



---

---

## PROGRAMA DE NIVELACIONES PERIÓDICAS EN LA UNIDAD I DE LA UNIVERSIDAD LA SALLE

Fernando Vera Badillo  
Escuela de Ingeniería, Universidad La Salle

### RESUMEN

El Programa de Nivelaciones Periódicas tiene como objetivo estudiar el comportamiento de los principales edificios la Unidad I de la Universidad La Salle, mediante un registro de los desplazamientos diferenciales de los mismos; en este reporte se presentan los antecedentes de la primera etapa y los resultados obtenidos en la segunda etapa.

### ABSTRACT

The Periodic Nivelations Program is focused on studding the behavior of the principal buildings on the Unit I at La Salle University, by recording the differential displacements of them; in this report we present the origins of the first stage, and the results from the second stage.

### INTRODUCCIÓN

Respecto a sus instalaciones, la Universidad La Salle ha tenido un cambio significativo en poco menos de diez años; por mencionar algunas obras, se construyeron: la Escuela de Química, la Biblioteca Dr. Manuel de Jesús Alvarez Campos, el Centro Internacional de Educación La Salle (Casa Rosa) y recientemente el Estacionamiento para alumnos; además de las nuevas edificaciones, se efectuó una remodelación general a las Unidades I y II.

Dado que la Universidad está ubicada en la zona geotécnica de transición donde la actividad sísmica dentro del Valle de México es importante, y ante los cambios realizados, durante ese tiempo se han llevado a cabo varias actividades tendientes a asegurar el adecuado comportamiento estructural de estas construcciones, tanto de las ya existentes, como de las nuevas.

Una de estas acciones ha sido llevar un programa de mediciones periódicas de los desplazamientos de los principales edificios de la Unidad I.

### ANTECEDENTES DE LAS MEDICIONES.

Durante el desarrollo del programa se pueden definir dos etapas; en relación a la primera, se

tiene un reporte interno (1) donde se presenta lo desarrollado de 1990 a 1992.

A continuación se da la información de los aspectos generales de esta primera etapa que son el antecedente de este escrito.

A partir de los cambios realizados en la Unidad I, se presenta la inquietud del Ing. José Luis Cuevas Barajas (RIP) de llevar a cabo algunas mediciones de las nuevas construcciones para estudiar su comportamiento durante su construcción, a tal efecto es nombrado Coordinador de este programa en junio de 1990.

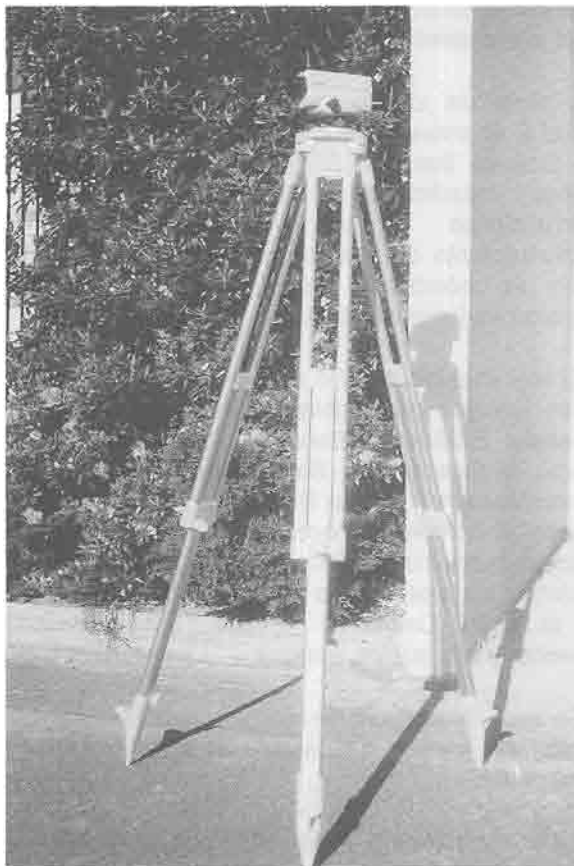
El Ing. Cuevas solicitó un Banco de Nivel y puntos testigos que cubren principalmente el Gimnasio, Edificio de Escuelas Profesionales, Edificio de Direcciones, Salones de exámenes profesionales, y Escuela Preparatoria; de esta manera, la compañía Poucell y Asociados son los encargados de instalar un banco de nivel a 19 metros de profundidad cercano a la entrada por la calle Carlos B. Zetina, así como cincuenta y dos puntos testigos.

