



CAPÍTULO 2

DEFINICIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA ESTRUCTURA

2.1 Materiales

El edificio se propone constituido de concreto reforzado en toda su estructura, para fines de este inciso, se describirán los materiales principales a emplear los cuales son el concreto y el acero.

El concreto es una mezcla de agregados gruesos y finos, un aglutinante que es el cemento, agua y, ocasionalmente, aditivos. Sus resistencia depende de muchos factores que pueden hacerla variar en un rango amplio con el mismo método de producción. Los principales son:

- a) Relación agua – cemento. Mientras mayor sea la cantidad de agua, menor será la resistencia y mayor será la fluidez del concreto al aplicarse.
- b) Propiedades y proporciones de los constituyentes del concreto. Factores como la buena graduación de los agregados, la buena calidad del concreto y las proporciones adecuadas de cada elemento permiten alcanzar una mejor resistencia. También es importante que los elementos de la mezcla no estén contaminados para evitar reacciones químicas indeseables en la mezcla.



- c) Métodos de mezclado y curado del concreto. Es necesario que la mezcla sea completamente homogénea para garantizar un comportamiento similar en cada sección de los elementos colados. De la misma manera, es importante que la humedad en el proceso de curado sea homogénea y suficiente lo cual permitirá alcanzar mayor resistencia en menos tiempo.
- d) Edad del concreto. La resistencia del concreto está en función del tiempo de fraguado, a mayor edad mayor resistencia.
- e) Condiciones de carga. Es necesario esperar a que el concreto tenga una edad mínima de 14 a 28 días para poder colocarle carga, de lo contrario no llegará a alcanzar la resistencia deseada. Con el tiempo y bajo cargas sostenidas , la resistencia del material se disminuye hasta un 30%.
- f) Forma y dimensiones del elemento. Para elementos cuya relación altura diámetro sea grande, menor será el esfuerzo de compresión que resistan.

El principal criterio con el cual se mide la calidad del concreto es el esfuerzo a compresión que resiste. Esto es debido a que, bajo esfuerzos de tensión y corte, el concreto presenta un comportamiento frágil. Por esta razón, el esfuerzo de tensión que pueda soportar es casi siempre despreciable en el diseño.

Cabe puntualizar que, para fines de cálculo, en este documento se empleará un concreto de resistencia $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.



Las propiedades que caracterizan al concreto son:

- a) Módulo de ruptura, $f_r = M_c/I$, el cual fluctúa entre 11 y 23% del esfuerzo de compresión.
- b) Módulo de elasticidad, $E = \text{Carga unitaria} / \text{Deformación unitaria}$, que es la resistencia que opone el material a ser deformado.
- c) Esfuerzo cortante, equivale aproximadamente a 20 o 30% más que el esfuerzo de tensión.
- d) Esfuerzo de tensión, $f_{sp} = 0.0088 P$ según la prueba brasileña (donde P es la fuerza aplicada), que es despreciable en el diseño.
- e) Esfuerzo de compresión, $f_c = 0.0265 P$ aproximadamente
- f) Relación de Poisson: varía de 0.15 a 0.20 para concretos normales a ligeros pero se puede utilizar el valor promedio de 0.18; es la relación entre las deformaciones transversales y longitudinales bajo carga axial dentro del rango elástico.
- g) Cambios volumétricos, contracción (se presenta durante el fraguado) y expansión (por cambios en la temperatura), pueden incrementar la fatiga de los elementos.
- h) Fluencia del concreto: se presenta al colocar carga en el elemento de concreto. Existen tres tipos de deformaciones por fluencia: ε_1 deformación elástica; ε_2 , deformación plástica; y ε_3 , deformación permanente. Están en función de la permanencia de las cargas.



La gráfica esfuerzo deformación del concreto (figura 2.1) demuestra que la capacidad que posee el concreto para resistir compresión es mucho mayor que la que posee para soportar esfuerzos de tensión.

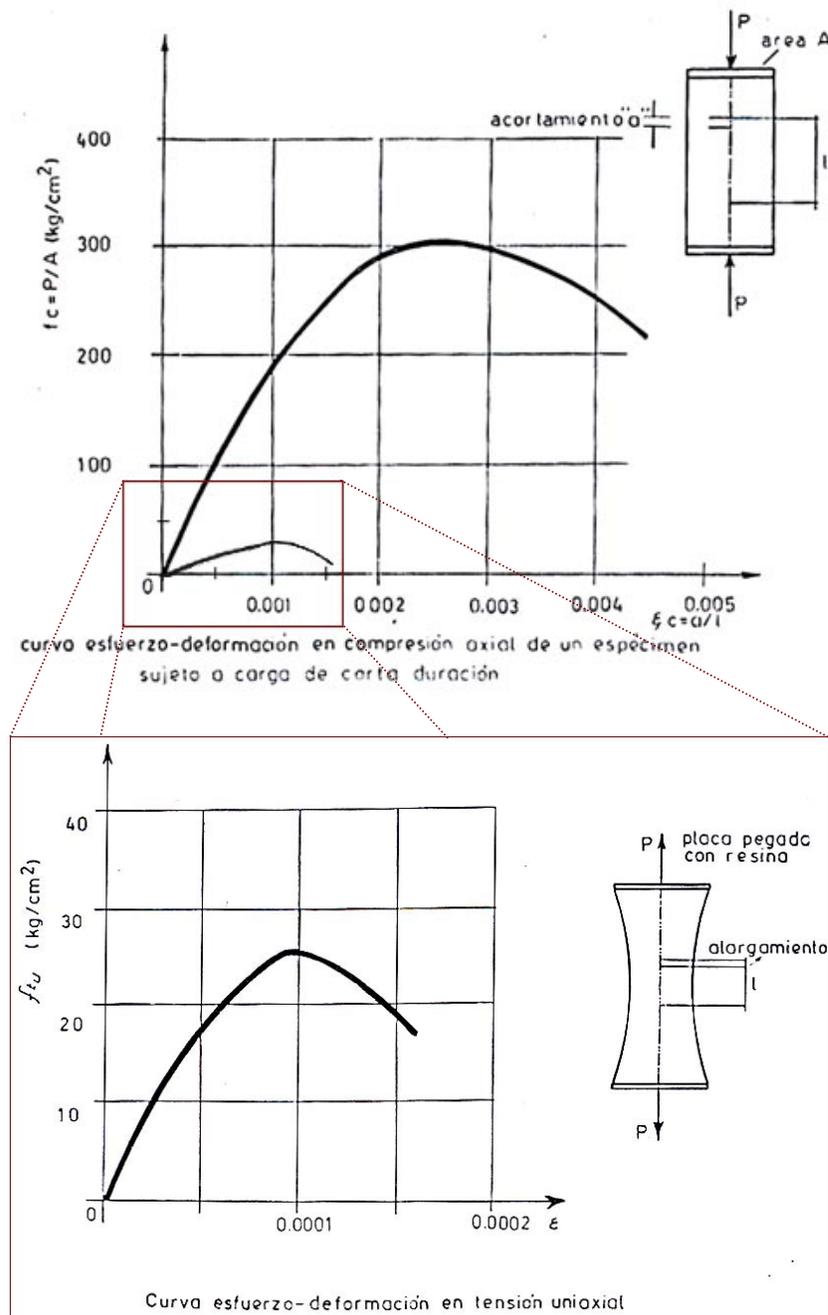


Figura 2.1 Gráfica Esfuerzo - Deformación del Concreto Simple



Debido a este comportamiento ante tales esfuerzos, el concreto se emplea dentro de las estructuras para resistir esfuerzos de compresión y la parte de los esfuerzos de tensión o tracción es absorbida por el acero de refuerzo con que van armadas las estructuras.

