

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

ロハ州では安全かつ安定した飲料水の供給を行うために、水源を深層地下水に求めざるを得ない状況であることから、州政府では州内 150 地区を対象に深井戸を水源とした給水施設建設を行う「ロハ州地下水開発 6 カ年計画」を策定した。しかしながら、ロハ州政府および周辺の民間業者ともに深井戸の掘削経験はない。このため本プロジェクトは「ロハ州地下水開発 6 カ年計画」の第一段階として、州が所有していない深井戸掘削が可能な井戸掘削機を調達し、今後、州政府が直営で深井戸を掘削できるよう技術移転を行うため、10 地区において計 14 本の生産井を共同で掘削する。

本プロジェクト終了後、州政府は「ロハ州地下水開発 6 カ年計画」に従い、独自で残る 140 地区において給水施設を建設することにより、地域住民が安全な飲料水を十分に利用できることとなり、ひいては生活改善、地域の発展・振興が図られる。

3-2 プロジェクトの実施体制

3-2-1 実施機関の運営/維持管理組織

要請段階における実施機関はロハ州審議会公共事業局であり、プロジェクトの計画、設計、施工、運営・維持管理等を担当していた。本計画の実行に先立ち本年 9 月に、この公共事業局の環境衛生部から地下水部が知事直轄として新しく独立・設置され、本計画を含めた地下水を水源とした飲料水開発にあたることとなる。既に 2001 年から予算配分が決まっており 1 月より一部活動を開始するが、実質的に組織体制が整うのは本プロジェクト実施にあわせた 2002 年初頭となる。（図-3.1）

既に地下水部が州議会により認証されたこと、また 2002 年の実施に先立ち、特に重要な人員である水理地質技術者、井戸掘削技士に関しては、早急に経験者を雇用する計画であること、主な分野（工事課、調査課、運転・維持管理課、実験室）の責任者に関しては、基本設計調査時に参画したメンバーが継続して担当する事が決定していることから、本プロジェクト実施に関して問題は特に無いと考えられる。

また掘削機 1 台調達の場合については地下水部の人員構成を 40 名程度とし、この中で最も重要な掘削作業に携わる人員を、さく井技士 1 名、さく井工 1 名、さく井助手 3 名の計 5 名とする。これについては全員が掘削技術をマスタ - すべく技術移転を行い、交代や転職は認めない前提にて指導を行うこととする。またその他の分野について必要な業種と人数については調査団から現地調査時に提案を行い、ロハ州側はこれを考慮し図-3.2 の様に設定されることとなった。

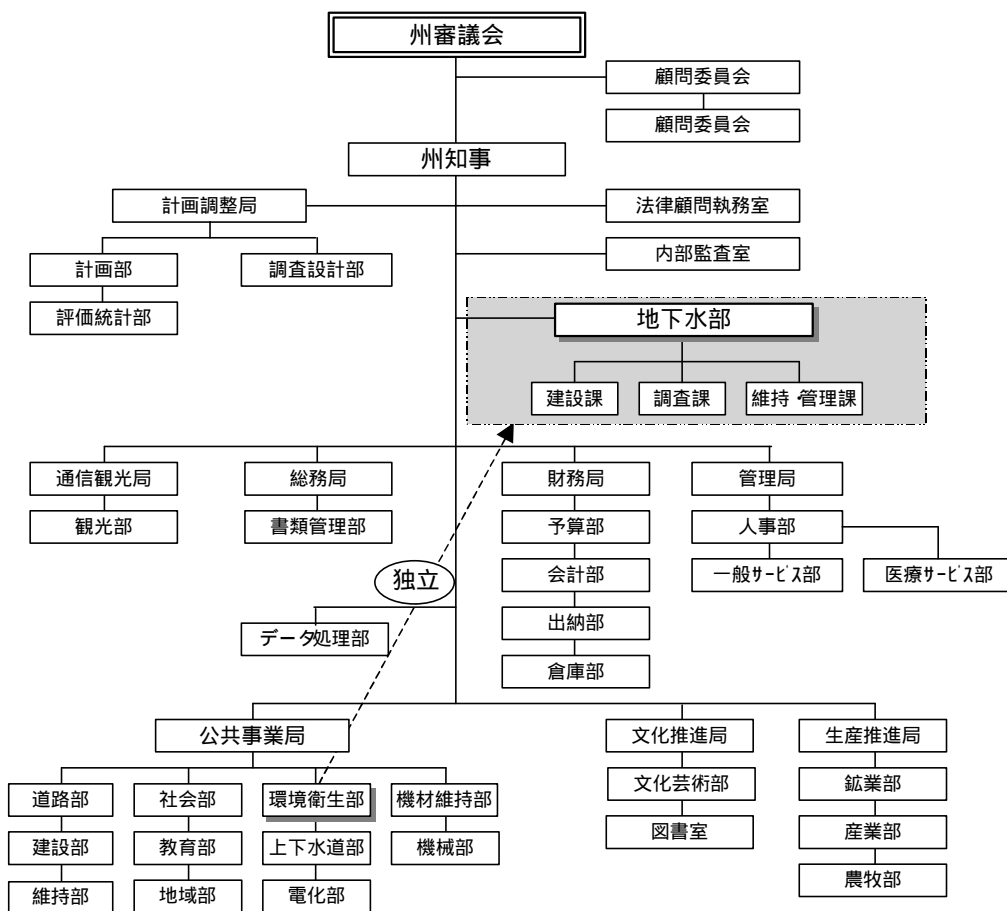


図-3.1 〇八州審議会組織図

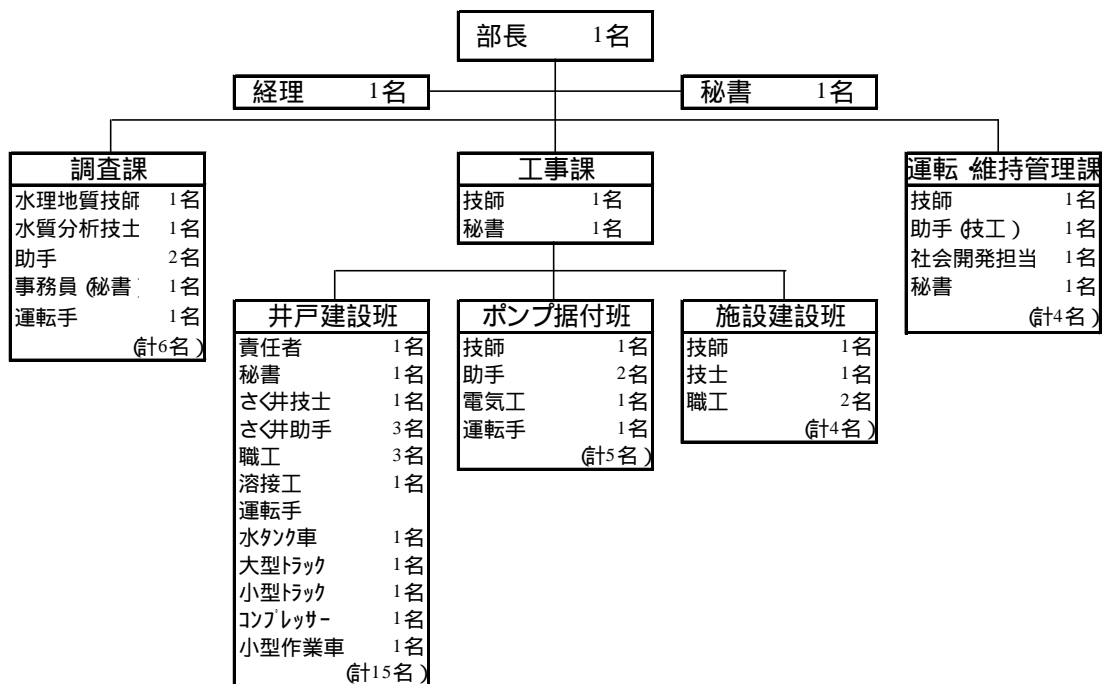


図-3.2 地下水部組織図

3-2-2 要員・技術レベル

現地調査時、州審議会公共事業局には、地下水に関する組織は無く技術員も皆無であったことから地下水開発に関する技術力はなく、さらに井戸台帳、地下水に関する資料等、必要資料の蓄積もないのが現状である。要員計画としてはその殆どを州職員の配置転換により賄うとし、特殊分野の技術員のみを新規採用する予定である。新規採用予定の水理地質技術者は、ピチンチャ州の技術者や大学関係者が候補としてあがっており、さく井技士は15年程度の業務経験を持つ人間を公募する予定である。こうした状況下にあるため地下水開発に関わる技術力を判断する材料はない。

維持管理、整備面においては口八市内北部に州の整備工場があり、現在13名の技術員と12名の助手が州所有の重機、車両等の補修整備に従事している。特に2名のせん盤工と3名の溶接工は高い技術力を有し、あらゆる補修が可能である。また、業務面でも交換部品の在庫管理、補給、購入等、確実に行われており管理能力は高く、更に現在、部品倉庫の大幅な改造が実施され、収容能力の増強が図られている。こうしたことから、調達される掘削機及び工事支援車両、資機材、スペアパーツ等の維持管理、整備、補修に関しての要員、技術力については問題ないと判断できる。また、今後PCネットワークによるオンライン化を計画し、在庫管理を公共事業局の本局にてできるシステムを構築する予定である。

3-2-3 予算

口八州政府は2001年より実施される「口八州地下水開発6ヶ年計画」のため、衛生・環境分野の予算額を前年度の2倍と増額し、調達される機材のために整備工場の拡充、給水施設建設の共同作業に必要な費用、及び土地購入費等に充てるとしている。これは、地下水部の予算を衛生環境部の予算額と同等のものとし、予算確保に関しては、地方分権化の確立のため2001年からの地方交付金が増額されることで確保することとなる。地方交付金は本来、法的に15%となっていたものの、実際には全額の交付はされていなかったが、エクアドル・ペルー間の和平合意により、国境地域の地域振興のために確実に配布されることとなった(表-3.1)。

本プロジェクトに関する予算は既に計画されており、Pas-Japonの内、20%が人件費に割り当てられ、残りが運転・維持管理費となる。日本側実施14本分の井戸建設に付帯する概算費用は年間47,000ドルであるので、予算的には問題は無い。また、2004年以降の口八州独自の井戸建設に関しても下記の通り、十分な維持管理費用を捻出できることとなる。

表-3.1 口八州の予算措置

(単位：千 US\$)

項目	2001年	2002年	2003年	2004年
収入 一般税収	801.6	936.6	1,077.4	1,098.9
交付金	4,581.0	5,261.0	6,101.3	7,104.7
借入金	0	0	0	0
収入合計	5,382.6	6,197.6	7,178.7	8,203.6
支出 教育・文化	947.2	963.4	1,207.1	1,451.6
公共施設	583.8	600.0	805.1	1,041.6
衛生・環境	1,090.1	1,506.6	1,969.7	2,229.4
運輸・通信	1,827.1	1,843.3	1,573.2	1,824.9
Pas-Japon	544.7	844.9	1,161.4	1,184.7
返済	389.8	439.4	462.2	471.4
支出合計	5,382.7	6,197.6	7,178.7	8,203.6

*Pas-Japon：本プロジェクトに係わる予算＝地下水部予算

井戸 1 本当りの工事費（本プロジェクトに係わる費用）

a. 井戸建設（深度 150m）	30,000\$（約 320 万円）
b. 井戸付帯工事（ポンプ含む）	8,000\$（約 85 万円）
c. 配水池建設（30m ³ ）	4,000\$（約 42 万円）
d. 給水配管網布設工事	5,000\$（約 55 万円）
小計	47,000\$（約 502 万円）

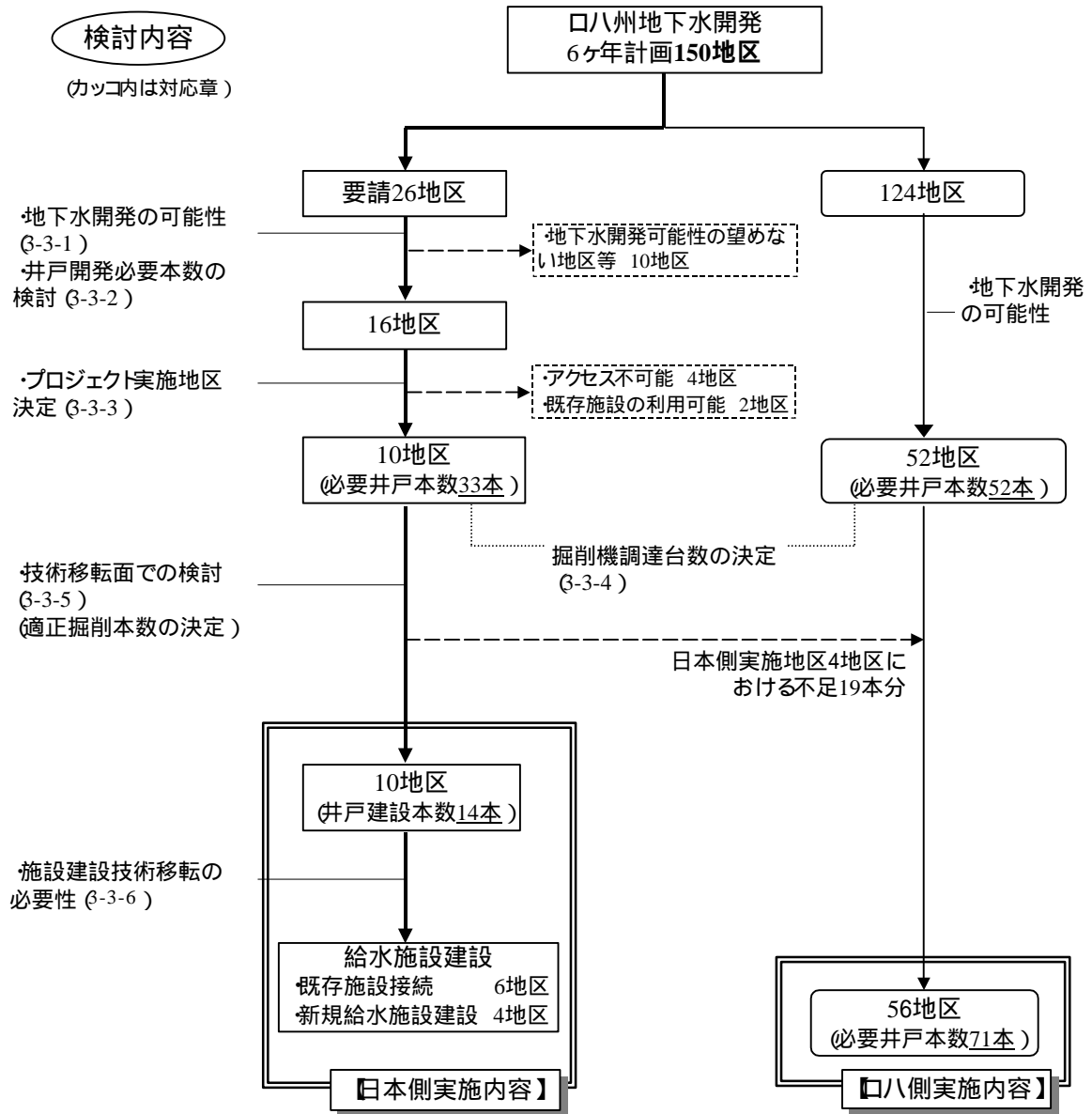
「口八州地下水開発 6 ヶ年計画」にかかわる費用（年間）

1 年間 10 ヶ所の水道整備(47,000\$ × 10 ヶ所)	470,000\$（約 5,020 万円）
調達機材維持管理費	30,000\$（約 320 万円）
掘削機オ-ハ-ホール(3 年に一度 200,000\$)	67,000\$（約 720 万円）
合計	567,000\$（約 6,075 万円）

各地区ごとの維持管理は各村落の水委員会、あるいは管轄の郡・市役場が行うことになる。なお、新しい水委員会を設立する必要のある地区は州政府がその設立及び運営・維持管理について指導、教育を行う。水道料金は 1 村落当り 100\$/月（電気代 50\$、人件費 40\$、スペアパーツ等積立金 10\$）とすると、一所帯当りの負担額は約 2\$/月となり、住民の負担は増えるものの、平均電気料金の半分程度であるため、十分支払える金額であると判断される。

3-3 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトの基本構想は図-3.3 のフローに準じ枠組みを決定し、対象となる資機材(井戸掘削機)選定、井戸建設、給水施設建設の対象地区及び掘削本数決定を行った。



3-3-1 調査地域の地下水賦存状況及び地下水開発可能性

調査対象地域の降水量は北西部及び南東～東部の山岳地帯で 1,000mm/年以上を示すが、対象地域の大部分では降水量は 1,000mm/年以下である。特に南西部(サポティージョ、マカラ)から中央東部(カタマヨ)の低地帯にかけては 500mm/年前後の降水量しかなく、乾燥した気候となっている。こうした気象状況と長年に亘る過放牧の影響により山間部の植生は非常に乏しく、土壌の発達も悪い。そのため、雨水の地中への浸透性並びに土壌の保水性といった点では大きな期待はできず、地下水涵養は全体的に乏しいものと予想される。また地質は河成砂礫層や新規火砕流堆積物等の透水性地層の発達が悪く、表層は厚い風化粘土部分が広く覆っているため、良好な帯水層となる地層の分布は限定され、全般的な地下水開発可能性は比較的低いものと考えられる。こうしたことから、対象地域の中では、無条件に地下水開発の可能性が高いと判定される地点は存在しない。しかし対象地域の自然条件はかなり広範囲にまたがっており、これらの中でも比較的降水量が多く後背地の広がる地域、古期扇状地堆積物や河成堆積物の比較的発達した地域、あるいは亀裂の発達した火成岩、貫入岩等が卓越する地域等では地下水開発が比較的容易に行うことが期待できる。その反面、新第三紀の泥岩が優勢で帯水層の分布がほとんど期待できない地域、地形的に尾根部にあたり後背地からの地下水涵養が期待できない地域等では地下水開発は難しいものと考えられる。

対象地区の地形、地質、水質、物理探査の結果と、既存井データ等から地下水開発の可能性についての総合的な判断基準を A～E の 5 段階(表-3.2)とした。このなかで評点 A、B、C に区分された地区は地下水開発の可能性があると判断し、一方、評点 D、E の地区に関しては地下水開発が困難であることから、井戸掘削対象地区から除外することとする。

表-3.2 地下水開発可能性判断基準

評点	判断基準
A	良好な帯水層が存在し、良質な地下水が豊富に得られることがほぼ確実である地区。
B	良好な帯水層が存在し、涵養量も十分期待できるものの、井戸掘削位置の選定、深度、水質等にやや配慮を要する地区。
C	帯水層が存在し、ある程度の涵養量が期待できるものの、帯水層の層厚、連続性、揚水量、水質等のいずれかに問題があり井戸掘削位置、深度、可能揚水量を慎重に検討する必要のある地区。
D	岩盤の亀裂への地下水涵養が比較的困難で裂力水はあまり期待できないが、浅層地下水と組み合わせることにより、開発が可能となる地区、またはある程度の地下水涵養は期待できるものの、帯水層の性状から揚水可能量がかなり少ないと判断される地区。
E	帯水層となる地層がほとんど分布していない地区、地下水涵養がほとんど期待できない地区、または水質に大きな問題のある地区。

各地区の地形・地質及び地下水開発可能性についての推定結果は表-3.3 の通り。

表-3.3

対象地区の地形・地質及び地下水開発可能性一覽表（1/6）

番号	村落名称	地下水開発可能性			地形	地質	水質試験結果	物理探査結果	既存井戸
		評点	解説	井戸深度、揚水量					
1	Catacocha	B	中生代火成岩の裂力水が開発対象となる。井戸位置の選定に際しては、キレツの多い箇所、後背地が広く地下水涵養を期待できる箇所を選定する必要があり、こうした場所では深部まで比較的豊富な帯水層が期待でき、比較的豊富、良好な地下水が得られるものと予想される。	1) Conzaeora L=130m GWS=-20m GWD=-60m Q=1.5 l/sec 2) El Progreso L=110m GWS=-10m GWD=-50m Q=1.5 l/sec	標高 1600m 前後のやや緩やかな山岳地形中腹部に位置する。後背地は比較的広い。全体に植生はやや豊富である。谷は比較的浅く、水量は比較的少ない。	基盤の地質は、中生代白亜紀 Sacapalca 層の火成岩である。対象地域では、安山岩を主体とし、砂岩、泥岩、レキ岩、流紋岩が点在する。これらの層は比較的風化しておらず、浅所より比較的新鮮、堅硬なものが分布している箇所が多い。 電気探査結果では、GL-26m 付近より高比抵抗層が出現しており、これは比較的堅硬かつややキレツの多い安山岩を示すものと考えられる。	現在水道に使用中の地下水は、一部、NO2 が基準を超えている以外は良好な水質である。	0 - 26m : 15- 27 26m. 以深 : 255 -m	3本の既存井戸があり、町の水源として活用されている。各井戸の深度は 20 ~ 53m、揚水量は 1.3 - 5.3 l/sec であり、乾季にも採水可能、かつ水質は良好なものである。これらの井戸は、中生代火成岩の裂力水を採水しているものと考えられる。
2	Playas	C	当地区は大河川に隣接し、後背地も広い。ため多くの涵養が期待できること、少なくとも浅層部分は比較的透水性の良好な地層が分布していること等から地下水開発可能性は比較的高い。しかし、電気探査結果では、やや深い位置に低比抵抗層が存在すること、既存試験井の揚水量が比較的事ないこと、水質はマンガンの基準がオーバーしていることから、井戸仕様は慎重に検討する必要がある。	L=200m GWS=-20m GWD=-60m Q=1.5 l/sec (マンガンの処理施設が必要とあり)	標高 1000m 程度の河川に接した丘陵地に位置している。この河川は乾季にも流れているが、Catacocha の下水が流入しているため、水質は不良とこのことである。後背地は広い。	基盤の地質は、中生代白亜紀 Pinon 層に属する火成岩および新生代第三紀 Rio Playas 層に属する堆積岩である。対象地域周辺においては、Pinon 層火成岩は安山岩が、Rio Playas 層堆積岩はレキ岩、砂岩が卓越する。いずれの地層も、風化の程度は比較的弱く、粘土化している箇所は少ないように見受けられる。深部においては、泥岩が分布する箇所、粘土化の進んでいる箇所が存在する可能性もある。	河川水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は特に問題のある項目はない。	0 - 15m : 11 - 24 15 - 66m : 221 66m 以深 : 30	試験井 1 : 深度は 95m、地質は砂レキ、揚水量は 0.5 l/sec、水質はマンガンの基準を超えている以外は良好、ただし、重金属の試験結果はない 試験井 2 : 深度は 32m、地質はレキ、揚水量は 4.18 l/sec であり、水質は不明
3	Yamana	E	対象地区における地下水開発は、後背地の鉱物資源、採鉱活動による汚染を考えると、谷の伏流水の影響を受ける箇所での井戸掘削は避けることが望ましい。しかし、谷の伏流水の影響を受けない段丘平坦面上では、地下水はほとんど期待できない。当地点の地下水開発は困難と考える。		標高 1000m 程度の段丘地形の頂部に位置する。後背地はやや広く、谷の流量は比較的豊富である。しかし、この谷の上部では、砂金採取が実施されており、水質は非常に悪い。また、後背地の山地には鉱山跡も点在することである。	基盤の地質は、中生代白亜紀 Pinon 層に属する火成岩および新生代第三紀 Rio Playas 層に属する堆積岩である。対象地域周辺においては、村落から Playas 川の安山岩が、村落から Playas 川にかけては Rio Playas 層のレキ岩、砂岩が分布する。段丘堆積層はかなり粘りの多い砂礫が GL-60m 付近まで堆積しているように見える。	村落東側の谷水が、Al 含有量が WHO 基準の数倍を示す。Se も基準を大きく超えている。また、大腸菌、一般細菌を検出する。	0 - 21m : 16 - 80 21 - 65m : 5 65m 以深 : 142	対象村落と Playas 川との中間付近に試験井が 1ヶ所掘削されている。この試験井の深度は 56m、地質はレキ、揚水量は 0.44 l/sec である。水質は浮遊粒子状物質、リンが基準を超えている。また、重金属の試験結果はない
4	Macara	C (A)	花崗閃緑岩は浅部では粘土化が著しく、取水層としてはまったく期待できない。しかし、深部の弱風化～未風化部分では比較的豊富なキレツ沿いの裂力水が期待できる。扇状地堆積物は良好な帯水層として期待できる。農薬等による汚染の問題がある場合は上部帯水層の遮断の必要がある。また、上部層の巨レキ掘削に慎重な対処が必要である。	L=250m GWS=-10m GWD=-70m Q=2.0 l/sec	標高約 400m 前後の緩やかな丘陵地。後背地は比較的広い。植生はやや多い。	基盤の地質は、時代不詳の花崗閃緑、風化は極めて激しく、深部まで風化している。 顕著なリニアメントは見当たらない。新規扇状地堆積物は、砂礫層から形成され、厚さは 10m 前後と予想される。最大レキ径は 3m に及び、レキ種もチャートなどの硬質なものが多い。	現在水道に使用中の井戸水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は問題項目はない。全体に、軟水であるが、やや電気伝導度が高い。 河川水は大腸菌、一般細菌を検出する。また、浮遊粒子状物質も多く、電気伝導度も高い。	0 - 14m : 62 14m 以深 : 1300	Mandala 川沿いならびに macara 川沿いの新規扇状地堆積物中に深さ約 10m 前後の手掘り浅井戸 4 本。 雨季で 10l/sec/本程度、乾季で 8l/sec/本程度、取水が可能。 農薬等による汚染の可能性あり。

表-3.3

対象地区の地形・地質及び地下水開発可能性一覽表 (2/6)

