

Enclosure 3

**Drilling and Instrumentation of Three Piezometers, "UACH" Project, "El Nopal"
Deposit, Wells: PB-1, PB-2, and PB-3 (includes original Spanish Version and
English Translation), MOL.20040108.0361**

QA:NA

MOL.20040108.0361

FEDERAL COMMISSION OF ELECTRICITY
MANAGEMENT OF CIVIL ENGINEERING STUDIES
SUPERINTENDENCY OF NORTH ZONE STUDIES

DRILLING AND INSTRUMENTATION OF THREE PIEZOMETERS
"UACH" PROJECT
"EL NOPAL" DEPOSIT
WELLS: PB-1, PB-2, AND PB-3

FINAL REPORT

Eng. Carlos A. Ariceaga-Martinez

Key for Project: KA527

CHIHUAHUA, CHIHUAHUA
April/2003

CONTENTS

CHAPTER	PAGE
1. Antecedents	
2. Location	
3. Vehicles and Equipment	
4. Method of Work	
4.1 Drilling	
4.2 Lithology—Well PB-1	
4.3 Enlargement	
4.4 Surface Casing	
4.5 Casing	
4.6 Sand Filter and Seal	
4.7 Geophysical Logging and Televiewer	
4.8 Well Completion	
4.9 Lithology—Well PB-2	
4.10 Enlargement	
4.11 Surface Casing	
4.12 Casing	
4.13 Sand Filter and Seal	
4.14 Geophysical Logging	
4.15 Well Completion	
4.16 Lithology—Well PB-3	
4.17 Enlargement	
4.18 Surface Casing	
4.19 Casing	
4.20 Sand Filter and Seal	
4.21 Geophysical Logging and Televiewer	
4.22 Well Completion	
5. Additional Work Carried Out	
6. Constructive Synthesis	
7. Conclusions and Recommendations	
7.1. Conclusions	
7.2. Recommendations	

Attachments

I. Report of Geophysical Logs
II. Attachment of Photographs

1. ANTECEDENTS

In agreement with the request presented by the Faculty of Engineering of the Autonomous University of Chihuahua, the Drilling Group dependent on the Management of Civil Engineering Studies of the CFE acquired the responsibility under contract to carry out the drilling and instrumentation of three (3) wells, the same will be used as piezometers in a research project that UACH carries out in coordination with diverse Institutions of the U.S.

We should mention that the Engineering Faculty of the Autonomous University of Chihuahua formulated the administration of the corresponding authorizations, under which the Drilling Group of the CFE carried out work established under the supervision of the Department of Geology of UACH, who contributed the technical specification of the work and that of the materials to be used.

2. LOCATION

The area of work is located 63.0 kilometers to the northeast of the City of Chihuahua in the uranium deposit called "El Nopal," a deposit long ago operated by URAMEX, the same one that is located in the Mountain Range of Peña Blanca, showing a topographical north-south alignment.

The geographical coordinates are included between 29° 06' and 29° 09', latitude north and 106° 05' and 106° 02' longitude west.

Access to the work zone was done through an earthfill road that starts from the town of Aldama to the north with a length of 43 Km in the direction toward the ancient lake of the Crow (el Cuervo), branching with a side road of 5.5 Km to the east to arrive at the uranium deposit "El Nopal."

3. VEHICLES AND EQUIPMENT

VEHICLES

ECO:	UNIT	PLATES	YEAR	ACTIVITY
60153	Pickup	EH-13-252	2001	Supervision
38888	Pickup	PR-38-888	2000	T/Personnel
56824	3 Tons	EL-50-658	1998	T/Personnel
39959	3 Tons	PP39-959	2000	T/Water

EQUIPMENT

EPU-06	Driller	Portadrill	1978	Drilling
EPR-03	Driller	Christensen	1996	Drilling
EAC-22	Pump	Lister	1989	Mud

EBTG-22	Pump	Moyno	1990	Mud
EQE-08	Generator	Perkins	1990	Lighting
EIE-02	High R. Mixer	Electric	1982	Injection
EIE-03	Low R. Mixer	Electric	1982	Injection

4. METHOD OF WORK

4.1 DRILLING

In order to carry out the work, the Chief of drilling of the GEIC transferred to the project, equipment, materials, vehicles, tools, and personnel for the construction of the wells, initiating the conditioning of the access road and the fitting out of the camp beginning on March 10, 2003.

On March 14, 2003, the project receives the Portadrill equipment, with short number EPU-06, proceeding on the subsequent days to carry out the conditioning of the drilling area and the platform for operations for accommodating the piping and leveling of equipment; in the same way, on March 17, 2003, the Christensen equipment was received with short number EPR-03 to carry out the drilling with continuous sample recovery.

WELL PB-1

Drilling of the PB-1 well began on March 24, 2003, with Christensen equipment model CS-1000, with the short number EPR-03, using for this, piping 3.05 m long, NQ diameter (2 3/8" interior and 2 3/4" exterior diameter), double sampling barrel with a "wire line" system with a diamond-impregnated series 8 and 10 bit.

The exploratory drilling with continuous recovery of the sample in NQ diameter was maintained in well PB-1 from the beginning to a total depth of 250 meters, carried out in 50 shifts; the cause of the delay was the product of the intense fracturing whose lithology shows evidence of tectonism, additional to the induced fracturing, product of explosions by blasting during the stage of exploitation of the deposit; this factor gives origin to the wedging that provoked sticking in the piping, trapping itself on two occasions, with it being necessary to shift the original site of the bore hole.

The original specification of well PB-1 indicates a total depth of 200.0 m, and during its construction, UACH decided to continue it for 50.0 m additional, this in consideration of the fact that the static water level was found in well PB-2 at 227.5 m, affecting in the same way, the time of the work program when it was decided to deepen it.

For the purpose of completing the specification in regards to the management and preservation of the drilling core and leaving evidence of the lithology penetrated during the exploration work, the continuous sample obtained was packed in plastic and placed in wooden boxes with separators with the capacity of 4.0 m in 4 lines of 1.0 m each. Once concluded the drilling, the samples were delivered to the geology personnel at UACH, who carried out the supervision of the sampling.

4.2 LITHOLOGY

In agreement with the continuous sample collected during the exploratory drilling with recovery of samples with NQ diameter, the following column is derived:

DEPTH	DESCRIPTION
0.0 to 23.0 m	Fractured ignimbrite
23.0 to 83.0 m	Ignimbrite with intense fracturing
83.0 to 162.0 m	Tuff with silicic composition
162.0 to 250.0 m	Limestone

4.3 ENLARGEMENT

Work for the placing of the steel conductor for the surface casing with a 12" diameter, 1/4" thickness and 2.0 meters length, because its greater capacity, was carried out with Portadrill equipment, beginning with a diameter of 8 1/2" and widening with a tricone drill bit of diameter: 12 1/4" and 17 1/2" to the specified depth of 2.0 m.

Once the surface casing was emplaced and the annular space cemented, CFE proceeded with widening the well to the final diameter of 8.5" from 2.0 m to the total drilling depth of 253.50 m.

4.4 SURFACE CASING

For cementing around the annular space of the metallic surface casing with a 12" diameter and length of 2.0 m, 50 liters of cement grout were used in proportion 2:1 (cement to water) for a density of the grout of 1.6 gr/cm³ with 1.5 sacks of cement (75.0 kilos) and 37 liters of water.

4.5 CASING

The production casing was emplaced according to the specification defined by UACH: PVC piping at 4.0" diameter, schedule 80, threaded, in strands of (10') 3.05 m (244.0 m in all) that was placed in the initial exploratory drilling of 8 1/2" diameter, up to a depth of 252.30 m, having previously installed a PVC plug, followed by 3 strands of slotted liner of 3.05 m each (9.15 m) with a slot opening of 0.5 mm and 80 strands of smooth liner with a total length of 244.0 m of which

0.95 m stayed outside the surface for the purpose of making the collection of water samples easier.

Total depth of well:	253.50 m
Total depth of liner:	252.20 m
Slotted liner:	9.15 m (from 243.05 to 252.2 m))
Smooth liner:	244.00 m (from 0.00 to 243.05)
Extension above the surface (rim) (+):	0.95 m

On May 15, 2003, the placement of the PVC liner was carried out, showing that the maneuver was carried out without trouble due to the fact that the well shows an acceptable verticality.

4.6 SAND FILTER AND SEAL

Taking into consideration the volume of sand to place as a filter in the annular space of the area around the slotted liner, a total volume of 400.0 liters of silica sand was used, 14-40 screen (mesh), in agreement with the specification established, remaining placed from 239.50 to 253.50 m in depth.

In order to avoid contamination of the siliceous sand filter, a bed of bentonite pellets (19.0 liters) were placed in the upper part (239.50 m), that because of their expansive character, act as a form of seal, avoiding the contamination and filtration of the bentonite-cement grout.

Once the sand filter and bentonite pellet seal were placed, grouting of water-cement-bentonite was injected, applying a total of 9,800 liters of grouting composed of 6,125 liters of water, corresponding to 35 liters per sack; of which, 175 sacks of cement (50 kilograms) meaning 6.5 tons and 44 sacks of powdered perfobent bentonite (2.2 tons) were mixed.

Total grouting:	= 9,800 liters
Water: 6,125 liters	= 62% of grouting volume
Cement: 6.5 tons	= 80% of total of sacks
Bentonite: 2.2 tons	= 20% of total of sacks

4.7 GEOPHYSICAL LOGGING AND TELEVIEWER

On May 15, 2003, the geophysical logging of the well was carried out, as well as the televiwer log: the results of the geophysical logging are presented in Appendix 1 of this report, as well as the cassette that contains the televiwer log was opportunely given to Eng. Hector Manuel Mendoza Aguilar (UACH).

4.8 WELL COMPLETION

Once concluded the drilling and instrumentation stage, an expansive stopper was placed in the mouth of the PVC casing with a lock; in addition, soldered to the surface casing was a metallic bushing 1.0 m high and 12" in diameter, provided with a cover and hasp for protection of the well and concrete rim 1.0 m per side and 0.5 m high.

WELL PB-2

The work of drilling on well PB-2 began on March 19, 2003, with Portadrill equipment, model TKT-1000 Prospector with the short number EPU-06, using a pneumatic bottom hammer equipped with an 8 1/2" diameter drill bit; to ensure the verticality of the drill hole, as an additional measure, IF drill string of 3 1/2" diameter with 6.10 m length was used because its rigidity limits deviations; as a third measure for protection to ensure the verticality, PullDown use was avoided that allows the increase of weight on the drill bit having applied only the weight of the tool during the exploration work.

The exploratory drilling of 8 1/2" diameter is maintained in well PB-2 from the start, to a total depth of 253.72 meters, finishing up 16 shifts of 9 hours; the delay was induced because of the intense grade of fracturing in the work area, whose lithology shows evidence of natural fracturing, additional to the strong fracturing induced as a product of detonations from blasting carried out during the stage of exploitation of the deposit; this factor originated an excessive consumption of air, water, and foam, delaying the advance of the project, as a precautionary measure, the piping was removed to the surface at the end of each second shift before the evidence of falls (cave-ins in the wall of the well) and the tendency of the well to close itself at determined depth intervals. Faced with these characteristics, it was determined how the speed of effective drilling penetration of 4.0 m/h, except in the intervals where the welded ignimbrite occurred, where the speed of penetration is reduced to 1.15 h/m.

