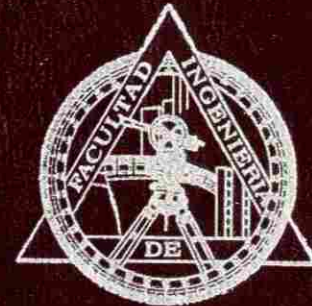


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**PROYECTO DE UNA LOSA DE REACCION PARA  
EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**  
**ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ESTRUCTURAL**

PRESENTA

**ING. JOSE MARTIN SANCHEZ RAMIREZ**

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE 1993

PROYECTO DE UNA LOSA DE REACCION PARA  
EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL

TM  
Z6834  
. C5  
PIC  
1993  
S2



1020091183



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

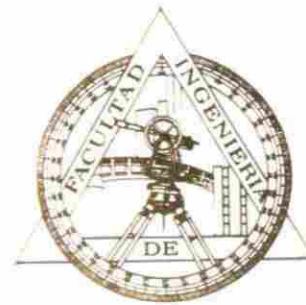
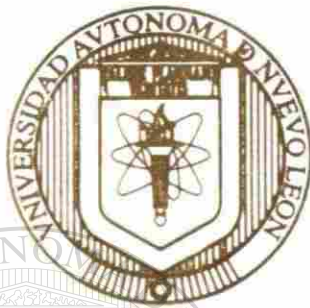


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**PROYECTO DE UNA LOSA DE REACCION PARA  
EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN**

®

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**ESPECIALIDAD EN INGENIERIA ESTRUCTURAL**

**PRESENTA**

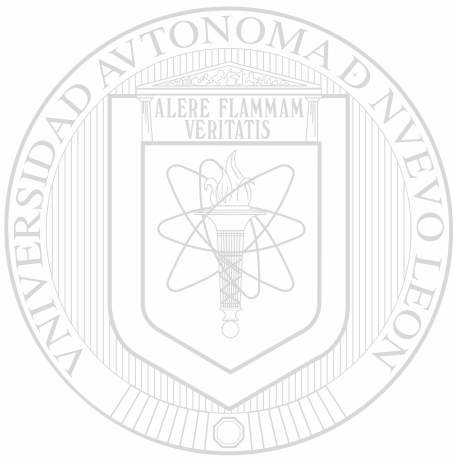
**ING. JOSE MARTIN SANCHEZ RAMIREZ**

**MONTERREY, N. L.**

**NOVIEMBRE 1993**



TH  
Z1334  
.C5  
FIC  
1913  
S2

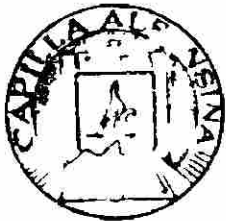


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO TESIS

62793

**DEDICATORIA**



***A MIS PADRES POR SU APOYO, CONFIANZA Y ALIENTO:***

***JOSÉ SÁNCHEZ GONZÁLEZ***

***TERESA RAMÍREZ DE SÁNCHEZ***

**UANL**

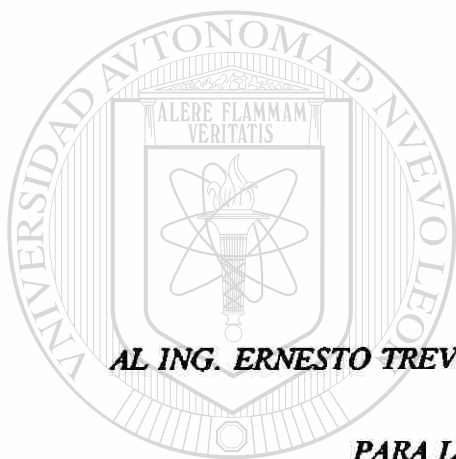
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **AGRADECIMIENTO**



***AL ING. ERNESTO TREVIÑO, POR TODO EL APOYO Y TIEMPO BRINDADO***

***PARA LA ELABORACIÓN DE ESTA TESIS.***

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# CONTENIDO

CAPÍTULO

PÁGINA

**I. INTRODUCCIÓN .....3**

**II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

**2.1 ARREGLO GENERAL .....4-9**  
**2.2 ALCANCE DE ESTA TESIS .....4**

**III. ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

**3.1 CRITERIOS GENERALES .....10**  
**3.2 CONDICIONES DE CARGA .....10-18**  
**3.3 ANÁLISIS PRELIMINAR**  
**3.3.1 SENTIDO LONGITUDINAL .....19-23**  
**3.3.2 SENTIDO TRANSVERSAL .....24-36**  
**3.4 DISEÑO PRELIMINAR**

**3.4.1 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO LONGITUDIAL .....37-44**  
**3.4.2 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL .....45-52**  
**3.4.3 DISEÑO POR CORTANTE .....53-58**  
**3.4.4 CALCULO DE DEFLEXIONES EN VIGA .....59-62**

**3.5 ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL USANDO ELEMENTOS FINITOS**

**3.5.1 GENERALIDADES .....63-64**  
**3.5.2 GENERACIÓN DEL MODELO .....65-76**  
**3.5.3 DEFLEXIONES .....77-81**  
**3.5.4 MOMENTOS FLEXIONANTES .....82-100**  
**3.5.5 FUERZAS CORTANTES .....101-106**  
**3.5.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....107-109**



**IV DISEÑO DEFINITIVO**

**4.1 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO LONGITUDINAL..... 110-114**  
**4.2 DISEÑO POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL ..... 115-117**  
**4.3 DISEÑO POR CORTANTE EN SENTIDO LONGITUDINAL ..... 118-120**  
**4.4 DISEÑO POR CORTANTE EN EL SENTIDO TRANSVERSAL ..... 121-123**  
**4.5 ANCLAJE DEL ACERO DE REFUERZO ..... 124-129**  
**4.6 DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA DEL REFUERZO ..... 130-131**  
**4.7 DEFLEXIONES..... 132-138**

**V. INSTRUMENTACIÓN ..... 139-148**

**VI. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA LOSA ..... 149-152**

**VII. CONCLUSIONES ..... 153-154**

**APÉNDICE A: SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO ..... I-XXI**

**LISTA DE FIGURAS ..... XXII-XXV**

**LISTA DE TABLAS..... XXVI**

**REFERENCIAS..... XXVII**



# **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.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

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

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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.**

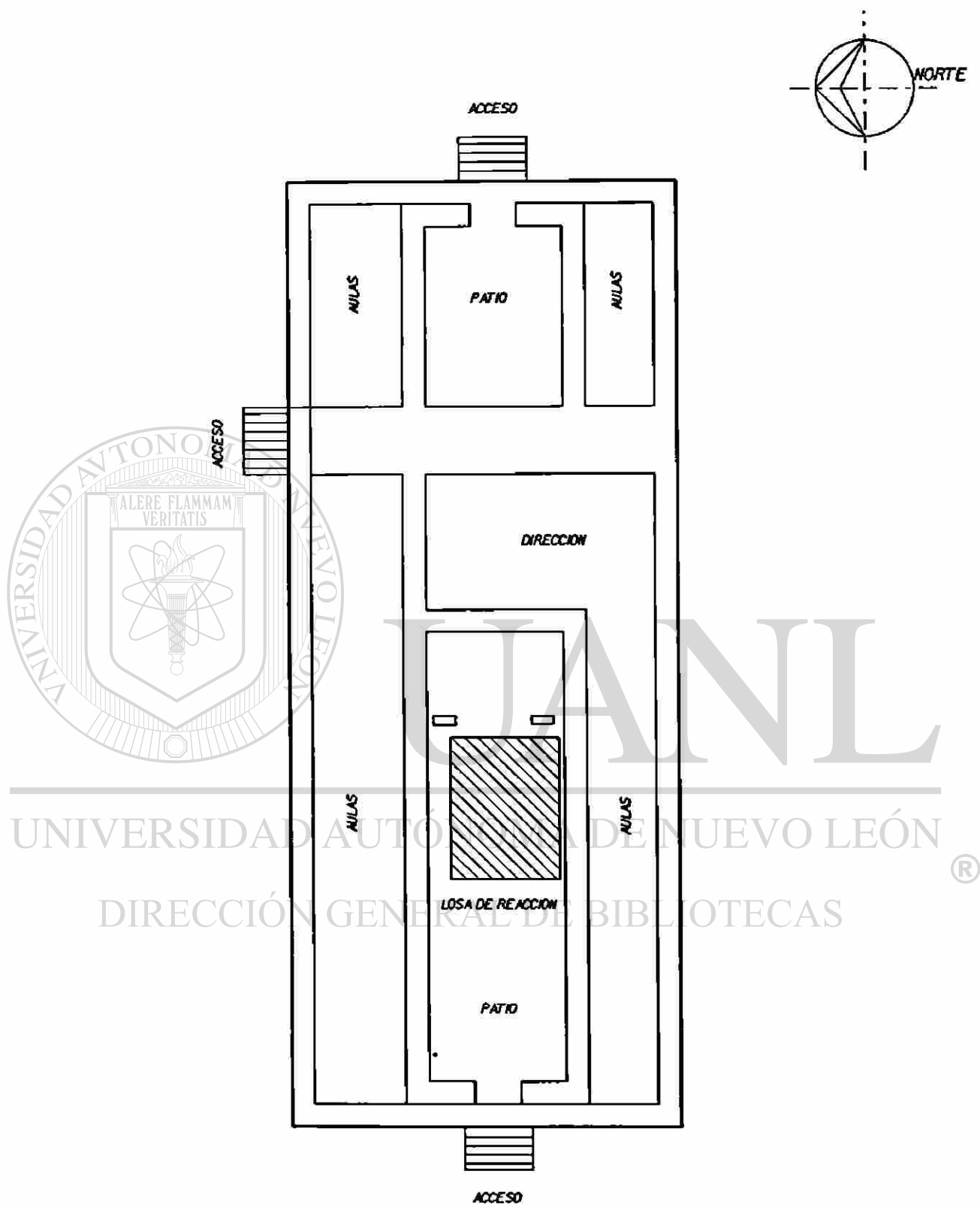


FIG. 2J LOCALIZACION DE LA LOSA DE REACCION EN EL INSTITUTO DE INGENIERIA CIMIL



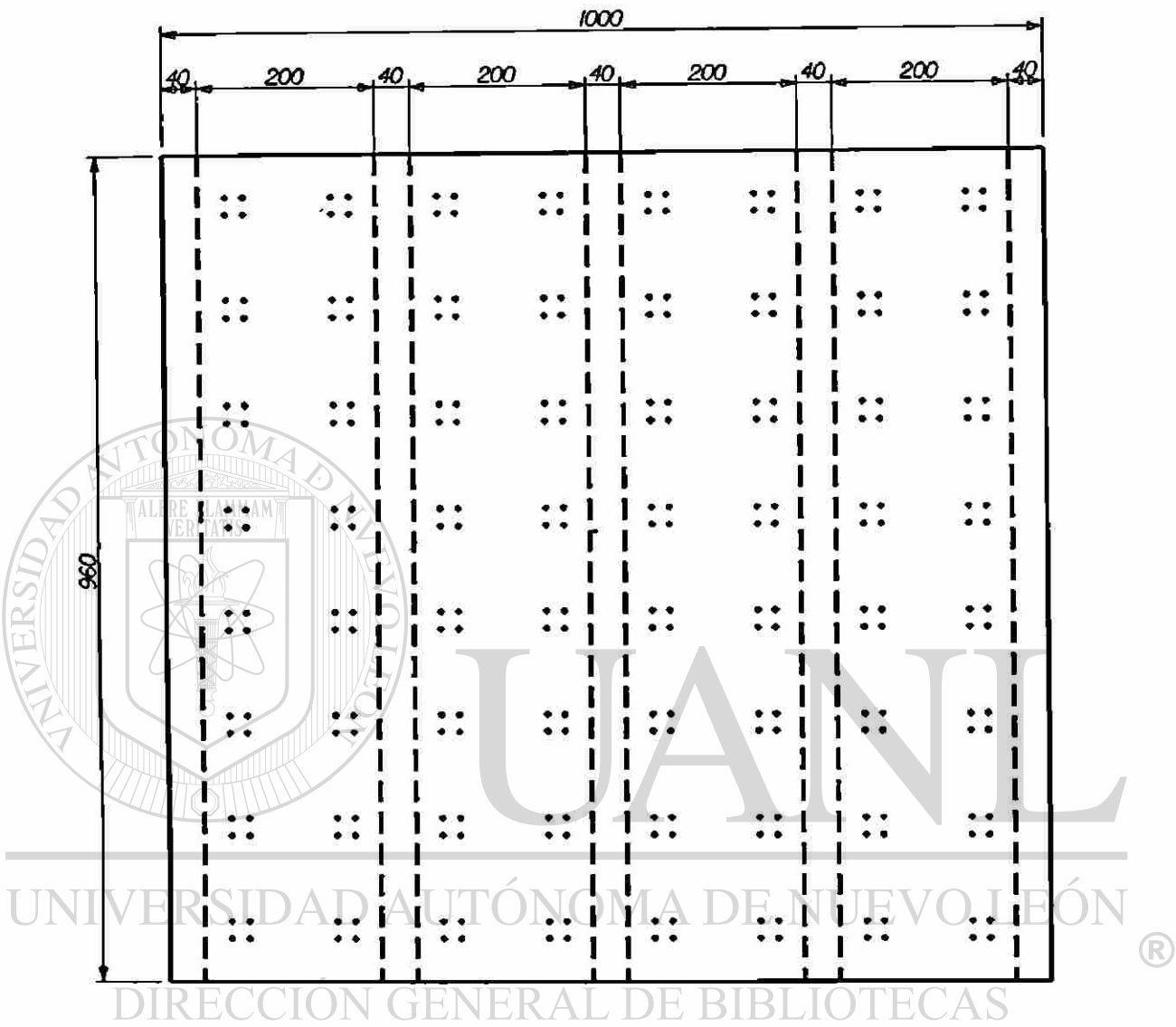
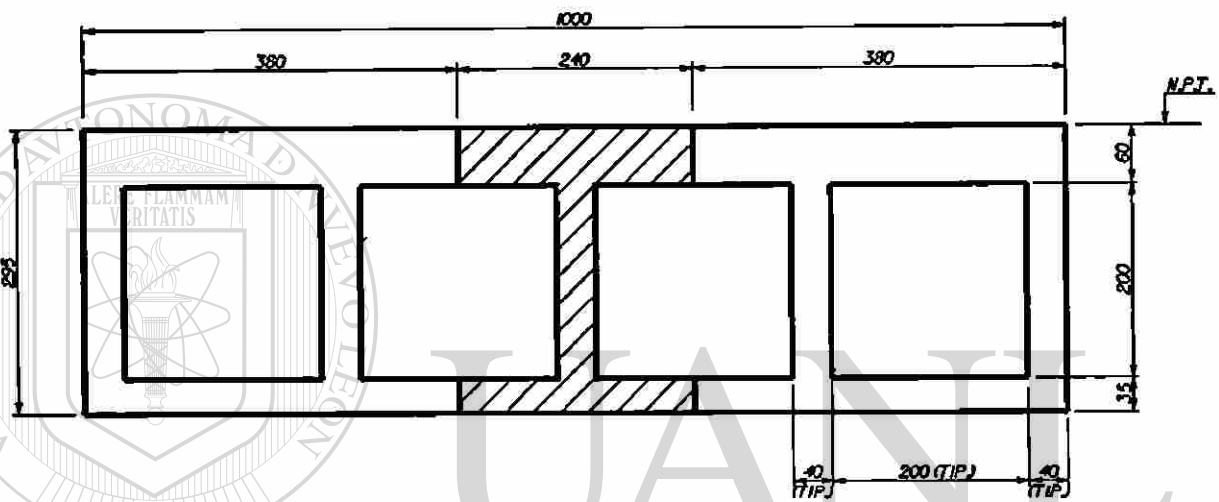
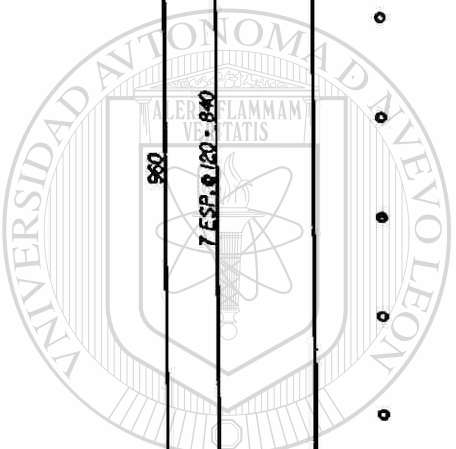
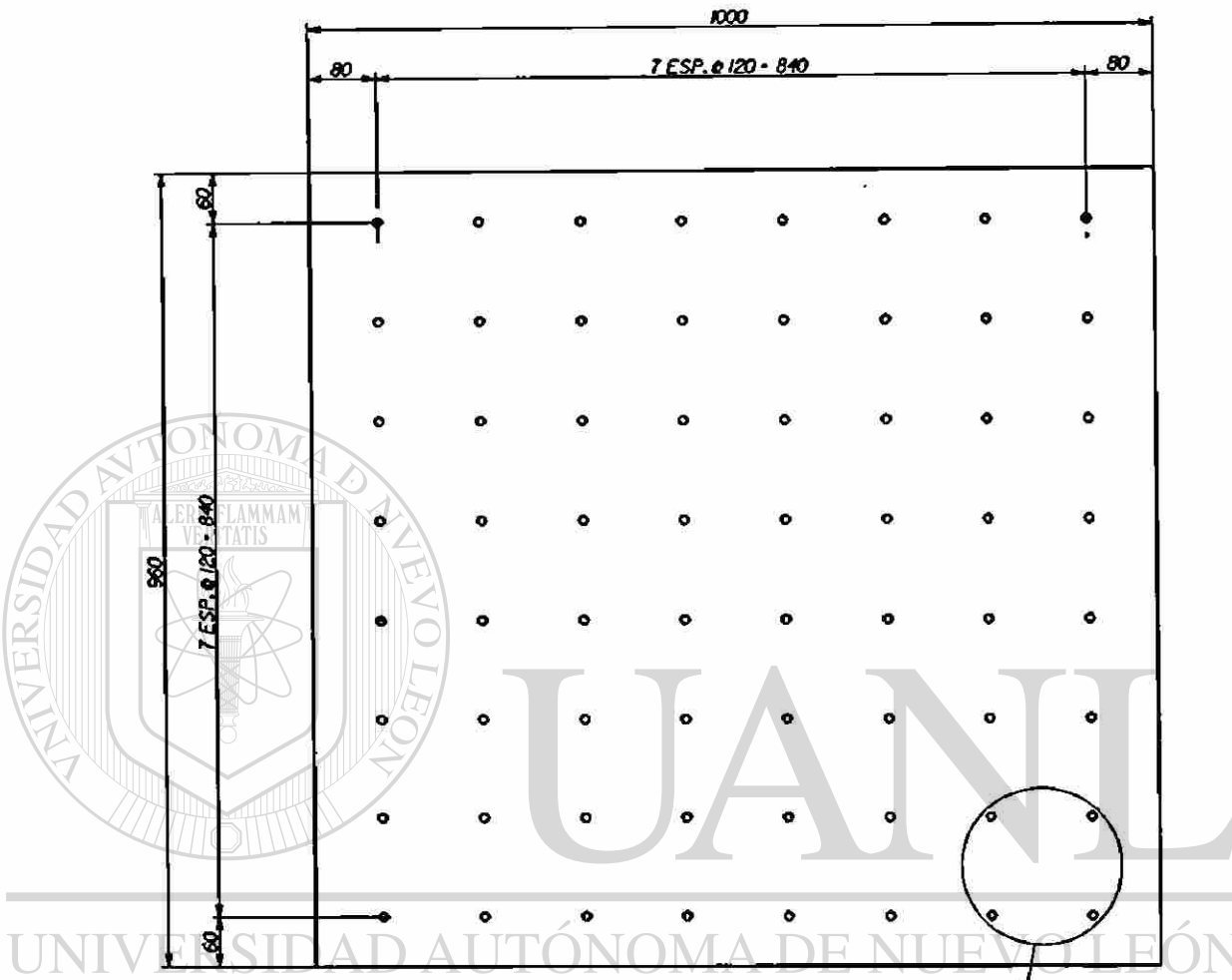


FIG. 2.2 VISTA EN PLANTA DE LA LOSA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIG. 2.3 SECCION TRANSVERSAL DE LA LOSA