番号	村落名称	地下水開発可能性			地形	地質	水質試験結果	物理探査結果	既存井戸
		評点	解説	井戸深度、揚水量					
5	Zapallal	D	比較的浅部からやや新鮮、堅硬、かつキレツがやや発達した安山岩が出現するものと期待でき、この層の裂力水を対象とした地下水開発が考えられる。しかし、後背地が狭いことから、地下水の涵養量は比較的小規模なものにとどまると予想され、多くの揚水量は期待できないものと考えられる。	L=180m GWS=-20m GWD=-60m Q=0.5 l/sec	標高 1000m 前後のやや緩やかな山岳地形の中腹～頂部に位置する。小規模な谷地形が形成されているが、深さは浅く、部落との高は小さい。後背地は狭く、植生はやや豊かである。	基盤は中生代白亜紀 Pinon 層の火成岩ならびに同時代の Zapatillo 層の堆積岩で構成される。対象地域は主として Pinon 層安山岩が分布している。この層の風化はやや激しく、地表面は粘土化が進行している。しかし、比較的浅部でやや新鮮、堅硬、かつキレツが比較的發展したものが出現するものと判断される。対象地域の沢部には、新規堆積物は少なく、風化安山岩が露出している箇所が多い。	谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外には問題のある項目はない。	0-19m :23-47 19m 以深 :4060	既存の井戸はない
6	Patuco	B	Zapatillo 層のレキ岩が良好な帯水層になると期待でき、Naranjapamba 川の伏流水ならびに後背地の地下水を涵養源を対象とした地下水開発が可能である。	L=150m GWS=-20m GWD=-70m Q=1.0 l/sec	標高 800m 程度のやや緩やかな山岳地形の山裾に位置する。Naranjapamba 川にほぼ接しており、対象村落中心部との比高は約 30m である。Naranjapamba 川の後背地は非常に広く、河川流量は豊かである。後背地の植生は比較的豊かである。	基盤は中生代白亜紀 Zapatillo 層のレキ岩が分布している。この層は全体に粘性土の多い、やや大きなレキを含むレキ岩が主体である。地表付近はやや風化し、粘土化しているものの、比較的浅部で新鮮、固結したレキ岩に移行するものと判断される。Naranjapamba 川沿いには現河床堆積物である巨レキを含む未固結の砂礫が分布している。	谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外には問題のある項目はない。	0-11m :16 11m 以深 :194	既存の井戸はない
7	El Faique	D	対象地域においては、後背地が極めて狭く地下水涵養が期待できないことと Pinon 層安山岩の風化帯が厚く、透水性が比較的小さいことから地下水開発の可能性は小さいものとの判断される。		標高 1000m 前後の緩やかな山岳地形の頂部近くに位置する。後背地はきわめて狭く、谷も形成されていない。後背地の植生は比較的乏しい。	基盤は中生代白亜紀 Pinon 層の安山岩で構成される。この層の表面は風化が激しいが、比較的浅部で新鮮、堅硬な岩盤が出現すると予想される。山地中腹部には、ガイスイ堆積層が分布している可能性が高いが、その層厚は比較的薄いものと予想される。	谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外には問題のある項目はないが、浮遊粒子状物質多く、電気伝導度高い。	0-16m :3-15 16m 以深 :3980	既存の井戸はない
8	Pampasola	D	対象地域においては、後背地が極めて狭く地下水涵養が期待できないことと Pinon 層安山岩の風化帯が厚く、透水性が比較的小さいことから地下水開発の可能性は小さいものとの判断される。		標高 950m 前後の緩やかな山岳地形の頂部近くに位置する。後背地はきわめて狭く、谷も形成されていない。後背地の植生は比較的乏しい。	基盤は中生代白亜紀 Pinon 層の安山岩で構成される。この層の表面は風化が激しいが、比較的浅部で新鮮、堅硬な岩盤が出現すると予想される。山地中腹部には、ガイスイ堆積層が分布している可能性が高いが、その層厚は比較的薄いものと予想される。	谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外には問題のある項目はない。		既存の井戸はない
9	Saraguro	B	Quisquinchir と Saraguro 市街は、後背地が狭く、谷との比高が大きいため、地下水開発が非常に低いと考えられる。地下水開発対象としては不適である。Gulogpampa は地層は流紋岩質凝灰岩が良好な帯水層となり、後背地は広いものの、谷が北方に向けて急激に深度を増しているために地下水面が深く、井戸深度はかなり深いものが必要となる。Las Lagunas は対象地域の中では最も地下水開発可能性の高い地点と考えられる。当地点では、表層数 10m の古期扇状地堆積物の砂礫層、およびその下位のサラグロ層群の砂礫層を取水対象とする地下水開発が期待できる。	Las Lagunas : L=200m GWS=-10m GWD=-50m Q=1.5 l/sec	Saraguro 市街はやや起伏のある古期扇状地の中央部(標高 2500m 前後)に、Las Labunas はその扇頂部(標高 2600m 前後)に位置する。Gulogpampa と Quisquinchir は緩やかな山岳地形の中腹(標高 2600m 前後)に位置している。Las Labunas および Gulogpampa の後背地は広く、Saraguro 市街 Quisquinchir の後背地は狭い。周辺の植生はやや少ない。	基盤の地質は、新生代第三紀 Saraguro 層であり、少し固結したレキ岩ならびに流紋岩質の凝灰岩が主体である。レキ岩は主として対象地南部の高部の高い場所に、凝灰岩は北部の高部のやや低い場所に分布する。レキ岩は粗砂が主体であり、比較的透水性は良好。凝灰岩は、風化した粘土化した部分は少なく、浅所よりレキが発達している。Saraguro 層の上位には、時代不詳の古期扇状地が分布する。この層の詳細は不明であるが、層厚は数 10m、層相は数 10cm のレキを含む、マトクスはやや粘性土の多い砂礫。	谷水は Fe が多く、1ヶ所で基準を超えており、大腸菌、一般細菌を検出する。それ以外はやや PH の値が小さく傾向がある項目はない。	0-42m :17-27 42-104m :105 104 m 以深 :26	既存井戸はない

表-3.3 対象地区の地形・地質及び地下水開発可能性一覽表（3/6）

番号	村落名称	地下水開発可能性		地形	地質	水質試験結果	物理探査結果	既存井戸
		評点	解説					
1 0	Tambo Negro	B	<p>基盤の安山岩、流紋岩は、極風化部が薄く、比較的浅所からキレツが発達しているものと考えられる。Sabiano 川ならびに後背の山地を涵養源とする帯水層として期待できる。</p>	<p>標高 600m ~ 800m のやや急峻な山地の中腹部に位置する。後背地は非常に狭い、Sabiano 川との比高は約 30m。植生はやや多い。</p>	<p>中生代白亜紀 Pinon 層に属する安山岩ならびに流紋岩を基盤とする。全体に風化状況は比較的穏やかであり、地表付近から比較的堅硬な岩盤が分布している箇所が多い。Sabiano 川沿いには現河床堆積物が分布する。最大レキ径は約 1m であり、レキ種はやや硬質なものが多く。</p>	<p>谷水ならびに Sabiano 川の水ともに大腸菌、一般細菌を検出する以外は、特に問題のある項目はない。</p>	<p>0 - 57m : 6260 57m 以深 : 156</p>	<p>既存の井戸はない</p>
1 1	Las Coshas	E	<p>地形状況ならびに電気探査結果からみると、当地域の地下水位は非常に深く、かつ、地下水涵養は非常に少ないものと考えられる。このため、当地区における地下水開発の可能性は小さいものと考えられる。</p>	<p>標高 1400m 程度のやや急峻な山岳地形の尾根の東部の谷は深く、後背地は広いが、対象地区との比高は 200m 程度である。西部は狭い、後背地は非常に比高は 40m 程度である。植生はやや乏しい。</p>	<p>基盤の地質は、中生代白亜紀 Sacapalca 層の堆積岩、火成岩である。対象地域では、レキ岩を主体とし、砂岩、泥岩、安山岩、流紋岩が点在する。これらの地層はあまり風化しておらず、浅所より比較的新鮮、堅硬なものが分布している箇所が多い。また、谷部にはほとんど新規堆積物は堆積しておらず、基盤が露出している箇所が多い。</p>	<p>谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は、特に問題のある項目はない。</p>	<p>0 - 19m : 43 19 - 67m : 347 67m 以深 : 92</p>	<p>既存の井戸はない</p>
1 2	San Vincente	C	<p>安山岩の裂力水を対象として地下水開発が可能なものと考ええる。水量、水質については不明な点が多いが、対象地点の安山岩は、Catacoa 市の水源となっている地層と同様のものであり、比較的豊富、かつ良好な地下水が採取できるものと考えられる。</p>	<p>標高 1200m 程度のやや急峻な山岳地形上に形成された谷部に位置する。後背地はやや広く、谷の水量は比較的多い。植生はやや豊富である。</p>	<p>基盤の地質は、中生代白亜紀 Sacapalca 層の堆積岩、火成岩である。対象地域では、比較的新鮮、堅硬な安山岩が主体である。また、谷部にはほとんど新規堆積物は堆積しておらず、基盤が露出している箇所が多い。地表付近ではやや風化し、部分的に粘土化した安山岩が地下へいくにつれ、次第に堅硬で、キレツが多いものとなり、深部ではキレツそのものも少なくなつてゆくものと推定される。</p>	<p>谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は、特に問題のある項目はない。</p>	<p>0 - 46m : 109 46m 以深 : 323</p>	<p>既存の井戸はない</p>
1 3	Saucillo	D (A)	<p>基盤の泥岩は、透水性、保水性ともに小さく、また水質も塩分が多い可能性があるため、取水層としては期待できない。段丘堆積物は、比較的透水性がよく、地下水涵養源としても Alamor 川を期待できるためこの層を対象とすれば地下水開発可能性は高い。</p>	<p>標高 280m 前後の緩やかな丘陵地形であり、後背地は狭い。Alamor 川沿いには沖積段丘が数 100m ~ 2km の幅で発達する。植生は極めて少ない。</p>	<p>基盤の地質は、中生代白亜紀 Zapatlillo 層である。層相は泥岩が卓越し、ごく一部に砂岩、レキ岩を塊状に挟在する。地層の傾斜はほぼ水平である。河川沿いの段丘堆積物は、砂礫主体であるが、一部に細砂 ~ 中砂が発達する場所もある。</p>	<p>約 2km 北方の Guayabito に既存井戸が存在するが、塩分が多いためあまり利用されていないとのことである。</p>	<p>0 - 13m : 37 13 - 35m : 171 35m 以深 : 238</p>	<p>約 2km 北方の Guayabito に既存井戸が存在するが、塩分が多いためあまり利用されていないとのことである。</p>
1 4	Valle Hermoso	D (A)	<p>基盤の泥岩は、透水性、保水性ともに小さく、また水質も塩分が多い可能性があるため、取水層としては期待できない。段丘堆積物は、比較的透水性がよく、地下水涵養源としても Chira 川を期待できるため深度 15m 程度の浅井戸は開発可能性が高い。</p>	<p>標高 200m 前後の緩やかな丘陵地形であり、後背地は狭い。Chira 川沿いには沖積段丘が数百 m の幅で発達する。植生は極めて少ない。</p>	<p>8m の井戸の水質は大腸菌、一般細菌を検出する以外は問題のある項目はない。30m の井戸は、SO4、NO3、NO2 が基準を超えており、大腸菌、一般細菌も検出する。また塩分濃度もやや高く、電気伝導度も高い。Chira 川の水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は、特に問題のある項目はない。</p>	<p>0 - 17m : 36 17m 以深 : 98</p>	<p>1本は段丘堆積物の深さ 8m の井戸、水質、水量については不明。もう1本は丘陵地の谷地形と段丘堆積層の境界付近に建設された深さ約 30m の井戸。水質・水量ともに良好。</p>	

表-3.3

対象地区の地形・地質及び地下水開発可能性一覽表（4/6）

番号	村落名称	地下水開発可能性			地形	地質	水質試験結果	物理探査結果	既存井戸
		評点	解説	井戸深度、揚水量					
15	Machanguilla	C	花崗閃緑岩は浅部では粘土化が著しく、取水層としてはまったく期待できない。しかし、深部の弱風化～未風化部分ではキレツ沿いの裂け水が少量ながら期待できると考えられる。	L=250m GWS=-30m GWD=-80m Q=1.0 l/sec	標高約500m前後のやや起伏の激しい丘陵地である。谷は浅く、後背地はきわめて狭い。近傍にGuatara川が南流している。植生はやや多い。	時代不祥の花崗閃緑岩が表層から深部まで分布する。風化は極めて激しく、全体に粘土化している。顕著なリニアメントはみあたらない。	Guatara 川の水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は、特に問題のある項目はない	0-13m :38 13-56m :536 56m以深 :133	既存の井戸はない
16	La Esperanza	E	対象地域においては地層が泥岩主体で透水性は非常に悪いと考えられること。後背地が狭く地下水涵養が期待できないこと。既存試験井でも空井戸が多いことから、地下水開発の可能性は小さいと判断される。		全体に地形の起伏が激しい山岳地帯である。対象村落は標高800m前後の比較的急峻な山岳地形の尾根部に位置している。村落の中心部と近傍の主たる谷の比高は約100mに及び、後背地は比較的狭く、植生はやや乏しい。	基盤は中生代白亜紀 Alamor 層の泥岩が主体である。地層の走向はほぼ東西、傾斜はほぼ垂直である。地域内の谷部にはわずかに新規堆積物が分布するようであるが、その層厚は薄く、粘性土が主体と考えられる。	谷水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は問題のある項目はないが、pHの値が8を超えているサンプルがある	0-32m :79 32m以深 :568	対象地域と同様の地層が分布する Alamor 周辺において、5本の試験井が掘削されている。これらの井戸の深度は15-38mであり、5本のうち3本は空井戸であったとされている。
17 18	Uchima, Linderos	C	新規堆積物（現河床堆積物ならびに段丘堆積物）中の伏流水を対象とした浅井戸あるいは古生代の変成岩を対象とした深井戸が考えられる。しかし、新規堆積物を対象とした浅井戸は、乾季の揚水量は多くは望めないこと、洪水時における施設の流失、損傷等が懸念されることから推薦できない。古生代変成岩を対象とした開発は、地層が風化、変質をつけ、透水性は比較的小さいと考えられるため、揚水量はあまり大きくないものと想定される。	L=200m GWS=-10m GWD=-70m Q=0.5 l/sec	標高1500m前後の比較的高峻な山岳地形の山裾に位置する。村落に接してVilcabamba川が西流しており、村落中心部との比高は約20m程度。	基盤の地質は、古生代の変成岩であり片麻岩、粘板岩等が主体である。全体に風化変質は激しく、粘土化が進んでいるもの、随所に比較的硬質かつキレツの発達した場所もみつけられる。河川近傍には、現河床堆積物ならびに段丘堆積物が分布する。これら層は1m前後の巨レキを含む砂礫層であり、透水性は非常に良好なものと考えられる。	Vilcabamba 川の水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は特に問題のある項目はない	0-5m :104 5-54m :395 54m以深 :115	既存の井戸はない
19	Comunidades	B	対象地域においては古生代変成岩（粘板岩）が主体で、粘土化が著しいことから、この地層のみを地下水開発対象とすることは難しいと考える。また、現河床、段丘堆積物のみを対象とすることも、乾季の揚水量不足が懸念され、推薦できない。そのため、対象地域の地下水開発は、段丘地形上やや深い井戸を掘削し、これら双方の地層の地下水を開発したことを望まれる。	L=150m GWS=-10m GWD=-50m Q=1.0 l/sec	標高1600m程度のやや急峻な山岳地形の山裾ならびに比較的大きな河川の段丘地形上に位置する。村落に接して、Piscopamba川が流れている。後背地は広く、周辺の植生は比較的豊かである。	基盤の地質は、古生代の変成岩（粘板岩）が主体である。全体に風化変質は激しく、粘土化が進んでいる。河川近傍には、現河床堆積物ならびに段丘堆積物が分布する。段丘堆積物は砂礫が主体であるものの、マトリクスは粘土分がかなり多いものと予想される。レキ種レキ径は不明である。	Piscopamba 川の水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は特に問題のある項目はない	0-2m :2990 2-5m :62 5-25m :577 25m以深 :132	既存の井戸はない
20	Jaguay Grande	E	基盤の泥岩は、透水性、保水性ともに小さく、また水質も塩分が多い可能性があるため、取水層としては期待できない。また、当該地域は河川が遠く、近傍には段丘堆積物も分布しないため、全体に地下水開発の可能性は極めて小さい。		標高約300mの緩やかな山地形の尾根部に位置しており、後背地は狭い。距離約1km、標高差約100mの個所にCatamayo川が南流している。植生はやや少ない。	基盤の地質は、中生代白亜紀 Zapatillo 層である。層相は泥岩が卓越し、ごく一部に砂岩、レキ岩を塊状に挟在する。地層の傾斜はほぼ水平である。	Catamayo 川の水は大腸菌、一般細菌を検出する以外は特に問題のある項目はないが、pHが8を超えている	-	既存の井戸はない

表-3.3 対象地区の地形・地質及び地下水開発可能性一覽表 (5/6)

番号	村落名称	地下水開発可能性			地質	水質試験結果	物理探査結果	既存井戸
		評点	解説	井戸深度、揚水量				
2 1	Las Huilcos	C	第三紀堆積岩の透水性が比較的小さいものと考えられることから、扇状地堆積物を対象とした地下水開発を行う必要がある。井戸位置選定に際しては、できるだけ扇状地付近(旧地形の谷部)を選定すること、ならびに場所によっては硬質な巨し主、崩壊性地層の存在する可能性も考慮が必要である。しかし、この扇状地堆積物ならびに第三紀堆積岩の透水性がかなり小さいものである可能性があり、揚水量は多くは期待できない。	L=200m GWS=-20m GWD=-70m Q=0.5 l/sec	基盤の地質は、新生代第三紀 Quillolillo 層および San Cayetano 層に属する堆積岩であり、固結したキレツの少ないレキ岩及び砂岩が主体である。対象村落は砂礫を主体とする扇状地堆積物の上に位置している。GL-21m 付近が地下水面と予想され、その下位が非常に小さい比抵抗を示している。この扇状地堆積物あるいは第三紀堆積岩が粘土分の多い、透水性の悪いものである可能性がある。	Pliche 川の水は、SO4 が基準をわずかに超えているほか、大腸菌、一般細菌を検出する。また、浮遊粒子状物質、電気伝導度もやや大きい。それ以外は問題のある項目はない。	0-22m :332 22-44m :22 44m 以深 :9	既存の井戸はない
2 2	Casanga	E	対象村落周辺に分布する、Rio Playas 層の堆積岩は、断層により背後の山地からの地下水が遮断されていると予想されること、泥岩が卓越していること等から、地下水開発には適していない。また、Pinon 層の火成岩は、常水層としては良好なものと考えられる。しかし、この地層が分布するのは後背山地であり、井戸掘削機械の搬入には非常に困難が伴うものと考えられるため地下水開発の可能性は小さい。		当地区は、Rio Playas 断層のほぼ直上に位置している。この断層は、中生代と中生統を境する断層であり、対象村落の北側では中生代白亜紀 Pinon 層の火成岩が、南側では新生代第三紀 Rio Playas 層の堆積岩が分布する。このうち Rio Playas 層は、泥岩、砂岩、レキ岩の互層であるが、泥岩が卓越し、地層の傾斜は約 70 度と急傾斜している。後背山地の湧水、谷水は非常に豊富であり、断層に境された地下水が湧き出しているものと考えられる。	谷水は、大腸菌、一般細菌を含む。それ以外は良好な水質である。	0-8m :213 8-35m :10 35m 以深 :147	対象村落では、谷部に深さ 8m の手掘り井戸が掘削されている。この井戸は谷部の未固結層を取水対象としたもので考えられ、涵養量、揚水可能量とも少ない。
2 3	Ceiba Chica	D (B)	基盤の泥岩は、透水性、保水性ともに小さく、また水質も塩分が多い可能性が高いため、取水層としては期待できない。段丘堆積物は、比較的透水性がよく、地下水涵養源としても Alamor 川を期待できるためこの層を対象とすれば地下水開発可能性は高い。	L=80m(15m) GWS=-10m GWD=-50m Q=0.5 l/sec	基盤の地質は、中生代白亜紀 Zapatillo 層である。層相は泥岩が卓越し、ごく一部に砂岩、レキ岩を塊状に挟在する。地層の傾斜はほぼ水平である。河川沿いの段丘堆積物は、砂礫主体であるが、一部に細砂～中砂が発達する場所もある。	既存井戸水は、やや塩分濃度が高いが基準は超えていない。ただ、大腸菌、一般細菌を検出する。Alamor 川の水は、大腸菌、一般細菌以外は問題のある項目はない	0-12m :64 12-83m :150 83m 以深 :195	基盤の泥岩中に掘削された深さ約 40m の既存井戸がある。乾季も取水が可能とのことであるが、塩分が多いのであまり利用しないとのことである。
2 4	Cabianga	E	対象地域においては、泥岩が主体となっており、透水性はかなり小さいと思われ、後背地が狭く、地下水涵養量がかなり少ないと考えられることから、地下水開発可能性は小さいものと考えられる。	-	基盤の地質は新生代第三紀の堆積岩であり、対象地域周辺ではやや固結した泥岩、レキ岩、砂岩が主体である。電気探査結果によると、GL-20-44m の間は多少比抵抗は高いものの、それより深は非常に小さい比抵抗を示しており、深部では泥岩が主体になっている可能性がある。	谷水は、Fe が基準を超えており、PH も 6 を下と小さい値を示す。大腸菌、一般細菌も検出される。それ以外は問題のある項目はない。	0-20m :8 20-45m :104 45m 以深 :3	既存の井戸はない

表-3.3 対象地区の地形・地質及び地下水開発可能性一覽表（6/6）

番号	村落名称	地下水開発可能性		地形	地質	水質試験結果	物理探査結果	既存井戸
		評点	解説					
2 5	Chapamarca	B	古期扇状地堆積物が良好な帯水層になるものと考えられる。しかし、後背地が狭いこと、透水性は良好であり、保水性は小さいことから、取水量としてはあまり多量のものには期待できない。また、レキ径が大きくやや硬質であること、マトリクスがややルーズであることから、井戸掘削に際しては慎重な対処が必要である。	標高 1600m 前後の急峻な山地の中腹緩斜面に位置する。対象村落の位置する場所は、やや古い時代の扇状地と推定される。後背地は急峻な山地がせまったり、やや狭い。	片麻岩等の古生代の變成岩を基盤とし、その上位に新生代第三紀 Loma Blanca 層の属するレキ岩が、されにその上位には、古期扇状地堆積物であるレキ層が分布する。古生代の片麻岩は風化が激しく、粘土化が著しい。新生代第三紀のレキ岩は円レキが主体である。古期扇状地堆積物である砂礫層は、角レキが主体であり、最大径は1mを超える。レキはやや硬質である。マトリクスは粘土～砂の幅広い粒径から構成されており、ややルーズである。	谷の湧水は、大腸菌、一般細菌を検出する以外は問題のある項目はない	0-4m :130 4-24m :56 34-131m :36 131m 以深 :457	既存の井戸はない
2 6	Linderos	C	基盤の泥岩は、透水性、保水性ともに小さく、また水質も塩分が多い可能性があるため、取水層としては期待できない。安山岩層は風化が激しいが、深部では裂力水を期待できる場所もあると考えられる。また、Catamayo 川近傍では現河床堆積物ならびにガイスイ堆積物が分布する。これらの層は、Catamayo 川を涵養源とする取水層として期待できる。	標高約 300m のやや急峻な丘陵地の尾根部に位置する。後背地は極めて狭い。対象地域の東～北～西を Catamayo 川が湾曲する形で囲んでいる。標高差は 30 ~ 100m である。植生はやや少ない。	基盤の地質は、中生代白亜紀 Zapatillo 層である泥岩層と中生代白亜紀 Pinon 層の安山岩が分布する。全体に風化は激しく、表層部は粘土化している。特に安山岩層の風化は深部にまで及んでいると考えられる。		0-15m :12 15-36m :345 36-294m :46 294m 以深 :2470?	既存の井戸はない

*開発可能性 A:非常に高い、 B:やや高い、 C:普通、 D:やや低い、 E:低い
 *井戸深度、揚水量 L:井戸深度、 GWS:地下水位（静水位）、 GWD:地下水位（動水位）、 Q:可能揚水量
 () 内は、伏流水を対象とした浅井戸部分

地下水開発可能性を検討した結果、各地区の揚水量、静水位、動水位、井戸開発深度を表-3.4 にまとめる。

表-3.4 各地区ごとの地下水開発の可能性と井戸推定規模

No.	地区名	評点	想定揚水量	井戸深度	推定静水位	推定動水位
1	Catacocha	B	1.5 lt/sec	130m	20m	60m
2	Playas	C	1.5 lt/sec	200m	20m	60m
3	Yamana	E	-	-	-	-
4	Centinela de Sur	C(A)	2.0 lt/sec	250m	10m	70m
5	Zapallal	D	0.5 lt/sec	180m	20m	60m
6	Patuco	B	1.0 lt/sec	150m	20m	70m
7	Faique	D	-	-	-	-
8	Pampasola	D	-	-	-	-
9	Saraguro	B	1.5 lt/sec	200m	10m	50m
10	Tambo negro	B	2.0 lt/sec	180m	40m	80m
11	Las Cochas	E	-	-	-	-
12	San Vicente del R.	C	1.0 lt/sec	180m	20m	70m
13	Saucillo	D(A)	0.5 lt/sec	70m	10m	50m
14	Valle Hermoso	D(A)	0.5 lt/sec	80m	10m	50m
15	Machanguilla	C	1.0 lt/sec	250m	30m	80m
16	Esperanza y Pitayc	E	-	-	-	-
17	Uchima	C	0.5 lt/sec	200m	10m	70m
18	Linderos	C	0.5 lt/sec	200m	10m	70m
19	Comunidades	B	1.0 lt/sec	150m	10m	50m
20	Jaguay Grande	E	-	-	-	-
21	Los Huilcos	C	0.5 lt/sec	200m	20m	70m
22	Cazanga	E	-	-	-	-
23	La Ceiba Chica	D(B)	0.5 lt/sec	80m	10m	50m
24	Capianga	E	-	-	-	-
25	Chapamarca	B	1.0 lt/sec	180m	30m	70m
26	Linderos de Visia	C	0.5 lt/sec	130m	30m	70m

3-3-2 井戸開発必要本数の検討

現地調査結果、既存施設状況、及び既存資料から各地区における必要給水量の算出を行った。

算出に際しては以下の条件のもとで給水計画を策定するとともに、井戸開発の必要本数を算出した。結果は表-3.5 に示す。

計画対象人口

各地区における人口は基本的には口八州から提示された人口資料を採用することとするが、現地調査結果と大幅に差異がある地区については、人口資料を修正し地区人口を推定した。また、既存給水施設を有する地区については、既存施設対象人口を計画対象人口とし検討を行った。

人口増加率については、INEC(国家統計局)による1995年の郡ごとの人口増加率を用いた。州都の存在する口八郡で1.75%の増加率であるのに対して、その他多くの郡で0.37%の増加率が採用され、口八州全体では0.9%の人口増加率となっている。

計画基準年

ロハ州によれば本計画の計画基準年は 2020 年としているが、本計画では調達された掘削機にて井戸建設(「ロハ州地下水開発計画 6 カ年計画」)を 2006 年までに行うこととしている。この件につきロハ州側と協議を行い、計画基準年を 2006 年と設定することで合意を得た。従って、本計画の基準年は 2006 年と設定する。

計画基準給水量

ロハ州での基準給水量の設定は以下の通り。

地方部		100lt/人/日
都市部	人口 5,000 人以下	120lt/人/日
	人口 5,000 ~ 50,000 人	140lt/人/日
	人口 50,000 人以上	180lt/人/日

従って、本計画では 1 人当りの基準給水量を 100lt/日、日最大給水係数を 125%と設定し計画を行うこととする。但し Macara 市(No.4 Centinela de Sur)については、人口 12,000 人を有するため計画基準給水量を 140lt/人/日と設定する。

