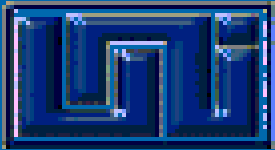


ARSENICO EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO

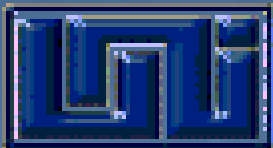
PRESENCIA Y EXPERIENCIAS EN
REMOCIÓN

Managua 2 de Julio del 2009



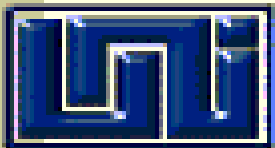
TRABAJOS Y ESTUDIOS PRECEDENTES RELACIONADOS CON PRESENCIA DE ARSÉNICO EN AGUA REALIZADOS EN EL ACTUAL CIEMA

- 1. Calidad del Agua de 124 Pozos localizados en el Norte y Occidente de Nicaragua. CDM-EHP Julio-Octubre 2001.**
- 2. Calidad del Agua en 20 Pozos de Comunidades en el Triángulo La Cruz de la India-Ciudad Darío-San Isidro. UNICEF Octubre-Noviembre 2001.**
- 3. Muestreo de As, Pb y F en 106 muestras de Aguas Subterráneas en Zonas Paralelas al Graben de Nicaragua. UNICEF Agosto-Octubre 2002.**



1. ESTUDIO PARA CDM/EHP Julio-Octubre 2001:

**CALIDAD DEL AGUA DE 124 POZOS LOCALIZADOS
EN EL NORTE Y OCCIDENTE DE NICARAGUA**

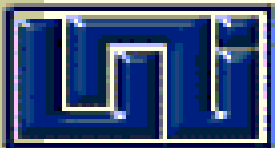


Calidad del Agua en 124 pozos ...

Comunidades con pozos muestreados

El área seleccionada por el organismo EHP está ubicada, una parte, en el Norte de Nicaragua, en los **Departamentos de Madriz** (municipios de Somoto, San Lucas, Telpaneca, Palacagüina, Yalagüina y Totogalpa), **de Estelí** (municipios de Pueblo Nuevo y San Juan de Limay), **de Nueva Segovia** (municipios de Ciudad Sandino, Ciudad Antigua, Sn Fernando, Mozonte, Quilalí y Dipilto), un pozo en el Municipio de Matagalpa y otro en el de Terrabona. La otra zona cubierta es el Occidente de Nicaragua en el **Departamento de Chinandega** (municipios de El Viejo, Puerto Morazán y Chinandega). Los pozos a muestrear en localidades donde EHP realizaba intervención fueron seleccionados por EHP, totalizando **124 pozos de los cuales 74 son excavados**. Donde habían ambos tipos de pozos en una comunidad, se tomaba la muestra de agua en el perforado.

La zona de muestreo se sitúa entre las coordenadas geográficas 12° 30' y 14° 00' Latitud Norte y 87° 45' y 85° 45' Longitud Oeste.



Resultados de las Determinaciones de Arsénico

- Concentraciones menores que $7\mu\text{g/l}$ $[\text{As}] < 7\mu\text{g/l}$
- Concentraciones variando entre 7 y $10\mu\text{g/l}$ $7\mu\text{g} < [\text{As}] < 10\mu\text{g/l}$
- Concentraciones mayores de $10\mu\text{g/l}$ $10\mu\text{g} > [\text{As}]\mu\text{g/l}$

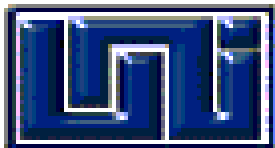
Cuando la concentración de arsénico fue menor que el límite de detección del equipo (LDE) se utilizó:

NSD = No se detectó [As].

La cantidad de muestras clasificadas en los grupos se detallan a continuación:

- | | |
|----------------|---|
| 1. 94 muestras | $\text{LDE} < [\text{As}] < 07\mu\text{g/l}$ |
| 2. 09 muestras | $07\mu\text{g/l} < [\text{As}] < 10\mu\text{g/l}$ |
| 3. 06 muestras | $10\mu\text{g/l} > [\text{As}]$ |
| 4. 15 muestras | NSD = No se detectó [As] |

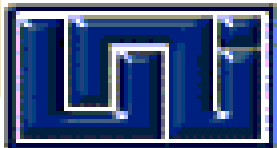
para un total de 124 muestras de agua tomadas de pozos perforados y excavados. Además se realizaron 19 réplicas de las cuales 3 fueron comunes a 4 laboratorios.



**LOCALIZACION EN COORDENADAS UTM DE LOS 124 POZOS
A LOS QUE SE LES DETERMINO LA CALIDAD FISICO-QUIMICA DEL AGUA
PROYECTO EHP - ARSENICO**



Codigo	Lugar :	IG	P
FQ-1	El Carmen	604704	1520970
FQ-2	Terrero Norte	595112	1520758
FQ-3	El Espino	592712	1511886
FQ-4		592224	1512226
FQ-5	San Pedro de Ula	591375	1511373
FQ-6	La Sardina #1	593859	1511592
FQ-7	La Ceiba #1	579495	1532007
FQ-8	Las Animas	591398	1524448
FQ-9	Muyuca	590094	1523203
FQ-10	Las Playitas	585216	1524210
FQ-11	La Tristeza	619438	1494436
FQ-12	El Carrizo	615320	1497908
FQ-13	La Pimienta	592499	1509281
FQ-14	El Arado	591250	1510360
FQ-15	La Tablazon	578128	1511669
FQ-16	Las Jaguas	578517	1508369
FQ-17	El Mojon	581216	1508486
FQ-18	El Cerro Grande	552858	1476623
FQ-19	El Rosario	549570	1476536
FQ-20	La Cruz	548820	1485175
FQ-21	Santa Isabel	543555	1486780
FQ-22	Nancito Abajo	544136	1485574
FQ-23	Los Canales	540393	1484191
FQ-24	El Zapotillo	537237	1485417
FQ-25	El Cacao	548263	1498548
FQ-26	Enock Ortiz	554554	1494659
FQ-27	Cusmaji	572167	1489122
FQ-28	Jocote Central	565603	1494021
FQ-29	Ducuali	564571	1482754
FQ-30	San Lorenzo	541256	1452213



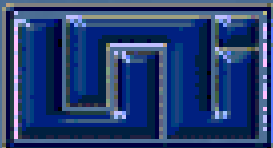
Codigo	Lugar :	IG	P
FQ-84	Guanacastillo	484437	1409218
FQ-85	Palo Herrado	484254	1405699
FQ-86	Silvio Castro	485351	1407549
FQ-87	La Zapera	501998	1414675
FQ-88	Ticuanatepe	478704	1417664
FQ-89	Pancasán	487859	1413819
FQ-90	Luis Andino	487301	1414435
FQ-91	Oro Verde	485888	1411744
FQ-92	Cristina	486719	1410592
FQ-93	Paz Alí	484139	1411986
FQ-94	Pikín Guerrero	484520	1414933
FQ-95	Peninsula Venecia	444224	1415032
FQ-96	Poza La Vaca	441628	1421137
FQ-97	Mata de Cacao	446450	1422880
FQ-98	Puerto Arturo	445939	1419983
FQ-99	Hato Grande #2	454187	1417232
FQ-100	Buena Vista	456981	1419147
FQ-101	El Chimaltepe	465133	1408956
FQ-102	Palo Alto	468169	1405167
FQ-103	Cabecera de A.	483110	1400793
FQ-104	Barricada	484204	1390412
FQ-105	Las Lajas	483053	1387502
FQ-106	El Porvenir	479807	1387978
FQ-107	Amelia	481898	1390679
FQ-108	El Zapote	567816	1493833
FQ-109	Santa Ana	568021	1493832
FQ-110	Limón	585686	1509559
FQ-111	Los Araditos	584538	1508986
FQ-112	Nance Dulce	593521	1511105
FQ-113	San José	600371	1511850
FQ-114	Arado Grande	600363	1511763
FQ-115	La Fragua		
FQ-116	El Carrisal		
FQ-117	Colonia San M.	574840	1511973
FQ-118	La Bonanza	581383	1511764
FQ-119	Los Prados	559217	1514173
FQ-120	San Ramón	557569	1486663
FQ-121	El Espinal	556977	1486088
FQ-122	El Rosario		
FQ-123	Verapaz	556061	1501395
FQ-124	Arados	561072	1487023



