

INFORMATICA
Datos y Estadística

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

ESTACION: A.C.SANDINO (AEROPUERTO)

CODIGO: 069027

LATITUD : 12° 08' N
LONGITUD : 86° 10' W
ELEVACION : 56 msnm

過去40年間マナグア市気温データ

PARAMETRO: TEMPERATURA MEDIA(° C)

TIPO: HMP

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1957	27.1	27.2	28.9	29.3	30.0	29.5	28.8	29.0	27.9	27.2	27.8	27.0	28.3
1958	26.8	27.6	29.7	30.5	29.7	27.6	27.0	27.3	27.7	27.0	26.6	26.8	27.9
1959	26.8	27.5	29.0	30.1	30.1	27.6	27.3	27.2	27.2	27.1	26.9	26.7	27.8
1960	27.0	28.0	28.9	29.5	29.7	27.3	27.1	26.8	27.2	26.2	26.6	25.9	27.5
1961	26.3	27.2	28.2	29.5	29.9	27.1	26.5	27.0	26.3	26.6	26.0	26.0	27.2
1962	28.0	26.7	28.2	29.4	29.3	27.1	26.9	26.9	27.0	26.3	25.8	25.8	27.1
1963	25.8	26.8	28.0	28.6	29.4	26.7	25.3	26.2	25.5	25.7	24.6	25.0	26.5
1964	25.5	26.7	28.0	28.1	27.3	24.8	24.6	25.5	25.9	25.3	25.8	24.9	26.0
1965	25.3	27.0	27.4	27.9	29.0	26.9	26.9	26.9	26.6	26.1	26.3	25.7	26.8
1966	26.5	26.6	27.0	28.8	27.1	26.1	26.4	26.4	26.0	26.1	24.6	25.1	26.4
1967	25.6	25.8	26.5	27.8	28.7	26.4	25.6	26.2	27.5	25.8	25.9	25.4	26.5
1968	25.2	25.7	26.8	27.9	27.5	26.0	26.6	26.3	26.1	25.8	25.7	25.7	26.3
1969	26.2	26.7	29.3	29.5	29.5	28.2	26.4	25.9	25.8	25.1	25.4	25.3	26.8
1970	25.3	26.2	27.5	28.4	28.1	27.2	26.2	26.1	25.8	26.1	25.0	25.0	26.4
1971	25.2	26.2	27.0	28.2	27.3	25.9	25.4	25.9	25.0	25.4	25.2	24.3	25.9
1972	25.0	26.0	27.4	28.6	27.9	27.1	26.7	26.7	26.9	26.7	26.4	26.7	26.9
1973	26.7	26.9	28.8	29.3	28.2	26.5	25.9	25.9	25.5	25.3	25.3	23.8	26.5
1974	24.8	25.3	27.0	27.6	27.4	26.1	25.9	25.9	25.1	25.3	25.4	25.2	25.9
1975	25.3	25.9	27.6	28.4	28.8	26.7	25.8	25.6	25.4	25.5	25.1	23.8	26.2
1976	24.5	25.4	26.5	28.2	28.3	26.6	26.7	26.3	27.1	26.3	25.8	25.8	26.5
1977	25.7	27.0	28.1	29.0	28.0	26.3	26.9	26.0	27.0	26.6	26.4	26.0	27.0
1978	25.8	26.8	28.4	29.1	28.4	26.3	28.6	26.3	26.0	25.9	26.0	25.4	26.8
1979	25.7	27.1	27.9	28.3	29.0	26.4	26.3	26.2	25.8	26.0	25.8	25.4	26.7
1980	25.9	26.1	27.7	29.3	29.0	27.1	26.6	26.5	26.2	25.7	25.7	24.9	26.7
1981	24.9	26.5	28.0	28.2	27.4	26.2	26.5	26.5	26.3	26.1	27.5	25.5	26.6
1982	26.1	26.7	27.5	28.5	27.8	26.9	26.4	27.0	26.3	25.9	25.8	25.9	26.6
1983	26.4	27.3	28.3	29.4	30.3	28.0	27.1	26.9	26.1	26.2	26.2	26.0	27.4
1984	25.7	27.0	28.0	29.3	28.7	26.8	25.8	26.1	25.3	25.8	24.9	25.5	26.6
1985	25.1	26.2	27.8	28.1	28.3	26.5	25.9	26.0	26.1	25.9	25.5	25.4	26.4
1986	25.3	26.2	27.2	28.8	28.5	26.4	26.0	26.6	26.4	26.6	26.2	26.7	26.4
1987	26.5	27.6	29.1	29.7	29.5	28.5	26.4	26.4	27.4	27.2	27.3	26.7	27.8
1988	26.7	27.4	28.8	29.7	29.0	28.5	26.0	26.0	26.0	26.2	26.4	25.5	26.9
1989	24.0	25.9	26.7	28.6	28.8	27.1	26.0	26.6	26.1	26.3	26.6	25.6	26.6
1990	26.1	26.4	27.7	29.1	28.3	27.3	26.9	27.2	27.0	26.8	26.3	27.0	27.2
1991	26.1	26.1	28.4	29.4	28.6	27.8	27.2	27.0	27.4	26.5	26.3	26.1	27.3
1992	26.2	27.3	27.0	27.7	29.8	28.1	26.2	26.7	26.7	29.1	26.9	26.6	27.4
1993	26.5	27.2	28.3	29.5	27.9	28.3	26.8	26.4	25.9	26.7	26.3	26.1	27.1
1994	25.8	26.8	27.9	28.7	28.4	27.4	27.2	27.2	26.8	26.8	26.1	26.2	27.1
1995	26.3	27.0	28.3	29.0	29.0	26.5	27.1	28.0	26.5	26.4	26.5	26.2	27.2
1996	25.6	26.8	29.5	29.4	29.7	27.2	26.7	26.4	26.6	26.4	25.9	25.8	27.2
1997	25.7	26.7	27.6	28.7	29.8	26.7	27.7	27.7	27.7	26.1	26.8	26.5	27.3
MEDIA	25.8	26.7	27.9	28.9	28.7	26.9	26.5	26.8	26.4	26.3	26.0	25.7	26.9
MAXIMA	27.1	28.0	29.7	30.5	30.3	29.5	28.8	29.0	27.9	29.1	27.8	27.0	28.3
MINIMA	24.0	25.3	26.5	27.8	27.1	24.8	24.6	25.5	25.0	25.1	24.6	23.8	25.9

I = incompleto

d = Judoso

INFORMÁTICA Datos y Estadística													
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
ESTACION: A.C.SANDINO (AEROPUERTO)													
CODIGO: 069027													
PARAMETRO: EVAPORACION(mm)													
LATITUD : 12° 08' N													
LONGITUD : 86° 10' W													
ELEVACION : 56 msnm													
TIPO : HMP													
*** INETER ***													
過去30年間の蒸発散量データ													
ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1969	205		255		275	81		94	91	73	115	185	1,374
1970	220	291	264	319	248	161	115	111	74	92	129	197	2,221
1971	237	244	352	342	254	233	239	130	79	89	127	176	2,502
1972	174	228	205	231	208	148	187	186	188	168	150	124	2,197
1973	226	240	276	284	243	189	145	159	150	131	150	149	2,342
1974	159	196	263	271	212	168	187	159	107	122	154	161	2,159
1975	185	183	271	305	253	154	154	142	138	137	100	191	2,213
1976	196	234	279	283	270	170	196	186	192	155	172	224	2,557
1977	249	264	312	287	210	152	194	197	177	174	177	190	2,583
1978	233	245	296	224	245	166	157	172	165	169	170	178	2,420
1979	230	251	281	246	238	129	154	156	124	125	148	161	2,243
1980	199	224	297	293	229	164	167	172	161	128	135	169	2,338
1981	225	237	287	278	202	165	202	171	182	165	191	190	2,495
1982	223	226	316	311	238	198	189	211	182	169	184	205	2,652
1983	237	248	301	281	291	178	164	171	156	177	167	205	2,576
1984	245	237	298	314	285	209	163	176	134	164	153	208	2,586
1985	248	254	310	297	243	171	170	192	160	149	124	141	2,459
1986	193	205	298	317	240	139	137	160	142	160	160	191	2,342
1987	229	250	289	306	236	184	140	166	163	174	175	142	2,454
1988	182	227	273	275	218	168	121	125	130	181	134	134	2,168
1989						195	125	130	195	148	134	156	598
1990	184	159	234	264	147	151	134	164	150	146	134	150	2,017
1991	172	226	269	253	224	161	150	135	157	155	137	159	2,198
1992	175	191	270	269	252	164	125	135	120	115	130	132	2,078
1993	178	201	263	240	189	129	134	128	108	143	136	171	2,000
1994	171	197	253	238	196	151	153	148	134	144	118	160	2,064
1995	188	206	242	222	201	145	150	146	142	132	123	131	2,027
1996	151	192	247	264	168	142	147	148	142	131	108	150	1,989
1997	154	172	228	226	256	132	164	160	153	135	118	156	2,052
SUMA	5,668	6,027	7,728	7,440	6,451	4,697	4,463	4,530	4,000	4,152	4,020	4,730	63,905
MEDIA	202	223	276	276	230	162	159	156	143	149	144	169	2,204
MAXIMA	249	291	352	342	291	233	239	211	192	181	191	224	2,652
MINIMA	151	159	205	222	147	81	115	94	74	73	100	124	598

d = dudoso
i = incompleto

APENDICE 11: CÁLCULO HIDRÁULICOS LAS TUBERIAS DE CONDUCCION

Cálculo del canal

El cálculo de la ruta de las tuberías de conducción de agua, se efectuó utilizando la fórmula Hazen - William. Los resultados se muestran en la página siguiente.

$$V=0.355C \cdot D^{0.83} \cdot I^{0.51}$$

$$V=0.279C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54}$$

$$D=1.626C^{-0.38} \cdot Q^{0.38} \cdot I^{-0.21}$$

$$I=hf/L=10.67C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85}$$

V: Velocidad promedio de flujo (m/s)

D: Diámetro de la apertura (m)

I: Gradiente hidráulica

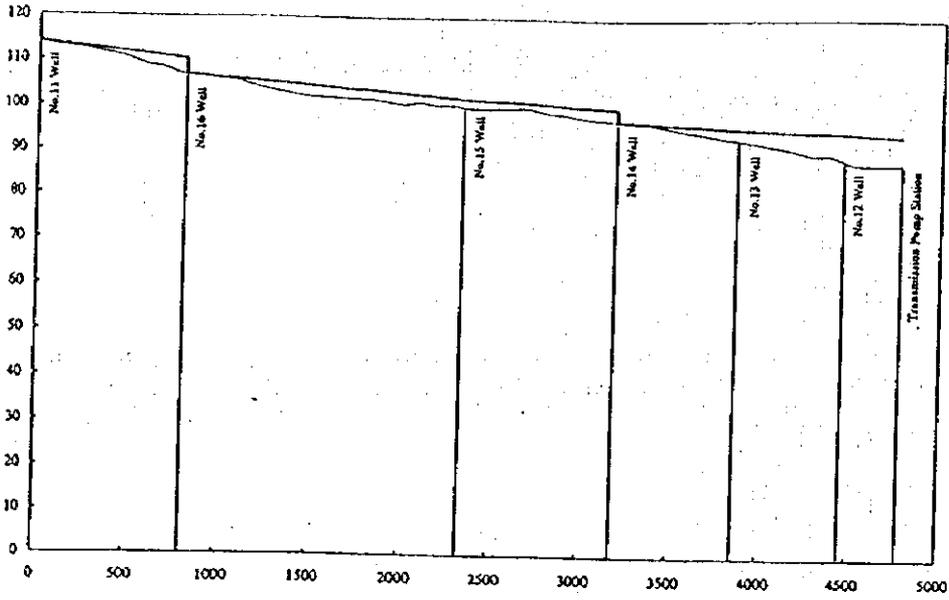
hf: Carga hidrostática de pérdidas por fricción (m)

C: Coeficiente de flujo

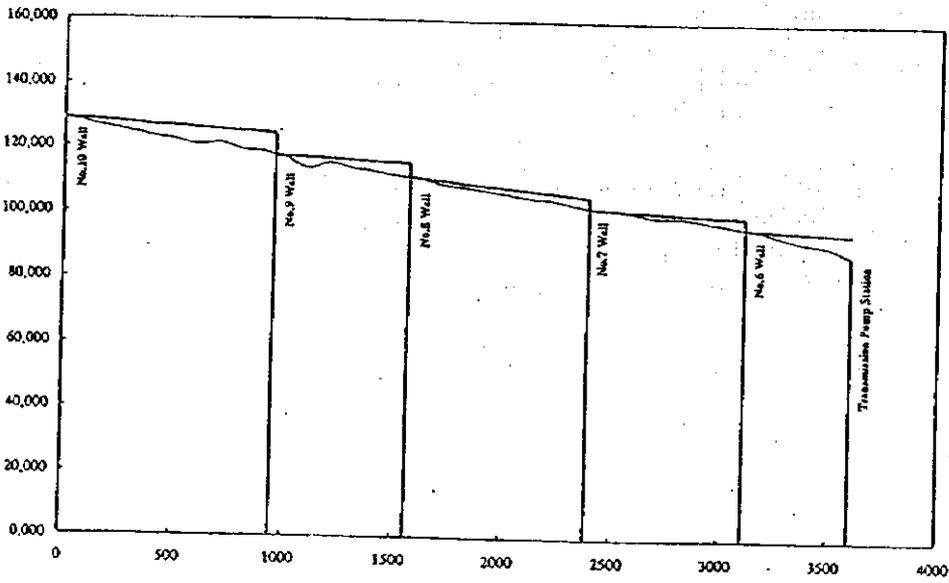
En donde Q: Caudal (m³/s), es el caudal considerando el volumen de agua de aducción del Distrito 6 y de la zona Nindirí.

L: Longitud de la ruta de tuberías (m), es la prolongación desde cada uno de los pozos de captación hasta los tanques de colección.

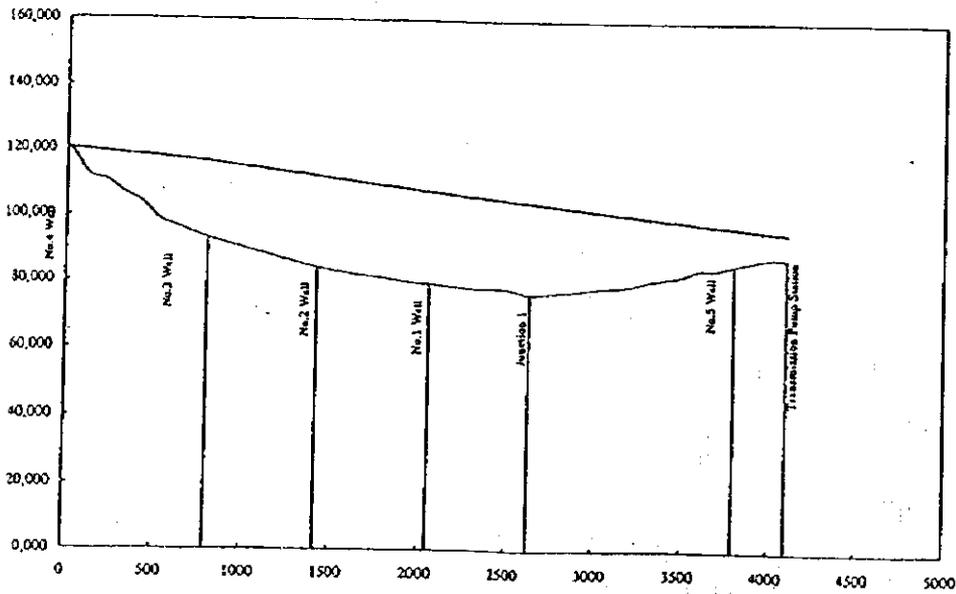
Graph 11-15-PS



Graph 10-PS



Graph 4-PS



11-15-PS

	Total Dist m	G.L. m	Dist m	Volume l/s	Dia mm	Slope m/km	Head loss m	Pressure Head m	Loss m
No.11	0	113,974	0					113,974	0,000
	80	113,266	80	43	250	4,52	0,362	113,612	0,346
	180	112,817	100	43	250	4,52	0,452	113,160	0,343
	280	112,218	100	43	250	4,52	0,452	112,708	0,490
	380	111,392	100	43	250	4,52	0,452	112,256	0,864
	480	110,512	100	43	250	4,52	0,452	111,804	1,292
	580	109,037	100	43	250	4,52	0,452	111,352	2,315
	680	108,377	100	43	250	4,52	0,452	110,900	2,523
	780	106,797	100	43	250	4,52	0,452	110,448	3,651
No.16	810	106,731	30	43	250	4,52	0,136	110,313	3,582
	810	106,726	0					106,726	0,000
	880	106,559	70	87	350	3,24	0,227	106,499	-0,060
	980	105,917	100	87	350	3,24	0,324	106,175	0,258
	1080	105,443	100	87	350	3,24	0,324	105,851	0,408
	1180	104,313	100	87	350	3,24	0,324	105,527	1,214
	1280	103,398	100	87	350	3,24	0,324	105,203	1,805
	1380	102,624	100	87	350	3,24	0,324	104,879	2,255
	1480	102,117	100	87	350	3,24	0,324	104,555	2,438
	1580	101,867	100	87	350	3,24	0,324	104,231	2,364
	1680	101,621	100	87	350	3,24	0,324	103,907	2,286
	1780	101,463	100	87	350	3,24	0,324	103,583	2,120
	1880	101,161	100	87	350	3,24	0,324	103,259	2,098
	1980	100,344	100	87	350	3,24	0,324	102,935	2,591
	2080	100,812	100	87	350	3,24	0,324	102,611	1,799
	2180	100,312	100	87	350	3,24	0,324	102,287	1,975
	2280	100,273	100	87	350	3,24	0,324	101,963	1,690
No.15	2330	99,980	50	87	350	3,24	0,162	101,801	1,821
	2380	99,686	50	130	450	2,00	0,100	101,701	2,015
	2480	99,698	100	130	450	2,00	0,200	101,501	1,803
	2580	99,736	100	130	450	2,00	0,200	101,301	1,565
	2680	99,941	100	130	450	2,00	0,200	101,101	1,160
	2780	99,121	100	130	450	2,00	0,200	100,901	1,780
	2880	98,792	100	130	450	2,00	0,200	100,701	1,909
	2980	98,070	100	130	450	2,00	0,200	100,501	2,431
	3080	97,609	100	130	450	2,00	0,200	100,301	2,692
No.14	3180	97,321	100	130	450	2,00	0,200	100,101	2,780
	3180	97,321						97,321	
	3280	96,941	100	173	500	2,03	0,203	97,118	0,177
	3380	96,599	100	173	500	2,03	0,203	96,915	0,316
	3480	95,910	100	173	500	2,03	0,203	96,712	0,802
	3580	95,244	100	173	500	2,03	0,203	96,509	1,265
	3680	94,604	100	173	500	2,03	0,203	96,306	1,702
	3780	93,932	100	173	500	2,03	0,203	96,103	2,171
No.13	3860	93,500	80	173	500	2,03	0,162	95,941	2,441
	3980	92,801	120	217	600	1,27	0,152	95,788	2,987
	4080	92,081	100	217	600	1,27	0,127	95,661	3,580
	4180	91,300	100	217	600	1,27	0,127	95,534	4,234
	4280	90,284	100	217	600	1,27	0,127	95,407	5,123
	4380	90,285	100	217	600	1,27	0,127	95,280	4,995
No.12	4460	89,048	80	217	600	1,27	0,102	95,179	6,131
	4480	88,635	20	260	600	1,78	0,036	95,143	6,508
	4580	88,124	100	260	600	1,78	0,178	94,965	6,841
	4680	88,131	100	260	600	1,78	0,178	94,787	6,656
Pump S.	4780	88,194	100	260	600	1,78	0,178	94,609	6,415

