

n. 水源開発可能性の検討

本節では、地質調査、揚水試験等の結果を基に調査地域における地方水道用水源としての地下水開発可能性について検討を行う。

地下水を安全にかつ永続的に開発・利用する場合、一般に次の4つの要件を満足することが必要とされている。

- ① 安全揚水量は、年間平均涵養量を超えてはならない。〔涵養要件〕
- ② 揚水コストは、一定基準を超えてはならない。〔経済要件〕
- ③ 水質悪化をまねくほど水位を低下させてはならない。〔水質要件〕
- ④ 水利権に低触しないこと。〔法律要件〕

一般に地下水開発可能性の検討には、

- a. 水文学的手法、水収支解析によりその地点の水文学的循環を明らかにすること。
- b. 水理学的手法、井戸等による取水可能性を推定すること。

の2つの手法が考えられる。

- a. 水文学的手法とは、即ち降水量に対し地下水かん養等を検討するもので、

地下水かん養量＝集水面積×降水量×かん養率の式により算出される。以下に計画水源井の集水区について検討する。海岸平野の2地区の収支区はいずれも年間降水量：100～200mm/年、集水面積：1,500km²以上であるから、かん養率を10%としても、 $(100\sim 200) \times 1,500 \times 0.1 = 15,000\sim 30,000 \times 10^3 \text{ m}^3 / \text{年}$ (41,100～82,190 m³ / day)のかん養量が見込まれる。

これに対して山間地区のかん養量は下表のとおりで、Dimunaにおいて約40m³ / 年程度を極端に小さく他は200m³ / 年以上と推定される。

この推定値は、地表の水収支区について考慮したもので、深い地下水を対象とする場合には適用できない可能性があるものの一応の目安を与えるものである。

Catchment Area and Estimated Recharge Volume on surrounding Area of Recommended Well Site.

Area	Catchment Area (km ²)	Rainfall (mm/year)	Recharge*		
			Case 1 (×10 ³ m ³ /year)	Case 2 (×10 ³ m ³ /year)	Average m ³ /day
Wadi Asfan	24.1	300	723.0	1,084.5	1,980~ 2,970
Dimuna	0.9	400	36.0	54.0	100~ 150
Al Khashna	379.4	400	15,176.0	2,276.4	41,570~ 6,240
Al Zakira	9.6	400	384.0	576.0	1,050~ 1,580
Al Kheisen	22.0	300	660.0	990.0	1,810~ 2,710
Al Rajam	5.0	400	200.0	300.0	550~ 820
Shihara	54.1	400	2,164.0	3,246.0	5,930~ 8,890

Note : 1) * Case 1: recharge % is 10%

Case 2: recharge % is 15%

2) The percentages are referred from below table;

Estimate of hydrological flow paths for the region of Dhamār (assuming a land surface two-thirds uncultivated and one-third cultivated; source: PRATT, 1976, p. 16)

COMPONENT	DRY YEAR mm	AVERAGE YEAR mm	WET YEAR mm
Rainfall	100	400	700
Evapotranspiration	85	200	295
Runoff	10	185	365
Groundwater	5	15	40

b. 一方、水理学的手法とは、水理公式を基本にして、揚水量を定量的に把握する方法をいう。ここでは、下図のような完全貫入井を考える。定常揚水を行う場合のQは次式で与えられる。

$$T = Q \cdot \ln(R/r) / 2\pi \cdot Sw$$

$$Q = \frac{T \cdot 2\pi \cdot Sw}{\ln(R/r)}$$

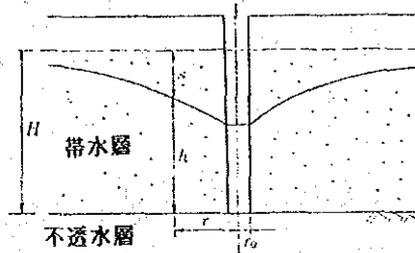
Q: 揚水量 (m³ / day)

Sw: 水位降下 (m)

R: 影響圏 (m)

r: 井戸半径 (m)

T: 透水量係数 (m² / day)



影響圏(R) は井戸半径(r) の 3,000倍と推定するので

上式は、 $Q = T \cdot 2\pi \cdot Sw / 8$

となる。水位降下については、既存資料を参考にして設定し、不明な地区においては一般値として湛水深(H) の 0.8H を用いた。結果は次表のようにまとめられる。

	Wadi Asfan	Al Khashna	Al Zakira	Al Kheisen	Al Rajam	※ Shihara	Ad Dahi	Harad
透水量係数 (m ² / day)	22.12	3.74	1.97	7.2	14.4	316.8	(48.38)	380.2 48.38
透水量係数 (m ² / min)	2.02 × 10 ⁻³	2.6 × 10 ⁻³	1.37 × 10 ⁻³	5.0 × 10 ⁻³	1.0 × 10 ⁻²	2.2 × 10 ⁻¹	(3.36 × 10 ⁻²)	2.64 × 10 ⁻¹ 3.36 × 10 ⁻²
井戸深(m)	200	150	180	315	200	200	60 80	50 81.4
水位(m)	20	85	5.44	100	100	2.4	28 45	19.0 15.7
揚水前湛水深 (m)	180	65	174.5	215	100	71.6	32 35	31.0 65.7
揚水時湛水深 (m)	144	40	83.6	135	80	57.3	24 14	24.8 63.25
降下水位 (m)	36	25	90.9	80	20	14.3	6 20	6.2 2.45
井戸径 (m)	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.20	0.25 0.35
揚水量 (m ³ / day)	625.4	73.4	140.6	452.4	226.2	3558.0	228.0 760.0	1851.4 93.1

※とくに上位の地下水について検討する。

水理定数は下記のものについて検討し、全般に安全側となる数値を用いている。

Al Zakira) 既存データ
Al Rajam) (無償 or 有償プロジェクト)
Harad)

Wadi Asfan) 現地調査結果
Shihara)

Al Khashna) 類似地区の既存データ
Al Kheisen)
Ad Dahi)

Al Zakira, Harad地区については現地調査も実施し、これを参考にした。

また、Wadi Asfanについては近接地の既存データとの比較も行った。

なお、計画揚水量は、上表の揚水量を 1/ 1.5倍した値を用いるのが一般的であるので、ここでもこれを採用する。なお、これは一日平均揚水量の一日最大揚水量についても考慮した値である。

以上の 2手法を基にして、より少ない値を開発可能量と考えると、結果は次のように整理できる。

地 区	開 発 可 能 量 (m ³ / day)			計画揚水量 m ³ / day
	水文学的手法による	水理学的手法による	総合判断	
Wadi Asfan	1980	416.9	416.9	39.6
Al Khashna	41570	48.9	48.9	19.6
Al Zakira	1050	93.7	93.7	32.8
Al Kheisen	1810	301.6	301.6	46.8
Al Rajam	550	150.8	150.8	242.8
Shihara	5930	2,372.0	2,372.0	337.6
Ad Dahi	40000<	658.7	658.7	634.0
Harad	40000<	1,296.3	1,296.3	488.0

上記の結果より、Al Rajam地区を除き、いずれの地区も可能量が計画揚水量を上回るるので、特に水源としては問題ないと判断される。Al Rajam地区については、井戸 1本で約 100 m³ /日の不足が生じるので、2本の井戸を設置するよう計画するのが妥当と云える。

なお、参考までに、JICA調査報告書（1982）資料の推定可採水量を下表に示す。

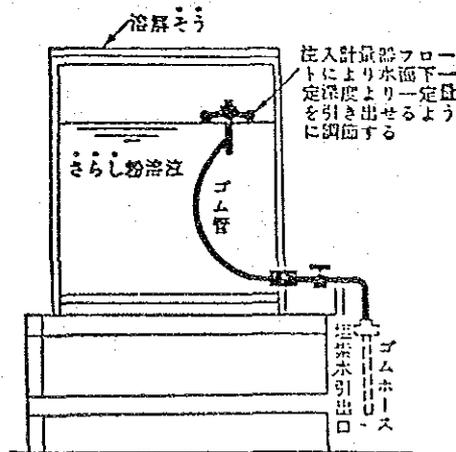
各Site別の水源規模と推定可採水量（パートII資料）

NUMBER	SITE	候補水源	水源	規 模		ポンプ 揚程 (m)	推定可採水量 (m^3 / 日)	摘 要
				口径 (m/φ)	深 度 (m)			
T-6	Al-Zakira	A, C1, C2	A	200	250	200	100	
A-3	Al-Rajam	A	A	200	300	200	200	
IIA-3-A	Sihara	A, C1	A	200	300	200	300	
II-2	Al-Dahi	A, B4	A	200	80	50	1,000	
IIA-4	Harad	A	A	200	120	100	1,000	

A-4 給水施設

0. 消毒施設

将来地下水の汚染が深刻となり、かつ薬品の入手が容易となった場合、水道の消毒施設として下図のような次亜鉛素酸カルシウム溶液を注入する簡易注入機を設置し、万全を期すことが望ましい。

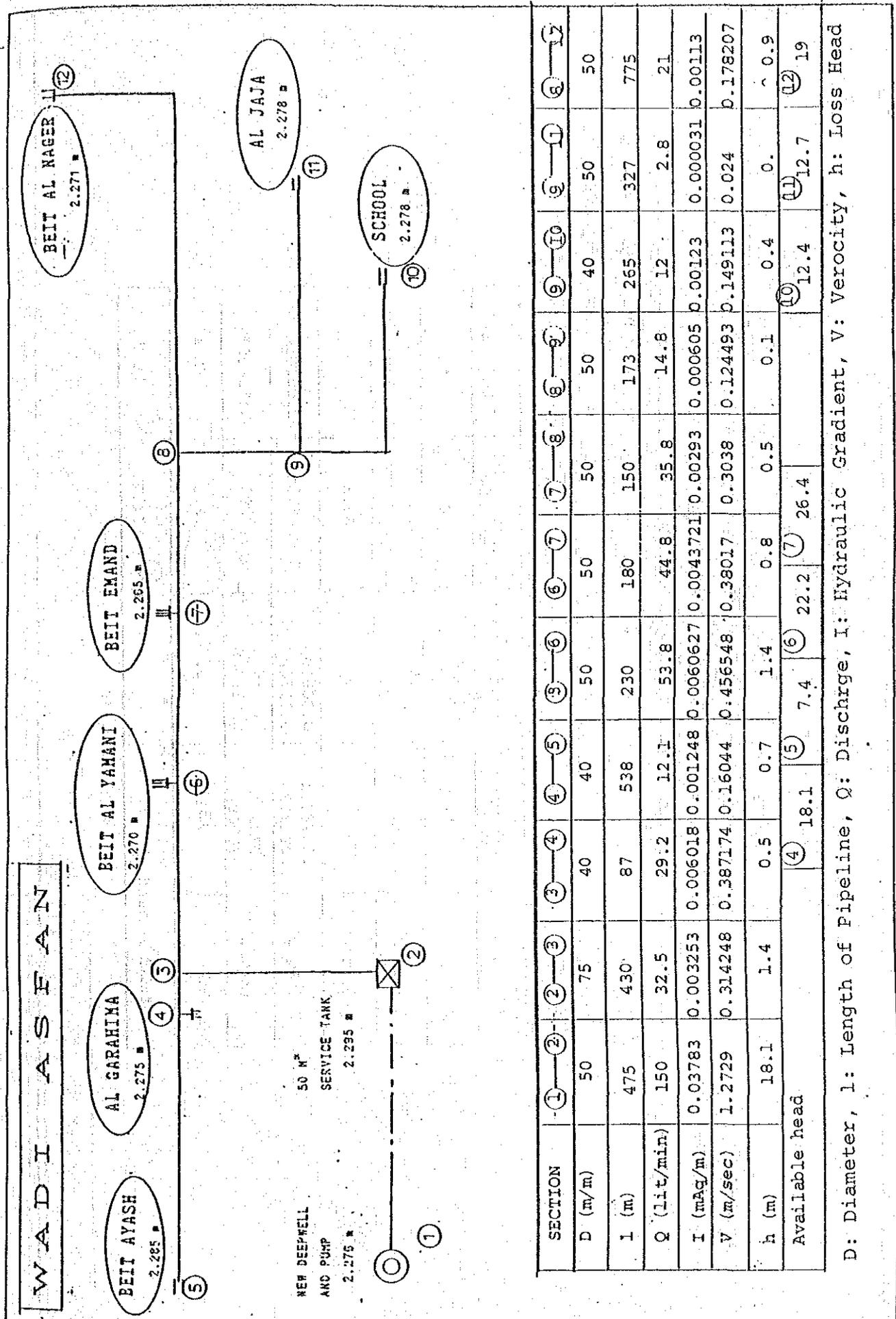


簡易注入機

P. 管路に関する検討

p-1 管 径

計算にあたっては、一般に、ポンプ施設と管路施設にかゝる建設費と維持管理費の経済的相関関係から経済流速、経済管径という概念があるので、本計画でもこれを用いる。管径75～100mm に対する推奨流速としては 0.7～ 1.0(m/s) が基準とされている。ただし、配水管については、末端の公共水栓で5m以上の水頭を保持する必要があるのでこれを考慮することとした。またShihara, Al Rajam の送水管は長管路、高水頭となるため水撃作用の恐れがあるので、防止策として流速を小さくすることとする。



