

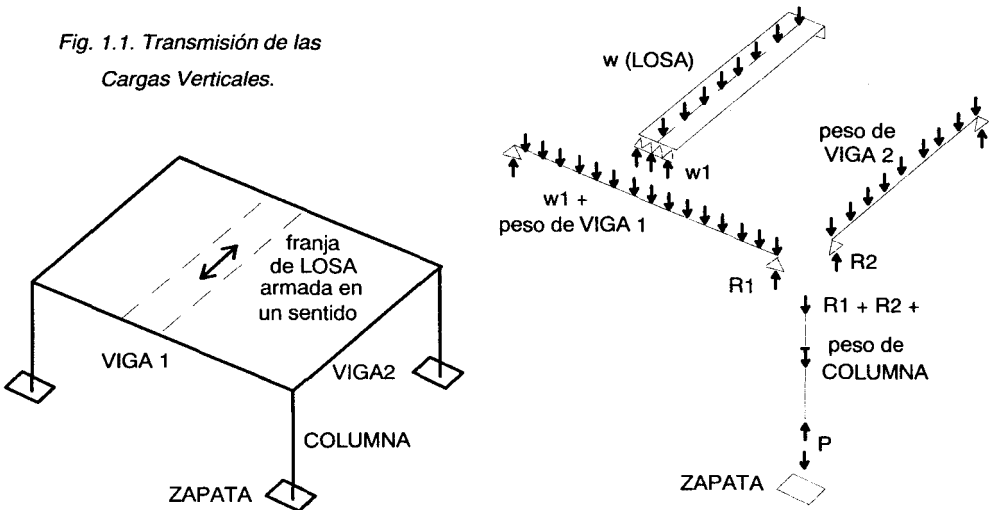
# 1

## METRADO DE CARGAS VERTICALES

El metrado de cargas es una técnica con la cual se estiman las cargas actuantes sobre los distintos elementos estructurales que componen al edificio. Este proceso es aproximado ya que por lo general se desprecian los efectos hiperestáticos producidos por los momentos flectores, salvo que estos sean muy importantes.

Como regla general, al metrar cargas debe pensarse en la manera como se apoya un elemento sobre otro; por ejemplo (ver la Fig. 1.1), las cargas existentes en un nivel se transmiten a través de la losa del techo hacia las vigas (o muros) que la soportan, luego, estas vigas al apoyar sobre las columnas, le transfieren su carga; posteriormente, las columnas transmiten la carga hacia sus elementos de apoyo que son las zapatas; finalmente, las cargas pasan a actuar sobre el suelo de cimentación.

Fig. 1.1. Transmisión de las Cargas Verticales.



Antes de proceder con un ejemplo que ilustre el metrado de cargas verticales en los edificios, se indicará los tipos de cargas que suelen actuar en estas construcciones.

## 1.1. Tipos de Carga

En general, las cargas (o solicitaciones) que pueden actuar en un edificio clasifican en los siguientes tipos: Cargas Estáticas, Cargas Dinámicas y Otras Solicitaciones. Estas cargas se definen de la siguiente manera:

- 1.- **CARGAS ESTÁTICAS.** Son aquellas que se aplican lentamente sobre la estructura, lo cual hace que se originen esfuerzos y deformaciones que alcanzan sus valores máximos en conjunto con la carga máxima. Prácticamente, estas solicitaciones no producen vibraciones en la estructura, y a su vez clasifican en:
  - a.- **Cargas Permanentes o Muertas.** Son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura, como por ejemplo: el peso propio de la estructura y el peso de los elementos añadidos a la estructura (acabados, tabiques, maquinarias para ascensores y cualquier otro dispositivo de servicio que quede fijo en la estructura).
  - b.- **Carga Viva o Sobrecarga.** Son cargas gravitacionales de carácter movable, que podrían actuar en forma esporádica sobre los ambientes del edificio. Entre estas solicitaciones se tiene: al peso de los ocupantes, muebles, nieve, agua, equipos removibles, puente grúa, etc. Las magnitudes de estas cargas dependen del uso al cual se destinen los ambientes.
- 2.- **CARGAS DINÁMICAS.** Son aquellas cuya magnitud, dirección y sentido varían rápidamente con el tiempo, por lo que los esfuerzos y desplazamientos que originan sobre la estructura, también cambian con el tiempo; cabe indicar que el instante en que ocurre la máxima respuesta estructural, no necesariamente coincide con el de la máxima solicitación (Fig. 1.2). Estas cargas clasifican en:
  - a.- **Vibraciones Causadas por Maquinarias.** Cuando las máquinas vibratorias no han sido aisladas de la estructura principal, sus vibraciones pueden afectar tanto a la estructura que las soporta como a las estructuras vecinas.
  - b.- **Viento.** El viento es un fluido en movimiento; sin embargo, para simplificar el diseño, se supone que actúa como una carga estática sobre las estructuras convencionales, pero, para estructuras muy flexibles (puentes colgantes, chimeneas, etc.) es necesario verificar que su período natural de vibrar no coincida con el de las ráfagas de viento, de lo contrario, podría ocurrir la resonancia de la estructura.
  - c.- **Sismos.** Las ondas sísmicas generan aceleraciones en las masas de la estructura y por lo tanto, fuerzas de inercia que varían a lo largo del tiempo; sin embargo, las estructuras convencionales pueden ser analizadas empleando cargas estáticas equivalentes a las producidas por el sismo.
  - d.- **Cargas Impulsivas.** Son aquellas que tienen corta duración (dt), por ejemplo: las explosiones, ver la Fig. 1.2. Después que esta solicitación culmina, se produce el movimiento en vibración libre de la estructura.

## I.- ALIGERADOS

Cuando los techos aligerados tienen las medidas tradicionales indicadas en la Fig. 1.3, y cuando se emplea bloques huecos de arcilla (30x30 cm), puede utilizarse las siguientes cargas de peso propio, expresadas en kilogramos por metro cuadrado de área en planta:

t(cm)	w(kg/m <sup>2</sup> )
17	280
20	300
25	350
30	420
35	475

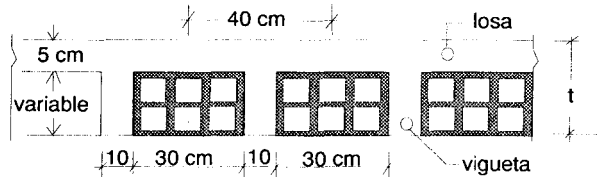


Fig. 1.3. Aligerado Tradicional.

En cambio, si se utilizara bloques tubulares de concreto vibrado, o si el espesor de la losa superior o del nervio de la vigüeta cambiasen con relación a los empleados en el aligerado tradicional, el peso propio deberá obtenerse empleando las cargas unitarias (en kg/m<sup>3</sup>) especificadas en la Norma E-020.

## II.- ACABADOS y COBERTURAS

Las siguientes cargas de peso propio (para acabados y coberturas convencionales) se proporcionan en kilogramos por metro cuadrado de área en planta.

Acabados (con falso piso): 20 kg / m<sup>2</sup> por centímetro de espesor (usualmente 5 cm)

Cobertura con Teja Artesanal: 160 kg / m<sup>2</sup>

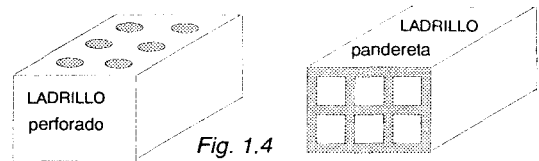
Pastelero asentado con barro: 100 kg / m<sup>2</sup>

Plancha de asbesto-cemento: 2.5 kg / m<sup>2</sup> por milímetro de espesor



## III.- MUROS DE ALBAÑILERÍA

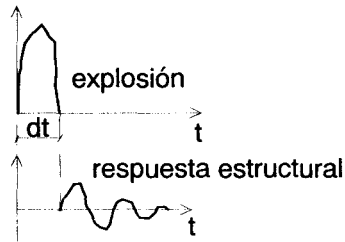
Para los muros estructurales y tabiques construidos con ladrillos de arcilla o sílico-calcáreos, puede emplearse las siguientes cargas de peso propio, expresadas en kilogramos por metro cuadrado de área del muro por centímetro de espesor del muro, incluyendo el tarrajeo:



Unidades Sólidas o con pocos huecos (para muros portantes): 19 kg / ( m<sup>2</sup> x cm )

Unidades Huecas Tubulares (Pandereta, para tabiques, Fig. 1.4): 14 kg / ( m<sup>2</sup> x cm )

Fig. 1.2.

*Cargas Impulsivas.*

- 3.- **OTRAS SOLICITACIONES.** Aparte de las cargas descritas existen otras solicitaciones que pueden comprometer a la estructura y que, por lo tanto, deben contemplarse en el diseño. Ejemplo de estas solicitaciones son: el asentamiento de los apoyos, el cambio uniforme o diferencial de temperatura, los empujes de tierra, el deslizamiento del suelo, las tensiones residuales, los preesfuerzos, el fuego, las subpresiones de agua, las contracciones por secado del concreto, etc.

La intención de este libro es analizar los edificios sujetos a solicitaciones convencionales, básicamente a cargas estáticas (incluso los efectos sísmicos se tratarán como cargas estáticas equivalentes), por lo que de presentarse casos fuera de lo común, el lector deberá recurrir a libros y normas especializadas.

## 1.2. Norma de Cargas E-020

En la Norma Peruana de Cargas E-020 se especifica las cargas estáticas mínimas que se deben adoptar para el diseño estructural; asimismo, se proporciona las cargas estáticas equivalentes producidas por el viento, mientras que más bien las cargas sísmicas se especifican en las Normas de Diseño Sismo-resistente (E-030). Esas cargas se denominan "cargas de servicio" porque son las que realmente actúan en el edificio, sin producirle fallas o fisuras visibles, a diferencia de las "cargas últimas" que son cargas ficticias obtenidas al amplificar por ciertos factores a las "cargas de servicio", con el objeto de diseñar en condición de "rotura" a los distintos elementos estructurales.

El propósito de este acápite es complementar la Norma E-020, agregando algunas cargas de uso común que figuraban en la Norma "Cargas" del Reglamento anterior, así como aclarar algunos conceptos de la Norma vigente.

Cabe también mencionar que en nuestro país las cargas sísmicas predominan sobre las causadas por el viento, salvo que la estructura sea muy liviana (por ejemplo, con techo metálico y cobertura con planchas de asbesto-cemento, calaminas, etc.), o que el edificio esté ubicado en una zona de baja sismicidad, pero con fuertes vientos (por ejemplo, en la selva); por lo que siendo el objetivo de este libro analizar los casos convencionales, no se tratará los efectos causados por el viento.

Cabe destacar que en la Norma E-020 se proporciona unas cargas equivalentes de peso propio (en kilogramos por metro cuadrado de área en planta) para los casos en que no se conozca la distribución de los tabiques ("tabiquería móvil") en los ambientes del edificio, generalmente, esto ocurre en los edificios destinados a oficinas.

Para hacer uso de la Tabla 2.3 que proporciona la Norma, debe conocerse el tipo de tabique que se va a emplear y su peso por metro lineal. Por ejemplo, para un tabique de albañilería con 15 cm de espesor (incluyendo tarrajeo en ambas caras), construido con ladrillo pandereta, con 2.4 m de altura, se tendría:  $w = 14 \times 15 \times 2.4 = 504 \text{ kg / m}$ . Luego, ingresando a la Tabla 2.3 de la Norma E-020, se obtiene una carga equivalente igual a  $210 \text{ kg / m}^2$  de área en planta, que deberá agregarse al peso propio y acabados de la losa del piso correspondiente.

Peso del Tabique (kg / m)	Carga Equivalente (kg / m <sup>2</sup> )
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

#### IV.- SOBRECARGA (s/c)

A continuación se muestra algunas de las sobrecargas especificadas en la Norma E-020 en su Tabla 3.2.1. Estas cargas están repartidas por metro cuadrado de área en planta.

USO	AMBIENTE	S/C (kg / m <sup>2</sup> )
Bibliotecas (*)	Sala de Lectura	300
	Sala de Almacenaje	750
Escuelas (*)	Aulas y Laboratorios	300
	Talleres	350
Hospitales (*)	Cuartos	200
	Sala de Operación y Laboratorios	300
Oficinas (*)	Ambientes Comunes	250
	Sala de Archivos	500
(*)	Corredores y Escaleras	400
Viviendas	(incluye corredores y escaleras)	200
Azoteas Planas	(no utilizable)	100
Baños: emplear la sobrecarga promedio de las áreas vecinas		

## V.- REDUCCIÓN DE SOBRECARGA (s/c)

Debido a la poca probabilidad de que todos los ambientes de un edificio (especialmente cuando éste es elevado) estén 100% sobrecargados, la Norma E-020 permite reducir las sobrecargas de diseño, con las siguientes excepciones:

- 1.- Para el diseño de la losa correspondiente a la azotea se trabajará con el 100 % de sobrecarga; sin embargo, la sobrecarga puede reducirse (Tabla 4.2.1 de la Norma) para diseñar las vigas que pertenecen a ese nivel.
- 2.- Para el diseño de los elementos horizontales (losa, vigas, etc.) que se usen para soportar bibliotecas, archivos, vehículos, almacenamientos o similares, se trabajará con el 100% de s/c; mientras que para estos casos, la reducción máxima permitida para el diseño de los elementos verticales (muros, columnas, etc.) es 20%.
- 3.- Para el diseño por punzonamiento de las losas planas sin vigas ("Flat Slab", Fig. 5.3) en su zona de contacto con las columnas, se utilizará el 100% de sobrecarga.