El acero que se emplea para el refuerzo o armado de los elementos se puede clasificar, por el procedimiento de fabricación, en barras laminadas al calor y alambre estirado en frío; según la forma de su superficie, se clasifica en barras lisas, corrugadas o muescadas; y, de acuerdo con la manera en que se emplea, pueden ser barras tensadas, pretensadas y sin tensar. Para el caso que compete a este documento, se emplearán barras corrugadas sin tensar.

Las barras se fabrican en diferentes diámetros y longitudes; el esfuerzo que soportan está en función de su sección transversal y las características del acero con que están hechas. Así, existen aceros de resistencias regulares hasta altas.

Las principales propiedades del acero son:

- a) Módulo de Young E_s , que es la razón del esfuerzo a la deformación unitaria.
- b) Esfuerzo de fluencia f_y , límite en cual las deformaciones del acero dejan de ser elásticas para ser permanentes y el acero empieza a fluir.
- c) Esfuerzo último f_u , es el punto en la deformación del acero en que falla por completo; después de pasar esa frontera, el elemento de acero se rompe.



La curva característica de esfuerzo-deformación del acero permite visualizar la manera en que se comporta el material ante esfuerzos de tensión (fig. 2.2).

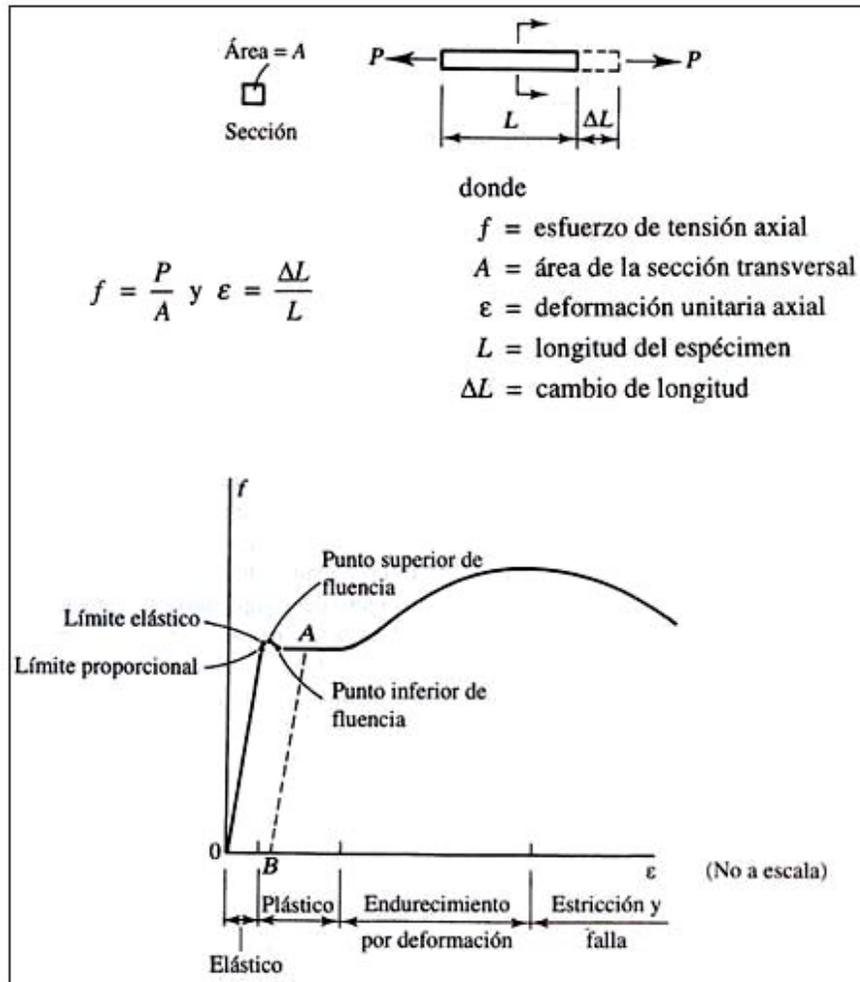


Figura 2.2 Gráfica característica esfuerzo – deformación del acero

Cabe decir que, para las diferentes clases de aceros, esta curva varía en función de la cantidad de carbón que poseen las barras (Fig.2.3).

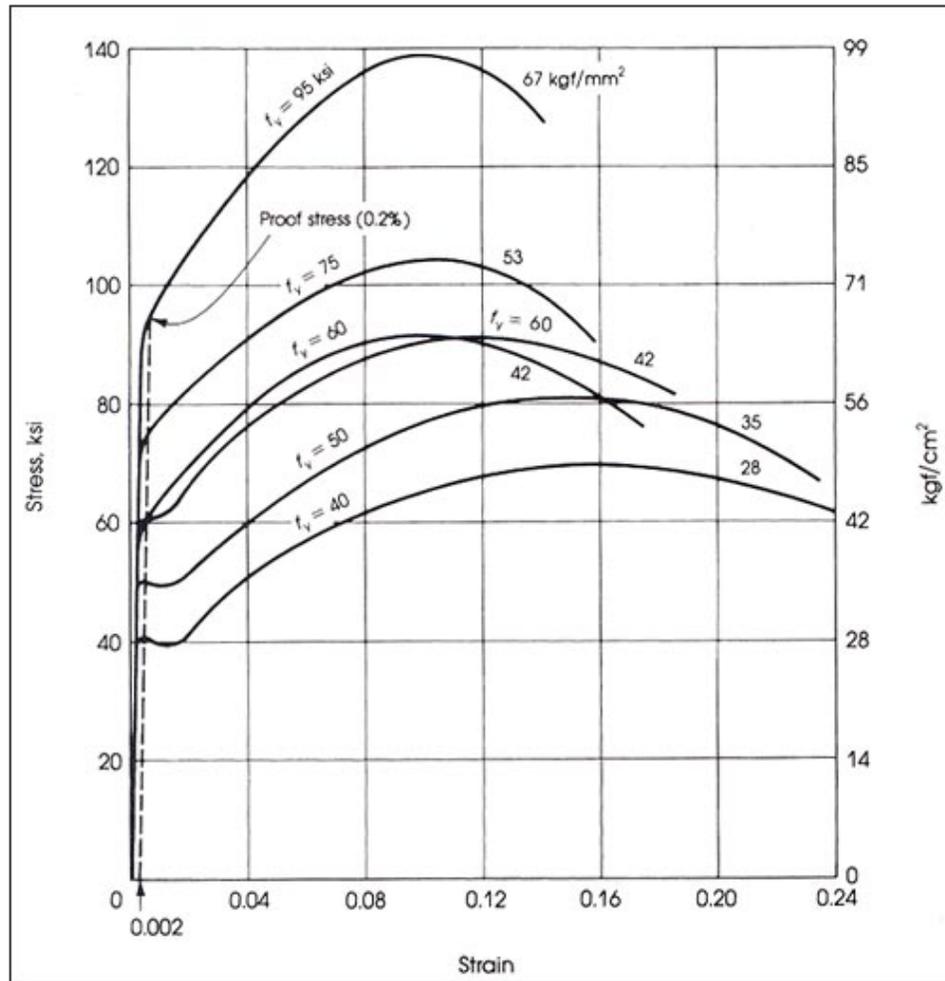


Figura 2.3 Curvas esfuerzo-deformación para aceros de diferentes grados

Respecto al caso de estudio de interés, se empleará un acero con un $F_y = 4200$ Kg/cm² en los cálculos necesarios para los elementos estructurales.



2.2 Geometría de la estructura

En general, se propone para los niveles del edificio una altura entre ejes de 3 m, lo que, en conjunto, representa una altura total de 18 m. En sección transversal, se tendrán tres crujías de 6 m entre ejes, lo cual implica una base de 18 m. Se plantea una planta cuadrada; por lo tanto, esta dimensión es igual para cada lado de la estructura.

Las losas de entrepiso serán nervuradas, aligeradas con casetones de poliuretano, cuyas características geométricas se describen detalladamente en las figuras 2.4 y 2.5. Para la azotea se ha considerado una losa maciza; su configuración se define en la figura 2.6.

