新第三系が載っているので、新第三紀以後に主要な活動を行ったと考えられる。

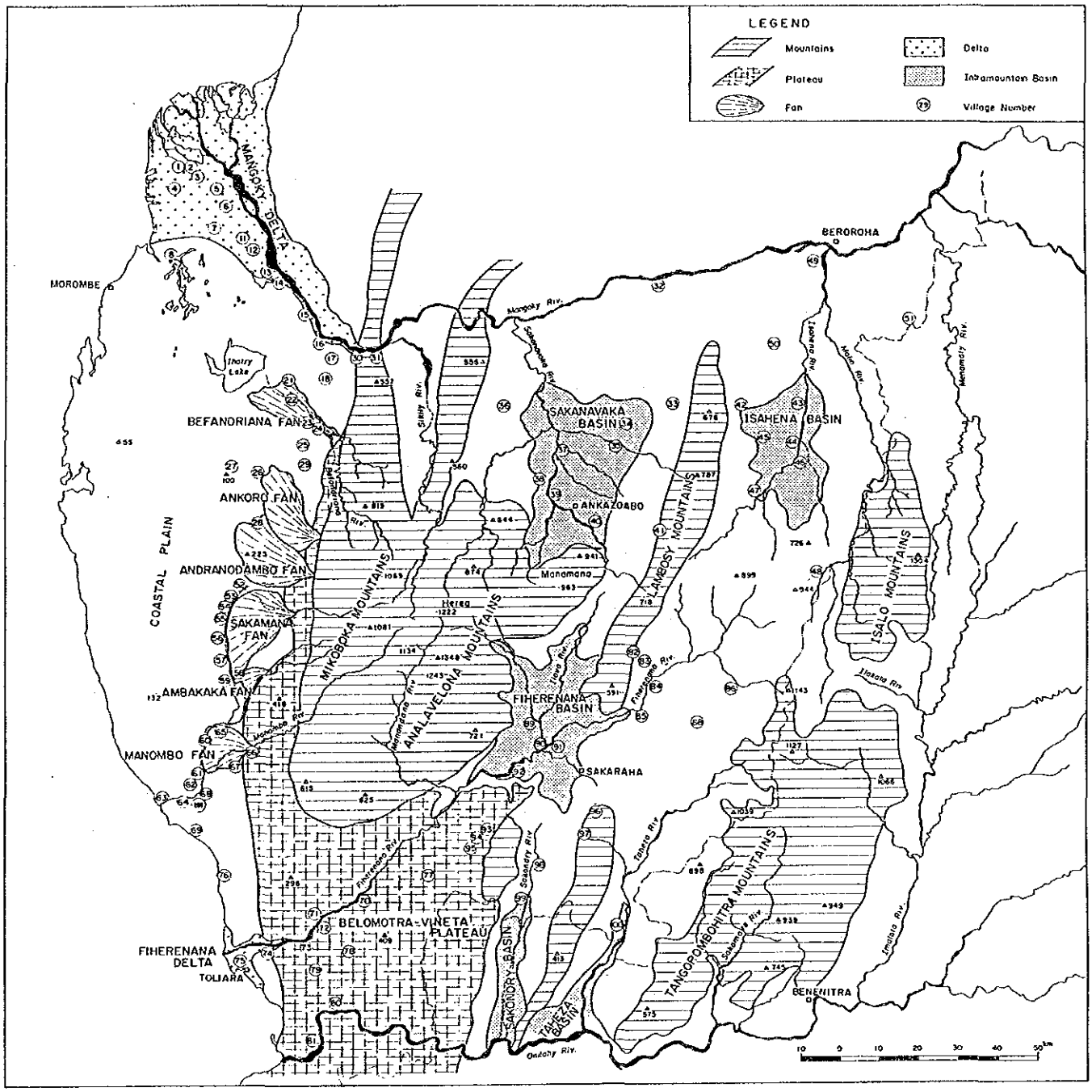
第五の系統の断層はベロモトラービネタ台地の西縁を限る断層群（トリアラ断層）で、従来はマノンボ川以北の位置が推定の域をでなかったが、今回の衛星画像判読によりイホトリ湖の西縁に伸びていることが分った。この断層群はＮ－ＳもしくはＮＮＷ－ＳＳＥ方向に平行に発達し、第三の系統の断層群を切っているので最も新しい時期に活動したと考えられる。

３－２－５　水理地質条件

開発調査段階では、候補 100村落のすべてにおいて電気探査を実施したほか、地質区分帯の要所要所で試掘井を掘削（26井、掘進延長 2,096m）して、地質の確認をした。また、揚水試験により地層の水理定数も把握した。

既存の地質資料解析、地表地質踏査、空中写真判読、ランドサット画像解析等により作成した地質図に、電気探査結果、試掘結果、水位測定結果等を加えて総合解析を行ない、Ｐ25,26に示す水理地質図を作成した。この水理地質図に示されるように、当該地域内の地下水資源は、一部の地域（地下水位が非常に深い地域、水質が飲料水に適さない地域）を除いて、一般に高い開発可能性を有するものとして評価される。開発可能量は、現状の生活用水不足を解消するのに充分であるのみならず、一部の地域では、農業用あるいは工業用として利用しうるほどの高い可能性を持つ。

地域ごとの地下水開発ポテンシャルは、表－４(1)～(3)の主要地区別「地下水ポテンシャル」としてとりまとめた。表中の地名は、図－１の地形区分図に対応している。



図－1　計画対象域内の地形区分図

表－3　地質層序表

地質時代		地層名		
新生代	第四紀	第四系		河床堆積物
				砂丘砂層
				扇状地堆積物
	新第三紀	新第三系		
	古第三紀（始新世）		始新統	中・上部
				下部
中生代	白亜紀		白亜系	上部
				下部
	ジュラ紀			海成ジュラ系
		イサロ層群	上部	
			中部	
			下部	
	三畳紀	サカメナ層群		
古生代	二畳紀			
	石炭紀	サコア層群		
先カンブリア紀		先カンブリア系		

表－4（1）　主要地区別「地下水ポテンシャル」

地区名	地質（帯水層）	地下水ポテンシャル					備考
			水位（GL－m）	湧出量（ℓ／min）	比湧出量（ℓ/min/m）	水質	
マンゴキデルタ	沖積層中の砂層	現在、広く利用されている	1.5～3.0	タナンダバ(D=29m) 200	26.46	問題なし。海岸近くでは塩素イオン濃度が高い場合もある。	10m以浅の井戸は、乾期の水位低下が著しい。
	中・上部始新統	有力な被圧帯水層が存在する可能性は低い。					主として、泥灰岩、泥灰質粘土から成る。
	後期白亜紀の石灰岩層	被圧地下水を得ることが可能。					マンゴキ川がミコボカ山地を横断するノシィーアムボシトラ付近。
イホトリベーズン	沖積層中の砂層	現在、灌漑に利用されている。	1.5～3.0			"salty"	イホトリ湖周辺。
	中・後期始新世の砂岩層	利用価値が高い。	3.57～14.49	試掘孔７本 200～340	23～304	良好。	帯水層はGL-15～20mに分布。上下に泥岩層を伴う場合には、比湧出量が小さく、水質も"salty"。
	前期始新世の石灰岩		自噴	アンタニミエバ自噴井 110ℓ/sec マンデビィ湧水 620ℓ/sec	2,621 3,061		ベファンドリアナとマンデビィを結ぶNE－SW方向の幅約３mのゾーンに自噴地下水が存在。水圧は北西方向に低下。
マノンボベーズン	砂丘砂層	レンズ上の地下水であるため、量的に限られ、安定利用も難しい。					
	中・後期始新世の砂岩又は石灰岩	全般的に有力な帯水層である。	3.40～36.17	試掘孔12本 130～360	14～423	比較的良好。	一般的傾向として、泥灰岩層中に挟在する厚さ３m以下の砂岩層が帯水層である場合は"salty"で水質不良。地表30m以浅は水質不良の場合が多い。
	前期始新世の石灰岩	生産性は極めて高い。		アンボボカ湧水 3,100ℓ/sec	サカマサ扇状地 32.4～139.2	問題はない。	トリアラ断層西側においては分布深度が深くなり、利用は難しい。
フィヘレナナデルタ	沖積層中の砂層	有力な帯水層である。					
	中期・後期始新世の石灰岩	極めて生産性の高い帯水層である。	5.10～20.75		ミアリー(D=41～42m)の3本 217.5 874.0 4,083	良好。但し、海岸部では"salty"	トリアラ市の主要な上水道水源になっている。
	後期始新世の泥灰岩	有力な帯水層を見いだすことは難しい。					

表－4（2）　主要地区別「地下水ポテンシャル」

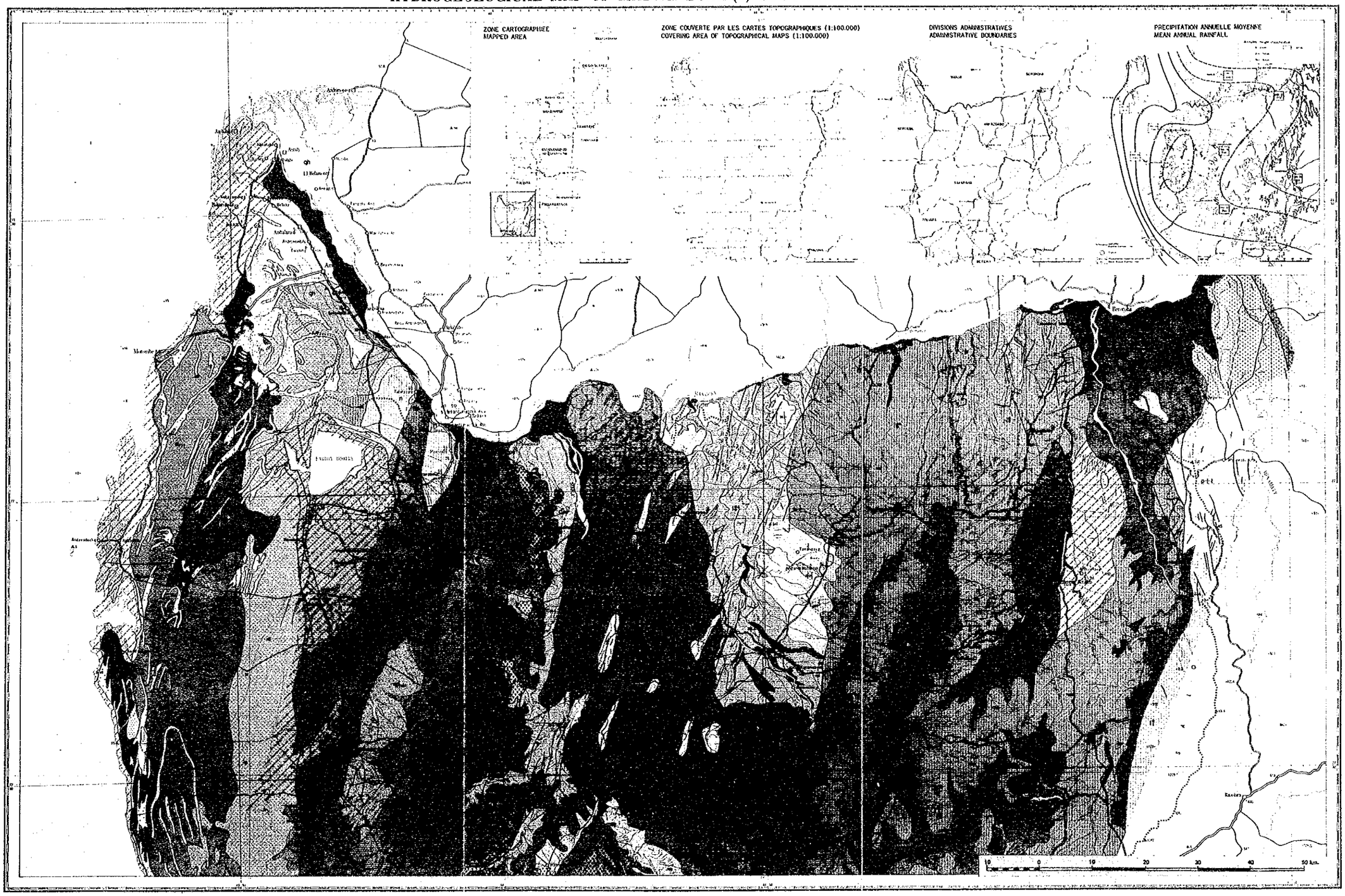
地区名	地質（帯水層）	地下水ポテンシャル	水位（GL－m）	湧出量（ℓ／min）	比湧出量（ℓ/min/m）	水質	備考
ベロモトラ－ベネタ台地	玄武岩（GL-15m以下、層厚115m）	深度・湧出量から見て利用価値の高い帯水層である。	16.57	本調査における試掘結果 110	11.65	上位に泥灰岩が分布する所では水質が悪くなる可能性がある。	玄武岩中の裂ヵ水であるため、割れ目の発達状況によって、地下水ポテンシャルの地域差が大きい。
	後期白亜紀の砂岩層	帯水層となりうるが分布域は限定される。	116.0	アンドラノポリ 150		良好。	ビネタ台地周辺部。
	後期始新世の石灰岩層	有力な帯水層であるが、被圧されていない。	178.56 207.0	試掘孔（ベフォリ）110 アンドラノヒナリ 166		良好。	ベロモトラ台地。 地下水はGL-200m以深ではないと得られないため、高揚程の水中ポンプが必要である。
	中期始新世の石灰岩層（砂岩層を伴う）	有力な帯水層である。	5.23	マノロカ 158（水位降下無し）		良好。	ベロモトラ台地西縁付近。
フィヘレナナ－ベーズン	中部イサロ層群中の陸性粗粒砂岩	極めて生産性の高い帯水層である。	16.29 11.0	試掘孔（マニンダィ）360～480 サカラ（D=32m）400	43.95 150	良好。	イロボ断層東側。
	後期白亜紀の陸性砂岩層	有力な帯水層に成っている可能性もあるが、分布斜面下部でこれを覆う海成ジュラ系が利用を阻む。			〃		イロボ断層西側、アナラベロナ山地東側斜面。
	中期ジュラ紀の海成層					中部ジュラ系より下位のものは水質が悪い可能性がある。	中部ジュラ系は泥灰岩層を伴う。
サコンドリ－ベーズン	崖錐堆積物	不圧水が期待できるが量的には限られている。					サコンドリ川西側平野西縁。 涵養域が狭い。
	中部又は上部イサロ層群の中～粗粒砂岩	帯水層に成りうる。					サコンドリ川東側山地。 山腹下部では、堅いジュラ系海成層に覆われるため、帯水層に達するためにはこれを貫く必要がある。

表－4（3）　主要地区別「地下水ポテンシャル」

地区名	地質（帯水層）	地下水ポテンシャル	水位（GL－m）	湧出量（ℓ／min）	比湧出量（ℓ/min/m）	水質	備考	
タヘザベーズン	陸性砂岩層を主体とした中部イサロ層群	帯水能は高いが、涵養域が狭いため有力な帯水層は期待できない。					タヘザ川西側。	本地区は地質構造が複雑なため、地下水開発にあたっては十分な地質構造調査が必要である。
	中部イサロ層群中の砂岩層	有力な帯水層である。	35.00	試掘孔（アナラマリ）360～100	41.76	良好。	タヘザ川流域。	
	粗粒～礫質砂岩から成る下部イサロ層群	砂粒間が珪質物質により充填されているために透水性は必ずしも高くない。					タヘザ川流域。	
サカナバカベーズン	上部イサロ層群中の陸成砂岩層（GL-50m以深）	利用価値の高い帯水層である。	32.72	試掘孔（タンドラノ）360～100	41.76	良好。但し、上位に海成層が分布する場合、所によっては水質が悪くなる。	上部イサロ層群の上位に海成層が卓越する場合、帯水能が低下するとることもある。タンドラノとアンカゾアボを結ぶ線より西側では浅い部分に帯水層が存在する可能性は低い。	
イサヘナベーズン	中部イサロ層群	いろいろな層準に挟在される砂岩層が帯水層になりうるが、量的・質的にも地下水開発ポテンシャルは低い。					透水性の高い陸性粗粒砂岩層は、イサヘナ川西側に分布するが、涵養域が狭いため、有力な帯水層には成りえない。	
			15.54	試掘孔（ベレンティーベヴィレオ）60～80	1.53	"salty"	イサヘナ川東側。イサロ山地で涵養される地下水を胚胎するが、海成層のため透水性が低く、泥灰岩等の不透水層を伴う。	