計画年における必要給水量

上記基準にのっとり各地区における西暦 2006 年の必要給水量の算定を行った。

既存生産量

各地区における給水施設は前述した通りであるが、既存生産量に対する詳細な資料はない。従って、本調査においてはロハ州側からの要請書に記載されている住民 1 人当りの給水量、現地調査による聞き取り、及び取水量の実測(配水池の満水時間、20lt 容器の満水時間)等より乾期における既存生産量の推定を行った。

計画年における不足量

以上の検討結果より、各地区において不足する給水量は以下に示す通りであり、多くの地区が 60% 以下で新規水源開発による給水量の増大が必要である。

井戸開発必要本数

給水量の不足分をカバーするため井戸の建設が必要であり、水理地質面からの推定可能揚水量を基に各地区の井戸開発必要本数を算出した。

表-3.5 井戸開発必要本数

村落名	人口 (2000年)	人口 増加率 (%)	生産施設 及び水源	必要用水量 m ³ /day	既存生産量 m ³ /day	2006年 取水率	不足量 m ³ /day	必要開発量 lt/sec	想定揚水量		井戸開発 必要本数 本
									lt/sec	本	
1 Ctaocha	5,600	0.37	井戸・溪流	715.7	310	43.30%	405.7	9.39	1.5	7	
2 Playas	225	0.37	溪流	28.8	11.3	39.20%	17.5	0.41	1.5	1	
3 Yamana	600	0.37	溪流	76.7	39	50.80%	37.7	0.87	-	-	
4 Centinela de Sur	12,000	0.37	井戸	2070.4	1210	58.40%	858.4	19.87	2.0	10	
5 Zalallal	205	0.37	溪流	26.2	13.3	50.80%	12.9	0.30	-	-	
6 Patuo	325	0.37	溪流	41.5	21.1	50.80%	20.4	0.47	1.0	1	
7 Faique	100	0.37	溪流	12.8	6.5	50.80%	6.3	0.15	-	-	
8 Pampasola	75	0.37	溪流	9.6	4.9	51.00%	4.7	0.11	-	-	
9 Saraguro	5,600	0.37	湧水	708.4	285.1	40.20%	423.3	9.80	1.5	7	
10 Tambo Negro	95	0.37	溪流	12.1	8.1	66.90%	6	0.14	2.0	1	
11 Las Cochas	850	0.37	湧水	108.6	55.3	50.90%	53.4	1.24	-	-	
12 San Vicente del Rio	30	0.37	湧水	46	43.9	95.40%	2.1	0.05	1.0	1	
13 Saucillo	328	0.37	なし	41.9	-	-	41.9	0.97	0.5	2	
14 Valle Helmoso	132	0.37	井戸	16.9	9.9	58.60%	0.8	0.02	0.5	1	
15 Machanguilla	350	0.37	溪流	44.7	22.8	51.00%	22	0.51	1.0	1	
16 Esperanza y Pitayo	150	0.20	溪流	62	9.5	15.30%	52.5	1.22	-	-	
17 Uchima	180	0.37	なし	25	-	-	25	0.58	0.5	2	
18 Linderos	485	0.37	なし	20.8	-	-	20.8	0.48	0.5	1	
19 Comunidades	175	0.37	溪流	24.3	11.4	46.90%	12.9	0.30	1.0	1	
20 Jaguay Grande	210	0.37	湧水	26.8	22.9	85.40%	3.9	0.09	-	-	
21 Los Huilcos	300	0.37	なし	41.6	-	-	41.6	0.96	0.5	2	
22 Cazanga	750	0.37	湧水	95.9	90	93.80%	5.9	0.14	-	-	
23 La Ceiba Chica	265	0.72	河川	33.9	20.3	59.90%	13.5	0.31	0.5	1	
24 Cabianga	210	1.75	溪流	29.1	25.9	89.00%	3.2	0.07	-	-	
25 Chapamarca	150	1.75	湧水	19.6	6.5	33.20%	13.1	0.30	1.0	1	
26 Linde. de Visin	72	1.75	なし	10	-	-	10	0.23	0.5	1	
合計										41	

3-3-3 プロジェクト実施の対象地区

プロジェクト実施の対象地区に関しては前述の図-3.3 フロー図の通り選定を行なった。

要請のあった 26 地区のうち、前述の地下水開発の可能性を判断し、可能性のある地区 16 地区を選定した。このうち No.10 Tambo Negro では 6 ヶ月ほど前に他援助機関により簡易水道システムが構築されており、このシステムを改善することで水量は確保され、また No.14 Valle Hermoso では既存水中ポンプの改修、修理で必要水量が確保できると判断し、また 4 地区 (No.12 San Vicente del Rio, No.17 Uchima, No.25 Chapamarca, No.26 Linderos de Visin) においては山岳地にあるためアクセス道路の不備や、道幅が狭い等、掘削機の搬入が難しいことから、合計 6 地区を除外した 10 地区を実施対象地区とした (表-3.6)。

なお、対象から除外した 16 地区に関する給水システム建設については「本プロジェクト対象外地区に対する提案書」にまとめた (資料編)。

表-3.6 日本側実施対象地区リスト

No	村落名	人口 (2000 年)	人口 (2006 年)	地下水 開発可 能性	アクセ ス	既存 施設 なし	開発必要 本数	掘削対象地区削除理由(その他)	裨益人口	間接裨益 人口
1	Catacocha	5,600	5,725	B			7		5,725	
2	Playas	225	230	B			1		230	
3	Yamana	600	613	E				地下水開発が望めない。		
4	Centinela del Sur	12,000	12,269	C(A)			10		12,269	
5	Zapayal	205	210	D				No.5,6,7,8と同システムだがNo.6を独立させることで水量確保		210
6	Patuco	325	332	B			1		332	
7	El Faique	100	102	D				No.5,6,7,8と同システムだがNo.6を独立させることで水量確保		102
8	Pampa Sola	75	77	D				No.5,6,7,8と同システムだがNo.6を独立させることで水量確保		77
9	Saraguro (Lagunas)	5,600	5,668	C(A)			7		5,668	
10	Tambo Negro	95	97	B				他援助機関が6ヶ月前に施設設置、裨益人口が少ない		
11	Las Cochas	850	869	E	×			地下水開発が望めない		
12	San Vicente del Rio	360	368	C	×			掘削機の搬入難しい、緊急度低い		
13	Saucillo	328	335	D(A)		×	2		335	
14	Valle Hermoso	132	135	D(A)			1		358	110
15	Machanguilla	350	358	C				既存施設あり、水中ポンプ修復で対応可能		
16	El Pitayo y La Esperranza	485	496	E	×	×		掘削機の搬入難しい、地下水開発が望めない		
17	Uchima	180	200	C	×	×		掘削機の搬入難しい、No.18と隣接しており共同水洗利用可能		200
18	Linderos	150	166	C		×	1		166	
19	Comunidades	175	194	C			1		194	225
20	Jaguay Grande	210	215	E				地下水開発が望めない		
21	Los Huilcos	300	333	C		×	2		333	
22	Casanga	750	767	E				緊急度低い、他表流水取水が望める		
23	Ceiba Chica	265	271	D(B)				地下水開発は難しい、滅菌装置をつける事で対応可能		
24	Cabianga	210	233	E				地下水開発が望めない		
25	Chapamarca	150	157	B	×	×		掘削機の搬入難しい		
26	Linderos de Visin	72	80	C	×	×		掘削機の搬入難しい		
TOTAL							33		25,610	924

網掛け：日本側実施対象地区

3-3-4 井戸掘削機にかかる基本構想

井戸掘削機の必要台数と機種を選定にあたっては、本プロジェクト実施後に口八州独自に行なわれる「口八州地下水開発6ヶ年計画」を考慮する必要性があることから、ここで計画されている150地区全てに対する地下水開発の可能性を推定した上で決定を行った(表-3.8)。

(1) 必要台数

井戸掘削機の必要台数は、先方の地下水開発計画、技術力、財政力を含めた実施体制等を踏まえて決定することとする。新規水源を地下水開発による地区は62地区(日本側実施:10地区、口八州側実施:52地区)あり、口八州の地形条件ならびに給水事情を考慮すると地下水開発(事業の継続性)の必要性は高く、要請にある井戸掘削機の調達は実施することとする。

現在口八州では掘削機を保有しておらず、井戸掘削や地下水調査に対する技術力、ならびに組織体制が不十分であることから、要請にある2式の掘削関連機材はその運営並びに掘削に必要な技術力の養成、人材の確保等が困難であると判断し、掘削機および関連機材の必要数は1式とする。尚、州政府の機材の整備力、技術員の確保、日本側と共同で実施する井戸建設での技術移転の期間、財政力等を総合的に検討した結果、1式を保有する力は有すると判断され、また州全体の新規水源の必要開発量とその計画達成期間からも1式とする。

(2) 機種を選定

調達台数を1式とすることで、要請では2式(100m、250m規模)であった掘削機を1式のみ選定する必要性が生じる。掘削機は、掘削孔径によるものの深度100mまで掘削可能な小型機、深度100~200mまでの中型機、深度200m以上の大型機と分類され、それに付属する掘削機に必要なツール類や支援車両も含んだセットとしての機材選定が必要となる。その選定にあたっては下記のとおり地下水開発対象地区の井戸深度によって決定する。

6ヶ年計画対象150地区のうち地下水開発の可能性のある地区は62地区、必要井戸本数は85本であり、このうち地下水開発可能性の分析から推定した予定深度及びその本数は100m以浅が5本、150mまでが25本、200mまでが14本、250mまでが41本である(表-3.10参照)。よって深度100m以浅の井戸は全体の約5%であることから小型機は採用せず、深度200m以上の井戸が約50%も占めることから大型機とその関連機材を選定することとする。

なお大型機の場合、100m程度の比較的浅い井戸において揚水量の増大を試みる際、掘削機の掘削能力が高いため拡孔作業(通常約270mmを500mmに拡大する)を行える等、利用可能範囲が広がることになる。

表-3.7 口八州計画地下水開発6力年計画対象150地区リスト及び地下水開発可能性評価(1/3)

No	村名	郡	人口	地質	集水面積	評価	解説
1	Catacocha	Paltas	9800	中生代火成岩	大	B	
2	Playas	Paltas	225	中生代火成岩	大	B	
3	Yamana	Paltas	600	中生代火成岩	大	E	
4	Centinela del Sur	Macará	400	扇状地砂礫層	大	C(A)	
5	Zapayal	Celica	265	中生代火成岩	小	D	
6	Patuco	Celica	300	中生代堆積岩	大	D	
7	El Faique	Celica	95	中生代火成岩	極小	D	
8	Pampa Sola	Celica	175	中生代火成岩、塵堆積物	極小	D	
9	Saraguro (Lagunas)	Saraguro	10000	中生代火成岩	大	C(A)	
10	Tambo Negro	Macará	110	中生代火成岩	小	B	
11	Las Cochas	Paltas	325	中生代堆積岩、火成岩	大	E	
12	San Vicente del Río	Paltas	300	中生代堆積岩、火成岩	中	C	
13	Saucillo	Zapotillo	100	中生代堆積岩、段丘堆積物(河川沿い)	大	D(A)	
14	Valle Hermoso	Zapotillo	200	中生代堆積岩、段丘堆積物	大	D(A)	
15	Machanguilla	Macará	225	時代不詳火成岩	小	C	
16	El Pitayo	Puyango	140	中生代堆積岩	小	E	
17	La Esperranza	Puyango	175	中生代堆積岩	小	E	
18	Uchima	Loja	150	古生代変成岩	小	C	
19	Comunidades	Loja	125	古生代変成岩	大	C	
20	Jaguay Grande	Zapotillo	100	古生代変成岩	小	C	
21	Los Huilicos	Loja	55	中生代堆積岩	中	E	
22	Casanga	Paltas	400	第三期堆積岩	小	C	
23	Ceiba Chica	Zapotillo	60	中生代火成岩	大	D(B)	
24	Cabianga	Loja	125	第三期堆積岩	小	E	
25	Guarango	Espindola	150	古生代変成岩	小	B	
26	Chapamarca	Catamayo	300	古生代の変成岩、第三期堆積岩	小	B	
27	Linderos de Visin	Macará	100	中生代火成岩、中生代堆積岩	小	C	BD時落層により調査できず
28	Bramaderos	Paltas	175				他援助機関による施設建設済み
29	Tierras Coloradas	Calvas	125	中生代火砕岩	極小	E	透水性の悪い凝灰岩分布域に位置し、後背地も極めて狭いことで地下水開発はまったく期待できない
30	Chinchanga	Calvas	215	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗閃緑岩からなる貫入岩は表面の風化は激しいが、深部の未風化部に亀裂の発達が予想される。アークセスが悪く、搬入に問題がある
31	Tarume	Calvas	125	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗閃緑岩表面の風化は激しいが、深部の未風化部に亀裂の発達が予想される。村落は尾根部に位置し、後背地が狭いので可能性は低い
32	Parasa	Calvas	150	中生代火成岩	極小	E	安山岩の地下深部に亀裂の発達を予想されるもの、村落は尾根部に位置すること、アークセス問題から開発の可能性は極めて低い
33	Tunas	Calvas	100	時代不詳の貫入岩	小	C	花崗閃緑岩表面の風化は激しいが、深部の未風化部に亀裂の発達を予想され、ここからの小規模な開発が期待できる。
34	Belamine	Calvas	900	中生代火成岩	極小	D	安山岩の地下深部に亀裂の発達を予想されるもの、村落は尾根部に位置し、後背地が狭いので開発の可能性は低い
35	El Tundo	Calvas	325	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗閃緑岩表面の風化は激しいが、深部の未風化部に亀裂の発達を予想される。後背地が狭いので開発の可能性は低い
36	Tumbunuma	Calvas	210	中生代火成岩	極小	D	安山岩の地下深部に亀裂の発達を予想されるもの、対象村落は尾根部に位置し、後背地が狭いので開発の可能性は低い
37	El Arton	Calvas	325	時代不詳の貫入岩	小	C	花崗閃緑岩の風化は激しいが、深部の未風化部に亀裂の発達を予想され、村落北側のPindaka谷では後背山地が発達している
38	Samananaca	Calvas	150	中生代の変成岩	大	C	地表は風化が進んだ花崗岩を主体とし、谷沿いの堆積物からも取水が期待できるところから、地下水開発の可能性は高い
39	Inducho Nuevo	Catamayo	200	第三期堆積岩、崩積物(谷沿い)	小	C	堆積岩は透水性の良い礫岩を主体とし、谷沿いの堆積物からも取水が期待できるところから、地下水開発の可能性は高い
40	Las Arados	Catamayo	375	古生代の変成岩	極小	E	片麻岩を主体とした変成岩は地下深部まで風化が進み、対象村落は尾根部に位置することから開発可能性は極めて低い
41	Patacorral	Catamayo	320	第三期堆積岩	小	D	堆積岩は風化が進み、マトリクスが粘土を主体とした礫岩で、谷沿いの堆積物もそれほど厚くないので開発の可能性は低い
42	La Capilla	Catamayo	140	古生代の変成岩	小	C	変成岩は風化が激しく粘土化しているが、Chapilla谷の堆積物の透水性は良いことが予想され、ここでの小規模な地下水開発は期待でき、
43	San Bernabé	Catamayo	150	第三期火成岩、堆積岩	小	D	風化の進んだ石英岩が分布し、地下深部で透水性の良い亀裂の発達を期待できるが、後背地が狭いので開発の可能性は低い
44	La Era	Catamayo	130	第三期堆積岩	小	D	透水性の良い、礫岩を主体とした地層であるが、村落は山腹に位置し、後背地が狭いことから、開発の可能性は低い
45	Naranja Dulce	Catamayo	190	第三期火成岩	小	E	透水性の悪い凝灰岩が分布し、地表付近は激しく風化、粘土化しており、後背地も狭いことから可能性は極めて低い
46	La Extensa	Catamayo	170	第三期堆積岩、崩積物(谷沿い)	小	C	堆積岩は比較的透水性の良い礫岩を主体として分布、谷沿いの堆積物からも取水が期待できる
47	La Arada	Catamayo	125	中生代火成岩	小	C	地下深部に亀裂の発達した安山岩分布域に位置し、ここを取水層とした小規模な地下水開発が期待できる
48	Las Chinchas	Catamayo	125	中生代火成岩	極小	D	地下深部に亀裂の発達した安山岩分布域に位置し、ここを取水層とした小規模な地下水開発の可能性は低い
49	Pajonal	Celica	100	中生代火成岩	極小	E	安山岩の風化は厚く、対象村落は尾根部に位置し、後背地も極めて狭いことから、地下水開発の可能性はまったく期待できない
50	Dominguillo	Celica	175	中生代火成岩	小	D	安山岩の風化が厚く、後背地も狭いことから、地下水開発の可能性は低い

表-3.7 口八州計画地下水開発対象150地区リスト及び地下水開発可能性評価(2/3)

No	村名	郡	人口	地質	含水層種	評価	解説
51	Algarrobbillo	Celica	350	中生代堆積岩	大	B	表面がやや風化するものの、地下浅所から比較的透水性の良い礫岩が分布する。Naranjapampa川は湧き源として期待できる
52	El Guinco	Celica	215	中生代火成岩	小	D	安山岩の風化が厚く、後背地も狭いことから、地下水開発の可能性は低い
53	La Cienega	Celica	220	中生代火成岩	小	D	安山岩の風化が厚く、後背地も狭いことから、地下水開発の可能性は低い
54	Higueron	Celica	180	中生代火成岩、中生代堆積岩	極小	E	安山岩の風化が厚く、対象村落は層根部に位置し、後背地も極めて狭いことから、地下水開発の可能性は高い
55	El Charan	Celica	170	中生代堆積岩	大	B	表面がやや風化するものの、地下浅所から比較的透水性の良い礫岩が分布する。後背地も広く開発の可能性は高い
56	Miraflores	Chaguanpampa	125	中生代堆積岩	小	E	透水性の非常に悪い泥岩が卓越する地層で、後背地も狭く、深部の透水性も悪い。対象村落までのアクセスも悪く、期待できない
57	Cangochara	Espindola	190	古生代変成岩	小	E	粘板岩を主体とした変成岩は風化が進み、地表は粘土化が著しく、深部の透水性も悪い。対象村落までのアクセスも悪く、期待できない
58	Guarango	Espindola	150	古生代変成岩	小	E	粘板岩を主体とした変成岩は風化が進み、地表は粘土化が著しく、深部の透水性も悪い。対象村落までのアクセスも悪く、期待できない
59	Machay	Espindola	110	第三紀火砕岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、比較的透水性の良い凝灰岩が分布するが、後背地は狭く、アクセスが悪いことから開発の可能性は低い
60	Guarín	Espindola	125	第三紀火砕岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、比較的透水性の良い凝灰岩が分布するが、後背地は狭く、アクセスが悪いことから開発の可能性は低い
61	Ptiayo	Espindola	100	第三紀火砕岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、比較的透水性の良い凝灰岩が分布するが、後背地は狭く、アクセスが悪いことから開発の可能性は低い
62	Chiriguata	Gonzanamá	100	中生代火砕岩	小	E	風化が進み、透水性の悪い泥岩が卓越する。後背地も狭く、地下水開発の可能性は極めて低い
63	Vizancio	Gonzanamá	110	中生代火砕岩	小	C	安山岩は地下深部に透水性の良い亀裂が発達が予想される。後背地は狭いものの、この亀裂部分からの小規模な開発が期待できる
64	El Paltón	Gonzanamá	100	第三紀堆積岩	小	E	泥岩主体で透水性が非常に乏しい。後背地も狭く、開発可能性は極めて低い
65	Lujinuma	Gonzanamá	125	第三紀堆積岩	中	C	安山岩は地下深部に透水性の良い亀裂が発達が予想される。後背地は狭いものの、この亀裂部分からの小規模な開発が期待できる
66	Sumananga	Gonzanamá	80	第三紀堆積岩	小	E	泥岩主体で透水性が非常に乏しい。後背地も狭く、開発可能性は極めて低い
67	Geritoma Alto	Gonzanamá	100	第三紀堆積岩	小	C	対象村落付近の後背地は狭いものの、比較的透水性の良い礫岩を主体とする地層から、小規模な開発は期待できる
68	Palo Blanco	Gonzanamá	100	第三紀堆積岩、河床堆積物	大	B	比較的透水性が良好な砂岩、礫岩などが主体で、Catamayo川の河床堆積物も良好な帯水層を形成することから開発の可能性は高い
69	El Húmsedo	Gonzanamá	125	中生代火成岩、河床堆積物	大	B	安山岩は地下深部に亀裂が発達が期待されること、Catamayo川の河床堆積物も良好な帯水層を形成することから開発の可能性は高い
70	Limón Vega	Gonzanamá	160	中生代火成岩	大	B	安山岩は地下深部に亀裂が発達が期待されること、Catamayo川の河床堆積物も良好な帯水層を形成することから開発の可能性は高い
71	El Milagro	Loja	100	中生代火成岩	小	D	安山岩の地下深部に亀裂が発達が予想されるものの、対象村落付近は後背地が狭いことから開発の可能性は低い
72	La Nona	Loja	150	中生代火成岩	小	D	安山岩の地下深部に亀裂が発達が予想されるものの、対象村落付近は後背地が狭いことから開発の可能性は低い
73	El Ari	Loja	125	中生代火成岩	小	C	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、深部に亀裂の発達も予想される。ここを取水層とした小規模な開発は期待できる
74	Jorupe	Macará	90	中生代火成岩	中	C	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、深部に亀裂の発達も予想される。後背地も比較的広く、地下水開発の期待ができる
75	Los Cienegos	Macará	80	中生代火成岩	極小	E	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、深部に亀裂の発達も予想されるが、後背地が極めて狭く、開発の可能性は極めて低い
76	El Fraique	Macará	105	中生代火成岩	極小	E	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、深部に亀裂の発達も予想されるが、後背地が極めて狭く、開発の可能性は極めて低い
77	Almendo	Macará	100	中生代火成岩	極小	E	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、深部に亀裂の発達も予想されるが、後背地が極めて狭く、開発の可能性は極めて低い
78	Guasimo	Macará	155	中生代火成岩	小	D	安山岩の地下深部に亀裂が発達が予想されるものの、対象村落付近は後背地が狭いことから開発の可能性は低い
79	María Auxiladora	Macará	140	時代不詳の貫入岩、扇状地堆積物	中	C(A)	花崗閃緑岩の浅部は粘土化が進むが、地下深部に亀裂の発達も期待できる。また、扇状地堆積物は良好な帯水層と予想される
80	El Coco	Macará	100	中生代火成岩、扇状地堆積物	大	C(A)	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、地下深部に亀裂の発達も予想される。また、扇状地堆積物からの開発の可能性は高い
81	Hornillos	Macará	125	時代不詳の貫入岩、扇状地堆積物	大	C(A)	花崗閃緑岩の浅部は粘土化が進むが、地下深部に亀裂の発達も期待できる。また、扇状地堆積物は良好な帯水層と予想される
82	Porotillo	Macará	90	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗閃緑岩は、深部で亀裂の発達も期待できるが、対象村落付近は後背地が狭いことから、開発の可能性は低い
83	Macaimine	Macará	90	中生代火成岩、扇状地堆積物	大	C(A)	安山岩は浅所から堅硬な岩石が分布し、地下深部に亀裂の発達も予想される。また、扇状地堆積物からの開発の可能性は高い
84	Carmelo	Paltas	130	第三紀堆積岩	大	B	透水性が良好な砂岩、礫岩の卓越する地域に位置し、Playas川からの湧きによる期待も期待できることから、開発の可能性は高い
85	Cangamama Chico	Paltas	275	中生代堆積岩	小	E	透水性の悪い泥岩が卓越する地域に位置し、後背地も狭いことから、地下水開発はまったく期待できない
86	Guaypira	Paltas	210	中生代火成岩	中	B	安山岩には地下深部に亀裂の発達も予想され、北側の後背山では比較的豊富な湧きによる期待も期待できることから、開発の可能性は高い
87	El Huato	Paltas	175	時代不詳の貫入岩	極小	D	花崗閃緑岩表面の風化は激しいが、深部の未風化部に亀裂の発達も予想される。しかし、後背地が狭いので開発の可能性は低い
88	San Vicente del Río	Paltas	280	中生代堆積岩	小	E	透水性の悪い泥岩が卓越する地域に位置し、後背地も狭いことから地下水開発は期待できない
89	La Hamaca	Paltas	160	中生代火成岩	小	D	安山岩の地下深部に亀裂の発達も予想されるものの、対象村落付近は後背地が狭いことから地下水開発は期待できない
90	Santa Cecilia	Paltas	110	中生代堆積岩	小	E	透水性の非常に悪い泥岩が卓越する地域に位置し、後背地も狭いことから地下水開発は期待できない
91	San Francisco	Paltas	200	中生代堆積岩	小	E	透水性の非常に悪い泥岩が卓越する地域に位置し、後背地も狭いことから地下水開発は期待できない
92	La Palma	Paltas	210	中生代堆積岩	小	E	透水性の非常に悪い泥岩が卓越する地域に位置し、後背地も狭いことから地下水開発は期待できない
93	Opoluca	Paltas	250	中生代堆積岩	大	B	比較的透水性の良い、砂岩・礫岩が分布し、Playas川からの湧きによる期待も期待できることから、地下水開発の可能性は高い
94	La Libertad	Paltas	180	中生代堆積岩	極小	E	風化、粘土化が著しく進んだ透水性の悪い泥岩卓越地域に位置し、後背地も極めて狭いことから地下水開発はまったく期待できない
95	El Triunfo	Paltas	120	中生代堆積岩	極小	E	風化、粘土化が著しく進んだ透水性の悪い泥岩卓越地域に位置し、後背地も極めて狭いことから地下水開発はまったく期待できない
96	Marano	Paltas	130	中生代堆積岩	極小	E	風化、粘土化が著しく進んだ透水性の悪い泥岩卓越地域に位置し、後背地も極めて狭いことから地下水開発はまったく期待できない
97	Santa Lusia	Paltas	230	中生代堆積岩	小	D	風化、粘土化が著しく進んだ透水性の悪い泥岩卓越地域に位置し、後背地も極めて狭いことから地下水開発は期待できない
98	El Coco	Paltas	240	中生代堆積岩	小	D	風化、粘土化が著しく進んだ透水性の悪い泥岩卓越地域に位置し、後背地も極めて狭いことから地下水開発は期待できない
99	Santo Domingo de Guzman	Paltas	200	中生代火成岩	小	E	安山岩の地下深部に亀裂が発達も予想されるものの、対象村落付近は後背地が狭いことから地下水開発の可能性は低い
100	Chaquino	Pindal	200	中生代堆積岩	極小	E	風化、粘土化が著しく進んだ透水性の悪い泥岩卓越地域に位置し、後背地も極めて狭いことから地下水開発はまったく期待できない

表-3.7 口八州計画地下水開発対象150地区リスト及び地下水開発可能性評価(3/3)