En lo concerniente a las columnas y las trabes, en los capítulos siguientes se proponen algunas secciones. Sin embargo, cabe aclarar que éstas no son definitivas y que sus armados y dimensiones se verán corregidos por el proceso de análisis numérico que posteriormente se realizará.

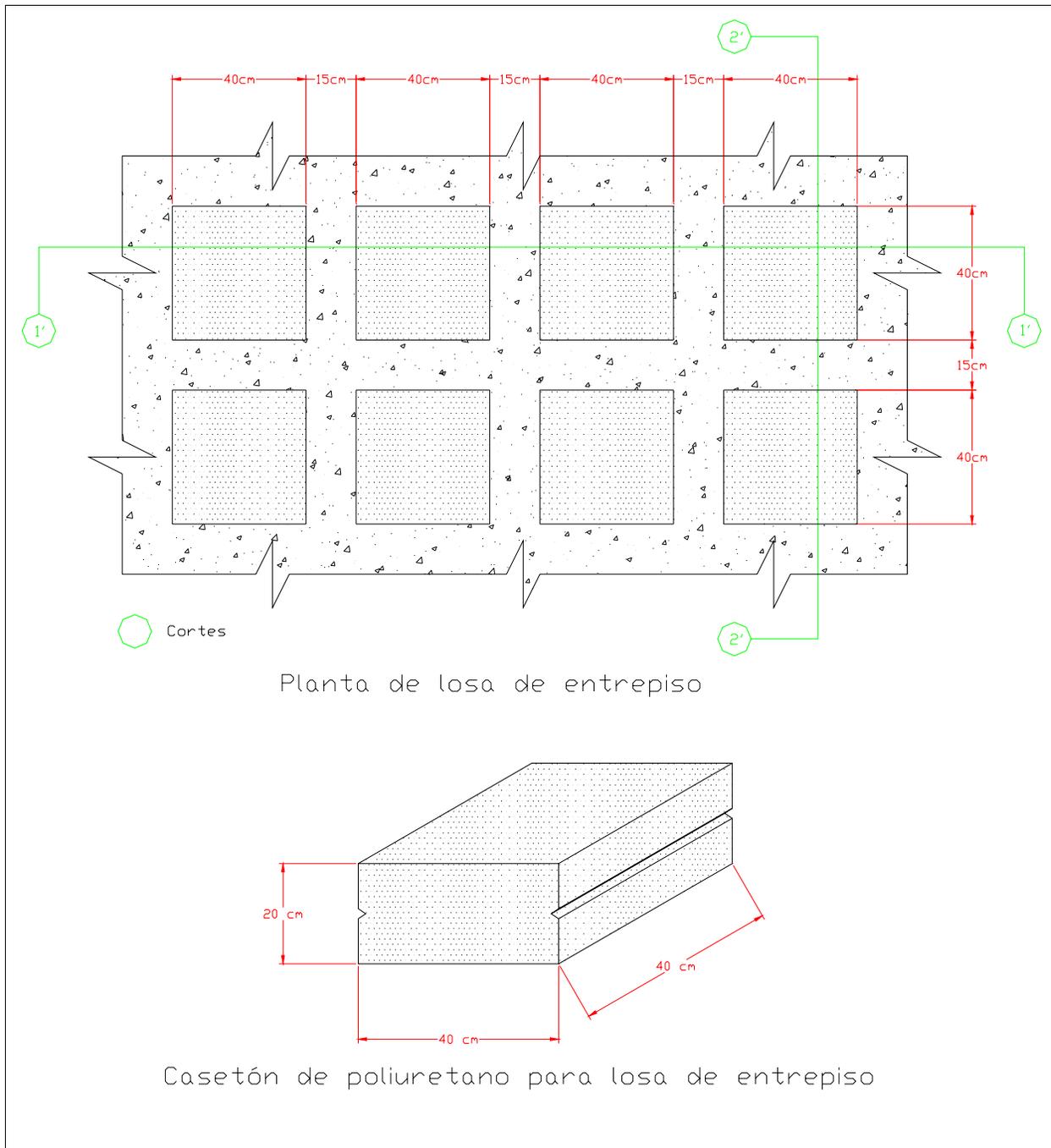


Figura 2.4 Configuración de la losa de entrepiso

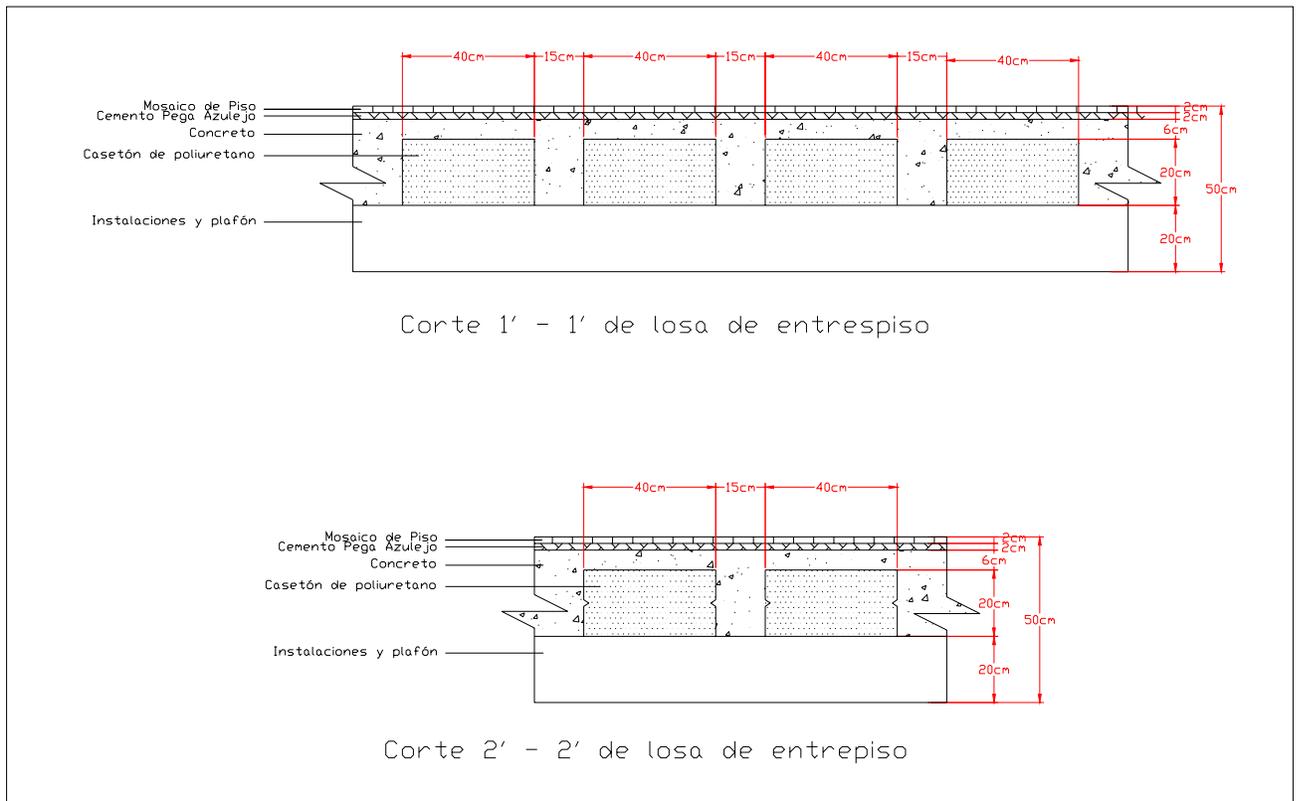


Figura 2.5 Cortes de la losa de entrespiso

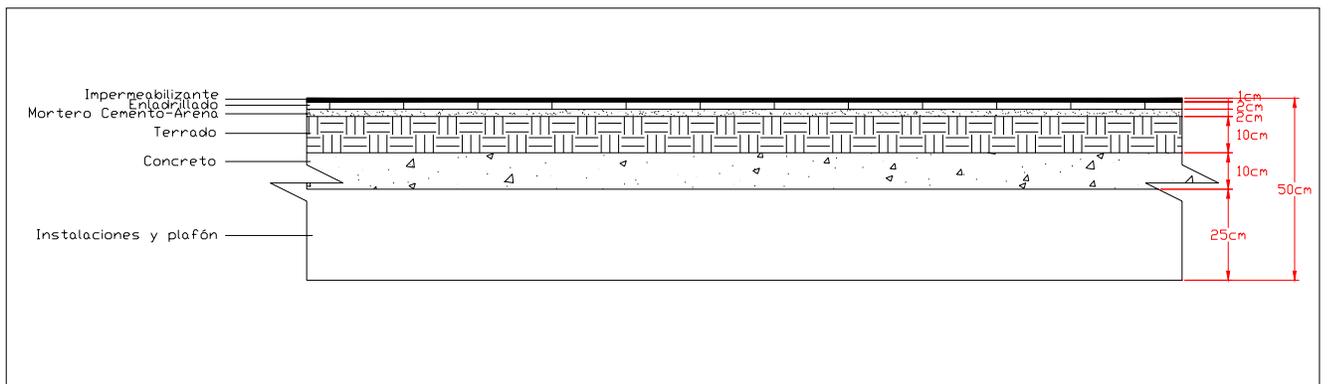


Figura 2.6 Corte de losa de azotea



Para los marcos de la estructura, en la tabla 2.1 se listan los nombres y los ejes que conforman cada uno.

MARCO	CRUJÍAS	DIRECCIÓN
EJE 1	A - D	Y
EJE 2	A - D	Y
EJE 3	A - D	Y
EJE 4	A - D	Y
EJE A	1 - 4	X
EJE B	1 - 4	X
EJE C	1 - 4	X
EJE D	1 - 4	X

Tabla 2.1 Marcos de la estructura

Además de las características ya mencionadas, la distribución de las plantas se muestra en las figuras 2.7 a 2.9. En ellas se muestran los nueve tableros que conforman cada losa, así como la ubicación de los accesos principales y el cubo de escaleras y elevadores. Otras características de la estructura tales como ubicación de los elementos de rigidez, cortes y fachadas, se muestran en las figuras siguientes.