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

VER DET. DE ORIFICIOS EN FIG. 2.5

®

FIG. 2.4 LOCALIZACION DE ORIFICIOS

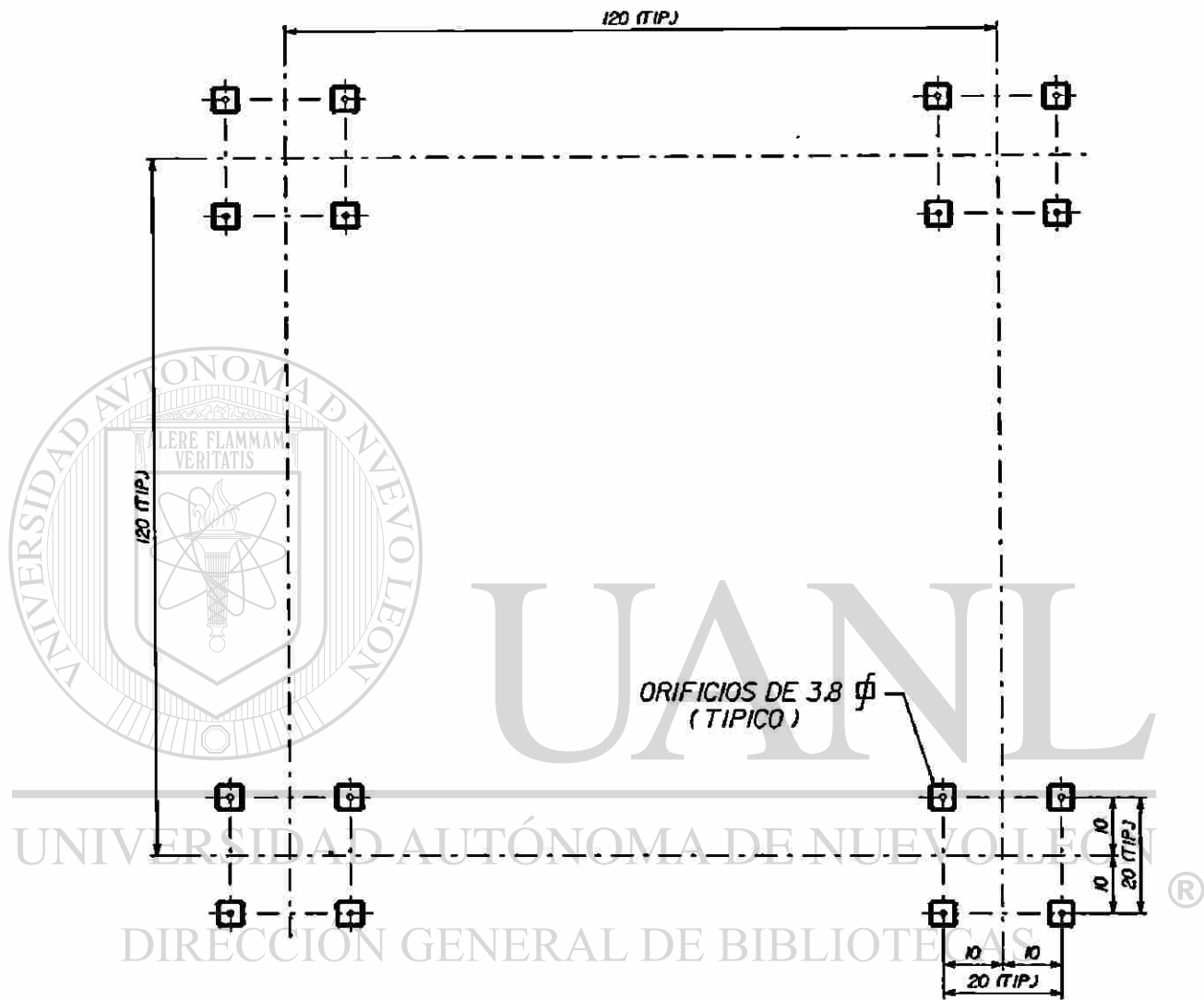


FIG. 2.5 DETALLE DE ORIFICIOS



## **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.**

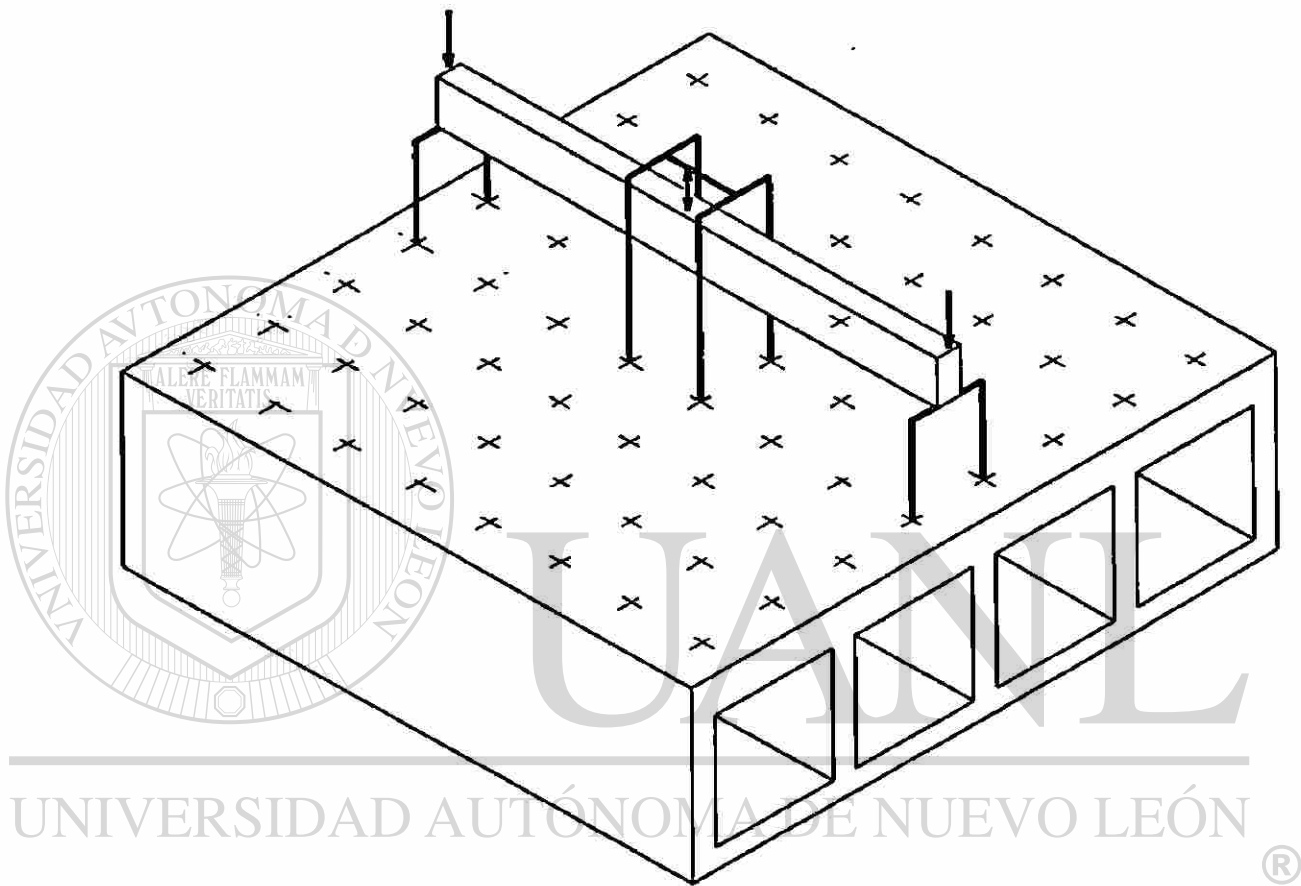
**FIGS. 3.1, 3.2, 3.3., 3.4**

**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.**

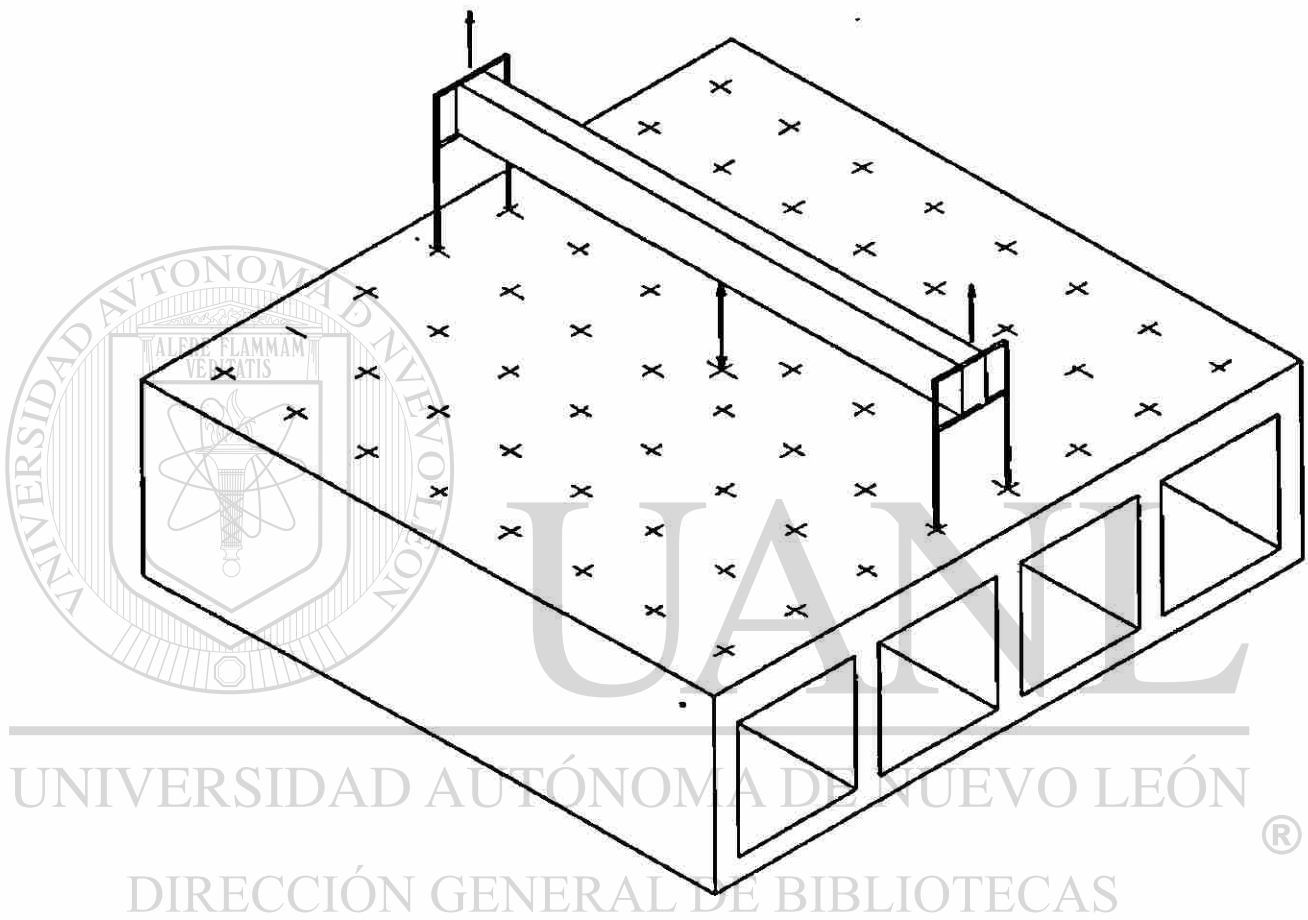
**FIGS. 3.7 , 3.8**



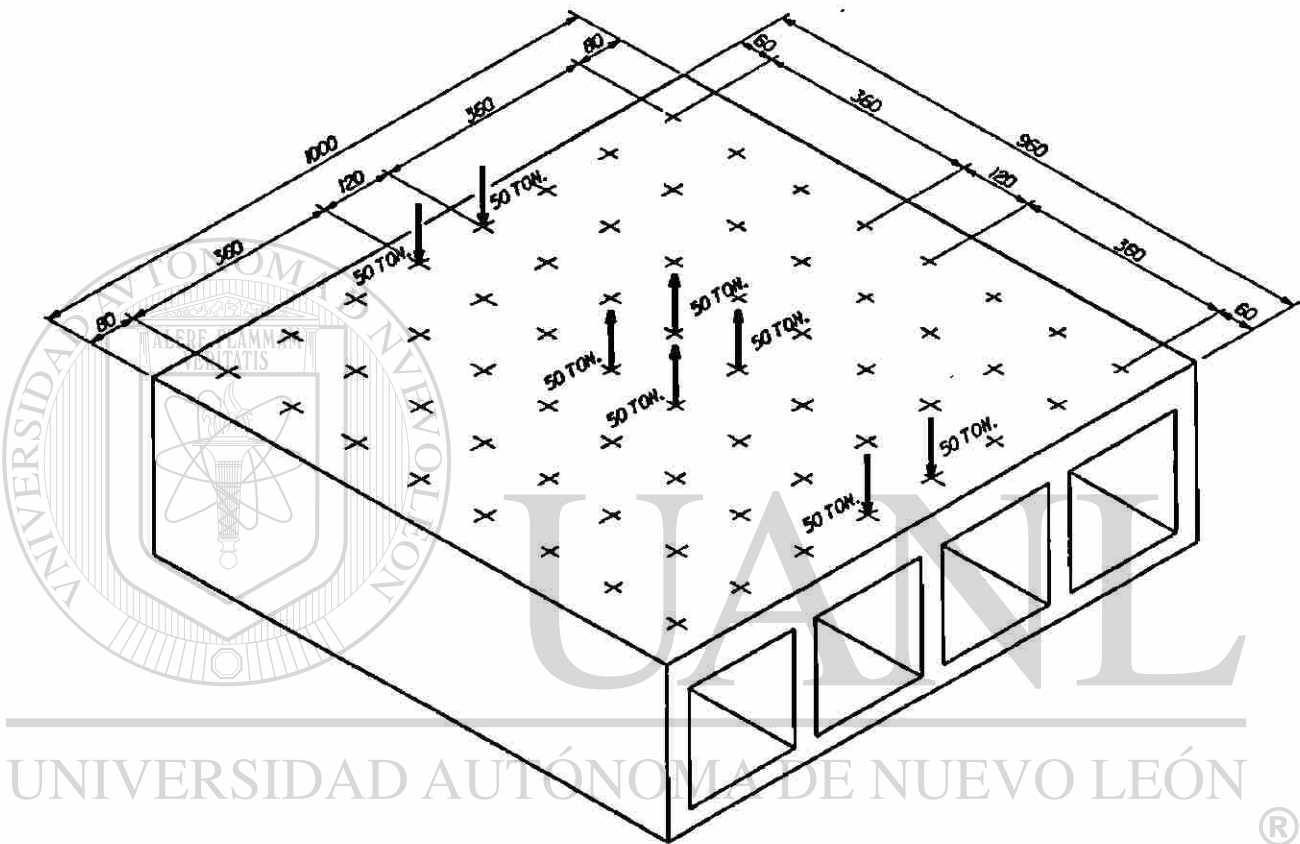
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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"**

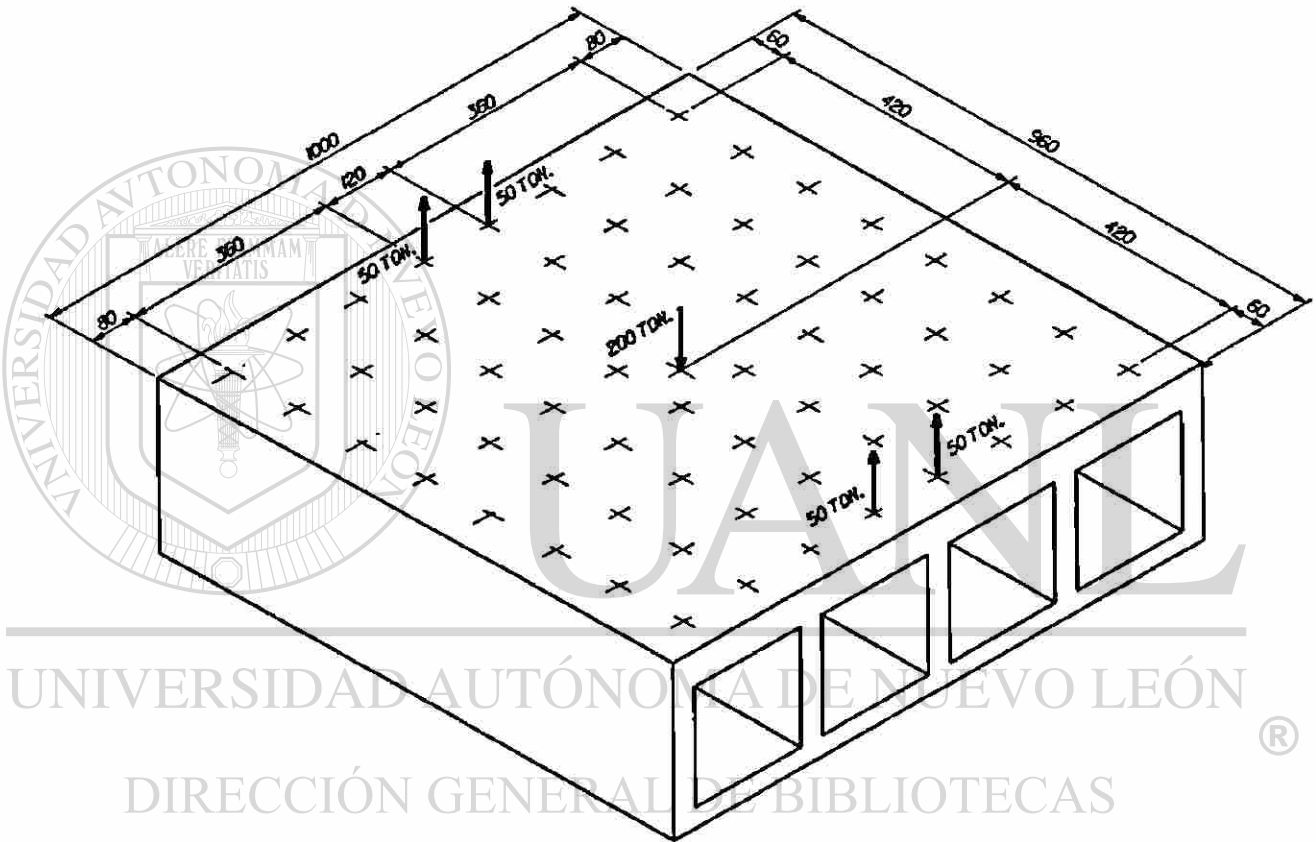


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

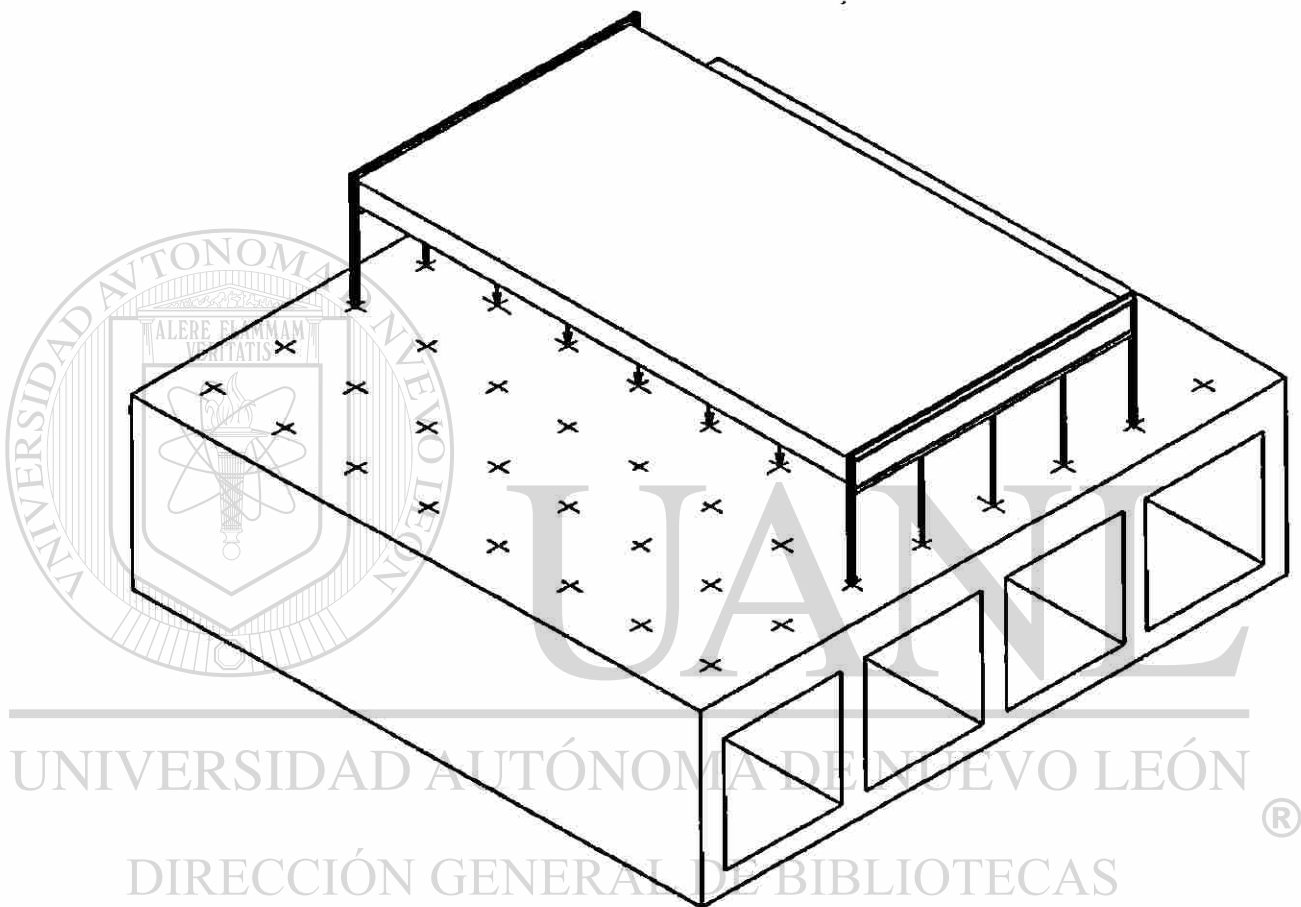
**FIG. 3.3 DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No.1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA ALTERNATIVA DE APLICACION DE CARGA "A"**



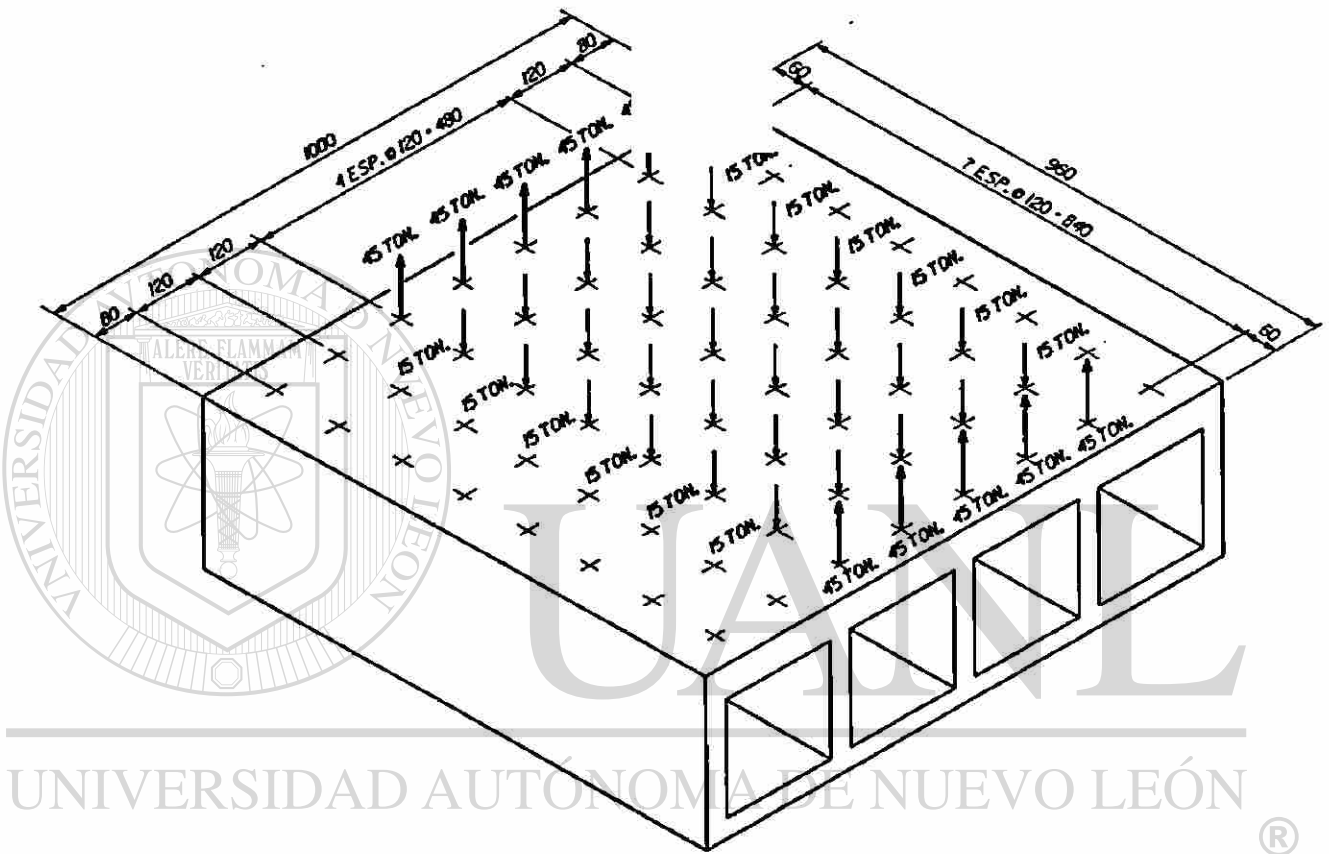


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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



**FIG. 35 ENSAYE No. 2 LOSA APOYADA EN UNA DIRECCION**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

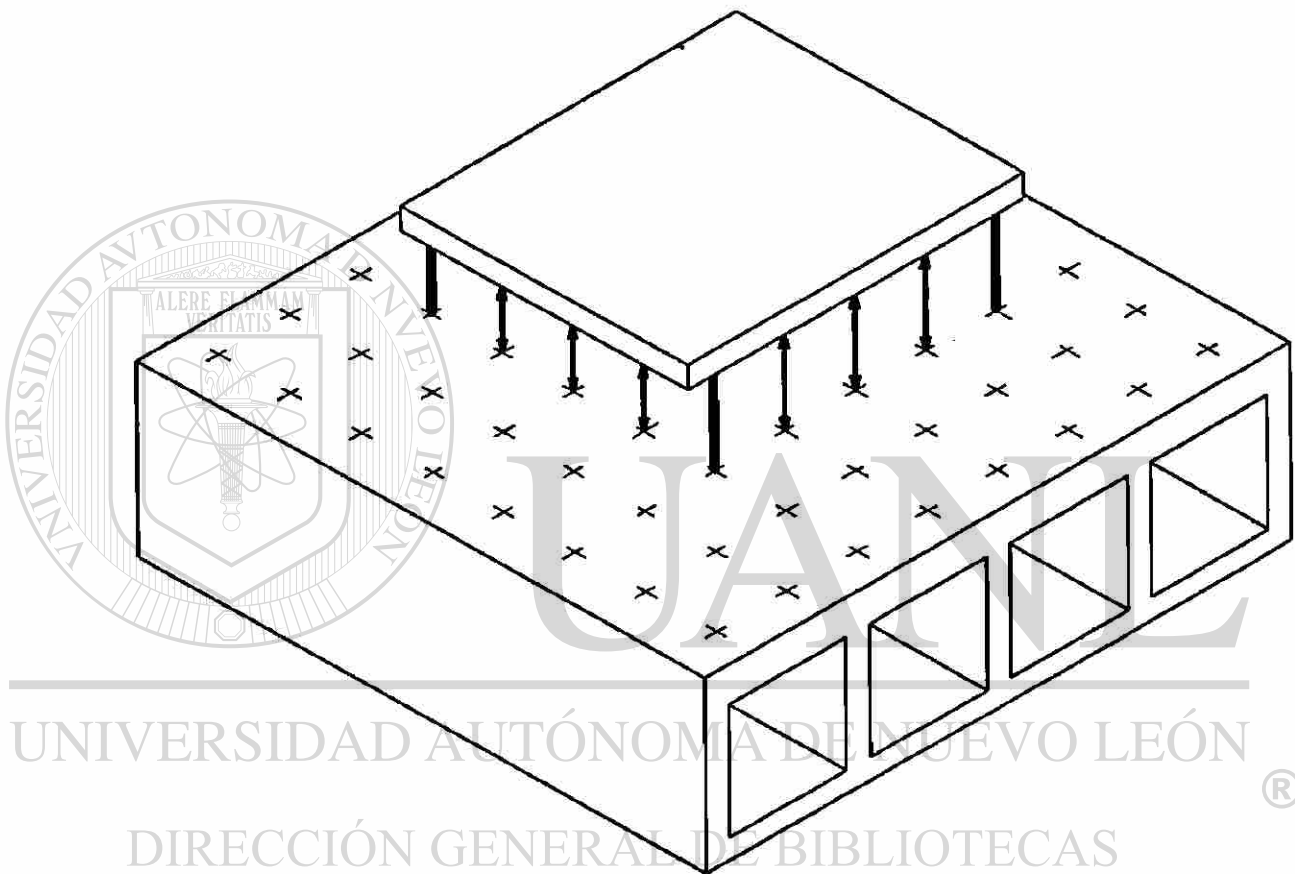
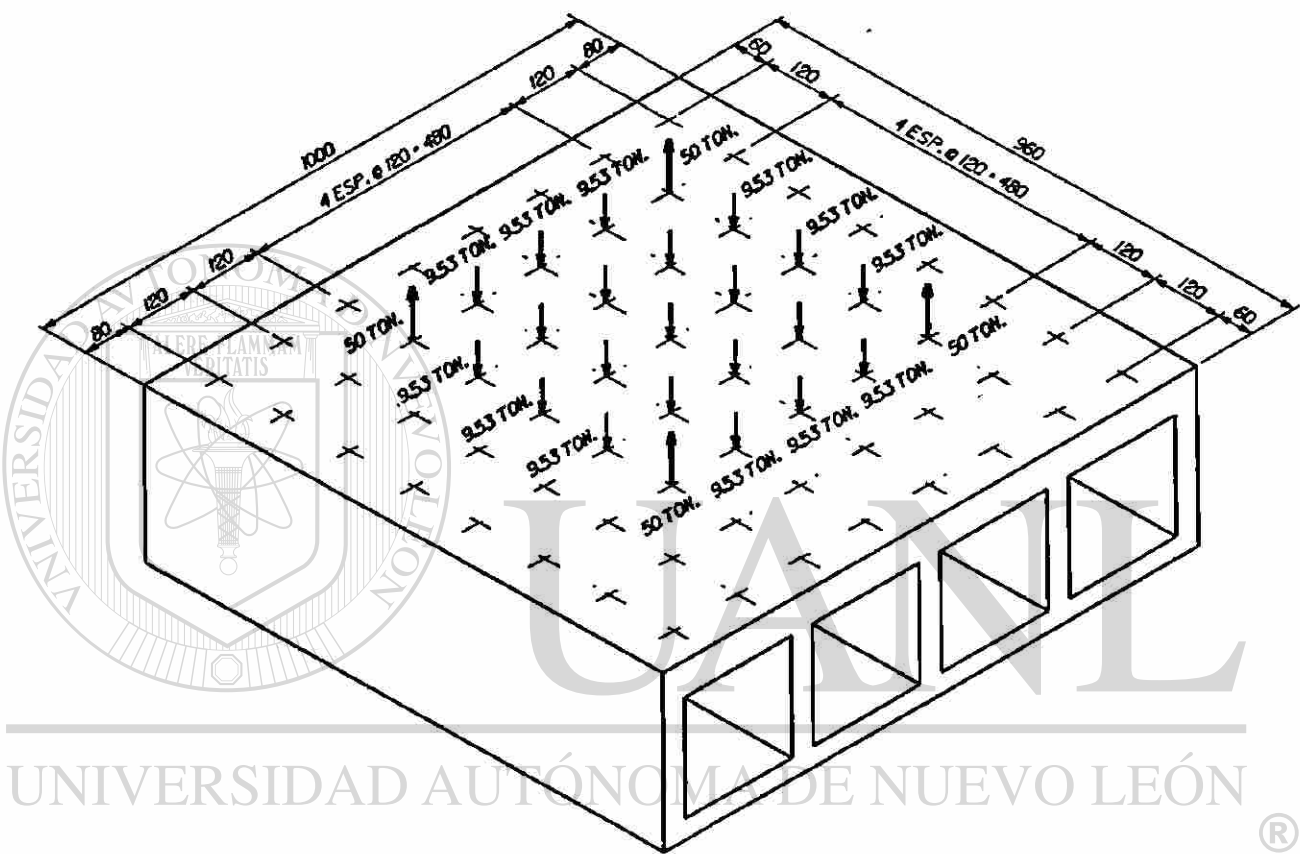


FIG. 37 ENSAYE No. 3 LOSA APOYADA EN DOS DIRECCIONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

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

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

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

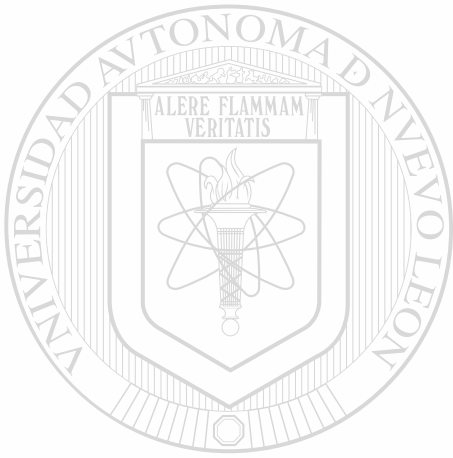
EL ANCLAJE NECESARIO PARA SUJETAR LOS MARCOS DE CARGA Y LOS ESPECÍMENES SE PROPORCIONÓ POR MEDIO DE ANCLAS Y PLACAS, LAS ANCLAS SE PROPUSIERON DE ACERO A-193 Y LAS PLACAS DE ACERO A-36. FIG. 3.10. CONSIDERANDO CUATRO ANCLAS DE UNA PULGADA DE DIÁMETRO Y EL  $F_u = 7000 \text{ K/cm}^2$  CORRESPONDIENTE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

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

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

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

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



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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**

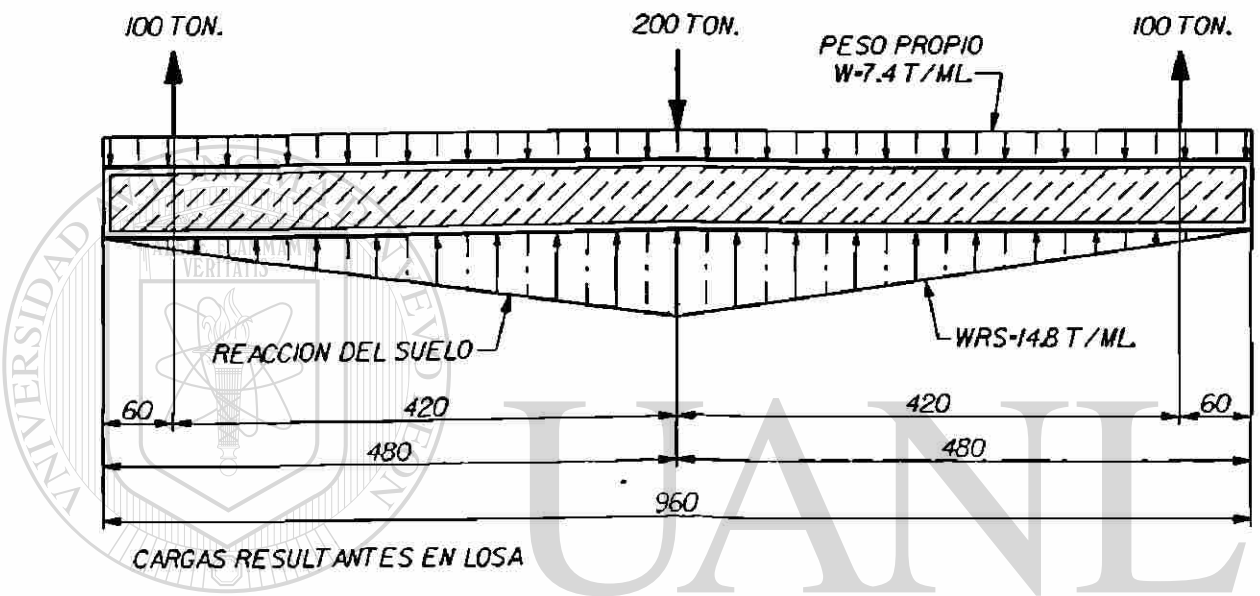
$$M_{max} = -100 \text{ Ton} \times 4.2 \text{ m} + 14.8 \text{ Ton/m} \times \frac{4.8 \text{ m}}{2} \times \frac{4.8 \text{ m}}{3} - 7.4 \text{ Ton/m} \times 4.8 \text{ m} \times \frac{4.8 \text{ m}}{2}$$

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

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

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





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIG. 3.9 ANALISIS PARA CASO DE CARGA I