### a.- Porcentaje de Sobrecarga en los Elementos Horizontales (Losas, Vigas)

Para el diseño de los elementos horizontales, la sobrecarga indicada en la Tabla 3.2.1 de la Norma podrá reducirse multiplicándola por los factores mostrados en la Tabla 4.2.1.

TABLA 4.2.1 DE LA NORMA E-020			
Zona Contribuyente ( m <sup>2</sup> )	Relación: Carga Viva / Carga Muerta		
	0.625 o menos	1	2 o más
14.9 o menos	1.00	1.00	1.00
15 a 29.9	0.80	0.85	0.85
30 a 44.9	0.60	0.70	0.75
45 a 59.9	0.50	0.60	0.70
60 o más	0.40	0.55	0.65

La "Zona Contribuyente" (en metros cuadrados), se calcula de la siguiente manera:

- 1.- Para el diseño de las losas (sólidas o aligeradas) armadas en uno o dos sentidos, apoyadas en vigas, se adopta:  $\frac{1}{2} L^2$  ; donde "L" es el lado de menor longitud correspondiente al ambiente en análisis.
- 2.- Para el diseño de las losas sin vigas ("Flat Slab", Fig. 5.3), se adopta la mitad del área del ambiente.
- 3.- Para el diseño de vigas, se adopta el área de la losa que es soportada por la viga en análisis. El cálculo de esa zona de influencia se verá en detalle en el acápite 1.6.

### b.- Porcentaje de Sobrecarga en los Elementos Verticales (Muros, Columnas)

En la Norma E-020 se especifica que la sobrecarga existente en la azotea no debe reducirse, mientras que en el penúltimo piso la reducción es 15% y 5% adicional por cada piso sucesivo. Como máximo se permite una reducción de la sobrecarga existente en el piso igual a 50%, mientras que la máxima reducción de sobrecarga es 20% cuando el ambiente está destinado a biblioteca, almacenaje, archivos, estacionamiento o similar.

Esta especificación de la Norma se interpreta como unos coeficientes que multiplican a la sobrecarga existente en el área de influencia en cada nivel del edificio, correspondiente al elemento estructural vertical en análisis, no a la sobrecarga axial acumulada en los entrepisos. Estos coeficientes, para un edificio de "N" niveles, son:

NIVEL	AMBIENTE CONVENCIONAL	AMBIENTE ESPECIAL (biblioteca, archivos, etc.)
N	1.00	1.00
N - 1	0.85	0.85
N - 2	0.80	0.80
N - 3	0.75	0.80
<hr/>	<hr/>	<hr/>
N - 7	0.55	0.80
N - 8	0.50	0.80
<hr/>	<hr/>	<hr/>
1	0.50	0.80

### VI.- PESOS UNITARIOS

En el Anexo 1 de la Norma E-020 se especifica los pesos unitarios ( $\text{kg/m}^3$ ) de diversos materiales, pero, en este libro se muestra tan solo algunos valores de uso común:

MATERIAL	$\gamma(\text{kg/m}^3)$	
ALBAÑILERÍA	Adobe	1600
	Ladrillo Sólido	1800
	Ladrillo Hueco	1350
CONCRETO	Armado	2400
	Simple	2300
MADERAS	Dura Seca	700
	Dura Húmeda	1000
ENLUCIDOS	Cemento	2000
	Yeso	1000
LÍQUIDOS	Agua	1000
	Petróleo	870
METALES	Acero	7850
	Plomo	11400
	Aluminio	2750
	Mercurio	13600
OTROS	Mármol	2700
	Locetas	2400
	Cemento	1450
	Tierra	1600
	Piedra Pómez	700
	Bloque de Vidrio	1000
	Vidrio	2500
	Papel	1000
	Arena Seca	1600
	Hielo	920

### 1.3. Características del Ejemplo

En las Figs. 1.5 a 1.9 se muestran las plantas así como los cortes respectivos de un edificio destinado a oficinas. Cabe indicar que las vistas en planta deben mirarse de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, tal como lo señalan los cortes XX y YY, respectivamente.

Este edificio consta de dos pisos típicos con una escalera techada a la altura de la tapa del tanque de agua, y su estructura está compuesta por pórticos de concreto armado. Por otro lado, se ha elegido un edificio muy sencillo (hipotético), pero, con los problemas que suelen presentarse en los edificios reales, tales como la presencia de:

- Escalera, cisterna y tanque de agua.
- Tabiques, alféizar de ventanas y parapetos de albañilería.
- Losas aligeradas unidireccionales y armadas en dos sentidos (Fig. 1.7).
- Tabiques dirigidos en el sentido ortogonal a las viguetas del aligerado (Recepción).
- Placa y viga apoyada sobre otra viga (eje 2).

Las dimensiones de los elementos son las siguientes:

- Losa Aligerada Unidireccional: espesor =  $t = 20$  cm.
- Acabados: espesor =  $t = 5$  cm.
- Losa Maciza correspondiente al techo de la escalera y tapa del tanque:  $t = 15$  cm.
- Columnas:  $30 \times 30$  cm; excepto las columnas del eje D ( $30 \times 60$  cm).
- Vigas: ancho x peralte (\*) =  $30 \times 40$  cm; excepto: la viga del eje D ( $30 \times 60$  cm), las del techo de la escalera ( $15 \times 40$  cm) y las caras laterales del tanque ( $15 \times 170$  cm).
- Placa del eje 2: espesor =  $t = 15$  cm, con ensanches en los extremos de  $30 \times 30$  cm.
- Escalera: espesor de la garganta =  $t = 12$  cm; espesor del descanso =  $t = 20$  cm.
- Tanque de Agua y Cisterna: espesor de las caras laterales, tapa y base =  $t = 15$  cm.
- Tabiques, Parapetos y Alféizar de Albañilería, construidos con ladrillo pandereta: espesor =  $t = 15$  cm, incluyendo tarrajeos en las dos caras.
- Parapetos y Alféizar de Ventanas: altura =  $h = 0.95$  m (incluye una viga de amarre de  $15 \times 10$  cm); excepto en los baños ( $h = 2.00$  m, ver la Fig. 1.8).
- Altura piso a techo de los pisos típicos:  $h = 2.65$  m (sin acabados:  $h = 2.70$  m).

(\*) Es una regla estructural proporcionar la sección transversal de las vigas especificando primero su ancho ( $b$ ) y luego su peralte ( $d$ ) en el sentido de la flexión:  $b \times d$ .

La nomenclatura empleada es la siguiente:

D	=	carga permanente o carga muerta (Dead Load)
L	=	sobrecarga o carga viva (Live Load)
NPT	=	nivel del piso terminado

*Nota:* La carga permanente debe desdoblarse de la sobrecarga debido a que los factores de seguridad que se emplean en cada caso son diferentes; asimismo, esto se hace porque la sobrecarga puede actuar en forma alternada sobre los ambientes del edificio, a diferencia de la carga permanente que es fija.

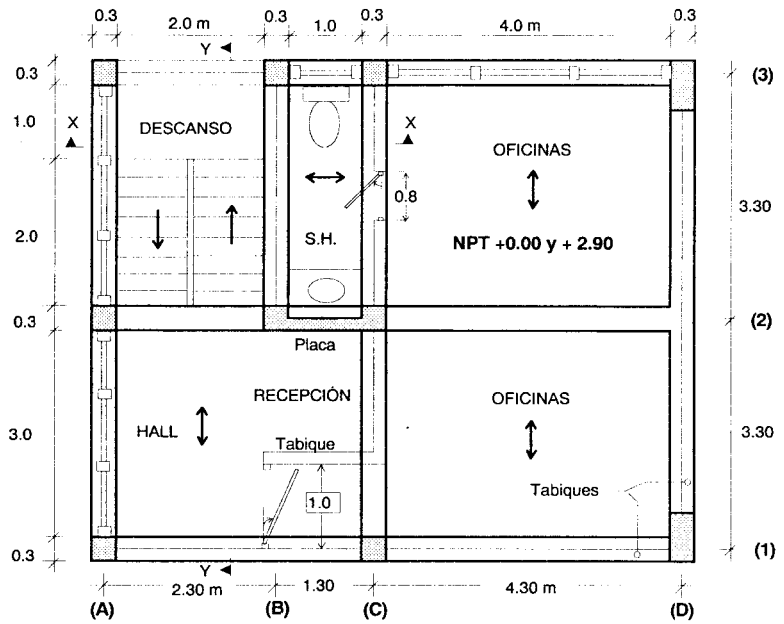
Las cargas unitarias utilizadas en el metrado se muestran en la Tabla 1.1.

**TABLA 1.1. CARGAS UNITARIAS**

$\gamma$ (concreto armado)	=	2400 kg/m <sup>3</sup>
$\gamma$ (agua)	=	1000 kg/m <sup>3</sup>
Aligerado (t = 20 cm)	=	300 kg/m <sup>2</sup>
Losa maciza: 2400 x 0.15	=	360 kg/m <sup>2</sup>
Acabados: 20 x 5	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Tabiquería móvil en la zona de Oficinas	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Sobrecargas: Oficinas y Baños (S.H.)	=	250 kg/m <sup>2</sup>
Hall y Escalera	=	400 kg/m <sup>2</sup>
Azotea plana	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Columnas: 30 x 60 cm: 2400 x 0.30 x 0.60	=	432 kg/m (eje D)
30 x 30 cm: 2400 x 0.30 x 0.30	=	216 kg/m
15 x 15 cm: 2400 x 0.15 x 0.15	=	54 kg/m (arriostro parapetos)
Placa: 2400 x (2x 0.3x 0.3 + 0.15 x 1.0)	=	792 kg/m (eje 2)
Vigas: 30 x 60 cm: 2400 x 0.30 x 0.6	=	432 kg/m (eje D)
30 x 40 cm: 2400 x 0.30 x 0.4	=	288 kg/m
15 x 40 cm: 2400 x 0.15 x 0.4	=	144 kg/m
15 x 170 cm: 2400 x 0.15 x 1.7	=	612 kg/m
15 x 10 cm: 2400 x 0.15x 0.1	=	36 kg/m (arriostro parapetos)
Albañilería (pandereta): 14 x 15	=	210 kg/m <sup>2</sup> de pared
Parapetos y h = 0.95 m: 210 x 0.85 + 36	=	215 kg/m
Alféizar: h = 2.00 m: 210 x 1.90 + 36	=	435 kg/m (en S.H.)
Tabiques: h = 2.7 m 210 x 2.7	=	567 kg/m (en Recepción)
h = 2.5 m 210 x 2.5	=	525 kg/m (en ejes 1 y C)
h = 2.3 m 210 x 2.3	=	483 kg/m (en eje D)
Escalera: Tramo inclinado	=	636 kg/m <sup>2</sup>
(acápite 1.8) Descanso	=	580 kg/m <sup>2</sup>

Fig. 1.5.

Planta del Primer y Segundo Piso.



*Nota:* Las diferencias que existen entre las Plantas 1 y 2 (Fig. 1.5) están en que en la primera planta la puerta de acceso está ubicada en el tramo 1-2 del eje A y además existe una cisterna debajo del descanso de la escalera (Fig. 1.9).

Fig. 1.6.

Planta de la Azotea.

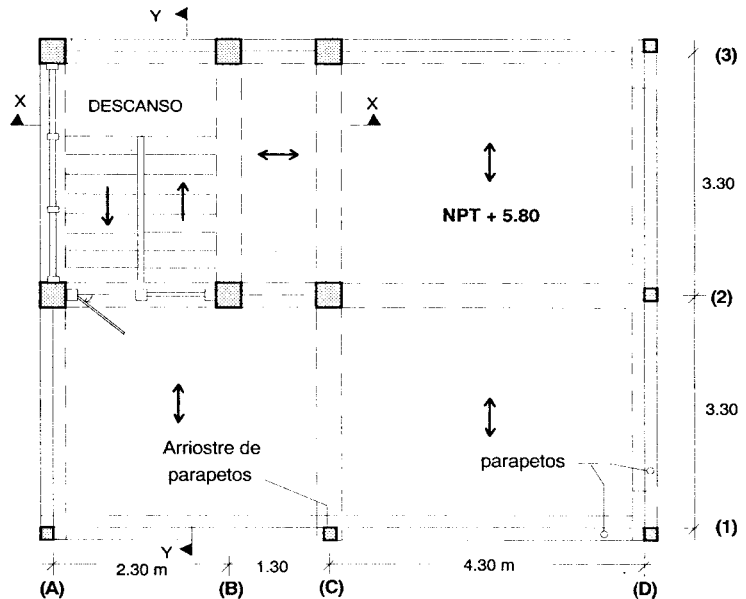


Fig. 1.7.

