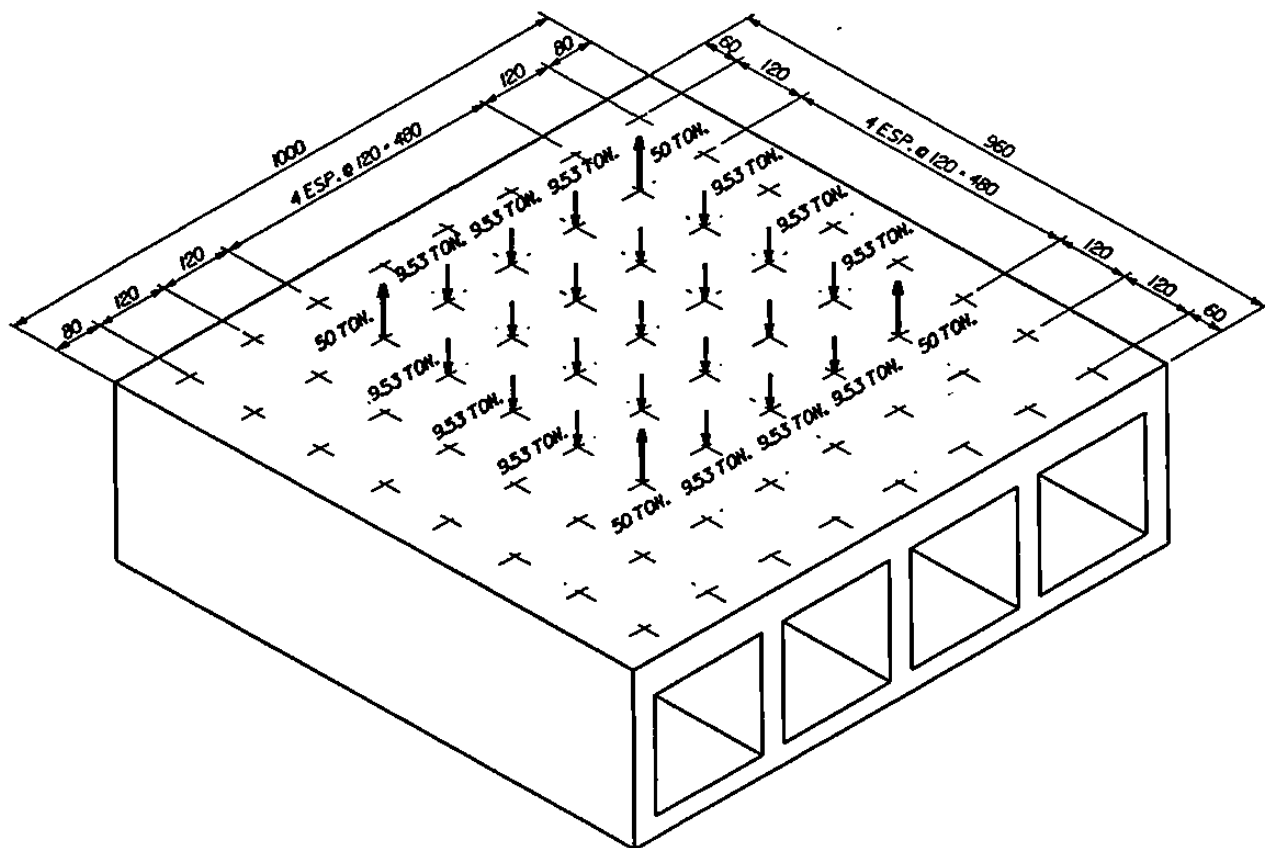


FIG. 3.B DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 3  
LOSA APOYADA EN DOS DIRECCIONES



### 3.3 ANÁLISIS PRELIMINAR

#### 3.3.1 SENTIDO LONGITUDINAL

LAS CARGAS DERIVADAS DE LOS ENSAYES SON PARA EL CASO UNO 200 TONELADAS CONCENTRADAS AL CENTRO DE LA LOSA Y 100 TONELADAS EN LOS EXTREMOS DIVIDIDAS EN DOS PUNTOS DE APLICACIÓN. FIG. 3.3.

EL PESO PROPIO DE LA LOSA SE CONSIDERARÁ COMO CARGA DISTRIBUIDA, LA REACCIÓN DEL SUELO DEBIDO AL PESO PROPIO SE CONSIDERARÁ TRIANGULAR. LAS REACCIONES DERIVADAS DE LOS ESPECÍMENES SERÁN TOMADAS EN SU TOTALIDAD POR LA LOSA, POR LO TANTO SE TIENE UN SISTEMA AUTOEQUILIBRANTE Y NO SE TRANSMITIRÁN ESTAS CARGAS AL SUELO.

FIG. 3.9.

LA CARGA DEL PESO PROPIO POR UNIDAD DE LONGITUD DE LA VIGA CONSIDERANDO

$$\gamma = 2.4 \text{ T/m}^3 \text{ ES:}$$

$$W = (2.40 \text{ m} \times 0.95 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} + 0.40 \text{ m} \times 2.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}) 2.4 \text{ T/m}^3$$

$$W = \underline{7.4 \text{ TON/ML}}$$

LA REACCIÓN DEL SUELO SOBRE LA LOSA ES CONSIDERADA TRIANGULAR Y ES EQUIVALENTE AL PESO DE LA FRANJA DE LOSA EN CUESTIÓN.

FIG. 3.9

EL ANCLAJE NECESARIO PARA SUJETAR LOS MARCOS DE CARGA Y LOS ESPECÍMENES SE PROPORCIONÓ POR MEDIO DE ANCLAS Y PLACAS, LAS ANCLAS SE PROPUSIERON DE ACERO A-193 Y LAS PLACAS DE ACERO A-36. FIG. 3.10. CONSIDERANDO CUATRO ANCLAS DE UNA PULGADA DE DIÁMETRO Y EL  $F_u = 7000 \text{ K/cm}^2$  CORRESPONDIENTE AL MATERIAL MENCIONADO TENEMOS UNA CAPACIDAD TOTAL A TENSIÓN DE 50 TONELADAS, TOMANDO UN FACTOR DE SEGURIDAD DE DOS.

$$\text{ÁREA GRUESA PARA ANCLA } 1'' \phi = 5.06 \text{ cm}^2$$

$$\text{ÁREA NETA PARA ANCLA } 1'' \phi = 3.63 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{admissible}} = \frac{(3.63 \text{ cm}^2)(7000.0 \text{ k/cm}^2)(4 \text{ anclas})}{2}$$

$$P_{\text{admissible}} = 50.8 \text{ Tons.}$$

**EL MOMENTO MÁXIMO EN LA VIGA LO ENCONTRAMOS HACIENDO  $\Sigma M$  AL CENTRO DEL CLARO.**

**ALTERNATIVA DE CARGA "B"**

**TENSIONES EN PATÍN INFERIOR**

$$M_{max} = 100 \text{ Ton} \times 4.2 \text{ m} + 14.8 \text{ T/m} \times \frac{4.8 \text{ m}}{2} \times \frac{4.8 \text{ m}}{3} - 7.4 \text{ Ton/m} \times 4.8 \text{ m} \times \frac{4.8 \text{ m}}{2}$$

$$M_{max} = 420 + 56.83 - 85.24 = 391.58 \text{ ton} - \text{m}$$

**ALTERNATIVA DE CARGA "A"**

**TENSIONES EN PATÍN SUPERIOR**

$$M_{max} = -100 \text{ Ton} \times 4.2 \text{ m} + 14.8 \text{ Ton/m} \times \frac{4.8 \text{ m}}{2} \times \frac{4.8 \text{ m}}{3} - 7.4 \text{ Ton/m} \times 4.8 \text{ m} \times \frac{4.8 \text{ m}}{2}$$

$$M_{max} = -420 + 56.83 - 85.24 \text{ Ton} - \text{m} = -448.42 \text{ ton} - \text{m}$$

**EL CORTANTE MÁXIMO ESTÁ EN EXTREMO DE LA VIGA Y ES IGUAL A 100 Tons.**

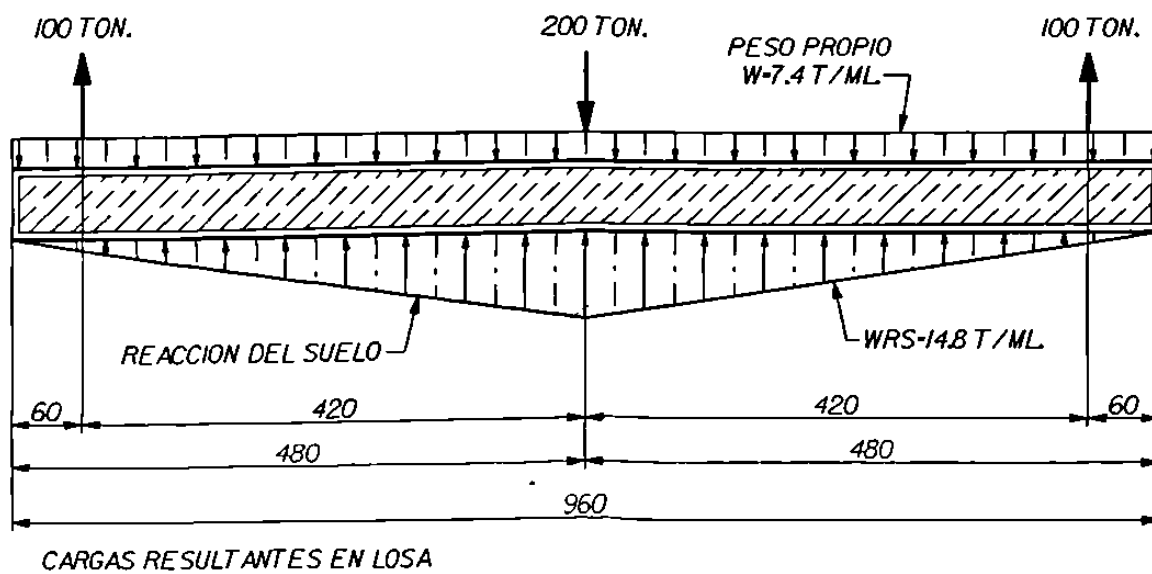


FIG. 3.9 ANALISIS PARA CASO DE CARGA I

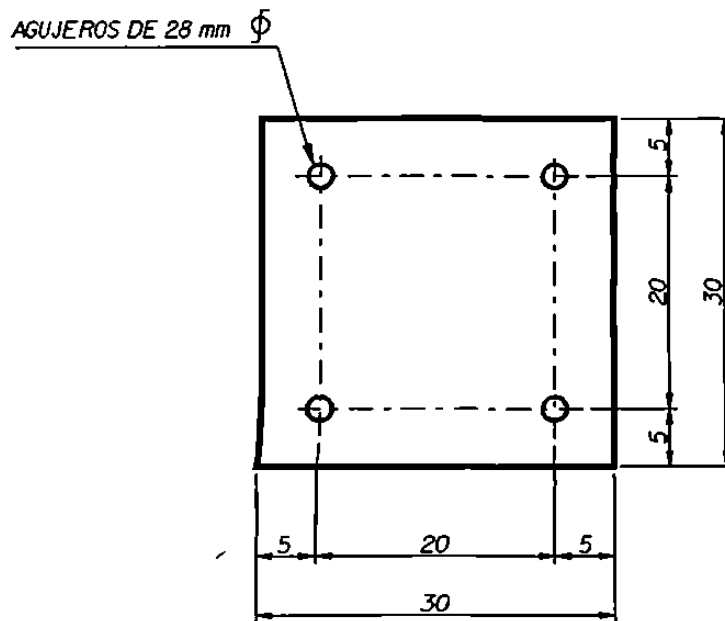
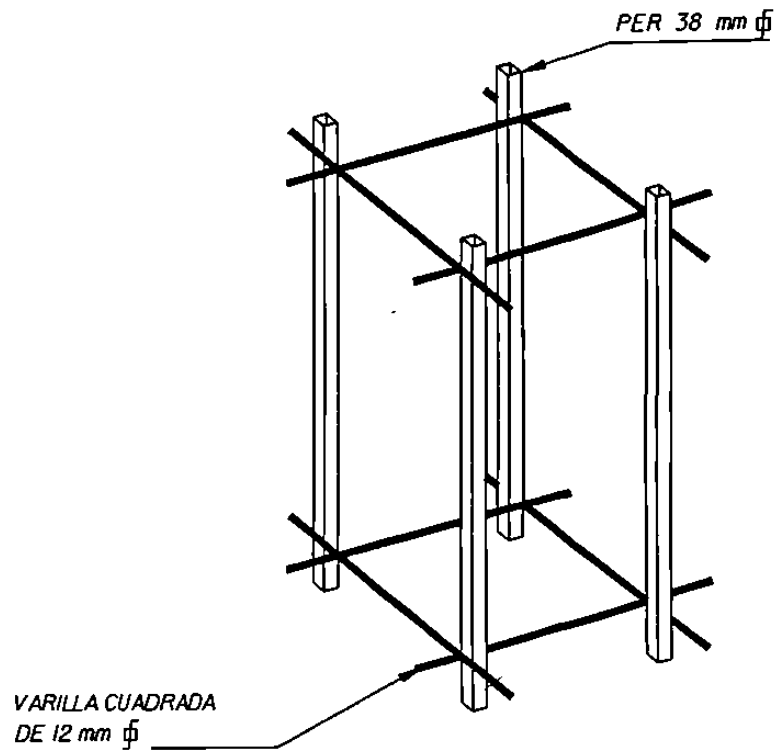


FIG. 3JO DETALLE DE CAMISAS Y PLACAS

3.3.2) SENTIDO TRANSVERSAL

DISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS PARA DISEÑO DE LA LOSA SUPERIOR  
E INFERIOR

**CÁLCULO DE LAS RIGIDECES DE LOS ELEMENTOS**

**MOMENTO DE INERCIA EN MUROS**

$$I_{x(c)} = \frac{1}{12} (65) (40)^3 = 346,666.67 \text{ cm}^4$$

**MOMENTO DE INERCIA EN LOSA SUPERIOR**

$$I_{x(LS)} = \frac{1}{12} (65) (60)^3 = 1'170,000.0 \text{ cm}^4$$

**MOMENTO DE INERCIA EN LOSA INFERIOR**

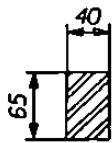
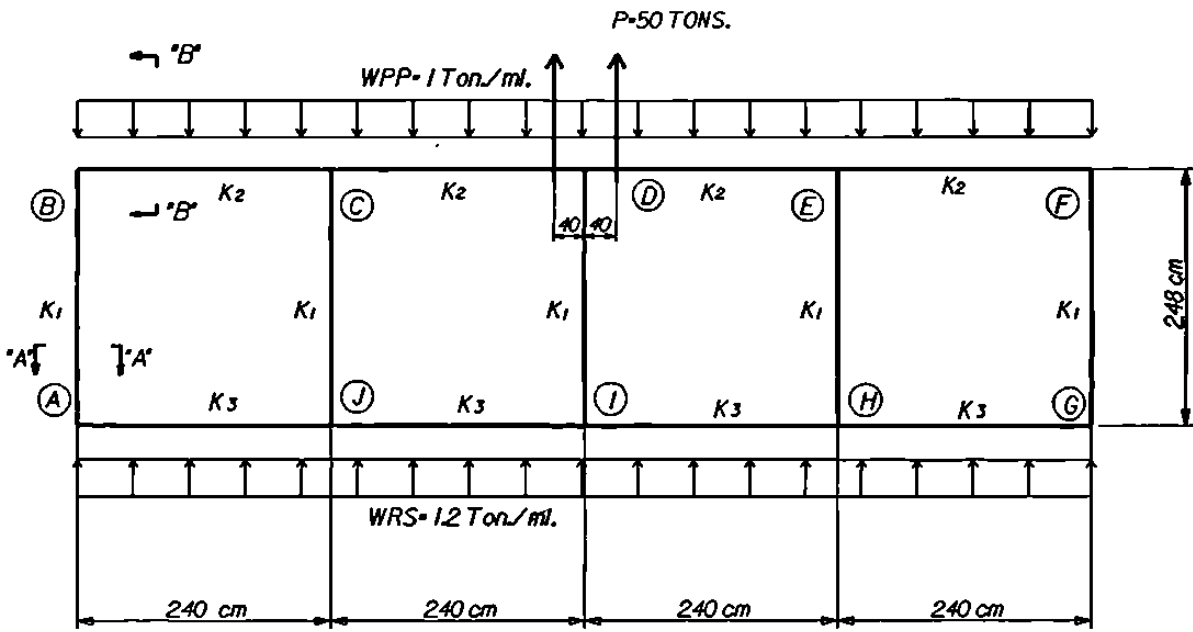
$$I_{x(LI)} = \frac{1}{12} (65) (35)^3 = 232,240.0 \text{ cm}^4$$

**RIGIDECES**

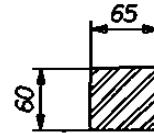
$$K_1 = \frac{I_1}{L_1} = \frac{346,666.67 \text{ cm}^4}{248.0 \text{ cm}} = 1,398.0$$

$$K_2 = \frac{I_2}{L_2} = \frac{1'170,000.0 \text{ cm}^4}{240.0 \text{ cm}} = 4,875.0$$

$$K_3 = \frac{I_3}{L_3} = \frac{232,240.0 \text{ cm}^4}{240.0 \text{ cm}} = 968.0$$



SECCION A-A



SECCION B-B

FIG. 3J3 DISCRETIZACION DE LOSA PARA ANALISIS TRANSVERSAL

### **CÁLCULO DE CARGAS EN LA LOSA**

$$B = 0.65 \text{ m}$$

#### **LOSA SUPERIOR**

$$W = 0.65 \text{ m} \times 0.60 \text{ m} \times 1.0 = 0.309 \text{ m}^3 \times 2,400 \text{ kg/m}^3 = 936 \text{ kg/ml}$$

$$W = 1 \text{ ton/ml}$$

### **CÁLCULO DE LA REACCIÓN DEL SUELO EN LOSA INFERIOR**

$$4.8 \text{ m} \rightarrow 14.8 \text{ ton/ml}$$

$$1.2 \text{ m} \rightarrow x$$

$$x = \frac{14.8 \times 1.2}{4.8} = 3.70 \text{ ton / ml}$$

$$x = 3.70 \text{ ton / ml}$$

$$W_{prom} = \frac{3.70 \text{ ton / ml}}{2} = 1.85 \text{ ton / ml}$$

$$W_{prom} = 1.20 \text{ ton / ml} \text{ EN UN ANCHO EFECTIVO DE } 0.65 \text{ m}$$

### **MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO**

#### **CARGAS CONCENTRADAS**

$$\left. \begin{array}{l} ME (DC) \\ ME (DE) \end{array} \right\} = \frac{50 \text{ Ton} (0.4) (2)^2}{(2.40)^2} = \pm 13.88 \text{ Ton} - m \frac{Pab^2}{L^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} ME (CD) \\ ME (ED) \end{array} \right\} = \frac{50 \text{ Ton} (0.4)^2 (2)}{(2.40)^2} = \pm 2.77 \text{ Ton} - m \frac{Pa^2b}{L^2}$$



**CARGAS DISTRIBUIDAS**

$$\left. \begin{array}{l} MBC \\ MCD \\ MDE \\ MEF \end{array} \right\} = - \frac{WL^2}{12} = - \frac{(1 \text{ ton / m}) (2.40 \text{ m})^2}{12} = - 0.480 \text{ ton - m}$$

$$\left. \begin{array}{l} MCB \\ MDC \\ MED \\ MFE \end{array} \right\} = + \frac{WL^2}{12} = + \frac{(1 \text{ ton / m}) (2.40 \text{ m})^2}{12} = + 0.480 \text{ ton - m}$$

$$\left. \begin{array}{l} MAJ \\ MJI \\ MIH \\ MHG \end{array} \right\} = + \frac{WL^2}{12} = + \frac{(1.2 \text{ ton / m}) (2.40 \text{ m})^2}{12} = + 0.576 \text{ ton - m}$$

$$\left. \begin{array}{l} MJA \\ MIJ \\ MHI \\ MGH \end{array} \right\} = - \frac{WL^2}{12} = - \frac{(1.2 \text{ ton / m}) (2.40 \text{ m})^2}{12} = - 0.576 \text{ ton - m}$$



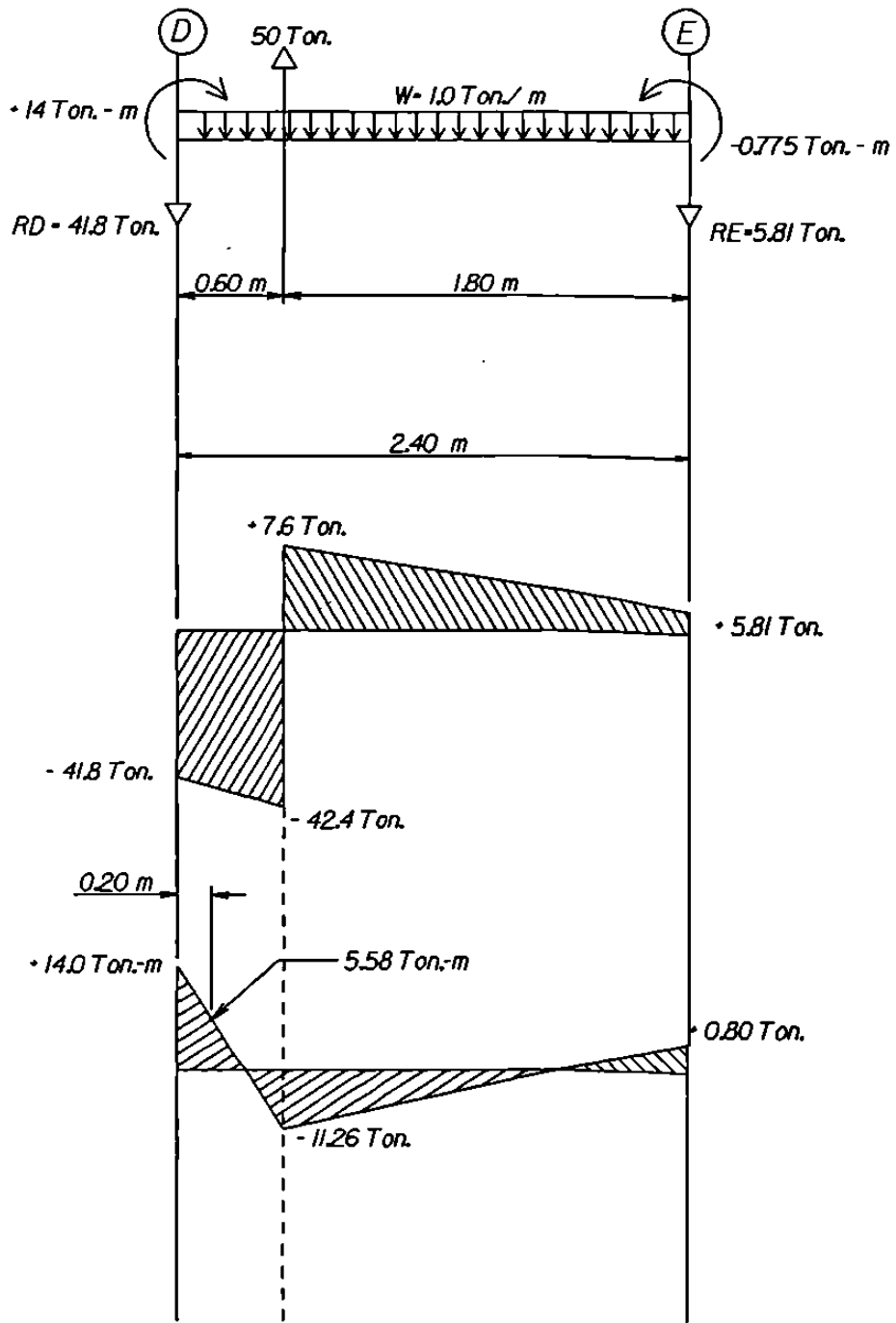


FIG. 3.13A DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA ELEMENTO D-E PARA EL CASO DE CARGA I

## CÁLCULO DE CORTANTES

$$\Sigma MD = 0$$

$$14.0 \text{ ton} \cdot \text{m} - 50 \text{ ton} (0.60 \text{ m}) - 0.775 \text{ ton} \cdot \text{m} + 2.40 \text{ m} (RE) + \frac{1.0 \text{ ton} / \text{m} (2.4 \text{ m})^2}{2} = 0$$

$$(14 - 30 - 0.775 + 2.4 RE + 2.88 \text{ ton} \cdot \text{m}) \text{ ton} \cdot \text{m} = 0$$

$$RE = \frac{13.90 \text{ ton} \cdot \text{m}}{2.4 \text{ m}} = 5.80 \text{ ton.}$$

$$RE = 5.80 \text{ ton}$$

$$\Sigma ME = 0$$

$$- 0.775 \text{ ton} \cdot \text{m} - \frac{1.0 \text{ ton} / \text{m} (2.40 \text{ m})^2}{2} + 50 \text{ ton} (1.8 \text{ m}) + 14 \text{ ton} \cdot \text{m} - RD (2.40 \text{ m}) = 0$$

$$(-0.775 - 2.88 + 90 + 14.0 - 2.40 RD) \text{ ton} \cdot \text{m} = 0$$

$$RD = \frac{100.4 \text{ ton} \cdot \text{m}}{2.4 \text{ m}} = 41.8 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$RD = 41.8 \text{ ton.}$$

$$WT = (1.0 \text{ ton/m}) (2.4 \text{ m}) = 2.4 \text{ ton.}$$

$$\Sigma PY = 50 \text{ ton} - 2.4 \text{ ton} = 47.6 \text{ ton.}$$

$$\Sigma RY = 41.80 \text{ ton} + 5.8 \text{ ton} = 47.6 \text{ ton.}$$

$$\Sigma PY - \Sigma RY = 0 \rightarrow \text{CORRECTO}$$

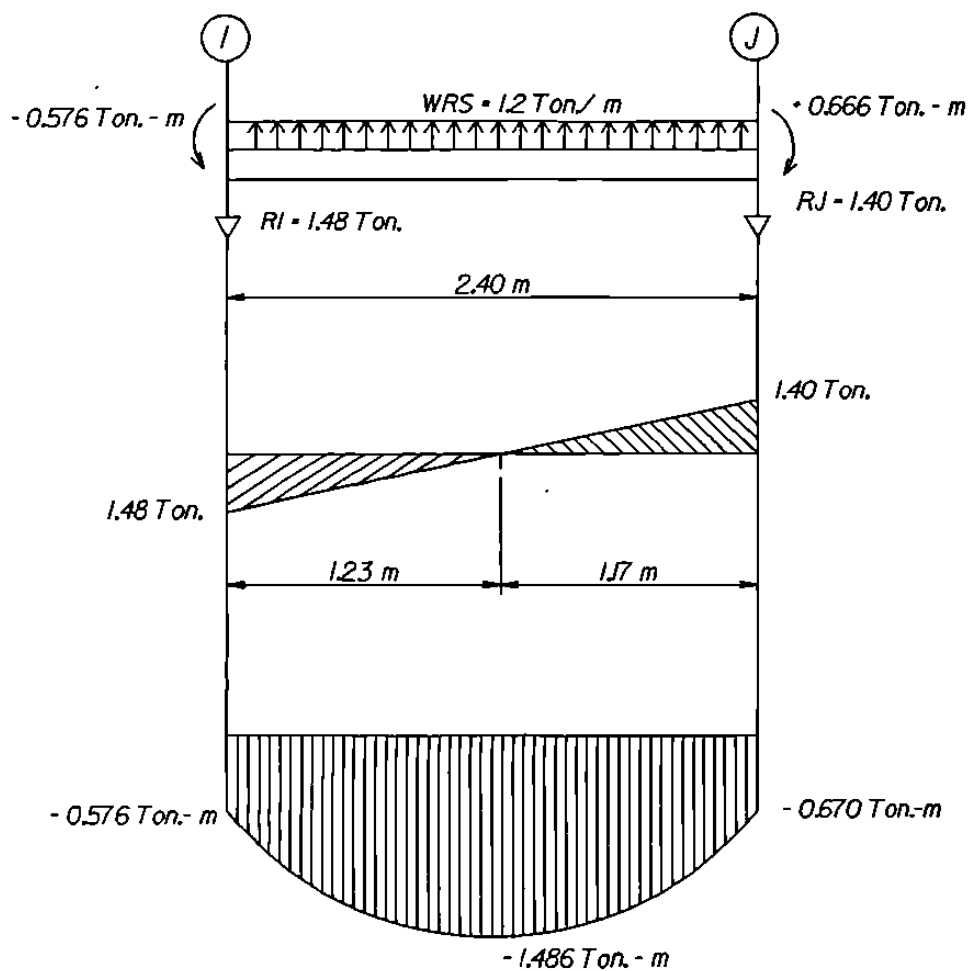


FIG. 3J3B DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA ELEMENTO I-J PARA EL CASO DE CARGA I