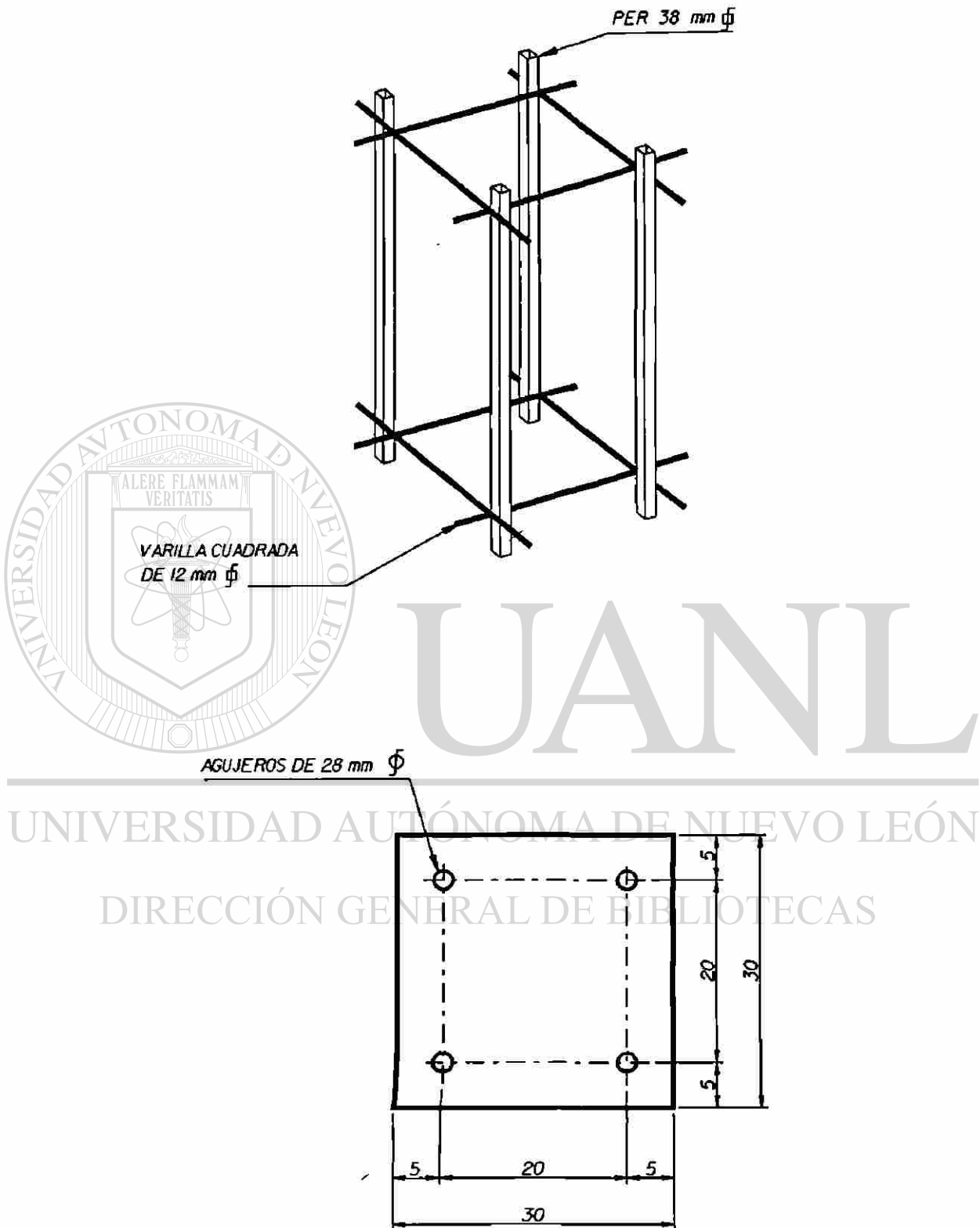


FIG. 3JO DETALLE DE CAMISAS Y PLACAS

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

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

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

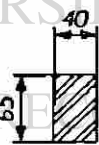
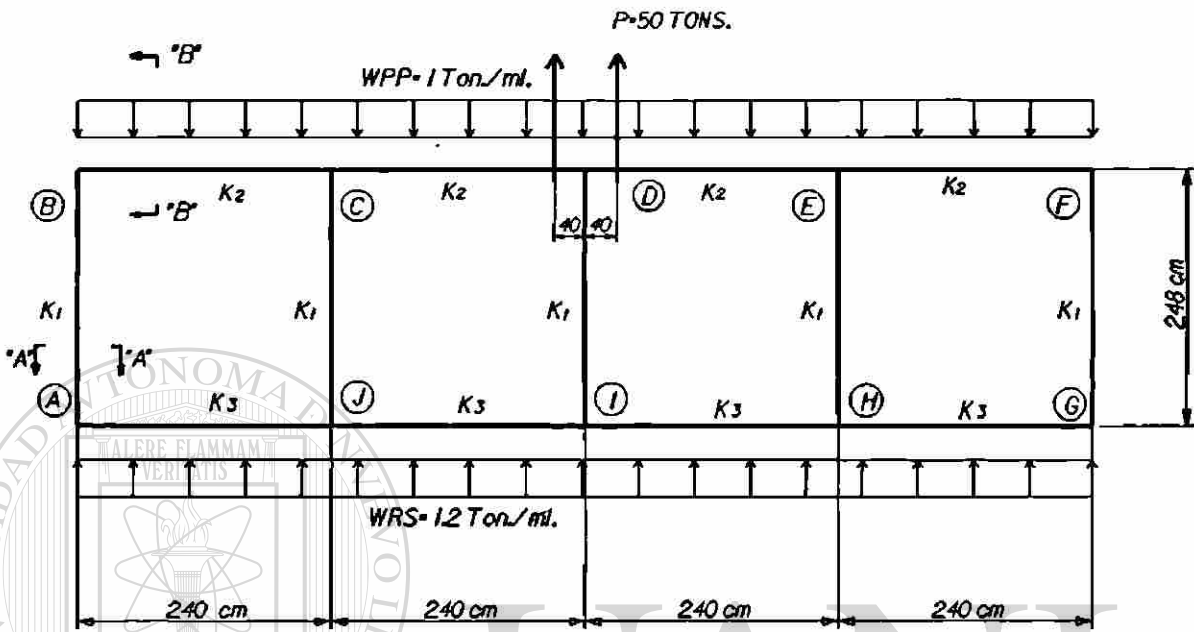
$$I_{x(LI)} = \frac{1}{12} (65) (35)^3 = 232,240.0 \text{ cm}^4$$

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

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

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

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

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

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

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### 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**

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

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

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

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



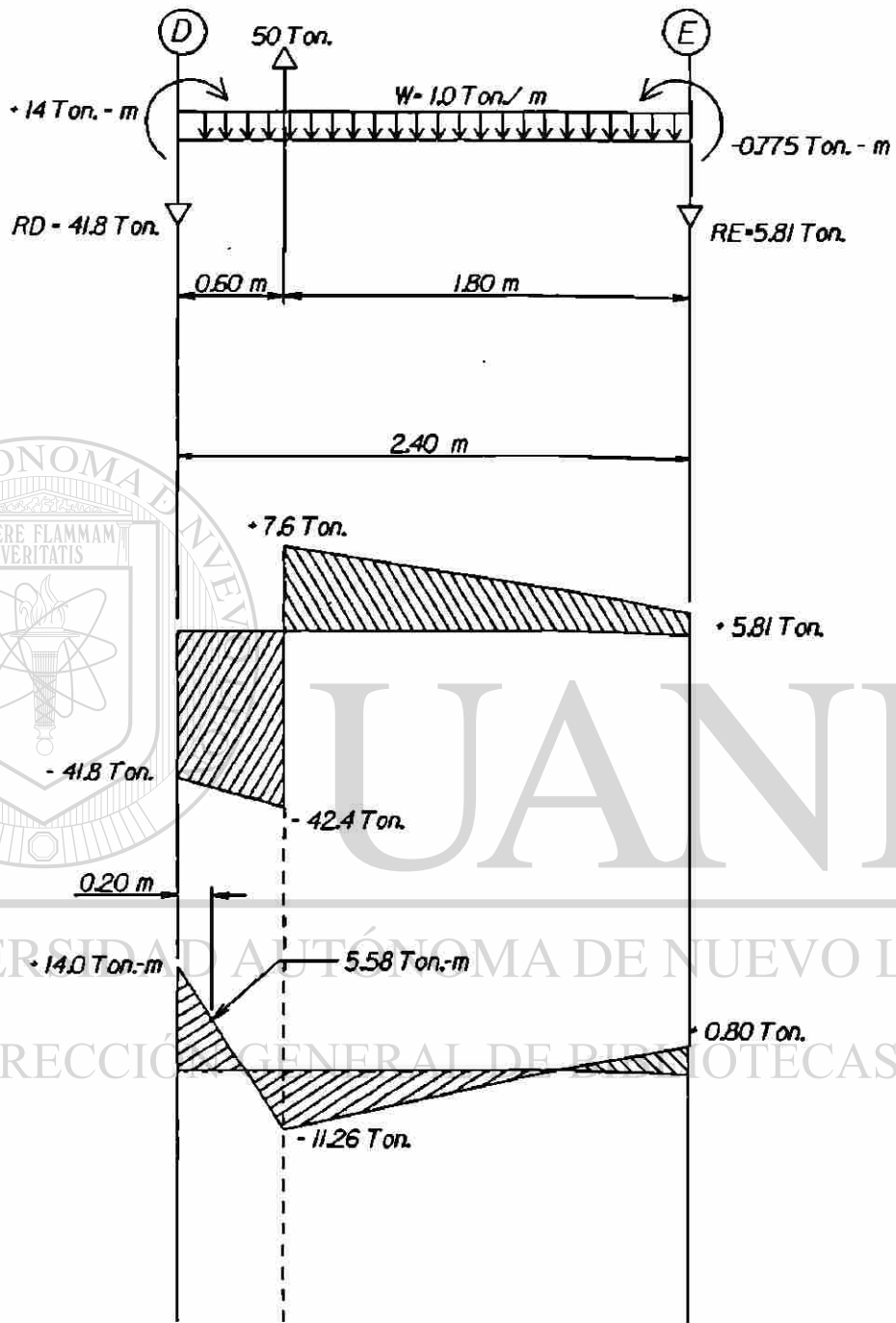


FIG. 3J3A DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA ELEMENTO D-E PARA EL CASO DE CARGA I



## CÁLCULO DE CORTANTES

$$\Sigma MD = 0$$

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

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

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

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

$$\Sigma ME = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

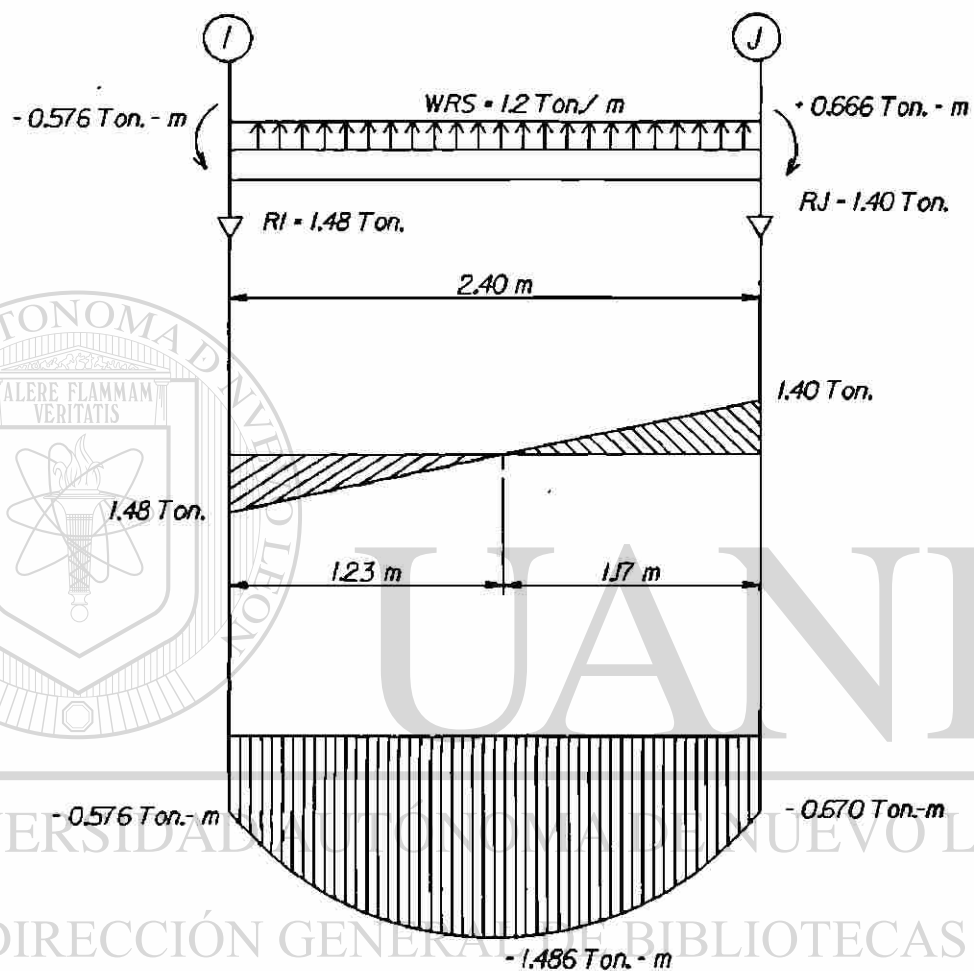


FIG. 3.I3B DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA ELEMENTO I-J PARA EL CASO DE CARGA I

### CÁLCULO DE CORTANTES

$$\Sigma MI = 0$$

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

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

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

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

$$\Sigma M_j = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

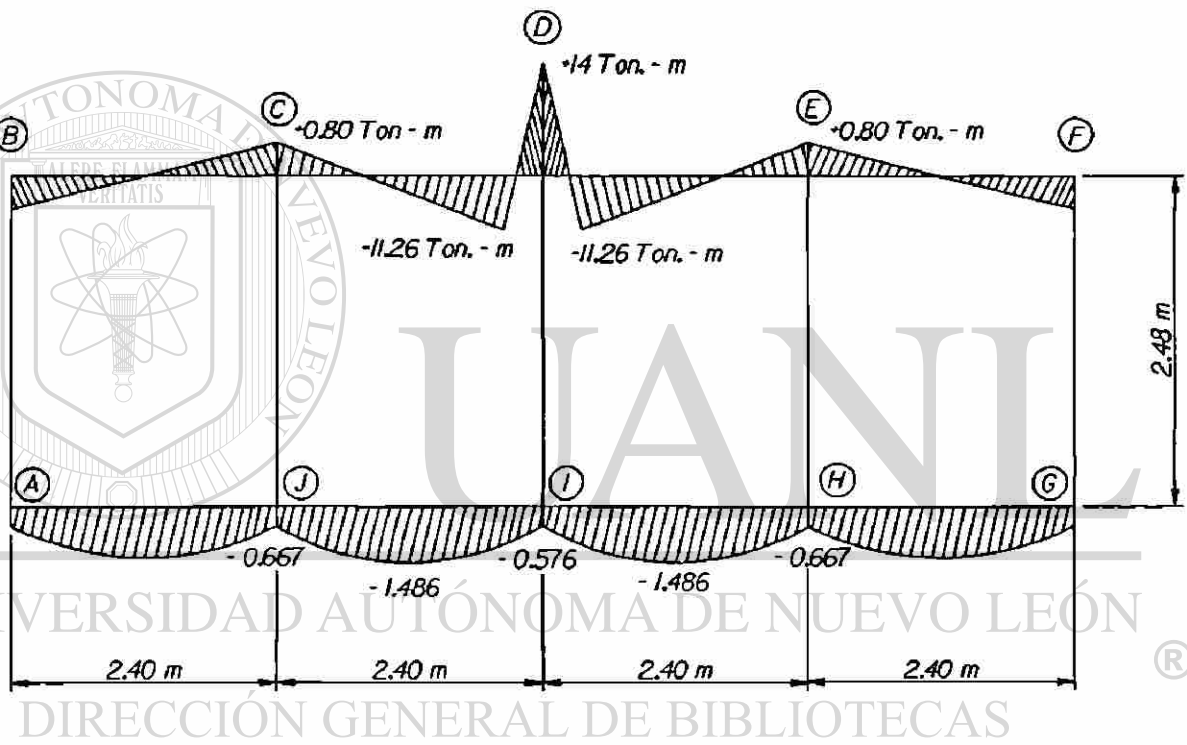


FIG. 3J3C DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA LA SECCION EXTREMA DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA I

*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)*



UANL

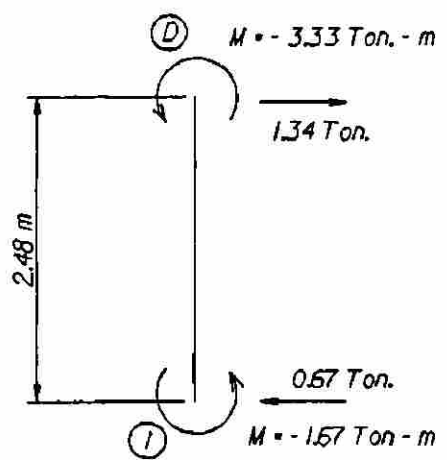
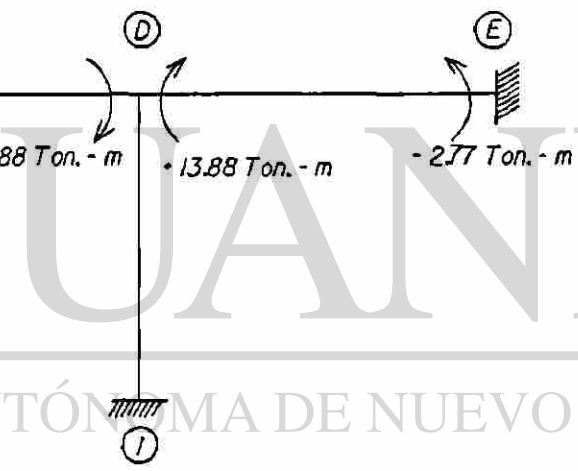
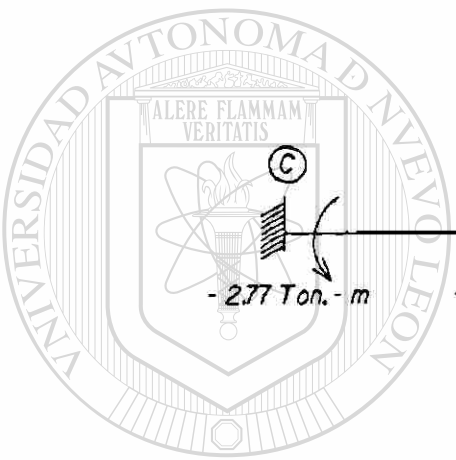
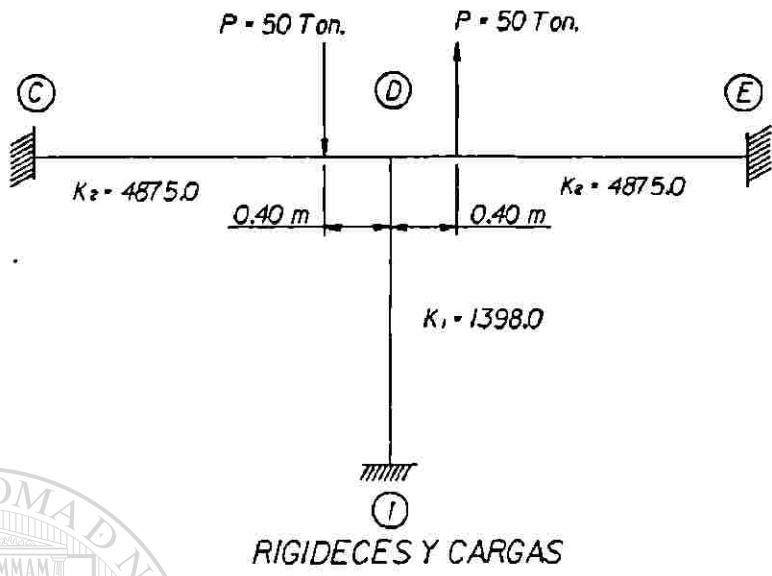
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

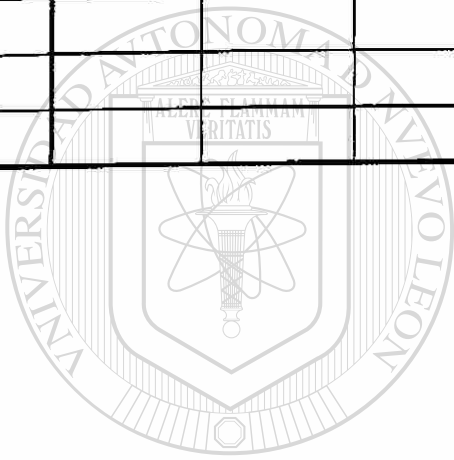


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DISTRIBUCION DE MOMENTOS PARA EL DISEÑO A FLEXION DEL MURO



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
					*				*



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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\_(2ACI) 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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.**

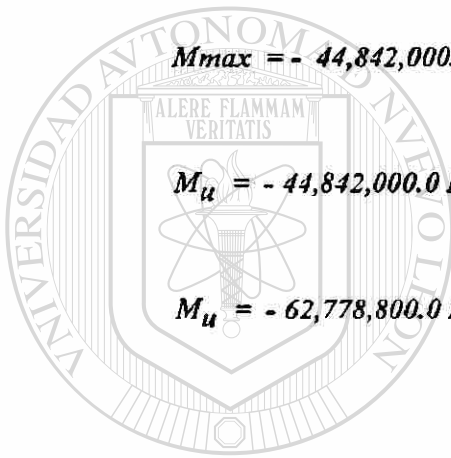
**PARA EL CÁLCULO DEL ACERO DE REFUERZO UTILIZAREMOS LAS AYUDAS DE DISEÑO TABLA (2 ACI) PARA OBTENER  $\omega$ .**

**SOLICITACIONES DE DISEÑO**

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

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

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



UANL

**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 (2AC1) 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.

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

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

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

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

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:**

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

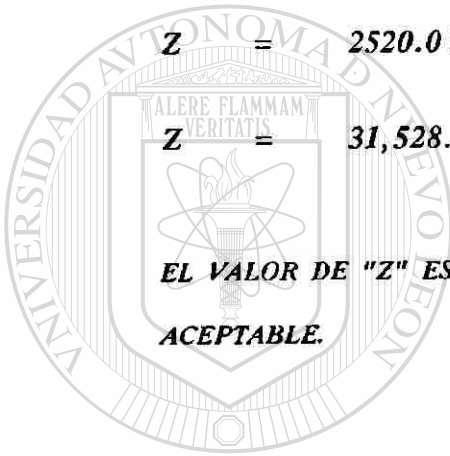
$$d_c = 7 \text{ cm} \quad \text{ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO MEDIDO DESDE LA FIBRA EXTREMA EN TENSION AL CENTRO DE LA VARILLA.}$$

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

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

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

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



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 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**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

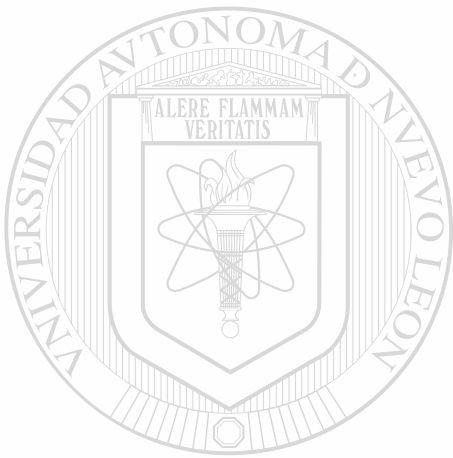
$$A_s = 0.0018 (b) (h)$$

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

**CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO Vs #5**

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

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



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**C) DISEÑO DE MUROS**

**CÁLCULO DEL REFUERZO VERTICAL**

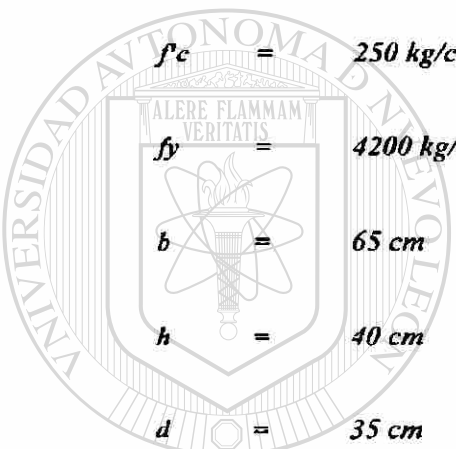
**MOMENTO MÁXIMO EN EL ELEMENTO DI**

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

**MOMENTO ÚLTIMO**

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

**DATOS DE MURO**


$$\begin{aligned} f_c &= 250 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ b &= 65 \text{ cm} \\ h &= 40 \text{ cm} \\ d &= 35 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

**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 ( $2.0 \text{ cm}^2$ )**

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

**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  $20 \text{ cm}$  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**

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

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

**CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN DEL REFUERZO CONSIDERANDO  $V_s$ #5 ( $2.0 \text{ cm}^2$ )**

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

**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  $25 \text{ cm}$  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**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**CARGAS ÚLTIMAS**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

$$u = 1.4 D + 1.7 L$$

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

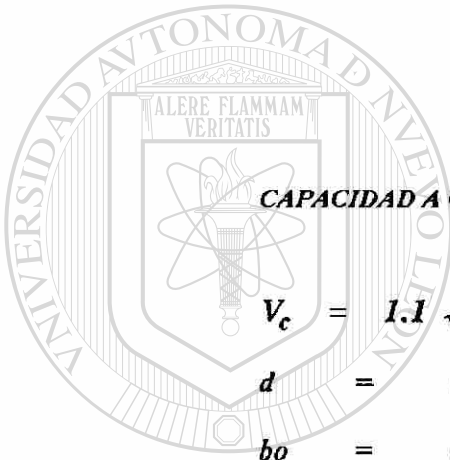
**CORTANTE ÚLTIMO**

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

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

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

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



**CAPACIDAD A CORTANTE POR PENETRACIÓN DEL CONCRETO**

$$V_c = 1.1 \sqrt{f'c} b_o d \quad \text{secc. 11.12.4.8} \quad f'c = 325 \text{ kg/cm}^2$$
$$d = 60 - 7 = 53$$
$$b_o = (b + d/2) 4 = (30 + 53/2)4 = 226.0 \text{ cm.}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

SEGÚN FIGURA No. 3.11

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

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

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

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

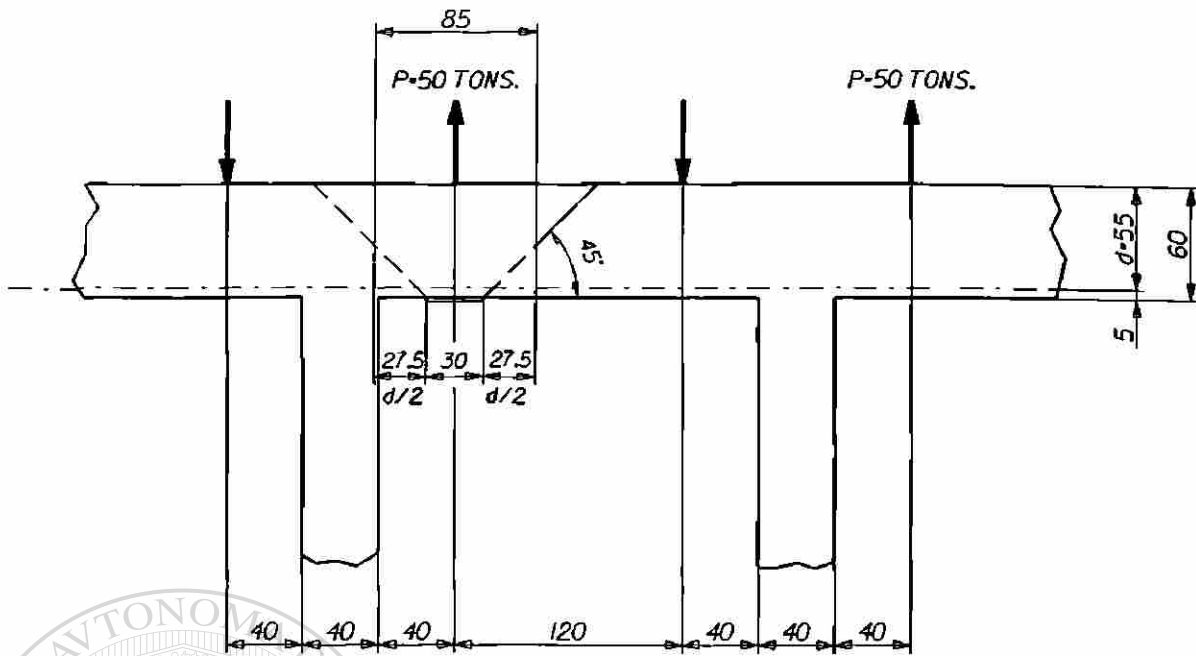


FIG. 3J1 SECCION CRITICA PARA CORTANTE POR PENETRACION

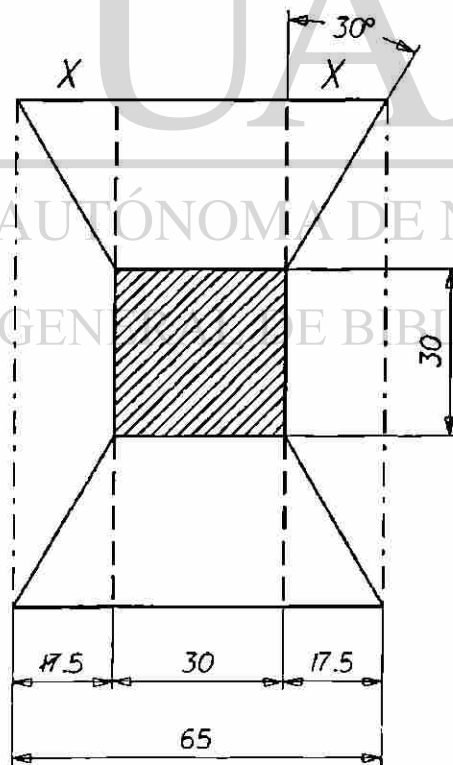


FIG. 3J2 CRITERIO PARA DETERMINAR ANCHO EFECTIVO DE LOSA

C) CORTANTE POR FLEXIÓN EN EL SENTIDO TRANSVERSAL

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

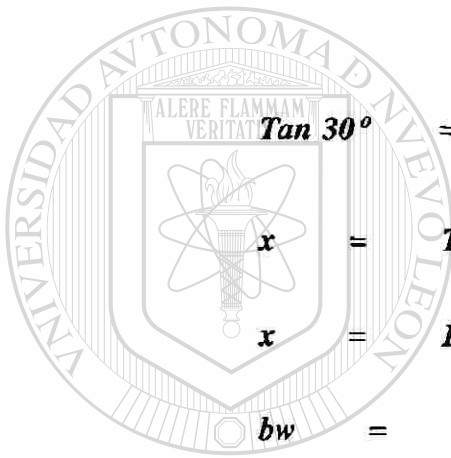
$$V_u = 1.4 (41.8 \text{ Ton}) = 58.5 \text{ Ton.}$$

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

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

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

CONSIDERANDO LÍNEAS DE INFLUENCIA A 30° TENEMOS



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

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

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

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

$$b_w = 65$$

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

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

$$V_s = V_n - V_c$$

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

**REFUERZO MÁXIMO POR CORTANTE**

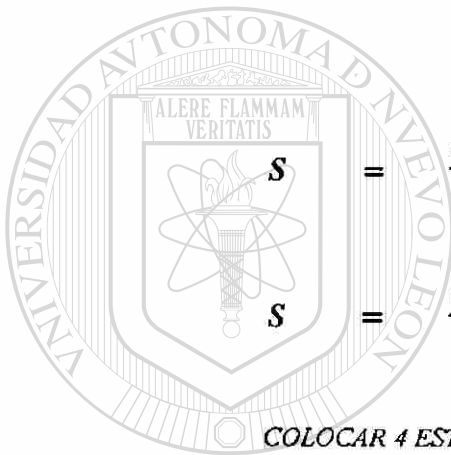
$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'c} \quad bw \quad d \quad \text{secc. 11.5.6.8}$$

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

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

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

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 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.