10-PS

	Total Dist	G.L.	Dist	Volume	Dia	Slope	Pressure		Loss
							Head loss	Head	
No.10 Well	0	128,473	0					128,473	0,000
	100	127,069	100	43	250	4,52	0,452	128,021	0,952
	200	125,721	100	43	250	4,52	0,452	127,569	1,848
	300	124,326	100	43	250	4,52	0,452	127,117	2,791
	400	122,984	100	43	250	4,52	0,452	126,665	3,681
	500	121,986	100	43	250	4,52	0,452	126,213	4,227
	600	120,561	100	43	250	4,52	0,452	125,761	5,200
	700	121,097	100	43	250	4,52	0,452	125,309	4,212
	800	119,151	100	43	250	4,52	0,452	124,857	5,706
	900	118,453	100	43	250	4,52	0,452	124,405	5,952
No.9 Well	950	117,371	50	43	250	4,52	0,226	124,179	6,808
	950	117,371						117,371	
	1000	116,650	50	87	350	3,24	0,162	117,209	0,559
	1100	113,543	100	87	350	3,24	0,324	116,885	3,342
	1200	115,147	100	87	350	3,24	0,324	116,561	1,414
	1300	113,766	100	87	350	3,24	0,324	116,237	2,471
	1400	112,851	100	87	350	3,24	0,324	115,913	3,062
	1500	111,624	100	87	350	3,24	0,324	115,589	3,965
No.8 Well	1560	111,182	60	87	350	3,24	0,194	115,395	4,213
	1560	111,182						111,182	
	1600	110,944	40	130	350	6,80	0,272	110,910	-0,034
	1700	109,123	100	130	350	6,80	0,680	110,230	1,107
	1800	108,231	100	130	350	6,80	0,680	109,550	1,319
	1900	107,453	100	130	350	6,80	0,680	108,870	1,417
	2000	106,427	100	130	350	6,80	0,680	108,190	1,763
	2100	105,298	100	130	350	6,80	0,680	107,510	2,212
	2200	104,758	100	130	350	6,80	0,680	106,830	2,072
	2300	103,516	100	130	350	6,80	0,680	106,150	2,634
No.7 Well	2390	102,190	90	130	350	6,80	0,612	105,538	3,348
	2390	102,190						102,190	
	2400	102,075	10	173	450	3,39	0,034	102,156	0,081
	2500	101,645	100	173	450	3,39	0,339	101,817	0,172
	2600	100,785	100	173	450	3,39	0,339	101,478	0,693
	2700	99,673	100	173	450	3,39	0,339	101,139	1,466
	2800	99,686	100	173	450	3,39	0,339	100,800	1,114
	2900	98,999	100	173	450	3,39	0,339	100,461	1,462
	3000	97,734	100	173	450	3,39	0,339	100,122	2,388
	3100	96,604	100	173	450	3,39	0,339	99,783	3,179
No.6 Well	3110	96,507	10	173	450	3,39	0,034	99,749	3,242
	3110	96,507						96,507	0,000
	3200	95,639	90	217	500	3,09	0,278	96,229	0,590
	3300	93,622	100	217	500	3,09	0,309	95,920	2,298
	3400	92,207	100	217	500	3,09	0,309	95,611	3,404
	3500	91,274	100	217	500	3,09	0,309	95,302	4,028
Pump S.	3600	88,194	100	217	500	3,09	0,309	94,993	6,799

4-PS

	Total Dist	G.L.	Dist	Volume	Dia	Slope	Head loss	Pressure Head	Loss
No.4 Well	0	120,200	0					120,200	0,000
	30	119,585	30	43	250	4,52	0,136	120,064	0,479
	130	112,244	100	43	250	4,52	0,452	119,612	7,368
	230	110,624	100	43	250	4,52	0,452	119,160	8,536
	330	106,741	100	43	250	4,52	0,452	118,708	11,967
	430	103,944	100	43	250	4,52	0,452	118,256	14,312
	530	98,681	100	43	250	4,52	0,452	117,804	19,123
	630	96,836	100	43	250	4,52	0,452	117,352	20,516
No.3 Well	730	94,550	100	43	250	4,52	0,452	116,900	22,350
	800	93,277	70	87	300	6,85	0,480	116,421	23,144
	830	92,732	30	87	300	6,85	0,206	116,215	23,483
	930	91,283	100	87	300	6,85	0,685	115,530	24,247
	1030	89,741	100	87	300	6,85	0,685	114,845	25,104
	1130	88,323	100	87	300	6,85	0,685	114,160	25,837
	1230	86,817	100	87	300	6,85	0,685	113,475	26,658
No.2 Well	1330	85,521	100	87	300	6,85	0,685	112,790	27,269
	1420	84,343	90	87	300	6,85	0,617	112,174	27,831
	1430	84,212	10	130	350	6,80	0,068	112,106	27,894
	1530	83,207	100	130	350	6,80	0,680	111,426	28,219
	1630	82,378	100	130	350	6,80	0,680	110,746	28,368
	1730	81,818	100	130	350	6,80	0,680	110,066	28,248
	1830	80,916	100	130	350	6,80	0,680	109,386	28,470
	1930	80,308	100	130	350	6,80	0,680	108,706	28,398
No.1 Well	2030	79,738	100	130	350	6,80	0,680	108,026	28,288
	2050	79,607	20	130	350	6,80	0,136	107,890	28,283
	2130	79,175	80	173	400	6,02	0,482	107,408	28,233
	2230	78,652	100	173	400	6,02	0,602	106,806	28,154
	2330	78,346	100	173	400	6,02	0,602	106,204	27,858
	2430	78,359	100	173	400	6,02	0,602	105,602	27,243
	2530	77,758	100	173	400	6,02	0,602	105,000	27,242
Junction 1	2630	76,504	100	173	400	6,02	0,602	104,398	27,894
	2700	76,819	70	173	400	6,02	0,421	103,977	27,158
	2800	77,238	100	173	400	6,02	0,602	103,375	26,137
	2900	77,722	100	173	400	6,02	0,602	102,773	25,051
	3000	78,451	100	173	400	6,02	0,602	102,171	23,720
	3100	78,888	100	173	400	6,02	0,602	101,569	22,681
	3200	79,585	100	173	400	6,02	0,602	100,967	21,382
	3300	80,872	100	173	400	6,02	0,602	100,365	19,493
	3350	81,362	50	173	400	6,02	0,301	100,064	18,702
	3400	81,852	50	173	400	6,02	0,301	99,763	17,911
	3500	82,777	100	173	400	6,02	0,602	99,161	16,384
	3600	84,867	100	173	400	6,02	0,602	98,559	13,692
	3700	84,864	100	173	400	6,02	0,602	97,957	13,093
No.5 Well	3800	86,132	100	173	400	6,02	0,602	97,355	11,223
	3900	87,209	100	217	450	5,16	0,516	96,839	9,630
	4000	88,194	100	217	450	5,16	0,516	96,323	8,129
Pump S.	4100	88,194	100	217	450	5,16	0,516	95,807	7,613

APENDICE 12 : ESTUDIO DE RESISTENCIA DEL SUELO DE LA RUTA DE TUBERIAS

1. Objetivo de la investigación

La presente investigación sobre la resistencia del suelo de la ruta de las tuberías, se realizó con el objeto de que no se produzcan dificultades en el proyecto de tendido de tuberías durante la implementación de las obras, y para confirmar que no se originarán obstáculos para INAA, en cuanto al control de las instalaciones después de la entrega de la obra.

2. Métodos de investigación

Haciendo uso del equipo de prueba de penetración simple, se efectuó la medición de la resistencia del suelo en los lugares seleccionados. De acuerdo con las características del equipo de prueba utilizado, según las necesidades, se excavó el punto del suelo elegido hasta una profundidad determinada para poder hacer la penetración pertinente y realizar la medición de la resistencia del suelo. El equipo de prueba de penetración simple utilizado es el siguiente:

Tipo de equipo	:	Equipo de penetración del tipo Dokenshiki
Fabricante	:	Tanifuji Kiki Kogyo Co., Ltd.
Modelo No.	:	TS - 301

El método de investigación con dicho equipo consiste en hacer caer libremente desde una altura de 50cm un peso de 5kg. del valor N número de golpes necesarios para una penetración de 10cm se estima el valor K (kg/cm^2) coeficiente de resistencia del terreno con una fórmula propia de este Modelo.

$$K = 4.7 \log$$

En donde	K:	Coficiente de resistencia del terreno (kg/cm^2)
	N:	Número de golpes para la penetración de 10 cm.

En esta investigación, se calculó el valor K con método ilustrado del "Diagrama de relación de la cantidad de golpes -K" adjunto al manual de instrucciones del Modelo TS - 301.

3. Terreno de medición y resistencia del suelo.

En el Gráfico adjunto se muestra los lugares donde se efectuó las mediciones de penetración. En los lugares 2, 3 y 11, antes que la penetración alcanzara los 10cm se encontró con obstáculos como rocas, etc., resultando 0 la cantidad de penetración en cada golpe, razón por la que cual se tuvo que trasladar el punto de observación a un lugar cercano para reanudar las observaciones.

En los puntos del No. 1 al No. 15, se realizaron las 15 mediciones por golpes en la superficie; y los puntos en donde se llevaron a cabo las mediciones de superficie y en las excavaciones fueron 5, en los puntos No. 16 al No. 20. Por lo tanto, las pruebas de penetración realizadas en total fueron 23. Los resultados de dichas mediciones se muestran en el siguiente cuadro.

4. Resultados de las mediciones

De la resistencia de suelo calculada, se puede deducir lo siguiente:

- (1) El suelo en general es muy compacto, considerándose que no existen obstáculos para el tendido de las tuberías del material seleccionado. La resistencia de la superficie del suelo después de la excavación, posiblemente debido a la calidad de la tierra, se prevé que en corto tiempo tenga una resistencia muy cercana a la de antes de la excavación, considerándose que no habrá obstáculos en lo que a mantenimiento y control se refiere.
- (2) La resistencia del suelo en el que se instalarán las tuberías es mayor que la carga prevista (aproximadamente $1,600 \text{ kg/m}^3 \times 2\text{m} = 3,200 \text{ kgf/m}^2$), por lo que se considera que no existe el peligro de hundimiento, salvo en casos excepcionales.
- (3) Debido a la frecuente aparición de capas de arena compactadas alrededor de los lugares de instalación de tuberías, es necesario rellenar arena en el fondo de la zanja para un soporte parejo, y luego aplicar presión en la superficie. La norma de diseño de INAA utiliza un método similar.
- (4) Con excepción de estructuras tales como puentes, cajas de válvulas, tanques de colección, y reservorios, se pueden utilizar juntas mecánicas o juntas de empujes para conectar las tuberías. Por lo tanto se considera que no es necesario emplear la junta de expansión en la parte linear.
- (5) En lo referente al bloque de anclaje que se emplea para proteger codos o tes, es necesario que la superficie del suelo y la superficie inferior del bloque estén bien unidas de manera que reciba la mayor presión pasiva del suelo. Un método sería colocar en la superficie del suelo, en lugar del encofrado, sábanas de material que no se descomponga como el vinilo etc., para hacer uso eficiente de la presión pasiva del suelo.

Cuadro Lugares de pruebas de penetración y resistencia del suelo

Punto No.	Punto de observación	No. de golpes	Coefficiente de resistencia (Valor N kgf/cm ²)	Resistencia permisible (ton/m ²)	Sinopsis
1	Superficie	179	6.5	21.7	Reservorio Las Américas
2	Superficie	70	5.1	17.0	Punto intermedio entre el reservorio LA y la carretera
2'	Superficie	300?	?	?	No se penetró más de 8cm
3	Superficie	68	4.9	16.3	Esquina de la carretera
3'	Superficie	270?	?	?	No se penetró más de 6cm
4	Superficie	90	5.6	18.7	A 1km al este del punto 3
5	Superficie	55	4.6	15.3	A 2km al este del punto 3
6	Superficie	38	3.9	13.0	A 3 km al este del punto 3
7	Superficie	63	4.8	16.0	A 4 km al este del punto 3
8	Superficie	64	4.8	16.0	Esq. entre antiguo terreno ferroviario y la carretera
9	Superficie	68	5.1	17.0	A 1km al sureste del punto 8
10	Superficie	23	2.8	9.3	A 2km al sureste del punto 8
11	Superficie	31	3.3	11.0	A 2km al sureste del punto 8
11'	Superficie	81?	?	?	No se penetró más de 8cm
12	Superficie	70	5.1	17.0	A 4km al sureste del punto 8
13	Superficie	52	4.4	14.7	A 5km al sureste del punto 8
14	Superficie	66	4.9	16.3	A 6km al sureste del punto 8
15	Superficie	19	2.5	8.3	A 7km al sureste del punto 8
	15cm bajo superficie	62	4.7	15.7	Más de 15cm bajo superficie en el punto No. 15
16	Superficie	21	2.7	9.0	
	1.8m bajo superficie	32	3.4	11.3	
17	Superficie	45	4.2	14.0	
	1.8m bajo superficie	85	5.6	18.7	
18	Superficie	108	5.9	19.7	
	1.8m bajo superficie	30	3.3	11.0	
19	Superficie	30	3.3	11.0	
	1.8m bajo superficie	67	4.9	16.3	
20	Superficie	69	5.1	17.0	En el reservorio L. Américas
	1.8m bajo superficie	18	2.3	7.7	En el reservorio L. Américas

APENDICE 13: ESTUDIO SOBRE LAS OBRAS RELACIONADAS CON LOS POZOS

1. Estudio sobre la capacidad portante del suelo de pozos de conexión

Se estudia la capacidad portante del suelo mediante la siguiente fórmula de Terzaghi.

$$q = \alpha N_c \cdot c + N_q \cdot p_0 + \beta N_\gamma \cdot \gamma B$$

En caso del cimientado circular, se aplican los valores $\beta N_\gamma \cdot \gamma R$ en el tercer término.

R es el radio (2.0m), $\alpha = 1.3$, $\beta = 0.6$ y $\gamma = 1.8$.

De acuerdo con el resultado del sondeo, se pueden esperar en esta zona los valores de $N = 5$, $C = 0$ y $\phi = 25^\circ$ inmediatamente por debajo de la superficie del suelo.

En base a este resultado y de acuerdo en la figura, los valores de N_c , N_q , y N_γ son de 10, 6 y 3,5 respectivamente.

Suponiendo que P_0 alcanza hasta 0,3 m del suelo portante hipotético (desde la superficie hasta el suelo portante); $q(t/m^2) 1.3 \times 10 \times 0 + 6 \times 0.3 + 0.6 \times 3.5 \times 1.8 \times 2 = 9.36$

Como la carga es menor a $2,7 t/m^2$, se puede considerar que hay suficiente capacidad portante con un valor de seguridad de un tercio de q .

2. POZO DE CONEXIÓN

2-1. Estudio sobre la estructura de pozo de conexión

El pozo de conexión es un equipo auxiliar del sistema de captación y sirve para almacenar temporalmente las aguas que serán conducidas posteriormente por gravedad, por lo tanto, su dimensión es relativamente pequeña. Como se va a construir el tanque de acero, el peso propio del tanque va a ser menor que el de hormigón armado. En conclusión, se va a construir un tanque de acero, aplicando una carga reducida a la cimentación y con poca profundidad de empotramiento para mejorar la ejecución de obras y reducir costos, así como excavando y eliminando los estratos blandos inmediatamente por debajo de la superficie que contienen materiales orgánicos incluyendo plantas y colocando losas de cemento que sirven de la fundación directa.

(1) Capacidad

Tendrá una capacidad para almacenar durante 10 minutos las aguas captadas (Capacidad de depósito; 26 m^3).

(2) Peso (carga)

El peso del tanque de acero sin carga será de unos 2.000 kg y el peso total del tanque con carga (volumen arriba citado) será menos de 30 kg. Si la cimentación del tanque es de losa de cemento con $R = 4,5 \text{ m}$ ($t = 300$), el peso total será menos de $2,7 \text{ t/m}^2$.

(3) Estudio sobre el suelo portante

De acuerdo con la fórmula de Terzaghi, se estima que la capacidad portante inmediatamente por debajo de la superficie será de $9,36 \text{ t/m}^2$. Con un tercio de la capacidad portante que tiene en cuenta la seguridad, la carga en base al apartado 2) va a ser menor de $2,7 \text{ t/m}^2$. Por lo tanto, no hay problema si se construye la cimentación del tanque inmediatamente por debajo de la superficie de suelo, ya que $9,36 \times 1/3 = 3,12 > 2,7$. (Ver el documento adjunto sobre el estudio de cimientos).

(4) Cimiento del tanque de acero

Dado que la dimensión del pozo de conexión es pequeña y además el ensayo de la calidad de suelo ha arrojado que el contenido de agua en el suelo es relativamente reducido, hay poca posibilidad de provocar la depresión de terreno por efecto de consolidación. Mediante el desbroce de la superficie y excavación para la cimentación, así como por medio de la

construcción del cimiento (fundación directa) de 4,5 m de diámetro y 30 cm de espesor, se podrá garantizar la seguridad.