### CÁLCULO DE CORTANTES

$$\Sigma MI = 0$$

$$-0.576 \text{ ton} \cdot \text{m} - \frac{1.2 \text{ ton} / \text{m} (2.40 \text{ m})^2}{2} + 0.666 \text{ ton} \cdot \text{m} + R_j (2.40 \text{ m}) = 0$$

$$-0.576 \text{ ton} \cdot \text{m} - 3.456 \text{ ton} \cdot \text{m} + 0.666 \text{ ton} \cdot \text{m} + 2.4 \text{ m} R_j = 0$$

$$R_j = \frac{3.366 \text{ ton} \cdot \text{m}}{2.4 \text{ m}}$$

$$R_j = 1.40 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_j = 0$$

$$+0.666 \text{ ton} \cdot \text{m} + \frac{1.2 \text{ ton} / \text{m} (2.40 \text{ m})^2}{2} - 0.576 \text{ ton} \cdot \text{m} - R_I (2.40 \text{ m}) = 0$$

$$+0.666 \text{ ton} \cdot \text{m} + 3.456 \text{ ton} \cdot \text{m} - 0.576 \text{ ton} \cdot \text{m} - R_I (2.4 \text{ m}) = 0$$

$$R_I = \frac{3.546 \text{ ton} \cdot \text{m}}{2.4 \text{ m}} = 1.477 \text{ ton}$$

$$R_I = 1.477 \text{ ton}$$

$$\Sigma R_Y = 2.88 \text{ ton}$$

$$\Sigma F_Y = 1.2 \text{ t/m} \times 2.4 \text{ m} = 2.88 \text{ ton}$$

$$\Sigma F_Y = 2.88 \text{ ton}$$

$$\Sigma F_Y - \Sigma R_Y = 0 \rightarrow \text{CORRECTO}$$

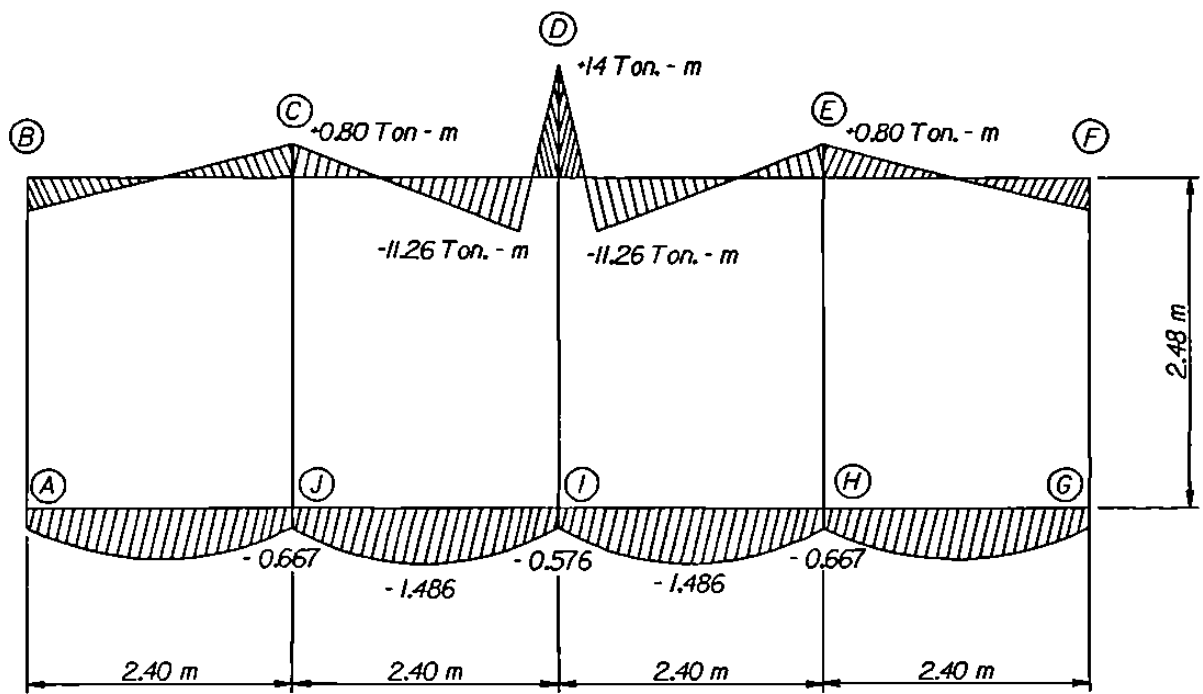


FIG. 3J3C DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA LA SECCION EXTREMA DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA I

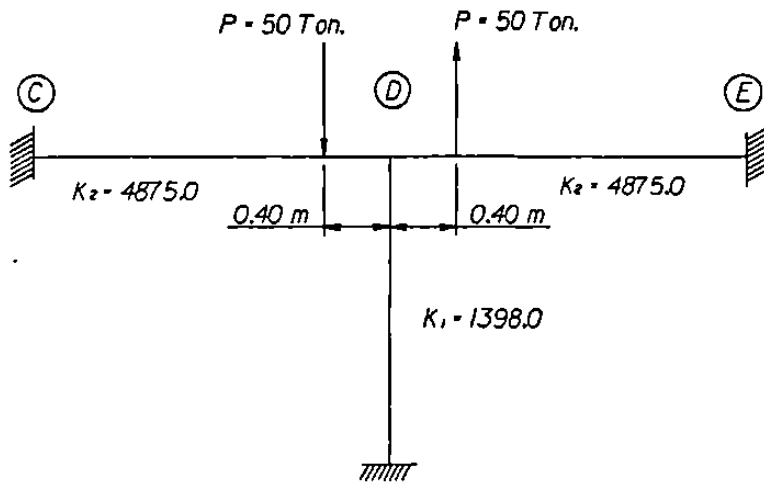
## *ANÁLISIS TRANSVERSAL PARA DISEÑO DE MUROS*

*EL DISEÑO DE LOS MUROS SE HARÁ CONSIDERANDO DOS CONDICIONES DE CARGA:*

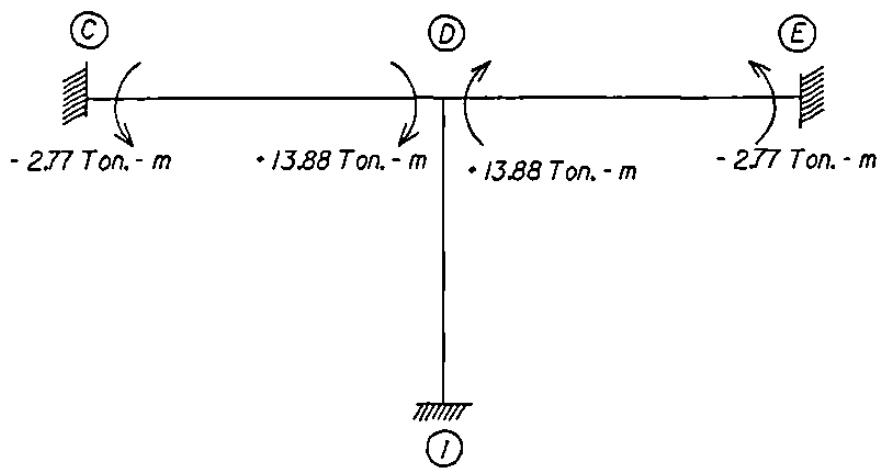
- 1) APLICANDO DOS CARGAS CONCENTRADAS EN 50 ton. EN DIRECCIONES OPUESTAS EN LOS CLAROS ADYACENTES DEL MURO, EN LA SECCIÓN EXTREMA DE LA LOSA.*
  
- 2) APLICANDO UNA CARGA CONCENTRADA DE 200 ton EN EL CENTRO DEL MURO (CASO DE CARGA 1)*



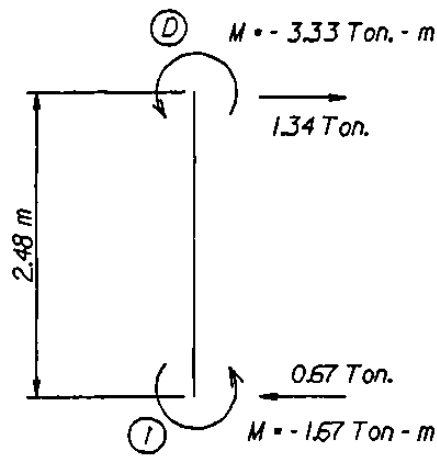
DISTRIBUCION DE MOMENTOS PARA EL DISEÑO A FLEXION DEL MURO



RIGIDECES Y CARGAS



MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO



CUERPO LIBRE DEL ELEMENTO DI

NUDO	C			D			E		I
			CD	DC	DI	DE	ED		ID
K			4.875	4875	1398	4875	4875		1398
FD			-	0.44	0.12	0.44	-		-
ME			-2.77	+13.88	0	+13.88	-2.77		
			-6.10	-12.21	-3.33	-12.21	-6.10		-1.67
Z			-8.87	+1.67	-3.33	+1.67	-8.87		-1.67
					*				*

**TABLA 1A.- DISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS PARA DISEÑO DE MUROS**

### **3.4 DISEÑO PRELIMINAR**

**LOS MATERIALES A USAR EN LA LOSA DE REACCIÓN SON LOS SIGUIENTES: EN LOS MUROS Y LOSA INFERIOR SE DECIDIÓ USAR CONCRETO CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $f_c = 250$  Kg/cm<sup>2</sup>. EN LA LOSA SUPERIOR SE USARÁ UN CONCRETO CON UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $f_c = 325$  Kg/cm<sup>2</sup>. EL ACERO DE REFUERZO FUE CONSIDERADO CON UNA RESISTENCIA  $f_y = 4,200$  Kg/cm<sup>2</sup>. PARA EL DISEÑO SE UTILIZARÁ EL REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DEL CONCRETO REFORZADO ACI 318-89.**

#### **3.4.1 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO LONGITUDINAL**

**PARA CALCULAR ACERO DE REFUERZO UTILIZAREMOS LAS AYUDAS DE DISEÑO TABLA ( 2 ACI ) PARA OBTENER  $\omega$**

**SOLICITACIONES DE DISEÑO**

**ALTERNATIVA DE CARGA "B"**

$$M_{max} = 39,158,000.0 \text{ Kg-cm}$$

$$M_u = 1.4 (39,158,000.0 \text{ Kg-cm}) = 54,821,200.0 \text{ Kg-cm}$$

**SE DECIDIÓ USAR EL FACTOR DE CARGA DE 1.4 DEBIDO A LA CERTEZA EN LA MAGNITUD DE LAS CARGAS APLICADAS EN LOS ENSAYES.**

**DATOS DE LA VIGA**

**ANCHO DEL PATÍN  $b_w = 240$  cm**

**PERALTE EFECTIVO  $= 295 - 35/2 = 277.5$**

**CONSIDERANDO REFUERZO EN  
LECHO SUPERIOR E INFERIOR**

$$F'_c \text{ DEL CONCRETO} = 325 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y \text{ DEL ACERO} = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \frac{6100}{6100 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 (0.82) 325}{4200} \left[ \frac{6100}{6100 + 4200} \right]$$

$$\rho_b = 0.0319$$

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b = 0.75 (0.0319)$$

$$\rho_{max} = 0.0239$$

$$\frac{M_u}{\phi (f'_c) (bw) (d^2)} = \frac{54,821,200.0 \text{ kg-cm}}{(0.9) (325) (240) (277.5)^2} = 0.0101$$

CON ESTE VALOR, ENTRANDO A LA TABLA\_(2ACD) ENCONTRAMOS  $w = 0.01$

EL PORCENTAJE DE ACERO LO CALCULAMOS CON

$$\rho = w \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho = \frac{0.01 (325)}{4200} = 0.000773$$

EL ACERO REQUERIDO POR FLEXIÓN ES ENTONCES:

$$A_s = 0.000773 (240) (277.5) = 51.48 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO  $V_s \# 6$  ( $2.84 \text{ cm}^2$ ) EN DOS CAMAS, EL ESPACIAMIENTO SERÁ:

$$S = \frac{2 (2.84 \text{ cm}^2) (240 \text{ cm})}{51.48 \text{ cm}^2} = 26 \text{ cm.}$$

COLOCAR 2 CAMAS DE REFUERZO CON  $V_s \# 6$  A CADA 20 cm.

PARA UNIFORMIZAR LA DISTRIBUCIÓN DEL ACERO.

ACERO PROPORCIONADO =  $24 V_s \times 2.84 \text{ cm}^2/\text{var} = 68.16 \text{ cm}^2$

$$\rho (bw) \text{ proporcionado} = \frac{68.16 \text{ cm}^2}{40 \times 277.5} = 0.0061 > \rho_{\min} = 0.0033 \quad \text{ART. 10.5.1}$$

$$< \rho_{\max} = 0.0239 \rightarrow \text{CORRECTO}$$

$$\rho (bf) \text{ proporcionado} = \frac{68.16 \text{ cm}^2}{240 \times 277.5} = 0.0010$$

PARA GARANTIZAR QUE LA VIGA ESTÉ TRABAJANDO COMO RECTANGULAR REVISAREMOS QUE EL EJE NEUTRO ESTÉ LOCALIZADO DENTRO DEL PATÍN EN COMPRESIÓN.

$$(A_s) (f_y) = 0.85 f'c a b$$

$$a = \frac{(A_s) (f_y)}{0.85 f'c b} = \frac{(68.16 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kg / cm}^2)}{0.85 (325 \text{ kg / cm}^2) (240 \text{ cm})} = 4.3 \text{ cm}$$

EL VALOR DE "a" RESULTÓ SER MENOR QUE EL PERALTE DEL PATÍN SUPERIOR DE 60 cm, POR LO TANTO, LA VIGA REALMENTE SE COMPORTA COMO RECTANGULAR.

**CON EL REFUERZO PROPORCIONADO REVISAREMOS EL AGRIETAMIENTO SEGÚN EL ARTÍCULO 10.6.4, EL CUAL PARA EXPOSICIÓN INTERIOR ESTABLECE UN VALOR MÁXIMO DE "Z"**

$$Z = f_s \sqrt[3]{d c A} \leq 31,250 \text{ k/cm}^2$$

**DONDE:**

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200 \text{ Kg/cm}^2) = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d c = 7 \text{ cm}$$

$$A = \frac{240 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}}{12 \text{ varillas}} = 280 \text{ cm}^2 / \text{varilla}$$

$$Z = 2520 \text{ kg/cm}^2 \sqrt[3]{7 \text{ cm} \times 280 \text{ cm}^2} = 31,528.0 \text{ kg/cm}$$

$$Z = 31,528.0 \text{ kg/cm} \approx 31,280 \text{ kg/cm}$$

**EL VALOR DE "Z" ES APROXIMADAMENTE IGUAL AL PERMITIDO Y SE CONSIDERA ACEPTABLE.**

**CONSIDERANDO LA ALTERNATIVA DE CARGA "A" PARA EL CASO DE CARGA UNO, DONDE TENEMOS TENSIONES EN EL PATÍN SUPERIOR Y COMPRESIONES EN EL PATÍN INFERIOR, ANALIZAREMOS LOS REQUERIMIENTOS DE REFUERZO POR FLEXIÓN.**

**PARA EL CÁLCULO DEL ACERO DE REFUERZO UTILIZAREMOS LAS AYUDAS DE DISEÑO TABLA (2 ACI) PARA OBTENER  $\omega$ .**

**SOLICITACIONES DE DISEÑO**

$$M_{max} = - 44,842,000.0 \text{ Kg-cm}$$

$$M_u = - 44,842,000.0 \text{ Kg-cm} \times 1.4 = - 62,778,800.0 \text{ Kg-cm}$$

$$M_u = - 62,778,800.0 \text{ Kg-cm}$$

**DATOS DE LA VIGA:**

$$\text{ANCHO DEL PATÍN } bw = 240 \text{ cm}$$

$$\text{PERALTE EFECTIVO } d = 295 - 30 = 265 \text{ cm, CONSIDERANDO REFUERZO}$$

**EN LECHO SUPERIOR E INFERIOR**

$$F'_c \text{ DEL CONCRETO} = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y \text{ DEL REFUERZO} = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \frac{6100}{6100 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 (0.82) 325}{4200} \left[ \frac{6100}{6100 + 4200} \right]$$

$$\rho_b = 0.0245$$

$$\rho_{max} = 0.75 (0.0245) = 0.0184$$

$$\rho_{max} = 0.0184$$

$$\frac{M_u}{\phi (f'_c) (bw) (d^2)} = \frac{62,778,800.0 \text{ kg} - \text{cm}}{(0.9) (250) (240) (265)^2} = 0.0166$$

CON ESTE VALOR, ENTRANDO A LA TABLA (2ACI) ENCONTRAMOS  $\omega = 0.0170$

CON EL VALOR DE  $\omega$  CALCULAMOS EL PORCENTAJE DE ACERO REQUERIDO.

$$\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho = 0.0170 \left( \frac{250}{4200} \right) = 0.001011$$

EL ACERO REQUERIDO POR FLEXIÓN ES ENTONCES:

$$A_s = (0.001011) (240) (265) = 64.3 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO  $V_s \# 6$  ( $2.84 \text{ cm}^2$ ) EN DOS CAMAS, EL ESPACIAMIENTO SERÁ:

$$S = \frac{2 (2.84 \text{ cm}^2) (240 \text{ cm})}{64.3 \text{ cm}^2} = 21 \text{ cm.}$$



**COLOCAR 2 CAMAS DE REFUERZO CON  $V_s\#6$  A CADA 20 cm.**

$$\text{ACERO PROPORCIONADO} = 24 V_s \times 2.84 \text{ cm}^2/\text{var} = 68.16 \text{ cm}^2$$

$$\rho (bw) \text{ proporcionado} = \frac{68.16 \text{ cm}^2}{40 \times 265 \text{ cm}} = 0.0064 > \rho_{\min} = 0.0033$$

$$< \rho_{\max} = 0.0184 \rightarrow \text{CORRECTO}$$

$$\rho (bf) \text{ proporcionado} = \frac{68.16 \text{ cm}^2}{240 \times 265 \text{ cm}} = 0.0010$$

**PARA GARANTIZAR QUE LA VIGA ESTÉ TRABAJANDO COMO RECTANGULAR REVISAREMOS QUE EL EJE NEUTRO ESTÉ LOCALIZADO DENTRO DEL PATÍN EN COMPRESIÓN.**

$$(A_s) (f_y) = 0.85 f'_c a b$$

$$a = \frac{(A_s) (f_y)}{(0.85) (f'_c) (b)} = \frac{(68.16 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kg/cm}^2)}{(0.85) (250 \text{ kg/cm}^2) (240 \text{ cm})} = 5.6 \text{ cm}$$

**EL VALOR DE "a" RESULTÓ SER MENOR QUE EL PERALTE DEL PATÍN INFERIOR DE 35 cm, POR LO TANTO LA VIGA REALMENTE SE COMPORTA COMO RECTANGULAR SEGÚN SE SUPUSO EN EL DISEÑO.**

**CON EL REFUERZO PROPORCIONADO REVISAREMOS EL AGRIETAMIENTO SEGÚN EL ARTÍCULO 10.6.4, EL CUAL PARA EXPOSICIÓN INTERIOR ESTABLECE UN VALOR MÁXIMO DE "Z".**

$$Z = f_s \sqrt[3]{d c A} \leq 31,280 \text{ kg / cm}$$

*DONDE:*

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200 \text{ Kg/cm}^2) = 2520 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d_c = 7 \text{ cm} \quad \text{ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO MEDIDO DESDE LA FIBRA EXTREMA EN TENSION AL CENTRO DE LA VARILLA.}$$

$$A = \frac{14 \text{ cm} \times 240 \text{ cm}}{12 \text{ varillas}} = 280 \text{ cm}^2 / \text{varilla}$$

$$Z = 2520.0 \text{ kg / cm}^2 \sqrt[3]{7 \times 280} = 31,528.0 \text{ kg / cm}$$

$$Z = 31,528.0 \text{ kg / cm} \approx 31,280.0 \text{ kg / cm}$$

*EL VALOR DE "Z" ES APROXIMADAMENTE IGUAL AL PERMITIDO Y SE CONSIDERA ACEPTABLE.*

### 3.4.2 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL

#### A) DISEÑO DE LOSA SUPERIOR

$$M_{max} = -14.0 \text{ Ton-m}$$

$$M_{max} = -1,400,000.0 \text{ Kg-cm}$$

#### MOMENTO ÚLTIMO

$$M_u = 1,400,000.0 \text{ kg-cm} \times 1.4 = 1,960,000.0 \text{ kg-cm}$$

$$M_u = 1,960,000.0 \text{ kg-cm}$$

#### DATOS DE LA VIGA

$$f'c = 325 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 65 \text{ cm}$$

$$d = 53 \text{ cm}$$

$$\frac{M_u}{\phi (f'c) (bw) (d^2)} = \frac{1,960,000.0 \text{ kg-cm}}{(0.9) (325) (65) (53)^2} = 0.0366$$

CON ESTE VALOR Y CON LA TABLA (2ACI) ENCONTRAMOS  $\omega$ :

$$\omega = 0.0375$$

CON ESTE VALOR DE  $\omega$  CALCULAMOS EL PORCENTAJE DE ACERO

$$\rho = w \frac{f'c}{f_y} = 0.0375 \frac{(325)}{4200} = 0.0029$$

$$\rho_{min} = 0.0018 \text{ en losas} \quad \text{Secc. 7.12.2.1}$$

$$A_s = 0.0029 (b) (d)$$

$$A_s = 0.0029 (65) (53) = 9.9 \text{ cm}^2$$

**CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO  $V_s$  #6**

$$S = \frac{(2.84 \text{ cm}^2) (65 \text{ cm})}{9.9 \text{ cm}^2} = 20 \text{ cm}$$

**COLOCAR  $V_s$  #6 A CADA 20 cm EN DOS CAMAS DADO QUE LA CARGA PUEDE ESTAR ACTUANDO HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO**

**B) DISEÑO DE LOSA INFERIOR**

$$M_{max} = -1.486 \text{ Ton-m}$$

$$M_{max} = -148,600.0 \text{ Kg-cm}$$

**MOMENTO ÚLTIMO**

$$M_u = -148,600.0 \text{ kg-cm} \times 1.4 = 208,040.0 \text{ kg-cm}$$

$$M_u = 208,040.0 \text{ kg-cm}$$

**DATOS DE LA VIGA**

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 65 \text{ cm}$$

$$d = 53 \text{ cm}$$

$$\frac{M_u}{\phi (f'_c) (bw) (d^2)} = \frac{208,040.0 \text{ kg-cm}}{(0.9) (250) (65) (53)^2} = 0.0050$$

CON ESTE VALOR Y CON LA TABLA (2ACI) ENCONTRAMOS  $\omega$ :

$$\omega = 0.0050$$

CON ESTE VALOR DE  $\omega$  CALCULAMOS EL PORCENTAJE DE ACERO

$$\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = 0.0050 \frac{(250)}{4200} = 0.0003$$

$$\rho_{min} = 0.0018 \text{ en losas} \quad \text{Secc. 7.12.2.1}$$

$$A_s = 0.0018 (b) (h)$$

$$A_s = 0.0018 (65) (35) = 4.0 \text{ cm}^2$$

***CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO  $V_s$  #5***

$$S = \frac{(1.98 \text{ cm}^2) (65 \text{ cm})}{4.0 \text{ cm}^2} = 32.0 \text{ cm}$$

***COLOCAR  $V_s$  #5 A CADA 30 cm EN DOS CAMAS.***

**C) DISEÑO DE MUROS**

**CÁLCULO DEL REFUERZO VERTICAL**

**MOMENTO MÁXIMO EN EL ELEMENTO DI**

$$M_{max} = -3.33 \text{ Ton-m}$$

**MOMENTO ÚLTIMO**

$$M_u = -333,000.0 \text{ kg-cm} \times 1.4 = 466,200.0 \text{ kg-cm}$$

**DATOS DE MURO**

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 65 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d = 35 \text{ cm}$$

$$\frac{M_u}{(\phi)(f'_c)(bw)(d^2)} = \frac{466,200.0 \text{ kg-cm}}{(0.9)(250)(65)(35)^2} = 0.0260$$

**ENTRANDO A LA GRÁFICA 2 ACI CALCULAMOS EL VALOR DE  $\omega$**

$$\omega = 0.0265$$

$$\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = 0.0265 \frac{250}{4200} = 0.0016$$

**$\rho_{min} = 0.0012$  PARA REFUERZO VERTICAL EN MUROS ART. 14.3.2**

$$A_s = 0.0016 (65) (35) = 3.64 \text{ cm}^2 / 65 \text{ cm}$$

**CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO  $V_s$  #5 (2-0  $cm^2$ )**

$$S = \frac{2.0 \text{ cm}^2 \times 65 \text{ cm}}{3.64 \text{ cm}^2} = 35 \text{ cm}$$

**LA SEP. MÁX. DEL REFUERZO VERTICAL NO DEBE SER MAYOR DE  $3h$  ó  $45 \text{ cm}$  ART. 14.3.5**

$$\begin{aligned} \text{Sep. máx.} &= 3h = 3 \times 40 = 120 \text{ cm} \\ &45 \text{ cm} \end{aligned}$$

**CONSIDERAR  $V_s$  #5 A CADA 20 cm PARA TOMAR EL CORTANTE Y COINCIDIR CON LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO HORIZONTAL DE LA LOSA. EL REFUERZO SE COLOCARÁ EN DOS CARAS DADO QUE LOS EFECTOS FLEXIONANTES SE PUEDEN INVERTIR.**

**CÁLCULO DEL REFUERZO HORIZONTAL**

$$\rho_{min.} = 0.0020 \text{ PARA REFUERZO HORIZONTAL ART. 14.3.3}$$

$$A_s = 0.0020 (35) (100) = 7.0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO  $V_s$ #5 (2-0  $cm^2$ )**

$$S = \frac{2 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times 2 \text{ caras}}{7.0 \text{ cm}^2} = 57 \text{ cm}$$

**ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO**

**ART. 14.3.5**

$$\begin{aligned} 3h &= 3 \times 40 = 120 \text{ cm} \\ &\text{ó} = 45 \text{ cm} \rightarrow \text{RIGE} \end{aligned}$$

**COLOCAR  $V_s$  #5 A CADA 25 cm PARA UNIFORMIZAR LA DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO EN EL MURO.**



**REVISIÓN DE LA COMPRESIÓN DEL MURO**

**DATOS DEL MURO**

$$H = 200 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = 0.80 \quad \text{RESTRINGIDO EN AMBOS EXTREMOS}$$

$$\phi = 0.70$$

**1) CÁLCULO DE LA CARGA FACTORIZADA**

$$P_u = 1.4 D = 1.4 (20 \text{ Tons.}) = 280 \text{ Tons.}$$

**2) REVISIÓN DEL APLASTAMIENTO**

$$P_{adm} = \phi (0.85 f_c A_1)$$

$$A_1 = 40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$\phi (0.85 f_c A_1) = 0.70 (0.85 \times 250 \times 1600) = 238,000.0 \text{ Kg.}$$

$$P_{adm} = 238 \text{ Tons.} < P_u = 280 \text{ Tons.} \quad \text{NO CUMPLE}$$

**PROPONEMOS UNA SECCIÓN MAYOR DE LA PLACA DE APOYO**

$$A_1 = 40 \times 60 = 2400 \text{ cm}^2$$

1020091183

$$\phi (0.85 f_c A_1) = 0.70 (0.85 \times 250 \times 2400) = 357,000 \text{ Kg.}$$

$$P_{adm} = 357 \text{ Ton.} > P_u = 280 \text{ Ton.} \quad \text{CORRECTO}$$

**EN CASO DE REALIZAR ENSAYES DONDE RESULTEN CARGAS CONCENTRADAS HASTA DE 200 Ton. DEBERÁ COLOCARSE UN APOYO MÍNIMO DE 40 cm x 60 cm PARA EVITAR EL APLASTAMIENTO DEL CONCRETO EN EL MURO.**

**3) RESISTENCIA DE DISEÑO DEL MURO A COMPRESIÓN ART. 14.2.4**

**EL ANCHO EFECTIVO DEL MURO NO DEBE SER MAYOR DEL ANCHO DEL APOYO MÁS 4 VECES EL ESPESOR DEL MURO.**

$$\text{ANCHO EFECTIVO DEL MURO} = 60 + 4 (40) = 220 \text{ cm}$$

**EN NUESTRO CASO, CONSERVADORAMENTE CONSIDERAREMOS EL ANCHO DEL APOYO MÁS 2 VECES LA PROYECCIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA A 45°.**

$$\text{ANCHO EFECTIVO} = 60 + 2 (60) = 180 \text{ cm.}$$

**LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN MURO DE SECCIÓN RECTANGULAR SÓLIDA, CUYA RESULTANTE DE FUERZAS ESTÁ DENTRO DEL TERCIO MEDIO DEL ESPESOR ES IGUAL A:**

$$\phi P_{nw} = 0.55 \phi f'c A_g \left[ 1 - \left( \frac{klc}{32h} \right)^2 \right] \quad \text{ARTÍCULO 14.5.2}$$

$$\phi P_{nw} = 0.55 \times 0.70 \times 250 \times (180 \times 40) \left[ 1 - \left( \frac{0.80 \times 200}{32 \times 40} \right)^2 \right]$$

$$\phi P_{nw} = 693,000.0 (0.984) = 682,172.0 \text{ Kg}$$

$$\phi P_{nw} = 682.2 \text{ Ton} > P_u = 280 \text{ Ton} \rightarrow \text{CORRECTO}$$

### 3.4.3 DISEÑO POR CORTANTE

#### A) CORTANTE POR FLEXIÓN EN SENTIDO LONGITUDINAL

$$V_{max} = 100 \text{ Ton.}$$

$$V_u = 1.4 V_{max}$$

$$V_u = 140 \text{ Ton.}$$

$$b_w = 40$$

$$d = 2.95 - 0.30 = 2.65 \text{ m (TENSIONES ARRIBA)}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{140 \text{ Ton.}}{0.85} = 164.7 \text{ Ton.}$$

#### RESISTENCIA DEL CONCRETO A CORTANTE

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} b_w d \quad \text{secc.11.3.1.1} \quad f'c = 250 \text{ kg / cm}^2$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{250} (40) (265) \quad f_y = 4200.0 \text{ kg / cm}^2$$

$$V_c = 88,828.0 \text{ kg. (88.8 Ton.)}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = 164.7 - 88.8 = 75.9 \text{ Ton.}$$

**REFUERZO MÁXIMO POR CORTANTE**

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'c} \, bw \, d \quad \text{secc.11.5.6.8}$$

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{250} \, (40) \, (265) = 351,962.0 \, \text{Kg}$$

$$V_s \leq 351.9 \, \text{Tons.} \quad \text{CORRECTO}$$

**SEPARACIÓN DEL REFUERZO POR CORTANTE CONSIDERANDO VARILLAS #4 (1/2")**

$$S = \frac{A_v (f_y) (d)}{V_s} = \frac{2 (1.29) (4200) (265)}{75,900.0 \, \text{Kg}} = 37 \, \text{cms.}$$