It is convenient to cite that the original design of the PB-2 well indicated a total depth of 200.0 m and during its construction, UACH decided to deepen it on two occasions so that it was required that a larger amount of piping be transferred to comply with the request; in the same way, it is mentioned that the need to deepen the well is owing to the static water level initially estimated by UACH at 180.0 depth, was found at 227.5 m; doubtless this factor affected the work program.

As a result of leaving a record of the lithology penetrated during the exploration work, a sampling of the cuttings was carried out from the drilling at each 3.0 m; once concluded the drilling, the samples were turned over to the geology personnel of UACH who carried out the act of supervision for their feasible lithological description and/or their adequate conservation for future observations.

In taking into consideration the lithology of the subsurface, the decision was made to use as drilling fluid a mixture made of water/air/foam that allows the removal from the drill hole of particles of the same size and larger than sand, avoiding thus recirculating into the well fragments of rock resulting from the drilling, giving as a result better progress in

helping to maintain the well free of silt, limiting the saturation of solids in the potential intervals of the aquifer.

4.9 LITHOLOGY

In agreement with the samples collected at each 3 meters during the exploratory drilling of 8 1/2" diameter and from the velocity of penetration observed, the following table is derived in broad terms:

DEPTH	DESCRIPTION
0.0 to 23.0 m	Fractured ignimbrite
23.0 to 83.0 m	Ignimbrite with intense fracturing
83.0 to 162.0 m	Tuff of silicic composition
162.0 to 253.72 m	Limestone

4.10 WIDENING

The drilling work for the placement of the casing for sanitary protection (surface casing), with a diameter of 12" was carried out drilling initially at a diameter of 8 1/2", using for the widening a tricone drill bit 12 1/4" and 17 1/2" in diameter to a depth of 2.0 m.

4.11 SURFACE CASING

The placement of 2.00 m of surface casing with a diameter of 12" and thickness of 1/4", was carried out on March 21, 2003. The cementing of the annular space around the 12" casing was carried out by applying 53 liters of cement grouting in 2:1 proportion (cement-water) for a density of grouting of 1.6 gr/cm³, meaning 1.5 sacks of cement (75.0 kilos) in 37 liters of water.

4.12 CASING

The liner was supplied according to the specification established by UACH: PVC liner 4" diameter, schedule 80, threaded, in strands of 2.97 m (252.45 m total) the same as was placed in the initial exploratory drill hole of 8 1/2" diameter, to a depth of 252.0 m, having previously installed a PVC point-of-pencil plug 0.5 m in length, followed by 4 strands of slotted liner of 2.97 m each (11.88 m) with a slotted opening of 0.5 mm and 81 strands of smooth liner with a total length of 240.57 m, of which there remained above the surface 0.95 m for the purpose of facilitating the collection of water samples.

On April 8, 2003, the placement of the liner was carried out, estimating it is convenient to note that the maneuver occurred without problems, meaning that the well presents an acceptable verticality the entire length of its construction.

Total depth of the well:	253.72 m
Total depth of the liner:	252.00 m

Bottom plug:	0.50 m
Slotted liner:	11.88 m (from 239.62 to 251.50 m)
Smooth liner:	244.00 m (from 0.00 to 239.62 m)
Extension above the surface (rim) (+):	0.95 m

4.13 SAND FILTER AND SEAL

Taking into consideration the volume of sand to place as a filter in the annular space of the area around the slotted liner, a total volume was used of 500.0 liters of siliceous sand, mesh 14-40, according to the specification established, remaining placed from 237.72 to 253.72 m in depth.

For the purpose of avoiding contamination of the filter of siliceous sand, a bed of bentonite in pellets of 19.0 liters was placed in the upper part (237.72 m), that because of its expansive character, acts as a seal, thus avoiding the filtration of the cement-bentonite grout.

Once the filter of gravel and the seal of bentonite in pellets is placed, a grout of water/cement/bentonite is applied, having injected a total of 8,700 liters of grouting composed of 6,090 liters of water, corresponding to 35 liters per sack; of which 130 50-kilogram sacks of cement were mixed, meaning 6.5 tons and 44 sacks of powdered perfobent bentonite (2.2 tons).

Total grouting:	= 8,700 liters
Water: 6,090 liters	= 70% of volume of grouting
Cement: 6.5 tons	= 75% of total sacks
Bentonite: 2.2 tons	= 25% of total sacks

It is important to emphasize that the estimated volume of grouting corresponds to 6.7 m³ (6,700 liters) that upon considering the degree of fracturization of the drilling area, a margin of security of 15% was added meaning 1.0 m³ more of the same grouting that would correspond to 7.7 m³, in spite of the fact that the consumption was greater by 1.0 m³ to reach a total of 8,700 liters of grouting, meaning an additional 30% of that initially calculated.

4.14. GEOPHYSICAL LOGGING

On April 3, 2003, the geophysical logging unit belonging to the geophysics department of the Management of Civil Engineering Studies was received, as well as the personnel responsible for its operation, initiating immediately the logging carrying out measurements to a depth of 235.58 m when the drilling at that date was at 238.9 m, through which UACH determined the need to continue the drilling to 253.72 m, given that the static water level at the moment of the register was found at 230.5 m depth. For this reason, additional drill casing was transferred to the project that would allow reaching the depth requested at 253.72 m as total depth; having turned over to UACH

personnel a draft copy of the logs obtained, requiring CFE to turn in the final report at a later date.

The final Geophysical report, as well as the interpretation of the logs, is included in Appendix 1, attached to the present report.

4.15 WELL COMPLETION

Upon completion of the drilling and instrumentation, an expanding plug with a lock was placed in the mouth of the PVC casing and soldered to the surface casing was a metallic pipe cap 1.0 m high and 12" in diameter, supplied with cap, portable lock and a lock for the well protection, ending with the construction of the concrete collar measuring 1 m on each side and 0.5 m high.

WELL PB-3

The drilling of the PB-3 well began April 12, 2003, using the pneumatic hammer equipped with a drill bit 6" in diameter and IF drill string 3 1/2" in diameter and 6.10 m long.

At the beginning of the drilling, a surface casing consisting of a steel conductor 12" in diameter and 2.0 m long (0.0 to 2.0 m) was emplaced and the annular space cemented, followed by continuing the exploratory drilling of 6" diameter, resulting in detecting the presence of an ancient mine works (tunnel) 1.2 m high from 25.8 to 27.0 m, for which UACH made the decision to case off this with smooth steel casing 8" in diameter, then enlarging the drill hole from 0.0 to 30.0 m of 6" to 10 5/8" diameter, placing 26.88 m of casing of 8" diameter and cementing the annular space to continue the drilling of the well at a diameter of 7 7/8" to a total depth of 245.10 m.

The original design of the PB-3 well indicated a total depth of 200.0 m, and UACH decided to deepen it to 240.0, given that the static water level initially estimated at 170.0 m was found at 215.0 m, affecting the work program. To allow constancy in the lithology, a sampling of the cutting proceeding from the drill hole was taken at each 3.0 m and when the work was finished, the samples were given to UACH personnel.

4.16. LITHOLOGY

In agreement with observation of the samples collected at every 3 meters during the exploratory drilling 8 1/2" diameter the following table is derived.

DEPTH	DESCRIPTION
0.0 to 17.0 m	Fractured Ignimbrite
17.0 to 70.0 m	Ignimbrite with intense fracturing
70.0 to 152.0 m	Tuff with silicic composition
152.0 to 245.0 m	Limestone

4.17 WIDENING

The work of drilling for the placement of the casing for sanitary protection (surface casing) with a diameter of 12", was carried out by initially drilling at a diameter of 8 1/2", using for the widening a tricone drill bit of 12 1/4" and 17 1/2" diameter to a depth of 2.0 m.

4.18 SURFACE CASING

The placement of 2.00 m of surface casing piping, with a diameter of 12" and thickness of 1/4", was carried out on April 14, 2003. The cementing of the annular space around the 12" casing was done applying 200.0 liters of cement grouting in 2:1 proportion (cement-water) for a density of grouting of 1.6 gr/cm³ signifying 5.0 sacks of cement (250.0 kilos) in 125 liters of water.

4.19 CASING

The liner supplied fulfills the specification defined by UACH: 4.0" diameter PVC, schedule 80, threaded, in lengths of 3.05 m (242.47 m total); the same was placed in the exploratory hole of 7 7/8" diameter, at a depth of 241.47 m, with a bottom plug, 4 strands of liner 3.05 m each (12.20 m) with a slot size of 0.5 mm and 75.5 strands of smooth liner with a total length of 230.27 m of which 1.0 m remained outside the surface for facilitating the collection of the water samples.

On May 1, 2003, the placement of liner was carried out without problems, meaning that the well presents an acceptable verticality

Total depth of well:	243.00 m
Total depth of liner:	241.47 m
Bottom plug:	0.05 m
Slotted liner:	12.20 m (from 229.27 to 241.47 m)
Smooth liner:	229.27 m (from 0.00 to 229.27 m)
Extension above the surface (rim) (+):	1.00 m

4.20 SAND FILTER AND SEAL

Taking into consideration the volume of sand to be placed as a filter in the annular space around the slotted liner, a total volume of 400.0 liters of siliceous sand (14-40 screen[mesh]) in agreement with the specification, remaining placed from 225.00 to 243.00 m depth. To avoid contaminating the filter of siliceous sand, a bed of bentonite in pellets of 19.0 liters was placed on its upper part (225.00 m), that because of its expansive character in the form of a seal, thus avoiding the filtration of the cement-bentonite grout.

Once the gravel filter and the seal of bentonite in pellets were placed, a grouting of water/cement/bentonite was applied, having injected a total of 8,680 liters of grouting composed of 5,425 liters of water, corresponding to 35 liters per sack; of which 115 sacks of cement of 50 kilograms were mixed, meaning 5.75 tons and 40 sacks of powdered bentonite perfofent (2.0 tons).

Total grouting: = 8,680 liters
 Water: 5,425 liters = 62% of volume of grouting
 Cement: 5.75 tons = 75% of total sacks
 Bentonite: 2.2 tons = 25% of total sacks

The volume of grouting calculated corresponds to 5.4 m³ (5,400 liters) that with a margin of security of 15% means an additional 0.8 m³ that would correspond to 6.2 m³ of grouting; nevertheless the consumption was greater for a total of 8,680 liters of injected grouting, representing 40% additional to that initially estimated.

4.21 GEOPHYSICAL LOGGING AND TELEVIEWER

On April 30, 2003, the geophysical logging unit was received, carrying out measurements to a depth of 243.0 m and determining the depth of the static water level at 215.0 m and maximum vertical deviation of 0.6 m in 243.0 m of drilling. The final Geophysical report as well as its interpretation is included in Appendix 1, attached to the present report.

4.22 WELL COMPLETION

Upon completing the work of drilling and instrumentation, for protection of the well, an expanding cap was placed on it with a lock at the mouth of the PVC casing, and soldered to the surface casing there was installed a metallic bushing 1.0 m high and 12" diameter, provided with a cover, hasp, and lock, being finished with the construction of a concrete rim 1.0 m squared per side and 0.5 m high.