No	村番号	郡	人口	地質	集水面積	評価	解説
101	15 de Junio	Pindal	250	中生代火成岩	極小	D	安山岩の地下深部に亀裂の発達予想されるが、対象村落付近は後背地が狭いことから開発の可能性は低い
102	Curachi	Pindal	160	中生代火成岩、中生代堆積岩	中	C	比較的透水性の良い角礫岩分布域に位置し、対象村落南側Misuma谷の後背地も比較的広いことから、地下水開発の可能性は高い
103	Bellavista	Pindal	110	中生代火成岩、中生代堆積岩	小	C(B)	対象村落付近は後背地が狭いが、安山岩の深部に亀裂の発達予想され、Maratango川の段丘堆積物からの開発も期待できる
104	Pueblo Nuevo	Pindal	90	中生代堆積岩	小	C(B)	対象村落付近は後背地が狭いが、透水性が良好な礫岩が分布し、Maratango川の段丘堆積物からの開発も期待できる
105	Las Cochas	Pindal	225	中生代火成岩、中生代堆積岩	小	D(C)	対象村落付近は後背地が狭く、開発の可能性は低い。北-北西部のMaratango川があり、川沿いの段丘堆積物からの取水に期待でき
106	Palmares	Pindal	90	中生代火成岩	小	C(B)	対象村落付近は後背地が狭く、安山岩の深部に亀裂の発達予想され、Maratango川の段丘堆積物からの開発も期待できる
107	Coninuma	Pindal	150	中生代火成岩	中	C(B)	対象村落付近の後背地がやや広く、安山岩の深部に亀裂の発達予想され、Maratango川の段丘堆積物からの開発も期待できる
108	Organos	Pindal	100	中生代火成岩、中生代堆積岩	大	C	安山岩の地下深部に亀裂の発達予想され、対象村落付近はLona谷の後背地も広がることから地下水開発の可能性は高い
109	Milagros	Pindal	300	中生代火成岩、中生代堆積岩	小	D	安山岩の地下深部に亀裂の発達予想されるが、対象村落付近は後背地が狭いことから開発の可能性は低い
110	El Guando	Pindal	115	中生代火成岩、中生代堆積岩	小	C	対象村落付近には断層の存在が推定され、堆積岩も透水性の良い礫岩が卓越することから開発の可能性は高い
111	Mosquerales	Pindal	165	中生代火成岩、中生代堆積岩	中	C	安山岩の地下深部に亀裂の発達予想され、対象村落西側のPindal Grande谷では後背地も広がっていることから開発の可能性は高い
112	La Tuna	Pindal	150	中生代火成岩	小	D	安山岩の風化は地下深部に達し、亀裂の発達に乏しいことが予想され、開発の可能性は低い
113	Guayabal	Pindal	140	中生代堆積岩	中	C	地層は泥岩主体も比較的透水性の良い礫岩卓越部分もあり、Alamor川流域では段丘堆積物が分布し、ここを取水層とした開発に期待でき
114	El Subo	Quilanga	100	中生代火成岩、段丘堆積物	中	C	凝灰岩主体で亀裂には透水性があり、Elvival川沿いに分布する段丘堆積物からの開発も期待できる
115	Pisaca	Quilanga	125	中生代火成岩、扇状地堆積物	小	D	変成岩は風化が進み、地表は粘土質であり、これを覆う扇状地堆積物が取水層として期待されるが、後背地が狭く、開発の可能性は低い
116	Unguananchi	Quilanga	100	古生代変成岩、扇状地堆積物	小	C	風化の進んだ変成岩は透水性が悪いことが予想されるが、扇状地堆積物からの小規模な開発が期待できる
117	Palotine Bajo	Quilanga	100	中生代火成岩	小	C	地層はやや多孔質の礫岩が比較的透水性が良く、後背地は狭いが、小規模な開発が期待される
118	Sta. Barbara	Quilanga	110	新生代第四紀礫岩	小	C	安山岩の地下深部に亀裂の発達予想されるが、対象村落付近は透水性が良く、小規模な開発が期待される
119	Anganuma	Quilanga	175	中生代火成岩	小	D	対象村落付近は、後背地が狭いものの、凝灰岩主体で亀裂には透水性があり、小規模な開発が期待される
120	Liano Grande	Quilanga	100	中生代火成岩	小	C	対象村落付近は、後背地が狭いものの、凝灰岩主体で亀裂には透水性があり、小規模な開発が期待される
121	Sequer	Saraguro	175	第三紀火成岩	中	D	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布し、対象村落付近では小規模な凝灰岩が点在する。ただし、アクセスが悪いかも
122	Sabadel	Saraguro	125	第三紀火成岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布するが、付近は水系から遠く、後背地も狭いことから、開発の可能性は低い
123	Sauce	Saraguro	310	第三紀火成岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布するが、対象村落付近は後背地も広く、開発の可能性は高い
124	Mater	Saraguro	635	第三紀火成岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布するが、対象村落付近は後背地が狭く、開発の可能性は低い
125	Llaco	Saraguro	1030	第三紀火成岩	大	B	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布し、後背地も広く、開発の可能性は高い
126	Puchual	Saraguro	150	第三紀火成岩	極小	D	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布するが、対象村落付近は厚層部に位置し、開発の可能性は期待できない
127	Limapamba	Saraguro	150	第三紀火成岩	小	C	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布する。付近のSesquey川は地下水涵養源として期待でき、開発の可能性は高い
128	Zunin	Saraguro	90	第三紀火成岩	小	C	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布する。付近のMater川、Llaco川は涵養源として期待でき、開発の可能性は高い
129	San Pablo	Saraguro	140	第三紀火成岩	小	D	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布するが、付近は水系から遠く、後背地も狭いことから、開発の可能性は低い
130	Carapali	Saraguro	100	第三紀火成岩	小	C	地下浅部から亀裂が発達し、透水性に富む凝灰岩が分布する。対象村落付近の小規模な開発に期待できる
131	Puritaca	Sozoranga	200	中生代火成岩	小	D	安山岩の風化は弱く、地下浅部から亀裂の発達予想されるが、対象村落は後背地が狭いことから開発の可能性は低い
132	Piedras Blancas	Sozoranga	120	中生代火成岩、時代不詳の貫入岩	小	C	安山岩、花崗岩分布域に位置し、地下深部は亀裂の発達予想され、小規模な開発が期待される
133	Yaramine	Sozoranga	225	時代不詳の貫入岩	大	C	花崗岩は表面の風化が著しいが、深部の未風化部分では亀裂の発達予想される。後背地も比較的広く、開発の可能性は高い
134	Salado	Sozoranga	120	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗岩は表面の風化が著しいが、深部の未風化部分では亀裂の発達予想される。しかし、後背地は狭いことから開発の可能性は低い
135	Tomas	Sozoranga	150	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗岩は表面の風化が著しいが、深部の未風化部分では亀裂の発達予想される。しかし、後背地は狭いことから開発の可能性は低い
136	Viviatas	Sozoranga	150	時代不詳の貫入岩	小	D	花崗岩は表面の風化が著しいが、深部の未風化部分では亀裂の発達予想される。しかし、後背地は狭いことから開発の可能性は低い
137	Perpetuo Socorro	Sozoranga	200	中生代火成岩	中	C	安山岩の風化は弱く、地下浅部から亀裂の発達予想され、後背地もやや広がりがあることから、開発の可能性は高い
138	Huadal	Sozoranga	125	中生代火成岩	小	C	安山岩の風化は弱く、地下浅部から亀裂の発達予想される。後背地は狭いものの、付近の谷部では小規模な開発が期待される
139	Cañaverel	Zapotillo	100	中生代堆積岩	小	E	透水性の非常に悪い泥岩の卓越する地層で、後背地も狭く、開発はまったく期待できない
140	El Caucho	Zapotillo	100	中生代堆積岩	小	E	透水性の非常に悪い泥岩の卓越する地層で、後背地も狭く、開発はまったく期待できない
141	Gramadal	Zapotillo	90	中生代堆積物(河川沿い)	大	C(B)	礫岩の卓越した地域であり、PUYANGO川沿いに段丘堆積物も分布する。深部地下水は塩分濃度に注意する必要がある
142	Boaspamba	Zapotillo	85	中生代堆積岩、段丘堆積物(河川沿い)	大	C(A)	比較的透水性の良い礫岩の卓越した地域であり、川沿いに段丘堆積物も分布する。深部地下水は塩分濃度に注意する必要がある
143	Cabeza de toro	Zapotillo	125	中生代堆積岩	小	E	地層は泥岩主体で透水性、保水性に乏しいことから地下水開発はまったく期待できない
144	Malvas	Zapotillo	150	中生代堆積物	大	D	対象村落付近は、いくつかの谷が合流し後背地は広いものの、地層は透水性、保水性に乏しい泥岩主体であり、開発の可能性は低い。
145	Guasimal	Zapotillo	80	中生代堆積岩	小	E	地層は泥岩主体で透水性、保水性に乏しく、水系からも遠いことから地下水開発はまったく期待できない
146	Pflares	Zapotillo	110	中生代堆積岩、段丘堆積物	大	D	対象村落付近は、後背地は広いものの、地層は透水性、保水性に乏しい泥岩主体であり、開発の可能性は低い。
147	El Sauce	Zapotillo	125	中生代堆積岩、段丘堆積物(河川沿い)	大	C	比較的透水性の良い礫岩の卓越した地域であり、川沿いに段丘堆積物も分布する。深部地下水は塩分濃度に注意する必要がある
148	Sahinos	Zapotillo	100	中生代堆積岩	極小	E	地層は泥岩主体で透水性、保水性に乏しく、水系からも遠いことから、地下水開発はまったく期待できない
149	Algodonal	Zapotillo	125	中生代堆積物	大	D	地層は泥岩主体で透水性、保水性に乏しいことが予想され、水質も塩分が多いことが予想され、地下水開発の可能性は低い
150	Tronco Quemado	Zapotillo	150	中生代堆積岩、段丘堆積物	大	D(A)	地層は泥岩主体で透水性、保水性に乏しいが、段丘堆積物は取水層として期待できる。また、涵養源としてAlamor川が存在する。

3-3-5 井戸建設にかかる基本構想

(1) 日本側の井戸建設について

日本側による井戸建設は、調達した掘削機等の運転操作、掘削技術及び緊急時の対応等を指導し、井戸建設の技術移転を行い、州単独で井戸建設が実施可能とすることが目的である。つまり深度 200m 以上の井戸掘削（深度への対応）と州内に分布するあらゆる地層の掘削（地層への対応）を経験し対応可能となること、さらに地質的条件による粘性土の盤ぶくれ、張り出しからの崩壊、ジャーミング等の一般的な事故対策と岩盤掘削時におけるの亀裂からの逸水対策等が可能ならしめることである。

具体的な深度への対応としては、掘削作業は深度が増すほど技術的にも高度になることから高深度の掘削を多く経験させることとする。また地層への対応としては「2-5-4 地質状況」で記述しているように4つの地質分布に分けられる為これら全ての地区で掘削を経験することとする。特に第三紀層、白亜紀層の地区においては安山岩等の火成岩から泥岩、砂岩、礫岩等の堆積岩までと多様であり、帯水層も比較的深部に位置することから必要経験数を多くする必要がある。

また、技術移転には 10 本以上の掘削本数が必要となるが、深度 200mの井戸一本の掘削期間は約 2ヶ月程度要する為、一年では 7 本の井戸しか掘削する事ができない。また、上述のように深度に対する技術、地質に対応する技術等（詳細は次項に記述）を本対象地区において考慮し、総合的に判断すると日本側で実施する掘削本数は 2 年間で 14 本が適切である。

井戸掘削地区と本数は、緊急性、裨益効果の高い地区を第一義とし、給水計画より開発必要本数が 2 本以上である 5 地区のうち、裨益人口が特に多く緊急性が高い No.1 Catacocha、No.4 Centinela de Sur、No.9 Saraguro 地区の 3 地区に関しては 2 本の井戸工事を行う。また、残る 2 地区（No.13 Saucillo、No.21 Los Huilcos）のうち、深度における技術移転を考慮し深度 200m の深井戸が必要な No.21 Los Huilcos で 2 本の井戸工事を行うこととする。その他の 5 地区及び No.13 Saucillo については各地区 1 本の井戸工事を行い合計 14 本となる。なお No.1、4、9、13 における井戸開発必要本数に不足した残りの 19 本に関しては、「ロハ州地下水開発 6 年計画」でロハ州側の実施とする。

(2) 技術移転の内容

日本側による井戸建設は、州政府への技術移転を目的として日本側とロハ州側の共同作業で実施されるものである。技術移転の主な内容は、地下水の開発調査から掘削機等の機械類の運転操作、井戸掘削、孔内検層、ケーシングプログラムの作成、スクリーン、ケーシングの挿入、グラベルの径の選定と充填、揚水試験の試験方法とデータの解析、水質分析、水中ポンプの据付け、掘削機の維持管理方法まで一貫したものとする。技術移転内容の詳細は表-3.8 に示す通り。

表-3.8 技術移転内容

指導対象者	指導分野	指導項目	移転内容
水理地質技師	予備調査	・既存資料の収集、整理	・地形図/地質図/井戸台帳等の資料より掘削地層と帯水層の確認を行う。 ・空中写真でリアメントの解析を行う。
	現地調査	・地表、地質踏査 ・水利用調査 ・物理探査（電気探査）	・予備調査で得た情報を基に、現地の踏査、調査を行う。 ・掘削予定地区にて物理探査とデータ解析を行う。
井戸掘削技師	解析	・地下水賦存状況の把握 ・帯水層把握 ・掘削径、掘削深度の決定 ・揚水可能量の推定	・既存資料と物理探査のデータ解析より、掘削場所、井戸仕様を決定する。 ・ケーシング、フィルターの種類と長さの決定を行う。 ・水中モーターポンプの選定を行う。
	施工	・井戸掘削 ・孔内検層 ・ケーシングプログラムの決定 ・揚水試験/適正揚水量の決定 ・水質試験	・井戸掘削機の操作、管理、掘削泥水、地層ごとの給圧と回転数、孔内事故対策につき検討する。 ・孔内検層を行い地質・帯水層を確認し、フィルターの位置/長さの決定を行う。 ・揚水試験の方法のデータ解析を行う。
電気機械工	付帯工事	・電気設備建設 ・水中モーターポンプの据え付け ・タック、給配水施設建設	・発電機から電気設備への変更を行う。 ・適切なポンプの据え付け位置の確認、及びポンプの点検、補修を行う。 ・施工技術の修得を行う。

また、掘削技術の指導については先に述べた様に口八州の4つの地層全て(表-3.9 参照)において実施することとし、各地層毎の掘削技術移転計画の内容は次の通り。

変成岩の分布地域は州東部に限定され、「口八州地下水開発6ヶ年計画」対象地区でも当地層分布域の地下水開発は2地区に限られる。地層は片麻岩、粘板岩が主体で比較的単調であるが掘削深度より日本側工事による技術移転は2本とする。

第三紀層分布地域の地質は、流紋岩、安山岩、玄武岩等の火成岩から泥岩、砂岩、礫岩等の堆積岩と多様であり、複雑な地質構造が予想され、帯水層も比較的深部に位置する。また、「口八州地下水開発6ヶ年計画」で当地層の分布域での掘削は30本と比較的本数が多く、できるだけ多くの井戸で技術移転を行う必要があると判断し、日本側工事で5本掘削する。

貫入岩分布地域の地層は大部分が花崗岩類で比較的単調であるものの、掘削必要深度は対象地域の中で最も深く、「口八州地下水開発6ヶ年計画」では16本が当地層の分布域に位置する。日本側工事による技術移転は、250m程度の深井戸掘削技術習得のため3本とする。

白亜紀層分布地域は州西部のほとんどを占め、「口八州地下水開発6ヶ年計画」では当地層の掘削は32本である。地層は安山岩等の火成岩から泥岩、礫岩等の堆積岩まで多様なものが分布するが、分布地域は比較的単調な地質構造から日本側実施工事箇所は4本が妥当と判断した。

表 3.9 「口八州地下水開発6ヶ年計画」地質別掘削本数 (本)

地 質	変成岩地域	第三紀層地域	貫入岩地域	白亜紀層地域	計
本プロジェクト(第1,2年次)	2	5	3	4	14
「工」国実施分(第3~6年次)	2	*25	16	28	71
計	4	*30	19	32	85

* 第四紀溶岩流分布域1カ所を含む

「口八州地下水開発6ヶ年計画」では全体の約半数(85本中44本)が200m以深であることから、本計画では掘削深度が100m以深のものを13本(14本中)、中でも200m以深のものは半数以上の9本(14本中)掘削することとする(表-3.10)。本計画において14本の井戸掘削を技術指導することで掘削技術が把握でき、更に岩盤(中硬岩、硬岩)の掘削、亀裂での逸水対策、亀裂復元防止用のハイドロフラクチャリング機の使用方法、基盤岩の構造上の傾斜に対するの孔曲がり防止の掘削方法等も十分に技術移転できるものとする。

表 3.10 「口八州地下水開発6ヶ年計画」深度別掘削本数 (本)

掘削深度	100m以下	100~149m	150~199m	200m~250m	計
日本側実施計画	1	2	2	9	14
口八州側実施計画	4	23	12	32	71
計	5	25	14	41	85

(3) 「口八州地下水開発6ヶ年計画」改定案

本計画のうち最初の2ヶ年は日本側と共同で建設することとなるが、州政府の策定した開発計画では掘削リグ2式を前提として150地区全てにおいて井戸建設を行うとしていた。しかし今回の調査結果より地下水開発の可能性のあるのは62地区、85本の井戸掘削であり、1年間で平均して7本の井戸掘削が可能であることから、掘削リグ1式の場合85本の井戸を完成させるためには約12年の工事期間が必要である。但し、掘削作業の2交代制を採用した場合、工事期間は9年間に短縮されるため、州政府には掘削作業の2交代制を提言する(表-3.11)。また掘削予定深度については物理探査の結果を基に算出(仮決定)しており、一年目の掘削実績データにて補正し計画を修正する必要がある。尚、残りの88地区については地下水開発の可能性が低いため、水源として表流水、沢水あるいは湧水等を利用した水道設備を作る必要が有ると考えられる。しかしこの場合、飲料水に適した水質について十分な考慮が必要である。

表-3.11 口八州地下水開発6ヶ年計画改定案(掘削可能年数) (本)

掘削機台数 \ 年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
2台	25	25	25	25	25	25							150
1台	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	85
1台(交代)	7	7	10	10	10	10	10	10	11				85

3-3-6 給水施設にかかる基本構想

給水施設建設についての基本方針と各地区の施設内容に係る検討は次の通り。

(1) 給水施設建設の基本方針

給水施設はそれぞれ独立し、独自の機能、働きを持つものの全てがほぼ同一時期に完成、整備されないことには機能上支障が生じたり、その目的を果たさないものであり、更に各施設間の接続管、電気、機械のリレー、計装等は水源から末端給水地点までテスト通水を行うことで、それぞれの施設の機能テスト、機器の整備、調整が行えることから全ての施設を一体のものとして取り扱うことが望ましい。井戸施設を除く他の給水施設の建設は口八州の負担範囲ではあるが、現地調査の結果、先方には圧送を伴う送水管の敷設、各施設間の管路の接続、電気・機械のリレー等に係わる工事の経験が乏しく、施工上及び施工後の耐久性等の技術面で不安があり、これら施設の建設にも技術移転が必要と判断されることから、日本側で井戸施設を建設する地区の給水施設は全て日本側で実施するものとする。尚、日本側が給水施設を建設することで、先方の予算手当の遅れ、負担工事が遅延することによる障害や、先方の技術レベルに起因する当該部の故障により井戸が適切に活用されないといった問題も同時に回避できるものとする。

井戸施設

水源となる深井戸と井戸元に制御建屋を建設する。制御建屋の中には井戸及び配電盤を設置する。電気設備については対象地区全てに電源があるため発電機は必要とせず、トランスの必要性も少ないと思われる。

井戸から配水池までの送水管の敷設工事および配水池、配管、共用水栓の建設

既存の配水池、貯水槽を出来るだけ利用することを考慮すると、必然的に管の敷設距離は長くなり圧送が必要となってくる。これは既存の施設の全てにおいて配水池から集落まで重力により配水を行っているため、浄水施設や配水池は集落より標高の高所に位置する。しかし井戸建設の場合、地下水集水地域を考慮すると井戸建設地は沢沿いといった標高の低い位置に建設せざるを得ない。このため地下水開発では井戸建設地より標高の高い配水池まで、ポンプによる水圧をかける必要がある場合が多くなる。「口八州地下水開発6ヶ年計画」においても、井戸建設を必要とする71地区ほぼ全地域で圧送のため送水管を敷設する必要が生じ、口八州としてはこのような圧送管を敷設した経験が少なく、技術力も乏しいことから、技術力向上を図るためと今後の州独自の配水施設建設実施に備えるための両面から、日本側での送水管敷設を実施することが必要である。

具体的には送水管を敷設する場合口八州では傾斜地が多いことから管理設時の管体のずり下がり、埋め戻し土の流失、表層堆積物への対策、法面保護や道路横断個所の施工上の問題(埋め戻し材料や方法、転圧など)への対応、管路の付属設備(バルブ、空気弁、排水弁など)の取り付け等、施工技術の習得が可能となるばかりでなく、援助効果の早期発現にもつながることとなる。

また配水池、共用水栓は4地区において建設するが、「口八州地下水開発6ヶ年計画」のなかに配水池等を建設する地区がかなりあると考えられることから、モデル地区として日本側での建設が必要である。技術的には配水池、配水管および共用水栓の建設そのものは、先方の技術能力で建設は可能であるが、水中ポンプの能力テストや、揚水に伴う水位低下によるポンプ焼き付き防止の制御

装置取り付け・調整作業等は配水池等の施工と同時にされるか、または配水池等が完成している必要性があり、日本側で施工することとする。

こうした給水施設建設を日本側で行わなかった場合の弊害としては、施工方法(特に送水管埋設)についての技術力不足による管破断や、継ぎ手の離脱等の通水事故、付帯設備の取り付け不備のための通水障害が発生する可能性等があり、施設使用上の大きな妨げとなる。また井戸施設以降のエクアドル側実施部分で遅れが生じた場合、新設井の長期間放置となり、これに伴う水中モーターポンプの故障やその他障害の発生することが考えられる。また井戸と配水池間の水位コントロールの為に計装が完備されない場合、通水テスト、地下水位と配水池の水位の制御、送水管の耐圧テストが実施できず、計画実施に支障をきたすこととなる。さらにこれらの原因により井戸施設の引渡し時期やその管理上に問題の生じる恐れがある。

送水ポンプ 2 台の交換

No.1 Catacocha 地区の送水ポンプ 2 台の交換を行う。これは既存ポンプの能力が不足しており、日本側が掘削する予定の井戸の計画揚水量を送水することが不可能であるため、井戸建設と関連した機材として取り扱うこととする。

送・配水管用管材

要請のあった送・配水管用管材(PVC)は日本側が施工を行う地区に限り調達する。これは既存管の口径が小さく、カルシウム等の付着により流れ難くなり、効果的な取水がされていない地区や、破損部の補修などの先方負担工事に利用される。これらは日本側の井戸建設による給水量の増大と共に、既存水源量の効果的な運用を改善するものである。またその材質は施工の容易さと耐久性からポリエチレンパイプとする。

(2) 各地区別施設内容の検討

各地区毎の施設の現状と施設建設計画内容は次の通りであり、まとめたものを表 3.14 に示す。また、給水計画は前述の「3-3-3 井戸開発必要本数の検討」にまとめた通りである。

No.1 Catacocha

Catacocha 市の既存水源は溪流 2ヶ所及び井戸 4 本より取水し、現在の給水量は一日 310m³である。同地区の計画年における必要給水量は 715.7m³/day であり、新規に 405.7m³/day を確保する必要がある。同地区は水理地質調査の解析結果より地下水開発が可能であり、井戸 1 本当りの開発可能量は 1.5lt/sec と推定される。よって井戸の運転時間を 12 時間とすると、新規に 7 本の井戸の開発が必要となる。

本計画においては、「3-3-5.井戸建設にかかる基本構想」で述べた通り、井戸 7 本のうち 2 本を建設し、Pisaca 既存タンクへ送水する計画とする。Pisaca 既存配水池に送水された給水は同地点に設置されている送水ポンプを使用し、更に標高の高い El Carvario 送配水池に圧送されているが、既存送水ポンプは新規井戸建設により増加する揚水量の送水が不可能となる為、井戸建設と関連した機

材として Pisaca 送水ポンプの取替え及び Pisaca-El Carvario 間の管路を新規に建設することとする。

No.2 Playas

Playas 地区の既存水源は溪流 1ヶ所のみであり、その取水量は $11.3\text{m}^3/\text{day}$ である。同地区の計画年の必要給水量は $28.8\text{m}^3/\text{day}$ である為、1 日当り 17.5m^3 の不足となる。本地域は水理地質調査の解析結果より井戸 1 本当りの開発可能量は $1.5\text{lt}/\text{sec}$ と推定され、井戸の運転時間を 12 時間とすると新規に井戸 1 本建設すれば不足量を補うことが出来る。従って、Playas においては新規に井戸 1 本を建設し、生産された給水を既存配水池へ接続することとする。

No.4 Centinela de Sur

当地区は Macara 市の外周部にあたり、給水施設を有していなかったが昨年 12 月に市の給水システムより給水サービスを受けられることになった。しかし市そのものの供給量が少ない為、給水管網は整備されたが水問題は解消されていない。調査の結果、当地区の水事情の改善には Macara 市全体の供給量を増やす必要がある。

Macara 市の給水システムは 4 本の井戸により地下水を生産し、市の北西に位置する高台に建設されている 2 つの配水池に送水され、これより自然流下にて各戸給水されている。しかしながら、井戸の生産量は合計 $28\text{lt}/\text{sec}$ であり、施設の老朽化も激しく(1952 年建設) 予定通りの地下水生産は行われていない。

既存井戸の計画取水量より算定すると、現在の給水生産量は $1,212\text{m}^3/\text{day}$ で計画年における必要給水量は $2,147.0\text{m}^3/\text{day}$ である。従って 2006 年には $937.0\text{m}^3/\text{day}$ の新規水源開発が必要となる。水理地質調査結果より、当地区においては井戸 1 本当り $2\text{lt}/\text{sec}$ の地下水開発が可能であることから市全体をカバーするには新規井戸 10 本の建設が必要となる。本計画においては前述の通り、緊急性を鑑み日本側では 2 本の井戸を建設することとする。その他の施設は可能な限り既存施設を使用する計画とし、生産された地下水は既存配水池に送水することとする。

No.6 Patuco

当地区は Patuco を含め 4 つの地区 (No.5 Zapallal, No.6 Patuco, No.7 Faique, No.8 Pampasola) を対象に 1 つの給水システムが整備されている。取水源は Zapallal 西方の山岳地帯を流れる溪流であり、これより Zapallal 南の山腹に建設されている配水池(主タンク)へ送水され、主タンクより Zapallal, Pampasola, Patuco の 3 地区へ直接自然流下により給水されている。Faique には主タンクより Faique 独自の配水池を經由し各家庭へ給水している。給水量は平均 $65\text{lt}/\text{人}/\text{day}$ であるが、Patuco 地区は Zapallal, Pampasola の各地区を經由し給水される最末端部に位置している為、雨期、乾期を問わず給水量は極めて少ない。