**CONSIDERAR ESTRIBOS #4 A CADA 30 cms.**

**B) CORTANTE POR PENETRACIÓN EN LOSA SUPERIOR**

**CARGAS ÚLTIMAS**

$$u = 1.4 D + 1.7 L$$

$$P \quad 1.4 \times 50 = 70 \, \text{Ton.}$$

**CORTANTE ÚLTIMO**

$$P = 70 \text{ Ton.}$$

$$(V_n)_{req} = \frac{V_u}{\phi}$$

$$(V_n)_{req.} = \frac{70 \text{ Ton.}}{0.85} = 82.35 \text{ Ton.}$$

$$(V_n)_{req} = 82.35 \text{ Ton.}$$

**CAPACIDAD A CORTANTE POR PENETRACIÓN DEL CONCRETO**

$$V_c = 1.1 \sqrt{f'c} b_o d \text{ secc. 11.12.4.8} \quad f'c = 325 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 60 - 7 = 53$$

$$b_o = (b + d/2) 4 = (30 + 53/2)4 = 226.0 \text{ cm.}$$

SEGÚN FIGURA No. 3.11

$$V_c = 1.1 \sqrt{325} (226) (53) = 237,530.0 \text{ Kg.}$$

$$V_c = 237,530.0 \text{ Kg.}$$

$$V_c > (V_n)_{req.} = 82.35 \text{ Tons.} \rightarrow \text{CORRECTO}$$

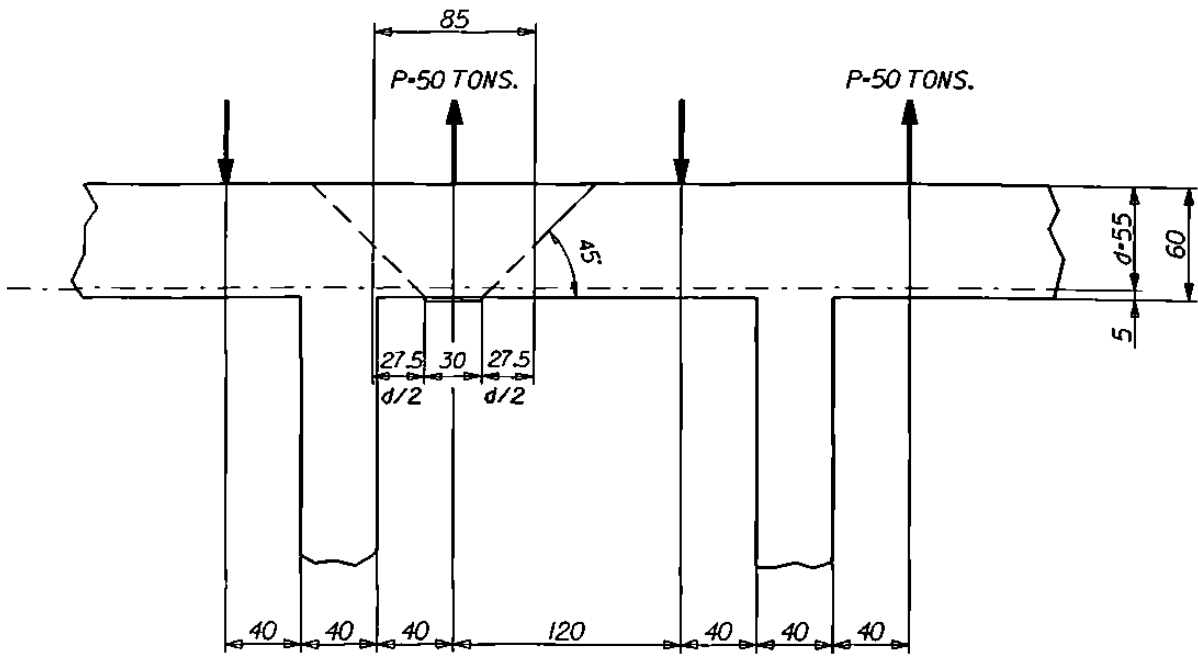


FIG. 3J1 SECCION CRITICA PARA CORTANTE POR PENETRACION

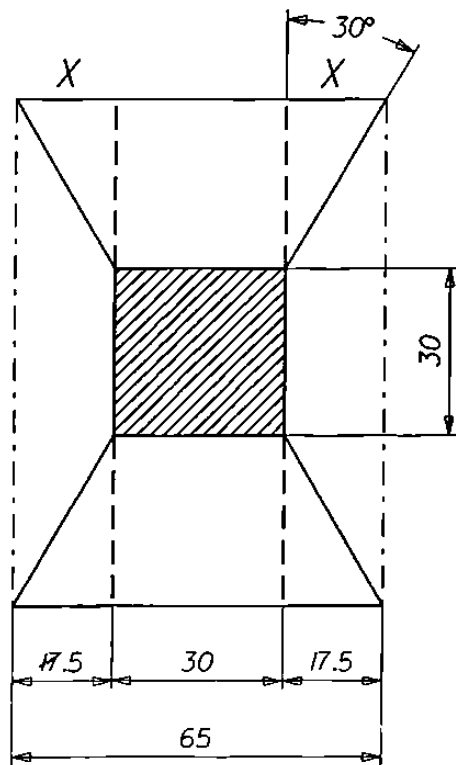


FIG. 3J2 CRITERIO PARA DETERMINAR ANCHO EFECTIVO DE LOSA

C) CORTANTE POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL

$$V_{max} = 41.8 \text{ Ton.} \quad \text{Sección DE}$$

$$V_u = 1.4 (41.8 \text{ Ton}) = 58.5 \text{ Ton.}$$

$$(V_n)_{req} = \frac{V_u}{\phi} = \frac{58.5 \text{ Ton.}}{\phi} = 68.8 \text{ Ton.}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} bw d$$

**CÁLCULO DEL ANCHO EFECTIVO DE LA LOSA ( $bw$ ) PARA TOMAR CORTANTE Y FLEXIÓN. VER FIG. 3.12**

CONSIDERANDO LÍNEAS DE INFLUENCIA A  $30^\circ$  TENEMOS

$$\tan 30^\circ = \frac{x}{30 \text{ cm.}}$$

$$x = \tan 30^\circ (30 \text{ cm})$$

$$x = 17.5 \text{ cm.}$$

$$bw = 30 + (17.5) (2) = 65 \text{ cm.}$$

$$b_w = 65$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{325} (65) (53)$$

$$V_c = 32,916.0 \text{ Kg}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = 68.80 - 32.92 = 35.88 \text{ Tons.}$$

**REFUERZO MÁXIMO POR CORTANTE**

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'c} \quad bw \quad d \quad \text{secc. 11.5.6.8}$$

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{325} \quad (65) \quad (53) = 130,422.0 \text{ kg}$$

$$V_s < 130,4220 \text{ Kg.} \quad \text{CORRECTO}$$

$$V_s = 35.88 \text{ Ton.}$$

SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO CONSIDERANDO  $V_s$  # 4 (1/2")

$$S = \frac{A_v (f_y) (d)}{V_s}$$

$$S = \frac{4 (1.29 \text{ cm}^2) (4200 \text{ kg / cm}^2) (53)}{35,880.0 \text{ Kg}} = 32 \text{ cm}$$

COLOCAR 4 ESTRIBOS #4 A CADA 20 cm EMPEZANDO A 5 cm DEL APOYO



### 3.4.4 CÁLCULO DE DEFLEXIONES EN VIGA

CALCULAREMOS LA DEFLEXIÓN MÁXIMA EN LA VIGA CONSIDERANDO SOLAMENTE LA CARGA CONCENTRADA DE 200 Ton. AL CENTRO CORRESPONDIENTE AL CASO 1. USAREMOS LA INERCIA GRUESA DE LA SECCIÓN SIN AGRIETAR; EN EL DISEÑO DEFINITIVO TOMAREMOS EN CUENTA EL AGRIETAMIENTO DEL CONCRETO Y EL ACERO DE REFUERZO.

$$D = \frac{PL^3}{48 EI}$$

$$P = 200,000.0 \text{ Kg.}$$

$$L = 840 \text{ cm.}$$

$$E = 238,752.0 \text{ Kg / cm}^2 \quad \text{PARA UN CONCRETO DE } f'c = 250 \text{ Kg / cm}^2$$

$$I = 421,118,333.0 \text{ cm}^4 \quad (\text{Ver siguiente página})$$

$$D = \frac{(200,000.0 \text{ Kg}) (840 \text{ cm})^3}{48 (238,752.0 \text{ kg / cm}^2) (421,118,333.0 \text{ cm}^4)} = 0.0245 \text{ cm}$$

LAS DEFLEXIONES DE LA LOSA DEBEN LIMITARSE EN FUNCIÓN DE LAS DEFLEXIONES ESPERADAS DE LOS ESPECÍMENES POR ENSAYAR. ESTO LO REVISAREMOS EN EL CAPÍTULO VI.

## CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES DE LA SECCIÓN

VER FIGURA 3.14

A) LOCALIZACIÓN DEL CENTROIDE

$$AT(Y) = \Sigma Ad$$

$$A_1 = 280 \times 35 = 9,800.0 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 200 \times 40 = 8,000.0 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = 280 \times 60 = \underline{16,800.0 \text{ cm}^2}$$

$$A_T = 34,600.0 \text{ cm}^2$$

$$34,600(Y) = A_1 (35/2) + A_2 (35 + 100) + A_3 (235+30)$$

$$34,600(Y) = 9800 (17.5) + 8000 (135) + 16,800 (265)$$

$$34,600(Y) = 171,500 + 1,080,000.0 + 4,452,000.0$$

$$(Y) = \frac{5,703,500}{34,600} = 164.85 \text{ cm} \approx 165 \text{ cm}$$

B) CÁLCULO DE LA INERCIA

$$I = \frac{1}{12} (280) (35)^3 + 9,800 (147.5)^2 + \frac{1}{12} (40) (200)^3 + 8,000 (30)^2$$

$$+ \frac{1}{12} (280) (60)^3 + 16,800 (100)^2$$

$$I = 1,000,416.6 + 213,211,250.0 + 26,666,666.67 + 7,200,000.0$$

$$+ 5,040,000.0 + 168,000,000.0$$

$$I = 421,118,333.0 \text{ cm}^4$$

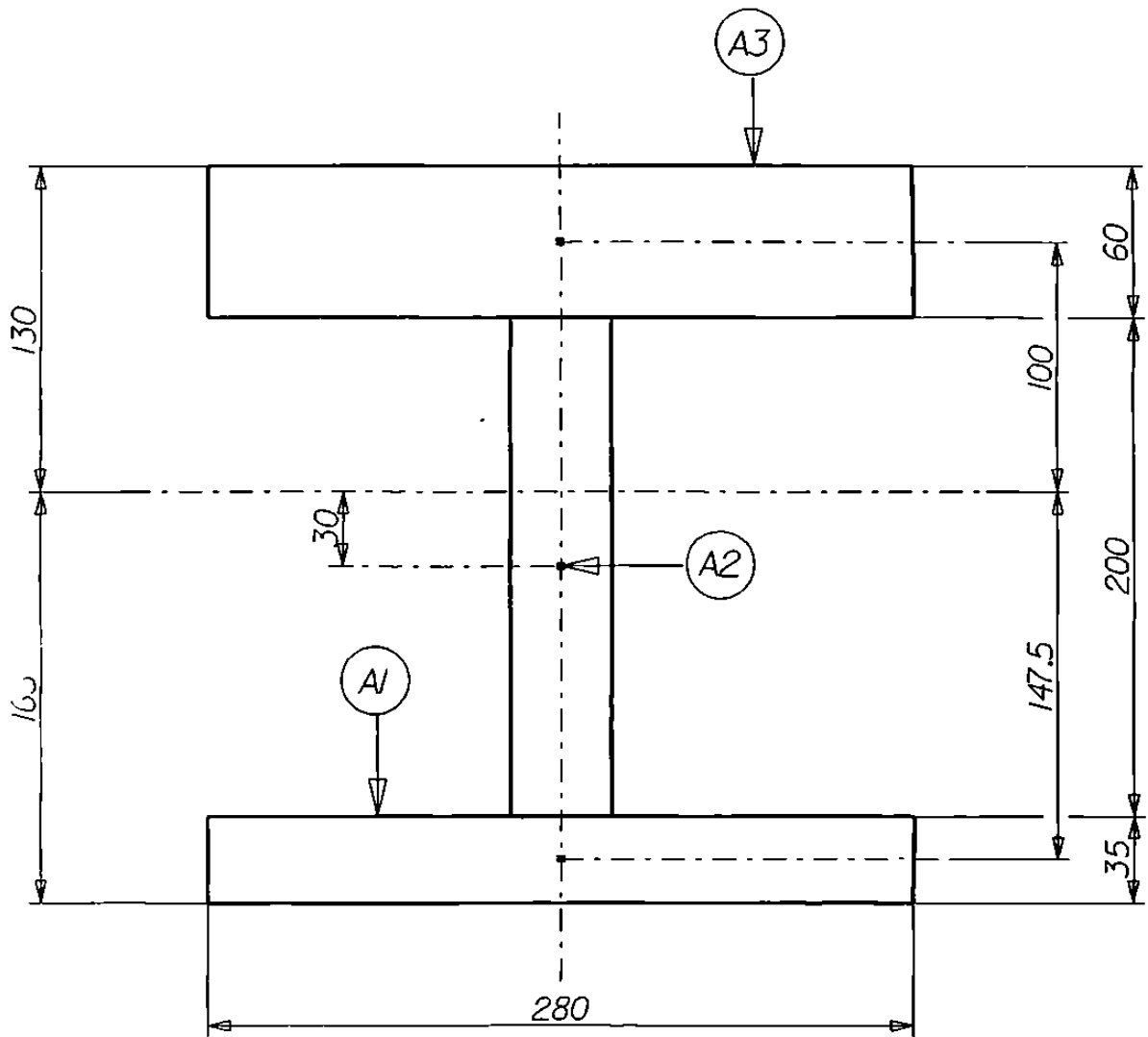
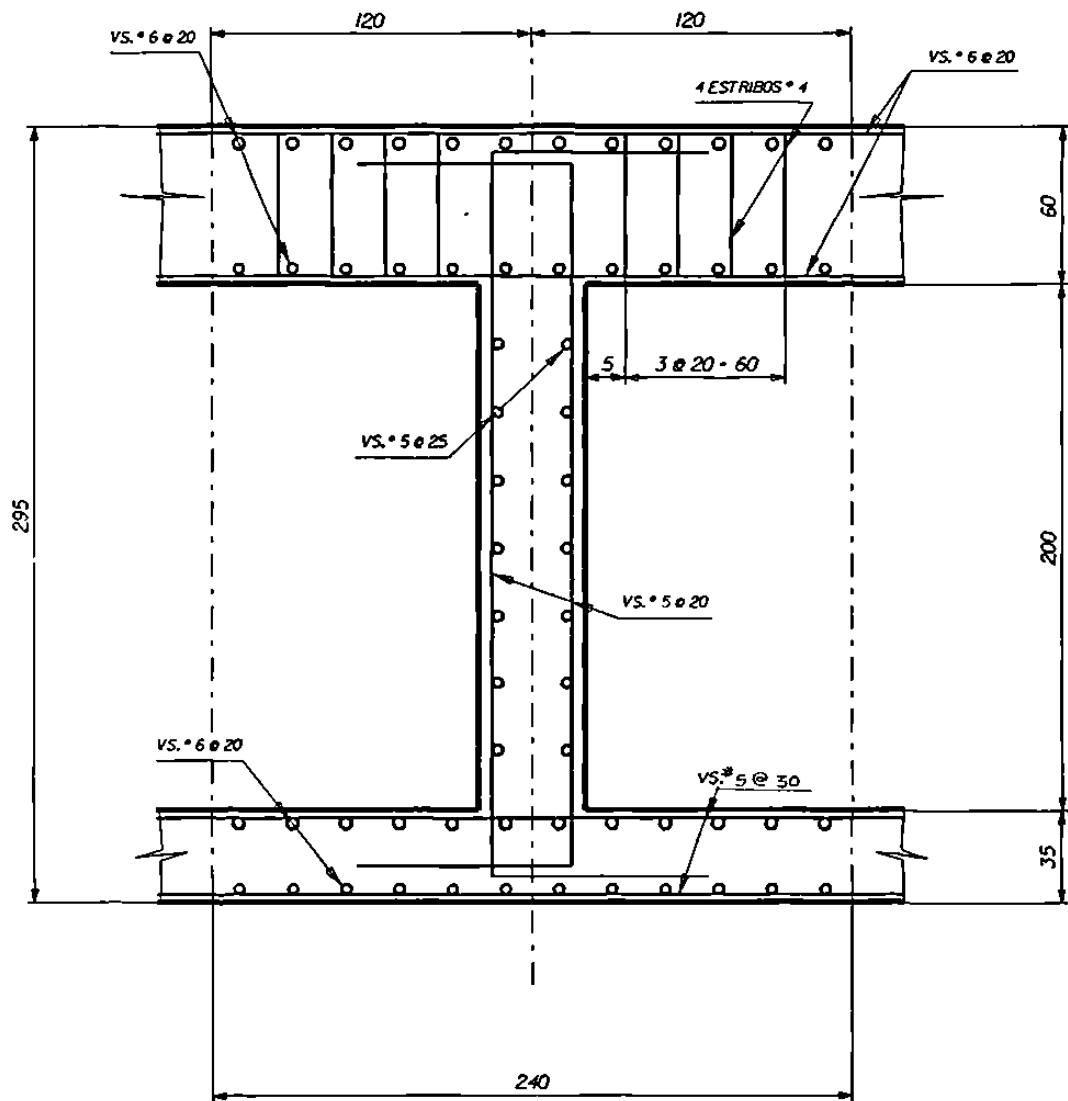


FIG. 314 PROPIEDADES DE LA SECCION DE LAVIGA.



RECUBRIMIENTO LIBRE • 4 cm

FIG. 3J5 DISTRIBUCION DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA

### 3.5 ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL USANDO ELEMENTOS FINITOS

#### 3.5.1 GENERALIDADES

*LA DISCRETIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA EN ELEMENTOS FINITOS CONSISTE EN EL PROCESO DE SUBDIVISIÓN DE TODO EL SISTEMA EN COMPONENTES INDIVIDUALES O ELEMENTOS, CUYO COMPORTAMIENTO ESTÁ BIEN DEFINIDO POR UN GRUPO DE PARÁMETROS O CONDICIONES DE FRONTERA, ENTONCES RECONSTRUYENDO EL SISTEMA ORIGINAL CON DICHS COMPONENTES PARA ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO GLOBAL DE TODO EL CONJUNTO, ES COMO SE LOGRA UN PROBLEMA DISCRETO A PARTIR DE UNO CONTINUO.*

*EN INGENIERÍA FRECUENTEMENTE SE CREA UN MODELO DE UN PROBLEMA CONTINUO, HACIENDO UNA ANALOGÍA ENTRE ELEMENTOS DISCRETOS REALES Y PORCIONES FINITAS DEL DOMINIO CONTINUO; CON LAS CUALES SE EMPLEA UNA METODOLOGÍA ESTÁNDAR APLICABLE A SISTEMAS DISCRETOS.*

*EN EL ANÁLISIS DE PROBLEMAS DE NATURALEZA DISCRETA SE HA DESARROLLADO UN PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR, EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL EL PROCEDIMIENTO ES EL SIGUIENTE: PRIMERAMENTE SE ESTABLECEN RELACIONES DE FUERZA-DESPLAZAMIENTO PARA CADA ELEMENTO DE LA ESTRUCTURA Y ENTONCES SE PROCEDE A ENSAMBLAR ESTAS RELACIONES FORMANDO UN TODO, SIGUIENDO LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE ANÁLISIS MATRICIAL, ESTABLECIENDO UN EQUILIBRIO LOCAL.*

*EN CADA NODO O PUNTO DE CONECTIVIDAD DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA, EN BASE A ESTAS ECUACIONES EL CÁLCULO DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS NUDOS ES FÁCILMENTE DETERMINABLE, FINALMENTE TENIENDO LOS DESPLAZAMIENTOS PODREMOS CALCULAR LAS REACCIONES DE CADA ELEMENTO, SIGUIENDO LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE ANÁLISIS MATRICIAL DE ESTRUCTURAS.*

*LOS CONCEPTOS DESCRITOS EN LOS PÁRRAFOS ANTERIORES FUERON UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE LA LOSA DE REACCIÓN, PARA PODER CONOCER EL COMPORTAMIENTO TRIDIMENSIONAL EN LOS CASOS DE CARGA DOS Y TRES, PARA LO CUAL SE DECIDIÓ USAR UN PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS QUE FACILITARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA, EL SOFTWARE UTILIZADO ES MICAS PLUS.*

### 3.5.2 GENERACIÓN DEL MODELO

*DESPUÉS DE VARIOS ANÁLISIS CON ELEMENTOS FINITOS TIPOS PLACA Y TIPO SÓLIDO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES ISOSTÁTICOS, INCLUYENDO UNA SECCIÓN LONGITUDINAL DE LA LOSA, SE LLEGÓ A LA CONCLUSIÓN DE QUE EL ELEMENTO FINITO MÁS CONVENIENTE PARA EL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL DE LA LOSA ERA EL ELEMENTO TIPO SÓLIDO, DADO QUE LOS ESFUERZOS Y DEFORMACIONES OBTENIDOS POR ESTE MÉTODO FUERON LOS QUE SE APROXIMARON MÁS A LOS OBTENIDOS CON LA TEORÍA CLÁSICA DE RESISTENCIA DE MATERIALES.*

*POR LO TANTO, EL ELEMENTO FINITO A USAR SERÁ EL TIPO SÓLIDO CON 3 GRADOS DE LIBERTAD POR NUDO (TX, TY, y TZ) DONDE TX, TY y TZ REPRESENTAN LOS DESPLAZAMIENTOS EN LA DIRECCIÓN X, Y y Z RESPECTIVAMENTE. SE TRATARÁ DE QUE EL DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS FINITOS SEA LO MÁS CÚBICO POSIBLE, DADO QUE EN ESTE TIPO DE ELEMENTOS LA EXATITUD DE LOS RESULTADOS ES PROPORCIONAL A LA RELACIÓN DEL LADO MÁS LARGO AL LADO MÁS CORTO. EN ESTE TIPO DE ELEMENTOS FINITOS LOS ESFUERZOS SON CALCULADOS EN EL CENTROIDE.*

*EL MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA LOSA SE HARÁ UTILIZANDO ELEMENTOS FINITOS SÓLIDOS, ADAPTÁNDOLOS A LA GEOMETRÍA DE LA MISMA, EN LA LOSA INFERIOR SE UTILIZARÁN ELEMENTOS CON DIMENSIONES DE 40 cms. DE ANCHO x 35 cms. DE ALTO Y 30 cms. DE LARGO. EN LOS MUROS LAS DIMENSIONES DEL ELEMENTO SERÁN DE 40 cms. DE ANCHO x 40 cms. DE ALTO x 30 cms. DE LARGO, FINALMENTE EN LA LOSA SUPERIOR SE UTILIZARÁN DOS CAMAS DE ELEMENTOS FINITOS CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES: 40 cms. DE ANCHO x 30 cms. DE ALTO y 30 cms. DE LARGO, CADA UNO DE ESTOS BLOQUES CON SU RESPECTIVA RESISTENCIA  $F'_c$  , EN LOSA INFERIOR Y MUROS SE USÓ UN CONCRETO CON UNA RESISTENCIA  $F'_c = 250 \text{ k/cm}^2$ , EN LOSA SUPERIOR SE USÓ UN CONCRETO CON UN  $F'_c = 325 \text{ k/cm}^2$ . FIG. 3.16.*

### APOYO DE LA LOSA

LA LOSA DE REACCIÓN SERÁ APOYADA SOBRE EL SUELO, A UNA PROFUNDIDAD EQUIVALENTE AL PERALTE DE LA MISMA QUE ES DE 2.95 m, LAS CARACTERÍSTICAS DEL ESTRATO EN LA PROFUNDIDAD DONDE SE DESPLANTARÁ LA LOSA SON LAS CORRESPONDIENTES A UN SUELO GRANULAR GRUESO CON UNA RESISTENCIA  $q_a = 1.5 \text{ kg/cm}^2$ . ÉSTE SE MODELARÁ EN BASE A RESORTES QUE SIMULEN LA RIGIDEZ DEL MISMO, DE ACUERDO A SU MÓDULO DE REACCIÓN.

EL MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO LO ESTIMAREMOS EN BASE A SU CAPACIDAD DE CARGA, UTILIZANDO COMO REFERENCIA LA FIG. II-5 DEL MANUAL DE OBRAS CIVILES SECCIÓN B.2.4 "CIMENTACIONES EN SUELOS." EN ESTA GRÁFICA CONOCIENDO LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $q_a = 1.5 \text{ kg/cm}^2$  Y TRATÁNDOSE DE UN SUELO GRANULAR GRUESO, ENCONTRAMOS UN MÓDULO DE REACCIÓN DEL ORDEN DE  $K_v = 2.5 \text{ kg/cm}^3$ .

PARA NUESTRO MODELO SE HAN CONSIDERADO 3 TIPOS DE RESORTES DE ACUERDO AL ÁREA DE CONTACTO DEL ELEMENTO FINITO CON EL SUELO, EL PRIMERO PARA UN ELEMENTO INTERMEDIO CUYA ÁREA ES  $A_i = 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 1200 \text{ cm}^2$ , LA RIGIDEZ DEL RESORTE SERÁ  $K_{Li} = 1200 \text{ cm}^2 \times 2.5 \text{ kg/cm}^3 = 3000.0 \text{ Kg/cm}$ . PARA UN ELEMENTO PERIMETRAL EL ÁREA DE CONTACTO SERÁ LA MITAD DEL ANTERIOR  $A_p = 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 600 \text{ cm}^2$  Y SU RIGIDEZ LINEAL SERÁ  $K_{Lp} = 600 \text{ cm}^2 \times 2.5 \text{ k/cm}^3 = 1500 \text{ k/cm}$ . FINALMENTE EN UN ELEMENTO DE ESQUINA SE TIENE UN ÁREA DE CONTACTO EQUIVALENTE DE  $A_e = 15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 300 \text{ cm}^2$ . LA RIGIDEZ LINEAL DEL RESORTE SERÁ ENTONCES:  $K_{Le} = 300 \text{ k/cm}^2 = 2.5 \text{ K/cm}^3 = 750 \text{ kg/cm}$ .



### CONDICIONES DE FRONTERA

LA CONECTIVIDAD ENTRE EL ELEMENTO FINITO Y EL RESORTE SE CONSIDERÓ CONTINUA Y EL EXTREMO INFERIOR DEL RESORTE SE CONSIDERÓ EMPOTRADO. PARA IMPEDIR LOS DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LA LOSA, ÉSTA SE CONSIDERÓ APOYADA EN 3 ESQUINAS FIG. 3.17.

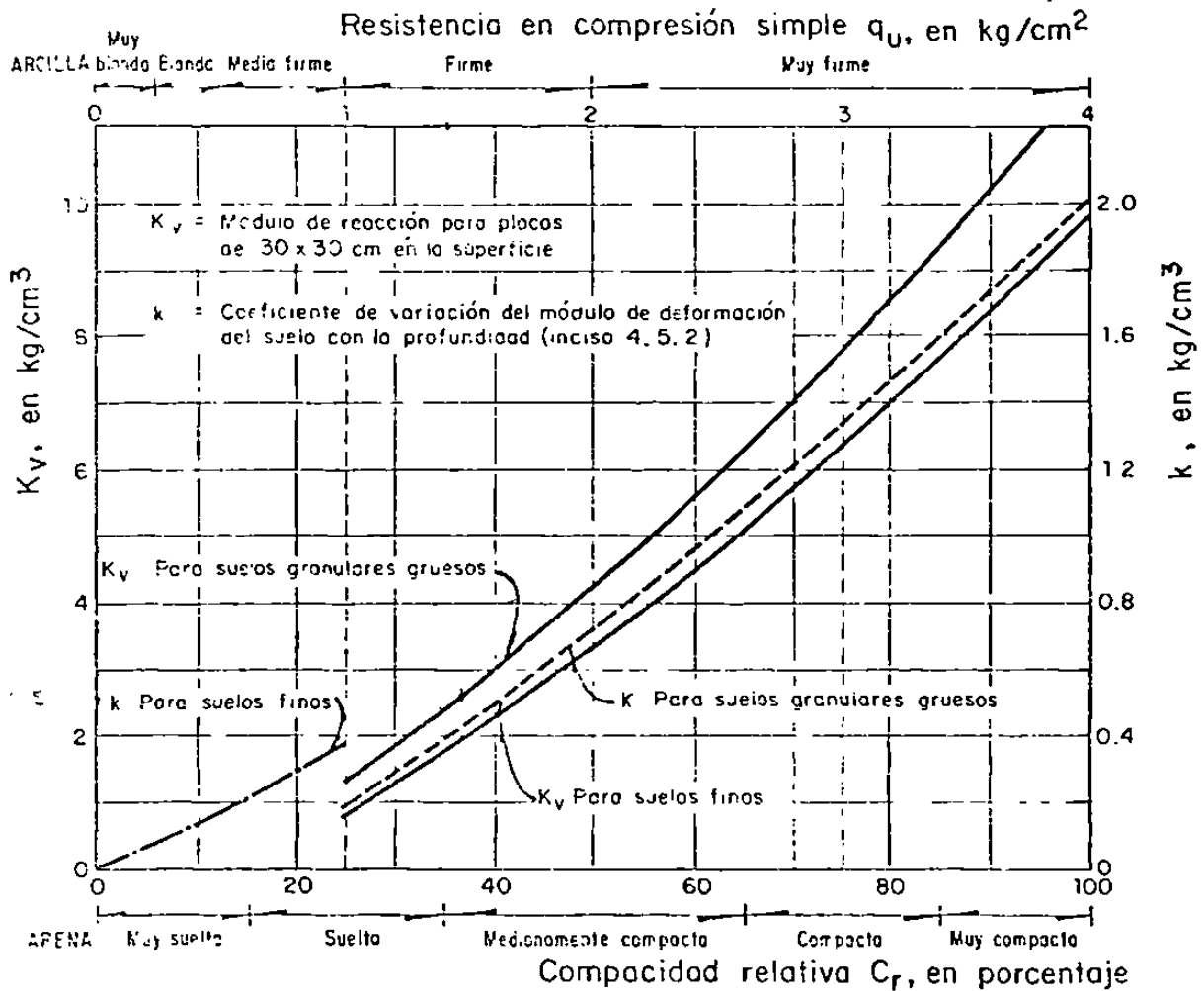
### CONDICIONES DE CARGA

COMO SE HA MENCIONADO ANTERIORMENTE, LOS CASOS DE CARGA QUE SE HAN TOMADO EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE LA LOSA SON PRECISAMENTE LOS CORRESPONDIENTES A LOS TRES ENSAYES PRESENTADOS EN LA PRIMERA PARTE DE ESTA TESIS, LOS CUALES ESTÁN REPRESENTADO EN LAS FIGURAS 3.1 A 3.8 Y EN LOS DATOS DE ENTRADA DEL PROGRAMA.

### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

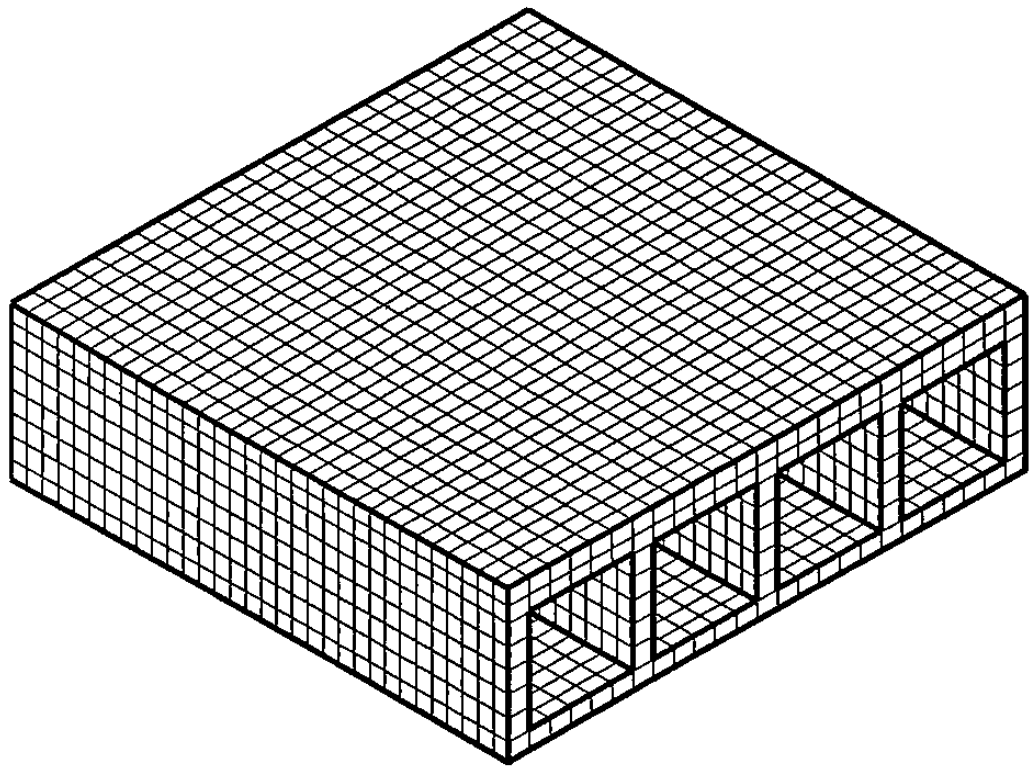
EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE REACCIÓN COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE SE HIZO EN EL PROGRAMA "MICAS PLUS", LOS DATOS DE ENTRADA DEL MODELO COMO SON PROPIEDADES DE LOS MATERIALES, CASOS DE CARGA, CONDICIONES DE FRONTERA Y CARGAS, SE MUESTRAN IMPRESOS EN LAS HOJAS DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL POSTPROCESO DEL ANÁLISIS COMPUTACIONAL.

LOS RESULTADOS MISMOS DEL ANÁLISIS SE HAN RESUMIDO APROPIADAMENTE EN TABLAS Y GRÁFICAS, PARA FACILITAR SU INTERPRETACIÓN, DADA LA MAGNITUD DE LOS ARCHIVOS DEL POSTPROCESO ANALÍTICO. DICHS RESULTADOS SE ENCUENTRAN EXPLICADOS EN LOS APARTADOS SIGUIENTES:



- Notas:
1. Los limos no plásticos pueden considerarse como suelos granulares
  2. Para suelos sumergidos, considerar valores iguales a la mitad de los indicados

FIG II.5 Valores típicos del módulo de reacción



*FIG. 3J6 DISCRETIZACION DE LA LOSA DE REACCION EN ELEMENTOS FINITOS*

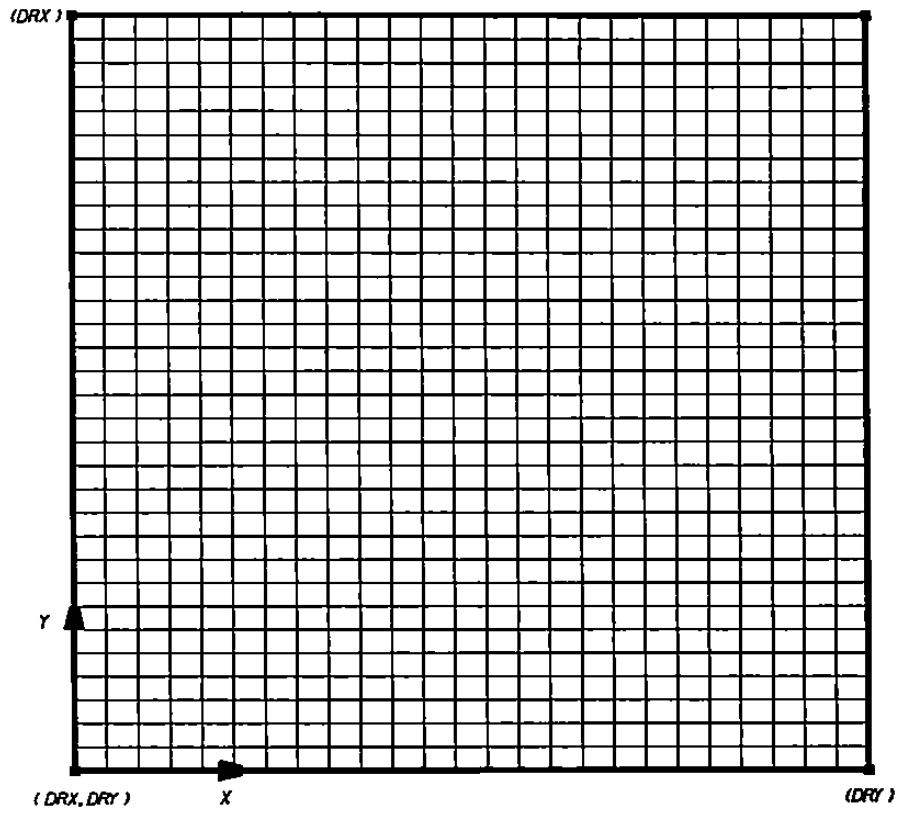


FIG. 3.17 CONDICIONES DE FRONTERA EN LA PARTE INFERIOR DE LA LOSA

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6  
Analysis No.2

SOLID

JUN 05,1993

18:41  
PAGE 1

\*\*\* Units Definition \*\*\*

Unit Group	Unit
1 - Lengths	FEET
2 - Element Properties	INCHES
3 - Forces	KIPS
4 - Angles	DEGREES
5 - Displacements	INCHES
6 - Masses	MASS
7 - Time	SECONDS
8 - Stress Forces	KIPS

Vertical Axis = Z

Gravitational Constant (g) =32.2 FT /SEC /SEC

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6  
Analysis No.2

SOLID

JUN 05,1993

18:41  
PAGE 2

\*\*\* Material Property Tables \*\*\*

Name/No.	Table Data	
CON325	Material Type	= ISOTROPIC
1	Modulus of Elasticity (E)	= 3865.5 ksi.
	Poisson's Ratio (v)	= 0.2
	Shear Modulus (G)	= 1610.6249 ksi.
	Alpha	= 0.0
	Maximum Compressive Stress	= 4.615 ksi.
	Maximum Shear Stress	= 0.136 ksi.
	Weight Density	= 0.1512 k/ft^3.
CON250	Material Type	= ISOTROPIC
2	Modulus of Elasticity (E)	= 3390.3 ksi.
	Poisson's Ratio (v)	= 0.2
	Shear Modulus (G)	= 1412.6 ksi.
	Alpha	= 0.0
	Maximum Compressive Stress	= 3.55 ksi.
	Maximum Shear Stress	= 0.119 ksi.
	Weight Density	= 0.1512 k/ft^3.

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:41

Analysis No.2

SOLID

PAGE 3

\*\*\* Solid Finite Element Properties \*\*\*

Solid FE Id/Label	Non-Structrual Mass
SLD_PROP_1 -1	0.00000
SLD PROP 325 2	0.00000
SLD PROP 250 3	0.00000

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:41

Analysis No.2

SOLID

PAGE 4

\*\*\* Laminate Property Tables \*\*\*

None

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:42

Analysis No.2

SOLID

PAGE 5

\*\*\* Spring Element Properties \*\*\*

Spring Element Property Id/Label	Spring Stiffness
SPRINGIN 1	202.00000
SPRINGPE 2	101.00000
SPRINGES 3	51.00000

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:42

Analysis No.2

SOLID

PAGE 6

\*\*\* Nodal Loads \*\*\*

Node Id/Label	Type	Loc Glob	Load Case	Load	Vector or Dof	Load Type
6524	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
6527	VEC	GLOB	CASO1	110.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
6530	VEC	GLOB	CASO1	110.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
6533	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
6536	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
6620	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6623	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6626	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6629	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6632	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6713	VEC	GLOB	CASO3	110.250	(0,0,1)	FOR
6716	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6719	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6722	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6725	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	110.250	(0,0,1)	FOR
6728	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6809	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6812	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6815	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6818	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6821	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6824	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
6864	VEC	GLOB	CASO1	-110.000	(0,0,1)	FOR
6865	VEC	GLOB	CASO1	-110.000	(0,0,1)	FOR
6888	VEC	GLOB	CASO1	-110.000	(0,0,1)	FOR
6889	VEC	GLOB	CASO1	-110.000	(0,0,1)	FOR
6905	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6908	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6911	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:42

\*\*\* Nodal Loads \*\*\*

Node Id/Label	Type	Loc Glob	Load Case	Load	Vector or Dof	Load Type
6914	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6917	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
6920	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
7001	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7004	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7007	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7010	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7013	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7016	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
7097	VEC	GLOB	CASO3	110.250	(0,0,1)	FOR
7100	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7103	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7106	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	-21.000	(0,0,1)	FOR
7109	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
	VEC	GLOB	CASO3	110.250	(0,0,1)	FOR
7112	VEC	GLOB	CASO2	-33.000	(0,0,1)	FOR
7196	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
7199	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
7202	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
7205	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
7208	VEC	GLOB	CASO2	99.000	(0,0,1)	FOR
7223	VEC	GLOB	CASO1	110.000	(0,0,1)	FOR
7226	VEC	GLOB	CASO1	110.000	(0,0,1)	FOR

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:42:09

Analysis No. 2

Solid

Page 8

\*\*\* Displacements \*\*\*

Node	Cas/Cmb	TX IN	TY IN	TZ IN
11	CASO1 1			
		-1.620e-03	-3.666e-04	3.297e-03
	CASO2 2			
		-2.671e-03	-5.828e-04	5.466e-03
	CASO3 3			
		-4.447e-04	-4.157e-04	2.022e-03
	CASO4 4			
		0.0000	0.0000	0.0000



\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:43:22

Analysis No. 2

Solid

Page 784

\*\*\* Displacements \*\*\*

Quantity	Limit	Value	Unit	Node	Ldcmb/Cs
TX	Max	5.283e-03	IN	6560	CASO2 2
	Min	-5.274e-03	IN	998	CASO2 2
TY	Max	3.269e-03	IN	7097	CASO3 3
	Min	-3.149e-03	IN	2973	CASO3 3
TZ	Max	0.0158	IN	274	CASO2 2
	Min	-0.0142	IN	6864	CASO1 1

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.4

JUN 21,1993

19:28:05

Analysis No. 2

Solid

Page 437

\*\*\* Finite Element Native Stresses \*\*\*

Quantity	Limit	Value	Unit	Elem	Ldcmb/Cs
SXX	Max	0.1411	ksi	674	CASO2 2
	Min	-0.4041	ksi	3739	CASO1 1
SYY	Max	0.1451	ksi	2083	CASO1 1
	Min	-0.2508	ksi	3739	CASO1 1
SZZ	Max	0.2301	ksi	49	CASO2 2
	Min	-0.6999	ksi	3739	CASO1 1
TXY	Max	0.0595	ksi	1935	CASO2 2
	Min	-0.0675	ksi	1910	CASO2 2
TYZ	Max	0.1431	ksi	3740	CASO1 1
	Min	-0.1431	ksi	3738	CASO1 1
TZX	Max	0.2027	ksi	3763	CASO1 1
	Min	-0.2027	ksi	3715	CASO1 1

### **3.5.3 DEFLEXIONES**

***LAS DEFLEXIONES MÁXIMAS DE LA LOSA PARA LOS CASOS DE CARGA UNO Y DOS SE ENCUENTRAN PRECISAMENTE EN EL CENTRO DEL CLARO, DADA LA SIMETRÍA DE LAS CARGAS, PARA EL CASO DE CARGA 3 LAS DEFLEXIONES MÁXIMAS SE ENCUENTRAN LIGERAMENTE DESFASADAS DEL CENTRO, DEBIDO A LA ASIMETRÍA DE LAS CARGAS.***

***LAS DEFLEXIONES MÁXIMAS RESULTARON SER LAS CORRESPONDIENTES AL CASO UNO, ENSEGUIDA LAS DEL CASO DOS Y FINALMENTE LAS DEL CASO TRES. TODA LA INFORMACIÓN DE DEFLEXIONES EN LA LOSA DE REACCIÓN PARA LOS TRES CASOS DE CARGA SE PUEDE VISUALIZAR EN LA TABLA 2, FIGURAS 3.18, 3.19 y 3.20.***

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**DEFLEXIONES**

PROGRESIVO	DEFLEXIÓN NUDO	DEFLEXIONES EN Z (x 10 <sup>-3</sup> ) PULGADAS		
		CASO DE CARGA 1	CASO DE CARGA 2	CASO DE CARGA 3
1	339	0.0000	0.0000	0.0000
2	340	0.0000	0.0000	0.0000
3	371	0.0000	0.0000	0.0000
4	372	0.0000	0.0000	0.0000
5	595	-2.2301	-4.1900	+0.17162
6	596	-2.2301	-4.1705	+0.11001
7	627	-2.2578	-3.8309	+0.30045
8	628	-2.2578	-3.8136	+0.22762
9	787	-7.3708	-5.8542	-4.8549
10	788	-7.3708	-5.8179	-4.9196
11	819	-7.3708	-6.0394	-5.0375
12	820	-7.3708	-6.0011	-5.0960
13	979	-2.2579	-6.8588	+1.4800
14	980	-2.2579	-6.8154	+1.4401
15	1011	-2.2302	-6.9461	+1.7185
16	1012	-2.2302	-6.9020	+1.6884
17	1171	0.0000	0.0000	0.0000
18	1172	0.0000	0.0000	0.0000
19	1203	0.0000	0.0000	0.0000
20	1204	0.0000	0.0000	0.0000

TABLA 2.- DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA

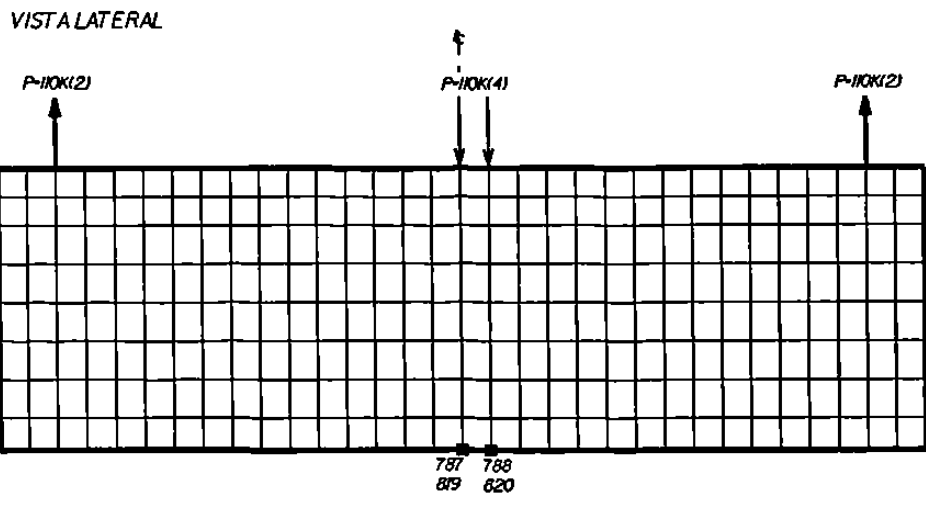
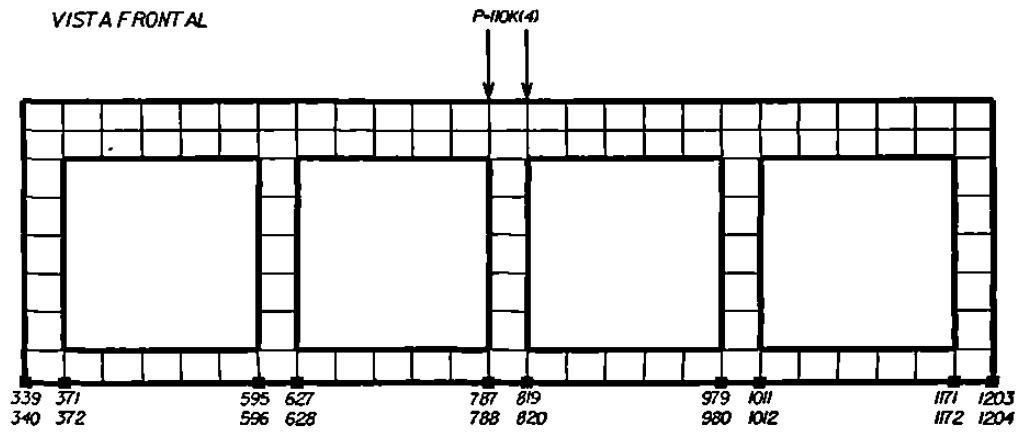
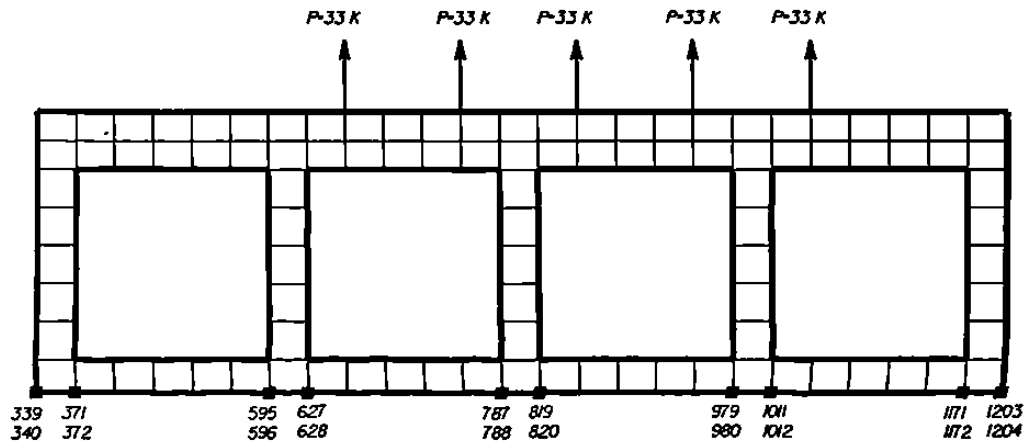


FIG. 3J8 DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 1

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

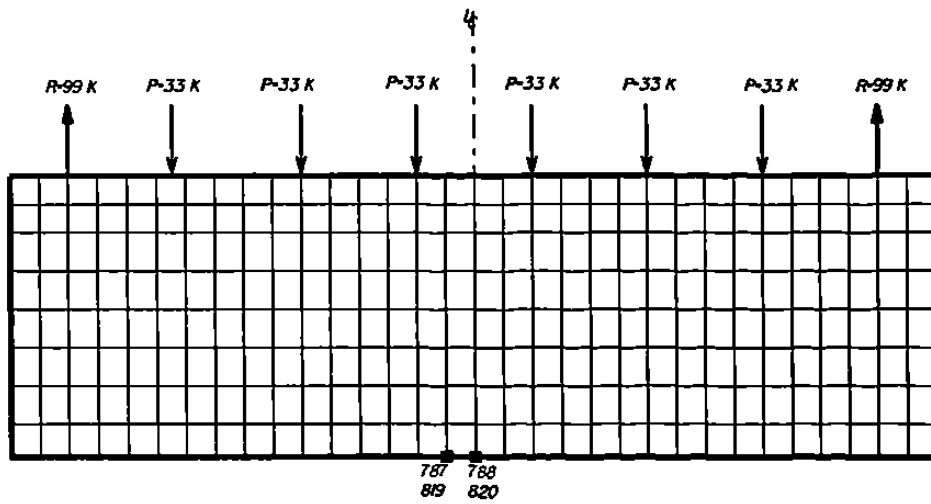
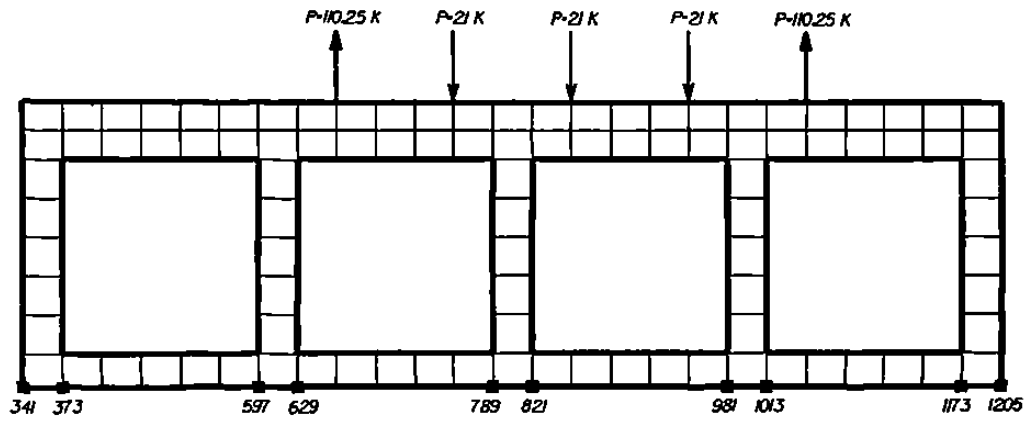
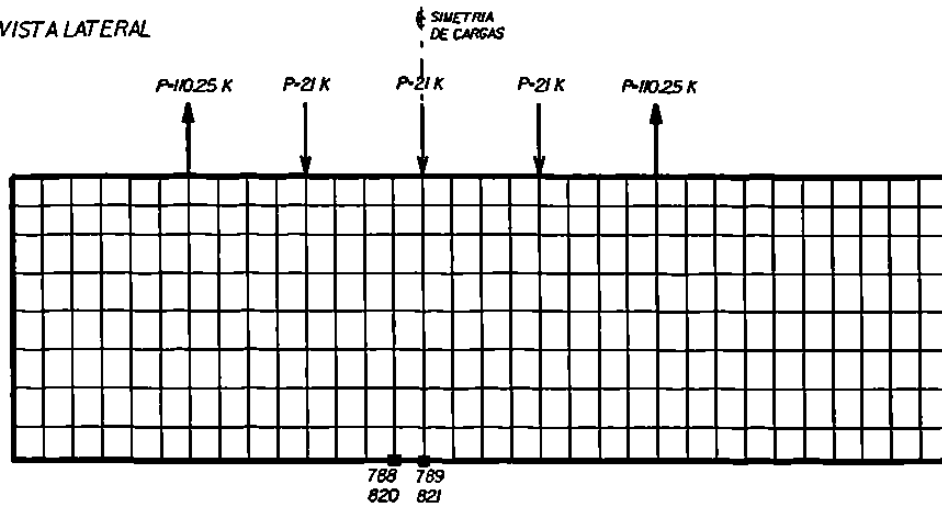


FIG. 3.19 DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 2

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



NUDO	341	373	597	629	789	821	981	1013	1173	1205
DEFLEXION (X10 <sup>-3</sup> ) PULG.	0.0000	0.0000	+0.01021	+0.21506	-4.9454	-5.1201	+1.4513	+1.6973	0.0000	0.0000

FIG. 3.20 DEFLEXIONES EN LA SECCION MAS CRITICA DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 3

### 3.5.4 MOMENTOS FLEXIONANTES

#### A) SENTIDO LONGITUDINAL

COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE EN EL TIPO DE ELEMENTOS FINITOS SÓLIDOS, LOS ESFUERZOS SON CALCULADOS EN EL CENTROIDE DEL MISMO. PARA EL CÁLCULO DEL MOMENTO FLEXIONANTE MÁXIMO SE PROCEDIÓ A DETERMINAR EL CENTROIDE DE LA RESULTANTE DE TENSIÓN Y COMPRESIÓN, EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA, EN BASE AL ESFUERZO NORMAL  $S_{xx}$  DE CADA ELEMENTO FINITO, QUE MULTIPLICADO POR EL ÁREA DE SU SECCIÓN TRANSVERSAL NOS REPRESENTA LA FUERZA DE TENSIÓN O COMPRESIÓN. CONOCIENDO EL CENTROIDE DE LA RESULTANTE DE TENSIÓN Y COMPRESIÓN, MULTIPLICAMOS DICHA RESULTANTE POR EL BRAZO DE PALANCA ENTRE ELLAS Y OBTENEMOS EL MOMENTO FLEXIONANTE. SE ANALIZARÁ SOLAMENTE EL CASO UNO POR EL MÁS CRÍTICO, COMO SE PUEDE APRECIAR EN LAS TABLAS 3, 4 Y 5.

#### CÁLCULO DEL CENTROIDE EN TENSIÓN

LAS FUERZAS NORMALES EN CADA ELEMENTO DE LA VIGA CENTRAL SE ENCUENTRAN TABULADAS EN LA TABLA 3, LA LOCALIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SE ENCUENTRAN EN LA FIG. 3.21 LA SUMA TOTAL DE LAS FUERZAS EN TENSIÓN ES DE 276.0 kips Y 280.95 EN COMPRESIÓN. PARA EL CÁLCULO DEL CENTROIDE TOMAREMOS EL PROMEDIO 278 .5 kips.



$FT ( Y ) = \Sigma F_i (y_i)$  CONSIDERANDO  $y_i$  CON RESPECTO A LA PARTE INFERIOR DE LA LOSA

$$278.5 K ( Y ) = 152.52 k (6.89") + 20.61 k (21.66") + 17.58 k (37.41")$$

$$+ 13.68 k (53.16") + 10.65 k (68.91") + 9.69 k (84.66")$$

$$+ 51.1 k (98.45")$$

$$278.5 k ( Y ) = 9468.0 k - in$$

$$Y = 34.0"$$

### CÁLCULO DEL CENTROIDE EN COMPRESIÓN

EN ESTE CASO LA DETERMINACIÓN DEL CENTROIDE ES MUCHO MÁS SENCILLA DADO QUE LOS ELEMENTOS FINITOS QUE ESTÁN EN COMPRESIÓN SON ÚNICAMENTE LOS DE LA CAPA SUPERIOR DE LA LOSA SUPERIOR, Y POR LO TANTO EL CENTROIDE DE LA RESULTANTE EN COMPRESIÓN CON RESPECTO A LA PARTE SUPERIOR DE LA LOSA ES PRECISAMENTE EL CENTROIDE DE DICHA CAPA  $Y = 5.91"$ .