Extracto de resultados Estudio EHP

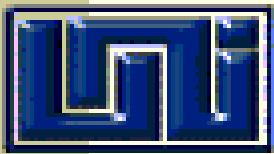


Codigo	Fecha :	Lugar :	Fuente :	Temperat °C	pH	CE uS/cm	Color UC	Turbied UNT	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁺² mg/l	Na ⁺¹ mg/l	AsT ug/l
FQ-81	10/08/2001	Las Pozas #2	Pozo Exc.	28.70	6.25	1518.0	2.95	0.13	274.00	34.17	156.00	2.0
FQ-82	11/08/2001	4 Esquinas Amayo	Pozo Exc.	29.00	7.08	326.0	3.05	0.25	11.10	28.90	13.00	2.0
FQ-99	19/08/2001	Hato Grande	Pozo Exc.	29.20	6.54	465.0	2.45	0.12	53.60	29.95	22.7	6.0
FQ-100	19/08/2001	Buena Vista	Pozo Exc.	30.20	6.77	498.0	2.40	0.10	25.60	27.84	41.2	2.0
FQ-101	19/08/2001	El Chimaltepe	Pozo Exc.	30.30	6.58	308.0	2.30	0.10	5.08	17.18	14.2	5.0
FQ-102	19/08/2001	Palo Alto	Pozo Exc.	29.00	7.26	759.0	2.75	0.32	32.30	0.19	39.8	5.0
FQ-103	20/08/2001	Cabecera de Atoya	Pozo Exc.	29.10	7.92	196.0	2.40	0.11	3.96	30.61	8.01	6.0
FQ-104	20/08/2001	Barricada	Pozo Exc.	28.40	6.83	352.0	2.35	0.14	3.96	6.11	14.7	2.0
FQ-105	20/08/2001	Las Lajas	Pozo Exc.	28.40	6.96	368.0	2.30	0.15	4.26	0.19	19.8	7.0
FQ-106	20/08/2001	El Porvenir	Pozo Exc.	29.20	7.32	774.0	3.35	0.80	31.50	0.32	48.7	4.0
FQ-107	20/08/2001	Amella	Pozo Exc.	28.80	7.24	611.0	3.20	2.25	26.10	12.44	23	4.0
FQ-108	17/10/2001	El Zapote	Pozo Exc.	24.70	7.08	603.0	2.85	0.25	9.65	70.38	38	1.0
FQ-109	17/10/2001	Santa Ana	Pozo Perf.	27.10	7.29	808.0	2.50	0.15	12.20	17.70	40.4	<1.0
FQ-110	18/10/2001	Limón	Pozo Perf.	25.20	7.22	391.0	2.25	0.45	7.09	12.44	19.4	<1.0
FQ-111	18/10/2001	Los Araditos	Pozo Perf.	25.00	6.85	313.0	2.45	0.23	5.12	26.00	18.2	23.3
FQ-112	18/10/2001	Nance Dulce	Pozo Exc.	24.60	7.41	511.0	3.55	0.60	2.62	27.58	32	18.7
FQ-113	18/10/2001	San Jose	Pozo Exc.	24.60	7.68	611.0	2.80	0.23	3.48	0.19	11	7.9
FQ-114	18/10/2001	Arado Grande	Pozo Exc.	24.50	7.25	590.0	2.70	0.22	33.80	32.32	27.8	1.1
FQ-115	18/10/2001	La Fragua	Pozo Exc.	24.90	7.61	649.0	2.95	0.35	4.98	23.63	23.2	14.4
FQ-116	18/10/2001	El Carrisal	Pozo Perf.	25.50	7.04	313	3.85	0.42	2.02	30.61	21.1	9.3
FQ-117	19/10/2001	Colonia San Martin	Pozo Perf.	27.80	7.60	418	10.25	46.00	5.80	37.72	26.6	4.1
FQ-118	19/10/2001	La Bonanza	Pozo Exc.	23.00	9.64	276	3.25	0.35	2.65	28.9	21.5	7.7
FQ-119	19/10/2001	Los Prados	Pozo Perf.	25.30	7.26	713	3.50	0.46	18.10	32.59	58	<1.0
FQ-120	19/10/2001	San Ramon	Pozo Perf.	27.60	7.46	855.0	2.80	0.13	20.20	31.93	75.3	16.6
FQ-121	19/10/2001	El espinal	Pozo Perf.	25.40	7.58	318.0	2.90	0.35	10.80	19.28	17.4	<1.0
FQ-122	19/10/2001	ElRosario	Pozo Perf.	27.30	8.14	289.0	3.00	0.24	7.15	24.42	38.6	21.4
FQ-123	20/10/2001	Verapaz	Pozo Perf.	27.20	7.22	1090.0	2.90	0.45	39.90	33.11	74.1	3.1
FQ-124	20/10/2001	Arados	Pozo Perf.	27.60	7.34	942.0	3.00	0.17	20.20	44.31	33.7	<1.0



2. ESTUDIO PARA UNICEF Octubre-Noviembre 2001:

**CALIDAD DEL AGUA DE 20 POZOS EN COMUNIDADES DEL
TRIÁNGULO LA CRUZ DE LA INDIA-CIUDAD DARÍO-SAN ISIDRO**



Calidad del Agua de 20 pozos...



- El día de muestreo, 9 de Octubre de 2001, se captó muestras de los 10 pozos siguientes:

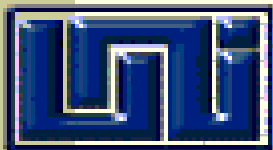
La Majadita	Quebrada Honda	Las Mangas # 2
El Cacao	Soledad de la Cruz	Monte Grande
Winston Castillo	Tatascome	Real de la Cruz
Villa Guadalupe		

cubriendo la mayoría de las fuentes de agua indicadas en el gráfico suministrado al PIDMA titulado "**Cobertura del MABE Las Mangas**".