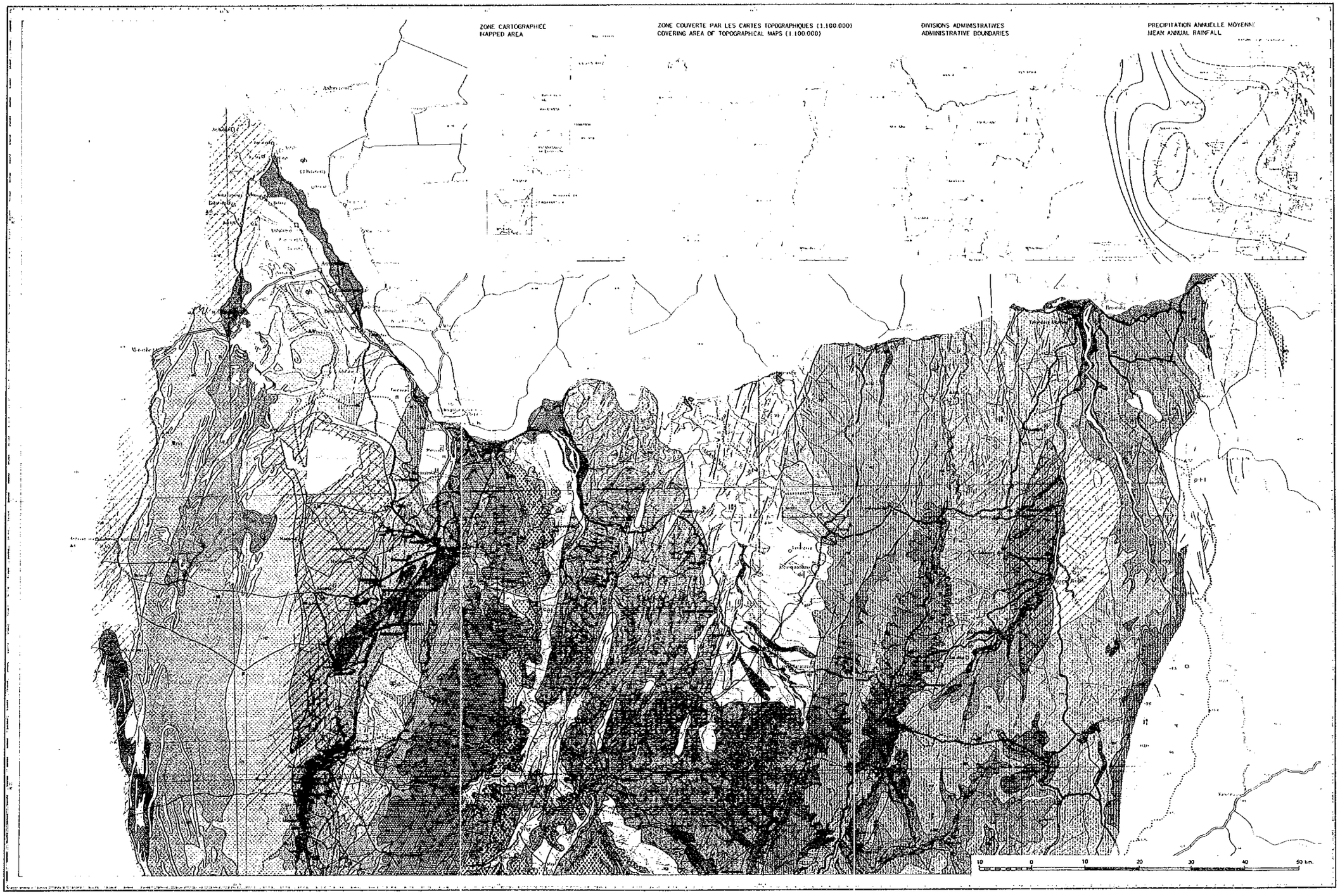
CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE MADAGASCAR (1) RÉGION DU SUD-OUEST
HYDROGEOLOGICAL MAP OF MADAGASCAR (1) SOUTH-WESTERN REGION

原図縮尺（1：250，000）



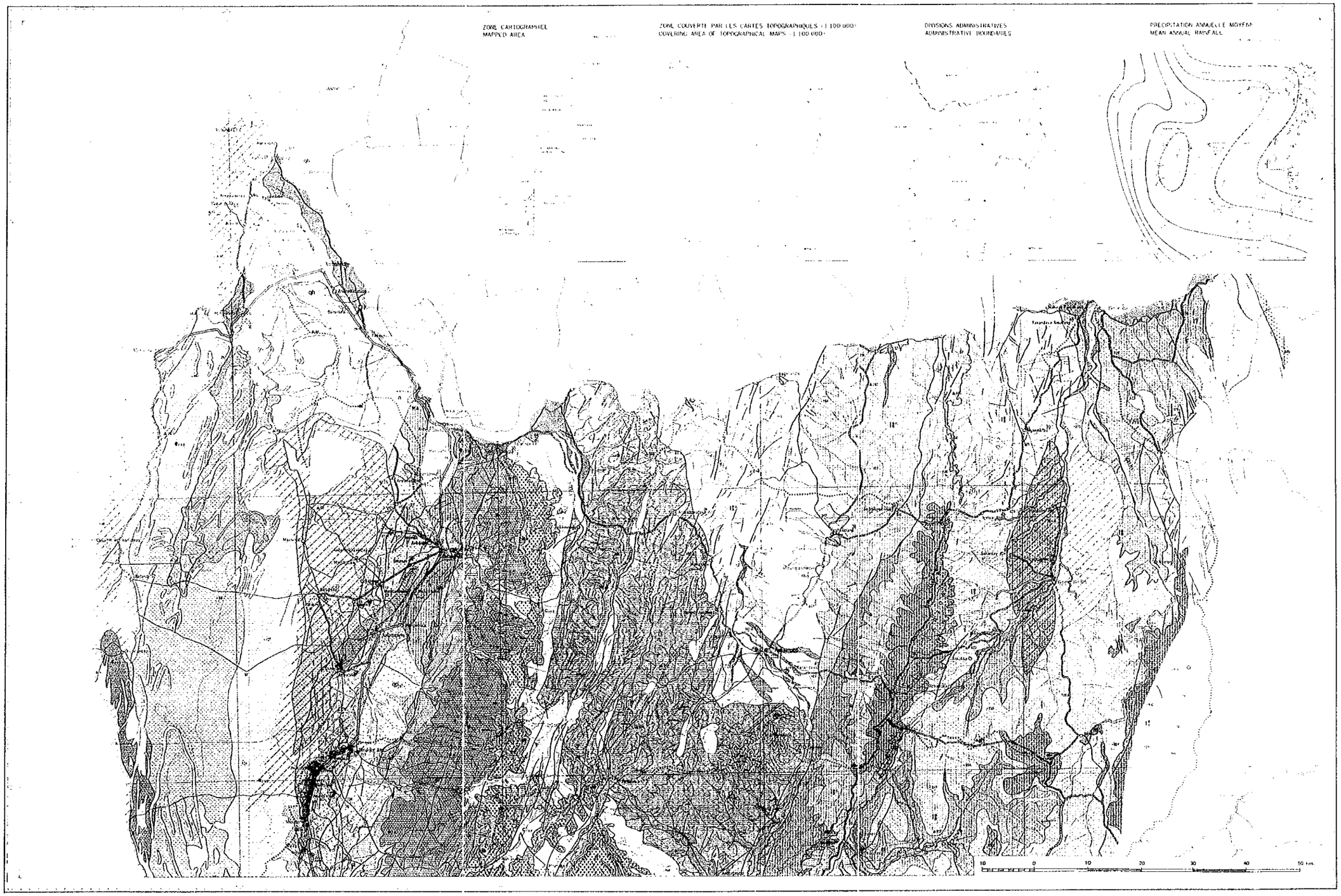
CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE MADAGASCAR (1) RÉGION DU SUD-OUEST
HYDROGEOLOGICAL MAP OF MADAGASCAR (1) SOUTH-WESTERN REGION

原図縮尺（1：250，000）

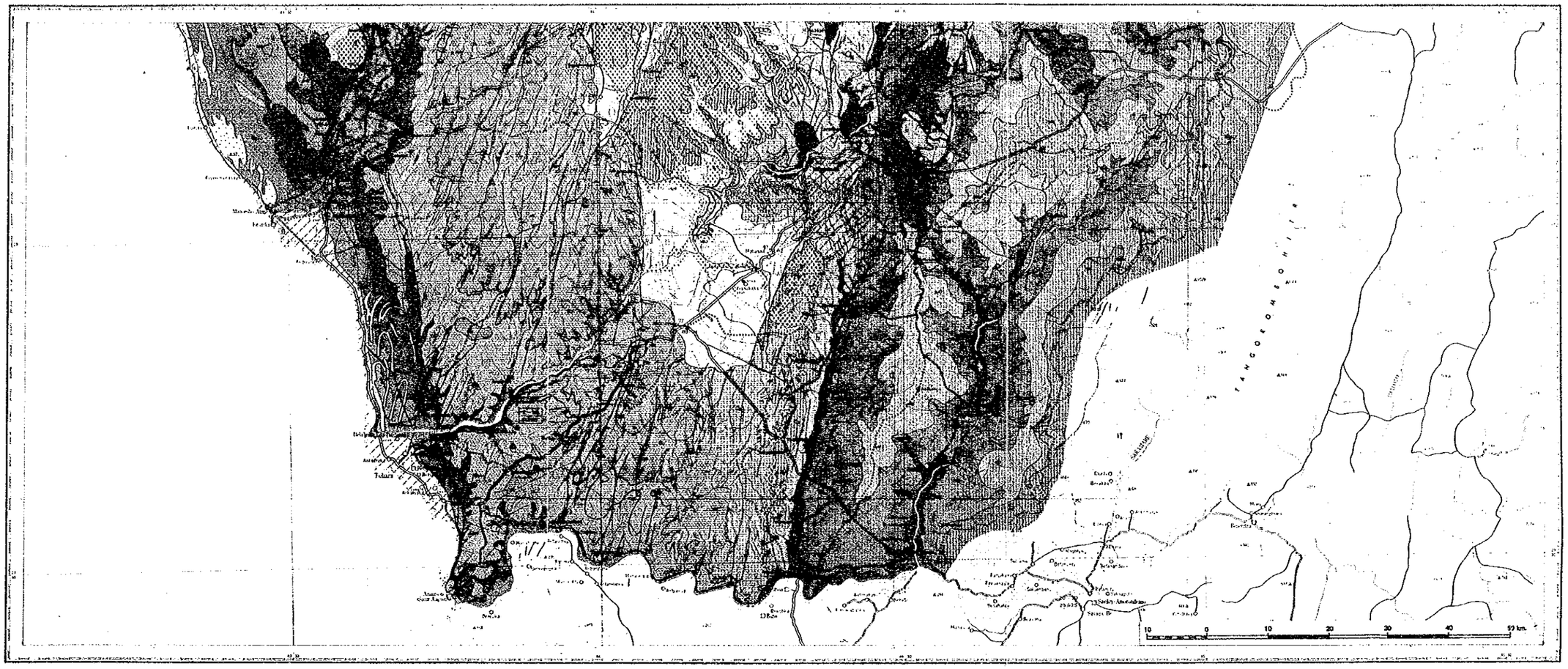


CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE MADAGASCAR (1) RÉGION DU SUD-OUEST
HYDROGEOLOGICAL MAP OF MADAGASCAR (1) SOUTH-WESTERN REGION

原図縮尺（1：250,000）



原図縮尺（1：250，000）



LEGENDE DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE
LEGEND OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP

A. Lithologie
Lithologies

B. Temps géologique
Geologic time

C. Potentialités des eaux souterraines
Groundwater potentiality

D. Structure géologique
Geological structure

E. Indices des eaux souterraines
Occurrence of groundwater

F. Indices des eaux de surface
Occurrence of surface water

G. Installations existantes exploitées
Existing facilities for water use

H. Stations d'observation hydrologique existantes
Existing hydrological observation station

I. Autres
Others

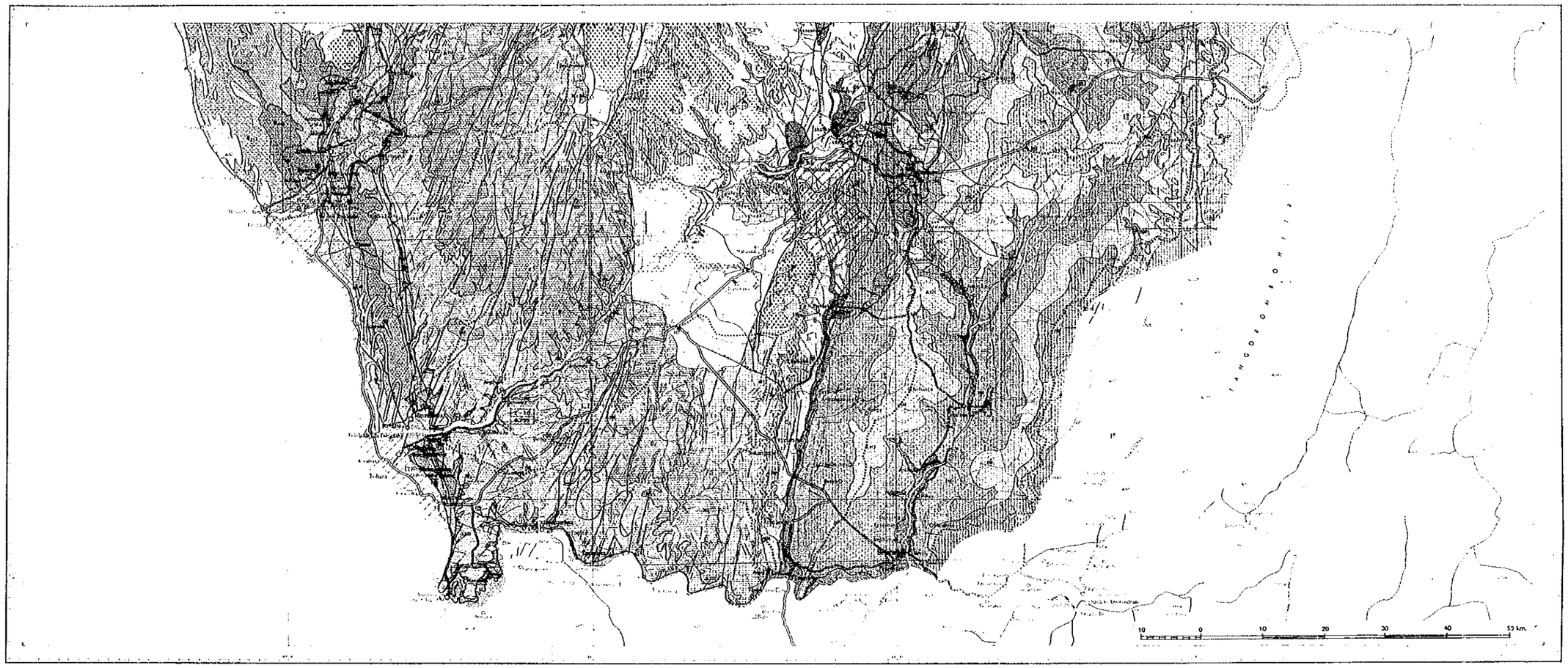
ÉTUDE DE L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA RÉGION DU SUD-OUEST
DE
LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