(5) Comparación económica entre los tanques de acero y de cemento

Para conseguir el volumen efectivo de 26 m³ es necesario instalar, si se tiene en cuenta la posición del tubo de salida, un tanque de acero de aproximadamente 50 m³ de capacidad total. En caso del tanque de cemento, el volumen va a ser también de unos 50 m³, ya que se debe considerar la posición del tubo de salida. Como se va a construir la cimentación inmediatamente por debajo de la superficie, la comparación económica referente al precio de los tanques no va a contemplar el volumen de movimiento de tierras. De acuerdo con esta comparación, el tanque de cemento va a costar el doble que el del acero. En consecuencia, es más económico construir el pozo de conexión con el tanque de acero.

(6) Sitio de instalación

El pozo de conexión consta de una bomba sumergida colocada en el pozo de captación de aguas y de los equipos de control y será instalada dentro del predio del pozo de captación que abarca unos 90 a 120 m² de superficie.

(7) Especificación del pozo de conexión

Se puede obtener el diámetro del tubo de salida de cada pozo de conexión con la "fórmula hidráulica". En base al diámetro obtenido se determina el nivel de agua mínimo que está descrito en el cuadro de abajo. El nivel máximo corresponde a una altura que es capaz de almacenar el volumen efectivo del pozo; de 26 m³. El diámetro del tubo de reboce será calculado con la "ecuación de orificio". Normalmente el tubo de reboce está instalado a 300 mm. de profundidad, por lo que la altura del techo será calculada sumando el nivel máximo de diseño más los 300 mm de la tubería de rebose. A continuación, se describe la especificación de cada pozo de conexión.

Pozo de conexión

Pozo Conex	Pozo capta.	Tubería entrada		③Tubo salida	④tubo reboce	⑤Tubo drenaje	EL.(m)
		①Entrad.	②Salida				
No.1	No.4	∅ 200	—	∅ 250	∅ 50	∅ 100	120.200
No.2	No.6	∅ 200	∅ 450	∅ 500	∅ 250	∅ 100	96.507
No.3	No.7	∅ 200	∅ 350	∅ 450	∅ 200	∅ 100	102.190
No.4	No.8	∅ 200	∅ 350	∅ 350	∅ 150	∅ 100	111.182
No.5	No.9	∅ 200	∅ 250	∅ 350	∅ 100	∅ 100	117.371
No.6	No.10	∅ 200	—	∅ 250	∅ 50	∅ 100	128.473
No.7	No.14	∅ 200	∅ 450	∅ 500	∅ 200	∅ 100	97.321
No.8	No.16	∅ 200	∅ 250	∅ 350	∅ 100	∅ 100	106.731
No.9	No.11	∅ 200	—	∅ 250	∅ 50	∅ 100	113.974

Pozo Conex	Pozo capta.	Nivel agua		Huelgo	Forma de tanque	Altura	EL.(m)
		LWL	HWL				
No.1	No.4	121.263	123.332	0.300	D=4.00m, H=3.45m	3.432	120.200
No.2	No.6	98.382	100.451	0.300	D=4.00m, H=4.25m	4.244	96.507
No.3	No.7	103.878	105.947	0.300	D=4.00m, H=4.10m	4.057	102.190
No.4	No.8	112.495	114.564	0.300	D=4.00m, H=3.70m	3.682	111.182
No.5	No.9	118.684	120.753	0.300	D=4.00m, H=3.70m	3.682	117.371
No.6	No.10	129.536	131.605	0.300	D=4.00m, H=3.45m	3.431	128.473
No.7	No.14	99.196	101.265	0.300	D=4.00m, H=4.25m	4.244	97.321
No.8	No.16	108.044	110.113	0.300	D=4.00m, H=3.70m	3.682	106.731
No.9	No.11	115.037	117.106	0.300	D=4.00m, H=3.45m	3.432	113.974

3. Sistema de colección de aguas del campo de pozos de captación

(1) Resumen del sistema de colección de aguas

Como se indica en la Figura respectiva, el campo de pozos del proyecto está extendido en la antigua zona de cultivo de algodón que abarca los distritos de Sabana Grande y Veracruz. La zona sudoeste está ubicada más alta que el resto del área del proyecto, formando una pendiente suave hacia la antigua vía de ferrocarriles. Se ha diseñado el trazado de tuberías colectoras para conducir, en la medida de lo posible, por gravedad las aguas bombeadas en cada pozo de captación, aprovechando esta suave inclinación topográfica.

Si la condición topográfica permite, se instalará un pequeño tanque (pozo de conexión) al lado del pozo de captación y a partir del cual se conducirá el agua por gravedad hasta el tanque colector. El plan de trazado de tuberías de colección está indicado en la Figura. Debido a que los pozos No. 12 y 17 están ubicados en el extremo sur del campo de explotación, se han estudiado dos opciones; conducir por gravedad o por bombeo. Topográficamente no es posible conducir por gravedad las aguas captadas por el pozo No. 11, por consiguiente, se va a hacer conducción por bombeo.

(2) Condiciones del cálculo

1) Energía eléctrica y tarifa eléctrica

Las bombas de pozos serán operadas para suministrar el volumen promedio de abastecimiento diario. Por lo tanto, se considera que la potencia (kw) de bomba está proporcionada con el volumen promedio de abastecimiento de siguiente manera.

Potencia total de bombas de los pozos (kw): $43 \text{ kw} \times 16 \text{ bombas} = 688 \text{ kw}$

Suponiendo que el volumen de conducción equivale a la capacidad de explotación total del pozo: $0.043 \text{ m}^3/\text{seg.} (2.8 \text{ m}^3/\text{min.}) \times 16 \text{ bombas} = 0.688 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Se considera que el volumen de nueva explotación de $41.6 \text{ m}^3/\text{min.} (0.6936 \text{ m}^3/\text{seg.})$ equivale a la cantidad de abastecimiento máximo al día y se supone que el volumen de abastecimiento promedio diario corresponde a $1 / 1.2$ de la cantidad máxima de abastecimiento diario.

Volumen de abastecimiento promedio diario: $0.688 / 1.2 = 0.573 \text{ m}^3/\text{seg.}$

A condición de que las bombas sean operadas en proporción con el volumen de abastecimiento promedio diario y con la capacidad de todos los pozos;

Proporción de abastecimiento; $0,573 / 0,688 \cong 0,83$

Suponiendo que el 83% de la capacidad total de bomba sea utilizada para captar el volumen de abastecimiento promedio durante un año;

Costo de operación anual: $890 \text{ kw} \times 0,83 \times 365 \text{ días} \times 24 \text{ horas} \times 0,86 \text{ C\$ / kwh}$

$= 5,565,070 \text{ C\$ / año}$

$= 525,007 \text{ US\$ / año}$ (tipo de cambio: $\text{US\$ } 1,00 = \text{C\$ } 10,60$,

el 8 de junio de 1998)

2). Cálculo de depreciación

En base a los años de vida útil especificados por la Ley de Empresas Públicas de Japón, se establecen los años de servicio de cada equipo de siguiente manera.

Pozo profundo: 10 años

Bomba: 16 años

Tanque colector de acero: 20 años

Tubería de aducción de hierro fundido dúctil: 40 años

Los tipos de interés de créditos otorgados a INAA oscilan entre el 0 % en caso de donación y el 24.94 % en caso del préstamo de un banco comercial. INAA estima que el tipo de interés anual en promedio queda alrededor del 7,5 %. Para el cálculo de amortización, se emplea este tipo de interés promedio estimado. Se destina la partida de amortización anual basándose en el método de amortización igualada y cada año se desembolsa el mismo monto de principales e intereses durante el período de vida útil.

3) Costo de obras y construcciones

Se ha estimado la cota de cada instalación y la distancia entre las mismas en base al plano de 1 / 10.000 de escala. El precio unitario de cada obra ha sido calculado basándose en los datos existentes. En caso del método de conducción por gravedad (primera alternativa), la extensión total de tuberías de aducción de ϕ 600 a ϕ 250 de diámetro es de 9.47 km. y la potencia total (kw) de bombas resulta en 890 kw. En caso del método de impulsión por bombas (segunda alternativa), la extensión total de tuberías de aducción de ϕ 600 a ϕ 250 de diámetro es de 8.62 km. y la potencia total (kw) de bombas resulta en 759 kw. Los costos de construcción de ambas alternativas son los siguientes.

(Unidad: millones de US\$)

Alternativa	Pozo profundo	Bomba sumergible	Tanque	Tuberías	Total
1	2,735	1,758	0,445	1,386	6,324
2	2,735	1,825	0,435	1,230	6,225

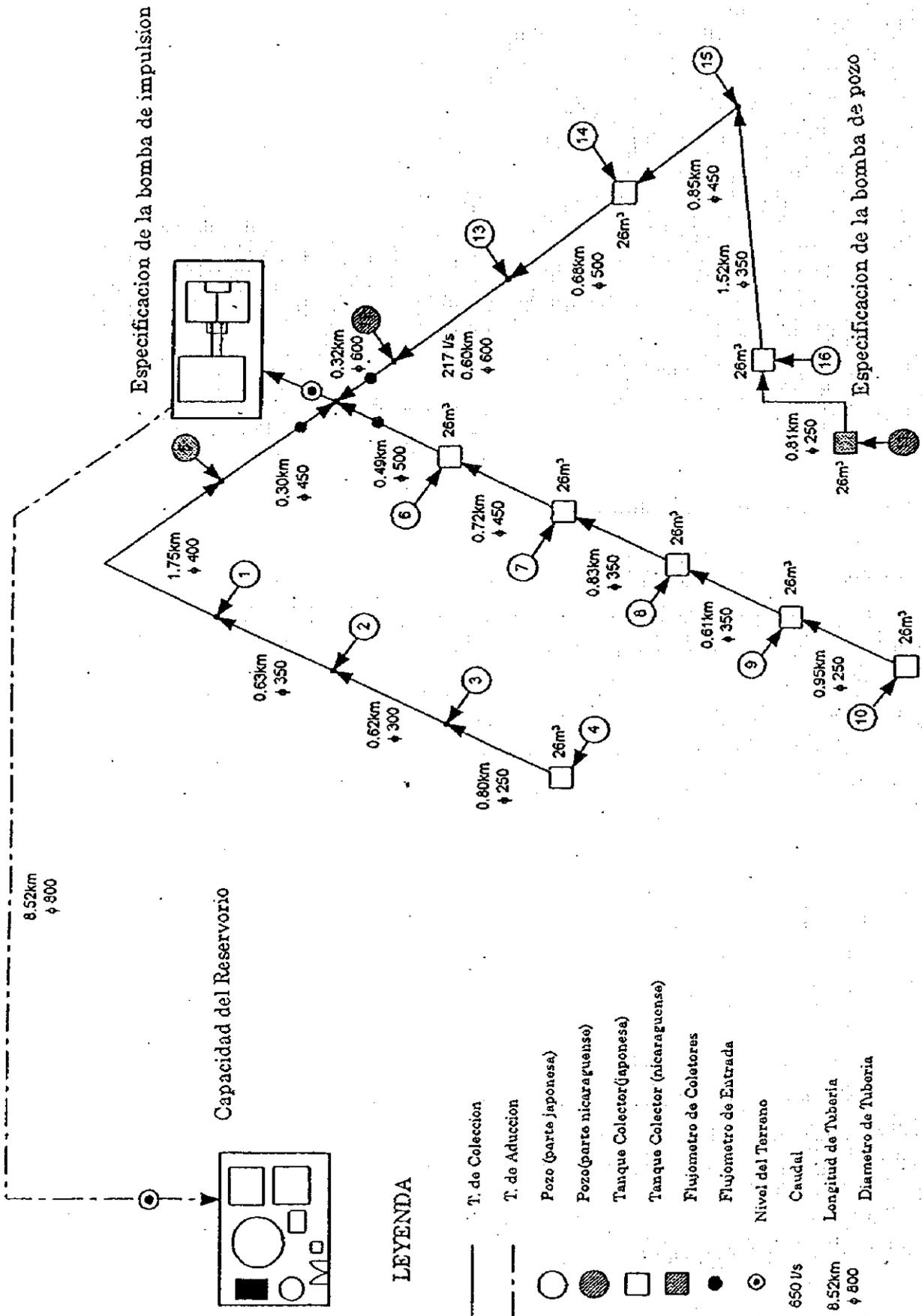
4) Costo de mantenimiento de los equipos

Se ha destinado el 1 % del costo de construcción al mantenimiento anual de los equipos.

(3). Comparación de ambas alternativas

Los pozos No. 1, 2, 3, 4 y 5 que pertenecen a la otra ruta del tanque de recolección no han sido incluidos en el cálculo, ya que el resultado es el mismo con la alternativa 1 o 2. Se ha realizado el cálculo con la condición de que todas las obras terminan en el primer año del proyecto sin ser extendido el período de obras a más de un año y que se reconstruyen las instalaciones cuando vence el período de vida útil. Se han comparado las alternativas con el cálculo que cubre 25 años a partir del comienzo de las obras y con la suma de los costos de construcción, mantenimiento y amortización y el valor actual de los equipos e instalaciones. En ambas alternativas se ha calculado el costo de operación suponiendo que termina la construcción de los tanques de recolección en el primer año del proyecto y comienza la operación a partir del segundo año. Dado que la vida útil de los pozos profundos, bombas y pozos de conexión vence antes de cumplir el período de cálculo de 25 años, se ha calculado el valor actual de cada instalación con la condición de que se va a reconstruir cada cual cuando vence su vida útil.

De acuerdo con este cálculo, ambas alternativas arrojan los resultados similares y no hay mucha diferencia en el valor actual entre los dos sistemas. No obstante, el método de conducción por gravedad es menos costoso que el de impulsión por bombeo y es más fácil la administración de operación. En consecuencia, se ha decidido emplear la primera alternativa; método de conducción por gravedad.



Capacidad del Reservorio

Especificación de la bomba de impulsión

Especificación de la bomba de pozo

LEYENDA

- T. de Coleccion
- - - T. de Aduccion
- Pozo (parte japonesa)
- Pozo (parte nicaraguense)
- Tanque Colector (japonesa)
- ▣ Tanque Colector (nicaraguense)
- Flujometro de Colectores
- Flujometro de Entrada
- ⊙ Nivel del Terrano
- 650 US Caudal
- 8.52 km Longitud de Tuberia
- φ 800 Diametro de Tuberia

Nota: Se instalara flujometro en cada pozo

ESQUEMA DEL PROYECTO

APENDICE 14 : SELECCION DE LAS TUBERIA DE ADUCCION

Hay dos opciones sobre la ruta de tubería de aducción: la primera es la ruta recta que atraviesa desde la población de Sabana Grande hasta los Tanques de Las Américas (en adelante llamada "la ruta recta") y fue propuesta por "EL Proyecto de Abastecimiento de Agua de Managua" elaborado por el gobierno del Japón entre 1991 y 1993 y la segunda es la ruta que se extiende a lo largo de las carreteras existentes (en adelante llamada "la ruta de carretera") y fue propuesta por el gobierno de Nicaragua en su formulario de solicitud.

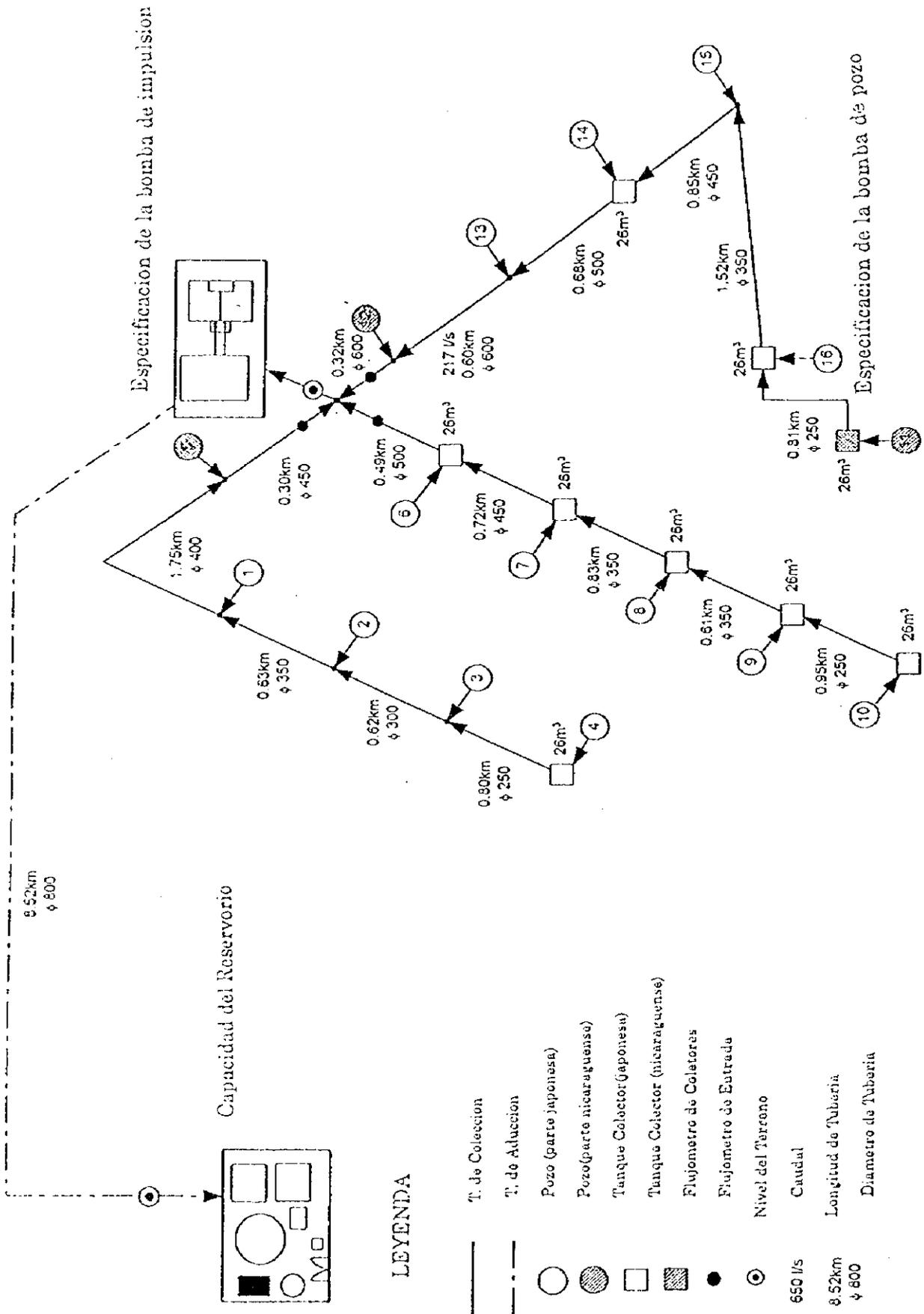
Aunque la extensión de la ruta recta es más corta que la de carretera, esta ruta atraviesa por zonas urbanas y se requiere mucho tiempo y gasto para gestionar compra de terrenos privados y pago de compensaciones a numerosas familias obligadas a hacer mudanzas. Por lo tanto, se considera muy difícil optar por esta ruta. Esta ruta atraviesa por zonas urbanas donde se encuentran casas privadas construidas en parcelas divididas y terrenos públicos ocupados por asentamientos ilegales. En Nicaragua se requiere mucho tiempo para dismantelar las viviendas del asentamiento. Por lo tanto, la negociación de compras de viviendas privadas legalmente construidas exige un tiempo mucho más largo que el caso anterior.

