

# **DIPLOMADO EN INGENIERIA**

## **ESTRUCTURAL**

**JUNIO 2000**



**J. ANTONIO VELÁZQUEZ DOMÍNGUEZ**

**BIBLIOTECA**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

No. ADQ. G51066

CLASIFI. 624.171

V434d

U.A.Q. ING. ✓

Analisis estructural  
Ingenieria



INSTRUMENTAL  
ANALISIS

ESTRUCTURAL  
ANALISIS

**REHABILITACION ESTRUCTURAL  
DE  
PLANTA MONROE**

# CONTENIDO

- Capitulo I      Antecedentes**
- Capitulo II     Estudio de Mecánica de Suelos**
- Capitulo III    Estudio de Niveles, Deformaciones y Morfología de Fallas**
1. Procedimientos y Objetivos.
  2. Plano de Niveles de Piso.
  3. Plano de Curva de Niveles.
  4. Plano de Secciones.
  5. Reportes Fotográficos.
  6. Conclusiones.
- Capitulo IV    Pruebas Hidrostática**
1. Procedimiento y Objetivos.
  2. Red Hidráulica.
  3. Red Sanitaria.
  4. Plano de Localización.
  5. Reporte Fotográfico.
  6. Conclusiones.
- Capitulo V     Conclusiones y recomendaciones Generales**
- Capitulo VI    Rehabilitación de Daños**
1. Procedimiento y Objetivos.
  2. Plano Arquitectónico Final.
  3. Plano Sanitario Final.
  4. Plano Hidráulico Final.
  5. Reporte Fotográfico.
- Capitulo VII   Resultados un año después de concluidas las Reparaciones**



## ANTECEDENTES

**Tenneco Automotive** nos solicitó en abril de 1999, un estudio de **Diagnóstico Técnico**, con relación a determinar el origen de las anomalías que se han manifestado en la edificación de su propiedad, ubicado en Av. Poniente 4 # 118, de la Ciudad Industrial, de Celaya, Gto.

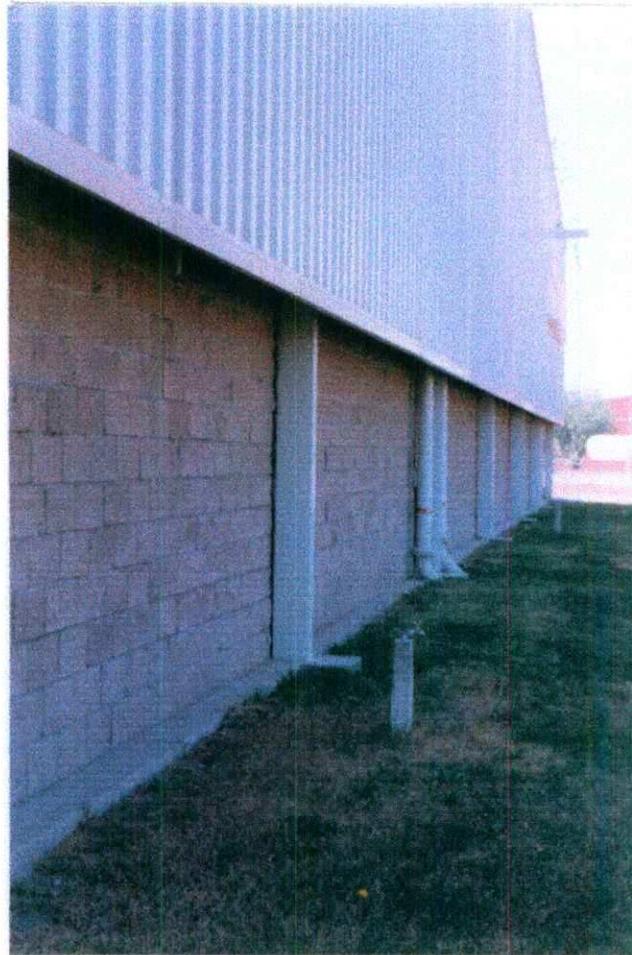
Para efectos de este trabajo, se nos proporcionó información consistente en planos de construcción y estudio de mecánica de suelos inicial, entre otros, además de comentarios sobre dicha problemática.

En este trabajo se contó con la asesoría y colaboración del **Ing. Ángel Trejo Moedano** en la elaboración del Estudio de Mecánica de Suelos.

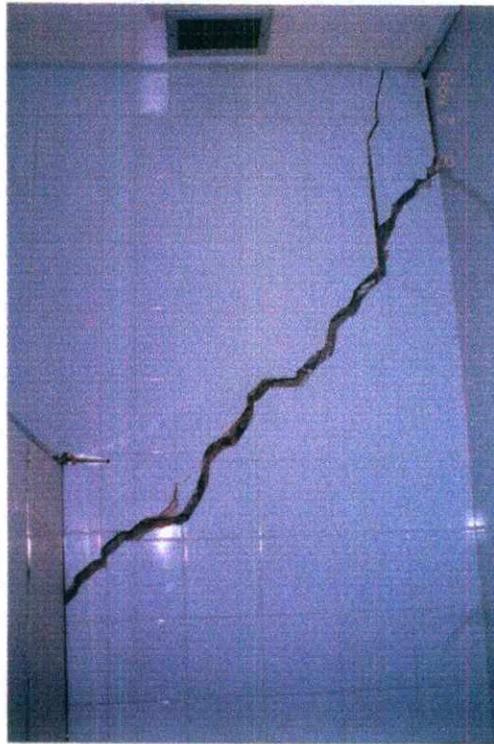
A la entrega de éste Diagnóstico, en junio de 1999, se nos pidió un presupuesto de los trabajos necesarios para rehabilitar el edificio, el cual fue aprobado y los trabajos de obra realizados en el período de agosto a noviembre de 1999.



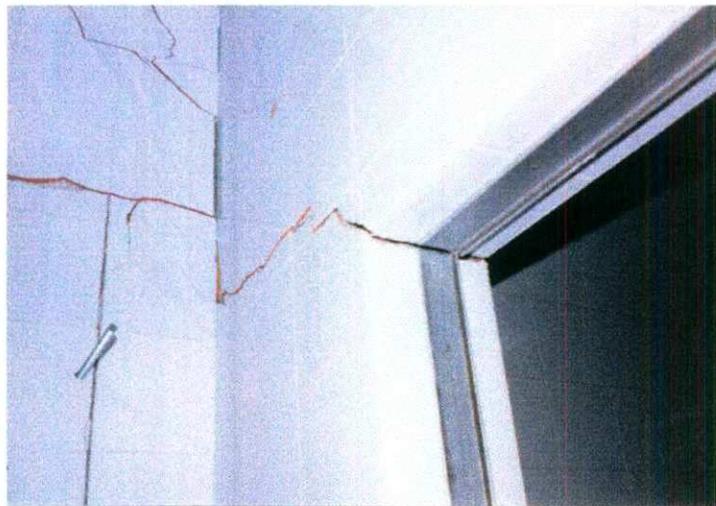
**Vista General de las Oficinas Generales**



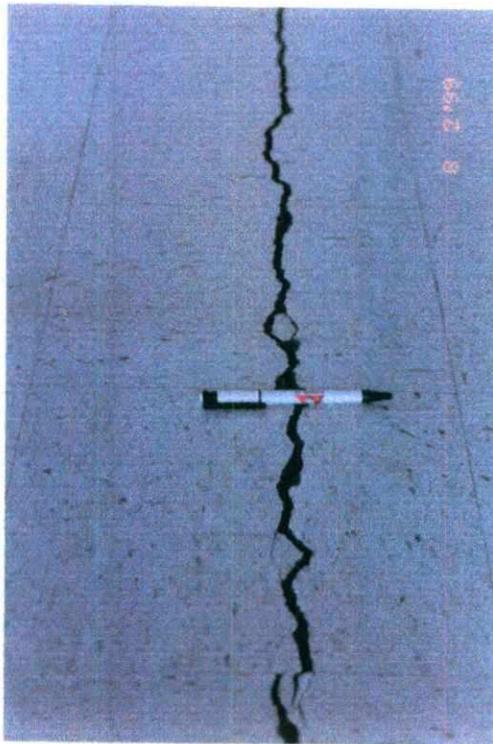
**Vista Posterior de la Planta**



**Agrietamientos en muros**



**Algunos daños manifestados en los baños**



**Daños en pisos**



**Daños en unión de muros**



**Grietas en muros de Oficinas**



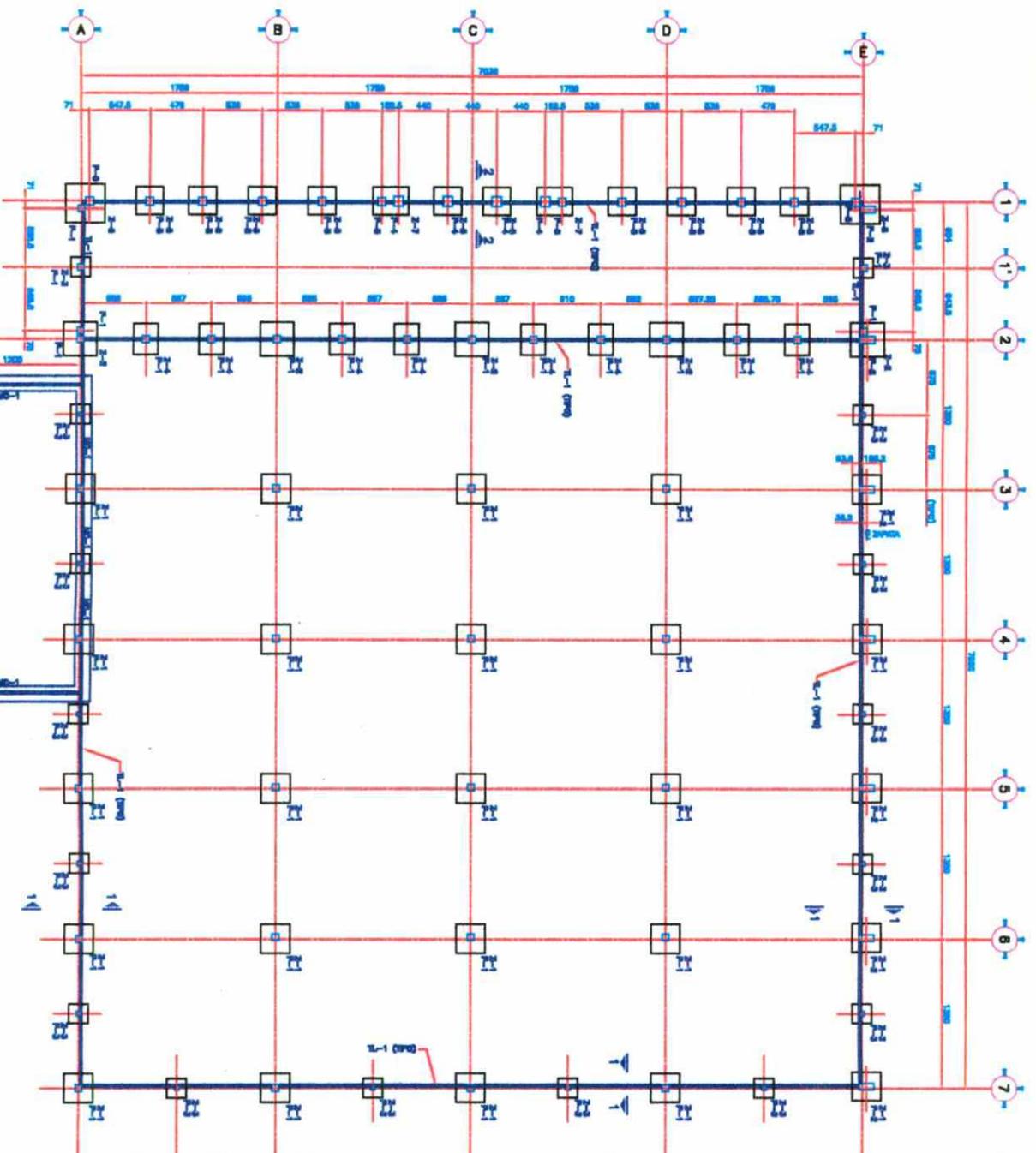
**Daños en Oficinas**



**Daños en Baños**



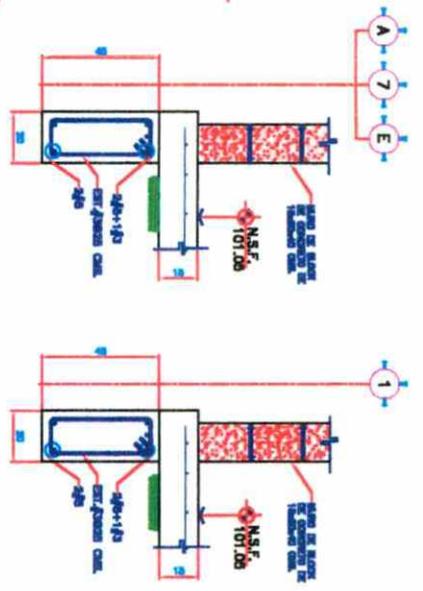
**Daños de empujes entre muros**



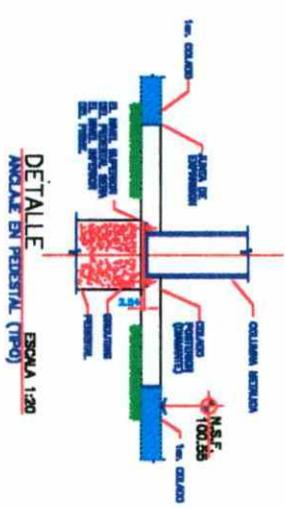
PLANTA DE CIMENTACION

ESCALA 1:1000

1-1	SECCION DE CORTADA
2-2	SECCION DE CORTADA
3-3	SECCION DE CORTADA
4-4	SECCION DE CORTADA
5-5	SECCION DE CORTADA
6-6	SECCION DE CORTADA
7-7	SECCION DE CORTADA

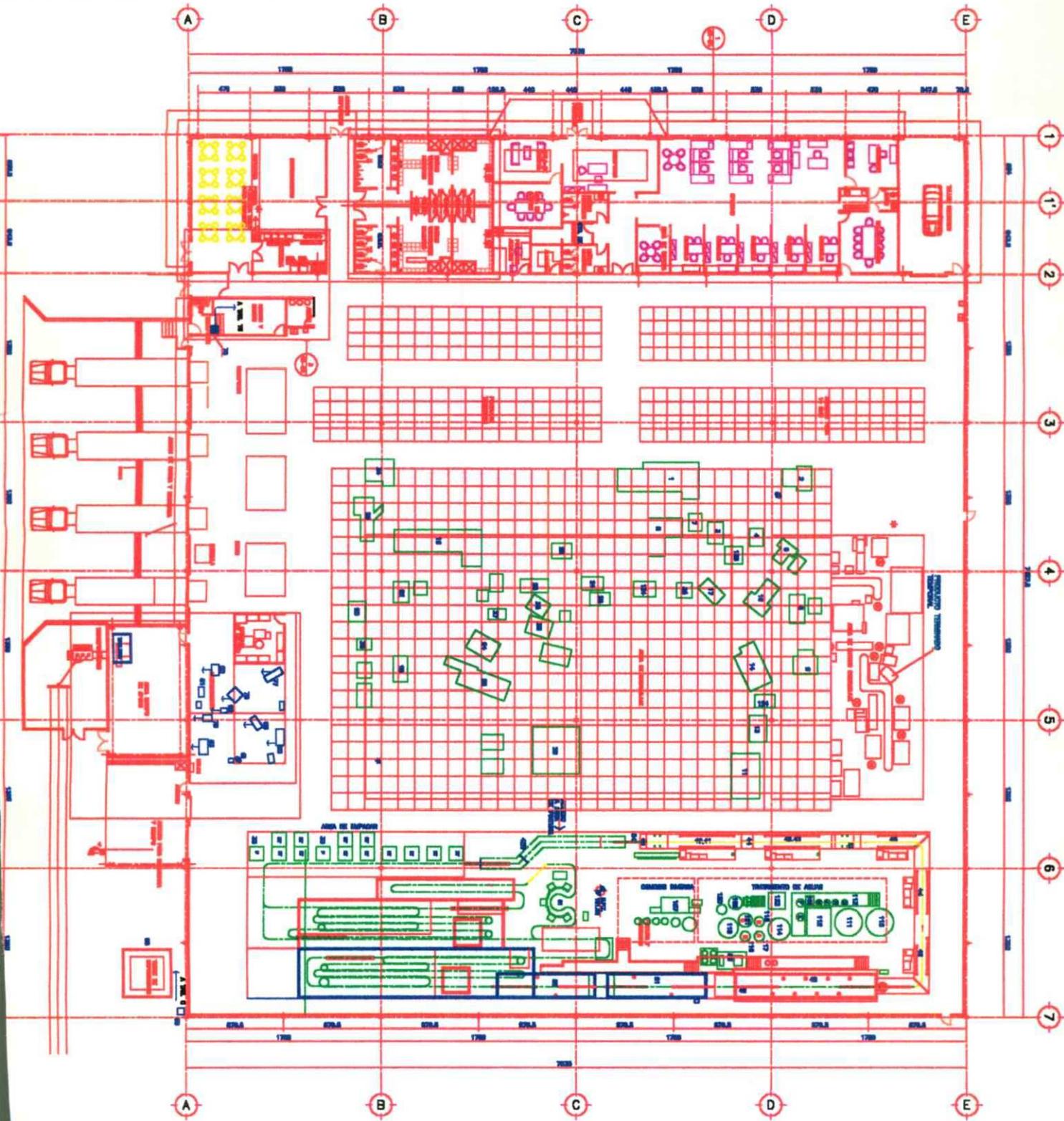


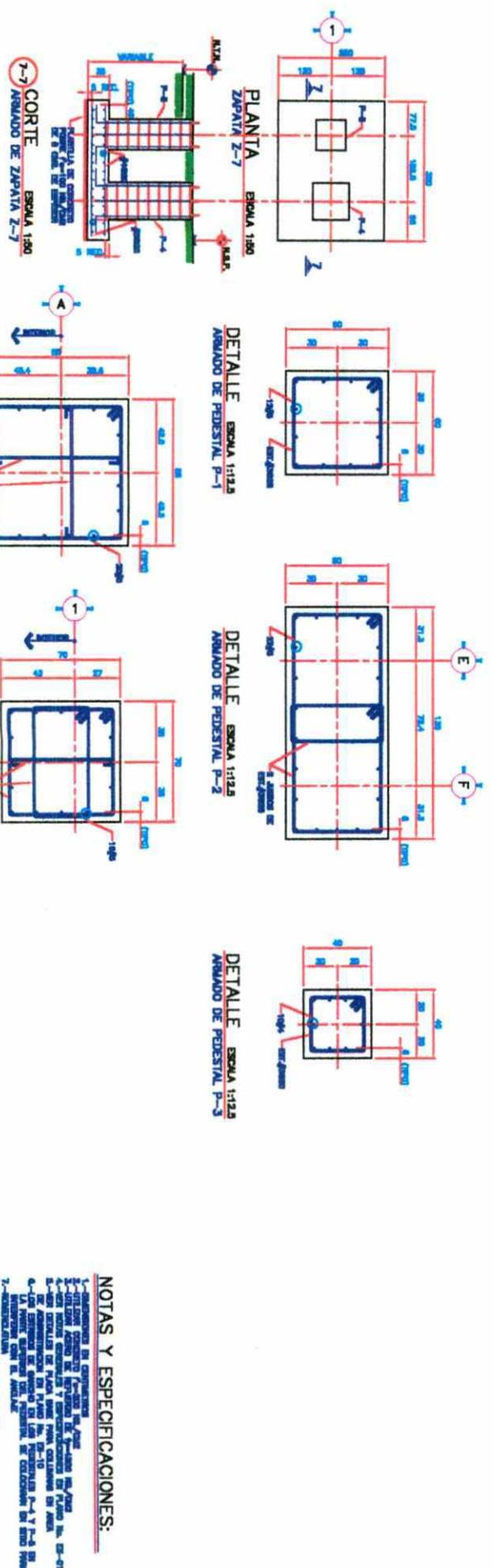
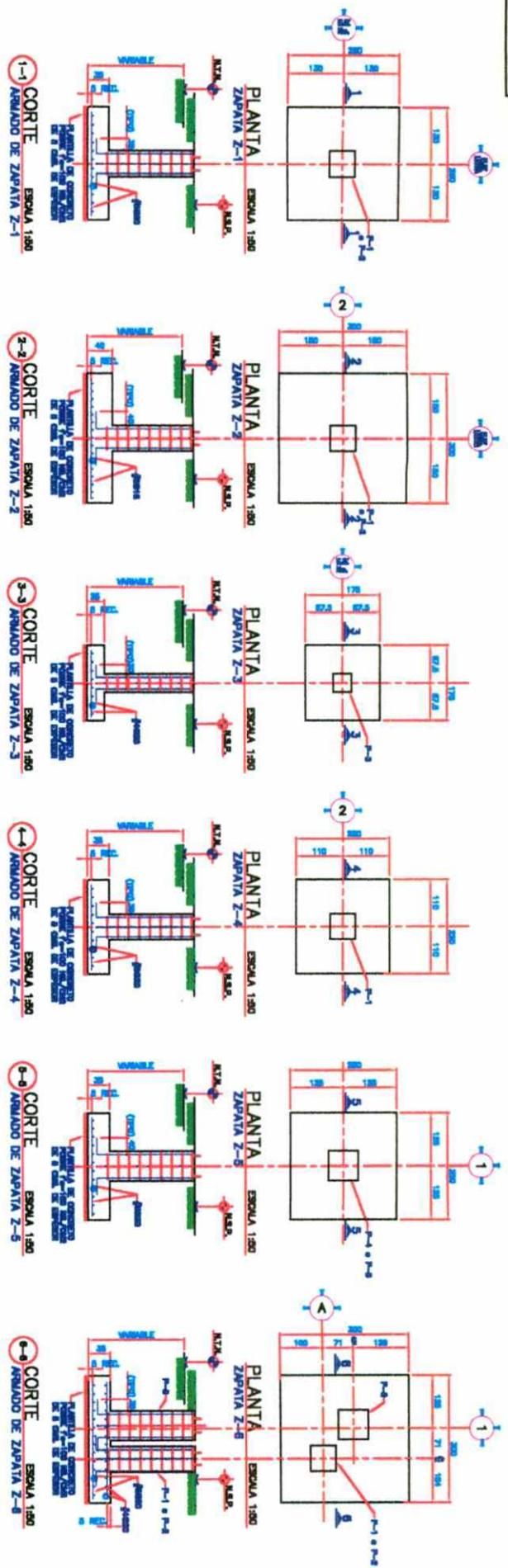
1-1 CORTE ESCALA 1:10  
2-2 CORTE ESCALA 1:10



NOTAS Y ESPECIFICACIONES:

- 1.- DISEÑO EN ACUERDO CON LA NORMA NBR 1000.
- 2.- EL ACERO DE REFUERZO EN TODA LA CIMENTACION.
- 3.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS PAREDES DE CIMENTACION.
- 4.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS COLUMNAS DE CIMENTACION.
- 5.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS VIGAS DE CIMENTACION.
- 6.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 7.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 8.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 9.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 10.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 11.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 12.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 13.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 14.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 15.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 16.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 17.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 18.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 19.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.
- 20.- EL ACERO DE REFUERZO EN LAS LOSAS DE CIMENTACION.