Se tiene constancia de que la compañía que instaló el banco de nivel, efectuó siete nivelaciones.

En forma paralela, el Ing. Cuevas junto con Mario Cruz Ruiz y José Luis Heredia Rojas,



**Fotografía 1. Ubicación del Banco de Nivel, Unidad I.**



**Fotografía 2. Nivel.**



**Fotografía 3. Estadal.**



Tabla 1. Registro de Nivelación en Instalaciones de la Universidad.

Punto	Inicial	Actual	Diferencia
BN	100.000	100.000	0.000
P1	100.007	100.006	-0.001
P2	100.071	100.075	0.004
1	101.006	101.011	0.005
2	100.804	100.809	0.005
3	100.862	100.867	0.005
4	99.019	99.024	0.005
5	99.041	99.042	0.001
6	99.028	99.031	0.003
7	99.058	99.062	0.004
8	99.026	99.029	0.003
9	99.024	99.025	0.001
10	99.037	99.040	0.003
11	98.960	98.962	0.002
12	98.888	98.890	0.002
13	98.815	98.817	0.002
14	98.517	98.519	0.002
15	99.184	99.185	0.001
16	99.054	99.055	0.001
17	99.322	99.323	0.001
18	99.261	99.262	0.001
19	99.495	99.497	0.002
20	99.583	99.585	0.002
21	99.575	99.577	0.002
22	N/A	99.642	N/A
23	N/A	98.495	N/A
24	N/A	98.495	N/A
25	98.158	98.160	0.002

Punto	Inicial	Actual	Diferencia
26	98.170	98.170	0.000
27	98.653	98.653	0.000
28	101.923	101.924	0.001
29	101.112	101.113	0.001
30	101.954	101.955	0.001
31	101.168	101.169	0.001
32	101.801	101.802	0.001
33	102.190	102.191	0.001
34	102.159	102.160	0.001
35	101.235	101.236	0.001
36	101.161	101.160	-0.001
37	102.310	102.309	-0.001
38	102.384	102.383	-0.001
39	102.437	102.437	0.000
40	101.881	101.881	0.000
41	101.895	101.895	0.000
42	101.298	101.299	0.001
43	100.904	100.904	0.000
44	100.899	100.899	0.000
45	100.985	100.985	0.000
46	100.929	100.929	0.000
47	100.973	100.974	0.001
48	100.871	100.871	0.000
49	100.871	100.871	0.000
50	100.886	100.886	0.000
51	100.913	100.913	0.000
52	101.288	101.289	0.001

alumnos de la carrera de ingeniería civil con experiencia en topografía, inician las mediciones de los desplazamientos.

Posteriormente dentro del programa se impartió un curso sobre el conocimiento del equipo y procedimiento de medición para los alumnos de los primeros semestres de ingeniería civil; terminado el curso se incluyeron seis alumnos al programa; durante esta temporada se hicieron alrededor de 20 nivelaciones, cuyos resultados se presentan en la ref. 1.

#### PROGRAMA DE NIVELACIONES

A finales de 1993 la Dirección Administrativa de la Universidad La Salle recomendó a

CIULSA incluir en sus proyectos este programa de nivelaciones así como la lectura de las estaciones piezométricas; con esta fecha se considera que inició la segunda etapa de este programa.

La Figura 1 muestra la localización del Banco de Nivel y de los 52 puntos testigos y en la Fotografía 1 se presenta una vista de la ubicación del banco de nivel y de los piezómetros poco antes de la construcción del estacionamiento de alumnos.

Para efectuar la lectura de los puntos testigos se tiene un nivel de marca Leyca, tipo Dumpy, modelo Wild NA20 con tripié y un estadal telescópico de aluminio de 4 metros marca MY20x, los cuales se muestran en las fotografías 2 y 3 respectivamente.