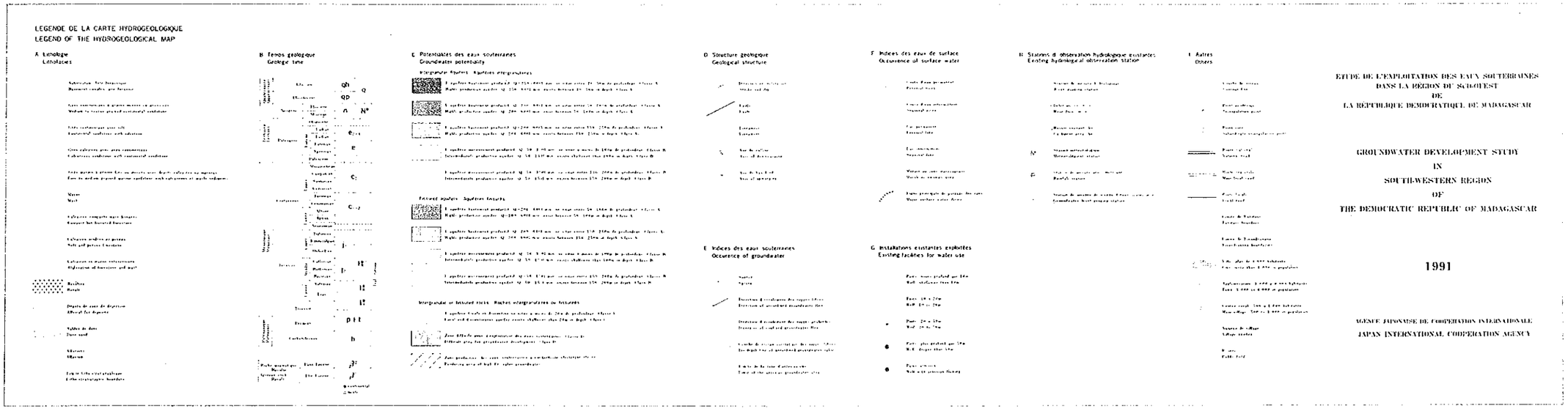
GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY
IN
SOUTH-WESTERN REGION
OF
THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF MADAGASCAR

1991

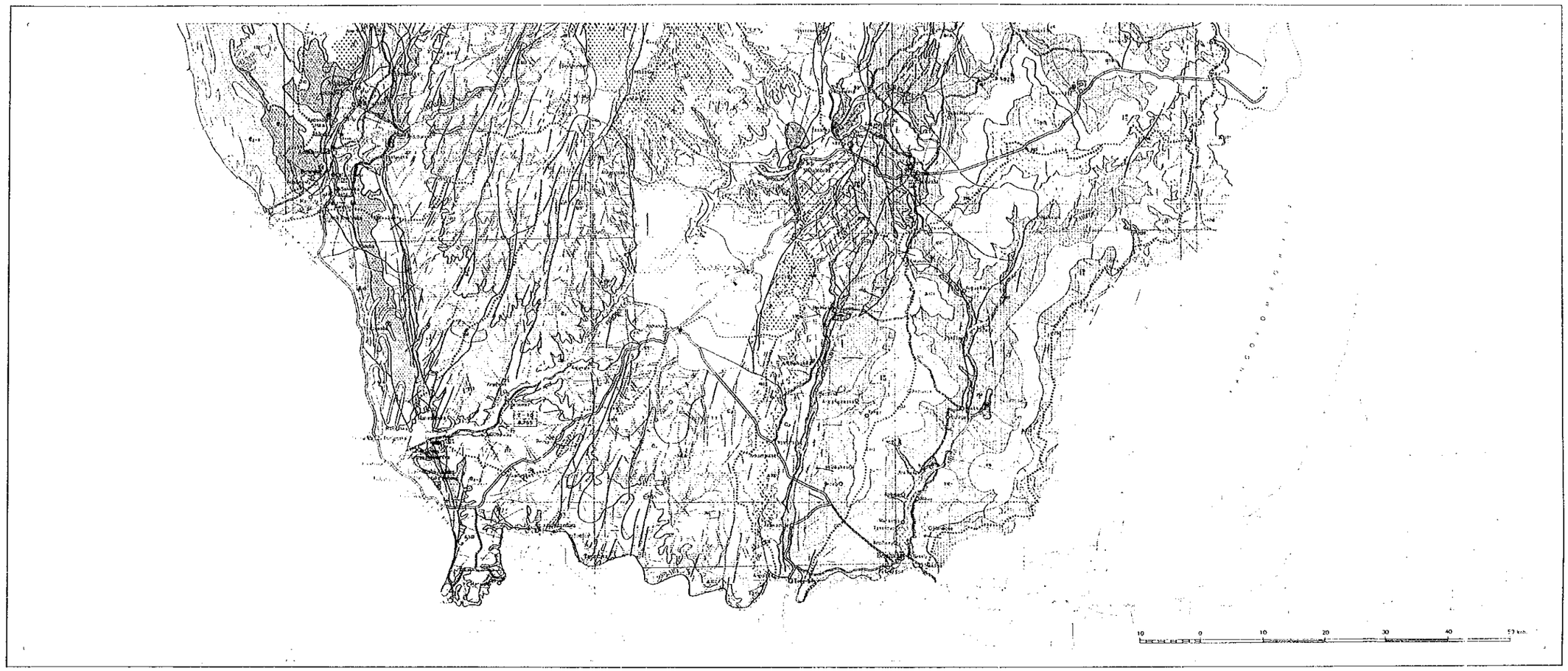
AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

原図縮尺（1：250，000）





原図縮尺（１：２５０，０００）



LEGENDE DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE
LEGEND OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP

ETUDE DE L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA REGION DU SUD-OUEST
DE
LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

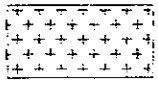
GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY
IN
SOUTHWESTERN REGION
OF
THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF MADAGASCAR

1991

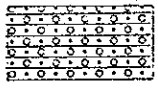
AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

LEGENDE DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE
LEGEND OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP

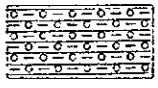
A. Lithologie
Lithofacies



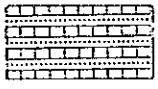
Substratum (Anté-Jurassique)
Basement complex (pre-Jurassic)



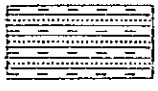
Grès continentaux à grains moyens ou grossiers
Medium to coarse grained continental sandstone



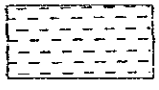
Grès continentaux avec silt
Continental sandstone with siltstone



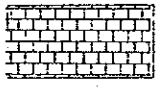
Grès calcaires avec grès continentaux
Calcareous sandstone with continental sandstone



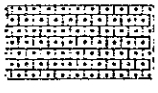
Grès marins à grains fins ou moyens avec dépôts calcaires ou marneux
Fine to medium grained marine sandstone with calcareous or marly sediments



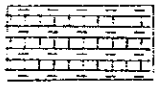
Marne
Marl



Calcaires compacts mais fissurés
Compact but fissured limestone



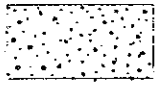
Calcaires tendres et poreux
Soft and porous limestone



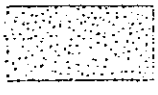
Calcaires et marne entrecroisés
Alternation of limestone and marl

Basaltes
Basalt

Dépôts de cône de déjection
Alluvial fan deposits



Sables de dune
Dune sand



Alluvions
Alluvium

Limite litho-stratigraphique
Litho-stratigraphic boundary

B. Temps géologique
Geologic time

Quaternaire Quarternary	Alluvium			qh	q	
	Pleistocene			qp		
Tertiaire Tertiary	Neogene	Pliocene		n	N*	
		Miocene				
	Paleogene	Oligocene				
		Eocene	Ludian	e_{2+3}		
			Ledian			
			Lutetian	e_1		
			Ypresian			
		Paleocene				
Mésozoïque Mesozoic	Cretaceous	Upper	Maestrichtian	c_2		
			Campanian			
			Santonian			
			Coniacian			
			Turonian	c_{1+2}		
			Cenomanian			
		Lower	Albian			
			Aptian			
			Neocomian			
	Jurassic	Upper	Tithonian	j_3		
			Kimmeridgian			
			Oxfordian		$I^{*\triangle}_{III}$	(Isalo Group)
		Middle	Callovian	j_2		
			Bathonian			
			Bajocian			
		Lower	Aalenian		I^*_{II}	
			Lias			
	Triassic				I^*_I	
Paléozoïque Paleozoic	Permian			p+t		
	Carbaniferous			h		
Roche magmatique (Basalte) Igneous rock (Basalt)	Post Eocene			β^2		
	Pre Eocene			β^1		

* continental
△ mixte

C. Potentialités des eaux souterraines
Groundwater potentiality

Intergranular Aquifers / Aquifères intergranulaires

L'aquifère hautement productif (Q=250~600l/min) se situe entre 30~50m de profondeur (Classe A_1)
Highly productive aquifer (Q=250~600l/min) exists between 30~50m in depth (Class A_1)

L'aquifère hautement productif (Q=200~600l/min) se situe entre 50~100m de profondeur (Classe A_2)
Highly productive aquifer (Q=200~600l/min) exists between 50~100m in depth (Class A_2)

L'aquifère hautement productif (Q=200~600l/min) se situe entre 150~250m de profondeur (Classe A_3)
Highly productive aquifer (Q=200~600l/min) exists between 150~250m in depth (Class A_3)

L'aquifère moyennement productif (Q=50~150l/min) se situe à moins de 100m de profondeur (Classe B_1)
Intermediately productive aquifer (Q=50~150l/min) exists shallower than 100m in depth (Class B_1)

L'aquifère moyennement productif (Q=50~150l/min) se situe entre 150~200m de profondeur (Classe B_2)
Intermediately productive aquifer (Q=50~150l/min) exists between 150~200m in depth (Class B_2)

Fissured aquifers / Aquifères fissurés

L'aquifère hautement productif (Q=200~600l/min) se situe entre 50~100m de profondeur (Classe A_2)
Highly productive aquifer (Q=200~600l/min) exists between 50~100m in depth (Class A_2)

L'aquifère hautement productif (Q=200~600l/min) se situe entre 150~250m de profondeur (Classe A_3)
Highly productive aquifer (Q=200~600l/min) exists between 150~250m in depth (Class A_3)

L'aquifère moyennement productif (Q=50~150l/min) se situe à moins de 100m de profondeur (Classe B_1)
Intermediately productive aquifer (Q=50~150l/min) exists shallower than 100m in depth (Class B_1)

L'aquifère moyennement productif (Q=50~150l/min) se situe entre 150~200m de profondeur (Classe B_2)
Intermediately productive aquifer (Q=50~150l/min) exists between 150~200m in depth (Class B_2)

Intergranular or fissured rocks / Roches intergranulaires ou fissureés

L'aquifère locale et discontinu se situe à moins de 20m de profondeur (Classe C)
Local and discontinuous aquifer exists shallower than 20m in depth (Class C)

Zone difficile pour l'exploitation des eaux souterraines (Classe D)
Difficult area for groundwater development (Class D)

Zone productive des eaux souterraines à conductivité électrique élevée
Producing area of high EC value groundwater

D. Structure géologique
Geological structure

Direction et inclinaison
Strike and dip

Faille
Fault

Linéament
Lineament

Axe de colline
Axis of downwarping

Axe de bas fond
Axis of upwarping

E. Indices des eaux souterraines
Occurence of groundwater

Source
Spring

Direction d'écoulement des nappes libres
Direction of unconfined groundwater flow

Direction d'écoulement des nappes profondes
Direction of confined groundwater flow

5.0

Courbe de niveau isostatique des nappes libres
Iso-depth line of unconfined groundwater table

Limite de la zone d'artésianisme
Limit of the artesian groundwater area

F. Indices des eaux de surface
Occurrence of surface water

Cours d'eau permanent
Perenial river

Cours d'eau intermittent
Seasonal river

Lac permanent
Perenial lake

Lac intermittent
Seasonal lake

Marais ou zone marécageuse
Marsh or swampy area

Ligne principale de partage des eaux
Major surface water divide

G. Installations existantes exploitées
Existing facilities for water use

Puits (moins profond que 10m)
Well (shallower than 10m)

Puits (10 à 20m)
Well (10 to 20m)

Puits (20 à 50m)
Well (20 to 50m)

Puits (plus profond que 50m)
Well (deeper than 50m)

Puits artésien
Well with artesian flowing

H. Stations d' observation hydrologique existantes
Existing hydrological observation station

Station de mesure hydrologique
River gauging station

Débit moyen (m^3/s)
Base flow (m^3/s)

Bassin versant (km^2)
Catchment area (km^2)

M — Station météorologique
Meteorological station

P — Station de mesure pluviométrique
Rainfall station

Station de mesure de niveau d'eaux souterraines
Groundwater level gauging station

I. Autres
Others

100 — Courbe de niveau
Contour line

250 — Point géodésique
Triangulation point

25 — Point coté
Subordinate triangulation point

Route nationale
National road

Route régionale
Main local road

Route locale
Local road

Limite de Faritany
Faritany boundary

Limite de Fivondronana
Fivondronana boundaries

Ville (plus de 4.000 habitants)
City (more than 4,000 in population)

Agglomération (1.000 à 4.000 habitants)
Town (1,000 to 4,000 in population)

Centre rural (500 à 1.000 habitants)
Main village (500 to 1,000 in population)

45 — Numéro de village
Village number

Rizière
Paddy field

３－３　地域給水の概要

計画地域内の給水施設としては、８町村に貯水槽・共用水栓をそなえた給水施設と、100ヵ所以上の井戸（うち51ヵ所がハンドポンプ付ボアホール井）がある。これらの施設の現況は、表－５「計画地内の井戸現況」及び以下に示す通りである。

－共同水栓のある都市型簡易水道施設

ボアホール井を水源とし、動力ポンプにより貯水槽に揚水し、自然流下方式で複数の共用水栓に配水する給水施設が、ＵＳＡＩＤの援助により1965－70年の間にタナンダバ、ベロロハ、ベファンドリアナ、ベツィオキ、アンドゥラヌイナリ、アンドゥラヌヴリ、サカラハ、アンカズアブ、ベレケタの９町村に建設された。

これらの施設のうち、現在も良好に稼働しているものはタナンダバの１ヵ所だけで、他の７町村では、揚水施設の故障が初期原因となって、建設後５－15年以内に全く機能を停止している。ポンプ又は発動機の修繕や部品調達が困難になったり、井戸のスクリーンの目づまりによる揚水量低下などの原因によって揚水を停止している間に、配水管や共用水栓などの付帯施設も朽ち果ててしまい、施設全体が修復不可能な状態になっている。

－手掘り井戸及びハンドポンプ付ボアホール井

ＭＩＥＭの井戸台帳によれば、計画地域内には 200ヵ所以上のボアホール井と手掘り井戸が存在することになっている。しかし、開発調査の期間中に、台帳に記載されているすべてサイトを訪れてチェックしたところ、現存するものは半数近くの100余ヵ所（ハンドポンプ付ボアホール井51ヵ所、手掘り井戸約60ヵ所）であった。

手掘り井戸は、10ｍ近くまで掘っても水位に到達せず、全く使われないまま台帳にだけは記載されていたもの、あるいは、水位の高い雨期に掘られて、乾期には干上って放置される間に土砂で埋積されて使用不能になったものなどが多い。

ハンドポンプ付ボアホール井は、1960－70年の間にＵＳＡＩＤの援助により65ヵ所に建設されたが、現存するものは51ヵ所のみであり、そのうち、現在も良好に稼働しているものはわずか10ヵ所である。

このうちの２ヵ所は、水質が悪く洗濯等の生活雑用水としてのみ用いられている。24ヵ所は、ポンプセットの交換により再生の可能性があるが、残りの17ヵ所は、土砂の埋積により修復不可能の状況にある。

以上のように、本計画地内には、公共の給水施設は、非常に少なく、しかも手掘り井戸の多くは、バクテリア汚染が進んで安全な飲料水とはいいがたい。施設のない、あるいは不足している村落住民は、河川やかんがい用水路からの取水、私設手掘り井戸、買水等によって生活用水を得ている。地下水位が非常に深く、手掘り井戸では水の得られない、国道７号線の村落では、乾期にはほとんど買水に頼らざるを得ない状況にある。