Techo de Escalera y Tapa del Tanque

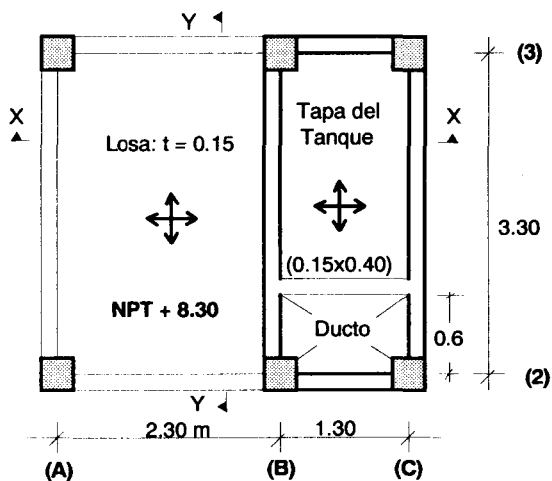
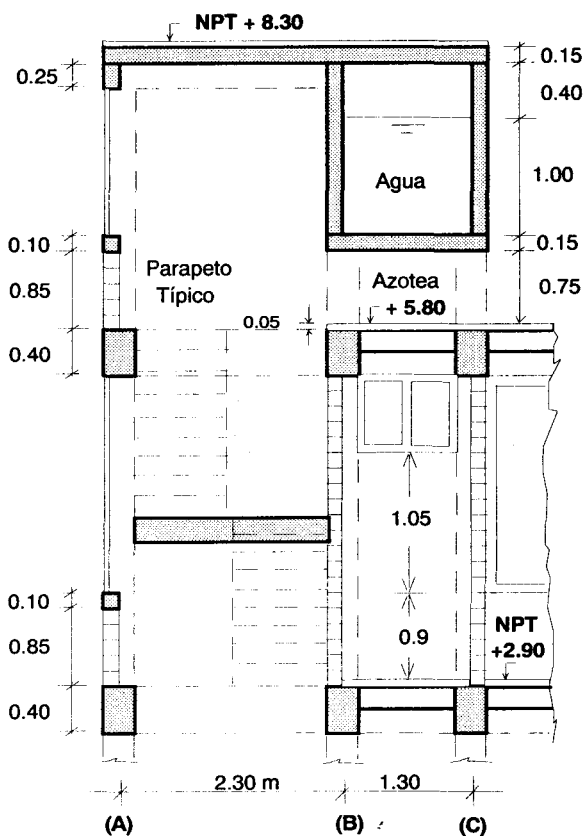


Fig. 1.8.

Corte X-X



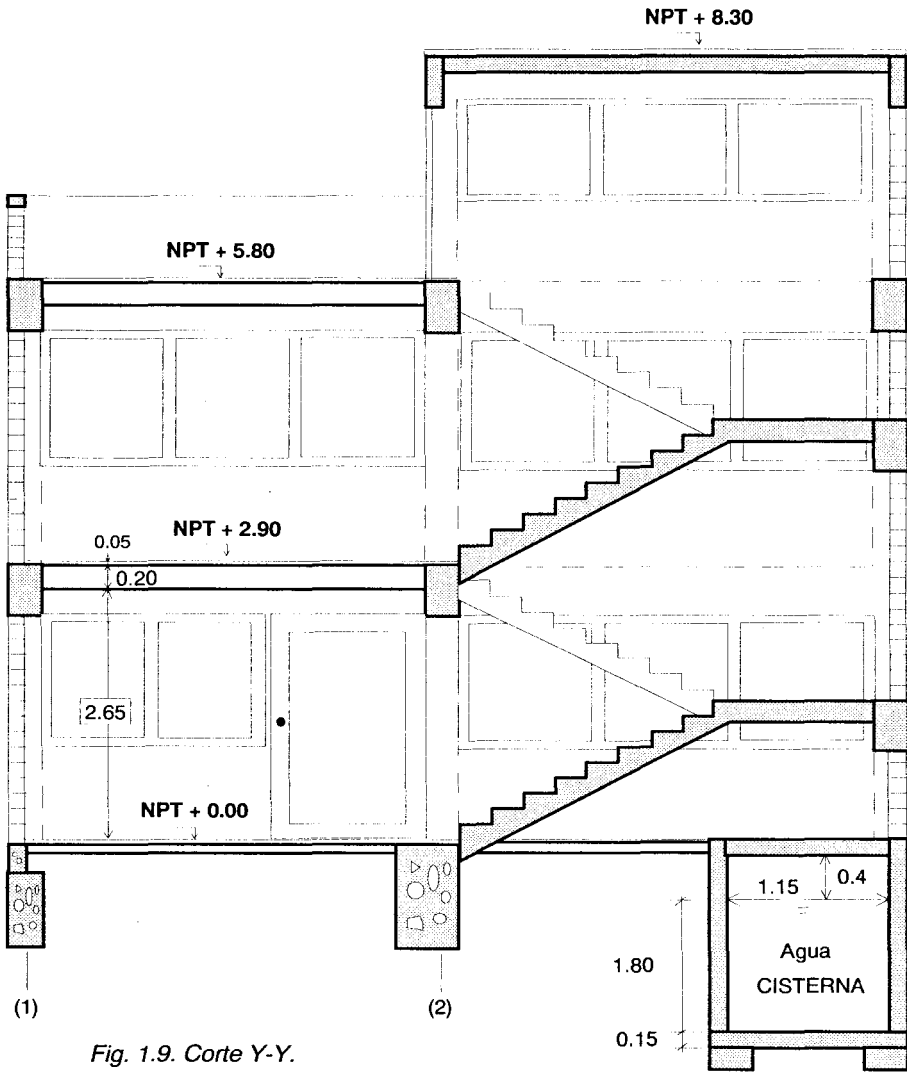


Fig. 1.9. Corte Y-Y.

### 1.4. Aligerados Unidireccionales

Consideraciones:

- a.- La dirección de armado (sentido en cual están dirigidas las viguetas) se muestran con flechas en las plantas del edificio (Figs. 1.5 y 1.6).
- b.- Tal como se observa en la Fig. 1.3, las viguetas se repiten modularmente cada 40 centímetros, por lo que el metrado de cargas se realiza para una vigueta típica del tramo correspondiente, tomando franjas tributarias de ancho 0.4 m.
- c.- Las vigas funcionan como apoyos simples del aligerado, mientras que la placa del eje 2 (tramo B-C) empotra al aligerado por ser mucho más rígida que las viguetas (ver el acápite 2.6.1).
- d.- Las cargas repartidas ( $w$ ) se proporcionan en kg/m, mientras que la concentrada ( $P$ ) en kg. El tabique ubicado en la zona de Recepción (tramo B-C, NPT + 2.90), origina una carga concentrada sobre la vigueta.

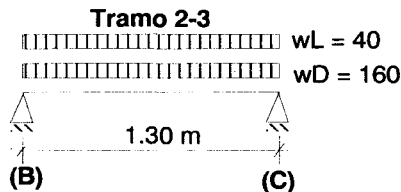
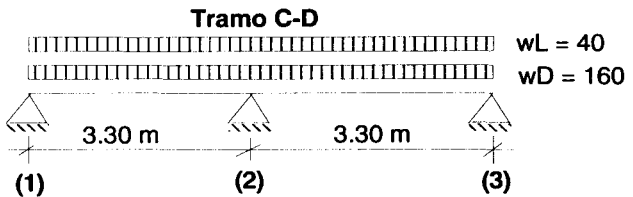
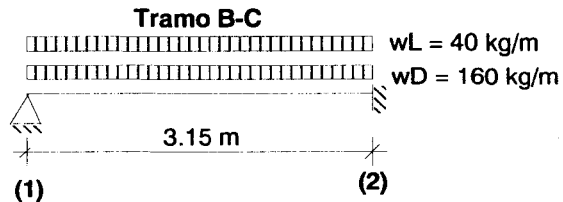
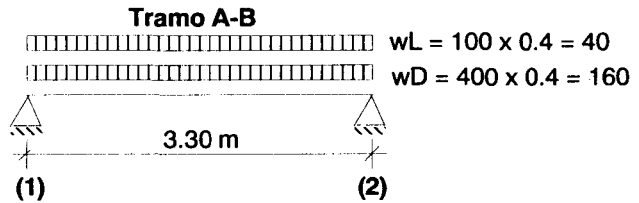
**AZOTEA (NPT + 5.80)**  
**Segundo Nivel**

En todos los tramos:

Peso Propio = 300 kg/m<sup>2</sup>  
 Acabados = 100 kg/m<sup>2</sup>

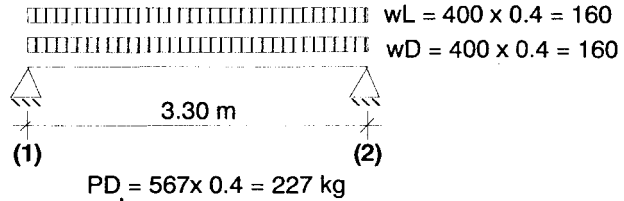
D = 400 kg/m<sup>2</sup>

L = 100 kg/m<sup>2</sup>

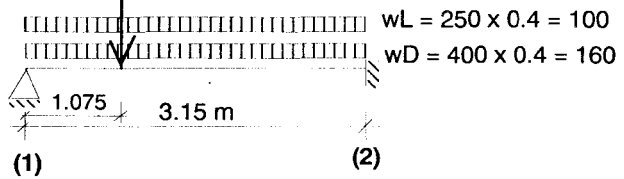


**PRIMER NIVEL (NPT + 2.90)****Tramo A-B:**

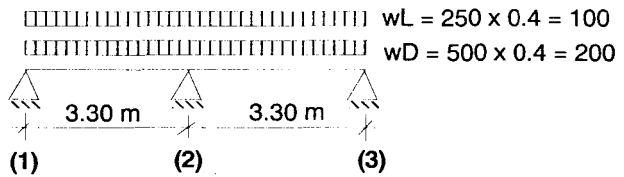
Peso Propio	=	300 kg/m <sup>2</sup>
Acabados	=	100 kg/m <sup>2</sup>
-----		
D	=	400 kg/m <sup>2</sup>
L	=	400 kg/m <sup>2</sup>

**Tramo B-C:**

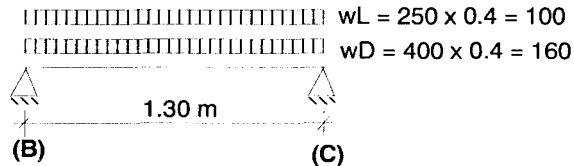
D	=	400 kg/m <sup>2</sup>
L	=	250 kg/m <sup>2</sup>
Tabique	=	567 kg/m

**Tramo C-D:**

Peso Propio	=	300 kg/m <sup>2</sup>
Acabados	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Tab. Móvil	=	100 kg/m <sup>2</sup>
-----		
D	=	500 kg/m <sup>2</sup>
L	=	250 kg/m <sup>2</sup>

**Tramo 2-3:**

D	=	400 kg/m <sup>2</sup>
L	=	250 kg/m <sup>2</sup>

**1.5. Losas Armadas en Dos Sentidos y Tanque de Agua**

Las losas macizas armadas en dos sentidos sujetas a cargas perpendiculares a su plano, expresadas en kg/m<sup>2</sup>, se analizan recurriendo a programas de Elementos Finitos o empleando tablas que permiten obtener los momentos flectores, los mismos que varían de acuerdo al grado de continuidad que tienen los extremos de la losa y también, con la relación de lados que tiene el ambiente techado.

La losa se asume que está simplemente apoyada sobre las vigas (borde discontinuo), pero, cuando colinda con otra losa (horizontal o verticalmente), se asume que ese borde es continuo.

Cabe mencionar que las caras laterales del tanque (también de la cisterna) trabajan a doble acción: por un lado están sujetas a cargas perpendiculares a su plano producidas por la presión del agua (y de la tierra en el caso de la cisterna), que las hacen trabajar como si fuesen losas, y, por otro lado, su peso propio y las cargas que provienen de la tapa y base del tanque (cargas coplanares) las hacen trabajar como si fuesen vigas de gran peralte ("viga pared", ver el acápite 1.6.2).

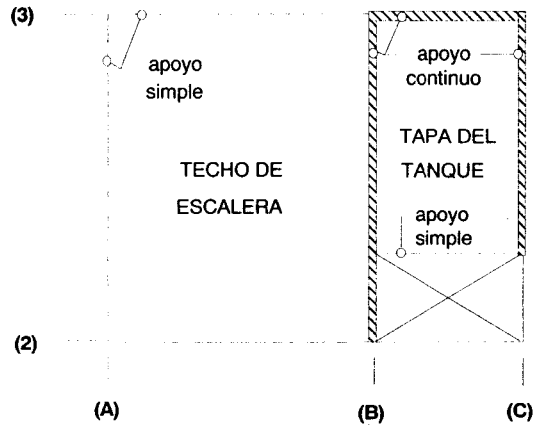
**a.- TERCER NIVEL (NPT +8.30)**

Peso Propio = 360 kg/m<sup>2</sup>

Acabados = 100 kg/m<sup>2</sup>

-----  
 wD = 460 kg/m<sup>2</sup>

wL = 100 kg/m<sup>2</sup>



**b.- TANQUE DE AGUA**

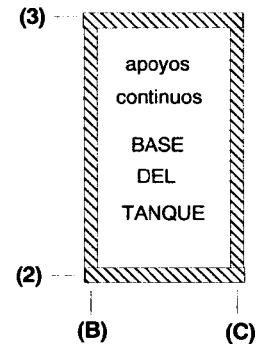
Base del Tanque

peso propio = 2400 x 0.15 = 360 kg/m<sup>2</sup>

acabados = 100 kg/m<sup>2</sup>

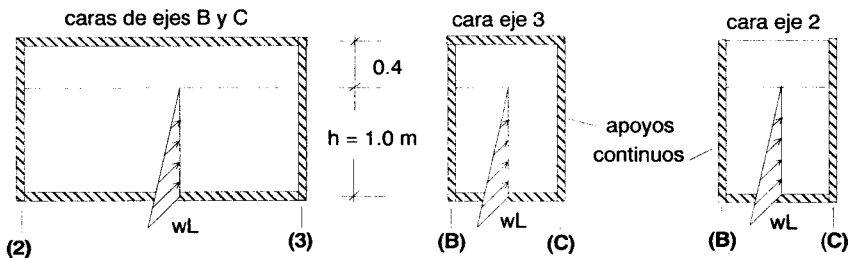
-----  
 wD = 460 kg/m<sup>2</sup>

wL = peso de agua =  $\gamma h = 1000 \times 1 = 1000 \text{ kg/m}^2$



Caras Laterales del Tanque

La presión ortogonal del agua, actuante contra las caras laterales del tanque, adopta una distribución triangular, con un valor máximo igual a  $wL = \gamma h = 1000 \text{ kg/m}^2$ . Adicionalmente, estas caras laterales actúan como viga pared (ver el acápite 1.6.2).