El trabajo de campo se realiza en las primeras horas de la mañana, se destapa el Banco de Nivel, se realiza la lectura respectiva y se hace un recorrido por los 52 puntos testigos para regresar al punto de partida (por eso se le conocen como nivelaciones cerradas); posteriormente se realizan los cálculos para determinar la diferencia de alturas entre los puntos testigos y así obtener los desplazamientos.

## RESULTADOS DE LAS NIVELACIONES

En la ref. 1, se presentan los resultados de las nivelaciones realizadas hasta 1992; en términos generales se concluye que hasta ese momento el comportamiento de las edificaciones fue satisfactorio.

En la segunda etapa empiezan las mediciones mensuales desde diciembre de 1993 hasta enero de 1995, por lo que en total se efectuaron 14 levantamientos; en la Tabla 1 se presenta un registro tipo del mes de febrero del 95.

En lugar de presentar los 14 registros de los 52 puntos testigos para su análisis, se optó por escoger los puntos testigos asociados a cada uno de los edificios en estudio con su historia de desplazamientos bimestral, anotando en todas las gráficas los desplazamientos en milímetros; es importante hacer mención que estos resultados son desplazamientos diferenciales entre puntos.

Estos edificios son el Gimnasio, Edificio de Escuelas Profesionales, Edificio de Direcciones y Edificio de Preparatoria.

En la Figura 2 se presenta el Gimnasio donde se localizan los puntos testigos 1,2,3 y la historia de desplazamientos, el punto testigo 1 en realidad no pertenece al gimnasio, pero se agregó para complementar la información en ese lugar; se puede observar que en los primeros meses de 1994 se presentó una muy pequeña inclinación hacia la derecha posteriormente con el paso del tiempo prácticamente se tiene el mismo desplazamiento en los puntos 2 y 3.

En la Figura 3 se presenta el Edificio de Escuelas Profesionales, donde se localizan los

puntos testigos del 4 al 11; esta edificación está dividida en tres partes: en la primera sección están los puntos testigos 1 y 2, en la segunda sección están los puntos testigos 6,7,8 y en la tercera sección están los puntos testigos 9, 10 y 11. En el punto testigo 6 se observan dos columnas donde se localiza una junta constructiva y entre el punto testigo 8 y 9, se puede apreciar dos columnas juntas donde se tiene la otra junta constructiva.

En la historia de desplazamientos se puede observar que presenta mayor movimiento en los puntos laterales que en los centrales, registrándose diferencias hasta de 4 y 5 milímetros en dos meses.