Con la finalidad de disminuir la distancia de la ruta, se propone una ruta alternativa que aprovecha las carreteras públicas existentes (en adelante llamada "la ruta recta modificada") y se hace una comparación de costos de construcción entre esta ruta y la ruta de carretera.

Cuadro Comparación de los costos aproximados de obras

No	Conceptos	Unidad	Precio (US\$/m)	Ruta recta modificada		Ruta carretera	
				(m)	(US\$)	(m)	(US\$)
1	Instalación tubos (Inc. ϕ 800DIP y obras provision.)	m	357.58	5,660	2,023,900	8,930	3,193,100
2	Reconst.camino (asfalto)	m	43.06	450	19,400	470	20,200
3	Reconst. (adoquinado)	m	2.38	-	-	1,400	3,300
Subtotal					2,043,300		3,216,600
4	Compra de terrenos	m ²	20.00	33,680	673,600	-	-
5	Instalar cerco colindante	m	22.00	8,420	185,200	-	-
6	Construcción carretera	m	125.00	4,210	526,300	-	-
Subtotal					1,385,100		-
Total					3,428,400		3,216,600

De acuerdo con este cuadro, el costo de construcción de la ruta modificada es más reducido



ESQUEMA DEL PROYECTO

APENDICE 14 : SELECCION DE LAS TUBERIA DE ADUCCION

Hay dos opciones sobre la ruta de tubería de aducción: la primera es la ruta recta que atraviesa desde la población de Sabana Grande hasta los Tanques de Las Américas (en adelante llamada "la ruta recta") y fue propuesta por "El Proyecto de Abastecimiento de Agua de Managua" elaborado por el gobierno del Japón entre 1991 y 1993 y la segunda es la ruta que se extiende a lo largo de las carreteras existentes (en adelante llamada "la ruta de carretera") y fue propuesta por el gobierno de Nicaragua en su formulario de solicitud.

Aunque la extensión de la ruta recta es más corta que la de carretera, esta ruta atraviesa por zonas urbanas y se requiere mucho tiempo y gasto para gestionar compra de terrenos privados y pago de compensaciones a numerosas familias obligadas a hacer mudanzas. Por lo tanto, se considera muy difícil optar por esta ruta. Esta ruta atraviesa por zonas urbanas donde se encuentran casas privadas construidas en parcelas divididas y terrenos públicos ocupados por asentamientos ilegales. En Nicaragua se requiere mucho tiempo para dismantelar las viviendas del asentamiento. Por lo tanto, la negociación de compras de viviendas privadas legalmente construidas exige un tiempo mucho más largo que el caso anterior.

Con la finalidad de disminuir la distancia de la ruta, se propone una ruta alternativa que aprovecha las carreteras públicas existentes (en adelante llamada "la ruta recta modificada") y se hace una comparación de costos de construcción entre esta ruta y la ruta de carretera.

Cuadro Comparación de los costos aproximados de obras

No	Conceptos	Unidad	Precio (US\$/m)	Ruta recta modificada		Ruta carretera	
				(m)	(US\$)	(m)	(US\$)
1	Instalación tubos (Inc. ϕ 800DIP y obras provision.)	m	357.58	5,660	2,023,900	8,930	3,193,100
2	Reconst.camino (asfalto)	m	43.06	450	19,400	470	20,200
3	Reconst. (adoquinado)	m	2.38	-	-	1,400	3,300
Subtotal					2,043,300		3,216,600
4	Compra de terrenos	m ²	20.00	33,680	673,600	-	-
5	Instalar cerco colindante	m	22.00	8,420	185,200	-	-
6	Construcción carretera	m	125.00	4,210	526,300	-	-
Subtotal					1,385,100		-
Total					3,428,400		3,216,600

De acuerdo con este cuadro, el costo de construcción de la ruta modificada es más reducido

que la ruta de carretera, ya que la extensión total es más corta. No obstante, el costo total de esta ruta es más alto debido a que se requieren los gastos para comprar terrenos y para hacer obras conexas. Aun suponiendo que el costo de instalación de tuberías de la ruta recta del Proyecto de Desarrollo es similar al de la ruta modificada, los gastos para compra de terrenos y pago de compensaciones van a ser muy elevados. Por lo tanto, el costo total de obras de la ruta recta va a ser mucho más alto que la ruta modificada y además se requiere un largo período para la negociación de compra de terrenos. Como la viabilidad de esta ruta es muy escasa, es pertinente excluir del análisis de comparación la opción de la ruta recta.

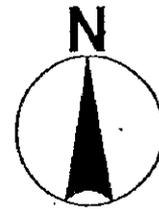
A continuación, se hace una comparación entre la ruta recta modificada y la ruta de carretera.

Cuadro Comparación de dos rutas

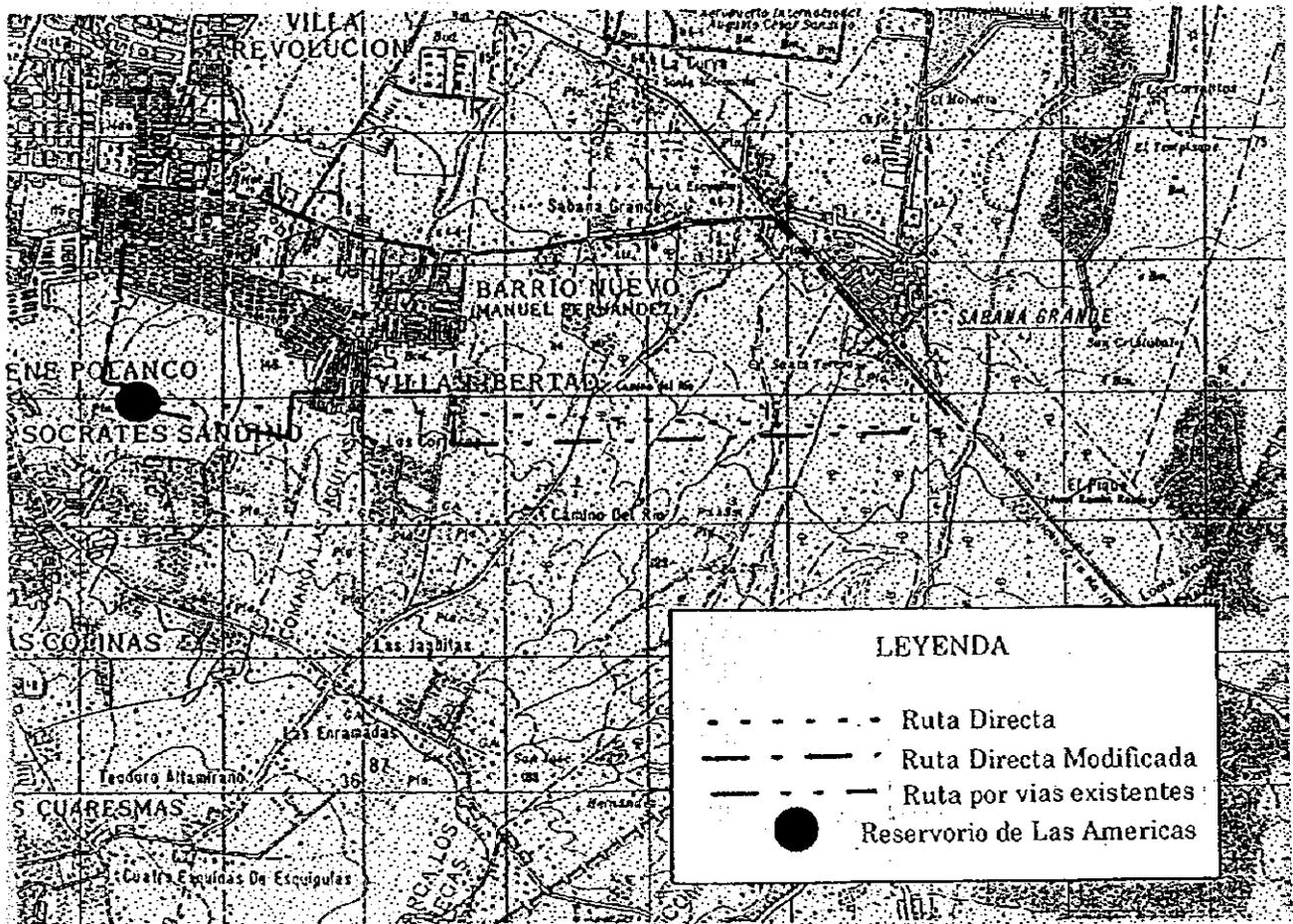
Comparación	Ruta recta modificada	Ruta de carretera
Extensión de tuberías	<ul style="list-style-type: none"> a) Más corta que la ruta carretera. b) Costo de instalación de tuberías más bajo. c) Menos posibilidad de fuga por ser la extensión más corta y menos costo de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Más larga que la ruta modificada. b) Costo de instalación de tuberías más alto. c) Costo de mantenimiento más alto que la ruta modificada.
Compra de terrenos y costo de construcción de carreteras	<ul style="list-style-type: none"> a) Requiere presupuestos para compra de terrenos y construcción de carreteras. b) Necesita como mínimo 2 años para conseguir terrenos. Requiere cierto tiempo para construir nuevas carreteras. c) Contribuir al desarrollo regional por la construcción de nuevas carreteras (INAA planifica construir carreteras de 8 m. de ancho). 	<ul style="list-style-type: none"> a) Instalar a lo largo de carreteras existentes. No requiere comprar terrenos ni construir carreteras. b) No necesario. c) No hay.
Costo total	<ul style="list-style-type: none"> a) Más alto que la ruta carretera. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Más bajo que la otra ruta.
Tiempo necesario antes de comenzar las obras	<ul style="list-style-type: none"> a) Requiere más de 2 años para conseguir terrenos y construir carreteras. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Puede comenzar inmediatamente.

De acuerdo con este cuadro, se entiende que la ruta recta modificada, que requiere mucho tiempo preparativo para comenzar las obras de instalación de tuberías y también costo

total alto, es menos factible que la ruta a lo largo de carreteras. Por consiguiente, se decide adoptar la ruta de carretera para instalar tuberías de aducción.



Scale: 1/50,000



ALTERNATIVAS DE RUTAS DE TUBERIA DE ADUCCION

APENDICE 15 : ESTUDIO SOBRE EL GOLPE DE ARIETE EN EL SISTEMA DE ADUCCIÓN

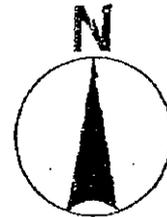
Las aguas captadas en el campo de pozos son conducidas principalmente por gravedad al tange de recolección y de donde son impulsadas al Reservorio de Las Américas mediante la estación de bombeo que está instalada al lado del tange de recolección. Por lo tanto, desde el punto de vista hidráulica y topográfica, es recomendable instalar el tange de recolección en un sitio cercano a Las Américas y en una ubicación en donde se puede recibir las aguas por gravedad.

El sitio elegido con estos criterios para construir la estación de bombeo está indicado en la Figura siguiente como "la estación de bombeo del caso 1". Con la finalidad de analizar el efecto del golpe de ariete en el sistema de aducción con la estación de bombeo del caso 1, se han integrado en el programa de computadora las condiciones internas de tuberías y de movimiento de equipos incluyendo las válvulas de bombas, respetando las condiciones del cálculo que están indicadas en el cuadro titulado como el "Criterio del Diseño del Sistema de Aducción" de la hoja anexa.

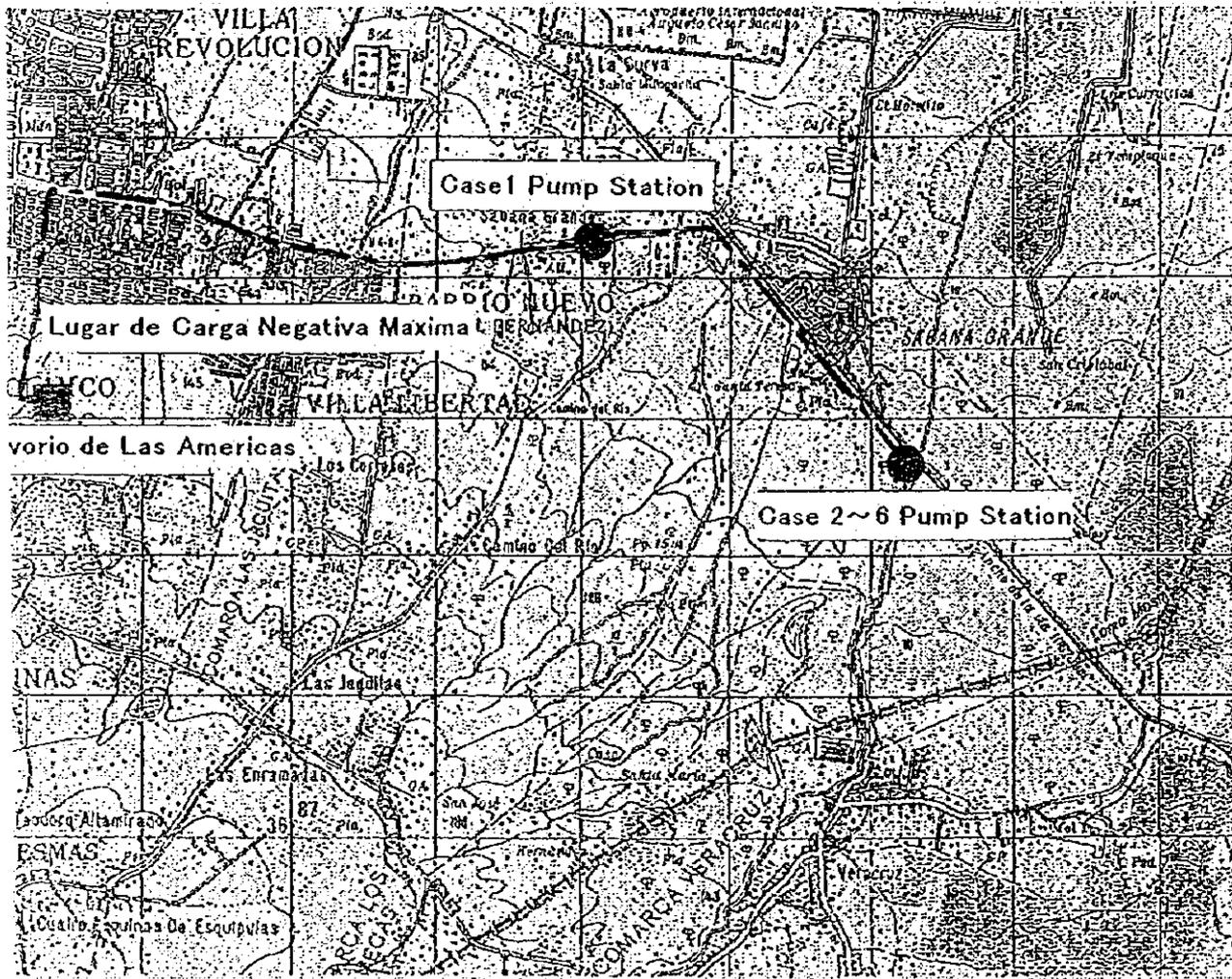
El resultado del cálculo está descrito en el cuadro titulado como el "Criterio del Diseño del Sistema de Aducción" de la hoja anexa. Las Figuras explica en forma gráfica este resultado. Tanto en el caso de tuberías de 900 mm. de diámetro como de tuberías de 800 mm. se ha presentado una carga negativa de 5 a 8 m. en los puntos indicados con la flecha. Por consiguiente, no es posible impulsar el agua a los Tanques de Las Américas. Para eliminar esta carga negativa hay tres soluciones: instalar una cámara de alivio, construir una estación de rebombeo o desviar la ruta para no pasar por los puntos indicados con la flecha. Sin embargo, ninguno de estos planteamientos son factibles debido a que cada uno requiere comprar terrenos altamente pobladas y el costo de construcción es bastante elevado en cualquier de los casos.

Para resolver este problema, se ha realizado otro cálculo, trasladando la estación de bombeo al sitio del "Caso 2-6" y con la condición de utilizar las tuberías de hierro fundido de 900 a 700 mm. de diámetro. Las condiciones y el resultado del cálculo están indicados en la columna del caso 2-6 del cuadro titulado como el "Criterio del Diseño del Sistema de Aducción" de la hoja anexa. La explicación gráfica de este resultado está en la Figura. Igual que el caso anterior, se ha presentado una carga negativa de 3 a 12 m.