5. ADDITIONAL WORK CARRIED OUT

	WELL			
	PB-1	PB-2	PB-3	PB-4 (URAMEX)
Drilling with core recovery	50.0 m			
Drilling 6" diam. and widening to 8" diameter	53.5 m	53.72 m	43.0 m	
Widening 10 5/8" diam., for placement of 8" casing			30.0 m	
Supply, placement, and			26.88 m	

cementing of 8" diam. casing				
Instrumentation with PVC	52.2 m	52.0 m	41.47 m	
Sealed with cement-bentonite grout	52.2 m	52.0 m	41.47 m	
Conditioning, removal of pump and casing				1.0 lot
Geophysical logging				1.0
Televiewer	1		1	1.0
Placement of protective pipe cap				1.0

6. CONSTRUCTIVE SYNTHESIS

WELL

CONCEPT	PB-1	PB-2	PB-3	PB-4 (URAMEX)
Widening for surface casing and depth	17 1/2" diam 2.0 m	14.0" diam. 2.0 m	17 1/2" diam. 2.0 m	
Diameter of surface casing and length	12.0" 2.0 m	12.0" 2.0 m	12.0" 2.0 m	
Total depth of well and diameter	252.5 m. 8 1/2"	253.72 m 8 1/2"	243.00 m 7 7/8"	
Instrumentation with PVC liner 4.0" diam. Smooth liner, schedule 80, threaded. slotted liner, schedule 80, opening 0.5 mm	244.0 m 9.15 m	244.0 m 11.88 m	230.27 12.20 m	
Depth of static water level	227.5 m	227.5 m	215.0 m	96.07 m
Drilling with continuous core recuperation, diameter of	NQ (47.6 mm) 250.0 m			

sample and depth				
Geophysical logs	Yes	Yes	Yes	Yes
Televiwer log	Yes	No	Yes	Yes
Metallic pipe cap for protection and lock	Yes	Yes	Yes	Yes

7. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

7.1 CONCLUSIONS

With respect to the construction of the wells and the supplying of materials, it was carried out on the basis of the specification determined by UACH, with the three piezometers in the correct state of operation and turned over to UACH as agreed.

Owing to the complexity of the fracturing of the subsurface of the area, a total loss of drilling fluid was encountered in various zones, causing sticking of the drill string; this situation represented a significant factor of delay for the conclusion of the work.

The additional work carried out that includes deepening the three piezometers, work that demanded a greater quantity of material for its adequate instrumentation, a greater number of geophysical logs, and including a greater depth, carrying out the three televiwer logs not contemplated in the original program, as well as conditioning of the PB-4 well (URAMEX) for its sampling and televiwer log, meant tasks that demanded additional time to be carried out, affecting the promised program of work.

With respect to the verticality of the wells, it can be established that the geophysical logs showed a verticality acceptable in other respects; the test of that is that no difficulty presented itself in carrying out the activities of instrumentation of the piezometers.

7.2 RECOMMENDATIONS

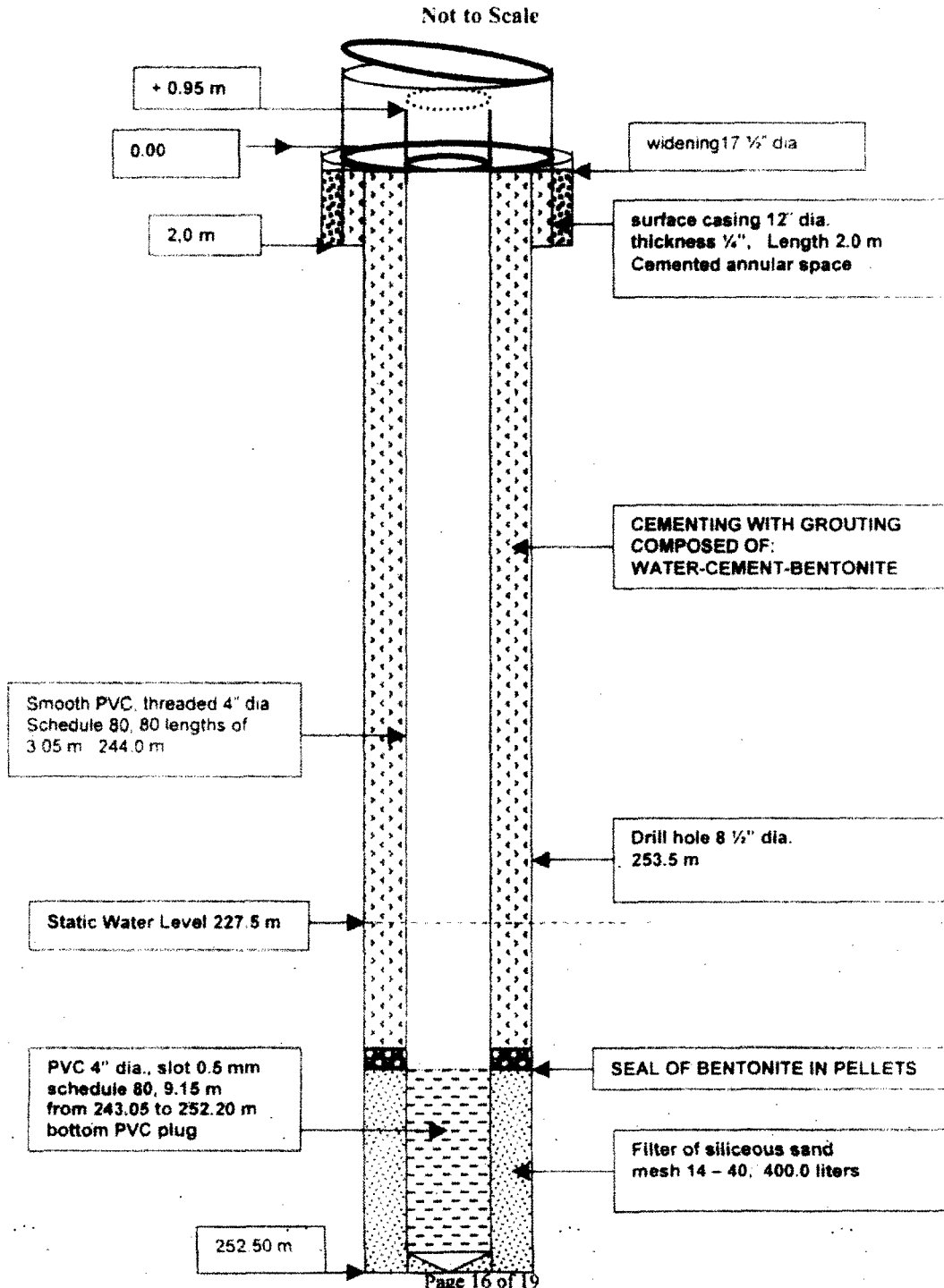
It is considered prudent to mention that the wells should be equipped with a pump of low volume of flow that would allow the correct extraction of samples of water without causing drawdown cones that might affect the level of the neighboring piezometers.

There may be various causes that could generate an incorrect functioning of a well, but the most relevant is that attributed to the lack of preventive maintenance that establishes the goal and frequency of the same. The lack of adequate maintenance has as a consequence the reduction of the useful life, deriving problems of silt, incrustations, filling up of gratings, corrosion, damage in the liners, resulting from incipient collapse,

tears, disconnecting of joints and ruptures, for which a diagnostic program is recommended for the well every 5 years and through a televiewer log, the physical status of the liner is determined, both smooth and slotted.