表－5　計画地内の井戸現況　（1）

（1）井戸タイプ：　ボアホール井……1，　手掘り井戸……2

（2）井戸建設年

（3）井戸現況：　良好稼働……1，稼働停止中だが修復可能……2，　放棄……3

（4）井戸深度

（5）井戸水位

WELL CODE	VILLAGE	TYPE (1)	DATE (2)	COND. (3)	DEPTH (4)	W/L (5)	WATER LEVEL NOV-DEC	FEB-MAR	JUN-JUL
1701	MIARY4 F2	1	1988	1	41	20.55	20.1	-	20.67
1702	MIARY F3	1	1979	1	41.7	18.45	-	-	-
1703	MIARY F4	1	1980	1	65.62	4.02	-	-	-
1704	MIARY OB.	1	-	1	-	-	22.6	22.4	22.4
1705	ANDRANOMENA1	1	-	1	60.6	6.53	10.62	4.2	-
1706	ANDRANOMENA2	1	1986	1	60	19.33	-	-	-
1801	MIARY E1	2	-	2	-	-	2.15	-0.28	3.14
1802	MIARY P1	2	-	2	-	-	4.42	2.26	4.32
1803	MIARY P2	2	-	2	-	-			4.22
1804	BEFANAMY	2	-	1	8.56	-	5.9	6.05	5.5
1805	ANDROVAKELY	2	-	1	-	-	4.35	4.4	3.9
1806	MONTOMBE	2	-	1	3.6	-	2.3	1.12	1.23
1807	AIRPORT	2	-	1	8.04	-	6	5.86	5.71
2701	ANKILIMALINIKA1	1	-	3	25	15	-	-	-
2702	BENETSE1	1	-	3	22.58	14.9	-	-	-
2703	SARIRIAKA1	1	-	2	26	16.5	-	-	-
2704	TSIANISIHA1	1	-	3	15.5	9	-	-	-
2705	TSIANISIHA2	1	-	3	25	18.5	-	-	-
2706	TSIHOSY	1	-	2	20.8	17	-	-	-
2707	AMBATOLILY	1	1966	2	12	2.5	3.45	2.7	3.82
2708	AMBATOLILY2	1	1965	3	-	-	-	-	-
2709	AMBALAVENOKA	1	-	3	-	-	-	-	-
2710	MILENAKA	1	-	2	26	19	-	-	-
2711	ANKARAOBATO2	1	1974	2	-	-	4.5	-	4.78
2712	ANKARAOBATO	1	1965	1	14.6	6.46	-	-	-
2713	ANKILILOAKA	1	1966	2	13.8	5.12	-	-	-
2714	ANKILILOAKA2	1	1966	2	12.8	2.16	1.7	-	1.28
2715	AMPIHAMY1	1	-	3	22	13.3	-	-	-
2716	ANTSEVA1	1	1965	3	19.6	13.2	-	-	-
2717	NAMABOHA1	1	1966	2	26.88	19	-	-	-
2718	NAMABOHA2	1	-	2	26.8	13.2	-	-	-
2719	AMBAHIZA	1	-	2	30.5	18	-	-	-
2720	AMPASIKIBO	1	-	1	25	15	-	-	-
2721	BELITSAKA SOUTH	1	-	2	24	11	-	-	-
2722	BELITSAKA NORTH	1	-	3	15.2	9.6	-	-	-
2723	ANALAMISAMPY	1	-	1	21.7	11.75	-	-	-
2724	SOAHAZO SOUTH	1	-	2	16	6.15	-	-	-
2725	SOAHAZO NORTH	1	-	2	28	14.3	-	-	-
2726	MANDATSA	1	-	2	20.8	15.55	-	-	-
2727	BETSIOKY NORTH4	1	-	3	90	70	-	-	-
2728	ANDRANOHINALY	1	-	3	219	207	-	-	-
2729	ANDRANOVORY	1	-	3	136	116	-	-	-
2730	BELALANDA	2	-	1	6.9	-	6.4	6.28	6.33
2731	BOTSIBOTSY	2	-	1	9.05	-	7.7	7.65	7.78
2801	ANKILIMALINIKA3	2	1988	1	13.21	-	12.73	12.36	12.56
2802	BENETSE3	2	1985	1	17.78	-	16.02	14.57	14.99
2803	SARIRIAKA4	2	-	1	13.35	-	13.08	11.65	11.05
2804	TSIANISIHA	2	1989	1	16.95	-	16.93	10.25	-
2805	ANKILILAOKA3	2	1971	1	6.33	-	6.28	5.4	6.38
2806	ANKILILAOKA6	2	-	1	4.2	2.5	1.42	0.87	0.66
2807	AMPIHAMY2	2	-	1	10.65	-	9.33	9	-
2808	ANTSEVA2	2	1978	1	10	-	6.57	5.55	6.35
2810	MANDATSA	2	-	1	7.15	-	-	1.1	2.98
3701	ANDAMASINA VINETA	1	-	3	22.4	8	-	-	-
3702	SAKARAHA PRIMARY SCHOOL	1	-	2	32	11	10.35	10.25	10.36
3703	TRANOKAKY	1	-	3	24	-	-	-	-
3704	MAHABOBOKA	1	-	2	-	-	-	-	-
3705	MAHABOBOKA1	1	1968	3	14	5	-	-	-

表－5　計画地内の井戸現況　（2）

NUMBER	VILLAGE	TYPE (1)	DATE (2)	COND. (3)	DEPTH (4)	W/L (5)	WATER LEVEL NOV-DEC	FEB-MAR	JUN-JUL
3801	SAKARAHA CATHOLIC	2	-	1	16.8	10.62	10.6	10	10.2
3802	SAKARAHA FIVONDRONANA	2	-	1	2.29	-	-	1.63	1.21
3803	SAKARAHA ROAD DEP.	2	-	1	8.2	-	-	7.87	7.76
3804	SAKARAHA GENDARMERIE	2	-	1	10.8	-	-	10.58	10.35
3805	ANADABO	2	-	1	11.66	-	11	11.54	11.73
3806	IABORANO	2	-	1	2.45	-	0.4	-	0.02
3807	MIARY LAMATIHY	2	-	1	3.3	-	2.22	-	1.6
3808	BEREKETA	2	1985	2	8.4	-	6.9	6.9	7.07
4701	TANANDAVA	1	1968	2	15.48	5.6	-	-	-
4702	ANKAZOABO	1	1969	3	31	5	-	-	-
4801	TANANDAVA	2	-	1	6.14	-	5.85	-	5.8
4802	ANKAZOABO1	2	-	1	5.43	-	4.75	-	4.3
4803	ANKAZOABO2	2	1977	1	12.24	-	11	-	10.7
4804	ANKAZOABO3	2	-	1	14	-	13.02	-	12.79
4805	ANKAZOABO4	2	-	1	5.54	-	4.1	-	4.18
4806	TANDRANO	2	-	3	7.95	-	-	-	-
4807	TANDRANO	2	-	1	11.07	-	10.06	-	6.8
4808	BERENTY BETSILEO	2	1975	3	17.2	-	-	-	-
5701	AMBAHIKILY1	1	1989	2	17.5	-	2.25	-	1.75
5702	ANDRANOMANINTSY1	1	1966	3	11.6	4	1.75	-	2.15
5703	BEFANDRAIANA SUD	1	1975	1	36	25	-	-	-
5704	BEFANDRAIANA SUD2	1	1966	3	27	24.5	-	-	-
5705	ANKILIMASY	1	1968	2	36	31.2	-	-	-
5706	ANDRANOTERAKA NORTH	1	1966	2	18	9	-	-	-
5707	ANDRANOTERAKA SOUTH	1	1966	2	14.5	8.5	-	-	-
5708	MAROFOROHA	1	1966	3	12.5	3	-	-	-
5709	SIHANAKA	1	1966	2	21.8	13.8	6.07	3.18	-
5710	BEKIMPAY	1	1966	2	13.1	5.1	3.9	-	-
5711	BEMOKA	1	1968	3	12	5.5	-	-	-
5712	BASIBASY	1	1966	3	14	8	-	-	-
5713	ANTANIMIEVA1 MARKET	1	1973	2	14	8	-	-	-
5714	ANTANIMIEVA2 HOSPITAL	1	-	2	16	7	-	-	-
5801	MOROMBE	2	1968	1	6.05	-	4.07	-	4.36
5802	BELITSAKA	2	1977	1	4.87	-	1.65	-	1.67
5803	NAMATOA1	2	-	1	4.19	-	3.15	-	2.97
5804	NAMATOA2	2	1973	1	4.56	-	3.6	-	1.9
5805	AMBAHIKILY1	2	-	1	3.29	-	1.25	-	1.15
5806	AMBAHIKILY2	2	-	1	1.45	-	1.59	-	1.69
5807	AMBAHIKILY3	2	-	1	3.94	-	1.66	-	1.62
5808	TSIANIHY	2	1968	1	6.6	-	4.65	-	3.06
5809	AMBALAMOA	2	1959	1	6.55	-	4.55	-	2.63
5810	ANDRANOMANINTSY	2	1966	3	4.39	1.75	-	-	-
5811	BERANALA	2	1987	1	2.94	-	2.24	-	2.34
5812	TANANDAVA1	2	-	1	7.74	-	2.16	-	2.87
5813	TANANDAVA2	2	-	1	4.84	-	3.74	-	2.86
5814	TANADAVA3	2	-	1	6.64	-	1.44	-	1.86
5815	AMBIKY	2	1989	1	2.5	-	2.1	-	1.85
5816	ANKILIFOLO	2	1986	1	10	-	2.65	4.45	4.69
5817	AMPOZA1	2	1979	1	10.7	-	6	5.96	5.81
5818	MANOY	2	1984	1	11	-	8.65	-	7.86
5819	ANTRANOSATRA	2	1957	1	7.9	-	0	-	-
5820	BEFOLY	2	1973	1	9.75	-	5.55	-	5.35
5821	ANDRANOTERAKA SOUTH	2	1986	1	6.7	-	5.3	-	5.26
5822	BASIBASY	2	1973	2	8	-	4.6	-	3.71
5823	MANGOTROKA	2	1969	1	4.7	-	4.6	1.6	2.4
5824	ANTANIMIEVA3	2	-	1	-	-	-	-	-

第４章　　計画の内容

第４章　計画の内容

４－１　計画の目的

本計画は、大別して三つの目的を持つ。

第一は、マダガスカル国の地方給水計画の一環として、開発重点地域である南西部地域において、地下水開発ならびに給水施設の建設を行ない、地域住民に安全かつ安定的な飲料水を供給することにある。

第二は、本計画の実施の中で、立ち遅れの目立つ地方給水事業の推進のために、実施体制、管理体制等の改革に向けてのさまざまな試みを実践することにある。ときあたかも、マダガスカル国においては、上水道事業に関して、体制固めの検討を始めた時期にあたることもあって、本計画の実施を一つのモデルケースとして位置付ける意義は大きい。

第三は、別の観点で、本計画をマダガスカル国の上水道事業のモデルケースとすることにある。すなわち、南西部地区は降水量が少ないという自然条件のために、水源の大部分を地下水開発に頼らざるをえない条件下にあるわけであるが、地下水の開発調査を実施することにより、その可能性が確認されたわけである。地方給水計画においては、その他の地区においても地下水が安定的かつ衛生的水源であるという観点で、水源の主流を占めることになる。

開発調査の実施後、具体的な計画実施へのプロセスをたどった本計画は、効果的なプロジェクト実施の好例とならなればならない。

４－２　要請内容の検討

４－２－１　計画の妥当性の検討

「マ」国の国家開発計画の一つとして計画された南西部地下水開発計画は、「マ」国の中でも降雨量が少ないという気象条件のために、安定的な生活用水／飲料水水源の得にくい南西部地区を対象としたものである。南西部地区はまた、農業・水産業・家内工業・鉱業等の面でも開発重点地区とされていることもあって、基本的ニーズである“安定的・衛生的飲料水”の確保はきわめて緊急度の高い課題である。

本計画は、南西部地域の一部である、マンゴキ川とオニラヒ川にはさまれた約31,250㎢の地域に含まれる、200ヵ所近い大小村落（総人口：約14万人）のうち、水需要度が高く、将来発展性の比較的大きい100村落を対象とするものである。（候補100村落の総人口：約10.2万人）

この100ヵ所の候補村落について、開発調査の段階で、下記４条件により、実施の優先順位づけが行なわれた。

ａ．水需要の逼迫度が高い。
ｂ．人口（水需要）が比較的大きく、稗益効果が高い。
ｃ．住民の、施設の運営・維持管理に対する参加意識が高く、かつその能力があると判断される。
ｄ．アクセス条件がよく、施工上も維持・管理上も比較的有利な条件下にある。

100村落の実施計画のうち、優先度が上位にランクされる50村落については、日本政府の無償資金協力による早期実現をめざしている。この上位ランキング50村落の総人口は約7.6万人で、計画対象地域総人口の約54％、候補100村落総人口の約75％に相当する。対象地域の残り50ヵ村については、日本の無償資金協力による事業を通じて、十分の技術移転がはかれれば、資機材についての外国援助を求めつつも、ＭＩＥＭが独力で実施する予定である。100村落全部の給水サービスが実現すると、当計画地内の給水普及率は、54％から73％に上昇することになる。

「マ」国では、従来地方給水計画実施にあたって、対象地域内の開発調査を実施した経験は無く、かつ、全国の地方給水部門では、その受益人口がわずかに２％程度であることを考慮すれば、本計画実施の稗益効果は極めて高いと判断される。

南西部に限らず、水資源が比較的豊富な他地域にとっても、安定的かつ衛生的飲料水との観点にたてば、地方給水では水源を地下水に求めるものが主流となる。従って、当該計画地内で実践することになる開発調査を経た計画の実施は、全国の地方給水事業のモデルケースとなりうるであろう。

この意味でも、本計画の無償資金協力による実施は妥当性の高いものと判断される。

4－2－2　実施運営計画の検討

ＭＩＥＭの地方給水事業は、南西部重点開発政策に従い、過去３ヶ年は、表－６に示す通り、全国の地方給水関連予算の半分近くを南西部地区にそそぎ込んでいる。しかし、南西部地区への重点策の意気込みは感じられるものの、全体の予算額はいかにも少なく、地方給水施設普及率がわずか２％程度にとどまっていることもうなずける。現状の「マ」国においては、外国の援助なしには何もできないという状況にあることも読み取れる。

表－６　ＭＩＥＭの地方給水事業予算実績　(1989－1990)

	予算額実績（単位：百万ＦＭＧ）		
	１９８８年	１９８９年	１９９０年
南西部地区給水施設建設及び維持管理費（ＭＩＥＭトリアラ支所の給水関連予算）	８０	８０	１００
その他の地域における給水施設建設費	４３	６５	２４１
その他の地域における給水施設の維持・管理費	４０	４０	４０
オニラヒ・モロンダバ間地下水開発計画予算（南西部地下水開発計画用特別予算）	－	－	９０
合　　計	１６３	１８５	４７１

上表下欄の南西部地下水開発計画特別予算は、開発調査の「マ」国側負担分として、1989年から付く予定であったが、議会承認が遅れて90年の１年だけとなった。しかし、この特別予算は91年以降も継続されるほか、トリアラ支所予算の増額が予定されており、本計画の実施はスムースに遂行されるものと思われる。

施設の運営は、ＭＩＥＭトリアラ支所に専業職員を置き、定期巡回サービスと住民に対する維持管理教育を折にふれ実施することによって進めることとしている。また、ポンプ・ジェネレーターの修繕、取替え等、住民の負担しきれない出費を伴うものについては、ＭＩＥＭ水理・エネルギー局の特別予算で処理するものである。

施設完成後も、残り50村落の実施を継続することもあって、トリアラ支所内に置くプロジェクトオフィスはそのまま形をとどめることになり、運営の実務面はトリアラ支所が中心となって進めるものの、プロジェクトマネジャーが管理責任を持つ。

「マ」国上下水道委員会は、世銀の勧告を受け入れて、施設の維持管理教育に力を入れる方

針を打ち出しているが、本計画実施を通じての、維持管理システムの確立について大いに注目している。

４－２－３　類似計画及び国際機関の援助計画との関連の検討

都市部における上水関連では、イタリー・ソ連等の二国間援助及びアフリカ開銀の援助により、施設の新設やリハビリテーション計画が数多く実施されている（担当機関は主として電気水道公社：ＪＩＲＡＭＡ）が、地方給水部門については、小規模に散発的に行なわれているにとどまる。全体の事業費は、都市給水のそれの1/10にも満たない。しかし、実施機関は、ＭＩＥＭをはじめ農業省・厚生省・大統領府などの政府機関，地方自治体及び基督教団体などの民間援助団体などさまざまなものがあって、それぞれが独自に実施している。