- Los pozos de El Cacao, Soledad de La Cruz y Real de La Cruz resultaron con concentraciones de arsénico mayores que las aceptadas como Límite Máximo Permisible por CAPRE (10 $\mu\text{g/L}$) presentando concentraciones de: 12.5, 11.7 y 31.2 $\mu\text{g/L}$ respectivamente. De los otros pozos solo el de La Majadita resultó por encima del LMP con 10.3 $\mu\text{g/L}$.
- Los días 15 y 16 de Noviembre de 2001, con el invaluable apoyo de GAR Territorio VI se completó el muestreo de 20 pozos en las comunidades siguientes:

La Mina	San Ramón de la Uva	Agua Fría
Las Cañas	Regadío	El Zapote
Valle Valdivia	Carreta Quebrada	Paso Carreta
Sábana Verde		

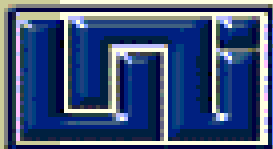
- Se confirma la presencia de arsénico en concentraciones mucho más altas que el LMP adoptado por CAPRE en los pozos Las Cañas y El Zapote con 50.0 y 69.3 $\mu\text{g/L}$., De los otros pozos la concentración más alta es de 6.1 $\mu\text{g/L}$.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INVESTIGACION Y DOCENCIA EN MEDIO AMBIENTE



Codigo	Fecha :	Lugar :	Fuente :	Temperatura oC	pH	CE uS/cm	Color UC
FQ-1	19/07/2001	El Carmen	Pozo Perf.	22.70	5.39	197.1	4.24
FQ-2	19/07/2001	Terrero Norte	Pozo Perf.	26.40	6.28	643.0	3.35
FQ-3	19/07/2001	El Espino	Pozo Exc.	25.90	6.67	403.0	3.65
FQ-4	19/07/2001	La Comunidad	Pozo Perf.	25.90	6.51	460.0	3.5
FQ-5	19/07/2001	San Pedro de Ula	Pozo Perf.	26.10	5.54	152.5	3.71
FQ-6	19/07/2001	La Sardina #1	Pozo Exc.	25.20	7.47	621.0	4.18
FQ-7	20/07/2001	La Ceiba #1	Pozo Exc.	22.20	6.65	191.2	9.12
FQ-8	20/07/2001	Las Animas	Pozo Perf.	24.70	6.19	642.0	3.35
FQ-9	20/07/2001	Muyuca	Pozo Exc.	24.60	5.85	819.0	3.65
FQ-10	21/07/2001	Las Playitas	Pozo Exc.	25.50	11.68	960.0	6.12
FQ-11	21/07/2001	La Tristeza	Pozo Exc.	26.00	6.3	696.0	3.41
FQ-12	21/07/2001	El Carrizo	Pozo Exc.	25.00	6.37	536.0	3.53
FQ-13	22/07/2001	La Pimienta	Pozo Perf.	24.50	6.33	826.0	4.65
FQ-14	23/07/2001	El Arado	Pozo Perf.	24.30	5.39	410.0	3.29
FQ-15	23/07/2001	La Tablazon	Pozo Exc.	24.20	6.57	527.0	4.24
FQ-16	23/07/2001	Las Jaguas	Pozo Exc.	25.00	6.32	244.0	4.35
FQ-17	23/07/2001	El Mojon	Pozo Exc.	23.80	5.9	118.0	3.59
FQ-18	27/07/2001	El Cerro Grande	Pozo Exc.	28.50	7.19	860.0	4.8
FQ-19	27/07/2001	El Rosario	Pozo Exc.	26.50	6.82	310.0	4.59
FQ-20	27/07/2001	La Cruz	Pozo Exc.	22.20	7.37	435.0	4.65
FQ-21	27/07/2001	Santa Isabel	Pozo Exc.	27.80	7.27	1142.0	60.3
FQ-22	27/07/2001	Nancito Abajo	Pozo Exc.	27.60	7.24	759.0	4.76
FQ-23	27/07/2001	Los Canales	Pozo Exc.	25.40	7.29	849.0	4.8
FQ-24	27/07/2001	El Zapotillo	Pozo Perf.	26.90	6.71	510.0	4.71
FQ-25	28/07/2001	El Cacao	Pila de Capt.	25.00	6.66	196.0	4.71
FQ-26	28/07/2001	Enock Ortiz	Pozo Exc.	27.00	8.09	780	4.82
FQ-27	28/07/2001	Cusmaji	Pozo Perf.	27.00	7.22	1465	4.82
FQ-28	28/07/2001	Jocote Central	Pozo Exc.	23.90	7.07	1266	5.18
FQ-29	28/07/2001	Ducuali	Pozo Perf.	26.80	7.15	543	4.53
FQ-30	29/07/2001	San Lorenzo	Pozo Exc.	27.50	11.2	1608	8.24



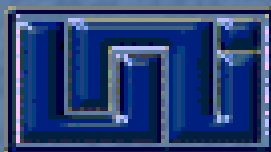
**CODIGO, NOMBRE Y COORDENADAS UTM DE LOS 20 POZOS MUESTREADOS
EN EL TRIANGULO LA CRUZ DE LA INDIA-CIUDAD DARÍO-SAN ISIDRO**

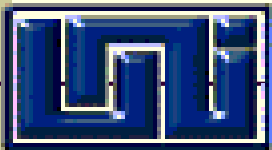
Codigo	Localidad	Coordenadas	
		E	N
FQ-125	La Majadita	587626	1416518
FQ-126	Quebrada Honda	587759	1417557
FQ-127	Mangas # 2	585589	1418805
FQ-128	El Cacao	581096	1412389
FQ-129	Soledad de la Cruz	580823	1413656
FQ-130	Monte Grande	578238	1412729
FQ-131	Winston Castillo	578938	1413428
FQ-132	Tatascame	579594	1414132
FQ-133	Real de la Cruz	582910	1414930
FQ-134	Villa Guadalupe	587187	1422593
FQ-135	Cerro La Mina	581740	1419112
FQ-136	San Ramón de la Uva	578087	1417871
FQ-137	Agua Fría	576998	1410981
FQ-138	Las Cañas	584974	1409641
FQ-139	Regadío	589678	1409040
FQ-140	El Zapote	583005	1416916
FQ-141	Valle Valdivia	594455	1425813
FQ-142	Carreta Quebrada	594877	1426829
FQ-143	Paso Carreta # 1	593831	1422743
FQ-144	Sabana Verde	592489	1414614

MUESTREO DE ARSÉNICO, PLOMO Y FLUOR EN AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA REGIÓN PARALELA AL GRABEN DE NICARAGUA

Julio - Agosto 2002

unicef





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
U N I

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN MEDIO
AMBIENTE

P I D M A

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

MUESTREO DE ARSÉNICO, PLOMO Y FLUOR
EN AGUAS SUBTERRÁNEAS
REGIÓN PARALELA AL GRABEN DE NICARAGUA



INFORME FINAL

Financiado por :
UNICEF

Elaborado por :
FRANCISCO ESTRADA GUEVARA / Tesista PIDMA - UNI
Managua, Nicaragua
Octubre, 2002

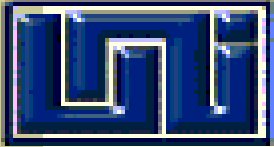


Presencia de Arsénico en Aguas Subterráneas en el Límite Este del Graben de Nicaragua

- Los efectos tóxicos del Arsénico en las aguas subterráneas y sus consecuencias sobre la salud, estudiadas desde el siglo XIX, incluyen afectaciones dermatológicas y hepáticas, daños gastrointestinales graves, diarreas, colapso vasculares, coma y muerte.
- El Límite Máximo Permisible fijado por Nicaragua (Norma CAPRE y Valor Guía OMS) es de 10 $\mu\text{g/l}$: Un riesgo de que 6 en 10,000 personas contraigan cáncer en la piel debido a consumo crónico de agua con este contenido de arsénico.

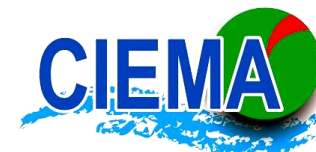
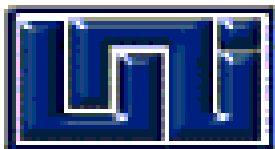
Primeros casos de intoxicación por arsénico en Nicaragua:

- En 1994 la comunidad de El Zapote, San Isidro, Matagalpa, gestionó la perforación de un pozo de 17 m de profundidad. De las 21 viviendas existente en la localidad, 14 utilizaron este pozo.
- Seis meses después de su inauguración aparecieron los primeros casos de arsenicosis con manifestaciones dermatológicas y hepáticas entre los consumidores de estas aguas.



Presencia de Arsénico en Aguas Subterráneas en el Límite Este del Graben de Nicaragua...