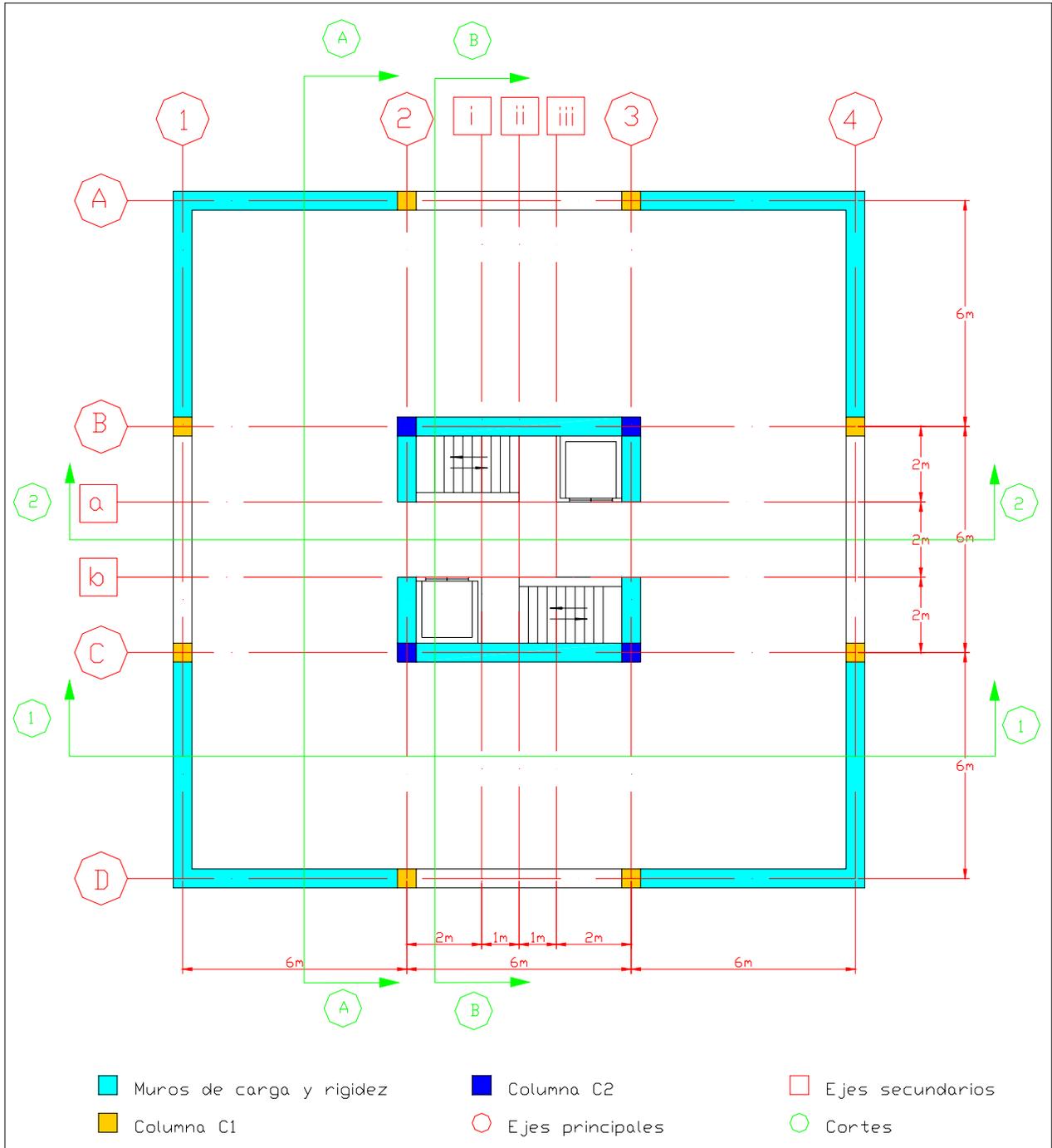


Figura 2.7 Planta tipo niveles 1 a 11

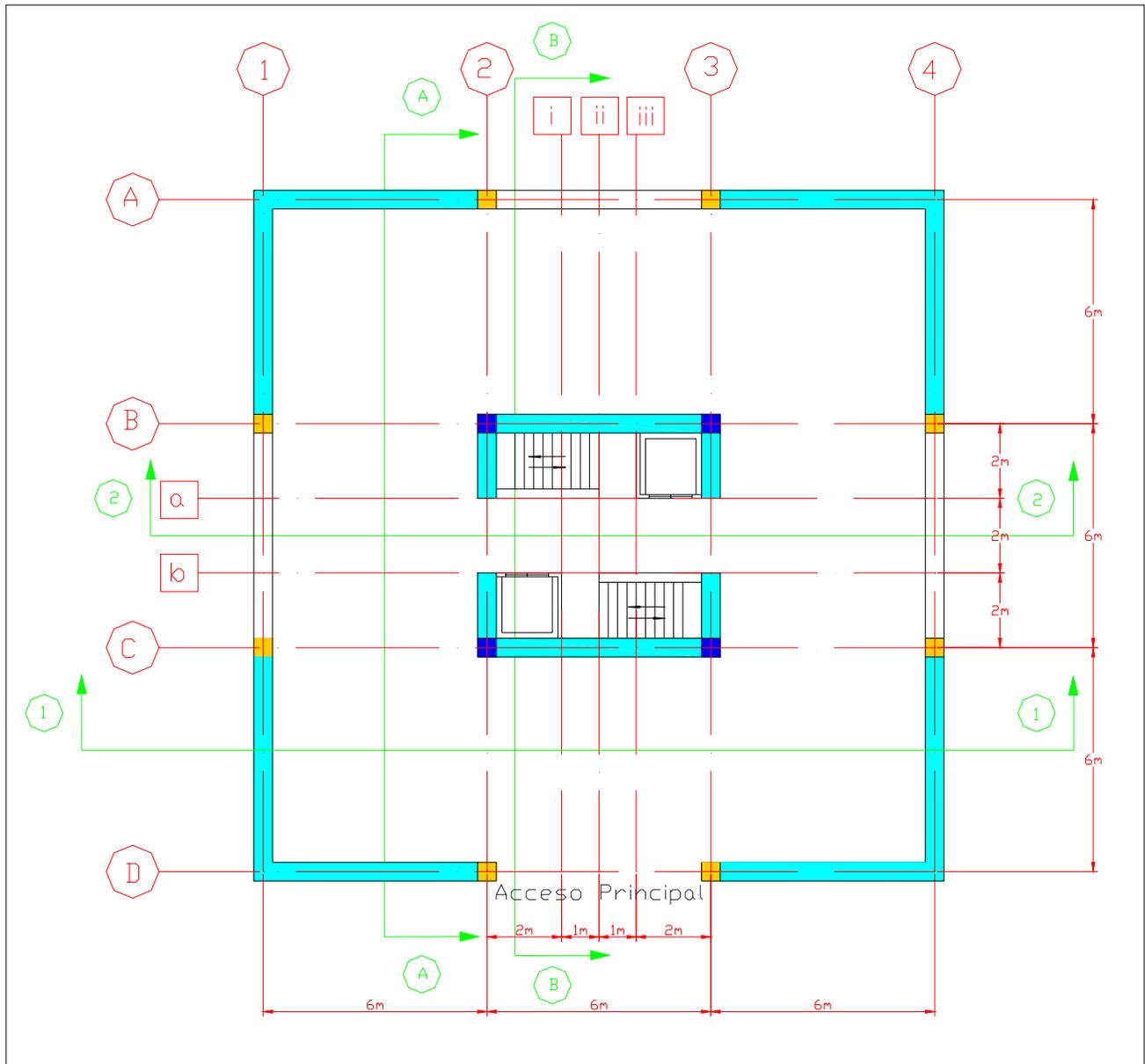


Figura 2.8 Planta Baja

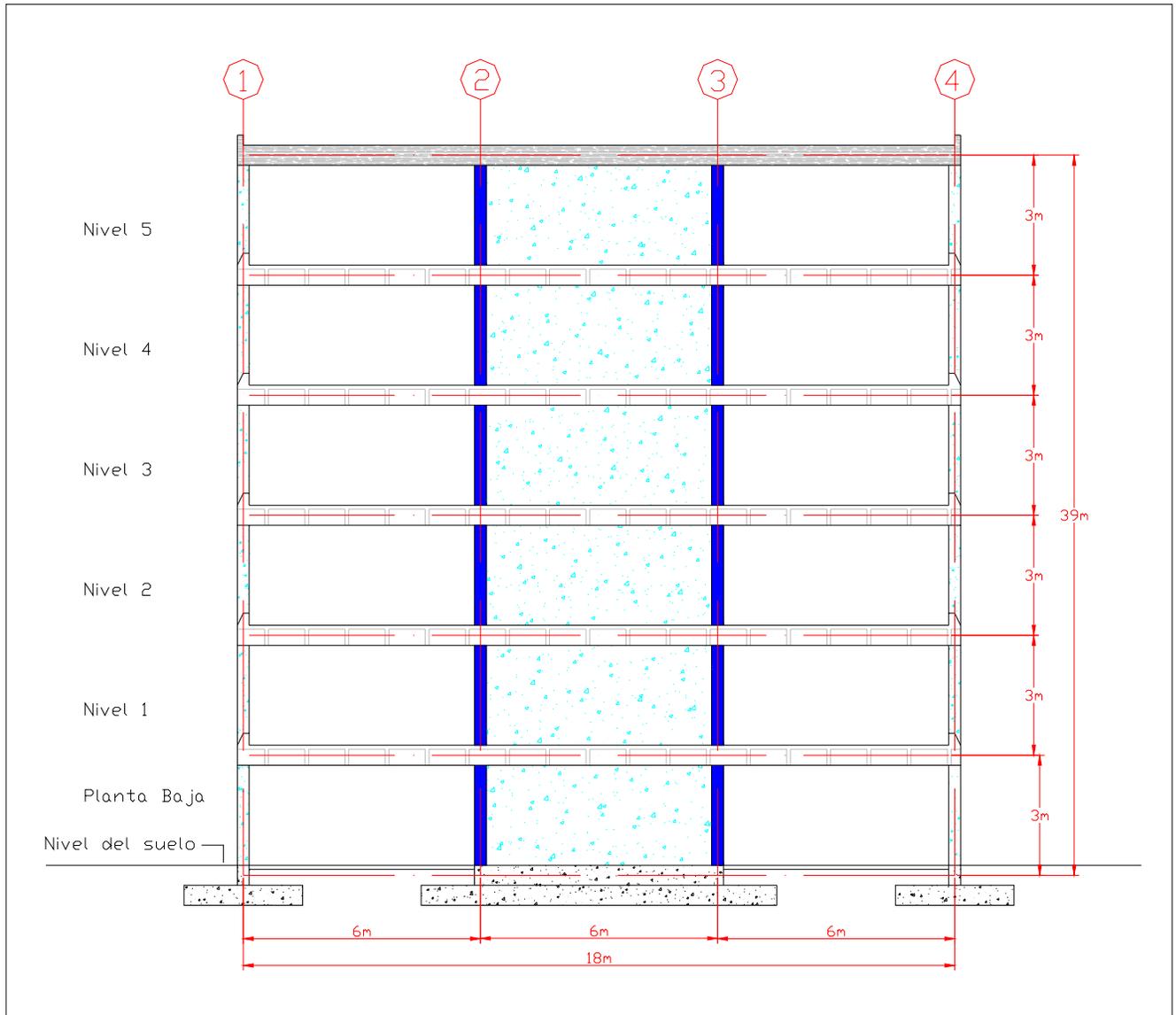


Figura 2.9 Corte 1 – 1

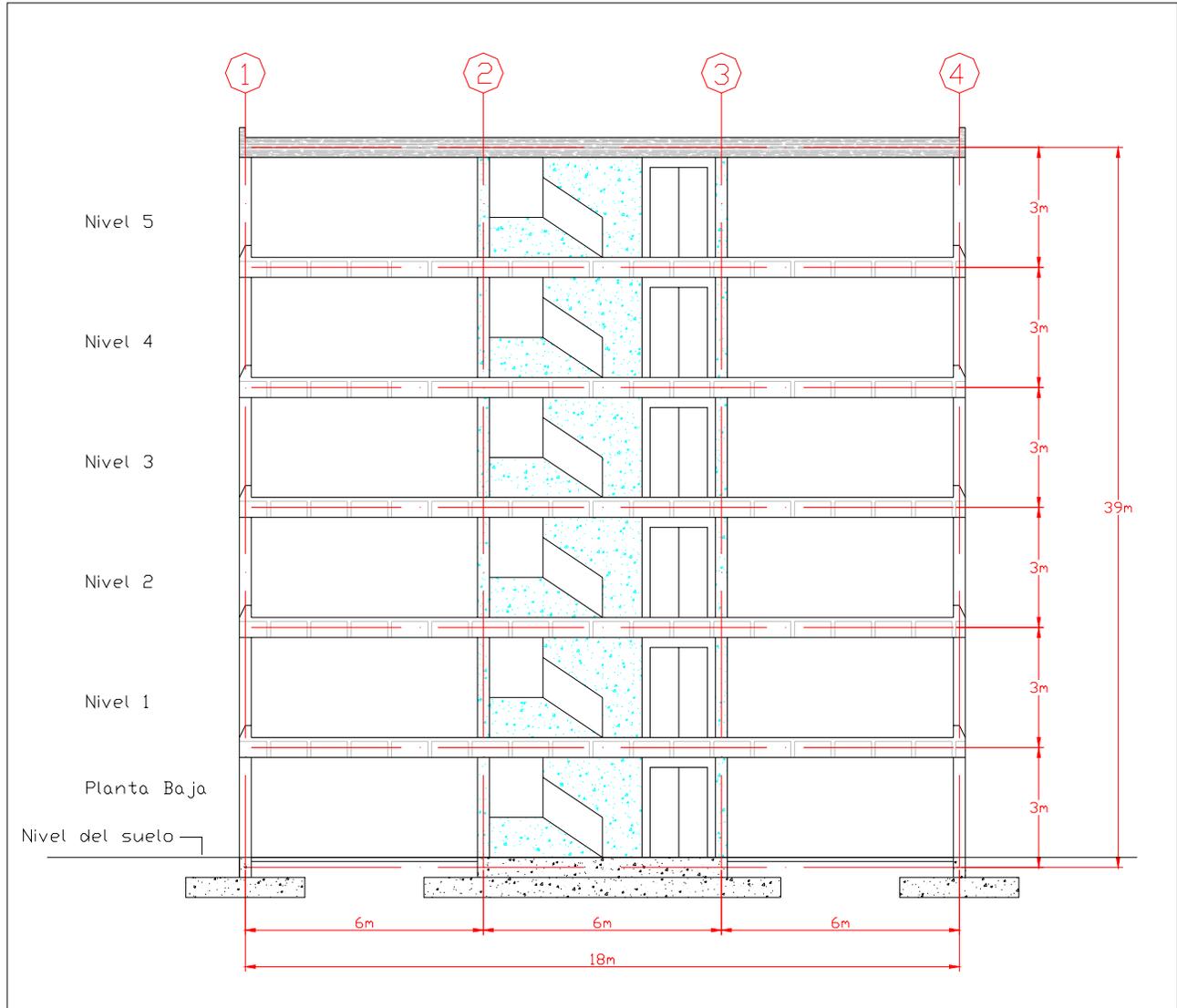


Figura 2.10 Corte 2 – 2

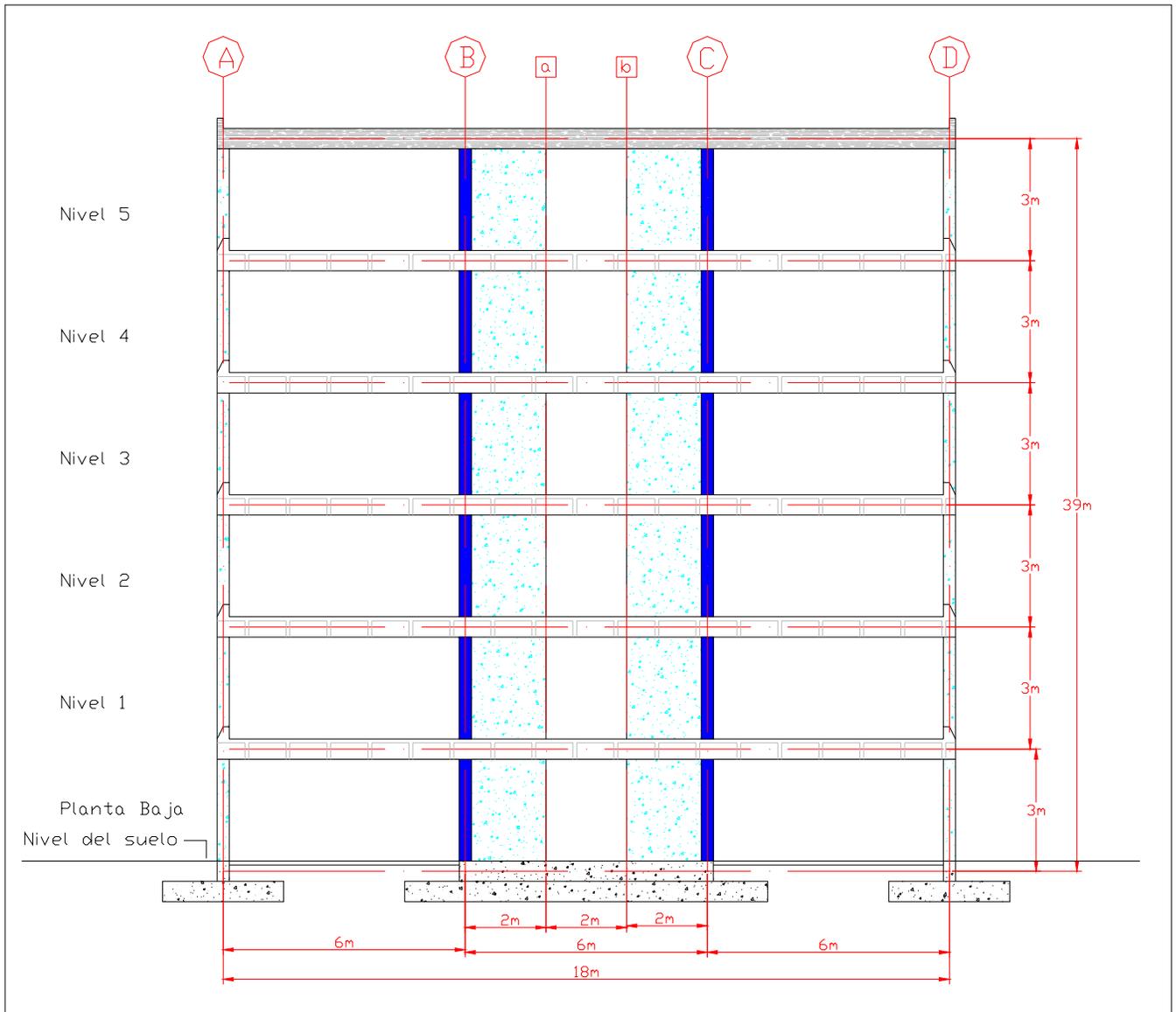


Figura 2.11 Corte A – A

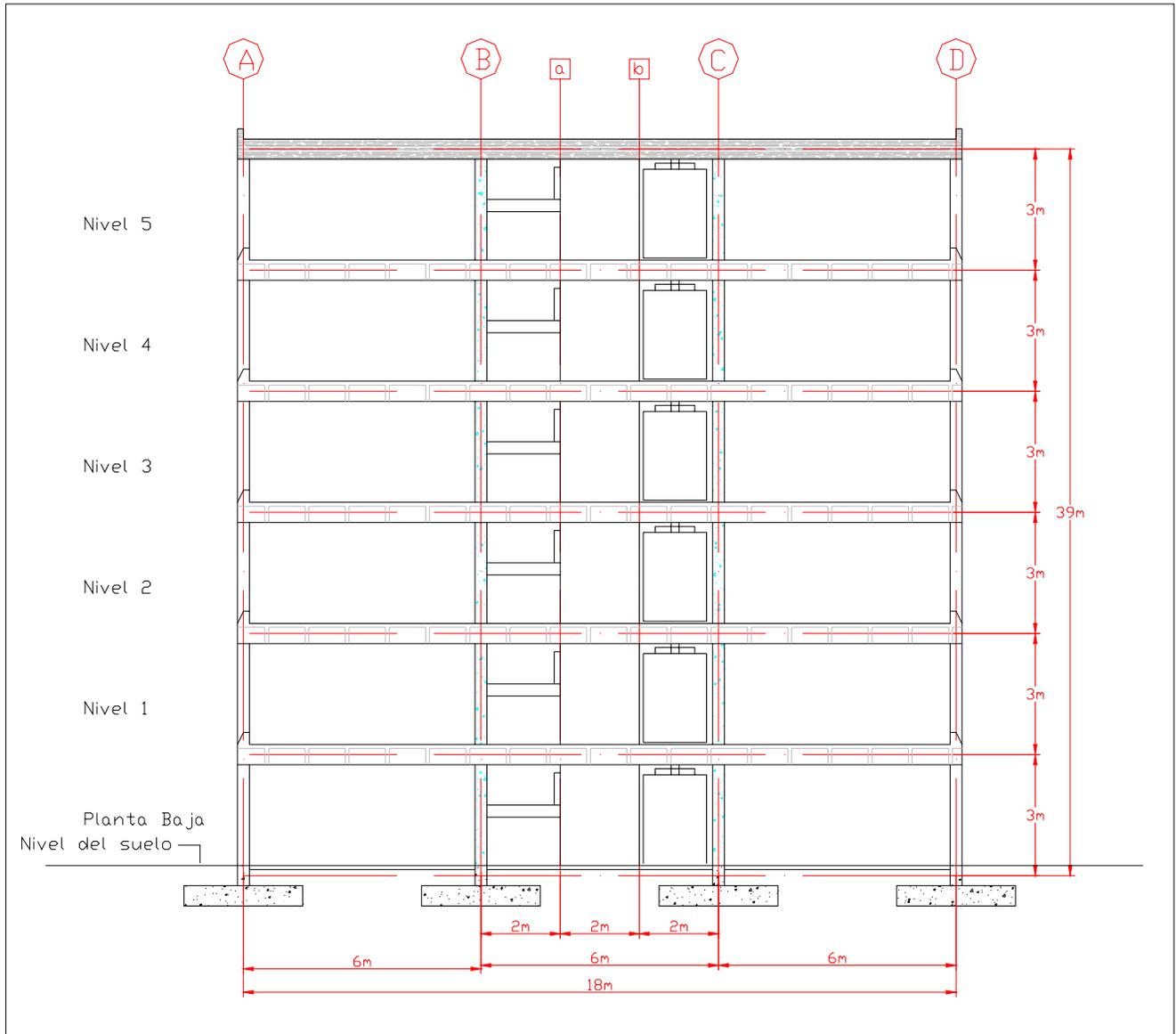


Figura 2.12 Corte B – B

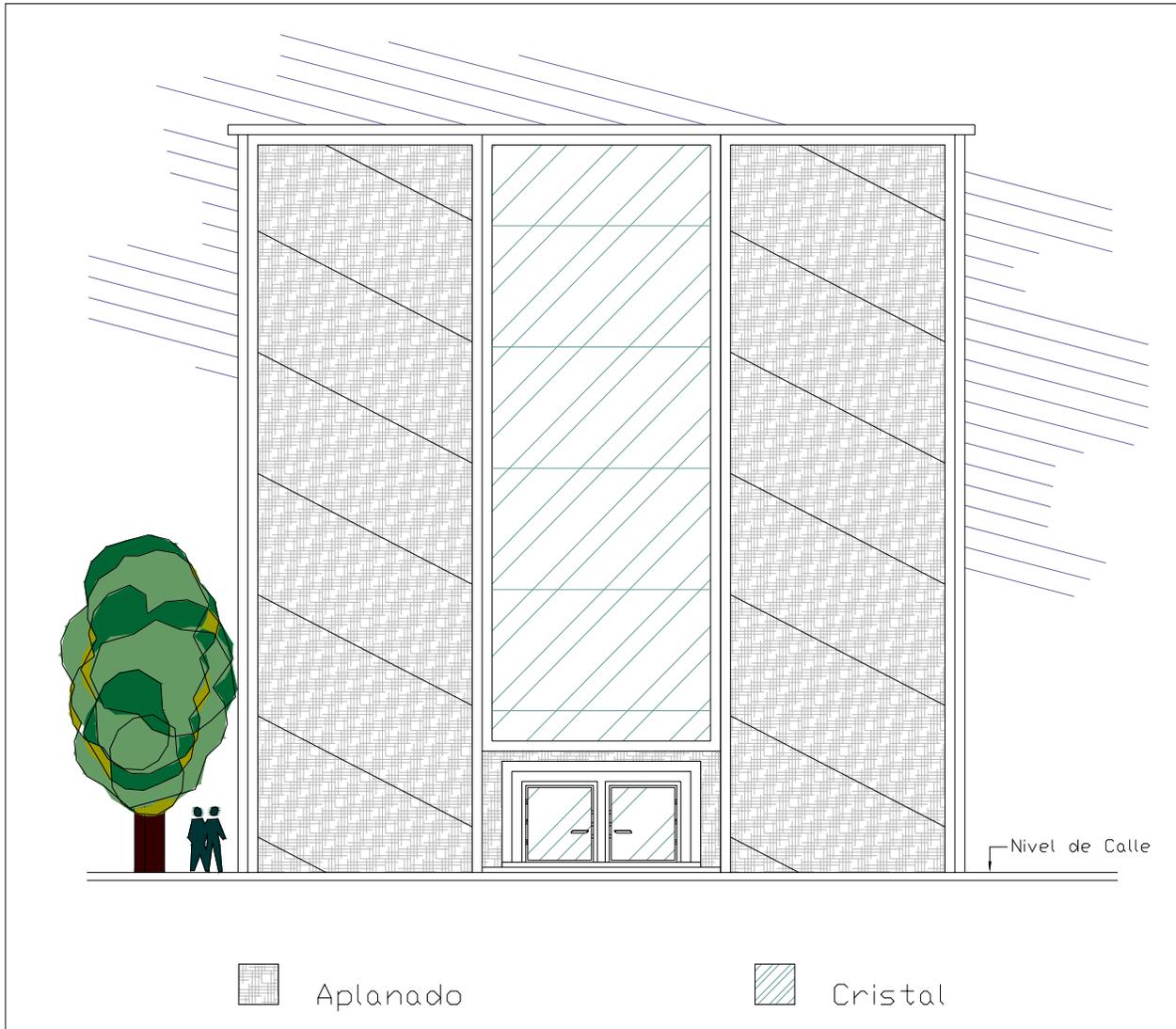


Figura 2.13 Fachada Principal

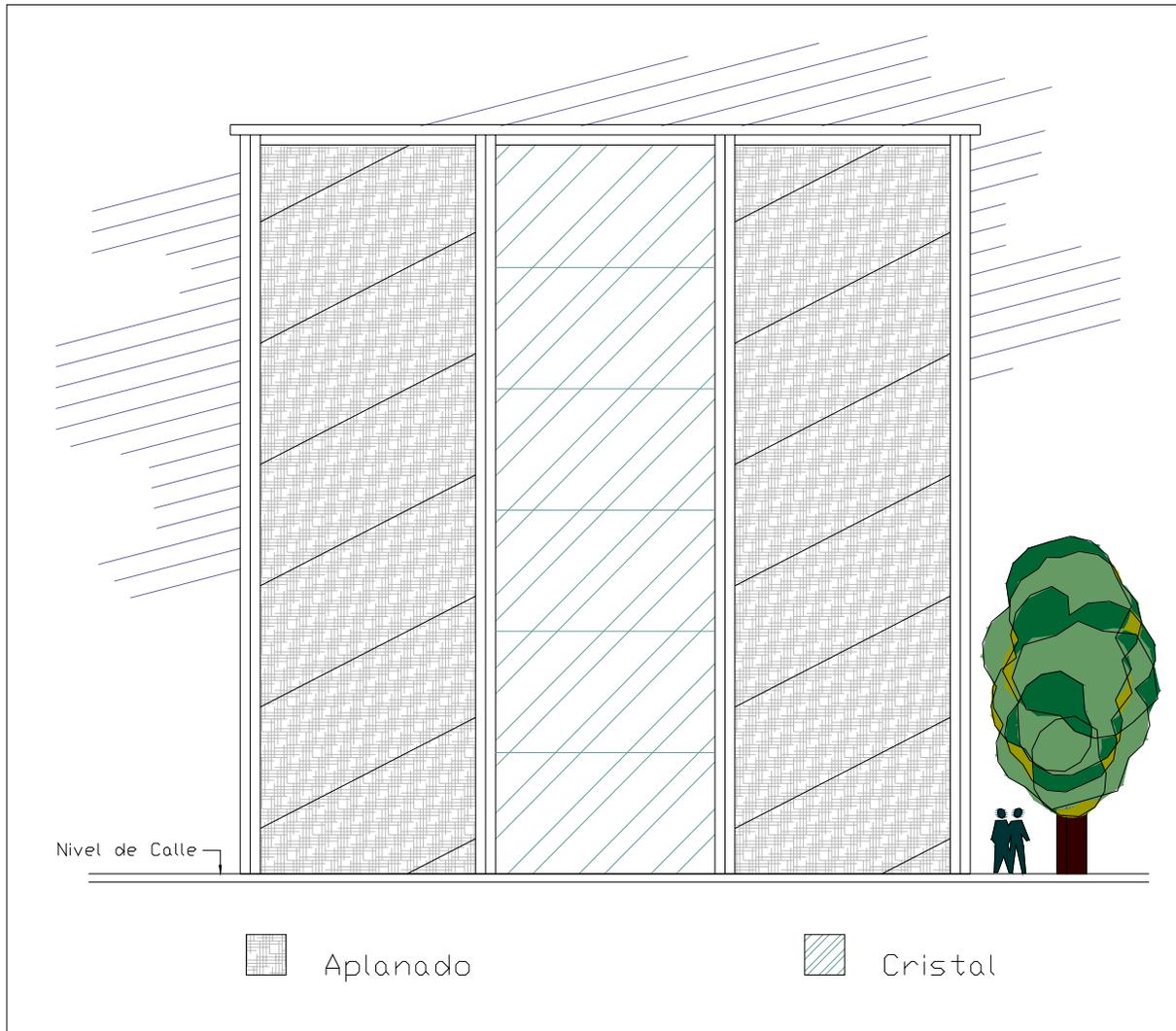


Figura 2.14 Fachada lateral



2.3 Elementos estructurales de rigidez lateral.

Como principales elementos de rigidez lateral dentro de la estructuración del edificio, se proponen muros de cortante; éstos elementos, además