**NOTAS Y ESPECIFICACIONES:**

- 1.- DESCRIPCIÓN DE MATERIALES
- 2.- TIPO DE MORTAR
- 3.- TIPO DE CEMENTO
- 4.- TIPO DE ACERO
- 5.- TIPO DE PISO
- 6.- TIPO DE PARED
- 7.- TIPO DE TUBERÍA
- 8.- TIPO DE PUERTA
- 9.- TIPO DE VENTANA
- 10.- TIPO DE ESCALERA
- 11.- TIPO DE BARRERA
- 12.- TIPO DE SILLAR
- 13.- TIPO DE MADERA
- 14.- TIPO DE PINTURA
- 15.- TIPO DE PISO DE CEMENTO
- 16.- TIPO DE PISO DE MADERA
- 17.- TIPO DE PISO DE CERÁMICA
- 18.- TIPO DE PISO DE PIEDRA
- 19.- TIPO DE PISO DE YESO
- 20.- TIPO DE PISO DE PLASTICO

**NOTA IMPORTANTE:**

ESTE DISEÑO ES PROPIEDAD DE LA EMPRESA Y NO DEBE SER REPRODUCIDO NI UTILIZADO SIN EL CONSENTIMIENTO DE LA EMPRESA. SE RESERVA EL DERECHO DE MODIFICAR SIN AVISO PREVIOS LAS ESPECIFICACIONES Y MATERIALES.

LEYENDA	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA DE CIMENTACIÓN
2	PLANTA DE CIMENTACIÓN
3	PLANTA DE CIMENTACIÓN
4	PLANTA DE CIMENTACIÓN
5	PLANTA DE CIMENTACIÓN
6	PLANTA DE CIMENTACIÓN
7	PLANTA DE CIMENTACIÓN
8	PLANTA DE CIMENTACIÓN
9	PLANTA DE CIMENTACIÓN
10	PLANTA DE CIMENTACIÓN
11	PLANTA DE CIMENTACIÓN
12	PLANTA DE CIMENTACIÓN
13	PLANTA DE CIMENTACIÓN
14	PLANTA DE CIMENTACIÓN
15	PLANTA DE CIMENTACIÓN
16	PLANTA DE CIMENTACIÓN
17	PLANTA DE CIMENTACIÓN
18	PLANTA DE CIMENTACIÓN
19	PLANTA DE CIMENTACIÓN
20	PLANTA DE CIMENTACIÓN



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ING. ANGEL TREJO MOEDANO**

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12-49-88 TEL. 24-13-97

QUERETARO, QRO.

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**

**PROYECTO: REHABILITACIÓN**

**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118**

**CIUDAD INDUSTRIAL**

**CELAYA, GTO.**

# **INFORME TÉCNICO**

**Querétaro, Qro., 26 de Marzo de 1999.**

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

**MONROE DE MEXICO, S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACIÓN**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118**  
**CIUDAD INDUSTRIAL**  
**CELAYA, GTO.**

## **I.- GENERALIDADES**

Construcciones Jave a través del Ing. Antonio Velázquez, solicitó al suscrito un Informe Técnico en relación al origen de las causas de los daños que manifiesta el área de Oficinas, Comedor y Baños, así como la capacidad de carga admisible, para el proyecto de un 2º Nivel, en la Planta Monroe México, S.A. de C.V., ubicada en Av. Poniente 4 # 118, Ciudad Industrial, Celaya, Gto. (Foto No. 6).

## **II.- VISITA DE INSPECCIÓN**

Se realizó una visita de inspección el día 8 de Febrero del presente, a continuación se describen las observaciones, acompañadas del informe fotográfico correspondiente.

1. *Zona de Baños*, se observa el desprendimiento de piezas del recubrimiento provocado por movimientos diferenciales, así como grietas diagonales en la esquina y en el muro, las Fotos No.19 a 23 permiten apreciar la magnitud del daño.
2. *Zona de Oficinas*, grietas diagonales, verticales y horizontales en muros (Fotos No. 24 y 25).
3. *Zona del Comedor*, grietas diagonales y verticales en muros y en el piso, con dirección Oriente-Poniente (Fotos No.26 y 27).
4. *Nave*, en el muro de la fachada norte, se aprecian huellas de fisuramiento escalonado, la ruptura se originó en el mortero. (Foto No. 15).

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12-49-88 TEL. 24-13-97

QUERETARO, QRO.

## III.- TRABAJOS DE CAMPO

Posteriormente se programaron los trabajos tendientes a obtener información que nos permita deducir las causas de los daños que manifiesta la estructura.

En el exterior, se realizaron siete sondeos con máquina perforadora, en diámetro de 8 pulgadas, a profundidad variable entre 4.00 m a 6.00 m., y un sondeo en el interior de la nave, de 8 pulgadas de diámetro a 5.5 m. de profundidad (Fotos No. 1 a 5 y 7 a 11), se anexa Plano de la ubicación.

Con los trabajos de exploración fue posible determinar la estratigrafía, el contenido de humedad, el grado de saturación e identificar el tipo de suelo.

Se realizaron pruebas hidroestáticas en la red de agua potable en las siguientes áreas: cocina, baños para obreros y baños de oficinas, aplicándose presiones de 7.00 kg/cm<sup>2</sup>, y observándose el descenso de presión con respecto al tiempo, en la Tabla No. 10, se resumen los resultados de estas pruebas.

Se verificó si a través de la red de drenaje existen pérdidas de agua, revisándose tramo por tramo para identificar las fugas, el método consistió en calcular la cantidad de agua requerida para mantener la tubería llena, conociendo el diámetro y la longitud del tramo a revisar, se preparó la cantidad de agua necesaria, obturándose la salida del tramo y cargando por el registro anterior, midiéndose la velocidad del abatimiento del agua en la caja del registro.

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

Mediante este método fue posible comprobar que existen fugas a través de la red de drenaje, adicionalmente se observó si a través de la fosa séptica existen perdidas de agua, se anuló la alimentación, tomándose la referencia del nivel, comprobándose que después de 24 hrs. se manifestó pérdida de agua por infiltración, descendiendo el nivel 2.5 cm.

## IV.- TRABAJOS DE LABORATORIO

Para definir las propiedades del subsuelo, se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas de los sondeos.

- Contenido de Humedad.
- Límites de consistencia.
- Composición Granulométrica.
- Densidad de sólidos.
- Relación de vacíos.
- Grado de saturación
- Compresión inconfinaada.

## V.- RESULTADOS OBTENIDOS

En el plano anexo, se ubican los sondeos, realizados con máquina perforadora, los perfiles estratigráficos mostrados en las Figuras No. 1 a 8 son representativos de la naturaleza y propiedades del subsuelo que prevalecen en el área de la construcción.

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12-49-88 TEL. 24-13-97

QUERETARO, QRO.

En las Tablas No. 1 a 8, se resumen las propiedades Índice obtenidas de las muestras provenientes de los sondeos, en la Tabla No. 9 se presenta la variación del nivel del agua en los Sondeos No. 3, 6 y 7, con respecto al tiempo, en la Tabla No. 10 se presenta un resumen de las pruebas hidroestáticas, la Tabla No. 11 se refiere a la comparación entre la humedad y la saturación original y la actual, la Figura No. 10, se refiere a la diferencia de niveles en el área de oficinas, comedor y baños., la Tabla No. 13 es un resumen de los gastos de agua, en metros cúbicos registrados en los medidores 017 y 019.

## **VI.- ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUBSUELO**

Los perfiles estratigráficos mostrados en las Figuras No. 1 a 8, son representativos de la naturaleza y propiedades del subsuelo que prevalecen en el área de referencia.

De los resultados obtenidos de la exploración y los ensayos de laboratorio se determinó que el suelo hasta la profundidad explorada de 6.00 m está constituido por tres estratos, como a continuación se describen:

En la superficie, bajo el área construída existe una capa de relleno de tepetate, compactado, con espesor de 1.00 m.,

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

Subyace ARCILLA, inorgánica, color negro, de alta plasticidad, con alta saturación, de consistencia blanda, a profundidad variable, existe también, ARCILLA, color café, de alta plasticidad, con alta saturación, ambos estratos potencialmente expansivos.

En el perfil explorado el contenido de humedad es variable entre 24% a 49% a los que corresponden grados de saturación entre 62% a 98%, ambos estratos se clasifican en el S.U.C.S. con el símbolo (CH).

Se detectaron zonas en donde existe agua, en los sondeos No. 3, 6 y 7, en donde el espejo se encuentra a profundidad variable entre 0.90 m. a 2.20 m., respecto a la boca del sondeo, (Fotos No. 10 y 11 y Tabla No. 9) la alta saturación corresponde a los sitios en donde existen fugas a través de las redes de agua y drenaje, en donde esta se ha percolado hacia el subsuelo.

## VII. ANALISIS DEL PROBLEMA

El área donde se ubica la estructura corresponde al valle de Celaya, conformada por ARCILLA de espesor no definido, del estudio de Mecánica de Suelos realizado por el Laboratorio de Control y Diseño en Noviembre de 1993 para el proyecto de construcción de la planta de referencia, se reportó que la ARCILLA, en su estado natural, a profundida somera, presentaba los contenidos de humedad y saturación que se observan en la Tabla No. 11, donde se aprecia la correspondencia con los sondeos, el contenido de humedad y la saturación actuales, que permite apreciar que existe mayor saturación en el presente, en la Figura No. 9 se aprecia la ubicación de los sondeos originales.

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12-49-88 TEL. 24-13-97

QUERETARO, QRO.

De las investigaciones realizadas, se concluye que existe ARCILLA de espesor no definido, con saturación de media a alta, lo que nos permite asegurar que las condiciones originales de humedad se han alterado.

Por lo que se refiere al agua de lluvia que pudiera penetrar por el área descubierta del terreno, es menos significativa, ya que en las fachadas Sur y Poniente, se observa la protección en la salida de la bajada para el agua pluvial, que conduce el agua hacia la calle interior y hacia el terreno baldío y evita que penetre al subsuelo (Fotos No. 12 y 13).

En la fachada Norte, se aprecia la pendiente de la superficie del terreno, hacia el exterior, lo que evita que el agua de lluvia se acumule y penetre al subsuelo (Foto No. 14).

En la red de agua potable existen fugas como se comprobó mediante las pruebas hidroestáticas (Tabla No. 10). La red de drenaje construida a base de tubo de albañal de concreto en el exterior y PVC en el interior, se encuentra rota y separada entre la union de tubos y a través de estas aberturas el agua se escapa, produciéndose la fuga del agua, que ha penetrado bajo el área construida.

La erraticidad de la saturación nos permite asegurar que ha penetrado agua al subsuelo por la fugas ocurridas en las redes de drenaje, agua potable y la fosa séptica.

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

## PROFUNDIDAD DE DESPLANTE

Referido al mismo plano la profundidad de desplante de la cimentación es 2.25 m. con respecto al nivel del terreno natural.

## CAPACIDAD DE CARGA

Para la determinación de la capacidad de carga actual al nivel de desplante de la cimentación, en la zona de oficinas y con base en los ensayos de resistencia en compresión inconfiada, utilizando el criterio propuesto por Terzaghi para ARCILLA saturada, sustentada bajo la siguiente expresión:

$$q_a = \frac{2}{3} \frac{CN^c}{F_s} + \gamma D_f N^q$$

### **DONDE:**

$q_a$  = Capacidad de carga admisible

$C$  = Cohesión

$N^c$  = Factor de capacidad de carga

$\gamma$  = Peso volumétrico natural

$D_f$  = Profundidad de desplante

$N^q$  = Factor de capacidad de carga

$F_s$  = Factor de seguridad

Al aplicar la ecuación anterior y considerando un factor de seguridad de 3, se obtiene una capacidad de carga admisible de:

$$q_a = 7.00 \text{ t/m}^2$$

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

## IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De los sondeos realizados en el sitio se concluye que el suelo del área, hasta la profundidad explorada de 6.0 m es ARCILLA, de plasticidad alta a media, con saturación alta en algunas áreas bajo la construcción, que de acuerdo con sus propiedades de plasticidad se clasifica en el S.U.C.S. con el símbolo (CH).
2. La alta saturación que se manifiesta en algunas zonas del área construída se debe a la fuga de agua a través de las redes de agua potable y drenaje e infiltración de agua a través de la fosa séptica.
3. La alteración en la saturación del subsuelo, a través del tiempo ha generado dos problemas, disminución considerable de la capacidad de carga admisible y movimientos diferenciales, que han originado los daños a la estructura.
4. La zona donde se ubica la estructura se caracteriza porque la parte superficial del suelo generalmente se encuentra desecada, como se comprobó mediante los resultados obtenidos en el estudio original que se realizó para el proyecto en Noviembre de 1993.
5. La cimentación, que se aprecia en los Planos ES-01 y ES-02 fue diseñada y construída con factores de seguridad mayores a los correspondientes a las condiciones originales del subsuelo, de esta forma, se explica que no se hayan generado daños significativos en la zona de la nave.

# ING. ANGEL TREJO MOEDANO

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

6. La capacidad de carga admisible actual, es de  $q_a = 7.00 \text{ t/m}^2$ , para conservar estas condiciones, es imperativo, evitar que se sigan alterando las condiciones de humedad.
7. El proyecto de un segundo nivel en la zona de oficinas, comedor y baños, será factible, siempre y cuando las descargas de la cimentación transmitidas al terreno, no rebasen la capacidad de carga admisible actual.
8. La capacidad de carga admisible en arcillas es dependiente de la cohesión, como medida de la resistencia al esfuerzo cortante, la cohesión es un parámetro aleatorio, que depende en gran medida de las condiciones de saturación de la arcilla.
9. A mayor saturación de la arcilla, menor cohesión, y por lo tanto menor capacidad de carga.
10. De los puntos 6,7, 8 y 9, se desprende la siguiente conclusión:  
*para que sea factible la construcción de un segundo nivel en el área de oficinas, comedor y baños, es conveniente y fundamental evitar que continúe alterandose el contenido de humedad, esto será posible en la medida en que se corrijan las fugas detectadas.*

**ING. ANGEL TREJO MOEDANO**

CED. PROF. 261990

REG. FED. CAUS. TEMA-411001-IL5

ALLENDE NORTE 81 FAX 12 - 49 - 88 TEL. 24 - 13 - 97

QUERETARO, QRO.

11. Se recomienda sustituir el drenaje actual por tubería de PVC.
  
12. Una vez sustituido el drenaje y corregidas las fugas en la red de agua potable y la fosa séptica se recomienda colocar testigos de yeso sobre las grietas para percibir si los movimientos de la cimentación han cesado.
  
13. La reparación podrá efectuarse, una vez que se perciba, que los testigos de yeso no sufren ruptura, lo que significará que la estructura no presenta movimientos.

Querétaro, Qro., 26 de Marzo de 1999

**A T E N T A M E N T E**

**ING. ÁNGEL TREJO MOEDANO.**

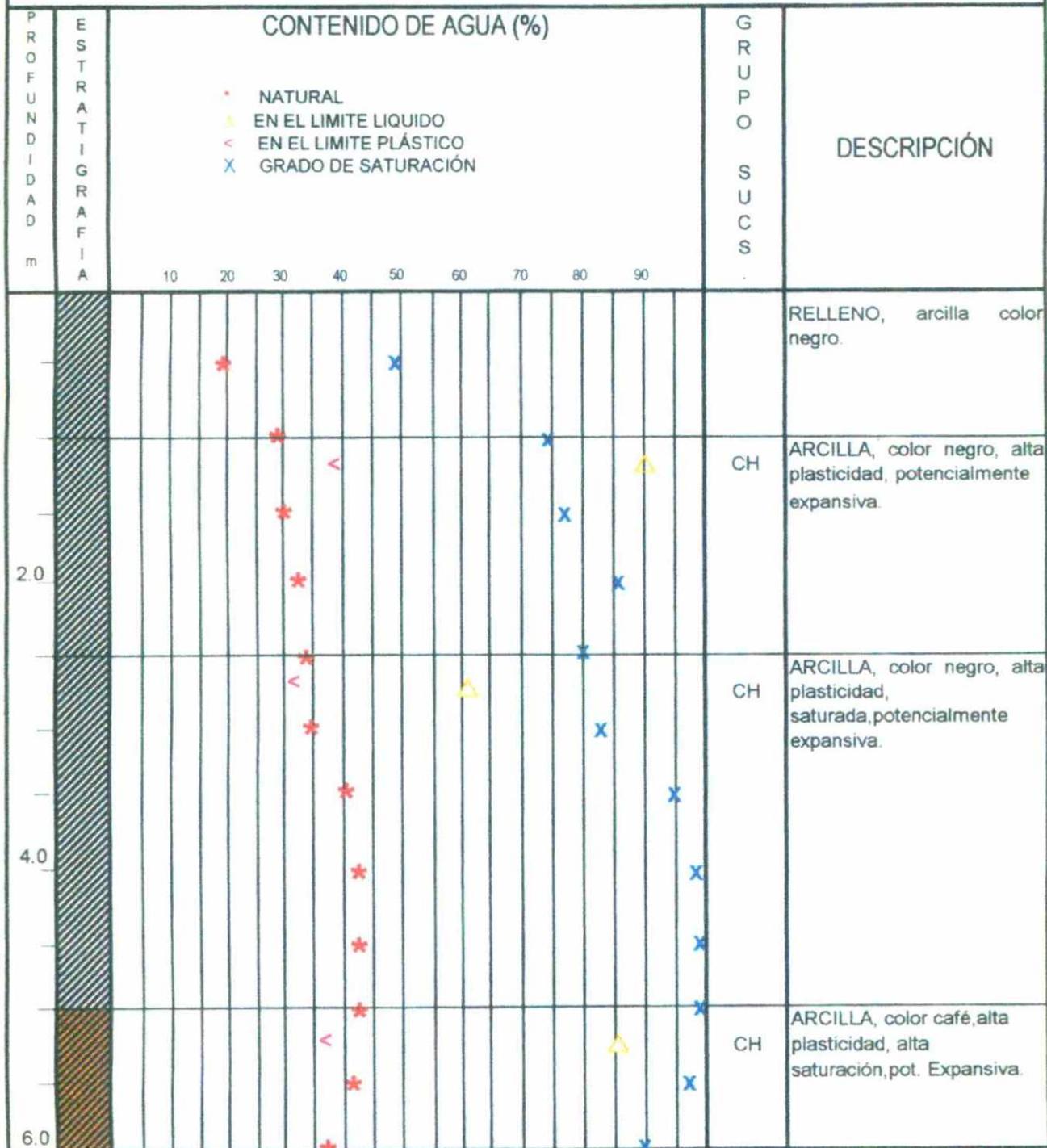
**MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 1

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO: REHABILITACION, ubicación: Av. Pte. 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 1, lado Norte