- Paralelas al Graben de Nicaragua, se pueden enumerar algunas estructuras metalíferas: San Juan de Limay, La Grecia, El Granadillo, El Playón del Coco, Rincón de García, El Limón, La India, Santa Rosa del Peñón, La Libertad, Santo Domingo, Quisilala, El Topacio, Cerro Ventura, Bartola y Cerro El Diablo.
- La **contaminación natural** de las aguas subterráneas por arsénico, plomo y flúor en Nicaragua se puede atribuir a:
 - Formación de rocas filonianas asociadas con minerales arsenicales
 - Aguas hidrotermales enriquecidas por arsénico, plomo y flúor
 - Erupciones de gases y material volcánico con alto contenido de arsénico
 - Rocas sedimentarias con arsénico proveniente de las Tierras Altas del Interior Terciarias



MAPA DE UBICACIÓN

Lista de Hojas Topográficas

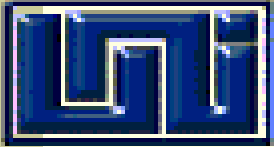


NOMBRE

1. Achuapa
2. Cerro La Guinea
3. Cinco Pinos
4. El Castillo
5. La Esperanza
6. La Libertad
7. Larreynaga
8. Presillitas
9. Río Poco Sol
10. Río Sábalos
11. Sn Juan de Limay
12. Sta Rosa del Peñón
13. Somotillo
14. Villa 15 de Julio
15. Villa Nueva

Fig No. 3

Elaborado por :
Francisco Estrada



Presencia de Arsénico en Aguas Subterráneas en el Límite Este del Graben de Nicaragua

Manejo de las muestras tomadas

- Se tomaron en total **106 muestras** de agua de pozos (excavados a mano o perforados) y manantiales en 86 puntos de muestreo ubicados en la Región Este Paralela al Graben de Nicaragua.
- El 10% de todas las muestras se entregaron a UNICEF para realizar un control de calidad independiente.

VALORES DE LOS PARÁMETROS EXAMINADOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA RECOLECTADAS

Estudio UNICEF Julio Agosto 2002

DATOS DE UBICACIÓN					DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO				PARÁMETROS FÍSICOS				PARÁMETROS QUÍMICOS		
No.	Código	Nombre	Coordenadas		Fuente de Agua	Prof (m)	NEA (m)	D (m)	T (°C)	E _H (mV)	pH	CE (μS/cm)	Arsénico As (μg/l)	Plomo Pb (μg/l)	Flúor F (mg/l)
			Este	Norte											
1	FQ - 1	Santa Ana	550388	1459584	PP	> 10.0	10.0	0.1	31.3	463.9	6.93	507	0.7	< 0.1	0.16
2	FQ - 2	Las Brisas	548248	1457203	PP	> 10.0	10.0	0.1	31.3	486.9	7.25	605	4.0	< 0.1	0.30
3	FQ - 3	La Grecia	546361	1457016	PP	> 10.0	10.0	0.1	29.5	528.4	7.20	762	3.3	< 0.1	0.32
4	FQ - 4	San Juan de Limay	542203	1455939	PEM	10.5	6.5	1.5	29.7	546.3	7.35	382	0.8	< 0.1	0.21
5	FQ - 5	San Pedro	541145	1457100	PP	> 10.0	10.0	0.1	31.4	559.9	7.31	617	2.8	< 0.1	0.27
6	FQ - 6	Quebrada de Agua	536621	1457729	PEM	8.0	3.8	1.5	28.5	567.9	7.05	567	1.0	< 0.1	0.17
7	FQ - 7	Sn Antonio del Palmar	533821	1457596	PP	> 10.0	10.0	0.1	29.9	536.5	7.03	437	1.5	< 0.1	0.16
8	FQ - 8	El Mojón	527668	1457157	PEM	7.8	7.5	1.5	27.6	450.1	7.08	604	1.5	39.5	0.09
9	FQ - 9	El Lajero	511908	1466896	PEM	3.6	1.0	1.2	27.5	565.8	6.75	297	0.4	< 0.1	0.10
10	FQ - 10	El Zacatón	512048	1461789	PEM	2.8	0.2	1.5	28.4	458.5	6.48	287	0.3	< 0.1	0.16
11	FQ - 11	El Granadillo	511850	1459985	PEM	3.0	1.4	1.2	29.4	461.8	6.44	246	1.0	< 0.1	0.24
12	FQ - 12	Vado Ancho	508284	1456274	PEM	6.5	3.5	1.5	29.9	500.6	6.61	370	0.6	< 0.1	0.34
13	FQ - 13	Las Pozas	515141	1459105	PP	> 10.0	10.0	0.1	29.7	538.0	6.91	502	0.4	< 0.1	0.15
14	FQ - 14	San Francisquito	515180	1460669	PEM	3.6	0.9	1.7	26.7	491.9	6.33	205	1.0	< 0.1	0.14
15	FQ - 15	La Rastra	520698	1461496	PEM	8.5	3.0	1.5	27.0	411.4	7.11	515	0.3	< 0.1	0.17
16	FQ - 16	Loma Las Minitas	508389	1443896	PEM	5.4	4.4	1.0	28.8	453.7	7.48	908	7.6	< 0.1	0.26
17	FQ - 17	El Playón del Coco	513713	1438761	PEM	9.7	8.7	1.5	29.5	465.3	6.77	2080	0.3	< 0.1	0.11
18	FQ - 18	Las Liras de Paso H.	512472	1453181	PEM	6.0	3.0	1.5	29.8	442.3	7.79	409	0.6	< 0.1	0.97
19	FQ - 19	La Batea	525696	1447634	PEM	3.6	1.2	1.5	29.6	479.0	6.85	467	1.3	< 0.1	0.15
20	FQ - 20	Valle Los Quesos	626594	1447074	PEM	13.0	10.0	1.5	30.3	458.5	7.12	570	1.2	< 0.1	0.18
21	FQ - 21	V. Las Pilas - El Tule	526897	1437343	PEM	22.3	21.3	0.9	30.0	435.0	6.75	371	1.4	< 0.1	0.21
22	FQ - 22	V. Las Pilas	524614	1437216	PEM	22.0	18.0	1.5	29.3	468.8	6.68	357	0.5	< 0.1	0.14
23	FQ - 23	San Pascual	510760	1436453	PP	> 10.0	10.0	0.1	31.2	440.4	7.10	868	0.5	< 0.1	0.34
24	FQ - 24	Germán Pomares O.	516086	1437182	PEM	7.5	5.5	1.5	28.1	455.4	6.94	406	0.5	< 0.1	0.23
25	FQ - 25 - 1	Villa Nueva - 1	519031	1432623	PEM	13.0	10.0	1.2	30.5	496.0	6.81	389	1.2	< 0.1	0.17
26	FQ - 25 - 2	Villa Nueva - 2	519924	1433196	PEM	8.0	7.0	1.2	30.1	488.9	6.96	975	5.6	< 0.1	0.10
27	FQ - 25 - 3	Villa Nueva - 3	520991	1433963	PEM	12.7	11.2	1.2	29.9	507.0	7.11	471	2.7	< 0.1	0.17
28	FQ - 26 - 1	Rincón de García - 1	524134	1429194	PP	> 10.0	10.0	0.1	30.6	460.1	6.85	591	0.5	< 0.1	0.23
29	FQ - 26 - 2	Rincón de García - 2	524951	1429017	PEM	11.0	9.0	1.2	30.3	479.5	6.85	359	3.0	< 0.1	0.56
30	FQ - 27 - 1	C. Mina de Agua - 1	526058	1429742	PP	> 10.0	10.0	0.1	30.1	514.4	7.46	485	11.4	< 0.1	0.51
31	FQ - 27 - 2	C. Mina de Agua - 2	525731	1429596	PEM	9.5	5.5	1.2	29.1	493.7	6.71	422	12.8	< 0.1	0.10