### MOMENTO FLEXIONANTE MÁXIMO

CONSIDERANDO EL PROMEDIO DE LAS RESULTANTES DE TENSIÓN Y COMPRESIÓN  $T = C = 278.5$  kips, Y EL BRAZO DE PALANCA ENTRE ELLAS EQUIVALENTE A  $d = H - Y_t - Y_c$   $d = 116.14" - 34.0 - 5.91" = 76.23"$ , EL MOMENTO FLEXIONANTE MÁXIMO SERÁ ENTONCES:

$$M_{max} = 278.5 kips (76.23") = 21,230.0 kips - in$$

$$\dot{M}_{max} = 21,230.0 kips - in$$

$$\underline{M_{max} = 245.27 ton - m}$$

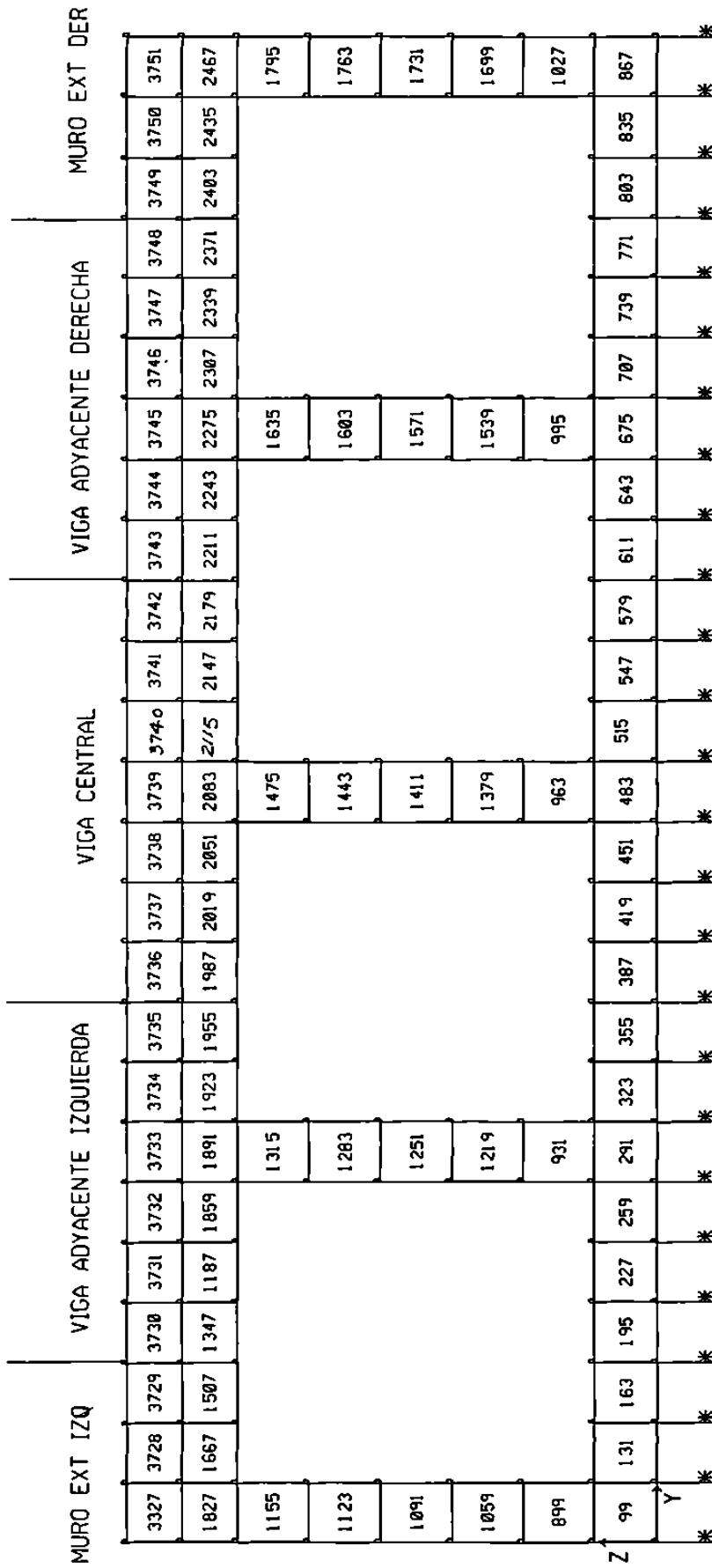


FIG.3.21 NUMERACION DE ELEMENTOS FINITOS EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA PULG. <sup>2</sup>	ESF.NORMAL $S_{xx}$ ( $\times 10^{-2}$ ) Ksi	FZA.NORMAL F kips	ESF.CORTANTE TZX ( $\times 10^{-9}$ ) Ksi	FUERZA CORTANTE V kips ( $\times 10^{-6}$ )	
PATÍN INFERIOR	1	387	15.75 x 13.78 217	+7.8391	+17.01	+7.6122	+2.00	
	2	419	217	+9.3347	+20.25	+7.2403	+2.00	
	3	451	217	+11.4330	+24.80	+6.3834	+1.00	
	4	483	217	+13.0902	+28.40	+0.8058	+2.00	
	5	515	217	+11.4330	+24.80	-4.0033	-1.00	
	6	547	217	+9.3347	+20.25	-4.9541	-1.00	
	7	579	217	+7.8391	+17.01	-5.5361	-1.00	
					<b>SUM</b>	<b>+152.52</b>		<b>+4.00</b>
ALMA	8	963	15.75 x 15.75 248	+8.3128	+20.61	+0.0450	+0.01	
	9	1379	248	+7.0910	+17.58	-0.1584	-0.40	
	10	1411	248	+5.6008	+13.88	+0.0440	+0.01	
	11	1443	248	+4.2981	+10.65	+0.1914	+0.05	
	12	1475	248	+3.9104	+9.69	+0.4622	+0.10	
					<b>SUM</b>	<b>+72.41</b>		<b>-0.23</b>
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (T)	13	15.75 x 11.81 186	+0.9525	+1.77	-8.0585	-1.00	
		14	2019	186	+4.2669	+7.93	-6.5968	-1.00
		15	2051	186	+6.1634	+11.46	-5.9501	-1.00
		16	2083	186	+4.7012	+8.75	-0.1156	-0.02
		17	2115	186	+6.1643	+11.46	+6.3122	+1.00
		18	2147	186	+4.2679	+7.93	+7.3213	+1.00
		19	2179	186	+0.9395	+1.77	+8.9639	+2.00
						<b>+51.10</b>		<b>+0.98</b>
	CAPA SUPERIOR (C)	20	3736	15.75 x 11.81 186	-11.619	-21.61	-17.565	-3.00
		21	3737	186	-15.095	-28.07	-14.642	-3.00
		22	3738	186	-28.617	-53.22	-9.5201	-2.00
		23	3739	186	-40.405	-75.15	-2.1101	-0.04
		24	3740	186	-28.616	-53.22	+5.2774	+1.00
		25	3741	186	-15.094	-28.07	+10.606	+2.00
26		3742	186	-11.618	-21.61	+14.078	+3.00	
					<b>SUM</b>	<b>-280.95</b>		<b>-2.04</b>
				<b>SUM</b>	<b>+276.00</b>		<b>+2.71</b>	

TABLA 3.- **ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO LONGITUDINAL**

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 2**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA PULG.	ESF. NORMAL Sxx ksi	ESF. NORMAL Sxx (x 10 <sup>-2</sup> ) ksi	FUERZA NORMAL F ksi	
PATÍN INFERIOR	1	387	15.75 x 13.78 217	+0.0915	+9.15	+19.85	
	2	419	217	+0.1006	+10.06	+21.83	
	3	451	217	+0.1129	+11.29	+24.49	
	4	483	217	+0.1240	+12.40	+26.90	
	5	515	217	+0.0559	+5.59	+12.13	
	6	547	217	+0.1176	+11.76	+25.51	
	7	579	217	+0.1179	+11.79	+25.58	
ALMA	8	493	15.75 x 15.75 248	+0.0432	+4.32	+10.71	
	9	1379	248	+0.0545	+5.45	+13.51	
	10	1411	248	+0.0251	+2.51	+6.22	
	11	1443	248	-0.0036	-0.36	-0.89	
	12	1475	248	-0.0380	-3.80	-9.42	
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR	13	15.75 x 11.81 186	-0.0371	-3.71	-6.90	
		14	2019	186	-0.0477	-4.77	-8.87
		15	2051	186	-0.0641	-6.41	-11.92
		16	2083	186	-0.0717	-7.17	-13.33
		17	2115	186	-0.0719	-7.19	-13.37
		18	2147	186	-0.0590	-5.90	-10.97
		19	2179	186	-0.0535	-5.35	-9.95
	CAPA SUPERIOR	20	3736	15.75 x 11.81 186	-0.0923	-9.23	-17.16
		21	3737	186	-0.0962	-9.62	-17.89
		22	3738	186	-0.0991	-9.91	-18.43
		23	3739	186	-0.1028	-10.28	-19.12
		24	3740	186	-0.1040	-10.40	-19.34
		25	3741	186	-0.1070	-10.70	-19.90
		26	3742	186	-0.1100	-11.00	-20.46
<b>SUM</b>						<b>+186.73</b>	
<b>SUM</b>						<b>-217.92</b>	

TABLA 4.- ESFUERZOS NORMALES Sxx EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 2. SENTIDO LONGITUDINAL

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 3**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA PULG	ESF. NORMAL $S_{xx}$ ksi	ESF. NORMAL $S_{xx}$ ( $10^{-2}$ ) ksi	
PATÍN INFERIOR (T)	1	387	15.75 x 13.78 217	+0.0198	+1.98	
	2	419	217	+0.0198	+1.98	
	3	451	217	+0.0215	+2.15	
	4	483	217	+0.0244	+2.44	
	5	515	217	+0.0017	+0.17	
	6	547	217	+0.0163	+1.63	
	7	579	217	+0.0143	+1.43	
ALMA	8	493	15.75 x 15.75 248	+0.0097	+0.97	
	9	1379	248	+0.0086	+0.86	
	10	1411	248	+0.0041	+0.41	
	11	1443	248	-0.0002	-0.02	
	12	1475	248	-0.0036	-0.36	
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR	13	15.75 x 11.81 186	+0.0017	+0.17	
		14	2019	186	-0.0006	-0.06
		15	2051	186	-0.0061	-0.61
		16	2083	186	-0.0085	-0.85
		17	2115	186	-0.0070	-0.07
		18	2147	186	+0.0061	+0.61
		19	2179	186	+0.0102	+1.02
	CAPA SUPERIOR	20	3736	15.75 x 11.81 186	-0.0299	-2.99
		21	3737	186	-0.0284	-2.84
		22	3738	186	-0.0276	-2.76
		23	3739	186	-0.0283	-2.83
		24	3740	186	-0.0294	-2.94
		25	3741	186	-0.0304	-3.04
		26	3742	186	-0.0305	-3.05

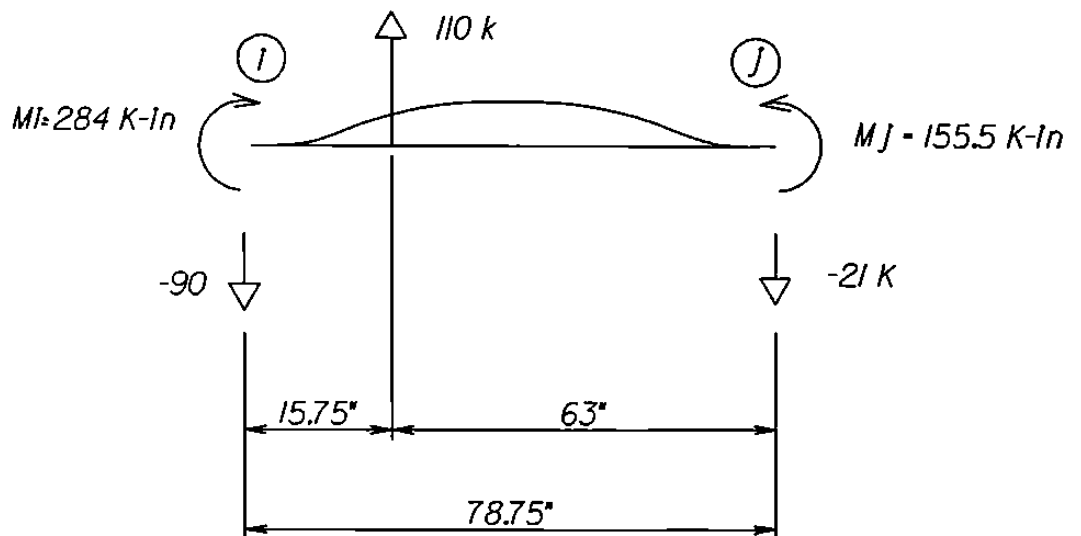
TABLA 5.- *ESFUERZOS NORMALES  $S_{xx}$  EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 3. SENTIDO LONGITUDINAL*

**B) SENTIDO TRANSVERSAL**

**ANÁLOGAMENTE COMO SE PROCEDIÓ A OBTENER EL MOMENTO FLEXIONANTE EN EL SENTIDO LONGITUDINAL, EN EL SENTIDO TRANSVERSAL SE ANALIZARÁ LA FLEXIÓN EN LA LOSA SUPERIOR CONSIDERANDO DOS FRANJAS REPRESENTATIVAS COMO SE MUESTRA EN LAS FIGURAS 3.22, 3.23 Y 3.24.**

**SE ANALIZARÁ SOLAMENTE EL CASO 1 POR SER EL MÁS CRÍTICO, COMO SE PUEDE APRECIAR EN LAS TABLAS 6, 6A, 7, 8 Y 9.**

**CUERPO LIBRE DEL ELEMENTO ANALIZADO PARA CASO 1, SECCIÓN EXTREMA DE LA LOSA.**



MOMENTOS FLEXIONANTES

$$M_i = 18.26 \text{ k} (11.81'' ) + (29.86 - 18.26) \text{ k} \left( \frac{11.81''}{2} \right)$$

$$M_i = 215.6 \text{ k} - \text{in} + 11.6 \text{ k} (5.905'' )$$

$$M_i = 215.6 \text{ k} - \text{in} + 68.49 \text{ k} - \text{in} = 284.0 \text{ k} - \text{in}$$

$$M_i = 3.28 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M_j = 12.53 \text{ k} (11.81'' ) + (13.80 - 12.53) \left( \frac{11.81''}{2} \right)$$

$$M_j = 148.0 \text{ k} - \text{in} + (1.27 \text{ k} ) (5.905'' )$$

$$M_j = 148.0 \text{ k} - \text{in} + 7.5 \text{ k} - \text{in} = 155.5 \text{ k} - \text{in}$$

$$M_j = 1.80 \text{ ton} - \text{m}$$

FUERZAS CORTANTES

$$V_i = 69 \text{ k} + 21 \text{ k} = 90 \text{ kips}$$

$$V_i = 41 \text{ tons.}$$

$$V_j = 21 \text{ k}$$

$$V_j = 9.5 \text{ tons.}$$

**EQUILIBRIO**

$$\Sigma M_i = 0$$

$$+ 284 \text{ k-in} - 155.5 \text{ k-in} - 110 \text{ k} (15.75'') + 21 \text{ k} (78.75'') = 0$$

$$+ 284 \text{ k-in} - 155.5 \text{ k-in} - 1732.5 \text{ k-in} + 1653.75 = 0$$

$$- 1604.0 \qquad +1653.75 = +49.75 \text{ k-in}$$

$$\Sigma M_j = 0$$

$$+ 284.0 \text{ k-in} - 155.5 \text{ k-in} + 110 \text{ k} (63'') - 90 \text{ k} (78.75'') = 0$$

$$+ 284 \text{ k-in} - 155.5 \text{ k-in} + 6930.0 \text{ k-in} - 7087.5 \text{ k-in} = 0$$

$$7,058.5 \text{ k-in} \qquad -7887.5 \text{ k-in} = 29.0 \text{ k-in}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$-90 - 21 + 110 = -1.0 \text{ k}$$



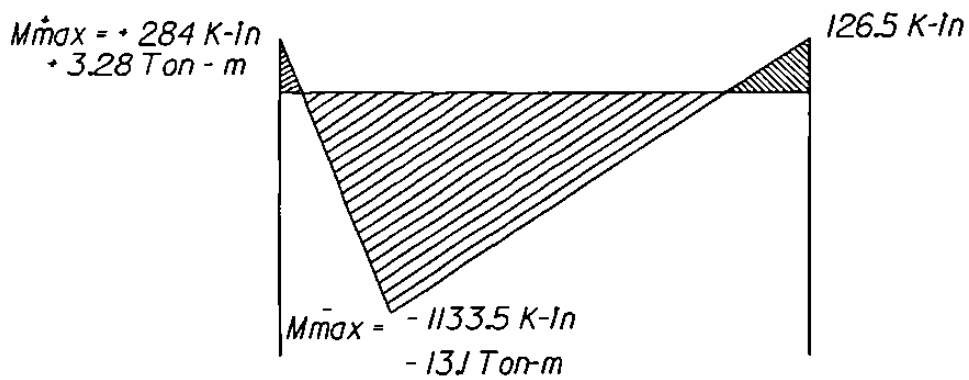
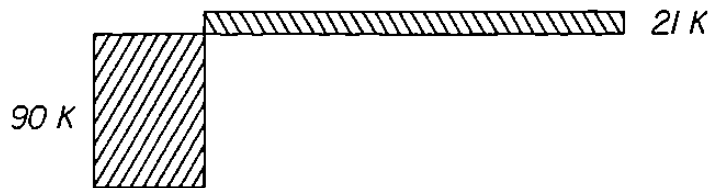
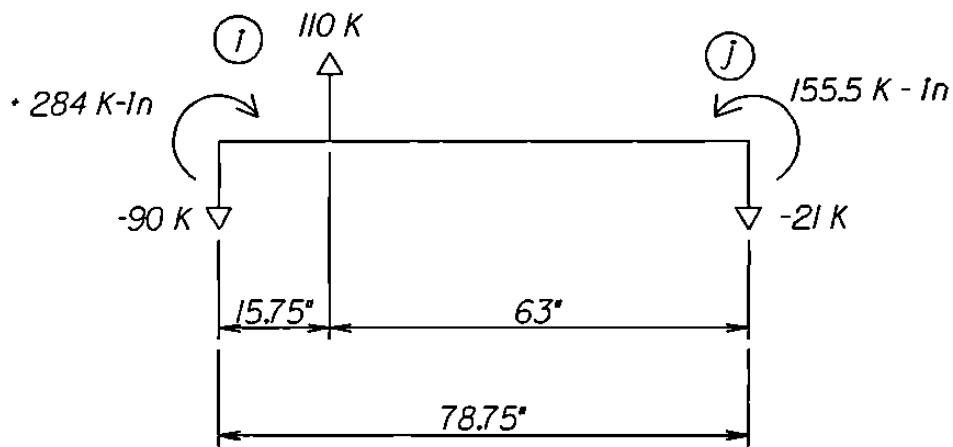
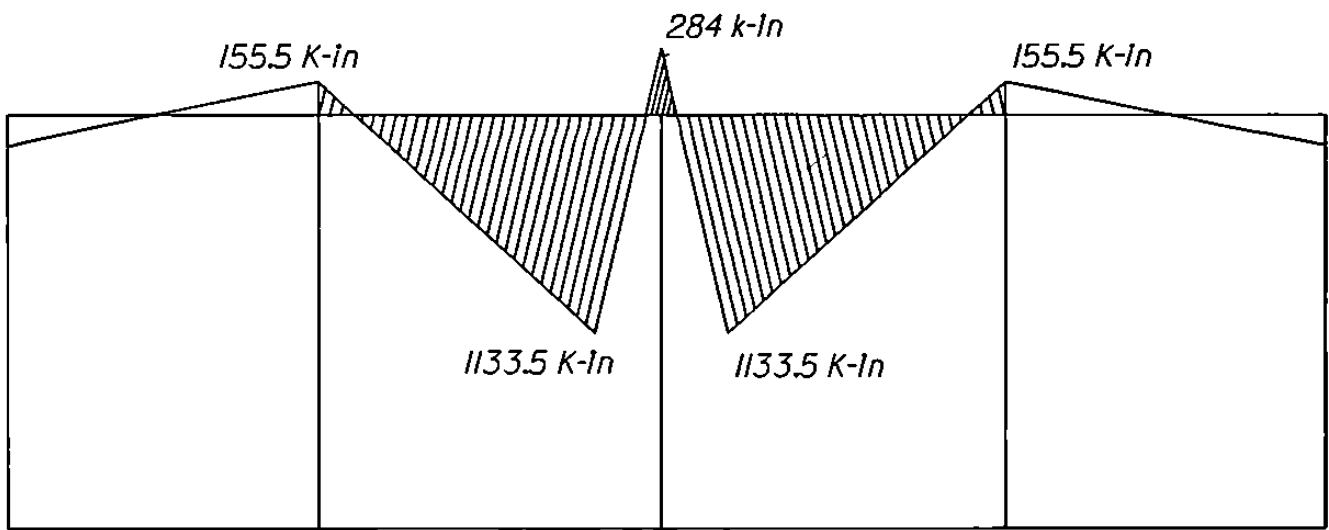


FIG. 3.25 DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA EL ELEMENTO ANALIZADO  
PARA EL CASO I



*FIG. 3.26 DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA LA SECCION EXTREMA  
DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 1*



ELEMENTO 3 CASO 3		ELEMENTO 2		ELEMENTO 1		ELEMENTO 2		ELEMENTO 1	
2468	4672	4682	4692	4702	4712	4722	4732	4742	4752
2473	4683	4693	4703	4713	4723	4733	4743	4753	4763
2484	4694	4704	4714	4724	4734	4744	4754	4764	4774
2495	4705	4715	4725	4735	4745	4755	4765	4775	4785
2506	4716	4726	4736	4746	4756	4766	4776	4786	4796
2517	4727	4737	4747	4757	4767	4777	4787	4797	4807
2528	4738	4748	4758	4768	4778	4788	4798	4808	4818
2539	4749	4759	4769	4779	4789	4799	4809	4819	4829
2550	4760	4770	4780	4790	4800	4810	4820	4830	4840
2561	4771	4781	4791	4801	4811	4821	4831	4841	4851
2572	4782	4792	4802	4812	4822	4832	4842	4852	4862
2583	4793	4803	4813	4823	4833	4843	4853	4863	4873
2594	4804	4814	4824	4834	4844	4854	4864	4874	4884
2605	4815	4825	4835	4845	4855	4865	4875	4885	4895
2616	4826	4836	4846	4856	4866	4876	4886	4896	4906
2627	4837	4847	4857	4867	4877	4887	4897	4907	4917
2638	4848	4858	4868	4878	4888	4898	4908	4918	4928
2649	4859	4869	4879	4889	4899	4909	4919	4929	4939
2660	4870	4880	4890	4900	4910	4920	4930	4940	4950
2671	4881	4891	4901	4911	4921	4931	4941	4951	4961
2682	4892	4902	4912	4922	4932	4942	4952	4962	4972
2693	4903	4913	4923	4933	4943	4953	4963	4973	4983
2704	4914	4924	4934	4944	4954	4964	4974	4984	4994
2715	4925	4935	4945	4955	4965	4975	4985	4995	5005
2726	4936	4946	4956	4966	4976	4986	4996	5006	5016
2737	4947	4957	4967	4977	4987	4997	5007	5017	5027
2748	4958	4968	4978	4988	4998	5008	5018	5028	5038
2759	4969	4979	4989	4999	5009	5019	5029	5039	5049
2770	4980	4990	5000	5010	5020	5030	5040	5050	5060
2781	4991	5001	5011	5021	5031	5041	5051	5061	5071
2792	5002	5012	5022	5032	5042	5052	5062	5072	5082
2803	5013	5023	5033	5043	5053	5063	5073	5083	5093
2814	5024	5034	5044	5054	5064	5074	5084	5094	5104
2825	5035	5045	5055	5065	5075	5085	5095	5105	5115
2836	5046	5056	5066	5076	5086	5096	5106	5116	5126
2847	5057	5067	5077	5087	5097	5107	5117	5127	5137
2858	5068	5078	5088	5098	5108	5118	5128	5138	5148
2869	5079	5089	5099	5109	5119	5129	5139	5149	5159
2880	5090	5100	5110	5120	5130	5140	5150	5160	5170
2891	5101	5111	5121	5131	5141	5151	5161	5171	5181
2902	5112	5122	5132	5142	5152	5162	5172	5182	5192
2913	5123	5133	5143	5153	5163	5173	5183	5193	5203
2924	5134	5144	5154	5164	5174	5184	5194	5204	5214
2935	5145	5155	5165	5175	5185	5195	5205	5215	5225
2946	5156	5166	5176	5186	5196	5206	5216	5226	5236
2957	5167	5177	5187	5197	5207	5217	5227	5237	5247
2968	5178	5188	5198	5208	5218	5228	5238	5248	5258
2979	5189	5199	5209	5219	5229	5239	5249	5259	5269
2990	5200	5210	5220	5230	5240	5250	5260	5270	5280
3001	5211	5221	5231	5241	5251	5261	5271	5281	5291
3012	5222	5232	5242	5252	5262	5272	5282	5292	5302
3023	5233	5243	5253	5263	5273	5283	5293	5303	5313
3034	5244	5254	5264	5274	5284	5294	5304	5314	5324
3045	5255	5265	5275	5285	5295	5305	5315	5325	5335
3056	5266	5276	5286	5296	5306	5316	5326	5336	5346
3067	5277	5287	5297	5307	5317	5327	5337	5347	5357
3078	5288	5298	5308	5318	5328	5338	5348	5358	5368
3089	5299	5309	5319	5329	5339	5349	5359	5369	5379
3100	5310	5320	5330	5340	5350	5360	5370	5380	5390
3111	5321	5331	5341	5351	5361	5371	5381	5391	5401
3122	5332	5342	5352	5362	5372	5382	5392	5402	5412
3133	5343	5353	5363	5373	5383	5393	5403	5413	5423
3144	5354	5364	5374	5384	5394	5404	5414	5424	5434
3155	5365	5375	5385	5395	5405	5415	5425	5435	5445
3166	5376	5386	5396	5406	5416	5426	5436	5446	5456
3177	5387	5397	5407	5417	5427	5437	5447	5457	5467
3188	5398	5408	5418	5428	5438	5448	5458	5468	5478
3199	5409	5419	5429	5439	5449	5459	5469	5479	5489
3210	5420	5430	5440	5450	5460	5470	5480	5490	5500
3221	5431	5441	5451	5461	5471	5481	5491	5501	5511
3232	5442	5452	5462	5472	5482	5492	5502	5512	5522
3243	5453	5463	5473	5483	5493	5503	5513	5523	5533
3254	5464	5474	5484	5494	5504	5514	5524	5534	5544
3265	5475	5485	5495	5505	5515	5525	5535	5545	5555
3276	5486	5496	5506	5516	5526	5536	5546	5556	5566
3287	5497	5507	5517	5527	5537	5547	5557	5567	5577
3298	5508	5518	5528	5538	5548	5558	5568	5578	5588
3309	5519	5529	5539	5549	5559	5569	5579	5589	5599
3320	5530	5540	5550	5560	5570	5580	5590	5600	5610
3331	5541	5551	5561	5571	5581	5591	5601	5611	5621
3342	5552	5562	5572	5582	5592	5602	5612	5622	5632
3353	5563	5573	5583	5593	5603	5613	5623	5633	5643
3364	5574	5584	5594	5604	5614	5624	5634	5644	5654
3375	5585	5595	5605	5615	5625	5635	5645	5655	5665
3386	5596	5606	5616	5626	5636	5646	5656	5666	5676
3397	5607	5617	5627	5637	5647	5657	5667	5677	5687
3408	5618	5628	5638	5648	5658	5668	5678	5688	5698
3419	5629	5639	5649	5659	5669	5679	5689	5699	5709
3430	5640	5650	5660	5670	5680	5690	5700	5710	5720
3441	5651	5661	5671	5681	5691	5701	5711	5721	5731
3452	5662	5672	5682	5692	5702	5712	5722	5732	5742
3463	5673	5683	5693	5703	5713	5723	5733	5743	5753
3474	5684	5694	5704	5714	5724	5734	5744	5754	5764
3485	5695	5705	5715	5725	5735	5745	5755	5765	5775
3496	5706	5716	5726	5736	5746	5756	5766	5776	5786
3507	5717	5727	5737	5747	5757	5767	5777	5787	5797
3518	5728	5738	5748	5758	5768	5778	5788	5798	5808
3529	5739	5749	5759	5769	5779	5789	5799	5809	5819
3540	5750	5760	5770	5780	5790	5800	5810	5820	5830
3551	5761	5771	5781	5791	5801	5811	5821	5831	5841
3562	5772	5782	5792	5802	5812	5822	5832	5842	5852
3573	5783	5793	5803	5813	5823	5833	5843	5853	5863
3584	5794	5804	5814	5824	5834	5844	5854	5864	5874
3595	5805	5815	5825	5835	5845	5855	5865	5875	5885
3606	5816	5826	5836	5846	5856	5866	5876	5886	5896
3617	5827	5837	5847	5857	5867	5877	5887	5897	5907
3628	5838	5848	5858	5868	5878	5888	5898	5908	5918
3639	5849	5859	5869	5879	5889	5899	5909	5919	5929
3650	5860	5870	5880	5890	5900	5910	5920	5930	5940
3661	5871	5881	5891	5901	5911	5921	5931	5941	5951
3672	5882	5892	5902	5912	5922	5932	5942	5952	5962
3683	5893	5903	5913	5923	5933	5943	5953	5963	5973
3694	5904	5914	5924	5934	5944	5954	5964	5974	5984
3705	5915	5925	5935	5945	5955	5965	5975	5985	5995
3716	5926	5936	5946	5956	5966	5976	5986	5996	6006
3727	5937	5947	5957	5967	5977	5987	5997	6007	6017
3738	5948	5958	5968	5978	5988	5998	6008	6018	6028
3749	5959	5969	5979	5989	5999	6009	6019	6029	6039
3760	5970	5980	5990	6000	6010	6020	6030	6040	6050
3771	5981	5991	6001	6011	6021	6031	6041	6051	6061
3782	5992	6002	6012	6022	6032	6042	6052	6062	6072
3793	6003	6013	6023	6033	6043	6053	6063	6073	6083
3804	6014	6024	6034	6044	6054	6064	6074	6084	6094
3815	6025	6035	6045	6055	6065	6075	6085	6095	6105
3826	6036	6046	6056	6066	6076	6086	6096	6106	6116
3837	6047	6057	6067	6077	6087	6097	6107	6117	6127
3848	6058	6068	6078	6088	6098	6108	6118	6128	6138
3859	6069	6079	6089	6099	6109	6119	6129	6139	6149
3870	6080	6090	6100	6110	6120	6130	6140	6150	6160
3									

		ELEMENTO 3										ELEMENTO 3										ELEMENTO 3											
		CASO 3										CASO 3										CASO 3											
25	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	
24	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	
23	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	
22	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	
21	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	
20	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	
19	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	
18	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	
17	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	
16	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	
15	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	
14	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	
13	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	
12	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	
11	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	
10	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	
9	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	
8	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	
7	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	
6	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	
5	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	
4	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	
3	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	
2	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	
1	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116

FIG.3.24 NUMERACION DE ELEMENTOS FINITOS EN LOSA INFERIOR

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA IN <sup>2</sup>	ESF.NORMAL Syy Ksi	FUERZA KIPS	ESF.CORTANTE TYZ Ksi	FUERZA CORTANTE V kips	
PATÍN INFERIOR (T)	1	528	11.81 x 13.78 163	+0.0097	+1.58	-0.004620	-0.753	
	2	529	163	+0.0154	+2.58	-0.005741	-0.935	
	3	530	163	+0.0244	+3.97	-0.006309	-1.028	
	4	531	163	+0.0401	+6.53	-0.004695	-0.765	
					<b>SUM</b>	+14.66	<b>SUM</b>	-3.481
ALMA								
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (C)	5	11.81 x 11.81 140	-0.0297	-4.158	+0.0351	+4.914	
		6	140	-0.0554	-7.756	+0.0644	+9.016	
		7	140	-0.0644	-9.016	+0.0689	+9.646	
		8	140	-0.0638	-8.932	+0.0523	+7.322	
					<b>SUM</b>	-29.86	<b>SUM</b>	+30.898 *
	CAPA SUPERIOR (T)	9	4052	140	+0.0104	+1.456	+0.0190	+2.660
		10	4076	140	+0.0605	+8.470	+0.1105	+15.470
		11	4100	140	+0.0553	+7.742	+0.1141	+15.974
		12	4124	140	+0.0042	+0.599	+0.0317	+4.438
					<b>SUM</b>	+18.26	<b>SUM</b>	+38.542 *
<b>GRAN TOTAL</b>					-29.86	<b>GRAN TOTAL</b>		+69.44 **
<b>GRAN TOTAL</b>					+32.92			

TABLA 6.- **ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES, EN SECCIÓN EXTREMA DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO I**