現在進行中の主なものは下記のようであり、本計画と地域的にオーバラップするものがある。しかし、村落単位では重合することはなく、地域全体では相乗効果も期待できる。

① オニラヒ・モロンダバ間地下水開発計画ほか：
ＭＩＥＭが実施する地方給水計画。事務総局直轄の地方局が、各地方局についた給水関連予算の範囲内で、ダグウェルを主体とした井戸建設を実施している。住民から地方自治体を通じて、ＭＩＥＭ地方局に井戸建設の要請を出し、費用の一部を住民が負担し、ＭＩＥＭ支局に配属されている井戸建設クルーが作業にあたっている。ときにＭＩＥＭ水理地質部のドリリングクルーにより、深井戸の掘削もおこなわれる。オニラヒ・モロンダバ間の給水計画は、政府の南西部重点開発政策にもとづき、トリアラ支局には他の支局よりも多くの予算と人員が配されて進行している。本計画を実施する際は、別動の要員が投入されることになっているため、作業進行に支障をきたすことはない。

② 南部地域上水計画：
アフリカ開発銀行の援助により、大統領府直轄で実施している。「マ」国南部（オニラヒ川以南）地域で地下水開発（井戸掘削）と小規模給水施設を行なっている。給水施設建設にはＪＩＲＡＭＡが、井戸建設にはＭＩＥＭの井戸作業班が部分的に関与している。井戸建設に関しては、南西部地域用に用いるリグと要員の仕分けがととのっているため、本計画と同時進行が可能である。

③ 1500井計画（低廉給水施設計画）
ＵＮＤＰの援助により、厚生省下水・衛生環境保全課が実施している。1988年にスタートし、1990年までに全国の保健所・診療所の所在村落に1500ヵ所の井戸を建設する計画であったが、1990年末までに達成できたのはわずか60ヵ所にすぎず、計画は中断している。
本計画地域内にも数10ヵ所予定されていたが、全く手つかずの状態で再開のめどはたっていない。

４－２－４　計画の構成要素

本計画は大小さまざまな村落（タウンも含む）を対象として、地下水を水源とした給水施設を建設・運営する計画であり、次の５つの要素から構成される。

① ボーリングによる地下水水源開発
② 村落の規模・形態に応じた給水施設の建設
③ 井戸掘削用・施設建設用資機材の調達
④ 施設の維持・管理システムの確立
⑤ 施設建設期間中を通じての井戸掘削技術、施設建設、維持関連の技術職員の養成

とくに④の維持管理システムの確立については、本計画地内の既往施設が短命であった事実を重視するとともに、維持管理体制が重要との世銀の勧告にもとづき、大きな要素を占めることになる。本計画実施期間中を通じて、受益者住民の参加意識の高揚と、維持運営に関する社会的・技術的な教育を実践する一方、この期間中に、ＭＩＥＭ及び地方自治体の管理システムの確立をはからなければならない。

４－２－５　要請施設・機材の内容の検討

要請は、計画100村落のうち、50ヵ村について給水施設を建設することと、建設に必要な資機材の供与である。残り50村落の施設建設は、日本の無償資金協力による建設工事が終了後、ひきつづきＭＩＥＭが独自に実施する計画である。この実施計画書を Appendix.４として巻末に添付する。

50ヵ村に建設する給水施設と必要資機材の概要は下記の通りであるが、要請の50ヵ村が開発調査の結果を反映して適切に選定されているため、ほぼ要請通りの実施となる。資機材については若干の変更がある。表－７に基本計画比較対照表として示すとおりである。

給水施設のタイプは、Ａ．動力ポンプで揚水とし、貯水槽に入れたあと、自然流下式配水により、共用水栓に配水するという簡易水道施設と、Ｂ．ハンドポンプによる揚水施設の２つのタイプを考慮し、村落の規模・形態、及び地下水開発ポテンシャル等開発調査で明らかにされた結果にもとづき、Ａタイプ施設を38村落に、Ｂタイプ施設を12村落に建設する。

井戸掘削は、Ａタイプ施設用に25井（掘削総延長約3340ｍ、13村落は既設水源を利用）、Ｂタイプ施設用に28井（掘削総延長1640ｍ、全35井のうち６井は既設）を行なう。なお、ハンドポンプ井は１村落あたり１～３井とし、すべて４インチ仕上げを計画する。

Ａタイプ施設用の井戸は、村落規模（給水計画人口）と水理地質的条件（地下水位）とによ

り、６インチ仕上げと４インチ仕上げの２種を計画する。

動力ポンプ揚水の給水施設（38村落）は、下記の構成を計画する。

－水中モーターポンプ付ボアホール井

－鉄筋コンクリート製高架貯水槽（一部既設のスチールタンクを修繕利用）

－レンガ造り発電機小屋（発電機はディーゼルエンジン発電機）

－複数の蛇口を備えた共用水栓台（２～22基／村、平均６基）

－貯水槽－共用水栓を結ぶブランチタイプ給水管（延長200～4,300m／村）

必要な資機材としては上記施設の建設資材及び井戸掘削資機材を中心とした下記のものを計画する。

－300m級（公称500m級）井戸掘削リグ、掘削ツールズ、コンプレッサー等　一式

－給水車・クレーントラック・ピックアップ・ワゴン車等、
　井戸掘削用支援車輌類　1式

－井戸ケーシング・スクリーン　φ６″用　3000m（2500／500）
　　φ４″用　2000m（1600／400）

－井戸掘削用ベントナイト・発泡剤等　1式

－水中モーターポンプ／ディーゼルエンジン発電機　41式

－ハンドポンプセット　30台

－ワークショップツールズ　1式

－電気検層器、揚水試験装置　1式

－上記資機材のスペアパーツ類　1式

－既存ドリリングリグ・支援車輌等のスペアパーツ類　1式

表－7　基本計画比較対照表

項目		ＭＩＥＭの要請	調査団による計画	相違点の理由
(1) 計画対象地域		マンゴキ、オニラヒ川にはさまれた「マ」国南西部地域の、計画 100村落のうち優先度の高い50村落	要請通り	
(2) 計画年次		1991－1992年	1992－1993年	手続き上、早期着手困難
(3) 対象人口		7万6000人	要請通り	
(4) 井戸掘削		ハンドポンプ井 28本 延約1600m 動力ポンプ用井戸 25本 延約3350m	要請通り	
(5) 給水施設の建設	ハンドポンプ施設	1～4ヵ所のハンドポンプ井、12村落		
	共用水栓の施設	動力ポンプ揚水、貯水槽、給水槽 複数の共用水栓を含む施設 38村落	要請通り	
資機材類	(6) 掘削機	φ10″で300m以上の掘削能力を有し、ＤＴＨロータリ兼用のトラック搭載型掘削機 1台	要請通り	
	(7) 掘削ツールズ及びパーツ類	(6) のツールズ・パーツ類 1式 及びＭＩＥＭ所有の、本計画に使用するTOP-200のパーツ類 1式	機材価格の20%相当分 φ4″仕上げ井 約2000m掘削に必要なパーツ類	
	(8) ベントナイト・発泡剤等	1式	掘進延長 5000mに必要な数量	
	(9) コンプレッサー	ＤＴＨドリリングに必要な大型コンプレッサー 1台	要請通り	
	(10) 井戸ケーシング及びスクリーン	鋼製又は FRP製ケーシング及びスクリーン 1式	PVC製 約1,000m分 FRP製 約1,000m分 鋼製 約3,000m分	井戸の深度、口径、揚水法などによって、効果的な材質を吟味した結果による。
	(11) 井戸掘削支援車輌類	6tクレーン付10tトラック 1台 3tクレーン付10tロングボディトラック 1台 1tクレーン付4tトラック 1台 ピックアップ 3台 ワゴン車 3台 7～8㎥タンクローリー車 1台 連絡用モーターサイクル 3台	3tクレーン付10tロングボデートラック 1台 3tクレーン付8tトラック 1台 ピックアップ 2台 ワゴン車 3台 6㎥タンクローリー車 1台	1パーティのドリリングチーム用支援車輌類は調査団計画数量で十分。他のドリリングパーティ用支援車輌類はＭＩＥＭが提供。車輌パーツ類のみ新規調達。
	(12) 調査用資機材	多目的検層機300mケーブル付 1セット ボアホールカメラ 1台 水位計 300mケーブル付 1台 水質計（pH，電気伝導度） 1台 ポータブルコンピューター 1台 電探、検層用解析ソフト 1式 揚水試験用ポンプ、発電機 1セット	電気検層機300mケーブル付 1セット 水位計 200mケーブル付 1台 水質計（pH，電気伝導度） 1台 揚水試験用ポンプ、発電機 1セット	計画実施に必要不可欠な調査用資機材を吟味した結果による。
	(13) ハンドポンプセット	ローカル製ハンドポンプセット 必要台数プラス予備10%分	日本製ハンドポンプセット 30台 （含予備2台）	開発調査段階で性能比較の結果、ローカル製は大改善の必要性が認められた。
	(14) 水中モーターポンプ及びディーゼルエンジン発電機のセット	「マ」国内で調達可能なポンプ及び発電機のセット 必要台数プラス予備数セット	4″井用水中モータ-ポンプ 14台 6″井用水中モータ-ポンプ 27台 （含 各1台の予備、日本製） ディーゼルエンジン発電機 40台 （含 予備1台、日本製）	現地調達可能な製品は部品の入手が便利ではあるが、すべて輸入品で関税が大きく、日本製品に比べて100%程度高価である。
	(15) ポンプ類以外の給水施設建設用資材	ハンドポンプ台材料 1式 共用水栓台材料 1式 配管材料 1式 貯水槽材料 1式 発電気小屋材料 1式	要請通り 38村落分1式 詳細は数量表参照	
	(16) 機械修理用ワークショップツールズ及び施設維持用工具類	1式	要請通り	
		(9)，(11)，(12)，(13)，(14) 及びＭＩＥＭ提供の支援車輌用パーツ類 1式		

４－２－６　技術協力の必要性の検討

地下水開発計画調査から、地下水を水源とする給水施設建設、及び施設の維持管理に関して、実施機関であるＭＩＥＭは、現状では効果的実施運営のための高水準の技術レベルにあるとは言えず、専門家派遣等の技術協力が望ましいと思われる。とくに、完成した施設の運営・維持管理については、受益者の自主管理運営の能力をより高めるため、専門家ばかりでなく青年海外協力隊等による技術協力も近い将来考慮することが望ましい。しかし、現在全国上下水道委員会の組織強化がはかられつつあり、その指導力の発揮によって、運営維持管理面の改善が期待されている。また、本計省実施を通じての技術移転によっても、かなりの程度の改善が期待される。従って本件技術協力は現時点では緊急の課題ではない。

４－２－７　協力実施の基本方針

本計画実施については、以上の検討によりその効果、現実性、「マ」国側の実施能力と実施にむけた意気込みが確認されたこと、また、本計画の効果が我国の無償資金協力の制度に合致していることなどから、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。さらに、本計画実施の要請が、正統的な開発調査の結果をふまえたものであり、本計画の効果は、「マ」国の今後の地方給水計画推進上にも大きく影響を与えるものである。

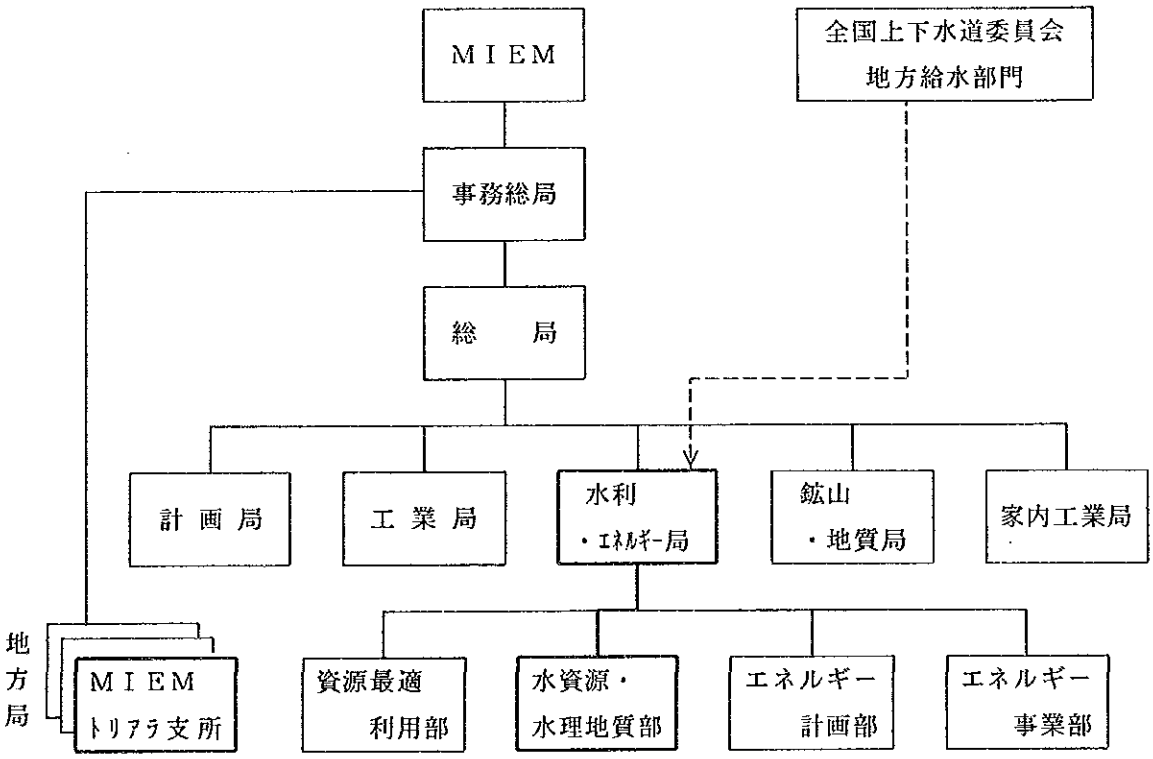
以上をふまえ、以下において計画の概要をさらに検討し、日本の無償資金協力を前提として基本設計を行なうこととする。

ただし、要請の施設・資機材の内容の検討において述べた通り、要請内容の一部を変更し、無償資金制度により合致した方向で進めることとする。

4－3　計画の概要

4－3－1　実施機関及び運営体制

本計画を実施する機関は、マダガスカル国工業エネルギー鉱山省（ＭＩＥＭ）の水利・エネルギー局（ＤＥＥ）である。水利・エネルギー局は、図－３ＭＩＥＭ機構図に示すように、４つの部門を持ち、本計画に直接たずさわるのは水資源・水理地質部（ＳＥＨ）である。さらに、事務総局直属の地方局の１つであるＭＩＥＭトリアラ支所が、この支援と施設運営管理の実務面を担当する。



図－３　ＭＩＥＭの機構図

実施期間中は、水資源・水理地質部の現部長がプロジェクトマネジャーとして計画地トリアラに赴き総指揮をとるほか、同部の関係技術者をカウンターパートスタッフとしてトリアラに常駐させる。

また、トリアラ支所の関係職員も、完成施設の管理運営に直接たずさわることを見越して、建設の段階から参画する。

実施と、管理運営上の総責任者は、水利エネルギー局局長がこの任にあたり、全国上下水道委員会への状況報告の義務も負う。全国上下水道委員会の地方給水部門は、本計画の実施・運営の監視者ならびに助言者としての立場にある。

給水施設の運営には、受益者である村落住民で結成する水管理組合があたり、ＭＩＥＭトリアラ支所が管理し、施設の定期巡回サービスと地域住民に対する維持管理教育を行なう。

なお、ＭＩＥＭは、日本の無償資金協力による２つの地方給水プロジェクトの実施にあたって供与された２台の井戸掘削機（いずれも 200ｍ級の中型機）と、当南西部の「開発調査」の際供与された 100ｍ級小型機の下記３台を保有しているが、機材の維持管理状況はすこぶる良く、いずれも地方給水プロジェクトの井戸掘削に利用されている。当該計画実施にあたっては、新規供与が要請されている 500ｍ級大型機と、オーバーホール後のTOP-200の２台を使用する予定である。

ＭＩＥＭ保有の掘削機：

① TOP-200（トラック搭載型）：1981年南部生活用水開発計画

② SM-200 （トラック搭載型）：1988年北西部地下水開発計画

③ FSW-5T-S19（トラクター搭載型）：1990年南西部地下水開発計画（開発調査）

４－３－２　事業計画

本計画は、南西部地域のマンゴキ川とオニラヒ川にはさまれた約31,250㎢に点在する大小さまざまな村落（人口規模30人程度の小村落を含めると200村落以上ある）のうち、飲料水の困窮度の高い100村落を選び、それぞれの村落の規模、形態、経済条件に見合った給水施設の建設を行なうものである。また、本計画の実施を通じて、実施体制の見直しと維持管理体制の確立を図ろうとするものである。