de soportar y transmitir las cargas gravitacionales que se generan en la estructura debido a su funcionamiento normal, soportan las fuerzas de corte que se presentan en el edificio a raíz de acciones accidentales como sismo y viento.

Un muro es un elemento de espesor constante cuya función principal es confinar espacios; sin embargo, también trabaja estructuralmente. La manera en que este elemento contribuye al comportamiento estructural depende de sus características y del modo en que se aplican cargas sobre él. En el caso de los muros de cortante, la carga a la cual se somete el elemento se encuentra en el plano del muro, aplicada sobre toda la altura del mismo como se muestra en la figura 2.15.

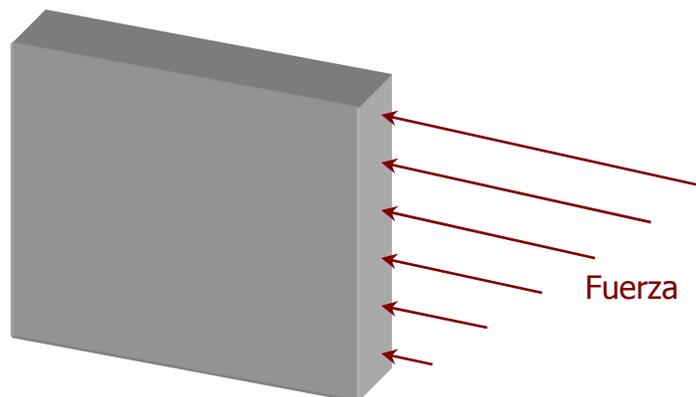