SECTION	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12					
D (m/m)	50	75	40	40	50	50	50	50	40	50	50					
l (m)	475	430	87	538	230	180	150	173	265	327	775					
Q (lit/min)	150	32.5	29.2	12.1	53.8	44.8	35.8	14.8	12	2.8	21					
I (mAq/m)	0.03783	0.003253	0.006018	0.001248	0.0060627	0.0043721	0.00293	0.000605	0.00123	0.000031	0.00113					
V (m/sec)	1.2729	0.314248	0.387174	0.16044	0.456548	0.38017	0.3038	0.124493	0.149113	0.024	0.178207					
h (m)	18.1	1.4	0.5	0.7	1.4	0.8	0.5	0.1	0.4	0.	0.9					
Available head			4	18.1	5	7.4	6	22.2	7	26.4	10	12.4	11	12.7	12	19

D: Diameter, l: Length of Pipeline, Q: Discharge, I: Hydraulic Gradient, V: Verocity, h: Loss Head

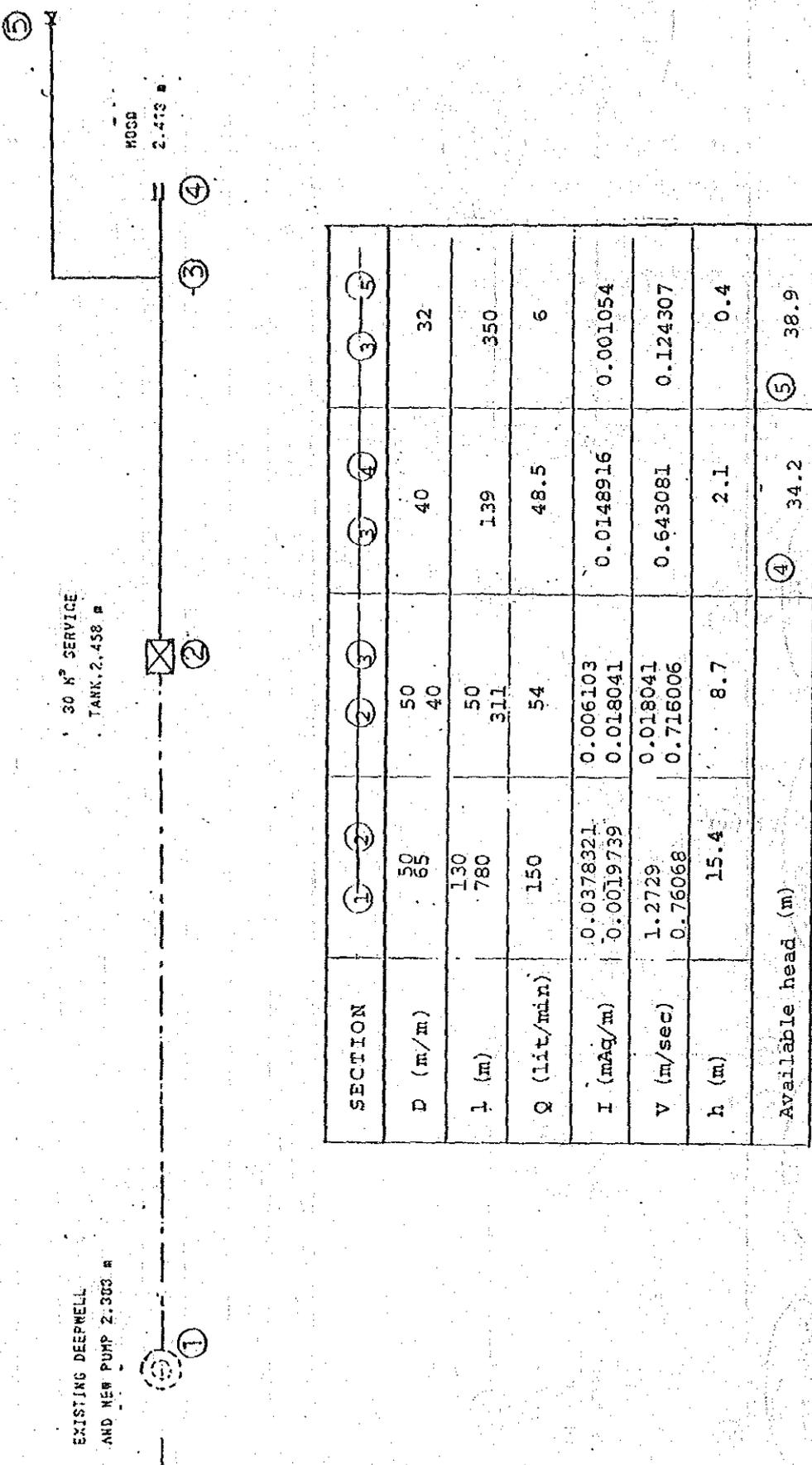
A L K H A S H I N A

SCHOOL
2.410 m

30 K² SERVICE
TANK. 2.458 m

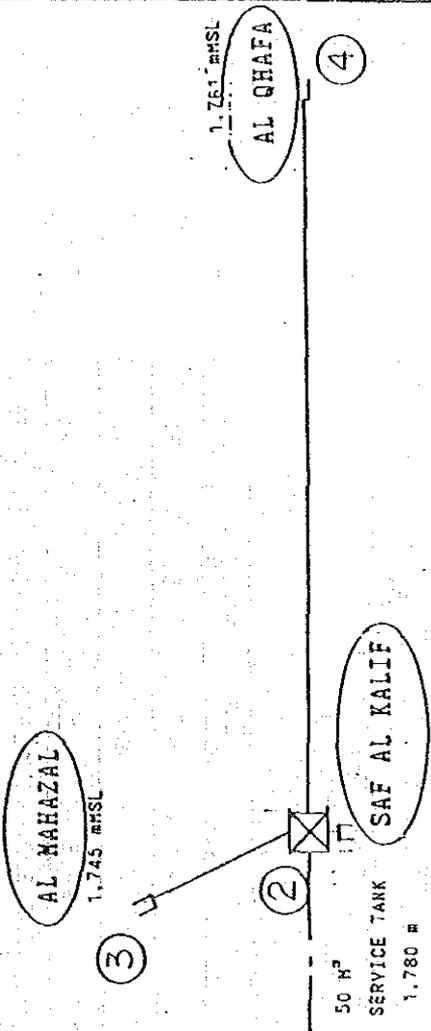
EXISTING DEEPWELL
AND NEW PUMP 2.303 m

HOOD
2.473 m



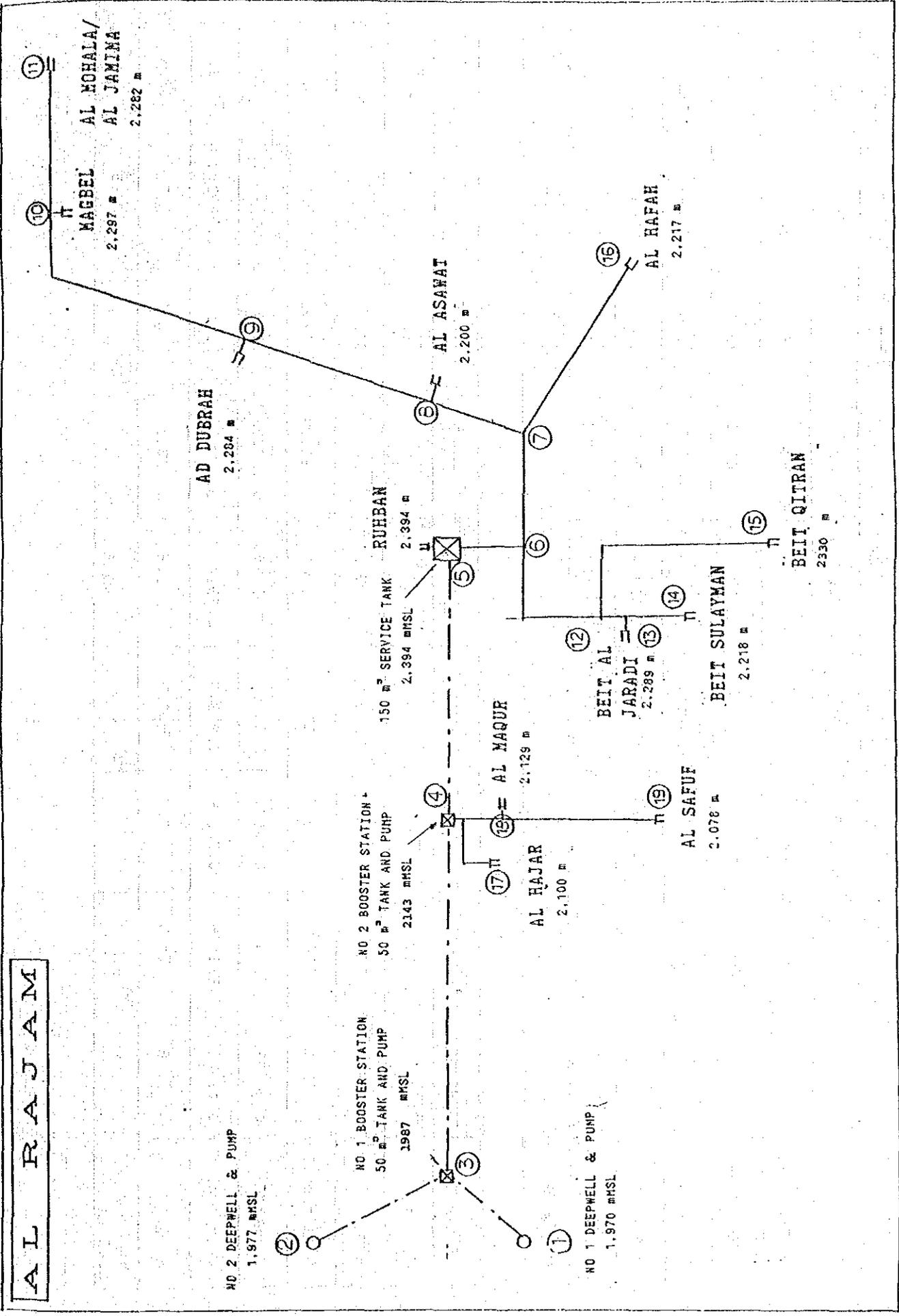
SECTION	①	②	③	④	⑤
D (m/m)	50	50	40	40	32
L (m)	130	50	311	139	350
Q (lit/min)	150	54		48.5	6
I (mAq/m)	0.0378321	0.006103		0.0148916	0.001054
V (m/sec)	1.2729	0.018041		0.643081	0.124307
h (m)	0.76068	0.715006		2.1	0.4
Available head (m)	15.4	8.7		34.2	38.9

A I L Z A K I R A



Section	①	②	③	④
D (m/m)	50	40	50	50
l (m)	1,460	180	1,550	
Q (lit/min)	120	37.9	62.3	
I (mAg/m)	0.0254	0.0096	0.0079	
V (m/sec)	1.0183	0.5025	0.5287	
h (m)	37	1.8	12.3	
Available head (m)		③	33.2	④
				6.7