調査結果より Patuco は地下水開発の可能性が確認されていることから、Patuco 地区を既存システムより切り離し、単独のシステムとして給水施設の整備を行う事とする。これにより 3 地区 (No.5 Zapallal, No.7 Faique, No.8 Pampasola) の給水量は 94.2% に改善される (表-3.12)。

表-3.12 Patuco を切り離した場合の3地区取水率

地区名		2006年 人口	必要給水量 m ³ /day	既存生産量 m ³ /day	2006年 取水率	不足量 m ³ /day
5	Zapallal	210	26.2	13.3	50.8%	12.9
6	Patuco	-	-	21.1	-	-
7	Faique	102	12.8	6.5	50.8%	6.3
8	Pampasola	77	9.6	4.9	50.8%	4.7
計		389	48.6	45.8	94.2%	2.8

Patuco の計画年における必要給水量は 41.5 m³/day であり、本地区の地下水開発量は井戸 1 本当たり 1lt/sec(43.2 m³/day :井戸 12 時間運転)である。従って、地区近傍に井戸 1 本を建設することで計画年における必要給水量を賄うことが可能である。また、本地区は既存システムから切り離し単独の施設になることから、配水池、共同水栓等の施設も計画することとする。

No.9 Saraguro

Saraguro 市には人口 5,600 人を対象に給水システムが整備されている。水源は全て湧水で、5ヶ所に取水口が設置され合計 3.3lt/sec の湧水を取水している。取水された水は Saraguro 市周辺の高台に建設された 3 基の配水池に送水され、それぞれの配水池より各戸給水されている。

Saraguro 市における地下水開発可能量は井戸 1 本当たり 2lt/sec と推定され、一日当りの生産量は 86.4m³となる。本地区の計画年における不足給水量は 423.1m³/day であることから、井戸の開発本数は 7 本となる。従って本地区においては新規に井戸 2 本を建設し、送水管路は既存施設へ接続することとする。

No.13 Saucillo

本地区には既存給水施設はなく、生活給水は全て地区付近を流れる河川表流水を使用している。本地区は水理地質調査結果より地下水の賦存が確認されており、井戸 1 本当りの生産量は 0.5lt/sec、1 日当り 21.6 m³ の生産量が期待される。よって Saucillo の計画年における必要給水量 41.9m³/day を賄うためには、2 本の井戸の建設が必要となる。しかしながら、本地区においては技術移転の面から日本側では井戸 1 本を建設し給水施設の整備を行うこととする。また本地区は既存給水システムがないので配水池、共同水栓等の施設も計画することとする。

No.15 Machanguilla

Machanguilla は、隣接する La Guatara 地区を含め既存給水システムが整備されている。水源は渓流水であり、取水された渓流水は取水口から 200m 下流に設置されている沈殿槽にてろ過され、Machanguilla の北 2km に建設されている主配水池へ送水されている。隣接地区 La Guatara へはこの主配水池より直接給水されているが、Machanguilla へは同地区専用の配水池を通し各戸給水されている。

このシステムは当初 La Guatara のみを対象に給水施設が整備され、その後(1996 年) Machanguilla を含む施設として改良された。しかしながら主配水池上流側の管路は通水断面の不足により取水量全てを送水ができない状況にある。

取水量全てを給水した場合の既存給水量は 1 日 22.8 m³であるが、計画年における必要給水量は

44.7 m³/day で新規に 22 m³/day の水源開発が必要となる。水理地質調査結果より本地区の井戸 1 本当りの生産量は 1lt/sec と推定され、井戸 1 本建設すれば計画年次の必要給水量を供給することが可能となる。従って、本地区においては新規に井戸 1 本を建設し、生産された地下水を主配水池に送水する計画とする。また取水地点より主配水池間の管路敷設替えが必要となるが、これについては管路の調達を日本側で行い埋設については「エ」国側負担で行うこととする。

No.18 Linderos

本地区は既存給水施設がなく、生活給水はすべて同地区付近を流れる河川表流水を使用している。水理地質調査結果より本地区では地下水の賦存が確認されており、井戸 1 本当りの生産量は 0.5lt/sec と推定され、これは 1 日当たり 21.6m³ の生産量となる。Linderos の計画年における必要給水量は 20.8 m³/day であり、1 本の井戸の建設で必要給水量を賄うことが可能である。従って、本地区においては新規に井戸 1 本を建設することとし、更に既存施設がないことから配水池、共同水栓等の施設も計画することとする。尚、共同水栓については地区が点在しているので 2ヶ所建設することとする。

No.19 Comunidades

本地区は上流域に位置する Elvira 地区を含めた給水システムが存在し、水源は Elvira 南方を流れる溪流を取水し主配水池に送水している。上流域に位置する Elvira 地区はこの主タンクより直接給水されるが、Comunidades 地区へは同地区上流側およそ 500m の位置に建設されている配水池へ送水し、ここより自然流下にて各家庭に各戸給水されている。

本既存システムの取水量は現在 24.3 m³/day であるが、計画年における 2 地区の必要給水量は 50.8 m³/day となる。一方計画年における Elvira の必要給水量は 26.5 m³/day であり、現在の生産量でほぼ賄うことができる(表3.13)。従って、本地区の計画は Comunidades 地区を既存システムより切り離し単独の給水システムとして計画を行う。

表-3.13 Comunidades を切り離した場合の Elvira 取水率

地区名	2006 年 人口	必要給水量 m ³ /day	既存生産量 m ³ /day	2006 年 取水率	不足量 m ³ /day
Elvira	212	26.5	13.0	49.1%	13.5
Comunidades	-	-	11.4	-	-
計	212	26.5	24.4	89.1%	2.1
Comunidades	194	24.3	0	0%	24.3

Comunidades 地区のみの計画年の必要給水量は 24.3m³/day と算出される。本地区の井戸 1 本当りの地下水生産量は 1.0lt/sec(43.2m³/sec)と推定されることから、1 本の井戸建設により必要給水量を賄うことが出来る。従って、本地区の計画は新規に井戸 1 本を建設し、現在 Comunidades 地区に配水している既存配水池に送水することとする。しかしながら、当地区用既存配水池から地区までの管路口径(25mm) が小さく必要給水量を給水できない為、この間の管路の敷設替えを行う必要がある。この管路については No.15 Machanguilla で述べた通り、管路の調達を日本側で行い埋設については「エ」国側負担で行う事とする。

No.21 Los Huilcos

住宅省の計画に従って開発された地区ではあるが水道施設の整備が遅れており、現在は隣接する Vilnabamba 市より共同水栓による給水を受けている。しかしながら、Vilnabamba 市も給水事情は良好でなく給水量も少ない為、バルブを締められ給水を止められる等のトラブルが絶えない。

計画年における本地区の必要給水量は $41.6\text{m}^3/\text{day}$ であり、井戸 1 本当りの地下水開発可能量は $0.5\text{lt}/\text{sec}$ ($21.6\text{m}^3/\text{day}$) と推定されることから、本地区は新規に井戸 2 本を建設することとする。また本地区は既存施設がないことから、配水池、共同水栓等の施設も計画することとする。尚、共同水栓については 2 ヶ所建設することとする。

表-3.14 施設内容の検討 (1/2)

地区名 / 項目	数量	単位	備考
No.1 Catacocha			
施設建設			
井戸建設	2	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	2	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	2	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
送水管路(50mm)	1,964	m	井戸 ビサカ既存タンク間の送水管路
" (75mm)	1,039	m	井戸 ビサカ既存タンク間の送水管路
送配水管路(100mm)	660	m	ビサカ既存タンク エル・カルバリオ間の送配水管路
送水ポンプ	2	基	ビサカからエル・カルバリオへの送水用 (ビサカに設置)
No.2 Playas			
施設建設			
井戸建設	1	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	1	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	1	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
送水管路(50mm)	749	m	井戸 既存配水タンク間送水管路
No.4 Centinera de Sur			
施設建設			
井戸建設	2	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	2	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	2	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
送水管路(50mm)	1,520	m	井戸 既存配水タンク間送水管路
No.6 Patuco			
施設建設			
井戸建設	1	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	1	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	1	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
配水タンク	1	基	地区給水用貯留タンク
送水管路(50mm)	508	m	井戸 新設配水タンク間送水管路
共同水栓	1	ヶ所	住民用給水調達施設として
配水管路	200	m	配水タンク 共同水栓間配水管路
No.9 Saraguro			
施設建設			
井戸建設	2	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	2	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	2	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
送水管路(50mm)	2,270	m	井戸 既存配水タンク間送水管路 井戸 既存管路接続地点までの送水管路

表-3.14 施設内容の検討(2/2)

地区名 / 項目	数量	単位	備考
No.13 Saucillo			
施設建設			
井戸建設	1	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	1	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	1	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
配水タンク	1	基	地区給水用貯留タンク
送水管路(50mm)	1,138	m	井戸 新設配水タンク間送水管路
共同水栓	1	ヶ所	住民用給水調達施設として
配水管路	275	m	配水タンク 共同水栓間配水管路
No.15 Machanguilla			
施設建設			
井戸建設	1	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	1	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	1	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
送水管路(50mm)	659	m	井戸 既存配水タンク間送水管路
資機材調達			
取水管路	5,200	m	取水口から既存配水タンク間の管路調達
No.18 Lindeos			
施設建設			
井戸建設	1	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	1	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	1	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
配水タンク	1	基	地区給水用貯留タンク
送水管路(50mm)	440	m	井戸 新設配水タンク間送水管路
共同水栓	2	ヶ所	住民用給水調達施設として
配水管路	580	m	新設配水タンク 共同水栓間配水管路
No.19 Comunidades			
施設建設			
井戸建設	1	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	1	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	1	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
送水管路(50mm)	395	m	井戸 既存配水タンク間送水管路
資機材調達			
配水管路	542	m	既存配水タンクから地区までの配水管路調達
No.21 Los Huilcos			
施設建設			
井戸建設	2	本	新規水源としての井戸建設
水中モーターポンプ設置	2	基	" 取水用ポンプ
制御建屋	2	棟	井戸及び制御盤の設置用建屋
配水タンク	1	基	地区給水用貯留タンク
送水管路(50mm)	1,086	m	井戸 新設配水タンク間送水管路
共同水栓	2	ヶ所	住民用給水調達施設として
配水管路	190	m	新設配水タンク 共同水栓間配水管路

3-3-7 プロジェクトの基本構想

以上の検討結果により策定されたプロジェクトの基本構想は表-3.15 に総括される通りである。

表-3.15 プロジェクトの基本構想

項目	要請内容	基本構想	決定根拠
対象地域	口八州 25 地区 (現地調査は「工」 国要請で 26 地区 行った)	口八州 10 地区	現地調査 26 地区のうち、地下水開発の可能性のある地区は 16 地区であり、このうち 2 地区は既存施設の改修等で対処可能、4 地区に関しては掘削機の搬入が不可能なことが判明した。このため、残る 10 地区を本プロジェクトの実施対象地区とした。
資機材調達	井戸掘削機及び 支援機材 2 式 送・配水管 (PVC 63mm)	井戸掘削機及び 支援機材 1 式 送水管 (ホリエルンパイプ 50mm × 5,742m)	州政府策定の「口八州地下水開発 6 ヶ年計画」の中で井戸掘削対象と成り得る地区数、組織・体制、技術力等より 1 式の調達とする。 日本側実施地区に既存送水管の老朽化、損傷が大きい箇所の新設管の敷設替えの為に、材料の調達を行う。
井戸建設 (技術移転)	25 本	14 本	調達される掘削機の技術移転を実施する為に、掘削方法、地質条件、掘削深度を検討し最低必要な 14 本の井戸掘削を行う。
給水施設	なし	1.送水管敷設工事 PVC 50mm 7,683m 75mm 1,520m 100mm 660m 鋼管 50mm 1,526m 75mm 1,039m 2.配水管敷設工事 PVC 50mm 1,265m 3.配水タンク 4 基(42m ³) 4.共用栓 4 地区(6ヶ所) 5.送水ポンプ 2 基	4 地区に対して新規給水施設を建設、6 地区に対しては既存施設までの接続を行う。 給水施設の建設は要請に含まれていないが、井戸を水源とする圧送による送水管の敷設が未経験であること、建設予定地が傾斜地である等の施工上、技術的問題の発生が考えられる為、送水管敷設から共用栓の建設までを一体のものとして取扱い日本側で井戸建設を行う地区には上記の給水施設を建設する。送水ポンプについては新設井からの揚水量の増大に伴う能力不足の為に置き換えとする。

尚、各地区における具体的な協力内容は表-3.16 の通り。

表-3.16 日本側実施施設建設内容

No.	村落名	井戸 (本)	送水管(m)		配水管 (m)	取水タンク (基)	共用栓 (ヶ所)	送水ポンプ (基)
			建設	調達				
1	Catacocha	2	3,663	-	-	-	-	2
2	Playas	1	749	-	-	-	-	-
4	Centinela del Sur (Macara)	2	1,520	-	-	-	-	-
6	Patuco	1	508	-	200	1	1	-
9	Saraguro	2	2,270	-	-	-	-	-
13	Saucillo	1	1,138	-	275	1	1	-
15	Machanguilla	1	659	5,200	-	-	-	-
18	Linderos	1	440	-	580	1	2	-
19	Comunidades	1	395	542	-	-	-	-
21	Los Huilcos	2	1,086	-	210	1	2	-
合計	10 地区	14	12,428	5,742	1,265	4	6	2

3-4 基本設計

3-4-1 設計方針

(1) 自然条件に対する方針

起伏に富んだ地形であることから、これを有効に利用できる施設設計を行う。また、口八州全体が山岳地帯であるため洪水・土砂災害が考えられること、一部河床を横断する地区があることから雨期(12月～5月)の降雨日数と降雨量を考慮すると共に、アクセス道路の状態を考えた工事工程をたてる。

(2) 社会条件に対する方針

基本的に施設建設による既存施設の撤去に関しては現状復旧とする。

住民の生活環境に見合った規模の施設建設を行う。

(3) 現地業者、現地資機材の活用についての方針

現地業者は技術的に信頼に欠ける所がある為、一般的な作業でのみ活用することとする。現地資機材については維持管理面から考慮して、現地で汎用している資機材、施設内容を技術的に問題の無い範囲内で採用するという観点から設計・調達を行う。

(4) 施設、機材等の範囲・グレードの設定に対する方針

日本側の実施範囲は、井戸建設資機材1式の調達と、既存施設を有する地区では井戸建設、水中ポンプ、ポンプ操作盤据付け、ポンプ操作設備保護のための上屋から配水施設への送水管接続までとする。既存施設を有さない地区では配水施設建設から共同水栓の取り付けまでとする。また、一部地区では建設した井戸の効果的運用の為に資機材(送水ポンプ、送配水管)の調達を行う。

(5) 工期に対する方針

本計画は第1期で井戸掘削資機材の調達を行い、第2、3期では第1期に調達した資機材を使用した各期7本ずつ、計14本の井戸建設及び配水施設建設を行う。実施期間は第1期が2001年1月から2001年12月まで、第2期が2001年6月から2003年3月まで、第3期が2002年6月から2004年3月とする。

(6) 規格等に対する方針

本計画では一般資機材、井戸建設資機材の仕様として日本工業規格(JIS)を適用する。

(7) 井戸建設の届け出

地下水は国有の共有資源とされ、井戸建設に関しては事前に農牧省管轄下の水資源局の認可を必要とする。また都市住宅建設省衛生環境局に対しては井戸掘削後に水質の検査結果を提出し飲料水として適正であることの証明を受ける必要がある。これらの届け出事項については州政府が行うものとする。

3-4-2 基本計画

(1) 資機材調達計画

井戸掘削機、ツールズ類

本地区の地質は、粘土、シルト、砂、レキ層等の堆積層地帯と、中生代を中心とした火成岩等の岩盤地帯に区分される。掘削方法としては、粘土やレキなどの異なる粒径からなる地質や、異なる岩盤の質と強度など複数の地層の掘削に適した回転式（ロータリー）で、しかもその操作性、掘削効率に優れていることからロータリー方式のトップヘッドドライブ型が望ましい。また砂レキ層にはリバースサーキュレーション工法が最も適しているが、工事用水を多量に使用すること、工事用水の供給の難しさ、経済性（作泥剤の多量使用）より、本地域では採用しないこととする。一方、火成岩等の基盤岩の掘削ではハンマーによる衝撃掘削が適しており、ロータリー方式との併用が可能となるダウンザホール（DTH）エア掘削工法を選定する。

掘削深度は帯水層深度、必要揚水量によって決定されるが、分析結果からは平均掘削深度は約150mで最も深い井戸では250mである。しかし一般的に物理探査のデータは、測定深度200m以深の計測を行った場合20%程度（50m）の測定誤差の生じる可能性があることを考慮して250m+50m、つまり300mまで掘削可能な機械とツールズ類を準備する。さらに掘削機の巻き上げ能力は、最大深度となる300m付近での事故を想定して350mまで巻き上げ可能な機種を選定する。

掘削場所は山間部が多いことから大型クレーン等の重機械は利用できない為、運搬量は極力少量で、重量物も少なくする必要がある。つまり重機械や掘削用の動力（ジェネレーター）を特別必要としないもので、コンパクトにまとまり機動性に優れたトラック掲載型の掘削機が適している。よって掘削機の機種はロータリー方式のトップヘッドドライブ型でエアハンマーが利用できるトラック掲載型とする。掘削関連機材の使用を表-3.17にまとめる。

表 3.17 掘削関連機材の仕様

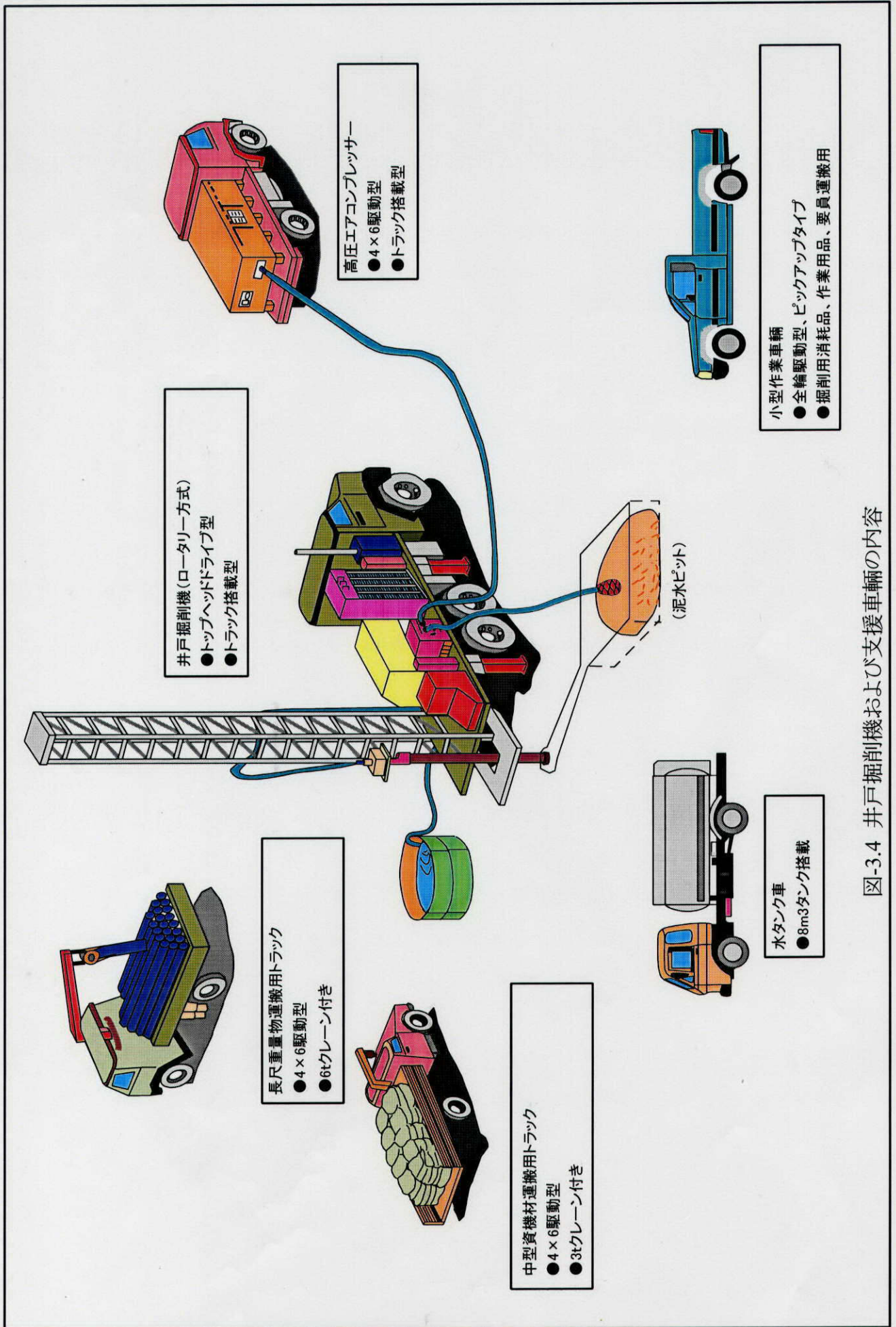
井戸掘削機	掘削機種	車両搭載型トップヘッドドライブ式ロータリー掘削機（泥水/DTH掘削併用型）
	掲載機器	マスト、泥水ポンプ、インジェクションポンプ等
	掘削能力	4-3/4"ドリルパイプ 孔径 10-16"で 300m
	駆動形式	掘削機、搭載トラック併用型
	車輪駆動形式	6×4（4輪駆動）
掘削用ツールズ	掘削孔径	14-3/4"、10-5/8"
	ケーシング口径	12"、6"
	ツールズ内容	掘削機用アクセサリ、泥水/DTH 共通ツールズ、泥水掘削用ツールズ、DTH 用ツールズ、ケーシングツールズ、支援機材
高圧コンプレッサー	吐出空気量/圧	25m ³ /min、2.35Mpa
	運搬形式	トラック掲載型
	車輪駆動形式	6×4（4輪駆動）
ハイドロフラクチャリング用機材	取水量の向上の為、裸抗において高水圧をかけることで亀裂を広げ、維持させる装置。	
	エンジン出力	70 kW
	ポンプ能力	吹出量：240lt/min、圧力：130kg/cm ²

井戸掘削支援車両

井戸の掘削工事に当たっては掘削機付属品、調泥剤、井戸建設資機材等掘削工事に必要な資機材の運搬を作業の進捗に合わせ効率的に行うことが重要である。そのための支援車両として、図-3.4に示される長尺重量物運搬用トラック、中型資機材運搬用トラック、水タンク車、小型作業車が必要である。支援車両の利用目的とその能力を表-3.18に、また各車両の稼働状況を表-3.19に示す。

表 3.18 工事支援車両の使用目的と仕様

長尺重量物 運搬用トラック	長尺重量物や井戸用ケーシングパイプの運搬、積み降ろしに使用する。さく井現場内では掘削機の補助でドリルパイプ等のドリリングアクセサリの吊り上げやケーシングパイプの挿入作業に使用する。このトラックは常に掘削機と同一行動をとる。	
	駆動方式	6×4 全輪駆動型、標準カーゴ仕様
	エンジン出力	176 kW (240Ps)
	荷台長さ	6m
中型資機材 運搬用トラック	掘削期間中のパイプ昇降用付属品、泥水循環用ホース、パイプ接続用サフ類、また井戸仕上用コンプレッサ、調泥剤、トリコンビット、DTH ハンマー等の運搬。また掘削終了後の揚水試験給水中ポンプ、発電機また据付け給水中モーターポンプの運搬等、多種多様の資機材運搬に使われる。	
	駆動方式	6×4 全輪駆動型、標準カーゴ仕様
	エンジン出力	147 kW (200Ps)
	荷台長さ	4.5m
水タンク車	多量の工事給水が必要となるため、水タンク車で水の輸送を行う事となる。また掘削中には孔内事故を予防や、泥水の比重、粘性等の管理を行う。	
	駆動方式	6×4 全輪駆動型、清水運搬用
	エンジン出力	147 kW (200Ps)
	タンク容量	8.0m ³
小型作業車	掘削担当車として掘削作業員の運搬が主な目的となり、掘削機と行動を共にすることになる。さらには消耗品、作業用品の輸送にも使われる。	
	駆動方式	4×4 全輪駆動型、ダブルキャビン・ピックアップ
	排気量	2,800cc
	エンジン出力	60 kW (80Ps)
小型作業車	揚水試験車として掘削終了後の揚水試験や、検層の作業員輸送に使われる為、掘削担当車両とは別行動となる。また、検層、揚水試験に使用する機材の輸送にも使われる。	
	駆動方式	4×4 全輪駆動型、ダブルキャビン・ピックアップ
	排気量	2,800cc
	エンジン出力	60 kW (80Ps)
小型作業車	調査専用車として物理探査機、水質試験用機材等の精密機器を輸送する為、土木用車両とは別の車両(幌付き)が必要となる。また現場踏査、社会状況調査、井戸建設終了後の衛生指導等に活用されるため、掘削支援車両とは別行動となる。	
	駆動方式	4×4 全輪駆動型、ステーションワゴン
	排気量	2,800cc
	エンジン出力	60 kW (80Ps)



長尺重量物運搬用トラック
 ●4×6駆動型
 ●6tクレーン付き

中型資機材運搬用トラック
 ●4×6駆動型
 ●3tクレーン付き

井戸掘削機 (ロータリー方式)
 ●トップヘッドドライブ型
 ●トラック搭載型

高圧エアコンプレッサー
 ●4×6駆動型
 ●トラック搭載型

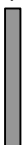
水タンク車
 ●8m³タンク搭載


小型作業車輛
 ●全輪駆動型、ピックアップタイプ
 ●掘削用消耗品、作業用品、要員運搬用

図-3.4 井戸掘削機および支援車輛の内容

表 3.19 車両運行表

作業内容	物理探査・ 現地調査	移動・組 立・準備	掘削作業	検層作業	ケーシング挿入	クハル充 填・ 井戸仕上げ	揚水試験	水質試験	ポンプ 掘付け
作業日数	10～15	5～6	10～40	2～3	1～2	1～2	3～5	2～3	1～2
掘削機（リグ） 最大掘削深 300m									→
小型作業車両（掘削担当班） （消耗品、作業用品、要員輸送）									→
高圧エアコンプレッサー （車載型）									→
長尺重量物運搬用トラック （6tクレーン付）									→
小型作業車両（揚水試験班） （検層作業、揚水試験）									
中型資機材運搬用トラック （3tクレーン付）									
水タンク車（8m ³ ）									→
小型作業車両（調査専用班）* （電気探査、電磁探査、水質分 析、社会状況調査、衛生教育）									

凡例：  主稼動

 稼動

 次井に移動し、着工

* 小型作業車両（調査専用班）は掘削作業工程とは別に、施設建設前の社会状況調査、施設建設後の衛生教育を行う為、別途行程となる。

試験用機材

試験・測定機器は井戸建設位置を決定する為に地質状況、地下水賦存状況を調べる物理探査と掘削終了後に帯水層の確認を行いフィルターの位置決めを行うための孔内検層、適正揚水量を確認するための揚水試験、及び水質試験に必要な機材を選定した。試験・測定機器の仕様を表-3.20に示す。