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

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

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

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

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

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### B) CÁLCULO DE LA INERCIA

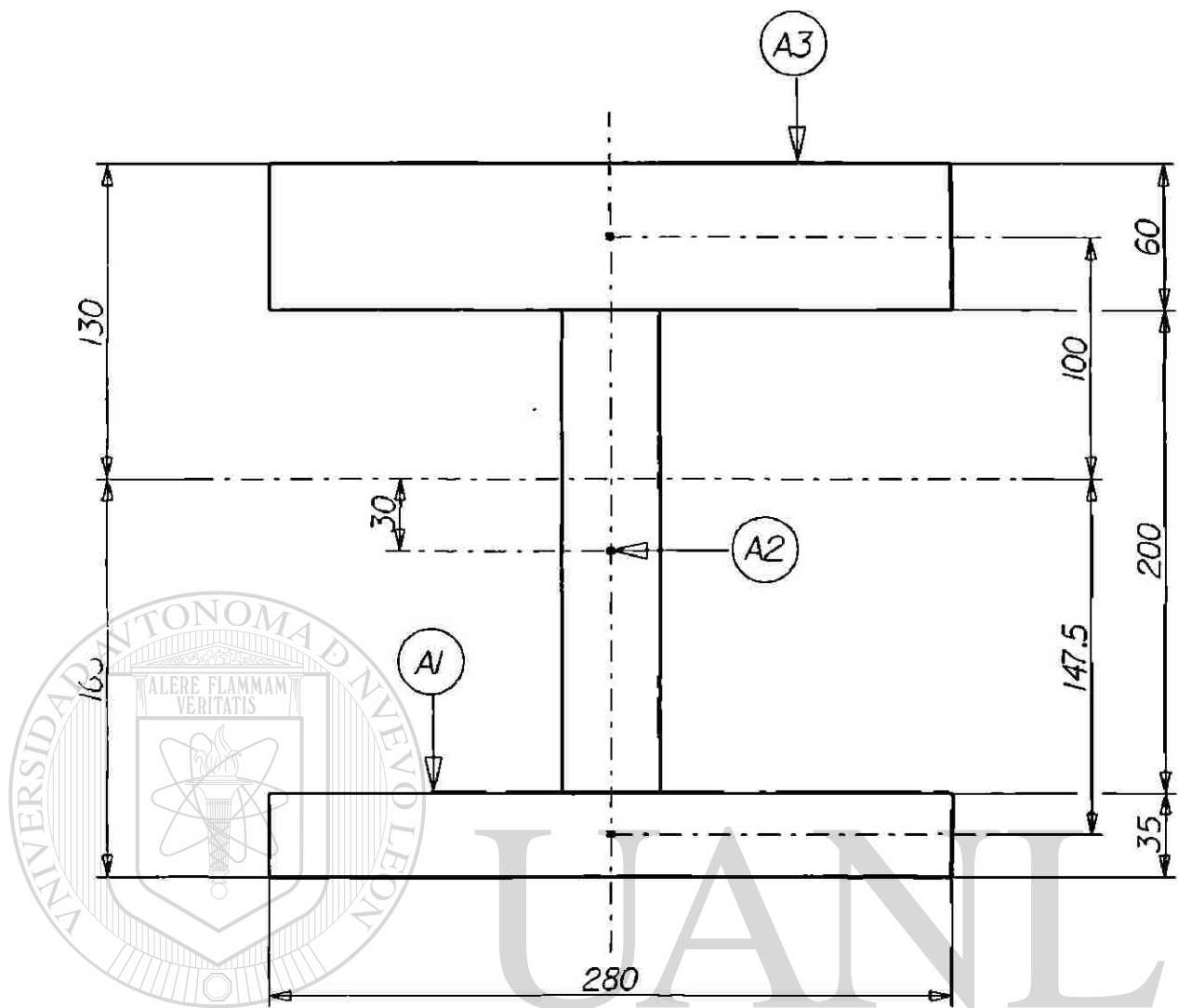
$$I = \frac{1}{12} (280) (35)^3 + 9,800 (147.5)^2 + \frac{1}{12} (40) (200)^3 + 8,000 (30)^2$$

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

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

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

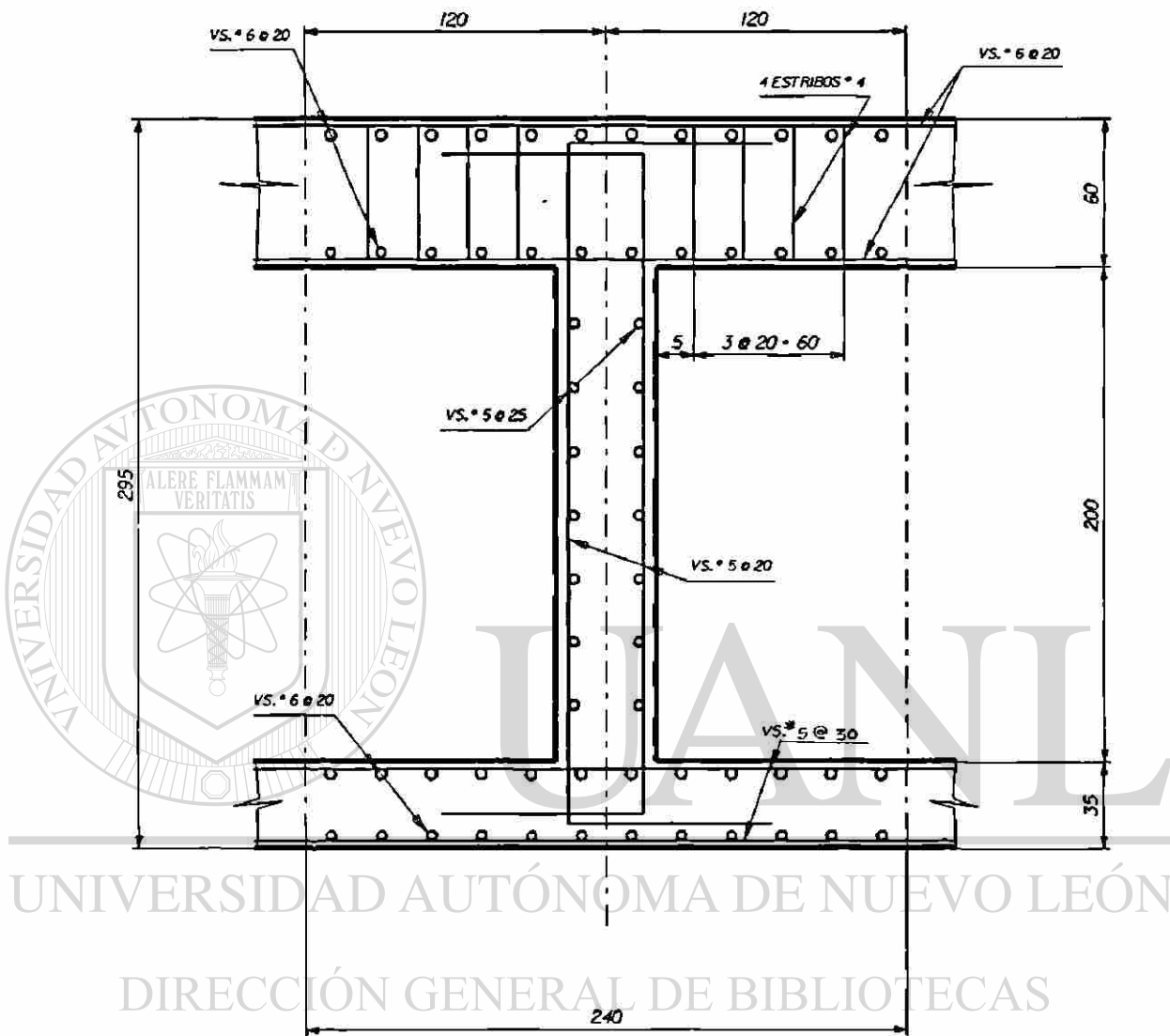
$$I = 421,118,333.0 \text{ cm}^4$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIG. 3J4 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.*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

*EN EL ANÁLISIS DE PROBLEMAS DE NATURALEZA DISCRETA SE HA DESARROLLADO UN PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR, EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL EL PROCEDIMIENTO ES EL SIGUIENTE: PRIMÉRAMENTE 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 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.**



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 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 EXACTITUD 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.

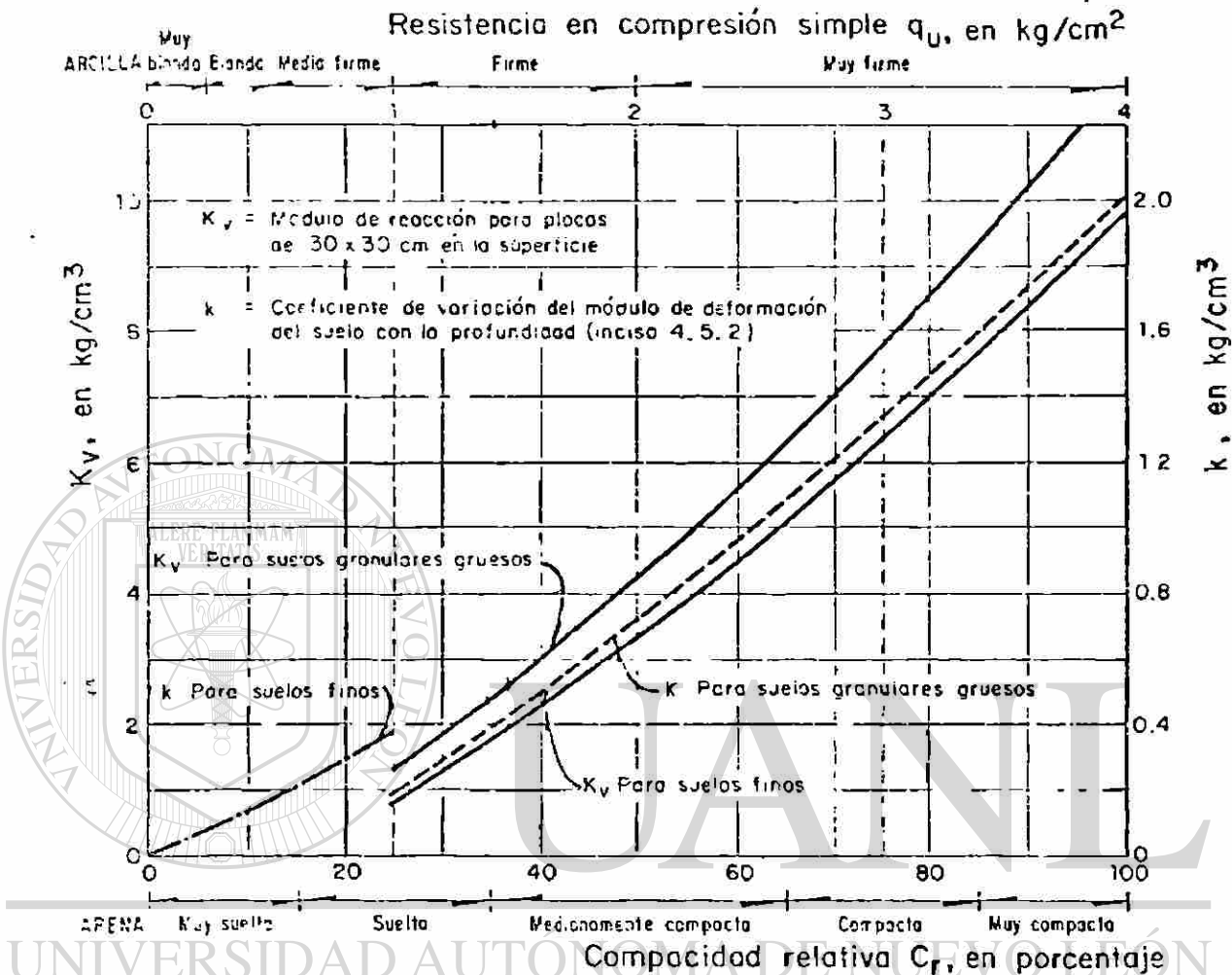
### CONDICIONES DE CARGA

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

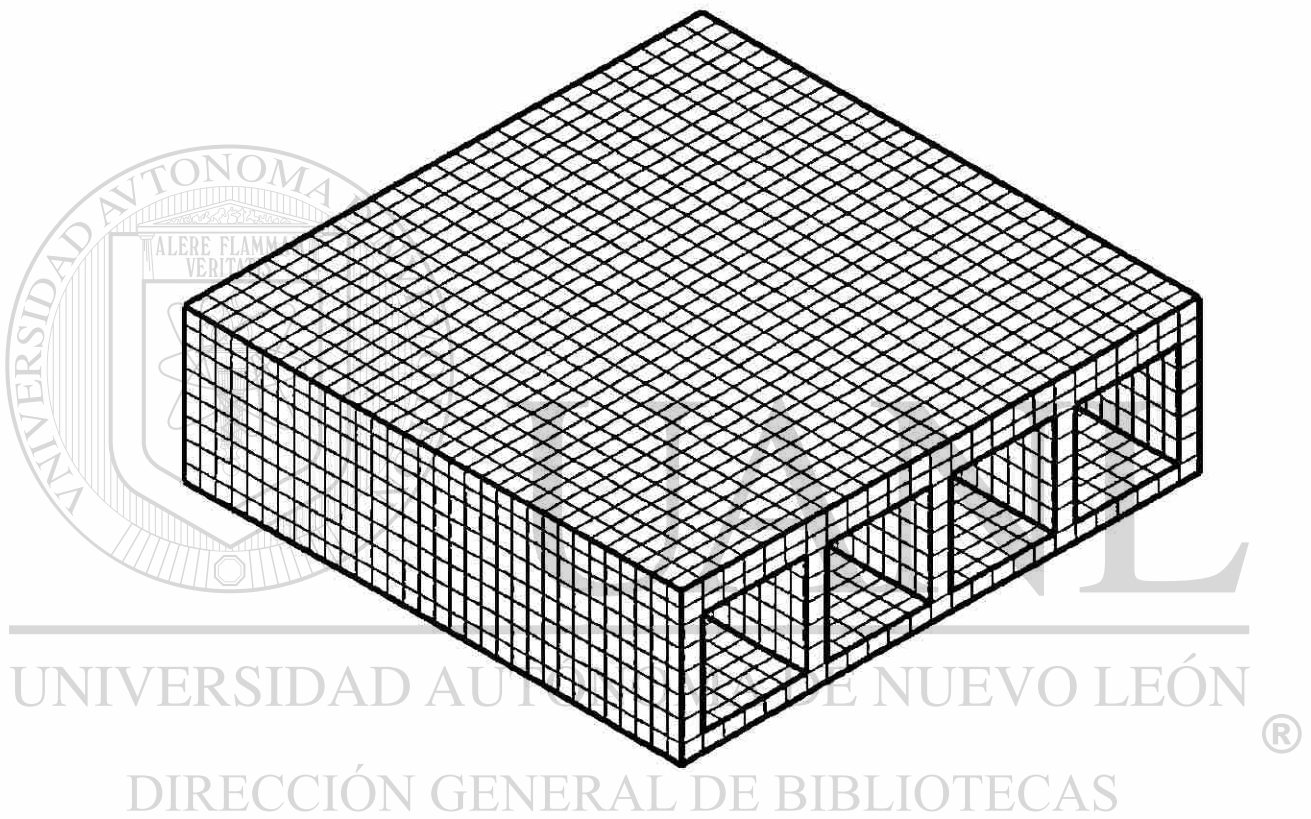
EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA LOSA DE REACCIÓN COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE SE HIZO EN EL PROGRAMA "MICAS PLUS", LOS DATOS DE ENTRADA DEL MODELO COMO SON PROPIEDADES DE LOS MATERIALES, CASOS DE CARGA, CONDICIONES DE FRONTERA Y CARGAS, SE MUESTRAN IMPRESOS EN LAS HOJAS DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL POSTPROCESO 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 11.5 Valores típicos del módulo de reacción



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



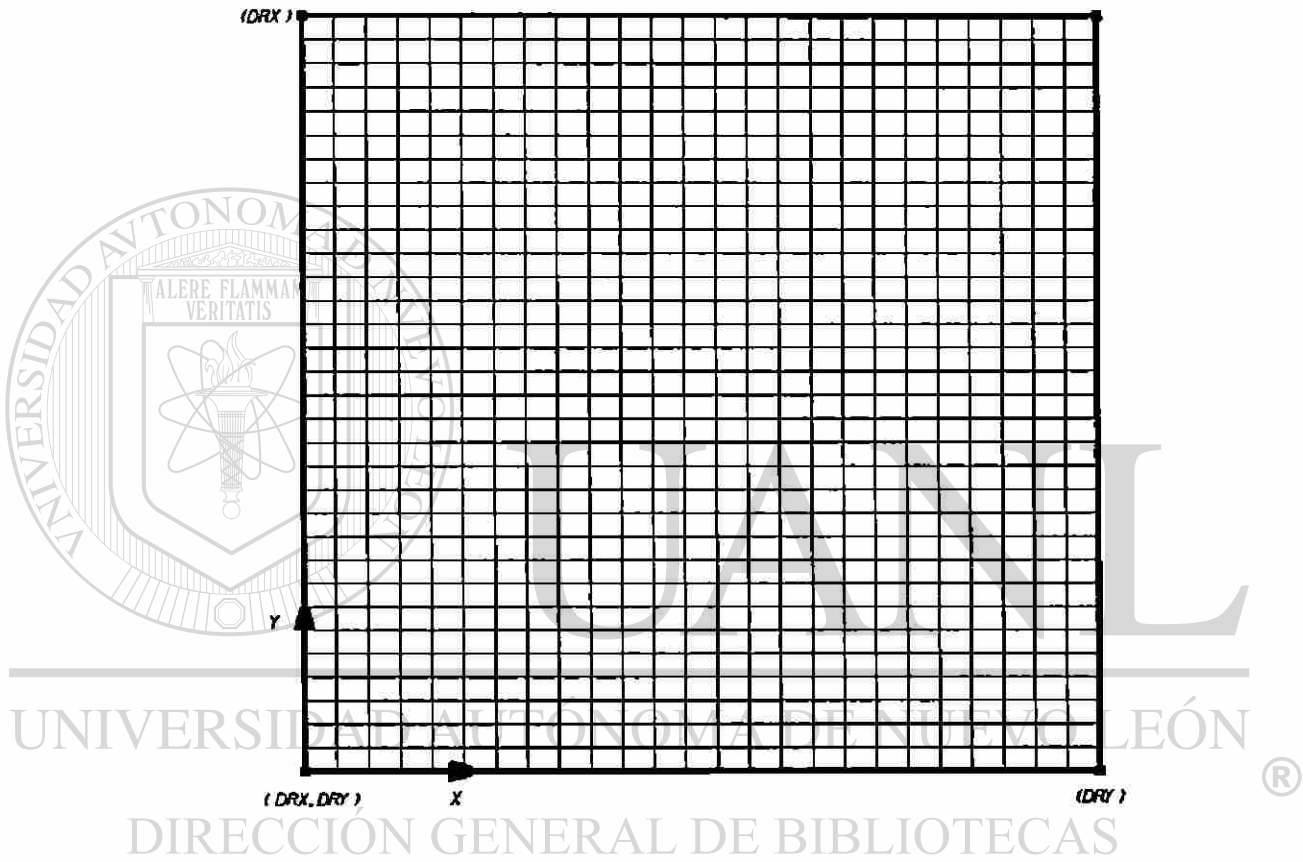


FIG. 3.17 CONDICIONES DE FRONTERA EN LA PARTE INFERIOR DE LA LOSA

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

MicasPlus Rev 4.1.0.6

JUN 05,1993

18:41

Analysis No.2

SOLID

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

JUN 05,1993

18:41

Analysis No.2

SOLID

PAGE 2

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

Name/No.	Table Data	
CON325 1	Material Type	= ISOTROPIC
	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 2	Material Type	= ISOTROPIC
	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  
Analysis No.2

SOLID

JUN 05,1993

18:42  
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

73

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

\*\*\*\*\*

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

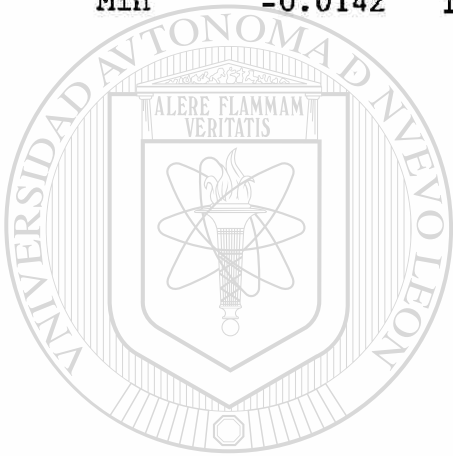
MicasPlus Rev 4.1.0.6  
Analysis No. 2

Solid

JUN 05,1993 18:43:22  
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



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

\*\*\*\*\*

losasol

modelo losa de reaccion con elementos solidos tipo solid.

\*\*\*\*\*

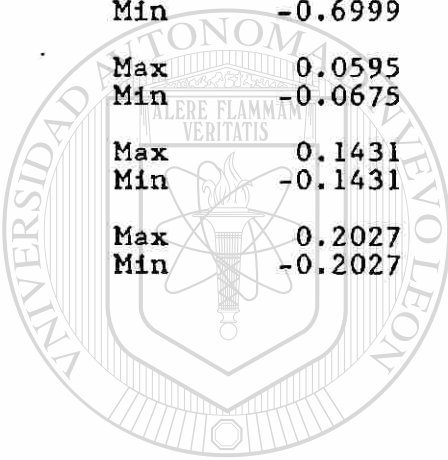
MicasPlus Rev 4.1.0.4  
 Analysis No. 2

Solid

JUN 21,1993 19:28:05  
 Page 437

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

Quantity	Limit	Value	Unit	Elem	Ldemb/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



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

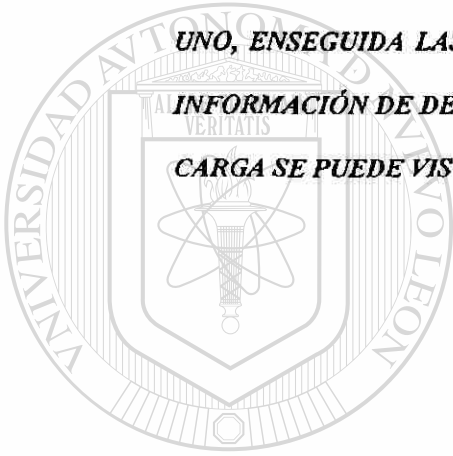
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### **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.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**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

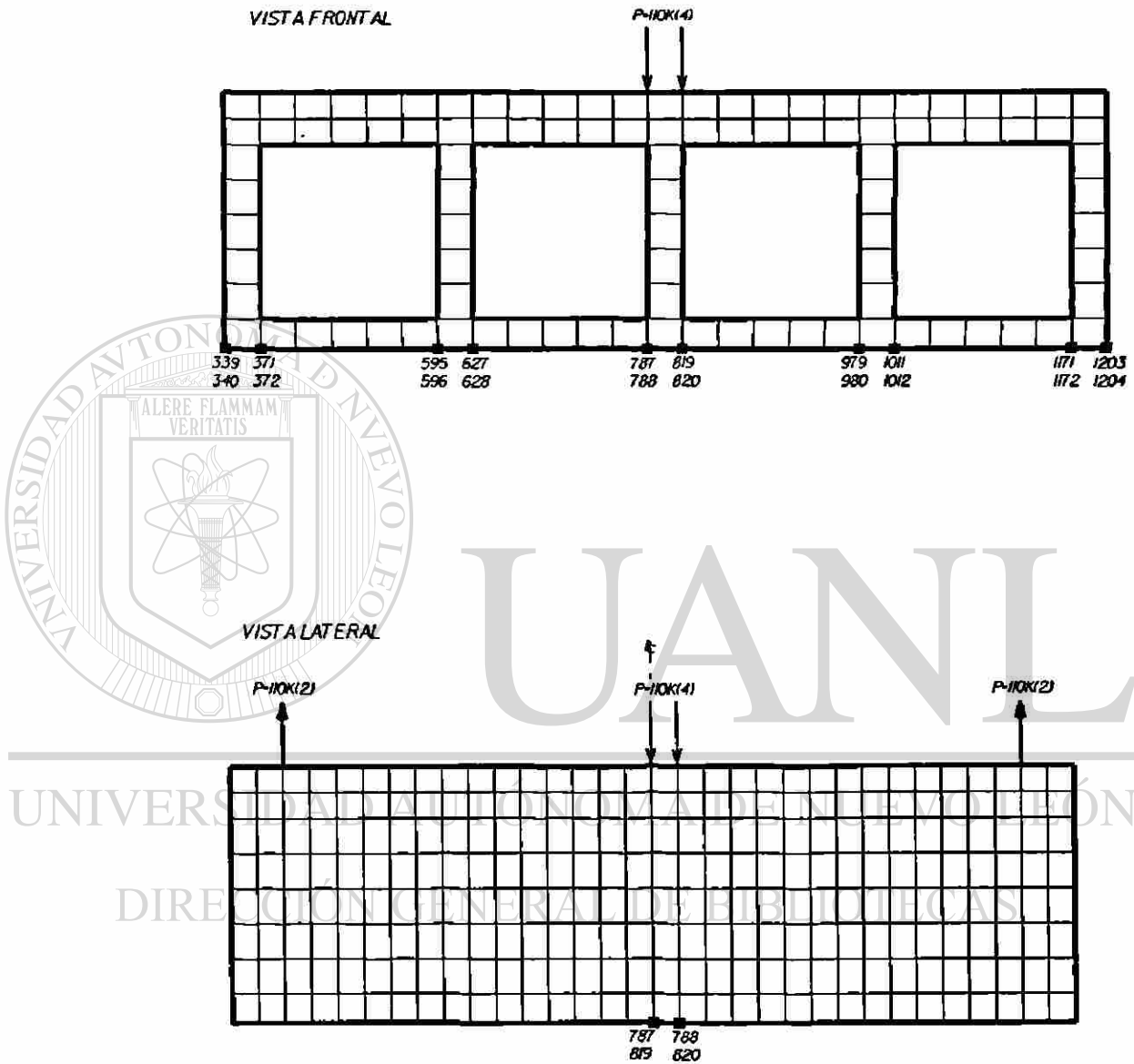
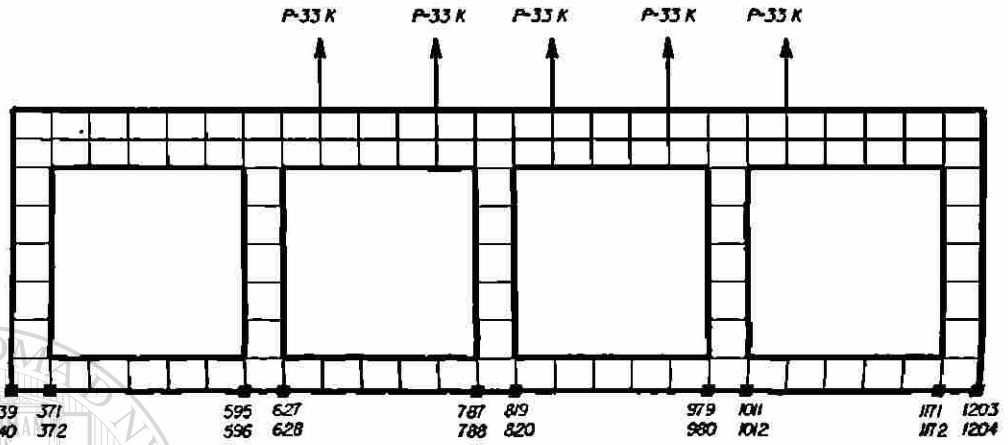


FIG. 3J8 DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 1

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

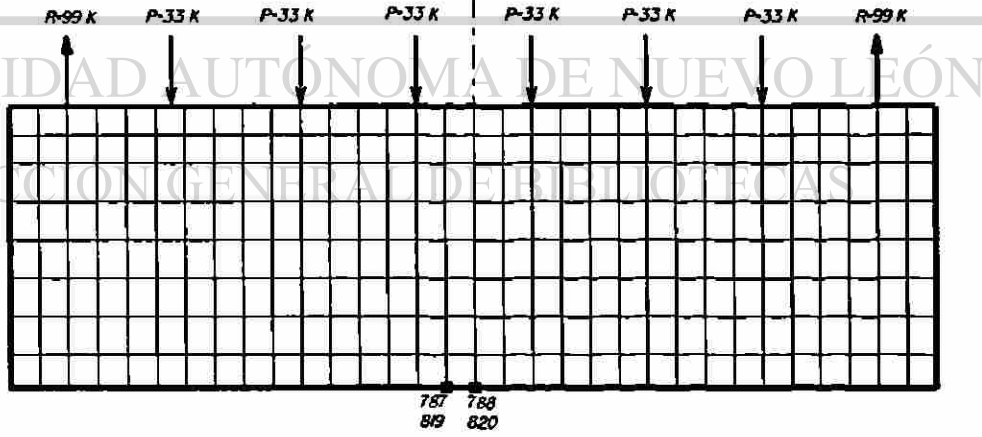
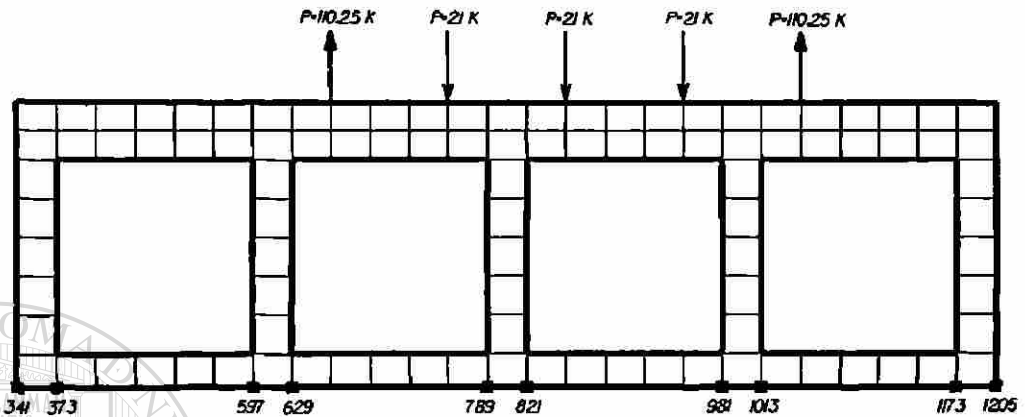
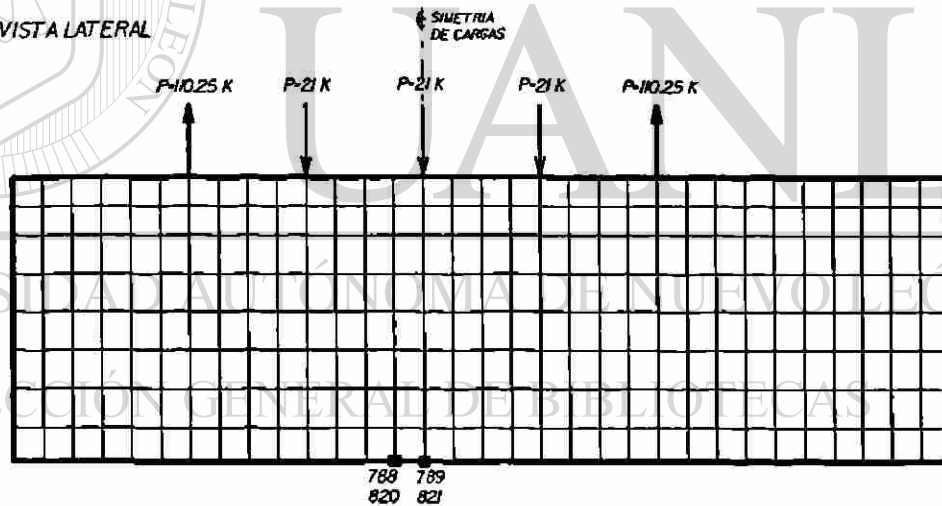