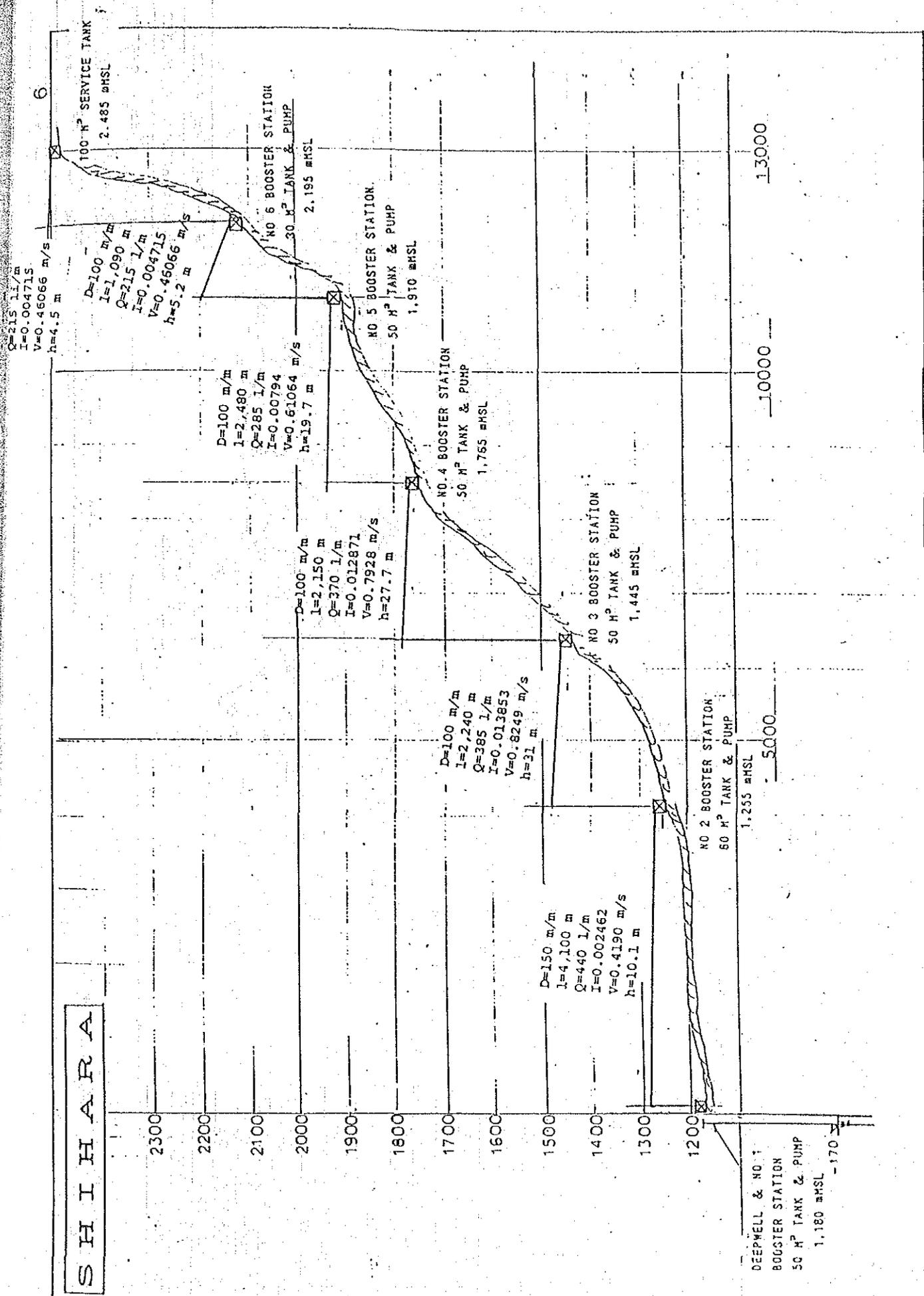
AL RAJAM



SECTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D (m/m)	65 (well) 75 (surface)	65 (well) 75 (surface)	100	100	100	100	100	75	65	65
l (m)	170 410	170 560	2,090	1,440	335	500	500	615	543	881
Q (lit/min)	280	280	560	460	677	424.5	320.5	238.2	238.2	133.7
I (mg/m)	0.06263 0.03120	0.06263 0.03120	0.0277	0.01925	0.03936	0.0166	0.04016	0.04644	0.04644	0.01595
V (m/sec)	1.41995 1.06654	1.41995 1.06654	1.19986	0.9856	1.45054	0.9095	1.22081	1.22081	1.22081	1.20797
h (m)	10.7 12.8	23.5 28.2	10.7 17.5	27.8	13.2	8.3	24.7	25.2	25.2	14.1
Available head (m)										11.5
									147.8	38.6

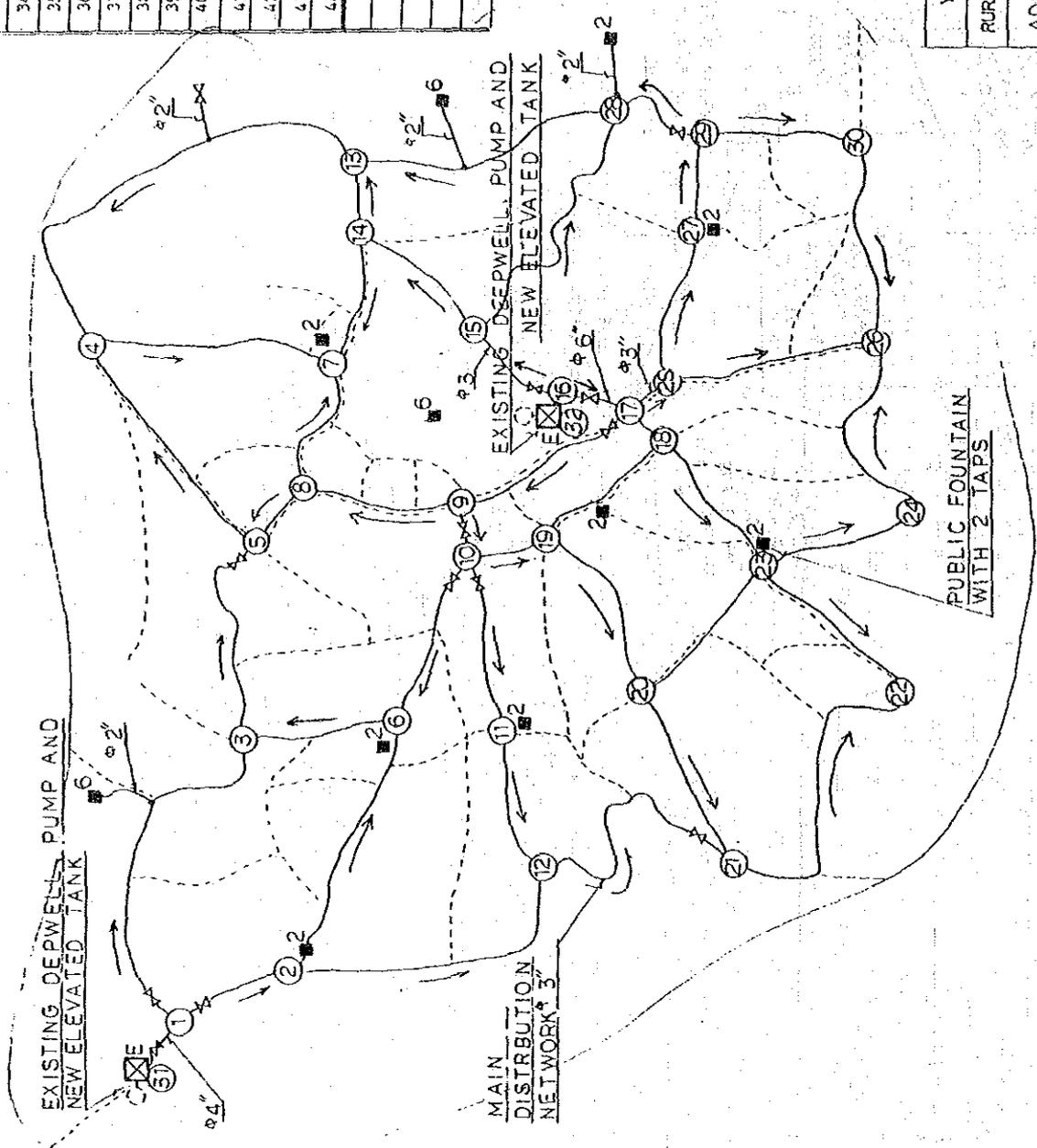
SECTION	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D (m/m)	50	50	75	65	50	50	50	75	65	65
l (m)	414	414	394	155	445	934	411	244	866	866
Q (lit/min)	57.3	104	252.5	170.2	82.3	82.3	89.3	100.6	82.3	82.3
I (mg/m)	0.006785	0.01967	0.02577	0.02494	0.012952	0.012952	0.01498	0.004695	0.004695	0.06502
V (m/sec)	0.486249	0.882546	0.96179	0.86313	0.6984	0.6984	0.7578	0.383192	0.383192	0.41736
h (m)	2.8	14.0	10.2	3.9	5.8	12.1	6.2	1.2	1.2	56.3
Available head (m)										7.5
									141.5	12.8
									77.7	36.8
									28.5	12.8
									142.9	12.8
									142.9	12.8

S H I H A R A



No.	SECTION	DISTANCE (m)
1	1 - 2	105
2	1 - 3	300
3	2 - 12	276
4	2 - 6	225
5	3 - 6	115
6	3 - 5	170
7	5 - 4	230
8	12 - 21	235
9	11 - 12	90
10	10 - 11	160
11	6 - 10	155
12	10 - 19	53
13	9 - 10	46
14	8 - 9	150
15	5 - 8	70
16	8 - 7	110
17	4 - 7	195
18	4 - 13	370
19	21 - 22	210
20	20 - 21	115
21	19 - 20	168
22	20 - 23	160
23	18 - 19	155
24	17 - 9	160
25	15 - 16	125
26	16 - 17	30
27	15 - 14	115
28	14 - 7	100
29	14 - 13	70
30	13 - 28	230
31	15 - 28	230
32	17 - 25	30
33	17 - 18	26

No.	SECTION	DISTANCE (m)
34	18 - 23	155
35	23 - 22	185
36	23 - 24	145
37	24 - 26	170
38	25 - 27	110
39	26 - 30	195
40	27 - 29	90
41	29 - 30	126
42	28 - 29	75
43	31 - 1	70
44	32 - 16	20
Total		6,320 (m)



YEMEN ARAB REPUBLIC
 RURAL WATER SUPPLY PROJECT
 ADDAHI SUPPLY SYSTEM
 PLANNING

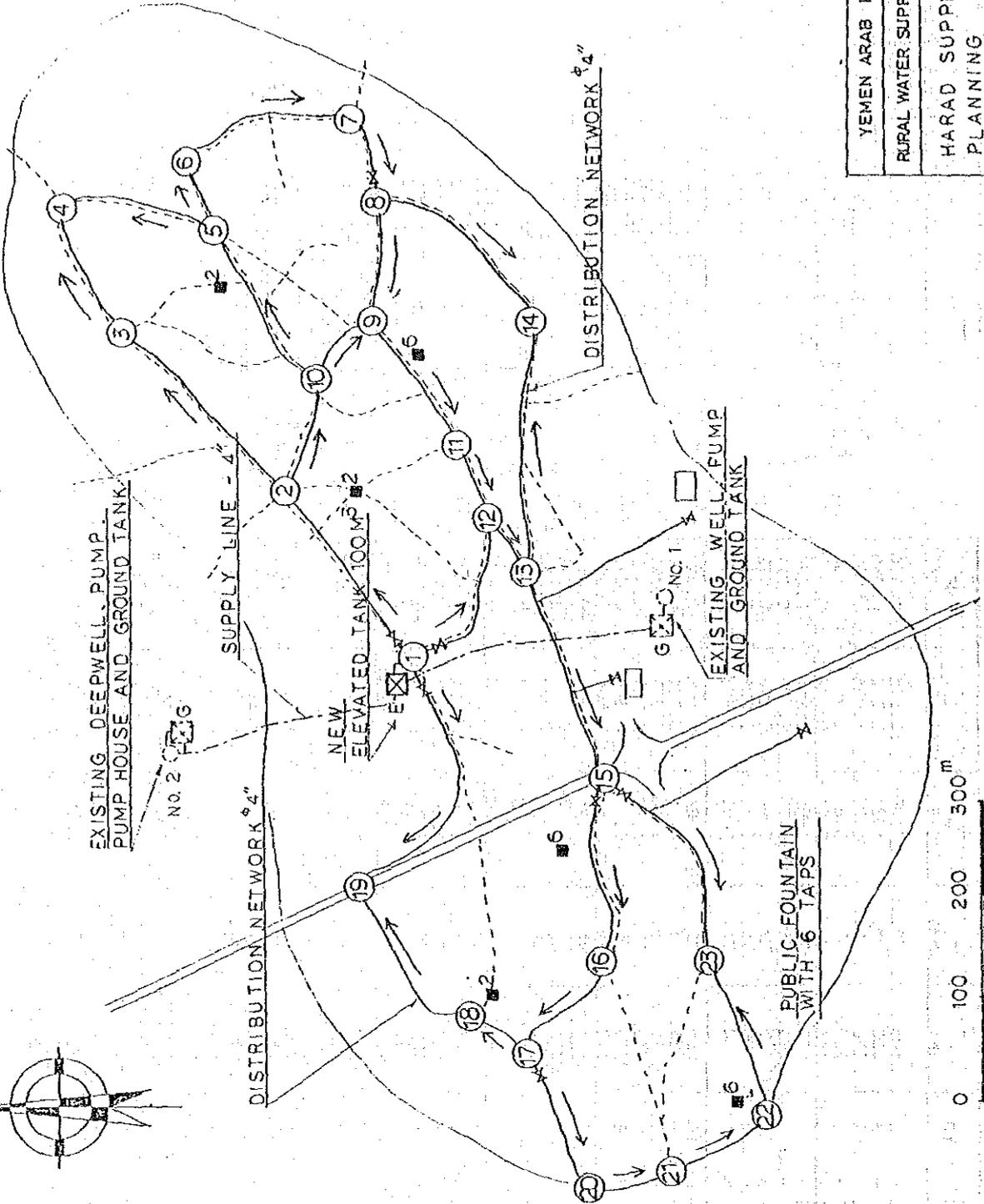
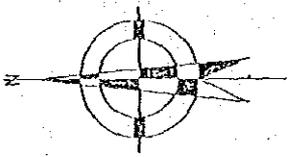
DATE: FEB 1987
 SCALE
 DWG. NO.
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

ADDACHI PIPELINE (1 1 1 32) / 32

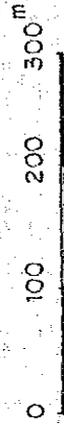
ADDACHI PIPELINE (1 1 1 44) / 44

NO	H (M)
1	14.181
2	12.761
3	12.586
4	12.163
5	12.277
6	12.600
7	12.243
8	12.298
9	12.714
10	12.620
11	12.312
12	12.229
13	12.207
14	12.290
15	12.829
16	14.838
17	14.486
18	13.657
19	12.657
20	12.257
21	12.136
22	12.128
23	12.256
24	11.999
25	14.093
26	11.951
27	13.026
28	12.328
29	12.348
30	12.060
31	15.000
32	15.000