FECHA: 23/02/99



S I M B O L O G Í A



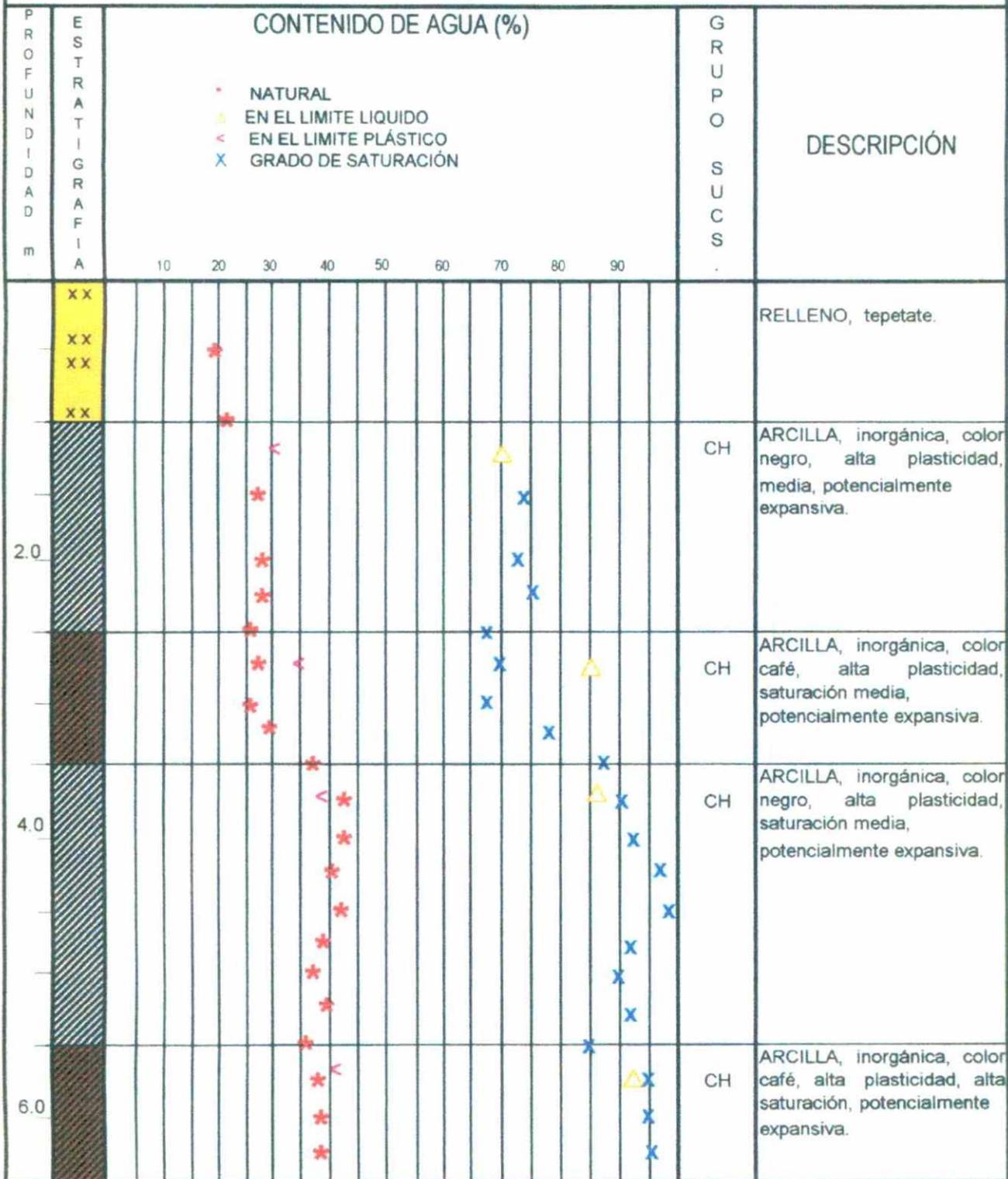
**MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 2

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO: REHABILITACION, ubicación: Av. Pte. 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 2, Esq. Nor-Poniente

FECHA: 22/02/94



S I M B O L O G Í A



RELLENO



ARCILLA  
NEGRA



ARCILLA  
CAFÉ

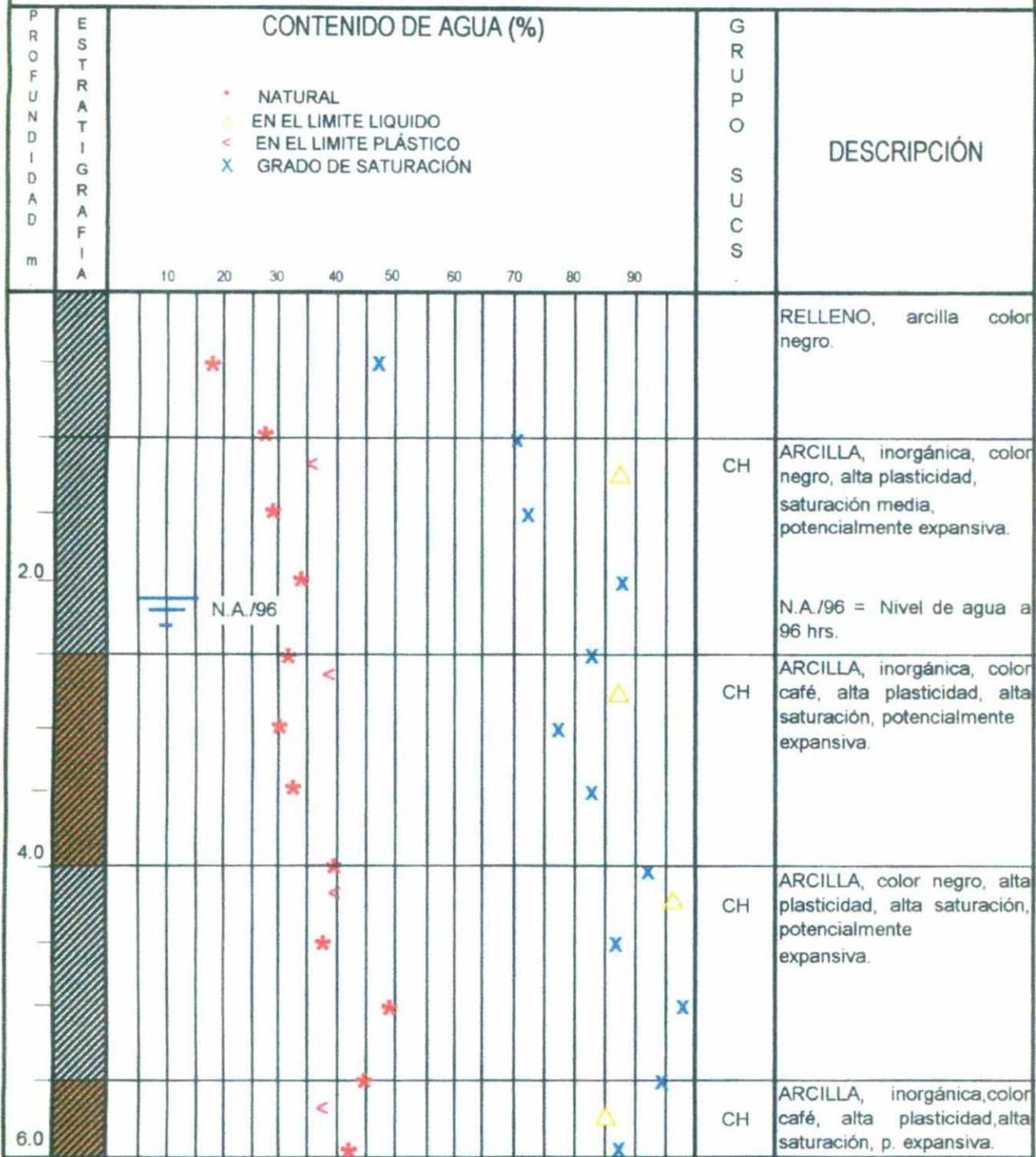
MECANICA DE SUELOS  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 3

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO: REHABILITACION, ubicación: Av. Pte 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 3, Esq. Nor-Oriente.

FECHA: 23/02/99



S I M B O L O G Í A



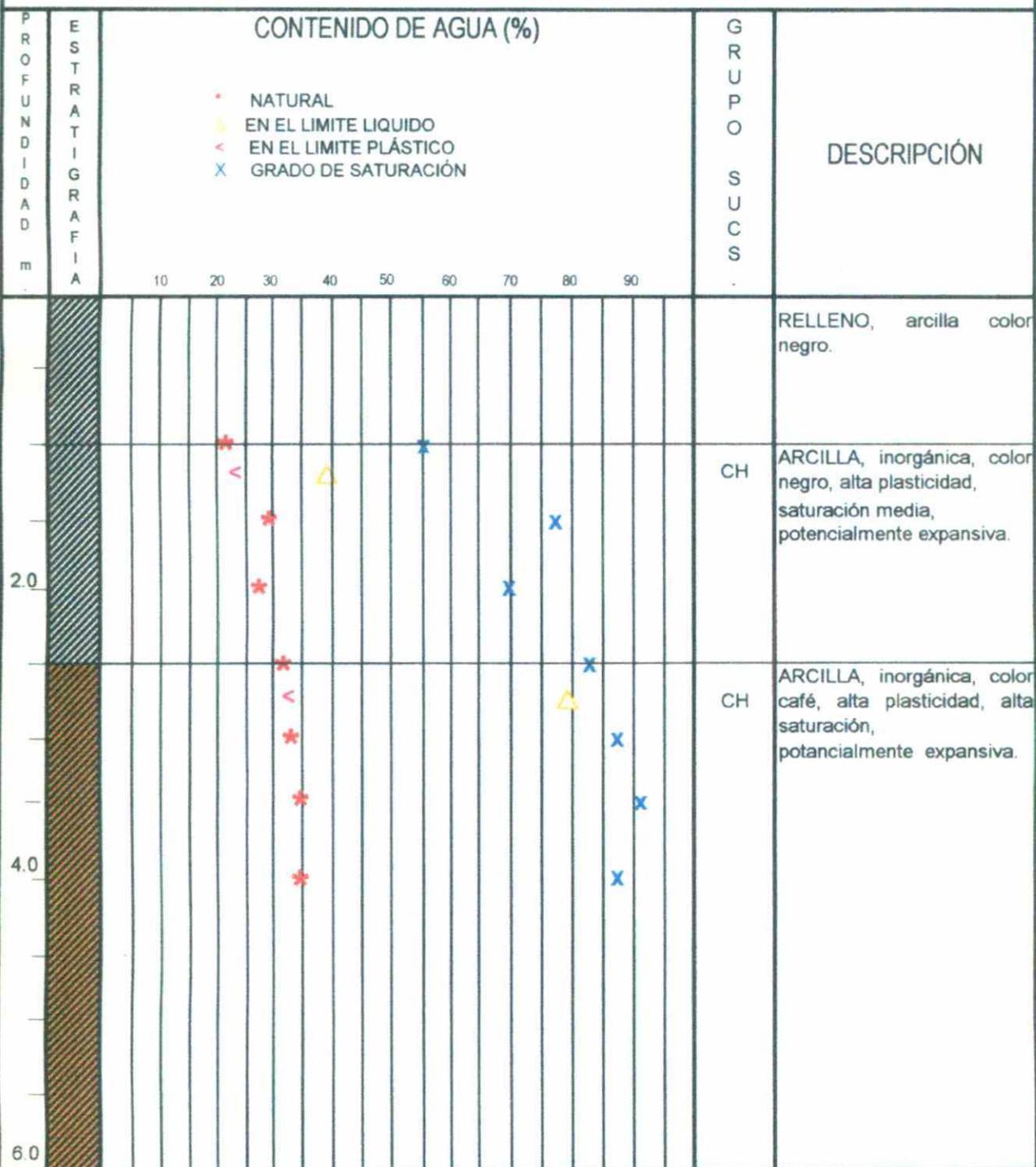
**MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 4

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO: REHABILITACION, ubicación: Av. Pte. 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 4, Lado Poniente.

FECHA: 25/02/99



S I M B O L O G Í A

 ARCILLA  
NEGRA

 ARCILLA  
CAFÉ

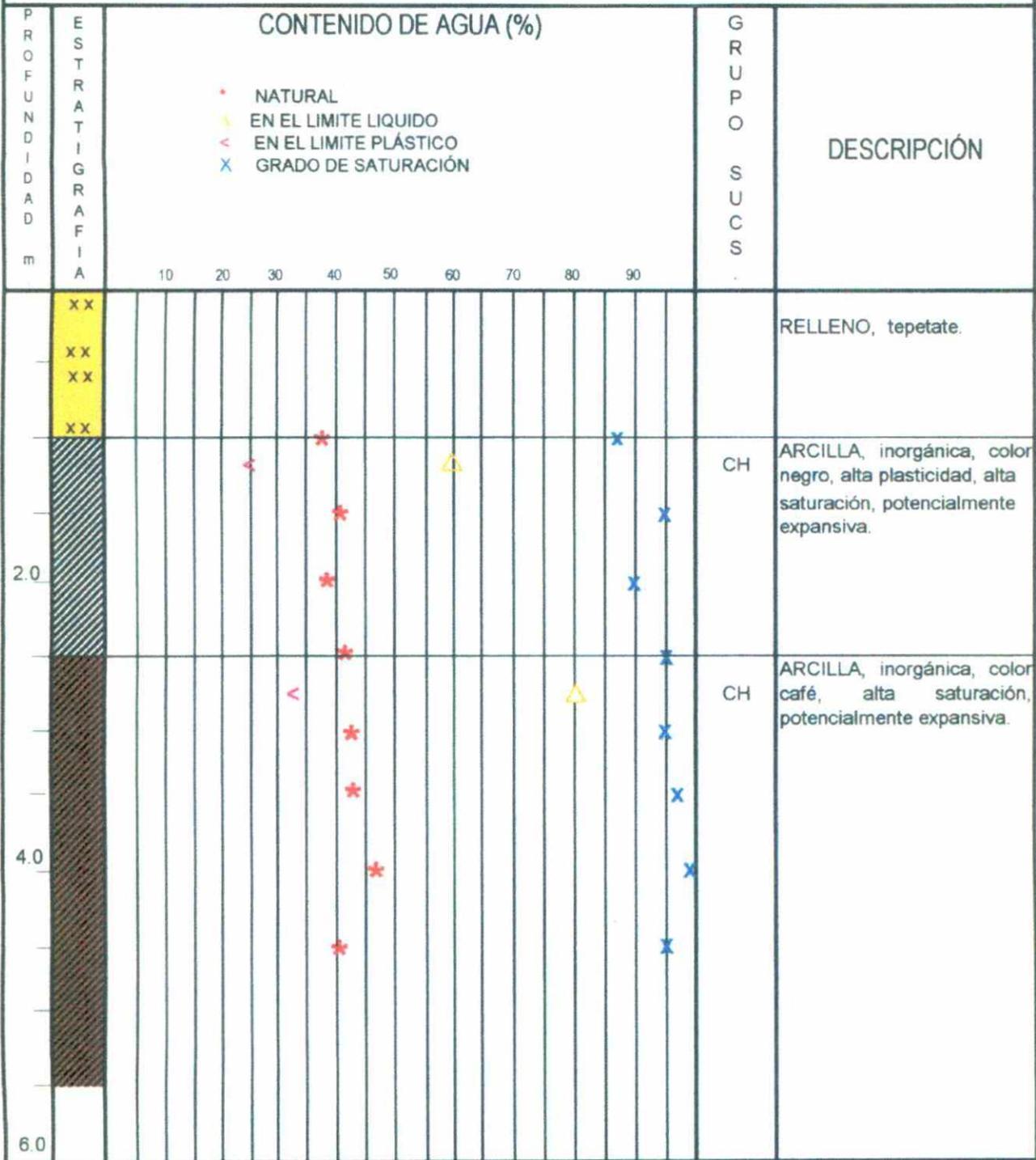
**MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 5

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO: REHABILITACION, ubicación: Av. Pte. 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 5, Lado Sur.

FECHA: 25/02/99



S I M B O L O G Í A

RELLENO

ARCILLA NEGRA

ARCILLA CAFÉ

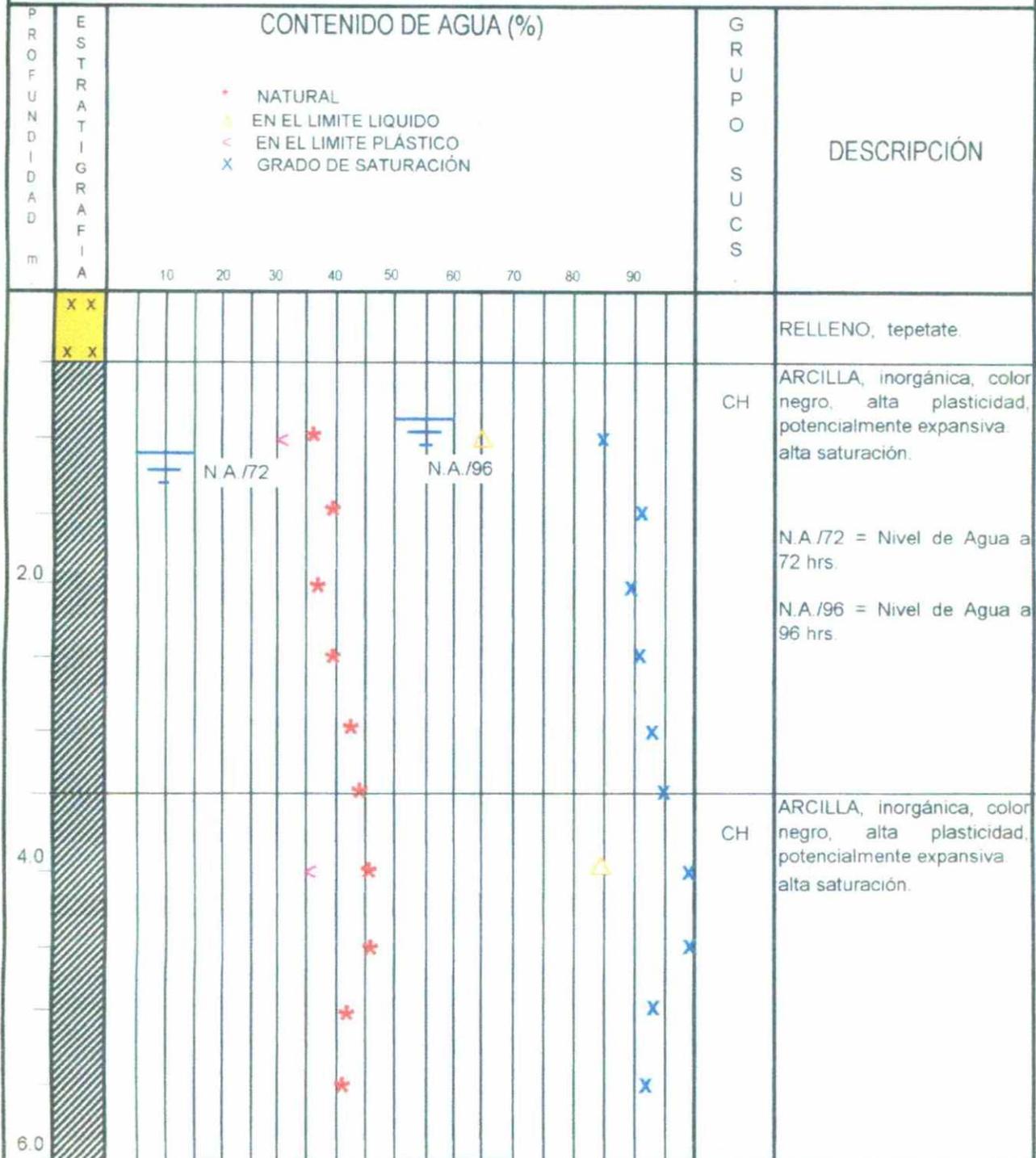
MECANICA DE SUELOS  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 6

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO REHABILITACION, ubicación: Av. Pte. 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 6, Lado Sur.

FECHA: 25/02/99



S I M B O L O G Í A

XX  
XX RELLENO

[Hatched Area] ARCILLA NEGRA

- \* NATURAL
- △ EN EL LIMITE LIQUIDO
- < EN EL LIMITE PLÁSTICO
- X GRADO DE SATURACIÓN

N.A./72

N.A./96

N.A./72 = Nivel de Agua a 72 hrs.  
 N.A./96 = Nivel de Agua a 96 hrs.