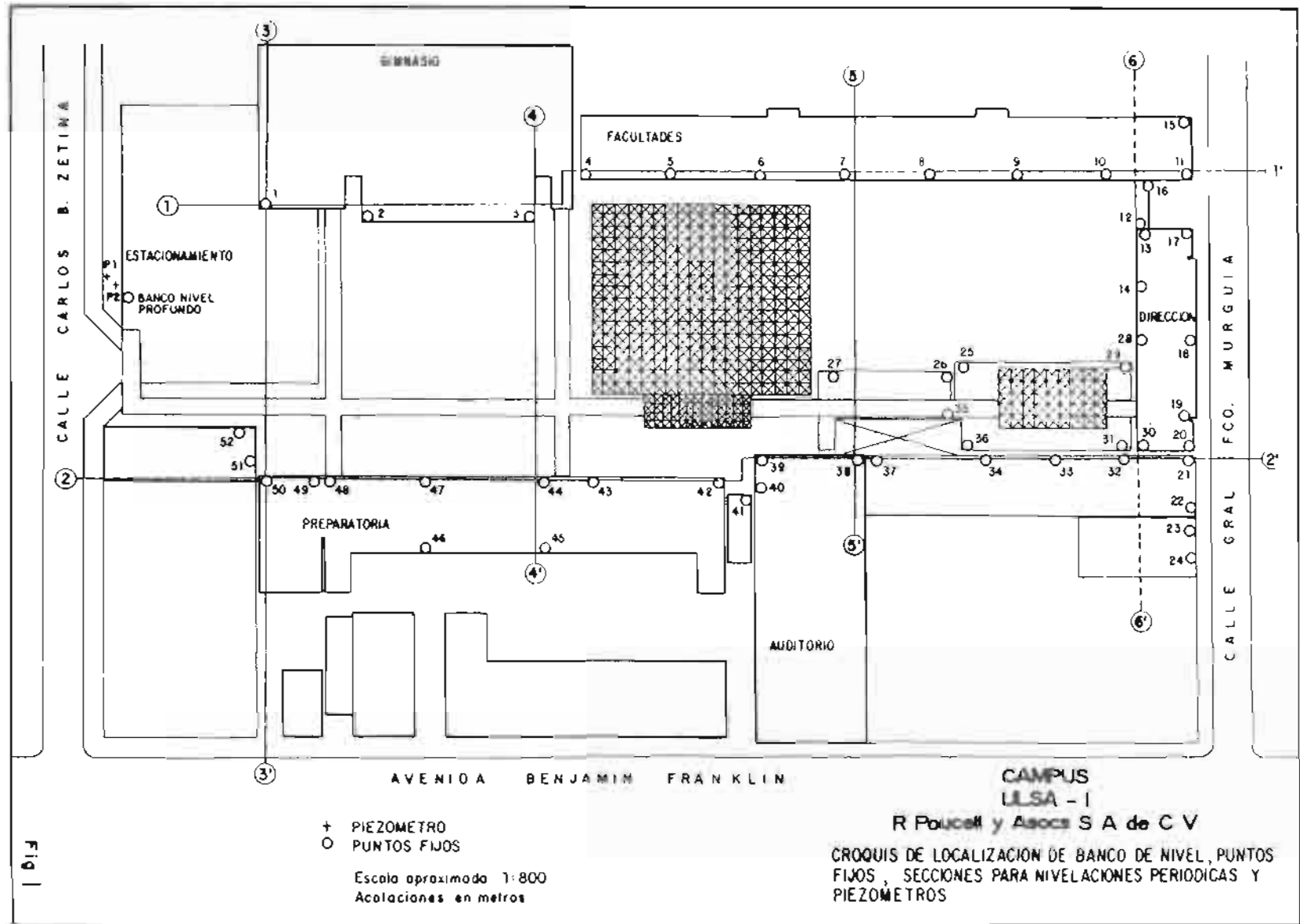
En la Figura 4 se presenta el Edificio de Direcciones, que contiene a los puntos 12,13,14,28 y 30, donde la historia de desplazamientos presenta un comportamiento uniforme, así como hundimientos casi despreciables, siendo el de mayor magnitud el registrado en junio de 1994 en el punto 28 de 4 milímetros aproximadamente.

En la Figura 5 se presenta el Edificio de Preparatoria donde se encuentran los puntos 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, al observar la historia de desplazamientos se muestra un comportamiento constante hasta junio de 1994, cuando se presentaron algunas irregularidades con variaciones de 4 milímetros en promedio; existe una diferencia entre los puntos 48 y 49 registrada en agosto de 1994 lo cual se elimina en las mediciones subsecuentes, lo que indica un error de medición. No se presentan mediciones a partir de enero de 1995 del punto 41 al 44, debido a que se inician las obras de remodelación de la Escuela Preparatoria.

En enero de 1995 se realizó la última lectura con estos 52 puntos testigos y se considera el fin de la segunda etapa.

Estos resultados son aceptables, pero de ninguna manera concluyentes para definir el comportamiento de una estructura; en otras palabras, estos datos son una información complementaria que aunada a otros estudios permite un adecuado conocimiento del comportamiento de las edificaciones.

Figura 1. Localización del Banco de Nivel y 52 puntos testigos.