給水施設建設の候補100村落のうち、手始めの50村落については、日本政府の無償資金協力により実施し、この50村落の実施を通じて、特に地下水開発（井戸掘削）技術の移転を受け、当該地域の残りの候補50村落について引き続きＭＩＥＭが実施を進める。この計画については、すでにマダガスカル国の国家計画に組み入れられ、かつ、全国上水道委員会の承認を受けているものである。残り50村落の継続実施に際しては、資機材に関する無償資金協力の非公式の要望が出されている。なお、本計画はマダガスカル国地方給水の基本計画にのっとり、かつ開発調査の結果を反映させ、下記のような基準／方針で臨むものである。

－計画給水量　　：住民１人あたり１日の計画給水量は、20ℓ／人／日とする。

－計画給水人口　　：約2.8％の人口増加率を見込み、５年後の人口規模に応じた施設設計を行なう。

－水源位置　　：ハンドポンプ井又は共用水栓などの取水施設の位置は、村落内の各住居から徒歩で往復15分以内の地点に計画する。

－施設タイプの選定：ハンドポンプ施設と共用水栓の施設タイプ選定は、村落規模、住民の意向と維持管理能力、及び水理地質状況（地下水開発ポテンシャルの高い所でないと動力揚水ポンプは適さない）等、社会的な面、自然条件の両面を勘案して決定する。

４－３－３　計画地の位置及び状況

計画地は、首都アナタナリボの南西部約1,000kmに位置し、計画地内南西端付近のトリアラ市までは国道７号線が通じている。計画地内の主要道路は、この国道７号線（南部を東北東－西南西方向によぎる）と、トリアラ市より、マンゴキ川河口付近までを北上する国道９号線、ならびに７号線から分岐して北上する州道の３道路がある。今回計画100ヵ村のうち、無償資金協力要請の50ヵ村は、大部分これらの主要道路沿い及びその近傍に位置している。９号線沿い30ヵ村、７号線沿い13ヵ村、州道沿い７ヵ村で、各村落位置は巻頭の位置図に示すとおりである。

道路状況は極めて悪く、舗装のほどこされているのは７号線に限られる。それも大半は舗装の欠如や多数のポットホールなどにより、車輌のスムースな走行が阻害されている。舗装のない部分では、雨期にラテライト質土がぬかるんだり、車輌の輪だちのため走行困難な部分が生じる。主要道からはずれた部分では、河川を横断する部分に橋梁がないため、雨期には道路洗掘でしばしば交通が遮断される。雨期に工事がまたがる場合は、これらの貧弱な道路事情を考慮しなければならない。

電気・通信等のインフラ整備もかなり立ち遅れた状況にある。通信網は、トリアラ市と首都アナタナナリボ間に無線の電話回路があるものの、計画地内のトリアラー各県庁所在タウン間タウン同士間の通信施設は皆無である。電気供給サービスは、トリアラ市及びサカラハ町の一部に小規模の火力発電（ディーゼル）により電力が供給されているのみで、村落への電力供給はまったくない。

４－３－４　施設・機材の概要

要請内容について「マ」国政府との協議結果をふまえ、さらに検討を行なった結果、本計画実施のために適切と判断される施設と機材をまとめると、下記のとおりである。

１．38ヵ村の動力ポンプ揚水の給水施設建設と、12ヵ村のハンドポンプ井の建設。
　内容は、表－８（１）～（３）給水施設計画概要表に示す。

2．井戸建設に必要な資機材

①	掘削径10インチで300m以上の掘削能力を有する、トラック搭載型削井機（マッドポンプ組込）	1台
②	ＤＴＨドリリング用コンプレッサー	1台
③	ベントナイト、発泡剤等	1式
④	ケーシング 及び スクリーン	井戸53本分延べ約5,000m
⑤	井戸掘削用支援車輌類	
	クレーン付トラック	2台
	タンクローリー	1台
	ピックアップ	2台
	ワゴン車	3台
⑥	①、②及び⑤用のツールズ・スペアパーツ類	1式
⑦	ＭＩＥＭ所有ドリリングリグ用ツールズ・パーツ類補給	1式
⑧	ワークショップツールズ	1式
⑨	通信機材	1式

3．水理地質調査用資機材

①	電気検層機	1式
②	揚水試験用ポンプ・発電機、水位計等	1式
③	水質分析装置	1式

4．給水施設建設用資材

①	ハンドポンプセット	３０台
②	ハンドポンプ台建設用　鉄筋コンクリート材	２８ヵ所分
③	水中モーターポンプ、ディーゼルエンジン発電機	４１セット
④	給配水管類	1式
⑤	発電機小屋、貯水槽、共用水栓台材料	1式

表-8-1 給水施設概要表（1）（6”仕上げ井戸と動力揚水給水施設）

No	村落名	優先度 ランク付	人口 1,990年	計画人口 1,996年	計画給水量 (m3/日)	井戸仕様 口径×深度（静水位 / 動水位）	数量 既存	数量 新設	水中モーターポンプ 吐出し量×全揚程	数量	エンジンジェネレータ 出力 (KVA)	数量	貯水槽 容量 (m3)	給水栓 数量
5	Ambalamoa	Bb	1,000	1,177	24.0	φ6″ ×150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)		1	67 l/min× 36 m	1	12.5	1	10	3
6	Tsianihy	Bb	1,389	1,635	33.0	φ6″ ×150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)		1	92 l/min× 36 m	1	12.5	1	15	5
7	Namatoa	Bb	750	883	18.0	φ6″ ×150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)		1	50 l/min× 36 m	1	12.5	1	10	3
8	Mangoiovoio	Aa	1,500	1,766	36.0	φ6″ × 30.0 m (5.00 m/ 10.00 m)		1	100 l/min× 16 m	1	12.5	1	15	5
11	Andranomanintsy	Ab	1,400	1,648	33.0	φ6″ ×200.0 m (30.00 m/ 40.00 m)		1	92 l/min× 46 m	1	17.0	1	15	5
14	Antsakoabe	Ab	800	942	19.0	φ6″ ×200.0 m (30.00 m/ 40.00 m)		1	53 l/min× 46 m	1	17.0	1	10	3
16	Ambiky	Bb	1,360	1,601	32.0	φ6″ ×200.0 m (25.00 m/ 35.00 m)		1	89 l/min× 41 m	1	10.0	1	15	4
34	Tandrano	Ab	3,500	4,121	83.0	φ6″ ×150.0 m (25.56 m/ 32.76 m)	1		231 l/min× 39 m	1	17.0	1	30	11
35	Ampandramitsetaky	Ab	800	942	19.0	φ6″ ×150.0 m (25.00 m/ 33.00 m)		1	53 l/min× 39 m	1	17.0	1	10	3
46	Berenty-Betsileo	Aa	2,340	2,755	56.0	φ6″ × 30.0 m (3.00 m/ 10.00 m)		1	156 l/min× 16 m	1	12.5	1	30	7
47	Ankilivalokely	Ab	1,230	1,448	29.0	φ6″ ×200.0 m (20.00 m/ 40.00 m)		1	81 l/min× 46 m	1	12.5	1	10	4
49	Tanandava-Antaifasy	Aa	2,010	2,367	48.0	φ6″ ×100.0 m (15.00 m/ 25.00 m)		1	134 l/min× 31 m	1	12.5	1	15	6
63	Manombo-Atm	Aa	3,000	3,532	71.0	φ6″ × 27.0 m (4.53 m/ 5.53 m)	1		198 l/min× 12 m	1	5.5	1	30	9
68	Benetsy	Aa	2,000	2,355	48.0	φ6″ × 72.0 m (13.51 m/ 17.30 m)	1		134 l/min× 24 m	1	12.5	1	15	6
77	Andranovory	Aa	1,524	1,794	36.0	φ6″ ×150.0 m (115.00 m/125.00 m)		1	100 l/min×131 m	1	37.0	1	15	5
78	Befoly	Ab	864	1,017	21.0	φ6″ ×250.0 m (178.56 m/185.00 m)		1	59 l/min×191 m	1	55.0	1	10	3
79	Ankororoka	Ca	400	471	10.0	φ6″ ×250.0 m (210.00 m/215.00 m)		1	28 l/min×221 m	1	55.0	1	10	2
92	Mahaboboka	Aa	2,000	2,355	48.0	φ6″ × 30.0 m (5.00 m/ 10.00 m)		1	134 l/min× 16 m	1	12.5	1	15	6
94	Andamasiny-Vineta	Bb	550	648	13.0	φ6″ ×150.0 m (20.00 m/ 30.00 m)		1	37 l/min× 36 m	1	10.0	1	10	2
96	Analamary	Ab	1,000	1,177	24.0	φ6″ ×204.0 m (35.00 m/ 43.62 m)	1		67 l/min× 50 m	1	17.0	1	10	3
a	Befandriana	Aa	3,000	3,532	71.0	φ6″ × 53.0 m (12.30 m/ 13.28 m)	1		198 l/min× 20 m	1	12.5	1	—	10
b	Betsioky Nord	Aa	2,000	2,355	48.0	φ6″ ×150.0 m (60.00 m/ 80.00 m)		1	134 l/min× 86 m	1	37.0	1	15	6
c	Andranohinaly	Aa	1,800	2,119	43.0	φ6″ ×250.0 m (207.00 m/220.00 m)		1	120 l/min×226 m	1	55.0	1	15	6
d	Sakaraha	Aa	3,935	4,633	93.0	φ6″ ×100.0 m (12.00 m/ 20.00 m) φ6″ × 30.8 m (10.66 m/ 21.60 m)	1	1	153 l/min× 26 m 100 l/min× 28 m	1 1	12.5 10.0	1 1	— —	9 13
e	Ankazoabo	Aa	3,000	3,532	71.0	φ6″ ×100.0 m (27.50 m/ 38.00 m)		1	198 l/min× 44 m	1	12.5	1	—	12

表-8-2 給水施設概要表（2）（4" 仕上げ井戸と動力揚水給水施設）

No	村落名	優先度	人口	計画人口	計画	井戸仕様			水中モーターポンプ		エンジンジェネレータ		貯水槽	給水栓
		ランク付	1,990年	1,996年	給水量	口径×深度（静水位／動水位）	数量		吐出し量×全揚程	数量	出力	数量	容量	数量
			(人)	(人)	(m3/日)		既存	新設			(KVA)		(m3)	(ヶ所)
52	Soahazo	Aa	2,837	3,340	67.0	φ4" × 76.0 m (36.70 m/ 38.60 m)	1		187 l/min× 45 m	1	17.0	1	30	9
54	Belitsaka	Aa	1,315	1,548	31.0	φ4" × 66.0 m (12.78 m/ 33.00 m)	1		87 l/min× 39 m	1	17.0	1	15	4
55	Ampasikibo	Aa	2,000	2,355	48.0	φ4" × 50.0 m (9.16 m/ 15.12 m)	1		134 l/min× 22 m	1	12.5	1	30	6
56	Namaboha	Aa	1,505	1,772	36.0	φ4" × 83.0 m (16.50 m/ 34.00 m)	1		100 l/min× 40 m	1	17.0	1	30	5
59	Ampihamy	Ba	1,468	1,729	35.0	φ4" × 53.0 m (8.30 m/ 15.33 m)	1		98 l/min× 22 m	1	12.5	1	30	5
61	Beroroha	Ab	2,270	2,673	54.0	φ4" × 50.0 m (15.00 m/ 25.00 m)		1	150 l/min× 31 m	1	12.5	1	30	7
62	Antsomarify	Bb	1,200	1,413	29.0	φ4" × 50.0 m (15.00 m/ 20.00 m)		1	81 l/min× 26 m	1	12.5	1	15	4
65	Ankaraobato	Ba	1,850	2,178	44.0	φ4" × 75.0 m (3.40 m/ 6.40 m)	1		123 l/min× 13 m	1	5.5	1	15	6
81	Manoroka	Bb	1,000	1,177	24.0	φ4" × 58.0 m (5.25 m/ 5.25 m)	1		67 l/min× 12 m	1	5.5	1	10	3
83	Andranolava	Ab	1,500	1,766	36.0	φ4" ×100.0 m (20.00 m/ 27.00 m)		1	100 l/min× 33 m	1	17.0	1	15	5
86	Besakoa(2)	Bb	1,200	1,413	29.0	φ4" ×100.0 m (20.00 m/ 26.00 m)		1	81 l/min× 32 m	1	17.0	1	15	4
98	Bereketa	Bb	500	589	12.0	φ4" × 50.0 m (5.00 m/ 10.00 m)		1	34 l/min× 16 m	1	10.0	1	10	2
101	Ankilimalinika	Aa	3,845	4,527	91.0	φ4" × 66.0 m (14.35 m/ 17.70 m)	1		253 l/min× 24 m	1	17.0	1	40	12

表-8-3 給水施設概要表（3）（4" 仕上げ井戸とハンドポンプ施設）

No	村落名	優先度	人口	計画人口	計画	現行	所要	井戸仕様			ハンドポンプ	
		ランク付	1,990年	1,996年	給水量	給水量	給水量	口径×深度（静水位 / 動水位）	数量		吐出し量×全揚程	数量
			(人)	(人)	(m3/日)	(m3/日)	(m3/日)		既存	新設		
22	Manoy	Aa	540	636	13.0	4.0 (P)	9.0	φ4" × 40.0 m (8.50 m/ 9.50 m)	1	2	20 l/min×10 m	2
23	Ampoza	Bb	700	824	17.0	4.0 (P)	13.0	φ4" × 50.0 m (5.50 m/ 6.20 m)	1	2	20 l/min× 7 m	2
25	Sihanaka	Ab	700	824	17.0	4.0 (P)	13.0	φ4" × 40.0 m (6.00 m/ 6.50 m)	1	2	20 l/min× 7 m	2
29	Mangotroka	Ab	600	706	15.0	4.0 (P)	11.0	φ4" × 40.0 m (3.60 m/ 3.80 m)	1	2	20 l/min× 4 m	2
40	Tanandava	Ba	400	471	10.0	—	10.0	φ4" ×100.0 m (20.00 m/ 25.00 m)		2	20 l/min×25 m	2
53	Analamisampy	Aa	756	890	18.0	7.0 (P)	11.0	φ4" × 71.0 m (13.11 m/ 18.60 m)	1	2	20 l/min×19 m	2
57	Antseva	Bb	800	942	19.0	—	19.0	φ4" × 70.0 m (15.00 m/ 20.00 m)		3	20 l/min×20 m	3
58	Ankatrakatra	Ab	460	542	11.0	—	11.0	φ4" × 70.0 m (10.00 m/ 15.00 m)		2	20 l/min×15 m	2
60	Ambondro	Ba	1,000	1,177	24.0	—	24.0	φ4" × 50.0 m (10.00 m/ 15.00 m)		3	20 l/min×15 m	3
64	Antandroka	Ca	700	824	17.0	—	17.0	φ4" × 50.0 m (15.00 m/ 20.00 m)		3	20 l/min×20 m	3
67	Tsefanoka	Bb	880	1,036	21.0	—	21.0	φ4" × 45.0 m (25.50 m/ 26.00 m)	1	2	20 l/min×26 m	3
88	Maninday	Bb	700	824	17.0	—	17.0	φ4" × 70.0 m (16.50 m/ 17.00 m)		3	20 l/min×17 m	3

４－３－５　維持・管理計画

施設完成後の維持管理は、各村落内に結成される水管理組合と、ＭＩＥＭトリアラ支所が協同であたる。それぞれの体制、維持管理の役割分担は、次のとおりである。

- 村落の水管理組合　：　受益者住民の中から互選により、組合長、会計担当、ポンプオペレーター等、３～５名を選出し、この組合が自主管理を行なう。管理組合は、動力用燃料、オイルフィルター・蛇口パッキング等消耗品購入にかかる費用と、管理費とを各戸より徴収し、日常の施設運転資金とするほか、揚水・配水施設定期点検サービスに備える（500～1000FMG／月／家族）。ハンドポンプ施設の村落では、ポンプシリンダーの交換部品購入用、シリンダー交換等の技術サービス費用等に充てるために、住民より定期的に拠出金を徴収し、補修に備える（50～100FMG／月／家族）。