NO	FROM	TO	L (M)	D (MM)	g (L/S)	I (X10 ⁻³)	HF (M)
1	1	2	105	75	3.00	13.525	1.420
2	1	3	300	75	1.81	5.318	1.595
3	2	12	276	75	1.05	1.928	0.532
4	2	6	225	75	0.61	0.713	0.160
5	3	6	115	75	-0.24	-0.128	-0.015
6	3	5	170	75	1.01	1.816	0.309
7	5	4	230	75	0.50	0.494	0.114
8	12	21	235	75	0.44	0.393	0.092
9	11	12	90	75	-0.71	-0.929	-0.084
10	10	11	160	75	1.05	1.923	0.306
11	6	10	155	75	-0.24	-0.126	-0.020
12	10	19	53	75	-0.61	-0.702	-0.037
13	9	10	46	75	1.08	2.037	0.094
14	8	9	150	75	-1.27	-2.769	-0.415
15	5	8	170	75	-0.39	-0.306	-0.021
16	8	7	110	75	0.51	0.501	0.055
17	4	7	195	75	-0.45	-0.410	-0.080
18	4	13	370	75	-0.119	-0.119	-0.044
19	21	22	210	75	0.13	0.039	0.008
20	20	21	115	75	0.75	1.048	0.121
21	19	20	168	75	1.17	2.383	0.400
22	20	23	160	75	0.04	0.005	0.001
23	18	19	155	75	6.454	6.454	1.000
24	17	19	160	75	2.69	11.077	1.772
25	15	16	125	75	-3.29	-16.869	-2.009
26	16	17	30	125	10.65	11.730	0.352
27	15	14	115	75	1.69	4.688	0.339
28	14	17	100	75	0.49	0.469	0.047
29	14	13	70	75	0.80	1.182	0.083
30	13	28	230	75	-0.52	-0.524	-0.121
31	15	28	230	75	1.12	2.180	0.501
32	17	25	30	75	2.95	13.089	0.393
33	17	18	26	75	4.77	31.866	0.639
34	18	23	155	75	2.41	9.041	1.401
35	23	22	185	75	0.60	0.692	0.128
36	23	24	145	75	-1.00	-1.775	-0.257
37	24	26	170	75	0.37	0.283	0.048
38	25	27	110	75	2.51	9.703	1.067
39	26	30	195	75	-0.54	-0.561	-0.109
40	27	29	90	75	2.19	7.535	0.678
41	28	30	126	75	1.15	2.284	0.288
42	28	29	75	75	-0.36	-0.266	-0.020
43	31	1	70	100	5.91	11.702	0.819
44	32	16	20	150	14.09	8.110	0.162



No.	SECTION	DISTANCE(m)
1	1 - 2	240
2	1 - 12	170
3	1 - 19	370
4	2 - 3	265
5	2 - 10	100
6	3 - 4	115
7	4 - 5	200
8	5 - 6	80
9	5 - 10	230
10	6 - 7	200
11	7 - 8	90
12	8 - 9	75
13	8 - 14	230
14	9 - 10	135
15	9 - 11	210
16	11 - 12	115
17	12 - 13	50
18	13 - 14	310
19	13 - 15	300
20	15 - 16	200
21	15 - 23	250
22	16 - 17	150
23	17 - 16	90
24	17 - 20	190
25	18 - 19	230
26	20 - 21	115
27	21 - 22	115
28	22 - 23	210
Total		5,035 m



HUDEIDAH

YEMEN ARAB REPUBLIC	
RURAL WATER SUPPLY PROJECT	
HARAD SUPPLY SYSTEM PLANNING	
DATE: FEB. 1987	SCALE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

HARAD PIPELINE NO. (1 - 28) / 28 - 23 - 23

NO	FROM	TO	L (M)	D (MM)	Q (L/S)	I (X10**3)	HF (M)
1	1	2	240.	100.	4.63	7.435	1.784
2	1	12	170.	100.	5.63	10.677	1.815
3	1	19	370.	100.	3.65	4.780	1.768
4	2	3	265.	100.	1.45	0.869	0.230
5	2	10	100.	100.	2.18	1.838	0.184
6	3	4	115.	100.	0.78	0.276	0.032
7	4	5	200.	100.	0.34	0.060	0.012
8	5	6	80.	100.	0.71	0.229	0.018
9	5	10	230.	100.	-0.94	-0.392	-0.090
10	6	7	200.	100.	0.17	0.016	0.003
11	7	8	90.	100.	-0.36	-0.074	-0.007
12	8	9	75.	100.	-1.45	-0.869	-0.065
13	8	14	230.	100.	0.50	0.120	0.028
14	9	10	135.	100.	-0.81	-0.296	-0.040
15	9	11	210.	100.	-1.06	-0.486	-0.102
16	11	12	115.	100.	-1.38	-0.792	-0.091
17	12	13	50.	100.	3.92	5.457	0.273
18	13	14	310.	100.	0.26	0.042	0.013
19	13	15	300.	100.	2.28	2.011	0.603
20	15	16	200.	100.	-0.41	-0.082	-0.016
21	15	23	250.	100.	0.85	0.322	0.080
22	16	17	150.	100.	-0.90	-0.362	-0.054
23	17	18	90.	100.	-2.34	-2.096	-0.189
24	17	20	190.	100.	1.03	0.461	0.088
25	18	19	230.	100.	-2.78	-2.885	-0.664
26	20	21	115.	100.	0.81	0.295	0.034
27	21	22	115.	100.	0.68	0.214	0.025
28	22	23	210.	100.	0.21	0.024	0.005

NO	H (M)
1	15.000
2	13.216
3	12.985
4	12.954
5	12.942
6	12.923
7	12.920
8	12.927
9	12.992
10	13.032
11	13.094
12	13.185
13	12.912
14	12.899
15	12.309
16	12.325
17	12.379
18	12.568
19	13.232
20	12.292
21	12.258
22	12.233
23	12.228

p-2 管 種

管種としては、以下のものが考えられる。

- i) 亜鉛メッキ鋼管
- ii) 圧力配管用炭素鋼管
- (5) ダクタイル鋳鉄管
- iv) ビニール管

上記のうち、地方水道として使用実績のある管種は、i)とii)である。

ダクタイル鋳鉄管は我が国の水道で最も一般的に使用されているものであるが、当国は、首都Sana'a等の大都市水道(EC諸国により設計、施工された)以外には使用されていない。これは地方水道では使用条件(高水頭露出配管となる)、使用サイズ(大きい口径でも100m/mが一般的)、価格等の要因から、亜鉛メッキ鋼管の方が有利と判断されるからである。

ビニール系の管種は、露出配管に適せず、現在でも排水用として使用されているのみである。

したがって、本計画では、i)、ii)について、規格を考慮して選定することとする。選定基準は下記のとおりとなる。

i) 水道用亜鉛めっき鋼管 --- JIS G-3442相当品

規格静水頭100m以下の管路に使用することを原則とする。一般導へ送水管路、および配水管路に使用する。

ii) 圧力配管用炭素鋼管 --- JIS G-3454相当品

使用圧が特別に高く、水道用亜鉛メッキ鋼管の規格静水頭を越える送水管路に使用する。

p-3 管路付帯設備

管路の付帯設備の主なるものとしては各種の弁類がある。付帯施設の基本設計における基本方針を以下に述べる。

- a. 導/送水管路ではポンプ吐出口にポンプ使用圧力に見合う仕切弁、逆止弁を取り付ける。逆止弁は、ポンプ停止時の水撃圧防止のために、急閉式逆止弁を採用し通常のスウィング式逆止弁は使用しないこととする。Shihara, Al Rajam の 2地区ではポンプ圧力が $20\text{kg}\sim 40\text{kg}/\text{cm}^2$ となるため、仕切弁は鋳鋼製の耐圧バルブを採用しなければならない。
- b. 導水管路の適当な凹所（出来るだけポンプ室近辺）に泥吐弁当室を設け、取水開始時、また一時停止後の運転開始時に出る泥水を放流出来る構造とする。
- c. 配水管については、配水槽出口の管路ごとに仕切弁を取り付け、配水量の調整を行う。また、長管路で分岐が途中にある場合は分岐管に仕切弁を設け、非常時に最小限区域の断水ですむような仕切弁位置に考慮をばらう。
- d. 平野部 2都市の埋設配水管には、水道用仕切弁(JIS B 2062)を使用する。管路はせまい市道路に布設されるため、弁室の設置、弁の開閉にはこのタイプの弁が適当と判断される。弁の位置については、両地区とも約1km 四方の市街地を形成しているので全市街を大きく 3区画に分け、給水管工事や管路補修の際の断水が各区画ごととなるように配慮する。
- e. 空気弁は各管路の凸部に設置し通水障害がおこらないよう考慮する。

q. 配水槽の検討

q-1 水槽の種類

本事業に計画する水槽には次の3種類がある。

- a. 配水槽
- b. 配水槽兼送水調整槽
- c. 送水調整槽

q-2 配水槽の構造

本計画では、先行事業で用いられてきた施工性、耐久性に優れた鋼板性パネルタンクを採用する。

このパネルタンクは、1m角の鋼板四周にフランジをつけた単位パネルをバツキンをはさんでボルト締めし角型水槽に作り上げるもので、パネルには耐食性を考慮したコーティング（エポキシ焼付けコーティングやナイロン・コーティング等がある）を両面に施してある。

組立てた角型水槽は鉄骨製の架台にボルトで固定され、地上型の場合はコンクリート製基盤に、また高架水槽の場合は鉄骨塔脚に据付を行う。

q-3 配水槽容量の検討

a. グループA: 山岳部中小集落

本グループに含まれる4サイトは1日最大給水量すなわち計画1日給水量の1.5倍容量の配水槽とする。WHOの基準でも地方小集落には送水系統の故障の修理に日数を取られるおそれがあるため少なくとも1日分の容量を確保するよう推奨している。タンクを大きくすることによりシステムの運転を休止出来る日も生じ、操作要員の負担も軽減されると考えられる。

b. グループB : 山岳部複合集落

サイトの環境条件はグループAと似かよっているが、このような大規模施設になると操作要員数名によって運営管理され、グループAと比較すれば故障に対する措置も機敏に行われることになる。また、万一送水がストップした場合でも非常用水としてはシステム内にある複数個のタンクのうちの一部に残っている用水を利用出

来る機会が増える。このような観点から、容量としては、それぞれの分担給水区域の1日最大給水量に対して、日本の簡易水道施設基準の定める給水人口有効容量を用いることとし、施設が過大とならならないよう考慮する。

下表は簡易水道施設基準の給水人口別配水池有効容量であるが、山岳部では消化栓設置を行わないため消化用水分はのぞくものとする。

計画給水人口	配水池の有効容量	
	1日最大給水量の8時間分と消化栓1栓の1時間の放出量の合計量	
5,000人以上		
3,000人以上 5,000人未満	9	〃
2,000 〃 3,000 〃	10	〃
1,000 〃 2,000 〃	12	〃
500 〃 1,000 〃	14	〃
300 〃 500 〃	16	〃
100 〃 300 〃	18	〃
100人未満	20	〃

また、本グループの配水槽の一部は、最高所の配水槽まで送水する送水調整槽としても使用されるため、原則として送水量の1~2時間滞留分を配水容量に加算して送/配水池として機能するよう計画した。

C. グループC : 平野部小都市

発展傾向にあると判断される地区で、人口増加率も大きく推定している。したがって、10年後程度に地区の発展動向を再評価し、計画の見直しを行うことが妥当である。以上を考慮し本計画では、当面10年後の計画給水量について、グループBと同様の簡易水道施設基準を適用することとする。

q-4 各地区の計画水槽容量計算

各計画対象地区における水槽容量の計算を以降に示す。最終的な水槽容量の決定は、建設時における水槽の標準化も考慮して地方水道局の容量基準を参考にした結果20, 30, 50, 100, 150 m³の5種類に分類することとした。

次頁以降に配水槽容量の検討を表にまとめる。

配水槽容量の検討表

① 山岳部中小集落

(1/3)

地区名	水槽種類	分担給水村落	1日 平均給水量	1日 最大給水量	決定 水槽容量
Wadi Asfan	配水槽	Beit Ayash	6.8 m ³ / 日	10.2 m ³ / 日	50 m ³
		Al Galahima	9.6	14.4	
		Beit Al Yamami	4.8	7.2	
		Bait Emand	4.8	7.2	
		Beit Al Nager	12.0	18.0	
		Al Jaja	1.6	2.4	
		合計	39.6 m ³ / 日	59.4 m ³ / 日	
Al Zakira	配水槽	Al Hahazal	5.6 m ³ / 日	8.4 m ³ / 日	50 m ³
		Safi Al Kalit	13.6	20.4	
		Al Qhafah	13.6	20.4	
		合計	32.8 m ³ / 日	49.2 m ³ / 日	
Al Khashna	配水槽		19.6 m ³ / 日	29.4 m ³ / 日	30 m ³
Al Kheisen	第1配水槽	Beit Obait	2.4 m ³ / 日	3.6 m ³ / 日	50 m ³
		Beit Narshar	20.4	30.6	
		Beit Al Eyani	6.8	10.2	
		合計	29.6 m ³ / 日	44.4 m ³ / 日	
	送水調整槽	(送水量 100ℓ / 分) × 120分 = 12 m ³ / 日		20 m ³	
	第2配水槽	Al Milehe	10.0 m ³ / 日	15 m ³ / 日	30 m ³
		Beit Marwam	7.2	10.8	
合計		17.2 m ³ / 日	25.8 m ³ / 日		