Otra manera más conservadora de analizar al tanque de agua consiste en trabajar con franjas de 1 m de ancho. En este caso, se supone que cada franja trabaja como una barra (ancho = 1.00 m, peralte = 0.15 m) a flexión unidireccional. Los modelos correspondientes se muestran en la Fig. 1.10.

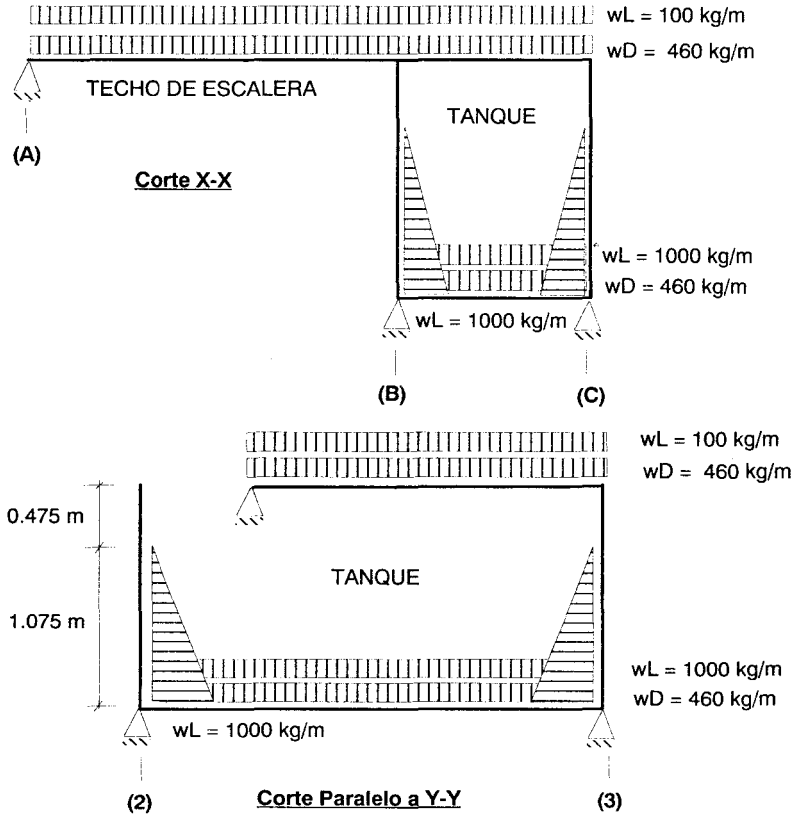


Fig. 1.10. Tanque de Agua Modelado a Través de un Sistema de Barras.

### 1.6. Vigas

Las vigas son los elementos de apoyo de la losa (aligerada o maciza) y se encuentran sujetas a las cargas que le transmiten la losa, así como a las cargas que directamente actúan sobre ella, tales como su peso propio, peso de tabiques, parapetos, etc.

Para obtener las cargas que provienen de la losa, puede seguirse tres procedimientos:

- a.- Considerar el efecto hiperestático de los momentos flectores que se desarrollan en la losa (M en la Fig. 1.11), para lo cual, habría que resolver previamente al aligerado.

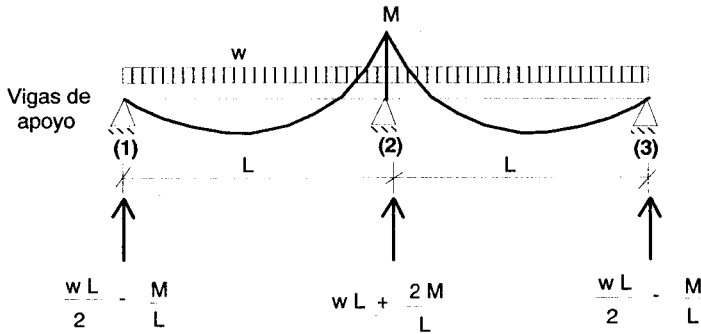


Fig. 1.11. Aligerado Hiperestático. Tramo C-D del Edificio en Estudio.

- b.- Despreciar el efecto hiperestático, suponiendo que cada tramo del aligerado se encuentra biarticulado, lo que también equivale a subdividir el tramo en zonas de influencia (Fig. 1.12).

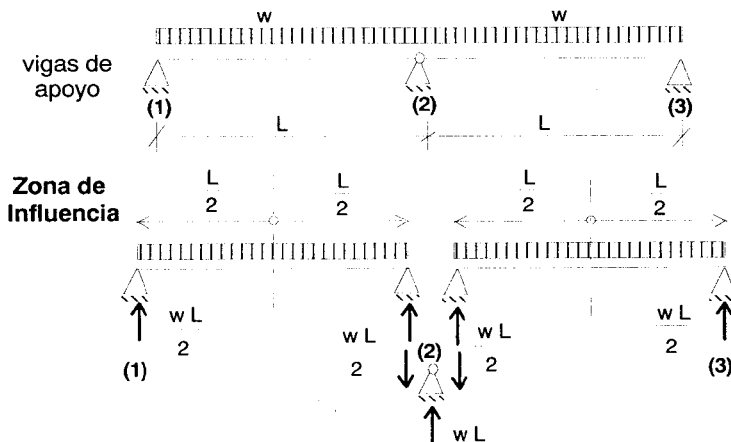
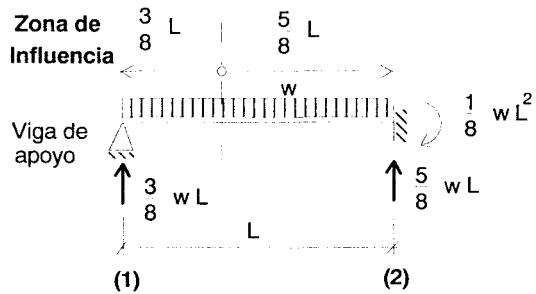


Fig. 1.12. Aligerado Isostático. Tramo C-D del Edificio en Estudio.

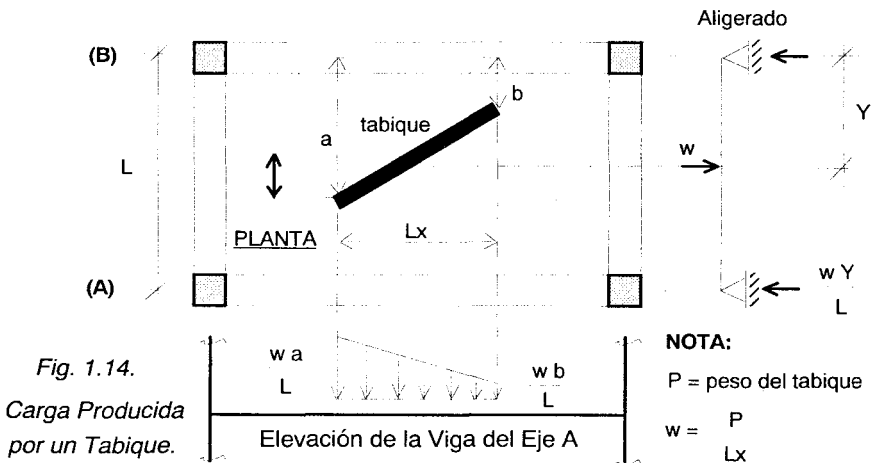
c.- Estimar la zona de influencia para contemplar en forma aproximada el efecto hiperestático del momento flector. En la Fig. 1.13 se proporciona en forma exacta las longitudes de influencia para el caso del aligerado B-C (empotrado en un extremo y simplemente apoyado en el otro) correspondiente al edificio en estudio.

Fig. 1.13.  
Aligerado Hiperestático.  
Tramo B-C  
(NPT + 5.80) del Edificio  
en Estudio.



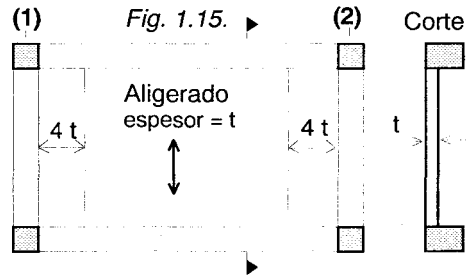
Cabe recordar que las viguetas de un aligerado se metran adoptando franjas modulares de 0.4 m de ancho, por lo que de seguirse el primer procedimiento (solución previa del aligerado), la reacción en las vigas debe dividirse por 0.4, para de esta manera repartir la reacción por unidad de longitud de viga. A esa reacción, deberá agregarse las cargas que directamente actúan en la viga (peso propio, parapetos, etc.). En cambio, cuando se trabaja con "Zonas de Influencia", la carga existente en la losa (en kg/m<sup>2</sup>, producidas por el peso propio, acabados, sobrecarga, etc.) se multiplica por la longitud de influencia, para después agregar las cargas directas.

En caso existiese algún tabique sobre un aligerado unidireccional, la reacción en los apoyos (vigas) del aligerado deberá calcularse por separado y agregarse a las cargas descritas en el párrafo anterior, tal como se ilustra en la Fig. 1.14, donde "w" es el peso total del tabique (P) repartido por unidad de longitud horizontal del tabique (Lx).



Por otro lado, debe mencionarse que el primer procedimiento (solución previa de la losa) no siempre conduce a la determinación exacta de las cargas actuantes en las vigas, debido a que en el modelo estructural se asume que el aligerado está simplemente apoyado sobre las vigas, o empotrado en las placas, mientras que realmente, por la rigidez torsional que tienen las vigas, el apoyo es un semiempotramiento. Por consiguiente, para fines prácticos, es preferible aplicar el segundo o el tercer criterio ("Zona de Influencia").

Adicionalmente, cabe indicar que las vigas paralelas a la dirección de armado del aligerado (ejes 1 o 2 en la Fig. 1.15) absorben parte de la carga existente en la losa, debido a que existe monolitismo al vaciarse ambos elementos al mismo instante, por lo que la deformada del aligerado no es cilíndrica, salvo que esas vigas tengan el mismo peralte ( $t$ ) que el de la losa ("vigas chatas"). Para contemplar este efecto, se acostumbra utilizar un ancho tributario igual a  $4t$ , para las vigas en mención.



Retornando al edificio en estudio, en la Fig. 1.16 se muestra las zonas de influencia (sin contemplar los efectos hiperestáticos, segundo procedimiento) para las distintas vigas.

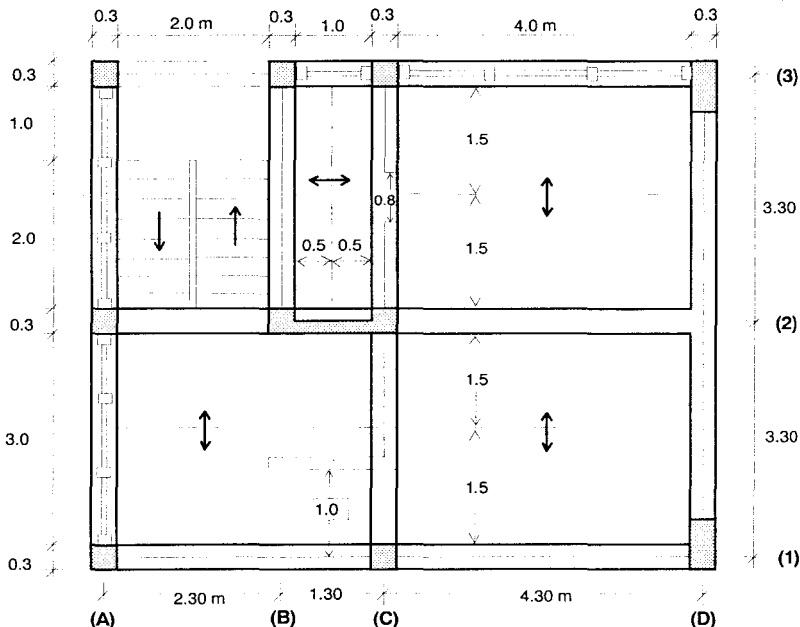


Fig. 1.16. Zonas de Influencia para las Vigas del Primer y Segundo Nivel.

Como ejemplo de metrado de cargas en vigas, se analizará la viga del eje 1. Las cargas unitarias aparecen en la Tabla 1.1, y las zonas de influencias (o anchos tributarios) se muestran en la Fig. 1.16.