  従来も、公共の給水施設が建設された村落では、住民の自主管理組織が結成され、料金徴収システムが採用されていたが、殆んどの場合料金徴収率が悪く、施設の運営に支障をきたし、いずれの村落でも施設は短命であった。開発調査段階で、これらの理由について調査した結果、施設建設計画段階からの住民の参加意識の乏しさが主たる要因であることが判明した。そこで、開発調査では、優先度の順位づけの条件の一つとして、水需要度のほかに、施設の維持費拠出の意志ならびに支払能能力等をアンケート調査により調査したほか、建設時の役務提供の呼びかけを行なった。

  その結果、今回要請のあった50村落は、参加意識高く、支払い能力も比較的高いものの中から選定されたため、上記のような額の月々の拠出は十分可能である。なお、開発調査時に建設したパイプ給水施設（トラノカキ村）、及び16ヵ村のハンドポンプ施設のうち、トラノカキ及びハンドポンプが正常に稼働している６ヵ村については、料金徴集率80％以上の好成績をあげていたほか、施設のまわりの囲い、看視小屋が住民の手で建設されており、今後建設される施設の維持管理に関して明るい見通しが得られている。

- ＭＩＥＭトリアラ支所　：　現行のＭＩＥＭトリアラ支所は次官直属の機関であって、水利・エネルギー部門のほかに手工業、鉱山関係部門をも担当しており、給水施設関連は職員数・予算ともに著しく不足しており、本計画実施も施設完成後の維持管理についても十分な体制といえない。そこでＭＩＥＭは計画実施に向けて、水資源・水理地質部の技術職員をトリアラ支所に常駐させるほか、トリアラ支所の予算枠とは別に本計画用予算を設け、プロジェクトマネジャーがこれを管理する方針を打ち出した。施設の維持・管理については、引き続きプロジェクトマネジャーが総括し、トリアラ支所の維持管理要員はプロジェクトマネジャーの指揮下に入ることとした。プロジェクトマネジャーは必要に応じて、ＭＩＥＭ水資源・水理地質部より技術職員を派遣し、支所の担当職員を補佐する。ＭＩＥＭ側の維持・管理サービスは下記のようなものである。

a．施設の定期巡回（施設の点検、及び施設の運営に関する啓蒙活動）

b．住民に対する維持・管理技術指導

c．故障箇所の補修（資材提供とメカニシャンの派遣、役務は住民）

4－4　技術協力

前項（6）節で述べたように、とくに、施設の維持管理については、計画地に根をおろした技術協力の必要性が考えられる。しかしながら、新しく「マ」国に発足した「全国上下水道委員会」の、強力な指導力が近い将来発揮される期待があり、また、本計画実施を通じてかなりの程度の技術移転がはかれる期待もあるため、本件は緊急を要する課題ではない。

第５章　基本設計

第５章　基本設計

５－１　基本設計の方針

本計画は、マダガスカル国ＭＩＥＭが主体となって推進している地方給水計画の中で、最優先地区とされる南西部地区において、地下水を水源とする給水施設の建設を行なうものである。

本計画は、マダガスカル国地方給水計画推進のためのモデル事業としての性格を持ち、実施主体の機構、予算措置、施設の維持管理体制及び方法などのすべてにわたって見直しを行なうべく位置付けられている。そのため、本計画の成否は、今後のマダガスカル国の地方給水政策改革の大きな鍵を握るといっても過言ではない。

このことを念頭に置き、また、我国の無償資金協力の仕組みに対応した下記の方針をもって実施するものである。

(1) 本計画は、1992～1993年の２年間に、マンゴキ川とオニラヒ川にはさまれる南西部地域の50ヵ村について、ボーリングによる地下水開発、ならびに給水施設の建設を行ない、同地域内住民に安定的、衛生的な飲料水を供給するものである。

(2) 給水施設のタイプは、ボアホール井にハンドポンプを設置するポイントソース型（人口に応じて１村に１～３ヵ所）と、動力揚水施設、自然流下方式配水施設、共用水栓等を備えた給水施設（村落形態、人口規模に応じて施設の規模が異なる）の２種を原則とする。

(3) 施設タイプは、開発調査であきらかにされた村落の規模・形態、地下水ポテンシャル、及び住民の施設の運営能力などを勘案して選定する。

(4) 施設規模は、原則としてマダガスカル国の地方給水設計基準にしたがった20ℓ／人／日の給水量を設定して決定する。

(5) 建設工事は、ハンドポンプ井については井戸掘削のつど、ポンプの設置、ポンプ台の建設を行なうが、動力ポンプ井については井戸建設工事を先行させ、揚水可能量を確認後、まとめて給配水その他の施設建設を行なう方式とする。

(6) 施工順序は、緊急度に応じた優先順位を充分勘案するものの、効率的な施工性を考慮した施工計画を優先させるものとする。

(7) 深井戸ボーリングの施工に当って必要となる掘削機については、250m以上の深堀りを要する水文地質条件の地域を考慮し、掘削径10インチ程度で掘削深度300m以上の能力を有する公称500m級の機種を選定する。

(8) 井戸掘削工事は２班編成で行なう。１班はＭＩＥＭ所有の掘削機を用いて150m以内の井戸

建設を行ない、他班は新規に調達する高能力掘削リグにより150mを越える井戸の建設を行なう。

(9) 施設建設用資材は、極力現地で入手可能なものを利用すべく計画する。現地調査の結果、給水管類の一部、及び貯水槽、発電機小屋等建築材料のすべてが現地調達可能であると判明している。動力ポンプ、発電機等は現地調達が可能であるがすべて輸入品で、日本製品よりはるかに高価であるため日本製品の利用を考慮する。ハンドポンプについては、安価なローカル製品があるが性能の点で問題があるため、無償資金協力による実施段階では用いないこととした（改良確認後、次期計画実施時に利用開始ということで「マ」国側も了解している）。

(10) 工事の効率的進捗を図るために、現地建設業者の数社をサブコントラクターとして採用することを施工計画に組み入れる。給水施設建設に関し、一定レベル以上の能力を有する業者は、計画地トリアラにはないが、首都アンタナナリボには５～６社以上存在する。しかし、井戸掘削にかかる業者はないので、井戸建設に関してのサブコントラクターの採用は考慮しない。

(11) 短期間でＯＪＴによる井戸掘削技術と、施設建設技術の技術移転を行なう必要があるので、コンサルタントの指導のもとで効率的な施工ができるよう、施工業者の専門能力、要員計画について十分な検討を行なう。特に、計画地域内の残りの50村落については、ＭＩＥＭが独自に実施することになるので、技術移転が効果的に図れるよう、施工計画策定に関して配慮する。

5－2　設計条件の検討

5－2－1　計画給水量と給水人口

現状の水使用量は、集落内またはその近傍の水源の有無と季節変動（乾期は雨期の半分近い）とにより、5～30ℓ／人／日と大きな開きがあるが、本計画ではマダガスカル国の地方給水の基準値の計画給水量20ℓ／人／日を設定する。しかし、地下水開発ポテンシャルの低い地区については、ＷＨＯの下限値15ℓ／人／日を採用する場合がある。計画給水人口は５年後の1996年の人口を設定する（人口増加率2.76％を見込み、現人口の約1.18倍とする）。

給水施設は、ハンドポンプ井ポイントソース型と、動力揚水－給配水型の２種であるが、給水量の設定の仕方は異なる。すなわち、ハンドポンプの場合は、ポンプの揚水能力（井戸１本当り10㎥／日前後）をもとに算出するが、動力ポンプ揚水の場合は、ポンプの揚水能力よりも井戸そのものの生産能力（比湧出量または限界揚水量）に左右される。

ハンドポンプの場合は、揚水の標準能力を15～20ℓ／分（揚程40～10m）、ポンプの駆動効率を0.85、標準運転時間を11時間に設定し、次式により井戸１本あたりの給水量（揚水量）を8.4～11.2㎥とする。

(15～20)ℓ／分 × 60分 × 11時間／日 × 0.85 ≒ 8,400 ～ 11,200ℓ／日

すなわち、ハンドポンプの場合は、１日当りの揚水可能量を１日１人当りの基準値20ℓ／人／日で除した値420～560人に給水できることになる。従って、サービス人口500人以内の村落では井戸１本、600～1,100人の村落には２本を要する。

動力ポンプで揚水する施設については、１村落につき井戸は１ヵ所とし、20ℓ／人／日に給水人口を乗じた水量を揚水しうるポンプをセットするものである。ポンプのキャパシティ、貯水槽の容量、共用水栓の数量及び給水管延長などは、給水人口、村落の形態によって決定される。
また、ポンプの稼働時間は、６時間／日を標準とする。

5－2－2　給水施設タイプの選定

ハンドポンプと動力ポンプ給水施設のいずれを選定するかは、下記条件を考慮する。

a．ハンドポンプ井給水施設の選定条件

1．ハンドポンプの揚程は50m以内に限られるため、地下水位が40m程度（揚水動水位45m）以内の地域に限られる。

2．帯水層のキャパシティの小さい（地下水賦存量の少ない）地区では、動力ポンプが適用できず、ハンドポンプにせざるをえない。

3．人口が比較的少なく、動力ポンプ揚水施設の維持管理費をまかなえない村落は、ハンドポンプ施設の方がよい。

4．地理的条件が悪く、ポンプ動力用燃料・オイル等入手困難な地域も、ハンドポンプ施設にせざるをえない。

5．人口が多くても人口密度の小さい村落では、複数のハンドポンプ井を建設する方がコスト面で有利な場合がある。

b．動力ポンプ揚水の給水施設の選定条件

1．人口が比較的多く、施設の自主運営が可能な村落。

2．地下水の自然水位が50mより低い地域では、動力ポンプ揚水が必要となる。

3．地下水賦存量が大きい地域（限界揚水量が30ℓ／分程度以上の地域）に適用することが望ましい。

4．人口密度の大きい集中型形態の村落では、掘削する井戸の本数が少なくてすむため、給配水システム建設費がかかり施設運営費も高くつくが、複数のハンドポンプ井建設よりもコスト面で有利である。

5－3　基本計画

5－3－1　給水施設の標準タイプ

給水施設のタイプは、村落の規模（人口）、地下水開発のポテンシャル、施設の維持管理能力を勘案して選定される。施設のタイプは大別すると、A．動力ポンプ揚水と自然流下式配水の施設を備えた簡易水道施設と、B．ハイドポンプ揚水のポイントソース型の２種である。

タイプAの動力ポンプ揚水を伴う施設は、比較的人口が多く、地下水開発ポテンシャルが高く、かつ施設運営上の問題が少ないという条件を備えた38村落に建設するもので、施設の内容は下記のようであり、図４～６に標準図を示す。また、表－９に施設の一覧表を示す。

１．水中モーターポンプ設置のボアホール　　φ４″及びφ６″仕上げ
２．ディーゼルエンジン発動機設置のレンガ造り発電小屋
３．鉄筋コンクリート製高架貯水層　　底面地表高　1.5～3.0m
　　貯水容量　　10～30 ㎥
４．貯水層－共用水栓台の給水管（ブランチタイプ）
　　延長　30～4,700m
　　管径 max.３″～２″、最終径１″
５．水栓２コ付きの共用水栓台　　２～22基／村
　（サカラハ町のみ例外的に多い22基で、他は２～14基）

タイプBのハンドポンプ井による給水施設は、地下水開発ポテンシャルの比較的低い地域内（１本の井戸で大量の揚水が望めない地区）に計画されるものと、住居分散型の村落形態を有する村落に複数の井戸を建設（人口400～500人に１井）するという理念に基づくもので、12村落にこのタイプが計画されている。１村落当りの井戸箇所数は１～３ヵ所である。

5－3－2　井戸の基本構造

計画50村落の水源は、ボアホール井（ボーリング実施による管井）である。

ボアホール井は６″仕上げと４″仕上げの２種とする。４″仕上げの井戸は、a．ハンドポンプを設置する井戸のすべて、b．動力ポンプを設置する場合でも、水需要量が比較的少ない村落、あるいは地下自然水位が高く、小口径のポンプでも充分揚水ができる地域などに適用する。

６″仕上げの井戸は、a．水需要量が多く、多量の揚水を必要とする村落に適用する、また、ときに、b．水需要量が少なくとも地下水位が低く、小径のポンプでは揚水効率の悪い地区に適用することがある。

いずれの場合も、長期間の井戸寿命と効果的な揚水量確保のために、下記のような井戸構造を原則とする。図－４-1.2 参照。

① スクリーン設置位置は、良質帯水層の深度に合致させる。
② 井戸ケーシング・スクリーンの周囲に1.5インチ以上のクリアランスをとり、ケーシングと孔壁の間にグラベルを充填する（掘削口径は４″仕上げの場合７″以上、６″仕上げの場合は8.5″以上とする）。
③ グラベルパッキングを容易ならしめるために、掘削法はオープンホール法とする。
④ 地表の汚水侵入を防ぐために、地表から３ｍ以上の深度まで、ケーシングの周囲をセメンティングする。

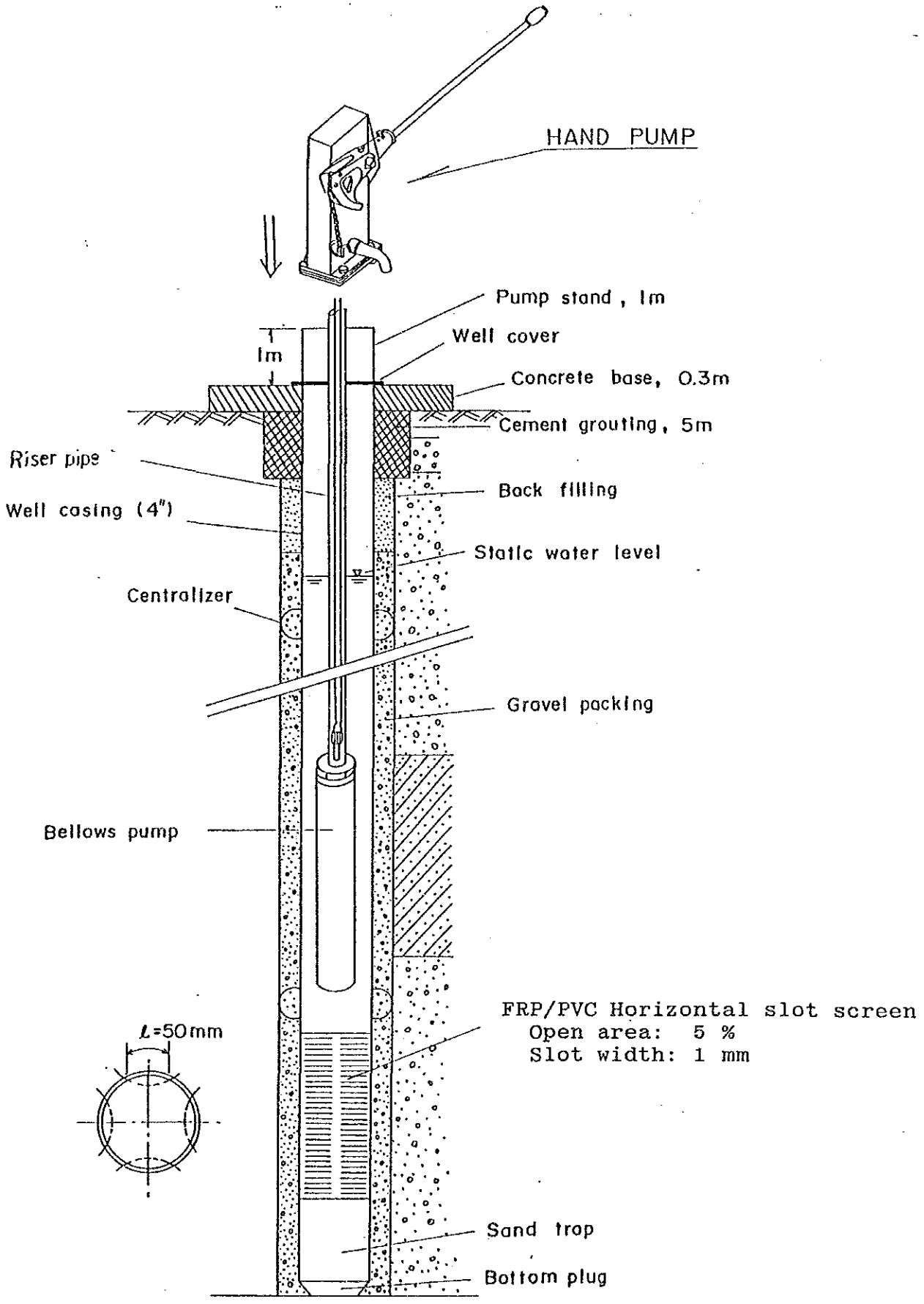


図4 (1) 標準井戸構造図 (ハンドポンプ井)