FIG. 3.19 DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 2

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



NUDO	341	373	597	629	789	821	981	1013	1173	1205
DEFLEXION ( $\times 10^{-3}$ ) PULG.	0.0000	0.0000	+0.0121	+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 ELAS 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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

D CÁLCULO DEL CENTROIDE EN TENSIÓN DE BIBLIOTECAS

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:

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

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

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

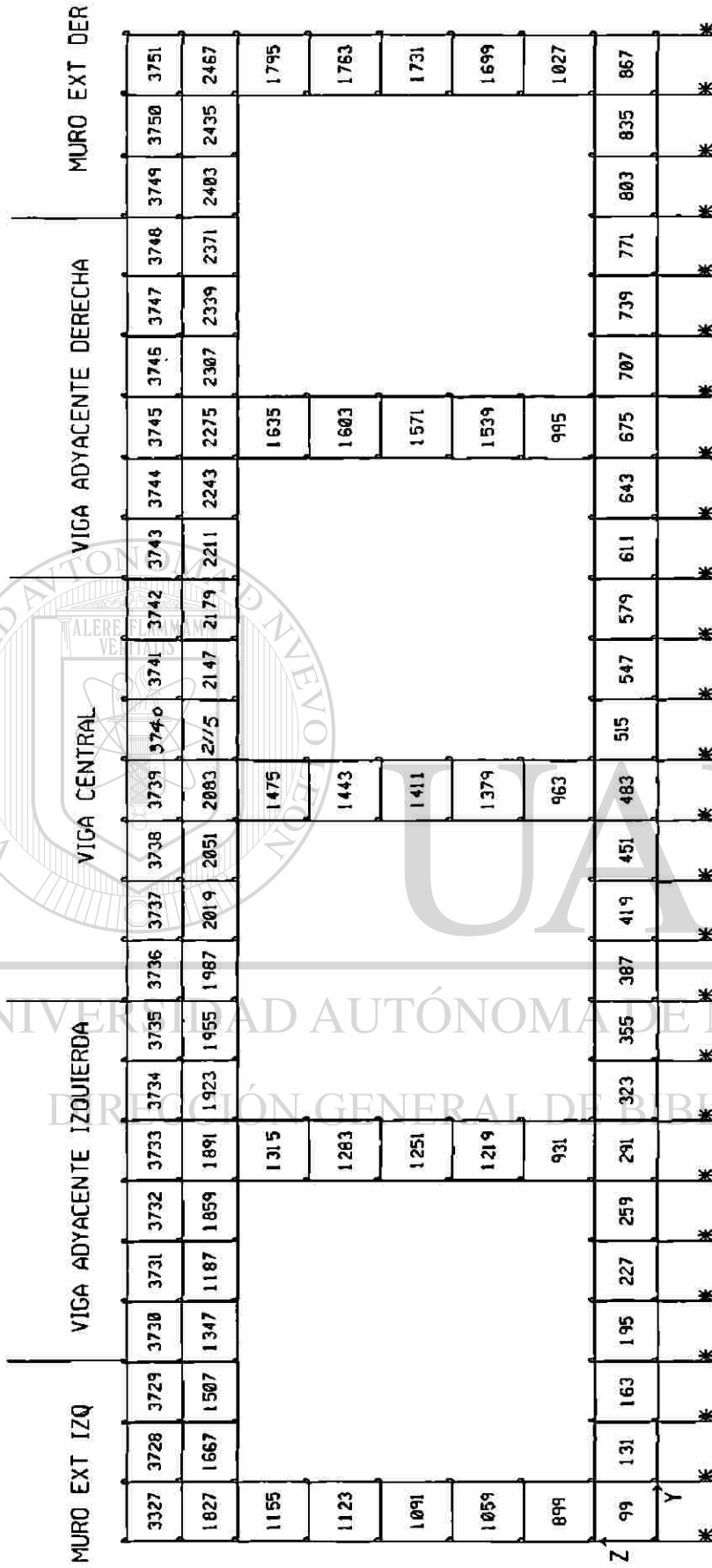


FIG.3.21 NUMERACION DE ELEMENTOS FINITOS EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA

**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 $S_{xx}$ ksi	ESF. NORMAL $S_{xx}$ ( $\times 10^{-2}$ ) 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	
CAPA INFERIOR	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
					SUM	+186.73	
					SUM	-217.92	

TABLA 4.- ESFUERZOS NORMALES  $S_{xx}$  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
	CAPA SUPERIOR	19	2179	186	+0.0102	+1.02
		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		

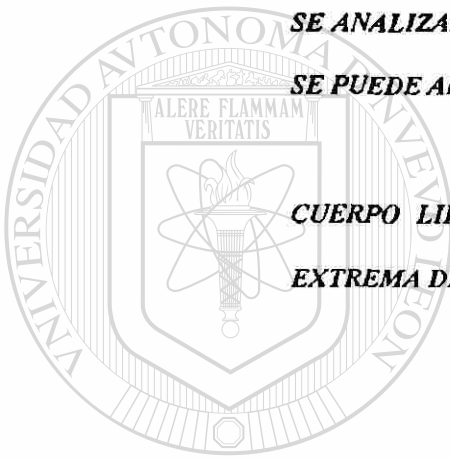
TABLA 5.- ESFUERZOS NORMALES  $S_{xx}$  EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 3. SENTIDO LONGITUDINAL

**B) SENTIDO TRANSVERSAL**

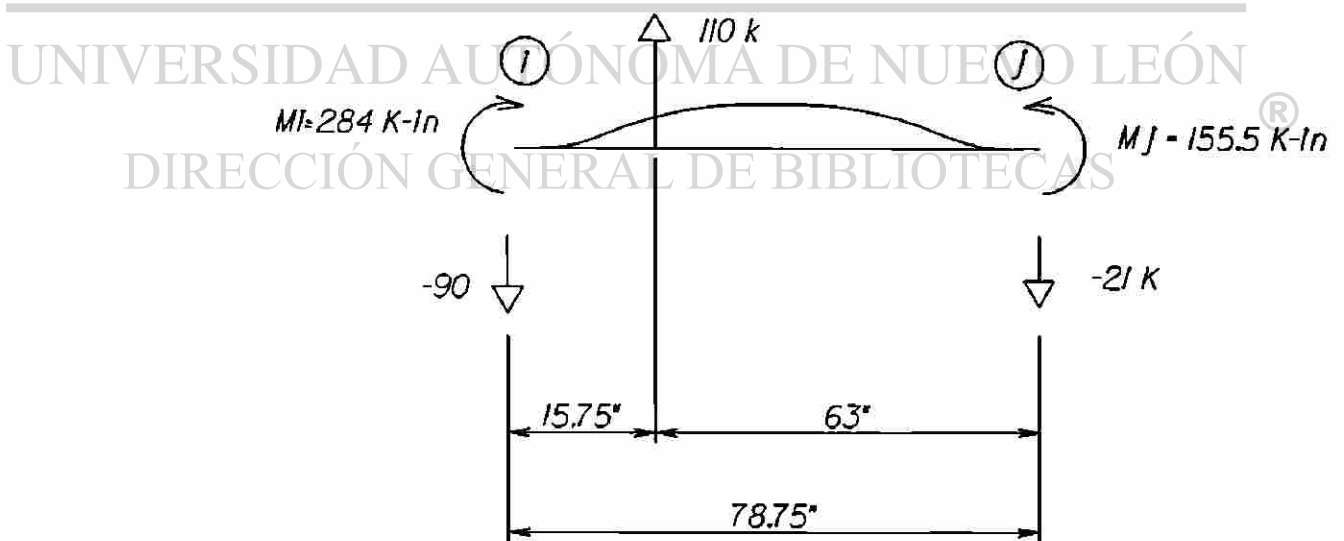
ANÁLOGAMENTE COMO SE PROCEDIÓ A OBTENER EL MOMENTO FLEXIONANTE EN EL SENTIDO LONGITUDINAL, EN EL SENTIDO TRANSVERSAL SE ANALIZARÁ LA FLEXIÓN EN LA LOSA SUPERIOR CONSIDERANDO DOS FRANJAS REPRESENTATIVAS COMO SE MUESTRA EN LAS FIGURAS 3.22, 3.23 Y 3.24.

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.



UANL



MOMENTOS FLEXIONANTES

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

$$M_i = 215.6 k - in + 11.6 k (5.905'' )$$

$$M_i = 215.6 k - in + 68.49 k - in = 284.0 k - in$$

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

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

$$M_j = 148.0 k - in + (1.27 k) (5.905'' )$$

$$M_j = 148.0 k - in + 7.5 k - in = 155.5 k - in$$

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

FUERZAS CORTANTES

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

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

$$V_j = 21 k$$

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

**EOUILIBRIO**

$$\Sigma M_i = 0$$

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

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

$$- 1604.0$$

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

$$\Sigma M_j = 0$$

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

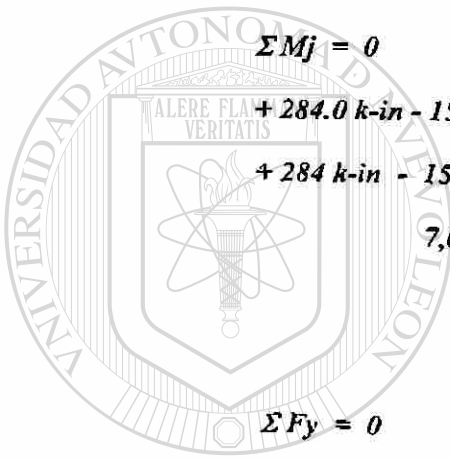
$$+ 284 \text{ k-in} - 155.5 \text{ k-in} + 6930.0 \text{ k-in} - 7087.5 \text{ k-in} = 0$$

$$7,058.5 \text{ k-in}$$

$$- 7887.5 \text{ k-in} = 29.0 \text{ k-in}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

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



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

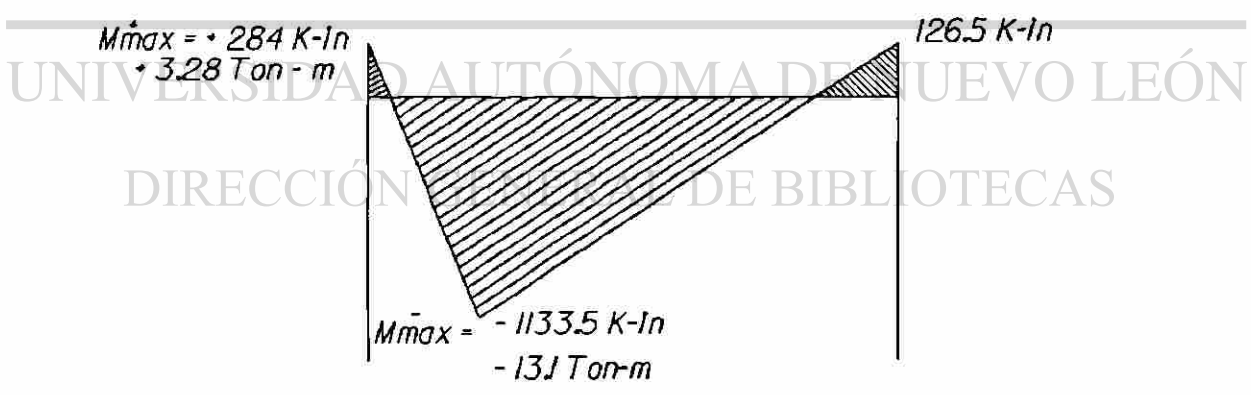
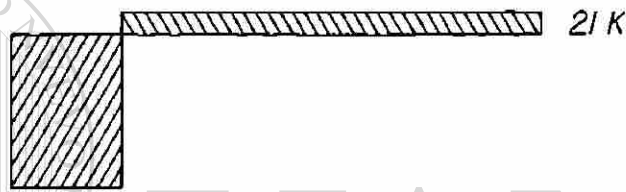
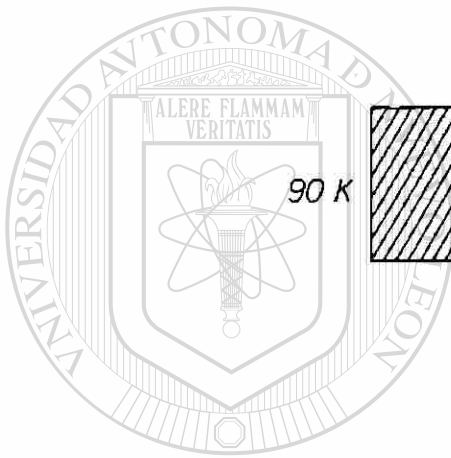
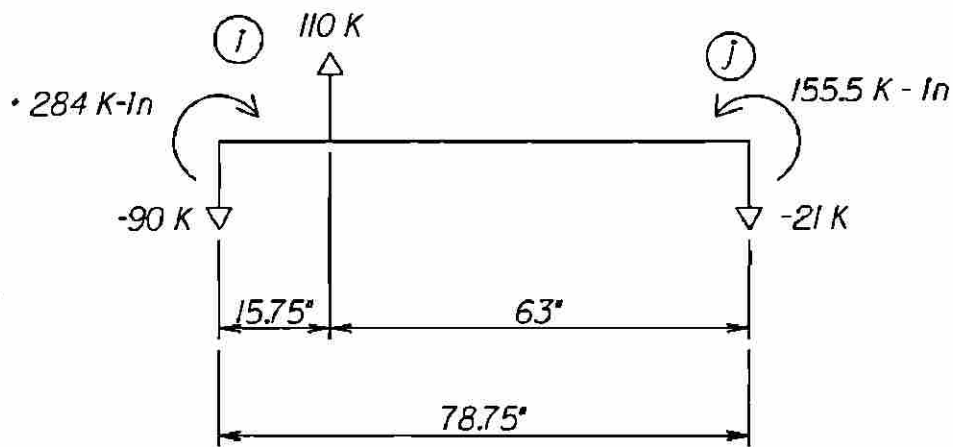
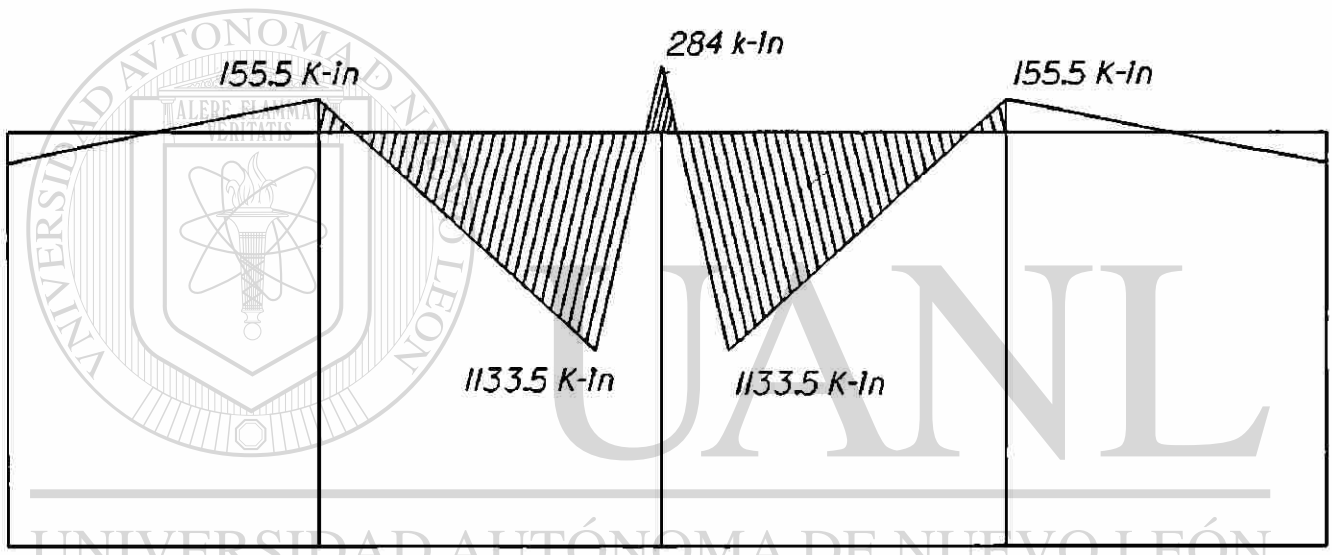


FIG. 3.25 DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA EL ELEMENTO ANALIZADO  
PARA EL CASO I



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

ELEMENTO 3 CASO 3		ELEMENTO 2 CASO 2		ELEMENTO 1 CASO 1	
372737513775	74938238473871387891	514337673491	40154034863408741114132		
3728375077437923822864528700893291	539423165396481	4403848624086411084134			
37283745077337973821864538593893291	739413963398481	3403740614085410854133			
3728374507723796802884438863892391	539423165396481	2403648680841084132			
37233743077137953819384338673891391	5394231653987481	14035405408941074131			
37223746377237943818284208663892391	43943839633986481	64034855408541064130			
3721374537653793817384138593893291	339437396138854089481	34057408141054129			
3720744376837923816804838543888891	239436596039844088483	24056408941044128			
371974337673791381538353887391	13943539539834087403	14055407941034127			
371874207683790381438338623886391	339434959398244086430	4054407841024126			
3717741076537893813083738613885398	33943395398	40854024053407741014125			
371674037643788381238338603884398	3394329539840844028405	2407641024124			
37157330765378738113833859388389	339431953983897393	399543974408240274051407540594123			
3714736376237863810383438583882398	33943095398397840824026	4054074409584122			
371373376107853889383338573881398	339430053983929954397840824026	4054074409584121			
3712736376837843808383238563882398	3394290539839283952397840824026	4054074409584120			
3711735175937838073831385587898	339428053983927395139753995408234047407148554119				
371073437563782280638385488788908	33942705398392639503974399640823404607840944118				
370973337573781380582738538677390	3394260539839253945397339974021484085440934117				
37087323756378638048628085238788908	33942505398392439483972399640820484408540824116				
3707731375537798638627385138758899323894	33942405398392394839783995408194043408740914115				
370673637543778808248283850387408980	3394230539839229463978399408184042408540824114				
37057253753377738018825884938738697	33942205398392189453964399340174841408540894113				
3704726375237768080824848087256983	3394210539839208944396839924016484085440884112				
370372763268382581324032333223321	339420053983919331833173318331	4933149331333123311			

FIG. 3.22 NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN CAPA SUPERIOR DE LOSA SUPERIOR



ELEMENTO 3 CASO 3		ELEMENTO 2 CASO 2		ELEMENTO 1 CASO 1	
24682	46724682	46724682	46724682	46724682	46724682
24342	43424342	43424342	43424342	43424342	43424342
24022	40224022	40224022	40224022	40224022	40224022
23742	37422374	37422374	37422374	37422374	37422374
23382	33822338	33822338	33822338	33822338	33822338
23062	30622306	30622306	30622306	30622306	30622306
22742	27422274	27422274	27422274	27422274	27422274
22422	24222242	24222242	24222242	24222242	24222242
221022	21022221	21022221	21022221	21022221	21022221
21782	17822178	17822178	17822178	17822178	17822178
21462	14622146	14622146	14622146	14622146	14622146
21142	11422114	11422114	11422114	11422114	11422114
20822	08222082	08222082	08222082	08222082	08222082
2050205	05205205	05205205	05205205	05205205	05205205
2018201	01820201	01820201	01820201	01820201	01820201
1986	9867986	9867986	9867986	9867986	9867986
1954	954954	954954	954954	954954	954954
1922	922922	922922	922922	922922	922922
1890	8901890	8901890	8901890	8901890	8901890
1858	8589858	8589858	8589858	8589858	8589858
1826	8261826	8261826	8261826	8261826	8261826
1794	7943794	7943794	7943794	7943794	7943794
1762	7625762	7625762	7625762	7625762	7625762
1730	7306730	7306730	7306730	7306730	7306730
1698	6988698	6988698	6988698	6988698	6988698
1666	6668666	6668666	6668666	6668666	6668666
1634	6348634	6348634	6348634	6348634	6348634
1602	6028602	6028602	6028602	6028602	6028602
1570	5708602	5708602	5708602	5708602	5708602
1538	5388602	5388602	5388602	5388602	5388602
1506	5068602	5068602	5068602	5068602	5068602
1474	4748602	4748602	4748602	4748602	4748602
1442	4428602	4428602	4428602	4428602	4428602
1410	4108602	4108602	4108602	4108602	4108602
1378	3788602	3788602	3788602	3788602	3788602
1346	3468602	3468602	3468602	3468602	3468602
1314	3148602	3148602	3148602	3148602	3148602
1282	2828602	2828602	2828602	2828602	2828602
1250	2508602	2508602	2508602	2508602	2508602
1218	2188602	2188602	2188602	2188602	2188602
1186	1868602	1868602	1868602	1868602	1868602
1154	1548602	1548602	1548602	1548602	1548602
1122	1228602	1228602	1228602	1228602	1228602
1090	1098602	1098602	1098602	1098602	1098602
1058	1058602	1058602	1058602	1058602	1058602
1026	10268602	10268602	10268602	10268602	10268602
994	9948602	9948602	9948602	9948602	9948602
962	9628602	9628602	9628602	9628602	9628602
930	9308602	9308602	9308602	9308602	9308602
898	8988602	8988602	8988602	8988602	8988602
866	8668602	8668602	8668602	8668602	8668602
834	8348602	8348602	8348602	8348602	8348602
802	8028602	8028602	8028602	8028602	8028602
770	7708602	7708602	7708602	7708602	7708602
738	7388602	7388602	7388602	7388602	7388602
706	7068602	7068602	7068602	7068602	7068602
674	6748602	6748602	6748602	6748602	6748602
642	6428602	6428602	6428602	6428602	6428602
610	6108602	6108602	6108602	6108602	6108602
578	5788602	5788602	5788602	5788602	5788602
546	5468602	5468602	5468602	5468602	5468602
514	5148602	5148602	5148602	5148602	5148602
482	4828602	4828602	4828602	4828602	4828602
450	4508602	4508602	4508602	4508602	4508602
418	4188602	4188602	4188602	4188602	4188602
386	3868602	3868602	3868602	3868602	3868602
354	3548602	3548602	3548602	3548602	3548602
322	3228602	3228602	3228602	3228602	3228602
290	2908602	2908602	2908602	2908602	2908602
258	2588602	2588602	2588602	2588602	2588602
226	2268602	2268602	2268602	2268602	2268602
194	1948602	1948602	1948602	1948602	1948602
162	1628602	1628602	1628602	1628602	1628602
130	1308602	1308602	1308602	1308602	1308602
98	988602	988602	988602	988602	988602
66	668602	668602	668602	668602	668602
34	348602	348602	348602	348602	348602
2	28602	28602	28602	28602	28602

FIG. 3.23 NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN CAPA INFERIOR DE LOSA SUPERIOR

	ELEMENTO 3 CASO 3																																			
20	052	053	054	055	056	057	058	059	060	061	062	063	064	065	066	067	068	069	070	071	072	073	074	075	076	077	078	079	080	081	082	083				
24	020	021	022	023	024	025	026	027	028	029	030	031	032	033	034	035	036	037	038	039	040	041	042	043	044	045	046	047	048	049	050	051				
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	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				
⑤	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	#			

CASO 2  
ELEMENTO 2  
j

CASO 1  
ELEMENTO 1  
i

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
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR (C)	5	11.81 x 11.81 140	-0.0297	-4.158	+0.0351	+4.914	
		6	2129	140	-0.0554	-7.756	+0.0644	+9.016
		7	2130	140	-0.0644	-9.016	+0.0689	+9.646
		8	2131	140	-0.0638	-8.932	+0.0523	+7.322
						<b>SUM</b>	-29.86	<b>SUM</b>
	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>
					<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	
<b>PATÍN INFERIOR</b>	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>
<b>PATÍN SUPERIOR</b>	<b>CAPA INFERIOR (T)</b>	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>	
	<b>CAPA SUPERIOR (T)</b>	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>-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 13.76 163	+ 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	140	+ 0.0207	+ 2.89	+ 0.0729	+ 10.200	
		7	140	+ 0.0405	+ 5.67	+ 0.0517	+ 7.238	
		8	140	+ 0.0401	+ 5.61	+ 0.0371	+ 5.194	
					<b>SUM</b>	+ 16.130		+ 32.712
	CAPA SUPERIOR (C)	9	11.81 x 11.81 140	-0.000555	-0.0777	+ 0.1054	+ 14.756	
		10	140	-0.00868	-1.215	+ 0.1081	+ 15.134	
		11	140	-0.0584	-8.176	+ 0.0266	+ 3.724	
		12	140	-0.0616	-8.624	+ 0.0227	+ 3.178	
					<b>SUM</b>	-18.09		+ 36.792
<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	
					<b>SUM</b>	+0.005	<b>SUM</b>	-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	
					<b>SUM</b>	-0.025	<b>SUM</b>	+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
				<b>SUM</b>	+0.1342	<b>SUM</b>	-1.024	
				<b>GRAN TOTAL</b>	-0.030	<b>GRAN TOTAL</b>	+0.049 •	
				<b>GRAN TOTAL</b>	+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	
				<b>SUM</b>	<b>-6.0650</b>	
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	
					<b>SUM</b>	<b>+76.89</b>
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
					<b>SUM</b>	<b>+31.68</b>
	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	
				<b>SUM</b>	<b>+68.49</b>	
				<b>GRAN TOTAL</b>	<b>+183.13</b>	

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>	<b>+0.440</b>	
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>	<b>+19.18</b>	
PATÍN SUPERIOR	CAPA INFERIOR	12	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>	<b>+0.350</b>
	CAPA SUPERIOR	18	15.75 x 11.81 186	0	0	
		19	4066	186	-4.640	-0.86
		20	4067	186	-0.648	-0.120
		21	4068	186	-1.010	-0.187
		22	4069	186	-0.780	-0.145
		23	4070	186	+2.040	+0.380
					<b>SUM</b>	<b>-0.930</b>
<b>GRAN TOTAL</b>					<b>+19.00</b>	

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			16.76 X 13.78			
	1	625	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			16.76 X 16.76			
	7	1009	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		16.76 X 11.81			
		12	2225	186	+0.040	+0.007
		13	2257	186	+3.130	+0.580
		14	2289	186	+3.750	+0.700
		15	2321	186	-0.446	-0.080
		16	2353	186	-4.640	-0.860
		17	2385	186	0	0
					<b>SUM</b>	<b>+0.350</b>
	CAPA SUPERIOR			16.76 X 11.81		
		18	4079	186	+2.040	+0.380
		19	4080	186	-0.780	-0.145
		20	4081	186	-1.010	-0.187
		21	4082	186	-0.648	-0.120
22		4083	186	-4.640	-0.860	
23	4084	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												1609
1137					1297		1457					1617												1777
1105					1265		1425					1585												1745
1073					1233		1393					1553												1713
913					945		977					1009												1041
1113	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	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Z	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

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:

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

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.**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### **B) SENTIDO TRANSVERSAL**

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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

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

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

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

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

##### REACCIONES ULTIMAS

$$MU = 1.4D + 1.7L$$

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

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

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

**DATOS DE LA VIGA**

$$F_y = 4200 \text{ k/cm}^2$$

$$F'_c = 325 \text{ k/cm}^2$$

$$b = 240.0 \text{ cm}$$

$$d = 278.0 \text{ cm}$$

**TENSIONES EN PATÍN INFERIOR**

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

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

$$\rho_b = 0.0319$$

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

$$\rho_{max} = 0.0239$$

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

$$\omega = 0.006325$$

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

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

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

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

**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:

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

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

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

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

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

**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**

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

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

$$d = 265 \text{ cm}^2$$

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

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

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

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

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

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

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

**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>)**

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

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:

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

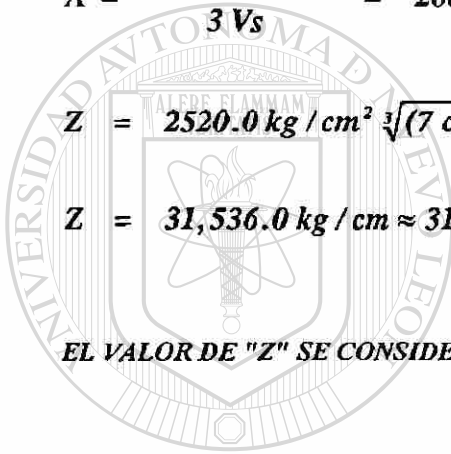
$$dc = 7 \text{ cm}$$

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

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

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

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



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 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**

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

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

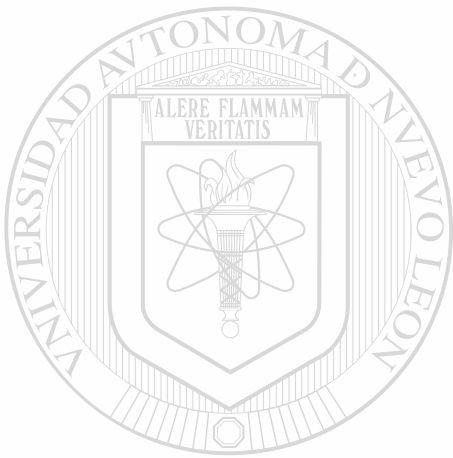
$$V_s \leq 351,962.0 \text{ kg.}$$

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

**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.**



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### 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

$$V_u = 1.4D + 1.7L$$

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

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

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

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

$$V_n = V_c + V_s$$

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

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

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

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

**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.**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**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.**



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 4.5 ANCLAJE DEL ACERO DE REFUERZO

### REVISIÓN DEL ANCLAJE DEL ACERO DE REFUERZO

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

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

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

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

A) VARILLAS #5

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

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

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
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 (a) ES 1.0 → LA LONGITUD DE DESARROLLO BÁSICA MODIFICADA ES  $L_{db} = 45 \text{ cm}$  LA CUAL NO DEBE SER MENOR DE:**

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

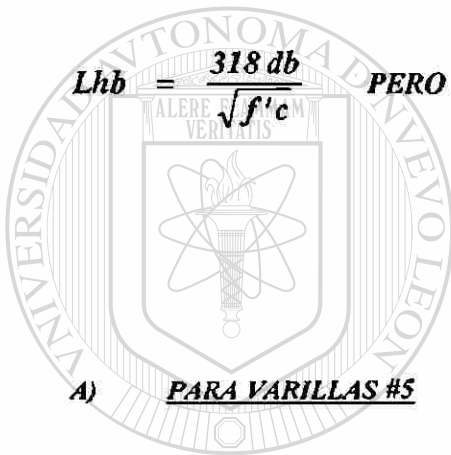


**EL FACTOR DE MODIFICACIÓN SEGÚN EL ARTÍCULO 12.2.4.1 PARA VARILLAS DEL LECHO SUPERIOR ES 1.3, POR LO TANTO**

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

**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 TENSION**



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

ARTÍCULO 12.5.1

ARTÍCULO 12.5.2

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

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

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

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

**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**

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

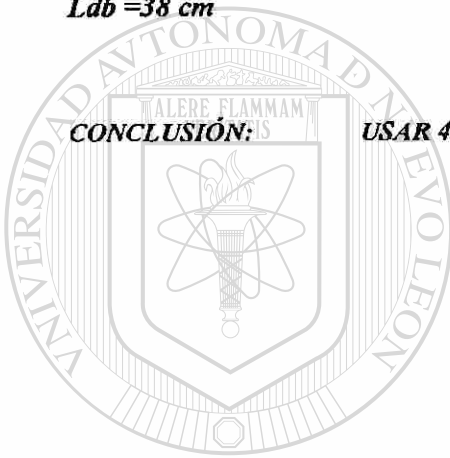
$$Lhb = \frac{318 (1.905 \text{ cm})}{\sqrt{250}} = 38 \text{ cm}$$

**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**



**UANL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

3) **TRASLAPES DEL ACERO DE REFUERZO**

3.1 **VARILLAS EN TENSIÓN**

A) **PARA VARILLAS #5**

**TRASLAPE CLASE B** ——— **1.3 Ld**

**ARTÍCULO 12.15.1**

**LONGITUD DE TRASLAPE EN TENSIÓN PARA VARILLAS #5** \_\_\_\_\_ **85 cm.**

B) **PARA VARILLAS #6**

**TRASLAPE CLASE B** ——— **1.3 Ld**

**ARTÍCULO 12.15.1**

**LONGITUD DE TRASLAPE EN TENSIÓN PARA VARILLAS #5** \_\_\_\_\_ **100 cm.**

3.2) **VARILLAS EN COMPRESIÓN**

**LONGITUD DE TRASLAPE = 0.0071 fy db** **ART. 12.16.1**

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

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

A) **PARA VARILLAS #5**

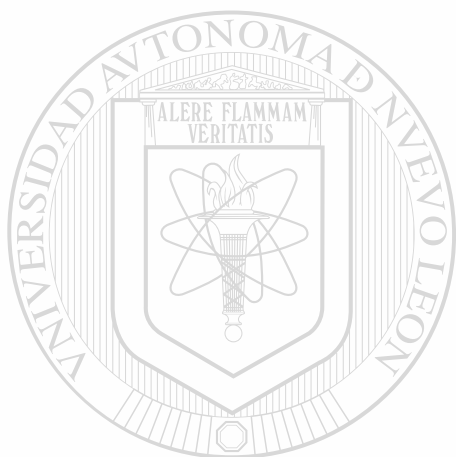
$$\text{LONGITUD DE TRASLAPE} = 0.0071 (4200 \text{ kg/cm}^2) (1.58 \text{ cm}) = 47 \text{ cm}$$

**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**



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 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.