表 3.20 調査用機材の仕様

電気探査器	地質構造を明らかにし、地下水開発の可能性の判断及び井戸掘削地点の位置決定を行なうために必要とされる。地中に人工的に電流を流し、地層の比抵抗値を測定する。	
	探査方法	垂直探査比抵抗法シュラベルジャー式
	探査深度	300m
	付属品	データ解析のためのソフトウェア
孔内検層器	帯水層の分布状況を把握し、スクリーンの設置深度を決定するために井戸口壁の電気抵抗、自然電位等を深度方向に連続して測定する。	
	検層方式	デジタル検層
	検層項目	比抵抗、自然電位、自然放射能、電気伝導度
	検層深度	300m
付属品	データ収録再生機能付き	
揚水試験用ポンプ ディゼル発電機	掘削完了後の井戸の適正揚水量を決定するために使用される深井戸給水中ポンプで、段階揚水試験、連続揚水試験、水位回復試験、水質分析サンプルの採取を行なう。	
	水中ポンプ	240m、揚水能力 200lt/min、3相、220V、15kW 180m、揚水能力 100lt/min、3相、220V、5.5kW
	発電機	ポータブル型ディゼル、45 kVA、220V、60Hz
水質試験器	簡易型。測定項目は、温度、pH、濁度、色度、電気伝導度、酸性度、アルカリ度、臭化物、カルシウム、塩化物、塩素、クロム、銅、容存酸素、フッ素、硬度、ヨウ素、鉄、マンガン、アンモニア、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、リン、蒸発残留物、シリカ、クロム酸ナトリウム、硫酸塩、硫化物、バクテリア、大腸菌、一般細菌とする。200 サンプルに対応できること。	

モニタリング機材

モニタリング機材は口八州全地区を対象とした給水事業に関する一般的なデータの蓄積を行い、また物理探査、水質試験、揚水試験の解析等、データベース作成に使用し、今後の地下水開発計画に役立てることを目的として選定した。モニタリング機材の仕様を表-3.21に示す。

表-3.21 モニタリング機材の仕様

パーソナル コンピューター	物理探査、水質試験、揚水試験等のモニタリング、データベース作成。	
	本体	PC/AT 互換機、500MH 相当、RAM64MB 以上、デスクトップ、17" モニター
	付属品	ワープロ、表計算、データベース、CAD
プリンター	物理探査、水質試験、揚水試験等のモニタリング結果出力用、カラーレーザー。	
	解像度	600dpi
	用紙サイズ	A3

スキャナー	地形図、地質図等図面の入力用	
	解像度	600dpi
	用紙サイズ	A4

井戸用資機材

日本側井戸建設に必要な井戸建設資機材として、ケーシング、スクリーン及びポンプ設備と管材の仕様を表-3.22 に示す。

表-3.22 井戸用資機材と管材の仕様

井戸用ケーシングパイプ	掘削後、孔壁の安定を保つためにケーシングの挿入を行なう。深井戸の深度は 100m を越えるため、強度のある炭素鋼鋼管(JIS-G-3452)とする。ケーシング口径は水中ポンプが十分収まる口径とし、6 インチ、8 インチの 2 種類とした。															
井戸用スクリーン	井戸掘削完了後に行なわれる孔内検層の結果に基づき、帯水層位置に設置される集水用のパイプである。電触等による劣化防止と井戸の耐用年数を可能な限り延ばすためにスクリーンの材質はステンレス製のものとする。選定には以下の点に留意した。 <ul style="list-style-type: none"> ・井戸内への細砂の流入、スクリーンの目詰まりに留意し、開孔面積の割合を大きく取るために、開孔部は V 型連続巻線形状のものであること。 ・強度、耐久性に富み、耐酸性であること。 ・スリット幅は 1.0mm とし開孔率は 20% であること。 ・単位長は 3m としケーシングと連続できる短ねじ加工カップリング付きであること。 															
水中ポンプ	地下水の推定動水位が地上から 50～80m と低いため、地下水の揚水には水中ポンプを使用する。各地点における計画揚水量及び地下水の動水位と配水池の吐出し水位等から、仕様を決定した。受電盤とポンプ制御盤はポンプ制御小屋内に設ける。運転方法は 12 時間運転として計画し、水中ポンプは井戸内最低危険水位と配水槽の満水位に対して自動停止するように水位制御装置を設ける。起動電力は三相交流式 220V である。 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">90L/min×250m ×15kw</td> <td style="width: 33%;">90L/min×105m ×3kw</td> <td style="width: 33%;">60L/min×85m ×2.2kw</td> </tr> <tr> <td>90L/分× 165m ×5.5kw</td> <td>60L/min×155m ×4.0kw</td> <td>30L/min×80m ×1.5kw</td> </tr> <tr> <td>90L/分× 130m ×4.0kw</td> <td>30L/min×90m ×1.5kw</td> <td style="text-align: right;">計 14 台</td> </tr> <tr> <td>120L/分× 175m ×7.5kw × 2 台</td> <td>60L/min×140m ×3kw</td> <td></td> </tr> <tr> <td>60L/分×140m ×3kw</td> <td>30L/min×130m ×1.5kw × 2 台</td> <td></td> </tr> </table>	90L/min×250m ×15kw	90L/min×105m ×3kw	60L/min×85m ×2.2kw	90L/分× 165m ×5.5kw	60L/min×155m ×4.0kw	30L/min×80m ×1.5kw	90L/分× 130m ×4.0kw	30L/min×90m ×1.5kw	計 14 台	120L/分× 175m ×7.5kw × 2 台	60L/min×140m ×3kw		60L/分×140m ×3kw	30L/min×130m ×1.5kw × 2 台	
90L/min×250m ×15kw	90L/min×105m ×3kw	60L/min×85m ×2.2kw														
90L/分× 165m ×5.5kw	60L/min×155m ×4.0kw	30L/min×80m ×1.5kw														
90L/分× 130m ×4.0kw	30L/min×90m ×1.5kw	計 14 台														
120L/分× 175m ×7.5kw × 2 台	60L/min×140m ×3kw															
60L/分×140m ×3kw	30L/min×130m ×1.5kw × 2 台															
送水管	日本側が井戸掘削を行う地区に限り調達を行うことで、給水量の増大と共に、既存水源量の効果的な運用を改善するものである。またその材質は施工の容易さと耐久性からポリエチレンパイプ(50mm)とする。															
配管バルブ類	ポンプの揚水管、空気弁、逆止弁、圧力計、制水弁、流量計を設ける。また、既存施設に配水槽がある場合はそこまでの連絡管を設置する。															

(2) 施設計画

井戸建設計画

a) 井戸構造と掘削本数

井戸構造としては口元より約 20mまで表層上の崩壊防止と地表水の浸入を防ぐ為に 14 3/4”(375mm)で掘削を行い、12”(318mm)のガイドパイプを挿入する。この中を予定深度まで 10 5/8”(270mm)で掘削し、6”(150mm)のケーシングとスクリーンを挿入する。スクリーンの延長メーターは地質状況よりケーシング長の 30%とする(図-3.5)。掘削本数は日本側と口八側が共同で行うものが 14 本、州のみで行うのは 71 本とする。予定深度毎の掘削本数は表-3.7 に示す通り。

b) 制御建屋。

水源となる深井戸の井戸元に制御建屋を建設する。建屋の中には井戸及び配電盤を設置する(図-3.6)。井戸をイタズラや盗難事故防止のため建屋内に入れる事から、ポンプの整備、点検の際には屋根の一部が取り外せる構造とする。

水中モーターポンプ

井戸の仕上がり口径は 6 インチ(150mm)とし、水中モーターポンプの設置を行う。ポンプ据付図は図 3.7 の通り。各地区に建設される井戸に設置する水中モーターポンプは表-3.23 に示す通りである。

全揚程は以下の式にて算定した。

$$H(\text{全揚程}) = A + B + C$$

A : 揚水管路の長さ (摩擦損失水頭含む)

B : 配水池 (標高) - 井戸位置 (標高)

C : 井戸位置から配水池間に埋設される管路摩擦損失水頭

C : 管路摩擦損失水頭については 送配水管路にのべるヘーズン・ウィリアム公式を使用し算定した。

表-3.23 各地区の水中モーターポンプの諸元

地区名			全揚程 (m)	揚水量 (lt/sec)	A (m)	B (m)	C (m)
1	Catacocho	No.1	249.45	1.5	61.65	161.20	26.60
		No.2	163.24	1.5	61.65	89.20	12.40
2	Playas		130.79	1.5	61.65	59.40	9.74
4	Centinela de Sur	No.1	175.12	2.0	73.28	99.20	2.64
		No.2	173.01	2.0	73.28	97.70	2.03
6	Patuco		136.23	1.0	70.91	62.20	3.12
9	Saraguro	No.1	102.45	1.5	51.38	33.00	18.07
		No.2	151.05	1.0	50.65	95.00	5.40
13	Saucillo		85.22	0.5	50.18	33.10	1.94
15	Machanguilla		138.99	1.0	81.04	53.90	4.05
18	Linderos		126.00	0.5	70.25	55.00	0.75
19	Comunidades		84.78	1.0	50.65	31.70	2.43
21	Los Huilcos	No.1	77.69	0.5	70.25	7.00	0.44
		No.2	128.36	0.5	70.25	56.70	1.41

送水ポンプ

送水モーターポンプは No.1 Catacocha の Pisaca 配水池に取水した水を El Carvario 送配水池へ送水する為のポンプである。ポンプは以下の理由により横軸渦巻きポンプを採用することとする。

- ・主要部分が床上にあるため保守が容易である。
- ・原動機およびポンプ単体の単価が安い。
- ・現在 Catacocha 市で使用しているポンプが横軸渦巻きポンプであり維持管理上経験がある。

全揚程は実揚程に Pisaca 配水池 El Garvario 間の送水管摩擦損失水頭を加えたものし算定した。実揚程は Pisaca 配水池の吸い込み口から El Garvario 送配水池吐き出し口までの標高差に El Garvario 送配水池の高さ (5m) を加えたものとする。

a. Pisaca 配水池の吸い込み口の標高	1821.6	m
b. El Garvario 送配水池吐き出し口標高	1860.0	m
c. El Garvario 送配水池の高さ	5.0	m
d. 送配水管の摩擦損失水頭	7.4	m
全揚程 = b - a + c + d	50.8	m

送水/送配水管路

送水管路および送配水管路は「3.3.6 給水施設にかかる基本構想 (2) 各地区別施設内容の検討」で述べたように、次に示す管路である。

- 新規建設される井戸～新規配水池までの管路
- 新規建設される井戸～既存配水池へ接続される管路
- 新規建設される井戸～既存配管接続地点までの管路
- Catacocha 市における Pisaca 配水池より El Carvario 間の管路

管路は道路横断地点に関しては地中 1.2m、その他上部過重がかからない部分では 0.6m に埋設することとし、河川横断部(橋梁)および道路横断排水溝の横断部に対しては地上配管とする。また管路の凸部に対しては全て空気弁を設置し、凹部に対しては管路内に堆積する土砂を排出すべく、排水施設を設置することとする。

また、各地区に敷設する管路については、経済性および将来の維持管理面を考慮し、「工」国で調達可能な水道用硬質塩化ビニール・パイプを使用することとする。しかしながら、送水圧が高く所定の圧力に耐えられない区間については鋳鉄管または鋼管を使用することとする。

管路選定にあたっては、所定の給水を送水するために必要な断面を有し、管種については水中モーターポンプ運転時における送水圧に耐えうるものとし検討を行った。

検討結果は表-3.24 に示すとおりである。

なお、管路の摩擦損失水頭は以下に示すヘーズン・ウィリアム公式を使用し算定した。

$$H=10.666 * C^{-1.85} * D^{-4.87} * Q^{1.85} * L$$

H：摩擦損失水頭（m） C：流速係数（PVC150、鋼管 110 を使用）

D：管内径（m） Q：送水量（m³/sec）

L：管路延長（m）

表-3.24 送水/送配水管路の選定

地区名	埋設区間	距離 (m)	送水量 (lt/sec)	全揚程	実揚程	摩擦 損失水頭	管径 (mm)	管種
1 Catacocha (NP1)	NP1 - G.S	1526	1.5	92.6	72.8	19.84	50	鋼管
	G.S - Pisaca	1039	3.0	95.2	88.4	6.76	75	鋼管
合計		2565	-	187.8	161.2	26.60	-	鋼管
Catacocha (NP2)	NP2 - G.S	438	1.5	6.5	0.8	5.69	50	PVC
	G.S - Pisaca	1039	3.0	95.2	88.4	6.76	75	PVC
合計		1477	-	101.7	89.2	12.46	-	PVC
Ctacochoa	Pisaca-El Ca.	660	8.6	45.8	38.4	7.36	100	PVC
2 Playas	NP - ET	479	1.5	69.1	59.4	9.74	50	PVC
4 Ce. de Sur (NP1)	NP1 - ET	660	2.0	99.7	97.7	2.03	75	PVC
	NP2 - ET	860	2.0	101.8	99.2	2.64	75	PVC
6 Patuco	NP - NT	508	1.0	65.3	62.2	3.12	50	PVC
9 Saraguro (NP1)	NP1 - ET	1390	1.5	51.1	33.0	18.07	50	PVC
	NP2 - ET	880	1.0	100.4	95.0	5.40	50	PVC
13 Saucillo	NP - NT	1138	0.5	35.0	33.1	1.94	50	PVC
15 Machanguilla	NP - ET	659	1.0	57.9	53.9	4.06	50	PVC
18 Linderos	NP - NT	440	0.5	55.7	55.0	0.75	50	PVC
19 Comunidades	NP - ET	395	1.0	34.1	31.7	2.43	50	PVC
21 Los Huilcos(NP1)	NP1 - NT	260	0.5	7.4	7.0	0.44	50	PVC
	NP2 - NT	826	0.5	58.1	56.7	1.41	50	PVC

NP:新設井、G.S:ガソリンスタンド、ET:既存配水池、NT:新設配水池

配水管路

配水管路についても「送水/送配水管路」と同様に管路の選定を行った。その結果を表-3.25 にまとめる。

表-3.25 配水管路の選定

地区名	埋設区間	距離 (m)	管径 (mm)	管種
6 Patuco	NT - 共同水栓	200	50	PVC
13 Saucillo	NT - 共同水栓	275	50	PVC
18 Linderos	NT - 共同水栓 1	280	50	PVC
	NT - 共同水栓 2	300	50	PVC
21 Los Huilcos	NT - 共同水栓 1	20	50	PVC
	NT - 共同水栓 2	190	50	PVC

送水管路（資機材調達分）

資機材調達のみを行う取水、送水・配水管路については、表-3.26 の通りである。

表-3.26 取水、送水及び配水管路の選定

地区名	埋設区間	距離 (m)	管径 (mm)	管種
15 Machanguilla	取水口 - ET 取水管路	5200	50	ポリエチレンP
19 Comunidades	ET - セントロ 配水管路	542	50	ポリエチレンP

配水池

配水池は「エ」国で一般的に建設され、今回の調査対象地域でも多く使用されている鉄筋コンクリート作りとし計画する。またタンクの容量については、「エ」国の設計基準に基づき取水と配水の時間変動調整量とし、計画日平均給水量に6時間を乗じ、余裕率15%を加えたものとする(表-3.27)。配水池の構造図を図 3.8 に示す。

表-3.27 配水池の容量

地区名	人口 (人)	日平均給水量 (lt/sec)	タンク容量 (m ³)
6 Patuco	332	0.48	12
13 Saucillo	335	0.48	12
18 Linderos	166	0.24	6
21 Los Huilcos	333	0.48	12

共同水栓

給水栓施設は、既存給水施設を有していない地区を対象に建設されるもので、共同水栓を建設する必要のある地区は配水池建設地域と同様に 4 地区が対象となる。共同水栓の構造図は図 3.10 の通り。

共同水栓の施設規模は、時間最大給水量を供給しうる施設が必要となる。上記配水池の検討にて述べたように、朝 3 時間の給水率は日最大給水量の 50% であるので、時間当たりの最大給水量は 16.67% (50% / 3 時間) となり、これを給水しうる蛇口数を設置することとする。

給水栓の蛇口は、口径 13mm とし 1 分間の吐出し量を 1.0m³/hr (日本水道メーター工業会資料より) とし算定すると各地区における蛇口数は表-3.28 のとおりとなる。

表-3.28 共同水栓の蛇口数

地区名	人口 (人)	日最大給水量 (m ³)	時間最大給水量 (m ³ /hr)	蛇口 1 口の吐出し量 (m ³ /hr/口)	取水効率 (%)	蛇口数 (口)
6 Patuco	332	41.5	6.9	1.0	60%	12
13 Saucillo	335	41.9	7.0	1.0	60%	12
18 Linderos	166	20.8	3.5	1.0	60%	6
21 Los Huilcos	333	41.6	6.9	1.0	60%	12

* 但し、取水効率 60% ととする。

(3) 基本設計図

本計画の井戸施設、給水施設建設にかかる基本設計図は以下の通り。

- ・ 給水システム図
- ・ 井戸標準構造図
- ・ 制御建屋構造図
- ・ ポンプ据付図
- ・ 配水池構造図
- ・ 共同水栓構造図

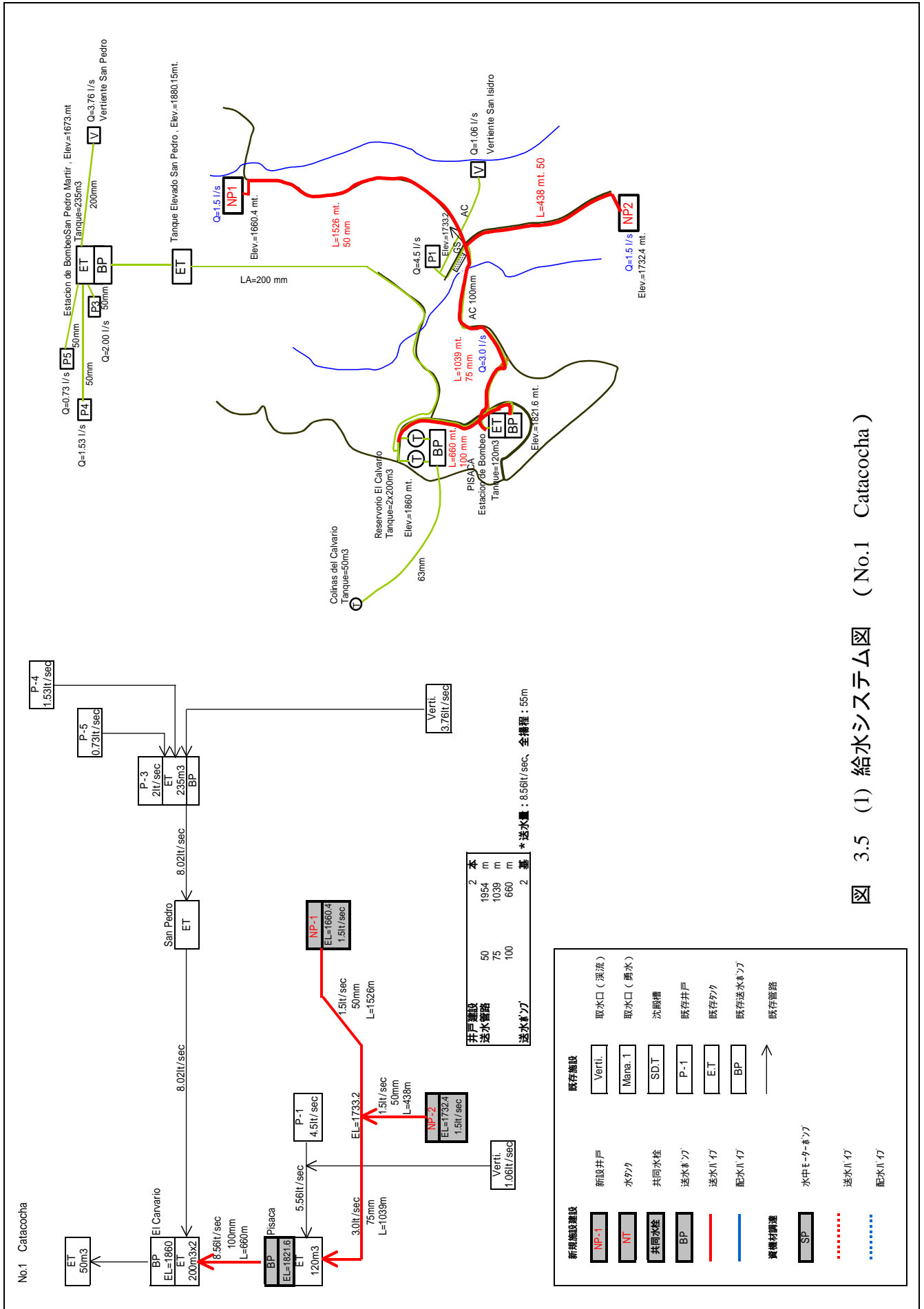


図 3.5 (1) 給水システム図 (No.1 Catacocha)

No.2 Playas

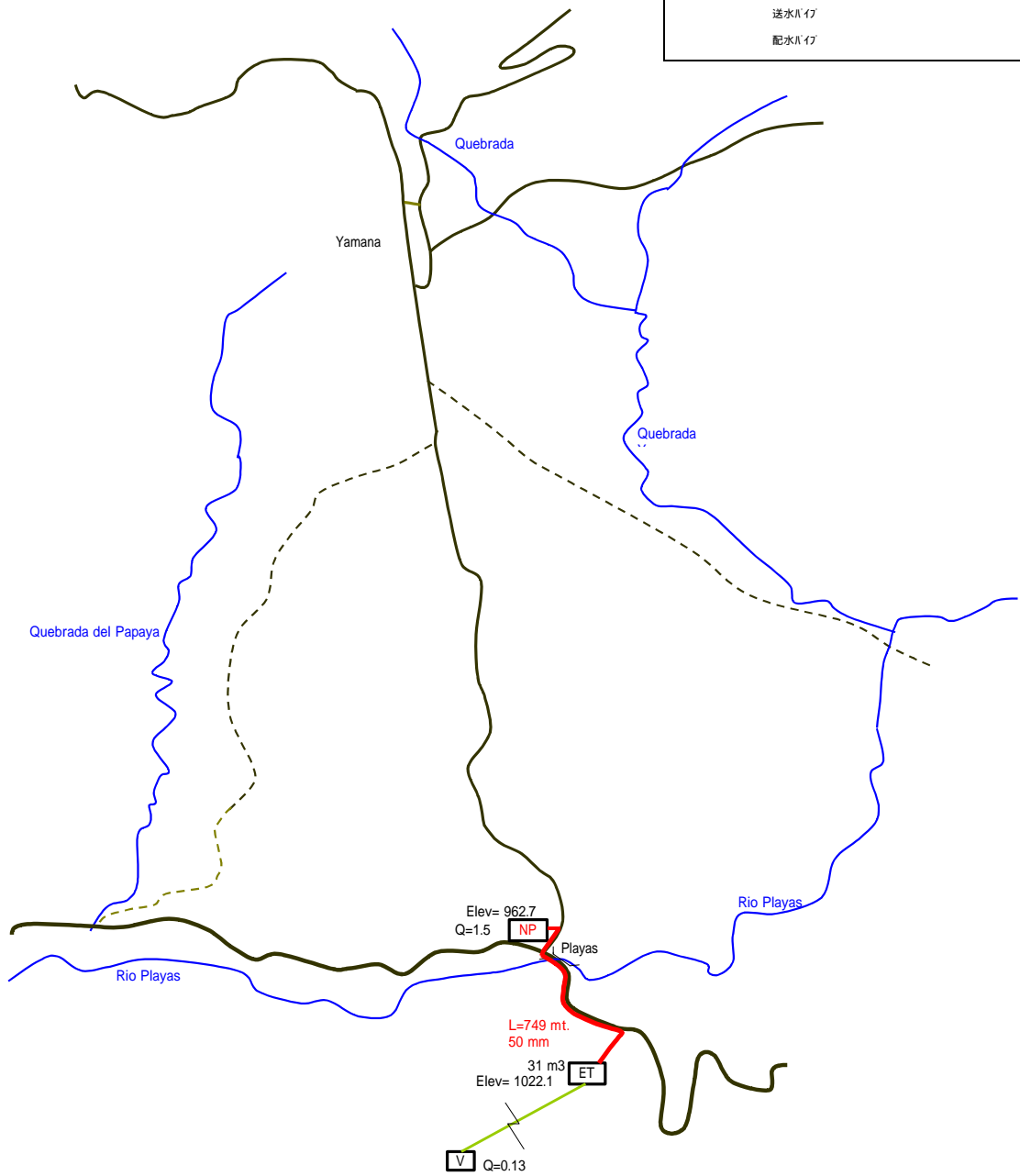
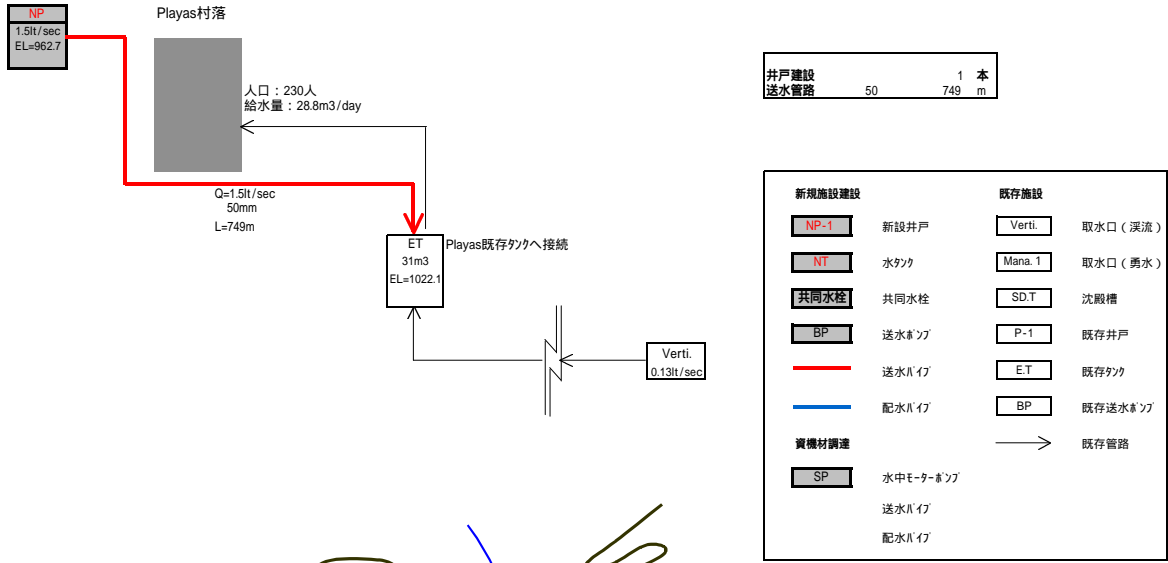
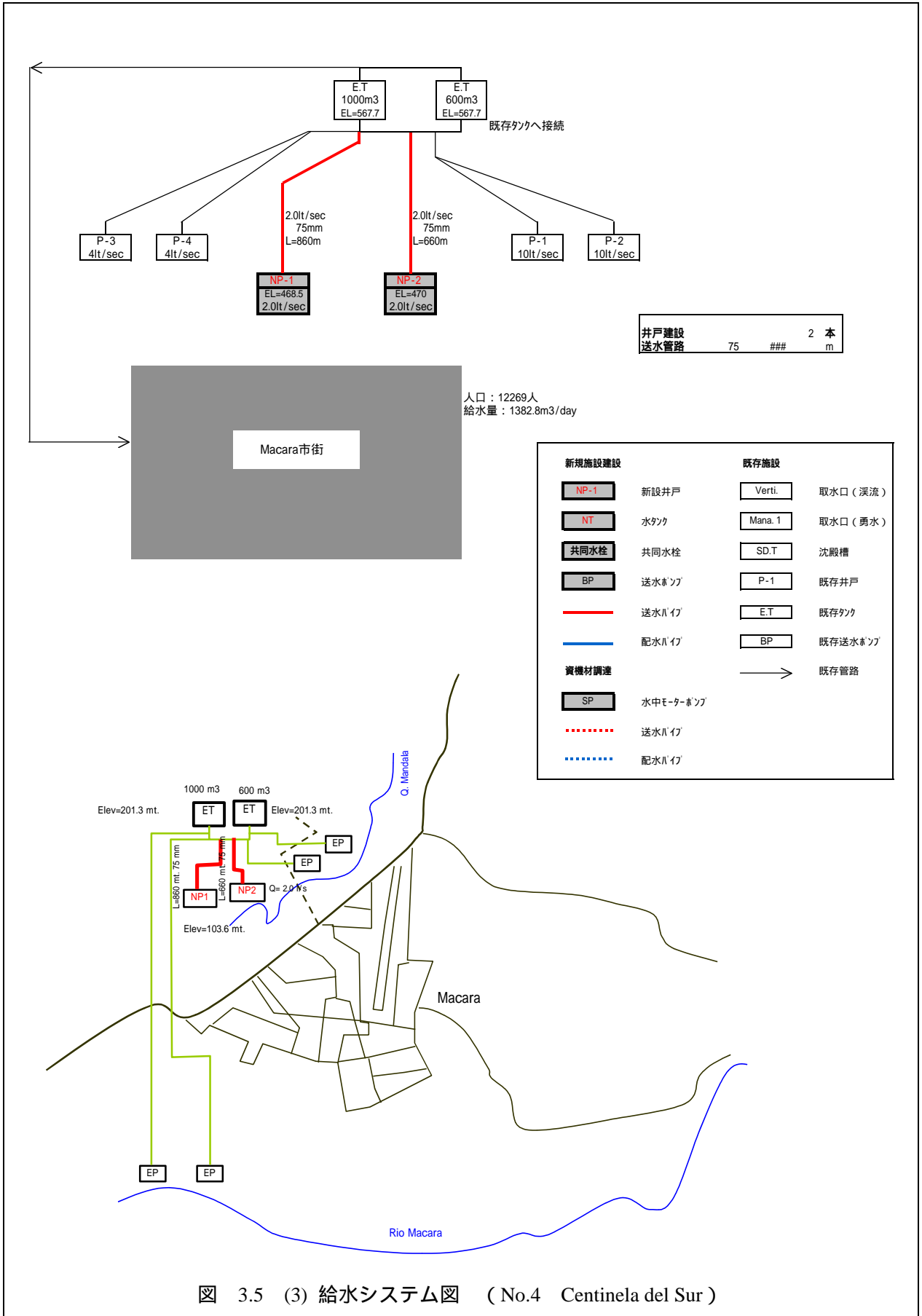