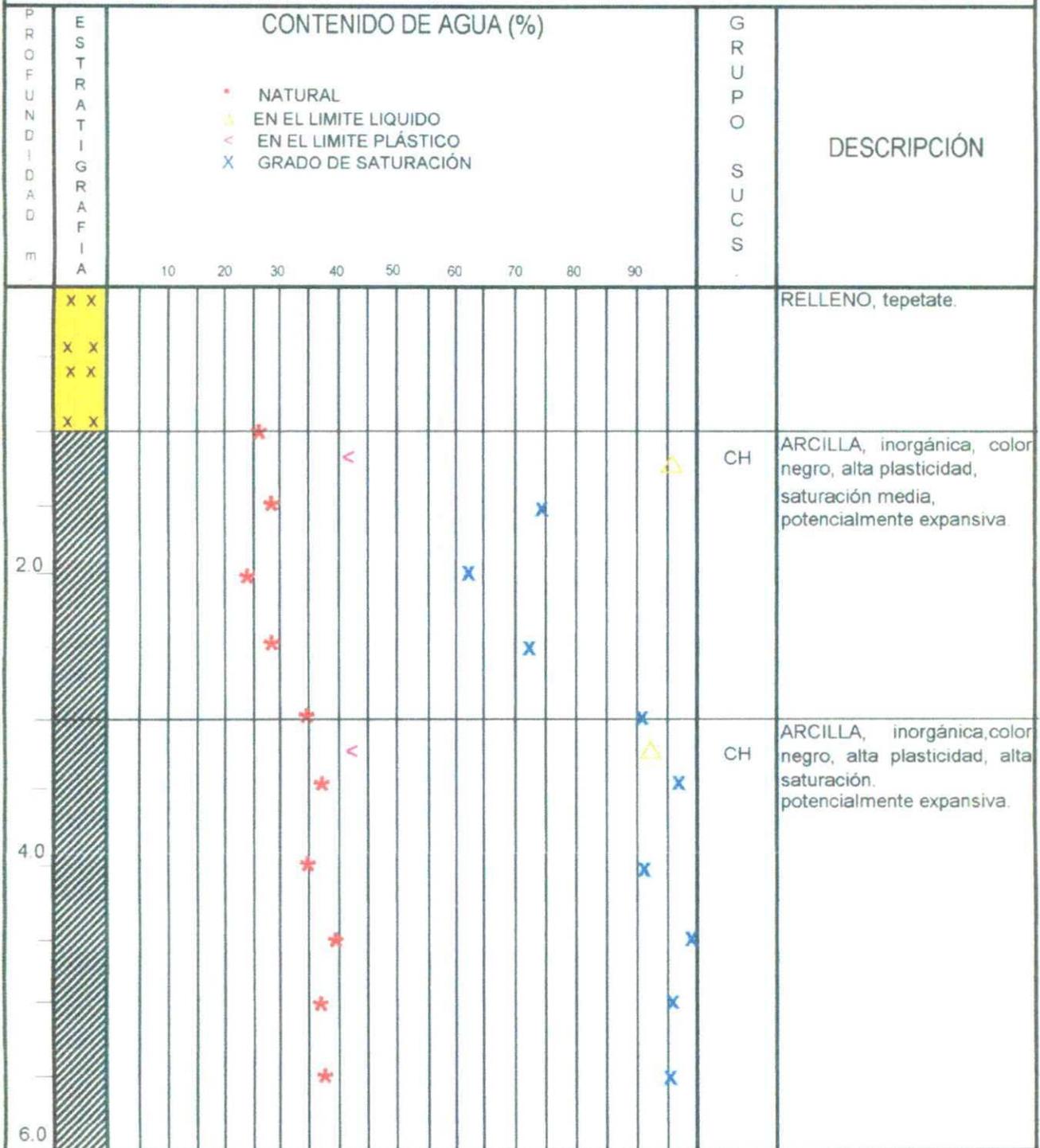
**MECANICA DE SUELOS**  
**PERFIL ESTRATIGRAFICO**

FIGURA No. 8

Monroe S.A. de C.V., PROYECTO: REHABILITACION, ubicación: Av. Pte. 4 # 118, Celaya, Gto.

SONDEO: No. 8, Interior de la nave.

FECHA: 26/02/99



S I M B O L O G Í A

XX  
XX RELLENO

ARCILLA  
NEGRA

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.1  
Lado Norte

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 1

PROF. M.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
0.50	19	49									RELLENO, arcilla color negro.
1.00	29	75									
1.50	30	78	3	-	97	90	52	38	24	CH	ARCILLA, color negro, alta plasticidad, potencialmente expansiva.
2.00	33	86									
2.50	34	80	7	-	93	62	30	32	17	CH	ARCILLA color negro, saturada, alta plasticidad, alta saturacion, potencialmente expansiva.
3.00	35	83									
3.50	40	95									
4.00	42	99									
4.50	42	99									
5.00	42	99									
5.50	41	97	2	-	98	85	49	36	23	CH	ARCILLA, color café, alta plasticidad, alta saturación, potencialmente expansiva.
6.00	38	90									

**NOMENCLATURA**

W =Humedad Natural  
Gw =Grado de Saturación  
A = Arena  
G = Grava  
F = Finos

LL = Límite líquido  
IP = Índice Plástico  
LP = Límite Plástico  
CL = Contracción Lineal  
S.U.C.S. =Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**  
**SONDEO No.2**  
**Esq. Nor-Poniente**

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 2

PROF. M.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
0.50	19										RELLENO, tepetate.
1.00	21										
1.50	29	74	12	-	88	70	40	30	18	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad saturacion media,
1.75	28	73									potencialmente expansiva
2.00	29	75									
2.25	29	75									
2.50	26	68	3	-	97	85	51	34	24	CH	ARCILLA, inorgánica, color café, alta plasticidad, saturación media, potencialmente expansiva.
2.75	27	70									
3.00	26	68									
3.25	30	78									
3.50	37	87									
3.75	43	93	2	-	98	86	48	38	22	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad, saturación alta, potencialmente expansiva.
4.00	43	93									
4.25	41	97									
4.50	42	99									
4.75	39	92									
5.00	38	90									
5.25	39	92									
5.50	36	85									
5.75	38	90	3	-	97	93	50	43	23	CH	ARCILLA, inorgánica, color café alta plasticidad, alta saturación, potencialmente expansiva.
6.00	38	90									
6.25	38	90									

**NOMENCLATURA**

W = Humedad Natural  
 Gw = Grado de Saturación  
 A = Arena  
 G = Grava  
 F = Finos

LL = Límite Líquido  
 IP = Índice Plástico  
 LP = Límite Plástico  
 CL = Contracción Lineal  
 S.U.C.S. = Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.3  
 ESQUINA NOR-ORIENTE

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 3

PROF. M.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
0.50	18	47									RELLENO, arcilla color negro.
1.00	27	70									
1.50	28	73	4	-	96	88	52	36	22	CH	ARCILLA, inorgánica, color color negro , alta plasticidad saturación media, potencialmente expansiva.
2.00	34	88									
2.50	32	83	4	-	96	87	50	37	24	CH	ARCILLA, inorgánica, color café, alta plasticidad, alta saturación, potencialmente expansiva.
3.00	30	78									
3.50	32	83									
4.00	39	92	2	-	98	96	57	39	23	CH	ARCILLA, inorgánica, color color negro , alta plasticidad alta saturación potencialmente expansiva.
4.50	37	87									
5.00	49	98									
5.50	40	95	10	-	90	85	48	37	23	CH	ARCILLA, inorgánica, color café, alta plasticidad, alta saturación, potencialmente expansiva.
6.00	37	87									

**NOMENCLATURA**

W =Humedad Natural  
 Gw =Grado de Saturación  
 A = Arena  
 G = Grava  
 F = Finos

LL = Límite líquido  
 IP = Índice Plástico  
 LP = Límite Plástico  
 CL = Contracción Lineal  
 S.U.C.S. =Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.4  
LADO PONIENTE

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 4

PROF. M.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
1.00 1.50	21 30	55 78									RELLENO, arcilla color negro.
2.00 2.50	27 32	70 83	27	-	73	39	17	22	6	CH	ARCILLA, inorgánica, color color negro , alta plasticidad saturación media, potencialmente expansiva.
3.00 3.50 4.00	34 35 34	88 91 88	15	-	85	79	47	32	17	CH	ARCILLA, inorgánica, color color café , alta plasticidad alta saturación potencialmente expansiva.

**NOMENCLATURA**

W =Humedad Natural  
Gw =Grado de Saturación  
A = Arena  
G = Grava  
F = Finos

LL = Límite líquido  
IP = Índice Plástico  
LP = Límite Plástico  
CL = Contracción Lineal  
S.U.C.S. =Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.5  
LADO SUR

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 5

PROF. M.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
0.60											RELLENO, tepetate.
1.00	37	87	21	-	79	60	36	24	13	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro , alta plasticidad alta saturación, potencialmente expansiva.
1.50	40	95									
2.00	38	90									
2.50	41	95	20	-	80	80	48	32	17	CH	
3.00	42	95									ARCILLA, inorgánica, color café , alta saturación, potencialmente expansiva.
3.50	43	97									
4.00	46	99									
4.50	40	95									

**NOMENCLATURA**

W =Humedad Natural  
Gw =Grado de Saturación  
A = Arena  
G = Grava  
F = Finos

LL = Límite líquido  
IP = Índice Plástico  
LP = Límite Plástico  
CL = Contracción Lineal  
S.U.C.S. =Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.6  
LADO SUR

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 6

PROF. M.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
0.50											RELLENO, tepetate.
1.00	36	85	7	-	93	65	35	30	18	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad, alta saturación, potencialmente expansiva.
1.50	39	91									
2.00	38	90									
2.50	39	91									
3.00	43	93									
3.50	44	95	5	-	95	85	50	35	23	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad, potencialmente expansiva, alta saturación.
4.00	46	99									
4.50	46	99									
5.00	43	93									
5.50	42	92									

**NOMENCLATURA**

W = Humedad Natural  
Gw = Grado de Saturación  
A = Arena  
G = Grava  
F = Finos

LL = Límite líquido  
IP = Índice Plástico  
LP = Límite Plástico  
CL = Contracción Lineal  
S.U.C.S. = Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.7  
 ESQUINA SUR-ORIENTE

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 7

	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
											Capa Vegetal
											RELLENO, tepetate.
JU	33	86	12	-	88	68	38	30	17	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad, alta saturación, potencialmente expansiva.
50	34	88									
30	35	89									
50	38	90									
30	45	98									
50	46	99	3	-	97	85	50	35	22	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad, alta saturación.
00	45	98									
50	43	93									

**NOMENCLATURA**

W = Humedad Natural  
 Gw = Grado de Saturación  
 A = Arena  
 G = Grava  
 F = Finos

LL = Límite líquido  
 IP = Índice Plástico  
 LP = Límite Plástico  
 CL = Contracción Lineal  
 S.U.C.S. = Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

SONDEO No.8  
 INTERIOR DE LA NAVE

**PROPIEDADES ÍNDICE**

TABLA No. 8

DF. L.	W %	Gw %	A %	G %	F %	LL %	IP %	LP %	CL %	S.U.C.S.	OBSERVACIONES
00	26										RELLENO, tepetate.
50	29	75	4	-	96	95	55	40	24	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad saturación media, potencialmente expansiva.
30	24	62									
50	29	73									
10	35	91	5	-	95	93	50	43	23	CH	ARCILLA, inorgánica, color negro, alta plasticidad alta saturación, potencialmente expansiva.
50	38	97									
10	35	91									
50	39	99									
10	37	96									
00	37	96									

**NOMENCLATURA**

W = Humedad Natural  
 Gw = Grado de Saturación  
 A = Arena  
 G = Grava  
 F = Finos

LL = Límite líquido  
 IP = Índice Plástico  
 LP = Límite Plástico  
 CL = Contracción Lineal  
 S.U.C.S. = Sistema Unificado de clasificación de suelos

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

TABLA No.9

SONDEO No.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD m.	DIAMETRO	NIVEL DEL AGUA		
				24 hrs.	72 hrs.	96 hrs.
1	Exterior	6.00	8 "			
2	Exterior	6.00	8 "			
3	Exterior	6.00	8 "			2.2 m
4	Exterior	4.00	8 "			
5	Exterior	4.50	8 "			
6	Exterior	5.50	8 "		1.20 m	0.9 m
7	Exterior	4.50	8 "	2.0 m	1.70 m	1.7 m
8	Interior	5.50	8 "			

**MONROE DE MEXICO S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 # 118, CELAYA,GTO.**

TABLA No.10

**PUEBAS HIDROESTATICAS**

UBICACIÓN	HORA		PRESION HIDROSTATICA Kg/cm <sup>2</sup>	
	INICIO	FIN	INICIO	FIN
<b>COCINA:</b>	16:33	17:00	7	6
<b>BAÑO HOMBRES:</b>				
1. LAVABOS	11:05	12:40	7	4
2. LAVABOS Y W.C.	13:30	14:43	7	3.5
3. LAV. Y REGADERA	12:10	12:40	7	5
4. LAV. Y REGADERA	14:00	15:20	7	4
<b>BAÑO MUJERES</b>				
5. LAVABOS	15:20	16:20	7	6.6
6. W.C.	15:36	16:00	7	0.5
<b>OFICINAS:</b>				
7. BAÑO DE HOMBRES	16:52	16:20	7	4.5
8. BAÑO DE MUJERES	17:19	18:27	7	2

**MONROE DE MEXICO, S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 #118**  
**CELAYA, GTO.**

**TABLA No. 11**

PROF. m.	POZO NO.		HUMEDAD %		SATURACION %		OBSERVACIONES
	ORIGINAL	ACTUAL	ORIGINAL	ACTUAL	ORIGINAL	ACTUAL	
0.25	1	5	15		39		RELLENO de Tepetate, mayor saturación actual.
1.00	1	5	35	37	73	87	
2.00	1	5	34	38	71	90	
0.50	2	2	22		57		RELLENO de Tepetate, mayor saturación actual.
1.50	2	2	15	29	39	74	
2.00	2	2	40	29	77	75	
0.50	3	7	18		46		Capa vegetal, mayor saturación actual.
1.50	3	7	20	34	52	88	
2.00	3	7	9	35	23	89	
1.00	4	3	20		52		RELLENO de arcilla color negro, mayor saturación actual.
2.00	4	3	12	34	31	88	
3.00	4	3	42	30	81	78	

**NOMENCLATURA**

**MONROE DE MEXICO, S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 #118**  
**CELAYA, GTO.**

TABLA No. 12

**COMPRESIÓN INCONFINADA**

POZO NO.	PROF. m.	W %	$\gamma_s$ TON/m <sup>3</sup>	$\gamma_h$ TON/m <sup>3</sup>	qu Kg/cm <sup>2</sup>	C Kg/cm <sup>2</sup>	OBSERVACIONES
5	2.50	40	1.18	1.65	0.38	0.19	ARCILLA, color negro, alta plasticidad, alta saturación.
6	2.00	38	1.18	1.63	0.45	0.23	
7	2.50	38	1.17	1.62	0.48	0.24	
PROMEDIO		38.3	1.176	1.63	0.436	0.218	

**NOMENCLATURA**

W = Humedad

Gw = Grado de saturación

C = Cohesión

$\gamma_s$  = Peso volumétrico seco

$\gamma_h$  = Peso volumétrico humedo

qu = Resistencia de compresión inconfnada

**MONROE DE MEXICO, S.A DE C.V.**  
**PROYECTO: REHABILITACION**  
**UBICACIÓN: AV. PONIENTE 4 #118**  
**CELAYA, GTO.**

**GATOS DE AGUA EN m<sup>3</sup>, MEDIDORES 017 Y 019**

**TABLA No. 13**

MES	95		96		97		98	
	17	19	17	19	17	19	17	19
ENERO			963		1,899	432	720	391
FEBRERO			1,092	56	1,605	283	1,107	
MARZO			1,096	238	882	1,268	1,212	
ABRIL			1,133	192	800	1,230	1,042	
MAYO	1,315		1,364		800	1,230	747	
JUNIO	1,240		1,350		1,160	1,678	1,194	
JULIO			1,063		1,160	1,678	844	
AGOSTO			1,417		585			
SEPTIEMBRE	2,038			77	315	887	714	
OCTUBRE	1,689		1,179	80	391	891		
NOVIEMBRE	1,478		917	1,392	617	1,116		
DICIEMBRE	1,242					954		

**INFORME  
FOTOGRAFICO**



Vista de la máquina perforadora en el proceso de realización del sondeo No. 7 ubicado  
En la esquina Sur-Ote

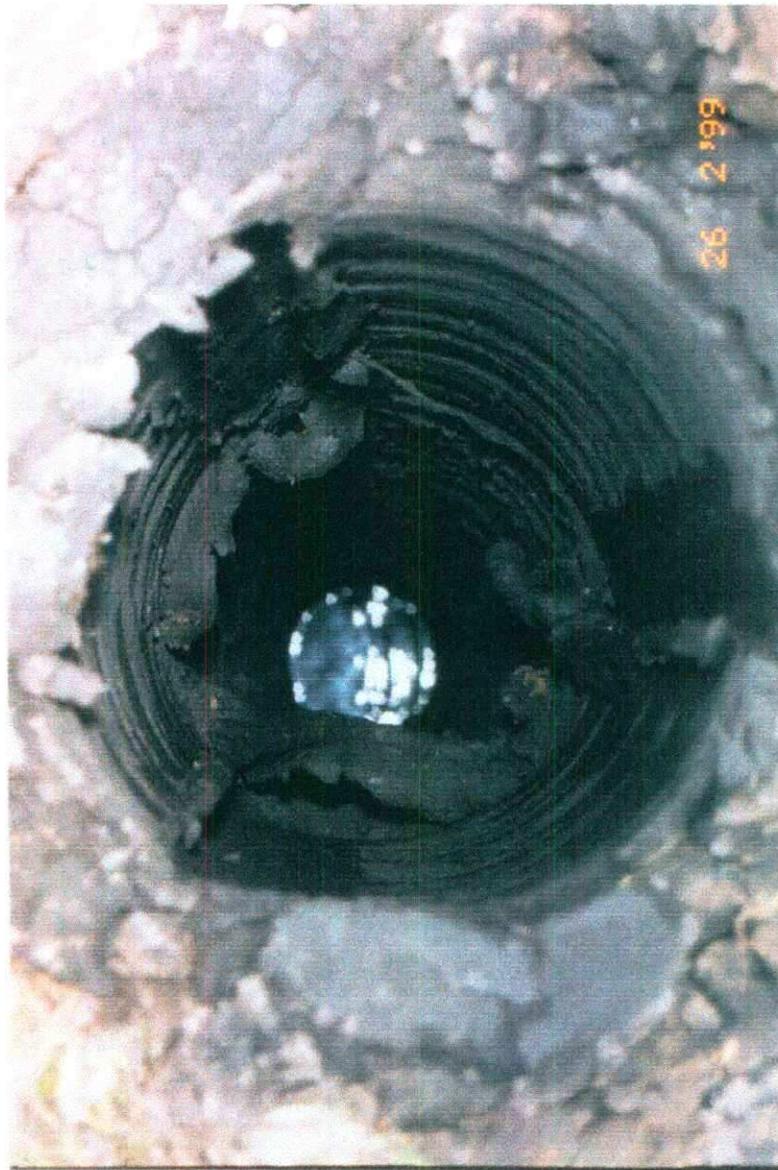


En la espiral se aprecia la arcilla adherida por exceso de humedad



Sondeo No. 7

En el piso se aprecia el producto de la perforación, identificado como Arcilla de alta plasticidad, con exceso de humedad, su consistencia es la de un lodo.



Sondeo No. 6  
Vista hacia su interior, donde se aprecia el espejo de agua.



Fachada poniente  
Protección en la salida de la bajada del agua pluvial, que la conduce  
hacia el exterior y evita que penetre al subsuelo.



# ESTUDIO DE NIVELES, DEFORMACIONES Y MORFOLOGIA DE FALLAS

## 1. PROCEDIMIENTO Y OBJETIVOS.

Con este procedimiento se localizaron los focos de las fallas, así como también se determinó cómo se están desplazando los elementos estructurales ( Columnas ) y no estructurales ( pisos y muros ).

Como inicio, se determinaron con aparato de tránsito y estadal los niveles de los pisos de las áreas de servicio ( Comedor, Área de Entrenamiento y Baños ), así como de áreas de Administración. También se determinaron los niveles de piso del perímetro de la nave.

Por otro lado, se revisaron los plomos de las columnas exteriores frontales y de las columnas interiores que dividen a las oficinas de la nave. También los plomos de los muros interiores fueron revisados.

Se hizo un levantamiento de las grietas localizadas en muros, así como de las aberturas de plafones.

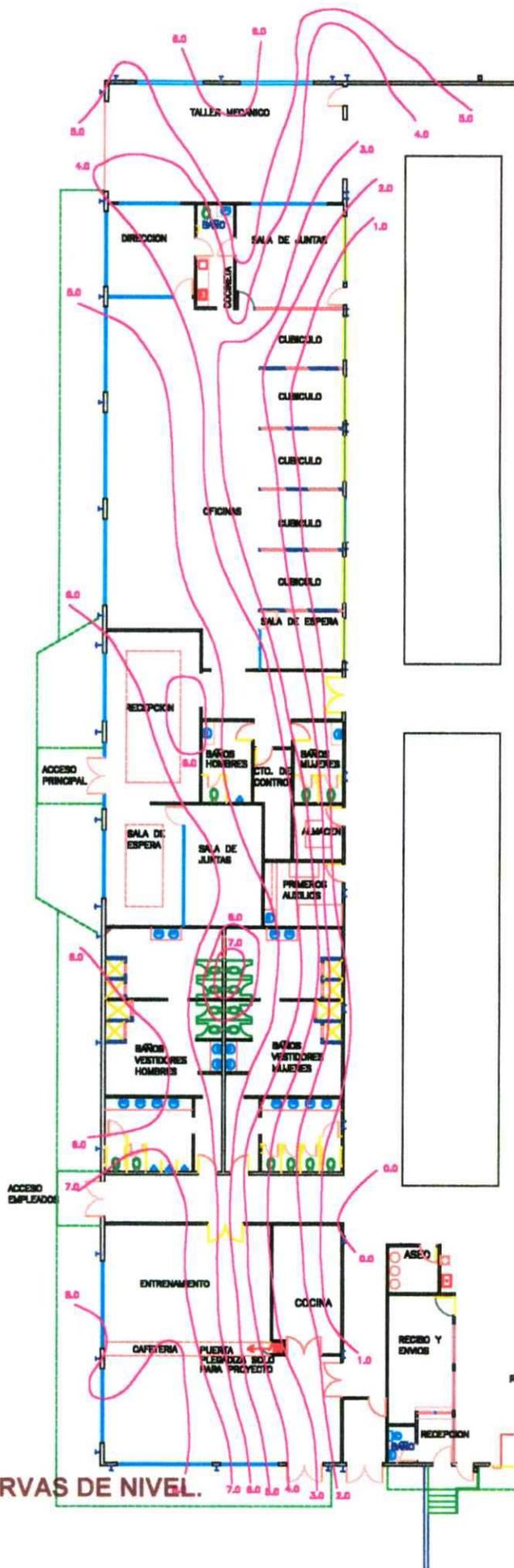
Se colocaron testigos, los cuales consisten en una señal que se coloca en los bordes de la grieta para comprobar si ésta continúa ensanchándose o si permanece invariable. Estos consistieron en colocar dos clavos en ambos lados de la grieta, sobresaliendo del nivel de paramento, tomándose la medida entre ambos clavos con un vernier, para determinar con cierta exactitud, las variaciones experimentadas por la grieta durante un plazo de tiempo determinado.

