



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
" ARAGON "

Estudio Proyecto Presupuesto y Regeneración del  
Subsuelo Minado en el Museo Interactivo  
Infantil en el Distrito Federal.

TESIS PROFESIONAL

Que para Obtener el Título de:  
INGENIERO CIVIL

Presenta:

Armando Benítez Huerta  
Generación 1988-1992

Director de Tesis  
Ing. José Paulo Mejorada Mota

San Juan de Aragón, Edo. de Méx.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS:**

**A Dios y a nuestra Escuela la UNAM por haberme dado la fe y elementos para poder alcanzar una meta más en la vida.**

### **A MIS PADRES:**

**Como un reconocimiento a toda una vida de sacrificios y es fuerzas encauzados a brindarme la herencia más preciada a que - pueda aspirar un hijo: Una Profesión.**

### **A MIS HERMANOS:**

**Teresa, Oscar, Andrés, Celia y Luis: Como un humilde ejem plo para aspirar siempre a la superación.**

**A LOS INGENIEROS:**

José Paulo Majorada Mota, Alberto Cruz Elizalde y Javier González Sánchez, por haberme brindado su desinteresada colaboración.

**A JACQUELINE:**

Por apoyarme y alentarme en todo instante.

A todos los profesores y personas que han contribuido en mi formación como profesionista.

**"Estudio Proyecto Presupuesto y Regeneracion  
del Subsuelo Minado en el Museo Interactivo  
Infantil en el D.F."**

CAPITULO			PAGINA
<b>CAPITULO</b>	<b>I</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>	<b>ANTECEDENTES GENERALES</b>	<b>6</b>
		II.1 Localización del Museo Interactivo Infantil.	7
		II.2 Antecedentes Históricos.	7
<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>	<b>TOPOGRAFIA</b>	<b>14</b>
		III.1 Resumen.	15
		III.2 Memoria de Campo	16
		III.3 Cálculo de Volúmen.	25
		III.4 Planos 1/3 y 2/3	26
<b>CAPITULO</b>	<b>IV</b>	<b>ESTUDIO GEOTECNICO</b>	<b>28</b>
		IV.1 Reconocimiento superficial y explotación.	29
		IV.2 Area de influencia de un Subsuelo Minado.	35
		IV.3 Colapsos.	36
		IV.4 Migración en Cavidades.	37
		IV.5 Estabilidad del Subsuelo Minado C-MN-01.	38
		IV.6 Sondeos de Avance Controlado.	43
		IV.7 Método de Regeneración.	58
		IV.8 Proyecto.	60
		IV.9 Especificaciones de Construcción.	70

**C O N T E N I D O****P A G I N A**

<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>	<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	<b>80</b>
		V.1 Investigación de Mercado.	81
		V.2 Cálculo del Factor de Salario Real.	82
		V.3 Análisis de Costos Hora-Máquina.	84
		V.4 Análisis de Precios Unitarios.	90
		V.5 Integración de Precios Unitarios.	97
<b>CAPITULO</b>	<b>VI</b>	<b>TIPO DE CONTRATACION</b>	<b>99</b>
<b>CAPITULO</b>	<b>VII</b>	<b>REGENERACION DE CAVIDAD</b>	<b>104</b>
<b>CAPITULO</b>	<b>VIII</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
		VIII.1 Conclusiones.	115
		VIII.2 Recomendaciones.	117
<b>ANEXO FOTOGRAFICO</b>			<b>119</b>
<b>REFERENCIAS</b>			<b>150</b>

## I.- INTRODUCCION

En el presente Capítulo se expone un panorama general del trabajo, pretendiendo proveer al lector de la información necesaria para entender el problema a tratar en los capítulos subsiguientes.



## I N T R O D U C C I O N

Las minas subterráneas, localizadas en la Zona de Lomerios al Poniente de la Ciudad de México, son el resultado de la explotación rudimentaria que el hombre realizó en el pasado; sin apego a ningún procedimiento razonable ni control que previera sus graves repercusiones en el futuro, al extenderse el área urbana hacia los lomerios.

La explotación sólo obedeció por una parte, a la facilidad de excavación y por otra a la intención de obtener los mayores volúmenes posibles de materiales granulares (andesíticos y pumíticos), que entonces interesaron para la Industria de la Construcción.

Ante la inquietud y el interés de ampliar el conocimiento sobre el problema que implican los subsuelos minados para las cimentaciones, se elabora el presente trabajo que abarca el Estudio y Proyecto para la regeneración del subsuelo minado en el Museo Interactivo Infantil ubicado en la Segunda Sección del Bosque de Chapultepec.

Existen diversos métodos para la regeneración o estabilización de cavidades (subsuelo minado), todos representan soluciones costosas, más aún, tratándose de terrenos minados ocupados por asentamientos humanos con obras de urbanización en los que la solución constituye además un problema económico.

Un subsuelo minado genera un subsuelo susceptible a la falla, propiciada por el peso propio de bóveda, filtraciones, cargas vivas y/o muertas en la superficie, siendo necesario para cada caso en particular una serie de estudios previos los cuales regirán la solución.

Realizados los estudios necesarios, en su momento de acuerdo a necesidades sociales, políticas y/o técnicas se elabora el proyecto y

presupuesto base para la regeneración o estabilización de cavidades, -  
teniendo en consideración toda la información de los estudios.

Elaborado el proyecto y presupuesto base; en cumplimiento con las Leyes de Obra Pública y su Reglamento, la Coordinación General de Reor denación Urbana y Protección Ecológica (CGRUPE), a través de la Subdi rección de Yacimientos Petreos y, la Unidad Departamental de Estudios de Zonas Minadas (SYP y UDEZM), procede a realizar la contratación de Obra Pública para la adjudicación de Contrato para la perforación de -  
lumbreras y regeneración de cavidades.

Adjudicado el contrato a la empresa cuya propuesta haya ganado el concurso, la UDEZM tiene a su cargo la supervisión en apego a las nor mas de Supervisión de Obras del Departamento del Distrito Federal.

La UDEZM, permanentemente realiza un proceso de inspecciones en -  
la zona de lomerios del Poniente de la Ciudad de México con la finali dad de tener información actualizada en áreas minadas conocidas o bien registrar áreas minadas no conocidas para que, de acuerdo a priorida des técnicas, sociales y/o políticas se proyecten las obras de Regene ración de Cavidades.

En una inspección rutinaria de la UDEZM a la obra del Museo Inte ractivo Infantil en el año 1993, fué informada por las empresas super visora y contratista (ADITECO e ICA) sobre la detección de una cavidad durante los trabajos de excavación para la cimentación.

Ante la importancia social y política que ésta obra representa, -  
se consideró de prioridad; iniciándose las relaciones y coordinaciones técnicas con los responsables de la obra y ésta Dependencia, quien tie ne a su cargo la supervisión y regeneración de las zonas minadas en el Distrito Federal.

La empresa supervisora del Museo efectuó diversas etapas de Exploración, proporcionando a la UDEZM datos y planos topográficos de la cavidad denominada como MN-01. La UDEZM complementó los estudios con una exploración directa de la cavidad, la cual consistió en mapear las pendientes gobernadoras en piso y bóveda; fracturamientos en muros y bóveda; así como domos en claves de bóveda.

Concluida la etapa de exploración, en gabinete se procedió a efectuar el proyecto de regeneración el cual estuvo sujeto a la existencia de dos lumbreras definidas como L-1 y L-4 y las limitaciones que generan el avance constructivo de la estructura del Museo Interactivo Infantil, así como ajustar el proceso de regeneración a la existencia de otra contratista en el área y, en consecuencia debiéndose seleccionar un método seguro, económico y de un plazo constructivo corto y paralelo a las necesidades y avance de obra en general con la de la supervisora (ADITECO) y la contratista (ICA).

El volúmen calculado de la cavidad MN-01 es de 2,078 m<sup>3</sup>, para su regeneración; además de considerar los datos técnicos tanto geométricos y geotécnicos se debió considerar la limitante de no poder perforar lumbreras dentro de las estructuras parciales del Museo, definiéndose dos etapas de prioridad conformadas por ocho zonas a delimitar.

La regeneración consistirá por medio de un método mixto el cual se iniciará con la perforación de cuatro lumbreras que servirán para el acceso de personal, equipo y suministro de materiales, se continuará con un relleno compactado de toba en capas de 20 cm. hasta dejar un tirante libre de 1.2 metros en el interior de la cavidad, el cual se terminará de regenerar con el vaciado por gravedad y/o bombeo de una mezcla fluida elaborada con toba-bentonita-cemento-agua.

El proyecto se complementa con los trabajos inherentes a cada fase, y que consistirá en confinar las zonas con diques de costaleras,

ranuras en bóvedas, canales en el piso terminado del relleno compactado, troquelamiento en zonas con fracturas que puedan propiciar colapsos y túnel para comunicar la cavidad con la lumbrera L-2.

Definido el proyecto y el presupuesto base la SYP-UDEZM procedió a efectuar la licitación por convocatoria directa para la "Perforación de Lumbreras y Regeneración de la Cavidad MN-01"; con la participación de cuatro empresas, recayendo el fallo en la empresa GEOHIDROMIN, S.A. de C.V., asignándole el contrato con fecha de inicio de obra el 12 de abril de 1993 y terminó el 9 de julio del mismo año; para un plazo de 90 días calendario para un volúmen de proyecto de 2,078 m<sup>3</sup> con un monto de N\$383,267.60.

## II.- ANTECEDENTES GENERALES

A continuación se precisa la ubicación del Museo Interactivo Infantil, explicando la forma de detección de la cavidad C-MN-01 con sus estudios inherentes.

## II.1.- LOCALIZACION DEL MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

La zona en estudio está localizada geográficamente en el Distrito Federal, comprendida entre las latitudes  $19^{\circ}24'29''$  y  $19^{\circ}24'04''$  Norte; así como por las longitudes  $99^{\circ}12'29''$  y  $99^{\circ}12'23''$  al Oeste de Greenwich, en el Sur-Oeste de la Cuenca del Valle de México. Su superficie es de 2.6 hectáreas.

Se localiza en la Segunda Sección del Bosque de Chapultepec, su Área está delimitada al Norte por el Museo Tecnológico, al Sur por la Avenida Constituyentes, al Oriente por el Boulevard Adolfo López Mateos (Periférico Norte) y al Poniente por el camino al Museo de Historia Natural (figura 1).

## II.2 ANTECEDENTES HISTORICOS

El Museo Interactivo Infantil se construye en el predio que ocupaba la fábrica de vidrio phanal y un área parcial de las instalaciones del Estado Mayor Presidencial colindante al Poniente de la Obra.

El proyecto denominado Museo Interactivo Infantil (M.I.I.) consta de las siguientes edificaciones: Pirámide, Edificio de Oficinas, - Esfera Semienterrada y Edificio de Usos Múltiples (ver fig. 2).

Este proyecto se encuentra desplantado en un área declarada de alto grado de peligrosidad por el riesgo que representa la existencia de una zona minada por explotaciones subterráneas bajo este proyecto; así como las evidencias en las zonas perimetrales como lo son: al -- oriente zona minada parcialmente regenerada entre Avenida Constituyentes y Trébol de Alencaster; al poniente y Norte por zonas minadas parcialmente regeneradas en el Bosque de Chapultepec y Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad y al Sur por una densa zona minada sin regenerar en las colonias Daniel Garza y Ampliación -- Daniel Garza.

La construcción del Museo se inició en el año de 1992, ocurriendo en la etapa de los trabajos de cimentación una depresión en el área del edificio de oficinas, suceso que ocasionó una incertidumbre sobre el conocimiento de las causas; la supervisión del proyecto (ADITECO), por conducto de una empresa de Mecánica de Suelos efectuó un estudio del subsuelo.

El estudio de Mecánica de Suelos consistió de sondeos de avance controlado a manera de explorar los estratos factibles de explotación.

Las exploraciones mecánicas detectaron efectivamente trayectorias de cavidad en el subsuelo a una profundidad promedio de 7 metros, procediéndose a perforar una lumbrera en uno de los sitios donde se detectó cavidad (SAC-5, ver fig. 3) para tener acceso e iniciar con los trabajos de topografía y geotecnia en el interior de la cavidad.

Posteriormente se perforaron las lumbreras L-1 y L-4, eliminando la lumbrera perforada en el sitio del sondeo SAC-5 para poder continuar con el programa de obra del Museo.

En base a los estudios se tomó la decisión de construir pilas bajo el sistema de columnas que se encuentran en el área de influencia de la cavidad, el desplante de las mismas se hizo en el estrato de toba limo arenosa café, a 16 metros de profundidad promedio.

Después de todos los antecedentes la UDEZM tuvo conocimiento de la afectación de trayectorias de cavidad en el subsuelo, procediendo a realizar una exploración directa al haber acceso a la cavidad por las lumbreras L-1 y L-4.

Se solicitaron los informes y planos de los estudios, los que fueron analizados en conjunto con la exploración propiamente efectuada por la UDEZM, determinando que, no obstante el diseño de cimenta-

ción a base de zapatas, pilas y el piso de la planta baja como losa de entepiso; que no garantizaban la estabilidad de la construcción y en consecuencia la seguridad de los usuarios; ya que, por experiencia se sabe que una cavidad no regenerada está expuesta al intemperismo y/o cargas externas, existiendo migraciones laterales y de bóveda hasta manifestarse súbitamente en superficie en diversas magnitudes, tomándose por lo tanto y, debido a la importancia de la estructura que por ser de interés público, la decisión de regenerar la cavidad.

En abril de 1993, tiempo en que se había iniciado la obra de regeneración de la cavidad MN-01; se suscitó en la superficie una segunda depresión siendo posible el acceso directo a la misma para proceder a realizar su exploración verificándose una oquedad cuyo desarrollo se muestra en la fig. 4, su volumen calculado fué de 100 m<sup>3</sup>.






FIGURA I LOCALIZACION

NOTAS

ESCALA 1:10 000

 MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARABOL"		
INGENIERIA CIVIL			PLANO
TESIS PROFESIONAL			ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y RECONSTRUCCION DEL
ARMANDO BENITEZ MUERTA			ESCALA 1:2000
LEVANTADO	REVISADO	ELABORADO	FECHA

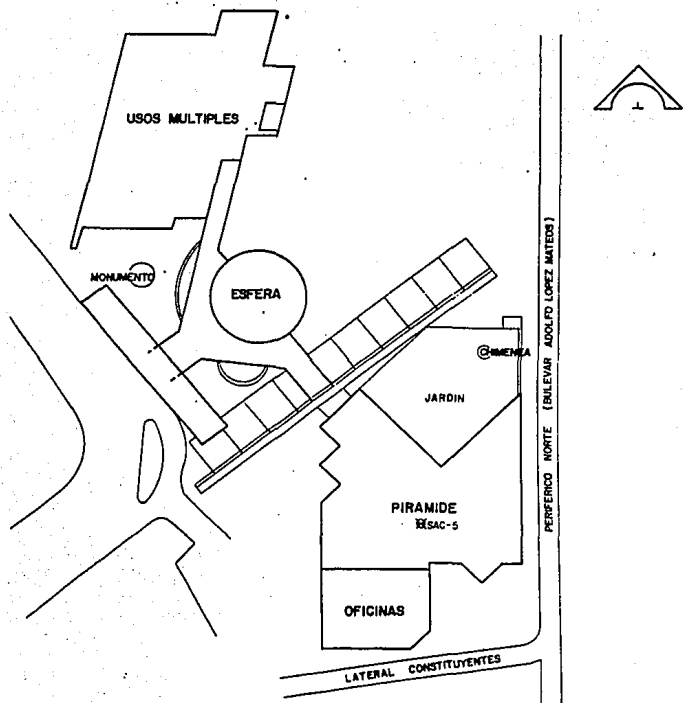


FIGURA 2 UBICACION DE EDIFICIOS DEL MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

NOTA: SAC SONDEO DE AVANCE CONTROLADO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARMANDO  
 INGENIERIA CIVIL  
 TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y REGENERACION DEL  
 SUBSUELO ARMADO EN EL MUSEO INTERACTIVO INFANTE EN EL D.F.

PLANO

ARMANDO BENTEZ HUERTA

ESCALA:  
 1:1000

LEVANTO

REVISO

ELABORO

FECHA

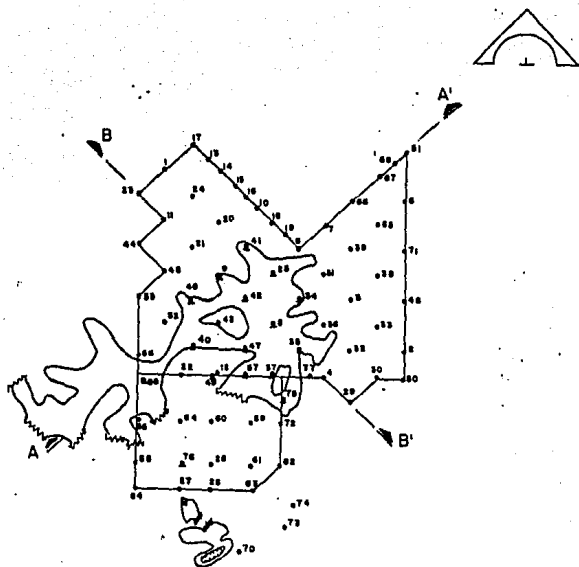





FIGURA 5 LOCALIZACION DE SONDEOS

SIMBOLOGIA

-  SONDEO DE AVANCE CONTROLADO
-  SONDEO LOCALIZANDO CAVIDAD

NOTAS: DIBUJO FUERA DE ESCALA  
VER CORTEJ A-A' y B-B' EN LAS FIOS. 5 y 6

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
		ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ABRAÓN LINDE"	
		INGENIERIA CIVIL	
		TESIS PROFESIONAL	
ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y RECONSTRUCCION DEL		PLANO	
BARRIO INMADO EN EL BARRIO INTERACTIVO INFANTE EN EL D.F.		ESCALA:	
ARMANDO BENITEZ HUERTA			
LEVANTO	REVISO	ELABORO	FECHA:

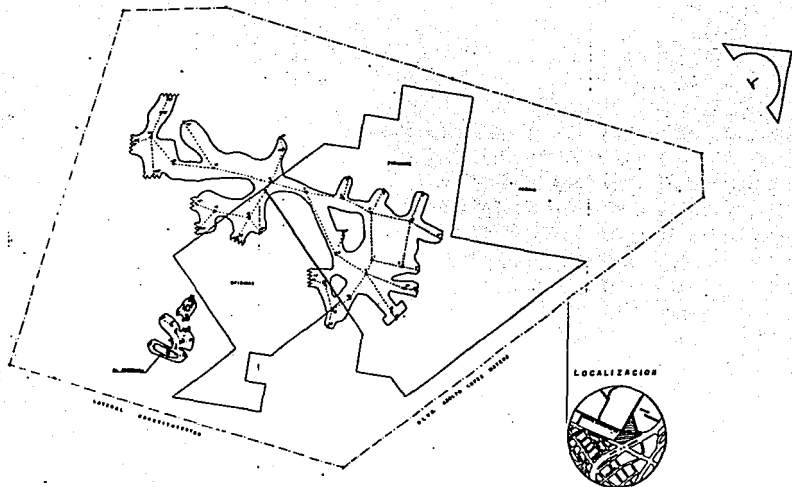


FIGURA 4 LOCALIZACION DEL PROYECTO

NOTA: DIBUJO SIN ESCALA

Pág. 13

LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARMANDO  
INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y RECONSTRUCCIÓN DEL  
BARRIO ANEXO EN EL BARRIO BUENAVISTA EN EL D.F.

PLANO

ARMANDO BENTEZ HUERTA

ESCALA

### III.- TOPOGRAFIA

El presente capítulo contiene la memoria de campo de los trabajos de topografía realizados para definir la afectación de cavidad; así mismo, los cálculos pertinentes para definir espesores de bóveda, pendientes en piso y techo de cavidad, así como el volúmen.

### III.1 R E S U M E N

La ubicación de la cavidad denominada por la UDEZM como C-MN-01, se definió mediante un levantamiento topográfico en planta de una poligonal por los ejes de los túneles, utilizándose cinta y teodolito "WILD" con aproximación al segundo, las secciones se midieron en base a los anchos para definir su geometría aproximada en planta. En cada estación se midieron las alturas de piso a techo de cavidad, datos necesarios para el cálculo de volúmenes.

Simultáneamente, se ubicaron derrumbes en los túneles que impidieran físicamente continuar con la topografía por existir alturas reducidas y un alto riesgo de peligro para el personal, debido a la inestabilidad de bloques de bóveda próximos a colapsarse.

La topografía se complementó con una nivelación a doble altura (nivelación de primer orden) del piso de cavidad, empleándose un nivel "WILD" NA-2 Basculante, así como estadales especiales (0.5m., 1m. y 4m.) debido a las alturas en el interior de la cavidad que en ocasiones al ser menores a dos metros no se pueden emplear estadales estándar; por lo que, se utilizaron fracciones de 0.5 metros y un metro cuando fué necesario. La nivelación se realizó en las mismas estaciones del levantamiento topográfico.

Así mismo, en superficie se realizaron trabajos de topografía y nivelación para poder referirla con los túneles de la cavidad C-MN-01 se anexan los datos de campo con los cálculos de gabinete; así como los planos correspondientes a la planimetría (1/3) y altrimetría (2/3). El plano 1/3 contiene la topografía de superficie referida a los túneles de la cavidad, mientras que el plano 2/3 contiene los cortes longitudinales más representativos de la cavidad.

Se topografió un desarrollo total de 407.78 metros en túneles; con secciones promedio de 3.5 metros y alturas promedio de 1.77 metros. Para el cálculo de volúmen de la cavidad se delimitaron 14 áreas (ver fig. 5) las cuales se midieron con planímetro polar, las alturas consideradas para cuantificar los volúmenes son las más representativas en cada área o bien, el promedio cuando se tienen varias (ver fig. 6).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON" 1/5  
 TESIS PROFESIONAL

LEVANTAMIENTO SUPERFICIE FECHA 02/93

LUGAR MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

EST	PV	α	β	DI	DH	SECCIONES			DN	COTA NPC	COTA NTN	NOTAS
						DERECHA	IZQ	ALTURA				
F	E	00°00'00"										
	G	180°27'20"			55.80					100.00		VERTICE POLIGONAL
	R1	23°50'20"			6.40							
	R2	157°00'40"			11.85							
G	F	70°00'00"										
	R2	05°40'53"			45.60							
	R3	14°55'20"			48.30							
	R4	19°13'28"			41.02							
	R5	28°25'47"			45.10							
	R6	35°43'18"			38.80							
	R7	60°38'15"			41.85							
	R8	77°35'40"			36.18				87.39	95.39	L-4	
	R8	85°40'10"			57.20							
	H	261°20'30"			23.78					99.99		
H	G	00°00'00"										
	R8	61°00'35"			41.20							
	R8	68°58'40"			56.40							
	A	110°33'30"			83.25					97.06		
A	H	00°00'00"										
	R9	67°10'23"			53.58							
	R10	82°05'47"			39.22					97.01		
	B	87°12'45"			10.95							
B	A	00°00'00"										
	R10	173°15'21"			28.24							
	C	181°22'50"			71.02					97.021		
C	B	90°00'00"										
	R11	16°00'18"			23.58							
	R12	29°00'05"			26.78							
	R13	32°50'15"			34.43							
	R14	39°00'25"			30.82							
	R15	71°38'48"			37.20							
	R16	80°28'45"			22.12							
	R17	101°15'48"			23.33							
	R18	115°00'45"			21.61							
	D	127°07'40"			103.42					98.213		



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
 TESIS PROFESIONAL 2/5

LEVANTAMIENTO \_\_\_\_\_ SUPERFICIE \_\_\_\_\_ FECHA 02/93

LUGAR MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

EST	PV	φ	β	DI	DH	SECCIONES			DN	COTA NPC	COTA NTN	NOTAS
						DERECHA	IZQ	ALTURA				
D	C	00°00'00"										
	R19	08°10'47"			31.18							
	E	122°21'55"			9.98					98.353		
E	B	00°00'00"										
	R19	51°23'15"			36.38							
	R20	75°28'33"			61.77							
	R1	109°47'55"			55.41							
	F	109°33'15"			60.85					99.305		
				NOTAS:	NPC = NIVEL DE PISO DE CAVIDAD							
					NTN = NIVEL DE TERMINO NATURAL							
										Pág.	17	





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
 TESIS PROFESIONAL

3/5

LEVANTAMIENTO CAVIDAD C-MN-01

FECHA 02/93

LUGAR MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

EST	PV	φ	β	DI	DH	SECCIONES			DN	COTA NPC	COTA NTN	NOTAS
						DERECHA	IZQ	ALTURA				
18	9	00°00'00"										
	19	170°12'35"			9.17	0.80	3.50	1.80		89.28		
	18'	221°29'53"			12.16	3.10	2.30	2.07		88.25		
19	18	00°00'00"										
	20	224°08'15"			8.10	3.60		1.17		89.69		
20	19	00°00'00"										
	20'	106°05'48"			4.40	1.40	2.40					
	20"	36°10'55"			8.60	2.20						
	21	224°58'00"			5.94	1.30	2.40	0.82		90.52		
21	20	00°00'00"										
	21'	177°10'01"			4.08	2.00	2.00	0.20		92.74		
9	18	00°00'00"										
	16	95°27'10"			8.02	0.4	2.20	1.75		87.49		
	7	179°44'09"			8.32	1.00	2.00	2.40		85.67		
	15	288°25'47"			9.54	3.10	1.80	1.41		88.36		
7	9	00°00'00"										
	5	176°15'24"			8.75	2.40	0.40	1.86		86.09		
	8	228°20'36"			6.02	0.80	2.70	1.12		86.08		
5	7	00°00'00"										
	5'	98°57'33"			5.03	1.00	1.70					
	2	195°16'56"			7.55	2.00	1.00	1.74		89.02		
2	5	00°00'00"										
	2'	92°27'35"			5.73	1.70	1.70					
	6	166°05'28"			9.27		0.60	1.35		89.30		
	1	248°23'33"			3.56	1.80		1.45		88.24		
6	2	00°00'00"										
	6'	100°26'35"			7.24	1.80	1.20					
	6"	194°35'40"			8.41	2.20	1.50					
	3	287°10'49"			10.11		2.80	1.72		88.25		
3	6	00°00'00"										
	3'	91°15'35"			3.68	1.00	1.80					
	1	274°00'10"			8.44			1.45		88.24		

Pág.

18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
 TESIS PROFESIONAL  
 4/5

LEVANTAMIENTO CAVIDAD C-MN-01 FECHA 02/93

LUGAR MUSEO INTERACTIVO INFANTIL

EST	PV	φ	β	DI	DH	SECCIONES			DN	COTA NPC	COTA NTN	N <sup>o</sup>
						DERECHA	IZQ	ALTURA				
1	3	00°00'00"										
	4	100°45'18"			3.47		6.30	1.61		87.16		
2		254°53'10"			10.43		1.80					
4	1	00°00'00"										
	10	87°43'15"			9.73	1.40	1.20					
	11	20°28'17"			10.39	1.80	1.50					
	12	189°12'32"			6.80	2.60	1.10	2.21		86.16		
	8	277°49'06"			8.19	1.20	3.80	1.12		86.08		
8	4	00°00'00"										
	7	211°50'10"			16.02	2.70	0.80					
	8	75°05'10"			5.21	0.40	1.40					
10	4	00°00'00"										
	10	165°38'20"			3.07	1.20	1.80					
11	4	00°00'00"										
	11	180°00'00"			2.91	2.60	3.30					
12	4	00°00'00"										
	13	210°27'57"			4.92	2.00	3.00	2.04		87.18		
13	12	00°00'00"										
	13	133°35'10"			4.13	1.00	1.60	2.21		86.16		
	14	282°39'45"			5.59	1.10	1.70	2.21		86.16		
14	13	00°00'00"										
	14	127°57'12"			3.05	1.50						
15	9	00°00'00"										
	15	107°10'25"			4.37	1.20	2.50					
	15	180°00'00"			8.66	2.20	1.80	0.60		88.74		
	17	246°35'27"			8.14	3.40	0.80	1.76		87.90		
17	15	00°00'00"										
	17	123°09'47"			5.20	2.80	0.90	2.82		88.09		
	17	188°37'25"			4.61	3.90	1.60					
									P5g.	19		





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
 TESIS PROFESIONAL

NIVELACION EN PISO DE LA CAVIDAD C-MN-01 FECHA MARZO/93

LUGAR MUSEO INTERACTIVO INFANTIL NIVEL WILD MA-2

PV	+	κ	-	ELEVACION
G	1.171	101.171		100.000
L-4			3.479	97.692
H	1.020	101.012	1.179	99.992
A	1.249	98.310	3.951	97.061
B	1.120	98.139	1.291	97.019
L-1			0.888	97.251
C	1.757	98.778	1.118	97.021
D	1.153	99.366	0.565	98.213
E	1.698	100.091	1.013	98.353
F	1.595	100.900	0.746	99.305
L-4			3.205	97.695
G			0.898	100.002
E	0.763		-10.761	
			+10.763	
			0.002	
18	1.255	88.648		87.393
18'			0.397	88.251
18	1.989	89.382		87.393
19	0.532	89.810	0.104	89.278
20	0.958	90.650	0.118	89.692
21			0.129	90.521
18	1.322	88.715		87.393
9	1.638	89.261	1.092	87.623
16			1.226	87.489
15	0.431	88.793	0.899	88.362
17	0.947	88.850	0.890	87.903
15''			0.644	88.149
17'			0.759	88.091
9	0.009	87.732		87.623
7	1.318	86.992	2.058	85.674

PV	+	κ	-	ELEVACION
G	1.183	101.183		100.000
L-4			3.491	97.692
H	0.959	100.950	1.192	99.991
A	1.323	98.384	3.889	97.061
B	1.148	98.166	1.366	97.018
L-1			0.916	97.250
C	1.688	98.709	1.145	97.021
D	1.174	99.386	0.497	98.212
E	1.678	100.031	1.033	98.353
F	1.485	100.789	0.727	99.304
L-4			3.096	97.693
G			0.789	100.000
E	10.638		-10.638	
			+10.638	
			00.000	
18	1.874	88.577		87.393
18'			0.327	88.250
18	2.014	89.407		87.393
19	0.655	89.931	0.131	89.276
20	0.897	90.588	0.240	89.691
21			0.067	90.521
18	1.327	88.720		87.393
9	1.596	89.216	1.100	87.620
16			1.233	87.487
15	0.441	88.802	0.855	88.361
17	0.923	88.224	0.901	87.901
15''			0.676	88.148
17'			0.734	88.090
9	0.121	87.741		87.620
7				85.672
			P5g.	21



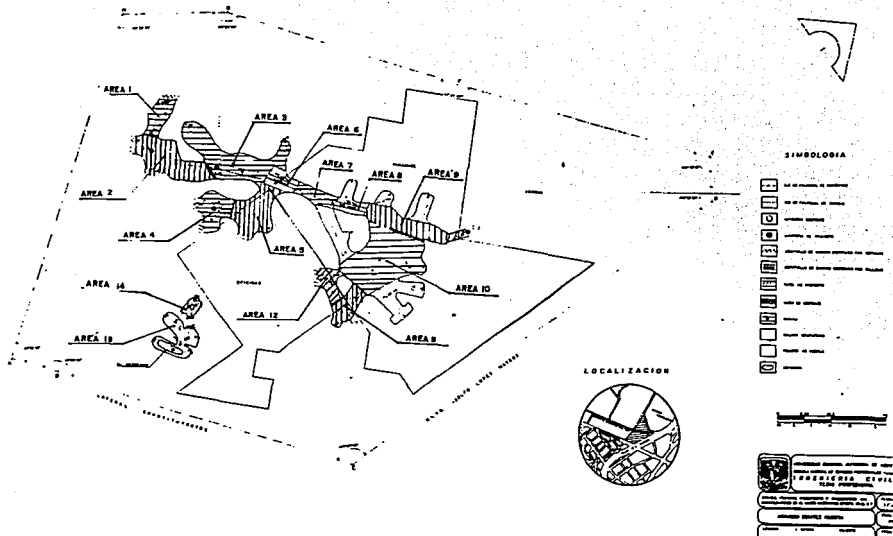


FIGURA 5. DELIMITACION DE AREAS PARA CUANTIFICAR VOLUMENES.