Al Rajan									
水槽種類	配水量				送水調整量			配水/送水 小合算量	決定水槽 容量
	分担給水村名	1日平均給水量	1日最大給水量	給水人口 貯水率	計容量	送水量	滞溜時間		
送水調整槽						560ℓ/分	90分	50.4 m ³	50 m ³
配水/送水 調整槽	Al Hajar	25.2 m ³ /日	37.8 m ³ /日	14hr	22 m ³	460	30	13.8 m ³	55.6 m ³
	Al Maqur	4.4	6.6	18	5				
	Al Safuf	14.8	22.2	16	14.8				
	合計	44.4 m ³ /日	66.6 m ³ /日		41.8 m ³				
配水槽	Ruhban	20.0 m ³ /日	30 m ³ /日	14hr	17.5 m ³				
	Bait Qitran	20.8	31.2	14	18.2				
	Bait Al Jaradi	22.8	34.2	14	19.9				
	Bait Sulayman	20.8	31.2	14	18.2				
	Al Hafah	31.2	46.8	14	27.3				
	Al Asnat	20.8	31.2	14	18.2				
	Ad Dubrah	30.4	45.6	14	26.6				
	Maqbal	18.8	28.2	16	16.8				
	Al Mohala / Al Jamiaa	12.8	19.2	16	12.8				
	合計	198.4 m ³ /日	297.6 m ³ /日		177.5 m ³				

Shihara									
水槽種類	配水量				送水調整量			配水/送水 小合算量	決定水槽 容量
	分担給水村名	1日平均給水量	1日最大給水量	給水人口 貯水率	計容量	送水量	滞溜時間		
第1増圧場 送水調整槽						440ℓ/分	120分	52.8 m ³	50 m ³
第2増圧場 配水/送水 調整槽	Suq Al Qabain			人口 1,130人		385ℓ/分	60分	23.1 m ³	57 m ³
	Al Qabain								
	Al Saye								
	Al Qasheh								
合計	45.2 m ³ /日	67.8 m ³ /日	12hr	33.9 m ³					
第3増圧場 配/送水槽	Al Jehada			310人		370ℓ/分	30分	11.1 m ³	23.5 m ³
	Al Koresh								
	合計								
第4増圧場 配/送水槽	Al Magrobah			1,590人		285ℓ/分	30分	25.5 m ³	73.2 m ³
	Beni Habsbah								
	Beni Maden								
	Al Mahaa								
	Al Habs								
	Habebah								
合計	63.6 m ³ /日	95.4 m ³ /日	12hr	47.7 m ³					
第5増圧場 配/送水槽	Al Janyaa			人口 1,230人		215ℓ/分	30分	6.5 m ³	47.8 m ³
	Al Rahabah								
	Beit Al Qazaiy								
	Al Beyadah								
	Al Qashiba								
	Al Shasakh								
合計	53.6 m ³ /日	80.4 m ³ /日		41.3 m ³					
第6増圧場 送水調整槽						215ℓ/分	120分	25.8 m ³	30 m ³
山上 配水槽	Shihara	139.6 m ³ /日	209.4 m ³ /日	9hr	78.5 m ³				
	Al Hajd	23.2	34.8	14hr	20.3				
	合計	162.8 m ³ /日	244.2 m ³ /日		98.8 m ³				

・第3増圧場は容量に余裕あり、第4増圧場となるが、両水槽から遠隔地の村落はアプローチによってどちらの水槽でもよく、両者あわせて両地区村名配水量を満足する容量としてある。

㊦ 平野部都市

(3/3)

地区	1日平均給水量 (1,997)	1日最大給水量 (197)	給水人口	貯水率	計算容量	決定水槽容量
Ad Dahi	474.5 m ³ / 日	711 m ³ / 日	6,779人	8hr	237 m ³	$\frac{200 \text{ m}^3}{\phantom{200 \text{ m}^3}}$ ↓ 100 m ³ 高架 水槽 × 2基
Harad	363.9 m ³ / 日	545.8 m ³ / 日	5,198人	8hr	182 m ³	$\frac{200 \text{ m}^3}{\phantom{200 \text{ m}^3}}$ ↓ 100 m ³ 高架 水槽 × 1基 + 100 m ³ 地上 型配水調整槽 × 1基 (ただし既存)

r. ポンプ施設の検討

1) 種類

本計画にはポンプ設備として下記の種類のポンプが使用される。

- a. 深井戸取水ポンプ — 水中モータ・ポンプ（発電機駆動）およびボアホール・ポンプ（エンジン駆動、ただしベルト掛とギア・ヘッド/プロペシャアット接続の2種類あり、当国ではベルト掛の方が多用されている。）
- b. 送水ポンプ — 横型タービン・ポンプ（電動機直結型とエンジン直結型の2種類あり、前者は発電機による駆動となる）。

当国では維持管理が比較的容易なボアホール・ポンプが多用されて来た。しかし、近年深井戸の深度が増すとともに改良型システムが普及し、取水ポンプで高所の水槽に直送することができる高揚程の水中モータポンプが採用される傾向にある。現在、当国では揚程200mを基準として、それ以下の場合はボア・ホール型、それ以上のときは水中モータ型を採用することとしている。本事業でも、基本的にこの基準を踏襲して、取水ポンプは下記のように選定する。

地区名	ポンプ種類	揚程	備考
Wadi Asfan	水中モータポンプ	200m	新設
Al Khashna	水中モータポンプ	200m	新設
Al Zakira	水中モータポンプ	245m	既設（稼動中）
Al Kheisen	ボアホールポンプ	315m	既設（稼動中）
Shihara	水中モータポンプ	184m	新設
Al Rajam	水中モータポンプ	200m	新設
Ad Dahi	ボアホールポンプ	80m	新設×9日
		64m	既存×1台（現在稼動中のポンプと取替）
Harad	ボアホールポンプ	70m	新設×1台（現在稼動中のものを取替）
	水中モータポンプ	50m	既設

送水ポンプ設備としては、小規模なものがAl Zakira とAl Kheisenの 2地区に、大型施設がAl RajamとShihara に計画される。送水ポンプは多段タービン・ポンプを使用するが小規模施設では水量、揚程ともに小さく、エンジン直結型が適当である。一方、大規模施設の送水ポンプは、必要な高揚程を得るためには高回転、高出力が必要となり、この状態で常時安定した操作状況を確認するためには電力による駆動が好ましい。したがって高揚程／出力送水ポンプには動力源として発電機を用い、電動機直結型とする。

2) ポンプ容量

(1) 水 量

取水ポンプ揚水量は、深井戸水源井の安全揚水量を基準として設定した。1日の取水量は、給水対象地区の1日最大給水量とする。したがって、各地区取水施設の運転時間は、1日最大給水量(m^3) / 安全揚水量 (m^3 / HR) で求められる。この場合水源は、深井戸であるから、1日の稼働にはかならず休止時間を取り水位の回復をはからなければならない。地方水道局では、運転時間に関し最長でも1日20時間とし、より短い方がよいと定めている。これは井戸の保全及び、維持管理上の観点からも適当といえるものである。以上より、YAR 国においては可採水量を大き目にとって運転時間を短くすることが実際的であると考察される。

最少の揚水量としては、地方水道局が水源井成功の判断基準としている 100ℓ / 分をベースに可採最大水量の70～80%の安全揚水量を最大値として運転時間短縮を考慮したポンプ水量設定を行った。各地区取水ポンプの水量は次表のとおりとなる。なお、新設井戸での水量が確定していない地区においては、水理的考察と周辺既存井資料等を参考に予定揚水量を定めた。

地区名	可採最大量	予定揚水量	予定揚水量時の運転時間	記 事
Wadi Asfan	(300ℓ /分)	150ℓ /分	6.6時間	
Al Khashna	(250ℓ /分)	150ℓ /分	3.3時間	
Al Zakira	(300ℓ /分)	250ℓ /分	(3.3時間)	稼動中。運転時間は増設施設分
Al Kheisen	(300ℓ /分)	190ℓ /分	6.2時間	
Al Rajam	(400ℓ /分)	280ℓ /分 × 2本	各井10.9時間	
Shihara	(600ℓ /分)	450ℓ /分	18.8時間	
Ad Dahi	(800ℓ /分)	800ℓ /分	各井13.2時間	
Harad	500ℓ /分	430ℓ /分 × 2本	各井15.3時間	

送水ポンプの場合の送水量は下記の通りである。

- a. 第1次送水ポンプ……………予定揚水量 (ℓ /min)
- b. 第2次以降送水ポンプ……………各送水ポンプ場における配水量をその前段階の送水量から差し引いたのち、取水ポンプと同運転時間で除した水量 (ℓ /min)

② 揚 程

ポンプ揚程は下記の式により求められる。

$$\text{全揚程} = \text{実揚程} + \text{管路損失水頭}$$

本計画に使用される各ポンプの全揚程計算は「ポンプ一覧」にまとめた。なお、管路損失水頭については(Appendix)A-4-q にそれぞれの計算結果を図示してある。深井戸用取水ポンプの最低水位は、資料に基づき下記のように定めた。

さく井深度 200m → L.W.L = 170m
 ————— (Wadi Asfan, Al Rajam, Shihara)
 150m → L.W.L = 150m
 ————— (Al Khashna)

80m	→	L. W. L. = 60m (Ad Dahi 2号井)
60m	→	L. W. L. = 50m (Ad Dahi 1号井、稼動中)
50m	→	L. W. L. = 40m (Harad 浅井戸)

③ 出力

ポンプの駆動機としては、ディーゼルエンジンまたはディーゼル発電機/電動機による駆動の2種類がある。これらの駆動機は海岸平野の2都市をのぞくと海拔2,000m以上の高地使用となるから、通常の駆動力計算の他に高地環境の補正を行う必要がある。計算の過程を以下に示す。

a. 水動力

$$L_w = 0.163 \gamma QH \dots \dots \dots \text{(KW) 電動機}$$

$$\text{または} = 0.222 \gamma QH \dots \dots \dots \text{(PS) エンジン}$$

(L_w : 水動力、 γ : 比重、常温清水の場合は1.0、 Q : 吐出し量 m^3/min 、 H : 全揚量 m)

b. 軸動力

$$L_p = \frac{L_w}{\eta_p}$$

(L_p : 軸動力 KW または PS、 L_w : 水動力 KW または PS、 η_p : ポンプ効率、比速度と吐出し量により定められる: 添付資料参照。)

c. 原動機出力

$$L_m = \frac{L_p (1 + \alpha)}{\eta_t}$$

(L_m : 原動機出力、KW または PS、 α : 余裕率、 η_t : 伝達効率、 α と η_t については添付資料を参照。)

d. 発電機出力

発電機出力に関しては始動時に過電流が流れるため、始動時の必要出力を基準に

容量決定を行う。

$$\text{始動時の出力 (KVA)} = \frac{X_d(1 - \Delta E)}{\Delta E} \quad (\text{始動KVA} \times \text{始動方法})$$

(x_d : 発電機の過渡リアクタンス : 約20%、 ΔE : 発電機の瞬時電圧低下率 : 約30%、始動KVA : 負荷の約 6倍、始動方法 : d - Δ 場合、2/3)

e. 周開条件による補正

大気圧力、大気温度、大気湿度等の周開条件は原動機の出력에影響するが、一般に BS 基準による補正が行われている (BS 645)。

これは以下のような過程で行う。

イ. JIS で定められた標準状態から BS 標準状態への補正

出力低下率 = 約 3.5%

ロ. 高度 (大気圧)、大気温度等による補正 (下表の通り)

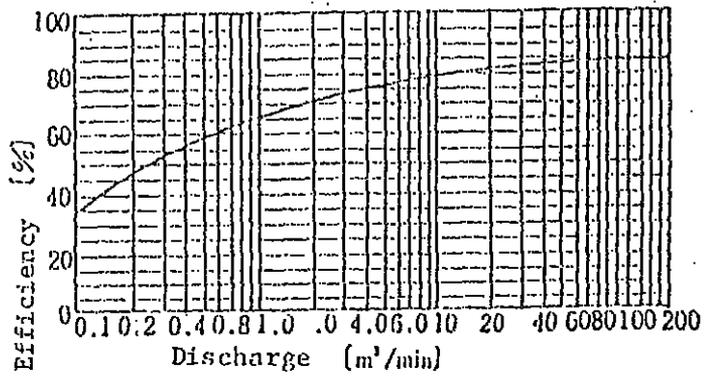
条 件	給エンジン
高度150mをこえる 300m ごと (2,500mまで)	2.5%
吸入空気温度30℃を越え る 5.5℃ごと	3%

ハ. 湿 度 補 正

盛夏時、温度60℃で湿度60%とすると 2.0%

上記の過程によると、高度2,500mにおいて盛夏時の条件を考慮すると約29%の出力低下率となる。従って本計画においては、山岳地帯の原動機に対して約30%の出力低下率を見込むこととする。

Document 1 Standard Efficiency of General Pump
(from Standards for Water Supply Systems)