ND - 01



2. PLANO DE NIVELES DE PISO.

ND - 02



3. PLANO DE CURVAS DE NIVEL.



# ESTUDIO DE NIVELES, DEFORMACIONES Y MORFOLOGIA DE FALLAS

## 1. PROCEDIMIENTO Y OBJETIVOS.

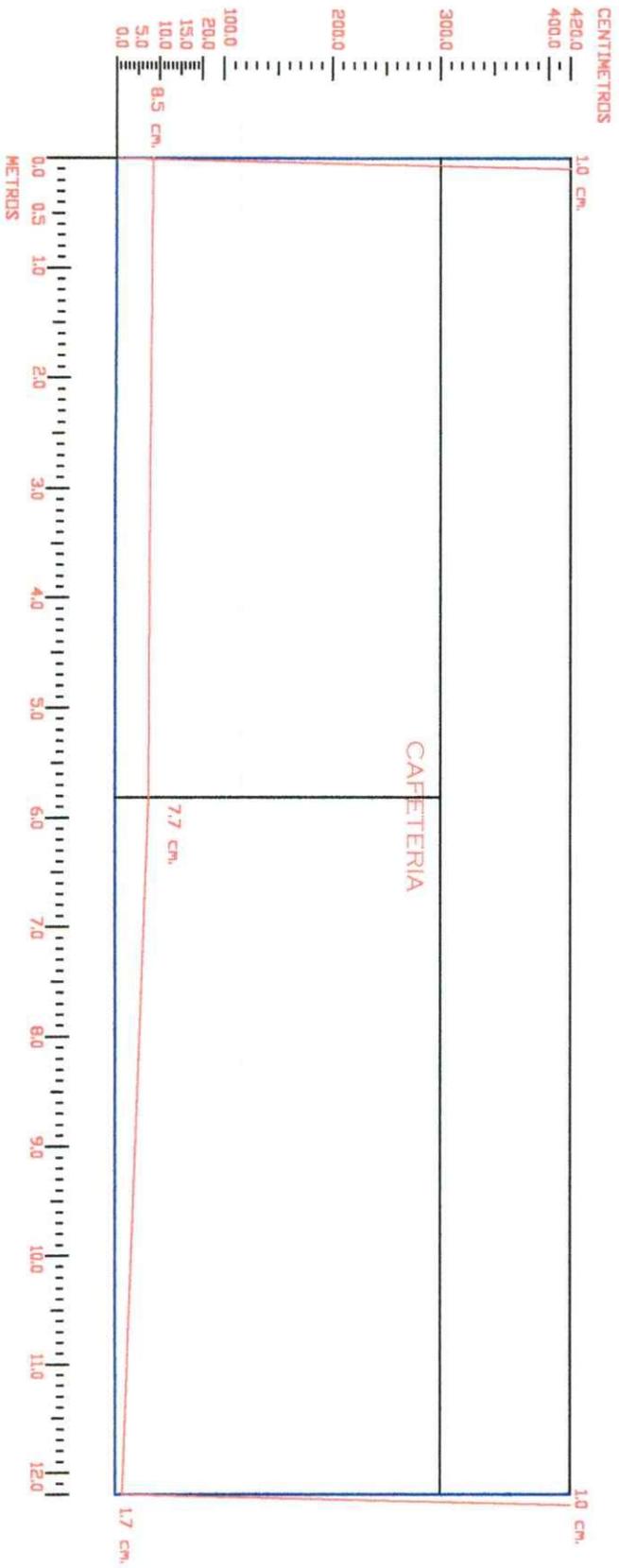
Con este procedimiento se localizaron los focos de las fallas, así como también se determinó cómo se están desplazando los elementos estructurales ( Columnas ) y no estructurales ( pisos y muros ).

Como inicio, se determinaron con aparato de tránsito y estadal los niveles de los pisos de las áreas de servicio ( Comedor, Área de Entrenamiento y Baños ), así como de áreas de Administración. También se determinaron los niveles de piso del perímetro de la nave.

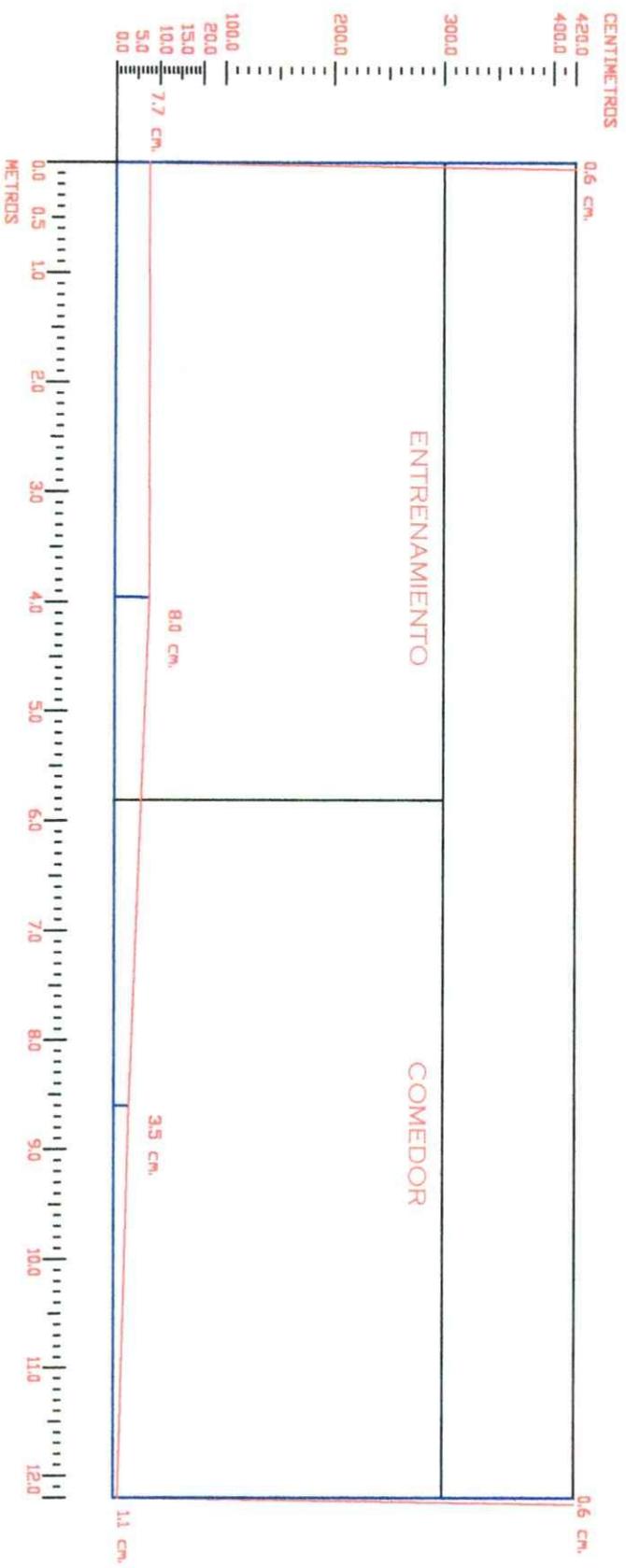
Por otro lado, se revisaron los plomos de las columnas exteriores frontales y de las columnas interiores que dividen a las oficinas de la nave. También los plomos de los muros interiores fueron revisados.

Se hizo un levantamiento de las grietas localizadas en muros, así como de las aberturas de plafones.

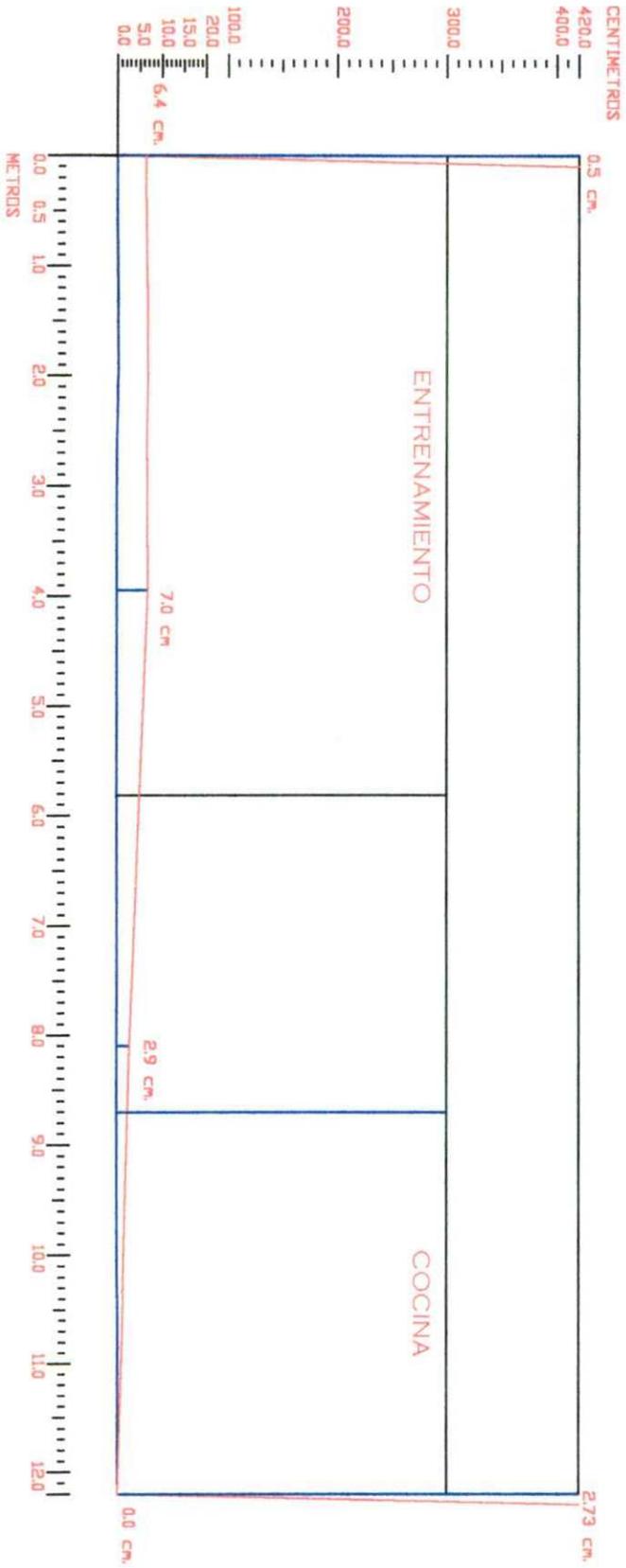
Se colocaron testigos, los cuales consisten en una señal que se coloca en los bordes de la grieta para comprobar si ésta continúa ensanchándose o si permanece invariable. Estos consistieron en colocar dos clavos en ambos lados de la grieta, sobresaliendo del nivel de paramento, tomándose la medida entre ambos clavos con un vernier, para determinar con cierta exactitud, las variaciones experimentadas por la grieta durante un plazo de tiempo determinado.



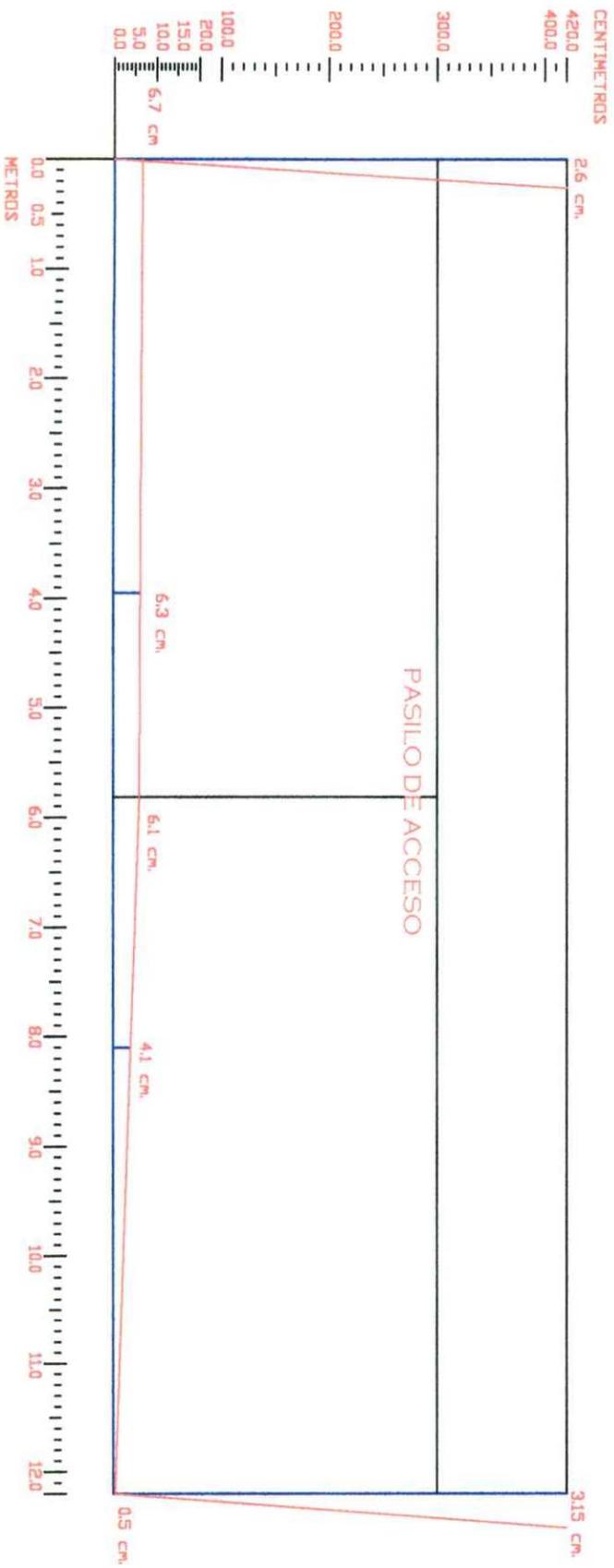
CORTE 1 - 1' :



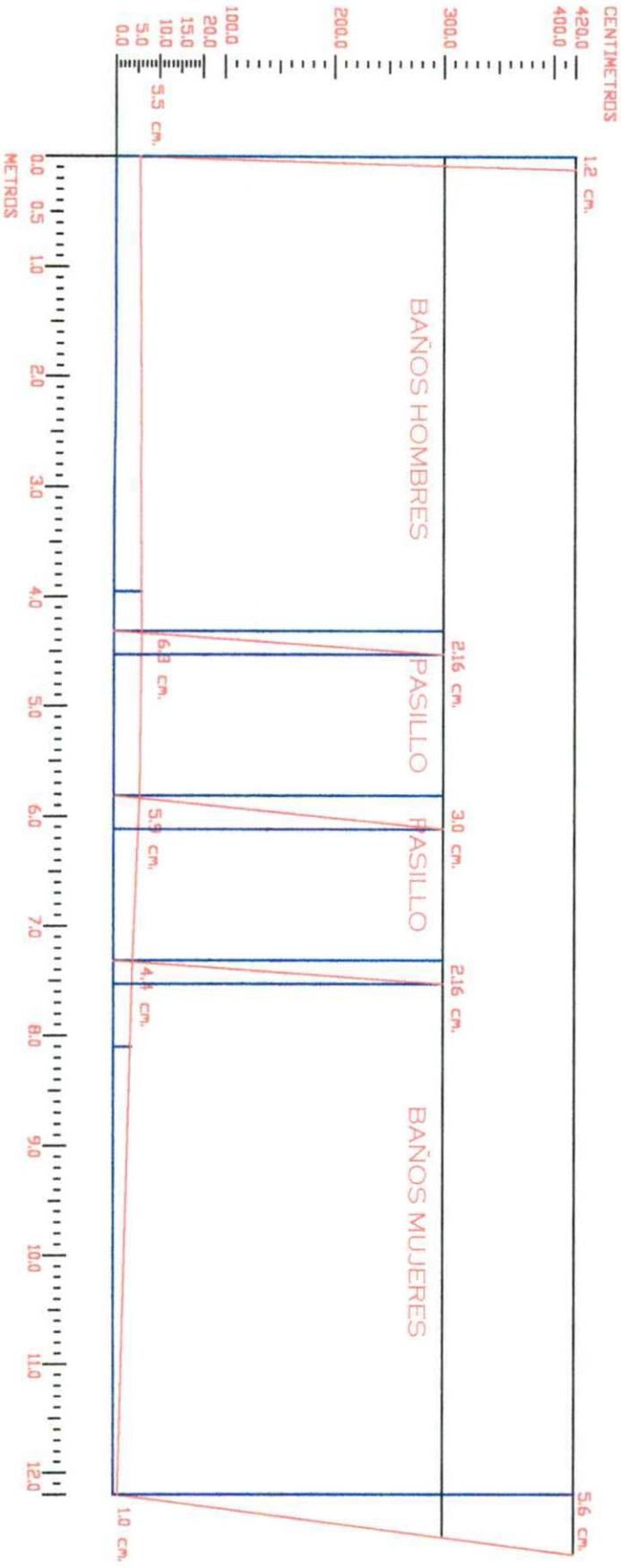
CORTE 2 - 2' :



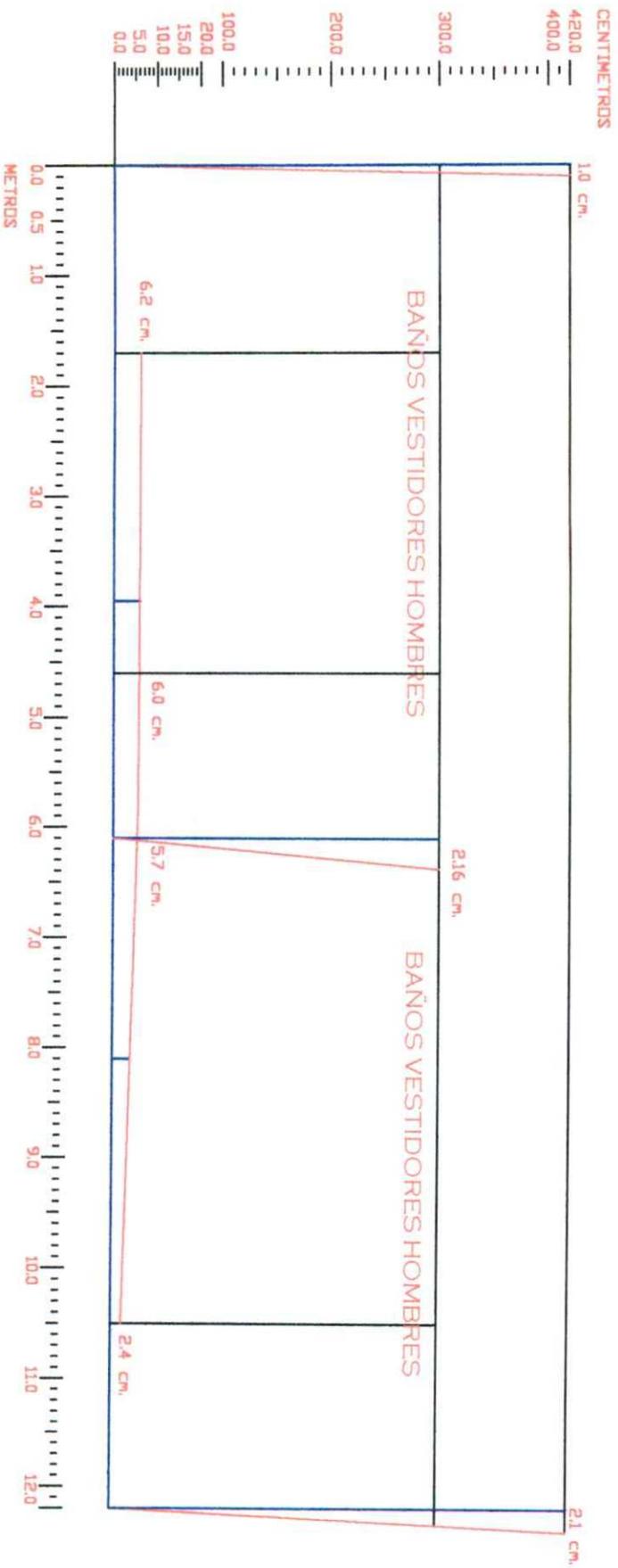
CORTE 3 - 3' :