Location of Pumping Station



Scale: 1/50,000



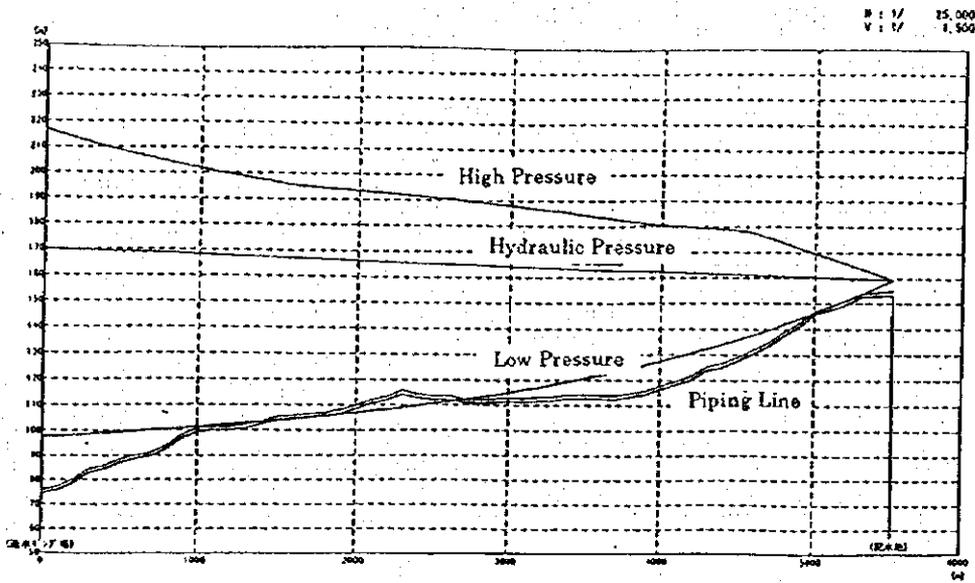
en los puntos indicados con la flecha excepto la tubería de 900 mm. de diámetro. Aunque la tubería de 800 mm. de diámetro tiene una carga negativa de casi 3 m., se considera que este valor está dentro de la tolerancia.

De acuerdo con los cálculos, la ubicación de la estación de bombeo va a ser "la estación del Caso 2-6" y el diámetro de la tubería de aducción será de 800 mm. En resumen, se ha definido el diámetro de la tubería de aducción conforme con el resultado del cálculo hidráulico del efecto de golpe de ariete en vez de basarse en los elementos económicos.

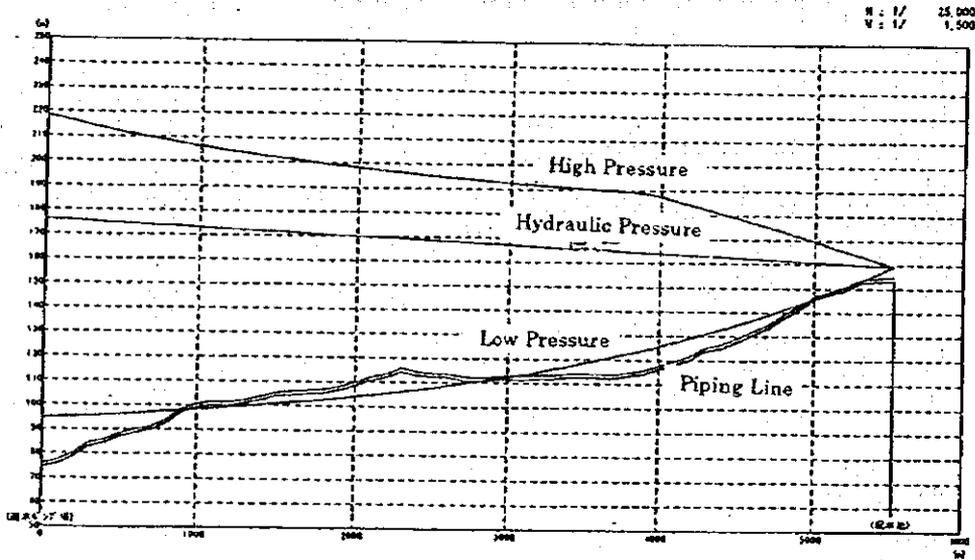
Criterio del Diseño del Sistema de Aducción y su resultado

	Unidad	Caso 1A	Caso 1B	Caso 2
Diámetro de tubería	mm.	900	800	800
Extensión total de tubería	m.	5.520	5.520	8.520
Material de tubería		Tubo de hierro fundido dúctil		
Volumen de aducción	l/seg.	650		
Cota	m.	75.913	75.913	88.194
Nivel L.W.L. (tanque colector)	m.	76.000	76.000	89.750
Nivel H.W.L. (Las Américas)	m.	159.350		
Parámetro C (velocidad fluido)		110		
Altura real bombeo	m.	83.350	83.350	69.600
Pérdida bombeo	m.	3.000	3.000	3.000
Pérdida tubería	m.	7.397	13.138	20.310
Altura total bombeo	m.	93.747	99.488	92.910
Especificación bomba				
Volumen descarga	m ³ /min.	13		
Bombas en servicio	unidad	3		
Bombas de reserva	unidad	1		
Altura total bombeo	m.	94	100	93
Eficiencia bomba	%	80 %		
Parámetro de seguridad		0.15		
Potencia motor	kw	300	315	300
Especificación motor		4 fases x 6600V x 60 Hz x 20 kgm ²		
Volante	kgm ²	350		
Carga máxima	m.	- 5.26	- 7.76	- 3.69

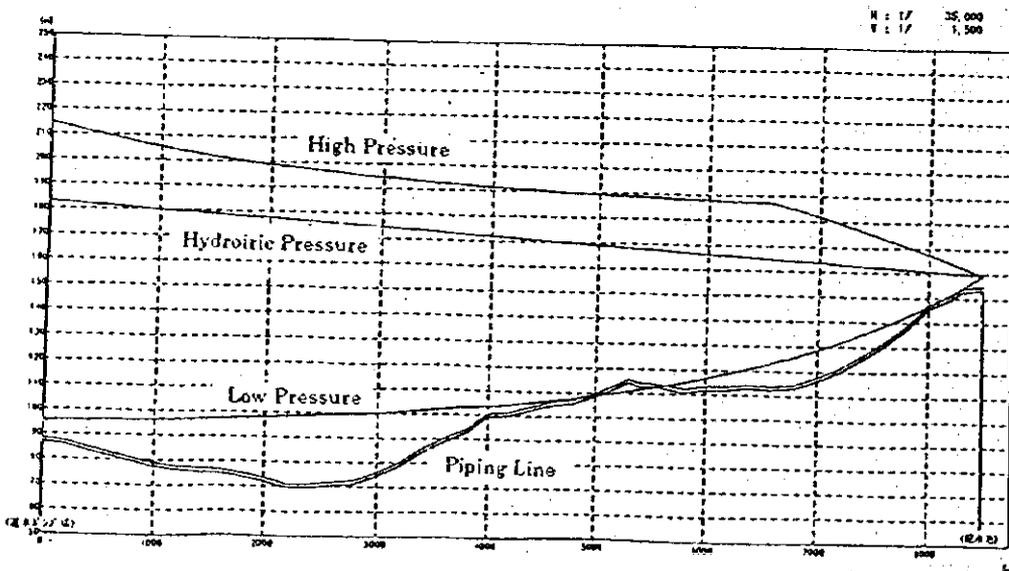
<Case 1A: dia. 900mm>



<Case 1B: dia. 800mm>



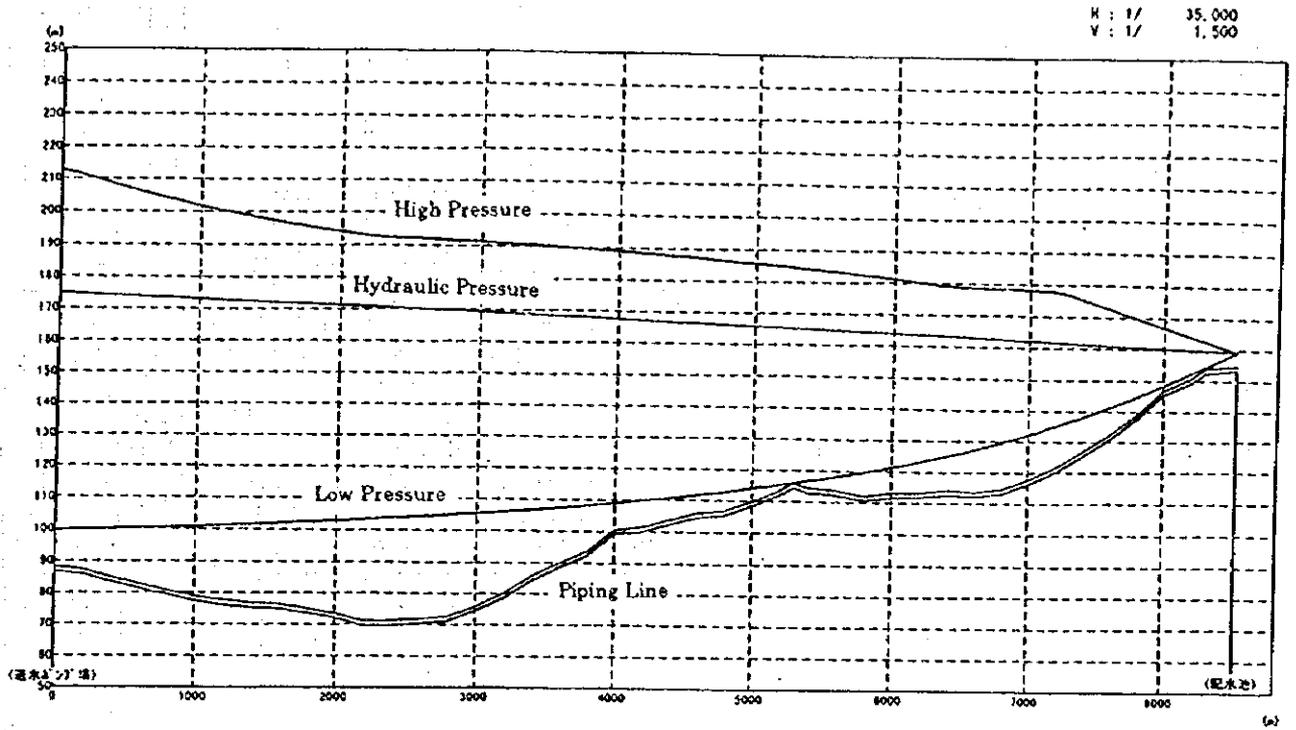
<Case 2: dia. 800mm>



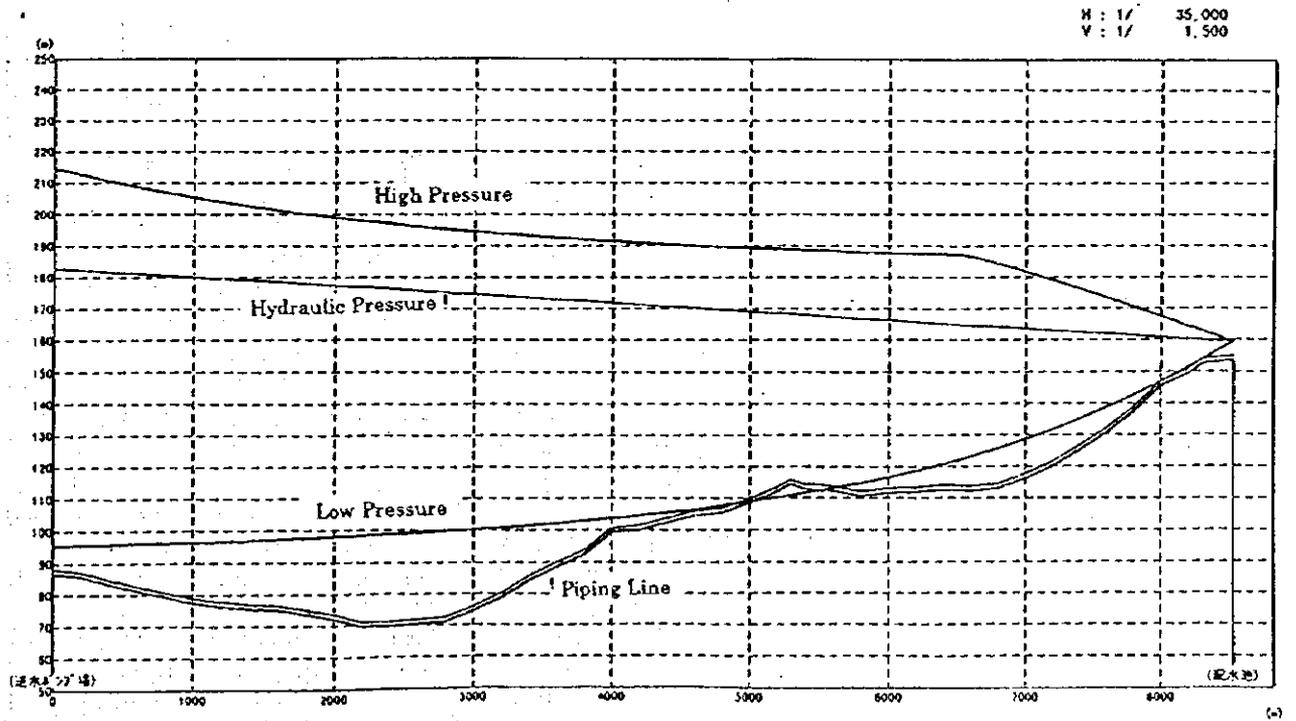
Criterio del Diseño del Sistema de Aducción y su resultado

	Unidad	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Diámetro de tubería	mm.	900	800	750	700
Extensión total de tubería	m.	8,520	8,520	8,520	8,520
Material de tubería		Tubo de hierro fundido dúctil			
Volumen de aducción	l/seg.	650			
Cota	m.	88.194			
Nivel L.W.L. (tanque colector)	m.	89.750			
Nivel H.W.L. (Las Américas)	m.	159.350			
Parámetro C (velocidad fluido)		110			
Altura real bombeo	m.	69.600	69.600	69.600	69.600
Pérdida bombeo	m.	3.000	3.000	3.000	3.000
Pérdida tubería	m.	11.444	20.310	27.810	38.916
Altura total bombeo	m.	84.044	92.910	100.410	111.516
Especificación bomba					
Volumen descarga	m ³ /min.	13			
Bombas en servicio	unidad	3			
Bombas de reserva	unidad	1			
Altura total bombeo	m.	85	93	101	112
Eficiencia bomba	%	80 %			
Parámetro de seguridad		0.15			
Potencia motor	kw	280	300	315	355
Especificación motor		4 fases x 6600V x 60 Hz x 20 kgm ²			
Volante	kgm ²	350			
Carga máxima	m.	1.69	- 3.69	- 6.44	- 12.96

<Case 3: dia. 900mm>

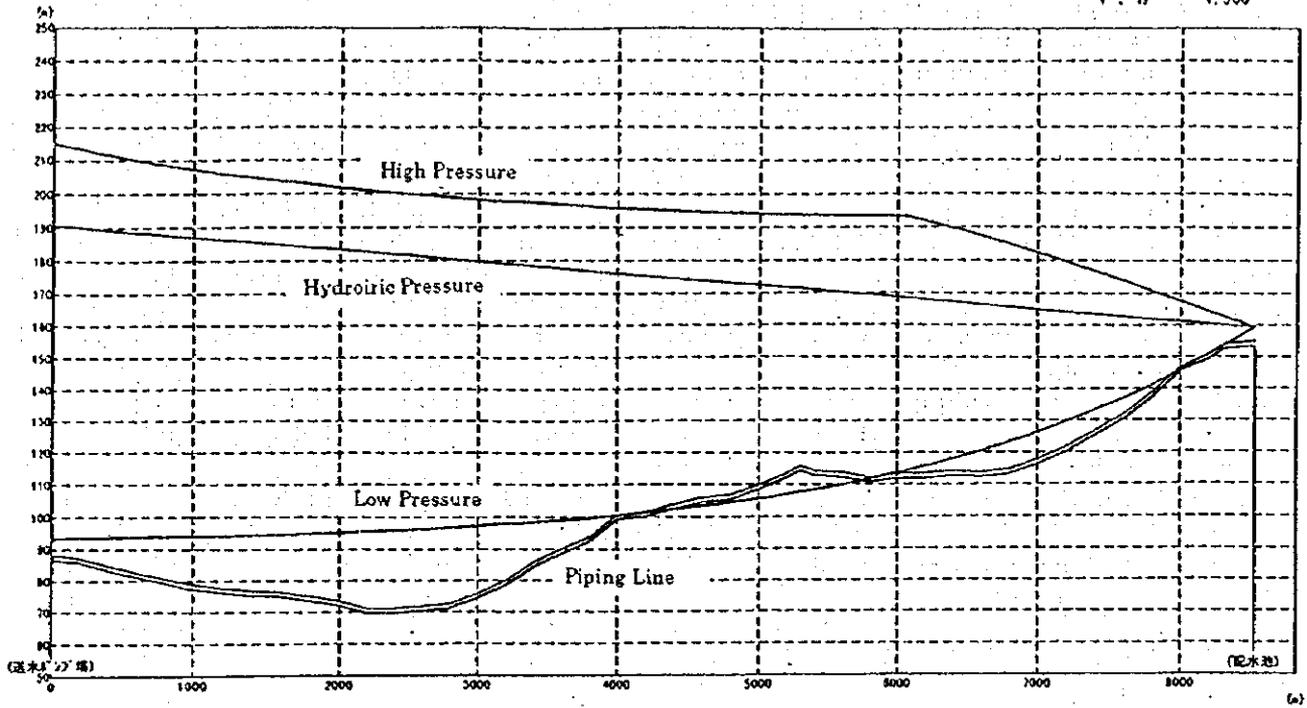


<Case 4: dia. 800mm>



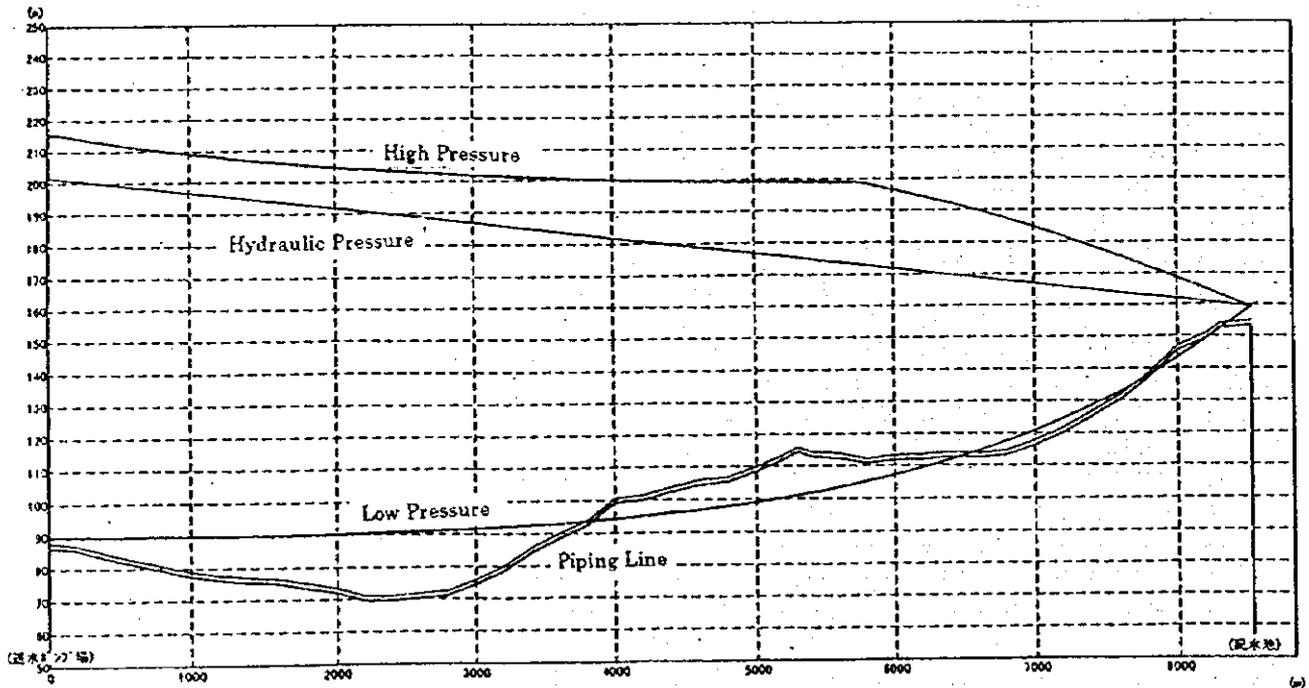
<Case 5: dia. 750mm>

H : 1/ 35,000
V : 1/ 1,500



<Case 6: dia. 700mm>

H : 1/ 35,000
V : 1/ 1,500



APENDICE 16 : SELECCION DEL TIPO DE TUBERIAS

Con la finalidad de seleccionar el tipo de tuberías a instalar, se han comparado la calidad y el precio unitario de las tuberías de PVC, de acero y de hierro fundido dúctil. Se han clasificado de siguiente manera las tuberías de colección que incluyen de pequeño diámetro y las tuberías de aducción de mayor diámetro

1. Selección del tipo de tuberías colectoras

El diámetro de la tubería de colección oscila entre ϕ 250 y ϕ 600 y cuya extensión es de 13,23 km, conectando el pozo de conexión con el tanque de colección. Los materiales disponibles en Nicaragua son los siguientes.