FEDERAL COMMISSION OF ELECTRICITY
 MANAGEMENT OF CIVIL ENGINEERING STUDIES
 SUPERINTENDENCY OF NORTH ZONE STUDIES

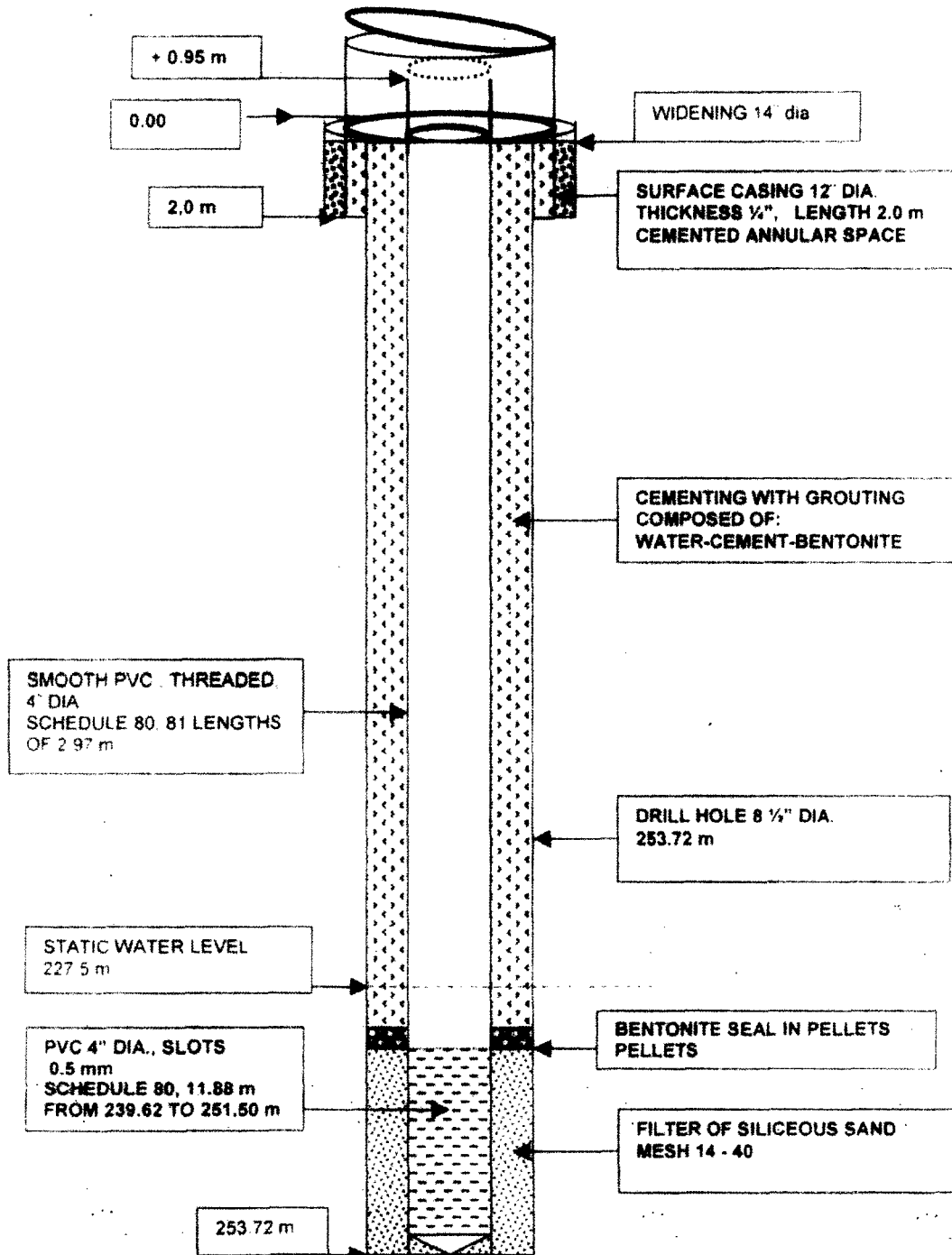
"UACH" PROJECT
 WELL: PB-1
 COMPLETION DIAGRAM



FEDERAL COMMISSION OF ELECTRICITY
MANAGEMENT OF CIVIL ENGINEERING STUDIES
SUPERINTENDENCY OF NORTH ZONE STUDIES

"UACH" PROJECT
WELL: PB-2
COMPLETION DIAGRAM

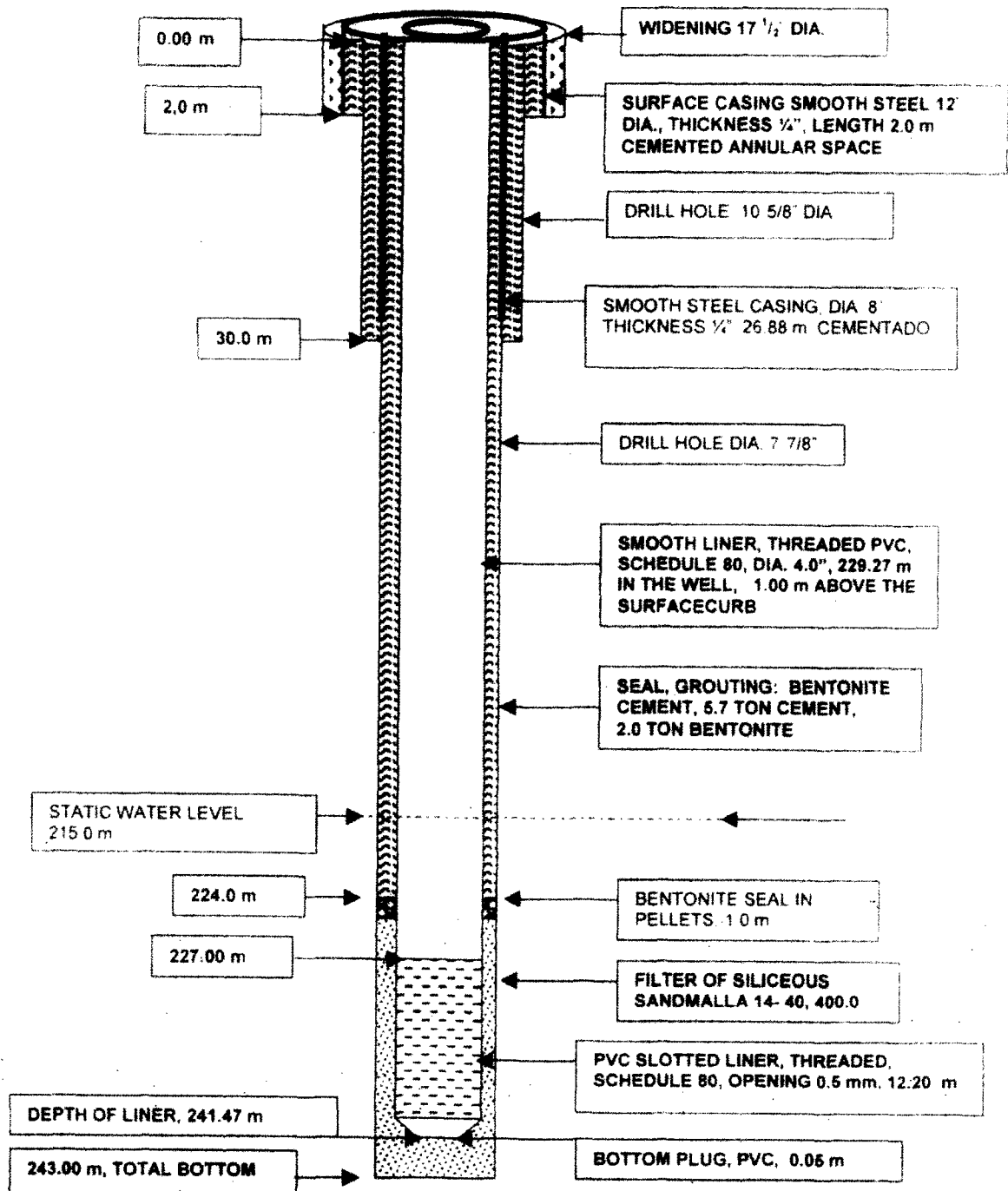
NOT TO SCALE



FEDERAL COMMISSION OF ELECTRICITY
 MANAGEMENT OF CIVIL ENGINEERING STUDIES
 SUPERINTENDENCY DE ZONE NORTH STUDIES

UACH PROJECT
 "WELL PB-3".
 COMPLETION DIAGRAM

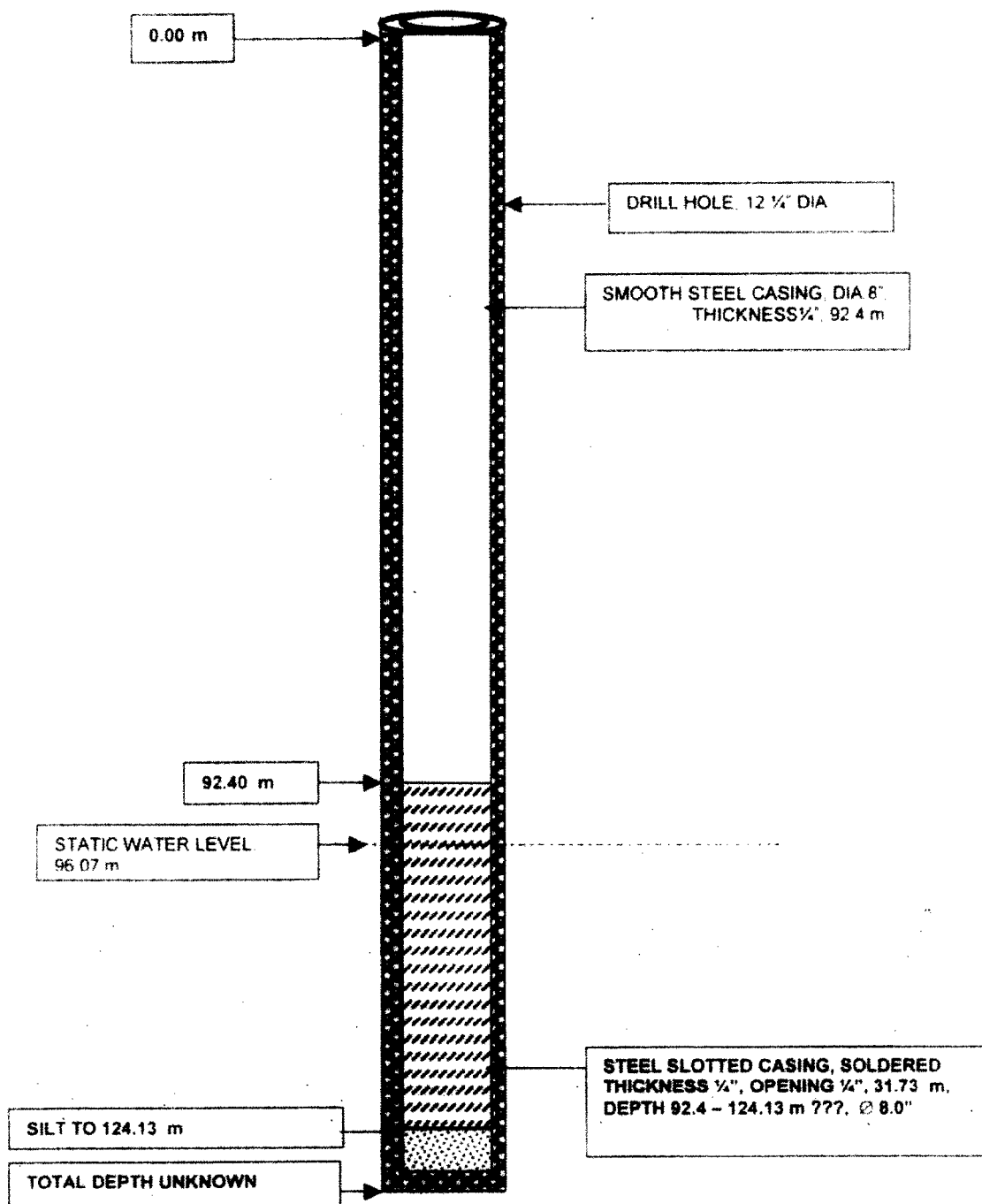
NOT TO SCALE



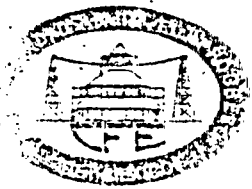
FEDERAL COMMISSION OF ELECTRICITY
MANAGEMENT OF CIVIL ENGINEERING STUDIES
SUPERINTENDENCY OF NORTH ZONE STUDIES

UACH PROJECT
"POZO PB-4 (URAMEX)".
COMPLETION DIAGRAM

NOT TO SCALE



10/11/03
10/11/03



GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

**PERFORACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE TRES PIEZÓMETROS
PROYECTO: "UACH"
YACIMIENTO "EL NOPAL"
POZOS: PB-1, PB-2 y PB-3**

CHIHUAHUA, CHIH
Abril / 2003

Superintendencia de Estudios Zona Norte

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
SUBDIRECCION TECNICA**



**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA NORTE**

**PERFORACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE TRES PIEZÓMETROS
PROYECTO: "UACH"
YACIMIENTO "EL NOPAL"
POZOS: PB-1, PB-2 y PB-3**

Informe Final:

Ing. Carlos A. Ariceaga Martínez

Clave de Proyecto: KA527

**CHIHUAHUA, CHIH.
Abril / 2003**

CONTENIDO

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.- ANTECEDENTES.....	2
2.- LOCALIZACIÓN.....	2
3.- VEHÍCULOS Y EQUIPO.....	2
4.- MÉTODO DE TRABAJO.....	3
4.1 - PERFORACIÓN.....	3
POZO: PB-1	
4.2. - LITOLOGÍA.....	4
4.3.- AMPLIACIÓN.....	4
4.4.- CONTRADEME.....	4
4.5.- ADEME.....	4
4.6.- FILTRO DE ARENA Y SELLADO	5
4.7.- REGISTRO GEOFÍSICO Y VIDEOGRABACIÓN	5
4.8.- TERMINACIÓN DEL POZO.....	5
POZO: PB-2	
4.9. - LITOLOGÍA.....	7
4.10- AMPLIACIÓN.....	7
4.11- CONTRADEME.....	7
4.12.-ADEME.....	7
4.13.-FILTRO DE ARENA Y SELLADO	8
4.14.-REGISTRO GEOFÍSICO	8
4.15.-TERMINACIÓN DEL POZO.....	9
POZO: PB-3	
4.16- LITOLOGÍA.....	9
4.17- AMPLIACIÓN.....	10
4.18- CONTRADEME.....	10
4.19.-ADEME.....	10
4.20.-FILTRO DE ARENA Y SELLADO	11
4.21.-REGISTRO GEOFÍSICO Y VIDEOGRABACIÓN	11
4.22.-TERMINACIÓN DEL POZO.....	11
5.- OBRA ADICIONAL REALIZADA.....	12
6.- SÍNTESIS CONSTRUCTIVA.....	12
7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
7.1 - CONCLUSIONES.....	13
7.2.- RECOMENDACIONES.....	13

ANEXOS

- I.- INFORME DE REGISTROS GEOFÍSICOS
- II.-ANEXO FOTOGRÁFICO

1.-ANTECEDENTES

De conformidad con la solicitud presentada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, el Área de Perforación dependiente de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la C.F.E. adquirió el compromiso bajo contrato para realizar la perforación e instrumentación de tres (3) pozos mismos que serán utilizados como piezómetros en un proyecto de investigación que realiza la UACH en coordinación con diversas Instituciones de la Unión Americana.