Document 2 Allowance Rate of Power Units

Power Unit	Allowance Rate
Small Motor (under 37 kW)	0.15 - 0.25
Medium and Large Motor (over 37 kW)	0.10 - 0.20
Small Engine (under 50 PS)	0.20 - 0.30
Medium and Large Engine (over 50 PS)	0.15 - 0.25

Document 3 Transmission Efficiency

Transmitting Method	Transmission Efficiency η	
Direct Coupling	1.0	
Gear Drive	Parallel Gear	0.97 - 0.97
	Angle Gear	0.94 - 0.96
	Mesh Gear	0.95 - 0.98
Fluid Coupling	0.95 - 0.97	
Flat Belt	0.90 - 0.93	
V-Belt	0.93 - 0.95	

3) 水撃作用

ポンプ設備と管路に関する問題として、ポンプ急停止時に起こる水撃作用（ウォーター・ハンマー現象）があげられる。これはポンプの起動、停止時等管内の流速が急激に変化し、管内圧力が過度的に変動する（上昇あるいは低下）現象で、はなはだしい時には管路、弁、ポンプ等が破壊される。通常、高圧長管路の場合に発生しやすいので本計画ではShihara と Al Rajam の送水管路がとくに問題となる。問題となるものについては下記の対策を構することとする。

1) 急閉式（自閉式）逆止弁をつける

ポンプ吐出口に通常のスイング式逆止弁でなく急閉式逆止弁を取り付け、ポンプ出口圧力の低下があまり大きくなならないうちに流れを止める。

2) ポンプにフライ・ホイールを付ける

ポンプに慣性能率の大きなフライホイールをつけて、ポンプが急停止した際もポンプの回転数が急激に低下しないようにする。

3) 管径を大きくして管内流速を小さくする。

流速変動を小さくし、ポンプ急停止時の流速変化を小さくする。

ポンプ設備計算書一覧表

1. 取水ポンプ

地区名	流量 l/分	管径 mm/分	管長 m	管損失 m	実揚程 m	機場内 損失 m	全揚程 m	電動機/工 ンジン出力	発電機出力	注記
Wadi Asfan	<u>150</u>	50	170	18.1	170	4	<u>212</u>	11KW	30KVA	新設ポンプ (水中モータポンプ)
Al Khashna	<u>150</u>	50	305		19					
Al Rajam 1号井	<u>280</u>	50	130	4.9	130	4	<u>230</u>	11KW	30KVA	新設ポンプ (水中モータポンプ)
		65	780	15.4	75					
Al Rajam 1号井	<u>280</u>	65	170	10.7	170	4	<u>215</u>	18.5KW	(集中制御運転)	
		80	410	12.8	17					
Al Rajam 2号井	<u>280</u>	65	170	10.7	170	4	<u>209</u>	18.5KW	("	
		80	560	17.5	10					
Shihara	<u>450</u>	80	190	10.5	170	4	<u>184</u>	30KW	175KVA (第1増圧ポン プ兼用)	新設 水中モータポンプ
Ad Dahi 1号井	600	100	60	1.9	77.5	4	<u>84</u>	20HP		新設 ボア・ホールポンプ
			40	1.3						
Ad Dahi 2号井	600	100	40	1.3	40	4	<u>64</u>	(23HP)		取替用 既存ボアホールポンプ
			40	1.3	17.5					
Harad	400	100	40	0.6	40	4	<u>67</u>	13HP		新設 ボアホールポンプ
			360	5.4	17.5					

Al Zakira, Al Kheisen: 稼働中の既設ポンプのため計算略

2. 送水ポンプ(その1)

地区名	流量 l/日	管径 mm/日	管長 m	管損失 m	実揚程 m	機場内 損失 m	全揚程 m	電動機/エ ンジン出力	発電機出力	注 記
Al. Zakira	120	50	1,460	37	35	4	76	10PS		
Al. Kheisen	100	50	780	14.3	117	4	135.3	12PS		
Harad	400	100	300	4.5	17.5	4	26	5.5KW	(15KVA)	既設45KVAにて稼動

3. 送水ポンプ（その2）
 (AI Rajam)

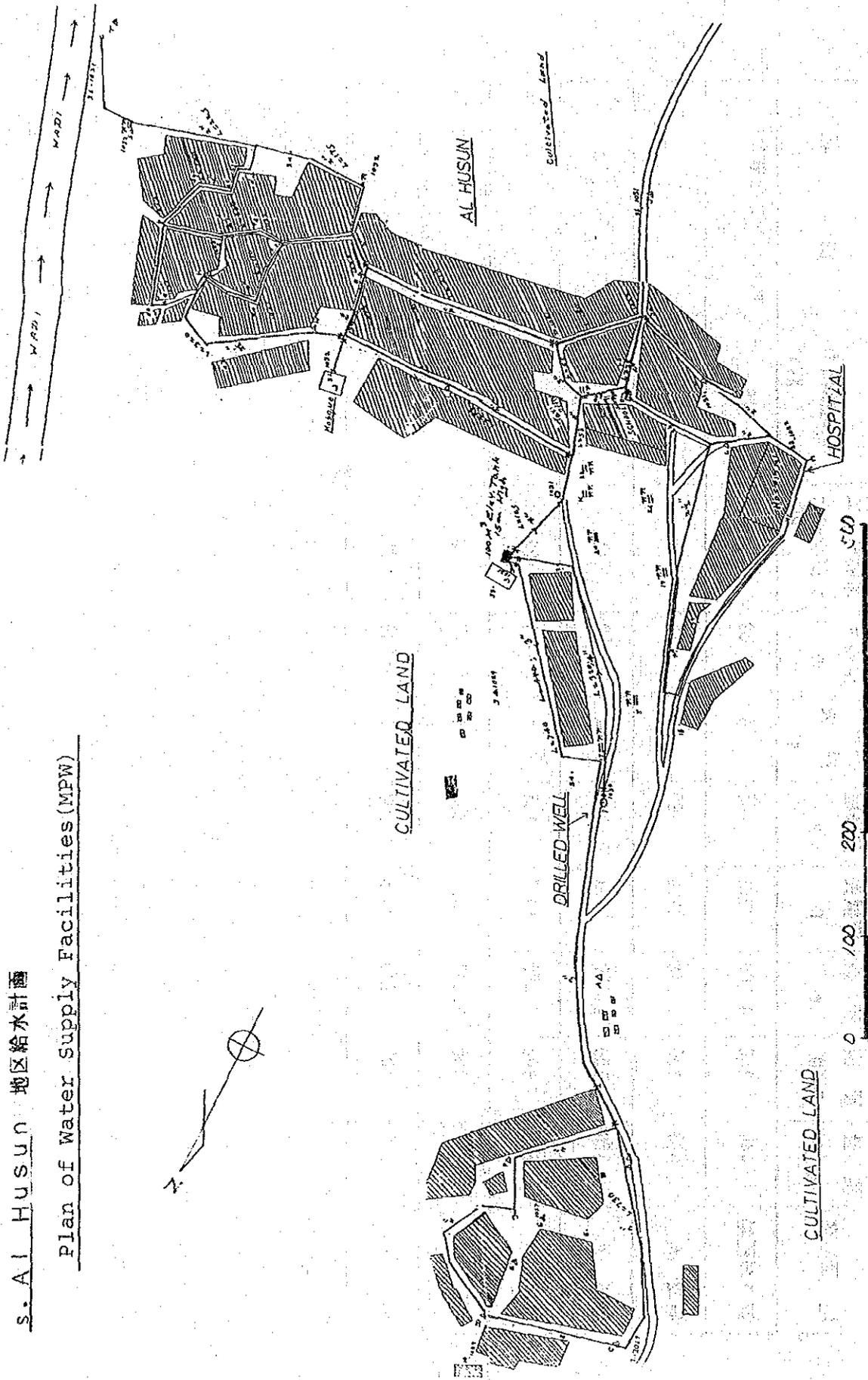
地区名	流量 l/m	管径 m/m	管長 m	管損失 m	実場程 m	機場内 損失 m	全揚程 m	電動機/工 ンジン出力	発電機出力
AI Rajam 第1増圧場	560	100	2,09	57.9	156	4	218	37KW	取水ポンプ2台と (集中制御) 200KVA
第2増圧場	460	100	1,440	27.8	251	4	283	45KW	175KVA

4. 送水ポンプ（その3）
（Shihara）

地区名	流量 l/m	管径 mm	管長 m	管損失 m	実揚程 m	機場内 損失 m	全揚程 m	電動機/工 ンジン出力 PS	発電機出力 KVA	注 記
第1増圧場	440	150	4,100	10.1	75	4	89	15	175	取水ポンプと兼用
第2 "	385	100	2,240	31.0	190	4	225	30	100	
第3 "	370	100	2,150	27.7	320	4	352	45	175	
第4 "	285	100	2,480	19.7	145	4	165	22	70	
第5 "	215	100	1,090	5.2	285	4	295	30		
第6 "	215	100	940	4.5	290	4	299	30	200	（集中制御）

s. Al Husun 地区給水計画

Plan of Water Supply Facilities (MPW)

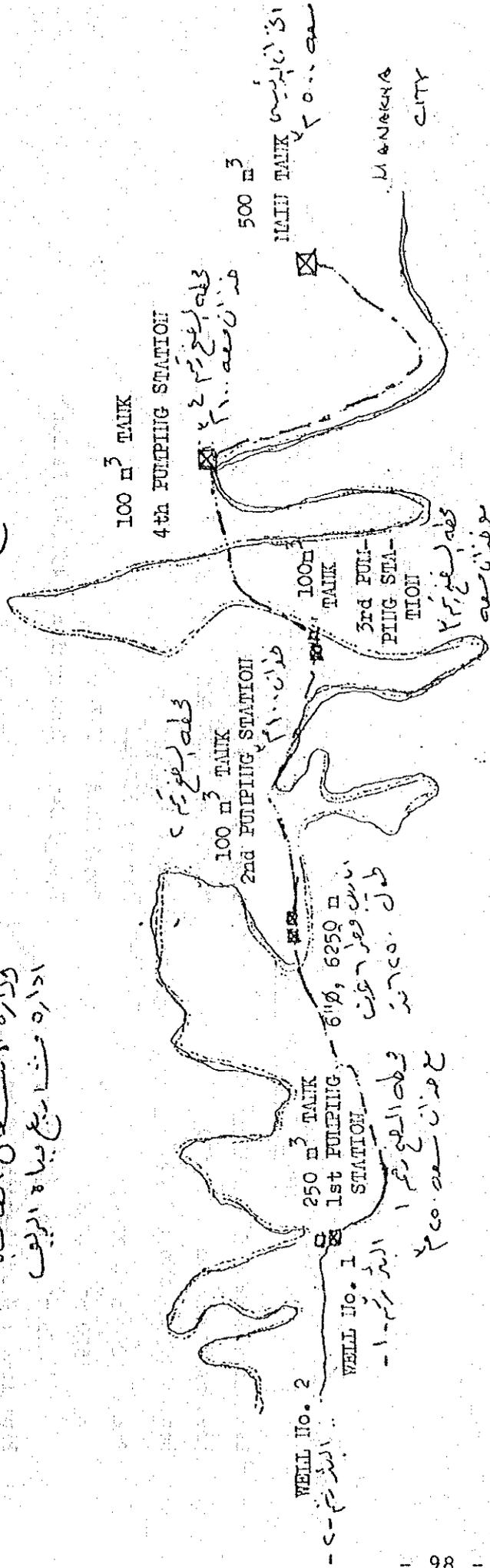


MINISTRY OF PUBLIC WORKS
RURAL WATER SUPPLY DEPARTMENT

وزارة الاشغال العامة
ادارة مشاريع مياه الري

MANAKIAL WATER SUPPLY PROJECT

مشروع تزويد المياه لبلدية مناخية



SUMMARY OF THE PROJECT

التكلفة التقديرية ١٠,١ مليون ي.ر
 Estimated cost : YR 10.1 million
 عدد السكان الحاضر ١٥,٠٠٠ نسمة
 Present population : 15,000
 عدد السكان المخطط ٣٠,٠٠٠ نسمة
 Design population : 30,000
 عدد الخزانات ١ - 1 No.
 Tanks : 500 m³ - 1 No.
 عدد الخزانات ١ - 1 No.
 250 m³ - 1 No.
 عدد الخزانات ٣ - 3 Nos.
 100 m³ - 3 Nos.
 طول خطوط الضغط 6"Ø, Length : 6.25 Km
 قطر الخطوط ١٤٠ سم

Pumps : 14 Nos.

a) Submersible

100 GPM, 205 m head : 1 No.

120 GPM, 211 m head : 1 No.

b) Horizontal

220 GPM, 286 m head : 9 Nos.

220 GPM, 230 m head : 3 Nos.

Total head : 1060 m

المغنى

١) الخزان
 ٢) مضخة غاطسية
 ٣) مضخة أفقية
 ٤) محطة ضخ
 ٥) بئر
 ٦) خط أنابيب
 ٧) مدينة مناخية