図 3.5 (2) 給水システム図 (No.2 Playas)



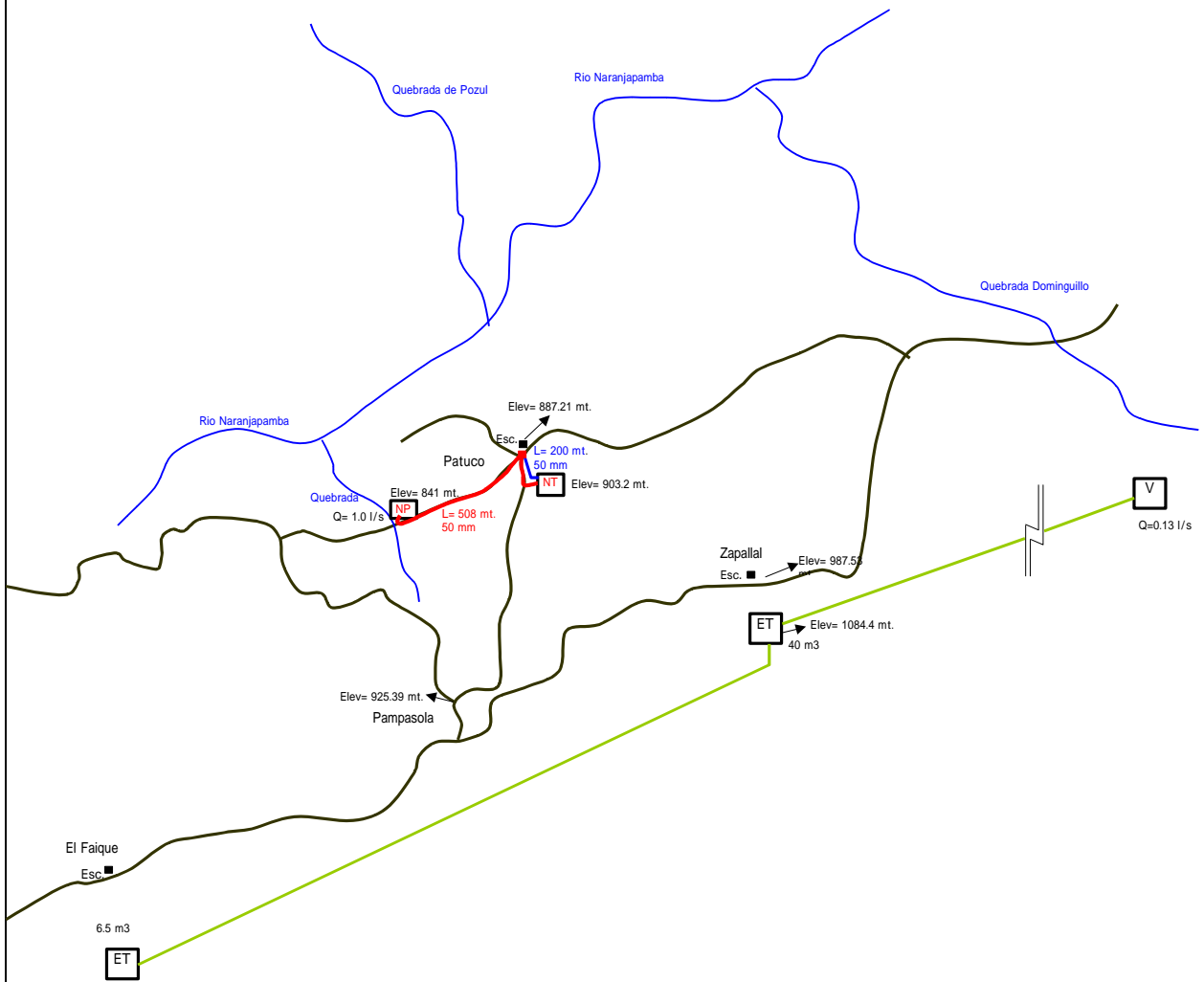
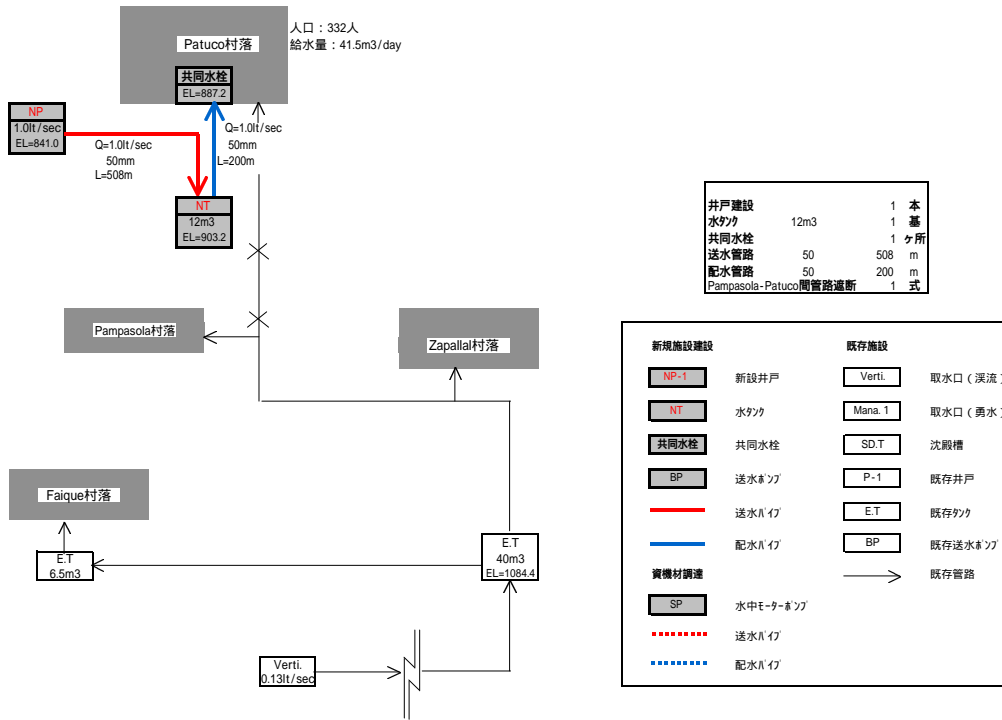


図 3.5 (4) 給水システム図 (No.6 Patuco)

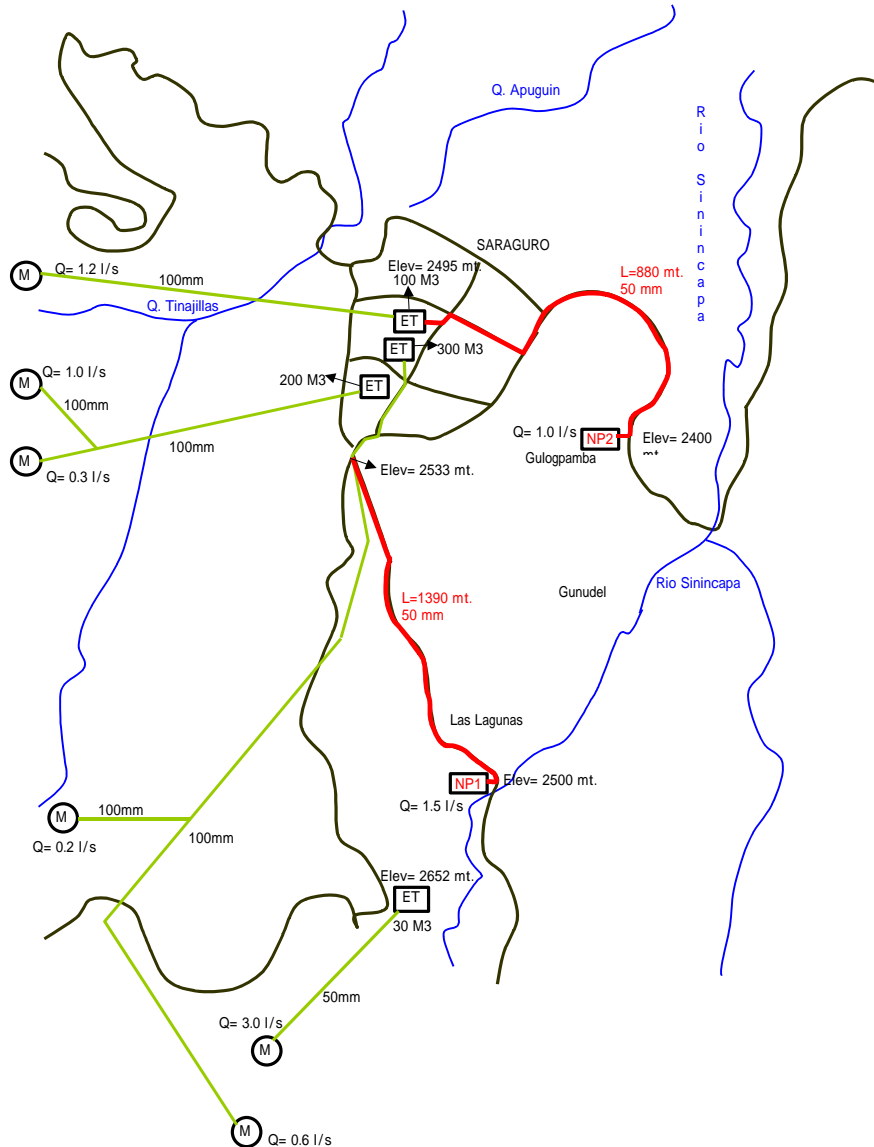
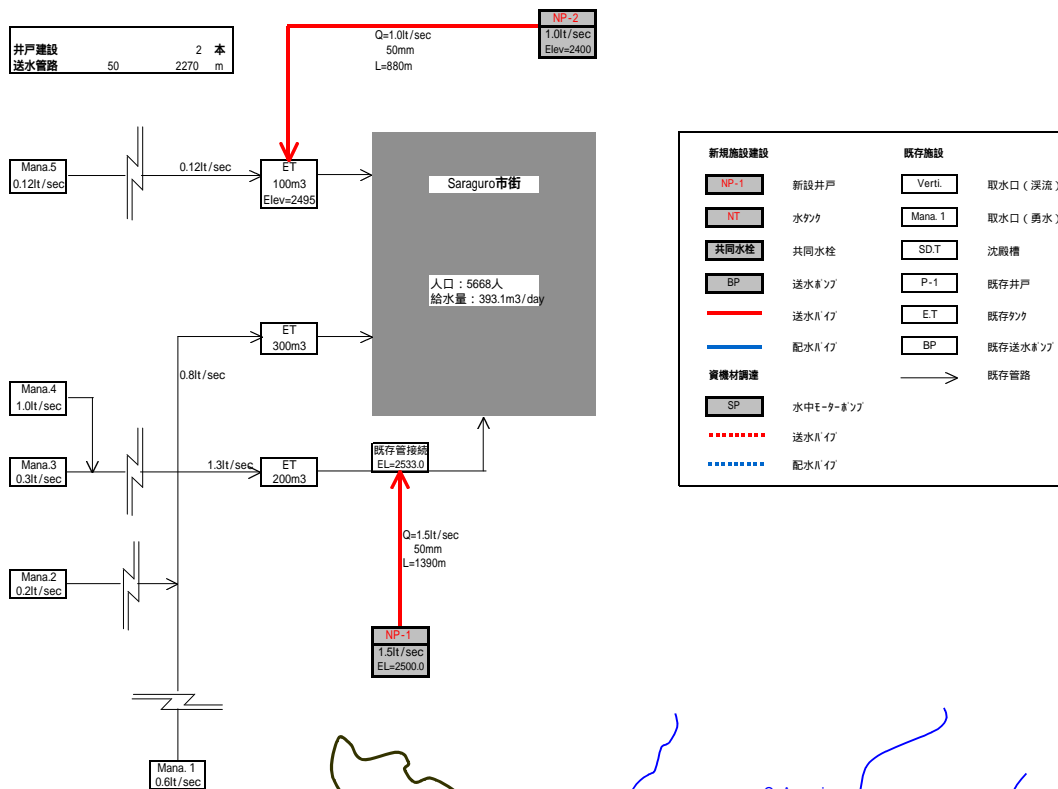
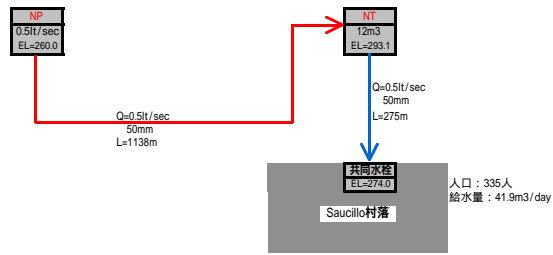


図 3.5 (5) 給水システム図 (No.9 Saraguro)

No.13 Saucillo



井戸建設		1	本
水タンク	12m3	1	基
共同水栓		1	ヶ所
送水管路	50	###	m
配水管路	50	275	m

新規施設建設		既存施設	
	新設井戸		取水口 (深流)
	水タンク		取水口 (湧水)
	共同水栓		沈殿槽
	送水ポンプ		既存井戸
	送水パイプ		既存タンク
	配水パイプ		既存送水ポンプ
	水中E-ポンプ		既存管路
	送水パイプ		
	配水パイプ		

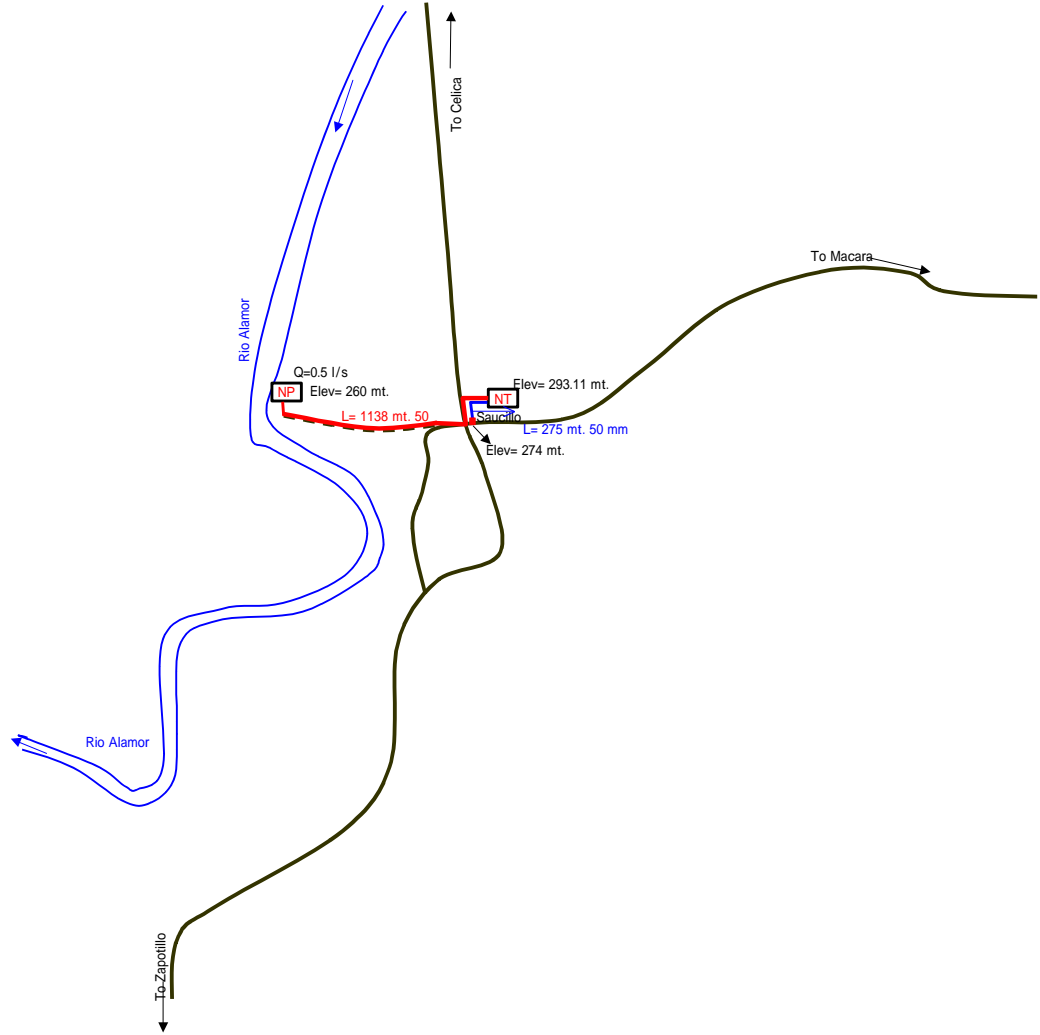
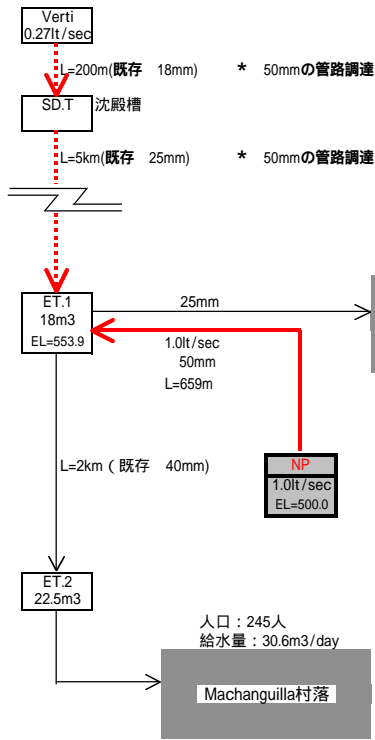


図 3.5 (6) 給水システム図 (No.13 Saucillo)

No.15 Machanguilla



井戸建設	50	1	本
送水管路	50	659	m
管路調達	50	5200	m

新規施設建設		既存施設	
	新設井戸		取水口 (溪流)
	水タンク		取水口 (湧水)
	共同水栓		沈殿槽
	送水ポンプ		既存井戸
	送水パイプ		既存タンク
	配水パイプ		既存送水ポンプ
	水中モーターポンプ		既存管路
	送水パイプ		
	配水パイプ		

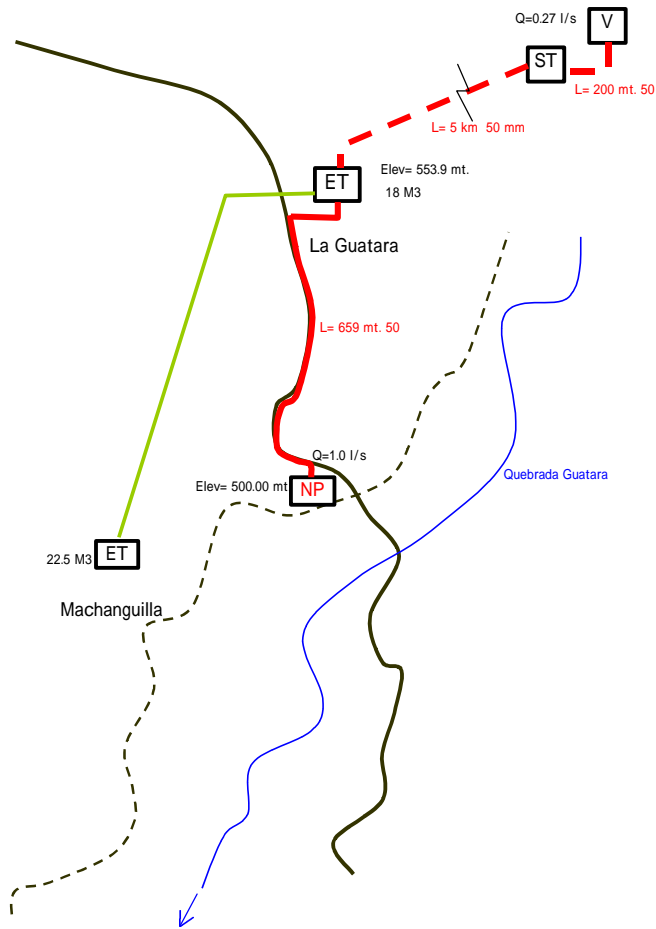
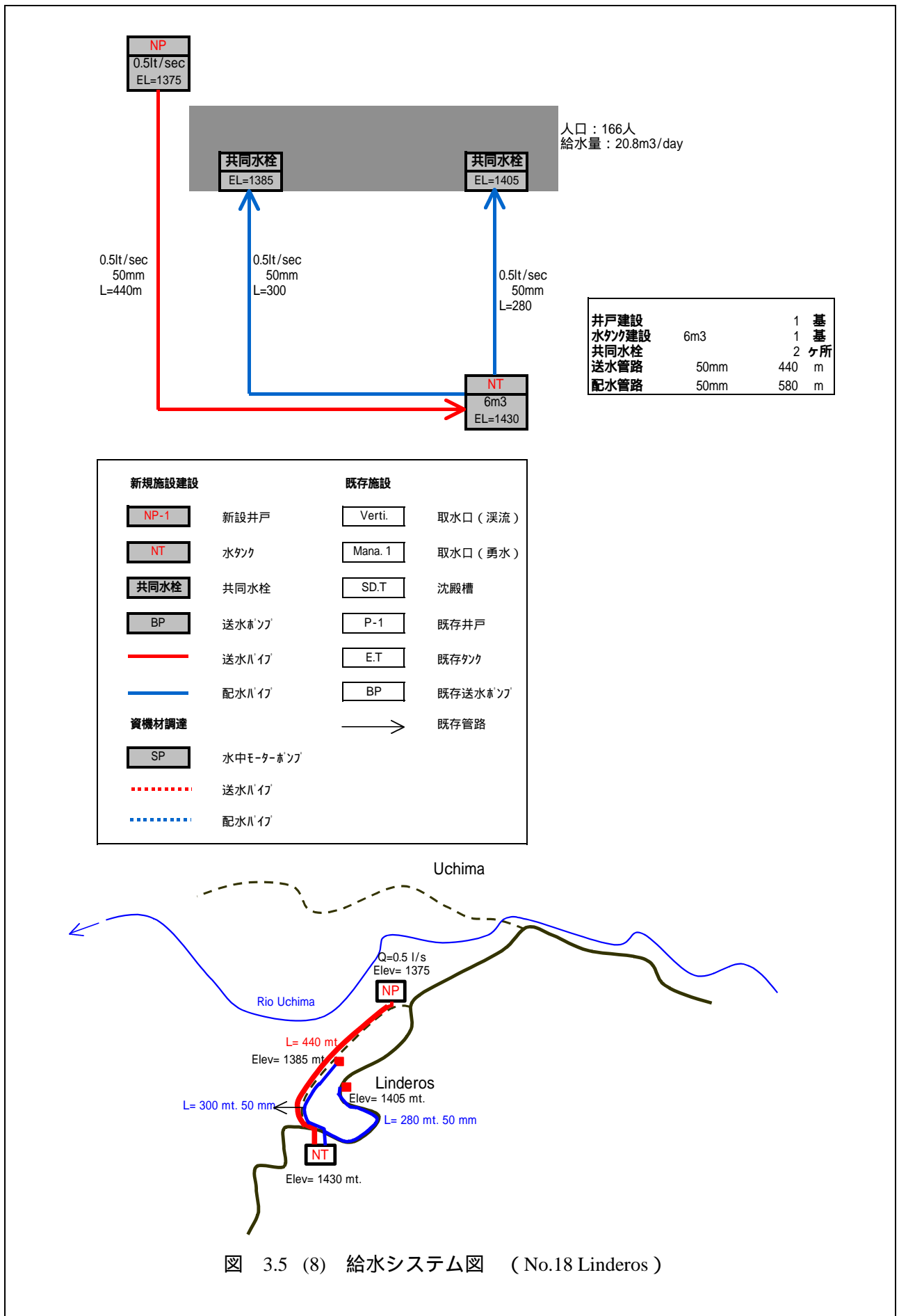