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA PULG <sup>2</sup>	ESF.NORMAL S <sub>yy</sub> Ksi	FUERZA F KIPS	ESF.CORTANTE TYZ Ksi	FUERZA CORTANTE V kips		
PATÍN INFERIOR	1	560	163			-0.003426	-0.5580		
	2	561	163			-0.003926	-0.6390		
	3	562	163			-0.003893	-0.634		
	4	563	163			-0.005726	-0.933		
							<b>SUM</b>	<b>-2.764</b>	
ALMA									
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (T)	5	2160	140			-0.008216	-1.150	
		6	2161	140			-0.0264	-3.696	
		7	2162	140			-0.0267	-3.738	
		8	2163	140			+0.006935	-0.970	
							<b>SUM</b>	<b>-9.103 •</b>	
	CAPA SUPERIOR (T)	9	4053	140			+0.005029	+0.7040	
		10	4077	140			-0.0509	-7.126	
		11	4101	140			-0.0503	-7.042	
		12	4125	140			+0.009154	+1.281	
								<b>SUM</b>	<b>-12.183 •</b>
					<b>GRAN TOTAL</b>		<b>GRAN TOTAL</b>	<b>-21.28 ••</b>	
					<b>GRAN TOTAL</b>				

TABLA 6A.- ESFUERZOS CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO i

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA PULG <sup>2</sup>	ESF.NORMAL S <sub>yy</sub> Ksi	FUERZA F KIPS	ESF.CORTANTE TYZ Ksi	FUERZA CORTANTE V kips	
PATÍN INFERIOR (C)	1	656	11.81 x 13.78 163	+0.000068420	+0.0111	-0.002794	-0.4554	
	2	657	163	+0.00004622	+0.0075	-0.003582	-0.5838	
	3	658	163	-0.00122	-0.1988	-0.004612	-0.7517	
	4	659	163	-0.003677	-0.5993	-0.007086	-1.155	
					<b>SUM</b>	-0.7795	<b>SUM</b>	-2.945
ALMA								
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (T)	5	11.81 x 11.81 140	+0.0164	+2.296	-0.0145	-2.030	
		6	140	+0.0226	+3.164	-0.0190	-2.660	
		7	140	+0.0293	+4.102	-0.0238	-3.332	
		8	140	+0.0303	+4.242	-0.0376	-5.264	
					<b>SUM</b>	+13.80	<b>SUM</b>	-13.286 *
	CAPA SUPERIOR (C)	9	4056	140	-0.0156	-2.184	-0.007907	-1.106
		10	4080	140	-0.0207	-2.898	-0.009793	-1.371
		11	4104	140	-0.0251	-3.514	-0.0124	-1.736
		12	4128	140	-0.0281	-3.934	-0.0243	-3.402
					<b>SUM</b>	-12.53	<b>SUM</b>	-7.615 *
	<b>GRAN TOTAL</b>					+13.80	<b>GRAN TOTAL</b>	-21.00 **
	<b>GRAN TOTAL</b>					-13.30		

TABLA 7.- ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO 1. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO j



**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 2**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA PULG. <sup>2</sup>	ESF.NORMAL Syy Kei	FUERZA F KIPS	ESF.CORTANTE TYZ Kei	FUERZA CORTANTE V kips		
PATÍN INFERIOR (T)	1	720	11.81 x 13.78 163	+ 0.002135	+ 0.3480	-0.001268	-0.2066		
	2	721	163	+ 0.002909	+ 0.4741	-0.001582	-0.2578		
	3	722	163	+ 0.005289	+ 0.8621	-0.001400	-0.2282		
	4	723	163	+ 0.0109	+ 1.7767	+ 0.001432	+ 0.2334		
					<b>SUM</b>	+ 3.4609	<b>SUM</b>	-0.4592	
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (T)	5	11.81 x 11.81 140	+ 0.0140	+ 1.96	+ 0.0682	+ 9.540		
		6	2321	140	+ 0.0207	+ 2.89	+ 0.0729	+ 10.200	
		7	2322	140	+ 0.0405	+ 5.67	+ 0.0517	+ 7.238	
		8	2323	140	+ 0.0401	+ 5.61	+ 0.0371	+ 5.194	
						<b>SUM</b>	+ 16.130		+ 32.712
	CAPA SUPERIOR (C)	9	4058	11.81 x 11.81 140	-0.000555	-0.0777	+ 0.1054	+ 14.756	
		10	4082	140	-0.00868	-1.215	+ 0.1081	+ 15.134	
		11	4106	140	-0.0584	-8.176	+ 0.0266	+ 3.724	
		12	4130	140	-0.0616	-8.624	+ 0.0227	+ 3.178	
								+ 36.792	
						<b>SUM</b>	-18.09		
				<b>GRAN TOTAL</b>	+ 19.760	<b>GRAN TOTAL</b>	+ 68.964		
				<b>GRAN TOTAL</b>	-18.09	<b>GRAN TOTAL</b>	+ 69.50		

TABLA 8.- ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO 2. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO I

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 3**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA IN <sup>2</sup>	ESF.NORMAL Syy Ksi	FUERZA F KIPS	ESF.CORTANTE TYZ Ksi	FUERZA CORTANTE V kips	
PATÍN INFERIOR (T)	1	712	11.81 x 13.78 163	-5.621	-0.10	+2.250	+0.036	
	2	713	163	-1.804	-0.03	+4.256	+0.007	
	3	714	163	+2.100	+0.035	-1.477	-0.024	
	4	715	163	+5.551	+0.100	+3.145	-0.051	
					<i>SUM</i>	+0.005	<i>SUM</i>	-0.032
ALMA								
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (C)	5	11.81 x 11.81 140	-3.917	-0.5480	-1.219	+0.1706	
		6	140	-2.224	-0.3136	-1.701	+0.2381	
		7	140	+5.308	+0.0743	+2.168	+0.3035	
		8	140	+5.448	+0.762	+2.581	+0.3613	
					<i>SUM</i>	-0.025	<i>SUM</i>	+1.073
	CAPA SUPERIOR (T)	9	3866	140	+4.801	+0.672	-2.157	-0.3019
		10	3890	140	+2.670	+0.373	-1.828	-0.2559
		11	3914	140	-9.464	-0.1324	-2.121	-0.2969
		12	3938	140	-5.560	-0.7784	-1.210	-0.1694
				<i>SUM</i>	+0.1342	<i>SUM</i>	-1.024	
				<i>GRAN TOTAL</i>	-0.030	<i>GRAN TOTAL</i>	+0.049 •	
				<i>GRAN TOTAL</i>	+0.1342			

TABLA 9.- ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO 3. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO i

### 3.5.5 FUERZAS CORTANTES

#### A) SENTIDO LONGITUDINAL

*LAS FUERZAS CORTANTES EN EL EXTREMO DE LA LOSA DE REACCIÓN SE HAN CALCULADO EN BASE A LOS ESFUERZOS CORTANTES DE CADA ELEMENTO FINITO TZX. QUE MULTIPLICADOS POR EL ÁREA DE SU SECCIÓN TRANSVERSAL NOS REPRESENTA EL CORTANTE EN CADA UNO DE ELLOS Y LA SUMATORIA ES EL CORTANTE TOTAL DE LA LOSA .LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA LOSA SE HA DIVIDIDO EN CINCO PARTES: LA SECCIÓN DE LA VIGA CENTRAL, LA SECCIÓN DE LA VIGA ADYACENTE IZQUIERDA, LA SECCIÓN DE LA VIGA ADYACENTE DERECHA, LA SECCIÓN DEL MURO EXTREMO IZQUIERDO Y LA SECCIÓN DEL MURO EXTREMO DERECHO, ESTO CON LA FINALIDAD DE VISUALIZAR MEJOR LOS RESULTADOS. ESTAS SECCIONES SE PUEDEN APRECIAR EN LA FIG. 3.27.*

*SE ANALIZARÁ EL CASO UNO POR SER EL MÁS CRÍTICO. LOS VALORES DE LOS ESFUERZOS CORTANTES EN LOS ELEMENTOS FINITOS SE ENCUENTRAN TABULADOS EN LAS TABLAS 10, 11 Y 12 PARA LAS SECCIONES DE LA VIGA CENTRAL, VIGA ADYACENTE IZQUIERDA Y VIGA ADYACENTE DERECHA RESPECTIVAMENTE. PARA LOS MUROS EXTREMOS DERECHO E IZQUIERDO, LOS VALORES CALCULADOS FUERON CERO, ES DECIR PARA EL CASO DE CARGA 1 EL CORTANTE SE DISTRIBUYÓ EN LOS TRES MUROS CENTRALES, COMO SE PUEDE APRECIAR EN LAS TABLAS MENCIONADAS, EN LA VIGA INTERMEDIA TENEMOS UN CORTANTE DE 183 kips, EN LAS VIGAS ADYACENTES IZQUIERDA Y DERECHA TENEMOS UN CORTANTE DE 19 kips EN CADA UNA SUMANDO UN TOTAL DE 221 kips LO QUE EQUIVALE AL CORTANTE TOTAL.*

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA IN <sup>2</sup>	ESF.CORTANTE TZX (x 10 <sup>-2</sup> ) ksi	CORTANTE V Kips	
PATÍN INFERIOR	1	401	15.75 x 13.78 217	-0.00521	-0.0113	
	2	433	217	-0.04310	-0.0935	
	3	465	217	+0.69600	+1.5100	
	4	497	217	+1.50000	+3.25500	
	5	529	217	+0.69600	+1.51000	
	6	561	217	-0.04310	-0.0935	
	7	593	217	-0.00521	-0.0113	
				<i>SUM</i>	-6.0650	
ALMA	8	977	15.75 x 15.75 248	+5.25	+13.00	
	9	1393	248	+5.68	+14.53	
	10	1425	248	+6.30	+15.62	
	11	1457	248	+6.59	+16.34	
	12	1489	248	+7.02	+17.40	
				<i>SUM</i>	+76.89	
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR	13	15.75 x 11.81 186	+0.867	+1.61	
		14	2033	186	+2.570	+4.78
		15	2065	186	+3.450	+6.41
		16	2097	186	+3.270	+6.08
		17	2129	186	+3.450	+6.41
		18	2161	186	+2.570	+4.78
		19	2193	186	+0.867	+1.61
					<i>SUM</i>	+31.68
	CAPA SUPERIOR	20	4072	15.75 x 11.81 186	-0.528	-0.980
		21	4073	186	+9.760	+18.150
		22	4074	186	+9.840	+18.300
		23	4075	186	-1.320	-2.450
		24	4076	186	+9.840	+18.300
		25	4077	186	+9.760	+18.150
26		4078	186	-0.527	-0.980	
				<i>SUM</i>	+68.49	
<i>GRAN TOTAL</i>					+183.13	

TABLA 10.- ESFUERZOS CORTANTES EN EL EXTREMO DE VIGA CENTRAL PARA CASO DE CARGA 1.SENTIDO LONGITUDINAL

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA IN <sup>22</sup>	ESF.CORTANTE TZX (x 10 <sup>-3</sup> ) ksi	CORTANTE V Kips	
PATÍN INFERIOR	1	209	15.75 x 13.78 217	0	0	
	2	241	217	+0.0465	+0.010	
	3	273	217	+0.7100	+0.370	
	4	305	217	+0.8900	+0.410	
	5	337	217	-0.7420	-0.160	
	6	369	217	-0.8750	-0.189	
				<b>SUM</b>	+0.440	
ALMA	7	945	15.75 x 15.75 248	+11.10	+2.75	
	8	1233	248	+14.30	+3.54	
	9	1265	248	+16.70	+4.14	
	10	1297	248	+17.80	+4.41	
	11	1329	248	+17.50	+4.34	
				<b>SUM</b>	+19.18	
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR	12	1361	15.75 x 11.81 186	0	0
		13	1201	186	-4.640	-0.860
		14	1873	186	-0.446	-0.080
		15	1905	186	+3.750	+0.700
		16	1937	186	+3.130	+0.580
		17	1969	186	+0.040	+0.007
					<b>SUM</b>	+0.350
	CAPA SUPERIOR	18	4066	15.75 x 11.81 186	0	0
		19	4067	186	-4.640	-0.86
		20	4068	186	-0.648	-0.120
		21	4069	186	-1.010	-0.187
		22	4070	186	-0.780	-0.145
		23	4071	186	+2.040	+0.380
					<b>SUM</b>	-0.930
<b>GRAN TOTAL</b>					+19.00	

TABLA 11.- **ESFUERZOS CORTANTES EN EL EXTREMO DE VIGA ADYACENTE IZQUIERDA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO LONGITUDINAL**

**LOSA DE REACCIÓN**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS**  
**ESFUERZOS: CASO DE CARGA 1**

LOCALIZACIÓN	ELEMENTO	No. de ELEMENTO	AREA IN <sup>2</sup>	ESF.CORTANTE TZX (x 10 <sup>-3</sup> )ksi	FUERZA kips
PATÍN INFERIOR	1	625	16.76 X 13.78 217	-0.8750	-0.189
	2	657	217	-0.7420	-0.160
	3	689	217	+1.890	+0.410
	4	721	217	+1.710	+0.370
	5	753	217	+0.0465	+0.010
	6	785	217	0	0
				<b>SUM</b>	<b>+0.440</b>
ALMA	7	1009	16.76 X 16.76 248	+11.10	+2.75
	8	1553	248	+14.30	+3.54
	9	1585	248	+16.70	+4.14
	10	1617	248	+17.80	+4.41
	11	1649	248	+17.50	+4.34
				<b>SUM</b>	<b>+19.18</b>
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR	12	16.76 X 11.81 186	+0.040	+0.007
		13	186	+3.130	+0.580
		14	186	+3.750	+0.700
		15	186	-0.446	-0.080
		16	186	-4.640	-0.860
		17	186	0	0
				<b>SUM</b>	<b>+0.350</b>
	CAPA SUPERIOR	18	16.76 X 11.81 186	+2.040	+0.380
		19	186	-0.780	-0.145
		20	186	-1.010	-0.187
		21	186	-0.648	-0.120
		22	186	-4.640	-0.860
		23	186	0	0
				<b>SUM</b>	<b>-0.930</b>
				<b>GRAN TOTAL</b>	<b>+19.00</b>

TABLA 12.- **ESFUERZOS CORTANTES EN EXTREMO DE VIGA ADYACENTE DERECHA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO LONGITUDINAL**

	MURO EXT IZO			VIGA ADYACENTE IZQUIERDA			VIGA CENTRAL			VIGA ADYACENTE DERECHA			MURO EXT DER												
3313	4064	4065	4066	4067	4068	4069	4070	4071	4072	4073	4074	4075	4076	4077	4078	4079	4080	4081	4082	4083	4084	4085	4086	4087	
1841	1681	1521	1361	1201	1873	1905	1937	1969	2001	2033	2065	2097	2129	2161	2193	2225	2257	2289	2321	2353	2385	2417	2449	2481	
1169				1329								1489						1649							1809
1137				1297								1457						1617							1777
1105				1265								1425						1585							1745
1073				1233								1393						1553							1713
913				945								977						1009							1041
113	145	177	209	241	273	305	337	369	401	433	465	497	529	561	593	625	657	689	721	753	785	817	849	881	
*	Y	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

FIG. 3.27 NUMERACION DE ELEMENTOS FINITOS EN EXTREMO DE LA LOSA

**B) SENTIDO TRANSVERSAL**

**DE LA MISMA FORMA COMO SE PROCEDIÓ CON EL CÁLCULO DEL CORTANTE EN EL SENTIDO LONGITUDINAL, PROCEDEREMOS PARA EL CÁLCULO DEL CORTANTE EN EL SENTIDO TRANSVERSAL, SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DESCRITO EN EL APARTADO 3.5.5 (A).**

**LA LOSA DE REACCIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL SE HA DISCRETIZADO EN DOS FRANJAS QUE SE CONSIDERAN LAS MÁS ESFORZADAS EN ESTE SENTIDO, LAS CUALES SE PUEDEN APRECIAR EN LAS FIGURAS 3.22, 3.23 Y 3.24 PARA EL CASO UNO Y DOS SE SELECCIONÓ LA FRANJA EXTREMA DE LA LOSA DONDE ESTÁN CONCENTRADAS LAS CARGAS DE MAYOR MAGNITUD. PARA EL CASO 3 SE SELECCIONÓ LA FRANJA INTERIOR DONDE SE CONCENTRAN LAS CARGAS MÁS CRÍTICAS PARA ESTE CASO.**

**LOS VALORES DE LOS ESFUERZOS CORTANTES EN LOS ELEMENTOS FINITOS SE ENCUENTRAN TABULADOS EN LAS TABLAS 6, 6A, 7, 8 Y 9, PARA LOS TRES CASOS DE CARGA.. LA NUMERACIÓN DE LOS ELEMENTOS FINITOS SE PUEDE APRECIAR EN LA FIGURA 3.22, 3.23 Y 3.24. EL VALOR DEL CORTANTE PARA EL CASO UNO FUE 41.0 tons., ÉSTE REPRESENTA EL CASO CRÍTICO PARA EL CORTANTE EN EL SENTIDO TRANSVERSAL.**



### **3.5.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **DEFLEXIONES**

**LAS DEFLEXIONES MÁXIMAS DE LA LOSA CORRESPONDEN AL CASO 1 Y SE ENCUENTRAN EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA MISMA. EL VALOR DE LAS DEFLEXIONES PARA ESTE CASO ES DE 0.007370". LAS DEFLEXIONES CALCULADAS EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTARON 0.0097".**

**EN ESTE CASO LA DIFERENCIA DEL 30% A FAVOR DE LAS DEFLEXIONES CALCULADAS EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR CON RESPECTO A LAS OBTENIDAS EN EL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS SE ATRIBUYE A LA CONTRIBUCIÓN DE LAS VIGAS ADYACENTES CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL.**

**PARA EL CASO 2 SE OBTUVIERON DEFLEXIONES DEL ORDEN DE 0.0060" EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA. PARA EL CASO 3 LAS DEFLEXIONES FUERON DEL ORDEN DE 0.0050" EN UNA SECCIÓN LIGERAMENTE DESFASADA DEL CENTRO.**

**LAS DEFLEXIONES MENCIONADAS EN ESTE APARTADO SON ELÁSTICAS, TANTO EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR COMO EN EL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS, ESTO CON LA FINALIDAD DE TENER UNA MISMA BASE DE COMPARACIÓN. LAS DEFLEXIONES CONSIDERANDO EL AGRIETAMIENTO Y EL ACERO DE REFUERZO SE HARÁN EN EL DISEÑO DEFINITO.**

## MOMENTOS FLEXIONANTES

### A) SENTIDO LONGITUDINAL

EL MOMENTO FLEXIONANTE EN LA LOSA FUE OBTENIDO COMO SE DESCRIBE EN EL APARTADO 3.5.4, EN BASE A LOS RESULTADOS POR ELEMENTOS FINITOS, PARA EL CASO 1 SE TIENE UN MOMENTO MÁXIMO EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA VIGA CENTRAL DE 245.12 ton-m. EL MOMENTO MÁXIMO CALCULADO PARA LA MISMA SECCIÓN EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR ES 391.58 ton-m, LO CUAL EXCEDE EN UN 60% AL OBTENIDO EN EL ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS. LO ANTERIOR SE ATRIBUYE A LA CONTRIBUCIÓN DE LAS VIGAS ADYACENTES.

### B) SENTIDO TRANSVERSAL

EN EL SENTIDO TRANSVERSAL RIGE EL CASO UNO EN LA FRANJA EXTREMA DE LA LOSA, LOS MOMENTOS CALCULADOS POR ELEMENTOS FINITOS PARA LA LOSA SUPERIOR SON:

$$M_{\text{max. positivo}} = +3.28 \text{ ton-m} \quad Y \quad M_{\text{max. negativo}} = -13.10 \text{ ton-m}$$

COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 3.25

PARA LA LOSA INFERIOR Y LOS MUROS NO SE DETERMINARON LOS MOMENTOS, DADO QUE SU MAGNITUD ES MUY PEQUEÑA COMO SE DEMOSTRÓ EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR.

## **FUERZAS CORTANTES**

### **A) SENTIDO LONGITUDINAL**

**EL CORTANTE MÁXIMO EN LA LOSA DE REACCIÓN FUE CALCULADO EN BASE AL ESFUERZO CORTANTE DE CADA ELEMENTO FINITO EN LA SECCIÓN EXTREMA DE LA MISMA, SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DESCRITO EN EL APARTADO 3.5.5.**

**EN LA SECCIÓN CENTRAL DE LA LOSA SE CONCENTRA UN CORTANTE DE 183 kips Y EN LAS SECCIONES ADYACENTES SE CONCENTRA UN CORTANTE DE 19 kips EN CADA UNA SUMANDO UN TOTAL DE 221 kips.**

**EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA SECCIÓN CENTRAL DE LA LOSA TENEMOS UN CORTANTE MÁXIMO DE 220 kips, LO QUE ES 20% MAYOR QUE EL RESULTADO OBTENIDO CON EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. LO ANTERIOR SE ATRIBUYE A LA CONTRIBUCIÓN DE LAS VIGAS ADYACENTES.**

### **B) SENTIDO TRANSVERSAL**

**EN EL SENTIDO TRANSVERSAL RIGE EL CASO UNO EN LA FRANJA EXTREMA CON UN CORTANTE DE 41.0 tons EN LA LOSA SUPERIOR. EL CORTANTE CONSIDERADO EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR FUE DE 50 tons, LO CUAL EXCEDE EN UN 18% AL CALCULADO POR ELEMENTOS FINITOS. EL RESTO DEL CORTANTE SE DISTRIBUYE EN EL EXTREMO j DEL ELEMENTO ANALIZADO.**

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DEFINITIVO

**DISEÑO DEFINITIVO DE LOSA CON RESULTADOS DE ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL USANDO ELEMENTOS FINITOS.**

#### 4.1 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO LONGITUDINAL

**EL DISEÑO DEFINITIVO POR FLEXIÓN DE LA LOSA SE HARÁ EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL POR ELEMENTOS FINITOS SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DESCRITO EN EL APARTADO 3.5.4.**

##### REACCIONES MÁXIMAS

$$M_{max} = 245.12 \text{ ton-m}$$

$$\underline{M_{max} = 24,512,000.0 \text{ Kg-cm}}$$

$$V_{max. \text{ ext.}} = 83.2 \text{ Ton}$$

$$V_{max. \text{ ext.}} = 83,200.0 \text{ Kg}$$

##### REACCIONES ULTIMAS

$$MU = 1.4D + 1.7L$$

$$MU = 1.4 (24,512,000.0 \text{ kg-cm})$$

$$\underline{MU = 34,316,800.0 \text{ kg-cm}}$$

$$\begin{aligned}
 VU &= 1.4D + 1.7L \\
 VU &= 1.4 (83,200.0 \text{ Kg}) \\
 \underline{VU} &= \underline{116,480.0 \text{ Kg.}}
 \end{aligned}$$

**DATOS DE LA VIGA**

$$\begin{aligned}
 F_y &= 4200 \text{ k/cm}^2 \\
 F'_c &= 325 \text{ k/cm}^2 \\
 b &= 240.0 \text{ cm} \\
 d &= 278.0 \text{ cm} \quad \text{TENSIONES EN PATÍN INFERIOR}
 \end{aligned}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \frac{6100}{6100 + f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0.85 (0.82) 325}{4200} = \left[ \frac{6100}{6100 + 4200} \right]$$

$$\rho_b = 0.0319$$

$$\rho_{max} = 0.75 \quad \rho_b = 0.75 (0.0319)$$

$$\rho_{max} = 0.0239$$

$$\frac{Mu}{(\phi)(f'c)(bw)(d)^2} = \frac{34,316,800.0 \text{ kg-cm}}{0.9(325)(240)(278)^2} = 0.006325$$

$$\omega = 0.006325$$

$$\rho = \omega \frac{f'c}{Fy} = \frac{0.006325(325)}{4200.0} = 0.000489$$

**ACERO REQUERIDO POR FLEXIÓN**

$$As = \rho bd = 0.000489(240)(278) = 32.6 \text{ cm}^2$$

**USANDO Vs #5 (1.98 cm<sup>2</sup>) EL ESPACIAMIENTO SERÁ:**

$$S = \frac{1.98 \text{ cm}^2 \times 240 \text{ cm} \times 2 \text{ camas}}{32.6 \text{ cm}^2} = 29 \text{ cm}$$

**COLOCAR Vs #5 A CADA 20 cm EN 2 CAMAS (24 Vs #5) PARA UNIFORMIZAR EL REFUERZO EN UN ANCHO EFECTIVO DE 240.0 cm.**

$$\text{ACERO PROPORCIONADO} = (1.98 \text{ cm}^2)(24 \text{ Vs}) = \underline{47.52 \text{ cm}^2}$$

$$\rho(bw) \text{ PROPORCIONADO} = \frac{47.52 \text{ cm}^2}{40 \text{ cm} \times 278 \text{ cm}} = 0.0043 > \rho_{min} = 0.0033 \text{ ART. 10.5.1}$$

$$< \rho_{max} = 0.0239 \rightarrow \text{CORRECTO}$$

$$\rho(bf) \text{ PROPORCIONADO} = \frac{47.52 \text{ cm}^2}{240 \text{ cm} \times 278 \text{ cm}} = 0.00071$$

**PARA VERIFICAR QUE LA VIGA ESTÉ TRABAJANDO COMO RECTANGULAR REVISAREMOS QUE EL EJE NEUTRO ESTÉ LOCALIZADO DENTRO DEL PATÍN.**

$$(A_s)(f_y) = 0.85 (f'_c) (a) (b_f)$$

$$a = \frac{(A_s)(f_y)}{(0.85)(f'_c)(b_f)} = \frac{(47.52 \text{ cm}^2)(4200.0 \text{ kg/cm}^2)}{(0.85)(325 \text{ kg/cm}^2)(240 \text{ cm})} = 3.0 \text{ cm}$$

**EL VALOR DE "a" RESULTA SER MENOR QUE EL ESPESOR DEL PATÍN SUPERIOR DE 60 cm, POR LO TANTO LA VIGA REALMENTE SE COMPORTA COMO RECTANGULAR, SEGÚN SE SUPUSO EN EL DISEÑO.**

#### **REVISIÓN DEL AGRIETAMIENTO**

**CON EL REFUERZO PROPORCIONADO REVISAREMOS EL AGRIETAMIENTO SEGÚN EL ARTÍCULO 10.6.4., EL CUAL PARA EXPOSICIÓN INTERIOR ESTABLECE UN VALOR MÁXIMO DE "Z"**

$$Z = f_s \sqrt[3]{dc A} \leq 31,280 \text{ kg/cm}$$

**donde:**

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200 \text{ kg/cm}^2) = 2520.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$dc = 7 \text{ cm}$$

$$A = \frac{240 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}}{12 \text{ varillas}} = 280 \text{ cm}^2 / \text{varilla}$$

$$Z = 2520.0 \text{ kg/cm}^2 \sqrt[3]{7 \times 280 \text{ cm}^2} = 31,537.0 \text{ kg/cm}$$

$$Z = 31,536.0 \text{ kg/cm} \approx 31,280.0 \text{ kg/cm}$$

**EL VALOR DE "Z" SE CONSIDERA ACEPTABLE**

**PARA LA ALTERNATIVA DE CARGA "A" REVISAREMOS LA CAPACIDAD DE LA SECCIÓN CONSIDERANDO EL MISMO REFUERZO QUE PARA LA ALTERNATIVA DE CARGA "B" (TENSIONES DE PATÍN INFERIOR).**

**CONSIDERANDO LOS MISMOS DATOS DE LA VIGA, PERO EL PERALTE EFECTIVO**

$$d = 295 - 30 = 265 \text{ cm} \quad \text{y} \quad f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$As = 47.52 \text{ cm}^2$$

$$d = 265 \text{ cm}$$

$$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$bf = 240 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{As}{bd} = \frac{47.52 \text{ cm}^2}{240.0 \text{ cm} \times 265 \text{ cm}} = 0.000747$$

$$\omega = \rho \frac{fy}{f'c} = \frac{0.000747 (4200 \text{ kg / cm}^2)}{250 \text{ kg / cm}^2} = 0.0125$$

$$\phi Mn = \phi f'c bd^2 \omega (1 - 0.59 \omega)$$

$$\phi Mn = 0.9 (250 \text{ kg / cm}^2) (240 \text{ cm}) (265 \text{ cm})^2 (0.0125) (1 - 0.59 \times 0.0125)$$

$$\phi Mn = 47,052,286.0 \text{ kg - cm} > Mu = 34,316,800.0 \text{ kg - cm} \rightarrow \text{CORRECTO}$$

**COLOCAR VARILLAS #5 A CADA 20 cms EN DOS CAMAS (24 Vs #5) PARA UNIFORMIZAR EL REFUERZO EN UN ANCHO EFECTIVO DE 240 cm. Y LOGRAR UN ACOMODO ADECUADO DE ACUERDO A LOCALIZACIÓN DE CAMISAS.**



## 4.2 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL

### SOLICITACIONES DE DISEÑO

$$M_{max} = -13.1 \text{ ton-m}$$

$$M_{max} = +3.28 \text{ ton-m}$$

$$V_{max} = 41.0 \text{ ton}$$

### REACCIONES ÚLTIMAS

$$M_u = 1.4 D + 1.7 L$$

$$M_u = 1.4 (-13.10 \text{ ton-m}) = 18.34 \text{ ton-m (1.834,000.0 kg-cm)}$$

$$M_u = 1.4 (+3.38 \text{ ton-m}) = 4.59 \text{ ton-m (459,000.0 kg-cm)}$$

$$V_u = 1.4 (41.0 \text{ ton}) = 57.4 \text{ ton (57,400.0 kg)}$$

### DATOS DE LA VIGA

$$F_y = 4200.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 325.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$d = 53 \text{ cm}$$

$$\rho_{max} = 0.0239$$

**NOTA: SE CONSIDERA UN ANCHO EFECTIVO DE 60 cm YA QUE EL EFECTO DE FLEXIÓN Y CORTANTE SE CONCENTRA EN ESTE ANCHO COMO SE APRECIA EN LAS TABLAS DE LOS RESULTADOS POR ELEMENTOS FINITOS. CON EL CRITERIO UTILIZADO EN EL ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTA UN ANCHO EFECTIVO DE 65 cms.**

$$\frac{Mu}{\phi (f'c) (bw) (d^2)} = \frac{1,834,000.0 \text{ kg} - \text{cm}}{(0.9) (325 \text{ kg} / \text{cm}^2) (60 \text{ cm}) (53)^2} = 0.0372$$

$$\omega = 0.0308$$

$$\rho = \omega \frac{f'c}{fy} = 0.0308 \left( \frac{325 \text{ kg} / \text{cm}^2}{4200.0 \text{ kg} / \text{cm}^2} \right) = 0.00238$$

$$\rho = 0.00238 > \rho_{min} (\text{losa}) = 0.0018 \quad \text{ART. 7.12.2.1} \rightarrow \text{CORRECTO}$$

$$< \rho_{max} = 0.0239$$

**ACERO REQUERIDO POR FLEXIÓN:**

$$As = 0.00238 (60) (53) = 7.56 \text{ cm}^2$$

**SEPARACIÓN DEL REFUERZO USADO Vs #6 (2.84 cm<sup>2</sup>)**

$$S = \frac{(2.84 \text{ cm}^2) (60 \text{ cm})}{7.56 \text{ cm}^2} = 22.53 \text{ cm}$$

**COLOCAR Vs #6 A CADA 20 cm EN DOS CAMAS DADO QUE LOS EFECTOS SE PUEDEN INVERTIR  
SEGÚN SE PRESENTE EL CASO A ó B.**

**REVISIÓN DEL AGRIETAMIENTO**

$$Z = f_s \sqrt[3]{(dc)(A)} \leq 31,280.0 \text{ kg/cm}$$

*donde:*

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200 \text{ kg/cm}^2) = 2520.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$dc = 7 \text{ cm}$$

$$A = \frac{60 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}}{3 V_s} = 280.0 \text{ cm}^2 / \text{varilla}$$

$$Z = 2520.0 \text{ kg/cm}^2 \sqrt[3]{(7 \text{ cm})(280)} = 31,536.0 \text{ kg/cm}$$

$$Z = 31,536.0 \text{ kg/cm} \approx 31,280.0 \text{ kg/cm}$$

**EL VALOR DE "Z" SE CONSIDERA ACEPTABLE.**

### 4.3 DISEÑO POR CORTANTE EN EL SENTIDO LONGITUDINAL

EL DISEÑO DEFINITIVO DE CORTANTE POR FLEXIÓN EN LA LOSA SE HARÁ EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL POR ELEMENTOS FINITOS, SEGÚN EL PROCEDIMIENTO DESCRITO EN EL APARTADO 3.5.5 EN LA SECCIÓN CENTRAL DE LA LOSA .