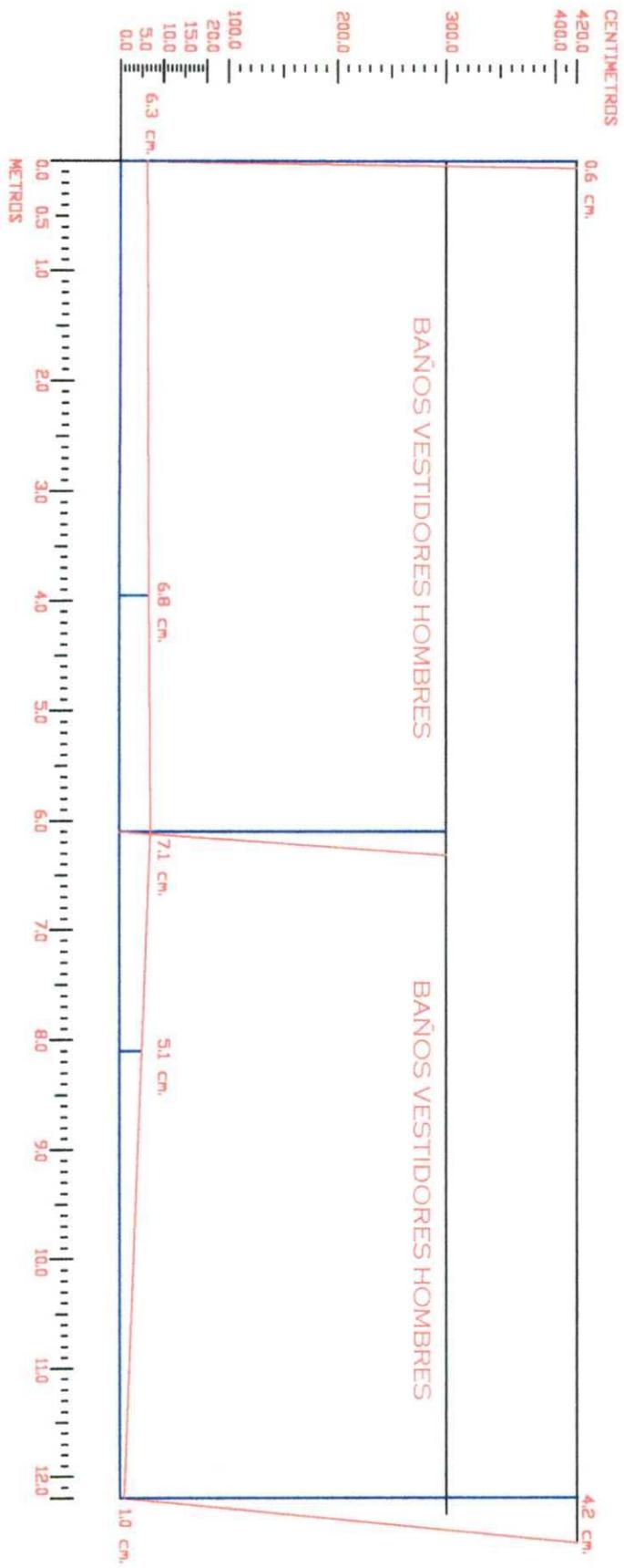
CORTE 4 - 4' :



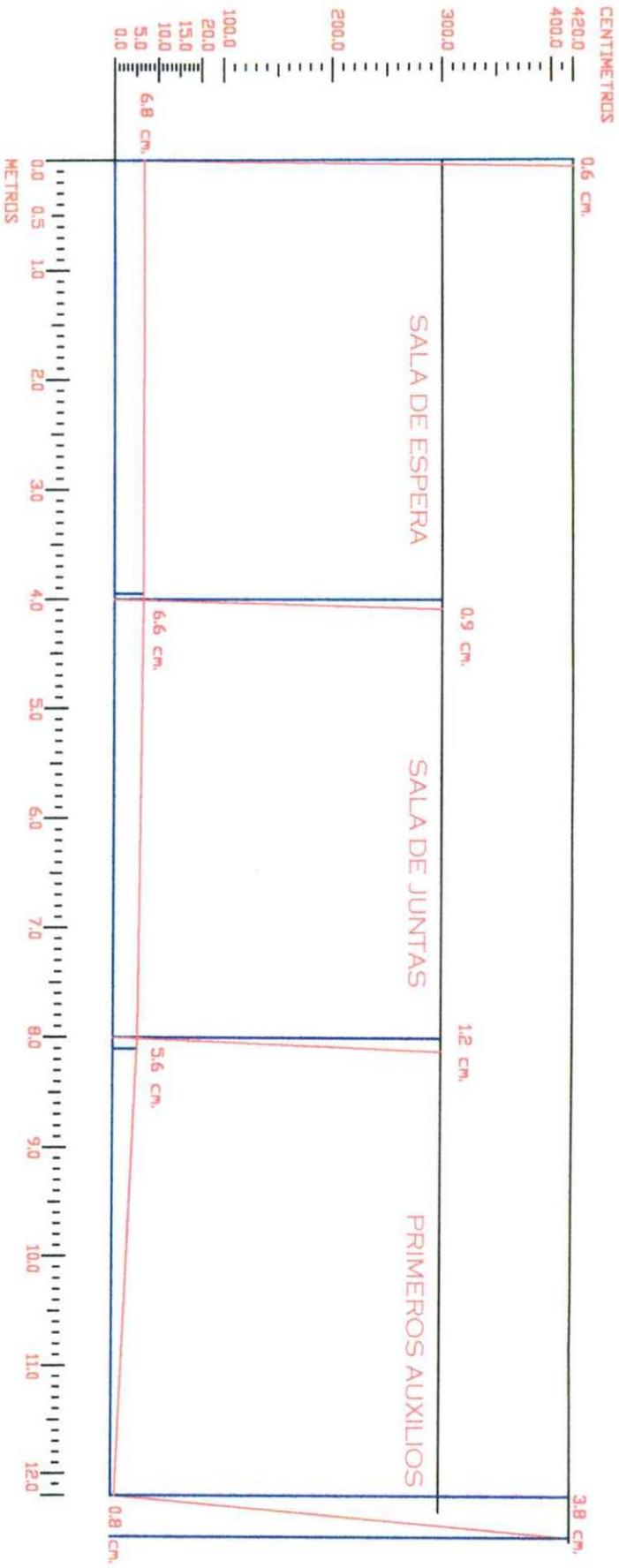
CORTE 5-5' :



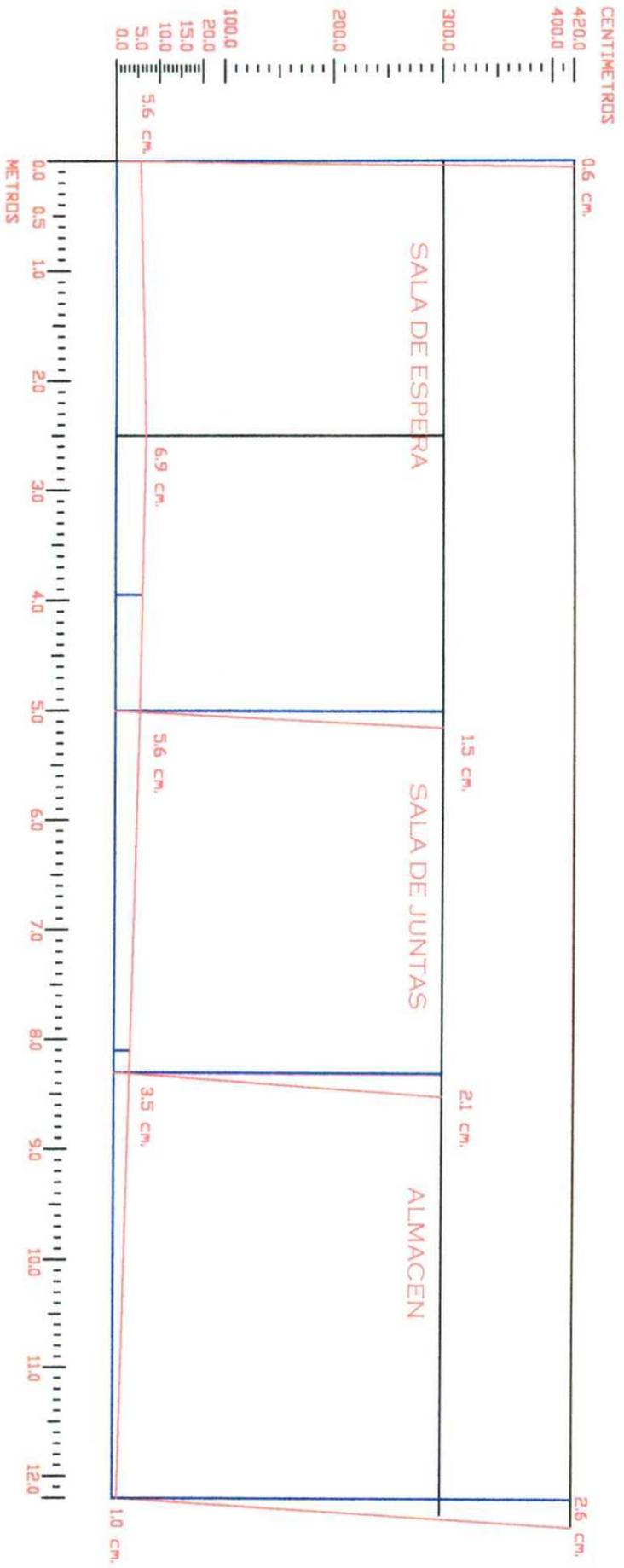
CORTE 6 - 6' :



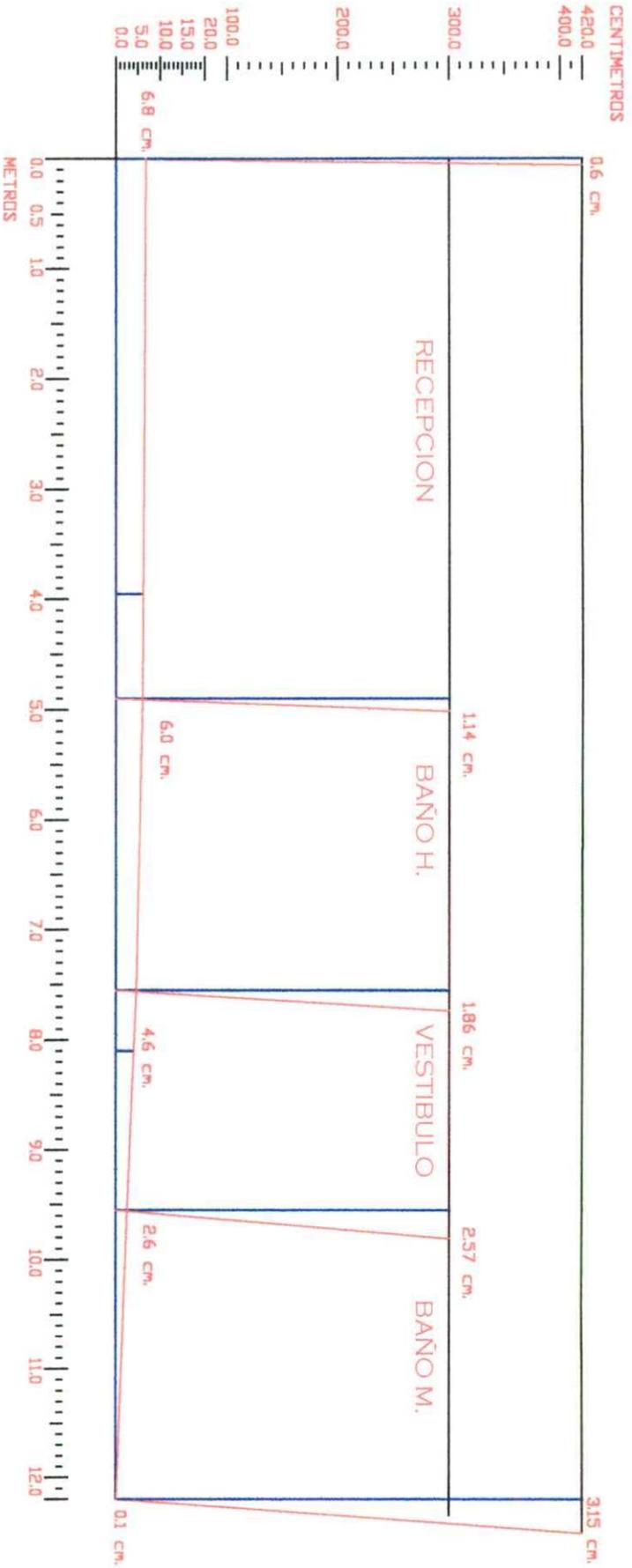
CORTE 7 - 7' :



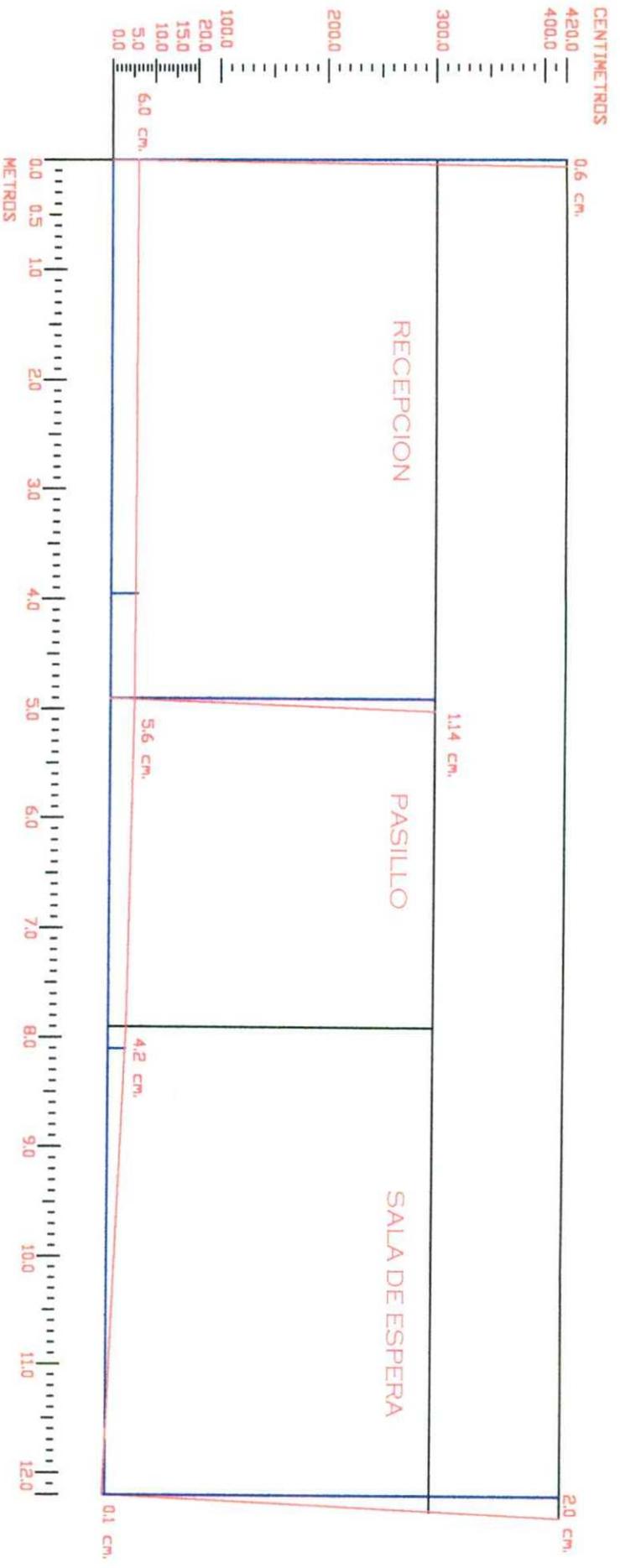
CORTE 8 - 8' :



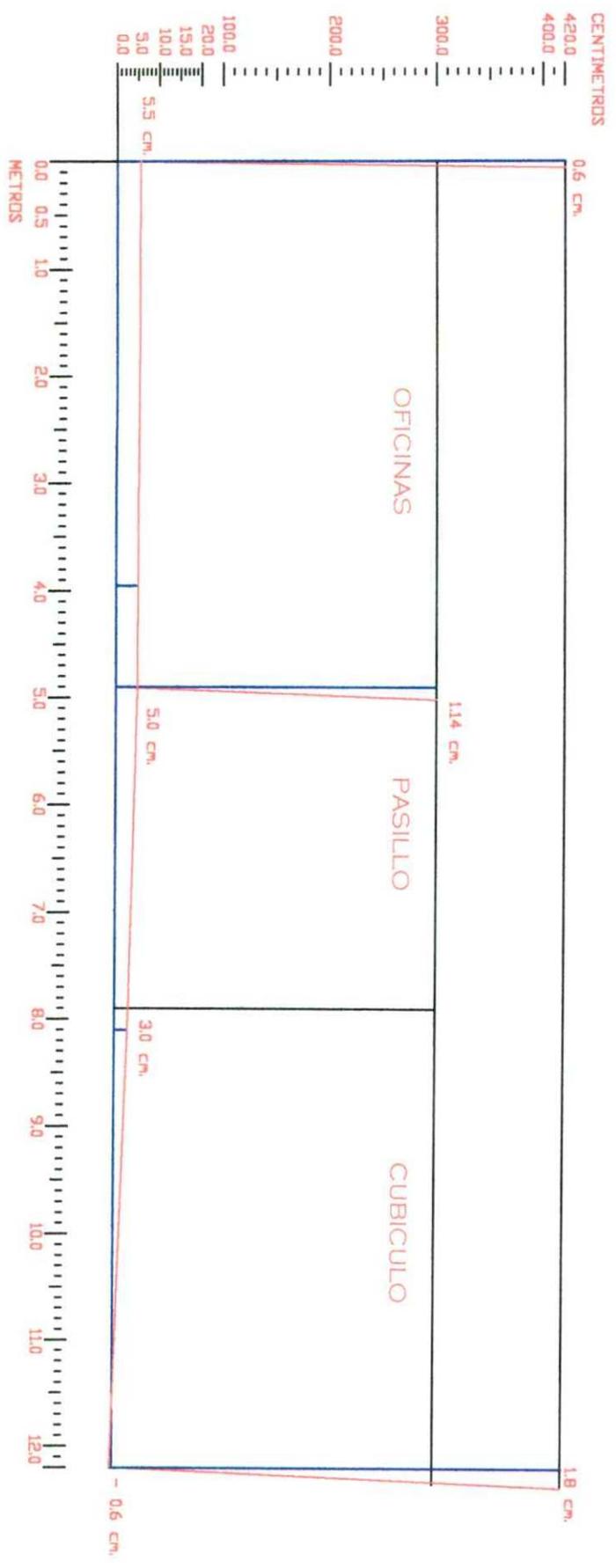
CORTE 9 - 9' :



CORTE 10-10':

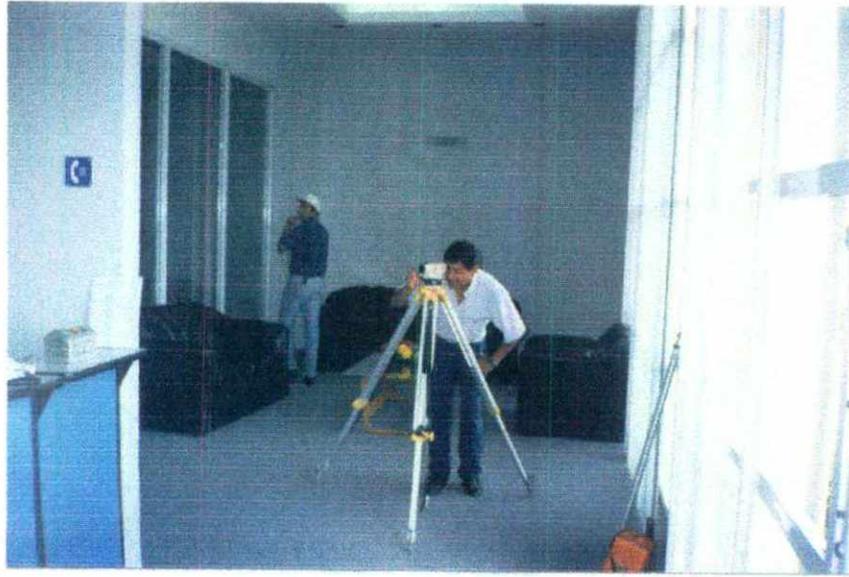


CORTE 1 1 - 1 1' :

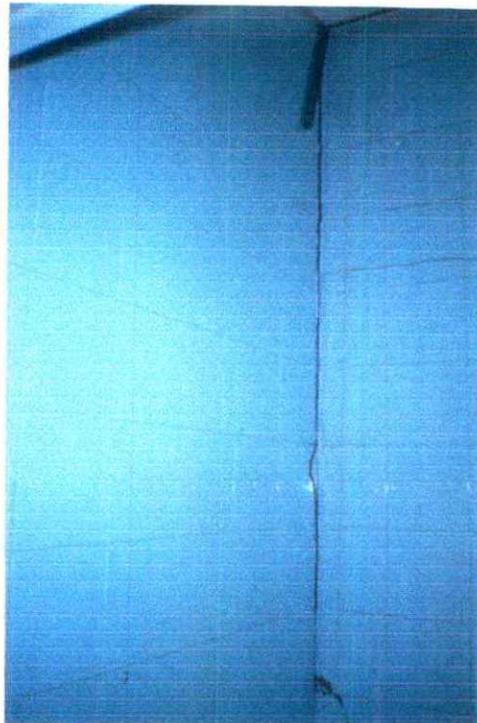


CORTE 12 - 12' :