VALORES DE LOS PARÁMETROS EXAMINADOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA RECOLECTADAS

Estudio UNICEF Julio Agosto 2002



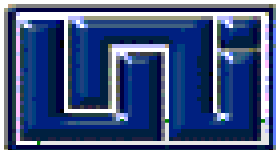
DATOS DE UBICACIÓN					DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO				PARÁMETROS FÍSICOS						
No.	Código	Nombre	Coordenadas		Fuente de Agua	Prof (m)	NEA (m)	D (m)	T (°C)	E _H (mV)	pH	CE (μS/cm)	Arsénico	Plomo	Flúor
			Este	Norte									As (μg/l)	Pb (μg/l)	F (mg/l)
32	FQ - 28	El Charco	566226	1416656	PP	> 10.0	10.0	0.1	29.1	614.8	6.38	371	10.0	< 0.1	0.20
33	FQ - 29 - 1	Sta. R. del Peñon - 1	568569	1415628	PEM	8.3	6.0	1.5	27.7	544.5	6.88	520	6.2	< 0.1	0.16
34	FQ - 29 - 2	Sta. R. del Peñon - 2	568513	1414767	PEM	10.5	6.0	1.2	29.6	512.2	6.66	593	3.4	< 0.1	0.26
35	FQ - 29 - 3	Sta. R. del Peñon - 3	568135	1414999	PEM	9.5	5.5	1.2	28.1	558.1	6.33	844	9.3	< 0.1	0.15
36	FQ - 29 - 4	Sta. R. del Peñon - 4	568290	1415202	PEM	9.0	6.0	1.5	29.1	508.5	6.92	475	25.8	< 0.1	0.19
37	FQ - 29 - 5	Sta. R. del Peñon - 5	568462	1415062	PEM	8.5	5.5	1.5	28.1	540.8	7.03	667	7.4	< 0.1	0.31
38	FQ - 30	El Tanque	575903	1414447	PEM	8.0	6.0	1.2	26.5	477.1	7.00	465	5.3	< 0.1	0.06
39	FQ - 31 - 1	La Cruz de la India - 1	575645	1409314	PEM	17.0	11.0	1.2	28.8	479.7	6.75	1401	16.0	< 0.1	0.08
40	FQ - 31 - 2	La Cruz de la India - 2	575655	1409509	PEM	14.0	10.0	1.5	29.1	513.6	7.03	610	6.0	< 0.1	0.25
41	FQ - 31 - 3	La Cruz de la India - 3	576203	1408830	PEM	14.0	10.0	1.5	30.0	491.4	6.97	796	6.8	< 0.1	0.22
42	FQ - 32	Las Pílas	573126	1406338	PP	> 10.0	10.0	0.1	30.4		7.09	1435	8.6	28.4	0.48
43	FQ - 33	El Jicaral	566757	1406596	PEM	11.5	8.5	1.5	29.5	628.6	6.72	367	3.3	< 0.1	0.32
44	FQ - 34	El Tule	564698	1403507	PEM	6.5	4.0	1.5	29.6	616.5	6.65	585	8.6	< 0.1	0.32
45	FQ - 35	Los Zarzales	561935	1400520	PEM	18.0	11.0	1.7	29.6	588.4	6.49	356	3.5	< 0.1	0.05
46	FQ - 36	El Valle	558069	1410175	PEM	12.0	6.0	1.2	29.7	461.7	7.01	430	2.3	< 0.1	0.15
47	FQ - 37	Las Mesitas	558282	1410751	PEM	11.5	9.5	1.7	29.2	534.3	7.05	548	1.0	< 0.1	0.08
48	FQ - 38	El Tagüe	533149	1406671	M	0.0	0.0		29.5	471.4	5.04	204	0.3	< 0.1	0.32
49	FQ - 39 - 1	Mina Sta. Pancha - 1	532121	1408310	PEM	13.5	10.5	1.5	31.0	446.4	7.32	699	1.5	< 0.1	0.22
50	FQ - 39 - 2	Mina Sta. Pancha - 2	533157	1407359	PEM	9.5	7.5	1.2	29.5	453.5	7.53	1083	4.6	< 0.1	0.38
51	FQ - 39 - 3	Mina Sta. Pancha - 3	532997	1407896	PEM	9.5	5.0	1.8	31.3	475.7	7.10	752	1.5	< 0.1	0.14
52	FQ - 40 - 1	Mina El Limón - 1	528574	1408255	PEM	13.6	6.0	1.2	29.3	489.6	7.34	1131	3.9	< 0.1	0.18
53	FQ - 40 - 2	Mina El Limón - 2	529026	1409175	PEM	14.6	6.5	1.2	28.1	505.3	7.52	1162	3.3	< 0.1	0.18
54	FQ - 40 - 3	Mina El Limón - 3	530233	1409261	M	0.0	0.0		28.7	521.1		412	0.1	< 0.1	0.35
55	FQ - 40 - 4	Mina El Limón - 4	527946	1409902	PEM	8.0	6.0	1.2	29.1	427.7	7.23	1065	1.0	< 0.1	0.22
56	FQ - 40 - 5	Mina El Limón - 5	530199	1411479	M	0.0	0.0		29.6	469.0	5.81	106	0.5	< 0.1	0.25
57	FQ - 41	El Bonete	523620	1418348	PEM	6.0	4.4	1.2	30.5	450.6	7.01	1048	2.1	< 0.1	0.19
58	FQ - 42	San Nicolás	526596	1412471	PP	> 10.0	10.0	0.1	30.8	481.2	7.06	582	4.7	< 0.1	0.20
59	FQ - 43 - 1	Lourdes - 1	527146	1411776	PP	> 10.0	10.0	0.1	30.9	482.5	6.96	688	3.1	< 0.1	0.16
60	FQ - 43 - 2	Lourdes - 2	526432	1411368	PP	> 10.0	10.0	0.1	31.8	514.9	7.05	589	2.8	< 0.1	0.24
61	FQ - 44	Santa Emilia	527411	1410283	PP	> 10.0	10.0	0.1	31.5	495.1	7.06	526	4.2	< 0.1	0.09
62	FQ - 45	La Naranja	537637	1454927	PP	> 10.0	10.0	0.1	29.0	591.6	7.01	411	4.7	< 0.1	0.21
63	FQ - 46	Los Colorados	536822	1453242	PEM	8.7	8.4	1.5	27.5	560.2	7.94	530	5.1	< 0.1	0.11
64	FQ - 47	Las Cañas	540727	1452625	PEM	13.5	9.0	1.5	28.4	522.9	6.88	451	2.5	< 0.1	0.19
65	FQ - 48	Portillo de las Tablas	541279	1450240	PEM	4.0	1.0	1.5	26.7	487.4	6.53	229	3.5	< 0.1	0.23
66	FQ - 49 - 1	Achuapa - 1	543979	1442805	PEM	7.0	3.5	1.0	28.4	483.1	6.43	236	1.1	< 0.1	0.13
67	FQ - 49 - 2	Achuapa - 2	544451	1443116	PEM	13.0	10.0	1.5	29.0	462.8	6.32	448	2.6	< 0.1	0.15
68	FQ - 49 - 3	Achuapa - 3	544641	1442725	PEM	13.0	10.0	1.5	28.5	458.2	6.36	463	0.3	< 0.1	0.21
69	FQ - 50	El Cuyal	546857	1437321	PEM	2.0	1.0	1.5	28.2	451.3	6.88	368	3.2	< 0.1	0.20