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.**



**UANL**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**



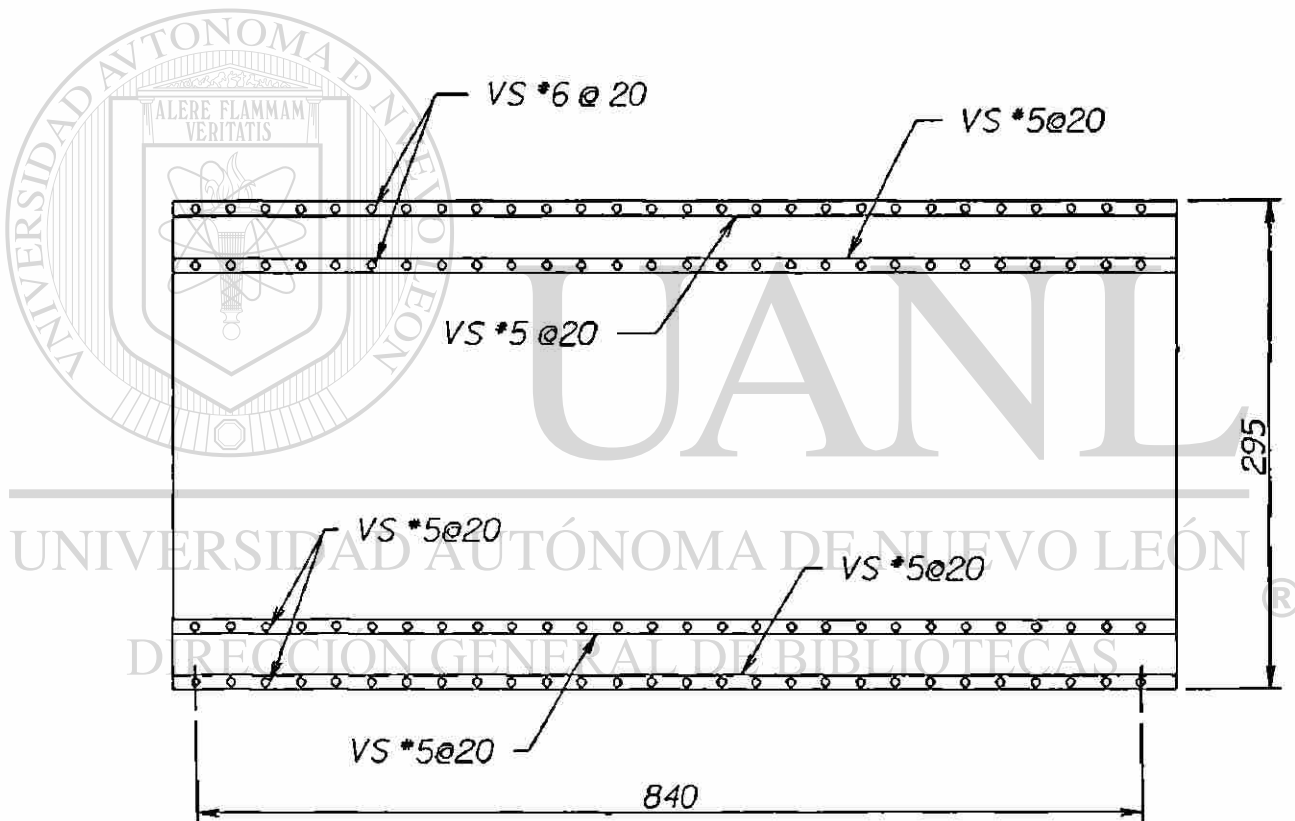
**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

#### 4.7

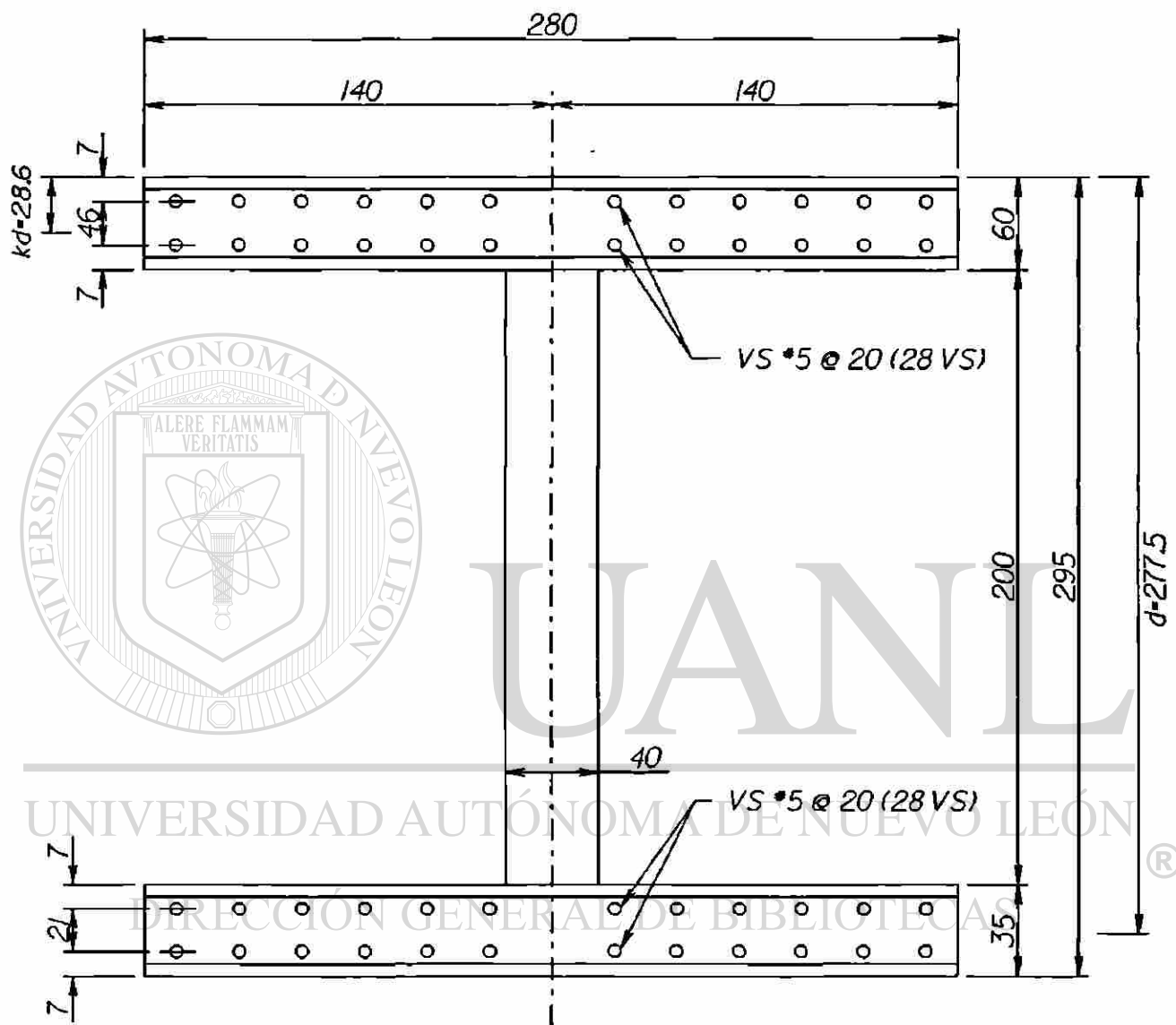
### DEFLEXIONES

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.

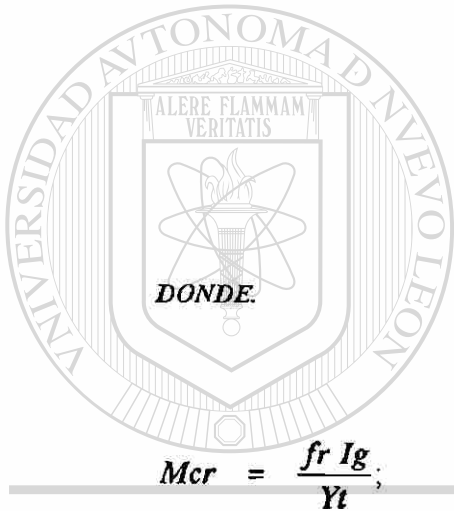


DEFLEXIÓN INSTANTÁNEA

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

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

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



UANL

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{Y_t}$$

$$f_r = 2\sqrt{f'c} = 2\sqrt{250} = 31.6 \text{ kg/cm}^2$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



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

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**INERCIA AGRIETADA**

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

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

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

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

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

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

$$I_e = I_g$$

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

---

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

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

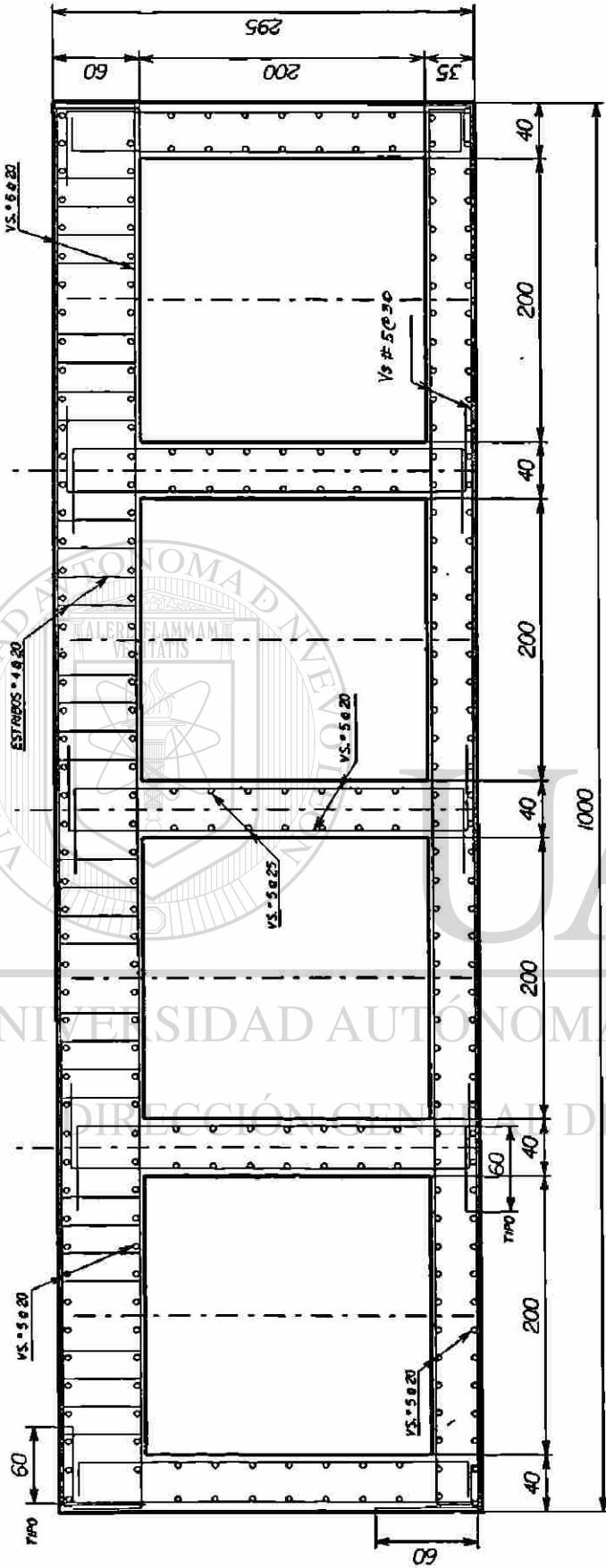


FIG. 4J DISTRIBUCION DEFINITIVA DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA

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	.0343	.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	.1318	.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	.1601
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**

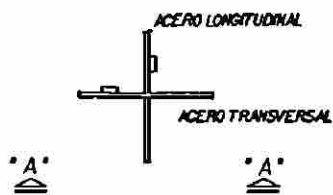
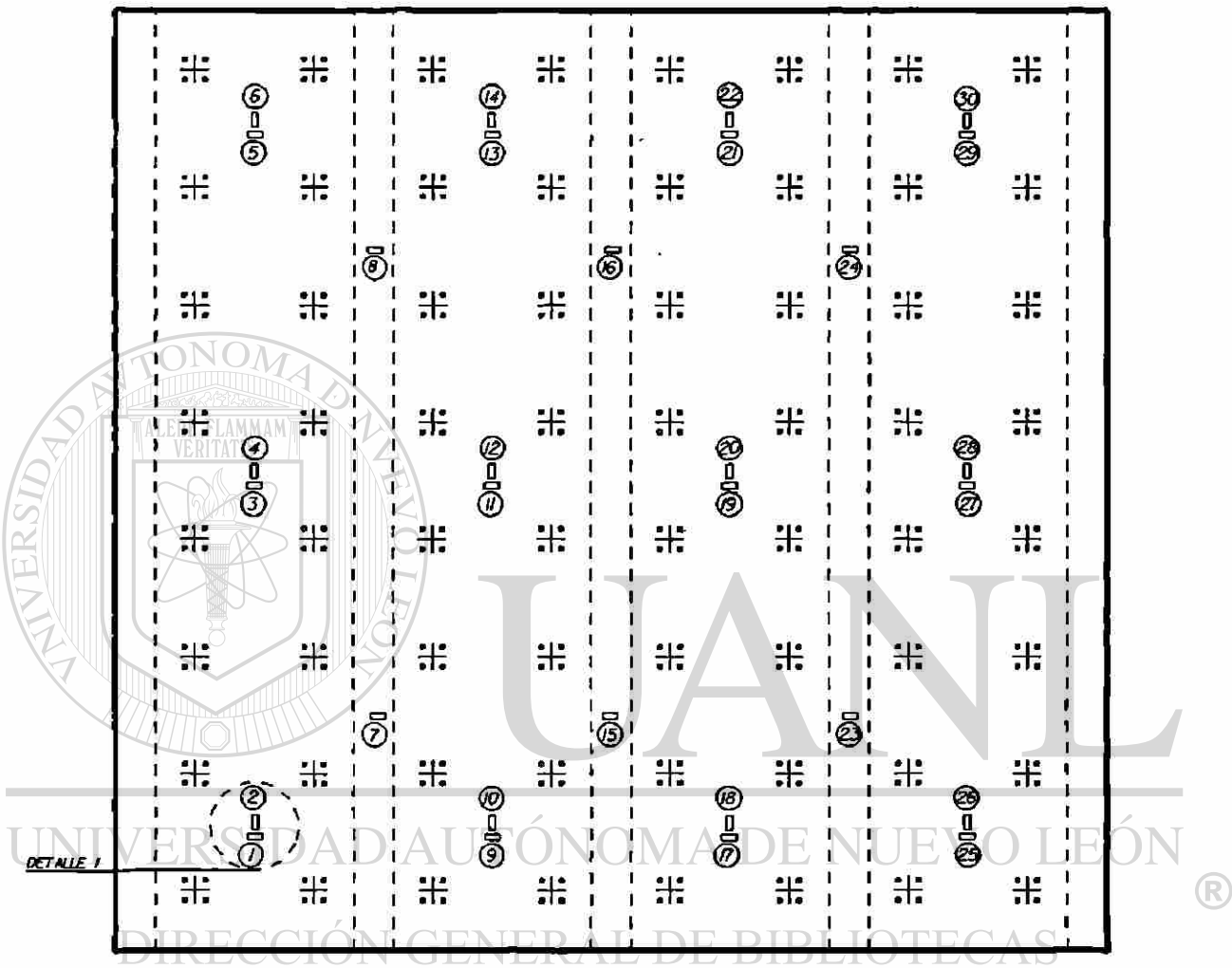
**DURANTE LA ETAPA DE PLANEACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN SE TOMÓ EN CUENTA LA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE LOS TRANSDUCTORES EN TODA LA LOSA, EN LA LOSA SUPERIOR SE COLOCARON 30 TRANSDUCTORES EN CADA CAMA DEL ACERO DE REFUERZO, EN LOS ESTRIBOS DE CORTANTE SE COLOCARON 20 TRANSDUCTORES, EN LAS PLACAS DE CORTANTE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

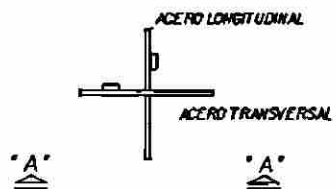
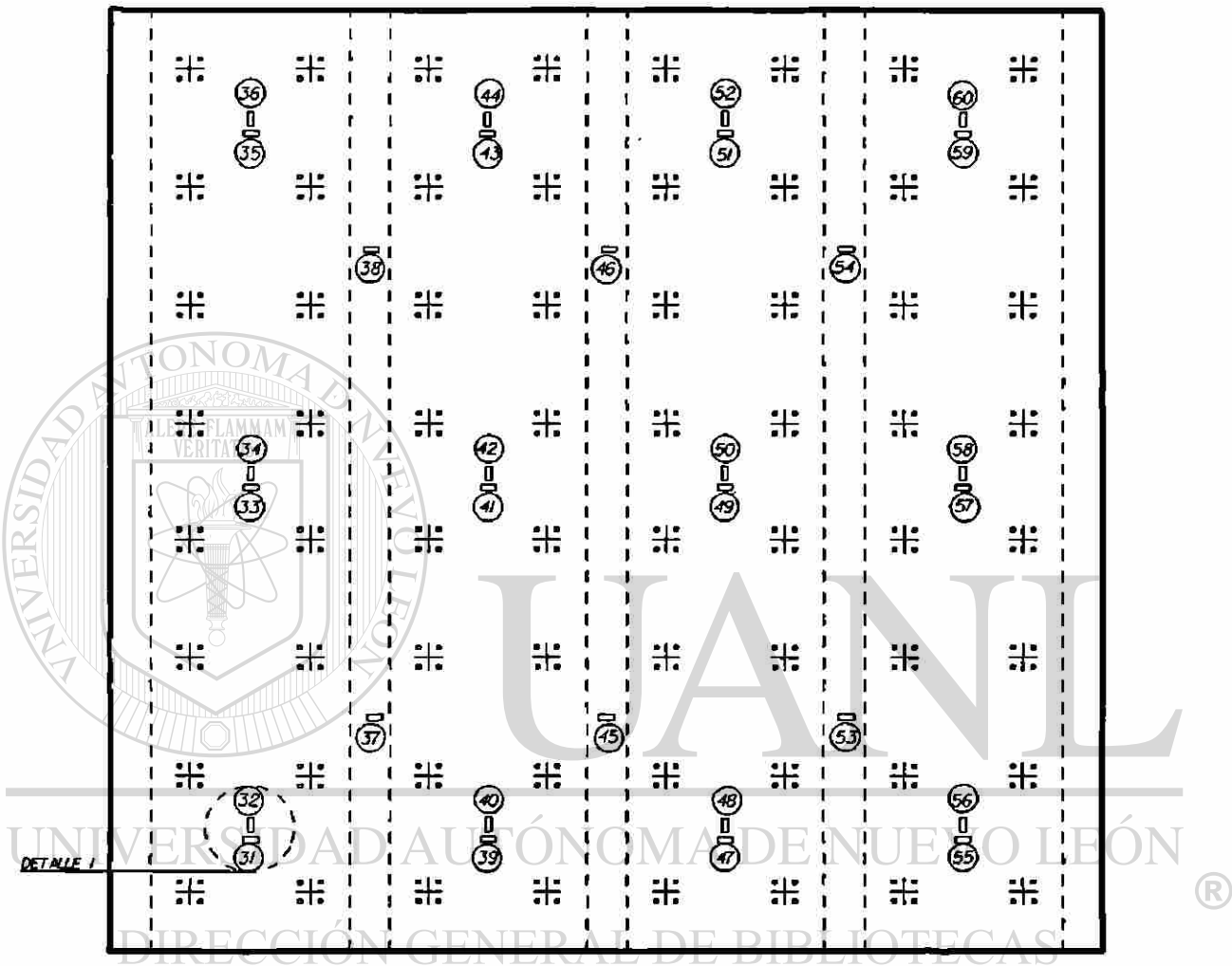


DETALLE 1



VISTA "A-A"

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



DETALLE I



VISTA "A-A"

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



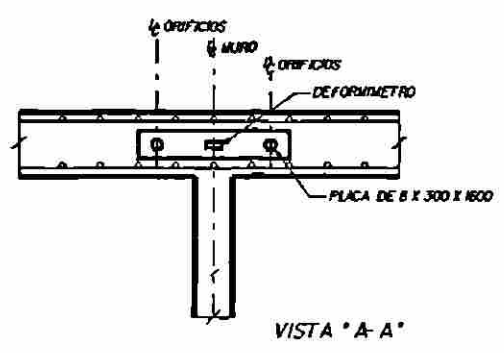
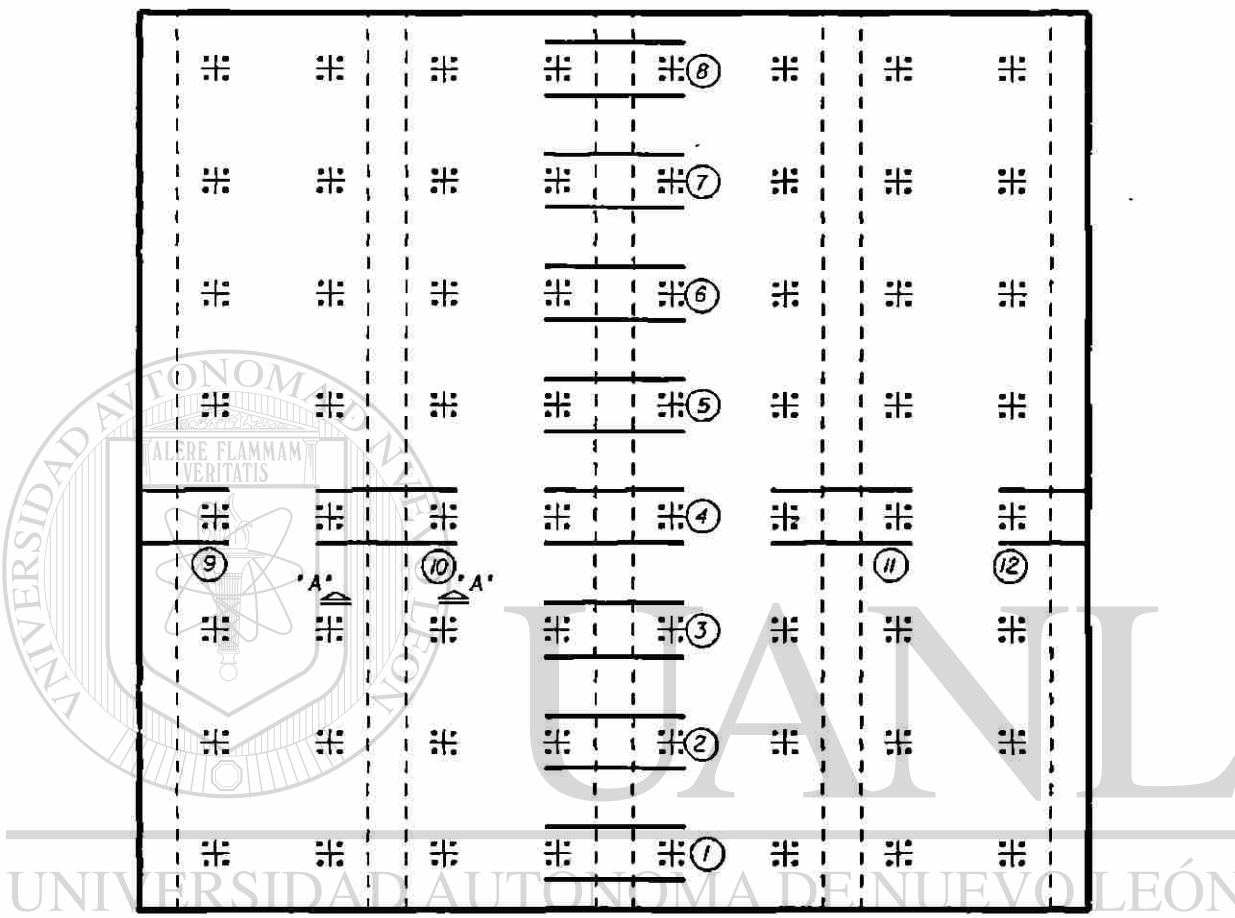
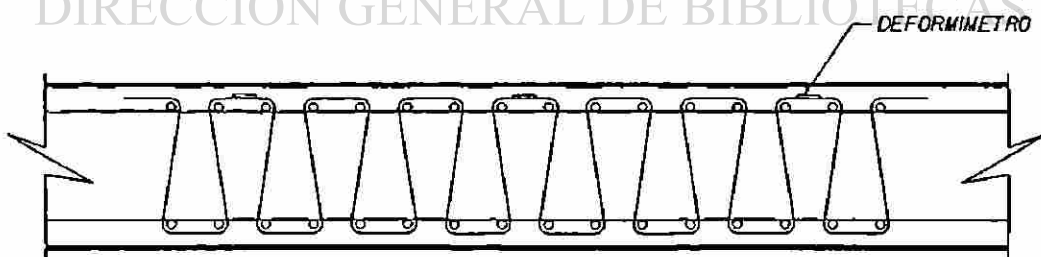
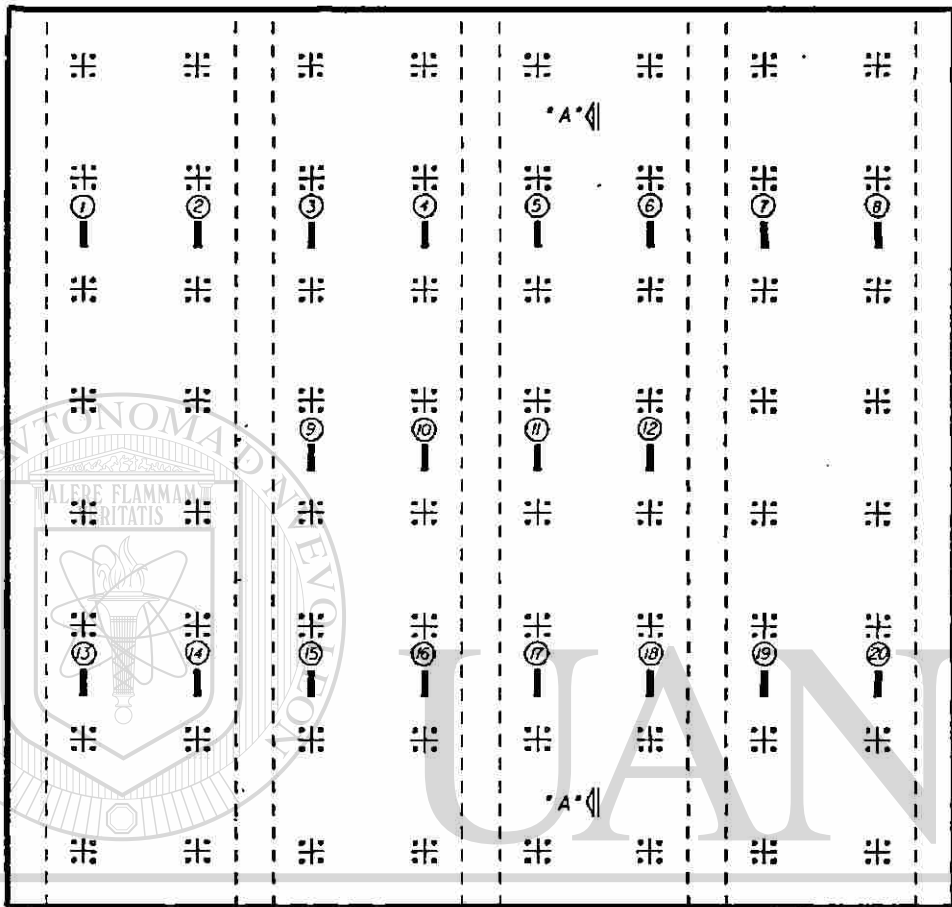