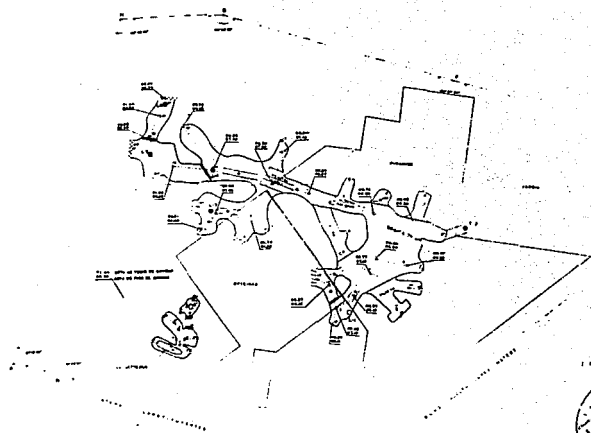


FIGURA 6

COTAS EN PISO Y TECHO DE CAVIDAD

LOCALIZACION



SIMBOLOGIA

- PISO
- TECHO
- PARED
- PUERTA
- VENTANA
- ESCALERA
- LIFT
- SERVIDOR
- HABITACION
- PASADIZO
- ENTRADA



	INSTITUTO TECNICO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE ARQUITECTURA
	OFICINA CIVIL 1100 PUNTO VENTURA
PROYECTO DE ARQUITECTURA DE UN PISO Y TECHO DE CAVIDAD	N.º 172
AUTORIZADO POR EL INDIAP	N.º 172

### CALCULO DE VOLUMENES

VOLUMEN	AREA (m <sup>2</sup> )	h (m)	h-1.20 (m)	R.C. (m <sup>3</sup> )	R.V.M. (m <sup>3</sup> )	V <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> )
V1	51.97	0.82	-----	-----	42.62	42.62
V2	173.61	1.49	0.29	50.35	208.33	258.68
V3	154.71	2.33	1.13	174.82	185.65	360.48
V4	95.66	2.29	1.09	104.27	114.79	219.06
V5	128.73	1.41	-----	-----	181.51	181.51
V6	0.66	Long= 7.00	-----	-----	4.62	4.62
V7	30.71	2.40	-----	-----	73.70	73.70
V8	0.66	Long= 7.25	-----	-----	4.79	4.79
V9	112.20	1.74	-----	-----	195.23	195.23
V10	216.13	1.60	0.4	86.45	259.36	345.81
V11	39.56	2.21	1.01	39.96	47.47	87.43
V12	59.64	2.21	1.01	60.24	71.57	131.81
V13	51.97	1.80	-----	-----	93.55	93.55
V14	12.99	0.60	-----	-----	7.79	7.79
				Σ 516.09	Σ 1,490.98	Σ 2,007.08
					+ 30	
					1,520.98	

**LUMBRERA                      ESPESOR (H)**

- L-1                      8
  - L-2                      9
  - L-3                      8
  - L-4                      8
  - L-5                      6
  - L-6                      7
- Σ 46

**RESUMEN**

Ø = 0.9m                      A = 0.64m<sup>2</sup>  
 Vol. = (0.64)(46) = 30m<sup>3</sup>

Vol. RC = 517m<sup>3</sup>

Vol. RVH = 1,521 m<sup>3</sup>

Vol. RMC = 40m<sup>3</sup>

h = Altura promedio

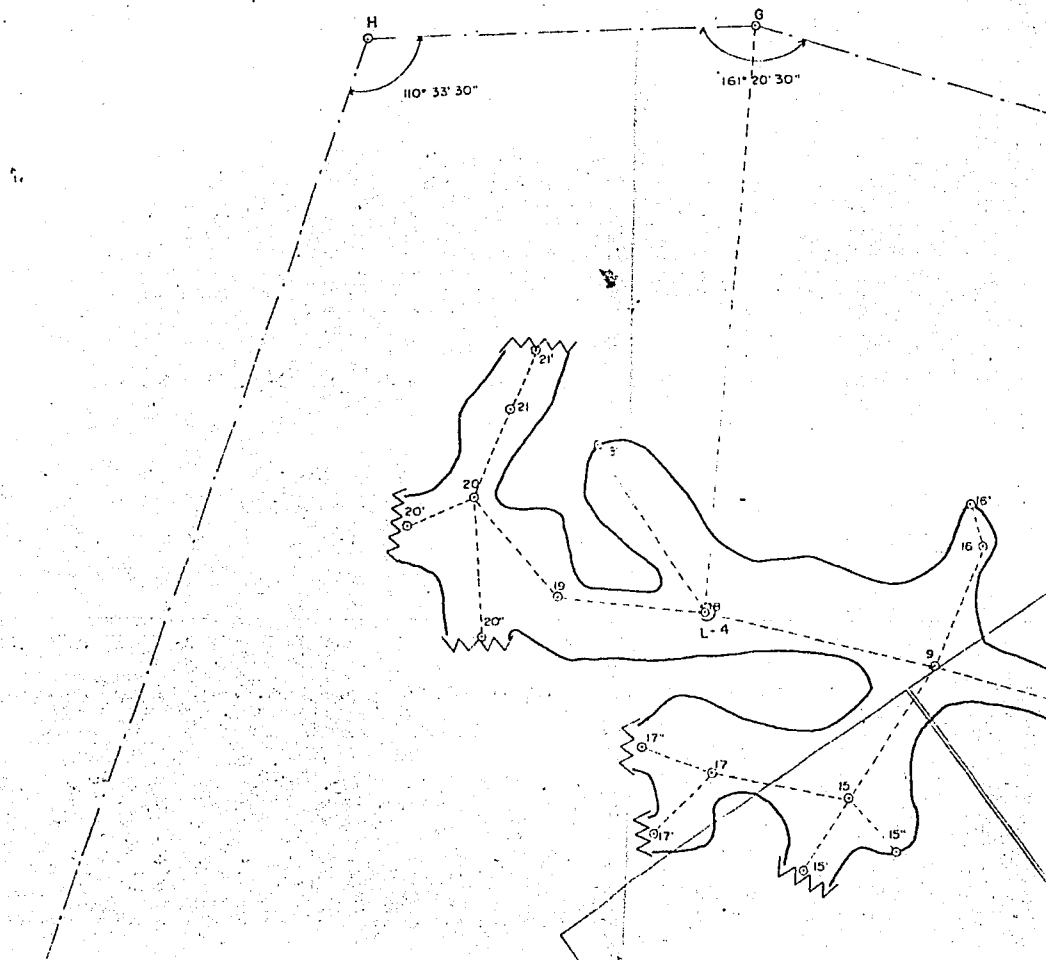
R.C. = Relleno Compactado

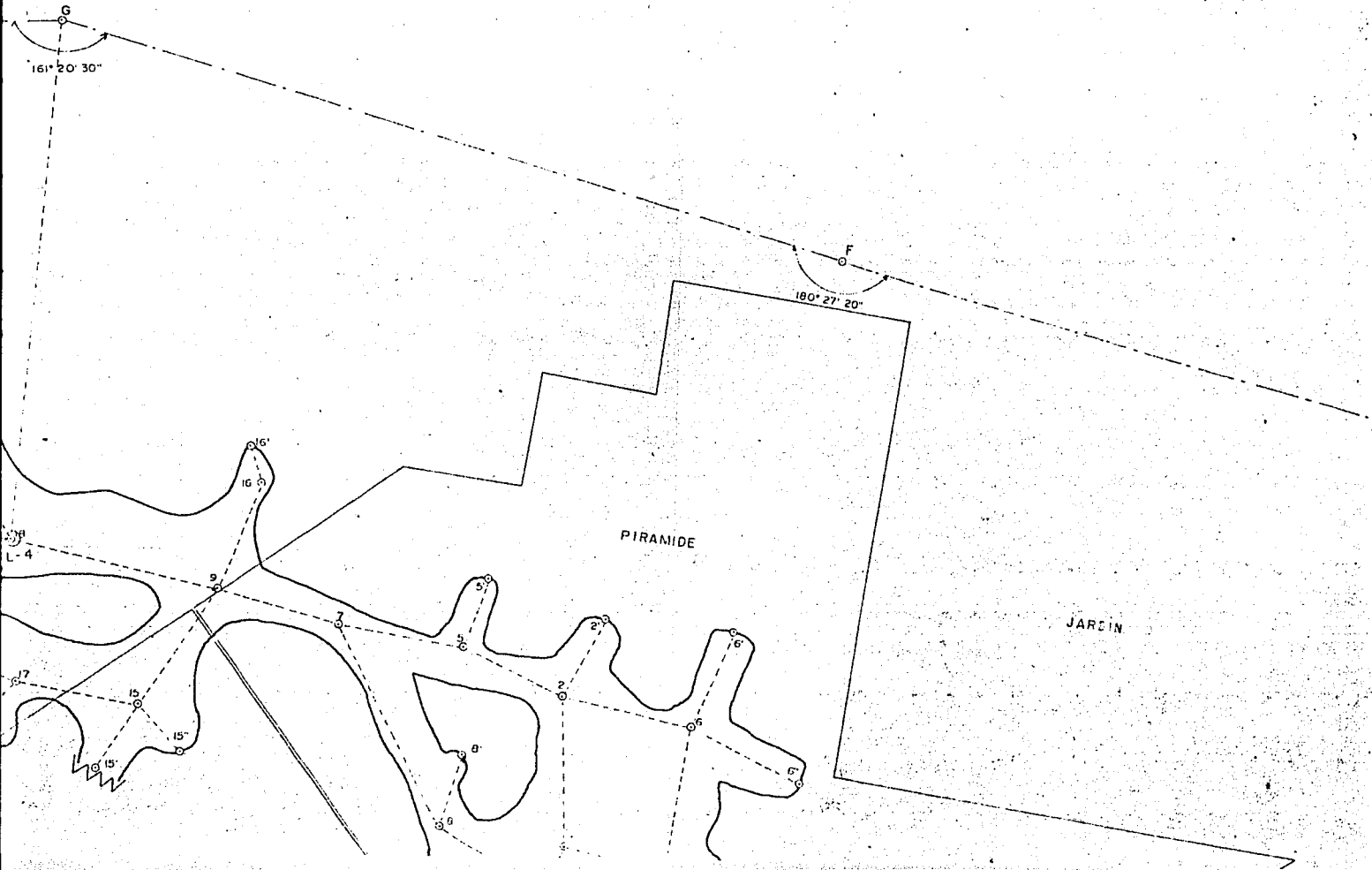
RMC = Relleno Masivo con Costaleras

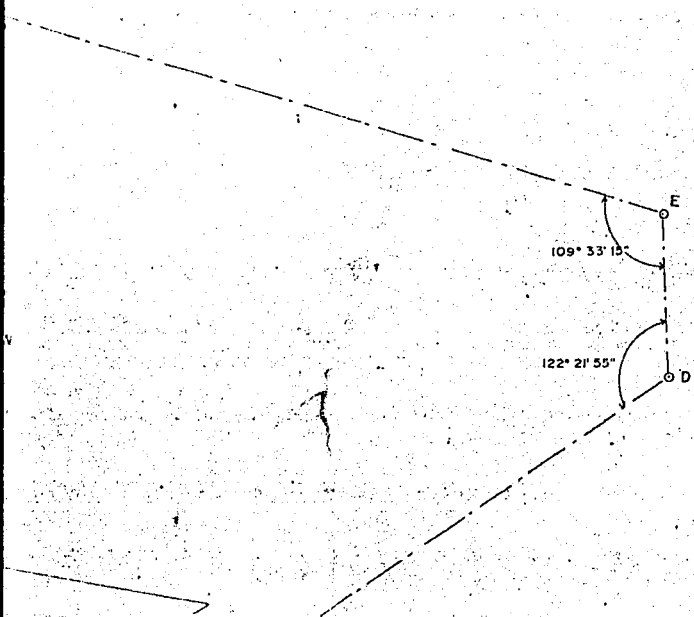
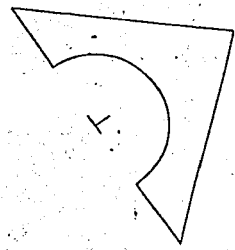
RVH = Relleno Vaciado de Mezcla

**VOL. TOTAL = 2,078 m<sup>3</sup>**









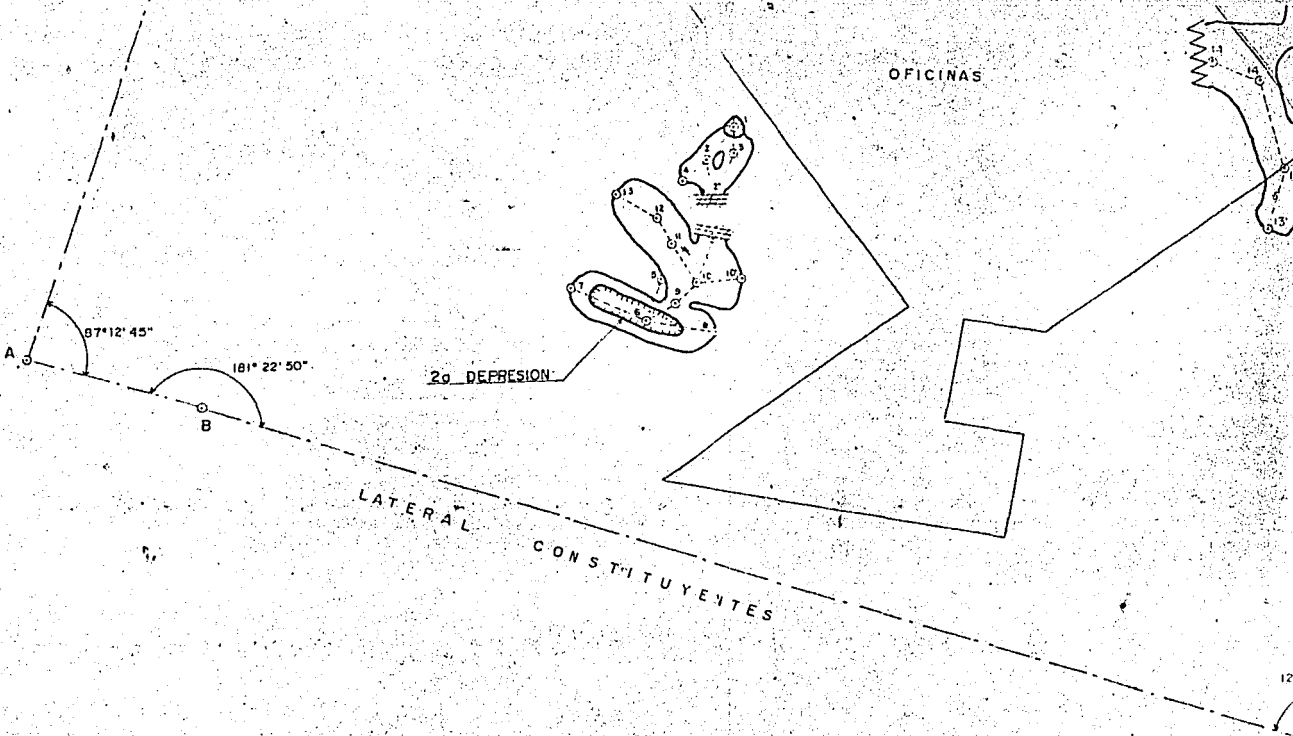


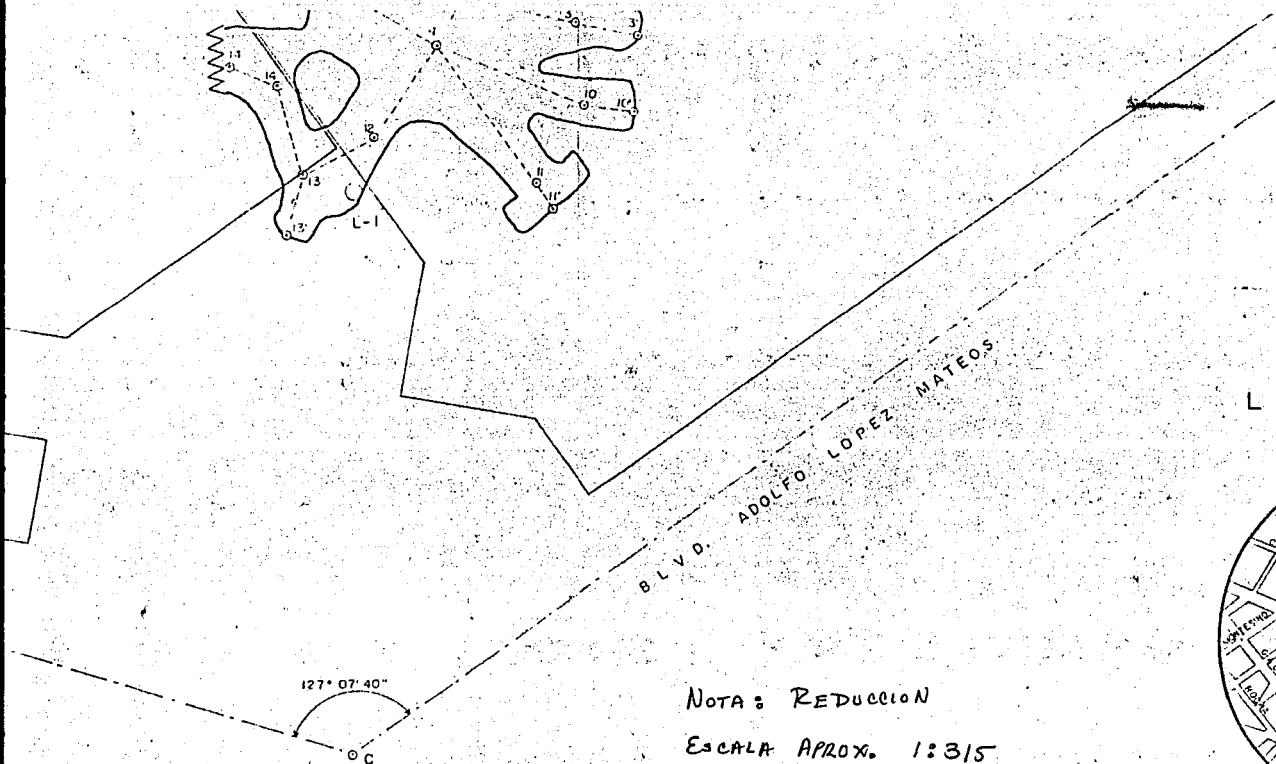




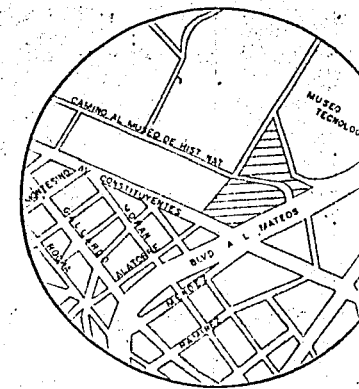
### SÍMBOLOGIA

-  EJE DE POLIGONAL DE SUPERFICIE
-  EJE DE POLIGONAL DE CAVIDAD
-  LUMBRERA EXISTENTE
-  DÉPRESION
-  DESARROLLO DE CAVIDAD OBSTRUIDO P= CERRUMBE
-  DESARROLLO DE CAVIDAD OBSTRUIDO P= RELLENOS



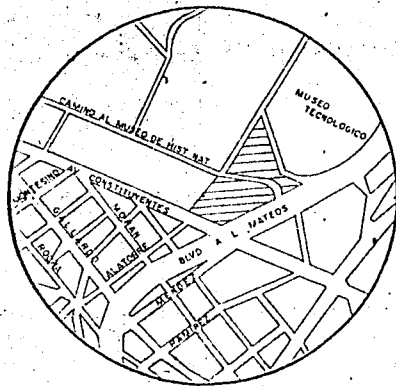


LOCALIZACION



NOTA: REDUCCION  
 ESCALA APROX. 1:315

# LOCALIZACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
 INGENIERÍA CIVIL  
 TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y REGENERACIÓN DEL  
 SUBSUELO MINADO EN EL MUSEO INTERACTIVO INFANTIL EN EL DF

PLANO  
 1 / 3

PLANIMETRIA DE LA CAVIDAD C-MN-01 Y SUPERFICIE

ESCALA  
 1:250

LEVANTO

REVISO

ELABORÓ

FECHA  
 MARZO / 93

ELEVACION

95

90

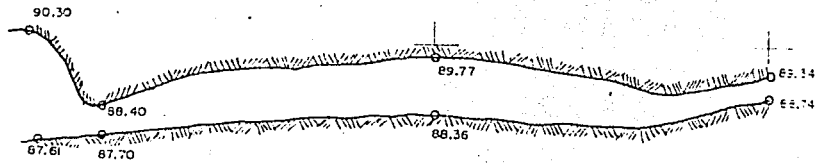
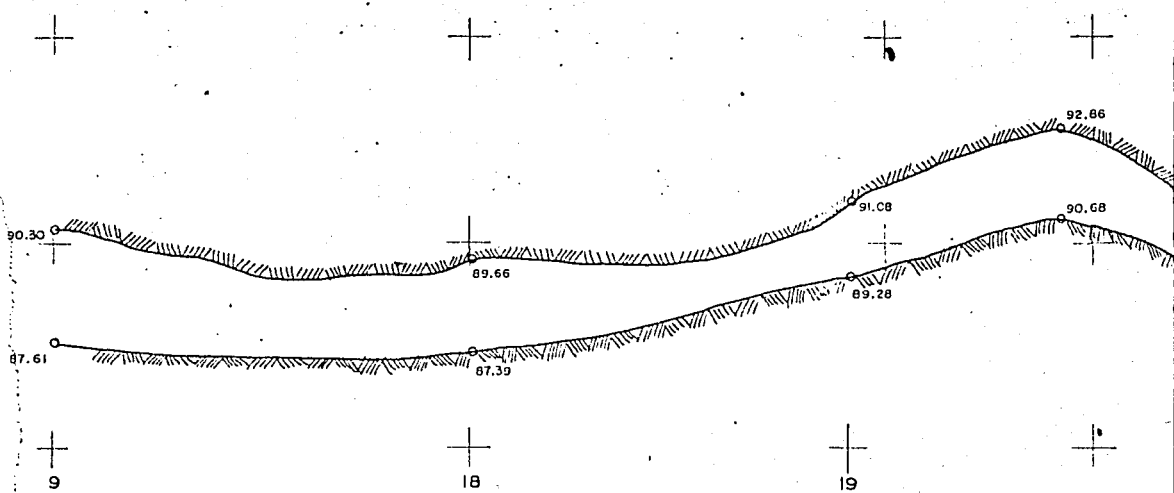
85

ELEVACION

95

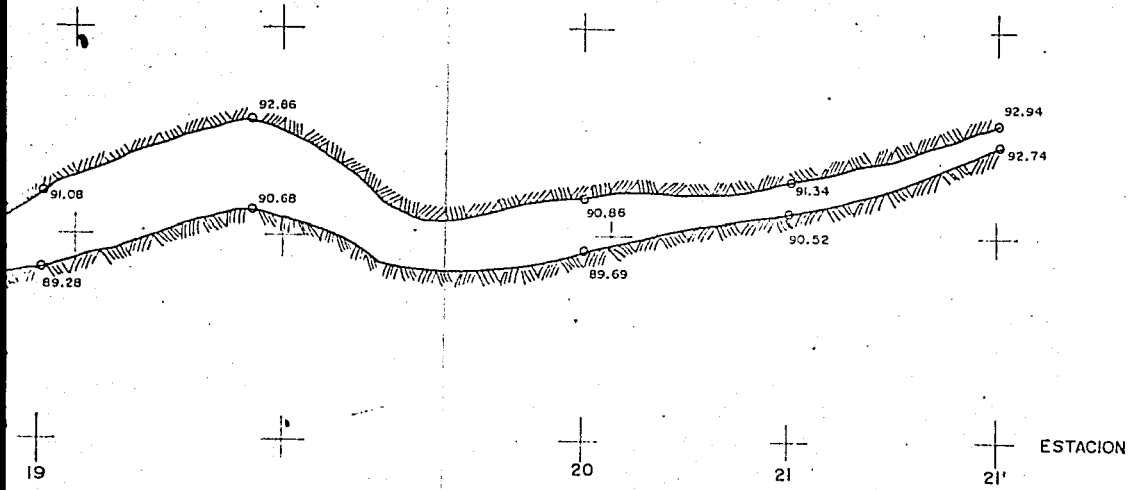
90

85

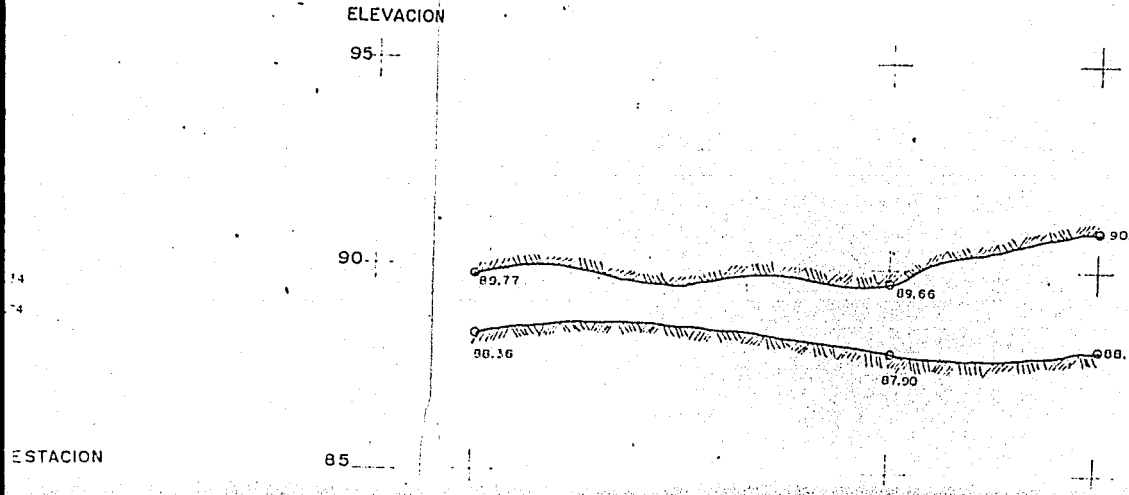


ESTACION

85



TRAMO I



ELEVACION  
95

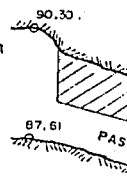
90

85

ELEVACION  
95

90

85



PASO



ELEVACION

95

90

85

18

18'

ESTACION

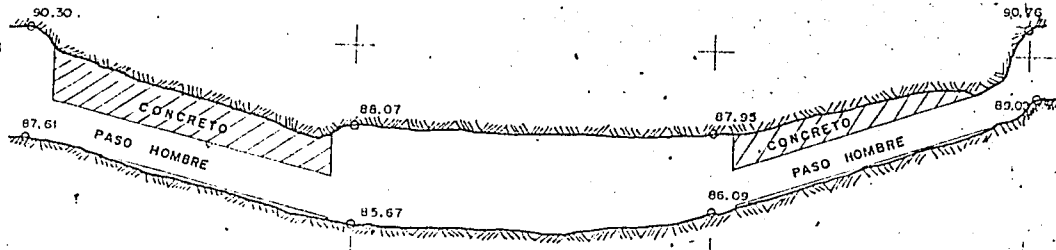
TRAMO 2

ELEVACION

95

90

85



ESTACION

9

15

15'

TRAMO 3

ELEVACION

95

90

85

2

6

3

1

4

90.76

90.65

89.02

89.30

89.97

89.69

89.77

88.25

88.24

87.16

TRAMO 6

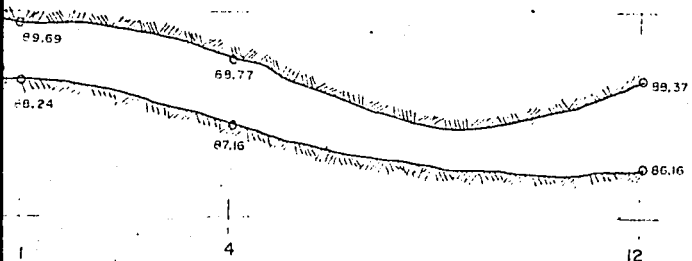
15

17

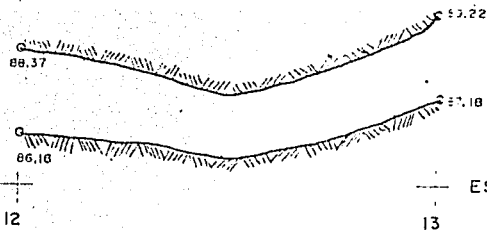
17'

9

TRAMO 4



TRAMO 7



TRAMO 8

ESTACION

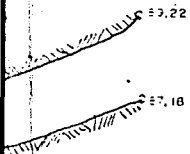
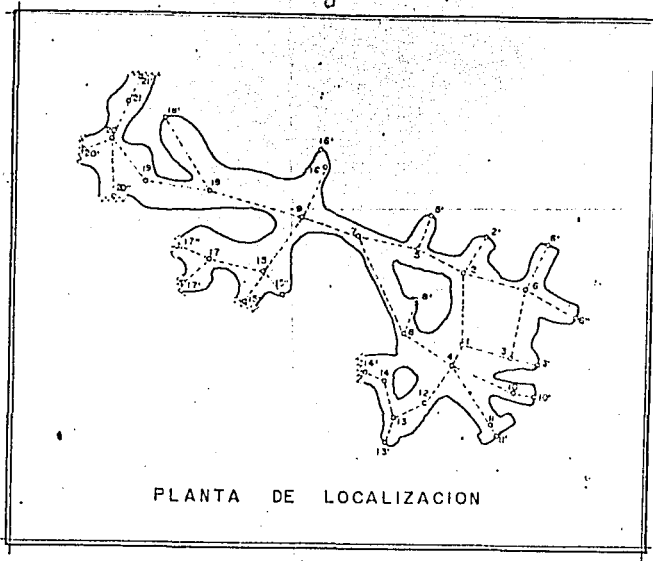
ESCALA:

HOR. 1:100  
VERT.

