

Figura 13. Características generales de la estructura y patrón de la falla



Fotografía 10. Falla por cortante de la parte superior de las columnas.



Fotografía 11. Vista general del kiosco dañado.

2.2.2.4 Terminal de autobuses foráneos de la ciudad de Manzanillo

El edificio de esta terminal consta de un cuerpo para venta de boletos y sala de espera para usuarios del servicio de autobús. Anexo a este se encuentra una estructura de techumbre usada como plataforma de acceso de los usuarios a los autobuses, y finalmente se encuentra el patio de maniobras de los autobuses. Esta terminal se encuentra en el centro de la ciudad de Manzanillo, en una zona de terreno aparentemente plano, pero por estar en la ladera de un cerro pudiera tratarse de un terreno preparado con relleno. La estructura principal, tanto del cuerpo central como de la techumbre, es de marcos resistentes a momento de concreto reforzado; sin embargo, en el cuerpo central también se tienen algunos muros aparentemente estructurales de mampostería confinada. Las dimensiones en planta del edificio central son 60.0×18.0 m, y la estructura de la techumbre presenta dimensiones en planta de 60.0×7.0 m. La estructuración en planta de ambos cuerpos se puede ver en la Figura 14.

La estructura de la techumbre tiene la peculiaridad de ser en el sentido largo un marco de 12 crujeas con claros de seis metros, y en el sentido corto es un péndulo invertido excéntrico, que genera un momento en la parte superior de las columnas de soporte por la excentricidad, de aproximadamente 1.5 m, que presenta la estructura de la techumbre respecto al punto de apoyo con la columna (ver Figura 14). Con objeto de reducir el efecto de esta excentricidad de la estructura de la techumbre, se intentó anclar esta con cinco grapas (de diámetro desconocido) por claro a la trabe perimetral de la estructura del cuerpo principal. Las columnas del cuerpo central son de 40.0×35.0 cm, y las de la estructura de la techumbre son de 40.0×40.0 cm.

La falla de mayor importancia que se observó en esta terminal, fue la falla total de la estructura de la techumbre aladaña a la estructura del cuerpo central. Este falla se presentó por la formación de articulaciones plásticas en la parte superior de las columnas de soporte para dicha techumbre. La falla fue total entre los ejes X6 y X16 indicados en la Figura 14, donde definitivamente las cinco grapas de anclaje con la estructura central fueron insuficientes para

soportar las fuerzas de tensión que generó el volteo de la estructura de la techumbre hacia la zona de mayor volado.

Esta falla se presentó posiblemente debido a la baja cuantía de acero de refuerzo longitudinal en la parte superior de las columnas, así como poca longitud de anclaje del mismo acero de refuerzo de la columna en la estructura de la losa de la techumbre. Esta insuficiencia de acero de refuerzo probablemente se deba al hecho de que al ser péndulo invertido, e ignorando el momento producto de la excentricidad de la estructura de la techumbre respecto a la columna de apoyo, se consideraron nulos los momentos flexionantes en la columna de apoyo en la parte superior y máximos en el empotramiento inferior. Además, la insuficiencia de las grapas de unión de la techumbre con la trabe perimetral del cuerpo central fue evidente. Independientemente de los problemas estructurales antes mencionados, también las columnas presentaban cuantía de acero de refuerzo lateral aparentemente insuficiente.

También se presentaron problemas de columna corta en las columnas del edificio central, esto debido a la colocación de muros diafragma en la mayoría de los marcos cabeceros dejando un espacio para ventanas en la parte superior de aproximadamente 70.0 cm. Las columnas que presentaron este tipo de problemas no tenían acero de refuerzo lateral.