FIG. 5.3 LOCALIZACION DE PLACAS DE CORTANTE INSTRUMENTADAS EN LOSA SUPERIOR



VISTA A-A

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

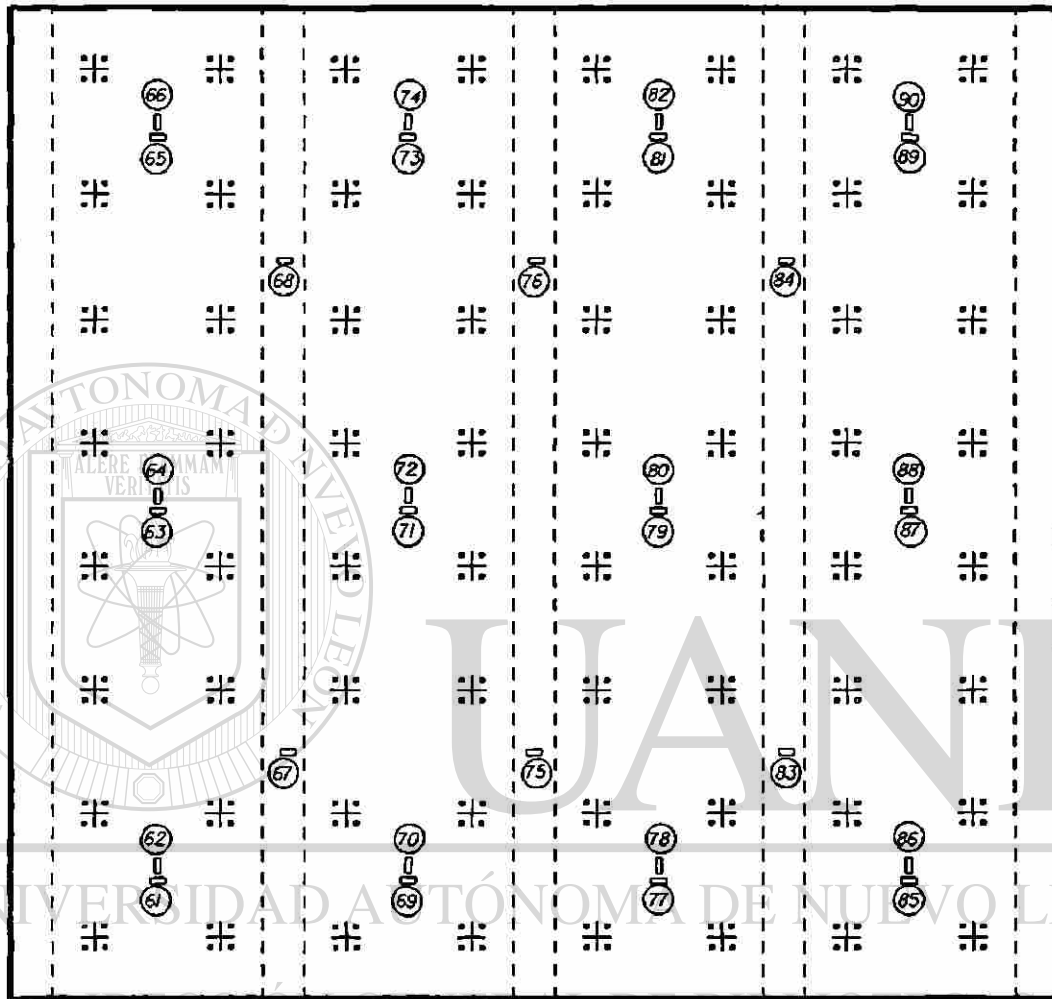


FIG. 5.5 LOCALIZACIÓN DE TRANSDUCTORES EN CAMA SUPERIOR DE LOSA INFERIOR NUMERACION 61 AL 90

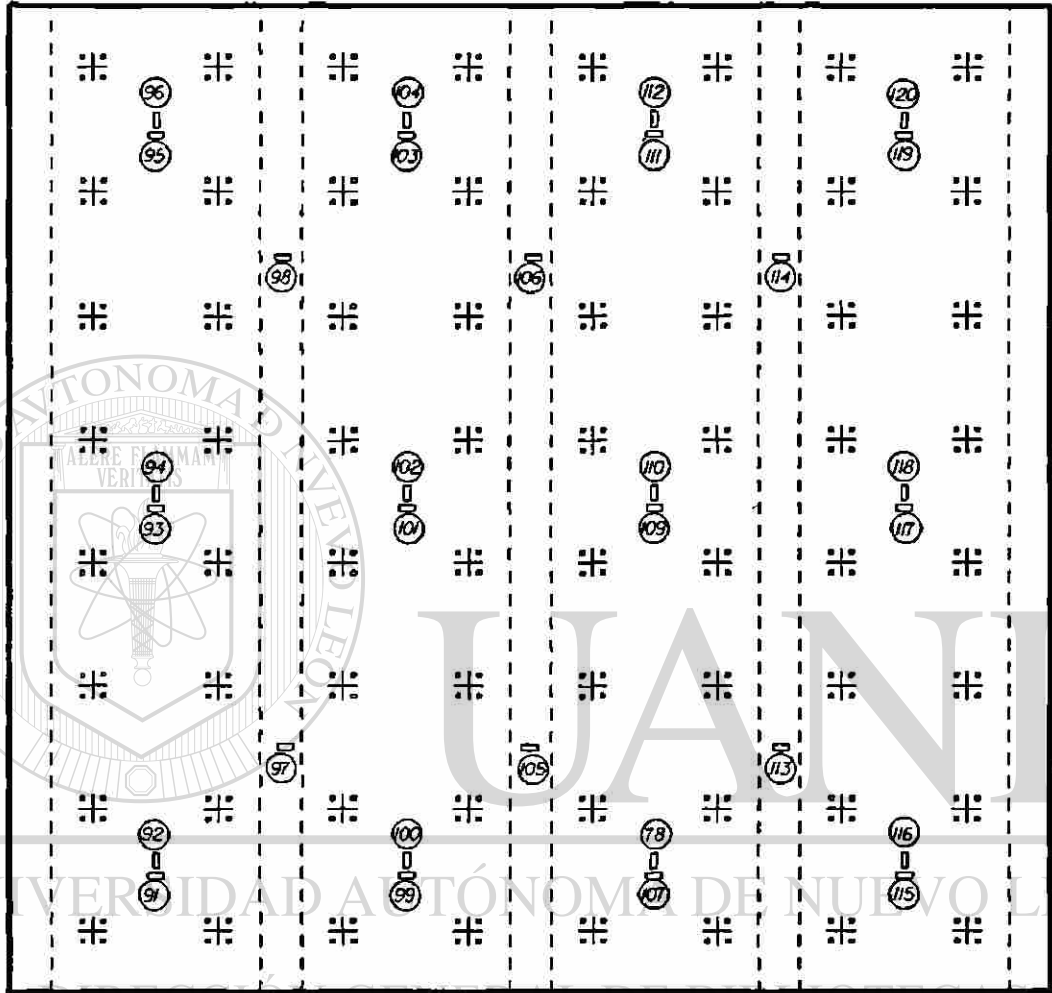


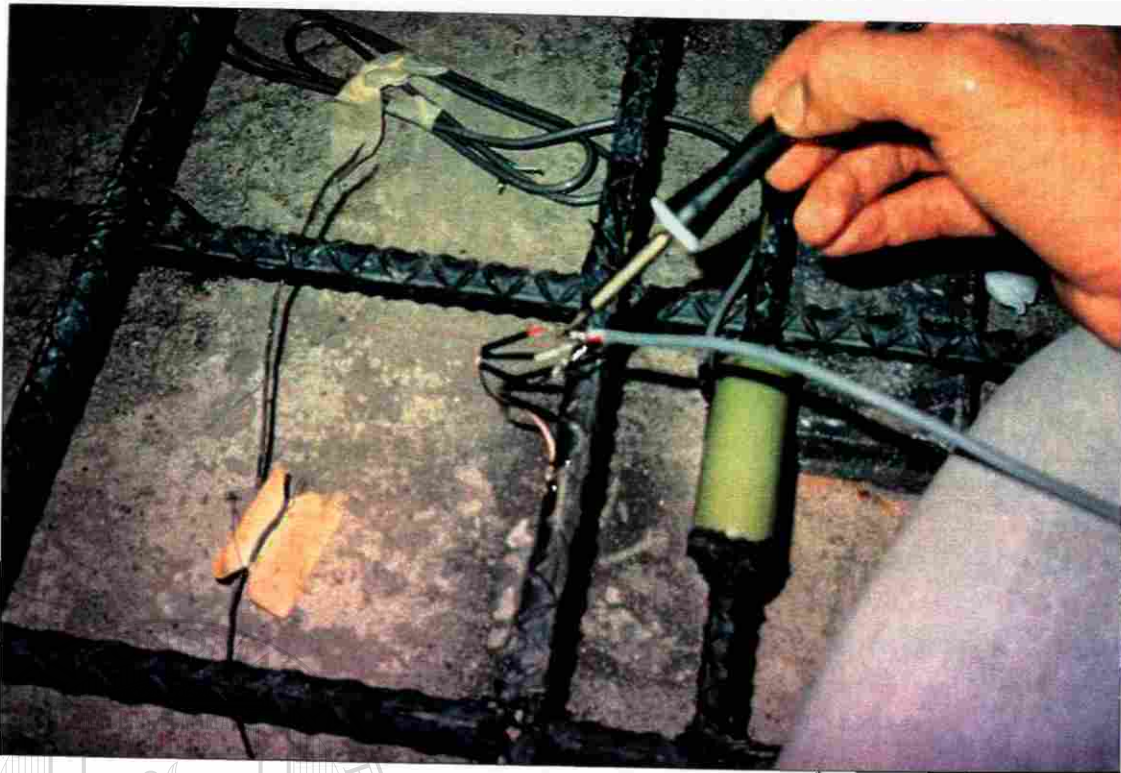
FIG. 5.6 LOCALIZACION DE TRANSDUCTORES EN CAMA INFERIOR DE LOSA INFERIOR NUMERACION 91 AL 120



**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**

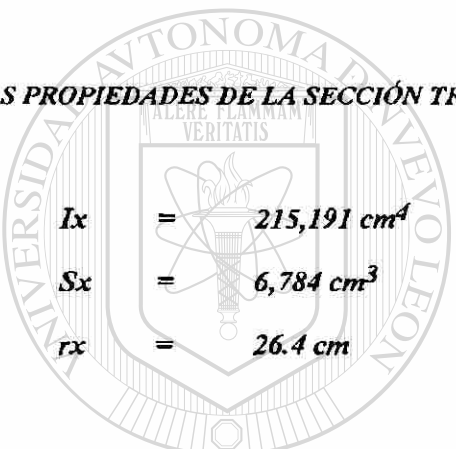
**POSICIÓN FINAL DE VARILLAS INSTRUMENTADAS EN EL SITIO**

## CAPÍTULO VI

### EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA LOSA

PARA PRESENTAR UN EJEMPLO DE APLICACIÓN PRÁCTICA, CONSIDERAREMOS UNA VIGA DE ACERO SUJETA AL CASO DE CARGA 1, CON UNA CARGA INICIAL CONCENTRADA AL CENTRO DE 10 TONELADAS, CON UNA LONGITUD DE 8.40 mts. Y UNA SECCIÓN ESTRUCTURAL IR610x241.6 k/m., ARRIOSTRADA LATERALMENTE.

LAS PROPIEDADES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE ESTE PERFIL SON:


$$\begin{aligned} I_x &= 215,191 \text{ cm}^4 \\ S_x &= 6,784 \text{ cm}^3 \\ r_x &= 26.4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y &= 18,439.0 \text{ cm}^4 \\ S_y &= 1,121.0 \text{ cm}^3 \\ r_y &= 7.7 \text{ cm} \end{aligned}$$

EL MOMENTO MÁXIMO AL CENTRO DEL CLARO PARA ESTA VIGA ES:

$$M_{\max} = \frac{PL}{4} = \frac{10,000 \text{ kg} (840.0 \text{ cm})}{4} = 2,100,000.0 \text{ kg} - \text{cm}.$$

$$f_b = \frac{M_x}{S_x} = \frac{2,100,000.0 \text{ kg} - \text{cm}}{6,784.0 \text{ cm}^3} = 309.55 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f_b = 309.55 \text{ kg/cm}^2 < F_b = 1,520.0 \text{ kg/cm}^2$$



**A ESTA VIGA SE LE SEGUIRÁ APLICANDO CARGA HASTA ALCANZAR EL ESFUERZO MÁXIMO PERMISIBLE.**

$$f_b = \frac{M_u}{S_x}$$

$$M_u = f_b (S_x)$$

$$M_u = 1,520.0 \text{ kg/cm}^2 (6,784.0 \text{ cm}^3) = 10,311,680.0 \text{ kg-cm}$$

**LA CARGA NECESARIA PARA ALCANZAR EL ESFUERZO ULTIMO SERÁ:**

$$M = \frac{PL}{4}$$

$$P_u = \frac{4M}{L} = \frac{4(10,311,680.0 \text{ kg-cm})}{840.0 \text{ cm}} = 49,103.0 \text{ kg.}$$

$$P_u = 49,103.0 \text{ kg.}$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**LA DEFLEXIÓN PARA ESTA CARGA SERÁ:**

$$\Delta = \frac{PL^3}{48 EI_x} = \frac{49,103.0 \text{ kg} (840.0 \text{ cm})^3}{48 (2,100,000.0 \text{ kg/cm}^2) (215,191.0 \text{ cm}^4)}$$

$$\Delta = 1.34 \text{ cm.}$$

SEGUIREMOS APLICANDO CARGA HASTA ALCANZAR EL ESFUERZO DE CEDENCIA

$$f_y = 2530.0 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_b = \frac{M_c}{S_x}$$

$$M_c = f_b (S_x) \quad f_b = f_y$$

$$M_c = 2,530.0 \text{ kg/cm}^2 (6,784.0 \text{ cm}^3) = 17,163,520.0 \text{ kg-cm}$$

LA CARGA NECESARIA PARA ALCANZAR ESTE ESFUERZO SERÁ:

$$P_c = \frac{4 M_c}{L} = \frac{4 (17,163,520.0 \text{ kg-cm})}{840.0 \text{ cm}} = 81,721.0 \text{ kg}$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LA DEFLEXIÓN CORRESPONDIENTE A ESTA CARGA ES:

$$\Delta = \frac{PL^3}{48 EI} = \frac{81,721.0 \text{ kg} (840.0 \text{ cm})^3}{48 (2,100,000.0 \text{ kg/cm}^2) (215,191.0 \text{ cm}^4)} = 2.23 \text{ cm}$$

$$\Delta = 2.23 \text{ cm}$$

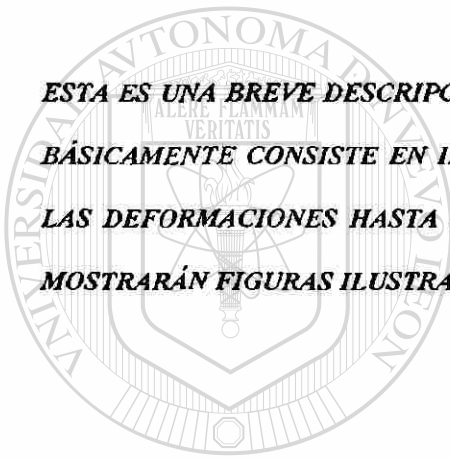
**LA DEFORMACIÓN PARA LA LOSA EN ESTE CASO, HACIENDO UNA RELACIÓN DE CARGAS SERÁ:**

$$\frac{81.721 \text{ tons}}{200.0 \text{ tons}} = 0.408$$

$$\Delta_L = 0.0187 \text{ cm} \times 0.408 = 0.0076 \text{ cm}$$

**LO QUE ES  $\approx$  300 VECES MENOR QUE LA DEFORMACIÓN DEL ELEMENTO ENSAYADO.**

**ESTA ES UNA BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN UN PROBLEMA REAL. BÁSICAMENTE CONSISTE EN IR APLICANDO INCREMENTOS DE CARGA, TOMANDO NOTA DE LAS DEFORMACIONES HASTA EL PUNTO DE FALLA DEL ELEMENTO. POSTERIORMENTE, SE MOSTRARÁN FIGURAS ILUSTRATIVAS DE PROBLEMAS PRÁCTICOS.**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES**

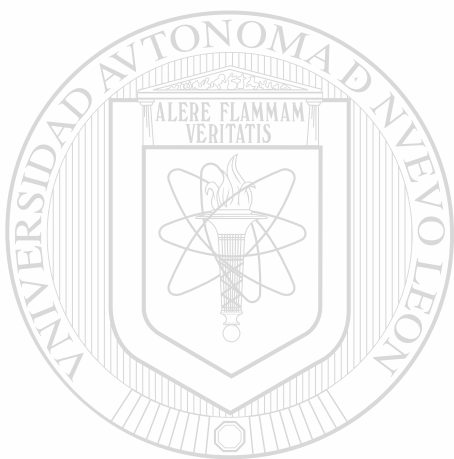
*EL PROYECTO DE UNA LOSA DE REACCIÓN PARA EL INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, HA SIDO LA PARTE FUNDAMENTAL DE ESTA TESIS, EN ELLA SE HAN DESCRITO LOS CRITERIOS DESDE SU CONCEPCIÓN HASTA EL DISEÑO FINAL DE LA MISMA.*

*LOS CASOS DE CARGA QUE FUERON PROPUESTOS PARA EL DISEÑO ESTÁN BASADOS EN LO QUE SE ESPERA QUE LA LOSA ESTÉ SUJETA EN EL TRANCURSO DE SU VIDA ÚTIL, SIN EMBARGO, SI DURANTE ESTE PERÍODO SE PRESENTARA ALGÚN CASO DIFERENTE A LOS PROPUESTOS Y SE TENGA LA INCERTIDUMBRE DE QUE SI DICHO CASO PUDIERA SER MÁS CRÍTICO QUE LOS PROPUESTOS, LA LOSA DEBERÁ REVISARSE PARA DICHO CASO ANTES DE REALIZAR EL ENSAYE PARA GARANTIZAR QUE EL COMPORTAMIENTO DE LA LOSA SEA SATISFACTORIO DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO.*

*EN CUANTO AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR ELEMENTOS FINITOS PODEMOS MENCIONAR QUE NOS PERMITIÓ TENER UNA IDEA MÁS COMPLETA DEL COMPORTAMIENTO DE LA LOSA TRABAJANDO EN CONJUNTO.*

*RESPECTO A LA INSTRUMENTACIÓN DE LA LOSA, SE PRETENDIÓ TENER UNA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE TRANSDUCTORES EN LA LOSA SUPERIOR, LOSA INFERIOR Y MUROS PARA PODER CONOCER LAS DEFORMACIONES DE LA LOSA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS ENSAYES Y PODER COMPARAR CON LO PREVISTO EN EL DISEÑO.*

**EN CUANTO A LAS DEFLEXIONES DE LA LOSA, PODEMOS DECIR QUE PARA EL EJEMPLO PROPUESTO, RESULTARON SER 300 VECES MENORES QUE LAS DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL ENSAYADO, LO CUAL NOS DA UNA IDEA DE LA APROXIMACIÓN QUE TENDREMOS AL MEDIR LAS DEFORMACIONES EN EL MISMO.**



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**APÉNDICE A**

**SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**FIG. A-1**

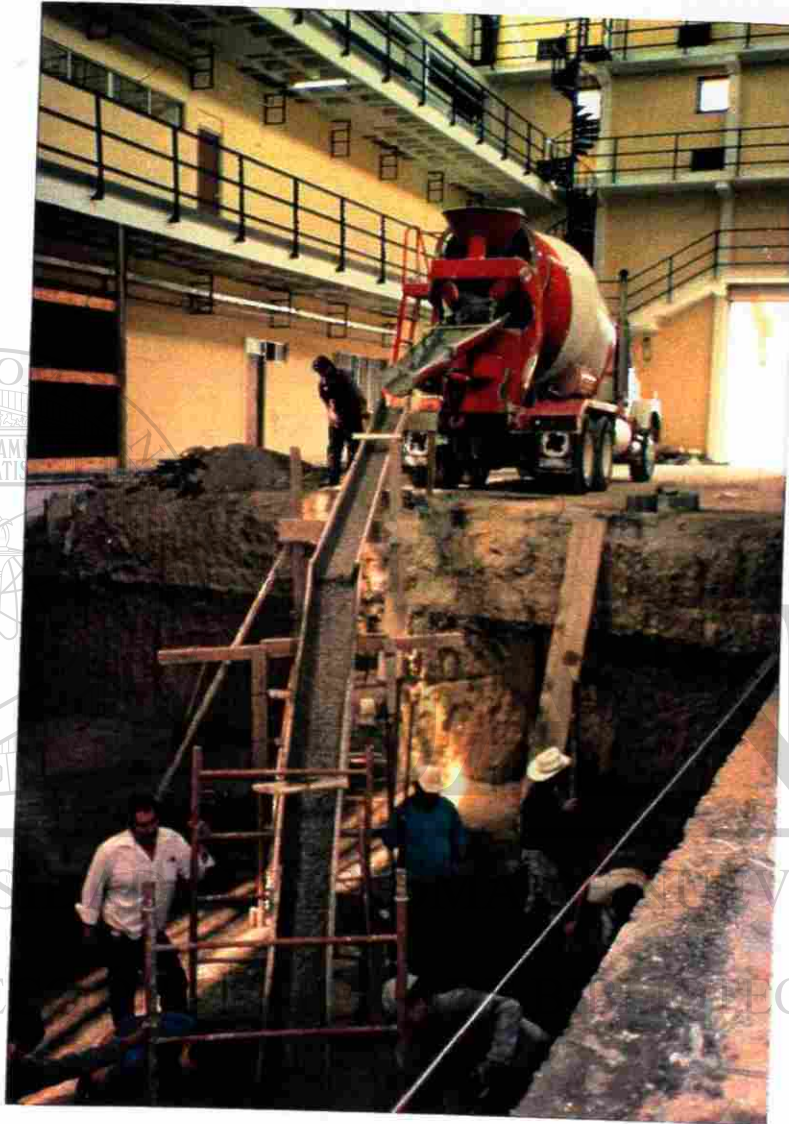
**EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA**