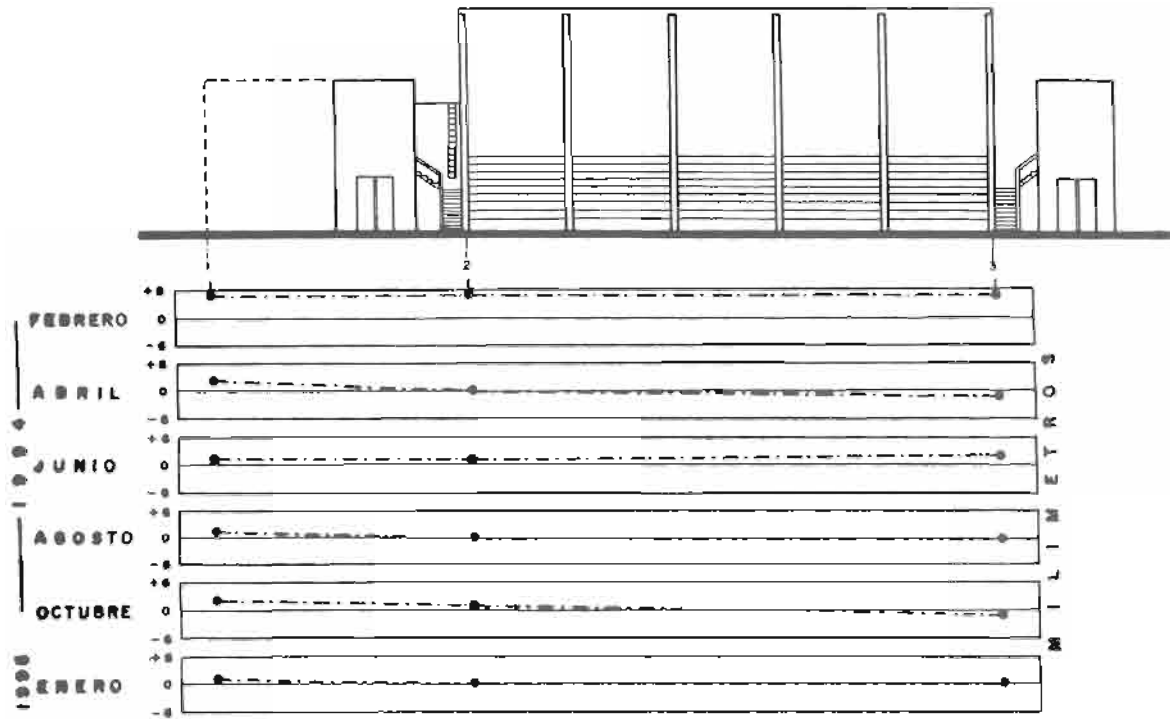


Figura 2. Gimnasio.