### VIGAS DEL EJE 1

**SEGUNDO NIVEL (NPT + 5.80, AZOTEA).** Para los dos tramos (A-C y C-D), se tiene:

#### Carga Permanente

Cargas Directas:	peso propio: $0.3 \times 0.4 \times 2400 =$	288 kg/m
	parapeto (h = 0.95 m) =	215 kg/m
Cargas de Losa:	peso propio de aligerado: $300 \times 1.5 =$	450 kg/m
	acabados: $100 \times (1.5 + 0.15) =$	165 kg/m
	-----	
	wD =	1118 kg/m
<u>Sobrecarga:</u>	wL = $100 \times (1.5 + 0.15) =$	165 kg/m

#### **PRIMER NIVEL (NPT + 2.90)**

Carga Permanente. Para los dos tramos (A-C y C-D), se tiene:

Cargas Directas:	peso propio = $0.3 \times 0.4 \times 2400 =$	288 kg/m
	tabique (h = 2.5 m) =	525 kg/m
Cargas de Losa:	peso propio de aligerado = $300 \times 1.5 =$	450 kg/m
	acabados = $100 \times (1.5 + 0.15) =$	165 kg/m
	-----	
	wD1 =	1428 kg/m
Tabique en Losa:	wD2 = $567 \times 2.225 / 3.3 =$	382 kg/m ...zona B-C (*)
Tabiquería Móvil:	wD3 = $100 \times (1.5 + 0.15) =$	165 kg/m ...zona C-D

(\*) en la zona B-C hay un tabique de h = 2.7 m. Ver el cálculo de wD2 en la Fig. 1.14.

#### Sobrecarga

Zona A-B:	wL1 = $400 \times (1.5 + 0.15) =$	660 kg/m
Zona B-C-D:	wL2 = $250 \times (1.5 + 0.15) =$	413 kg/m

En la Fig. 1.17 se muestra un resumen de las cargas actuantes en las vigas del eje 1.

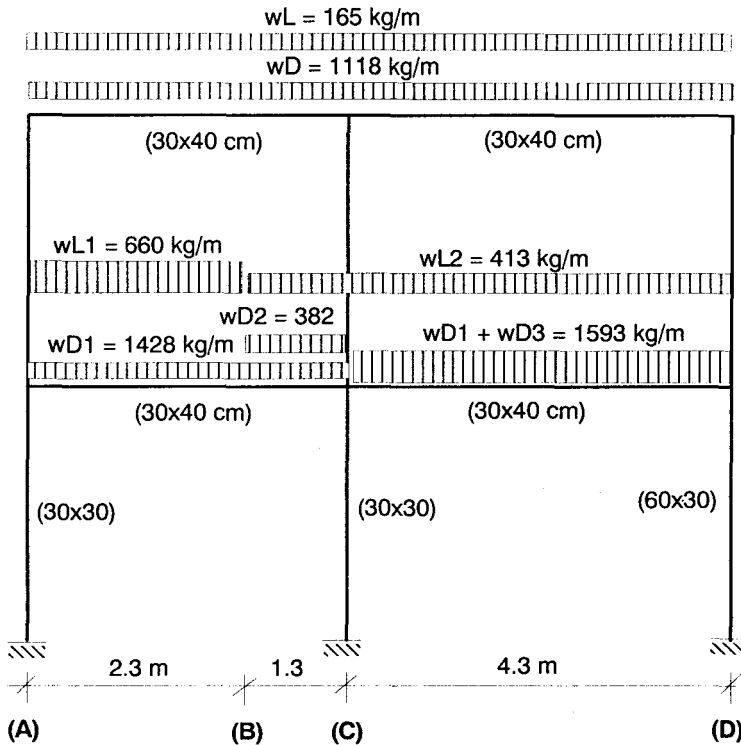


Fig. 1.17. Cargas Actuantes en las Vigas del Eje 1.

### 1.6.1. Viga Apoyada Sobre Otra Viga

Las vigas de los ejes 2 (tramo C-D) y D forman lo que se denomina una parrilla; sin embargo, despreciando los efectos hiperestáticos, puede asumirse que la viga del eje 2 está simplemente apoyada sobre la viga del eje D, mientras que su extremo izquierdo está empotrado en la placa, ya que la placa es mucho más rígida que esa viga.

Para decidir cuál de las vigas funciona como apoyo, debe pensarse en las deflexiones que tienen ambas barras, de este modo, la viga más rígida (la de mayor peralte y menor longitud) es la que trabaja como apoyo; así por ejemplo, las viguetas del aligerado apoyan sobre las vigas peraltadas. En el caso de las vigas de los ejes 2 y D, resulta obvio que la viga del eje 2 apoya sobre la del eje D, puesto que la viga del eje D apoya sobre dos columnas y no es posible que ella descansa sobre un voladizo de gran longitud (viga del eje 2).

En primer lugar se calculará las reacciones en la viga del eje 2, las que se transmitirán como cargas concentradas sobre la viga del eje D.

### a.- Viga del Eje 2. Tramo C-D

#### Segundo Nivel (NPT + 5.80, Azotea):

##### Carga Permanente:

Carga Directa:	peso propio = $0.3 \times 0.4 \times 2400 =$	288 kg/m
Carga de Losa:	peso propio = $300 \times 3.0 =$	900 kg/m
	acabados = $100 \times (3.0 + 0.3) =$	330 kg/m

---


$$wD = 1518 \text{ kg/m}$$

Sobrecarga:  $wL = 100 \times (3.0 + 0.3) = 330 \text{ kg/m}$

#### Primer Nivel (NPT +2.90):

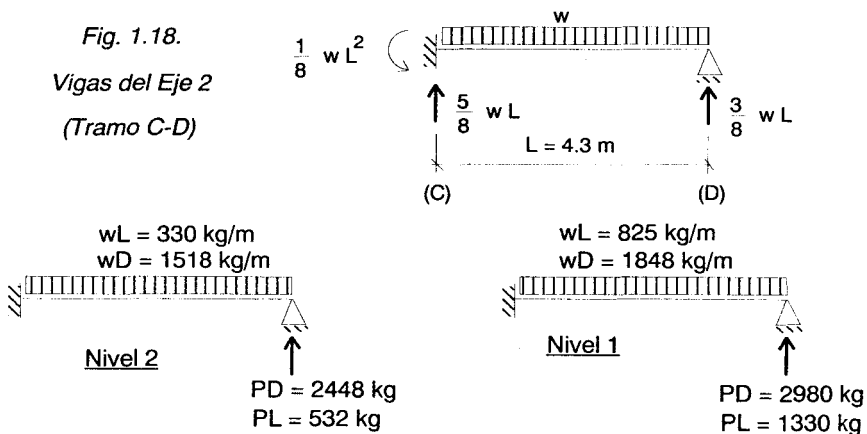
##### Carga Permanente:

Carga Directa:	peso propio = $0.3 \times 0.4 \times 2400 =$	288 kg/m
Carga de Losa:	peso propio = $300 \times 3.0 =$	900 kg/m
	acabados = $100 \times (3.0 + 0.3) =$	330 kg/m
	tab. móvil = $100 \times (3.0 + 0.3) =$	330 kg/m

---


$$wD = 1848 \text{ kg/m}$$

Sobrecarga:  $wL = 250 \times (3.0 + 0.3) = 825 \text{ kg/m}$



**b.- Viga del Eje D**

Esta viga es paralela a la dirección de armado del aligerado, por lo que se adicionará una franja tributaria de losa con un ancho igual a cuatro veces su espesor ( $4t = 4 \times 0.2 = 0.8 \text{ m}$ , ver la Fig. 1.15). Adicionalmente, esta viga recibe las reacciones provenientes de la viga del eje 2 (Fig. 1.18).

**Segundo Nivel (NPT + 5.80, Azotea):**Carga Permanente:

Carga Directa:	peso propio = $0.3 \times 0.6 \times 2400 =$	432 kg/m
	parapeto =	215 kg/m
Carga de Losa:	peso propio = $300 \times 0.8 =$	240 kg/m
	acabados = $100 \times (0.8 + 0.15) =$	95 kg/m

---


$$wD = 982 \text{ kg/m}$$

Sobrecarga:  $wL = 100 \times (0.8 + 0.15) = 95 \text{ kg/m}$

**Primer Nivel (NPT + 2.90):**Carga Permanente:

Carga Directa:	peso propio = $0.3 \times 0.6 \times 2400 =$	432 kg/m
	tabique (h = 2.3 m) =	483 kg/m
Carga de Losa:	peso propio = $300 \times 0.8 =$	240 kg/m
	acabados = $100 \times (0.8 + 0.15) =$	95 kg/m
	tab. móvil = $100 \times (0.8 + 0.15) =$	95 kg/m

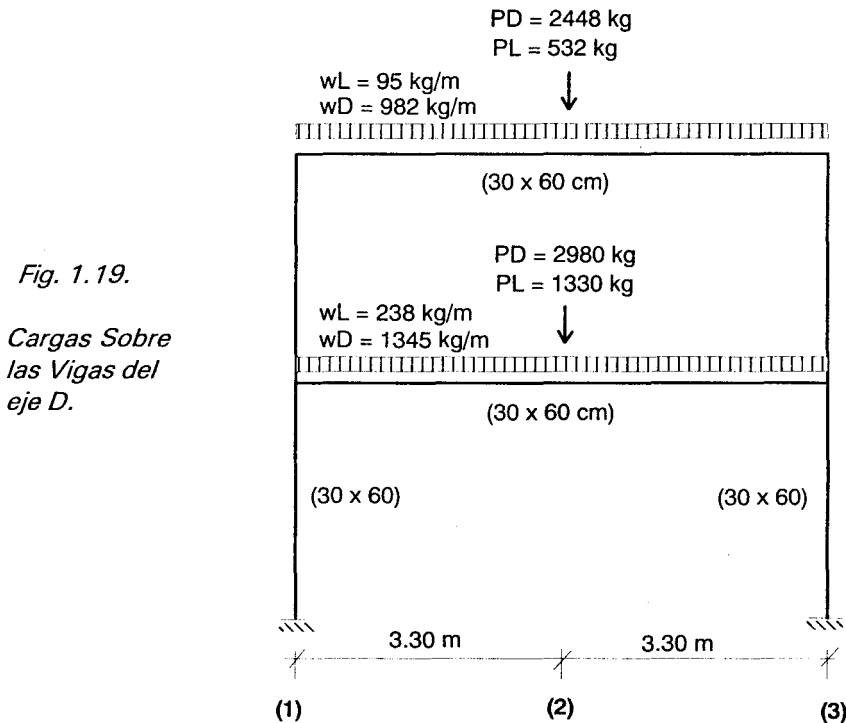
---


$$wD = 1345 \text{ kg/m}$$

Sobrecarga:  $wL = 250 \times (0.8 + 0.15) = 238 \text{ kg/m}$

*Nota:* Al haberse adicionado una franja de losa tributaria sobre las vigas paralelas a la dirección de armado del aligerado (por ejemplo, las del eje D, por la compatibilidad de deformaciones que existe entre la viga y el aligerado), se estaría aplicando cargas en exceso sobre las columnas respectivas, por lo que no es conveniente metrar cargas en las columnas usando las reacciones de las vigas, sino que más bien debe usarse el concepto de área tributaria que se explicará en el acápite 1.7.

Un resumen de las cargas aplicadas sobre las vigas del eje D se muestra en la Fig. 1.19.



### 1.6.2. Vigas que Soportan Losas Armadas en Dos Sentidos y Vigas Pared

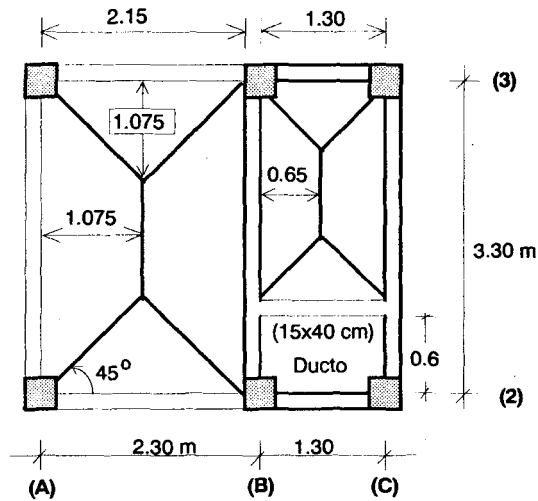
Para obtener las cargas que provienen de las losas armadas en dos sentidos sobre las vigas que las soportan, se aplica la regla del "sobre", la misma que consiste en trazar rectas inclinadas a  $45^\circ$  desde los vértices de cada ambiente, formando una especie de sobre en la planta del ambiente (Fig. 1.20). Estas rectas representan las líneas de falla que tendría la losa (agrietamiento del concreto) cuando se encuentra sometida a cargas excesivas ortogonales a su plano.

El techo de la escalera (NPT + 8.30), correspondiente al edificio en estudio, ha sido estructurado a propósito (con fines ilustrativos) empleando una losa armada en dos sentidos, puesto que pudo haberse utilizado una solución más económica, por ejemplo: un aligerado unidireccional. Parte de esa losa es soportada por unas vigas de gran peralte ("vigas pared"), constituidas por las caras laterales del tanque de agua.

A las cargas que provienen de la losa (peso propio, acabados, sobrecarga, etc.), deberá agregarse las cargas que actúan directamente en las vigas (peso propio, tabiques, etc.) y como ejemplo de metrado de cargas para estas vigas, se ha seleccionado las vigas de los ejes B y 3, correspondientes al tercer nivel (NPT + 8.30).

Fig. 1.20.

Techo de Escalera y Tapa del Tanque (NPT + 8.30). Zona de Influencia para las Vigas.



Las cargas existentes en la losa, despreciando el peso de la tapa del ducto, son:

**Carga permanente:**

peso propio =  $0.15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}^2$   
 acabados =  $100 \text{ kg/m}^2$

---

D =  $460 \text{ kg/m}^2$

**Sobrecarga:**

L =  $100 \text{ kg/m}^2$

**a.- Viga Pared del Eje B (cara lateral del tanque: 0.15 x 1.70 m). Tercer Nivel**

A esta viga concurre una viga transversal, de 15x40 cm, que anilla al ducto de la tapa del tanque; previamente, se calculará la reacción que transmite esa viga (P, en la Fig. 1.21) sobre la viga del eje B.