NOTA 8 REDUCCION

ESCALA APROX. H

VE

TRAMO 5

ESTACION

13

TRAMO 8

NOTA 8 REDUCCION

ESCALA APROX. HOR } 1:125  
 VERT }



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
 INGENIERIA CIVIL  
 TESIS PROFESIONAL

PERFILES DEL SUBSUELO MINADO EN EL PREDIO DEL  
 MUSEO INTERACTIVO INFANTIL EN EL D.F.

PLANO:  
 2/3

ARMANDO BENITEZ HUERTA

ESCALA:

LEVANTO:

REVISO:

ELABORO:

FECHA:

MARZO / 93

#### IV.- ESTUDIO GEOTECNICO

Se presentan consideraciones teóricas y estudios efectuados para evaluar la estabilidad del subsuelo minado en el predio del Museo Interactivo Infantil; así como su solución acorde al caso en particular.

#### IV.1 RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL Y EXPLORACION

La importancia de la investigación de las cavidades es evidente; si se considera que una vez que se localizan y definen, la solución de cimentación que se adopte estará siempre regida por los informes - obtenidos. Por el contrario, cuando las cavidades del subsuelo pasan inadvertidas, por falta o deficiencia de estudios, invariablemente - con el tiempo las construcciones experimentan daños que pueden ser desde simples agrietamientos hasta la falla total de las estructuras, que implica no sólo las inevitables consecuencias económicas, sino a veces pérdidas humanas.

Por lo anterior; no se considera como criterio sano que por falsa economía se eviten o se limiten los estudios pertinentes.

La investigación de un terreno minado, debe iniciarse con su re conocimiento superficial, abarcando áreas perimetrales para tener un mayor alcance en la definición del problema no limitándose en este as pecto.

El reconocimiento superficial está enfocado a detectar en la superficie anomalías (hundimientos y/o agrietamientos en pavimentos y estructuras) típicas de inestabilidad en el subsuelo a causa de cavidades subterráneas o bien; por la existencia de rellenos sin procesos de compactación y que, en el transcurso del tiempo presentan asentamientos diferenciales. Así mismo, en ocasiones es posible detectar bocaminas en laderas de escurrimientos que no han sido rellenados; -- siendo posible en estos casos, dar paso a una exploración directa pa ra definir las áreas afectadas por trayectorias de cavidades.

De algunas áreas existen fotografías aéreas desde los años cua rentas, constituyendo una valiosa ayuda para la ubicación de bocami - nas, así como para tener una historia de los cambios en la superficie a través del tiempo.

En el caso que nos ocupa es evidente que en el predio del Museo Interactivo Infantil se llevó a cabo un estudio de mecánica de suelos deficiente; ya que, la detección de anomalías en el subsuelo fué de manera circunstancial al suscitarse una depresión al iniciarse los trabajos de excavación para la cimentación sin que fuera posible un acceso directo, siendo necesario efectuar una exploración semidirecta que consistió en realizar 77 sondeos de avance controlado bajo columnas de proyecto a una profundidad de 20 metros, detectándose trayectorias de cavidad en los sondeos SAC-5, SAC-9, SAC-34, SAC-35, SAC-37, SAC-40, SAC-41, SAC-42, SAC-46, SAC-47, SAC-49, SAC-57, SAC-58 y SAC-75 (ver fig. 3).

La detección de cavidad durante la ejecución de sondeos de avance controlado se precisa cuando se presenta un desplome súbito de la tubería y pérdida total del fluido de perforación.

De antemano, antes de dar paso a la exploración semidirecta se realizó una investigación de antecedentes sobre la zona en estudio para establecer las posibles causas de la depresión. Dicha investigación se basa en estudios de fotointerpretación, las que permiten definir en fotografías aéreas que datan del año de 1936; caminos y accesos (bocaminas) hacia cavidades producto de explotación por tulleo (ver fig. 7), en particular un acceso próximo al predio en estudio, lo que incrementó las posibilidades de afectación de trayectorias de cavidad en el subsuelo del Museo Interactivo Infantil.

Los sondeos detectaron trayectorias de cavidad a una profundidad promedio de 8 metros, procediéndose a perforar una lumbrera en el sitio del sondeo SAC-5 para tener acceso a la cavidad denominada por la UDEZM como C-MN-01 y así conocer sus características geométricas y geotécnicas, realizando un levantamiento topográfico detallado tanto en dirección, como en secciones (anchos y alturas libres) de los túneles referidos a la superficie.

La Segunda Sección del Bosque de Chapultepec, desde el punto de vista estratigráfico, se localiza en la denominada zona de lomas de

La Ciudad de México, caracterizada por la presencia de suelo de origen volcánico de alta resistencia al corte y baja compresibilidad.

El subsuelo explorado se encuentra constituido predominantemente por tobas limo-arenosas cafes intercaladas con estratos de arena gris (material explotado) y arena pumítica (ver figs. 8 y 9).

Referida la cavidad a la superficie se realizaron dos lumbreras - (L-1 y L-4, ver plano 1/3) con el objeto de poder eliminar la lumbrera perforada en el sitio del sondeo SAC-5 y poder entonces continuar con el programa de obra ya que tal lumbrera se localizaba dentro del área de la Pirámide.

La UDEZM como ya se comentó en los antecedentes históricos, cuando tuvo conocimiento del subsuelo minado en el predio del Museo Interactivo Infantil, ya se había efectuado la exploración; así como una solución parcial en relación a la cimentación, la que consistió en construir pilas en el área de influencia de la cavidad, desplantadas en el estrato de toba limo-arenosa que subyace al estrato de explotación (ver plano 3/3 y figuras 8 y 9).

La empresa supervisora del Museo proporcionó a la UDEZM informes y planos topográficos los cuales fueron tomados como fieles representantes de las características de la cavidad C-MN-01.

La UDEZM para emitir su dictamen, analizó los informes que le fueron proporcionados y a su vez efectuó una exploración directa de la cavidad, observando diversas trayectorias semirellenadas con claves de bóveda libres o huecas, éstos rellenos la Contratista del Museo (ICA), los denominó como "pilastras" de concreto con un  $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$  (ver plano 3/3). Así mismo se localizaron seis ramales con posibles continuidades, obstruidos por el colapso de bloques de bóveda impidiendo continuar con su exploración (ver plano 3/3.)





Fig 7 Fotografic aérea de

— ZONAS CON SOCAS DE MINAS  
- - - ZONA CON TECHOS DE MINAS COLAPSADAS

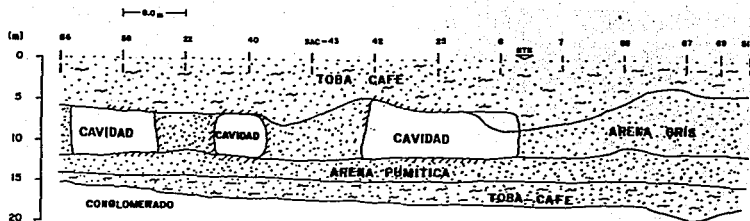


FIG. 8 CORTE ESTRATIGRAFICO A-A'

NOTAS

PARA LOCALIZACION DE LOS CORTES VER FIG. 3  
 ESC. VERTICAL 1:400

SIMBOLOGIA

- LIMO
- ARENA
- SAC SONDEOS DE AVANCE CONTROLADO
- NTR NIVEL DE TERRENO NATURAL

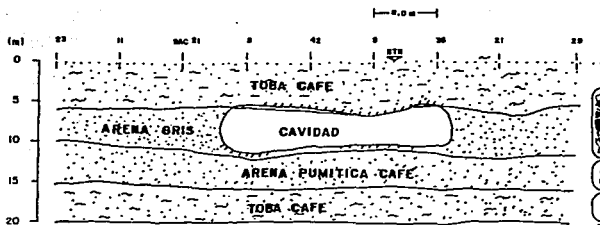


FIG. 9 CORTE ESTRATIGRAFICO B-B'



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARMANDO"  
 INGENIERIA CIVIL  
 TESIS PROFESIONAL

ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y RECONSTRUCCIÓN DEL  
 SUBSUELO ARMADO EN EL BARRIO INTERACTIVO MIRAFLORES EN EL D.F.

PLANO

ARMANDO BENITEZ MUERTA

ESCALA

LEVANTO

REVISÓ

ELABORÓ

FECHA

Continuando con nuestra exploración, se pudo detectar fractura - mientos y domos en claves de bóveda, los que más adelante se tratarán a detalle.

Observando lo anterior; se determinó que la cavidad debería ser regenerada ya que, la solución parcial sólo se limitaba al área de - los edificios de oficinas y Pirámide, existiendo un alto riesgo de fa lla de bóveda (colapsos) en áreas de estacionamiento y jardines (ver- figura 4).

#### IV.2 AREA DE INFLUENCIA DE UN SUBSUELO MINADO

En el caso de las zonas minadas de la Ciudad de México, no existen mediciones a partir de las cuales se pueda determinar el área de influencia; sin embargo, en otros países como Gran Bretaña (figura 10) se ha determinado que su valor medio es de  $35^\circ$ . Esto significa que la influencia llega hasta una distancia  $d$  igual a  $0.7 T$ , donde  $T$  es el espesor de la bóveda; para fines prácticos se puede suponer que  $d$  es la mitad de la profundidad, a partir de la cual la influencia es despreciable.

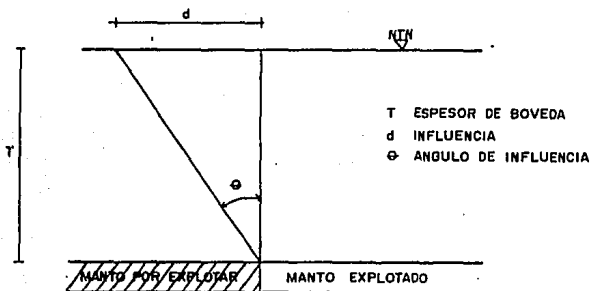


FIGURA 10

### IV.3 COLAPSOS

Los peligros a que están sujetas las cimentaciones en las zonas minadas de la Ciudad, están representadas por:

- a) Falla de bóvedas, ya sea por el incremento de esfuerzos provocados por sobrecargas en la superficie y fuerzas accidentales, o por la disminución o pérdida de la resistencia al corte de la Sección de la bóveda, ocasionado por la acción de otros agentes externos.
- b) Falla de pilares por las causas anotadas en el inciso a.
- c) Migración de cavidades hacia la superficie del terreno, (caso particular del inciso a).

El riesgo de fallas es alto dada la poca profundidad de la mayoría de las cavidades y el proceso de alteración que reduce la resistencia de los materiales. Es claro que si la acción de los agentes externos es constante, el riesgo aumenta con el transcurso del tiempo. Esta tendencia se observa en las zonas minadas de la Ciudad de México.

#### IV.4 MIGRACION EN CAVIDADES

El fenómeno de migración es el resultado del desplazamiento o ampliación de una cavidad hacia la superficie del terreno, por la pérdida progresiva de las propiedades mecánicas de los materiales que forman los elementos (techos, paredes y pilares) de una cavidad. Este fenómeno adquiere importancia en materiales deleznable y se acelera cuando estos sufren alteraciones por intemperismo, filtraciones y sobrecarga en la superficie.

$$h = H \left( \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_i} \right)$$

h = altura total de migración

H = altura libre de la cavidad original

$\gamma_i$  = peso volumétrico del material desprendido

$\gamma$  = peso volumétrico del material que forma la bóveda en estado natural.

Es probable que una cavidad aflore en la superficie si originalmente se localiza a una profundidad igual o menor que la altura de migración. Esto se ha observado repetidamente en las cavidades del Poiniente de la Ciudad, donde buen número de ellas se encuentran a poca profundidad, en particular cuando son amplias del tipo de salón, en las que el material desprendido se acomoda en un área más extensa al no encontrar confinamiento.

#### IV.5 ESTABILIDAD DEL SUBSUELO MINADO C-MN-01

El análisis de estabilidad de cavidades contempla por un lado, - los asentamientos y desplazamientos que puedan ocurrir en la superficie del terreno y su implicación con las construcciones que ahí se en cuentren y, por el otro la falla por esfuerzo cortante de bóvedas y pi lares con su consecuente hundimiento local, arrastrando las cimentacio nes que eventualmente sean afectadas.

La experiencia europea en minas de carbón provee excelentes herra mientas teóricas para cuantificar movimientos de la superficie del terreno cuando la explotación de la veta es total. Esto no puede aplí carse en las cavidades de las zonas minadas de la Ciudad de México, ya que aquí el ataque deja pilares de soporte. Es indudable que aunque el ataque en "cámaras y pilares" produce asentamientos de la superfi cie por "debilitamiento del subsuelo", sin embargo, éstos son de menor cuantía y en general, causan poco daño en construcciones normales.

En cambio las fallas por esfuerzo cortante de bóvedas y pilares pueden producir graves daños por los hundimientos locales de la super ficie que engendran, ya que esto puede arrastrar el apoyo de construc ciones en forma total o parcial.

El análisis de esfuerzos alrededor de cavidades ofrece una ayuda modesta para el problema aquí tratado, ya que en general, la geometría de oquedades y la heterogeneidad del subsuelo, condicionan fuertemente los esfuerzos en paredes y pilares y con ello la estabilidad general.

En el caso de los pilares, donde el análisis parece más sencillo, surge la incógnita del cambio de propiedades del terreno por intempe rismo y, de la propia sección resistente del pilar por erosión progre siva.

Es indudable que en el caso real deben aplicarse los métodos técnicos como herramienta auxiliar de uso moderado y, basar la solución definitiva del problema en la inspección ocular directa y un buen criterio ingenieril.

En la estabilidad de un subsuelo minado intervienen las dimensiones, profundidad y forma de las cavidades, las propiedades y naturaleza de sus techos, pilares y paredes, así como la magnitud de las sobrecargas. Pero la experiencia demuestra que el principal factor está representado por los agentes de intemperismo y erosión, especialmente el agua infiltrada que debilita los suelos y provoca fenómenos como el de migración. Al respecto se tiene la experiencia sobre el conocimiento de minas con espesores de bóveda de 20 metros que han llegado a aflorar en la superficie. Al explorar cavidades con desarrollo bajo colonias y asentamientos humanos, puede observarse descargas de aguas negras y de aguas pluviales naturales o procedentes de fugas, así como las fuertes alteraciones producidas en las paredes y techos, representadas por desprendimientos de bloques, algunos totalmente disgregados que obstruyen el paso y dificultan el trabajo de exploración en su interior.

En dos grupos se clasifican los factores que influyen en la estabilidad del subsuelo minado en el caso del Museo Interactivo Infantil.

a) GEOMETRICOS

Se refieren a las dimensiones de los túneles, es decir, secciones o anchos y altura libre, así como la profundidad en que se localizan (espesor de bóveda).

La cavidad C-MN-01 presenta secciones promedio de 4 metros, salones con secciones desde 8 metros (estación 15, ver plano -- 1/2), hasta 12 metros (estaciones 1,2,3,4 y 6) éstos últimos



con mayor riesgo por el hecho de existir grandes claros sin elementos de soporte (pilares).

Las alturas libres de cavidad varían desde 0.8 metros (estación 21) hasta 2.7 metros (estación 9), en promedio 1.77 mt.

El espesor de bóveda varía de 4.2 metros (sondeo SAC-34) hasta 9.8 metros (sondeo SAC-5) en promedio 8 metros.

b) ESTADO ACTUAL DE LOS ELEMENTOS DE LA CAVIDAD

Se entiende por elementos de la cavidad, los pilares, paredes, techo y el espesor de bóveda, por medio de los cuales mediante una adecuada inspección ocular se podrá determinar el riesgo de peligro para las estructuras que se localizan en la superficie.

El material que fué extraído corresponde al estrato de un suelo granular andesítico (arena gris), lo cual se verificó durante la exploración de la cavidad por medio de los pilares, paredes, piso y techo, además de observarse indicios de la explosión (marcas en las paredes y pilares producidos por el empleo de herramienta y oquedades humeadas en las paredes por el uso de mechas para iluminación de los túneles).

El material que constituyen los pilares y paredes es deleznable al tacto, consecuencia de la alteración de sus propiedades mecánicas por efecto de la filtración de agua, así como la transmisión de sobrecargas provenientes de la superficie.

Así mismo, el techo acusa inestabilidad en la bóveda ya que el material que lo constituye (toba café, ver figuras 5 y b) presenta alteraciones ocasionadas por filtración de agua y la transmisión de cargas externas que han ocasionado una migración granular y en algunos túneles migración en bloques.

La migración granular se observó en la totalidad de los túneles, mientras que las migraciones en bloques se ubican en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 5, 14 y 14'; 15 y 15'; 17 y 17'; 19, 20, 20' y 20" así como en 21 y 21' (ver fig. 11).

Se localizaron 7 trayectorias de túneles obstruidos por colapsos de bóveda en bloques (estaciones 14', 15', 17', 17", 20', 20" y 21', ver figura 4), recurriéndose al análisis de los estudios y planos para inferir si existe una mayor afectación posterior a las trayectorias obstruidas, con las siguientes deducciones: posterior a la estación 14' no hay mayor afectación, según los resultados de los sondeos 59, 60 y 64 (ver figura 3) que no detectan cavidad; el túnel obstruido en la estación 15' (ver figura 4) continuaba hasta los túneles donde se suscitó la segunda depresión ya que entre tales puntos se efectuó el sondeo SAC-75 el cual detectó cavidad; posterior a las zonas de derrumbe ubicados en las estaciones 17', 17", 20', 20" y 21' es muy probable que existan más túneles de la cavidad C-MN-01.

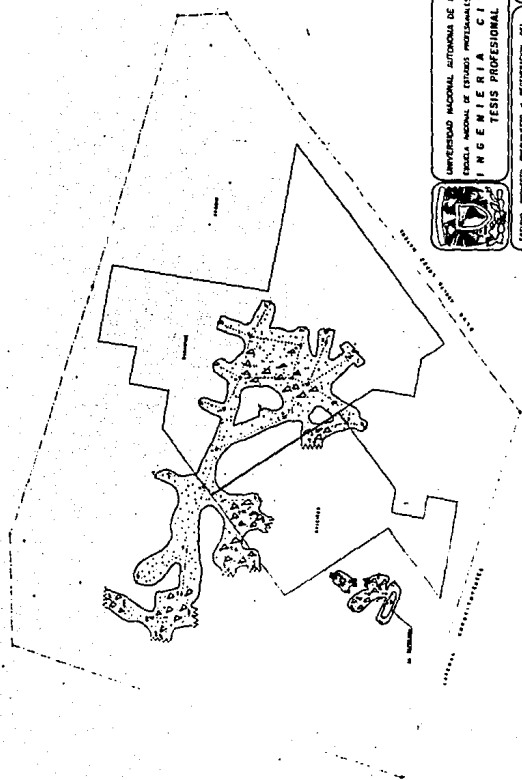


FIGURA 11 MIGRACIONES EN LA CAVIDAD

○ ● MIGRACION GAMBULAR

○ ○ MIGRACION DE BUCLES



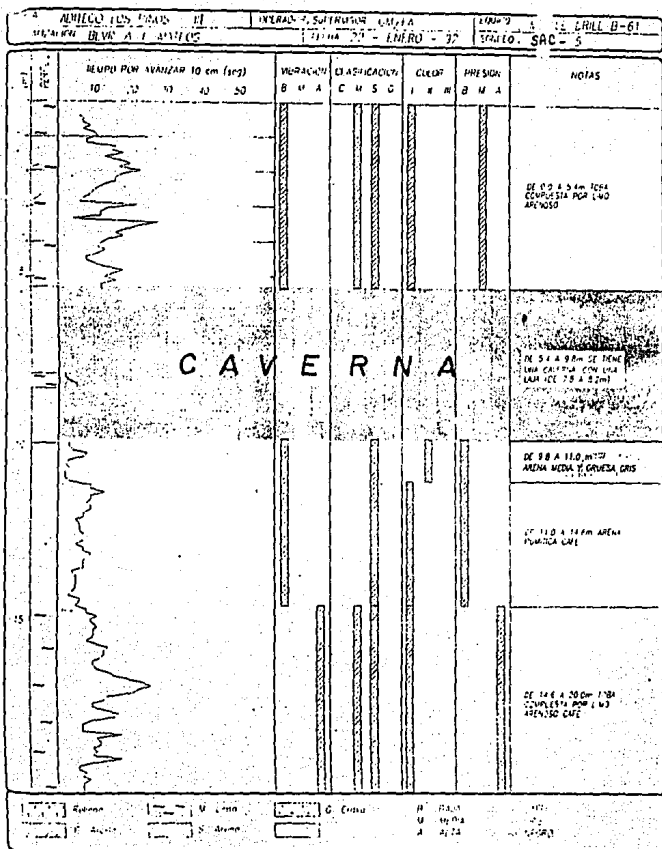
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS PROFESIONALES "ARAGO"  
 INGENIERÍA CIVIL  
 TESIS PROFESIONAL

ESTUDIOS, PROYECTOS, DESARROLLO Y EJECUCIÓN DEL  
 SISTEMA DE ALERTEA POR VIBRACIONES EN EL  
 PLANO

ARMANDO BENITEZ MUERTA  
 ESCUELA

LEYENDA: METODOS ELABORADOS

# SONDIO DE AVANCE CONTROLADO



# SONDEO DE AVANCE CONTROL

UBICACION		OPERACION/SUPERVISOR		CM/TA		TIPO DE SONDEO					
ADIFECO LOS PINOS - II		BLVR. A. L. MATEOS		2.1 - ENERO - 93		MOBILE DRILL B - SAC - 9					
PROF. (m)	PEQUE	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION B M A	CLASIFICACION C M S G	COLOR I B M	PRESION D M A	NOTAS
		10	20	30	40	50					
0											DE 0.0 A 1.3m RELLENO COLOR NEGRO
5											DE 1.3 A 8.0 m TORN. CONCRETA POR LIMP. ARENOSO GRIS
10		<b>C A V E R N A</b>									
15											DE 8.0 A 12.0m CAVERNA
											DE 10.9 A 11.9m AFEM MEDIA Y GRUESA GRIS
											DE 11.9 A 15.0m AFEM PLANCHAS GRIS
											DE 15.5 A 17.0m AFEM PLANCHAS GRIS

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA	ADITECO LOS PINOS - II	OPERADOR/SUPERVISOR	GM/FA	EQUIPO	MOBILE DRILL B - 50
LOCALIZACION	BLVR. A. L. MATEOS	FECHA	11 - FEBRERO - 92	SONDEO	SAC - 34

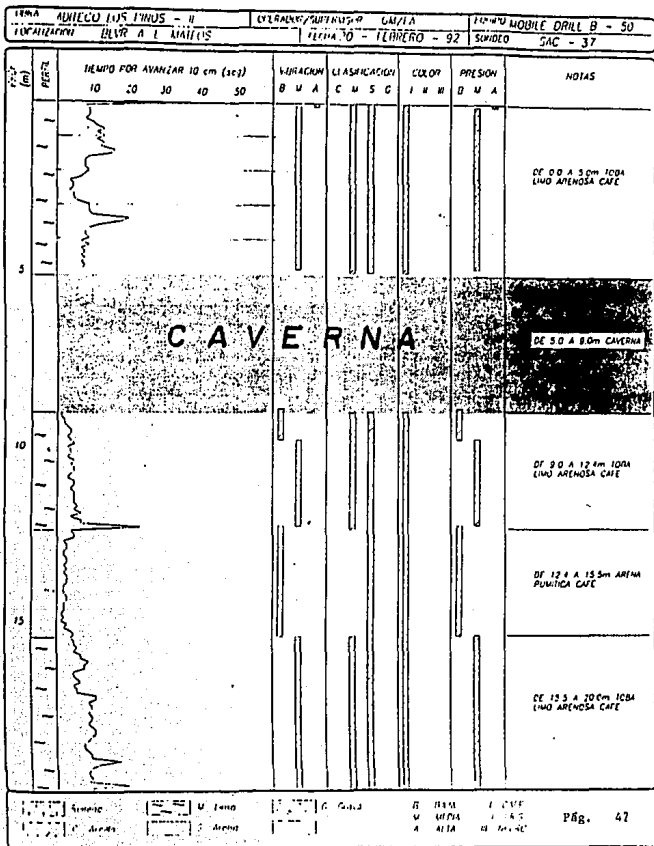
PROF. (m)	PERFIL	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION	CLASIFICACION	COLOR	PRESION	NOTAS													
		10	20	30	40	50						B	M	A	C	M	S	G	I	R	W	B	M	A
												B	M	A	C	M	S	G	I	R	W	B	M	A
5											DE 0.0 A +2m TOBA LIMO ARENOSA CAFE													
5		CAVERNA									DE 8.2 A 8.6m CAVERNA													
15											DE 8.6 A 11.0m TOBA LIMO ARENOSA CAFE													
15											DE 11.0 A 14.7m ARENA PUJUNTICA CAFE													
15											DE 14.7 A 20.5m TOBA LIMO ARENOSA CAFE													

	Refeno		M. Limo		Grava		S. CA. A		T. CAFE
	C. Arena		S. Arena		M. MIDEA		H. CRIS		W. NEG.

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

LONA ADIEGO LOS PINOS - J		INSTRUMENTOS			EQUIPO	MOLDE DRILL B-50					
INSTRUMENTOS		PI	11 - FEBRERO - 92		SONDEO	SAC-35					
PESO (kg)	PUNTO	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					SEÑALADA B M A	ACID. ALUM. C M S G	COLOR C L N	FRESQUZ B M A	NOTAS
		10	20	30	40	50					
5											DE 00 a 5.4 m TOMA LMO ARENOSO CAPE
<b>C A V E R N A</b>											
10											DE 5.4 a 7.80 m CAVERNIA
15											DE 7.8 a 11.0 m TOMA DE BLEN COMPACTACION COMPLETA POR LMO ARENOSO
20											DE 11.0 a 13.2 m ARENA PLUMICA CAPE
25											DE 13.2 a 27.7 m TOMA LMO ARENOSO CAPE
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <div> <p>● F. LMO</p> <p>○ A. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>▲ M. LMO</p> <p>▼ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> <div> <p>■ M. LMO</p> <p>□ S. Arealo</p> </div> </div>											

# SONIDO DE AVANCE CONTROLADO





# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA		OPERADOR/SUPERVISOR			EQUIPO												
ADITIVO LOS PINOS - B		SALTA			MOBILE DRILL B - 50												
LOCALIZACION		FECHA			SONDEO												
BLVR A. L. MATEOS		11 - FEBRERO - 92			SAC-40												
PROF. (m)	PERTE	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION	CLASIFICACION	COLOR	PRESION	NOTAS						
		10	20	30	40	50						B	M	A	C	M	S
5	I										DE 60 a 80 m TOMA LIMO ARENOSA						
												DE 60 a 70 m ARENA MEDA A CRUESA CRIS					
10	I										<b>C A V E R N A</b>						
												DE 70 a 103 m CAVERNA LIMON Y ARENOSAS					
15	I										DE 103 a 113 m MATERIAL SUELTO						
												DE 113 a 118 m TOMA LIMO ARENOSA CRIS					
	I										DE 118 a 128 m TOMA PUNTA CRIS						
												DE 128 a 200 m TOMA LIMO ARENOSA CRIS					

Pelena	M. LIMO	G. Arena	S. Arena	B. Arena	C. CRIS	M. CRIS	A. CRIS	V. NEGRO	<b>P58- 48</b>
--------	---------	----------	----------	----------	---------	---------	---------	----------	----------------

## SONDIO DE AVANCE CONTROLADO

UBICACION		OPERACION SUPERVISOR				EQUIPO													
LINDERO LOS PAVOS - 3		SANTA				MOBILE DRILL B - 50													
LOCALIZACION BLVR A L. MAIFIS		FECHA				SONDIDO													
		17 FEBRERO - 92				SAC-31													
PROF. (m)	PERTE	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION			CLASIFICACION			COLOR			PRESION			NOTAS
		10	20	30	40	50	B	M	A	C	M	S	G	C	G	N	B	M	
5																			
10																			
15																			

	R Arena M Arena A Arena	C CAFE G CAFE N SUELO	P 58 49
--	-------------------------------	-----------------------------	---------

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

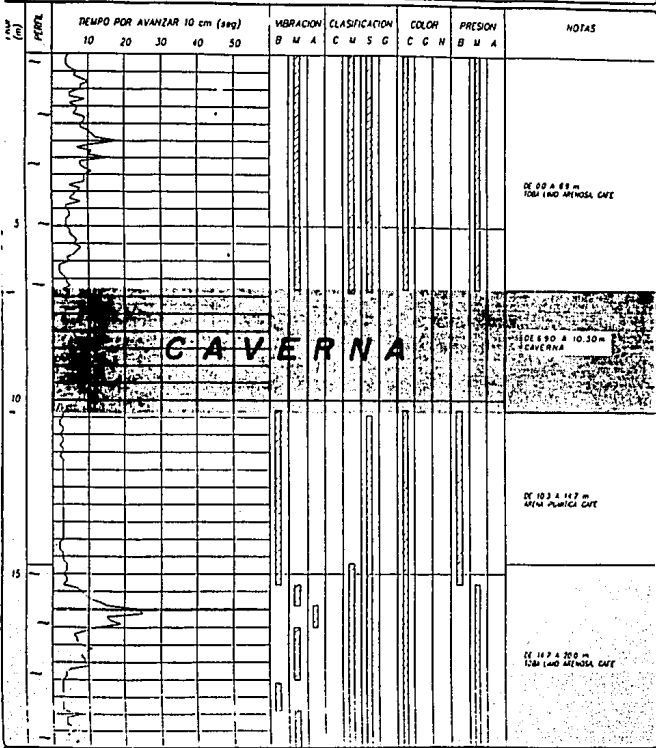
OBRA	ADIFCO LOS PINOS - II	OPERADOR/SUPERVISOR	SV/TA	EQUIPO	MOBILE DRILL B - 50
LOCALIZACION	BLV ADOLFO LOPEZ MATEOS	FECHA	12 - FEBRERO - 92	SONDEO	SAC - 42

PROF. (m)	FREZ.	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (r:g)					VIBRACION			CLASIFICACION			COLOR			PRESION			NOTAS	
		10	20	30	40	50	B	M	A	C	M	S	G	C	G	N	B	M		A
0																				DE 00 a 02 - CONCRETO
2																				DE 02 a 4.2 m TIERRA LINDA ARENOSA CAFÉ
5		CLAVERNA																		
6																				DE 4.2 a 5.7 m CAJERNA
8																				DE 5.7 a 8.7 m TIERRA LINDA ARENOSA SUELO COLOR CAFÉ
10																				DE 8.7 a 11.3 m TIERRA LINDA ARENOSA DE BAJA COMPACTACION
12																				DE 11.3 a 13.0 m ARENA PURPURA
15																				DE 13.0 a 22.0 m TIERRA LINDA ARENOSA CAFÉ