**FIG. A-2**

**EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA**





**FIG. A-3**

**COLADO DEL FIRME PARA DESPLANTAR LA LOSA**





**FIG. A-4**

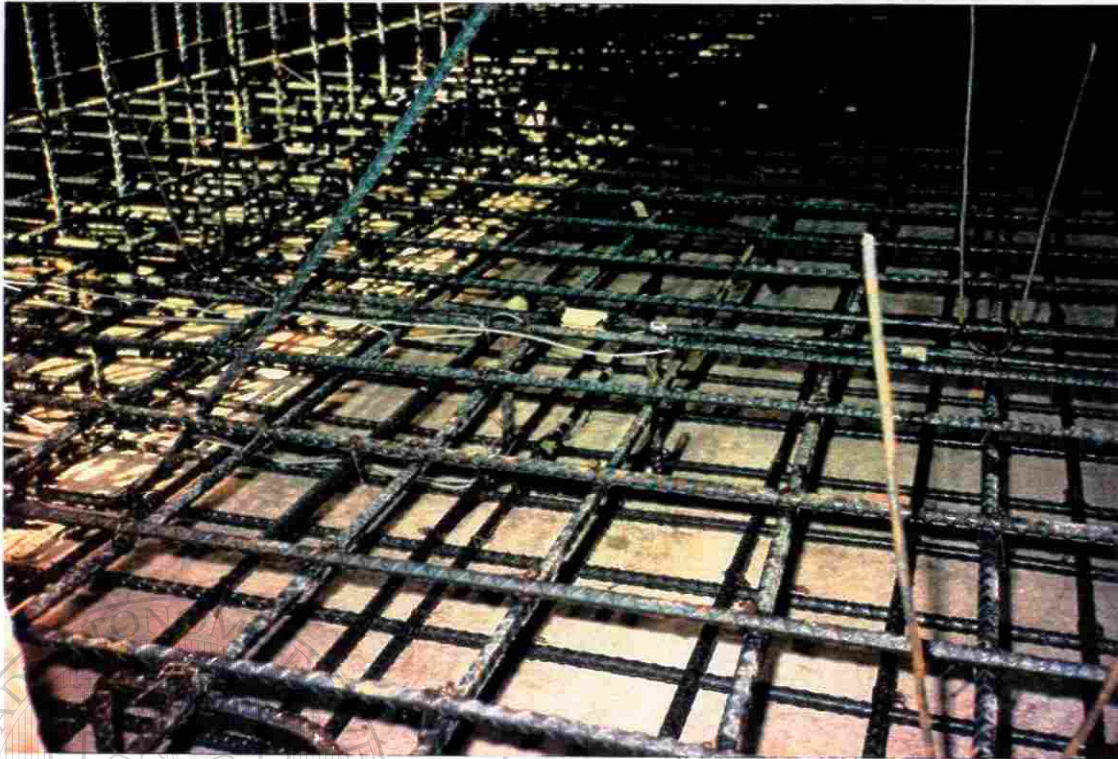
**COLADO DEL FIRME PARA DESPLANTAR LA LOSA**



**FIG. A-5**

**COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO DE CAMA  
INFERIOR DE LOSA INFERIOR**





**FIG. A-6**

**COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN CAMA SUPERIOR  
LOSA INFERIOR**



**FIG. A-7**

**COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN MUROS**



**. FIG. A-8**

**COLADO DE LA LOSA INFERIOR**



**FIG. A-9**

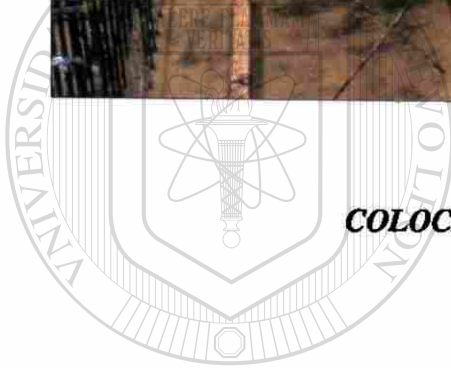
**COLADO DE LA LOSA INFERIOR**





**FIG. A-10**

**COLOCACIÓN DE CIMBRA EN MUROS**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**FIG. A-11**

**COLOCACIÓN DE PLACAS DE CORTANTE EN MUROS EXTREMOS**





**FIG. A-12**

**PREPARACIÓN DE LA BOMBA PARA COLADO DE MUROS**



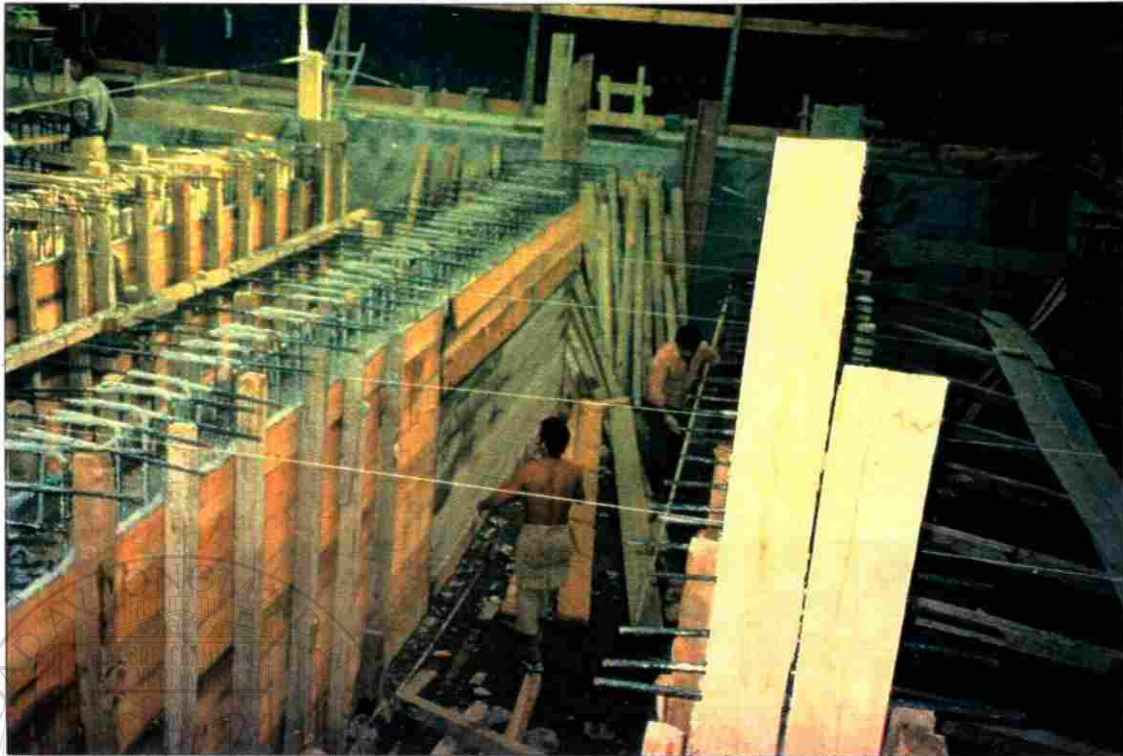
**FIG. A-13**

**COLADO DE MUROS**



**FIG. A-14**  
**CURADO DE MUROS**





**FIG. A-15**

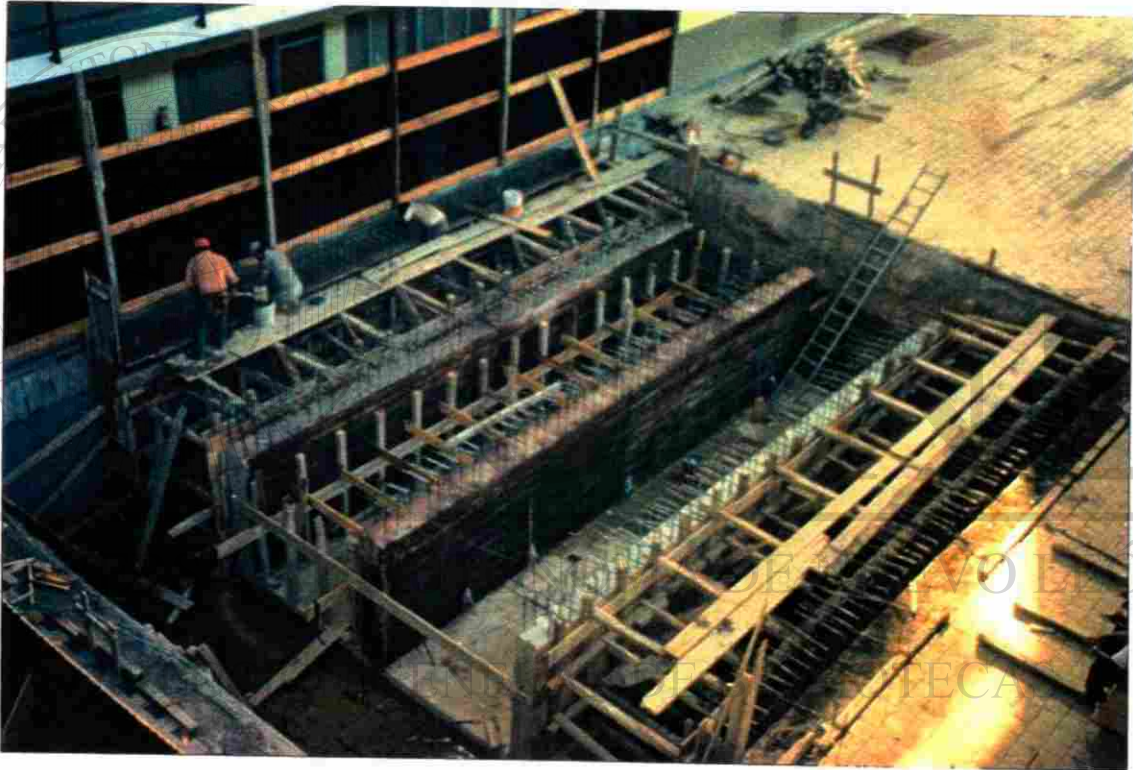
**DESCIMBRADO DE MUROS**



**FIG. A-16**

**DESCIMBRADO DE MUROS**





**FIG. A-17**

**DESCÍMBRADO DE MUROS**



**FIG. A-18**

***CURADO DE MUROS CON CURACRETO***





**FIG. A-19**

**CIMBRADO DE LOSA SUPERIOR**



**FIG. A-20**

**CIMBRADO DE LOSA SUPERIOR**





**FIG. A-21**

**COLOCACIÓN DE PLACAS DE CORTANTE EN LOSA SUPERIOR**



**FIG. A-22**

**COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA SUPERIOR**





**FIG. A-23**

**PREPARATIVOS PARA EL COLADO DE LOSA SUPERIOR**



**FIG. A-24**

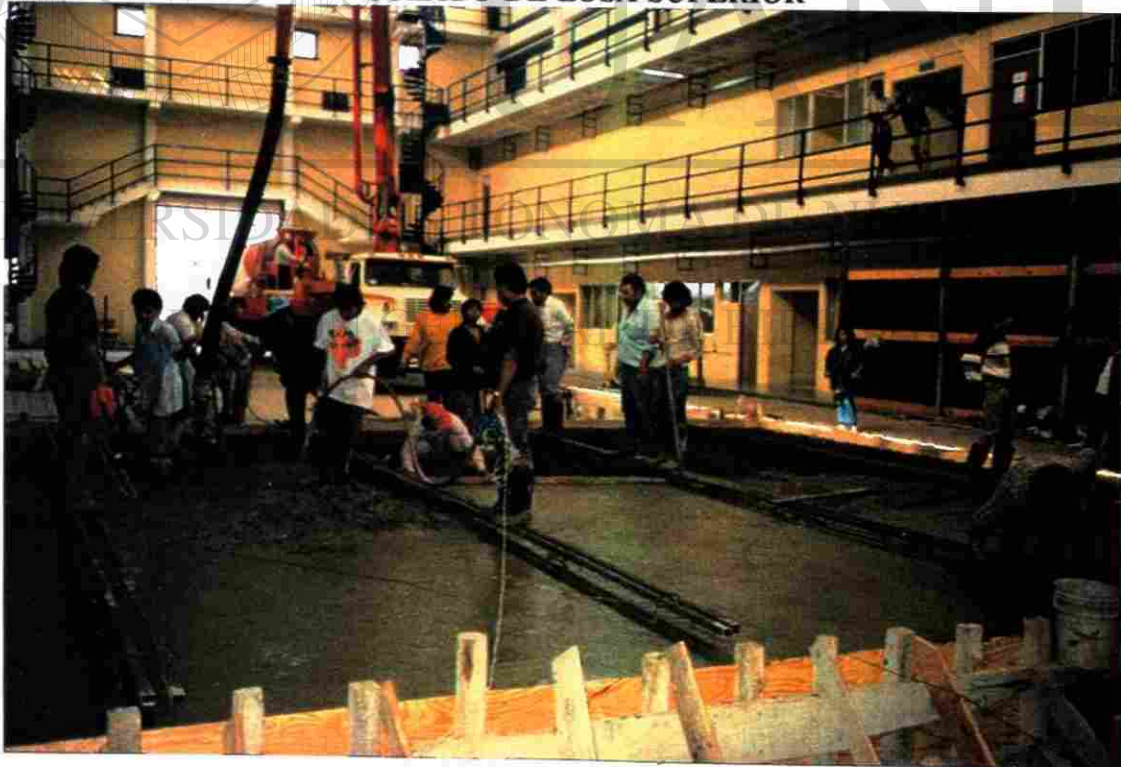
**COLADO DE LOSA SUPERIOR**





*FIG. A-25*

*COLADO DE LOSA SUPERIOR*



*FIG. A-26*

*ACABADO DE LOSA SUPERIOR*



**FIG. A-27**

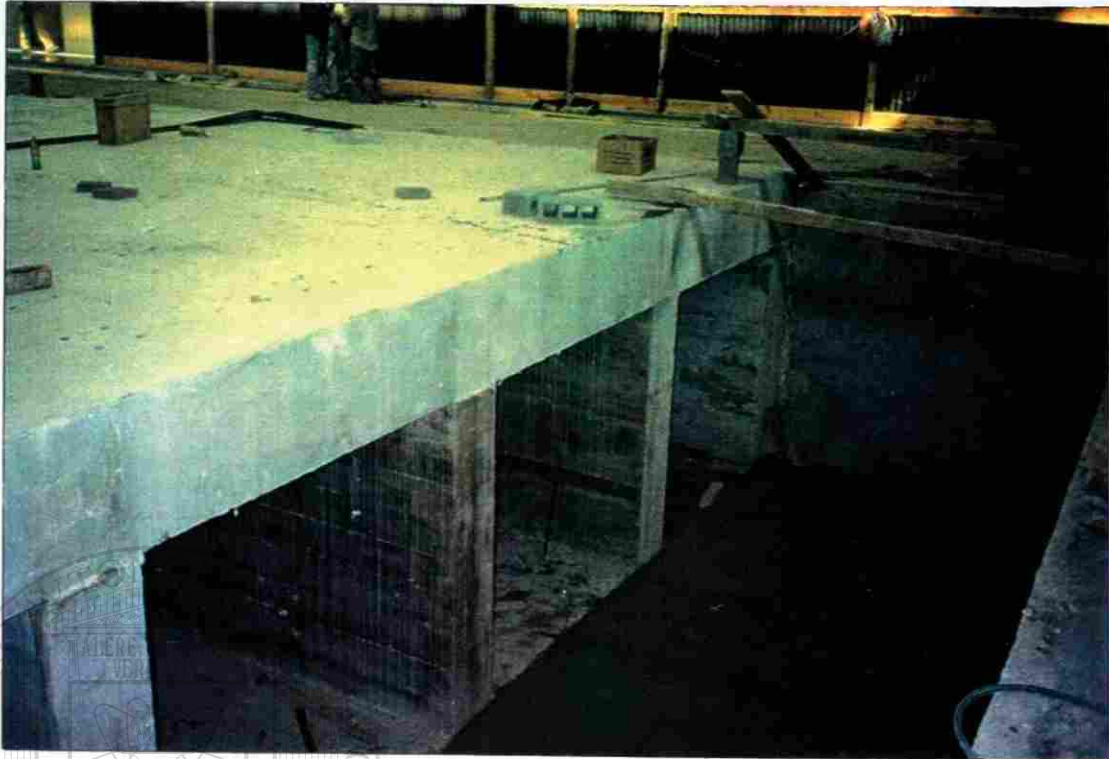
**DETALLES FINALES EN ACABADO DE LOSA SUPERIOR**



**FIG. A-28**

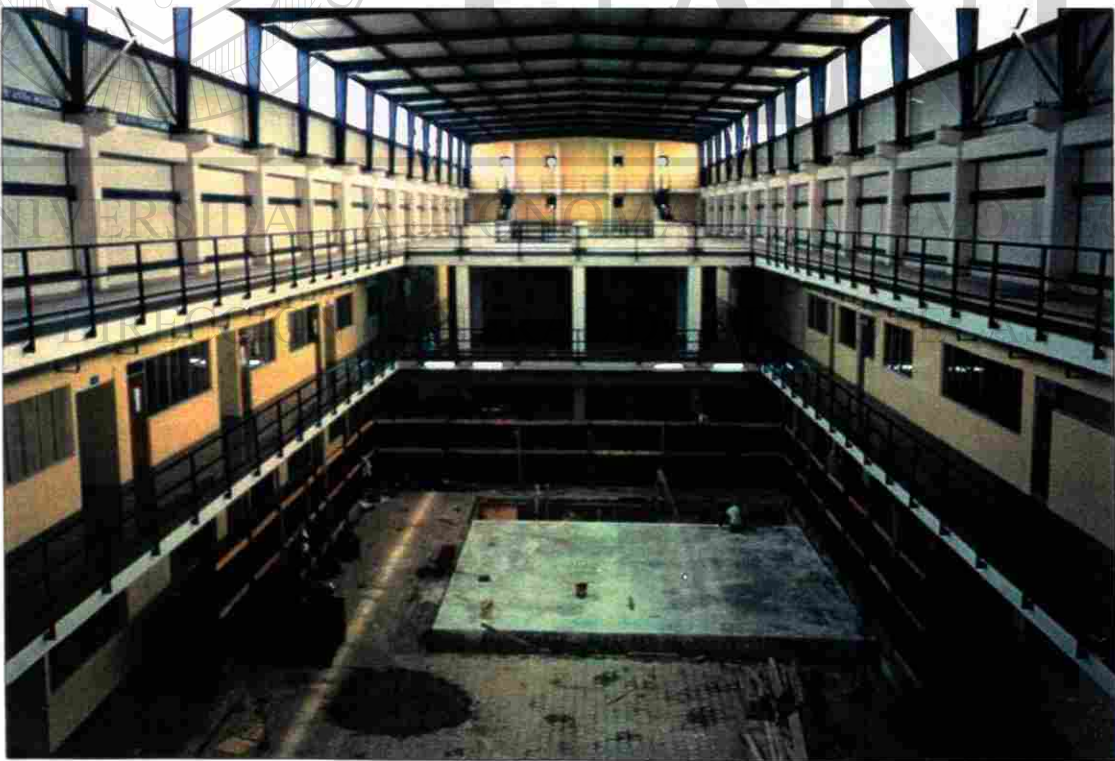
**VISTA DE LA PREPARACIÓN PARA AMPLIACIÓN FUTURA**





*FIG. A-29*

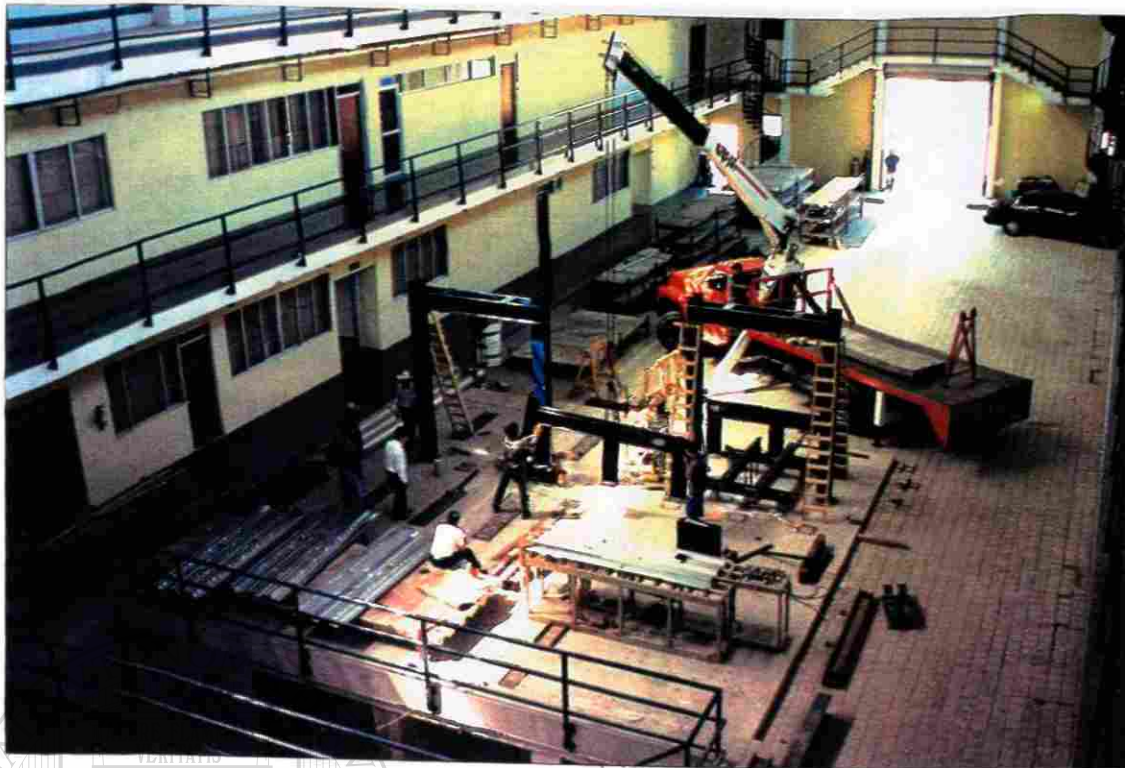
**VISTA FRONTAL DE LA LOSA DE REACCIÓN**



*FIG. A-30*

**VISTA SUPERIOR DE LA LOSA DE REACCIÓN**





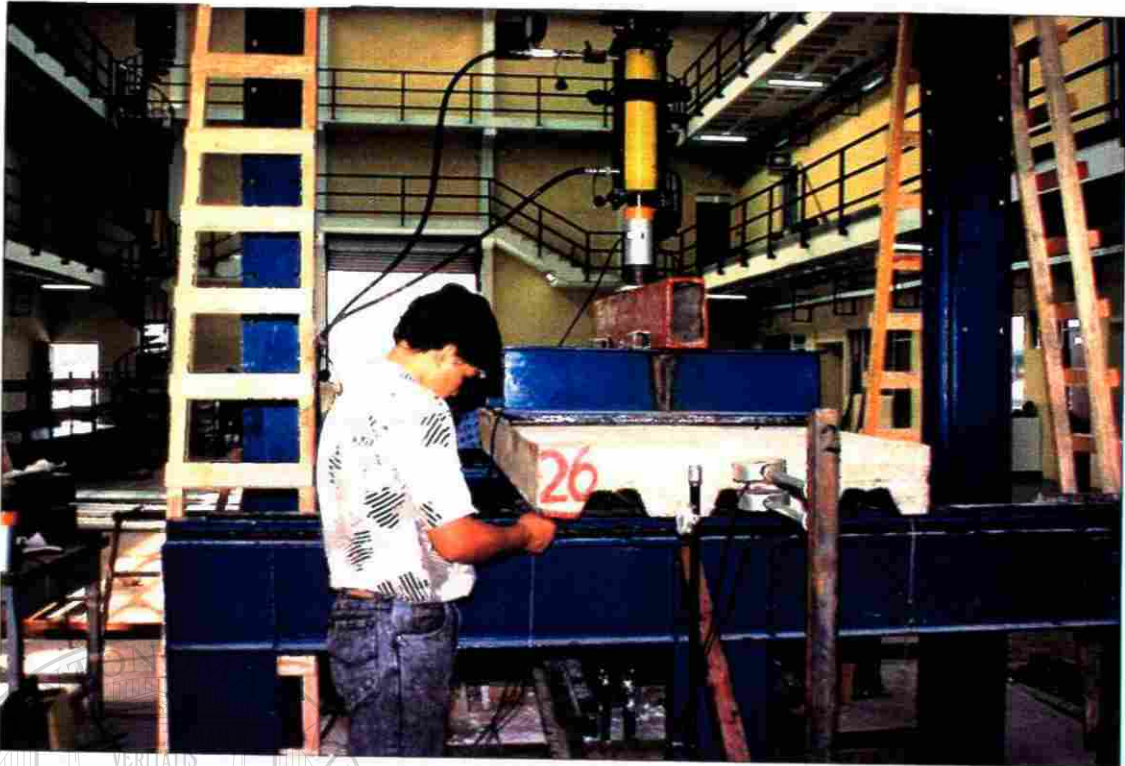
**FIG. A-31-**

**MONTAJE DE LOS MARCOS DE CARGA METÁLICOS PARA  
UN ENSAYE**



**FIG. A-32**

**MONTAJE DE ELEMENTO ESTRUCTURAL A ENSAYAR  
LOSA APOYADA EN UNA DIRECCIÓN**



**FIG. A-33**

**INSTRUMENTACIÓN DE LA LOSA A ENSAYAR**



**FIG. A-34**

**PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y FALLA DE LA LOSA**



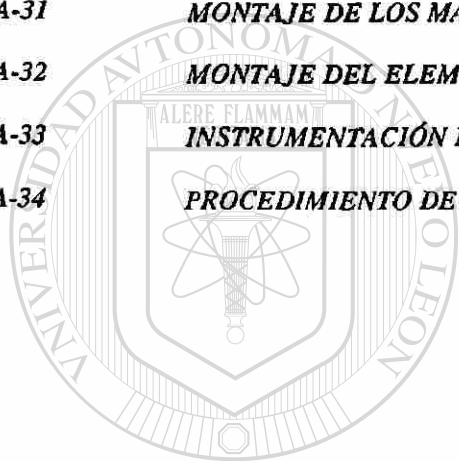
## LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
2.1	LOCALIZACIÓN DE LA LOSA DE REACCIÓN EN EL INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL
2.2	VISTA EN PLANTA DE LA LOSA
2.3	SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA LOSA
2.4	LOCALIZACIÓN DE ORIFICIOS
2.5	DETALLE DE ORIFICIOS
3.1	ENSAYE No. 1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA. ALTERNATIVA DE APLICACIÓN DE CARGA "A"
3.2	ENSAYE No. 1 VIGA SIMPLEMENTE APOYADA. ALTERNATIVA DE APLICACIÓN DE CARGA "B"
3.3	DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 1. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, ALTERNATIVA DE APLICACIÓN DE CARGA "A"
3.4	DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 1. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA, ALTERNATIVA DE APLICACIÓN DE CARGA "B"
3.5	ENSAYE No. 2. LOSA APOYADA EN UNA DIRECCIÓN
3.6	DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 2. LOSA APOYADA EN UNA DIRECCIÓN
3.7	ENSAYE No. 3. LOSA APOYADA EN DOS DIRECCIONES
3.8	DIAGRAMA DE CARGAS DE ENSAYE No. 3. LOSA APOYADA EN DOS DIRECCIONES
3.9	ANÁLISIS PARA EL CASO DE CARGA 1.
3.10	DETALLE DE CAMISAS Y PLACAS
3.12	CRITERIO PARA DETERMINAR ANCHO EFECTIVO DE LOSA
3.13	DISCRETIZACIÓN DE LA LOSA PARA ANÁLISIS TRANSVERSAL
3.13A	DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA EL ELEMENTO D-E PARA EL CASO DE CARGA 1
3.13B	DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA EL ELEMENTO I-J PARA EL CASO DE CARGA 1
3.13C	DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA LA SECCIÓN EXTREMA DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 1
3.14	PROPIEDADES DE LA SECCIÓN DE LA VIGA

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>DESCRIPCIÓN</u></b>
3.15	<b><i>DISTRIBUCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA</i></b>
3.16	<b><i>DISCRETIZACIÓN DE LA LOSA DE REACCIÓN EN ELEMENTOS FINITOS</i></b>
3.17	<b><i>CONDICIONES DE FRONTERA EN LA PARTE INFERIOR DE LA LOSA</i></b>
3.18	<b><i>DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 1</i></b>
3.19	<b><i>DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 2</i></b>
3.20	<b><i>DEFLEXIONES EN LA SECCIÓN MÁS CRÍTICA DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 3</i></b>
3.21	<b><i>NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA</i></b>
3.22	<b><i>NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN CAPA SUPERIOR DE LOSA SUPERIOR</i></b>
3.23	<b><i>NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN CAPA INFERIOR DE LOSA SUPERIOR</i></b>
3.24	<b><i>NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN LOSA INFERIOR</i></b>
3.25	<b><i>DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA EL ELEMENTO ANALIZADO PARA EL CASO 1</i></b>
3.26	<b><i>DIAGRAMA DE MOMENTOS PARA LA SECCIÓN EXTREMA DE LA LOSA PARA EL CASO DE CARGA 1</i></b>
3.27	<b><i>NUMERACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS EN EXTREMO DE LA LOSA</i></b>
4.1	<b><i>DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA</i></b>
5.1	<b><i>LOCALIZACIÓN DE TRANSDUCTORES EN CAMA INFERIOR DE LOSA SUPERIOR NUMERACIÓN 1 AL 30</i></b>
5.2	<b><i>LOCALIZACIÓN DE TRANSDUCTORES EN CAMA SUPERIOR DE LOSA SUPERIOR NUMERACIÓN 31 AL 60</i></b>
5.3	<b><i>LOCALIZACIÓN DE PLACAS DE CORTANTE INSTRUMENTADAS EN LOSA SUPERIOR</i></b>
5.4	<b><i>LOCALIZACIÓN DE ESTRIBOS DE CORTANTE INSTRUMENTADOS EN LOSA SUPERIOR</i></b>
5.5	<b><i>LOCALIZACIÓN DE TRANSDUCTORES EN CAMA SUPERIOR DE LOSA INFERIOR</i></b>
5.6	<b><i>LOCALIZACIÓN DE TRANSDUCTORES EN CAMA INFERIOR DE LOSA INFERIOR</i></b>
5.7	<b><i>VARILLAS INSTRUMENTADAS PARA COLOCACIÓN EN LOSA DE REACCIÓN</i></b>
5.8	<b><i>PROCESO DE COLOCACIÓN DE VARILLAS INSTRUMENTADAS EN LOSA DE REACCIÓN</i></b>
5.9	<b><i>PROCESO DE COLOCACIÓN DE VARILLAS INSTRUMENTADAS EN LOSA DE REACCIÓN</i></b>
5.10	<b><i>CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS EN EL SITIO</i></b>

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>DESCRIPCIÓN</u></b>
<b>5.11</b>	<b>POSICIÓN DE VARILLAS INSTRUMENTADAS EN EL SITIO</b>
<b>A-1</b>	<b>EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA</b>
<b>A-2</b>	<b>EXCAVACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LOSA</b>
<b>A-3</b>	<b>COLADO DEL FIRME PARA DESPLANTAR LA LOSA</b>
<b>A-4</b>	<b>COLADO DEL FIRME PARA DESPLANTAR LA LOSA</b>
<b>A-5</b>	<b>COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO DE CAMA INFERIOR DE LOSA INFERIOR</b>
<b>A-6</b>	<b>COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO DE CAMA SUPERIOR DE LOSA INFERIOR</b>
<b>A-7</b>	<b>COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN MUROS</b>
<b>A-8</b>	<b>COLADO DE LA LOSA INFERIOR</b>
<b>A-9</b>	<b>COLADO DE LA LOSA INFERIOR</b>
<b>A-10</b>	<b>COLOCACIÓN DE CIMBRAS EN MUROS</b>
<b>A-11</b>	<b>COLOCACIÓN DE PLACAS DE CORTANTE EN MUROS EXTREMOS</b>
<b>A-12</b>	<b>PREPARACIÓN DE LA BOMBA PARA COLADO DE MUROS</b>
<b>A-13</b>	<b>COLADO DE MUROS</b>
<b>A-14</b>	<b>CURADO DE MUROS</b>
<b>A-15</b>	<b>DESCIMBRADO DE MUROS</b>
<b>A-16</b>	<b>DESCIMBRADO DE MUROS</b>
<b>A-17</b>	<b>DESCIMBRADO DE MUROS</b>
<b>A-18</b>	<b>CURADO DE MUROS CON CURACRETO</b>
<b>A-19</b>	<b>CIMBRADO DE LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-20</b>	<b>CIMBRADO DE LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-21</b>	<b>COLOCACIÓN DE PLACAS DE CORTANTE EN LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-22</b>	<b>COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO EN LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-23</b>	<b>PREPARATIVOS PARA EL COLADO DE LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-24</b>	<b>COLADO DE LOSA SUPERIOR</b>

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>DESCRIPCIÓN</u></b>
<b>A-25</b>	<b>COLADO DE LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-26</b>	<b>ACABADO DE LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-27</b>	<b>DETALLES FINALES EN ACABADO DE LOSA SUPERIOR</b>
<b>A-28</b>	<b>VISTA DE LA PREPARACIÓN PARA AMPLIACIÓN FUTURA</b>
<b>A-29</b>	<b>VISTA FRONTAL DE LA LOSA DE REACCIÓN</b>
<b>A-30</b>	<b>VISTA SUPERIOR DE LA LOSA DE REACCIÓN</b>
<b>A-31</b>	<b>MONTAJE DE LOS MARCOS DE CARGA METÁLICOS PARA UN ENSAYE</b>
<b>A-32</b>	<b>MONTAJE DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL A ENSAYAR. LOSA</b>
<b>A-33</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN DE LA LOSA A ENSAYAR</b>
<b>A-34</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y FALLA DE LA LOSA</b>



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## LISTA DE TABLAS

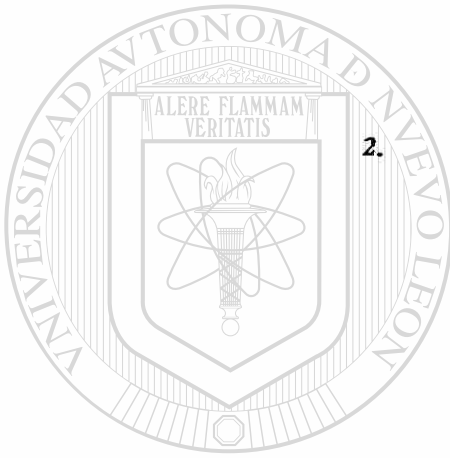
<u>FIGURA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
1	<i>DISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS EN SECCIÓN TRANSVERSAL DE LOSA</i>
2	<i>DEFLEXIONES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA</i>
3	<i>ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO LONGITUDINAL</i>
4	<i>ESFUERZOS NORMALES <math>S_{xx}</math> EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 2. SENTIDO LONGITUDINAL</i>
5	<i>ESFUERZOS NORMALES <math>S_{xx}</math> EN EL CENTRO DEL CLARO DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 3. SENTIDO LONGITUDINAL</i>
6	<i>ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LA LOSA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO <math>i</math></i>
6A	<i>ESFUERZOS CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO TRANSVERSAL . EXTREMO <math>i</math></i>
7	<i>ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO 1. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO <math>j</math></i>
8	<i>ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO 2. SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO <math>i</math></i>
9	<i>ESFUERZOS NORMALES Y CORTANTES EN SECCIÓN EXTREMA DE LOSA PARA CASO 3 SENTIDO TRANSVERSAL. EXTREMO <math>i</math></i>
10	<i>ESFUERZOS CORTANTES EN EXTREMO DE VIGA CENTRAL PARA CASO DE CARGA 1 SENTIDO LONGITUDINAL</i>
11	<i>ESFUERZOS CORTANTES EN EL EXTREMO DE VIGA ADYACENTE IZQUIERDA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO LONGITUDINAL</i>
12	<i>ESFUERZOS CORTANTES EN EXTREMO DE VIGA ADYACENTE DERECHA PARA CASO DE CARGA 1. SENTIDO LONGITUDINAL.</i>

## REFERENCIAS

**1. THE FINITE ELEMENT METHOD**

**ZIENKIEWICS AND TAYLOR**

**McGRAW-HILL**



**2. CONCEPTS AND APPLICATIONS OF FINITE ELEMENT ANALYSIS**

**ROBERT D. COOK**

**DAVID S. MALKUS**

**MICHAEL E. PLESHA**

---

**3. MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES**

**GEOTECNICA**

**B.2.4 CIMENTACIONES DE SUELOS**

**4. REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO**

**FORZADO ACI 318-89**