Cabe mencionar que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua formuló la gestión de las autorizaciones correspondientes, bajo la cual el Área de Perforación de la C.F.E. llevó a cabo los trabajos establecidos bajo supervisión del Departamento de Geología de la UACH, quienes aportaron la especificación técnica de la obra y la de los materiales a utilizar.

2.-LOCALIZACIÓN

El área de trabajo se ubica a 63.0 Kilómetros al Noreste de la Ciudad de Chihuahua en el yacimiento uranífero denominado "El Nopal", depósito antiguamente explotado por URAMEX, mismo que se encuentra situado en la Sierra de Peña Blanca mostrando un lineamiento topográfico norte-sur.

Las coordenadas geográficas quedan comprendidas entre los 29° 06' y 29° 09' de latitud norte y los 106° 05' y 106° 02' de longitud oeste.

El acceso a la zona de trabajo se realiza a través de un camino de terracería que parte de la población de Aldama al norte con una longitud de 43 Km en dirección hacia la antigua laguna del Cuervo, entroncando con una brecha de 5.5 Km hacia el oriente para llegar al yacimiento uranífero "El Nopal".

3.- VEHICULOS Y EQUIPO

VEHICULOS				
ECO:	UNIDAD	PLACAS	AÑO	ACTIVIDAD
60153	PICK-UP	EH-13-252.	2001	SUPERVISIÓN
38888	PICK-UP	PR-38-888	2000	T/PERSONAL
56824	3 TONELADAS	EL-50-658	1998	T/PERSONAL
39959	3 TONELADAS	PP39-959	2000	T/AGUA
EQUIPO				
EPU-06	PERFORADORA	PORTADRILL	1978	PERFORACION
EPR-03	PERFORADORA	CHRISTENSEN	1996	PERFORACIÓN
EAC-22	BOMBA	LISTER	1989	LODOS
EBG-22	BOMBA	MOYNO	1990	LODOS
EQE-08	GENERADOR	PERKINS	1990	ILUMINACIÓN
EIE-02	MEZCLADOR ALTA R.	ELÉCTRICO	1982	INYECCIÓN
EIE-03	MEZCLADOR BAJA R.	ELÉCTRICO	1982	INYECCIÓN

4.- MÉTODO DE TRABAJO

4.1 PERFORACIÓN

A efecto de realizar la obra, la Jefatura de perforación de la G.E.I.C. trasladó al proyecto, equipo, materiales, vehículos, herramientas y personal para la construcción de los pozos, iniciando el acondicionamiento del camino de acceso y la habilitación del campamento a partir del 10 de Marzo del 2003.

Con fecha 14 de Marzo del 2003, se recibe en el proyecto el equipo Portadrill, con número Económico: EPU-06, procediendo en los días subsecuentes a realizar el acondicionamiento del área de perforación y el patio de maniobras para el acomodo de tubería y nivelación del equipo, de igual forma con fecha 17 de marzo/03 se recibe el equipo Christensen, con número Económico: EPR-03 para realizar la perforación con recuperación continua del testigo.

POZO: PB-1

La perforación del pozo PB-1 se inició el día 24 de marzo/03 con equipo Christensen modelo CS-1000 con número económico EPR-03, utilizando para ello tubería de 3.05 m de longitud, Ø NQ (2 3/8" interior y 2 3/4" exterior), barril muestreador doble con sistema de wire line, con corona de diamante impregnado series 8 y 10.

La perforación exploratoria con recuperación continua del testigo en Ø NQ, se conserva en el pozo PB-1 desde el inicio a la profundidad total de 250.00 metros llevándose a cabo en 50 turnos, la causa de la demora fue producto del intenso fracturamiento cuya litología muestra evidencia de tectonismo, adicional al fracturamiento inducido producto de detonaciones por voladura durante la etapa de explotación del yacimiento, este factor da origen al acuñaamiento que provocó pegaduras en la tubería atrapándose en dos ocasiones siendo necesario desplazar el sitio original del barreno.

La especificación original del pozo PB-1 indica una profundidad total de 200.0 m, y durante su construcción la UACH decidió continuarlo en 50.0 m adicionales, esto en consideración a que el nivel estático se encontró en el pozo PB-2 a 227.5 m, afectando de igual forma el tiempo del programa de trabajo al decidir su profundización.

A efecto de dar cumplimiento a la especificación en lo relativo al manejo y preservación del núcleo de perforación y dejar constancia de la litología penetrada durante los trabajos de exploración, la muestra continua obtenida fue embalada en funda de plástico y colocada en cajas de madera con separadores con capacidad de 4.0 m en 4 líneas de 1.0 m c/u. Una vez concluida la perforación las muestras fueron

entregadas al personal de geología de la UACH. quienes realizaron la supervisión del muestreo.

4.2- LITOLOGÍA

De acuerdo a la muestra continua colectada durante la perforación exploratoria con recuperación de testigo en Ø NQ, se deriva la columna siguiente:

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
0.0 a 23.0 m	Ignimbrita fracturada
23.0 a 83.0 m	Ignimbrita con fracturamiento intenso
83.0 a 162.0 m	Toba de composición ácida
162.0 a 250.0 m	Caliza

4.3.- AMPLIACIÓN

Los trabajos para la colocación de la tubería de acero del contrademe en diámetro de 12" calibre ¼" y 2.0 metros de longitud, por su mayor capacidad se llevan a cabo con equipo Portadrill, iniciando en diámetro de 8 ½" y ampliando con barrena tricónica de Ø: 12 ¼" y 17 1/2" a la profundidad especificada de 2.0 m,

Una vez colocado el contrademe y cementado el espacio anular se procedió a la ampliación final en diámetro de 8.5" de 2.0 m a la profundidad total de la perforación de 253.50 m

4.4.- CONTRADEME

Para la cementación por el espacio anular del casquillo metálico de 12" Ø y longitud de 2.0 m se utilizaron 50 litros de lechada de cemento en relación 2:1 (cemento-agua) para una densidad de lechada de 1.6 gr/cm³ con 1.5 sacos de cemento (75.0 kilos) y 37 litros de agua.

4.5.- ADEME

El ademe de producción fue suministrado de acuerdo a la especificación definida por la UACH: tubería de PVC de 4.0" Ø, cedula 80, roscado, en tramos de (10') 3.05 m (244.0 m en total) que fue colocado en la perforación exploratoria inicial de 8 ½" Ø, hasta la profundidad de 252.30 m, habiendo instalado previamente un tapón de PVC, seguido de 3 tramos de ademe ranurado de 3.05 m c/u (9.15 m) con abertura de ranura de 0.5 mm y 80 tramos de ademe liso con una longitud total de 244.0 m de los cuales quedaron fuera de superficie 0.95 m a efecto de facilitar la colección de muestras de agua.

Fondo total del pozo:	253.50 m
Fondo total del ademe:	252.20 m
Ademe ranurado :	9.15 m (de 243.05 a 252.2 m)
Ademe liso	244.00 m (de 0.00 a 243.05 m)
Brocal (+):	0.95 m

Con fecha 15 de mayo del 2003, se llevó a cabo la colocación de la tubería de ademe de PVC, señalando que la maniobra se llevó a cabo sin contratiempos debido a que el pozo presenta una verticalidad aceptable.

4.6.- FILTRO DE ARENA Y SELLADO

Tomando en consideración el volumen de arena a colocar como filtro en el espacio anular del área del ademe ranurado se utilizó un volumen total de 400.0 litros de arena sílica malla 14-40, de acuerdo a la especificación establecida quedando colocada de 239.50 a 253.50 m de profundidad.

A efecto de evitar contaminación del filtro de arena sílica, se colocó en su parte superior (239.50 m) una cama de bentonita en pellets de 19.0 litros, que por su carácter expansivo actúa en forma de sello evitando la contaminación y filtración de la lechada compuesta de cemento-bentonita.

Una vez colocado el filtro de arena y el sello de bentonita en pellets, se inyectó lechada de agua-cemento-bentonita aplicando un total de 9800 litros de lechada compuesta de 6125 litros de agua, correspondiendo a 35 litros por saco; de los cuales se mezclaron 175 sacos de cemento de 50 kilogramos significando 6.5 toneladas y 44 sacos de bentonita perfobent en polvo (2.2 toneladas)

Lechada total:	= 9800 litros
Agua: 6125 litros	= 62 % del volumen de lechada
Cemento: 6.5 toneladas	= 80 % del total de sacos
Bentonita: 2.2 toneladas	= 20 % del total de sacos

4.7.-REGISTRO GEOFÍSICO Y VIDEOGRABACIÓN

Con fecha mayo 15 de 2003 se llevó a cabo el registro geofísico de pozo así como el registro de video grabación; los resultados del registro geofísico se presentan en el ANEXO No I del presente informe, en tanto que el cassette que contiene el registro de video fue entregado oportunamente al Ing. Hector Manuel Mendoza Aguilar (UACH).

4.8.-TERMINACIÓN DEL POZO

Una vez concluida la etapa de perforación e instrumentación, se colocó en la boca de la tubería de PVC un tapón expansivo con candado, además, soldado al contrademe se instaló un casquillo metálico de 1.0 m de altura y 12"Ø, provisto de

tapa y porta candado para protección del pozo y brocal de concreto de 1.0 m por lado y 0.5 m de altura.

POZO: PB-2

Los trabajos de perforación en el pozo PB-2 dieron inicio el día 19 de marzo del 2003 con equipo Portadrill modelo TKT-1000 Prospector con número económico EPU-06, utilizando martillo neumático de fondo provisto con barrena de 8 1/2" Ø, para asegurar la verticalidad de la perforación, como medida adicional se utilizó tubería de Ø 3 1/2" IF de 6.10 m de longitud que por su rigidez limita desviaciones, como tercera medida de protección para asegurar la verticalidad se evitó utilizar Pull-Down que permite incrementar el peso sobre la barrena habiendo aplicado únicamente el peso de la herramienta durante los trabajos de exploración.