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA: ADITECO LOS PINOS - II	OPERADOR: SUPERVISOR SILVA	EQUIPO: MÓVIL DRILL B - 50
LOCALIZACIÓN: BLVR A L MAIFOS	FECHA: 11 - FEBRERO - 92	SONDEO: SA-46



	Gravilla		M. Lige		C. Poca		B. BAJA		C. FASE
	Arroz		S. Arena		W. MEDIA		V. ALTA		C. 10-5
	S. Arena		W. MEDIA		V. ALTA		C. 10-5		W. MEDIA

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

ESTRATA	ADIFECO LOS PINOS - II	OPERADOR/SUPERVISOR	SV/TA	EQUIPO	MOBLE DRILL B - 5G
LOCALIZACION	BLV. ADOLFO LOPEZ MATEOS	FECHA	15 - FEBRERO - 92	SONDEO	"C - 47"

Prof. (m)	PESIL	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION			CLASIFICACION					COLOR			PRESION			NOTAS
		10	30	12	40	50	B	M	A	C	M	S	G	C	G	N	B	M	A		
5		CAVERNA					[Vertical lines]			[Vertical lines]					[Vertical lines]			[Vertical lines]			DE 00 a 8.4 m TIERRA LINDA ARENOSA CASI
	DE 8.4 a 8.1 m TIERRA LINDA ARENOSA DE ALTA COMPACTACION																				
10	DE 8.1 a 10.2 m CAJONERA																				
	DE 10.2 a 11.2 m MATERIAL SUELO (TIERRA)																				
		CAVERNA					[Vertical lines]			[Vertical lines]					[Vertical lines]			DE 11.2 a 13.0 m TIERRA PLASTICA CASI			
	DE 13.0 a 20.0 m TIERRA LINDA CASI																				

	Roca		Arena		Arcilla		Grava		Cava		PIS		MORDO
--	------	--	-------	--	---------	--	-------	--	------	--	-----	--	-------

Pág. 52 E2

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

# 001 ADIFCO LOS PAMOS - H	OPERADOR/SUPERVISOR DATA	EQUIPO MOBILE DRILL B - 50
PROYECTO ACION BLN A L MILLIS	FECHA 13 - FEBRERO - 97	SONDEO CAC-49

Prof. (m)	FRENTE	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION			CLASIFICACION			COLOR			PRESION			NOTAS	
		10	20	30	40	50	B	M	A	C	M	S	G	C	C	N	B	M		A
0																				
5																			DE 00 a 58 m TOMA LINDA APARECIDA CAFE	
10																			CAVERNA	
15																			DE 101 a 113 m MATERIAL SUAVIZADO	
20																			DE 113 a 117 m TOMA LINDA APARECIDA CAFE	
25																			DE 117 a 150 m AFINA PLASTICA CAFE	
30																			DE 150 a 200 m TOMA LINDA APARECIDA CAFE	

<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Duro	<input type="checkbox"/> M. Lento <input type="checkbox"/> Jeringa	<input type="checkbox"/> L. Lento <input type="checkbox"/> Jeringa	<input type="checkbox"/> L. Normal <input type="checkbox"/> Jeringa	<input type="checkbox"/> M. Normal <input type="checkbox"/> Jeringa	<input type="checkbox"/> M. Rápido <input type="checkbox"/> Jeringa	<input type="checkbox"/> C. CAFE <input type="checkbox"/> C. CAS <input type="checkbox"/> M. NEGRO	Pág. 53
--	---	---	--	--	--	--	---------

## SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA		OPERADOR, SUPERVISOR		EQUIPO							
ADNECO LOS PINOS - 4		SU, FA		MOBILE DRILL B - 50							
LOCALIZACIÓN		FECHA		SONDEO							
RIVER A L MAIFOS		11 de Mayo de 2013		SAC-57							
PROF. (m)	PEBTE	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VERA: OI	CLASIFICACION	COLOR	PRESION	NOTAS
		10	20	30	40	50					
5											DE 8:00 A 8:00H TERMINO APENOSA CATE
<b>CAVERNA</b>											
10											DE 8:40 A 11:50H MATERIAL SUELO
15											DE 11:50 A 15:50H ARENA PLUMACA CATE
											DE 15:50 A 20:30H TERMINO APENOSA CATE

[Symbol] Arena	[Symbol] M. Arena	[Symbol] S. Arena	[Symbol] M. Arena
[Symbol] C. Arena	[Symbol] S. Arena	[Symbol] M. Arena	[Symbol] M. Arena

Pág. 54

# SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA		OPERADOR / SUPERVISOR		EQUIPO							
ADITECO LOS PINOS - II		SV/FA		MOBILE DRILL B - 50							
LOCALIZACION		FECHA		SONDEO							
BLVR A L. MATEOS		15-FEBRERO-97		SAC-58							
PROF. (m)	FIBRE	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION	CLASIFICACION	COLOR	PRESION	NOTAS
		10	20	30	40	50					
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Arena  
 C. Arcilla

M. Suelto  
 M. Compacto

B. D. A.  
 M. D. A.  
 A. D. A.

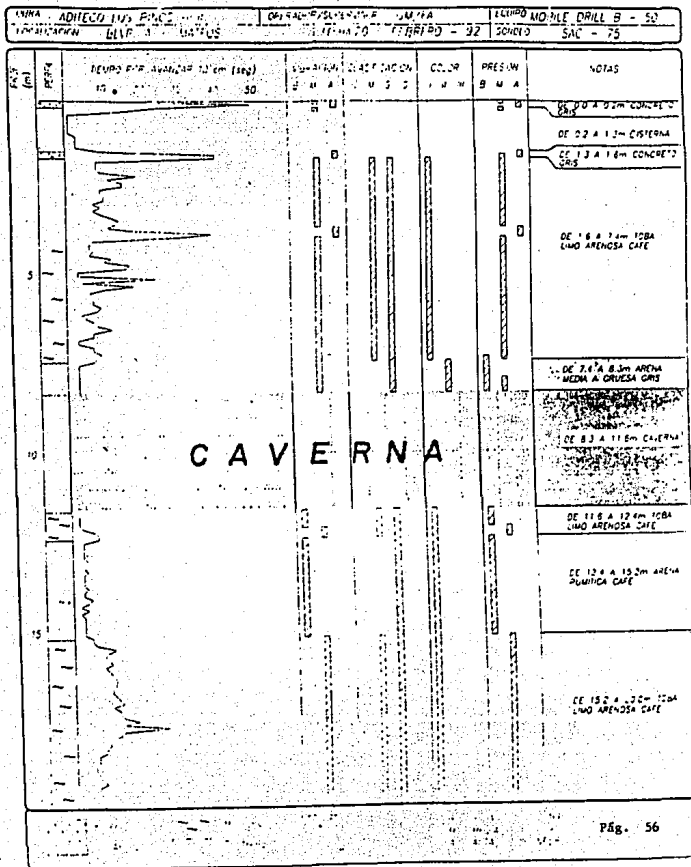
B. D. A.  
 M. D. A.  
 A. D. A.

B. D. A.  
 M. D. A.  
 A. D. A.

Pág. 55



# SONIDO DE AVANCE CONTROLADO



## SONDEO DE AVANCE CONTROLADO

OBRA	ADITECO LOS PINOS - II	OPERADOR, SUPERVISOR	CM/FA	EQUIPO	MOBILE DRILL B - 50
LOCALIZACION	BLVR. A. L. MATEOS	FECHA	20 - FEBRERO - 92	SONDEO	SAC - 76

PROF. (m)	PERFORACION	TIEMPO POR AVANZAR 10 cm (seg)					VIBRACION		CLASIFICACION					COLOR			PRESION			NOTAS
		10	20	30	40	50	B	M	A	C	U	S	G	I	B	R	B	M	A	
5																				DE 00 A 50m TOBA LIMO ARENOSA CAFE
																				DE 50 A 80m CAVERNA RELLENA
10																				DE 80 A 110m TOBA LIMO ARENOSA CAFE
																				DE 110 A 140m ARENA PLANTICA CAFE
15																				DE 140 A 170m TOBA LIMO ARENOSA CAFE

#### IV.7 METODO DE REGENERACION

Para resolver el problema de cimentaciones en terrenos minados del Poniente de la Ciudad de México, se han aplicado diversos procedimientos de acuerdo a las condiciones propias de cada caso y a las posibilidades y criterios de quienes lo han hecho.

Se conocen básicamente cuatro métodos de regeneración:

- a) Excavación y relleno compactado.
- b) Relleno Mixto.
- c) Refuerzo de techos de cavidad y protección de pilares y paredes contra el intemperismo.
- d) Cimentaciones profundas.

Los más recomendables son los dos primeros, con los cuales se da una solución permanente; caso contrario de las dos últimas al persistir las cavidades en el subsuelo siendo necesario un mantenimiento a través del tiempo.

La aplicación del método de excavación y relleno compactado se limita a áreas baldías, además, de que el espesor de bóveda no sea mayor a 2.5 metros. En espesores mayores resulta un costo elevado debiendo considerar otras alternativas para dar una solución al menor costo posible.

En el caso específico del subsuelo minado en el Museo Interactivo Infantil en proceso, no procede la aplicación del método de excavación y relleno compactado, ya que el espesor de bóveda es de hasta 9 metros de espesor resultando incosteable, además de existir edificaciones en la superficie, por lo que se decidió emplear el método de relleno mixto el cual se detalla a continuación.

El método mixto contempla la perforación de lumbreras con un diámetro de 0.9 metros, relleno compactado de toba, muros de costales rellenos con toba, vaciado de mezcla por gravedad y bombeo; así como trabajos inherentes al método como son ranuras en el techo de la cavidad, canales en el piso, túneles y delimitación de zonas.

El proyecto de regeneración estará sujeto a la existencia de las lumbreras L-1 y L-4 y a las condiciones que imponga el avance constructivo de las estructuras del Museo Interactivo Infantil, por la existencia de más de una contratista en el lugar; debiéndose ajustar a las necesidades que genere el avance de obra en general, con las de la supervisora (ADITECO) y contratista (ICA).

Así mismo, la proyección de lumbreras se hará considerando la limitante de no poder perforar dentro de las estructuras del Museo (edificio de oficinas y pirámide), debido al riesgo de poder ocasionar daños en las instalaciones ahogadas y la propia cimentación.

#### IV.8 P R O Y E C T O

##### a) PERFORACION DE LUMBRERAS Y DELIMITACION DE ZONAS.

Considerando la limitante de no poder perforar lumbreras dentro de las estructuras del Museo, se definieron dos etapas de prioridad.

ETAPA 1 La forman las zonas 1, 2, 3, 4 y parcialmente la 5 (ver plano 3/3) con ataque por las lumbreras L-6, L-3 y L-2.

ETAPA 2 La forman las zonas 5, 6, 7 y 8 con ataque por las lumbreras L-2 y L-1.

La definición de las zonas y la ubicación de las lumbreras L-2, L-3, L-5 y L-6 han sido proyectadas en función de las pendientes de piso y techo de cavidad (ver plano 2/3). La profundidad a perforar en cada lumbrera es la siguiente:

L-2	=	10 metros.
L-3	=	8 metros.
L-5	=	6 metros.
L-5	=	7 metros.

Para comunicar L-2 con la cavidad se deberá realizar un túnel a partir de la estación 6" con un rumbo N25°E, sus secciones serán de 2 metros de ancho y una altura de 1.8 metros.

##### b) RELLENO COMPACTADO.

Se vaciará a través de las lumbreras L-1, L-3, L-4 y L-5 toba, (tepetate) que cumpla con las especificaciones para posteriormente a carrearlo a las zonas 2, 3, 4, 6 y 7 compactándola con pison hasta dejar una altura libre mínima en el interior de la cavidad de 1.2 me tros.

En la zona 1 no se compactará toba, ya que las alturas son men ores a 1.2 metros, debiéndose delimitar en la estación 20 con un muro o dique de costales rellenos con toba (ver plano 1/3 y 3/3).

En la zona 3, el tramo comprendido entre la pilastra y las esta ciones 15, 15' y 15" no se compactará toba por haber alturas menores a 1.2 metros.

En la zona 5, tampoco se compactará toba aún teniendo alturas mayores a 1.2 metros (hasta 2.4 m.) ya que se ahogarían los pasos de hombre (ver plano 2/2), debiéndose rellenar únicamente con mezcla fluida.

En la zona 8 no se compactará toba, considerando que dicha zona - será trabajada por medio de la lumbrera L-2 y en caso de compactar toba se ahogaría el túnel que la comunica con la cavidad, por lo que la lumbrera L-2 se utilizará exclusivamente para bombeo de mezcla hacia - las zonas 5, 7 y 8.

Dependiendo de las zonas a trabajar con las lumbreras en la fase del vaciado de mezcla se deberá tener especial atención en tener pendientes de piso y techo favorable y uniformes para garantizar una regeneración total.

Excepto las zonas 3 y 5 el resto (1, 2, 4, 6, 7 y 8) se delimitarán con diques de costales rellenos con toba a fin de construir muros de contención que eviten la fuga de la mezcla fluida en la parte final de la regeneración, en el plano 3/3 se indican la ubicación de dichos muros.

En la construcción de muros para delimitar zonas, además se deberán dejar huecos en la parte superior con la finalidad de poder supervisar durante el vaciado de mezcla que se lleve a cabo un llenado total sin dejar huecos entre el techo de la cavidad y el relleno.

#### c) RANURAS

Durante o después de terminar el compactado se deberán realizar - ranuras en el techo de la cavidad para el llenado de mezcla en las cotas altas.

Las ranuras se proyectan en cambios de pendiente bruscos en el techo de cavidad, garantizando con estos trabajos el llenado total con la mezcla en la parte final de la regeneración. En el plano 3/3 se indican las ranuras requeridas.

d) VACIADO DE MEZCLA FLUIDA.

Concluído el compactado de toba, ranuras y muros o diques de costaleras se procederá a la parte final de la regeneración que consistirá del vaciado de una mezcla elaborada en planta dosificadora, con cemento toba-bentonita-agua de acuerdo al siguiente proporcionamiento para  $\text{lm}^3$ .

MATERIAL	CANTIDAD
Cemento	145 kg.
Agua	583 lts.
Bentonita	28 kg.
Toba	629 kg.

El vaciado de mezcla se hará por gravedad y bombeo en el siguiente orden.

Se inicia el vaciado de mezcla por gravedad en la lumbrera L-6 para la regeneración final de la zona 1.

El vaciado se continuará por gravedad en la lumbrera L-5 para la regeneración final de la zona 2, primero se deberá conducir el flujo hacia las zonas de bloques 5 y 6 para lo cual se colocarán costales que eviten el derrame de mezcla hacia la estación 19, lo cual se permitirá hasta verificar que la mezcla haya fluído en lo posible hacia las zonas de bloques, sucedido esto, se retirarán los costales para que la mezcla fluya al resto de la zona 2.

Concluído el vaciado por L-5 se deberá continuar en la lumbrera L-3 conduciendo primero el flujo hacia las zonas de bloques 3 y 4, después hacia la zona de bloques y finalmente el resto de la zona 3.

La etapa 1 se concluirá con el vaciado de mezcla por gravedad en la lumbrera L-4 para la regeneración final de la zona 4 y parcialmente la zona 5. Primero se conducirá el flujo hacia la estación 16 para después permitir que la mezcla comience a fluír hacia el límite de las zonas 3 y 4 y al subir el nivel derrame por el ducto denominado como paso de hombre para comenzar el llenado de la zona 5, la cual se terminará de regenerar en la etapa 2 cuando se lleve a cabo el bombeo por la lumbrera L-2.

Cuando la mezcla ahogue el paso de hombre que separa las zonas 4 y 5, comenzará a fluir en su totalidad hacia las estaciones 18 y 18', concluyendo así la etapa 1.

La etapa 2 que comprende las zonas 6, 7, 8 y resto de la 5, contempla bombeo y vaciado de mezcla por gravedad con el siguiente orden:

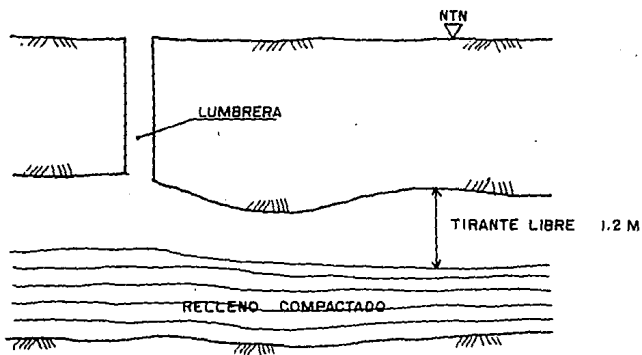
Se inicia con bombeo de mezcla, introduciendo la tubería por la lumbrera L-1 hasta la zona de bloques 1 ubicada en la zona 6, cuando la mezcla comience a derramar hacia la estación 14 se retirarán los tubos instalados en la zona 6, para introducir la tubería por el bloque, separa las zonas 6 y 7, entonces se continuará con el bombeo hasta llenar la zona 6; ocurrido esto, se retirará totalmente la tubería concluyendo el bombeo y continuar con el vaciado de mezcla por gravedad por L-1 para llenar parcialmente la zona 7 la cual se concluirá - con bombeo de mezcla por L-2

A través de la lumbrera 2 se instalará la tubería de bombeo hasta el paso de hombre que separa las zonas 5 y 8 para terminar de regenerar la zona 5, logrado este fin, se instalará la tubería hasta el muro de costales que divide parcialmente las zonas 8 y 7 para conti nuar con el bombeo hacia la zona 7 y parcialmente la zona 8, cuando la mezcla comience a derramar hacia la zona 8, ésta será contenida - por un muro de costales colocados entre las estaciones 6 y 6", se continuará el bombeo dejando ahogado el tramo de la tubería que se localiza posterior al último muro de costales para poder llenar la parte más alta de la zona 8. Logrado esto, se retirará el resto de la tubería para terminar de regenerar con el vaciado de mezcla por gravedad, concluyendo la regeneración de la cavidad C-MN-01.

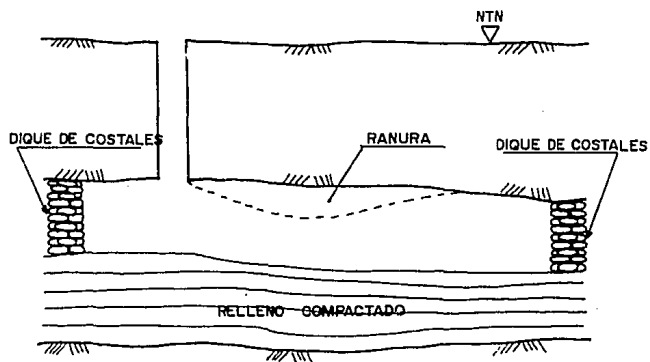


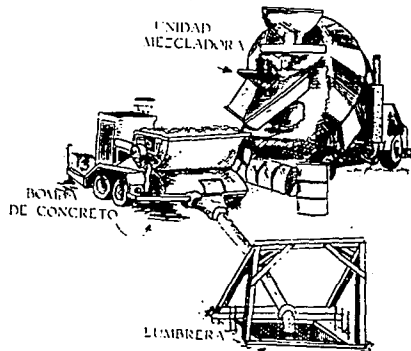
## RELLENO MIXTO EN CAVIDADES

- (1) PERFORACION DE LUMBRERAS Y COMPACTADO DE TOBA EN CAPAS DE 20 CMS. HASTA DEJAR UN TIRANTE LIBRE NO MAYOR A 1.2 MTS

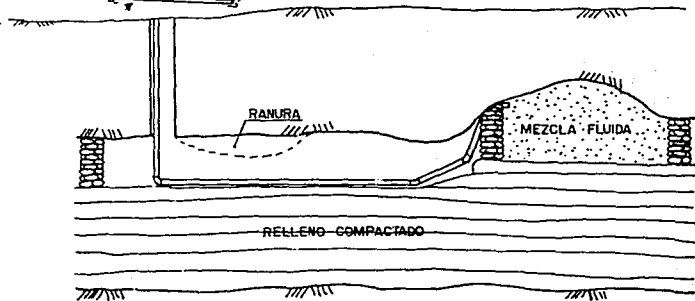


## 21 DELIMITACION DE ZONAS Y RANURADO EN TECHO DE CAVIDAD

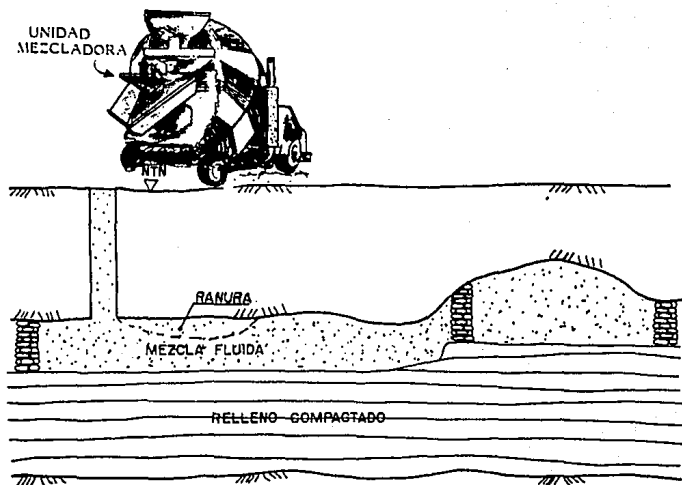


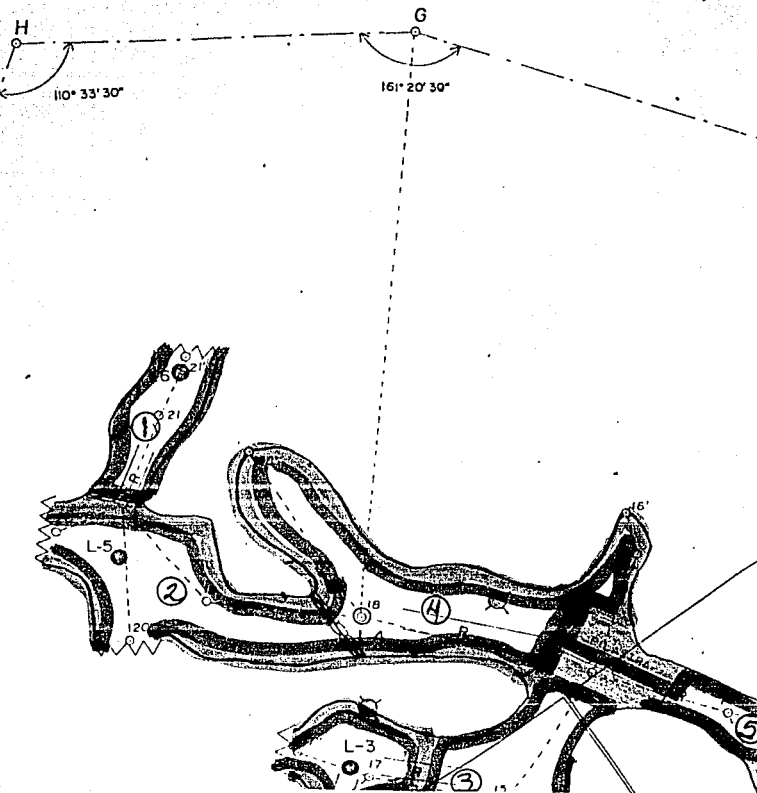


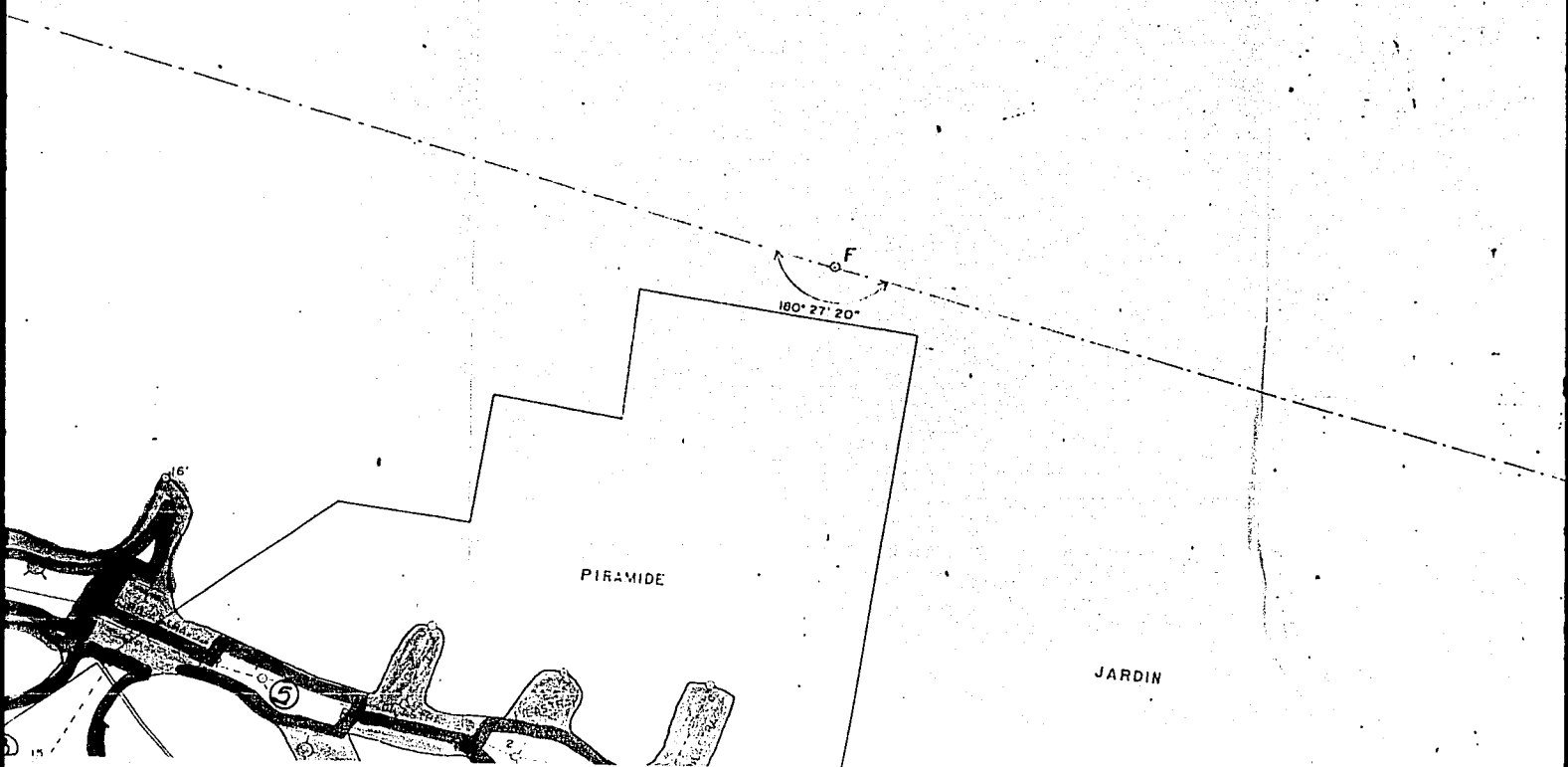
- 3) Bombeo de Mezcla Fluida mediante ductos introducidos por lumbrera, previo a ésta etapa del método; se deberá abacir el tirante de la cavidad a base de relleno compactado.

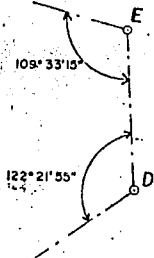
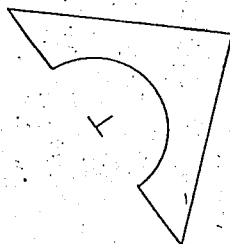


4) VACIADO POR GRAVEDAD DE MEZCLA FLUIDA








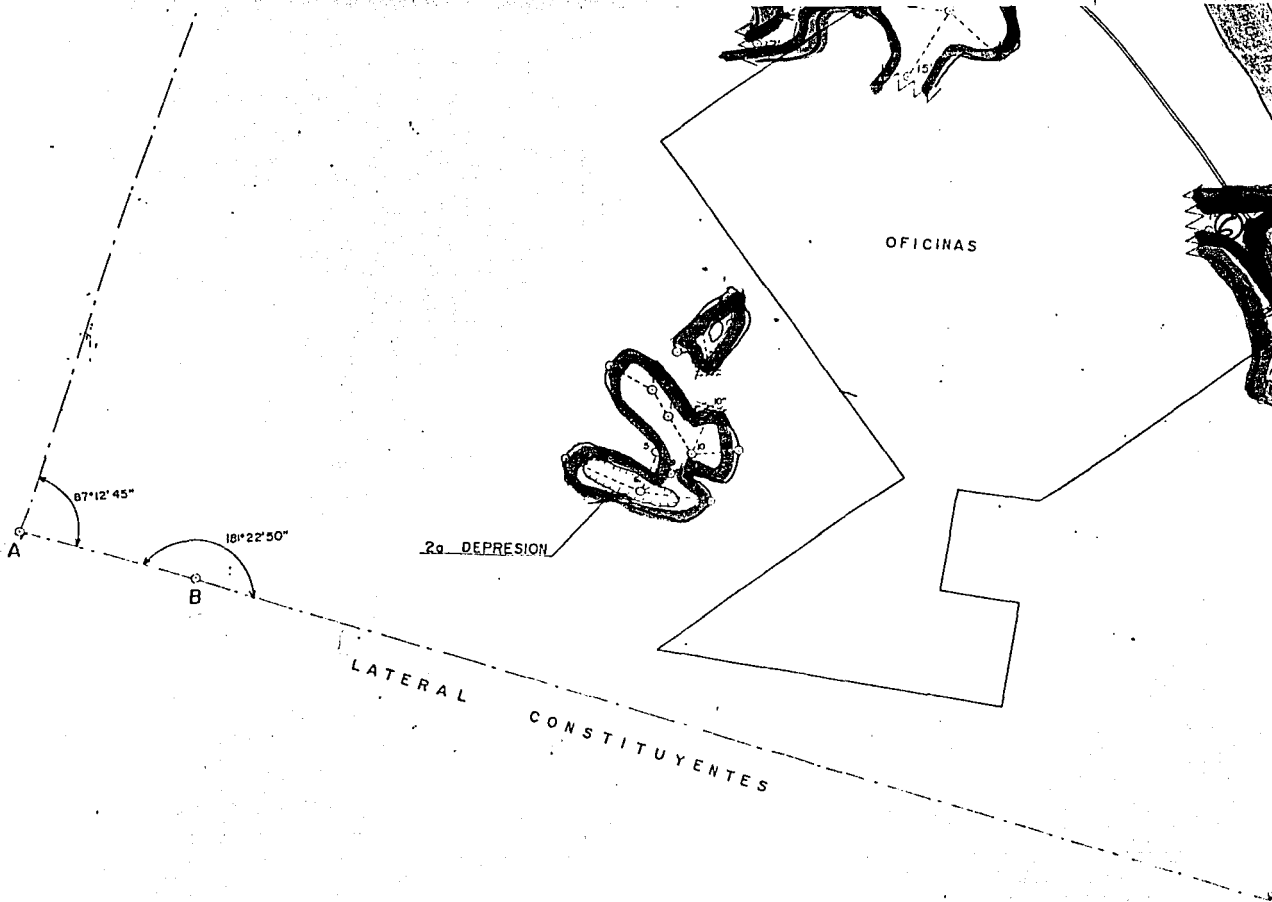




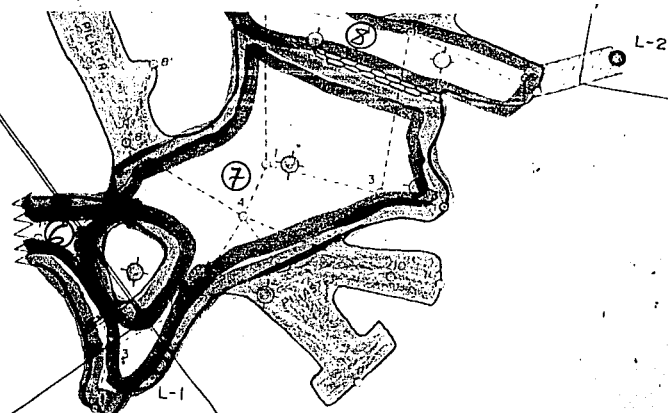
SIMBOLOGIA

-  EJE DE POLIGONAL DE SUPERFICIE
-  EJE DE POLIGONAL DE CAVIDAD
-  LUMBRERA EXISTENTE

DIN





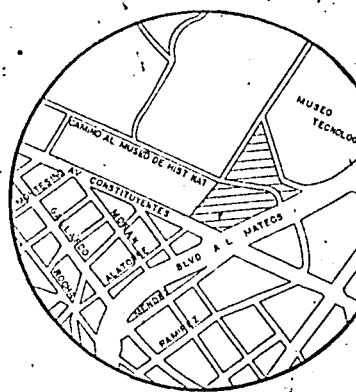


B L V D. ADOLFO LOPEZ MATEOS

127°07'40"

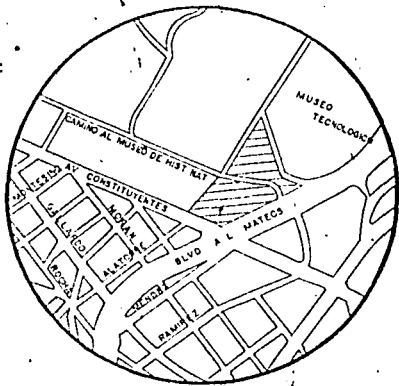
①, ②, ③, ④ y parte ⑤ → ETAPA I  
 ⑤, ⑥, ⑦, y ⑧ → ETAPA II

LOCALIZACION













NOTA: REDUCCION  
 ESCALA APROX.