Figura 2.15 Plano de Acción de una fuerza sobre un muro de cortante



Una característica de los muros de cortante es que solo pueden resistir carga lateral en el mismo plano de su desarrollo. Es decir, las cargas que soportan no pueden ser perpendiculares al plano en que se encuentran, de otro modo, su uso sería inútil. Esta es la razón por la que los muros de cortante se utilizan en los dos sentidos perpendiculares de los edificios.

Al recibir las acciones de esta manera, se puede decir que los muros de cortante se comportan como vigas en voladizo empotradas en su base. Como resultado de estas acciones, el muro de cortante puede fallar de cuatro modos:

- a) Falla debida al momento de volteo.- Sucede cuando la fuerza axial que se aplica sobre el elemento es grande. Esto permite que el eje neutro se aproxime al extremo tensado de la estructura, dando lugar a deformaciones unitarias considerables en la fibra externa del concreto en compresión, ocasionando una ductilidad insuficiente en el elemento.

- b) Falla de cortante.- Tiende a presentarse cuando la relación de aspecto (longitud - altura) del elemento es pequeña. Su característica es una falla en diagonal. La falla por tensión diagonal se presenta cuando el refuerzo horizontal es insuficiente y la falla por compresión diagonal se presenta cuando el refuerzo es adecuado.

- c) Falla de cortante deslizante.- Sucede cuando los refuerzos vertical y diagonal son insuficientes en un muro; también se presenta en las juntas constructivas. Al presentarse las fuerzas de corte, el muro se mueve en forma horizontal.