De ϕ 250 a ϕ 300: Tubos de PCV, tubos de acero y tubos de hierro fundido dúctil.

De ϕ 350 a ϕ 600: Tubos de acero y tubos de hierro fundido dúctil.

En Nicaragua los tubos de PVC disponibles son los fabricados con la norma de ASTM D 2241 (American Society for Testing and Materials). Los tubos con la norma AWWA C900-81 (American Water Works Association) no son comunes. El cuadro de abajo indica el precio local de los tubos de PVC, de acero y de hierro fundido dúctil que cumplen con la norma de ASTM y que son accesibles en el mercado nicaragüense.

Precio unitario aproximado de las tuberías (Unidad: US\$/m)

Diámetro	PVC	Acero	Dúctil
250	278	58	47
300	389	74	57
350	-	92	75
450	-	104	100
500	-	175	115
600	-	236	146

Nota) Tubo de acero sin recubrimiento de cemento y con acoplamiento.

Igual que en Japón, la tubería de PVC de gran diámetro cuesta más de tres veces que las tuberías de acero y de hierro fundido dúctil. El precio del tubo de acero es más caro (del 10 al 20 por ciento) que el tubo dúctil. En general, se conectan los tubos de acero por soldadura, sin embargo, es difícil hacer el tratamiento anticorrosivo en la superficie interna de la parte de empalme. Debido a que todavía no está establecido el sistema de cualificación nacional de la técnica de soldadura en Nicaragua, hay mucha diferencia en el nivel de soldador. Teniendo en cuenta esta circunstancia y además INAA tiene experiencia de

trabajar con los tubos de hierro dúctil, se ha decidido utilizar la tubería de hierro fundido dúctil para la tubería de colección.

2. Selección de tuberías de aducción

Está previsto utilizar las tuberías de ϕ 800 y ϕ 900 de diámetro considerando el caudal y el gradiente hidráulico dinámico. En Nicaragua únicamente los tubos de acero y de hierro fundido dúctil son disponibles para el rango de diámetros mayores. Se estima que el precio local por metro de cada material es el siguiente.

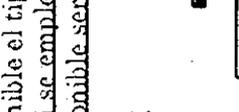
Tubo de acero: US\$ 397,00 (Sin recubrimiento de cemento y con acoplamiento)

Tubo de hierro fundido dúctil: US\$ 306,00 (Con recubrimiento interno de cemento)

De acuerdo con las cotizaciones ofrecidas por las empresas locales, el precio de la tubería de acero arriba mencionado incluye el costo del acoplamiento que equivale al 6 % del precio total. Como se ha explicado en el apartado de la "Selección de tuberías colectoras," en Nicaragua todavía no está establecido el sistema de calificación de soldadores y el número de soldadores capacitados está limitado. Si se presenta la necesidad de someter la pieza soldada a las pruebas no destructivas tales como la prueba por rayo X o por ultrasonido, se deben conseguir los aparatos y especialistas desde el exterior del país. Cuando surja la necesidad de hacer reparación de urgencia después de la ejecución del Proyecto, no hay garantía de disponer soldadores capaces de hacer los trabajos requeridos. Con estas razones, en Nicaragua todavía no hay suficiente garantía en la capacidad de soldadura de tubos de acero. Si se emplean los tubos de acero soldado, es necesario realizar pruebas exhaustivas, ya que las tuberías están expuestas a una presión hidrostática de cerca de 100 m. y además reciben como máximo unos 150 m. de presión al presentarse el golpe de ariete. En conclusión, para evitar todos estos problemas, se ha decidido optar por el tubo de hierro fundido dúctil.

APENDICE 17 : ESTUDIO SOBRE LA TÉCNICA DE CONEXIÓN DE TUBERÍAS

(tubo de hierro fundido dúctil)

Características	Problemas técnicos	Economía	Evaluación
<p>① Norma : J I S</p> <p>② Resistencia a tracción Tubo lineal (codos y tes) : $\leq 42\text{kgf/mm}^2 (40\text{kgf/mm}^2)$</p> <p>③ Diámetro (Diámetro nominal para $\phi 300 \sim 800$) 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800</p> <p>④ Revestimiento Después de revestir con mortero, aplicar capa de sellado de cloruro de vinilo en el dorso de la cara revestida. También se puede hacer revestimiento con el polvo de polietileno.</p> <p>⑤ Prueba Tubo lineal $\phi 350 \sim 700$ 50kgf/c m² Tubo lineal $\phi 700 \sim 1000$ 40kgf/c m² hidráulica Aplicar a codos y tes la mitad de la presión de tubos lineales.</p> <p>⑥ Juntas Norma : mecánica (tipo K) $\phi 75 \sim 2600$: push-on (tipo T) $\phi 75 \sim 2600$ En el mercado doméstico el tipo T es el tipo estándar, no es disponible el tipo T excepto juntas para diámetros menores. Si se emplean juntas de fabricación japonesa, el tipo disponible será el tipo K.</p> <p>Junta Tipo K</p> 	<p>① Resistencia a la presión externa e interna Se emplea ampliamente el tubo de hierro fundido dúctil en Japón. El tubo tiene suficiente resistencia, elasticidad y resistencia a la presión externa e interna.</p> <p>② Permeabilidad de la junta La junta tipo K tiene buena impermeabilidad por la gran fuerza de compresión del aro de goma apretado por el anillo de sujeción.</p> <p>③ Expansión y deflexión La junta tipo K tiene excelente característica de expansión y deflexión. Responde rápidamente al movimiento del suelo y no da esfuerzos excesivos al tubo.</p> <p>④ Evitar desconexión Los codos y tes son sujetados por macizo de anclaje y se emplean juntas protegidas con anillo de apriete especial.</p> <p>⑤ Resistencia sísmica Aunque responde rápidamente al movimiento del suelo, en las zonas de frontera geológica en donde cambia la característica del suelo, a veces se emplean juntas antisísmicas que cuentan con la función de amortiguar el efecto de expansión y doblado y de evitar desconexión.</p>	<p>① Costo de materiales ($\phi 500$ tipo K) 19.200 yen/m</p> <p>② Costo de transporte y otros gastos misceláneos en Japón (0.3FT) 4.430 yen/m</p> <p>③ Costo de transporte marítimo (0.3FT) 5.590 yen/m</p> <p>④ Costo de transporte doméstico (0.3FT) 970 yen/m</p> <p>Total 30.190 yen/m</p> <p>(1US\$ = 99.45 yen)</p>	<p>Aunque no hay problemas técnicos, no es tan económica.</p> <p>○</p>
<p>Fabricación japonesa</p>			

Características	Problemas técnicas	Economía	Evaluación
<p>① Norma : AWWA</p> <p>② Resistencia a tracción Tubo lineal (codos y tes) : $\leq 42.2 \text{ kgf/mm}^2 (49.3 \text{ kgf/mm}^2)$</p> <p>③ Diámetro (Diámetro nominal para $\phi 300 \sim 800$) 12" (304), 14" (356), 16" (406), 18" (457), 20" (508), 24" (609), 30" (762), 36" (914) (unidad) mm</p> <p>④ Revestimiento De acuerdo con el requerimiento del cliente, se realiza el revestimiento con la norma ANSI/AWWA. Se aplica la capa de sellado con pintura bituminosa en la superficie del revestimiento</p> <p>⑤ Prueba de presión hidráulica Tubo lineal 35.2 kgf/cm^2 Aplicar a codos y tes unos 1.5 veces más de la presión solicitada por el cliente.</p> <p>⑥ Juntas Norma: mecánica (tipo K) 3" ~ 48" : push-on (tipo T) Sin especificación detallada</p> <p>El tipo push-on es el tipo estandarizado y no hay fabricación de tipo mecánico excepto para diámetros menores. En caso del aprovisionamiento del tercer país el tipo de la junta va a ser el tipo push-on.</p>	<p>① Resistencia a la presión externa e interna. Cuenta con la misma resistencia que la fabricación japonesa y es resistente a la presión externa e interna.</p> <p>② Permeabilidad de la junta En caso del tipo push-on se puede esperar la misma impermeabilidad que el tipo K de fabricación japonesa.</p> <p>③ Expansión y deflexión Igual que el tipo K hecho en Japón, tiene excelente característica de expansión y deflexión. Responde rápidamente al movimiento del suelo y no ocasiona esfuerzos excesivos al tubo.</p> <p>④ Evitar desconexión El tipo push-on puede contar con la función de evitar desconexión (Junta predeformada PRESTRAIN).</p> <p>⑤ Resistencia sísmica Aunque la reacción al movimiento del suelo es buena, hay información de que durante el Gran Terremoto de Managua se desconectaron algunas juntas. Como medida antisísmica, es necesario emplear junta deflector o junta de sujeción (Junta predeformada).</p>	<p>① Costo de materiales ($\phi 500$ PUSH-ON) 8,750 yen/m</p> <p>② Costo de transporte y otros gastos misceláneos dentro de Japón (0.3FT) 0 yen/m</p> <p>③ Costo de transporte marítimo (0.3FT) 7,100 yen/m</p> <p>④ Costo de transporte local (0.3FT) 970 yen/m</p> <hr/> <p>Total 16,820 yen/m (1US\$ = 99.45 yen)</p>	<p>Se considera que la junta tipo push-on tiene la misma característica que la junta tipo K de fabricación japonesa. Es más económica que la junta fabricada en Japón. ©</p>



APENDICE 18 : ESTUDIO SOBRE LA RESISTENCIA SÍSMICA DE ESTRUCTURAS E INSTALACIONES

1. Concepto básico del diseño antisísmico

Para diseñar las facilidades de agua potable, se deben tener en cuenta las características estructurales de instalaciones y condiciones del cimiento. Al mismo tiempo, para evitar los daños por terremoto, es necesario estudiar la topografía y la característica del suelo alrededor del sitio de instalación para que la estructura cuente con alta seguridad, resistencia sísmica, estanqueidad y durabilidad.

Aunque, a continuación, se van a explicar las normas técnicas antisísmicas para instalaciones de agua potable de Japón, este Proyecto va a respetar en lo posible las normas nicaragüenses sobre diseño antisísmico, ya que se van a construir las instalaciones en Nicaragua.

2. Procedimiento del diseño antisísmico

En principio, se debe respetar el siguiente procedimiento para realizar el diseño antisísmico de las instalaciones de agua potable.

- (1) Selección del sitio de construcción.
- (2) Estudio del cimiento y de la característica del suelo en el sitio de construcción.
- (3) Selección del tipo de estructura y estudio de condiciones del cimiento.
- (4) Cálculo antisísmico.
- (5) Cumplimiento de las normas antisísmicas.

Para diseñar y construir las obras que están designadas por las leyes rectoras deben observar las normas técnicas especificadas en ellas.

Como método del cálculo de resistencia sísmica existe; (1) método de coeficiente sísmico, (2) método de desplazamiento de respuesta y (3) el análisis dinámico. Dependiendo de las características de estructura de instalación y condiciones del cimiento, se va a aplicar el método de coeficiente sísmico o el de desplazamiento de respuesta y para la confirmación se va a utilizar el análisis dinámico.

Dado que se van a construir las instalaciones sobre el suelo, se empleará el método de coeficiente sísmico para el cálculo y el análisis dinámico para la confirmación de la seguridad.

3. Método de coeficiente sísmico

Las instalaciones de agua potable deben estar diseñadas para que cada componente de la instalación pueda conservar la función definida por la combinación del nivel de intensidad sísmica y el grado de importancia cuando ocurre el terremoto.

Para el diseño de las instalaciones del presente Diseño Básico, se va a emplear el método de coeficiente sísmico para el cálculo y el análisis dinámico para la confirmación.

4. Nivel de resistencia sísmica de las instalaciones de agua potable

Las instalaciones de agua potable deben contar con la resistencia sísmica correspondiente que está descrita en el cuadro de abajo y la cual es definida por la combinación del nivel del movimiento sísmico (L1 y L2) y la importancia de la instalación (Rango A y Rango B).

Nivel sísmico / Importancia	L1	L2
Rango A	Sin sufrir ningún daño.	No dar grandes daños a la vida humana. Aunque cada instalación recibe daños leves, se puede mantener su propia función.
Rango B	Aunque cada instalación sufre daños leves, se puede mantener su propia función.	Aunque cada instalación recibe daños estructurales, se puede mantener el sistema integral de agua potable. Se puede recuperar rápidamente.

5. Factores de zona

En caso de Japón, el factor (coeficiente de corrección por zona) está clasificado en el A, B y C que abarca entre 0.1 y 0.7. En la Ciudad de Managua en Nicaragua, se va a observar la norma de diseño sismorresistente del gobierno nicaraguense.

6. Parámetro del suelo

A continuación, se describe la clasificación del suelo para calcular el factor sísmico lateral del diseño (K_h) que se emplea en el método de coeficiente sísmico.

Tipo del suelo	Característica
Tipo Suelo I	Suelos diluviales rígidos o roca
Tipo Suelo II	Suelos diluviales o aluviales (incluyendo gravas y guijarros)
Tipo Suelo III	Suelos blandos de estratos aluviales

Si se estima en base al valor N:

Tipo del suelo	Valor
Tipo Suelo I	$50 < n$
Tipo Suelo II	$20 < n < 50$
Tipo Suelo III	$20 > n$

7. Factor sísmico lateral

El factor sísmico lateral que se emplea para el diseño de estructuras subterráneas por el método de coeficiente sísmico (Nivel del movimiento sísmico 1).

Por tipo del suelo	Factor sísmico lateral en la superficie (K_{h1})	Factor sísmico lateral en el basamento (K_{h1})
Tipo Suelo I [$T_G < 0.2(s)$]	$K_{h1} = 0.16$	$K_{h1} = 0.15$
Tipo Suelo II [$0.2 \leq T_G < 0.6(s)$]	$K_{h1} = 0.20$	
Tipo Suelo III [$0.6(s) \leq T_G$]	$K_{h1} = 0.24$	

Factor sísmico lateral empleado para el diseño de estructuras subterráneas por el método de coeficiente sísmico (Nivel del movimiento sísmico 2).

Por tipo del suelo	Valor mínimo y máximo del factor sísmico lateral del diseño en la superficie, K_{h2}	Valor mínimo y máximo del factor sísmico lateral del diseño en la superficie, K_{h2}
Tipo Suelo I [$T_G < 0.2$] T_G es el período característico del suelo (s)	$K_{h2} = 0.60 \sim 0.70$	$K_{h2} = 0.40 \sim 0.50$
Tipo Suelo II [$0.2 \leq T_G < 0.6(s)$]	$K_{h2} = 0.70 \sim 0.60$	
Tipo Suelo III [$0.6 \leq T_G$]	$K_{h2} = 0.40 \sim 0.60$	

8. Comprobación del coeficiente sísmico de entrada para el diseño por el análisis dinámico

El valor del coeficiente sísmico para el análisis dinámico deberá corresponder al espectro de velocidad de respuesta y al espectro de aceleración de respuesta de superficie de terrenos. El valor máximo de entrada en el tipo del suelo II será de $700 \sim 800 \text{ cm/s}^2$. Para decidir el diseño sismorresistente de las instalaciones de agua potable se deberá estudiar detalladamente la característica del suelo con el método adecuado, ya que Nicaragua es un país sísmico como Japón y ha sufrido grandes daños por sismos.