La perforación exploratoria de 8 1/2" Ø se conserva en el pozo PB-2 desde el inicio, a la profundidad total de 253.72 metros llevándose a cabo en 16 turnos de 9.0 horas, la demora fue inducida a causa del intenso grado de fracturamiento en el área de trabajo cuya litología muestra evidencia de fracturamiento natural, adicional de un fuerte fracturamiento inducido producto de las detonaciones por voladura realizadas durante la etapa de explotación del yacimiento, este factor originó un consumo excesivo de aire, agua y espumante demorando el avance en el proyecto, como una medida precautoria se sacó la tubería a superficie al término de cada segundo turno ante la evidencia de caídos (derrumbes de la pared del pozo) y la tendencia a cerrarse el pozo en determinados intervalos de profundidad. Ante estas características se pudo determinar como velocidad de penetración de 4.0 m por hora efectiva de perforación, salvo en los intervalos donde se presenta la ignimbrita consolidada, donde la velocidad de penetración se reduce a 1.15 horas por metro.

Es conveniente citar que el diseño original del pozo PB-2 indicaba una profundidad total de 200.0 m y durante su construcción la UACH decidió su profundización en dos ocasiones por lo que requirió trasladar un mayor número de tubería de perforación para cumplir con la solicitud, de igual forma se menciona que la necesidad de profundizar el pozo se debe a que el nivel estático inicialmente estimado por la UACH a 180.0 m de profundidad, se encontró a 227.5 m, sin duda este factor afectó el programa de trabajo.

A efecto de dejar constancia de la litología penetrada durante los trabajos de exploración, se realizó un muestreo del recorte precedente de la perforación a cada 3.0 m, una vez concluida la perforación las muestras fueron entregadas al personal de geología de la UACH. que realizó la actividad de supervisión para su factible descripción litológica y/o su conservación adecuada para futuras observaciones.

Al tomar en consideración la litología del subsuelo, se tomó la decisión de utilizar como fluido de perforación una mezcla compuesta de agua/aire/espumante que permite retirar de la perforación las partículas del tamaño igual y superior a la de la arena, evitando así recircular hacia el pozo fragmentos de roca procedente de la

perforación, dando como resultado mejor avance ayudando a mantener el pozo libre de azolve, limitando la saturación de sólidos en los intervalos potenciales del acuífero.

4.9- LITOLÓGÍA

De acuerdo a las muestras colectadas a cada 3 metros durante la perforación exploratoria de 8 ½" Ø y de la velocidad de penetración observada, se deriva a grandes rasgos la columna siguiente:

<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
0.0 a 23.0 m	Ignimbrita fracturada
23.0 a 83.0 m	Ignimbrita con fracturamiento intenso
83.0 a 162.0 m	Toba de composición ácida
162.0 a 253.72 m	Caliza

4.10.- AMPLIACIÓN

Los trabajos de perforación para la colocación de la tubería de protección sanitaria (contrademe) con diámetro de 12", se llevaron a cabo perforando inicialmente en diámetro de 8 ½", utilizando para la ampliación barrena tricónica de Ø: 12 ¼" y 17 1/2" a la profundidad de 2.0 m

4.11.- CONTRADEME

La colocación de 2.00 m de tubería de contrademe, en diámetro de 12" y calibre ¼", se realizó con fecha 21 de marzo del 2003. La cementación del espacio anular de la tubería de 12" se efectuó aplicando 53 litros de lechada de cemento en relación 2:1 (cemento-agua) para una densidad de lechada de 1.6 gr/cm³ significando 1.5 sacos de cemento (75.0 kilos) en 37 litros de agua.

4.12.- ADEME

El ademe fue suministrado de acuerdo a la especificación establecida por la UACH: tubería de PVC de 4.0" Ø, cedula 80, roscado, en tramos de 2.97.0 m (252.45 m en total) mismo que fue colocado en la perforación exploratoria inicial de 8 ½" Ø, a la profundidad de 252.00 m, habiendo instalado previamente un tapón de PVC punta de lápiz de 0.5 m de longitud, seguidos de 4 tramos de ademe ranurado de 2.97 m c/u (11.88 m) con abertura de ranura de 0.5 mm y 81 tramos de ademe liso con una longitud total de 240.57 m de los cuales quedaron fuera de superficie 0.95 m a efecto facilitar la colección de muestras de agua.

Con fecha 8 de abril del 2003, se llevó a cabo la colocación de la tubería de ademe estimando conveniente citar que la maniobra ocurrió sin contratiempos

significando que el pozo presenta una verticalidad aceptable a lo largo de su construcción.

Fondo total del pozo:	253.72 m
Fondo total del ademe:	252.00 m
Tapón de fondo:	0.50 m
Ademe ranurado :	11.88 m (de 239.62 a 251.50 m)
Ademe liso	244.00 m (de 0.00 a 239.62 m)
Brocal (+):	0.95 m

4.13.- FILTRO DE ARENA Y SELLADO

Tomando en consideración el volumen de arena a colocar como filtro en el espacio anular del área del ademe ranurado se utilizó un volumen total de 500.0 litros de arena sílica malla 14-40, de acuerdo a la especificación establecida quedando colocada de 237.72 a 253.72 m de profundidad.

A efecto de evitar contaminación del filtro de arena sílica, se colocó en su parte superior (237.72 m) una cama de bentonita en pellets de 19.0 litros, que por su carácter expansivo actúa en forma de sello evitando la filtración de la lechada compuesta de cemento-bentonita.

Una vez colocado el filtro de grava y el sello de bentonita en pellets, se aplicó una lechada de agua-cemento-bentonita habiendo inyectado un total de 8700 litros de lechada compuesta de 6090 litros de agua, correspondiendo a 35 litros por saco; de los cuales se mezclaron 130 sacos de cemento de 50 kilogramos significando 6.5 toneladas y 44 sacos de bentonita perfobent en polvo (2.2 toneladas)

Lechada total:	= 8700 litros
Agua: 6090 litros	= 70% del volumen de lechada
Cemento: 6.5 toneladas	= 75% del total de sacos
Bentonita: 2.2 toneladas	= 25% del total de sacos

Es importante destacar que el volumen de lechada estimado corresponde a 6.7 m^3 (6700 litros) que al considerar el grado de fracturamiento del área de perforación se adicionó un margen de seguridad del 15% significando 1.0 m^3 más de lechada mismo que correspondería a 7.7 m^3 no obstante el consumo fue superior en 1.0 m^3 para alcanzar un total de 8700 litros de lechada, significando un 30% adicional del inicialmente calculado.

4.14 – REGISTRO GEOFÍSICO

Con fecha abril 3/03 se recibió la unidad de registro geofísico perteneciente al departamento de geofísica de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil así como el personal responsable de su operación, iniciando de inmediato a su registro llevando a cabo su determinación a la profundidad de 235.58 m cuando la perforación se encontraba en esa fecha a 238.9 m, por lo que la UACH determinó la

necesidad de continuar la perforación a 253.72 m, dado que el nivel estático al momento del registro se encontró a 230.5 m de profundidad. Por esta razón se traslado al proyecto tubería de perforación adicional que permitiera alcanzar la profundidad solicitada de 253.72 m como fondo total; habiéndose entregado a personal de la U.A.CH. copia borrador del registro obtenido, comprometiéndose C.F.E. a entregar en fecha posterior el reporte final.

El reporte final de Geofísica así como la interpretación del registro, se incluye en el ANEXO-1, adjunto al presente informe.

4.15 - TERMINACIÓN DEL POZO

Al termino de la perforación y de la instrumentación, se colocó en la boca de la tubería de PVC un tapón expansivo con candado y soldado al contrademe se instaló un casquillo metálico de 1.0 m de altura y 12"Ø provisto de tapa, porta candado y candado para protección del pozo, terminando con la construcción del brocal de concreto de 1.0 m por lado y 0.5 m de altura.

POZO: PB-3

La perforación del pozo PB-3 dio inicio el día 12 de abril del 2003 utilizando martillo neumático provisto de barrena de 6" Ø y tubería de Ø 3 1/2" IF de 6.10 m de longitud.

Al inicio de la perforación se colocó de contrademe un casquillo de acero de 12"Ø y 2.0 m de longitud (0.0 a 2.0 m) cementando el espacio anular para continuar la perforación exploratoria de 6" Ø, detectando la presencia de una obra minera antigua (túnel) de 1.2 m de altura de 25.8 a 27.0 m, por lo que la UACH tomo la decisión de ademar con tubería de acero liso de 8" Ø, ampliando entonces la perforación de 0.0 a 30.0 m de 6" a 10 5/8" Ø, colocando 26.88 m de ademe de 8" Ø y cementando el espacio anular para continuar la perforación del pozo en diámetro de 7 7/8" Ø hasta la profundidad total de 245.10 m.

El diseño original del pozo PB-3 indicaba una profundidad total de 200.0 m y la UACH decidió su profundización a 240.0 m dado que el nivel estático inicialmente estimado a 170.0 m se encontró a 215.0 m afectando el programa de trabajo. Para dejar constancia de la litología se realizó un muestreo del recorte procedente de la perforación a cada 3.0 m y concluidos los trabajos las muestras fueron entregadas al personal de la UACH.

4.16- LITOLOGÍA

De acuerdo a observación de las muestras colectadas a cada 3 metros durante la perforación exploratoria de 8 1/2" Ø se deriva la columna siguiente:

PROFUNDIDAD

DESCRIPCIÓN

0.0 a 17.0 m	Ignimbrita fracturada
17.0 a 70.0 m	Ignimbrita con fracturamiento intenso
70.0 a 152.0 m	Toba de composición ácida
152.0 a 245.0 m	Caliza

4.17.- AMPLIACIÓN

Los trabajos de perforación para la colocación de la tubería de protección sanitaria (contrademe) con diámetro de 12", se llevaron a cabo perforando inicialmente en diámetro de 8 1/2", utilizando para la ampliación barrena tricónica de Ø: 12 1/4" y 17 1/2" a la profundidad de 2.0 m

4.18.- CONTRADEME

La colocación de 2.00 m de tubería de contrademe, en diámetro de 12" y calibre 1/4", se realizó con fecha 14 de abril del 2003. La cementación del espacio anular de la tubería de 12" se efectuó aplicando 200.0 litros de lechada de cemento en relación 2:1 (cemento-agua) para una densidad de lechada de 1.6 gr/cm³ significando 5.0 sacos de cemento (250.0 kilos) en 125 litros de agua.

4.19.- ADEME

El ademe suministrado cumple la especificación definida por la UACH: PVC de 4.0" Ø, cedula 80, roscado, en tramos de 3.05 m (242.47 m en total) mismo que fue colocado en la perforación exploratoria de 7 7/8" Ø, a la profundidad de 241.47 m, con tapón de fondo, 4 tramos de ademe de 3.05 m c/u (12.20 m) con ranura de 0.5 mm y 75.5 tramos de ademe liso con una longitud total de 230.27 m de los cuales quedaron fuera de superficie 1.0 m a efecto de facilitar la colección de las muestras de agua.

Con fecha 1 de mayo del 2003 se llevó a cabo sin contratiempos la colocación de la tubería de ademe significando que el pozo presenta una verticalidad aceptable.

Fondo total del pozo:	243.00 m
Fondo total del ademe:	241.47 m
Tapón de fondo:	0.05 m
Ademe ranurado :	12.20 m (de 229.27 a 241.47 m)
Ademe liso	229.27 m (de 0.00 a 229.27 m)
Brocal (+):	1.00 m

4.20.- FILTRO DE ARENA Y SELLADO

Tomando en consideración el volumen de arena a colocar como filtro en el espacio anular en el ademe ranurado, se utilizó un volumen total de 400.0 litros de arena sílica malla 14-40, de acuerdo a la especificación, quedando colocada de 225.00 a 243.00 m de profundidad. Para evitar la contaminación del filtro de arena sílica, se colocó en su parte superior (225.00 m) una cama de bentonita en pellets de 19.0 litros, que por su carácter expansivo actúa en forma de sello evitando la filtración de la lechada de cemento-bentonita.