## LOCALIZACION



NOTA: REDUCCION  
ESCALA APROX. 1:315

-  LUMBRERA DE PROYECTO
-  DESARROLLO DE CAVIDAD OBSTRUIDO POR DERRUMBE
-  DESARROLLO DE CAVIDAD OBSTRUIDO POR RELLENOS
-  TUNEL DE PROYECTO
-  MURO DE COSTALES
-  RANURA
-  RELLENO COMPACTADO
-  RELLENO DE MEZCLA
-  DEPRESION
-  PILASTRAS Y PILAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"  
**INGENIERIA CIVIL**  
TÉSIS PROFESIONAL

ESTUDIO, PROYECTO, PRESUPUESTO Y REGENERACION DEL  
SUBSUELO MINADO EN EL MUSEO INTERACTIVO INFANTIL EN EL D.F.

PLANO  
3 / 3

PROYECTO DE REGENERACION

ESCALA  
1:250

LEVANTO

REVISO

ELABORO

FECHA

MARZO / 93



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"**  
**TESIS PROFESIONAL**  
**PROGRAMA DE OBRA**

**OBRA REGENERACION C-MN-Q1**  
**CONTRATISTA \_\_\_\_\_**  
**FECHA DE INICIO**  
**12-ABRIL-93**  
**FECHA DE TERMINACION**  
**10-JULIO-93**

TIEMPO CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMEN.	ABRIL																															MAYO																															JUNIO																															JULIO																														
TRABAJOS PRELIM.																																																																																																																															
PERFORACION MEC.	ml	35	0.5 m/h																																																																																																																												
RELLENO COMPACT.	M <sup>3</sup>	517	8 m <sup>3</sup> /d																																																																																																																												
RELLENO MASIVO COST.	M <sup>3</sup>	40	6 m <sup>3</sup> /d																																																																																																																												
VACIADO MEZCLA	M <sup>3</sup>	1521	64 m <sup>3</sup> /d																																																																																																																												
⊕ RELLENO COMP.	M <sup>3</sup>	17	7 m <sup>3</sup> /d																																																																																																																												
⊕ RELLENO MAS. COST.	M <sup>3</sup>	24	8 m <sup>3</sup> /d																																																																																																																												
BOMBEO	M <sup>3</sup>	590	34 m <sup>3</sup> /d																																																																																																																												
LIMPIEZA																																																																																																																															

DURACION DE OBRA: 90 DIAS CALENDARIO

#### IV.9 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

##### 01.- PERFORACION DE LUMBRERAS

##### 0.1.1 PERFORACION DE LUMBRERAS DE Ø 90 CMS. CON EQUIPO MECANICO.

##### A) EJECUCION

La supervisión señalará por una sola vez la localización de puntos e informará la profundidad a perforar de acuerdo con los planos que le sean proporcionados; asumiendo la contratista la responsabilidad total de ejecutar las perforaciones a dichos puntos.

El contratista deberá hacer la señalización necesaria para mantener la ubicación de dichos puntos, procurando que su localización sea adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento. En caso de destrucción de los señalamientos en el lugar de la obra, su reposición será por cuenta del contratista, verificada por la supervisión.

Se deberá tomar en cuenta la red de suministro de agua, de captación de drenaje, de teléfonos, cableado aéreo, de líneas telefónicas; así como cualquier obstáculo que dificulte la operación y el acceso del equipo a emplear, para lo cual se debe considerar el tipo de equipo de perforación propuesto. Cualquier cambio en la ubicación de berá ser consultado y aprobado por la supervisión.

Para las lumbreras de Ø 90 cms., se utilizará equipo mecánico tipo CALDWELD o similar a las profundidades indicadas.

En caso de que el material producto de la perforación sea apto para el compactado, se podrá emplear para este objeto, debiendo reponerlo al final para el relleno de la lumbrera, en caso contrario, deberá retirarlo al lugar que le sea indicado a una distancia no mayor de 20 metros.

En el caso de los suelos compresibles, se construirán las obras necesarias para evitar derrumbes en las lumbreras, para ellos se colocarán los ademes que sean necesarios (metálicos, de concreto, madera, etc.), troquelando a presión los paramentos y acuñandose apropiadamente.

Salvo indicación en contrario, el contratista propondrá el sistema de ademado y troquelamiento; éstos, además se pagarán como otro precio - por separado.

B) MEDICION PARA FINES DE PAGO.

Se hará por metro lineal perforado con aproximación al centímetro.

C) CARGOS QUE INCLUYEN EL PRECIO UNITARIO.

La excavación propiamente dicha.

La renta del equipo, herramientas, maquinaria y accesorios necesarios para la perforación.

Todos los fletes, maniobras y acarrees necesarios del equipo, herramientas y maquinaria a emplear.

Relleno posterior de la lumbrera con material producto de excavación.

El resto de los materiales y mano de obra necesarios para la ejecución del concepto y obras de protección que proponga el contratista y apruebe la supervisión.

La limpieza y retiro de material sobrante y desperdicio del lugar de la obra.

Todos los cargos indicados en el Contrato de Obra y que no se mencionan en estas especificaciones.

02.- A C A R R E O S .

02.01 ACARREOS DENTRO DE LA OBRA.

A) MATERIALES.

No incluye material.

B) EJECUCION.

Acarreo de tepetate arcilloso en carretilla a distancias sucesivas de 20 metros en túneles de cavidad, ya sea en estado suelto o en costales en la forma específica.

C) MEDICIONES PARA FINES DE PAGO.

La unidad de medida será el metro cúbico de material compactado o colocado en costales, este concepto únicamente es por el transporte, las acciones de carga y descarga quedan incluidas en los conceptos 03.1 y 03.2.

D) CARGOS QUE INCLUYEN EL PRECIO UNITARIO.

Acarreo en carretilla y estaciones subsecuentes de 20 metros, empleo de carretillas, herramientas y mano de obra necesarios.

03.- R E L L E N O S .

03.1 RELLENO COMPACTADO.

A) MATERIALES

Toba volcánica arcillosa que permita su compactación al 70-80% Proctor Estandar, disgregada, libre de fragmentos, materia orgánica y basura.

B) La contratista suministrará el material a pie de lumbreras, - vaciándola directamente a la misma cuando eso sea posible, de tal forma que no sea bloqueado el cuerpo de la perforación y llegue el material a la parte baja (túnel) de la lumbrera.

El material será acarreado dentro del túnel a las zonas destinadas para este concepto, teniéndolo en capas de 20 cms., compactándolo con pison manual hasta obtener el 70-80% Proctor Estandar, dándole al material la humedad necesaria, conformando pendiente hacia cotas previamente señaladas por la supervisión, construyendo un canal de 60 cm. de ancho por 40 cms. de profundidad, donde sea señalado por la dependencia para conducir la mezcla fluída posteriormente. El tirante máximo entre el piso terminado del compactado y la clave de la cavidad, será de 1.20 metros.

C) MEDICION PARA FINES DE PAGO.

La unidad de medida será de metro cúbico compactado al por ciento Proctor Estandar especificado.

D) CARGOS QUE INCLUYEN EL PRECIO UNITARIO.

Transporte, carga, acarreo libre a 20 metros, descarga, tendido en capas del espesor indicado, el compactado para alcanzar el grado de compactación especificado, conformación de canales, en su caso; el suministro de agua con acarreos o conducciones totales, rampas, escaleras de acceso, alumbrado de túneles, limpieza de accesos y vías de tránsito, así como las ranuras que sean indicadas por la supervisión. Todos los cargos indicados en el contrato de obra y que no se mencionen en estas especificaciones.

Los materiales, mano de obra y herramientas que sean necesarios en la realización del concepto, limpieza y retiro del material sobrante y desperdicio del lugar de la obra.

### 03.2 RELLENO MASIVO DE COSTALES

#### A) MATERIALES

Toba volcánica arcillosa, disgregada libre de fragmentos, materia orgánica y basura.

Costales sintéticos de uso para proporcionar un volúmen de 0.07 m<sup>3</sup>, hilo o alambre para amarrado de costales.

#### B) EJECUCION

Los costales se llenarán en forma manual con el material y volúmen especificado, amarrados y transportados 20 metros libres donde serán colocados traslapados formando muros, diques, columnas, etc. En el caso de muros y diques, deberán garantizar que no existan filtraciones o fugas de mezcla fluida. La forma en que sean colocados deberá ser capaz de soportar empujes y presiones, evitando dejar huecos que produzcan desprendimientos de bóveda y paredes, para lo cual deberán colocarse en contacto y a presión con paredes y techos de los túneles existentes; en todos los casos se considerará 14.29 piezas por metro cúbico con 0.07 m<sup>3</sup> por pieza, o por sección medida en el lugar.

#### C) MEDIDA PARA FINES DE PAGO.

La unidad de medida será el metro cúbico colocado en la forma especificada o en su caso en la forma solicitada por la Dependencia.

#### D) CARGOS QUE INCLUYEN EL PRECIO UNITARIO.

Los materiales, mano de obra, herramientas, alumbrado de túneles traspaleos, acarreo libre a 20 metros, carga, descarga, llenado, amarrado y colocación de costales en forma especificada, limpieza de vías de tránsito, rampas, escaleras de acceso, preparación de áreas de colocación y desperdicio del lugar de la obra. Todos los cargos indicados en el contrato de obra y que no se mencionen en estas especificaciones.

### 03.3 RELLENO DE MEZCLA FLUIDA.

#### A) MATERIALES.

Los materiales que se emplearán en la fabricación de mezcla fluida son los siguientes:

Cemento Portland tipo 1 normal, agregados pétreos, bentonita sódica y agua.

1.- CEMENTO

El cemento que se utilice deberá ser de una marca de reconocida calidad, previamente aprobada por la dependencia, suministrado a granel o envasado en sacos de 50 kgs. Ningún cemento podrá emplearse cuando esté hidratado en su envase original.

El lugar destinado para almacenamiento de cemento deberá ser propuesto por el contratista y autorizado por la dependencia. Debiéndose reunir las condiciones de seguridad necesarias para garantizar la inalterabilidad del cemento.

2.- AGREGADOS PETREOS.

El material de agregado para la mezcla fluida consistirá de toba volcánica areno-arcillosa o areno-limosa (tepetate), disgregada libre de materia orgánica y basura, con fragmentos menos de 10 cms.

El contratista deberá proporcionar muestras del material a utilizar cuando menos ocho días antes de iniciar la fabricación de la mezcla.

Deberá almacenarse en plataformas o pisos adecuados construidos exproceso para tal fin en el caso de que no exista lugar apropiado, la capa de agregados que quede en contacto con el suelo y por este motivo se contaminen, no deberán utilizarse.

3.- BENTONITA.

Se empleará bentonita sódica envasada en sacos de 50 kgs. de marca de calidad reconocida en el mercado, previamente aprobada por la dependencia.

El lugar de almacenaje de la bentonita deberá reunir las mismas condiciones que para el cemento.

4.- AGUA.

El agua para la fabricación de mezcla deberá cumplir con las especificaciones del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.



## B) EJECUCION

### 1.- PROPORCIONAMIENTO.

Se propone la siguiente dosificación para  $\text{lm}^3$ .

	DOSIFICACION
Toba	629 Kg,
Cemento	145 KG.
Bentonita	28 KG.
Agua	583 LTS.

La dosificación del tepetate estará en función del peso volumétrico seco y suelto promedio, la cantidad tenderá a incrementarse de acuerdo al grado de saturación estimado y calidad del material, el agua podrá variar de acuerdo a la característica anterior y fraguar oportunamente.

### 2.- REVENIMIENTO

El revenimiento será en base a la dosificación y necesidades de flujo de la mezcla para cada zona de vaciado.

Se harán las pruebas necesarias en cada zona para comprobar el flujo y revenimiento de la mezcla.

### 3.- FABRICACION CON MAQUINA.

La fabricación de mezcla deberá elaborarse con planta dosificadora portátil con las siguientes características:

Tolva para agregado y cemento-bentonita con compuertas de operación de preferencia hidráulica o mecánica; básculas de agregado y cemento, esta última en el caso de que el cemento sea suministrado a granel, en este caso deberá incluirse silo para el cemento, depósito de agua, banda transportadora y planta de energía en el caso de que el lugar no cuente con acometida de energía eléctrica.

La carga de agregados a la tolva, deberá hacerse con cargador frontal o equipo similar.

En caso de no contar con toma directa para suministrar el agua, esto se hará con camiones-cisterna, abasteciéndose de la Garza más próxima al lugar de la obra, almacenándola en cisterna construída expresamente para este fin, la cual deberá tener un volumen apropiado a las necesidades de obra. Todo el equipo deberá ser de la capacidad necesaria al volumen y programa de obra.

La contratista deberá obtener la autorización previa de la Dependencia del equipo que pretende emplearse.

Para la mezcla lo primero a dosificar será el 50% de agua, ensaguida la bentonita batiéndola el tiempo necesario para hidratarla y mezclarla sin dejar grumos de material; posteriormente y a la par, se dosificará el cemento, el agregado y el agua restante.

#### 4.- MEZCLADO Y TRANSPORTE.

Para el mezclado y transporte se usarán unidades mezcladoras (ollas), montadas en camión, suministrando volúmenes hasta de 5m<sup>3</sup>.

El tiempo de revoltura será de 6 minutos mínimo a partir de que todos los materiales que intervienen en la mezcla se encuentren en la unidad.

#### 5.- VACIADO.

Para iniciar el vaciado de una zona el contratista deberá dar - aviso a la Dependencia con 24 horas de anticipación, salvo indicación en contrario.

Para efecto de recibir eficientemente la mezcla en la cavidad, - se deberá preparar la zona en la parte superior e inferior de la lumbrera con canales de costales, de lámina o conformados en el tepetate compactado, además de los diques de costaleras indicados por la Dependencia. En los túneles se deberán efectuar las ranuras en la bóveda que sean necesarias para garantizar el llenado total de los túneles; en el trayecto de la mezcla se deberán evitar derrames fuera de los canales, socavación y obturación de los mismos, acumulación de mezcla en los tramos iniciales e intermedios de las zonas de vaciado. Se vigilará en el lugar el flujo, velocidad, continuidad y limpieza de canales para que la mezcla llegue al final de las zonas de vaciado.

Previo al inicio a que se refiere este concepto y cada vez que - sea solicitado por la Dependencia, se verificará a satisfacción de la misma, la dosificación de materiales y su volumetría.

La Dependencia solicitará el muestreo de la mezcla en cilindros de prueba por lo menos tres veces durante el desarrollo de la obra, quedando a criterio de la Dependencia el momento de realizarlo. El contratista efectuará las pruebas que se soliciten a las muestras colectadas y en base a estos resultados se podrán efectuar modificaciones a la dosificación propuesta.

Por ningún motivo se permitirá el vaciado en las zonas que no estén debidamente preparadas para este fin; así como en donde se estén obturando las líneas de flujo de la mezcla, en este caso, previo a reiniciar el vaciado deberán limpiarse las zonas obturadas o tendientes a obturarse.

El vaciado de la unidad mezcladora a la lumbrera se efectuará a la mayor velocidad posible, cuidando que no derrame en superficie, - en este caso deberá palearse el material derramado hacia la lumbrera. De acuerdo al ciclo de trabajo, deberá tenerse continuidad en el vaciado en los tramos propuestos y en los señalados por la Dependencia.

#### C) MEDICION PARA FINES DE PAGO

La mezcla se cuantificará por metro cúbico suministrado en la obra con la dosificación requerida.

#### D) CARGOS QUE INCLUYEN EL PRECIO UNITARIO.

El costo del cemento, la bentonita, el agregado y el agua que intervienen en la fabricación de la mezcla serán puestos en obra y las pruebas de laboratorio especificados.

La renta del equipo, combustible, lubricantes, herramienta, maquinaria y accesorios para dosificar, elaborar, probar, transportar y vaciar la mezcla de acuerdo con los señalamientos de estas especificaciones.

Todos los fletes, maniobras y acarreos necesarios, tanto de materiales como de equipo, herramientas y maquinaria.

La obra de protección necesaria, alumbrado en cavidades, escaleras, rampas y andamios que proponga la contratista y apruebe o indique la Dependencia, cisterna montaje y desmontaje de equipo utilizado, consumo y acometida de energía eléctrica o planta de energía.

La mano de obra necesaria para dosificar, elaborar, transportar, vaciar y conducir la mezcla de acuerdo a las normas que señalan estas especificaciones.

Los túneles que se requieran para conectar uno o más túneles de la cavidad a fin de facilitar el relleno.

Acondicionamiento del área destinada a la planta, limpieza y retiro de materiales sobrantes y desperdicios del lugar de obra y planta.

Todos los cargos indicados en el contrato de obra y que no se mencionan en estas especificaciones.

#### 04 B O M B E O

##### 04.1 BOMBEO DE MEZCLA

###### A) MATERIALES.

No se incluyen.

###### B) EJECUCION

Se empleará bomba de concreto con la capacidad necesaria al ciclo de trabajo de la fabricación de mezcla.

El material se vaciará de la unidad mezcladora a la bomba para conducirlo por las lumbreras y los túneles programados a través de la tubería correspondiente.

###### C) MEDICION PARA FINES DE PAGO.

La unidad de medida será el metro cúbico suministrado por la unidad mezcladora (olla).

###### D) CARGOS QUE INCLUYEN EL PRECIO UNITARIO.

La renta, fletes, maniobras y accesorios del equipo, herramientas, maquinaria, combustible, lubricantes y accesorios para el bombeo de mezcla según la dosificación.

El empleo libre de 50 metros de tubería con los accesorios necesarios.

La mano de obra necesaria para montaje y desmontaje de equipo y el bombeo de mezcla, tubería y accesorios, limpieza y retiro de material sobrante y desperdicio del lugar de la obra.

Todos los cargos indicados en el contrato de obra y que no se mencionan en estas especificaciones.

PARA TODOS LOS TRABAJOS A EJECUTAR SE DEBEN CONSIDERAR: Las condiciones climatológicas durante el tiempo propuesto de obra, así como las condiciones físicas iniciales de las áreas de trabajo.

#### **V.- ANALISIS DE COSTOS**

A continuación se presenta el desarrollo del presupuesto base, el cual servirá para efectuar un análisis comparativo con las propuestas recibidas, a fin de adjudicar el contrato de obra.

V.1 INVESTIGACION DE MERCADO.

<u>CONCEPTOS</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO (NS)</u>
Costales de Naylon	Pza.	1.20
Alambre Recocido	Kg.	2.41
Toba	M3	32.00
Agua	M3	22.00
Bentonita	Ton.	302.00
Cemento	Ton.	380.00
Diesel	Lt.	0.80
Gasolina	Lt.	
Lubricante	Lt.	5.50
Llantas de Bomba	Jgo.	3,493.00
Llantas de Revolvedora	Jgo.	7,500.00
Llantas de Cargador Frontal	Jgo.	8,050.00
Llantas de Perforadora	Jgo.	13,500.00

TESIS PROFESIONAL		ANEXO: CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL		FORMA	INDICIA:
				2V-5	DE:
DEPENDENCIA CONVOCANTE:		CONCURSANTE:			
ARMANDO BENITEZ H.					
CONCURSO Nº		FIRMA:			
OBRA:		NOMBRE:			
FECHA:		CARGO:			
SALARIO MINIMO GENERAL EN EL D.F. N° 14.27					
CLAVES OPERATIVAS	CONCEPTO Y GENERADOR	PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO Y HASTA 10 VECES ESTE	PARA SALARIO MINIMO		
(DICAL)	DIAS CALENDARIO	365	365		
(DIABI)	DIAS DE AGUINALDO	15	15		
(PIVAC)	DIAS POR PRIMA VACACIONAL = b DIAS x 25 %	1.5	1.5		
(DIPER)	DIAS DE PERCEPCION PAGADOS AL AÑO	SUMA	381.5	381.5	
(DIDOM)	DIAS DOMINGO	52	52		
(DIVAC)	DIAS DE VACACIONES	6	6		
(DIFEO)	DIAS FESTIVOS OFICIALES (POR LEY)	7.17	7.17		
(DIPEC)	DIAS PERDIDOS POR CONDICIONES CLIMA (LLUVIA Y OTROS)	3	3		
(DICDL)	DIAS NO LABORABLES POR COSTUMBRE LOCAL	2	2		
(DINLA)	DIAS NO LABORADOS AL AÑO	SUMA	70.17	70.17	
(DICLA)	DIAS CALENDARIO LABORADOS AL AÑO (DICAL)-(DINLA) + ( 365 )-(70.17) =		294.83	294.83	
(DISSC)	DIAS EQUIVALENTES POR SEGURO SOCIAL CUOTAS $0.22367\% \times \text{YO} + 0.27217\% \times \text{DIPER}$ =		85.33	103.83	
(DISSG)	DIAS EQUIVALENTES POR SEGURO SOCIAL GUARDERIAS 1% (DIPER) =		3.81	3.81	
(DIREP)	DIAS EQUIVALENTES POR IMPUESTOS SOBRE REMUNERACIONES PAGADAS 1% (DIPER) =		3.81	3.81	
(DIPRE)	DIAS EQUIVALENTES DE PRESTACIONES AL AÑO	SUMA	92.95	111.45	
(COSAN)	DIAS EQUIVALENTES DE COSTO ANUAL (DIPER) + (DIPRE) =		474.45	492.95	
(FASAR)	FACTORES DE COSTO REAL (COSAN)/(DICLA) =		1.609	1.672	
(con tasa de inflación)					



**CALCULO DE SALARIOS REALES**

<u>CATEGORIA</u>	<u>SAL. BASE</u>	<u>FACTOR</u>	<u>SAL. REAL</u>
Peon	14.27	1.672	23.86
Ayudante General	16.27	1.609	26.18
Oficial Albañil	17.21	1.609	27.69
Cabo	22.12	1.609	35.59
Operador de Revolvedora	22.93	1.609	36.89
Operador de Maquinaria Pesada	22.93	1.609	36.89
Operador de Traxcavo	22.93	1.609	36.89
Operador de Planta de Energía Eléctrica	22.32	1.609	35.91
Operador Planta Dosificadora	22.32	1.609	35.91
Operador de Bomba Thomsen	22.93	1.609	36.89

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ II.</b>	<b>ANEXO ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA</b>		FOLIO 2N°6 DE
	DEPENDENCIA CONVOCANTE : _____	CONCURSANTE : _____	
	CONCURSO No: _____	FIRMA: _____	
	OBRA: _____	NOMBRE: _____	
	FECHA: _____	CARGO: _____	

DESCRIPCION DE LA MAQUINA: PERFORADORA MONTADA SOBRE CAMION CON EQUIPO TIPO CADWELD  
 DE 90 CM. DE DIAMETRO. MODELO 1993.

### DATOS GENERALES

(Pm) Precio de la maquina Ns <u>370,000.00</u>	(Fo) Factor de operacion <u>0.80</u>
(Vii) Valor de las llantas Ns <u>13,500.00</u>	(Hop) Potencia de operacion <u>128</u> HP
(Va) Valor de adquisicion Ns <u>356,500.00</u>	(Mvii) Vida de las llantas <u>1,000</u> Horas
(Vr) Valor de rescate <u>20</u> % Va Ns <u>71,300.00</u>	(I) Cambio de lubricante <u>200</u> Horas
(Vd) Valor a depreciar Ns <u>285,200.00</u>	(C) Capacidad del Carter <u>15</u> Lts.
(Va) Vida economica <u>10,000</u> Horas	(c) Factor de combustible: 0.15/4 Diesel; 0.22/1 Gasolina
(i) Tasa de inversion anual <u>12</u> %	(al) Factor de lubricante: 0.00358 Diesel/0.00307 Gasolina
(Ha) Horas electivas por año <u>2,000</u> Horas	(Pc) Precio de combustible: <u>0.80</u> Diesel; Gasolina
(s) Prima de segura <u>2</u> % Anual	(Pl) Precio de lubricante: <u>5.50</u> Diesel; Gasolina
(Q) Mantenimiento <u>70</u> %	(Dia) Dias laborados al año <u>294.83</u> Dias
(Hp) Motor <u>DIESSEL</u> Potencia Nominal <u>160</u> Hp	(H) Horas de la jornada <u>6.78</u> Horas

### CARGOS FIJOS COSTO

DEPRECIACION	D = (Va - Vr) / Va = (356,500 - 71,300) / 10,000	28.52
INVERSION	I = (Va + Vr) / 2 Ha = (356,500 + 71,300) 0.12 / 4000	12.83
SEGUROS	S = (Va + Vr) s / 2 Ha = (356,500 + 71,300) 0.02 / 4000	2.14
MANUTENIMIENTO	T = Q * D = 0.70 * 28.52	19.96
<b>SUMA</b>		<b>Ns 63.45</b>

### CONSUMOS

COMBUSTIBLE	CM = c' * X Hop * Pc = (0.15/4) (128) (0.80)	15.50
ACEITE DE MOTOR	AMO = ((C/l) + (al * Hop)) Pl = (0.53324) (5.50)	2.93
OTRAS FUENTES DE ENERGIA		
LLANTAS	Vii / Mvii = 13,500 / 1,000	13.50
<b>SUMA</b>		<b>Ns 31.94</b>

### OPERACION

CATEGORIA	SALARIO REAL	CANTIDAD	IMPORTE
a) OPERADOR	36.89	1	36.89
b) AYUDANTE GENERAL	26.18	4	104.72
c) CABO	35.59	0.25	8.90
<b>CARGOS</b>			<b>SUMA Sd = Ns 150.51</b>
Si Ha > 1000 Hrs	S = So (CILA) / Ha = (150.51) (294.83) / 2,000		22.19
Si Ha ≤ 1000 Hrs	S = So / H		
<b>SUMA</b>			<b>Ns 22.19</b>

<b>COSTO DIRECTO POR HORA ACTIVA</b>	TOTAL	Ns 117.57
<b>COSTO DIRECTO POR HORA INACTIVA</b>	TOTAL	Ns

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ H.</b>	<b>ANEXO ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA</b>		PÁGINA 2 N° 6
	DEPENDENCIA CONVOCANTE : _____		CONCURSANTE : _____
	CONCURSO No: _____		FIRMA: _____
	OBRA: _____		NOMBRE: _____
FECHA: _____		CARGO: _____	
DESCRIPCION DE LA MAQUINA: <u>TRACTO CAMION REVOLVEDORA BICONICA.</u>			
			MODELO 1993

### DATOS GENERALES

(Pn) Precio de la maquina Ni <u>308,000.00</u>	(Fa) Factor de operacion <u>80</u>
(Vn) Valor de los llantas Nq <u>7,500.00</u>	(Hnp) Potencia de operacion <u>128</u> HP
(Va) Valor de adquisicion Nq <u>300,500.00</u>	(Hvll) Vida de los llantas <u>1,000</u> Horas
(Vr) Valor de rescate 10 % Va Nq <u>30,050.00</u>	(l) Cambio de lubricante <u>200</u> Horas
(Vd) Valor a depreciar Ni <u>270,450.00</u>	(C) Capacidad del Carter <u>11</u> Lts.
(Ve) Vida economica <u>10,000</u> Horas	(C') Factor de combustible: 0.1514 Diesel; 0.2271 Gasolina
(i) Tasa de inversion anual <u>12</u> %	(oil) Factor de lubricante: 0.0358 Diesel; 0.0307 Gasolina
(Ma) Horas efectivas por año <u>2,000</u> Horas	(Fc) Precio de combustible: <u>0.80</u> Diesel; Gasolina
(s) Prima de seguro <u>2</u> % Anual	(Pl) Precio de lubricante: <u>5.50</u> Diesel; Gasolina
(Q) Mantenimiento <u>80</u> %	(Dia) Dias laborados al año <u>294.83</u> Dias
(Hp) Motor <u>DIESSEL</u> Potencia Nominal <u>160</u> Hp	(H) Horas de la jornada <u>6.78</u> Horas

### CARGOS FIJOS

### COSTO

DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve = (300,500 - 30,050) / 10,000$	27.05
INVERSION	$I = (Va + Vr) i / 2 Ma = (300,500 + 30,050) 0.12 / 4,000$	9.92
SEGUROS	$S = (Va + Vr) s / 2 Ma = (300,500 + 30,050) 0.02 / 4,000$	1.65
MANTENIMIENTO	$T = Q \cdot F \cdot D = (0.80) (27.05)$	21.64
<b>SUMA</b>		<b>Ni 60.26</b>

### CONSUMOS

COMBUSTIBLE	$COM = c' \cdot X \cdot Hnp + Pc = (0.1514) (128) (0.80)$	15.50
ACEITE DE MOTOR	$AMO = [(C/l) + (al \cdot Hnp)] Pl = (0.51324) (5.50)$	2.82
OTRAS FUENTES DE ENERGIA		
LLANTAS	$Vll / Hvll = (7,500 / 1000)$	7.50
<b>SUMA</b>		<b>Ni 25.82</b>