Estructura	Método del cálculo de terremoto		Leyes y regulaciones relacionadas	Nota
	Nivel sísmico 1	Nivel sísmico 2		
Conductos Colocados Transversal	—	—	Orden ministerial regulador de normas técnicas de instalaciones de oleoductos 25 de dic. de 1972, Orden ministerial No. 2, Ministerio de Industria y Comercio Internacional (MITI), Ministerio de Transporte, Ministerio de Construcción y Agencia de Asuntos Domésticos Norma técnica de juntas antisísmicas para conductos subterráneos (propuesta) (Centro de Tecnología de Desarrollo Territorial) 1977 Guía del diseño antisísmico para tuberías de acero de agua potable para uso subterráneo (Asociación de tuberías de acero para agua potable de Japón) 1977	
	Desplazamiento de respuesta	Desplazamiento de respuesta Comparar con el análisis dinámico, si se requiere		
Transmisionales Longitudinal	Desplazamiento de respuesta	Desplazamiento de respuesta Comparar con el análisis dinámico, si se requiere	Norma técnica de compuertas y tubos de acero (Asociación de Compuertas y Tubos de acero) 1993 Guía sobre norma de trabajo de cemento (Instituto de Ingeniería de Obras Civiles) 1996	** Hacer cálculo dependiendo de necesidad y estado de soterrado ** Hacer cálculo dependiendo de necesidad y estado de soterrado
	Coefficiente sísmico o desplaza. res. **	Coefficiente sísmico o desplaza. res. **		
Tanques Estructuras tanques	Coefficiente sísmico o desplazamiento de respuesta **	Coefficiente sísmico o desplazamiento de respuesta **	Ley de industria eléctrica, Ley No. 75, 21 de abril de 1995 Orden ministerial regulador sobre normas técnicas de instalaciones eléctricas, 18 de octubre de 1995, Orden ministerial No. 83 del MITI Ley de control de gas de alta presión, Ley No. 14, 31 de marzo de 1996 Decreto de ejecución sobre la ley de control de gas de alta presión, Decreto No. 77, 24 de marzo de 1994 Regulación sobre la seguridad de gas de alta presión en general, Orden ministerial No. 29 del MITI, 29 de marzo de 1996 Regulación sobre la seguridad de contenedores, 27 de julio de 1994, Orden ministerial No. 58 del MITI, 27 de julio de 1994	Guía técnica para central nuclear
	Coefficiente sísmico	Coefficiente sísmico		
Equipos mecánicos y eléctricos	Coefficiente sísmico	Coefficiente sísmico	Ley estándar de construcción, Ley No. 13, 26 de febrero de 1995 Decreto de ejecución sobre la ley estándar de construcción, Decreto de ejecución No. 214, 24 de mayo de 1995 Norma de cálculo de estructura de hormigón armado y su explicación (Instituto de Construcción), 1991 Norma de cálculo de estructura de hormigón armado y varillas y su explicación (Instituto de Construcción), 1987 Norma de diseño de estructura de vigas y su explicación, 1989 Norma de diseño de estructura de acero (Instituto de Construcción) 1973 Guía de diseño de estructuras estándares de construcción (Instituto de Cons.) 1988	
	Coefficiente sísmico	Idem		
Edificio principal o edificaciones de la planta de agua potable	Idem	Idem		
	Idem	Idem		

APENDICE 19 : ESTUDIO SOBRE TANQUE DE COLECCIÓN, ESTACIÓN DE BOMBEO Y RESERVORIO

1. Estudio sobre el tanque de colección

De acuerdo con el resultado del estudio de suelos sobre los estratos de cimentación para el tanque, desde la superficie hasta los 3,6 m de profundidad el valor N es de 4 a 16, por lo tanto, los estratos portantes no son sólidos. En general, si hay más de 5 m de profundidad desde la superficie hasta el estrato portante, es recomendable construir la fundación de pilotes. Si la profundidad es menor, generalmente se emplea "la fundación de losa (fundación directa)". Por consiguiente, en este Proyecto se va a excavar y eliminar las capas blandas para sustituirlas con ripios de buena calidad o suelo cemento. Después de consolidar suficientemente las capas portantes para asegurar buena base, se va a construir la fundación directa para el tanque. Como la bomba de impulsión va a estar instalada en la fosa, el punto más alto del fondo del tanque va a estar en el mismo nivel que el suelo del predio. Las especificaciones del tanque son las siguientes.

Estructura: hormigón armado

Dimensión: 16,2 m x 16,2 m x 7,7 m

Capacidad: 1.140 m³

Cantidad: dos tanques

1.1 Posición y función

El tanque de colección es una instalación que recibe las aguas captadas por la bomba sumergida que está instalada en cada uno de los 13 pozos y cumple la función de suministrar las aguas a la bomba de impulsión para que las mismas sean impulsadas al reservorio de distribución. El tanque será instalado en la estación de bombeo. Esta previsto construir la estación de bombeo en el campo abandonado que está en el lado derecho del puente de acero que queda aproximadamente a un kilómetro al sudeste de Sabana Grande si se toma la ruta de la antigua vía férrea. El terreno es casi plano y libre de edificaciones. Como está al lado de la carretera pública, es relativamente fácil de transportar los materiales de construcción. Por lo tanto, se considera que la construcción de la estación de bombeo incluyendo los tanques colectores no va a tener problemas.

1.2 Capacidad

La capacidad del tanque equivale al volumen de una hora de aguas conducidas. Para la conveniencia del mantenimiento, se van a instalar dos tanques. La capacidad de almacenamiento de cada tanque es la siguiente.

$$\text{Volumen de aguas conducidas } 54.734 \text{ m}^3 / \text{día} \div 24 \text{ horas} / \text{día} \div 2 \text{ tanques} = 1.140 \text{ m}^3$$

1.3 Estructura y nivel de agua

Se determina el nivel mínimo de agua en base al diámetro de tubo de entrada a la bomba y la altura de instalación de este tubo. Es necesario estudiar cuidadosamente la profundidad de instalación del tubo de entrada, ya que se va a instalar la bomba en la fosa. Se asegurará una profundidad de 2 m ($H = 2,5D$ y Diámetro $D = 800$ mm) desde el centro del tubo de entrada y esta posición va a ser el nivel mínimo de agua. Dado que el fondo del tanque está achafanado para evitar la succión de sustancias depositadas o impresas, así como para la conveniencia de captar aguas cuando se realiza la limpieza, se debe dejar unos 300 mm desde el fondo del tanque hasta el nivel mínimo.

Por las siguientes razones, se fija provisionalmente a 6,0 m el nivel máximo de agua; es necesario asegurar el volumen efectivo, la profundidad normal efectiva es de 4,5 a 6,0 m y no existen problemas en elevar la pared lateral del tanque por la ausencia de la presión del suelo. Se obtiene el diámetro del tubo de reboce con la ecuación de orificio. Teniendo en cuenta la posibilidad de intensificar ondulaciones en proporción al volumen del pozo de conexión, se instalará el tubo de reboce a los 400 mm de profundidad en vez de a los 300 mm del caso ordinario. Por lo que, la altura de la parte inferior del techo del tanque va a ser 400 mm más alta que el nivel máximo de agua.

Si se construyen dos tanques independientes, el tanque de acero es más barato que de hormigón armado (Ver la comparación económica del dato anexo). Pero si construye un tanque con dos cámaras, el costo va a ser similar. Dado que el tanque de acero tiene varios inconvenientes tales como oxidación, dificultad de hacer mantenimiento y operación, costo requerido para hacer frente a estos problemas y contaminación de agua, es mejor construir el tanque de hormigón armado dotado de la estructura antisísmica.

1.4 Accesorios

Se van a instalar como accesorios el tubo de entrada, tubo de salida (tubo de entrada para la bomba impulsora), tubo de reboce / tubo de drenaje y medidor del nivel. Las aguas de

reboce y drenaje serán conducidas hasta el río que está cerca del terreno de construcción de la estación de bombeo. La parte japonesa construirá el conducto de drenaje hasta la salida de la estación de bombeo y la parte nicaragüense se hará cargo de construir el resto del tramo hasta el río.

1.5 Cimentación y su configuración

Dado que la bomba será anclada en una fosa, es necesario asegurar el nivel mínimo de agua. Teniendo en cuenta la conveniencia de mantenimiento, operación, inspección, construcción, economía y seguridad de la instalación, es mejor instalarla cerca de la superficie sin excavar profundamente. Como el resultado del estudio de suelos ha indicado que hasta los 3,6 m de profundidad los estratos no son tan resistentes, se sustituirá esta parte por piedras chancadas de buena calidad o suelo cemento y después de formar una base firme por compactación se instalará la fundación de losa.

2. Estudio de la estructura de reservorio

En el terreno de construcción del reservorio, el valor N por debajo de un metro de profundidad es más de 30, siendo un valor bastante bueno para la cimentación. No obstante, a partir de los 3,15 m de profundidad aparecen parcialmente los estratos blandos con el valor $N = 7$. La primera alternativa para resolver este problema es sustituir la parte blanda por piedras trituradas de buena calidad. Sin embargo, hay que respetar el principio de que el cimiento debe estar construido por encima de la zona de corte. Si se instala el tanque muy cerca de la superficie sin excavar profundamente, teniendo en cuenta solamente la conveniencia de la ejecución de obras y economía, aumenta la altura real de bombeo, siendo una solución no económica. La siguiente alternativa es excavar y eliminar los estratos blandos y construir la fundación directa por encima de la capa portante sólida. Si se comparan estas dos alternativas, la segunda va a generar una gran cantidad de tierras por el hecho de construir el reservorio por encima de la cimentación directa mediante excavaciones. Desde el punto de vista económica, en principio, se tratará de hacer disposición de tierras dentro del predio del reservorio. Se podrá depositar una parte de tierra por encima del techo del tanque sobre donde se plantarán céspedes o algunas plantas. Las especificaciones del reservorio son las siguientes.

Estructura: hormigón armado

Dimensión: 45,2 m x 36,8 m x 7,6 m

Capacidad: 9.123 m³

Cantidad: dos tanques

2.1 Ubicación y condición topográfica

Se ha planteado construir el reservorio para suministrar aguas a los Distritos 4 y 6 de la ciudad de Managua. Se van a construir los tanques en Las Américas del Distrito 4 donde actualmente se encuentra el reservorio de ENACAL que suministra aguas a ambos distritos. Los tanques serán construidos al lado de los tanques de distribución existentes. El terreno de reservorio sube hacia sur / oeste con una diferencia de más de 3 metros de altura. El terreno sujeto a la gestión de adquisición está ubicado más de 1 metro por encima de la cota más alta del predio actual.

2.2 Capacidad

Se calcula que la capacidad del tanque corresponde al 40 % del volumen de abastecimiento promedio diario del Proyecto. Como el volumen diario máximo es de 54.733 m³ / día y el coeficiente de carga es de 1,2, el volumen de almacenamiento, o sea, la capacidad del reservorio va a ser de 18.246 m³. Se van a construir dos tanques de distribución y cada uno tendrá los 9.123 m³ de capacidad respectivamente.

$$54.737 / \text{día} / 1,2 = 45.614$$

$$45.614 \times 0,4 = 18.245$$

$$18.245 / 2 = 9.123 \text{ m}^3$$

2.3 Estructura

Dado que el volumen del tanque es de 9.123 m³, va a ser uno de los reservorios más grande en Nicaragua. Si se construye el tanque de acero de esta magnitud, se requiere hacer refuerzos con nervaduras u otros materiales. Por consiguiente, no se puede garantizar la seguridad y fiabilidad de la estructura. Aparte estos problemas, si se consideran las medidas para evitar corrosiones y hacer mantenimiento, es necesario instalar el tanque en la parte excavada. Debido a estas razones, no es deseable optar por el tanque de acero. Por consiguiente, se va a construir el tanque cuadrado de hormigón armado.

2.4 Nivel de agua del diseño

Conforme con el plan de abastecimiento de ENACAL, la tubería de distribución va a ser conectada con el tubo de $D = 600$ mm. Por ende, se debe asegurar una profundidad de 1,5 m ($H = 2,5 D$) desde el centro de la tubería de distribución y esta posición va a ser el nivel mínimo de agua. Los otros niveles serán fijados de la misma manera que el tanque de colección, siendo los 300 mm la altura desde el fondo del tanque hasta el nivel mínimo y la parte inferior del techo se quedará a los 400 mm por encima del nivel máximo.

Debido a las condicionantes: ① La extensión del terreno de Las Américas de ENACAL, donde se va a construir el reservorio está limitada, ② Hay mucha diferencia en la elevación topográfica y para disminuir la cantidad de tierra excavada debe buscar un sitio relativamente plano para la construcción del reservorio y ③ Falta la superficie para las obras provisionales durante la ejecución del Proyecto; se debe excavar el terreno para construir los tanques. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta la altura de la pared que recibe la presión de suelo. Para garantizar el volumen efectivo, se ha fijado como 5 m la profundidad efectiva.

2.5 Relación entre los tanques a construir y los existentes

Al principio, se ha planificado conectar las tuberías de distribución de los tanques nuevos con las existentes utilizando las especificaciones (nivel de agua) de los tanques existentes. No obstante, de acuerdo con el estudio de ENACAL, se ha entendido que no se puede mejorar el sistema de abastecimiento en forma eficaz y concreta simplemente empalmado el nuevo sistema con el existente. Por consiguiente, se ha quedado con conectar las tuberías nuevas con la tubería de distribución ($\phi 600$) que ENACAL va a instalar en futuro. Como las nuevas tuberías van a formar un sistema de distribución independiente, se ha estudiado el diseño de los tanques para que sea el más idóneo, teniendo en cuenta las condiciones físicas existentes tales como la poca superficie de reservorio y considerable diferencia en el nivel topográfico.

Cálculo del diámetro del tubo de reboce

Ecuación de orificio

$$Q = kDh^{1.42}$$

$$k=4.86 \quad h=0.3m$$

Pozo	D(m)	D(mm)definido	Q(m ³ /S)	h1.42	Nota
No. 4	0.048901255	50	0.043	0.180930666	1 pozo
No. 6	0.246780752	250	0.217	0.180930666	4 pozos
No. 7	0.196742258	200	0.173	0.180930666	3 pozos
No. 8	0.147841003	150	0.130	0.180930666	2 pozos
No. 9	0.098939748	100	0.087	0.180930666	1 pozo
No.10	0.048901255	50	0.043	0.180930666	1 pozo
No.14	0.196742258	200	0.173	0.180930666	4 pozos
No.16	0.098939748	100	0.087	0.180930666	2 pozos
No.11	0.048901255	50	0.043	0.180930666	2 pozos

	D(m)	D(mm)definido	Q(m ³ /S)	h1.42	h=400
Tanque	0.49130581	500	0.65	0.272223233	15 pozos

Colector

	D(m)	D(mm)definido	Q(m ³ /S)	h1.42	h=400
Reservo.	0.49130581	500	0.65	0.272223233	13/60 × 3 unids.

APENDICE 20 : ESTUDIO SOBRE EL EQUIPO DE CLORACIÓN

1. Lugar de instalación.

Por las razones que se exponen a continuación, el equipo de cloración, será construido dentro del terreno de los reservorios. En cuanto a los lugares de construcción de las instalaciones se ha estudiado dos lugares, la estación de bombeo y el reservorio.

- (1) En el caso de construirlo en la estación de bombeo: La presión de inyección cuando está operando la bomba en forma continua será de casi 9.3kgf/· (la presión de inyección cuando se produce el golpe de ariete será de aproximadamente 21.5kgf/·). Para la inyección del hipoclorito de sodio se utilizará la bomba de tipodiafragma, pero su presión de expulsión estándar es de casi entre 3 y 10kgf/· . Además, en la parte de la expulsión, es necesario colocar una válvula de retención de contrapresión (1.0 a 2.0kgf/·), y si se inyecta el hipoclorito de sodio cerca de los tubos de colección del lado de la bomba de impulsión, no resultará satisfactoria la inyección del hipoclorito de sodio, produciéndose problemas en la resistencia de la bomba de inyección, por lo que no se considera adecuado. Además de esto, se pensó hacer la inyección en el tanque de colección, sin embargo en este caso, existe el temor de la corrosión de la bomba impulsora por el cloro, siendo por ello inadecuado.
- (2) En el caso de construirlo en el reservorio: Debido a que se ubica en el terminal de la ruta de tuberías de aducción, la presión de inyección cuando opera la bomba en forma continua es de 1.0kgf/· , y no se produce defectos en la inyección. Además, debido a la presión de inyección es baja, no existen problemas con la resistencia de la bomba de inyección, en relación con las otras ubicaciones.

2. Instalación de cloración.

Si se estudia la disponibilidad de los agentes químicos de desinfección para el equipo de cloración en Nicaragua, hay dos posibilidades: el cloro licuado (gas de cloro) y la solución del hipoclorito de sodio. Como ENACAL está empleando el gas de cloro, no existen problemas en conseguir este producto. También es posible adquirir en el mercado local la solución del hipoclorito de sodio (en caso de la concentración efectiva del 12 %, se requieren 1,24 m³ / día). Como se indica en el cuadro siguiente, el costo de materia prima de la solución del hipoclorito de sodio es más elevado que el del cloro licuado, por lo tanto, el costo de operación y mantenimiento va a ser más alto.

Comparación de materias primas de cloración

Agente	Costo material **	Cloro efectivo	Precio unitario cloro efectivo
Cloro licuado (gas de cloro)	US\$883.04/907kg	907kg	US\$0.97/kg
Hipoclorito de sodio*	US\$1.32/galón	0.515kg	US\$2.56/kg

* : Concentración efectiva del cloro: 12%

** : Dato de ENACAL

En caso del gas de cloro, el costo de instalación es más elevado que el hipoclorito de sodio, en

cambio, el costo de operación y mantenimiento reduce. No obstante, se debe tener mucho cuidado en operación y mantenimiento, ya que hay posibilidad de producir la fuga de gas que provoca grandes daños. Por otro lado, si se emplea la solución del hipoclorito de sodio, el costo de operación y mantenimiento va a ser más elevado que el gas de cloro, pero el costo de instalación será más reducido y será más fácil y seguro en su manipulación.

2. Resultados del estudio

ENACAL ha manifestado que tiene más interés en la seguridad de operación que la economía. En el presente proyecto se va a estudiar profundamente el empleo del hipoclorito de sodio para el equipo de cloración.