5. REPORTE FOTOGRAFICO.



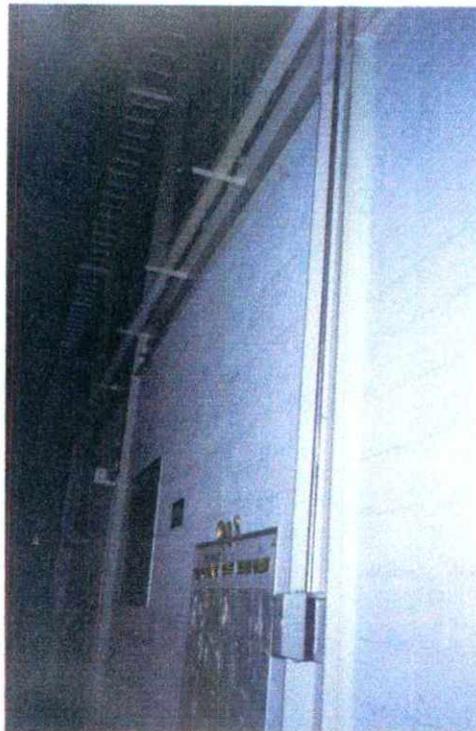
**Toma de niveles con equipo topográfico en Recepción**



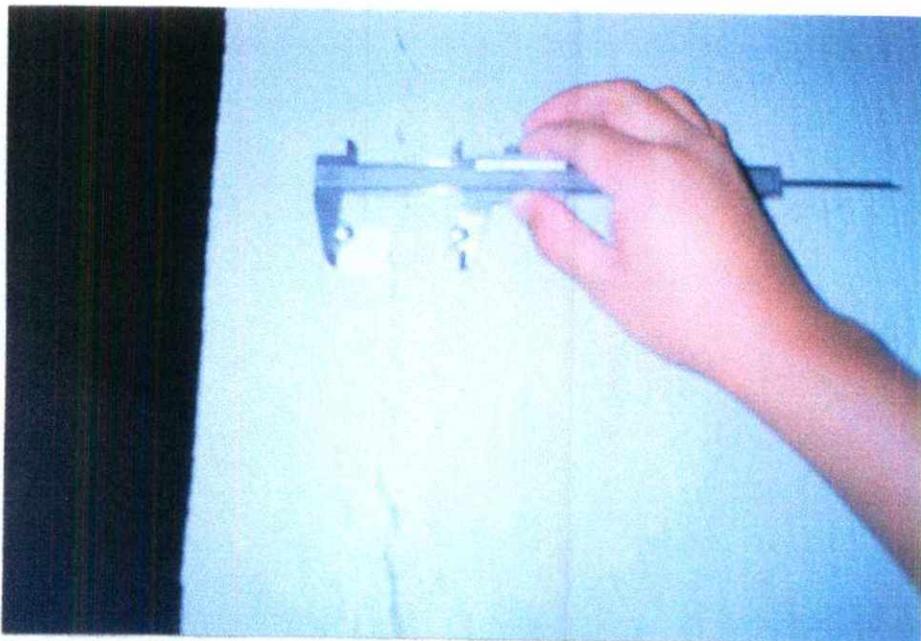
**Separación entre muros de block**



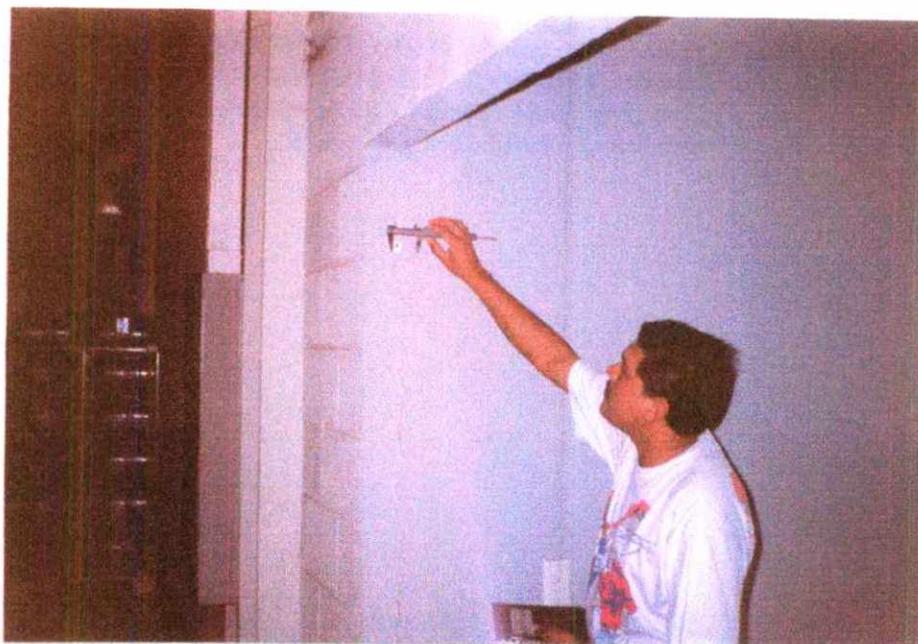
**Grietas con separación entre plafones y muros**



**Nótese curva de muro de mampostería con respecto a trabe metálica**



**Testigo a base de clavos a ambos lados de grietas**



**Toma de lecturas con vernier**

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anterior, se observa que los pisos más levantados, así como los muros más agrietados, se localizan en las áreas correspondientes a Baños, tanto de Obreros, como de Oficinas. También se observa un mayor levantamiento en la esquina sur-oriente de la edificación, donde se localizaba la fuga de la red de riego.

Por otro lado se comprobó que los muros en dirección sur a norte se están levantando en su parte sur, empujando a los muros perpendiculares a ellos y provocando que éstos a su vez se fracturen y se desplomen en dirección norte.

También se verificó que la estructura comienza a ser afectada, ya que las columnas también están desplomadas en mayor medida en el área de Baños que en otras áreas. ( ver plano ND-1 ).

De la colocación de testigos, se deberá dar continuidad a su medición para tener una referencia de los futuros movimientos.



## PRUEBAS HIDROSTATICAS

### 1. PROCEDIMIENTO Y OBJETIVOS.

#### **Pruebas de Hermeticidad**

Las pruebas de hermeticidad se realizan en las instalaciones hidráulicas para verificar si se tienen o no fugas en las uniones roscadas, soldadas, etc.

Las pruebas de hermeticidad en forma general se clasifican como sigue:

- 1.- Prueba hidrostática
- 2.- Prueba a tubo lleno
- 3.- Prueba a columna llena.

En nuestro caso se aplicarán sólo las dos primeras, cuyo procedimiento de prueba se explica a continuación.

### **Prueba hidrostática**

Esta se realiza en las tuberías de agua fría, agua caliente, retornos de agua caliente, de vapor, de condensados, etc. Es decir, solamente en las instalaciones hidráulicas.

Se llevan a cabo, introduciendo agua fría a presión en las tuberías correspondientes con la ayuda de una bomba de mano o bomba de prueba, o bien por otros medios similares. Cuando la prueba se realiza con ayuda de la bomba de prueba, en la tubería de descarga de dicha bomba se acopla un manómetro cuya escala normalmente esta graduada en  $\text{kg/cm}^2$  o su equivalencia en libras/pulg.2. El valor de la presión a que debe realizarse la prueba hidrostática depende del tipo de servicio, características de las tuberías, conexiones, válvulas de control y válvulas de servicio instaladas, además de otras condiciones de operación.

Las tuberías de agua fría, caliente y retorno de agua caliente, se prueban a presiones promedio de 7 a 8  $\text{kg/cm}^2$ , presiones mayores ocasionan daños irreversibles a las uniones de las tuberías y a las partes interiores de las válvulas.

Una vez que se ha introducido el agua dentro de las tuberías, alcanzando la presión deseada, se deja un mínimo de 2:00 horas para ver si las conexiones y sellos están en perfecto estado y la instalación exenta de fallas.

### **Prueba a tubo lleno**

Esta prueba se realiza en los desagües horizontales, solamente llenando de agua las tuberías correspondientes sin presurizarla, el tiempo de la prueba, principalmente a niveles superiores a la planta baja en PVC sanitaria, debe ser como máximo de 4:00 horas por reglamento. En la practica siempre se ha considerado que el tiempo de prueba especificado por reglamento es mucho. Por lo anterior se aconseja reducir el tiempo de esta prueba. La disminución rápida de niveles determinan la existencia de fugas.

## 2. RED HIDRÁULICA.

### Pruebas Hidrostatica en Ramales Hidraulicos

PBA. NO.	AREA	MUEBLES	HORAS	KG. PRESION	DIF. KG.	DIF. HORAS
1	COCINA	TARJA	16H33'	7.00		
			17H00'	6.00	1.00	0:27'
			18H33'	4.50	2.50	2:00'
2	BAÑOS Y VESTIDORES H.	LAVABOS	11H05'	7.00		
			12H40'	4.00	3.00	1:35'
			13H05'	3.50	3.50	2:00'
3	LAVABOS Y W.C.		13H30'	7.00		
			14H43'	3.50	3.50	1:13'
			15H30'	2.50	4.50	2:00'
4	LAVABOS Y REGADERAS 1		12H10'	7.00		
			12H40'	5.00	2.00	0:30'
			14H10'	1.00	6.00	2:00'
5	LAVABOS Y REGADERAS 2		14H00'	7.00		
			15H20'	4.00	3.00	1:20'
			16H00'	3.00	4.00	2:00'
6	BAÑOS Y VESTIDORES M.	LAVABOS	15H:20'	7.00		
			16H20'	6.60	0.40	1:00'
			17H20'	6.30	0.70	2:00'
7	W.C.		15H36'	7.00		
			16H00'	0.50	6.50	0:24'
8	OFICINAS	BAÑOS HOMBRES	16H52'	7.00		
			18H28'	4.50	2.50	1:36'
			18H52'	4.00	3.00	2:00'
9		BAÑOS MUJERES	17H19'	7.00		
			18H27'	2.00	5.00	1:08'

### PRUEBA FISICA A HIDRONEUMATICO

PBA No	DESCRIPCION	HORAS	KG PRESION	DIF KG	DIF HORAS
1	Lectura de Manómetro entre arranque de bomba	13:33'05" 15:48'15"	2.20 1.10	1.10	2H15'

### PRUEBAS DE DESCARGA

PBA No	DESCRIPCION	No. Desc.	Lts /Desc.	Lts /Perd.	Lts /dia
1	Descarga de Fluxometro de mueble sanitario. entre arranque de bomba, por la perdida de presión de 2.2 kg/cm <sup>2</sup> a 1.1 kg/cm <sup>2</sup> .	30.00	10.00	300.00	3,214.29

### 3. RED SANITARIA.

**PRUEBAS A TUBO LLENO EN RAMALES SANITARIOS.**

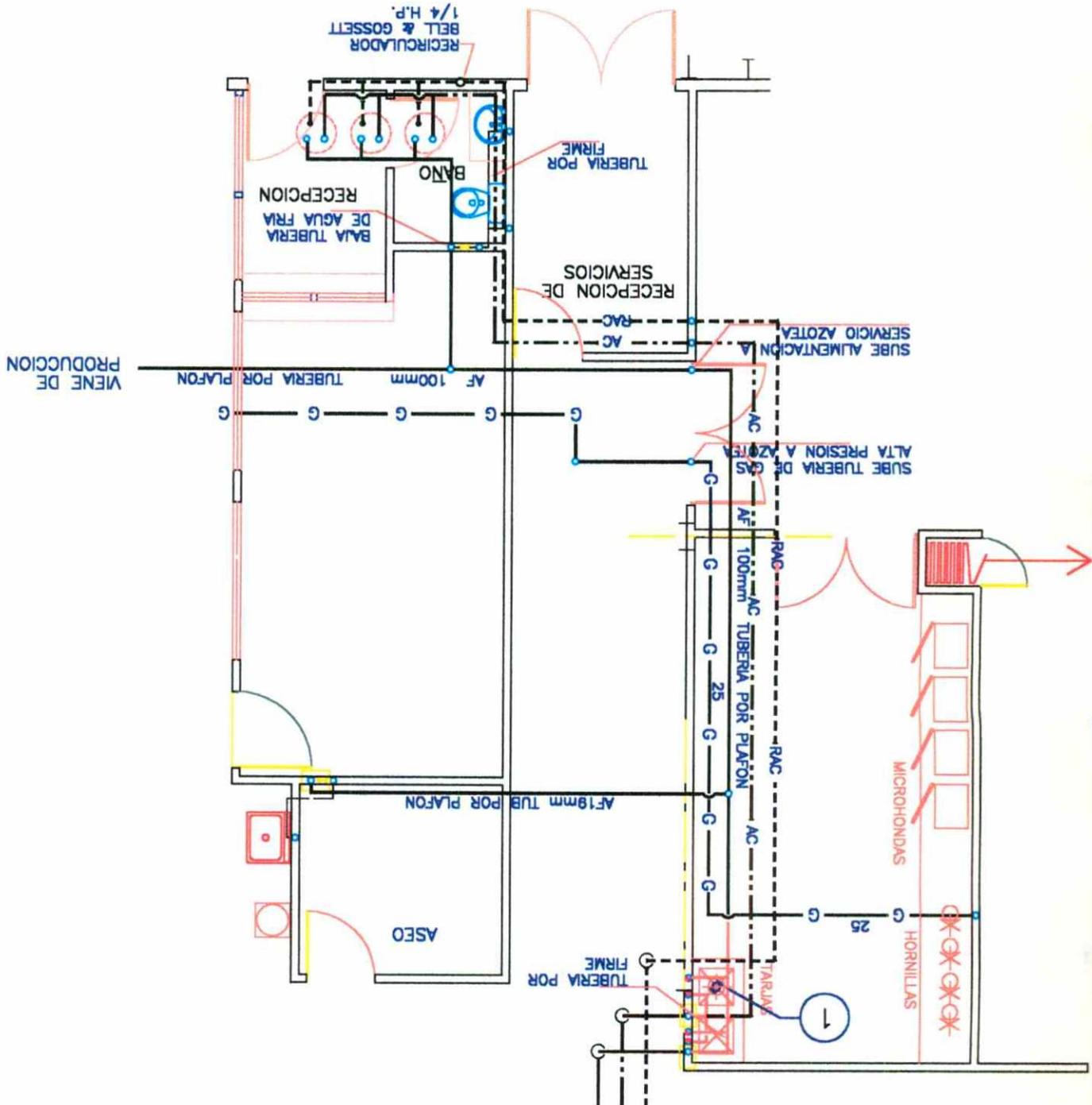
RAMAL	AREA	MUEBLES	HRS PBA	TUBERIA	LECT 1	LECT 2
1	Cocina y Baños de Recibo y Envios.	Tarja, Lavabo y W.C.	4.00	4" diam. PVC	0.00	- 0.30
2	Baños Generales.	W.C.	0.25	4" diam. PVC	0.00	- 0.30
3	Baños Generales.	w.c. Lavabos, y regaderas	1.00	4" diam. PVC	0.00	- 0.30
4	Baños de Oficinas	lavabos, mingitorios y w.c.	1.00	4" diam. PVC	0.00	0.00
					0.00	
					0.00	
5	Baños de Gerencia	lavabo y w.c.	1.00	4" diam. PVC	0.00	- 0.20
6	Ramal Principal	Entre R-E y R-B	0.25	8" diam. Albañ.	0.46	0.55