### OPERACION

CATEGORIA	SALARIO REAL	CANTIDAD	IMPORTE
a) OPERADOR	36.89	1	36.89
b) AYUDANTE GENERAL	26.18	2	52.36
c) CARGO	35.59	0.15	5.34
<b>CARGOS</b>			<b>SUMA SALARIO 94.59</b>
Si $Ma > 1600$ Hrs	$S \cdot So (DIA) / Ma = (94.59) (294.83) / 2,000$		13.94
Si $Ma \leq 1600$ Hrs	$S \cdot So / H$		
<b>SUMA</b>			<b>Ni 13.94</b>

**COSTO DIRECTO POR HORA ACTIVA**

TOTAL Ni 100.02

**COSTO DIRECTO POR HORA INACTIVA**

TOTAL Ni

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ H.</b>	<b>ANEXO ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA</b>		Z A * 6
	DEPENDENCIA CONVOCANTE :	CONCURSANTE :	
	CONCURSO No:	FIRMA :	
	OBRA:	NOMBRE :	
	FECHA:	CARGO :	
DESCRIPCION DE LA MAQUINA : CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR			
CAT 910		MODELO 1992	

### DATOS GENERALES

(Pm) Precio de la maquina N# 242,000.00	(Fa) Factor de operacion 0.75
(VII) Valor de los llantos N# 8,050.00	(Hap) Potencia de operacion 49 HP
(Va) Valor de adquisicion N# 233,950.00	(Hvii) Vida de los llantos 1,000 Horas
(Vr) Valor de rescate 10 % Va N# 23,395.00	(I) Cambio de lubricante 200 Horas
(Vd) Valor a depreciar N# 210,555.00	(C) Capacidad del carter 11 Lts.
(Ve) Vida economica 10,000 Horas	(c') Factor de combustible: 0.1514 Diesel; 0.2271 Gasolina
(i) Tasa de inversion anual 12 %	(el) Factor de lubricante : 0.00358 Diesel; 0.00307 Gasolina
(Ha) Horas efectivas por año 2000 Horas	(Pc) Precio de combustible: 0.80 Diesel; Gasolina
(s) Prima de seguro 2 % Anual	(Pl) Precio de lubricante: 5.50 Diesel; Gasolina
(Q) Mantenimiento 70 %	(Dia) Dias laborados al año 294.87 Dias
(Hp) Motor DIESEL Potencia Nominal 65 Hp	(H) Horas de la jornada 6.78 Horas

### CARGOS FIJOS

		COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Va = (233,950 - 23,395) / 10,000$	21.06
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2 Ha = (233,950 + 23,395) 0.12 / 4000$	7.72
SEGUROS	$S = (Va + Vr) s / 2 Ha = (233,950 + 23,395) 0.02 / 4000$	1.29
MANTENIMIENTO	$T = Q / D = 0.70 / (21.06)$	14.74
<b>SUMA N#</b>		<b>44.81</b>

### CONSUMOS

COMBUSTIBLE	$COM = c' A Hap + Pc = (0.1514) (49) (0.80)$	5.93
ACEITE DE MOTOR	$AMO = (C / I) * (el x Hap) Pl = (0.23042) (5.50)$	1.27
OTRAS FUENTES DE ENERGIA		
LLANTAS	$VII / HVII = (8,050) / (1,000)$	8.05
<b>SUMA N#</b>		<b>15.25</b>

### OPERACION

CATEGORIA	SALARIO REAL	CANTIDAD	IMPORTE
a) OPERADOR	36.89	1	36.89
b) AYUDANTE GENERAL	26.18	1	26.18
c) CARO	35.59	0.10	3.56
<b>CARGOS</b>		<b>SUMA SALARIO</b>	<b>66.63</b>
SI Ha > 1600 Hrs	$S = So (CLA) / Ha = (66.63) (294.83) / 2,000$		9.82
SI Ha ≤ 1600 Hrs	$S = So / H :$		
<b>SUMA N#</b>			<b>9.82</b>

**COSTO DIRECTO POR HORA ACTIVA**

TOTAL N# 69.88

**COSTO DIRECTO POR HORA INACTIVA**

TOTAL N#

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  ARMANDO BENITEZ II.	<b>ANEXO ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA</b>		Z N° 6 DE
	DEPENDENCIA CONVOCANTE : _____	CONCURSANTE : _____	
	CONCURSO No: _____	FIRMA: _____	
	OBRA: _____	NOMBRE: _____	
	FECHA: _____	CARGO: _____	
DESCRIPCION DE LA MAQUINA: <u>PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA</u>			MODELO <u>125 KW.</u>

DATOS GENERALES				
(An) Precio de la maquina	Ni	99,000.00	(Fa) Factor de operacion	0.80
(VII) Valor de las llantas	Ni		(Hap) Potencia de operacion	166 HP
(Va) Valor de adquisicion	Ni	99,000.00	(Hvii) Vida de las llantas	_____ Horas
(Vr) Valor de rescate	10 % Va Ni	9,900.00	(I) Cambio de lubricante	200 Horas
(Vd) Valor a depreciar	Ni	89,100.00	(C) Capacidad del Carter	4 Lit.
(Ve) Vida economica	10,000	Horas	(c') Factor de combustible:	0.1514 Diesel; 0.2271 Gasolina
(i) Tasa de inversion anual	12	%	(ai) Factor de lubricante:	0.00358 Diesel; 0.00307 Gasolina
(Ha) Horas efectivas por año	2000	Horas	(Pc) Precio de combustible:	0.80 Diesel; _____ Gasolina
(s) Prima de seguro	2	% Anual	(Pi) Prec. de lubricante:	5.50 Diesel; _____ Gasolina
(Q) Mantenimiento	80	%	(Dia) Dias laborados al año	294.83 Dias
(Hp) Motor <u>DIESEL</u>	Potencia Nominal	207 hp	(H) Horas de la jornada	6.78 Horas

	CARGOS	FIJOS	COSTO
DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Va =$	$(99,000 - 9,900) / 10,000$	8.91
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2 Ha =$	$(99,000 + 9,900) 0.12 / 4000$	3.27
SEGUROS	$S = (Va + Vr) s / 2 Ha =$	$(99,000 + 9,900) 0.02 / 4000$	0.54
MANTENIMIENTO	$T = Q F D =$	$(0.80) (8.91)$	7.13
			<b>SUMA Ni 19.85</b>

CONSUMOS			
COMBUSTIBLE	COM = c' A Hap x Pc =	$(0.1514) (166) (0.80)$	20.11
ACEITE DE MOTOR	AMO = (C/I) + (ai x Hap) Pi =	$(0.61428) (5.50)$	3.38
OTRAS FUENTES DE ENERGIA			
LLANTAS	VII/HVII:		
			<b>SUMA Ni 23.49</b>

OPERACION			
CATEGORIA	SALARIO REAL	CANTIDAD	IMPORTE
a) OPERADOR	35.91	1	35.91
b) AYUDANTE GENERAL	26.18	1	26.18
c) CARO	35.59	0.10	3.56
		<b>SUMA Sal. Ni</b>	<b>65.65</b>
Si Ha > 1600 Hrs	S = So (C/HA) / Ha =	$65.65 (294.83) / 2000$	9.68
Si Ha ≤ 1600 Hrs	S = So / H :		
		<b>SUMA Ni</b>	<b>9.68</b>

<b>COSTO DIRECTO POR HORA ACTIVA</b>	TOTAL Ni	53.02
<b>COSTO DIRECTO POR HORA INACTIVA</b>	TOTAL Ni	

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ H.</b>	<b>ANEXO ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA</b>		F. No. _____	HOJA _____ DE _____
	DEPENDENCIA CONVOCANTE : _____	CONCURSANTE : _____		
	CONCURSO No: _____	FIRMA: _____		
	OBRA: _____	NOMBRE _____		
FECHA: _____	CARGO: _____			
DESCRIPCION DE LA MAQUINA: _____		PLANTA DOSIFICADORA		MODELO _____

### DATOS GENERALES

(Pn) Precio de la maquina N# 258.500,00	(Fo) Factor de operacion 0,80
(Vn) Valor de las llantas N# _____	(Hap) Potencia de operacion 52 HP
(Va) Valor de adquisicion N# 258.500,00	(Hvii) Vida de las llantas _____ Horas
(Vr) Valor de rescate 10 % Va N# 25.850,00	(i) Cambio de lubricante _____ Horas
(Vd) Valor a depreciar N# 232.650,00	(C) Capacidad del Carter _____ Lts.
(Val) Vida economica 8.000 Horas	(c') Factor de combustible: 0,1514 Diesel; 0,2271 Gasolina
(i) Tasa de inversion anual 12 %	(ai) Factor de fabricante: 0,00358 Diesel; 0,00307 Gasolina
(Ha) Horas efectivas por año 2.000 Horas	(Pc) Precio de combustible: _____ Diesel; _____ Gasolina
(s) Prima de seguro 2 % Anual	(Pl) Precio de lubricante: _____ Diesel; _____ Gasolina
(q) Mantenimiento 80 %	(Dib) Dias laborales al año 294,83 Dias
(Hp) Motor ELECTRICO Potencia Nominal 65 hp	(H) Horas de la jornada 6,78 Horas

### CARGOS

### FIJOS

### COSTO

DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Va = (258.500 - 25.850) / 8.000$	29,08
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2 Ha = (258.500 + 25.850) / 2.000$	8,53
SEGUROS	$S = (Va + Vr) / 2 Ha = (258.500 + 25.850) / 2.000$	1,42
MANUTENIMIENTO	$T = q f d = (0,80) (29,08)$	23,26
	<b>SUMA N#</b>	<b>62,29</b>

### CONSUMOS

COMBUSTIBLE	COM = c' x Hap x Pc = _____	
ACEITE DE MOTOR	AMO = [(C/i) + (ai x Hap)] Pi = _____	
OTRAS FUENTES DE ENERGIA		
LLANTAS	Vii / Hvii = _____	
	<b>SUMA N#</b>	

### OPERACION

CATEGORIA	SALARIO REAL	CANTIDAD	IMPORTE
a) OPERADOR	35,91	1	35,91
b) AYUDANTE GENERAL	26,18	4	104,72
c) CABO	35,59	0,25	8,90
<b>CARGOS</b>			<b>SUMA S/M/H = 149,53</b>
Si Ha > 1600 Hrs	S = So (CHL) / Ha =	149,53 (294,83) / 2.000	72,04
Si Ha ≤ 1600 Hrs	S = So / H =		
	<b>SUMA N#</b>		<b>72,04</b>

<b>COSTO DIRECTO POR HORA ACTIVA</b>	<b>TOTAL N#</b>	<b>86,33</b>
<b>COSTO DIRECTO POR HORA INACTIVA</b>	<b>TOTAL N#</b>	

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ II.</b>	<b>ANEXO ANALISIS DE COSTO HORA MAQUINA</b>		2. N° 6
	DEPENDENCIA CONVOCANTE : _____		CONCURSANTE : _____
	CONCURSO No: _____		FIRMA: _____
	OBRA: _____		NOMBRE: _____
FECHA: _____		CARGO: _____	
DESCRIPCION DE LA MAQUINA: <b>BOMBA THOMSEN</b> <span style="float: right;">MODELO</span>			

### DATOS GENERALES

(Pm) Precio de la maquina	Ni	177,302.00	(Fa) Factor de operacion	0.80
(Vii) Valor de las llantas	Ni	3,652.00	(Hop) Potencia de operacion	95 HP
(Va) Valor de adquisicion	Ni	173,650.00	(Hvii) Vida de las llantas	2,000 Horas
(Vr) Valor de rescate	20 % Va	34,730.00	(l) Cambio de lubricante	200 Horas
(Vd) Valor a depreciar	Ni	138,920.00	(C) Capacidad del carter	20 Lts.
(Ve) Vida economica	10,000	Horas	(C') Factor de combustible: 0.15/4 Diesel; 0.22/1 Gasolina	
(i) Tasa de interes anual	12	%	(al) Factor de lubricante: 0.00358 Diesel; 0.00307 Gasolina	
(Ha) Horas efectivas por año	2000	Horas	(Pc) Precio de combustible: 0.80 Diesel; Gasolina	
(s) Prima de seguro	2	% Anual	(Pl) Precio de lubricante: 5.50 Diesel; Gasolina	
(Q) Mantenimiento	60	%	(Dia) Dias laborados al año	294.83 Dias
(Hp) Motor <b>DIESEL</b> Potencia Nominal	95	hp	(H) Horas de la jornada	6.78 Horas

### CARGOS FIJOS

### COSTO

DEPRECIACION	$D = (Va - Vr) / Ve = (173,650 - 34,730) / 10,000$	13.89
INVERSION	$I = (Va + Vr) / 2 Ha = (173,650 + 34,730) / 20,000$	6.25
SEGUROS	$S = (Va + Vr) s / 2 Ha = (173,650 + 34,730) 0.02 / 20,000$	1.04
MANTENIMIENTO	$T = Q \cdot D \cdot s = (0.60 \times 13.89)$	8.34
<b>SUMA</b>		<b>29.52</b>

### CONSUMOS

COMBUSTIBLE	$CCM = c' \times Hop \times Pc = (0.15/4) (95) (0.80)$	11.51
ACEITE DE MOTOR	$AMD = [(C/I) + (al \times Hop)] Pl = (0.440) (5.50)$	2.42
OTRAS FUENTES DE ENERGIA		
LLANTAS	$VII / HVII = (3,652) / (2,000)$	1.87
<b>SUMA</b>		<b>15.76</b>

### OPERACION

CATEGORIA	SALARIO REAL	CANTIDAD	IMPORTE
a) OPERADOR	36.89	1.00	36.89
b) AYUDANTE GENERAL	26.18	2.00	52.36
c) CABO	35.59	0.15	5.34
<b>CARGOS</b>		<b>SUMA So. Min</b>	<b>94.59</b>
Si Ha > 60C Hrs	$S \cdot So (DIA) / Ha =$	$94.59 (294.83) / 2,000$	13.94
Si Ha ≤ 60C Hrs	$S \cdot So / H =$		
<b>SUMA</b>		<b>N</b>	<b>13.94</b>

### COSTO DIRECTO POR HORA ACTIVA

TOTAL Ni 59.72

### COSTO DIRECTO POR HORA INACTIVA

TOTAL Ni

<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ H.</b>	<b>ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>		FORMA	INCUA.
			01.1	ZM-9
	DEPENDENCIA CONVOCANTE: _____	CONCURSANTE: _____		
	CONCURSO N° _____	FIRMA _____		
	OBRA _____	NOMBRE _____		
FECHA _____	CARGO _____			

CONCEPTO PERFORACION MECANICA DE # 20 CM. UNIDAD M.L.

MATERIALES	DESPERDICO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
AGUA		LIT	50	0.022	1.10

**SUMA DE MATERIALES**

**\$ 1.10**

MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
1 OFICIAL ALBAÑIL	4.00	JOR.	0.25	27.69	7.00
2 AYUDANTES GENERALES	4.00	JOR.	0.5	26.18	13.10
CABO	4.00	JOR.	0.15	35.59	5.36

**SUMA DE MANO DE OBRA**

**\$ 25.64**

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
MAQUINA PERFORADORA	0.50	HORA	2.0	117.57	235.14
HERRAMIENTA 3% M.O.			0.01	25.64	0.77

**SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA**

**\$ 235.91**

OBSERVACIONES


**RESUMEN**

COSTO DIRECTO		\$ 262.65
COSTO INDIRECTO	21 %	\$ 55.16
FINANCIAMIENTO	0 %	\$
UTILIDAD	10 %	\$ 26.27
PRECIO UNITARIO		\$ 344.08



<b>TESIS PROFESIONAL</b>  <b>ARMANDO BENITEZ H.</b>	<b>ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>		FORMA	INDIA.
			02.1	2M-9
	DEPENDENCIA CONVOCANTE: _____	CONCURSANTE: _____		
	CONCURSO N° _____	FIRMA _____		
	OBRA _____	NOMBRE _____		
FECHA _____	CARGO _____			

**CONCEPTO** ACARREO EN CARRETILLA EST. SUBSECUENTE RC. **UNIDAD** M3

MATERIALES	DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE

**SUMA DE MATERIALES**      \$

MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
2 PEON	7.0	JOR.	0.286	23.86	6.82
CARO	0.05	JOR.	0.100	35.59	3.56

**SUMA DE MANO DE OBRA**      \$ 10.38

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
HERRAMIENTA 3% H.O.		Z	0.03	10.38	0.31

**SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA**      \$ 0.31

OBSERVACIONES


R E S U M E N	
COSTO DIRECTO	\$ 10.69
COSTO INDIRECTO 21 %	\$ 2.24
FINANCIAMIENTO 0 %	\$
UTILIDAD 10 %	\$ 1.07
PRECIO UNITARIO	\$ 14.00

ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		FORMA	HOJA
		02.2	EM-9
TESIS PROFESIONAL	DEPENDENCIA CONVOCANTE:	CONCURSANTE:	
	CONCURSO N°	FIRMA	
ARMANDO BENITEZ B.	OBRA	NOMBRE	
	FECHA	CARGO	

CONCEPTO ACARREO EN CARRETILLA EST. SUBSECUENTES RMC. UNIDAD M3

MATERIALES	DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
<b>SUMA DE MATERIALES</b>					<b>N\$</b>
MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
2 PEON	8.00	JOR.	0.250	23.86	5.97
CARO	0.05	JOR.	0.100	35.59	3.56
<b>SUMA DE MANO DE OBRA</b>					<b>N\$ 9.53</b>
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
HERRAMIENTA 32 M.O.		2	0.03	9.53	0.29
<b>SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					<b>N\$ 0.29</b>
<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>RESUMEN</b>					
COSTO DIRECTO					N\$ 9.82
COSTO INDIRECTO 21 % N\$					2.06
FINANCIAMIENTO 0 % N\$					
UTILIDAD 10 % N\$					0.98
PRECIO UNITARIO					N\$ 12.86

TESIS PROFESIONAL	ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		FORMA	NOVA
			03.1	CM-9
	DEPENDENCIA CONVOCANTE:	CONCURSANTE:		
	CONCURSO N°	FIRMA		
ARMANDO BENITEZ H.	OBRA	NOMBRE		
	FECHA	CARGO		

CONCEPTO RELLENO COMPACTADO UNIDAD M3

MATERIALES	DESPENDEJO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
TOBA		M3	1,20	32,00	38,40
AGUA		LT	50	0,022	1,10

SUMA DE MATERIALES N\$ 39,50

MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
OFICIAL ALBAÑIL	8	JOR.	0,125	27,69	3,46
AYUDANTE GENERAL	8	JOR.	0,125	26,18	3,27
PEON	8	JOR.	0,250	23,86	5,97
CABO	8	JOR.	0,200	35,59	7,12

SUMA DE MANO DE OBRA N\$ 19,82

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
HERRAMIENTA 3% H.O.		%	0,03	19,82	0,59

SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA N\$ 0,59

OBSERVACIONES

RESUMEN		
COSTO DIRECTO	N\$	59,91
COSTO INDIRECTO 21 %	% N\$	12,58
FINANCIAMIENTO 0 %	% N\$	
UTILIDAD 10 %	% N\$	5,99
PRECIO UNITARIO	N\$	78,48

		<b>ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b>		FORMA	FORMA
				03.2	CM*9
TESIS PROFESIONAL	DEPENDENCIA CONVOCANTE:	CONCURSANTE:			
CONCURSO N°		FIRMA			
OBRA		NOMBRE			
ARMANDO BENITEZ H.	FECHA	CARGO			

CONCEPTO	RELENO MASIVO CON COSTALERAS	UNIDAD	M3			
<b>MATERIALES</b>						
	DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	
TOBA		M3	1.10	32.00	35.20	
AGUA		LT	20	0.027	0.54	
COSTAL		PZA	14.29	1.20	17.15	
ALAMBRE RECOCIDO		KG.	0.075	2.41	0.18	
<b>SUMA DE MATERIALES</b>					<b>N\$ 52.97</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	
1 OFICIAL ALBAÑIL	6	JOR.	0.167	27.69	4.62	
1 AYUDANTE GENERAL	6	JOR.	0.167	26.18	4.37	
2 PEON	6	JOR.	0.333	23.86	7.94	
CABO	6	JOR.	0.200	35.59	7.12	
<b>SUMA DE MANO DE OBRA</b>					<b>N\$ 24.05</b>	
<b>MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>						
	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE	
HERRAMIENTA 3% M.O.		%	0.03	24.05	0.72	
<b>SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>					<b>N\$ 0.72</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>						
<b>RESUMEN</b>						
COSTO DIRECTO				N\$	77.74	
COSTO INDIRECTO 21 %				N\$	16.33	
FINANCIAMIENTO 0 %				N\$		
UTILIDAD 10 %				N\$	7.77	
PRECIO UNITARIO				N\$	101.84	

<b>ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO</b> FORMA 03.3 -M-9 HOJA: 51	DEPENDENCIA CONVOCANTE: _____	CONCURSANTE: _____
	CONCURSO N° _____	FIRMA _____
	OBRA _____	NOMBRE _____
	FECHA _____	CARGO _____
	TESIS PROFESIONAL <b>ARNANDO BENITEZ HUERTA</b>	

CONCEPTO	ELABORACION, TRANSPORTE Y VACIADO DE MEZCLA	UNIDAD	M3		
MATERIALES	DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
AGUA		LT.	583	0.022	12.83
CEMENTO	3%	KG.	149	0.380	56.62
BENTONITA	5%	KG.	30	0.310	9.30
TOBA	7%	M3.	0.673	32.00	21.54

**SUMA DE MATERIALES N\$ 100.29**

MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
2 AYUDANTE GENERAL	64	JOR.	0.031	26.18	0.81
4 PEON	64	JOR.	0.063	23.86	1.50
CABO	64	JOR.	0.300	35.59	10.68

**SUMA DE MANO DE OBRA N\$ 12.99**

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
PLANTA DOSIFICADORA	8	HR.	0.125	84.33	10.54
CARGADOR FRONTAL	8	HR.	0.125	69.88	8.74
PLANTA DE ENERGIA ELECTRICA	8	HR.	0.125	53.02	6.63
TRACTO CANION REVOLVEDORA BICONICA	8	HR.	0.125	100.02	12.50
HERRAMIENTA 3X H.O.	X		0.03	12.99	0.40

**SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA N\$ 38.81**

<b>OBSERVACIONES</b>

RESUMEN		
COSTO DIRECTO	N\$	152.09
COSTO INDIRECTO 21 %	N\$	31.94
FINANCIAMIENTO 0 %	N\$	
UTILIDAD 10 %	N\$	15.21
PRECIO UNITARIO	N\$	199.24

TESIS PROFESIONAL  ARMANDO BENITEZ H.	ANEXO: ANALISIS DE PRECIO UNITARIO		FORMA 04.1	NOM: JM-9	SER:
	DEPENDENCIA CONVOCANTE: _____		CONCURSANTE: _____		
	CONCURSO N° _____		FIRMA _____		
	OBRA _____		NOMBRE _____		
FECHA _____		CARGO _____			

CONCEPTO BOMBEO DE MEZCLA FLUIDA UNIDAD M3

MATERIALES	DESPERDICIO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE

SUMA DE MATERIALES N\$  

MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
2 AYUDANTE GENERAL	34	JOR.	0.059	26.18	1.54
4 PEON	34	JOR.	0.120	23.86	2.86
1 CABO	34	JOR.	0.300	35.59	10.68

SUMA DE MANO DE OBRA N\$ 15.08

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
BOMBA PARA CONCRETO	4.25	HR.	0.24	59.22	14.21
HERRAMIENTA 3 % M.O.		%	0.03	15.08	0.45

SUMA DE MAQ., EQUIPO Y HERRAMIENTA N\$ 14.66

OBSERVACIONES

RESUMEN	
COSTO DIRECTO	N\$ 29.74
COSTO INDIRECTO 21 % N\$	6.25
FINANCIAMIENTO 0 % N\$	
UTILIDAD 10 % N\$	2.97
PRECIO UNITARIO	N\$ 38.96

## V.5 INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

- 01 PERFORACION DE LUMBRERAS.
  - 01.1 PERFORACION MECANICA DE LUMBRERAS Ø 90 CMS.
  
- 02 ACARREOS
  - 02.1 ACARREO DE MATERIAL PARA EL "R.C."
  - 02.2 ACARREO DE MATERIAL PARA EL "R.M.C."
  
- 03 RELLENOS
  - 03.1 RELLENO COMPACTADO AL 70-80% P.E. "R.C."
  - 03.2 RELLENO MASIVO CON COSTALERAS "R.M.C."
  - 03.3 SUMINISTROS, DOSIFICACION, TRANSPORTE Y VACIADO DE MEZCLA.
  
- 04 BOMBEO DE MEZCLA
  - 04.1 BOMBEO DE MEZCLA FLUIDA

<p style="text-align: center;">TESIS PROFESIONAL</p> <p style="text-align: center;">ARMANDO BENITEZ HUERTA</p>	<b>ANEXO: CATALOGO DE CONCEPTOS</b>		FORMA:	SE DE
	DEPENDENCIA CONVOCANTE: _____	CONCURSANTE:		
CONCURSO No. _____	FIRMA:			
OBRA: _____	NOMBRE:			
FECHA: _____	CARGO:			

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
01.1	PERFORACION DE LUMBRERAS DE 90 CMS. DE DIAMETRO	ML.	35	344.08	12,042.80
02.1	ACARREO DE TOBA EN CARRETILLA A ESTACIONES SUBSECUENTES DE 20 MTS. PARA RELLENO COMPACTADO.	M3	17	14.00	238.00
02.2	ACARREO DE TOBA EN CARRETILLA A ESTACIONES SUBSECUENTES DE 20 MTS. PARA RELLENO CON COSTALERAS.	M3	24	12.86	308.64
03.1	RELLENO COMPACTADO AL 70-80% PESO CON TOBA Y PIZON MANUAL, INCLUYE SUMINISTRO, ACARREO LIBRE A 20 MTS. Y TENDIDO EN CAPAS DE 15 A 20 CMS.	M3	517	78.48	40,575.16
03.2	RELLENO MASIVO DE COSTALERAS CON TOBA, INCLUYE SUMINISTRO, ACARREO LIBRE A 20 MTS. Y COLOCACION.	M3	40	101.84	4,073.60
03.3	MEZCLA SEGUN ESPECIFICACION, INCLUYE SUMINISTRO DE MATERIALES, FABRICACION, MEZCLADO, ACARREO Y VACIADO POR GRAVEDAD.	M3	1521	199.24	303,044.04
04.1	BOMBEO DE MEZCLA SEGUN ESPECIFICACIONES	M3	590	38.96	22,986.40

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**TOTAL: N\$ 383,267.60**

IMPORTE TOTAL CON LETRA (TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS SESENTA  
-----SIETE NUEVOS PESOS 60/100 M.N)-----



## VI.- TIPO DE CONTRATACION

En este capítulo se justifica el tipo de contratación de obra, así como el criterio considerado durante el análisis de las propuestas recibidas, a fin de adjudicar el contrato de obra denominado "PERFORACION Y REGENERACION DE LA CAVIDAD C-MN-01".

## VI. TIPO DE CONTRATACION DE OBRA PUBLICA

Las dependencias y entidades pueden contratar servicios relacionados con las obras públicas.

Las dependencias o entidades pueden realizar obras, siempre y cuando: Las obras estén incluidas en el programa de inversiones autorizado; se cuente con los estudios y proyecto, las normas y especificaciones de construcción, el presupuesto y el programa de ejecución; se cumplan los trámites o gestiones que deban realizarse conforme a las disposiciones estatales y municipales.

Los contratos de obra pública se adjudican en 3 modalidades:

a) Licitación Pública. Mediante convocatoria pública abierta, recibiéndose proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Obra Pública.

La convocatoria se publicará en uno de los diarios de mayor circulación en el país y simultáneamente, cuando menos en uno de la entidad federativa donde se ejecutará la obra, y contendrán:

- 1.- El nombre de la dependencia o entidad convocante;
- 2.- El lugar y descripción general de la obra que desee ejecutar;
- 3.- Requisitos que deberán cumplir los interesados;
- 4.- Información sobre los anticipos;
- 5.- Plaza para la inscripción en el proceso de adjudicación, que no podrá ser menor a diez días hábiles contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria;
- 6.- El lugar, fecha y hora en que se celebrará el acto de la apertura de proposiciones.
- 7.- Criterios conforme a las cuales se decidirá la adjudicación.

Cuando por razón del monto de la obra, resulte inconveniente llevar a cabo el procedimiento a que se refiere la licitación pública, - por el costo que ésta representa, las dependencias y entidades podrán contratar en las modalidades B y C, siempre que el monto de la obra del contrato no exceda los montos máximos de las obras establecidas en los presupuestos de egresos de la Federación y del Departamento del - Distrito Federal.

b) Asignación Directa. Las dependencias o entidades podrán asignar directamente contrato de obra pública.

c) Convocatoria por Invitación a cuando menos tres participantes.

Los montos máximos de contratación directa y los de adjudicación mediante convocatoria a cuando menos tres participantes, de las obras que podrán realizar las Unidades Administradoras y Entidades durante el año de 1993, serán los siguientes:

Inversion Total Autorizada	Monto máximo total de cada obra que podrá contratarse directamente.	Monto máximo total de cada obra que - podrá adjudicarse mediante convocatoria a cuando menos tres participantes.
----------------------------	---	--

(MILES DE NUEVOS PESOS)

MAYOR DE	HASTA		
	4,000	15	134
4,000	10,000	19	167
10,000	17,000	23	207
17,500	25,000	28	256
25,000	35,000	35	317
35,000	50,000	41	344
50,000	125,000	49	444
125,000	210,000	57	507
210,000	300,000	66	593
300,000	450,000	75	679
450,000	625,000	90	811
625,000	800,000	100	896
800,000	1,000,000	110	988
1,000,000		123	1,100

Los montos establecidos deberán considerarse sin incluirse el impuesto al valor agregado.

\*Publicado en el Diario Oficial el 21 de diciembre de 1992.

Cronología del proceso de Contratación de Obra.

17/MARZO/1993	Invitación
19/MARZO/1993	Inscripciones
22/MARZO/1993	Visita al lugar de la obra
31/MARZO/1993	Apertura
06/ABRIL/1993	Fallo
12/ABRIL/1993	Inicio de Obra.

A la Coordinación General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica (CGRUPE), para el ejercicio del año de 1993, le fué otorgado un presupuesto que sobrepasa los 1,000'000,000 de nuevos pesos; por lo tanto, de acuerdo al monto total de la obra (Presupuesto Base)----- N\$383,267.60, se consultarán los montos máximos para la contratación directa y los de adjudicación mediante convocatoria a cuando menos tres participantes.

De acuerdo a lo anterior, la obra se deberá adjudicar mediante convocatoria a cuando menos tres participantes.