- d) Levantamiento en vilo de la cimentación.- Sucede cuando una estructura no se encuentra ligada adecuadamente al suelo, lo que hace que la capacidad de disipación de la energía de corte que posee el edificio sea extremadamente pequeña.

En la siguiente figura se observan los cuatro modos de falla mencionados:

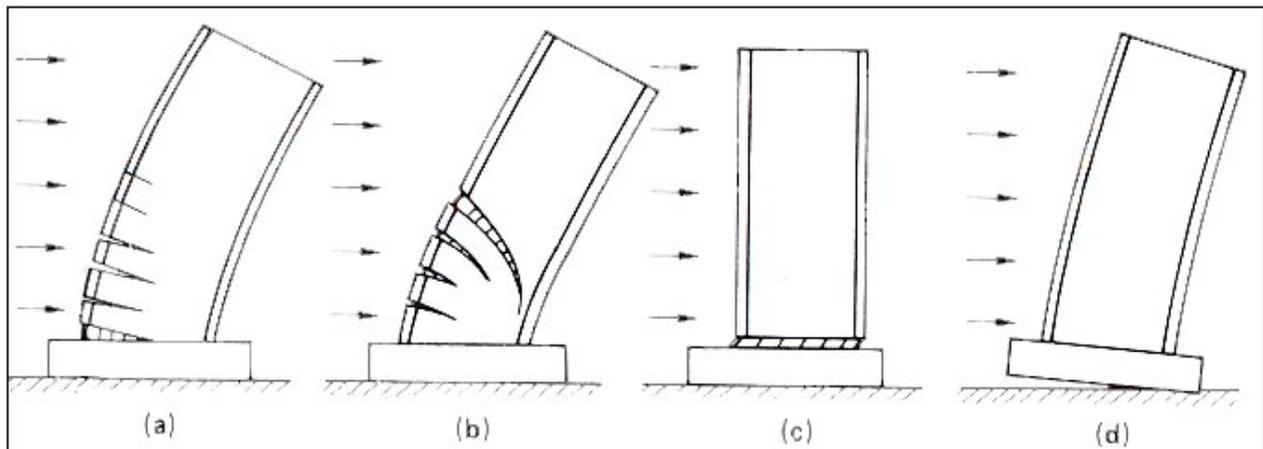


Figura 2.16 Modos de falla de un muro de cortante

Estos modos de falla dependen, principalmente, de el proceso de diseño y construcción del elemento. Es decir, es importante cuidar que las características físicas del elemento se diseñen apropiadamente, que se tenga especial cuidado en las juntas constructivas y las uniones con otros elementos.