VALORES DE LOS PARÁMETROS EXAMINADOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA RECOLECTADAS

Estudio UNICEF Julio Agosto 2002



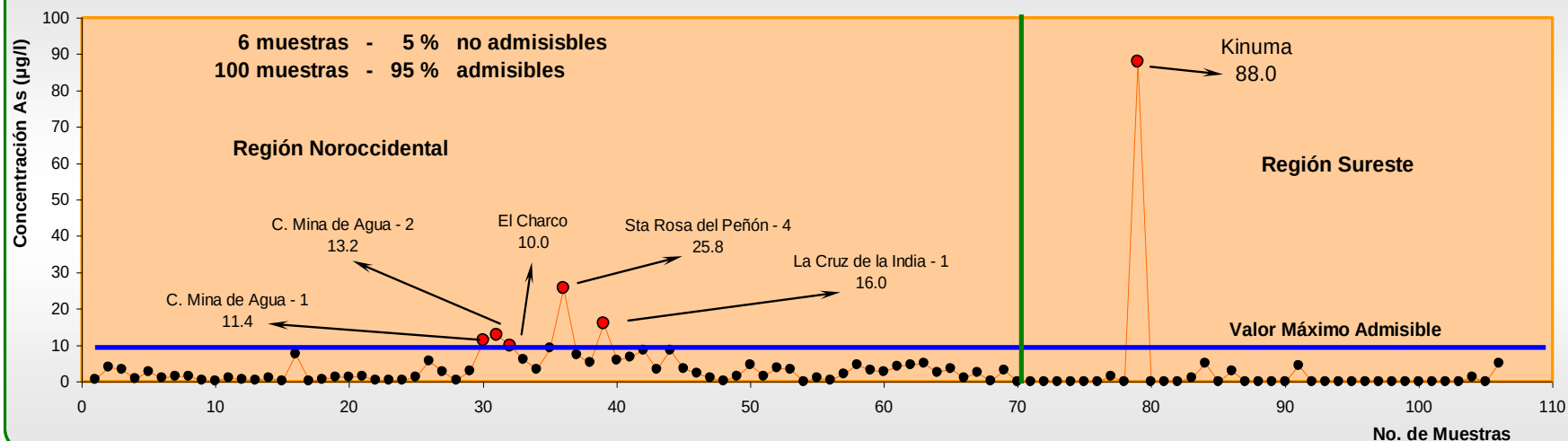
DATOS DE UBICACIÓN					DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO				PARÁMETROS FÍSICOS						
No.	Código	Nombre	Coordenadas		Fuente de Agua	Prof (m)	NEA (m)	D (m)	T (°C)	E _H (mV)	pH	CE (μS/cm)	Arsénico As (μg/l)	Plomo Pb (μg/l)	Flúor F (mg/l)
			Este	Norte											
70	FQ - 51	Sto Dom - Las Pozitas	708961	1356789	M	0.0	0.0		24.1	506.2	5.72	104	< 0.1	< 0.1	0.06
71	FQ - 52	La Victoria	706901	1359509	M	0.0	0.0		24.7	577.6	6.09	132	< 0.1	< 0.1	0.15
72	FQ - 53	Sto Dom - Jalteva	708253	1356195	M	0.0	0.0		23.9	496.2	5.75	48	< 0.1	< 0.1	0.07
73	FQ - 54	La Grupera	709992	1355610	M	0.0	0.0		23.7	495.3	5.78	56	< 0.1	< 0.1	0.10
74	FQ - 55	La Aserradera	706471	1355005	M	0.0	0.0		23.6	500.3	6.09	82	< 0.1	< 0.1	0.05
75	FQ - 56	La Libertad - Olga G.	699393	1350717	PEM	14.0	6.0	1.2	24.6	491.4	7.11	395	< 0.1	< 0.1	0.09
76	FQ - 57	Los Angeles	700067	1352266	PEM	8.0	6.0	1.2	24.8	607.6	6.30	110	< 0.1	< 0.1	0.07
77	FQ - 58	La Bola	700129	1350423	PP	> 10.0	10.0	0.1	27.0	480.5	7.36	503	1.4	< 0.1	0.24
78	FQ - 59	Llano Largo - Sta. R.	694769	1347896	PP	> 10.0	10.0	0.1	26.3	654.3	7.18	468	< 0.1	< 0.1	0.08
79	FQ - 60	Kinuma	698903	1346698	PP	> 10.0	10.0	0.1	26.7	487.9	7.37	743	88.0	< 0.1	0.20
80	FQ - 61	Cosmatillo	691474	1348603	M	0.0	0.0		25.0	581.4	5.85	52	< 0.1	< 0.1	0.07
81	FQ - 62	Quisilala-La Fortuna	777577	1360504	M	0.0	0.0		28.0	671.8	5.12	30	< 0.1	< 0.1	0.12
82	FQ - 63	Los Angeles	775577	1358803	M	0.0	0.0		25.8	445.2	5.37	23	< 0.1	< 0.1	0.13
83	FQ - 64	La Fortuna	778392	1358758	M	0.0	0.0		26.3	546.2	5.76	51	1.0	< 0.1	0.12
84	FQ - 65	La Tigra	775482	1357501	M	0.0	0.0		25.2	685.7	6.10	114	5.0	< 0.1	0.10
85	FQ - 66	Agua Zarca	777009	1356243	M	0.0	0.0		27.1	678.6	6.14	44	< 0.1	< 0.1	0.05
86	FQ - 67	Los Tanques	775638	1340795	PP	> 10.0	10.0	0.1	28.1	645.5	6.32	198	3.0	< 0.1	0.08
87	FQ - 68	Cara de Mono	777120	1341034	PEM	12.0	2.0	1.5	28.5	585.6	6.04	111	< 0.1	< 0.1	0.11
88	FQ - 69	Las Nubes	778527	1341629	PEM	16.0	8.0	1.2	27.3	565.9	6.26	716	< 0.1	< 0.1	0.07
89	FQ - 70	Presillitas	782750	1344380	PP	> 10.0	10.0	0.1	26.4	644.2	6.50	121	< 0.1	< 0.1	0.10
90	FQ - 71	El Diamante	782013	1345978	M	0.0	0.0		26.2	534.2	6.55	134	< 0.1	< 0.1	0.12
91	FQ - 72	Topacio - Boca Tapada	779540	1339215	Mina	0.0			24.7	653.3	6.21	292	4.5	< 0.1	0.12
92	FQ - 73	Boca Tapada	780462	1338625	M	0.0	0.0		24.5	537.6	5.44	39	< 0.1	< 0.1	0.04
93	FQ - 74	El Guásimo	779904	1244843	PEM	5.0	0.8	1.0	26.6	686.9	6.12	156	0.1	< 0.1	0.13
94	FQ - 75	El Zapote	776798	1246168	M	0.0	0.0		27.5	512.1	5.32	32	< 0.1	< 0.1	0.07
95	FQ - 76	La Tica - C. Ventura	775613	1245863	M	0.0	0.0		27.2	570.1	6.18	127	0.1	< 0.1	0.10
96	FQ - 77	El Champerico	776335	1241143	M	0.0	0.0		24.5	530.0	5.87		0.1	< 0.1	0.22
97	FQ - 78	La Tica	775489	1240902	M	0.0	0.0		24.8	516.3	6.23	117	0.1	< 0.1	0.07
98	FQ - 79	La Mina	776100	1240720	M	0.0	0.0		25.6	676.5	5.44	66	0.1	< 0.1	0.17
99	FQ - 80	Buena Vista	780501	1235265	M	0.0	0.0		27.3	558.3	4.99	315	< 0.1	< 0.1	0.09
100	FQ - 81	Marcelo	781021	1231935	M	0.0	0.0		27.3	657.6	5.57	211	< 0.1	< 0.1	0.09
101	FQ - 82	Las Limas	780329	1229983	M	0.0	0.0		26.5	678.7	4.96	36	< 0.1	< 0.1	0.07
102	FQ - 83	Marlon Zelaya	779222	1226450	PEM	18.0	15.0	1.2	27.1	634.1	5.72	36	< 0.1	< 0.1	0.04
103	FQ - 84	Gaitán (Almendo)	790501	1217198	M	0.0	0.0		25.0	656.8	5.57	59	< 0.1	< 0.1	0.06
104	FQ - 85	El Becerro	513883	1435168	PEM	10.5	5.0	1.0	29.2	495.2	7.03	898	1.3	< 0.1	0.20
105	FQ - 86	Cerro El Diablo	805398	1218651	M	0.0	0.0			655.0	7.29	73	< 0.1	< 0.1	0.07
106	FQ - 87	Vallejos	528281	1408898	Tubería	0.0			32.7	508.9	7.24	332	5.0	< 0.1	0.25