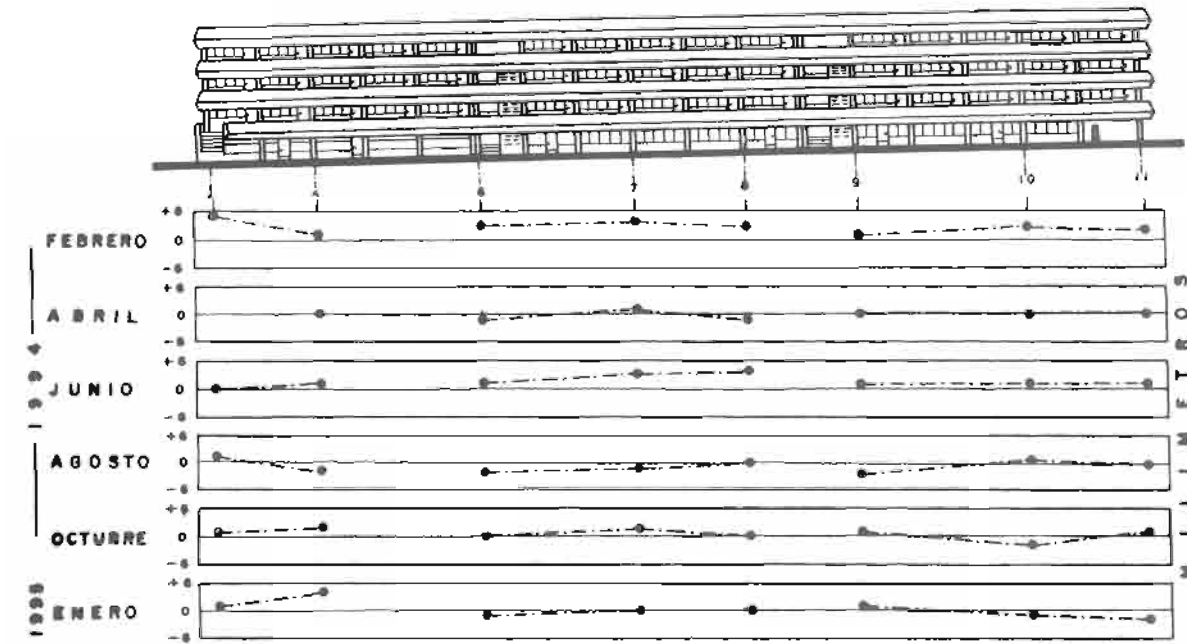


Figura 3. Edificio de Escuelas Profesionales.

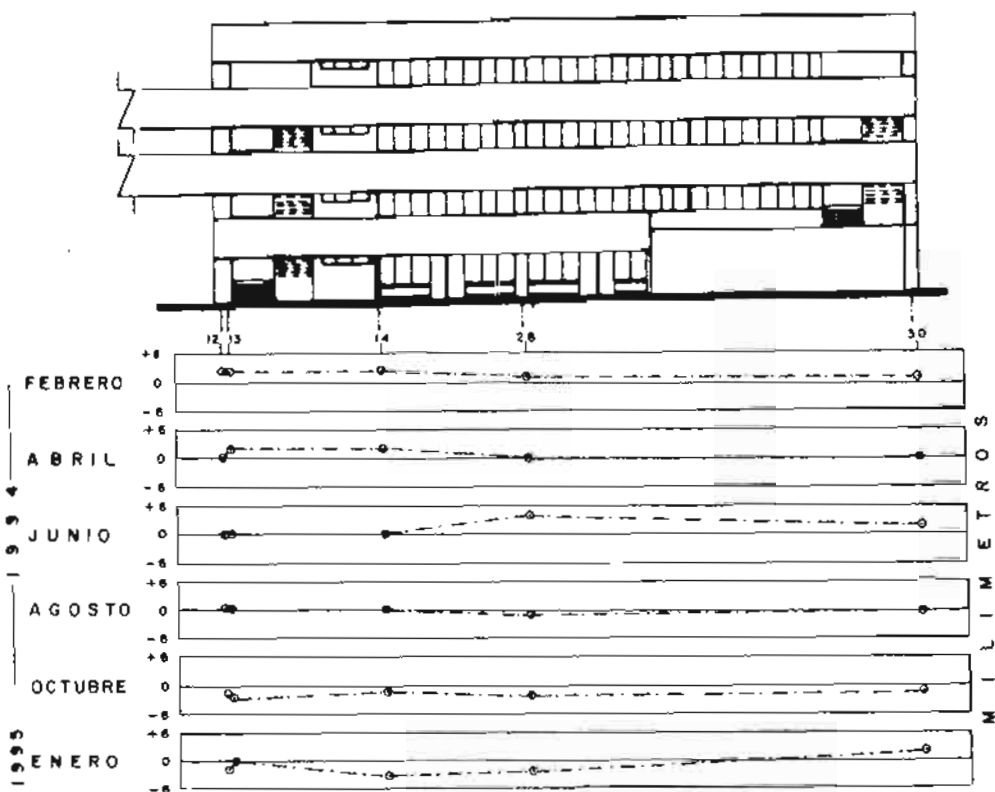


Figura 4. Edificio de Direcciones.