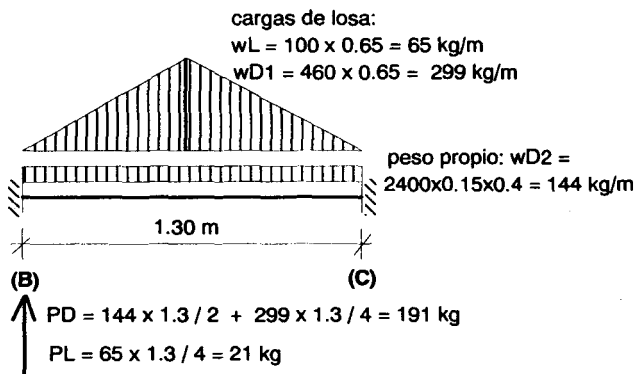


Fig. 1.21. Viga Transversal al Eje B.

<b>Base del Tanque:</b>	<b>Losa:</b>	$wD1 = 460 \times 0.65 = 299 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>299 kg/m</b>
	<b>Agua:</b>	$wL1 = 1000 \times 0.65 = 650 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>650 kg/m</b>
<b>Techo de Escalera:</b>	<b>Losa:</b>	$wD2 = 460 \times 1.075 = 495 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>495 kg/m</b>
	<b>s/c:</b>	$wL2 = 100 \times 1.075 = 108 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>108 kg/m</b>
<b>Tapa del Tanque:</b> (*)	<b>Losa:</b>	$wD3 = 460 \times 0.65 = 299 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>299 kg/m</b>
	<b>s/c:</b>	$wL3 = 100 \times 0.65 = 65 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>65 kg/m</b>
<b>Peso Propio:</b>		$wD4 = 2400 \times 0.15 \times 1.7 = 612 \text{ kg/m}$	<b>=</b>	<b>612 kg/m</b>

(\*) Se ha despreciado el peso de la tapa metálica del ducto.

Un resumen de estas cargas aparece en la Fig. 1.22 (ver el cálculo de PD y PL en la Fig. 1.21).

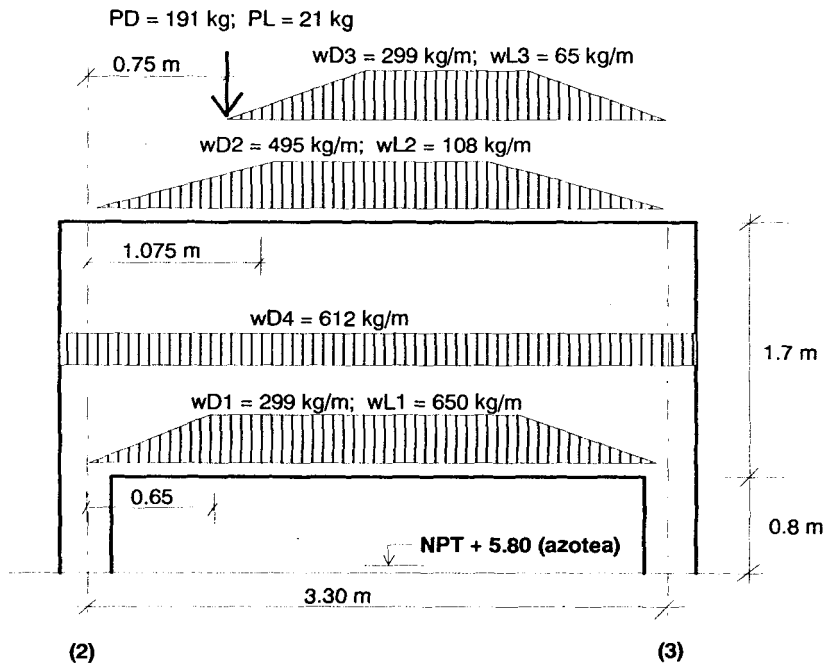


Fig. 1.22. Viga Pared del Eje B. Tercer Nivel.

**b.- Vigas del Eje 3. Cargas en el Tercer Nivel**

En el tercer nivel (NPT + 8.30), el eje 3 está compuesto por una viga de 15 x 40 cm (tramo A-B), que soporta el techo de la escalera, y una viga pared de 15 x 170 cm (tramo B-C) que corresponde a unas de las caras laterales del tanque. Las cargas correspondientes (en kg/m) se muestran en la Fig. 1.23.

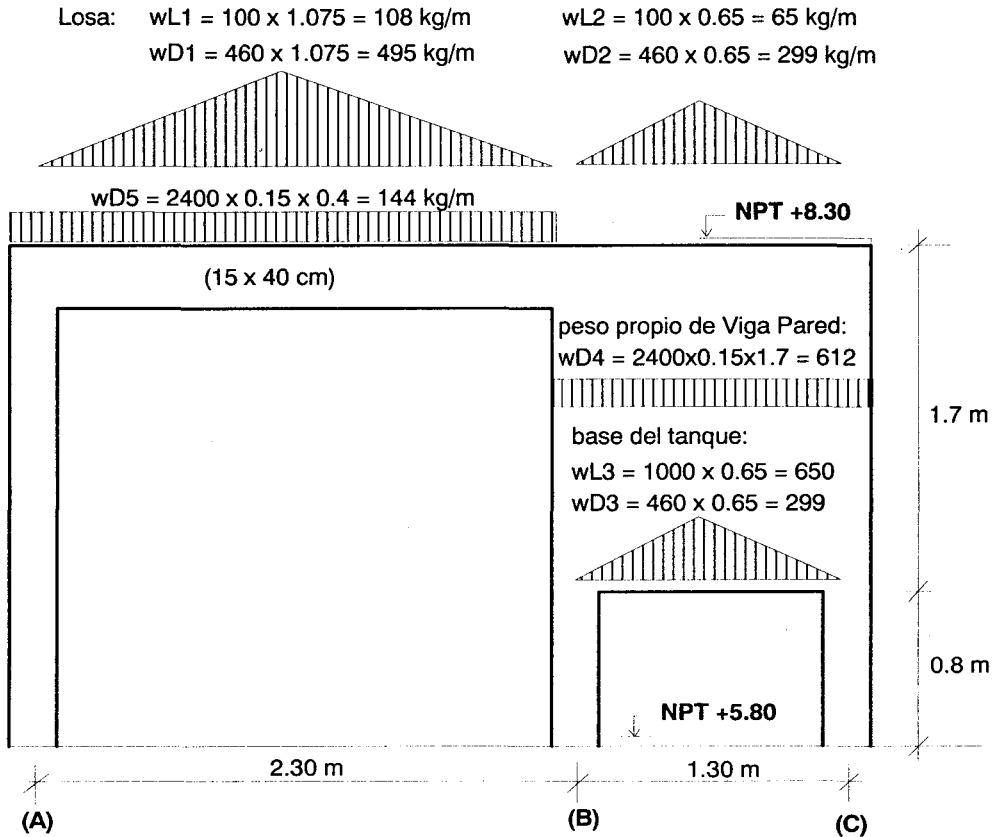


Fig. 1.22. Vigas del Eje 3. Cargas en el Tercer Nivel.

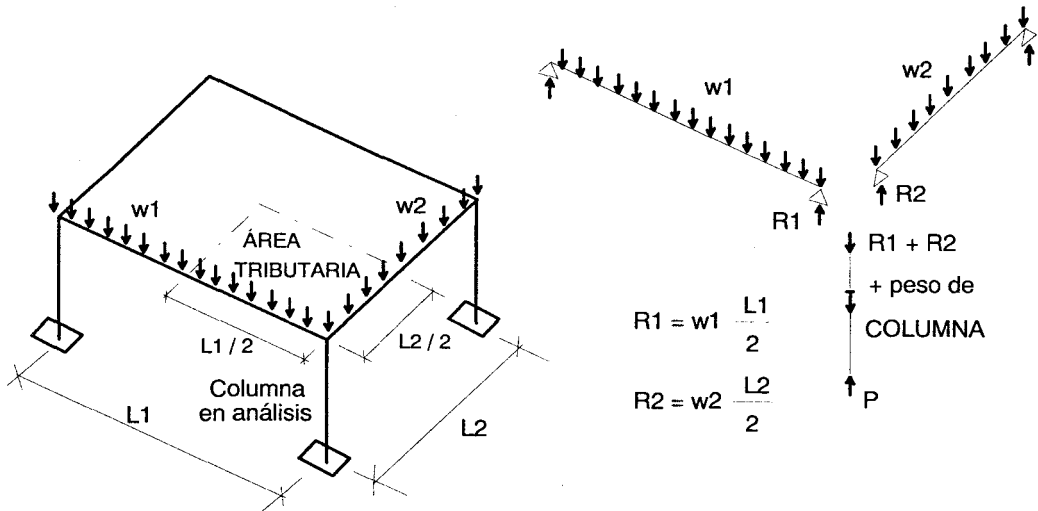
## 1.7. Columnas

Las vigas apoyan sobre las columnas transmitiéndoles fuerza cortante, que se acumulan como carga axial en los entresijos.

Para obtener la carga axial en las columnas, debería resolverse el problema hiperestático analizando a los pórticos espacialmente, pero, para meter cargas, se desprecia el efecto hiperestático trabajando con áreas de influencia (o tributarias, Fig. 1.23) provenientes de subdividir los tramos de cada viga en partes iguales, o se regula la posición de las líneas divisorias para estimar los efectos hiperestáticos.

A las cargas existentes en el área de influencia deberá agregarse las que bajan directamente a través de las columnas, tales como su peso propio, y otras cargas difíciles de meter directamente, como son, por ejemplo, los tabiques ubicados en las partes intermedias de la losa (Fig. 1.24).

Fig. 1.23. Área de Influencia en Columnas.



Las cargas provenientes de la losa (peso propio, acabados, sobrecarga, etc.) se obtienen multiplicando su magnitud (en  $\text{kg/m}^2$ ) por el área de influencia ( $\frac{1}{2} L_1 \times \frac{1}{2} L_2$ ), mientras que las cargas que actúan directamente en las vigas (peso propio, parapetos, tabiques, etc.) se obtienen multiplicando su magnitud por la longitud de influencia ( $\frac{1}{2} L_1$  o  $\frac{1}{2} L_2$ ).

Para el caso de los tabiques ubicados en la parte intermedia de la losa, puede aplicarse las expresiones que aparecen en la Fig. 1.24 (donde  $P$  es el peso total del tabique), para cada columna correspondiente al ambiente donde está situado el tabique.

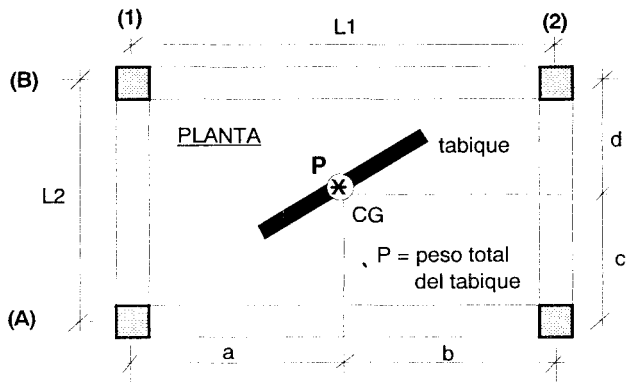


Fig. 1.24.

*Cargas Axiales en Columnas Producidas por un Tabique Ubicado en la Parte Intermedia de un Ambiente.*

$$\text{Columna A-1: } P(A1) = \frac{P \cdot b \cdot d}{L1 \cdot L2}$$

$$\text{Columna A-2: } P(A2) = \frac{P \cdot a \cdot d}{L1 \cdot L2}$$

$$\text{Columna B-1: } P(B1) = \frac{P \cdot b \cdot c}{L1 \cdot L2}$$

$$\text{Columna B-2: } P(B2) = \frac{P \cdot a \cdot c}{L1 \cdot L2}$$

Por ejemplo, para el caso del tabique (h = 2.7 m) ubicado en la zona de Recepción (Nivel + 2.90, ver Fig. 1.5), su peso total (ver Tabla 1.1) es P = 567 x 1.3 = 737 kg, y las luces del ambiente A-C-1-2 son: L1 = 3.6 m y L2 = 3.3 m, por lo que las cargas en las columnas A-1 y C-1 (en ese nivel) serán:

$$P(A1) = 737 \times 0.65 \times 2.225 / (3.6 \times 3.3)$$

$$P(A1) = 90 \text{ kg}$$

$$P(C1) = 737 \times 2.95 \times 2.225 / (3.6 \times 3.3)$$

$$P(C1) = 407 \text{ kg}$$

Estos valores coinciden con los que se obtienen al analizar la viga del eje 1 (tramo A-B-C). Ver la Fig.1.25.

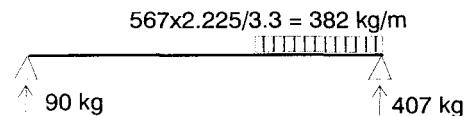
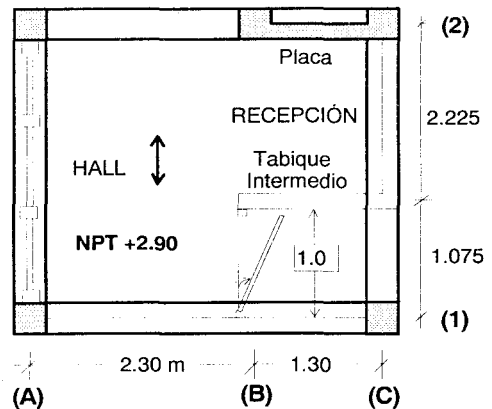


Fig 1.25.