#### SOLICITACIONES DE DISEÑO

$$V_{max. ext} = 183.0 \text{ kips}$$

$$V_{max. ext} = 83.2 \text{ tons}$$

$$V_{max. ext} = 83,200.0 \text{ kg}$$

#### CORTANTE ÚLTIMO

$$V_u = 1.4 (83,200.0 \text{ kg})$$

$$V_u = 116,480.0 \text{ kg}$$

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

$$(V_n)_{req} = \frac{V_u}{\phi} = \frac{116,480.0 \text{ kg}}{0.85} = 137,035.0 \text{ kg}$$

$$(V_n)_{req} = 137,035.0 \text{ kg}$$

**RESISTENCIA DEL CONCRETO A CORTANTE**

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} bwd \quad \text{Secc. 11.3.1.1}$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 295 - 30 = 265 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{250} (40) (265)$$

$$V_c = 88,828.0 \text{ kg}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = 137,035.0 \text{ Kg} - 88,828.0 \text{ Kg}$$

$$V_s = 48,207.0 \text{ kg}$$

**REFUERZO MÁXIMO POR CORTANTE**

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'_c} bwd \quad \text{Secc. 11.5.6.8}$$

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{250} (40) (265)$$

$$V_s \leq 351,962.0 \text{ kg.}$$

$$48,207.0 \text{ kg.} < 351,962.0 \text{ kg} \rightarrow \text{CORRECTO}$$

**SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO VARILLAS #4 (1/2")**

$$S = \frac{A_v (f_y) (d)}{V_s} = \frac{2 (1.29 \text{ cm}^2) (4200.0 \text{ kg / cm}^2) (265 \text{ cm})}{48,207.0 \text{ kg}} = 59 \text{ cm}$$

**CONSIDERAR VARILLAS #4 A CADA 50 cms.**

#### 4.4 DISEÑO POR CORTANTE EN EL SENTIDO TRANSVERSAL

##### A) CORTANTE POR FLEXIÓN

##### SOLICITACIONES DE DISEÑO

$$V_{max} = 41.0 \text{ tons.}$$

$$V_{max} = 41,000.0 \text{ Kg}$$

##### CORTANTE ÚLTIMO

$$V_u = 1.4D + 1.7L$$

$$V_u = 1.4 (41,000.0 \text{ Kg}) = 57,400.0 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 57,400.0 \text{ Kg}$$

$$(V_n)_{req} = \frac{V_u}{\phi} = \frac{57,400 \text{ kg}}{0.85} = 67,530.0 \text{ kg}$$

$$(V_n)_{req} = 67,530.0 \text{ kg}$$

COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE SE TOMARÁ UN ANCHO EFECTIVO DE 60 cm.

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b w d \quad \text{Secc.11.3.1.1}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{325} (60) (53) = 30,384.0 \text{ kg}$$

$$V_c = 30,384.0 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 V_s &= V_n - V_c \\
 V_s &= 67,530.0 \text{ kg} - 30,384.0 \text{ kg} = 37,146.0 \text{ kg} \\
 V_s &= 37,146.0 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**REFUERZO MÁXIMO POR CORTANTE**

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'_c} b w d \quad \text{Secc. 11.5.6.8}$$

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{325} (60) (53) = 120,389.0 \text{ kg}$$

$$V_s \leq 120,389.0 \text{ kg} \rightarrow \text{CORRECTO}$$

**SEPARACIÓN DE LOS ESTRIBOS CONSIDERANDO  $V_s$  #4 (1.29 cm<sup>2</sup>)**

$$S = \frac{A_v (f_y) (d)}{V_s} = \frac{4 (1.29 \text{ cm}^2) (4,200.0 \text{ kg/cm}^2) (53 \text{ cm})}{37,146.0 \text{ kg}} = 30 \text{ cm}$$

**COLOCAR 3 ESTRIBOS #4 A CADA 20 cm INICIANDO A 5 cm DEL PAÑO DEL APOYO.**



**B) CORTANTE POR PENETRACIÓN**

**EL CORTANTE POR PENETRACIÓN EN LA LOSA SUPERIOR SE CUBRIÓ AMPLIAMENTE EN LA PRIMERA PARTE DE ESTA TESIS DONDE SE DETERMINÓ EL ESPESOR DE LA MISMA, CONSIDERANDO UNA CARGA CONCENTRADA DE 50 tons CORRESPONDIENTE AL CASO DE CARGA UNO.**

## 4.5 ANCLAJE DEL ACERO DE REFUERZO

### REVISIÓN DEL ANCLAJE DEL ACERO DE REFUERZO

#### 1) LONGITUD DE DESARROLLO PARA VARILLAS SUJETAS A TENSION

$$Ldb = \frac{0.06 A_b f_y}{\sqrt{f'c}} \quad \text{ARTÍCULO 12.2.2}$$

$$f_y = 4200.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 250.0 \text{ kg/cm}^2$$

#### A) VARILLAS #5

$$A_b = 1.98 \text{ cm}^2; \quad db = 1.58 \text{ cm}$$

$$Ldb = \frac{0.06 (1.98 \text{ cm}^2) (4200.0 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{250}} = 32 \text{ cm}$$

EL FACTOR DE MODIFICACIÓN SEGÚN EL ARTÍCULO 12.2.3.1 INCISO (d) ES 1.0 → LA LONGITUD DE DESARROLLO BÁSICA MODIFICADA ES  $Ldb = 32 \text{ cm}$ .

LA CUAL NO DEBE SER MENOR DE:

$$\frac{0.113 db f_y}{\sqrt{f'c}} = \frac{0.113 (1.58 \text{ cm}) (4200 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{250}} = 48 \text{ cm}$$

$$\rightarrow Ldb = 48 \text{ cm}$$

**SEGÚN LA SECCIÓN 12.2.4.1 LA LONGITUD DE DESARROLLO DEL ACERO DE REFUERZO EN EL LECHO SUPERIOR DEBE MULTIPLICARSE POR 1.3. CUANDO EL ESPESOR DEL ELEMENTO BAJO EL REFUERZO SEA MAYOR DE 30 cm.**

$$\rightarrow Ld = 48 \text{ cm} \times 1.3 = 63 \text{ cm}$$

**CONCLUSIÓN: USAR 65 cm PARA VARILLAS #5 EN LECHO SUPERIOR E INFERIOR COMO LONGITUD DE DESARROLLO**

**B) VARILLAS #6**

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \quad A_b = 2.83 \text{ cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2 \quad d_b = 1.90 \text{ cm}$$

$$L_{db} = \frac{0.06 A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} = \frac{0.06 (2.83 \text{ cm}^2) (4200.0 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{250}} = 45 \text{ cm}$$

$$L_{db} = 45 \text{ cm}$$

**EL FACTOR DE MODIFICACIÓN SEGÚN EL ARTÍCULO 12.2.3.1 INCISO (d) ES 1.0 → LA LONGITUD DE DESARROLLO BÁSICA MODIFICADA ES  $L_{db} = 45 \text{ cm}$  LA CUAL NO DEBE SER MENOR DE:**

$$\frac{0.113 d_b f_y}{\sqrt{f'_c}} = \frac{0.113 (1.90 \text{ cm}) (4200.0 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{250}} = 57 \text{ cm}$$

**EL FACTOR DE MODIFICACIÓN SEGÚN EL ARTÍCULO 12.2.4.1 PARA VARILLAS DEL LECHO SUPERIOR ES 1.3, POR LO TANTO**

$$L_d = 57 \text{ cm} \times 1.3 = 74 \text{ cm.}$$

**CONCLUSIÓN: USAR 75 cm PARA VARILLAS #6 EN EL LECHO SUPERIOR E INFERIOR COMO LONGITUD DE DESARROLLO.**

2) LONGITUD DE DESARROLLO DE GANCHOS ESTÁNDAR EN TENSIÓN

$$L_{hb} = \frac{318 \text{ db}}{\sqrt{f'c}} \quad \text{PERO NO MENOR QUE 8 db NI 15 cm}$$

ARTÍCULO 12.5.1

ARTÍCULO 12.5.2

A) PARA VARILLAS #5

$$db = 1.58 \text{ cm}$$

$$F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$L_{hb} = \frac{318 (1.58 \text{ cm})}{\sqrt{250}} = 32.0 \text{ cm}$$

**NO APLICA NINGUNO DE LOS FACTORES DE LA SECCIÓN 12.5.3 POR LO TANTO SE TOMARÁ**

$$L_{db} = 32 \text{ cm.}$$

**CONCLUSIÓN: USAR 35 cm PARA VARILLAS #5 QUE TERMINEN EN GANCHO ESTÁNDAR.**

**B) PARA VARILLAS #6**

$$db = 1.905 \text{ cm}$$

$$Lhb = \frac{318 (1.905 \text{ cm})}{\sqrt{250}} = 38 \text{ cm}$$

**NO APLICA NINGUNO DE LOS FACTORES DE LA SECCIÓN 12.5.3 POR LO TANTO, SE TOMARÁ**

$$Ldb = 38 \text{ cm}$$

**CONCLUSIÓN: USAR 40 cm PARA VARILLAS #6 QUE TERMINEN EN GANCHO ESTÁNDAR**

3) **TRASLAPES DEL ACERO DE REFUERZO**

3.1 **VARILLAS EN TENSION**

A) **PARA VARILLAS #5**

**TRASLAPE CLASE B ———1.3 Ld**

**ARTÍCULO 12.15.1**

**LONGITUD DE TRASLAPE EN TENSION PARA VARILLAS #5 \_\_\_\_\_85 cm.**

B) **PARA VARILLAS #6**

**TRASLAPE CLASE B ———1.3 Ld**

**ARTÍCULO 12.15.1**

**LONGITUD DE TRASLAPE EN TENSION PARA VARILLAS #5 \_\_\_\_\_100 cm.**

3.2) **VARILLAS EN COMPRESION**

**LONGITUD DE TRASLAPE = 0.0071 fy db**

**ART. 12.16.1**

**fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>**

A) **PARA VARILLAS #5**

**LONGITUD DE TRASLAPE = 0.0071 (4200 kg/cm<sup>2</sup>) (1.58 cm) = 47 cm**

**CONCLUSIÓN: PARA VARILLAS #5 USAR 50 cm DE TRASLAPE EN COMPRESIÓN**

**B) PARA VARILLAS #6**

**LONGITUD DE TRASLAPE =  $0.0071 (4200 \text{ kg/cm}^2) (1.905 \text{ cm}) = 57 \text{ cm}$**

**CONCLUSIÓN: PARA VARILLAS #6 USAR 60 cm DE TRASLAPE EN COMPRESIÓN**

## 4.6 DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA DEL REFUERZO

### A) FLEXIÓN

#### SENTIDO LONGITUDINAL

LA CANTIDAD DE REFUERZO REQUERIDA EN EL SENTIDO LONGITUDINAL, FUE DETERMINADA DE ACUERDO AL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL POR ELEMENTOS FINITOS RIGIENDO EL CASO 1, RESULTANDO VARILLAS #5 A CADA 20 cms. EN DOS CAMAS, EN AMBOS PATINES, DADO QUE LOS EFECTOS PUEDEN SER REVERSIBLES DEPENDIENDO DE LA FORMA DE SUJECIÓN DE LOS ESPECÍMENES.

#### SENTIDO TRANSVERSAL.

EL REFUERZO REQUERIDO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL DE LA LOSA SE DETERMINÓ EN BASE AL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL POR ELEMENTOS FINITOS RIGIENDO EL CASO 1, RESULTANDO Vs #6 A CADA 20 cm EN DOS CAMAS DADO QUE LAS CARGAS PUEDEN CAMBIAR DE DIRECCIÓN.

EL REFUERZO REQUERIDO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL DE LA LOSA INFERIOR FUE DETERMINADO SEGÚN EL ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE CROSS, RESULTANDO UN ARMADO CON VARILLAS #5 A CADA 30 cm EN DOS CAMAS.



**B) CORTANTE**

**EL MURO**

**EL REFUERZO POR CORTANTE EN EL MURO SE DETERMINÓ EN BASE A LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL POR ELEMENTOS FINITOS, RESULTANDO VARILLAS #4 A CADA 50 cms. SIN EMBARGO, DEBIDO A LOS REQUERIMIENTOS DE FLEXIÓN EN EL MURO SE CONSIDERÓ EL REFUERZO CON VARILLAS #5 A CADA 20 cms.**

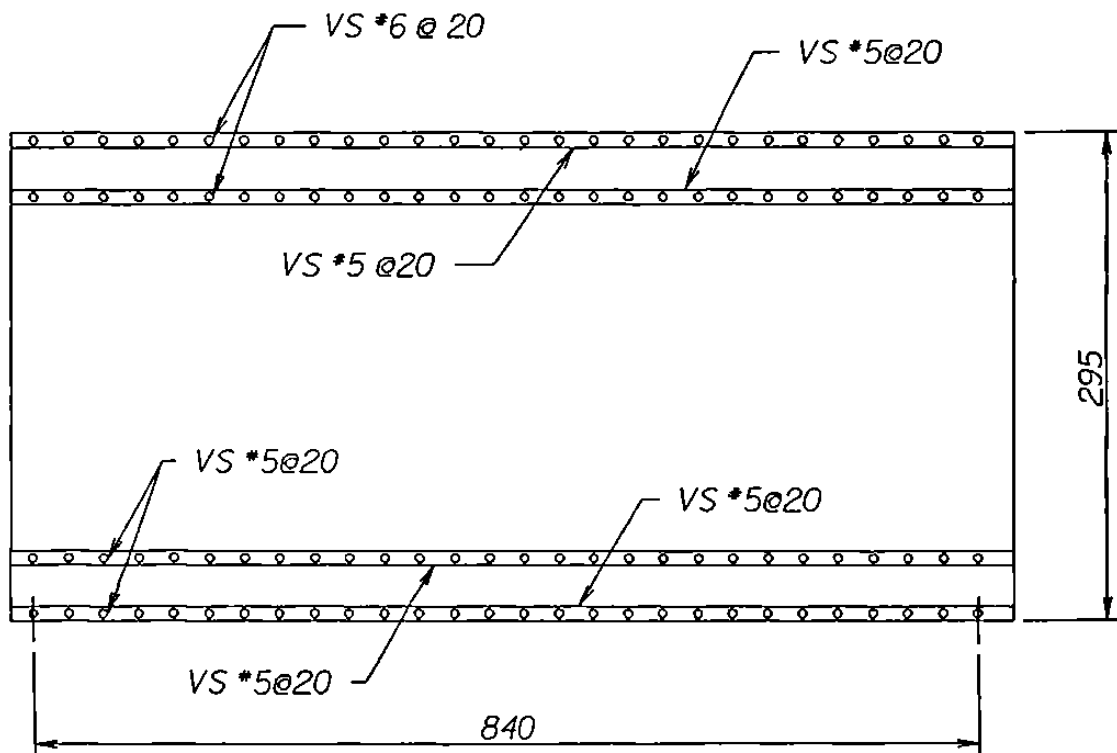
**EL REFUERZO EN EL SENTIDO HORIZONTAL DEL MURO SE DETERMINÓ DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE ACERO MÍNIMO EN MUROS, RESULTANDO VARILLAS #5 A CADA 25 cms.**

4.7

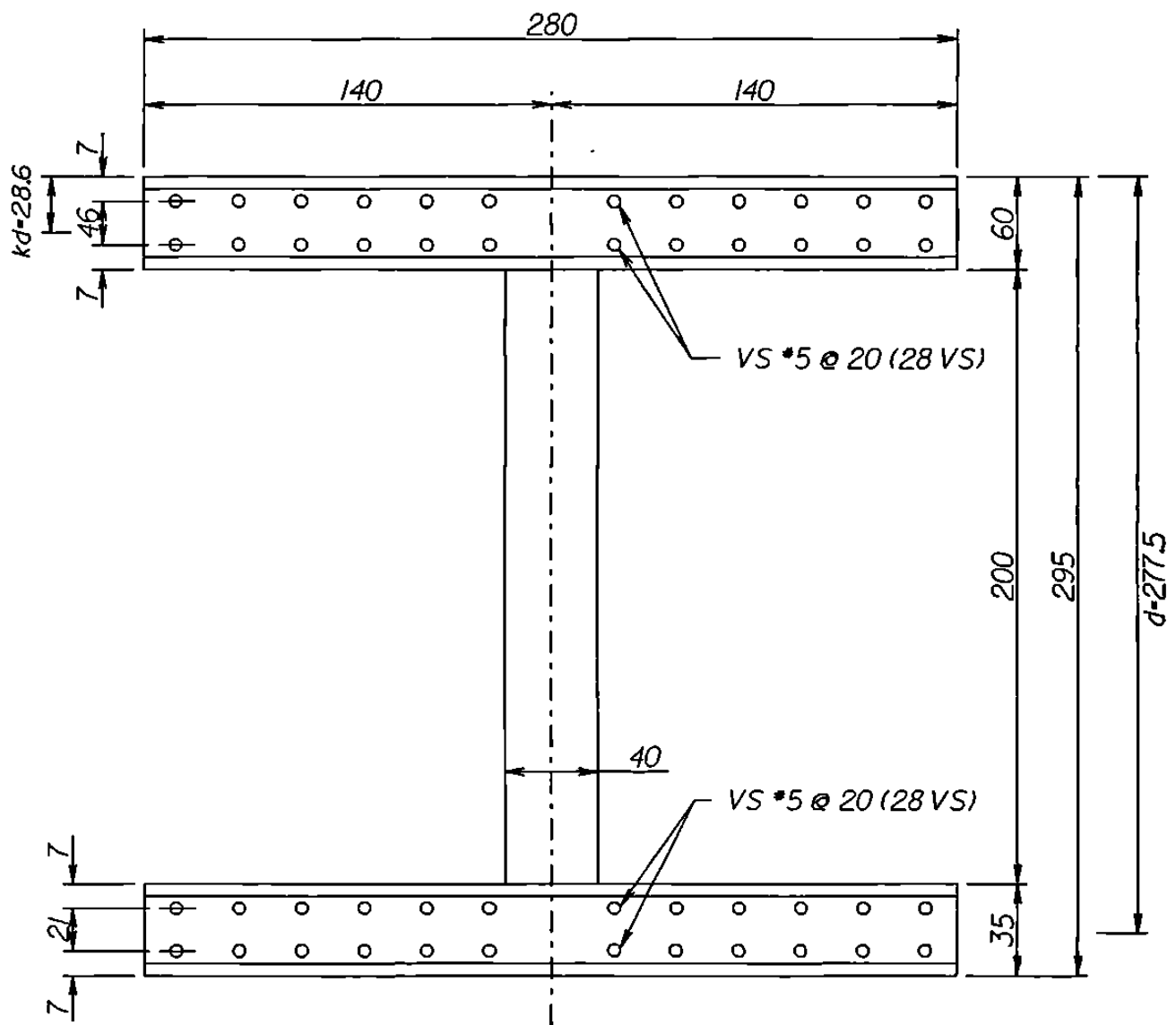
**DEFLEXIONES**

**LAS DEFLEXIONES CONSIDERANDO EL AGRIETAMIENTO Y EL ACERO DE REFUERZO PARA LA SECCIÓN CENTRAL DE LA LOSA, SE CALCULARÁN DE ACUERDO A LA SECCIÓN 9.5 DEL REGLAMENTO ACI 318/83.**

**SE ANALIZARÁ EL CASO DE CARGA UNO POR SER EL MÁS CRÍTICO.**



**DISTRIBUCIÓN LONGITUDINAL DEL REFUERZO EN LOSA.**



DISTRIBUCION DEL REFUERZO EN SENTIDO TRANSVERSAL DE LA LOSA.

DEFLEXIÓN INSTANTÁNEA

$$\Delta = \frac{PL^3}{48 E I_e}$$

$$E = 238,752.0 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{para } f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_e = \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} < I_g$$

DONDE.

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{Y_t}; \quad f_r = 2\sqrt{f'c} = 2\sqrt{250} = 31.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_g = 421,118,333.0 \text{ cm}^4 \quad \text{Inercia gruesa sin considerar Agrietamiento}$$

$$M_a = 24,527,000.0 \text{ kg-cm} \quad \text{Momento máximo actuante}$$

$$M_{cr} = \frac{31.6 \text{ kg/cm}^2 (421,118,330.0 \text{ cm}^4)}{165.0 \text{ cm}} = 80,650,541.0 \text{ kg-cm}$$

$$M_{cr} = 80,650,541.0 \text{ kg-cm} \quad \text{Momento de Agrietamiento}$$

$$280 (60) (kd - 30) + 40 (kd - 60) \left( \frac{kd - 60}{2} \right) = n (A_s) (277.5 - kd)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.039 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2}{238,752.0 \text{ kg/cm}^2} = 8.5$$

$$A_s = 28 \text{ Vs } 5 (1.98 \text{ cm}^2) = 55.44 \text{ cm}^2$$

$$16,800 (kd - 30) + 20 (kd - 60) (kd - 60) = 8.5 (55.44 \text{ cm}^2) (277.5 - kd)$$

$$16,800 kd - 504,000.0 + 20 [(kd)^2 - 60 kd - 60 kd + 3600] = 130,769.0 - 471.20 kd$$

$$16,800 kd - 504,000.0 + 20 (kd)^2 - 2,400 kd + 72,000 = 130,769 - 471.20 kd$$

$$\frac{20 (kd)^2 + 14,871.0 kd - 562,769.0}{20.0} = 0$$

$$(kd)^2 + 743.5 kd - 28,138.0 = 0$$

$$kd = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-743.5 \pm \sqrt{(743.5)^2 - 4(1)(-28,138)}}{2}$$

$$kd = \frac{-743.5 \pm 815.7}{2} = + \frac{72}{2} = 36.0 \text{ cm}$$

$$kd = 36.0 \text{ cm}$$

**INERCIA AGRIETADA**

$$I_{cr} = \frac{1}{12} (280) (36)^3 + (280) (36) \left( \frac{36}{2} \right)^2 + 8.5 (55.44) (277.5 - 36)^2$$

$$I_{cr} = 1,088,640.0 + 3,265,920.0 + 27,483,777.0$$

$$I_{cr} = 31,838,337.0 \text{ cm}^4$$

$$\frac{M_{cr}}{M_a} = \left( \frac{80,650,541.0}{24,527,000.0} \right)^3 = (3.288)^3 = 35.55$$

$$I_e = (35.5) 421,118,333.0 \text{ cm}^4 + [ 1 - 35.5 ] 31,838,337.0 \text{ cm}^4$$

$$I_e = 13,872,330,000.0 \text{ cm}^4 > I_g \quad \text{por lo tanto:}$$

$$I_e = I_g$$

$$I_e = 421,118,333.0 \text{ cm}^4$$

$$\Delta = \frac{PL^3}{48 E_c I_e} = \frac{(200,000.0 \text{ kg}) (840.0 \text{ cm})^3}{48 (238,752.0 \text{ kg / cm}^2) (421,118,333.0 \text{ cm}^4)} = 0.0245 \text{ cm}$$

$$\Delta = 0.0245 \text{ cm}$$

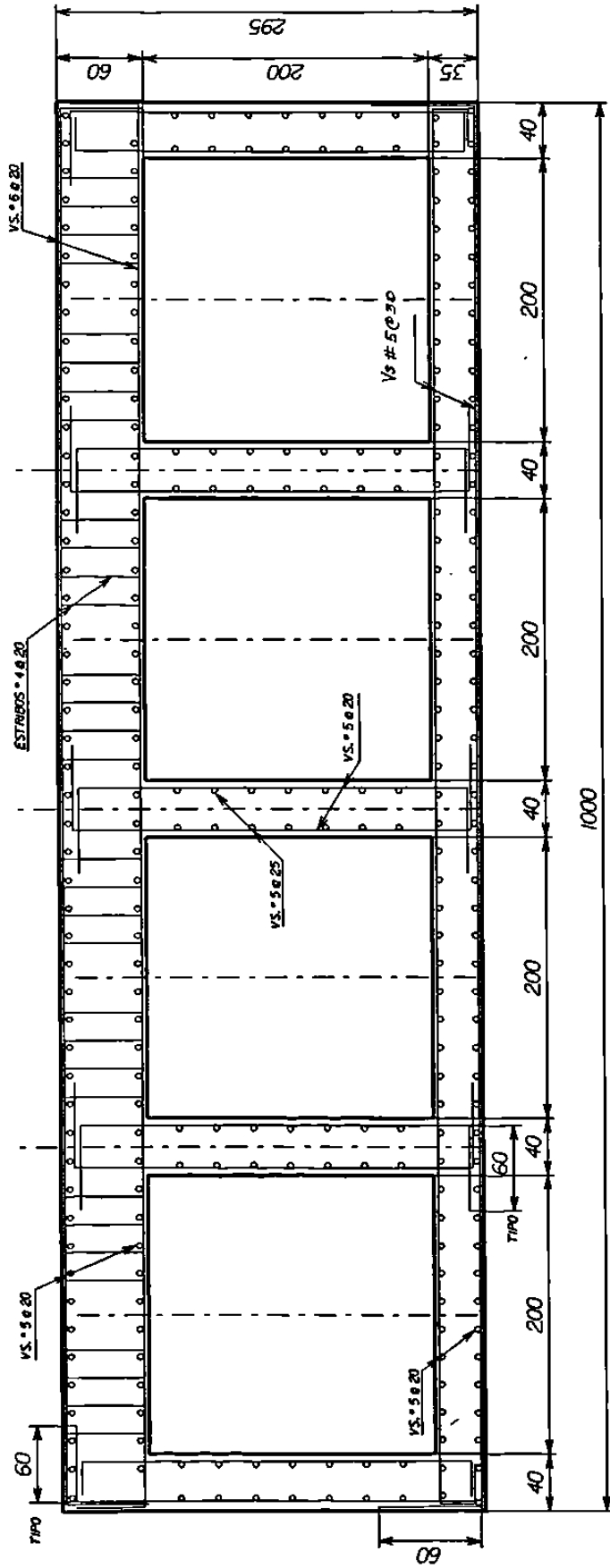


FIG. 4J DISTRIBUCION DEFINITIVA DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA

TABLA 9.2 Resistencia a momento  $M_u/\phi f'_c b d^2$  o  $M_n/f'_c b d^2$  de secciones rectangulares con refuerzo de tensión únicamente\*

$\omega$	.000	.001	.002	.003	.004	.005	.006	.007	.008	.009
0.0	0	.0010	.0020	.0030	.0040	.0050	.0060	.0070	.0080	.0090
0.01	.0099	.0109	.0119	.0129	.0139	.0149	.0159	.0168	.0178	.0188
0.02	.0197	.0207	.0217	.0226	.0236	.0246	.0256	.0266	.0275	.0285
0.03	.0295	.0304	.0314	.0324	.0333	.0346	.0352	.0362	.0372	.0381
0.04	.0391	.0400	.0410	.0420	.0429	.0438	.0448	.0457	.0467	.0476
0.05	.0485	.0495	.0504	.0513	.0523	.0532	.0541	.0551	.0560	.0569
0.06	.0579	.0588	.0597	.0607	.0616	.0625	.0634	.0643	.0653	.0662
0.07	.0671	.0680	.0689	.0699	.0708	.0717	.0726	.0735	.0744	.0753
0.08	.0762	.0771	.0780	.0789	.0798	.0807	.0816	.0825	.0834	.0843
0.09	.0852	.0861	.0870	.0879	.0888	.0897	.0906	.0915	.0923	.0932
0.10	.0941	.0950	.0959	.0967	.0976	.0985	.0994	.1002	.1011	.1020
0.11	.1029	.1037	.1046	.1055	.1063	.1072	.1081	.1089	.1098	.1106
0.12	.1115	.1124	.1133	.1141	.1149	.1158	.1166	.1175	.1183	.1192
0.13	.1200	.1209	.1217	.1226	.1234	.1243	.1251	.1259	.1268	.1276
0.14	.1284	.1293	.1301	.1309	.1313	.1326	.1334	.1342	.1351	.1359
0.15	.1367	.1375	.1384	.1392	.1400	.1408	.1416	.1425	.1433	.1441
0.16	.1449	.1457	.1465	.1473	.1481	.1489	.1497	.1506	.1514	.1522
0.17	.1529	.1537	.1545	.1553	.1561	.1569	.1577	.1585	.1593	.1501
0.18	.1609	.1617	.1624	.1632	.1640	.1648	.1656	.1664	.1671	.1679
0.19	.1687	.1695	.1703	.1710	.1718	.1726	.1733	.1741	.1749	.1756
0.20	.1764	.1772	.1779	.1787	.1794	.1802	.1810	.1817	.1825	.1832
0.21	.1840	.1847	.1855	.1862	.1870	.1877	.1885	.1892	.1900	.1907
0.22	.1914	.1922	.1929	.1937	.1944	.1951	.1959	.1966	.1973	.1981
0.23	.1988	.1995	.2002	.2010	.2017	.2024	.2031	.2039	.2046	.2053
0.24	.2060	.2067	.2075	.2082	.2089	.2096	.2103	.2110	.2117	.2124
0.25	.2131	.2138	.2145	.2152	.2159	.2166	.2173	.2180	.2187	.2194
0.26	.2201	.2208	.2215	.2222	.2229	.2236	.2243	.2249	.2256	.2263
0.27	.2270	.2277	.2284	.2290	.2297	.2304	.2311	.2317	.2324	.2331
0.28	.2337	.2344	.2351	.2357	.2364	.2371	.2377	.2384	.2391	.2397
0.29	.2404	.2410	.2417	.2423	.2430	.2437	.2443	.2450	.2456	.2463
0.30	.2469	.2475	.2482	.2488	.2495	.2501	.2508	.2514	.2520	.2527
0.31	.2533	.2539	.2546	.2552	.2558	.2565	.2571	.2577	.2583	.2590
0.32	.2596	.2602	.2608	.2614	.2621	.2627	.2633	.2639	.2645	.2651
0.33	.2657	.2664	.2670	.2676	.2682	.2688	.2694	.2700	.2706	.2712
0.34	.2718	.2724	.2730	.2736	.2742	.2748	.2754	.2760	.2766	.2771
0.35	.2777	.2783	.2789	.2795	.2801	.2807	.2812	.2818	.2824	.2830
0.36	.2835	.2841	.2847	.2853	.2858	.2864	.2870	.2875	.2881	.2887
0.37	.2892	.2898	.2904	.2909	.2915	.2920	.2926	.2931	.2937	.2943
0.38	.2948	.2954	.2959	.2965	.2970	.2975	.2981	.2986	.2992	.2997
0.39	.3003	.3008	.3013	.3019	.3024	.3029	.3035	.3040	.3045	.3051

\*  $M_n/f'_c b d^2 = A_s f_y (d - a/2) f'_c b d^2 = \omega (1 - 0.59 \omega)$ , donde  $\omega = \rho f_y / f'_c$  y  $a = A_s f_y / 0.85 f'_c b$ .