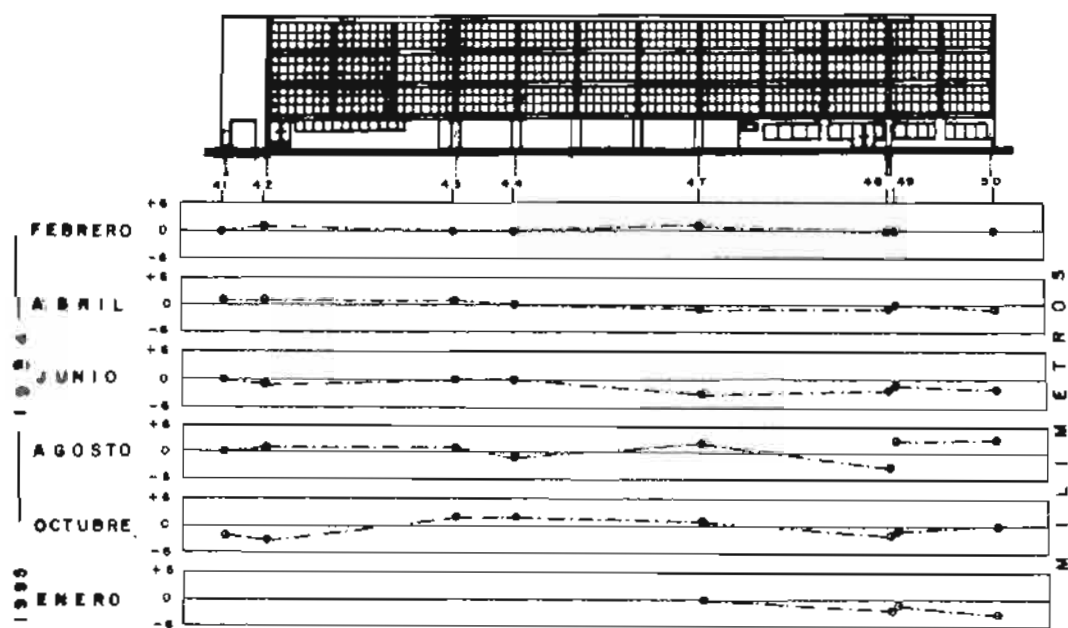


Figura 5. Edificio de salones de Escuela Preparatoria.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones de este programa van enfocadas en dos direcciones: la primera en el aspecto técnico, y la segunda en el aspecto educativo.

Los edificios estudiados la Unidad I han tenido un comportamiento adecuado en términos generales, aunque se reconoce que se necesita efectuar otro tipo de estudios para corroborar esta información.

Para el caso de Escuelas donde se tenga la carrera de ingeniería civil se propone:

- a) Que en la materia de topografía, según los edificios tipos que se tienen en la ciudad de México, se estudien los criterios que permitan la apropiada selección de la metodología a seguir, el equipo a utilizar y la periodicidad con que se debe efectuar este tipo de mediciones, lo anterior apoyado con las prácticas de campo.
- b) Implantar un programa de nivelaciones que permita observar el comportamiento o evolución de la edificación en su Unidad, no sólo desde el punto de vista didáctico, sino como información histórica para que pueda ser estudiada, interpretada y complementada con otros estudios realizados en el lugar y permitan un mejor conocimiento de la zona.
- c) Formar una brigada con estudiantes de servicio social para poder dar asistencia técnica no solo a las personas de su comunidad que lo requieran, sino también para casos de urgencia.
- d) Promover el desarrollo de un sistema de cómputo que permita calcular y registrar los datos en forma eficiente.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Araceli Sánchez de Corral y a la C.P. Dolores de Alba Carpio el apoyo a este proyecto.

Un reconocimiento a I.Q. Concepción Fortes por su labor para dar seguimiento a todo el

material que se ha requerido, a los Ings. Mario Cruz Ruiz y José Luis Heredia por su ayuda a las mediciones durante la segunda etapa, y a la compañía TGC Geotecnia S.A. de C.V. por sus recomendaciones a este estudio.

## REFERENCIAS

1. Vera F., *Programa de Nivelaciones y Medición de Condiciones Hidráulicas*, Reporte Interno, CIULSA, Marzo, 1994.
2. Heredia J. L., *Propuesta y Desarrollo de un Programa de Nivelaciones Periódicas*, Tesis Profesional, Universidad La Salle, México D.F., 1994.
3. Brinker R., *Topografía Moderna*, Editorial Harla, México D.F., 1980.