*Viga del Eje 1 (Tramo A-B-C) Sujeta a la Carga del Tabique Intermedio.*

Cabe indicar que en el ejemplo anterior, la columna A-2 no absorbe carga proveniente del tabique intermedio, ya que esa carga no se transmite sobre la viga del eje 2 (tramo A-B), sino que es tomada por la placa en una magnitud igual a:

$$P (\text{placa por tabique intermedio}) = 1.3 \times (567 \times 1.075 / 3.3) = 240 \text{ kg}$$

Debiéndose cumplir que:

$$\text{Peso del tabique intermedio} = 737 \text{ kg} = P (A1) + P (C1) + P (\text{placa}) = 90 + 407 + 240$$

Las áreas tributarias (obviando el efecto hiperestático) para las columnas y la placa que componen al edificio en estudio, correspondientes al primer (NPT + 2.90) y segundo (NPT + 5.80) nivel, se muestran en la Fig 1.26, donde cabe señalar que al existir una viga (la del eje 2) que apoya sobre otra viga (la del eje D), la línea divisoria particiona a la viga que sirve de apoyo (la del eje D).

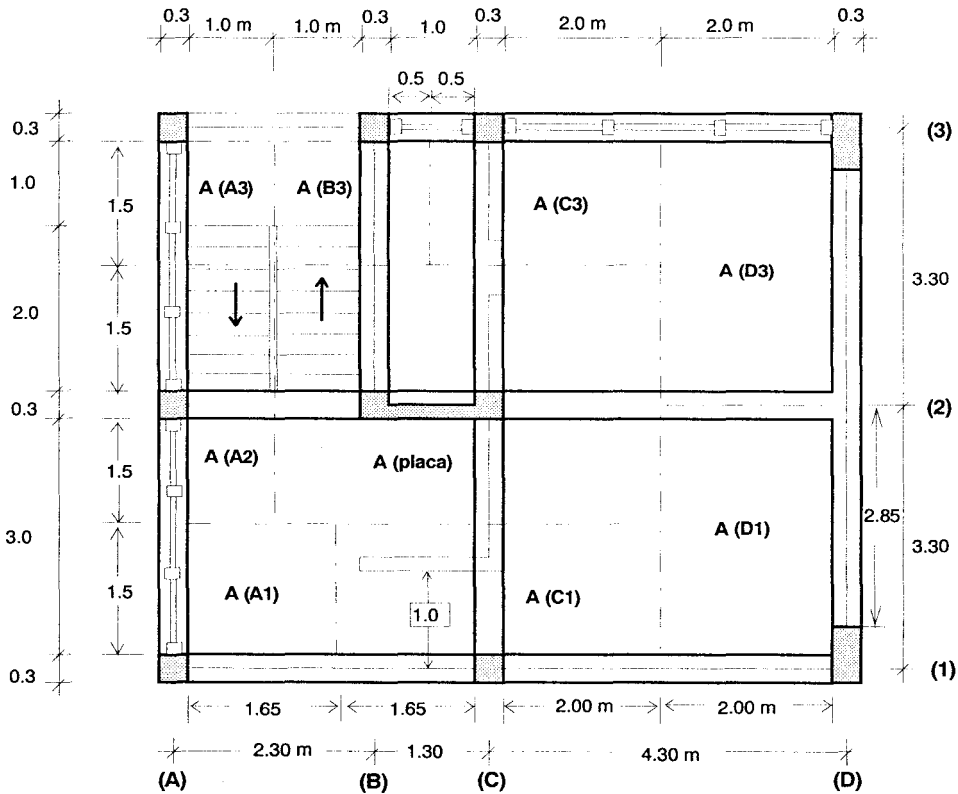
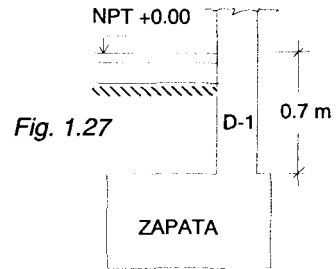


Fig. 1.26. Áreas de Influencia "A" para las Columnas y Placa del Primer Nivel (NPT + 2.90) y Segundo Nivel (NPT + 5.80).

Como ejemplo de metrado de cargas para las columnas, se analizará la columna ubicada en la intersección de los ejes D y 1 (columna D-1). Las cargas unitarias aparecen en la Tabla 1.1. Para el primer piso se ha asumido que la columna se profundiza 0.7 m hasta tocar con la parte superior de su zapata, tal como se muestra en la Fig. 1.27, mientras que sobre la azotea la columna cambia de sección (a 15x15 cm), prolongándose 0.95 m para arriostrear los parapetos.



**METRADO DE CARGAS PARA LA COLUMNA D-1**

Nivel	Elemento	Carga Unitaria (kg/m <sup>2</sup> o kg/m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> ) o Longitud (m) Tributaria	P Parcial (kg)	P Acumulada (kg)
2	aligerado	300	2.00 x 3.00	1800	
	acabados	100	2.15 x 3.30	710	
	parapetos	215	2.15 + 3.30	1172	
	col.arrios.	54	0.95 m	51	
	viga 2	288/2	2.00 m	288	
	viga 1	288	2.00 m	576	
	viga D	432	2.85 m	1231	
	columna	432	2.90 m	1253	
	sobrecarga	100	2.15 x 3.30	710	
				PD = 7081 PL = 710	7081 710
1	aligerado	300	2.00 x 3.00	1800	
	acabados	100	2.15 x 3.30	710	
	tab. móvil	100	2.15 x 3.30	710	
	tabique 1	525	2.00 m	1050	
	tabique D	483	2.85 m	1377	
	viga 2	288/2	2.00 m	288	
	viga 1	288	2.00 m	576	
	viga D	432	2.85 m	1231	
	columna	432	3.60 m	1555	
	sobrecarga	250	2.15 x 3.30	1774	
			PD = 9297 PL = 1774	16378 2484	

Cabe mencionar que en los edificios de mediana altura (hasta de 5 pisos), no es conveniente reducir la sobrecarga, debido a que existe una gran probabilidad de que en algún instante estén 100% sobrecargados. Sin embargo, con fines ilustrativos, se muestra como calcular la carga axial acumulada producida por la sobrecarga en la columna D-1, aplicando los coeficientes de reducción de la Norma E-020:

PL2 (D-1) = 710 kg

PL1 (D-1) = 710 + 0.85 x 1774 = 2218 kg

## 1.8. Escaleras

Las cargas correspondientes a los acabados y sobrecarga actuantes en la escalera (Fig. 1.28), se expresan en kilogramos por metro cuadrado de área en planta (horizontal); sin embargo, el peso propio del tramo inclinado está distribuido a lo largo de su longitud, por lo que será necesario transformarlo en una carga equivalente por unidad de área en planta, para esto, se asumirá que el peso volumétrico ( $\gamma$ ) del peldaño (concreto no reforzado:  $\gamma = 2300 \text{ kg/m}^3$ ) es similar al peso volumétrico de la garganta (concreto armado:  $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$ ).

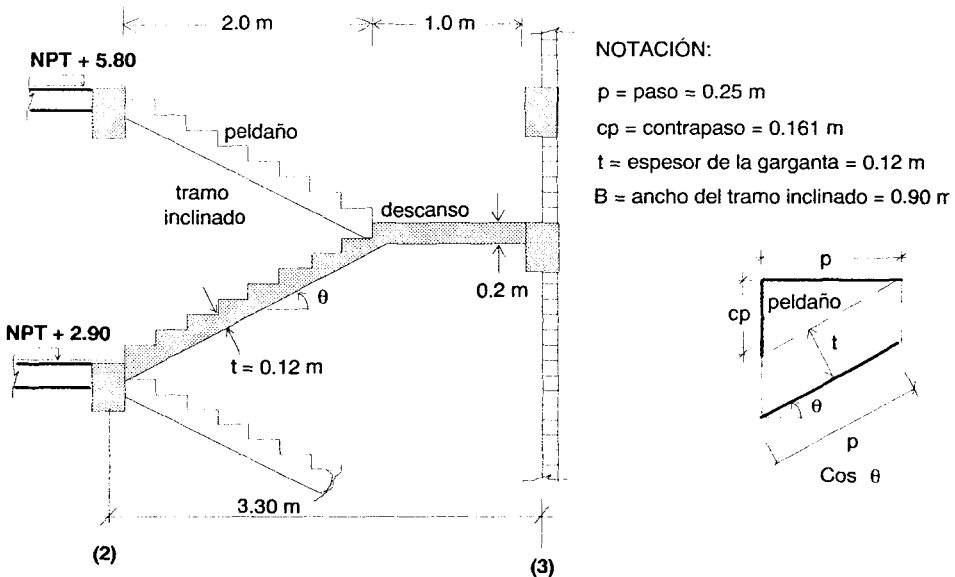


Fig. 1.28. Escalera del Edificio en Estudio.

Calculando el peso ( $P$ ) para un peldaño y la garganta correspondiente del tramo inclinado se tendrá (ver Fig. 1.28):

$$P = \frac{1}{2} \gamma B p cp + \gamma B t p / \text{Cos } \theta = \gamma B p \left[ \frac{1}{2} cp + t / \text{Cos } \theta \right]$$

Luego, la carga repartida por unidad de área en planta producida por el peso propio del tramo inclinado ( $w$  (pp)) será:  $w(\text{pp}) = P / (B p) = \gamma \left[ \frac{1}{2} cp + t / \text{Cos } \theta \right]$ ; o lo que es lo mismo:

$$w(\text{pp}) = \gamma \left[ \frac{c_p}{2} + t \sqrt{1 + (c_p / p)^2} \right]$$

Para el edificio en estudio, se tiene 18 contrapasos para vencer una altura de 2.9 m, luego,  $c_p = 2.9 / 18 = 0.161$  m; con lo cual resulta:

$$w(\text{pp}) = 2400 \left[ \frac{0.161}{2} + 0.12 \sqrt{1 + (0.161/0.25)^2} \right] = 536 \text{ kg/m}^2$$

De esta manera, la carga por unidad de ancho y unidad de longitud horizontal será (ver la Fig. 1.29):

#### Tramo Inclinado:

peso propio =	536 kg/m <sup>2</sup>	
acabados =	100 kg/m <sup>2</sup>	
-----		
wD =	636 kg/m <sup>2</sup>	wL = 400 kg/m <sup>2</sup>

#### Descanso:

peso propio =	0.2 x 2400 = 480 kg/m <sup>2</sup>	
acabados =	100 kg/m <sup>2</sup>	
-----		
wD =	580 kg/m <sup>2</sup>	wL = 400 kg/m <sup>2</sup>

Estas cargas se multiplicarán por el ancho (B) de cada tramo para obtener las cargas en kg/m:

Tramo Inclinado (B = 0.9 m):	wD = 636 x 0.9 = 572 kg/m
	wL = 400 x 0.9 = 360 kg/m

Descanso (B = 1.0 m):	wD = 580 x 1.0 = 580 kg/m
	wL = 400 x 1.0 = 400 kg/m

En la Fig. 1.29 aparecen las cargas por unidad de ancho de la escalera, lo que permite determinar las reacciones repartidas por unidad de longitud (kg/m) en las vigas correspondientes a los ejes 2 (Fig. 1.30) y 3, empleadas como elementos de apoyo de los tramos de la escalera.

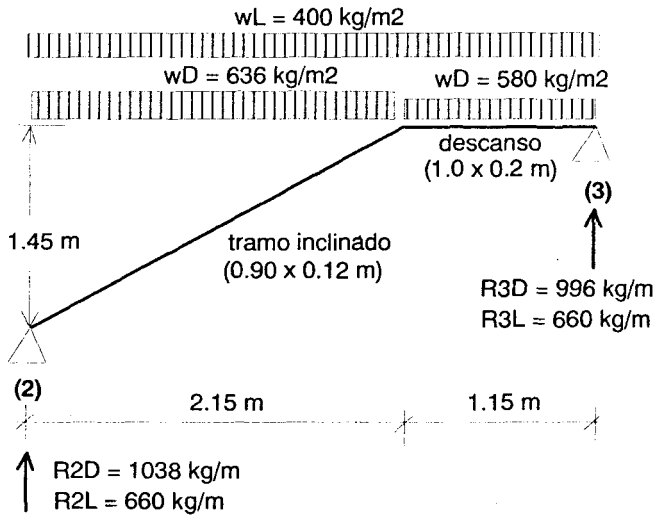


Fig. 1.29. Cargas por Unidad de Ancho y Unidad de Longitud Horizontal en un Tramo de la Escalera y Reacciones en las Vigas de Apoyo.

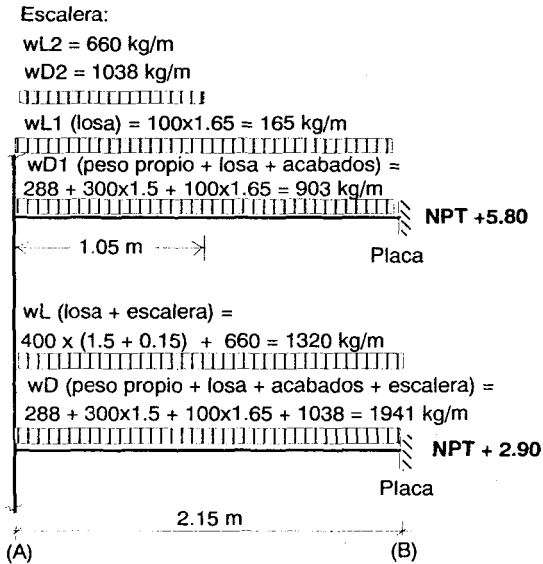


Fig. 1.30. Cargas en las Vigas del Eje 2. Primer y Segundo Nivel.