Una vez colocado el filtro de grava y el sello de bentonita en pellets, se aplicó una lechada de agua-cemento-bentonita habiendo inyectado un total de 8680 litros de lechada compuesta de 5425 litros de agua, correspondiendo a 35 litros por saco; de los cuales se mezclaron 115 sacos de cemento de 50 kilogramos significando 5.75 toneladas y 40 sacos de bentonita perfobent en polvo (2.0 toneladas)

Lechada total:	= 8680 litros
Agua: 5425 litros	= 62% del volumen de lechada
Cemento: 5.75	= 75% del total de sacos
Bentonita: 2.2 toneladas	= 25% del total de sacos

El volumen de lechada calculado corresponde a 5.4 m³ (5400 litros) que con un margen de seguridad del 15% significa 0.8 m³ adicionales, que correspondería a 6.2 m³ de lechada, no obstante el consumo fue superior para un total de 8680 litros de lechada inyectados, significando un 40% adicional al inicialmente estimado.

4.21 – REGISTRO GEOFÍSICO Y VIDEOGRABACIÓN

Con fecha Abril 30 del 2003 se recibió la unidad de registro geofísico, llevando a cabo su determinación a la profundidad de 243.0 m determinando la profundidad del nivel estático a 215.0 m y desviación vertical máxima de 0.6 m en 243.0 m de perforación. El reporte final de Geofísica así como su interpretación se incluye en el ANEXO-1, adjunto al presente informe.

4.22 - TERMINACIÓN DEL POZO

Al concluir los trabajos de perforación y de instrumentación, para protección del pozo se colocó un tapón expansivo con candado en la boca de la tubería de PVC y soldado al contrademe se instaló un casquillo metálico de 1.0 m de altura y 12"Ø provisto de tapa, porta candado y candado, habiendo terminando con la construcción de un brocal de concreto de 1.0 m cuadrado por lado y 0.5 m de altura.

5.- OBRA ADICIONAL REALIZADA

CONCEPTO	POZO			
	PB-1	PB-2	PB-3	PB-4 (URAMEX)
Perforación con recuperación de núcleo	50.0 m			
Perforación 6" Ø y ampliación a 8" Ø	53.5 m	53.72	43.0 m	
Ampliación 10 5/8" Ø, para colocación de ademe de 8"			30.0 m	
Suministro, colocación y cementación de ademe de 8" Ø			26.88 m	
Instrumentación con PVC	52.2 m	52.0 m	41.47 m	
Sellado con lechada cemento - bentonita	52.2 m	52.0 m	41.47 m	
Acondicionamiento, retiro de bomba y tubería				1.0 lote
Registro geofísico				1.0
Registro de video	1		1	1.0
Colocación de casquillo protector				1.0

6.- SÍNTESIS CONSTRUCTIVA

CONCEPTO	POZO			
	PB-1	PB-2	PB-3	PB-4 (URAMEX)
Ampliación para contrademe y profundidad	17 ½" Ø 2.0 m	14.0" Ø 2.0 m	17 ½" Ø 2.0 m	
Diámetro del contrademe de acero y longitud	12.0" 2.0 m	12.0" 2.0 m	12.0" 2.0 m	
Profundidad total del pozo y diámetro	252.5 m 8 ½"	253.72 m 8 ½"	243.00 m 7 7/8"	
Instrumentación con tubería de PVC 4.0" Ø				
Tubería lisa cedula 80, roscada,	244.0 m	244.0 m	230.27	
Tubería ranurada cedula 80, abertura 0.5 mm	9.15 m	11.88 m	12.20 m	
Profundidad del nivel estático	227.5 m	227.5 m	215.0 m	96.07 m
Perforación con recuperación continua de núcleo, diámetro de la muestra y profundidad	NQ (47.6 mm) 250.0 m			
Registro geofísico	Sí	Sí	Sí	Sí
Registro de video	Sí	No	Sí	Sí
Casquillo metálico de protección y candado	Sí	Sí	Sí	Sí

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Con respecto a la construcción de los pozos y el suministro de los materiales, se llevó a cabo sobre la base de la especificación determinada por la UACH, quedando los tres piezómetros en correcto estado de operación y entregados a la UACH de conformidad.

Debido a la complejidad del fracturamiento del subsuelo en el área, se registraron varias zonas con pérdida total del fluido de perforación ocasionando pegaduras de la tubería, esta situación represento un factor de retraso significativo para la conclusión de los trabajos.

La obra adicional realizada que incluye la profundización de los tres piezómetros, obra que demandó una mayor cantidad de material para su adecuada instrumentación, un mayor numero de registros geofísicos e inclusive a mayor profundidad, el realizar tres registros de video grabación no contemplados en el programa original, así como el acondicionamiento del pozo PB-4 (URAMEX) para su muestreo y registro de video, significaron tareas que demandaron un tiempo adicional para su ejecución afectando el programa de trabajo comprometido.

Con respecto a la verticalidad de las perforaciones se puede establecer que el registro geofísico mostró una verticalidad por demás aceptable, prueba de ello es que no se presentó ninguna dificultad para efectuar la maniobra de instrumentación de los piezómetros.

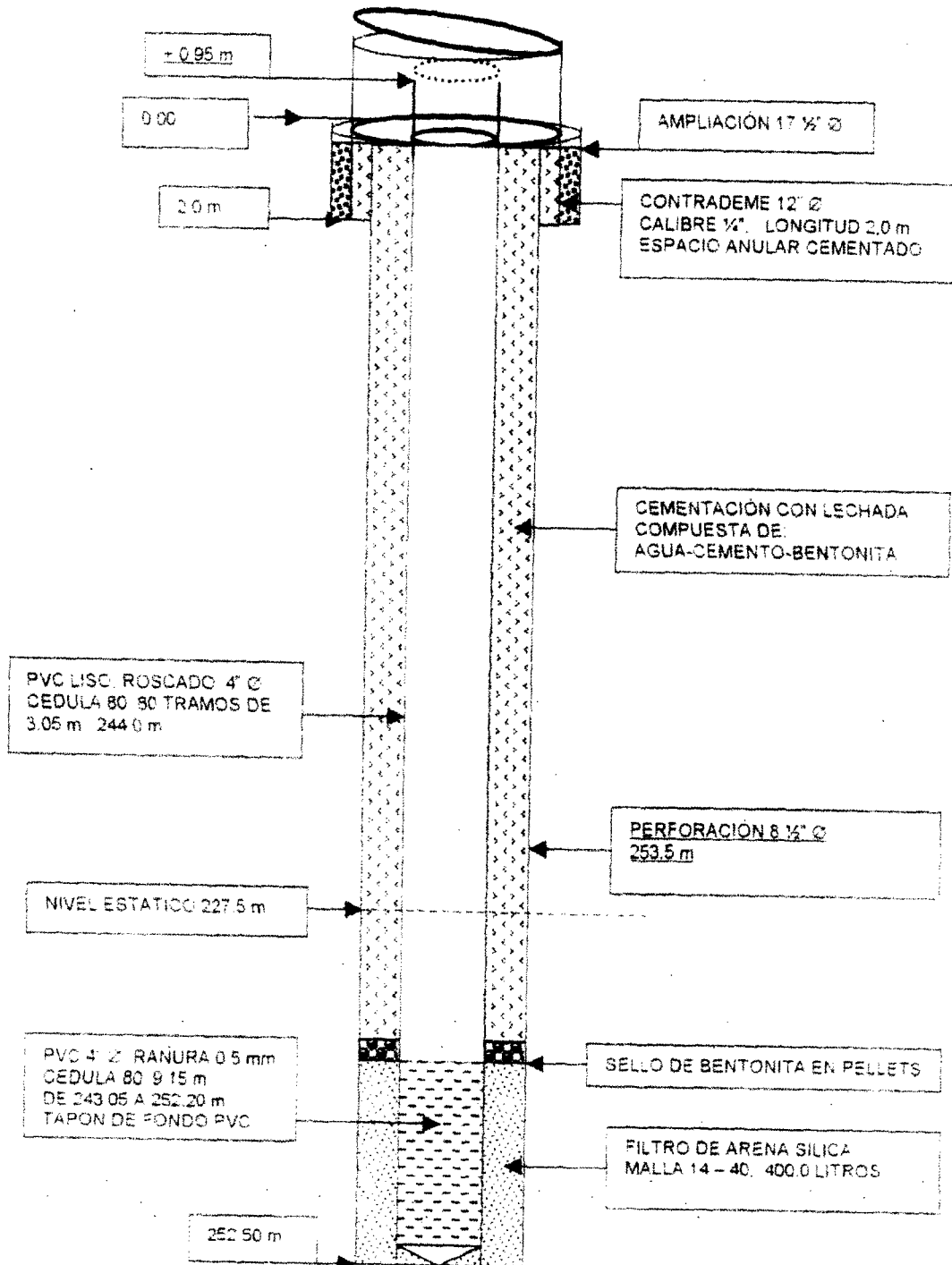
7.2 - RECOMENDACIONES

Se estima prudente mencionar que los pozos deberían ser equipados con bomba de bajo caudal que permita la correcta extracción de muestras de agua sin provocar conos de abatimiento que afecten el nivel de los piezómetros vecinos.

Pueden ser varias las causas las que generan un incorrecto funcionamiento de un pozo, pero la más relevante es la atribuida a la falta de mantenimiento preventivo que establezca el alcance y frecuencia del mismo. La falta de mantenimiento adecuado tiene como consecuencia la reducción de la vida útil derivando problemas de azolve, incrustaciones, colmatación de las rejillas, corrosión, daños en las tuberías de ademe como son colapsos incipientes, desgarres, desprendimiento de juntas y roturas, por lo que se recomienda un programa de diagnóstico del pozo cada 5 años y mediante un registro de video grabación se determine el estado físico de la tubería de ademe tanto liso como ranurado.