Para dar curso al proceso de adjudicación para el contrato de obra denominado "Perforación de Lumbreras y Regeneración de la Cavidad C-MN-01", la CGRUPE a través de la SYP-UDEZM invitó a participar a las empresas:

- 1) COPSA, S.A. DE C.V.
- 2) GEOHIDROMIN, S.A. DE C.V.
- 3) I.C.A. CONSTRUCCION URBANA, S.A. DE C.V.
- 4) SOILTEC, S.A. DE C.V.

A los cuales se les entregaron los requisitos y bases para concurrir, así como las especificaciones constructivas y proyecto de la obra, mismos que aceptaron y entregaron en sobre cerrado con el conocimiento de los requisitos y criterio a considerarse para la asignación del contrato.

Se analizaron y se realizó una comparativa de las propuestas con respecto al presupuesto base, todas cumplieron con las bases establecidas en la convocatoria, observándose además lo siguiente:

- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1) COPSA, S.A. DE C.V.                         | 23% arriba del presupuesto base. |
| 2) GEOHIDROMIN, S.A. DE C.V.                   | 16% arriba del presupuesto base. |
| 3) I.C.A. CONSTRUCCION URBANA,<br>S.A. DE C.V. | 84% arriba del presupuesto base. |
| 4) SOILTEC, S.A. DE C.V.                       | 41% arriba del presupuesto base. |

A la empresa GEOHIDROMIN, S.A. DE C.V. le fué adjudicado el contrato de la obra "Perforación de Lumbreras y Regeneración de la Cavidad C-MN-01" por ser la propuesta que mejor satisface los intereses - del Departamento del Distrito Federal, contando además con respaldo técnico y financiero garantizando los requerimientos que demanda el tipo de obra en cuestión.

## VII.- REGENERACION DE CAVIDAD.

El presente capítulo contiene propiamente la memoria de la supervisión realizada a la contratista que ejecutó la obra de regeneración de la cavidad C-MN-01.

## VII. REGENERACION DE LA CAVIDAD C-MN-01.

Con fecha del 12 de abril de 1993, se inició la obra denominada "Perforación de Lumbreras y Regeneración de la Cavidad C-MN-01", com  
prendida en el ejercicio de 1993 en la UDEZM, dependiente de la Subdire  
cción de Yacimientos Pétreos.

Esta obra la llevará a cabo la empresa GEOHIDROMIN, S.A. DE C.V.,  
en adelante contratista, mientras que la supervisión estará a cargo  
de la Unidad Departamental de Estudios de Zonas Minadas (UDEZM).

Antes de iniciarse propiamente la obra se le entregó a la contra  
tista: El plano en planta 1/2 (anexo) con escala 1:250, el cual con  
tiene el desarrollo de la cavidad, el proyecto con el método de rege  
neración y las especificaciones, control de calidad y catálogo de con  
ceptos.

La supervisión le indica a la contratista el área destinada para  
instalar la planta dosificadora para la elaboración de la mezcla, so  
licitándole que coloque en el perímetro del área, malla electrosolda-  
da o similar para evitar el acceso a cualquier persona ajena a las  
instalaciones.

El área mencionada se localiza entre el Museo Interactivo Infan  
til y el Museo Tecnológico de la Comisión Federal de Electricidad --  
(ver fotografías 4 y 5).

Se le indica por una sola vez a la contratista los puntos topo-  
gráficos para la perforación de las Lumbreras mecánicas que deberá -  
ejecutar; así mismo, se le muestra la ubicación de las lumbreras ya  
existentes L-1 y L-4.

La profundidad de las perforaciones de lumbreras son las siguientes:

- L-2 = 10 metros.
- L-3 = 8 metros.
- L-5 = 6 metros.
- L-6 = 7 metros.

Se le informa a la contratista que deberá ajustarse al avance de la construcción del Museo Interactivo Infantil, debiendo atender la necesidad de dividir en dos etapas por prioridades constructivas; así mismo, cada etapa tendrá zonas de prioridad conforme al siguiente planteamiento:

#### ETAPA 1

- La zona 1 será trabajada por la lumbrera L-6
- La zona 2 será trabajada por la lumbrera L-5
- La zona 3 será trabajada por la lumbrera L-3
- La zona 4 será trabajada por la lumbrera L-4

#### ETAPA 2

- La zona 5 será trabajada por la lumbrera L-4 y L-2
- La zona 6 será trabajada por la lumbrera L-1
- Las zonas 7 y 8 serán trabajadas por la lumbreras L-2

Antes de iniciar el compactado de toba en la cavidad se solicita a la contratista retirar del túnel comprendido entre las estaciones 6 y 6" material de migración e iniciar el túnel con un rumbo N20°E para llegar a la lumbrera L-2.

El 17 de abril se concluyen las perforaciones de las lumbreras L-3, L-5 y L-6, autorizándose a la contratista iniciar los trabajos de relleno compactado en las zonas 2, 3 y 4.



Para evitar accidentes en las lumbreras se mantendrán tapadas con placas de acero, colocando señales de seguridad cuando se encuentren destapadas.

Se le indica a la contratista que deberá troquelar en la zona 3 en la estación 15 por existir en la bóveda fracturas que pudieran causar colapsos de bloques, después de este trabajo se podrá ranurar en la bóveda que comprende las estaciones 15 y 17 como lo señala el proyecto.

El 23 de abril se concluye la perforación de lumbreras así como la ranura en la bóveda en la estación 20, solicitándole a la contratista que delimite las zonas 2 y 1 con muros de costaleras en la estación 20 dejando acceso para supervisar el llenado total con la mezcla fluida en la zona 1.

Durante el proceso de relleno compactado en la zona 3, se le pide a la contratista que comience a realizar las ranuras en la bóveda comprendidas entre las estaciones 17 y 15; así como 17 y 17', éstas deberán llegar hasta la lumbrera L-3; esta sugerencia se da para evitar inconcomodidades en las maniobras de los trabajadores cuando se tengan alturas reducidas en el interior de la cavidad por el avance del relleno compactado.

Lo anterior se le recomienda a la contratista para considerarlo en el resto de las ranuras.

El 14 de mayo se terminaron en las zonas 1, 2, 3 y 4 los trabajos de relleno compactado y ranuras en bóvedas conforme lo señala el proyecto, prosiguiendo a realizar el muro o dique con costales que delimitarán las zonas 2 y 4 con su respectivo acceso para supervisar el llenado total con la mezcla fluida en la fase final de la regeneración.

Se solicitó a la contratista demoler una fracción de la barda que delimita al Museo con el Periférico Norte, debiendo rampear para tener

acceso al sitio de la lumbrera L-1 con los camiones que suministrarán la mezcla fluida durante el bombeo y vaciado por gravedad de dicha mezcla. Se les indica además que se deberá instalar una puerta provisional a fin de evitar el acceso de personas ajenas a la obra.

El 21 de mayo se le pide a la contratista inicie el montaje de su planta dosificadora y sus trabajos complementarios para poder iniciar el proceso del relleno vaciado de mezcla fluida en las zonas ya terminadas a la fecha y que son 1, 2, 3 y 4.

El 29 de mayo se terminan los trabajos de relleno compactado, ranuras en bóveda y confinamiento de zonas con diques de costales llenos con toba, autorizándose a la contratista dar inicio con el vaciado de mezcla en la etapa 1.

Antes de iniciar con la segunda fase de la regeneración consistente al vaciado de mezcla, se le recuerda al contratista que dicho vaciado deberá ser continuo en las zonas de derrumbe.

La planta dosificadora que se instaló cumple con las especificaciones establecidas en el contrato, autorizando su empleo para la elaboración de la mezcla.

El 2 de junio se inicia la elaboración, mezclado y vaciado por gravedad en la etapa 1 iniciando en la zona 1 a través de la lumbrera L-6.

Anteriormente se le informó a la contratista que en las zonas que tengan derrumbes se debería encauzar primero el flujo de la mezcla hacia dichos derrumbes, sin embargo, en la zona 1 se permitió el flujo desde el inicio del vaciado hacia las estaciones 20 y 21 y conforme subió el nivel de la mezcla, ésta comenzó a derramar hacia el derrumbe localizado en la estación 21' hasta donde fué posible.

Para controlar y vigilar el flujo de la mezcla en el interior de la cavidad de acuerdo a las necesidades de la obra, se le solicitó a la contratista tener personal que lleve a cabo lo anterior, durante el proceso del vaciado y hasta que sea posible tener acceso a la cavidad.

Desde la zona 2 a través del dique que la divide con la zona 1, y por la lumbrera L-6 se llevó a cabo la supervisión durante el llenado total de la zona 1, llevándose a cabo los trabajos sin problema alguno, por lo que fué posible realizar un vaciado continuo de la mezcla sin necesidad de suspenderlo para realizar canales o remoción de materiales acumulados que impidieran el flujo requerido.

El 4 de junio se termina el vaciado de mezcla en la zona 1, continuando entonces en la zona 2 por la lumbrera L-5.

En la zona 2 al existir 2 áreas de derrumbe en las estaciones 20' y 20" el flujo de la mezcla se dirigió a tales puntos mediante un vaciado continuo, el flujo de la mezcla para lograr tales fines se controló colocando muros parciales de costales que encauzaron la mezcla, permitiendo el derrame de la mezcla hacia el resto de la zona 2 cuando el flujo hacia los derrumbes se interrumpió.

La supervisión durante el llenado total de la zona 2, fué posible a través de la lumbrera L-5 y desde la zona 4 a través del dique que divide las zonas 4 y 2. En esta zona el vaciado se interrumpió para remover los muros parciales que conducían el flujo de la mezcla hacia las áreas de derrumbe cuando se permitió su derrame al resto de la zona.

Durante el vaciado de mezcla, por la lumbrera L-5 en el interior de la cavidad se observó una acumulación de mezcla fraguada formando una cresta, siendo necesario diariamente antes de iniciar el vaciado removerla para evitar un ahogamiento prematuro de la lumbrera, dejando huecos sin regenerar; finalmente al haber tomado éstas medidas se pudo realizar un llenado total de la mezcla en la zona 2.

El 7 de junio se inició el vaciado de mezcla por la lumbrera L-3 para la regeneración total de la zona 3, colocando un muro parcial de costales para conducir el flujo de la mezcla hacia las zonas de derrumbe ubicadas en las estaciones 17 y 17', después se modificó el muro a manera de conducir el flujo a la zona de derrumbe que se localiza en la estación 15' y finalmente se permitió el flujo hacia el resto de la zona 3.

En el límite de las zonas 3 y 4 la contratista colocó un muro de costales, notificándole que debe retirarlo por no ser necesario, ya que el lugar en el que lo colocaron es parte alta con respecto a la zona 3, no siendo necesario; el volumen de mezcla que fluirá hacia la zona 4 será despreciable lográndose un llenado total de la zona 3 sin necesidad de confinarla.

La supervisión en la zona 3 fué posible por la lumbrera L-3, así como desde la estación 9 entrando por la lumbrera L-4. En la zona 3 se presenta el mismo caso que en la zona 2, debiéndose suspender el vaciado de mezcla para modificar los muros que controlaban su flujo, así como para realizar canales en el piso y remoción de material acumulado en el lugar de caída de la mezcla a fin de tener siempre un tirante suficiente para no tener riesgos de presentarse obturamientos prematuros en la lumbrera L-3.

El 9 de junio se termina la regeneración total de la zona 3, continuando con el vaciado de mezcla por la lumbrera L-4 para terminar con la regeneración de la zona 4.

Desde el comienzo del vaciado de mezcla por la lumbrera L-4, se le recomendó a la contratista cuidar que el tirante bajo la lumbrera no se obturara por material acumulado, corriéndose el riesgo por este hecho de quedar oquedades por una deficiente regeneración.

El flujo de la mezcla inicialmente se dirigió hacia la estación 16 y 16', después por la pendiente del piso; la mezcla derramó hacia la estación 16 y al ir subiendo el nivel ésta comenzó a derramar por el ducto (paso de hombre) que comunica a las zonas 4 y 5 hasta su ahogado quedando un 50% por llenarse en la zona 5. Al ocurrir el ahogamiento del ducto el nivel en la zona 4 fué subiendo hasta que la mezcla derramó hacia la estación 18', hasta el llenado total de la zona.

Por la lumbrera L-4, el paso de hombre mencionado anteriormente y en la zona 5 se supervisó los trabajos ejecutados, sin haberse presentado situaciones no contempladas.

El 16 de junio queda terminada la etapa 1 que abarca las zonas 1, 2, 3, 4 y parcialmente la 5 con ataque por las lumbreras L-6, L-5, L-3 y L-4 respectivamente.

Contemplada la fecha anterior se le solicitó a la contratista tener instalada la bomba estacionaria y la tubería hasta la zona de derrumbe ubicada en la estación 14' de la zona 6.

Debido a que se presentaron dificultades para terminar la instalación de la tubería por falta de piezas especiales (tramos de tubería corta y codos) para no interrumpir más la continuidad de la obra se procedió a vaciar mezcla en la segunda depresión, debiéndose instalar primero canales de conducción en la superficie al no ser posible introducir los camiones hasta la depresión. Además se debió ranurar en la bóveda entre las estaciones 6, 9, 10 y 11 de la depresión.

Hecho lo anterior, se procedió al vaciado de mezcla, primero con mayor fluidez y después con la dosificación normal.

El 21 de junio se termina el relleno de mezcla en la segunda depresión.

La contratista comunica tener listo el equipo de bombeo, autorizándosele inicie con el bombeo de mezcla a la zona 6 por la lumbrera L-1 bajo las siguientes instrucciones: Deberá tener suministro de los materiales para la elaboración de la mezcla, así como recursos humanos de tal forma que no se interrumpa el vaciado hasta lograr el llenado absoluto en la zona de bloques.

El 22 de junio se da inicio con el bombeo de mezcla en la zona 6, comenzando por la zona de bloques localizada en la estación 14'.

En vista de que la pendiente de la zona 6 hacia la lumbrera L-1 es descendente se le solicitó a la contratista cambiar la tubería de inmediato hacia el tramo comprendido entre las estaciones 8 y 14.

El 24 de junio se termina de llenar la zona 6; así como el área de influencia de la lumbrera L-1 con un vaciado por gravedad, llenándose parcialmente la zona 7.

Mientras se terminaba de vaciar por gravedad en la lumbrera L-1, se trasladó el equipo de bombeo hacia la lumbrera L-2; dándole instrucciones al contratista de introducir la tubería hacia la zona 5 para concluir su llenado mediante un ciclo continuo y hasta que derrame la mezcla hacia la estación 2 (en la zona 8). Una vez ocurrido lo anterior, se cambió la tubería hasta el borde superior del muro o dique que divide parcialmente las zonas 7 y 8, continuando con el bombeo para terminar con la zona 7.

El contratista por instrucciones de la supervisión erigió un muro de costales entre las estaciones 6 y 6" para contener el flujo de la mezcla bombeada; cuando se terminó el bombeo se retiró la tubería dejando ahogados el tramo de tubería posterior al muro citado anteriormente; finalizando la regeneración por gravedad en el resto de la zona 8.

El 3 de julio se concluye la regeneración de la cavidad C-MN-01, habiéndola dividido en 2 etapas de prioridad con 8 zonas de ataque y 6 lumbreras, 2 de las cuales ya existían y 4 fueron perforadas por la contratista.

El resto del tiempo considerado para la obra (hasta el 10 de julio) fué para desmontar la planta dosificadora, así como para realizar limpieza en el área de la planta y en el Museo.

#### VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En esta parte final del trabajo se hacen comentarios considerados pertinentes; así como recomendaciones útiles para estudios y soluciones de subsuelos minados.



## VIII.1 CONCLUSIONES

Aunque no se tienen datos estadísticos, la reconstrucción parcial de los sucesos indica que la manifestación en superficie de depresiones y hundimientos debido a la falla de bóvedas de cavidades; tiende a asentarse en el transcurso del tiempo a medida que las zonas minadas han sido invadidas por asentamientos humanos; así como por la acción de cargas externas y la infiltración de agua que alteran las propiedades del subsuelo tornándose susceptibles a la falla con los consecuentes riesgos.

En el caso particular del subsuelo minado en el Museo Interactivo Infantil, se resalta el serio peligro que involucraba por las condiciones de inestabilidad que imperaban en sus elementos, comenzando a manifestarse en la superficie por medio de depresiones; condición que aunada a la importancia de la estructura del Museo fueron suficientes para determinar una solución inmediata que consistió en regenerar la cavidad.

La regeneración con el método empleado (relleno mixto), tuvo como finalidad lograr un relleno total de la cavidad con propiedades mecánicas similares al subsuelo antes de ser explotado por tuneleo para la extracción de arenas y gravas.

El costo de la regeneración se incrementó considerablemente al tenerse limitaciones de áreas para la perforación de lumbreras, al no poder perforar en las zonas de los edificios de oficinas y pirámide, - siendo inevitable el bombeo de la mezcla fluida hacia las zonas 5, 6, 7 y 8 por ser partes altas sin que procediera solo vaciado de mezcla - por gravedad.

El método de regeneración empleado con una supervisión con experiencia en el tipo de obra, permite garantizar una estabilidad del subsuelo definitiva; por lo tanto, el riesgo de más depresiones en el área de influencia de la cavidad registrada es nulo.

Lo anterior no implica que se pueda asegurar que en toda el área del Museo esté solucionado el problema en el subsuelo por la existencia de cavidades; ya que, el levantamiento topográfico y el estudio - geotécnico definen 6 túneles obstruidos por colapsos de bloques de la bóveda (denominados derrumbes) sin que haya sido posible explorarlos por las alturas libres muy reducidas, así como el riesgo de sufrir accidentes en caso de remover los bloques.

En base a los resultados observados en los sondeos de avance controlado, realizados en el área del edificio de oficinas; se puede asegurar que al menos posterior a las zonas de derrumbe ubicados en las estaciones 14' y 15' no hay más túneles de cavidad. Posterior a las zonas de derrumbe ubicados en las estaciones 17', 17'', 20', 20'' y 21' existe la probabilidad de haber un mayor desarrollo de túneles, no habiéndose realizado estudios con un alcance en tales zonas que definan las condiciones de estabilidad en el subsuelo.

Los sondeos de avance controlado realizados en puntos de columnas de los edificios de oficinas y pirámide, debieron ser planeados - de tal forma que, cuando ya varios hubieran detectado cavidad se suspendieran y se procediera a perforar alguna lumbrera para definir el área de influencia de la cavidad, no habiendo sido necesario efectuar todos los sondeos practicados.

Contrario a lo anterior, fuera de los cuerpos de los edificios - no se realizaron los sondeos necesarios, razón por la cual, posterior a las zonas de derrumbe ubicados en las estaciones 17', 17'', 20', 20'' y 21' no es posible definir si hay afectación de túneles de cavidad.

## VIII.2 RECOMENDACIONES.

Ante problemas en cimentaciones por la afectación de subsuelos minados no debe subestimarse el peligro, debiéndose tomar soluciones definitivas y no temporales para evitar siniestros y daños.

No obstante que las autoridades del DDF han solucionado casos - que por sus prioridades así lo han demandado; es necesario contar con la conciencia sobre el problema por parte de los habitantes y personas que de alguna manera intervienen en él.

Antes de edificar en la zona de lomeríos en el poniente de la Ciudad de México, es necesario llevar a cabo primero los estudios ne cesarios para determinar si hay o no afectación de cavidades; en ca so afirmativo, primero se deberá dar solución a la inestabilidad del subsuelo.

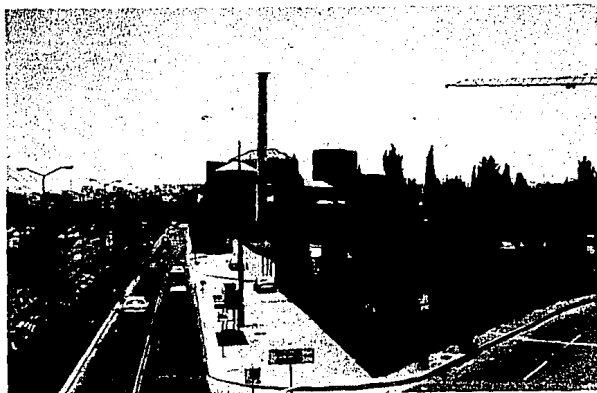
Un estudio de Mecánica de Suelos enfocado a determinar la existencia de cavidades debe ser planeado de acuerdo a cada caso, de tal manera que éste no resulte antieconómico, debiendo tener en cuenta - toda la información existente.

Como ya cite en las conclusiones, el estudio de mecánica de sue los efectuado en el Museo, comprendió la perforación de sondeos de avance controlado, los cuales se concentraron erróneamente en el - área de los edificios de oficinas y pirámide, debiendo haber sido me nos sondeos y más espaciados para abarcar una mayor área; es recomen dable realizar más sondeos en el área que ocupan las zonas de derrum be en donde aún se tiene la incertidumbre sobre una mayor afectación de la cavidad C-MN-01. En caso de detectar más túneles, se deberá determinar sus condiciones de estabilidad, realizando los estudios pertinentes a fin de solucionar el problema del subsuelo.

Debe tenerse en cuenta que en subsuelos minados cada caso tiene una solución particular, debiéndose tratar cada problema de forma individual valiéndose de la experiencia de soluciones llevadas a la realidad; ésta observación se comenta para evitar que una solución se generalize para todos los casos que se pudieran presentar.

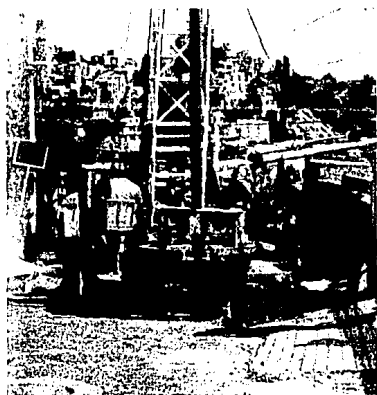
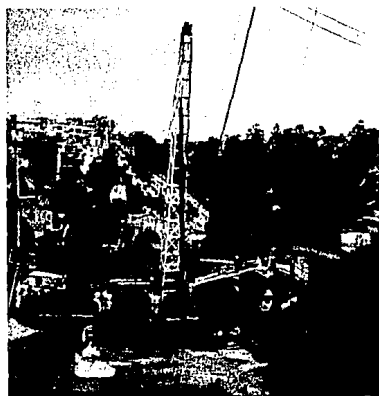
ANEXO FOTOGRAFICO





FOTOGRAFIA 1

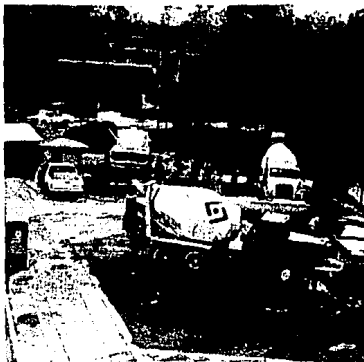
VISTA PANORAMICA DEL MUSEO INTERACTIVO INFANTIL, QUE DESTACA AL FONDO POR SUS ACABADOS EN AZULEJO DE COLOR AZUL. LOS EDIFICIOS QUE SE APRECIAN -- CORRESPONDEN A LA PIRAMIDE Y OFICINAS; BAJO CUYAS ESTRUCTURAS EN EL SUB -- SUELO SE LOCALIZA LA CAVIDAD DENOMINADA C-MN-01.



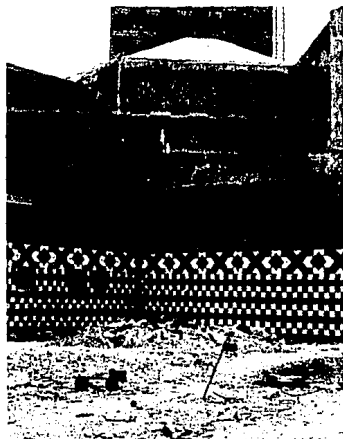
FOTOGRAFIAS 2 Y 3: PERFORACION DE LUMBRERAS DE 90 CMS. DE DIAMETRO, CON EQUIPO TIPO -- CADWELD, PARA TENER ACCESO A LA CAVIDAD ASI COMO FRENTES DE ATAQUE PA RA SU REGENERACION.



FOTOGRAFIA 4: AREA DESTINADA PARA INSTALAR LA PLANTA DOSIFICADORA QUE SERVIRA PARA LA ELABORACION DE MEZCLA.



FOTOGRAFIA 5: PLANTA DOSIFICADORA TOTALMENTE INSTALADA CON EL EQUIPO REQUERIDO.



FOTOGRAFIA 6: UBICACION DE LA LUMBRERA L-1.



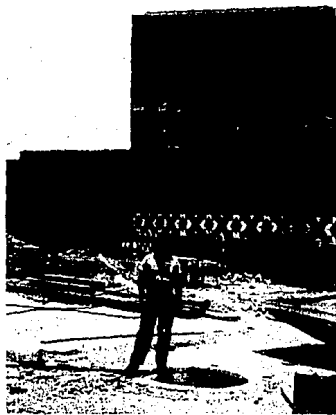
FOTOGRAFIA 7: UBICACION DE LA LUMBRERA L-2.



FOTOGRAFIA 8  
UBICACION DE LA LUMBRERA L-3.



FOTOGRAFIA 9: UBICACION DE LA LUMBRERA  
L-5, OBSERVESE EL SUMINISTRO DE TOBA,  
PARA EL RELLENO COMPACTADO DE LA ZO  
NA 2.

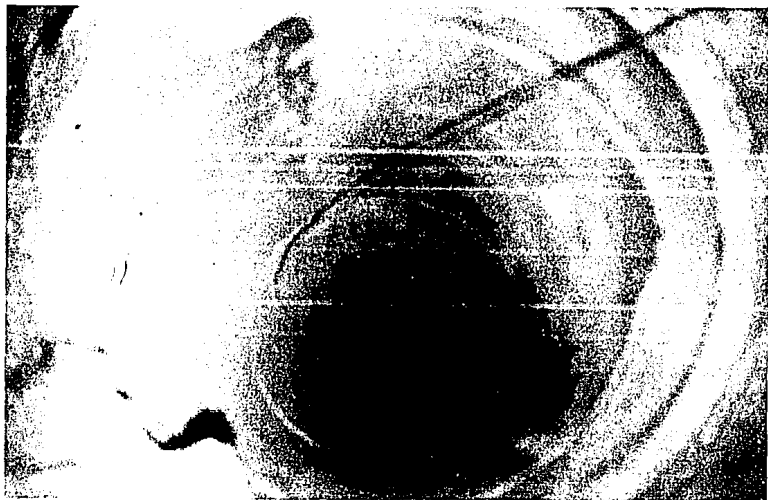


FOTOGRAFIAS 10 Y 11: UBICACION Y DETALLE RESPECTIVAMENTE DE LA LUMBRERA L-4

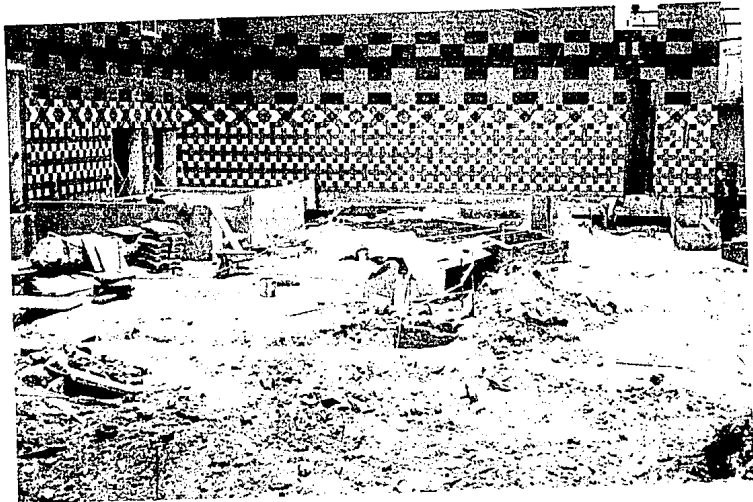




FOTOGRAFIA 12  
UBICACION DE LA LUMBRERA L-6.



FOTOGRAFIA 13  
DETALLE DE LA LUMBRERA L-6.



FOTOGRAFIA 14

UBICACION DE LA DEPRESION OCURRIDA EN ABRIL DE 1993.



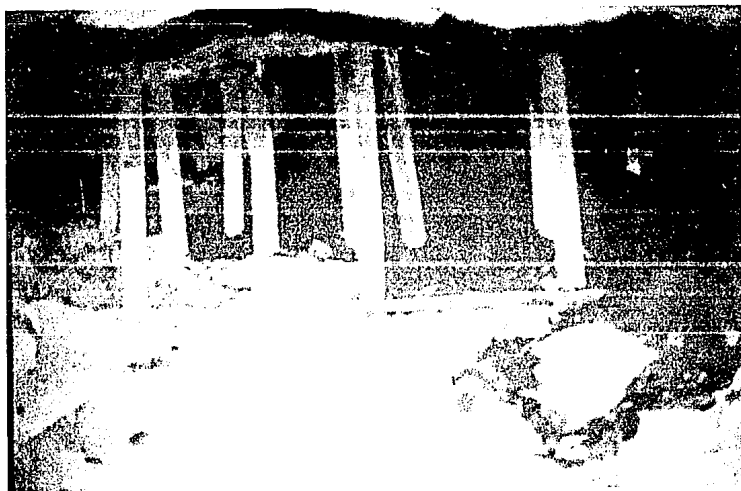
FOTOGRAFIA 15

INTERIOR DE LA DEPRESION, OBSERVESE LA MIGRACION DE BOVEDA EN BLOQUES. ASI COMO RELLENOS SIMILARES A LOS DETECTADOS EN LA ESTACION 15' DE LA CAVIDAD C-MN-01.



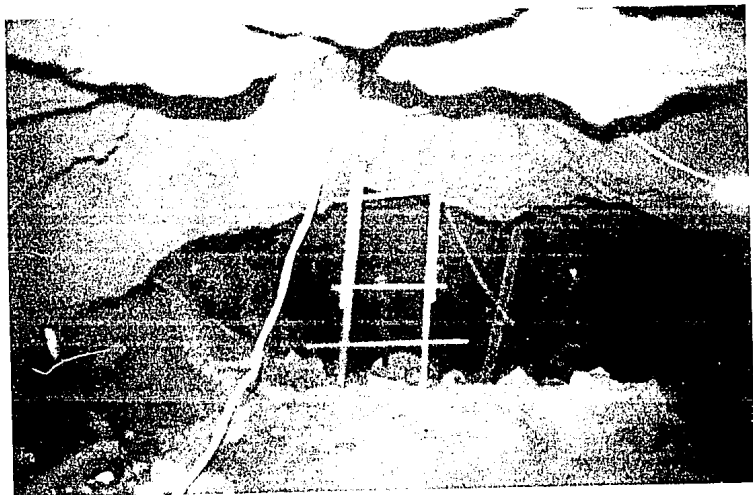
FOTOGRAFIA 16

SUMINISTRO DE TOBA POR LA LUMBRERA 1-5 PARA EL RELLENO COMPACTADO DE LA ZONA 2.