Equipo de cloración para las instalaciones de captación y conducción de aguas

	Equipo de cloración por cloro (gas)		Equipo por hipoclorito de sodio (líquido)	
Disponibilidad del material en el mercado exterior	Es disponible.	○	Necesario confirmar la disponibilidad. * Aunque es disponible un producto de mala calidad causa la obturación del tubo de inyección.	△
Seguridad	Si se presenta la fuga, es nocivo para el cuerpo humano. Es muy importante el mantenimiento.	△	Dado que es líquido, es mucho más seguro que el gas de cloro.	○
Resistencia climática	No hay problema.	○	Cuando la temperatura a la intemperie sube por encima de 30°C, el cloro se evapora y obtura el flujo de solución, causando problemas de inyección.	△
Calidad de agua	No hay problema.	○	Si el agua contiene mucha cantidad de Ca, se forman sólidos y el tubo de inyección se queda obturado. Es necesario hacer estudio de la calidad de agua.	△
Mantenimiento	Hacer control y mantenimiento para evitar la fuga de gas.	△	Hacer control y mantenimiento para evitar obturación del tubo de inyección.	△
Experiencias en el exterior	La mayoría de los equipos adaptan este sistema.	○	Casi no hay.	△
Costo inicial del equipo de cloración	Caro.	△	Barato	○
Costo de operación del equipo de cloración	Bajo. *Dado que la materia prima es barata.	○	Alto. *Dado que la materia prima es cara.	△

1. Estudio de la calidad de agua sujeta a la cloración (para evaluar la adaptabilidad al hipoclorito de sodio).
2. Confirmación de la ruta de adquisición del agente químico de cloración (hipoclorito de sodio) de buena calidad.
3. Evaluación de la capacidad de mantenimiento para evitar obturación del tubo.
4. Estudio y evaluación de las medidas cuando la temperatura a la intemperie sube por encima de 30 °C.
5. Estudio sobre la necesidad de instalar aire acondicionado para la ventilación.

Tabla de comparación de los agentes de tratamiento de cloro.

Método Com- paración	A. Cloro licuado	B. Hipoclorito de sodio disponible en el mercado (sodio)	C. Hipoclorito de sodio elaborado por electrólisis de agua salada (sodio)
(1) Método de inyección	Recibir y almacenar el cloro licuado. Inyectar el gas como cloro licuado después de medir el peso y hacer el ajuste. Extraer del cilindro el cloro licuado y evaporizarlo por el evaporador. Ajustar el peso del cloro en el inyector. Mezclar el cloro con el agua por el inyector y enviar la solución de cloro por presión al punto de inyección.	Recibir el hipoclorito de sodio industrial en el tanque mediante el camión cisterna. Inyectar el hipoclorito después de medir y ajustar el peso. Recibir el hipoclorito de sodio industrial del 6 al 12 % de concentración en el tanque por el camión cisterna. Después de hacer medición y ajuste del peso, enviar la solución por presión al punto de inyección.	Recibir la sal por camión de volquete o por contenedor y depositarla directamente en el tanque de solución. Ajustar la concentración de sal al 3 % de solución y elaborar el hipoclorito con el 1 al 2 % de concentración de cloro. Guardar temporalmente el hipoclorito y enviarlo por presión al punto de inyección después de ajustar el peso por el inyector o por la bomba de medición.
(2) Equipos auxiliares	Válvula de cierre de emergencia o equipo de cierre de la válvula principal. Equipo de neutralización del gas de cloro. Detector de la fuga de gas de cloro.	Equipo automático de extracción de burbujas.	No necesario.
(3) Condición de instalación	<p>A. Edificio</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En un lugar donde se puede garantizar la distancia de instalación entre los equipos o depósitos regulada por la ley de control de gas de alta presión. 2. Contar con la estructura que pueda contener el gas de fuga y que es resistente al sismo de alta intensidad. <p>B. Interior del edificio</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Necesitan tabiques de retención. 2. Mantener la temperatura por debajo de 40°C y estar libre del fuego. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En un lugar donde no recibe directamente la radiación del sol ni sube la temperatura. 2. Si aumenta la temperatura, se acelera la generación del gas de oxígeno y baja la concentración notablemente. <ol style="list-style-type: none"> 1. El tanque de depósito debe estar instalado en un lugar oscuro y fresco dentro del edificio. Mantener la temperatura por debajo de la temperatura de ambiente. Necesitan tabiques de retención. 2. No es necesario instalar el calentador durante el invierno, ya que se puede usarlo hasta -15°C. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los equipos principales incluyendo el elaborador deben estar instalados en el interior del edificio. El tanque de depósito y disolución de sal y el tanque de hipoclorito pueden estar afuera. Como la solución elaborada en la planta propia es estable, no es necesario tomar medidas para impedir la bajada de la concentración, ya que tan pronto como es elaborada, será inyectada al sistema. 1. Dado que la concentración de solución de álcali es menor del 1 %, no es necesario construir el dispositivo (tabiques) para evitar el desastre secundario.

Método Com- paración	A. Cloro licuado	B. Hipoclorito de sodio disponible en el mercado (sodio)	C. Hipoclorito de sodio elaborado por electrólisis de agua salada (sodio)
(4) Leyes o regulaciones relacionadas A. Leyes o regulaciones en japon.	1. Ley de control de gas de alta presión (cloro). Decreto de ejecución de la ley de control de gas de alta presión. Regulación de la seguridad de envases. Normas relacionadas con la regulación de la seguridad de envases. Regulación sobre la seguridad de gas de alta presión en general. Normas relacionadas con la regulación sobre la seguridad de gas de alta presión en general. 2. Regulación sobre la seguridad e higiene de trabajo (gas de cloro). Regulación sobre seguridad e higiene de trabajo. Regulación sobre la prevención de accidentes laborales por sustancias químicas específicas.	No hay en especial.	No hay en especial.
B. Persona autorizada para el manejo	3. Ley de prevención de contaminación ambiental (gas de cloro). 4. Ley de extinción de fuegos (en general).	No hay en especial.	No hay en especial
	Responsable autorizada para la manipulación de gas de alta presión específico.	No hay en especial	No hay en especial
C. Solicitud y notificación	1. Solicitud para conseguir la aprobación de la construcción del depósito de gas de alta presión (más de 3 t). 2. Solicitud para la inspección del depósito de gas de alta presión al terminar las obras (más de 3 t). 3. Notificación a la estación de bomberos sobre el uso de gas de alta presión específico (más de 1t). 4. Notificación del responsable autorizado para la manipulación de gas de alta presión específico (más de 1t). 5. Notificación sobre la instalación e equipos químicos específicos. 6. Notificación sobre la instalación de objetos peligrosos (por ordenanzas locales).	1. Se está estudiando hacer obligación de notificar la instalación de los equipos químicos específicos y artículos peligrosos.	1. Es deseable notificar el plan de instalación. No obstante, no es necesario disponer del responsable autorizado.

Método Com- paración	A. Cloro licuado	B. Hipoclorito de sodio disponible en el mercado (sodio)	C. Hipoclorito de sodio elaborado por electrólisis de agua salada (sodio)
(5) Caracteri- stica de soluciones	<p>Fórmula química; Cl₂ (Peso molecular; 35,45).</p> <p>En la temperatura y presión normal, este gas tiene un color amarillo verde con un olor muy fuerte y reacciona directamente con casi todos los elementos.</p> <p>Punto de ebullición: -54,11°C.</p> <p>El cloro licuado tiene un color ámbar y es aceitoso. El peso específico es de 1,57. La presión del cloro en el cilindro cambia por la variación de la temperatura de contorno. Con 0°C, la presión es de 3 kg/cm³ y con 25°C, la presión va a ser alrededor de 8 kg/cm³, siendo ya gas de alta presión.</p>	<p>Fórmula química; NaClO (Peso molecular; 74,45).</p> <p>Es una solución transparente con la tonalidad de verde amarillo y tiene un olor parecido al cloro.</p> <p>Con las siguientes reacciones, baja la concentración efectiva del cloro. (a) descomposición natural, (b) descomposición fotoquímica por rayos ultravioletas, (c) descomposición por la subida de temperatura, (d) descomposición por el ácido, (e) descomposición por el metal pesado, (f) descomposición por la variación del pH, (g) descomposición por agitación forzada.</p> <p>Por la descomposición generan burbujas pequeñas (oxígeno).</p> <p>La concentración efectiva del cloro del producto industrial común oscila entre el 6 y el 12 %. El cloro está diluido con la solución de fuerte alcalinidad (pH cerca de 13) (para impedir la reacción de descomposición).</p>	<p>Hipoclorito de sodio elaborado por electrólisis de agua salada:</p> <p>La concentración efectiva del cloro: aprox. 1 %.</p> <p>Débilmente alcalino (pH; de 8 a 9)</p> <p>Transparente e incoloro.</p> <p>Sal:</p> <p>Fórmula química; NaCl (Peso molecular; 58,5).</p> <p>En general, es un cristal anhidrido, contiene Mg y Ca y es soluble.</p>
(6) Seguridad	<ol style="list-style-type: none"> 1. El gas de cloro es muy nocivo. Con 3,5 ppm en el aire, se siente la náusea. Se peligró la vida, si está expuesto durante 30 minutos con 50 ppm de concentración. 2. Se debe instalar un equipo de neutralización para convertirlo en una sustancia no nociva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavar con el agua el cuerpo o la ropa si tiene contacto con la solución. 2. Si la solución ataca a los ojos, hay posibilidad de perder la vista. Hay que lavar los ojos con el agua y recibir el chequeo de oftalmólogo. 3. Deben tratarlo como un producto químico peligroso, ya que es una solución de fuerte alcalinidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay posibilidad de causar accidentes laborales por su manipulación, ya que es una solución con menos del 1 % de alcalinidad.
(7) Implementos de seguridad	<p>Cilindro de oxígeno.</p> <p>Máscara de gas.</p> <p>Otros</p>	<p>Anteojos de seguridad</p> <p>Guantes de goma</p> <p>Botas de goma</p>	<p>No es necesario.</p>

Método Com- paración	A. Cloro licuado	B. Hipoclorito de sodio disponible en el mercado (sodio)	C. Hipoclorito de sodio elaborado por electrólisis de agua salada (sodio)
(8) Corrosión	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cloro licuado, gas de cloro y solución de cloro que contienen el agua corroe casi todos los materiales. 2. Los materiales anticorrosivos son; titanio, cloruro de vinilo duro, ebonita, goma natural dura y platina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Por el efecto de oxidación la mayoría de los metales y fibras naturales quedan corroídos. 2. Los materiales de anti corrosión son; titanio, cloruro de vinilo duro, polietileno, teflón, plástico reforzado con fibra de vidrio de alta resistencia a corrosión, goma de butileno y platina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lo mismo que a la izquierda. No obstante, la posibilidad de corrosión es menos de la décima parte que la izquierda. 2. Los materiales anti corrosivos son; titanio, cloruro de vinilo duro y goma de butileno.
(9) Control diario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Por la ley de control de gas de alta presión, se debe hacer más de una vez al día la inspección. 2. Es necesario revisar la instalación in situ cuando para la operación. 3. Hay que recibir y cambiar cilindros. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer patrulla. 2. Operación automática posible. 3. Hay trabajos al recibir el hipoclorito de sodio. Es necesario analizar la concentración del hipoclorito de sodio depositado (en especial durante el verano). Rellenar el hipoclorito cada 5 a 10 días. 4. Periódicamente quitar la brubaja. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Igual que a la izquierda. 2. Igual que a la izquierda. 3. Se requiere recibir y descargar la sal pero solamente de 6 a 12 veces al año.
(10) Inspección y Manten- miento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspección periódica interna una vez al año e inspección obligatoria por las autoridades una vez por cada unos cuantos años. 2. Cambio periódico de dos veces al año del tubo de acero para el cilindro, válvula auxiliar y medidor de presión. 3. Desmontaje del cilindro, inyector y tubería de cloro cada 3 a 5 años. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay inspección regulada. 2. Cambio de la válvula de tubería para hipoclorito de sodio y el diafragma del medidor de presión cada año o cada 2 años. 3. Desmontaje y limpieza del inyector cada 3 a 5 años. 4. Revestimiento del tanque cada 5 a 6 años en caso de utilizar el hipoclorito industrial común. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Igual que a la izquierda. 2. Igual que a la izquierda. 4. Hacer el recubrimiento del electrodo cada 3 a 4 años. 5. Hacer la limpieza del electrodo unas 3 veces al año.
(11) Problemas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es gas bastante nocivo. 2. Ataque de corrosión a otros equipos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El costo del producto químico es caro. 2. Hay posibilidad de bajar la concentración por la descomposición. 3. Por el envejecimiento se presentan burbujas dentro de la tubería y se desequilibra la cantidad de inyección. 4. Se depositan cascarillas dentro de la tubería por Ca y Mg contenidos en el producto químico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aunque los equipos antiguos tenía problemas de la eficiencia y resistencia, ahora los equipos nuevos cuentan con una buena eficiencia y resistencia gracias a los esfuerzos de mejoramiento, por lo tanto, no hay problemas especiales. 2. Hay muchos puntos de inspección por existir numerosos equipos.

APENDICE 21 : ESTUDIO SOBRE LAS ESTRUCTURAS PROVISIONALES

Para estudiar las obras de retención de tierra, es necesario definir, en primer lugar, el corte estándar de excavación para la instalación de tuberías.

1. Puntos de advertencia sobre la definición del corte de excavación.

- (1) Antes de hacer la excavación para instalar tuberías, es necesario estudiar en forma integral el estado de carreteras, existencia de obras enterradas, condición del suelo y estado medioambiental, así como el recubrimiento de tierra después de instalar tuberías. De acuerdo a estas condiciones se definirá el corte de excavación y el método de retención de tierra para que se puedan realizar obras en forma segura y acertada.
- (2) Cuando la profundidad de excavación alcanza a más de 1,5 m, se debe hacer la obra de retención de tierra excepto en los casos en que se pueda excavar la fosa manteniendo un talud adecuado a la calidad del suelo a excavar.
- (3) Aunque la profundidad de excavación no alcanza a 1.5 m, con la finalidad de conseguir la seguridad de las obras, se debe hacer la retención de tierra en donde exista el suelo natural de pobre capacidad de soporte.

2. Método de excavación

Considerando las siguientes condiciones, se decidirá si se realiza la excavación a máquina o a mano.

- (1) En caso de que haya más de 4 m del ancho efectivo de la carretera, en principio, se excavará a máquina.
No obstante, por las siguientes razones, si no es posible o no es adecuado realizar la excavación por máquina, se excavará a mano.
 - 1) Se debe excavar después de estudiar el estado de las obras subterráneas tales como redes de agua potable y alcantarillado sanitario, tuberías de gas y obras del suministro eléctrico, así como las estructuras alrededor de las viviendas.
 - 2) Antes de comenzar a trabajar, se debe estudiar la topografía (curvas y pendientes de la carretera) y característica del suelo (rocas, cantos rodados y cimientos débiles) para confirmar la comodidad de obras.
 - 3) Confirmar con ENACAL la necesidad de conseguir los permisos de obras otorgados por las autoridades rectoras del control de tráfico y tránsito.
 - 4) Elaborar previamente el plan de transporte de las maquinarias hasta el sitio de obras y discutir con ENACAL este plan.
- (2) Aun cuando el ancho de la carretera sea menor de 4 m, sería recomendable excavar con máquina si se puede bloquear el tráfico.

3. Obras mecanizadas de retención de tierra (erección de tablestacas de acero liviano)

3.1 Caso de utilización

Se pueden montar andamios si se realizan obras de erección de tablestacas de acero liviano (ancho efectivo estándar es de 250 mm) junto con las obras de excavación. En principio, se llevarán a cabo por maquinarias las obras de erección de tablestacas de acero liviano. No obstante, en caso de que no sea posible o adecuado hacer obras por máquinas, se trabajará a mano.

3.2 Máquinas empleadas

En principio, se utilizará el camión de grúa (de 4,8 a 4,9 t de capacidad).

3.3 Número de trabajadores

El cuadro de abajo indica el número estándar de personas que formarán parte de la cuadrilla de obras de erección de tablestacas de acero liviano.

Cuadrilla de obras

	Supervisor	Trabajador especializado	Peón	Total (personas)
Colocar tablestacas	1	2	2	5
Quitar tablestacas	1	1	2	4

APENDICE 23 : BIBLIOGRAFIA

- [1] Documentos de Licitación No.INAA-BID/1, INAA
- [2] Normas y Procedimientos para Adquisiciones con Préstamos del BID, BID
- [3] Estudio y Modelo Tarifario a Costos Marginales de Largo Plazo para el INAA, INNA
- [4] Plan de Desarrollo 1998-2000, INAA
- [5] Tuberías de Presión, Tuberías de Hierro Fundido Dúctil y Accesorios, Pont-a-Musson
- [6] Recomendaciones para el Transporte y Distribución del Cloro Gas, OPS
- [7] Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Congreso de la República
- [8] Decreto Presidencial sobre las Disposiciones para el Control de la Contaminación Provenientes de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias, La Gaceta 1995
- [9] Ley de Modificación de la Ley de Creación del INAA, y Ley de Creación de ENACAL, LA GACETA 1998
- [10] Lista de Precios de Mano de Obra para Armaduría, Albañilería y Carpintería de 1997, Cámara Nicaragüense de la Construcción
- [11] Reglamento Nacional de Construcciones, Ministerio de Vivienda
- [12] Plano de Tuberías de Distribución de la zona de Sábana Grande, INAA
- [13] Normas para la colocación Tuberías, INAA
- [14] Normas de Diseño de Obras de Agua Potable, INAA
- [15] Guía de Calidad de Agua Potable, OMS
- [16] Tuberías de Hierro Fundido Dúctil, Editorial Barrabás
- [17] Catálogo de tuberías de Hierro Fundido Dúctil, en español Pont-a-Musson
- [18] Catálogo de tuberías de Hierro Fundido Dúctil, en inglés Pont-a-Musson
- [19] Programa de Reestructuración del Sector de Servicios Públicos, BID
- [20] Normas de Calidad de Agua Potable, CAPRE
- [21] Informe Anual. 1993, Banco Central de Nicaragua
- [22] Informe Anual. 1996, Banco Central de Nicaragua
- [23] Manual de Diseño de Redes de Distribución Eléctrica, Tomo2, INE
- [24] Manual de Diseño de Redes de Distribución Eléctrica, Tomo4, INE
- [25] Plan de Nacional de Salud 1997-2000, Ministerio de Salud
- [26] Catálogo de Tuberías de Presión, Pont-a-Musson

- [27] Manual Técnico de la Empresa Aguadora de Managua, Empresa Aguadora de Managua
- [28] Mapa Geológico, INETER
- [29] Estudio de Factibilidad del Programa de Manejo de la Cuenca del Lago de Managua, Volumen I, MARENA
- [30] Estudio de Factibilidad del Programa de Manejo de la Cuenca del Lago de Managua, Volumen II, MARENA
- [31] Estudio de Factibilidad del Programa de Manejo de la Cuenca del Lago de Managua, Volumen III, MARENA
- [32] Planos de Diseño del Reservorio de Las Américas 4, INAA
- [33] Plaguicidas en América Latina, Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina

JICA