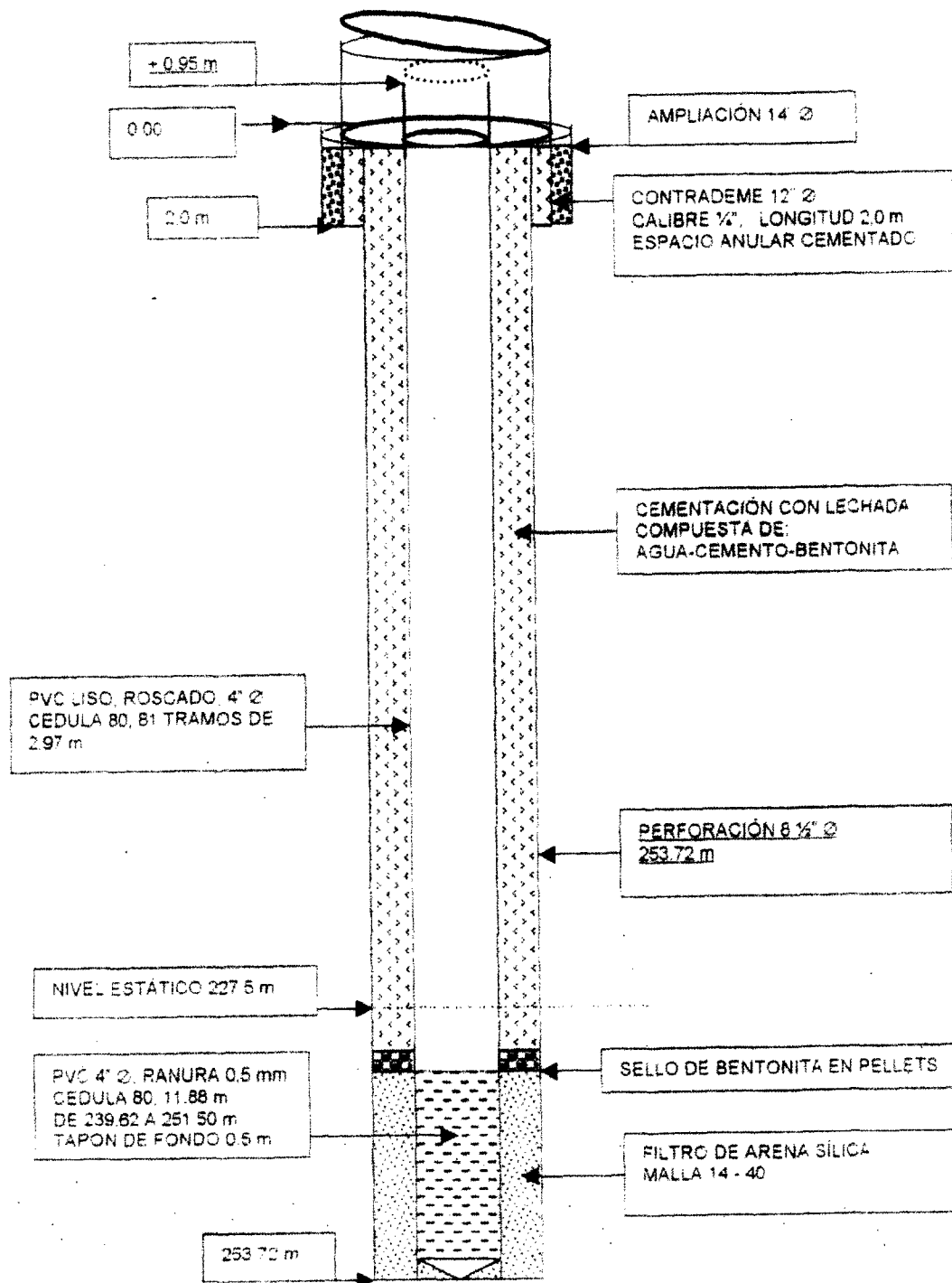
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA NORTE

PROYECTO "UACH"
POZO: PB-1
CROQUIS DE TERMINACIÓN
FUERA DE ESCALA



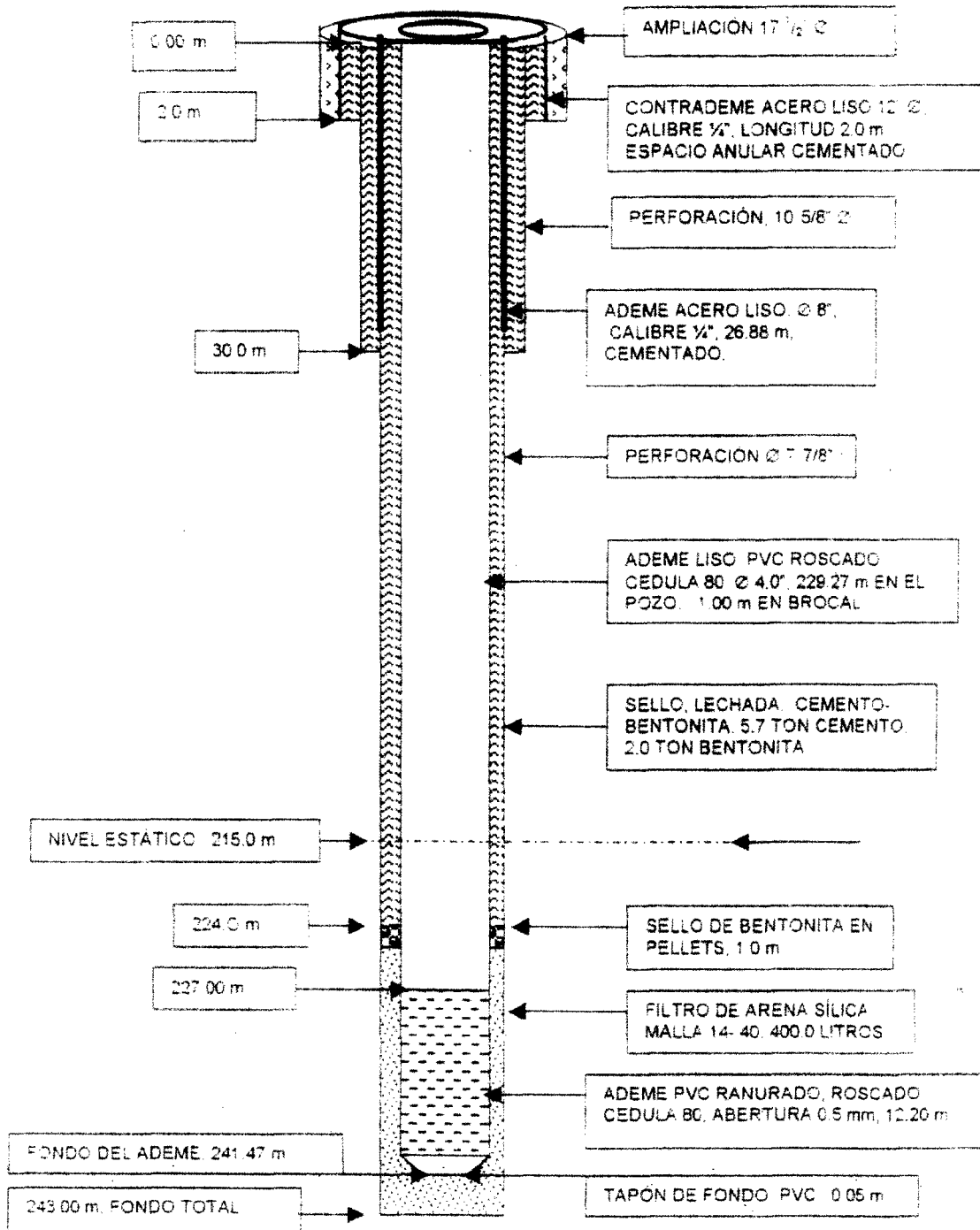
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA NORTE

PROYECTO "UACH"
POZO: PB-2
CROQUIS DE TERMINACIÓN
FUERA DE ESCALA



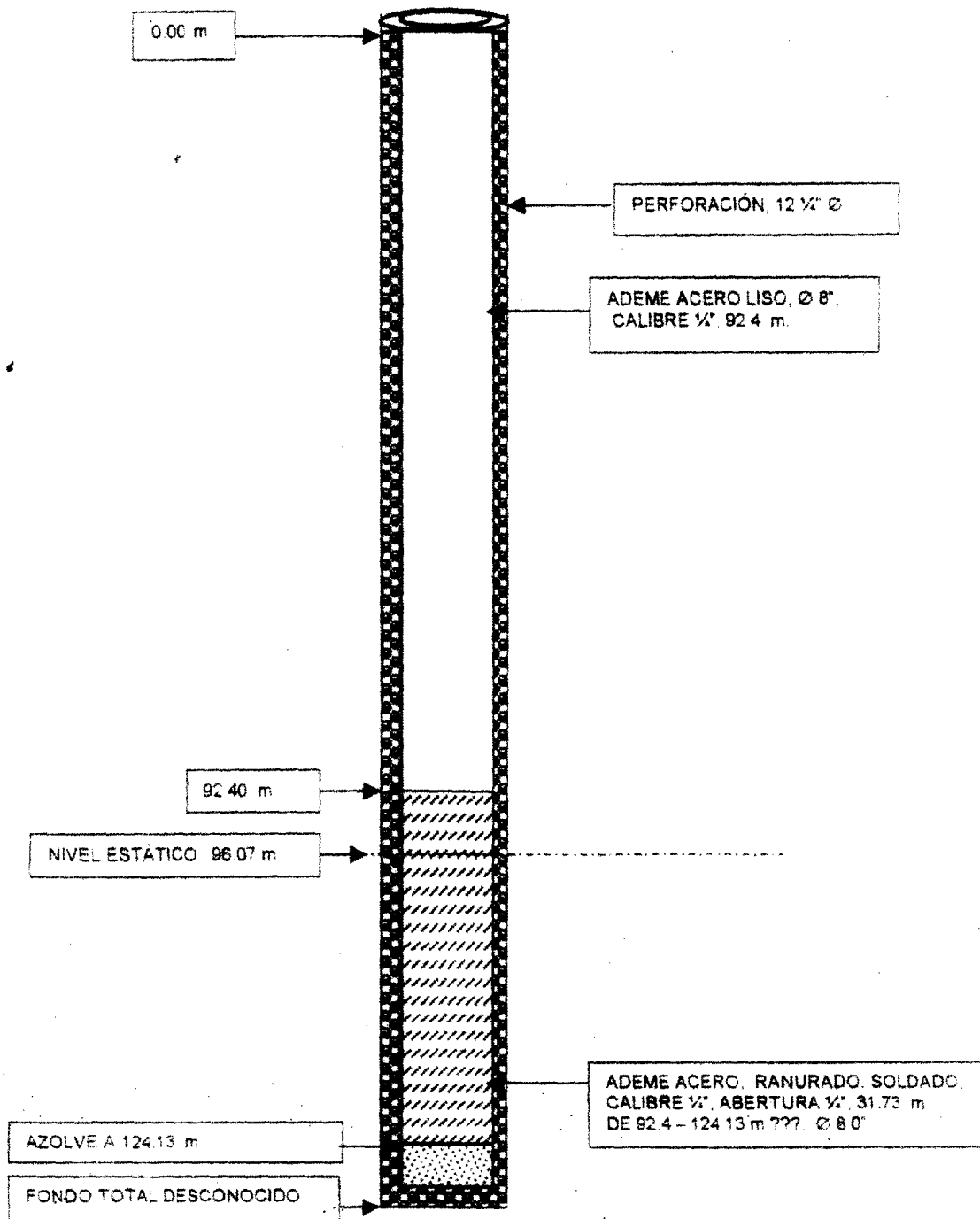
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
 GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
 SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA NORTE

PROYECTO UACH
 "POZO PB-3".
 CROQUIS DE TERMINACIÓN
 FUERA DE ESCALA



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
GERENCIA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA NORTE

PROYECTO UACH
"POZO PB-4 (URAMEX)".
CROQUIS DE TERMINACIÓN
FUERA DE ESCALA



BERKELEY DEPARTMENT OF MATERIALS SCIENCE
AND MINERAL ENGINEERING