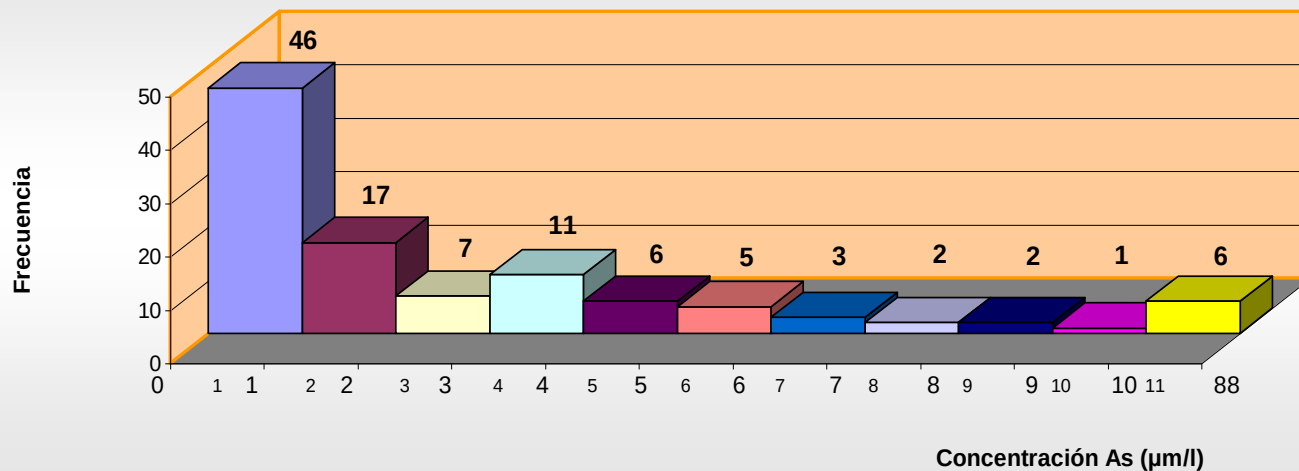
Gráf 5.1 Concentraciones de Arsénico en las muestras analizadas

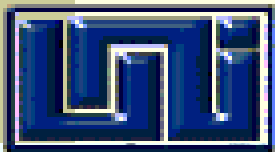


COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE ARSENICO



HISTOGRAMA





Cerro Mina de Agua 1 11.4 $\mu\text{g/L As}$



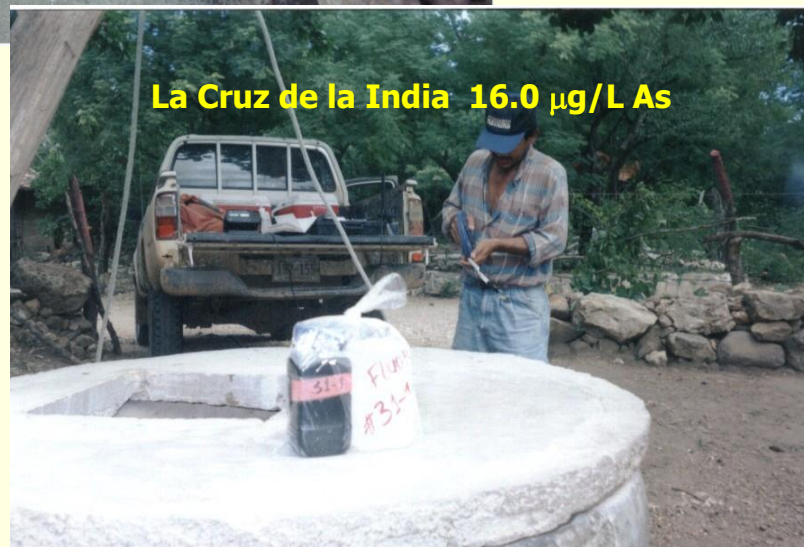
Cerro Mina de Agua 2 12.8 $\mu\text{g/L As}$



Kinuma 88.0 $\mu\text{g/L As}$



Santa Rosa del Peñón 25.8 $\mu\text{g/L As}$



La Cruz de la India 16.0 $\mu\text{g/L As}$



**Organización
Panamericana
de la Salud**



Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud



Evaluación de la Calidad del Agua

Principales Hallazgos en Nicaragua



Gobierno de Nicaragua



Introducción (2)

- **OMS y UNICEF realizan un estudio piloto para desarrollar procedimientos para evaluar la calidad de agua de bebida**
- **El estudio se llevó a cabo en China, Etiopia, Jordania, Nigeria, Tajiskistan y Nicaragua con el apoyo del gobierno Británico (y del gobierno de Suecia en Nicaragua)**

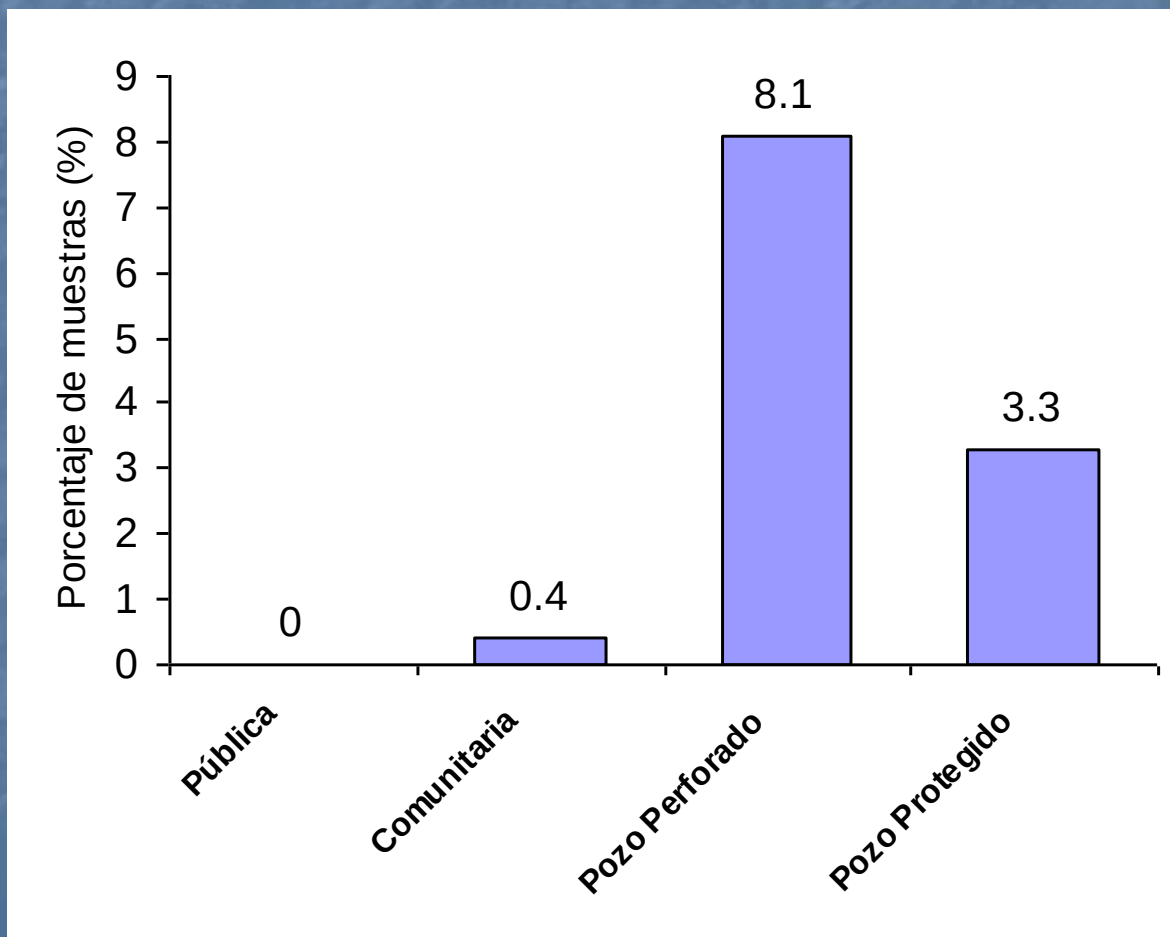
Suministros de Agua: “Tecnologías mejoradas”