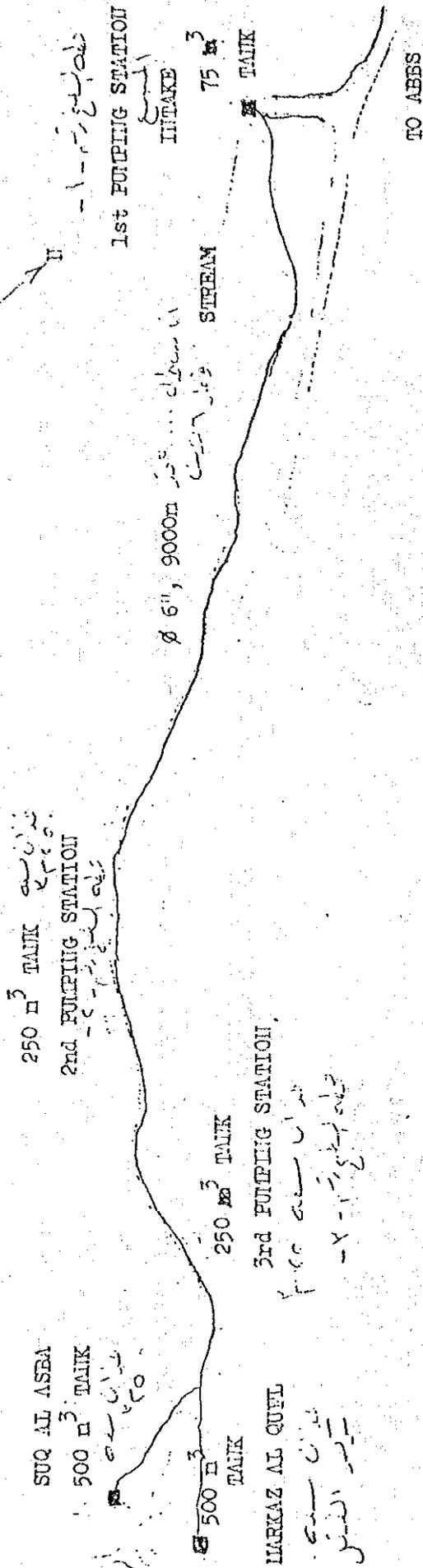
٨) الخزان
 ٩) مضخة أفقية
 ١٠) مضخة غاطسية
 ١١) محطة ضخ
 ١٢) بئر
 ١٣) خط أنابيب
 ١٤) مدينة مناخية

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
RURAL WATER SUPPLY DEPARTMENT

مديرية مياه الري
الريفية

AL-QUFL WATER SUPPLY PROJECT

مشروع توريد المياه لقرية القفل



SUMMARY OF THE PROJECT

Estimated cost : YR 5 million
Present Population : 11,500
Design population : 20,000

Tanks : 250 m³ - 2Nos.
500 m³ - 2Nos.
75 m³ - 1No. (In take)

Pipe line : Ø 6", length : 9 km

Pumps : 6 Nos.
Discharge : 300 GPM
Head : 370 m
Power : 260 H.P
Total Head : 1100 m
Design Daily Consumption : 432,000 Gallons

MINISTRY OF PUBLIC WORKS
RURAL WATER SUPPLY DEPARTMENT
وزارة الأشغال العامة
إدارة مشاريع الري

AL-MAHWEER WATER SUPPLY PROJECT
مشروع تجميع المياه لمدينة الموهبت

4" Ø, 5575 m
أنابيب قطر 100 مم طول 5575 متر

TANK 100 m³
ذئان صفة 100 م³
Dg 1988

TANK 500 m³
ذئان صفة 500 م³
2248
2248

3rd PUMPING STATION
قطعة الرفع رقم - ٧ -

2nd PUMPING STATION
قطعة الرفع رقم - ٢ -

TANK 100 m³
ذئان صفة 100 م³
1681

INTAKE
1366 1417

المنبع

SUMMARY OF THE PROJECT

Estimated cost : YR 7.5 million
Present population : 6000
Design population : 12000
Tanks : 4 Nos.
500 m³ : 1 No.
100 m³ : 3 Nos.
Ø 4", Pipe line length : 5575 m

Pumps : 6 Nos.
Discharge : 184 GPM
Head : 370 m
Power : 140 H.P
Total Head : 882 m
Design Daily Consumption : 176,640 Gallon

كيل

1st PUMPING STATION

قطعة الرفع رقم - ١ -

A - 5 維持管理

u. 維持管理費内訳

1. 維持管理費の構成要素

1) 操作要員給料

操作要員は、通常費益集落住民の中から選抜される。中小村落では運転時間も短いため、指名を受けた 2 名程度の要員が交替で操作するケースが多い。一般無給である。しかし、人口が 2,000 人を越す集落規模となると有給専従操作要員が必要となり、給料の支払が行われる。調査の結果では、年齢、経験度等により YR 2,000 ~ 2,500/人/月の範囲で支払いが行われている。

2) 燃料費

燃料としての軽油は入手が比較的容易であり、現在の価格は約 34 円/ℓ である。これら機器は運転時間に応じてオイル変換が必要となるが、これについては燃料代の約 10% 相当を見込むのが妥当である。

3) 施設維持補修費

本事業では、完成施設の安定した連続稼動を可能とするための必要維持補修費を以下の基準で算定して全体の維持管理コスト設定の判断材料とすることにする。

- a. 機械室、水槽：操作員の日常の維持管理によって保守できるので特に計上しない。
- b. 深井戸水源：揚水による砂が井底に推積する可能性のある海岸平野の井戸では、井内洗浄工事を定期的に行う必要がある。こよって、Ad Dahi と Harad は既存井であるが、今後はさく井保全のための作業が必要になると考えられる。ここでは、井戸保全のための井内洗浄工事を従来の状況から判断して 5 年に 1 回程度行うこととする。費用構成は以下の通り設定した。

(i) 洗浄工事（仕上工事と同内容）	円 276,000（複数単価）
(ii) ポンプ引場据付工事	92,000（"）
(iii) 仮設工事	540,000（現地調査）
(iv) 管理費	10%

よって、Ad Dahi、Harad の井戸改修工事費は、 $(276,000 + 92,000) \times 2本 + 540,000) \times 1.1 = 1,403,000$
円 1,403,000 / 2本 / 5年

c. ポンプ、原動機：予備品またはスペア・パーツが本事業に含まれているが、以下の維持修繕費の各地区において考慮するものとする。

i. 取水ポンプ

新設水中モータ・ポンプ —— スペアパーツに予備モータが含まれており運転時間にもよるが5年～10年間は井戸に異常がない限り支障ない。したがって、それ以降の故障にそなえて当初から積立を考えるとすると年平均ポンプ価格の5%となる。

新設エンジン駆動
ボナホール・ポンプ —— 20%のスペアパーツが含まれ、大よそ3年間の保守が可能と想定される。それ以降の保守に対して当初から用意するものとする。20% / 3年と約7%/年の積立が必要となる。

既存取水ポンプ —— これらポンプに対しては予備品、スペアが含まれない。同程度のポンプ価格を参考にし年7%の保守費とする。

ii. 送水ポンプ —— 予備ポンプ、モータが含まれている。年平均5%とする。

iii. 発電機 —— 20%のスペア・パーツが含まれており、年7%とする。

iv. 配電盤 —— 20%のスペア・パーツが含まれており、年7%とする。

上記機器に関する算定の基盤価格としては、工業費含むものとして複合単価＋一般管理費用(10%)を採用する。

d. 管路・弁類：年間にその工事費の0.5%を補修費と考える。

e. 公共水栓：使用頻度の高い水栓の取替を2年に1回程度と予定する。

2. 算定方法

各地区の維持管理費と、各世帯負担の水道代の試算を以下に示す。試算は施設がフル操業となる20年後を基準とし、一世帯の構成人員は有所得成人1名に対し4人、計5人とし、所得額はYR4,000と仮定する。

Site Name	Wadi Asfan			
1. Operator's salary	1 x 27,000 ¥/m			27,000 ¥/m
2. Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)	total consumption (lit)
	30KVA/44PS	6.6	4.6	30.4
				$30.4 \times 34 \text{ ¥} = 1,034 \text{ ¥}$ $1,034 \times 30 \text{ days} = 31,020 \text{ ¥/m}$ Lubricants 10 % 3,102 ¥/m
3. Pump/generator repair cost	submersible pump $3,463,463 \times 1.1 = 3,809,810$ generator $2,877,221 \times 1.1 = 3,164,940$ (total 34,336 ¥/m)			$(3,809,810 \times 0.05) \div 12 = 15,874 \text{ ¥/m}$ $(3,164,940 \times 0.07) \div 12 = 18,462 \text{ ¥/m}$
4. Well rehabilitation cost				
5. Pipeline repair cost	$15,748,000 \times 1.1 = 17,323,000$ $(17,323,000 \times 0.005) \div 12 = 7,218$			7,218 ¥/m
6. Faucets replacement cost	$24,300 \times 18 \text{ pcs} \times 1.1 = 481,140$ $481,140 \div 24 = 20,048$			20,048 ¥/m
Total operation/maintenance cost				122,724 ¥/m (9,091 YR/m)
Water fee calculation	design population: 990 nos. of household: 198 water fee = OM cost/household = 620 ¥/m (45.9YR/m) water fee ratio to household income: 1.1 %			
Note				

Site Name	Al Khashna			
1. Operator's salary	1 x 27,000 ¥/m			27,000 ¥/m
2. Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)	total consumption (lit)
	30KVA/44PS	3.3	4.6	15.2
				$15.2 \times 34 \text{ ¥} = 517 \text{ ¥}$ $517 \times 30 \text{ days} = 15,510 \text{ ¥/m}$ Lubricants 10 % 1,551 ¥/m
3. Pump/generator repair cost	submersible pump generator control panel $5,911,663 \times 1.1 = 6,500,000$			$(6,500,000 \times 0.05) \div 12 = 27,083 \text{ ¥/m}$
4. Well rehabilitation cost				
5. Pipeline repair cost	$6,645,000 \times 1.1 = 7,309,500$ $(7,309,500 \times 0.005) \div 12 = 3,045$			3,045 ¥/m
6. Faucets replacement cost	$24,300 \times 4 \text{ pcs} \times 1.1 = 106,920$ $106,920 \div 24 = 4,455$			4,455 ¥/m
Total operation/maintenance cost				78,644 ¥/m (5,825 YR/m)
Water fee calculation	design population: 490 nos. of household: 98 water fee = OM cost/household = 802 ¥/m (59 YR/m) water fee ratio to household income: 1.49 %			
Note				

Site Name	Al Zakira		
1. Operator's salary	1 x 27,000 ¥/m		27,000 ¥/m
2. Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)
	10 PS	7	1.04
			total consumption (lit)
			7.3
			7.3 x 34 ¥ = 248 ¥ 248 x 30 days = 7,440 ¥/m
			Lubricants 10 % 744 ¥/m
3. Pump/generator repair cost	booster pump 1,950,164 x 1.1 = 2,145,200		(2,145,200 x 0.5) ÷ 12 = 8,938 ¥/m
4. Well rehabilitation cost			
5. Pipeline repair cost	14,800,920 x 1.1 = 16,281,000 (16,281,000 x 0.005) ÷ 12 = 6,784		6,784 ¥/m
6. Faucets replacement cost	24,300 x 8 pcs x 1.1 = 213,840 213,840 ÷ 24 = 8,910		8,910 ¥/m
Total operation/maintenance cost			59,816 ¥/m (4,431 YR/m)
Water fee calculation	design population: 820 nos. of household: 164 water fee = OM cost/household = 365 ¥ (27 YR) water fee ratio to household income: 0.68 % (33 ÷ 4,000)		
Note			

Site Name	Al Kheisen			
1. Operator's salary	2 x 27,000 ¥/m			54,000 ¥/m
2. Fuel Cost	<u>type/output</u>	<u>daily operating hours (hr)</u>	<u>unit consumption (lit/hr)</u>	<u>total consumption (lit)</u>
	40 PS (existing borehole pump)	6.2	4.14	25.7
	12 PS (booster pump / new engine)	4.3	1.24	5.3
				31.0 x 34 ¥ = 1,054 ¥ 1,054 x 30 days = 31,620 ¥/m Lubricants 10 % 3,162 ¥/m
3. Pump/ generator repair cost	existing pump / engine price : 5,000,000 new booster pump / engine : 2,438,234 x 1.1 = 2,682,000 (total : 40,345 ¥/m)			(5,000,000 x 0.07) ÷ 12 = 29,170 ¥/m (2,682,000 x 0.05) ÷ 12 = 11,175 ¥/m
4. Well reha- bilitation cost				
5. Pipeline repair cost	30,576,885 x 1.1 = 33,634,570 (33,634,570 x 0.005) ÷ 12 = 14,000			14,000 ¥/m
6. Faucets replacement cost	24,300 x 16pcs x 1.1 = 427,680 427,680 ÷ 24 = 17,820			17,820 ¥/m
Total operation/ maintenance cost				160,947 ¥/m (11,922 YR/m)
Water fee caluculation	design population: 1,170 nos. of household: 234 water fee = OM cost/household = 688 ¥/m (51 YR/m) water fee ratio to household income: 1.3 %			
Note				