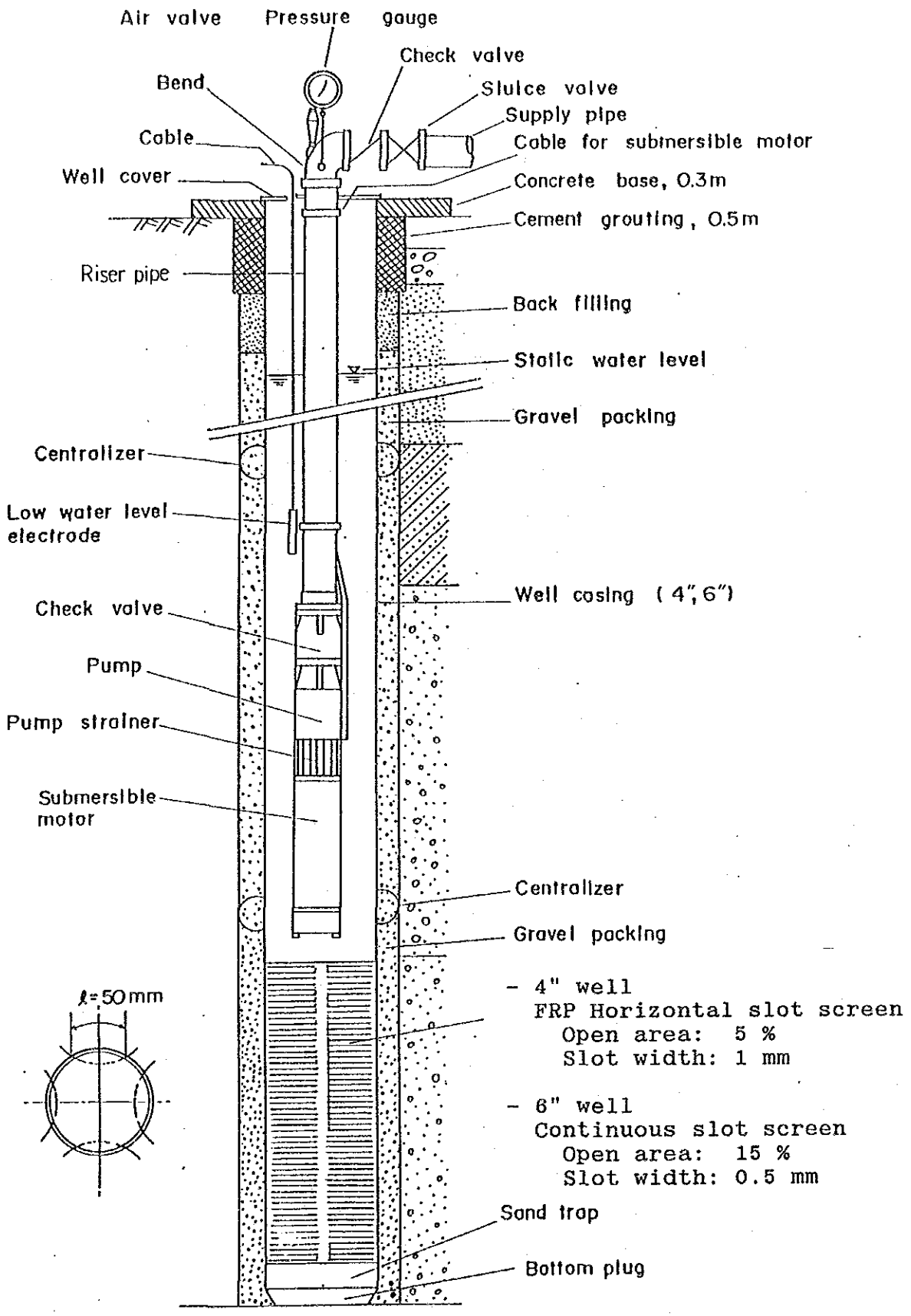


図4 (2) 標準井戸構造図 (動力ポンプ井)

5－3－3　機材計画

本計画の実施に必要な資機材は次のとおりである。

① 井戸掘削機（含コンプレッサー、マッドポンプ等の支援機材）
② ケーシング及びスクリーン
③ 調査用資機材（検層装置及び揚水試験装置）
④ 井戸掘削支援車輌類
⑤ 井戸掘削用発砲剤、ベントナイト及び調泥剤
⑥ ハンドポンプセット
⑦ 水中モーターポンプセット
⑧ 発電機（水中モーターポンプ用動力）
⑨ 通信機材
⑩ 上記機材のツールズ及びスペアパーツ類
⑪ 配管用資材
⑫ 共用水栓・貯水槽・発電機小屋等の建設資材
⑬ 機材修理用のワークショップツールズ
⑭ その他必要な資機材

以下、本事業計画対象地域の条件に適合する資機材の選定を行なう。

① 井戸掘削機

- 正味１年以内に53井、掘削総延長約4,980ｍを掘削するためには、２台の掘削機を必要とする。
- うち１台は、ＭＩＥＭ所有の掘削機を利用し、深度150ｍ以内の井戸掘削にあてる。掘削口径７″以上、掘削延長約2,000ｍ。
- 他の１台は、掘削口径９″以上で300ｍ以上の掘削能力を有する大型機を新規に導入する（公称能力500ｍ程度の掘削機とする）。本機は、計画100村落の残り50村落について、ＭＩＥＭが独自に施工する際、引き続き使用されるものである。
- 新掘削リグは、高速で掘削可能なダウン・ザ・ホール掘削法と、孔壁の崩壊しやすい地層での掘進が可能なロータリー掘削法が併用できる機械であることを要し、迅速な施工が行なえるよう、トラック搭載型とする。
- 泥水掘りを行なうためのマッドポンプは、掘削機械と同一の車輌に搭載し、コンプレッサーは牽引型とする。

② ケーシング及びスクリーン

- 口径４″仕上げの井戸は、深度50ｍ以浅のものについては、ケーシング材質は安価で変質がなく、かつ軽量で取扱いの便利なＰＶＣとする。スクリーン材質も同じくＰＶＣとし、

開口率５％程度のスロットパイプとする。

- 口径４″仕上げの井戸の深度50ｍを越えるものについては、強度の大きいＦＲＰ製のパイプ・スクリーンを用いる。スクリーンはＰＶＣ同様、スロットパイプとする。
- 口径６″仕上げの井戸は、すべて動力ポンプを設置するものであるため、スクリーンは極力開口率を大きくすることが望ましい。したがって、スクリーンは開口率15％以上を確保できるステンレス製のジョンソンタイプを用いる。また、掘削深度が150ｍを越すものが多いため、ケーシングは強度の大きい鋼管とする。
- 数量は表－９に示すように、４″仕上げ井では５ｍもののＰＶＣパイプ127本（108＋19）と、５ｍもののスロットパイプ68本、及び４ｍもののＦＲＰパイプ196本（186＋10）と、４ｍもののスロットパイプ98本を必要とする。６″仕上げ井では６ｍ鋼管442本と、３ｍのステンレススチールスクリーン（ジョンソンタイプ）132本を必要とする。
- 上記必要数量に予備を１～３％加え、調達数量は下記の通りとする。

			予備率
４″ ５ｍ ＰＶＣパイプ	130本	延 650ｍ	2.4%
４″ ５ｍ ＰＶＣスロットパイプ	70本	延 350ｍ	2.9%
４″ ４ｍ ＦＲＰパイプ	200本	延 800ｍ	2.0%
４″ ４ｍ ＦＲＰスロットパイプ	90本	延 360ｍ	2.3%
６″ ６ｍ 鋼管	445本	延 2,670ｍ	0.7%
６″ ３ｍ スクリーン	135本	延 405ｍ	2.3%

ただし、PVC、FRPパイプの場合は４ｍもの５ｍものいずれでもよく、本数は異なるが総延長は変らないよう用意することとする。

表－9　　ケーシング・スクリーン等　数量表

材質	掘削口径 (インチ)	ケーシング径 (インチ)	井戸深度 (m)	井戸数	掘進延長 (m)	ブラインドケーシング 単位長 (m)	ブラインドケーシング 本数／井	ブラインドケーシング 本数小計	スクリーン 単位長 (m)	スクリーン 本数／井	スクリーン 本数小計	ボトムプラグブラインドケーシング 単位長 (m)	ボトムプラグブラインドケーシング 本数／井	ボトムプラグブラインドケーシング 本数小計
PVC	8″	4″	40	6	240	5	5	30	5	3	18	5	1	6
			45	2	90		6	12		3	6		1	2
			50	11	550		6	66		4	44		1	11
	合計			19	880	108本			68本			19本		
FRP	8″	4″	70	8	560	4	11	88	4	6	48	4	1	8
			75	2	150		13	26		6	12		1	2
			100	4	400		18	72		7	28		1	4
	合計			14	1,110	186本			88本			14本		
鋼管	10″	6″	30	3	90	6	3	9	3	3	9	6	1	3
			100	3	300		13	39		6	18		1	3
			150	7	1,050		21	147		7	49		1	7
			200	4	800		29	116		8	32		1	4
			250	3	750		37	111		8	24		1	3
	合計			20	2,990	422本 (425)			132本 (135)			20本 (20)		
合計				53本	4,980 m	ブラインドケーシング(含ボトルプラグ)、スクリーン合計								
						5m PVC ケーシング			127本 → 130本					
						5m PVC スクリーン			68本 → 70本					
						4m FRP ケーシング			200本					
						4m FRP スクリーン			88本 → 90本					
						6m 鋼管			442本 → 445本					
						3m 鋼スクリーン			132本 → 135本					

③ 調査用資機材

井戸建設にかかる調査用機器として、検層機、揚水試験装置、及び水質分析器の３種とする。ＭＩＥＭはこられの資機材を各１セット保有しているが、井戸掘削班は２班となるため、それぞれ１セットを下記のとおり計画する。

- 検層装置　：　孔内の電気比抵抗値、自然電位を連続的に測定しうるもので、自記記録式とする。ケーブル長300ｍ。
- 揚水試験装置　：　水中モーターポンプを設置する６″井について揚水試験を行なうもので、揚程100ｍで100ℓ/min以上の揚水能力を有するポンプと、これらに見合う発電機とする。また、水位・流量観測装置も含むものとする。
- 水質分析装置　：　電気伝導度とペーハーの測定できる測定器とする。

④ 井戸掘削支援車輌類

300ｍ級井戸掘削リグ及びその支援車輌類は、すべて左ハンドルとし、雨期に無舗装の道路に進入することを考慮して、全輪駆動を原則とする。必要車種・台数とその役割は次のとおりである。

- ３tonクレーン付　10ton積みロングボデーカーゴトラック　１台
  （掘削ツールズ、井戸建設資材運搬用）
- ３tonクレーン付　８ton積みカーゴトラック（掘削ツールズ、井戸建設資材運搬用）１台
- ピックアップ車　４人乗り　１ton積み　（少量材料運搬用、連絡用）　２台
- ワゴン車　（管理・連絡用）　３台
- 給水車　６㎥　（ボーリング掘削用水運搬）　１台

⑤ 井戸掘削用発泡剤、マッド、調泥剤等

井戸掘削の総延長は約5,000ｍ（４″仕上げ2,000、６″仕上げ3,000）で、このうち泥水ロータリー掘削が3,500～4,000ｍ、ＤＴＨ掘りが1,000～1,500ｍとなる。これらの掘進長に対し、必要とされる掘削用補助剤（drilling materials）は、それぞれ20%予備を見込み下記のとおり計画する。

- ベントナイト　68ton
- ＣＭＣ　1,400kg
- 分散剤　3,800kg
- 発泡剤　600kg

⑥ ハンドポンプセット

ハンドポンプは12村落に28台を設置することになるが、予備用２セットを含み30台を用意する。シリンダーはすべて孔内設置の押し上げ式とし、揚水管、及びロッドの総延長は410ｍとする。製品は性能のよい日本製とする。ローカル製品は、安価でかつ部品調達上好都合であるが、故障率が高く、根本的な改良を必要とする。第三国製は、シリンダーのパッキン

グがゴム製で、取替えが簡単かつ安価であるという特長があるが、消耗が激しく、部品の調達も容易でない。

⑦ 水中モーターポンプセット

水中モーターポンプは38村落に39台設置する（サカハラに２台）。４″仕上げ井に設置するポンプが13台、６″井のものが26台で、予備用には、それぞれ１台ずつを含め、計41台とする。

ポンプ容量は下記のとおりとし、その根拠は表－８による。

４″井用	揚程 30m	で吐出量 150ℓ	６台		揚水管長 延 400m
	50m	250ℓ	９台（含 予備１台）		
６″井用	揚程 50m	100ℓ	９台（含 予備１台）		揚水管長 延 1,700m
	30m	200ℓ	７台		
	140m	100ℓ	２台		
	230m	130ℓ	３台		
	50m	250ℓ	５台		

⑧ 発電機

水中モーターポンプの動力源としての発電機は、すべてディーゼルエンジン発電機（燃料は軽油）とし、上記ポンプの容量に見合った発電容量のものとし、下記６種の計40台とする（予備は１台）。

10.0KVA　14台
12.5KVA　7台
17.0KVA　14台（含予備１台）
37.0KVA　2台
55.0KVA　3台

⑨ 通信機材

ＭＩＥＭトリアラ支所と、モービルキャンプとの連絡、並びにモービルキャンプ－井戸掘削現場／給水施設建設現場との密接な連絡が保てるようにするため、下記の無線装置を計画する。

ａ．出力 100W　周波数帯　２～12MHz　２台
ｂ．出力 100/10W可変　周波数帯　２～12MHz　３台

ａ．は、ＭＩＥＭトリアラ支所とモービルキャンプに、ｂ．は、ステーションワゴン３台に装備する。

⑩ 上記機材のツールズ及びスペアパーツ類

スペアパーツ類は、各項資機材価格の20％を限度として供給する。

⑪ 配管用資機材

給水用配管は、38村落施設の総延長が16,280mとなる。

使用する管径・材質は、φ3″～1″（白ガス管）を計画する。村落別の供給管長計画は表－9に示すとおりであり、各管径の総延長は以下のとおりである。なお、管径が2 1/2″を越えるものは現地調達が困難であるため、日本国内調達を計画する。

管径	1″	総延長	660m（現地調達）
	1 1/2″		16,280m（ 〃 ）
	2″		8,030m（ 〃 ）
	2 1/2″		8,680m（ 〃 ）
	3″		880m（日本国内調達）
	4″		720m（ 〃 ）

⑫ 共用水栓・貯水槽・発電機小屋等の建設資材

標記給水施設の建設資機材は、すべて現地調達とする。供用水栓台及び建屋の材料は、計画地域内で入手容易なレンガを用い、貯水槽は鉄筋コンクリート造りを計画する。

各村落の施設規模は表－10に示すとおり計画し、各材料の概略総量は下記のとおりである。

- 高架貯水槽、建屋基礎、供用水栓台用モルタル、ハンドポンプ台等
  使用するコンクリート　袋　670m³
- 供用水栓台、発電小屋用レンガ　169,000箇
- ハンドポンプ台、高架貯水槽用鉄筋　35.6ton

⑬ 機材修理用ワークショップツールズ

井戸掘削機械・掘削支援車輌類・その他機材類の修理・保守用の機器類、並びに水道施設（特に管路）の修理・保守のための機器類として下記のものを計画する。

機械及びツール	個数
・小型旋盤	1
・機械鋸	1
・竪型ボール盤	1
・電気卓上グラインダー	1
・ポータブル電気ドリル	1
・油圧ジャッキ	3
・メータ検査装置	1
・電工用ツール	3セット
・機械工用ツール	3セット
・配管工用ツール	3セット
・作業台（バイス付）	3