#### 4. PLANOS DE LOCALIZACION.

PH - 01

COCINA - ASEO Y S.S. AREA DE ENTRENAMIENTO - RECIBO Y ENVIOS

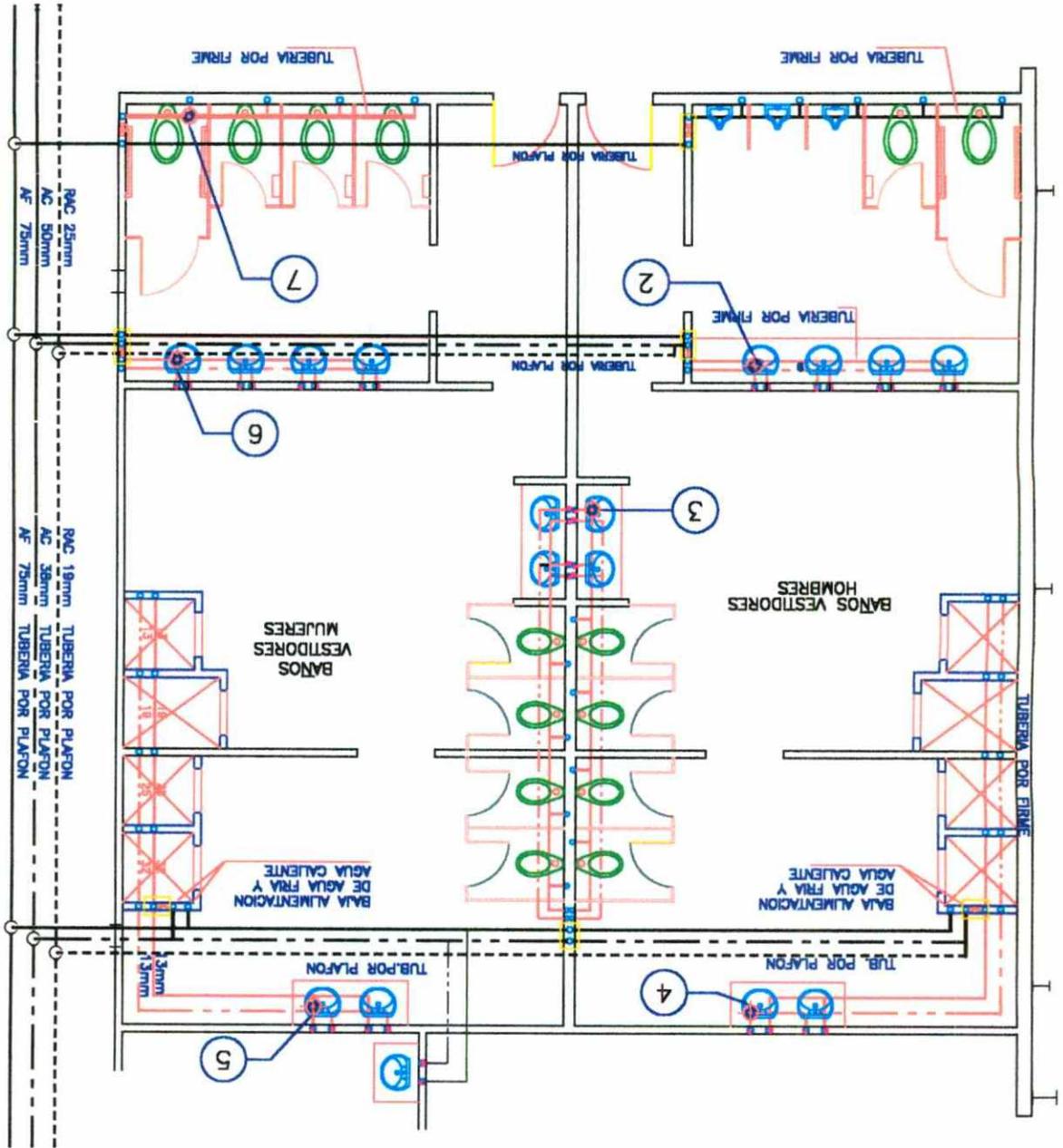
# PRUEBAS HIDROSTATICAS



PH - 02

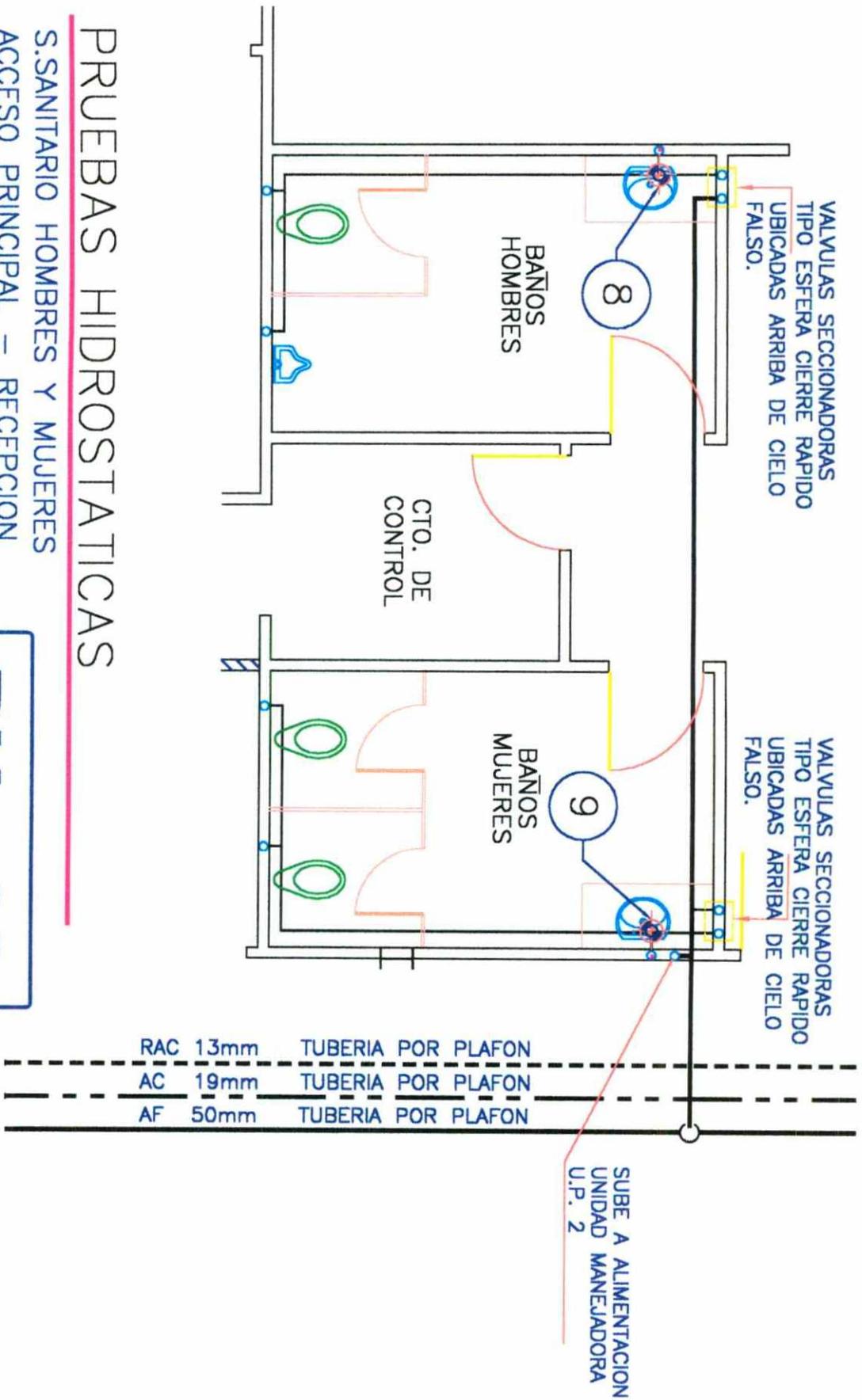
BAÑOS-VESTIDORES AREA DE  
EMPLEADOS HOMBRES - MUJERES

PRUEBAS HIDROSTATICAS



**PRUEBAS HIDROSTATICAS**  
**S.SANITARIO HOMBRES Y MUJERES**  
**ACCESO PRINCIPAL - RECEPCION**

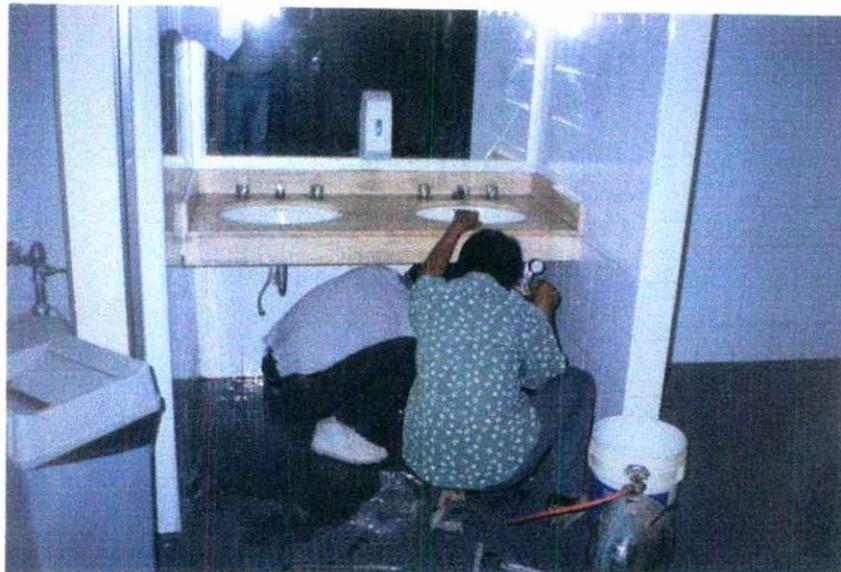
**PH - 03**



**5. REPORTE FOTOGRÁFICO.**



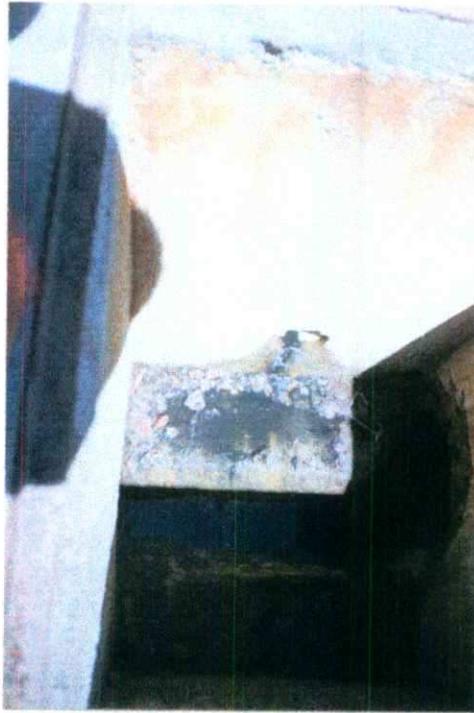
**Conexión de manómetro para Pruebas Hidrostáticas**



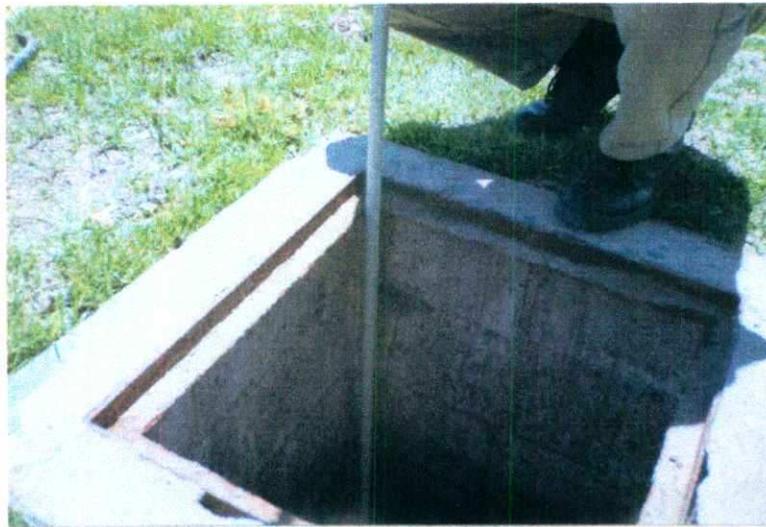
**Toma de lecturas de Pruebas Hidrostáticas en líneas Hidráulicas**



**Bombeo manual para someter la línea a una presión de 7 kg/cm<sup>2</sup>**



**En este ramal se observa el arrastre de tierra y lodo**



**Lectura de niveles en fosa séptica**

## 7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas hidrostática, realizadas en las áreas de servicios a las líneas hidráulicas, las cuales fueron sometidas a 7.0 kg/cm<sup>2</sup> de presión, se apreciaron pérdidas promedios de entre 3.0 a 5.0 kg/cm<sup>2</sup> en las pruebas No. 2,3,5,8 y 9, las cuales se interpretan como considerables. En la prueba No. 6 se observó que la pérdida fue escasa, de 0.70 kg/cm<sup>2</sup>. Por último en la prueba No. 7 se observó una pérdida de presión muy notable, con un descenso de 6.5 kg/cm<sup>2</sup> en un rango de tiempo muy corto, datos que se pueden apreciar en el reporte de pruebas anexa y que nos confirma la existencia de fugas de agua potable. Otra prueba que corrobora la existencia de dichas fugas, es la que se hizo al equipo hidroneumático, el cual pierde presión de 1.10 kg/cm<sup>2</sup> en un lapso de tiempo de 2 horas y 15 minutos, al cabo de los cuales se activa la bomba de alimentación de agua de servicio, para hacer cíclica esta operación en el mismo rango de tiempo. Adicionalmente la prueba de descarga nos indica un gasto o pérdida de agua potable en estas líneas hidráulicas de 3,214 litros/día, que por 4 años de operación nos arroja un total de 3'466,800 lts.

Por otro lado, si consideramos que existe un gasto de 3 lts./min. en un tubo de 1/2" de diámetro con una presión de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>, nos da como resultado un total de 6' 220,000 lts. en el mismo periodo de 4 años. Por lo anterior podemos concluir que dichas pérdidas son considerables y éstas a su vez, representarían una altura de nivel de agua infiltrada en el subsuelo del área construida ( 70.00 x 80.00 m.) de 0.82 m. y de 1.11 m. respectivamente.

Para el caso de las pruebas a Tubo Lleno, que se realizaron en los distintos ramales sanitarios de las zonas de servicio, se observaron disminución de niveles en los ramales No. 1,2,3 y 5 cuyos comportamientos son variables en la pérdida de agua. El que manifiesta una mayor pérdida de nivel es el ramal principal No. 6, ubicado entre registros, el cual está construido con tubería de cemento de 8" de diámetro. Por último el ramal No. 4, que corresponde a los baños de oficinas no presenta pérdidas notorias que presuman una fuga. En el caso de los ramales que manifiestan pérdidas, es evidente que existen fracturas en las tuberías sanitarias de PVC y sobre todo en las de cemento, las cuales fueron causadas por las fugas de las tuberías de agua potable que se filtraron al subsuelo.

# VI

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1.- La planta está ubicada sobre Arcilla de ALTA PLASTICIDAD, con saturación alta. Esta saturación ha sido provocada por fugas diversas de las redes de agua potable y drenaje, dando como resultado cambios volumétricos de dicho estrato, así como una disminución de la capacidad de carga admisible.

2.- Se deberá reparar o sustituir la totalidad de las redes hidráulicas y de drenaje dañadas. Esto es con la finalidad de atacar las causas que han propiciado las anomalías que presenta actualmente la planta.

3.- Se aconseja tratar de que la mayoría de las instalaciones sea visible, o bien empotrada en muros, a fin de poder verificar en el futuro que su funcionamiento sea correcto. Asimismo se recomienda la instalación de un medidor del consumo de agua potable en la línea hidráulica aérea que abastece las zonas de baños.

4.- En la zona de baños de trabajadores, se recomienda desligar los muros que están interactuando (Puntos 5 y 6 de propuesta original de 12 puntos de Monroe), demoliendo dichas mochetas.

5.- Es conveniente esperar un tiempo de 60 días después de hacer las reparaciones, para realizar las reparaciones definitivas de las grietas. Estas no deberán volverse a presentar, siempre y cuando no existan más infiltraciones de agua al subsuelo.

6.- En cuanto a la capacidad de carga admisible actual del terreno a la profundidad de desplante de las zapatas se determinó que es de 0.7 kg/cm<sup>2</sup> (es decir un 70% de la anterior). Por tanto, para construir un piso adicional sobre el área de oficinas dañada, es factible, siempre y cuando se utilicen cargas lo más ligeras posibles, así como en su caso, reforzar dónde un estudio estructural a fondo lo determine.

Celaya, Gto., 25 de marzo de 1999.

Atentamente

Ing. J. Antonio Velázquez D.  
Director General

# VI REHABILITACIÓN DE DAÑOS

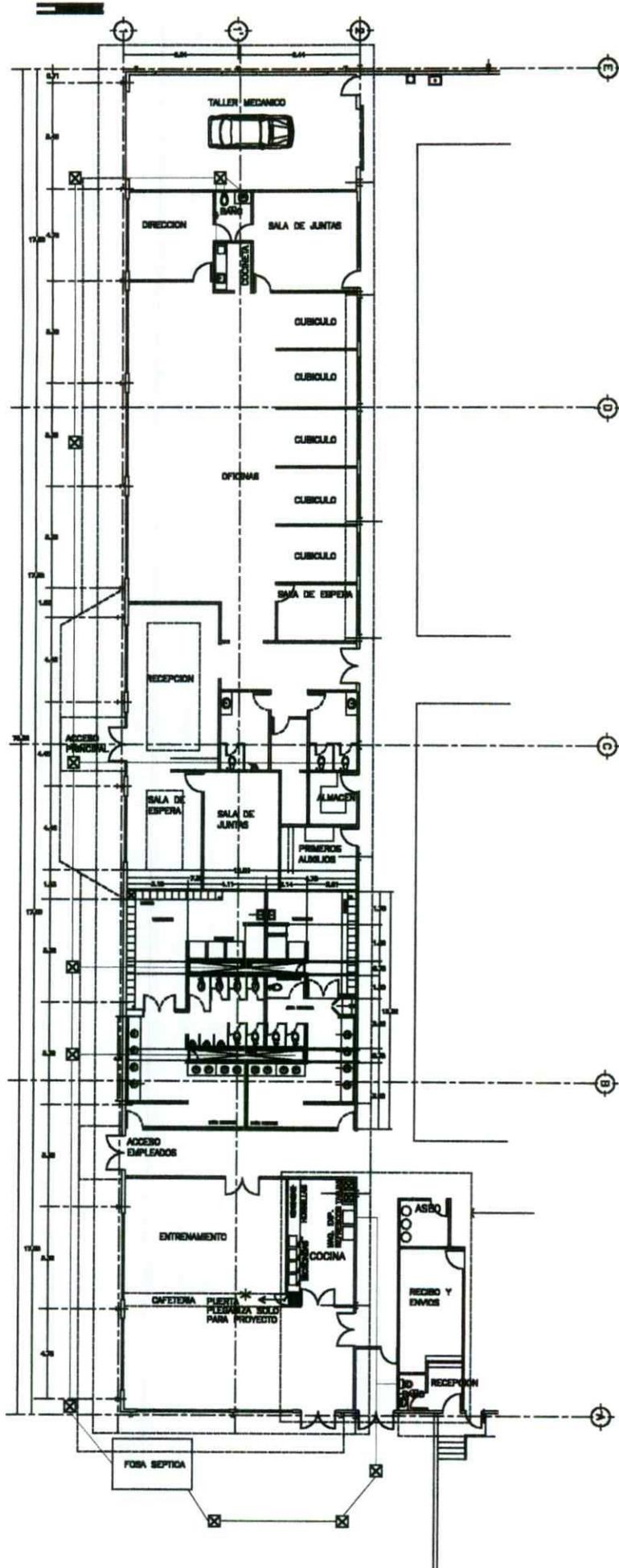
## 1. PROCEDIMIENTO Y OBJETIVOS.

### Planteamiento de Rediseño en baños

Después de varias pláticas y revisiones a los estudios que efectuamos por parte de el área técnica de **Tenneco Automotive** se logro concensar que dado el nivel de daños del área de baños de obreros, y sobre todo para asegurar que en un futuro no ocurrieran fugas y por tanto filtraciones de agua al subsuelo, éstos fueran rediseñados con ductos de instalaciones para poder monitorear éstas. Las demás áreas (oficinas, recepción, salas de juntas, otros baños y planta) serían objeto sólo de reparaciones simples, de tal manera que la imagen de la empresa en general fuera la misma a la que tenia con anterioridad a los daños.

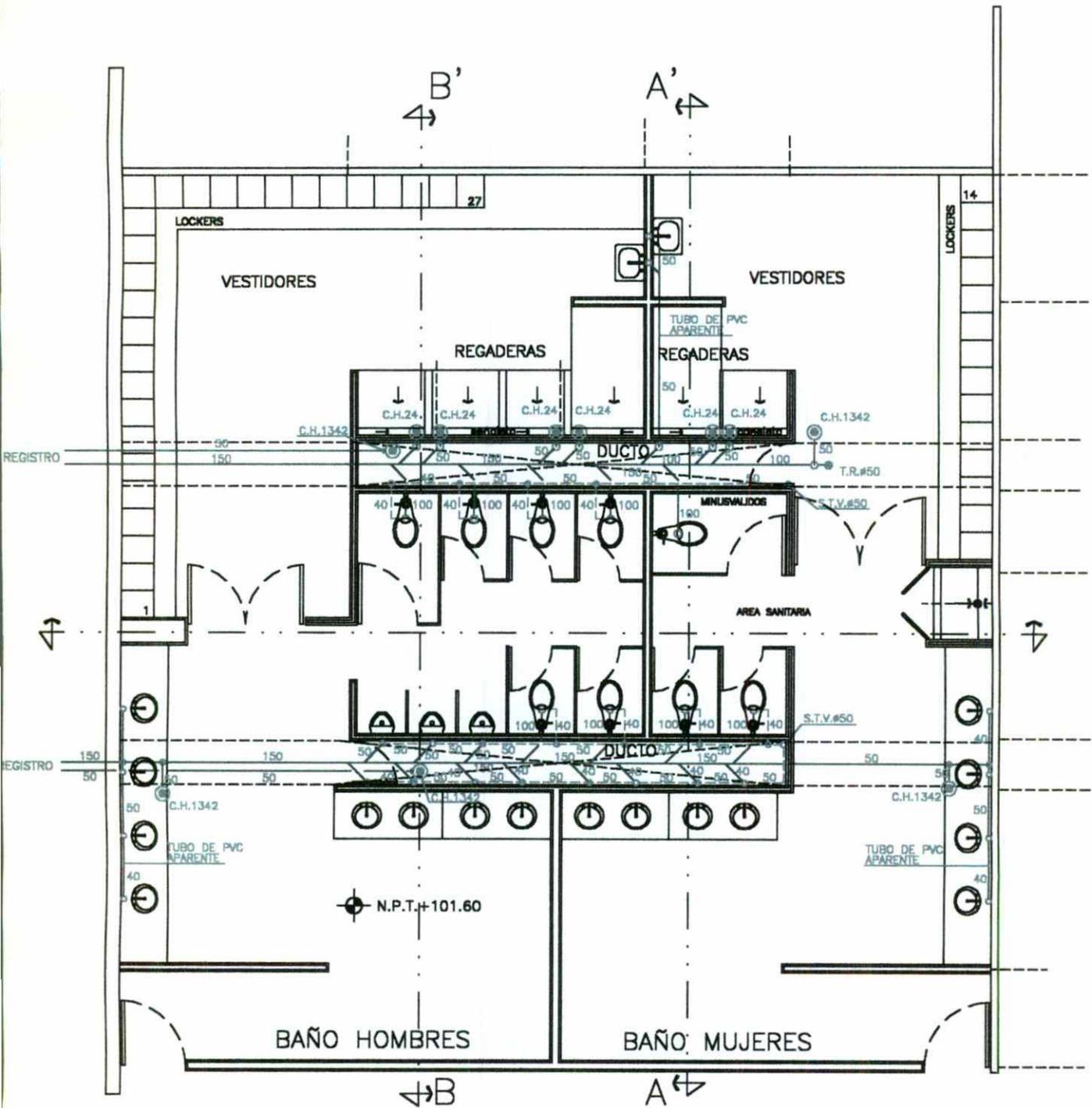
Esta propuesta consideraba como innecesario realizar trabajos de recimentación o de índole estructural, dado que los daños fueron causados por presencia de humedad excesiva en el subsuelo, y al retirar esta causa los efectos se detendrían y ya no se ocasionarían más problemas.

**2. PLANO ARQUITECTÓNICO FINAL.**





### 3. PLANO SANITARIO FINAL



PLANTA DE BAÑO-VESTIDORES OBREROS  
PROPUESTA FINAL

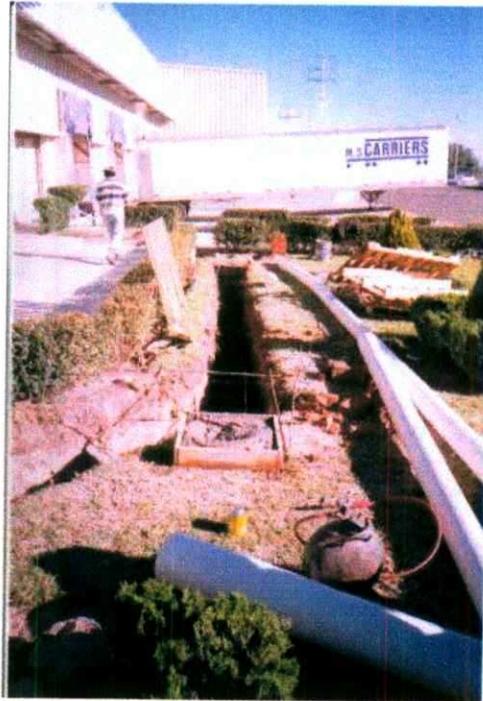
#### 4. PLANO HIDRÁULICO FINAL.



**5. REPORTE FOTOGRAFICO.**



**Demolición de muros de mampostería**



**Nuevo drenaje con PVC**



**Ruptura para ducto de instalaciones**



**Ducto preparado para la colocación de muros de tablaroca**



**Bastidor metálico para muros de tablaroca**



**Juntas de construcción**



**Baños con un 80% de avance**



**Nuevas mesetas para lavabos(el ducto está a sus espaldas)**

## VII

## RESULTADOS UN AÑO DESPUÉS DE LAS REPARACIONES

Se hizo un recorrido en toda la planta acompañados del gerente general, verificando las medidas de los testigos con vernier, observando las reparaciones efectuadas y también se nos entregó un reporte con los consumos de agua potable en el período.

Se puede decir que todo estaba comportándose de la manera esperada, es decir, no había aparecido ninguna grieta, las medidas de los testigos no denotaron prácticamente ningún cambio, y los consumos de agua potable fueron del orden de un 60% menos que los registros de años anteriores.

Como comentario final, podemos mencionar que al término del recorrido el Gerente General nos confió que en U.S.A. desconfiaban de la solución planteada y sólo lo permitieron por el costo considerablemente bajo de dicha solución (alrededor de US 50,000 dls.), puesto que ellos pensaban demoler el área de baños y oficinas y reconstruirlos, así como recimentar la nave industrial.