Site Name	Al Rajam			
1. Operator's salary	5 x 27,000 ¥/m			135,000 ¥/m
2. Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)	total consumption (lit)
	200KVA/260ps	10.9	26.9	293
	175KVA/220ps	10.9	22.8	249
				542 x 34 ¥ = 18,428 ¥ 18,428 x 30 days = 552,840 ¥/m Lubricants 10 % 55,284 ¥/m
3. Pump/generator repair cost	submersible pump (6,581,435 x 2 x 1.1) x 0.05 ÷ 12			60,330 ¥/m
	booster pump (4,072,078 x 1.1) x 0.05 ÷ 12			18,664 ¥/m
	booster pump (6,458,009 x 1.1) x 0.05 ÷ 12			29,599 ¥/m
	200KVA generator (11,156,264 x 1.1) x 0.07 ÷ 12			71,586 ¥/m
	175KVA generator (9,302,984 x 1.1) x 0.07 ÷ 12			59,694 ¥/m
	central control panel (7,787,496 x 1.1)			49,970 ¥/m
	TOTAL			289,843 ¥/m
4. Well rehabilitation cost				
5. Pipeline repair cost	(106,800,000 x 1.1 x 0.005) ÷ 12 = 48,950			48,950 ¥/m
6. Faucets replacement cost	24,300 x 62 pcs x 1.1 = 1,657,260 1,657,260 ÷ 24 = 69,052			69,052 ¥/m
Total operation/maintenance cost				1,150,969 ¥/m (85,257 YR/m)
Water fee calculation	design population: 6,070 nos. of household: 1,214 water fee = OM cost/household = 948 ¥/m (70 YR/m) water fee ratio to household income: 1.76 %			
Note				

Site Name	Shihara			
1.Operator's salary	7 x 27,000 ¥/m			189,000 ¥/m
2.Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)	total consumption (lit)
	70KVA/95ps	18.8 hr/d	9.8	184
	100KVA/130ps	18.8	13.5	254
	175KVA/220ps	18.8	22.8 x 2	857
	200KVA/260ps	18.8	26.9	506
			total	1,801
				1,801 x 34 ¥ = 61,234 ¥ 61,234 x 30 day = 1,837,020 ¥/m Lubricants 10 % 183,702 ¥/m
3.Pump/ generator repair cost	submersible pump	(6,546,443 x 1.1) x 0.05 ÷ 12		30,005 ¥/m
	booster pump	[(3,133,564 + 6,758,009 + 4,989,651 + 7,298,990 + 5,079,518 x 2) x 1.1] x 0.05 ÷ 12		146,847 ¥/m
	generator	[(3,329,640 + 3,923,040 + 9,302,784 + 11,156,264) x 1.1] x 1.1 x 0.07 ÷ 12		161,653 ¥/m
	central control panel	(6,707,496 x 1.1) x 0.07 ÷ 12		43,070 ¥/m
		TOTAL		381,575 ¥/m
4.Well reha- bilitation cost				
5.Pipeline repair cost	(205,379,000 x 1.1 x 0.05) 6 ÷ 12 = 94,132			94,132 ¥/m
6.Faucets replacement cost	24,300 x 42pcs x 1.1 = 1,122,660 1,122,660 ÷ 24 = 46,778			46,778 ¥/m
Total operation/ maintenance cost				2,732,207 ¥/m (202,386 YR/m)
Water fee caluculation	design population: 8440 nos. of household: 1688 water fee = OM cost/household=1,619 ¥/m (120 YR/m) water fee ratio to household income: 3.0 %			
Note				

Site Name	Ad Dahi			
1. Operator's salary	5 x 27,000 ¥/m			135,000 ¥/m
2. Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)	total consumption (lit)
	20 PS	13.2	2.1	27.7
	27.7 x 2 nos = 55.4			55.4 x 34 ¥ = 1,884 ¥ 1,884 x 30 days = 56,520 ¥/m Lubricants 10 % 5,652 ¥/m
3. Pump/generator repair cost	6,423,992 x 2 nos x 1.1 = 14,132,782			(14,132,782 x 0.07) ÷ 12 = 82,440 ¥/m
4. Well rehabilitation cost	1,406,284 x 4 times ÷ 20 years = 281,260			281,260 ÷ 12 = 23,438 ¥/m
5. Pipeline repair cost	80,430,255 x 1.1 = 88,473,280 (88,473,280 x 0.005) ÷ 12 = 36,864			36,864 ¥/m
6. Faucets replacement cost	24,300 x 28 pcs x 1.1 = 748,440 748,440 ÷ 24 = 31,185			31,185 ¥/m
Total operation/maintenance cost				371,099 ¥/m (24,489 YR/m)
Water fee calculation	design population: 9,030 nos. of household: 1,806 water fee = OM cost/household = 205 ¥/m (15.2YR/m) water fee ratio to household income: 0.38 %			
Note	5 operators will be paid including substitutes due to 2 shifts a day.			

Site Name	Ilarad				
1. Operator's salary	5 x 27,000 ₱/m				135,000 ₱/m
2. Fuel Cost	type/output	daily operating hours (hr)	unit consumption (lit/hr)	total consumption (lit)	
	13 PS (borehole pump engine)	15.3	13.5	20.7	111 x 34 ₱ = 3,774 ₱
	45KVA/57PS (generator for existing and new pumps)	15.3	5.9	90.3	3,774 x 30 days = 113,200 ₱/m
					Lubricants 10 % 11,320 ₱/m
3. Pump/generator repair cost	(new borehole pump + supply pump + existing submersible pump) $(5,517,912 + 1,465,661 + 7,000,000) \times 1.1$ = 13,983,573				$(13,983,573 \times 0.07) \div 12$ = 81,571 ₱/m
4. Well rehabilitation cost	$1,406,284 \times 4 \text{ times} \div 20 \text{ years} = 281,260$				$281,260 \div 12$ = 23,438 ₱/m
5. Pipeline repair cost	$76,119,889 \times 1.1 = 83,731,878$ $(83,731,878 \times 0.005) \div 12 = 34,888$				34,888 ₱/m
6. Faucets replacement cost	$24,300 \times 24 \text{ pcs} \times 1.1 = 641,520$ $641,520 \div 24 = 26,730$				26,730 ₱/m
Total operation/maintenance cost					426,147 ₱/m (31,566 YR/m)
Water fee calculation	design population: 6,920 nos. of household: 1,384 water fee = OM cost/household = 308 ₱/m (23 YR/m) water fee ratio to household income: 0.6 %				
Note					

V. 供与機材の仕様

バックホウ

バケット容量	:	0.3～0.4 m ³
最大掘削深さ	:	4m以上
登坂能力	:	60%以上
定格出力	:	75ps以上
全幅	:	2.6m 以下
全長	:	4.0m 以下

急坂車(トラック)

載荷容量	:	2.5ton 以上
エンジン	:	4サイクルディーゼルエンジン
最大出力	:	65ps以上
トランスミッション	:	前進 5段、後進 5段
駆動方式	:	4 × 4
最大登坂能力	:	30°
全幅	:	2.5m 以下
全長	:	5.5m 以下

8トントラック(クレーン付)

載荷容量	:	8.0ton 以上
エンジン	:	4サイクルディーゼルエンジン
最大出力	:	180ps 以上

ピックアップ

全車重	:	3,000kg 以上
エンジン	:	4サイクルガソリンエンジン
最大出力	:	120ps 以上
駆動方式	:	4 × 4

A-6 その他

W. 地方水道局施設設計基準

YEMEN ARAB REPUBLIC

Rural Water Supply Department

Design Criteria for Rural Water Supplies

1. Population Present

Population statistic issued by the Central Planning Organization (CPO) show figures which appear to be on the lower side. Databank on Yemen's population issued in 1975 by the Swiss Technical Co-operation Service shows also figures lower than the actual population. Information provided by the local villages gives figures that are often exaggerated.

To obtain reasonable estimates of present population, the following steps should be followed:

- a. Obtain COP figures: population, number of families and number of houses;
- b. Obtain population estimate independently from more than one reliable source from the village;
- c. Calculate population by:
 - multiplying number of families by 7
 - multiplying number of houses by 10;
- d. Compare population estimates obtained from above a, b, and c, discarding doubtful figures, take the mean and then use it for design purposes;
- e. Try and obtain from the village Sheikh population figure according to "FITRAH" (or religious taxes) which is probably the most accurate estimate although it usually indicates less figure than the actual population.

2. Population Future

It is practically impossible to use population projection techniques as there exist no statistic prior to 1975 the overall growth rate is about 2.9% per annum; 2.5% for rural population and 8.5% for urban population. The growth rate in some urban towns may reach 16% and great care must therefore be exercised in establishing, as far as possible, how fast does a village or town expand by examining its economical and social conditions affecting such growth. In some cases, an idea of growth tendencies can be had by obtaining information on building permits granted and population figures in the last few years.

The following table gives population projections for certain growth rates. Multiply present population by shown multiplier for the required design period.

<u>Growth Rate</u> %	<u>Multiplier</u> <u>by 15 years</u>	<u>Multiplier</u> <u>by 20 years</u>
2.5	1.41	1.60
3.0	1.51	1.75
3.5	1.62	1.92
4.0	1.75	2.11
4.5	1.85	2.31
5.0	1.98	2.53
5.5	2.12	2.77
6.0	2.26	3.03

However, it is suggested that the following projections be used;

- a. For rural areas: 2 x present population;
- b. For semi-urban centres: use an annual growth rate of 6% - or 3 x present population;
- c. For urban centres: investigate each case separately.

3. Water Demand

- a. 45 lit/person/day - using public fountains only with no house connections, especially when the source is not sufficient;
- b. 80 - 100 lit/person/day - for general house connections with some public fountains. Use low figure for temperate climates and high figure for hot areas such as Tihama region;
- c. Fire fighting demand - is not economically warranted for the rural areas.

4. Daily Operating Hours

Ideally, the shorter the daily operating hours the better, in order to facilitate operation and maintenance of the mechanical equipment and to provide flexibility in the operation of the system by enabling the operator to increase operation hours, if the need arises without putting too much load on the pumping unit.

Twenty-four hours operations is not desirable, as this leaves not time for necessary maintenance and would reduce the life of the pumping unit significantly. However, standby unit must be provided if 24 hours pumping is desired.

The following guidelines are proposed:

- a. The design should aim at maximum daily operating hours of 8 - 20 hours at the end of the design period, if the source yield is adequate;

- b. The daily operating hours should preferably not exceed 8 hours for human consumption if the same well is utilized to supply water for irrigation purpose;
- c. If the yield of the available source is low, the daily operating hours at the end of the design period may have to be increased beyond 16 hours. In this case, the concerned authorities should be warned of the situation and advised to look for supplementary source. The period after which 16 hours daily pumping will be necessary can be roughly calculated and noted.

5. Storage Tank (Storage Capacity)

- a. For ground tanks storage capacity of the reservoir should be based on maximum daily demand at end of the design period. This is necessary in rural areas where repair of mechanical equipment may take a few days to be carried out. However, a maximum storage capacity of 250 m³ or more may be used in larger villages.
If the designed storage capacity is more than 100 m³, then it is preferable to split the storage volume in phases according to the demand and local conditions and the availability of the funds.
- b. For elevated tanks: about 25% of maximum daily demand at end of design period.
- c. Use the following standard sizes for ground tanks:
25 - 50 - 100 - 150 - 200 - 250 m³.
- d. Use the following standard sizes for elevated tanks: 40 - 60 - 100 m³.

6. Water Distribution Networks

- a. For small water distribution systems with no fire hydrants, the minimum head at any point in the system should be 10 m for double-storey houses.
- b. For water distribution systems with fire hydrants, the minimum head should be 20 m.
- c. In case the fire fighting vehicles are equipped with pumping unit then the pressure may be reduced.

7. Public Fountains

- a. Standard units are for 2-4 and 6 taps per unit.
- b. The loading per tap should not exceed 200 persons.
- c. Maximum walking distance to any public fountain should preferably not exceed 200 m.

8. Distribution Flow

The gravity flow in any pipe should be taken as 2 times the average daily flow. The average flow is the total demand divided by 24 hours (converted to litres per seconds or US gpm).

9. Arrangement of Valves

- a. Immediately on the pump discharge line a non-return valve should be installed followed by sluice (or gate) valve.
- b. Air-relief valves must be installed at high points on pipelines.
- c. Drain valves (sluice or gates) must be installed at low points in pipelines.
- d. Working pressure must be defined in the drawing.

10. Water Marker

In high pressure systems it is necessary to calculate the instantaneous rise in pressure at the pump upon closure of the non-return valve after stoppage of the pumping unit. This rise in the pressure should be added to the total manometric head and the summation constitutes the working pressure for the pipe.

11. Duration of Prime Movers

Engines must be derated for the altitude and maximum ambient temperature combined. Humidity has also an effect on the rating of electric motors.

12. How to Specify Pumps

Any pump must be specified by the following:

- a. Discharge: (US gpm) or (lit/second)
- b. Total manometric head - m
- c. Internal size of well casing (if a deep well)
- d. Installation depth (if a deep well). Consideration must be given in both horizontal and vertical pumps to the NPSH (Net Positive Suction Head) of the pumps in question.
- e. Minimum rated output of prime mover which must be based on: Temperature and altitude duration and the maximum S.N.P. of the pump at rated speed (not the SNP at the rated Q and E). An allowance should be added for flexibility of operation and other factors such as type of drive (clutch or belt).
- f. Multiplier of the power needed is 1.2 - 1.4.