- **Las Tecnologías mejoradas incluidas en la encuesta rápida son:**
 - **Sistemas de Suministro de Agua por Tuberías Públicas**
 - **Sistemas de Suministro de Agua por Tuberías Comunitarias (MABE, MAG)**
 - **Pozo Perforado o Tubular (PP)**
 - **Pozo Excavado Protegido (PEM)**

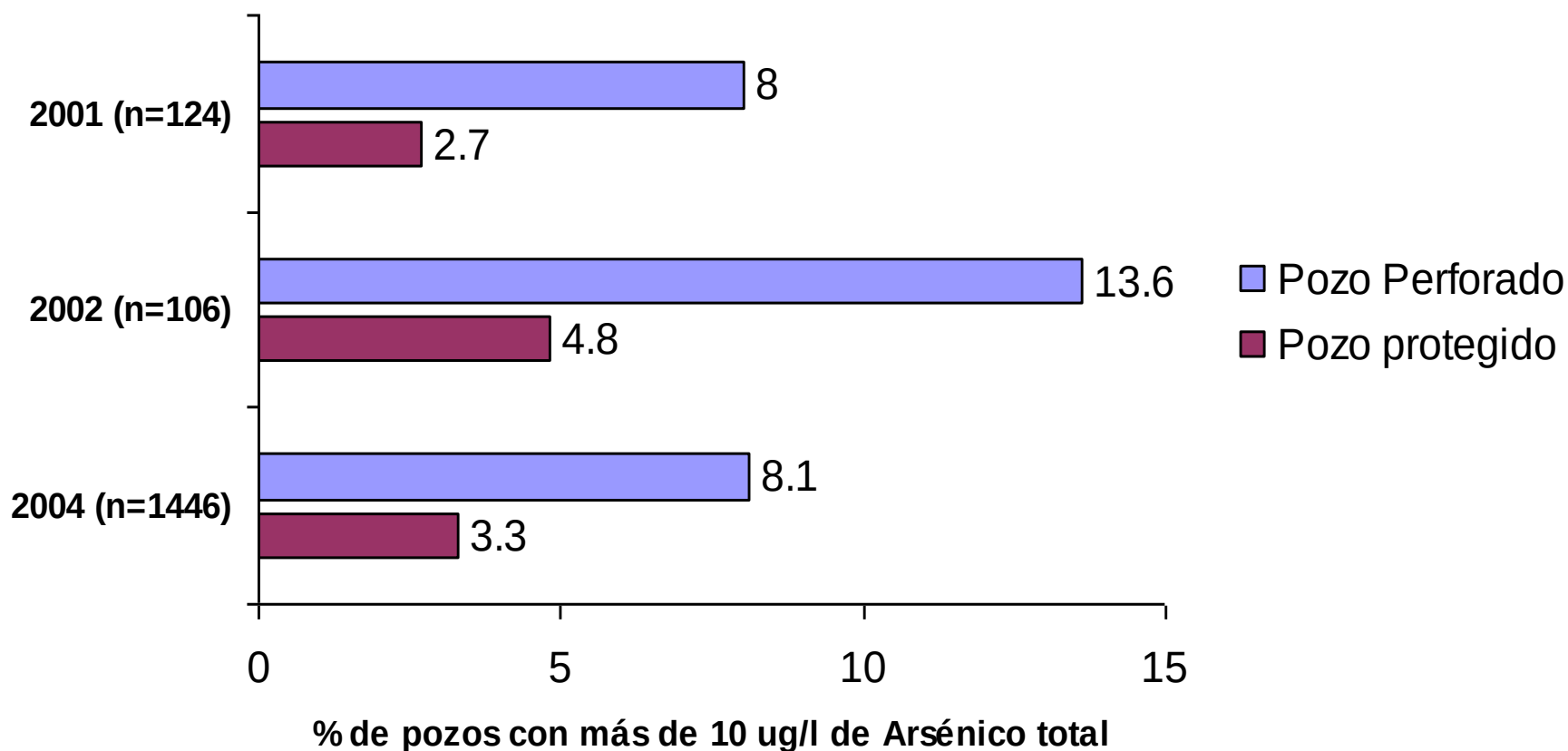
Tabla 1. Población servida por los sistemas de suministro de agua (Rural + Urbano), según base de datos disponibles.

Tipo de Tecnología	Población abastecida	% de la población general
Pozo Perforado	211,986	3.87%
Pozo Protegido	181,634	3.31%
Tubería Comunitaria	304,756	5.56%
Tubería Pública	3,222,272	58.78%
Agua de lluvia	1,297	0.02%
Cisternas	3,245	0.06%
Otros	556	0.01%
TOTAL	3,925,746	

Porcentaje de muestras con concentraciones de Arsénico total mayores que $10 \mu\text{g/l}$ según categoría tecnológica.



Comparación de hallazgos referentes a arsénico total encontrados en la presente evaluación (2004) y en estudios anteriores.



Agua domiciliar.

- En 89% de las muestras domiciliarias, no se detectó cloro libre (66% de las muestras de sistemas públicos no presentaron cloro libre).
- Todas las muestras con cloro libre provienen de suministro público o tubería comunitaria.
- Concentraciones elevadas de Hierro ($>0.3\text{mg/l}$) fueron detectadas en el 6.1% de las muestras domiciliarias.
- Concentraciones elevadas de flúor ($>1.5\text{mg/l}$) se encontraron en el 1.3% de las muestras domiciliarias.
- Concentraciones elevadas de arsénico ($>10\text{ ug/l}$) se encontraron en el 2.6% de las muestras domiciliarias.

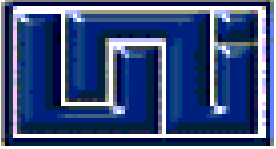
De los hallazgos:

Agua domiciliar:

- Concentraciones elevadas de arsénico (>10 ug/l) se encontraron en el 2.6% de las muestras domiciliarias.

Los principales desafíos se encuentran en las zonas rurales:

- 8% de los pozos perforados presentan contaminación por Arsénico y esta contaminación puede estar más expandida geográficamente de lo que actualmente se supone.



Qué quedaba por hacer?

Sabemos que hay arsénico!

Sabemos que miles de personas están expuestas

Qué hacemos para removerlo?

Qué podemos hacer para proporcionar un agua de mejor calidad?