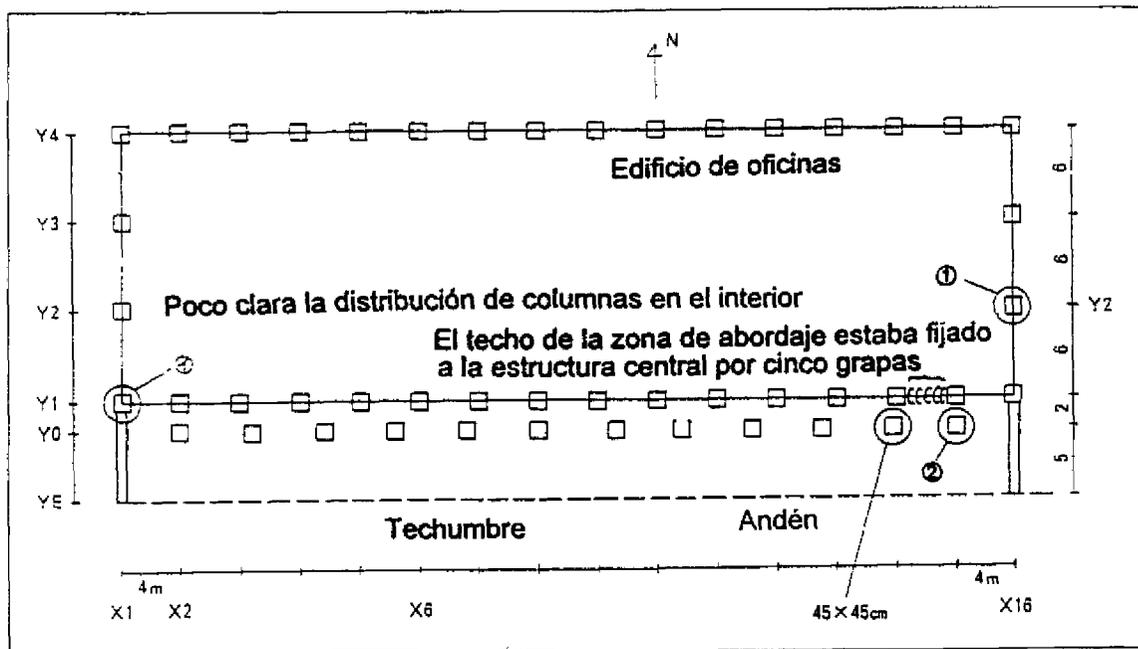


Figura 14. Vista en planta de las estructuras del cuerpo central y la techumbre

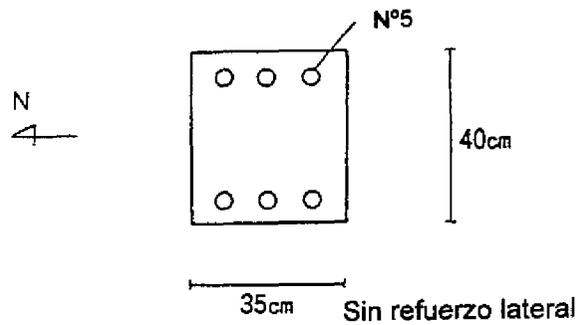


Figura 15. Sección transversal de las columnas del cuerpo central

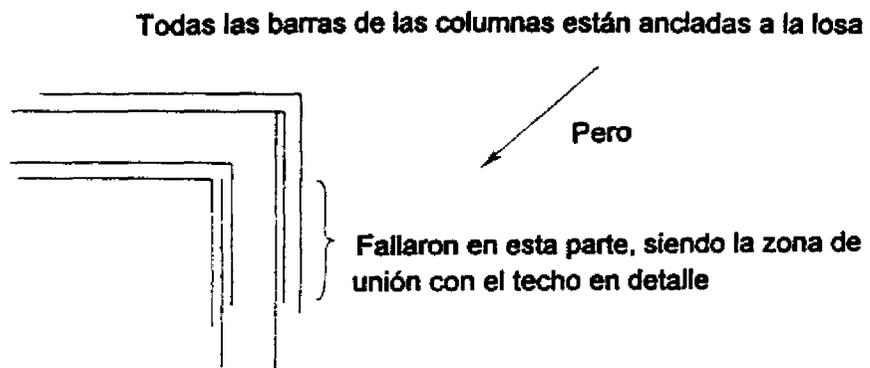


Figura 16. Detalle del anclaje del refuerzo longitudinal de las columnas en el sistema de piso del edificio del cuerpo central (detalle 1, de la Figura 14)

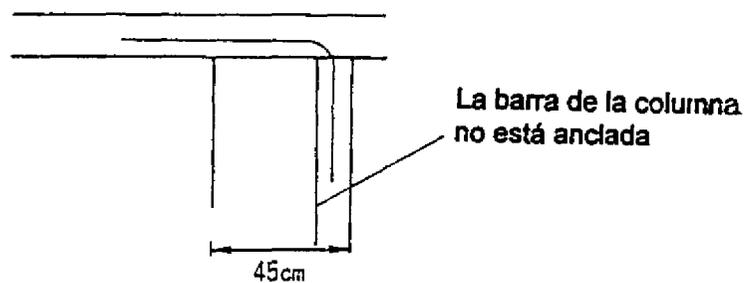


Figura 17. Detalle de la unión entre la columna de soporte y la losa de la estructura de la techumbre (detalle 2, de la Figura 14)