### 1.9. Placas

El área de influencia correspondiente a la placa completa se muestra en la Fig. 1.26; sin embargo, es conveniente desdoblarse esa área para diseñar los extremos de las placas, los que se encuentran sujetos a concentraciones de esfuerzos producidos por las cargas provenientes de las vigas coplanares y ortogonales al plano de la placa, y también, porque esos puntos forman las columnas de los pórticos transversales (B y C en la Fig. 1.31). Finalmente, estas cargas se trasladan al eje de la placa, pudiendo generar momentos flectores que tienen que contemplarse en el diseño de la placa completa.

De esta manera, zonificando en 3 puntos (P1, P2 y P3) a la placa del edificio en estudio, se tendrá las áreas de influencia mostradas en las Figs. 1.31 y 1.32.

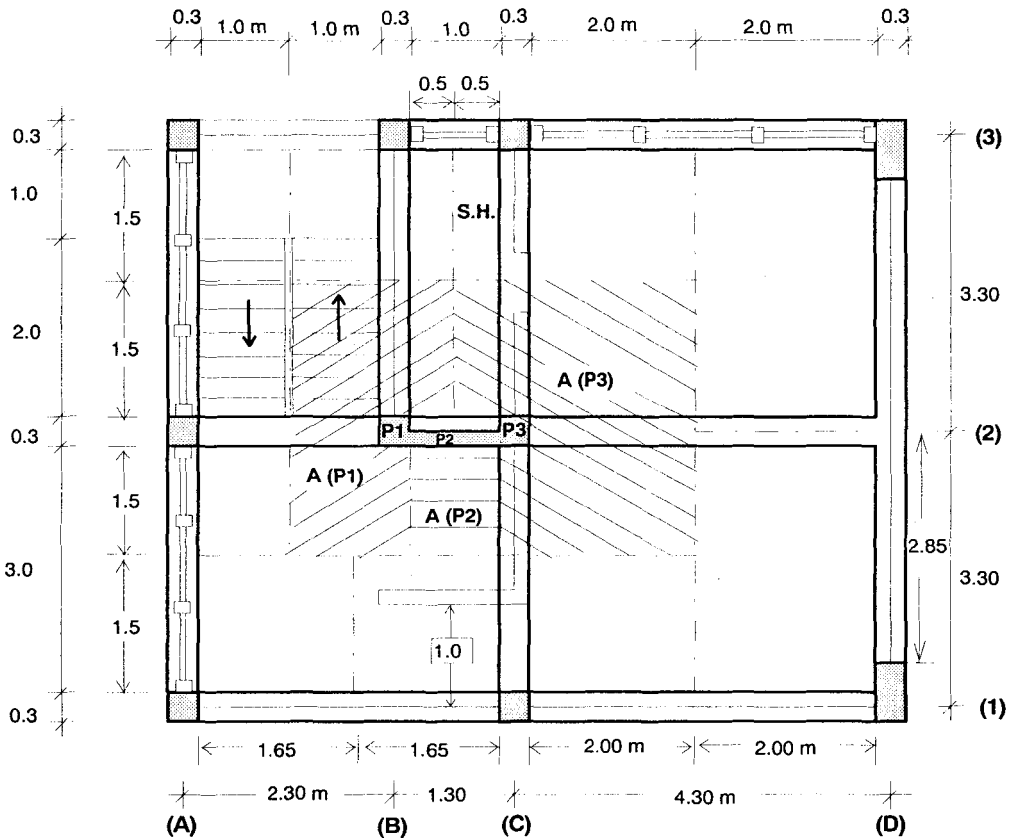
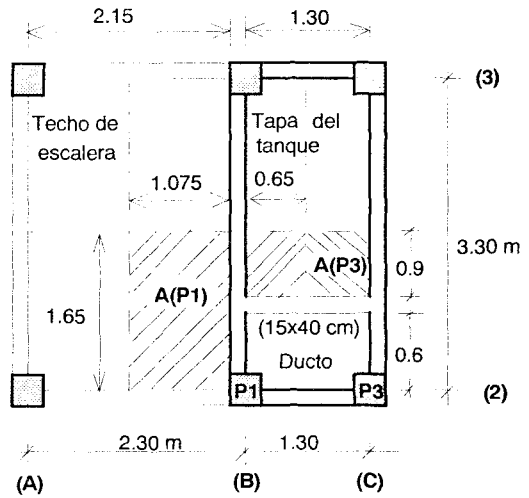


Fig. 1.31. Áreas de Influencia "A" para los Puntos P1, P2 y P3 de las Placas del Primer Nivel (NPT + 2.90) y Segundo Nivel (NPT + 5.80).

Fig. 1.32.

Áreas de Influencia para los Puntos P1 y P3 (continuación de la placa en el Tercer Nivel (NPT + 8.30)).



En la Fig. 1.31 puede notarse que el punto P2 no presenta área de influencia en la zona de servicios higiénicos (S.H.), porque el aligerado correspondiente descansa sobre las vigas de los ejes B y C (tramo 2-3) y éstas a su vez apoyan directamente sobre los puntos P1 y P3, respectivamente.

En la Fig. 1.32, en la tapa del tanque, primeramente se han trazado las líneas divisorias como si no existiese el ducto (cuya tapa tiene un peso despreciable), para después descontarlo; realmente, debería calcularse las reacciones de las vigas pared de los ejes 2, B (Fig. 1.22) y C sobre las columnas B-2 (punto P1) y C-2 (punto P3).

**METRADO DE CARGAS PARA EL PUNTO "P2" (15 X 100 cm) DE LA PLACA**

Nivel	Elemento	Carga Unitaria kg/m <sup>2</sup> o kg/m	Área (m <sup>2</sup> ) o Longitud (m) Tributaria	P Parcial (kg)	P Acumulada (kg)
2	aligerado	300	1.50 x 1.00	450	
	acabados	100	1.65 x 1.00	165	
	viga 2 (B-C)	144	1.00 m	144	
	peso propio	360	2.90 m	1044	
	sobrecarga	100	1.65 x 1.00	165	
	PD =				1803
PL =				165	165
1	aligerado			450	
	acabados			165	
	viga 2 (B-C)			144	
	peso propio	360	3.60 m	1296	
	tabi. inter.	567x(0.925/3)	1.30 m	227	
	sobrecarga	250	1.65 x 1.00	413	
PD =				2282	4085
PL =				413	578

**METRADO DE CARGAS PARA EL PUNTO "P1" (30 X 30 cm) DE LA PLACA**

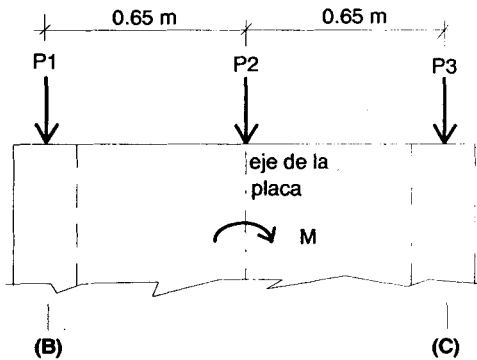
Nivel	Elemento	Carga Unitaria (kg/m <sup>2</sup> o kg/m)	Área (m <sup>2</sup> ) o Longitud (m) Tributaria	P Parcial (kg)	P Acumulada (kg)	
3	losa	360	2.36 m <sup>2</sup>	849		
	acabados	100	2.89 m <sup>2</sup>	289		
	base tanque	360	0.65 x 1.65	386		
	acab.base t.	100	0.65 x 1.65	107		
	columna	216	2.50 m	540		
	viga pared B	612	1.50 m	918		
	viga pared 2	612	0.50 m	306		
	viga 2 (A-B)	144	1.00 m	144		
	viga ducto	144x2.625/3.3	0.65 m	74		
	PD =				3613	3613
	s/c agua	1000	1.65 x 0.65	1072		
	s/c losa	100	2.89 m <sup>2</sup>	289		
PL =				1361	1361	
2	aligerado	300	2.70 m <sup>2</sup>	810		
	acabados	100	3.23 m <sup>2</sup>	323		
	viga 2 (A-B)	288	1.00 m	288		
	viga B	288	1.50 m	432		
	columna	216	2.90 m	626		
	escalera	636(0.45/2)	0.90 x 1.50	193		
	PD =				2672	6285
		s/c alig.	100	2.25 m <sup>2</sup>	225	
	s/c alig.	100	1.50 x 0.65	98		
	s/c escalera	400(0.45/2)	0.90 x 1.50	122		
PL =				445	1806	
1	aligerado			810		
	acabados			323		
	viga 2 (A-B)			288		
	viga B			432		
	columna	216	3.60 m	778		
	escalera	636	0.90 x 1.50	859		
	tabique B	525	1.50 m	788		
	PD =				4278	10563
	s/c alig.	400	2.25 m <sup>2</sup>	900		
	s/c alig.	250	1.50 x 0.65	244		
	s/c escalera	400	0.90 x 1.50	540		
PL =				1684	3490	

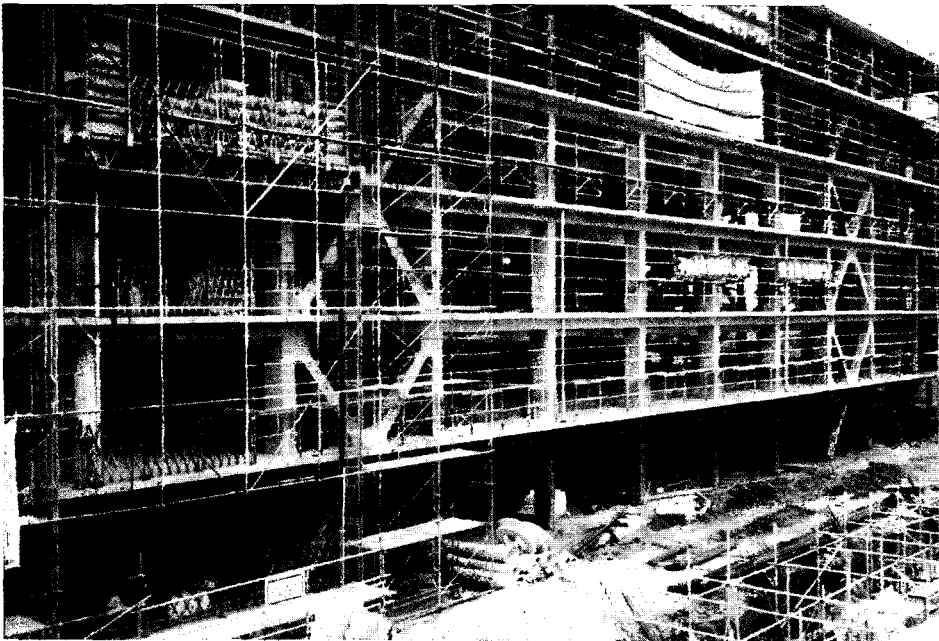
## METRADO DE CARGAS PARA EL PUNTO "P3" (30 X 30 cm) DE LA PLACA

Nivel	Elemento	Carga Unitaria (kg/m <sup>2</sup> o kg/m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> ) o Longitud (m) Tributaria	P Parcial (kg)	P Acumulada (kg)
3	losa	360	0.90 x 0.65	211	
	acabados	100	1.05 x 0.80	84	
	base tanque	360	0.65 x 1.65	386	
	acab.base t.	100	0.65 x 1.65	107	
	columna	216	2.50 m	540	
	viga pared C	612	1.50 m	918	
	viga pared 2	612	0.50 m	306	
	viga ducto	144x2.625/3.3	0.65 m	74	
PD =				2626	2626
	s/c agua	1000	1.65 x 0.65	1072	
	s/c losa	100	1.05 x 0.80	84	
PL =				1156	1156
2	aligerado	300	6.75 m <sup>2</sup>	2025	
	acabados	100	7.90 m <sup>2</sup>	790	
	viga 2 (C-D)	288	2.00 m	576	
	viga C	288	3.00 m	864	
	columna	216	2.90 m	626	
	tabi. móvil	100	3.30 x 2.00	660	
PD =				5541	8167
	s/c alig.	100	7.90 m <sup>2</sup>	790	
PL =				790	
1	aligerado			2025	
	acabados			790	
	viga 2 (C-D)			576	
	viga C			864	
	columna	216	3.60 m	778	
	tabi. móvil		660		
	tabi.C (1-2)	(525 (1.925/3))	2.15 m	724	
	tabi.C (2-3)	525	1.10 m	578	
PD =				6995	15162
	s/c alig.	250	7.90 m <sup>2</sup>	1974	
PL =				1974	

## RESUMEN DEL METRADO DE CARGAS EN LA PLACA

Nivel		Carga Axial Acumulada (kg)				Momento Acumulado (kg-m)
		P1	P2	P3	Total	$M = 0.65 (P3 - P1)$
3	D	3613	0	2626	6239	-642
	L	1361	0	1156	2517	-133
2	D	6285	1803	8167	16255	1223
	L	1806	165	1946	3917	91
1	D	10563	4085	15162	29810	2989
	L	3490	578	3920	7988	280





EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO CON TABIQUES DE ALBAÑILERÍA (vista superior) Y DE ACERO CON ARRIOSTRES DIAGONALES (vista inferior).