*Diseño:* Usando el momento factorizado  $M_u$ , entrar a la tabla con  $M_u/\phi f'_c b d^2$ , encontrar  $\omega$  y calcular el porcentaje de acero  $\rho$  a partir de  $\rho = \omega f'_c / f_y$ .

*Investigación:* Entrar a la tabla con  $\omega$  a partir de  $\omega = \rho f_y / f'_c$ , encontrar el valor de  $M_n/f'_c b d^2$  y, después, resolver la resistencia nominal a momento,  $M_n$ .



## *CAPÍTULO V*

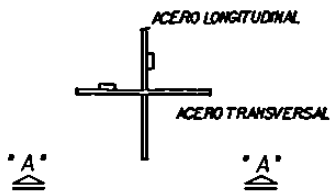
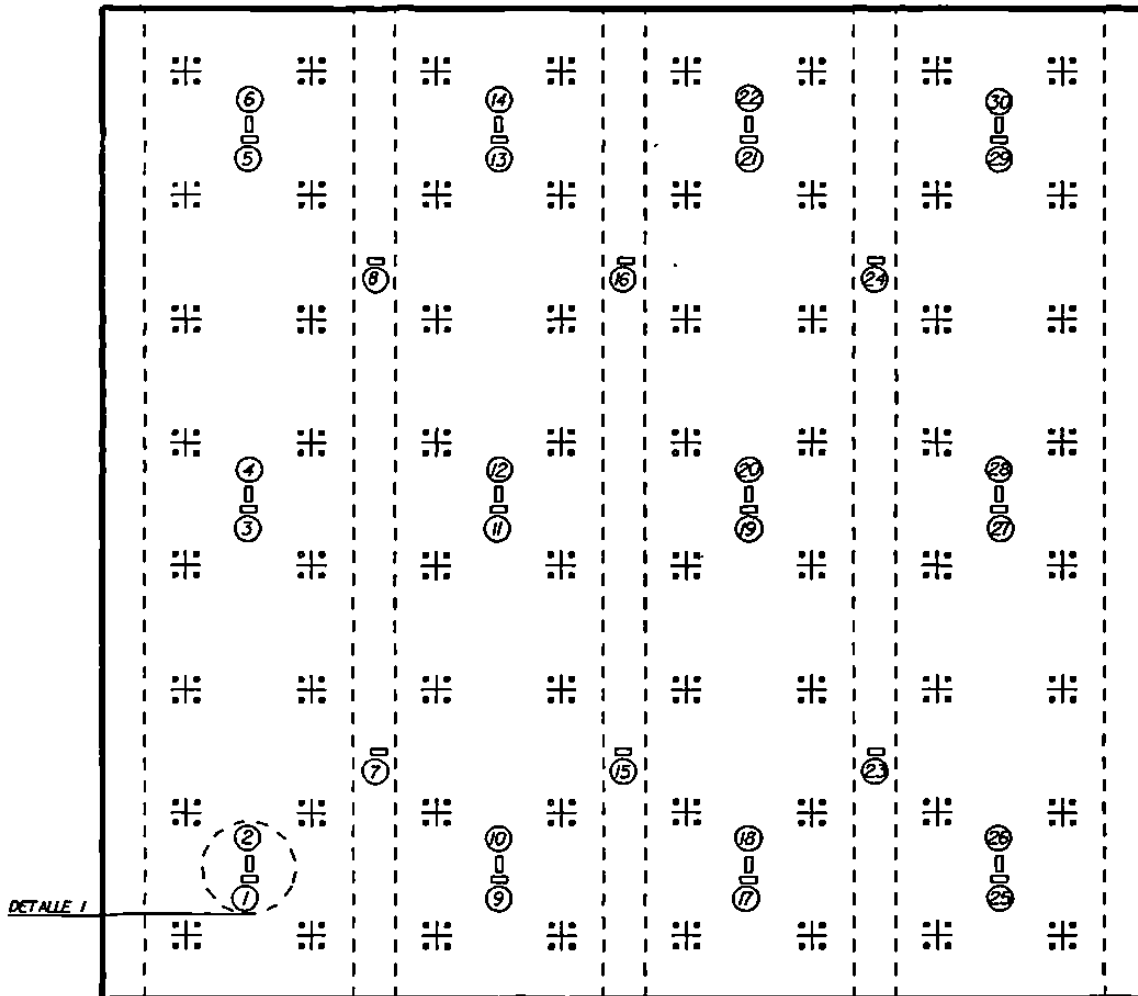
### *INSTRUMENTACIÓN*

*DURANTE LA ETAPA DE PLANEACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN SE TOMÓ EN CUENTA LA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE LOS TRANSDUCTORES EN TODA LA LOSA, EN LA LOSA SUPERIOR SE COLOCARON 30 TRANSDUCTORES EN CADA CAMA DEL ACERO DE REFUERZO, EN LOS ESTRIBOS DE CORTANTE SE COLOCARON 20 TRANSDUCTORES, EN LAS PLACAS DE CORTANTE SE COLOCARON 12 TRANSDUCTORES, EN LA LOSA INFERIOR SE COLOCARON 30 TRANSDUCTORES EN CADA CAMA DEL ACERO DE REFUERZO, SUMANDO UN TOTAL EN TODA LA LOSA DE 152 TRANSDUCTORES.*

*EL OBJETIVO DE LA INSTRUMENTACIÓN ES PODER CONOCER LAS DEFORMACIONES DE LA LOSA DE REACCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS ENSAYES Y PODER COMPARAR CONTRA LO PREVISTO EN EL DISEÑO.*

*TODOS LOS TRANSDUCTORES INSTALADOS HAN SIDO CABLEADOS Y ETIQUETADOS PARA POSTERIORMENTE CONECTARSE A UN EQUIPO DE CÓMPUTO QUE REGISTRARÁ LAS DEFORMACIONES UNITARIAS DURANTE LAS PRUEBAS.*

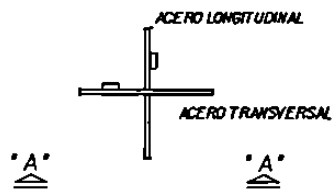
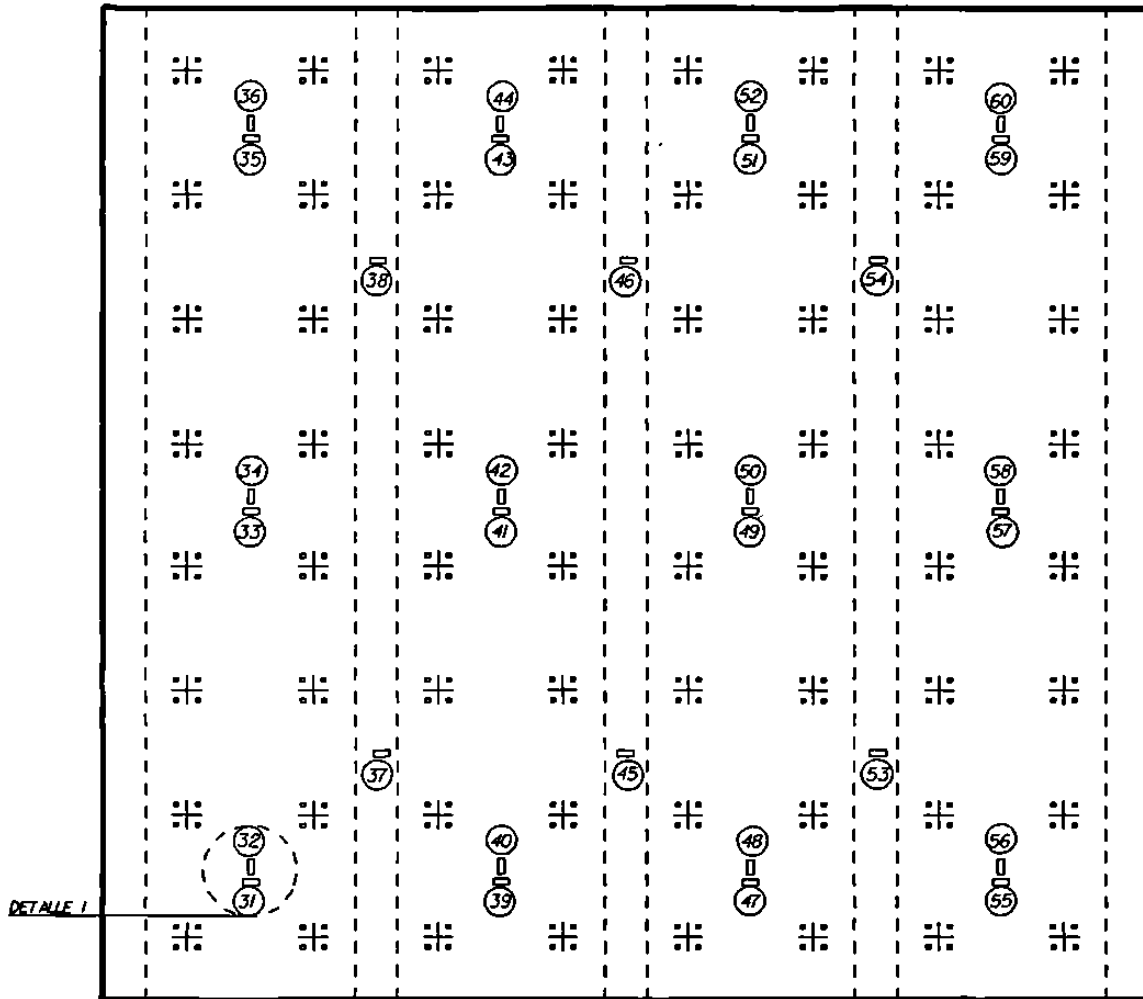
*EN LAS FIGURAS 5.1 A 5.9 SE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LOS TRANSDUCTORES EN LA LOSA DE REACCIÓN.*



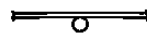
DETALLE 1

VISTA "A-A"

FIG. 5J LOCALIZACION DE TRANSDUCTORES EN CAMA INFERIOR DE LOSA SUPERIOR NUMERACION 1 AL 30



DETALLE 1



VISTA "A-A"

FIG. 5.2 LOCALIZACION DE TRANSDUCTORES EN CAMA SUPERIOR DE LOSA SUPERIOR NUMERACION 31 AL 60

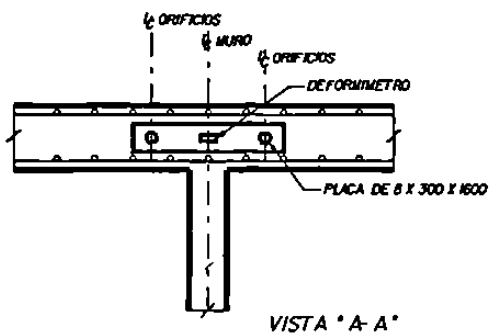
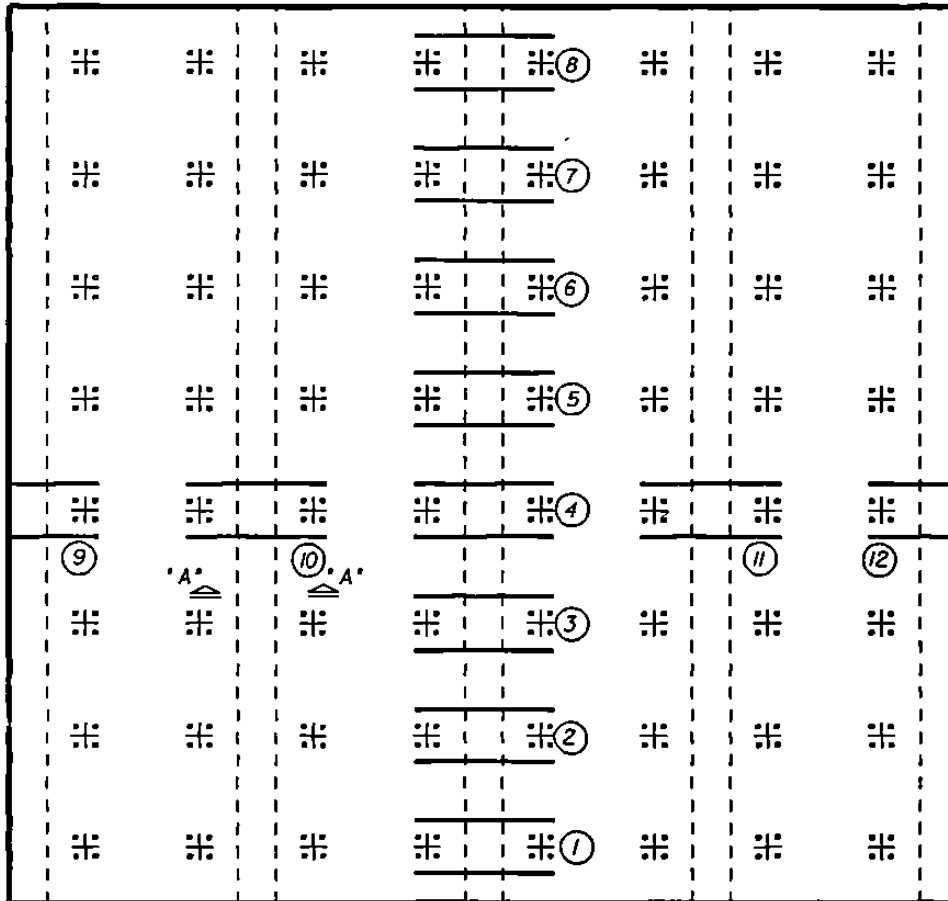
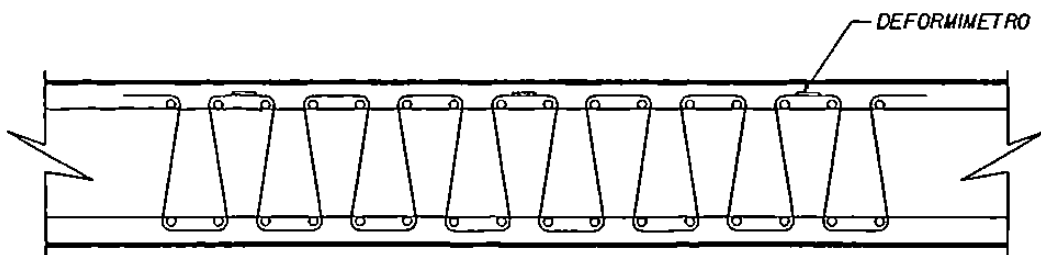
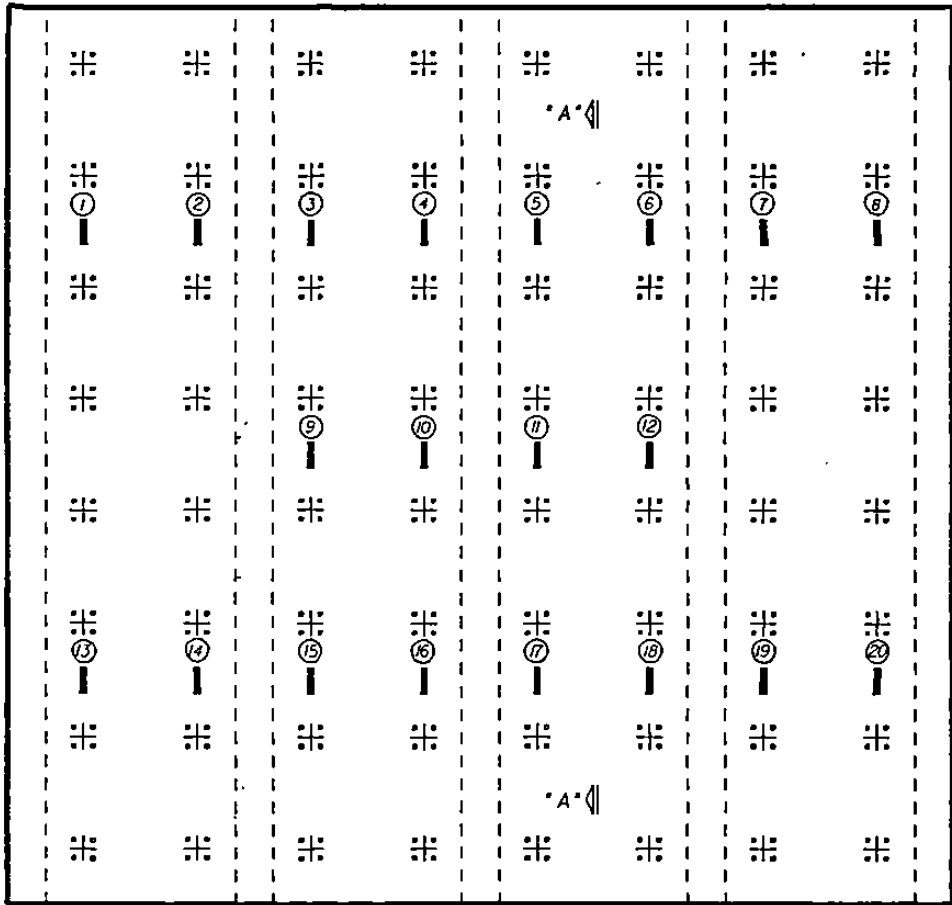


FIG. 5.3 LOCALIZACION DE PLACAS DE CORTANTE INSTRUMENTADAS EN LOSA SUPERIOR



VISTA A-A

FIG. 5.4 LOCALIZACION DE ESTRIBOS DE CORTANTE INSTRUMENTADOS EN LOSA SUPERIOR

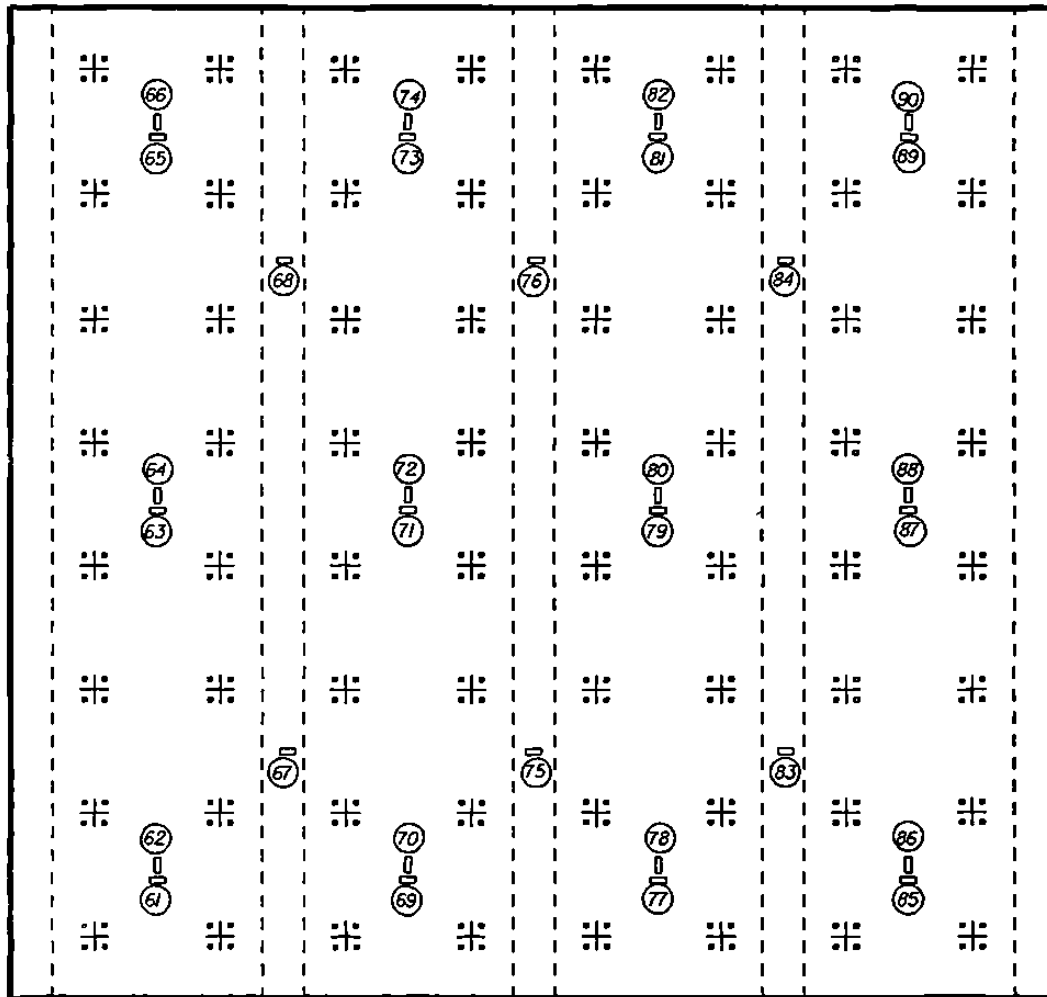


FIG. 5.5 LOCALIZACION DE TRANSDUCTORES EN CAMA SUPERIOR DE LOSA INFERIOR NUMERACION 61 AL 90

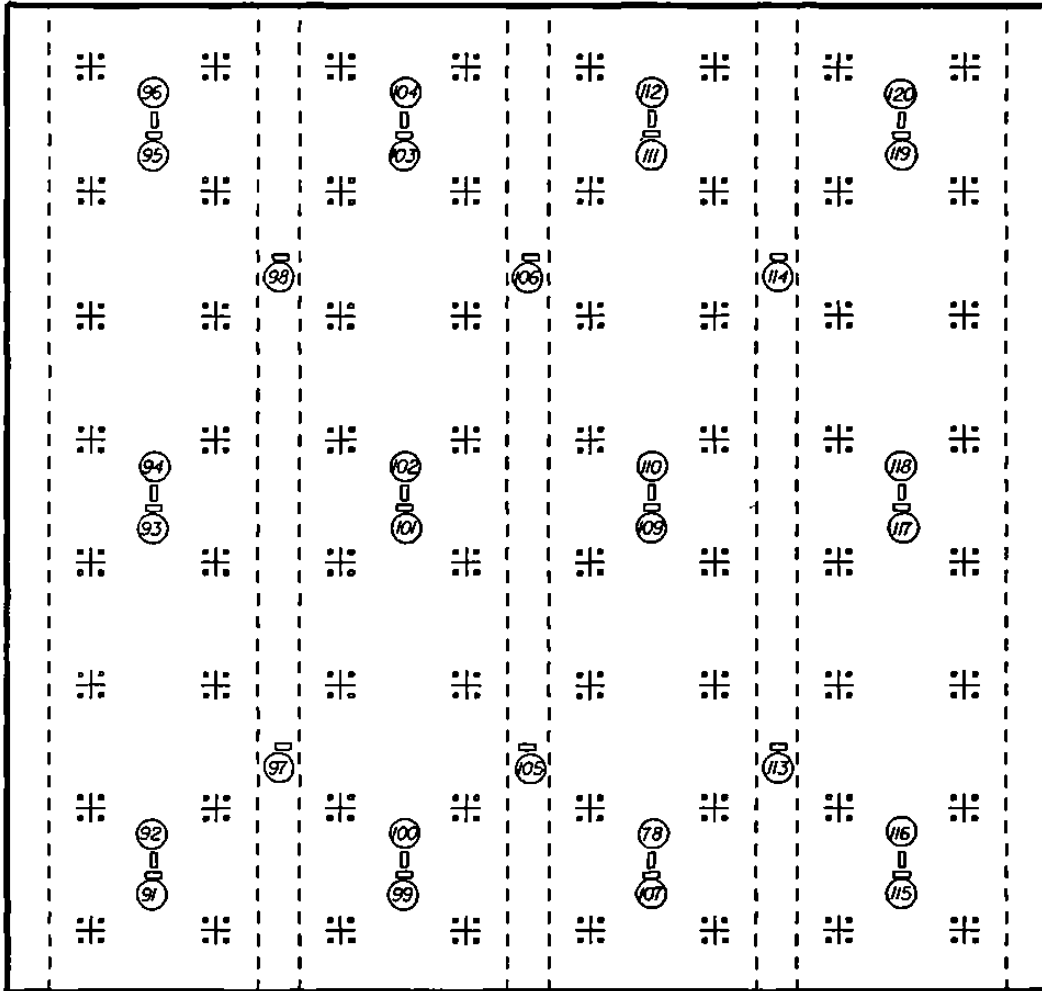


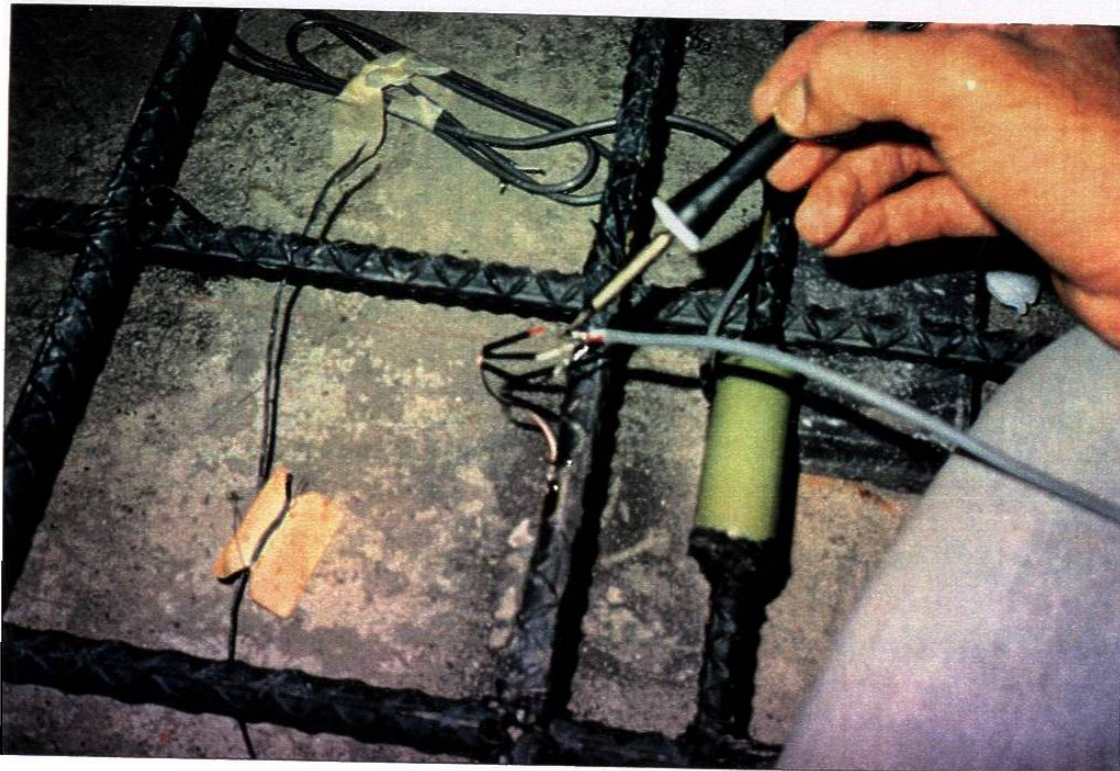
FIG. 5.6 LOCALIZACION DE TRANSDUCTORES EN CAMA INFERIOR DE LOSA INFERIOR NUMERACION 91 AL 120



**FIG. 5.7**

**VARILLAS INSTRUMENTADAS PARA COLOCACIÓN  
EN LOSA DE REACCIÓN**





**FIG. 5.8**

**PROCESO DE COLOCACIÓN DE VARILLAS INSTRUMENTADAS  
DE LOSA DE REACCIÓN**



**FIG. 5.9**

**PROCESO DE COLOCACIÓN DE VARILLAS INSTRUMENTADAS  
EN LOSA DE REACCIÓN**





**FIG. 5.10**

***CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS EN EL SITIO***



**FIG. 5.11**

***POSICIÓN FINAL DE VARILLAS INSTRUMENTADAS EN EL SITIO***