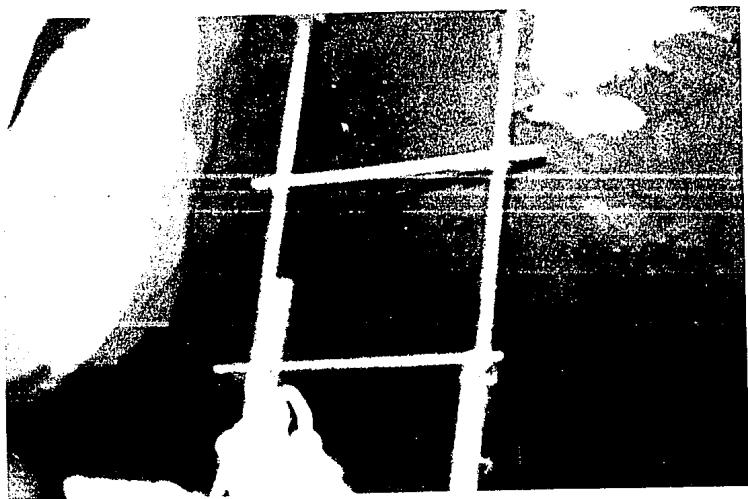
FOTOGRAFIA 17

INTERIOR DE LA CAVIDAD, SE OBSERVA MIGRACION DE BOVEDA, ASI COMO TROQUELES PARA PREVENIR COLAPSOS SUBITOS DE BLOQUES INESTABLES.



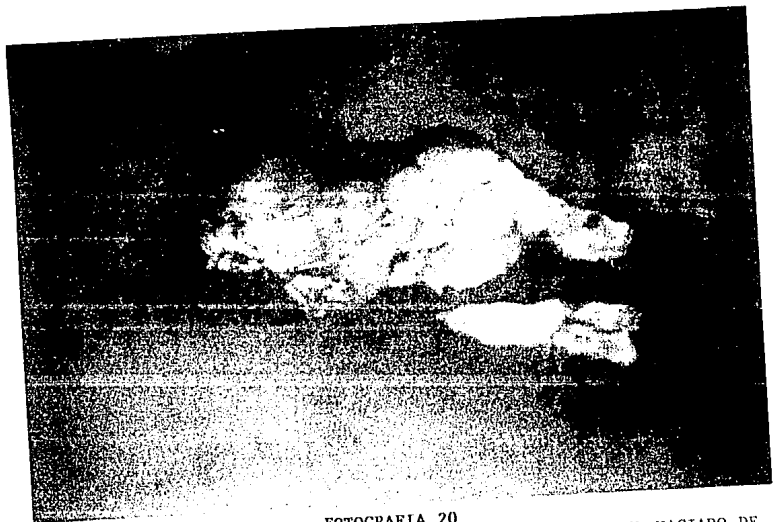
FOTOGRAFIA 18

SE APRECIA INESTABILIDAD DE LA BOVEDA EN LA ZONA 4, LA CUAL SE HA MANIFESTADO EN UNA IMPORTANTE MIGRACION.

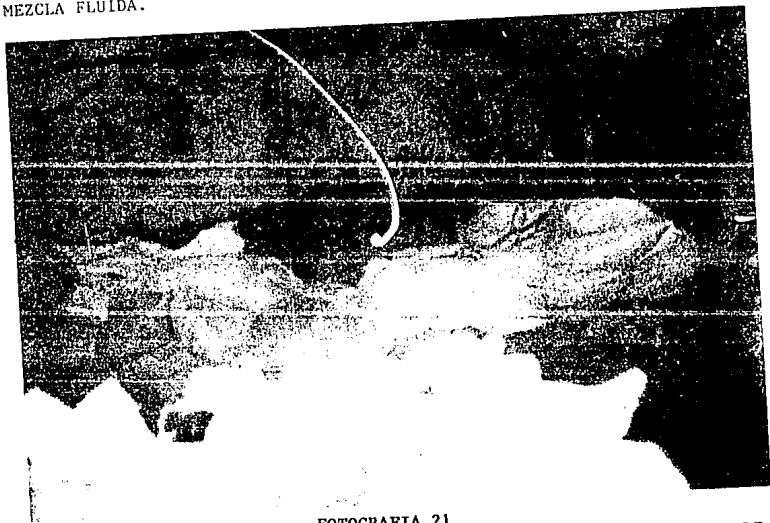


FOTOGRAFIA 19

DETALLE DE RANURADO EN LA BOVEDA EN LA ZONA 4, PARA PODER LOGRAR UNA GENERACION TOTAL CON LA MEZCLA FLUIDA EN EL DOMO QUE SE LOCALIZA ENTRE LAS ESTACIONES 18 Y 18'.



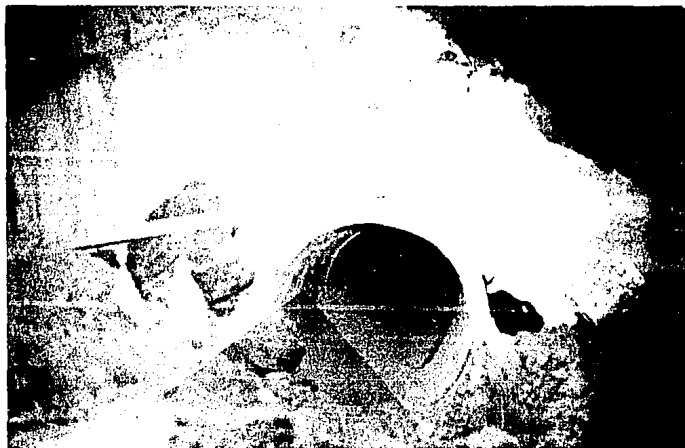
FOTOGRAFIA 20  
DIQUE DE COSTALES PARA DELIMITAR LAS ZONAS 1 Y 2 DURANTE EL VACIADO DE  
MEZCLA FLUIDA.



FOTOGRAFIA 21  
DIQUE DE COSTALES PARA DELIMITAR LAS ZONAS 4 Y 2 DURANTE EL VACIADO DE  
MEZCLA FLUIDA.



FOTOGRAFIA 22: RANURADO EN LA BOVEDA EN LA ZONA 4, EN EL TRAMO QUE COMPRENDE LAS ESTACIONES 18, 9, 16 Y 16'.

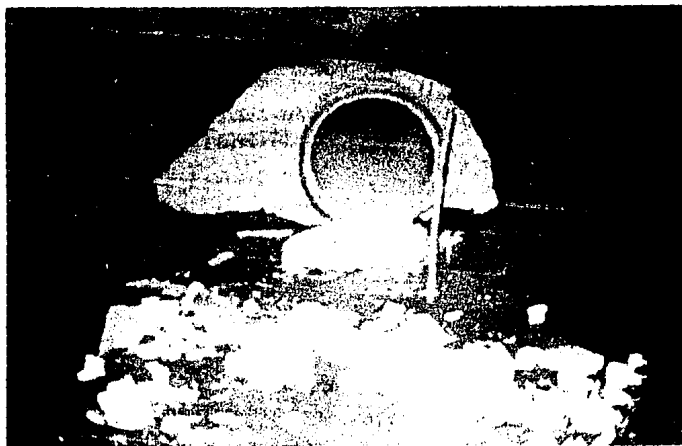


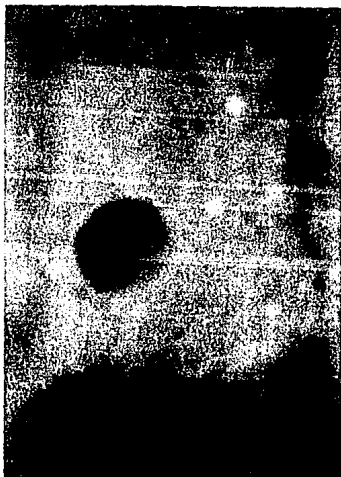
FOTOGRAFIA 23

PASO DE HOMBRE QUE COMUNICA A LAS ZONAS 4 Y 5.



FOTOGRAFIAS 24 Y 25: ZONA 5 DE  
LIMITADA POR DOS PASOS DE HOM  
BRE, EN LA FOTO 25 SE OBSERVA  
EN LOS FLANCOS EL TIPO DE MATE  
RIAL EXTRAIDO (ARENA Y GRAVAS  
ANDESITICAS).





FOTOGRAFIA 26: SONDEO 58 EN EL INTERIOR DE LA CAVIDAD, CERCA DE LA ESTACION 15.



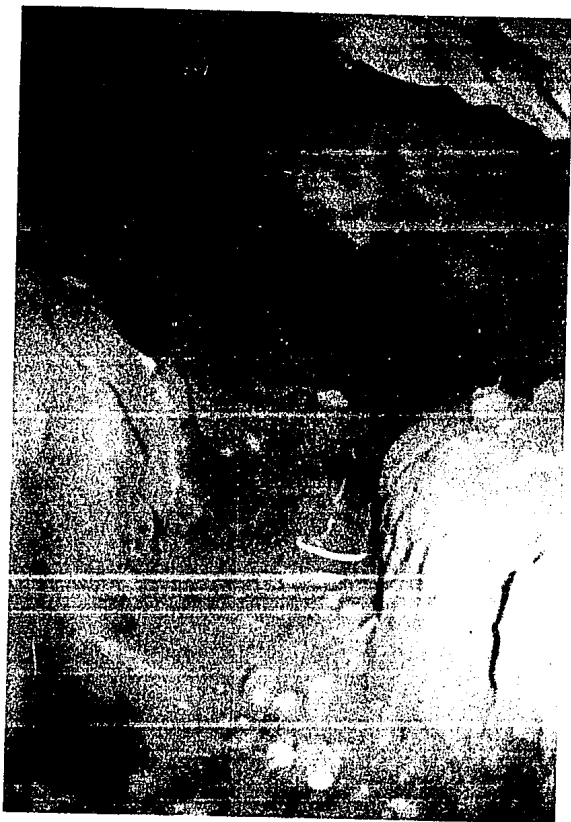
FOTOGRAFIA 27: RANURA EN LA ZONA 3, ENTRE LAS ESTACIONES 15 Y 17.



FOTOGRAFIA 28

ZONA DE DERRUMBE EN LA ESTACION 14'.





FOTOGRAFIA 29

TRAMO DE LA ZONA 7 UBICADO ENTRE LAS ESTACIONES  
12 Y 4.



FOTOGRAFÍAS 30 Y 31: VACIADO DE MEZCLA POR GRAVEDAD POR LAS LUMBRERAS L-5 Y L-3, RESPECTIVAMENTE.



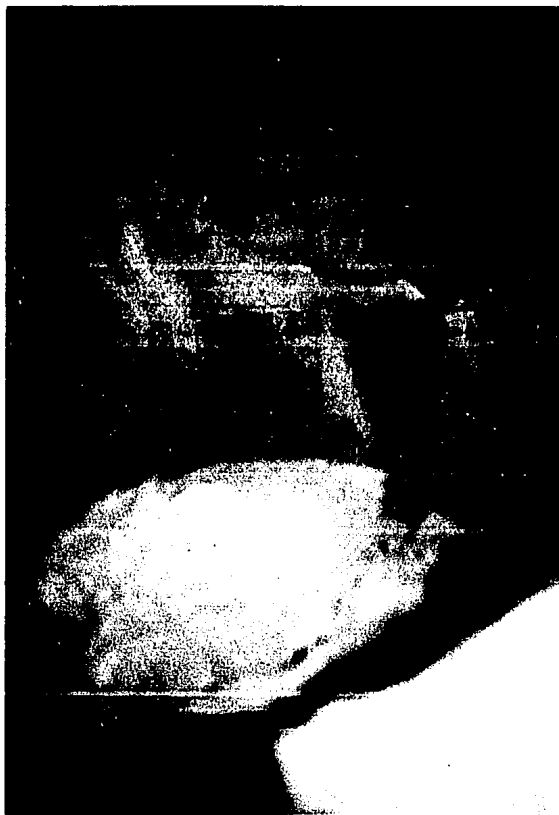
FOTOGRAFIA 32: REGENERACION TOTAL DE LA ZONA 1.



FOTOGRAFIA 33: RANURA EN LA ZONA 3; PARA PODER LLENAR EL DOMO Y DERRUMBE UBICADOS EN LA ESTACION 17'.



FOTOGRAFIA 34  
DIQUE PROVISIONAL EN LA ZONA 2 PARA ENCAUZAR EL FLUJO DE LA MEZCLA HACIA LOS DERRUMBES LOCALIZADOS EN LAS ESTACIONES 20 Y 20'.



FOTOGRAFIA 35

SE OBSERVA EL LLENADO PARCIAL CON MEZCLA FLUIDA  
EN LA ZONA 2.



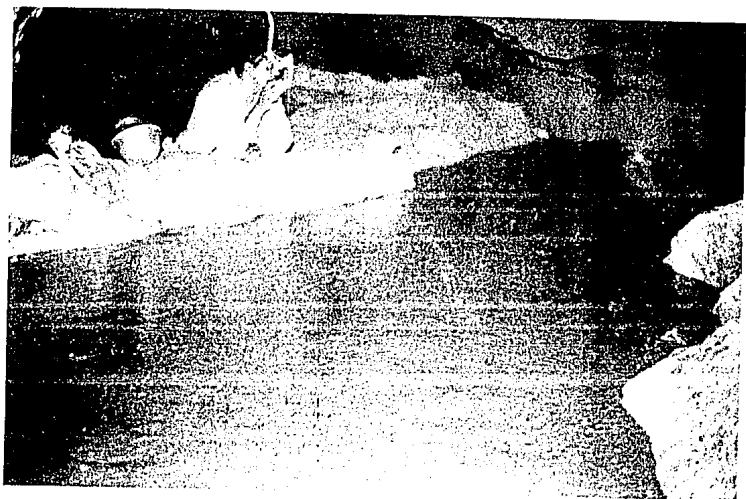
FOTOGRAFIA 36

FLUJO DE MEZCLA EN LA ZONA 3, AL FONDO SE OBSERVA MURO PARCIAL DE COSTALES QUE INICIALMENTE ENCAUZARON EL FLUJO HACIA LA ZONA DE DERRUMBE, UBICADO EN LA ESTACION 15'.

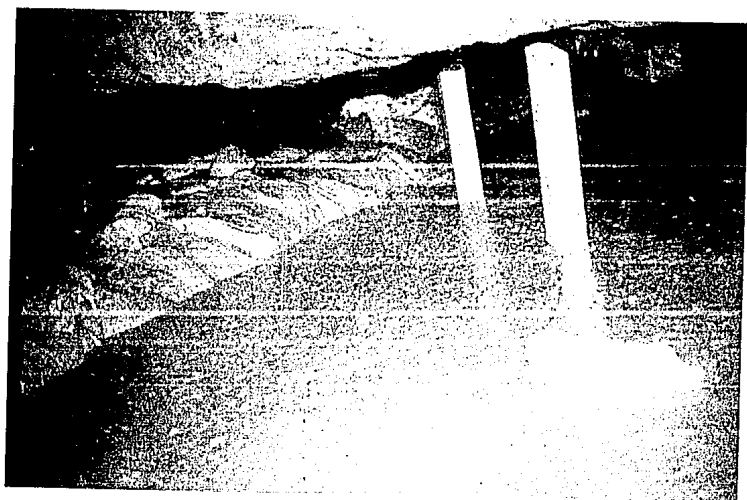


FOTOGRAFIA 37

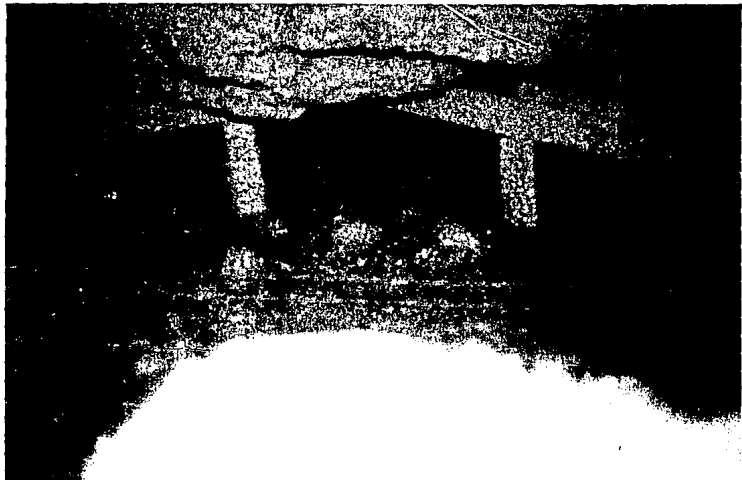
SE INDICA LA MEZCLA YA FRAGUADA CUYO FLUJO SE ENCAUZO HACIA EL DERRUMBE UBICADO EN LA ESTACION 15'.



FOTOGRAFIA 38  
VERIFICACION DEL LLENADO CON MEZCLA EN LA ZONA 3



FOTOGRAFIA 39  
SE APRECIA LA REDUCCION DEL TIRANTE EN EL INTERIOR DE LA CAVIDAD CONFORME SE REALIZA EL VACIADO DE MEZCLA FLUIDA EN LA ZONA 3.



FOTOGRAFIA 40

SE NOTA LA REDUCCION DEL TIRANTE EN EL INTERIOR DE LA CAVIDAD EN LA ZONA 3.



FOTOGRAFIA 41

SE APRECIA RANURA COMPREDIDA ENTRE LAS ESTACIONES 17 Y 15; POR MEDIO DE LA CUAL SE TERMINARA DE LLENAR LAS COTAS ALTAS (DOMOS) EN LA ZONA 3.



FOTOGRAFIA 42

VACIADO DE MEZCLA POR GRAVEDAD A TRAVES DE LA LUMBRERA L-4, PARA LA REGENERACION EN LA FASE FINAL DEL METODO EN LA ZONA 4.



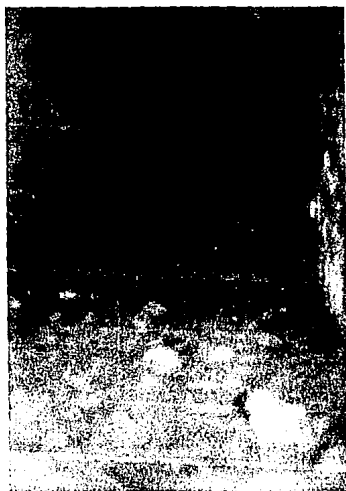
FOTOGRAFIA 43

SE OBSERVA UN LLENADO PARCIAL CON LA MEZCLA FLUIDA (YA FRAGUADA) EN LA ZONA 4.





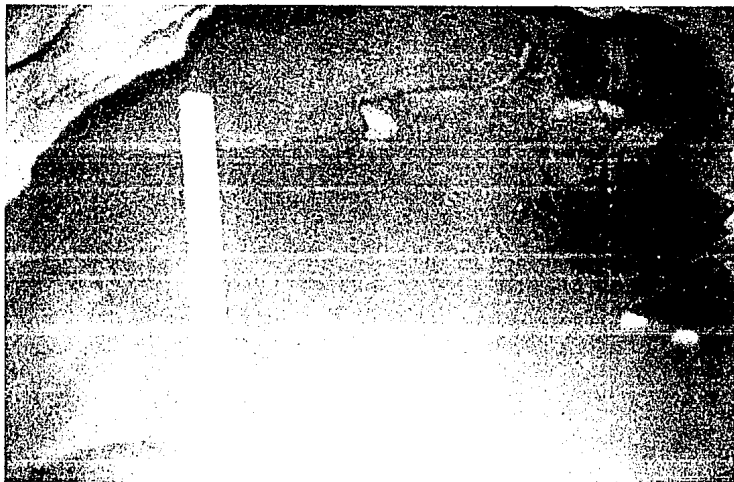
**FOTOGRAFIA 44:** AL FONDO SE APRECIA LA PARTE INFERIOR DE LA LUMBRERA L-4, A TRAVES DE LA CUAL SE REALIZA EL VACIADO DE MEZCLA FLUIDA.



**FOTOGRAFIA 45:** SE PUEDE CONSTATAR LA IMPORTANCIA DE LAS RANURAS EN LA BOVEDA, A FIN DE LOGRAR UNA REGENERACION TOTAL.

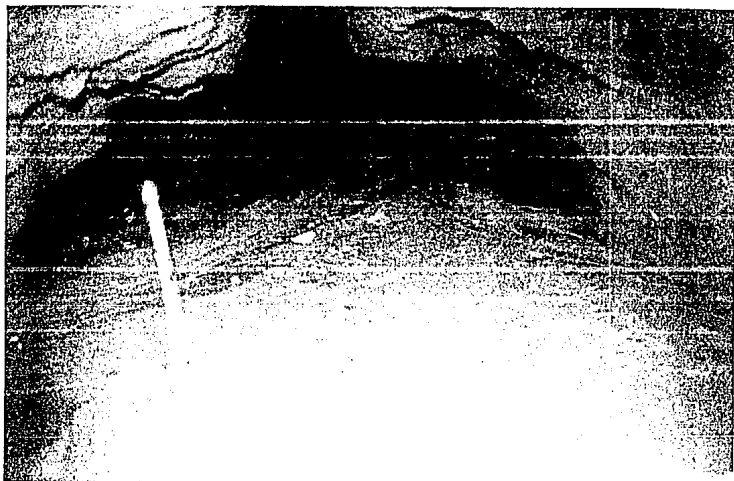


**FOTOGRAFIA 46:** DETALLE DEL RELLENO MIXTO, SUBYACE A LA MEZCLA YA FRAGUADA, EL COMPACTADO DE TOBA.



**FOTOGRAFIA 47**

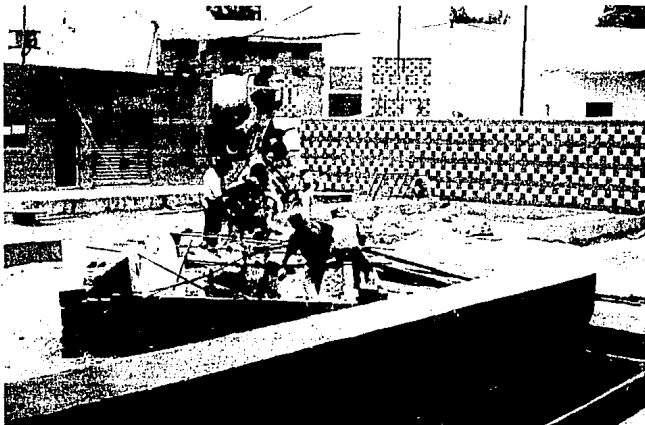
FLUJO DE MEZCLA EN LA ZONA 5 PROVENIENTE DESDE LA LUMBRERA L-4



**FOTOGRAFIA 48:** SE OBSERVA LA MEZCLA YA FRAGUADA; EN LA PARTE SUPERIOR SE APRECIA EL RANURADO EN LA BOVEDA PARA GARANTIZAR UN LLENADO TOTAL.



FOTOGRAFIAS 49 Y 50: REGENE-  
RACION DE LA SEGUNDA DEPRE-  
SION CON MEZCLA FLUIDA UNI-  
CAMENTE.





FOTOGRAFIA 51

SUMINISTRO DE MATERIAL A LA PLANTA DOSIFICADORA PARA LA ELABORACION DE MEZCLA FLUIDA.



FOTOGRAFIA 52

ELABORACION DE MEZCLA



FOTOGRAFIA 53: INSTALACION DE  
TUBERIA PARA EL BOMBEO DE MEZ  
CLA HACIA LA ZONA 6.

(sup. izq.)

FOTOGRAFIA 54: NIVEL LOGRADO  
CON EL VACIADO DE MEZCLA POR  
GRAVEDAD HACIA LA ZONA 7 DES  
DE LA LUMBRERA L-1

(abajo)





FOTOGRAFIA 55: INSTALACION DE TUBERIA PARA EL BOMBEO DE MEZCLA HACIA LA ZONA 5.  
(sup. izq.)

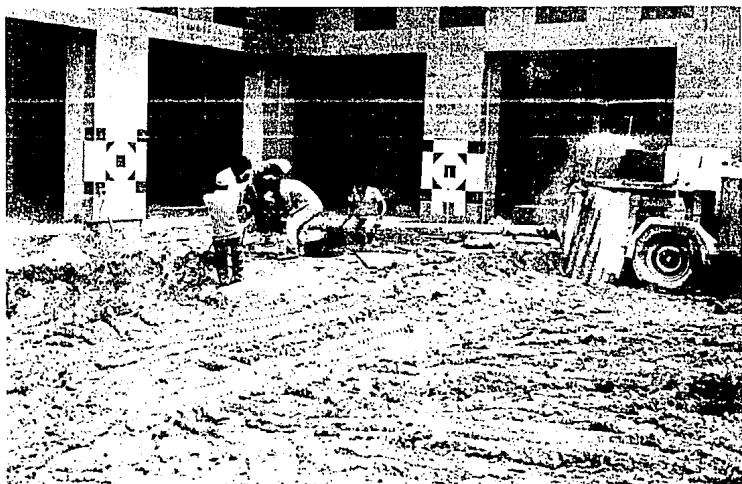
FOTOGRAFIA 56: PASO DE HOMBRE QUE DELIMITA LAS ZONAS 5 Y 8, POR MEDIO DEL CUAL SE PUEDE VERIFICAR LA REGENERACION TOTAL.  
(abajo)





FOTOGRAFIA 57

DIQUE DE COSTALES QUE DELIMITA PARCIALMENTE A LAS ZONAS 7 Y 8



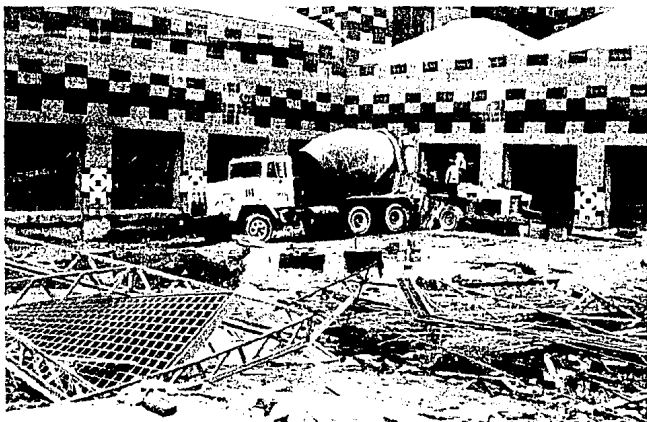
FOTOGRAFIA 58

INTRODUCCION DE TUBERIA POR L-2 PARA EL BOMBEO DE MEZCLA HACIA LAS ZONAS 5, 7 Y 8.



FOTOGRAFIA 59: TRABAJOS PARA APOYAR LA TUBERIA, AL FONDO SE OBSERVA UN DIQUE DE COSTALES QUE CONTENDRA LA MEZCLA BOMBEADA A LA ZONA 8.  
(sup. izq.)

FOTOGRAFIA 60: BOMBEO DE MEZCLA DESDE LA LUMBRERA L-2  
(abajo)



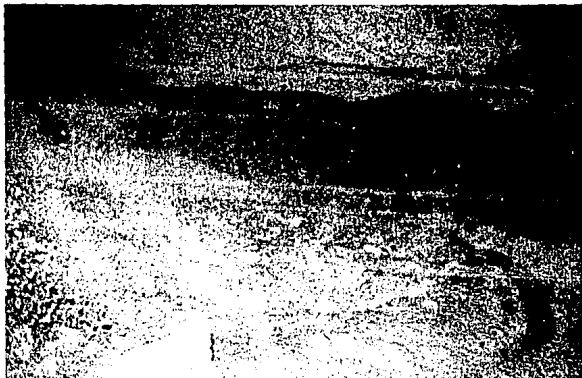




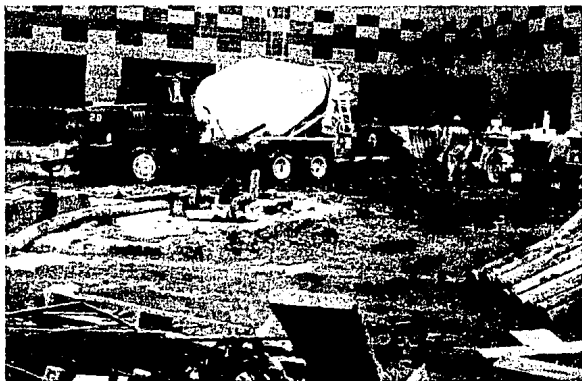
FOTOGRAFIA 61  
FLUJO DE LA MEZCLA BOMBEADA HACIA EL INTERIOR DE LA ZONA 8.



FOTOGRAFIA 62: MOMENTO EN EL CUAL EL NIVEL DE LA MEZCLA COMIENZA A SUBIR EN LA ZONA 8 AL OBTURARSE EL TUNEL QUE COMUNICABA LAS ZONAS 7 Y 8.



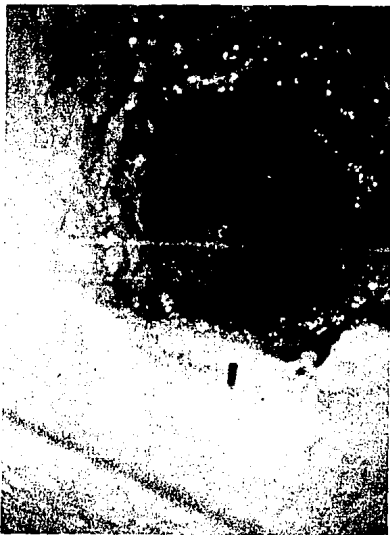
FOTOGRAFIA 63: FLUJO DE LA MEZCLA EN LA ZONA B



FOTOGRAFIA 64: TERMINADO EL BOMBEO POR L-2, LA ZONA B SE TERMINO DE REGENERAR CON VACIADO DE MEZCLA POR GRAVEDAD.



FOTOGRAFIA 65: SE APRECIA UN SUCCIONAMIENTO DE MEZCLA EN L-2, POR EFECTO DE LA PRESION QUE EJERCE EL VACIADO, AUNADO A ALCUNA QUEDAD CON ELEVACION ALTA.



FOTOGRAFIA 66:  
NIVEL DE LA MEZCLA EN L-2  
DESPUES DE LA SUCCION OB-  
SERVADA EN LA FOTOGRAFIA  
65.



FOTOGRAFIA 67

REGENERACION TOTAL POR L-Z CONCLUYENDO ASI  
LA REGENERACION DE LA CAVIDAD C-MN-01

## R E F E R E N C I A S

1) CIMENTACIONES EN ZONAS MINADAS DE LA CIUDAD DE MEXICO

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. 1976.

2) OBRAS

Revista Mensual sobre Ingeniería, Arquitectura, Diseño y Construcción en México.

Publicación de Noviembre de 1979

Editorial ABEJA.

3) JUAREZ BADILLO

RICO RODRIGUEZ

Mecánica de Suelos

Editorial LIMUSA

Tomos: I, II y III

4) MANUAL DE EXPLORACION GEOTECNICA

Secretaría General de Obras del D.D.F.

5) MERRITT FREDERICK

Manual del Ingeniero Civil

Volumenes : I y II

Editorial McGraw-Hill

6) MARTINEZ DEL CERRO JUAN

Iniciación al Cálculo de Costos en Edificación

Universidad Nacional Autónoma de México

7) SUAREZ SALAZAR

Costo y Tiempo en Edificación

Editorial LIMUSA