図 3.5 (7) 給水システム図 (No.15 Machanguilla)



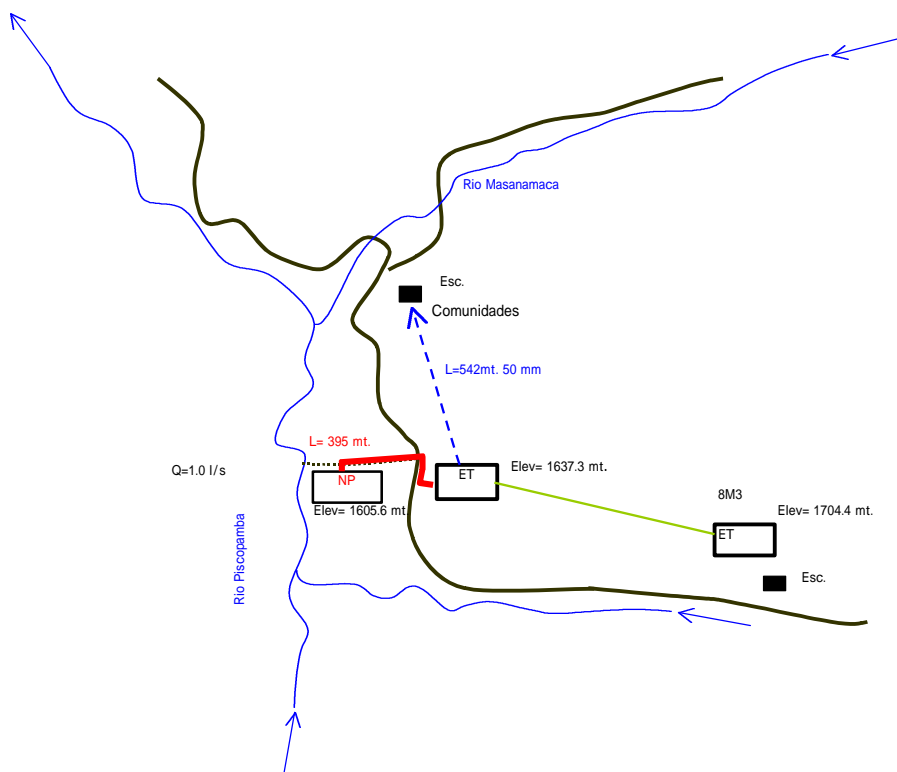
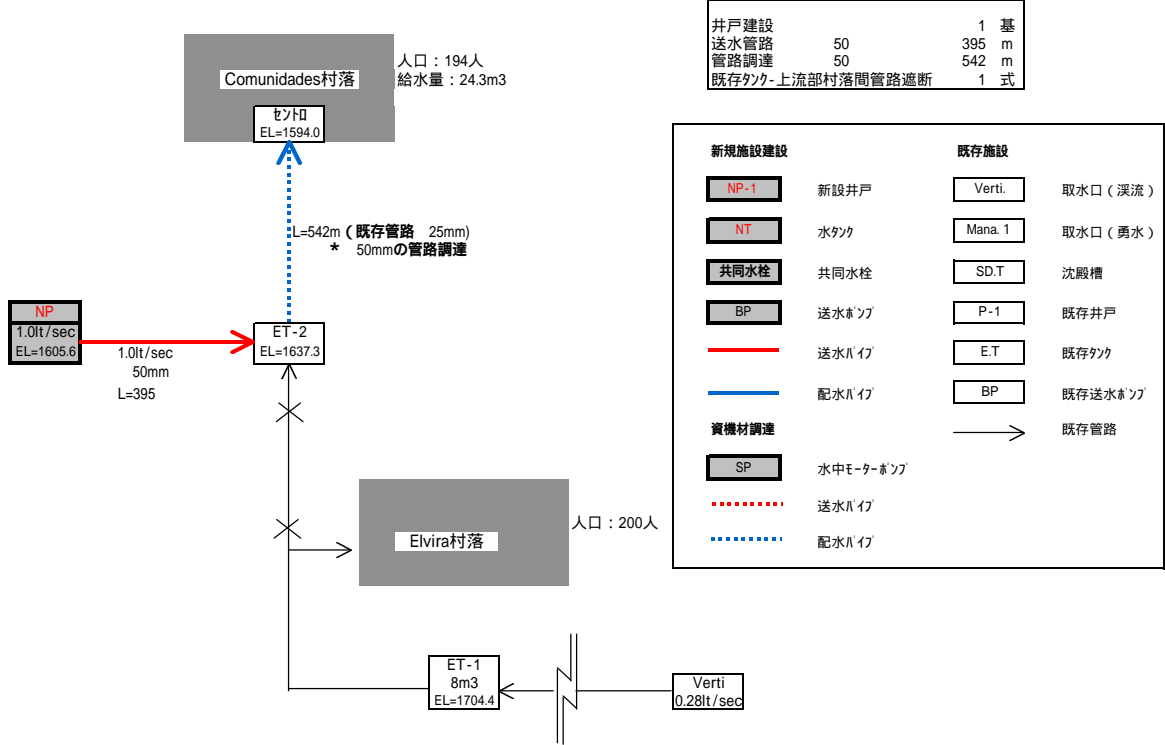
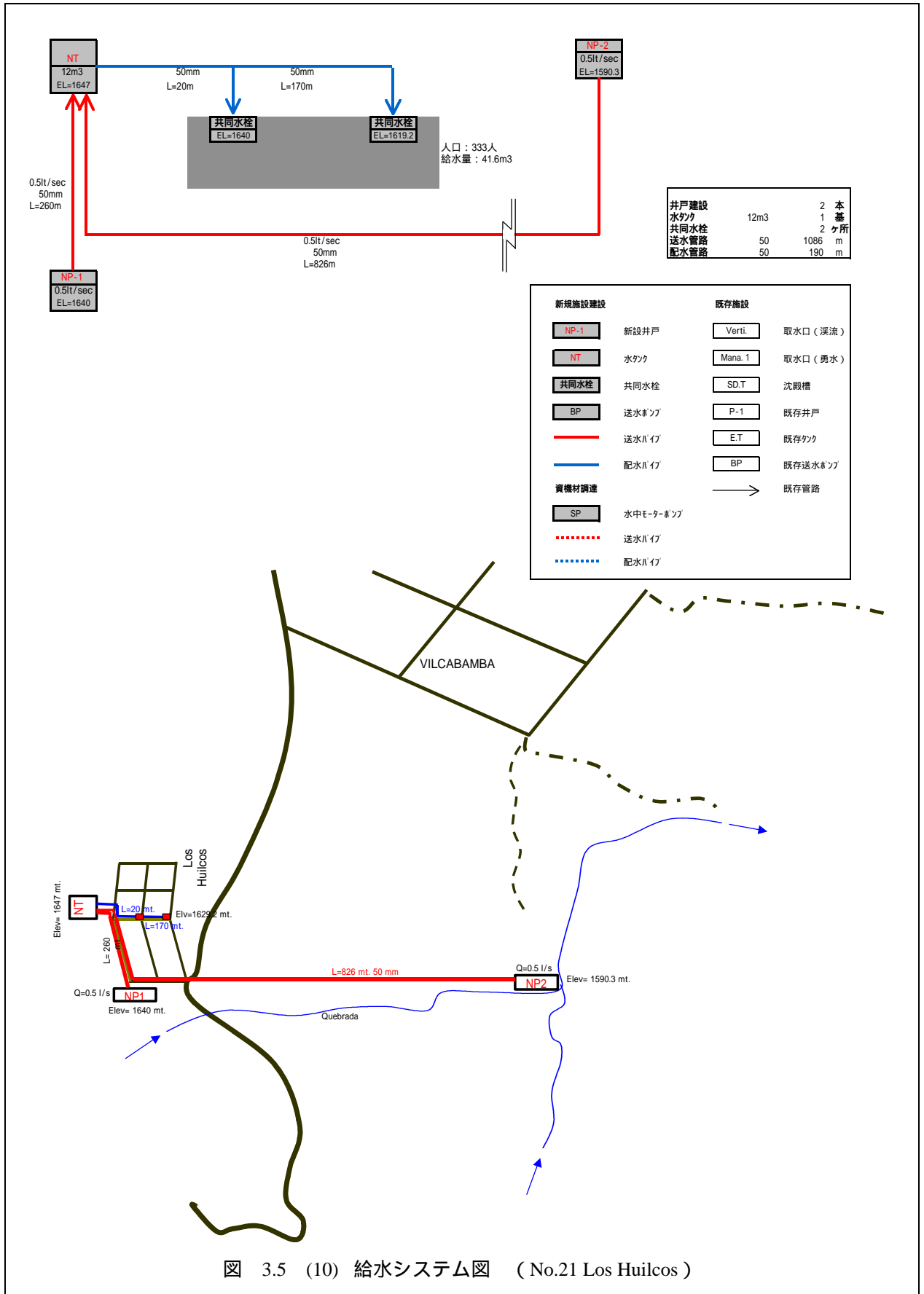
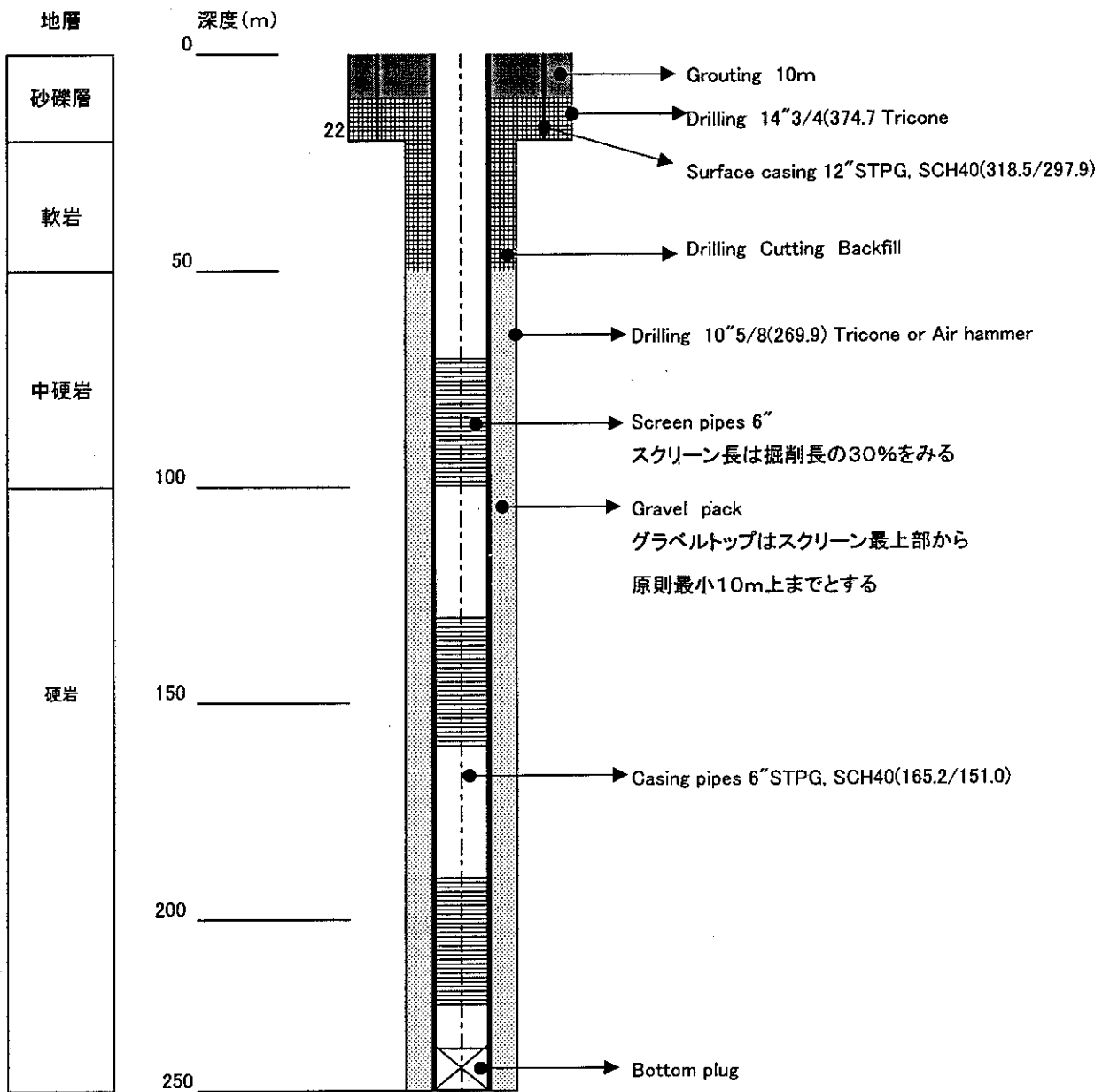


図 3.5 (9) 給水システム図 (No.19 Comunidades)





グラベル量の計算: $(269.9/1000/2)^2 \pi - (165.2/1000/2)^2 \pi = 0.04 \text{ m}^3/\text{m}$

グラウト量の計算: $(374.7/1000/2)^2 \pi - (165.2/1000/2)^2 \pi = 0.09 \text{ m}^3/\text{m}$

埋め戻し量の計算: $(374.7/1000/2)^2 \pi - (165.2/1000/2)^2 \pi = 0.09 \text{ m}^3/\text{m}$ 22m以浅部

$(269.9/1000/2)^2 \pi - (165.2/1000/2)^2 \pi = 0.04 \text{ m}^3/\text{m}$ 22m以深部

図-3.6 井戸構造図

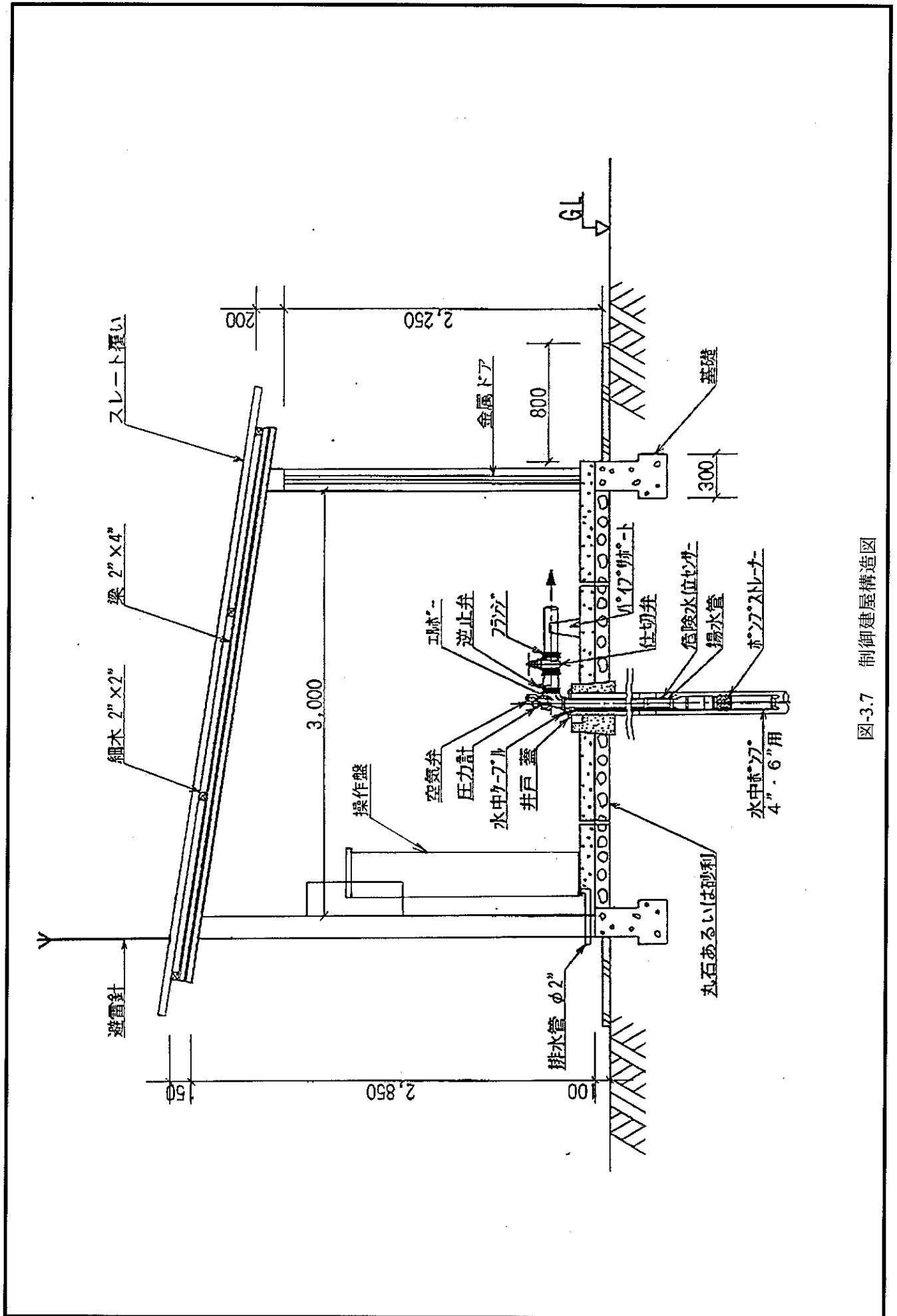
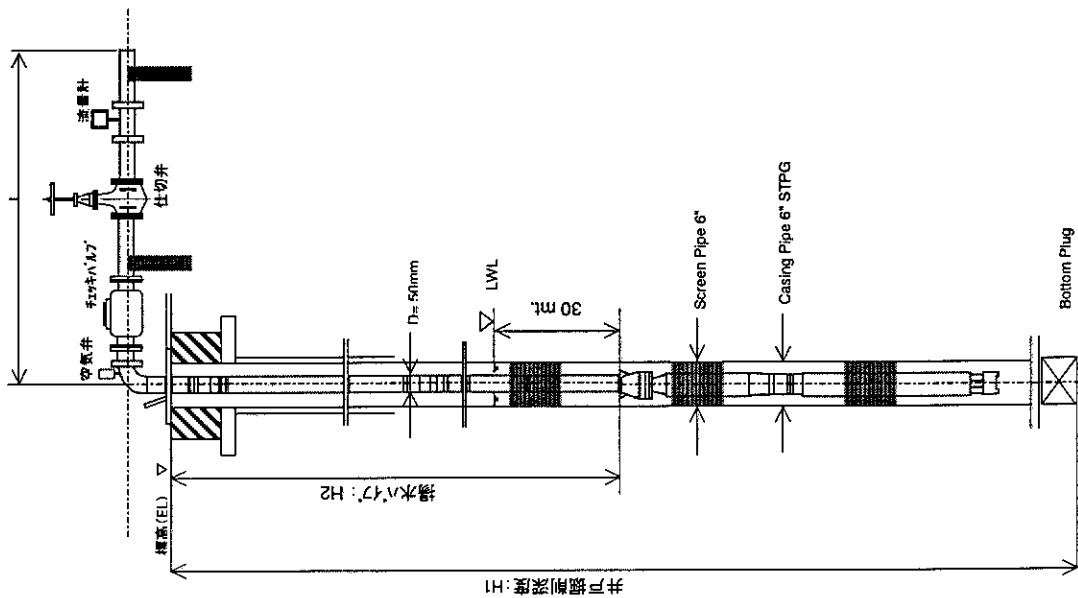


図-3.7 制御建屋構造図



村名	井戸深		推定 静水位 (m)	推定 動水位 (m)	H2 (m)
	H1 (m)	H2 (m)			
1 Catacocha	130	20	50	80	80
"	130	20	50	80	80
2 Playas	200	20	50	80	80
4 Centinela de Sur	250	10	50	80	80
"	250	10	50	80	80
6 Patuco	150	20	60	90	90
9 Saraguro	200	10	30	60	60
"	200	10	30	60	60
13 Saucillo	70	10	30	60	60
15 Machangulla	250	30	80	110	110
18 Linderos	200	10	50	80	80
19 Comunidades	150	10	30	60	60
21 Los Huilcos	200	20	60	90	90
"	200	20	60	90	90

図-3.8 ポンプ据付図

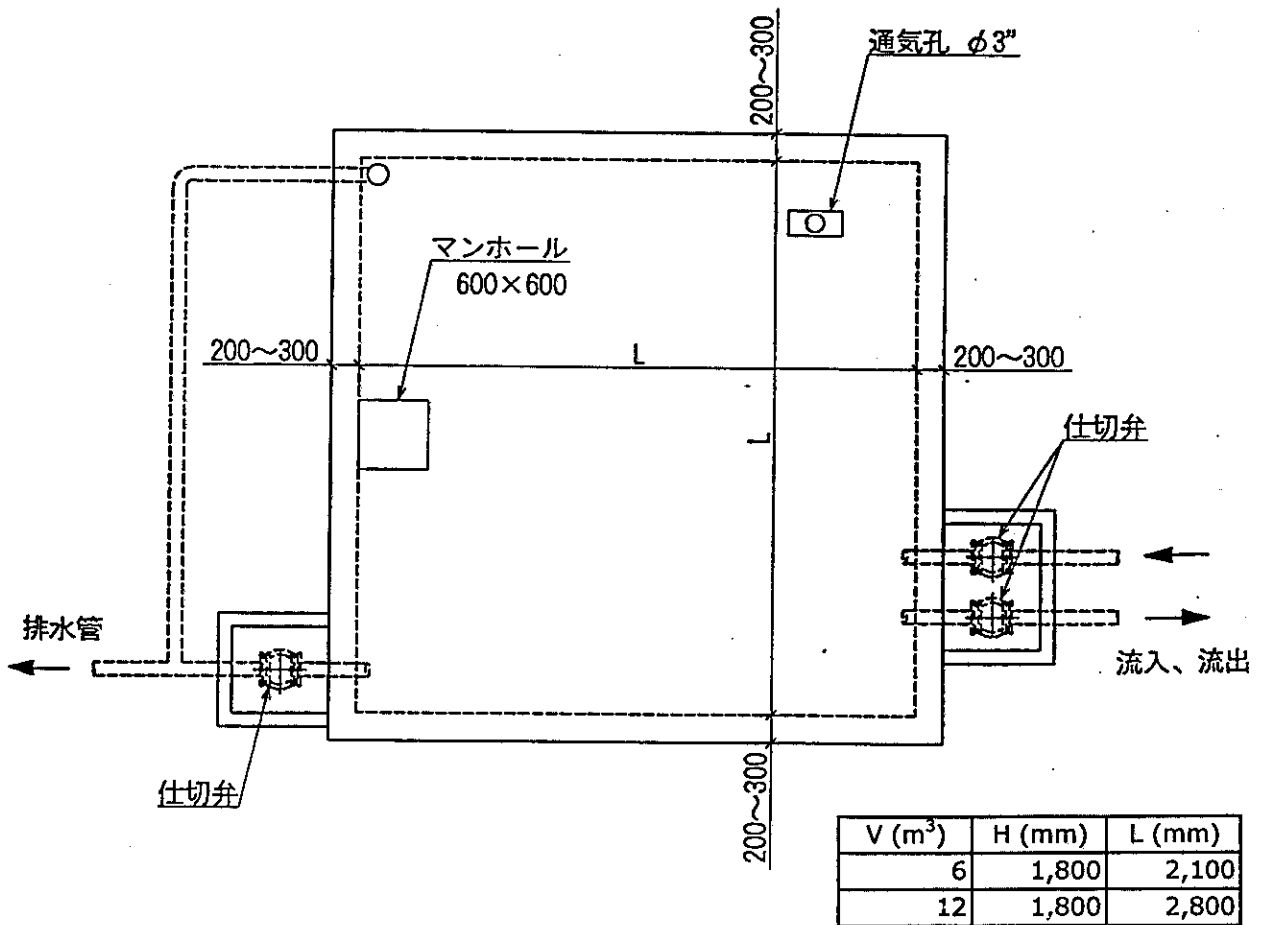
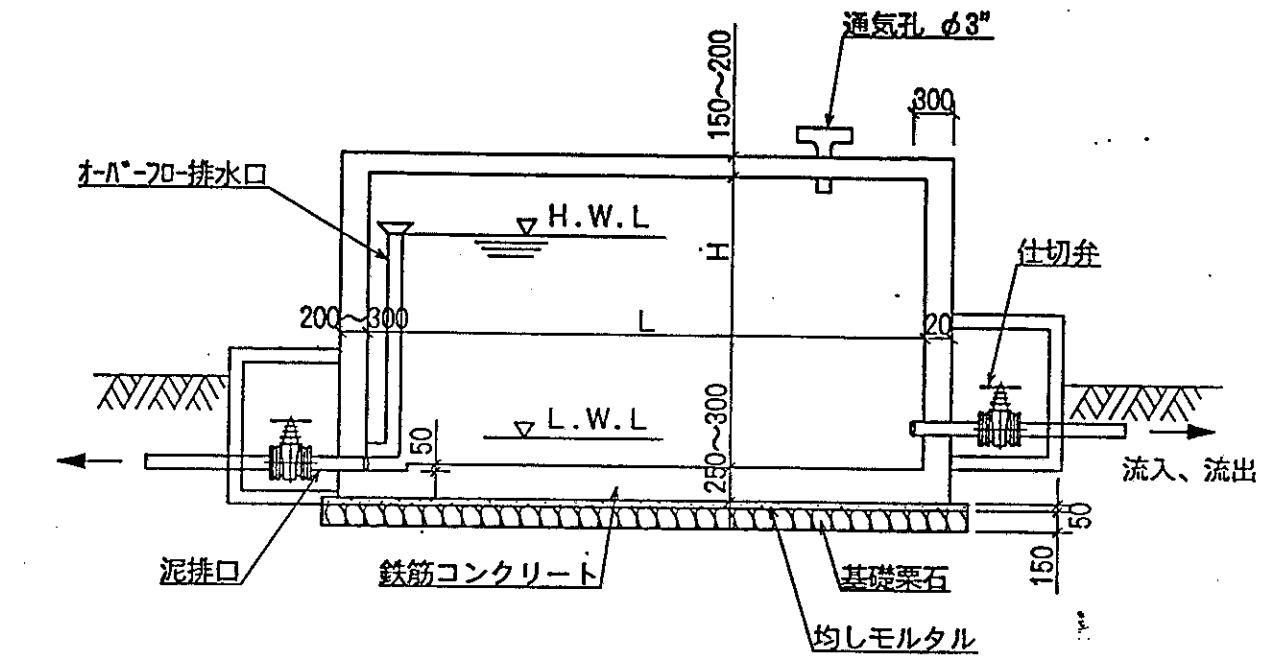
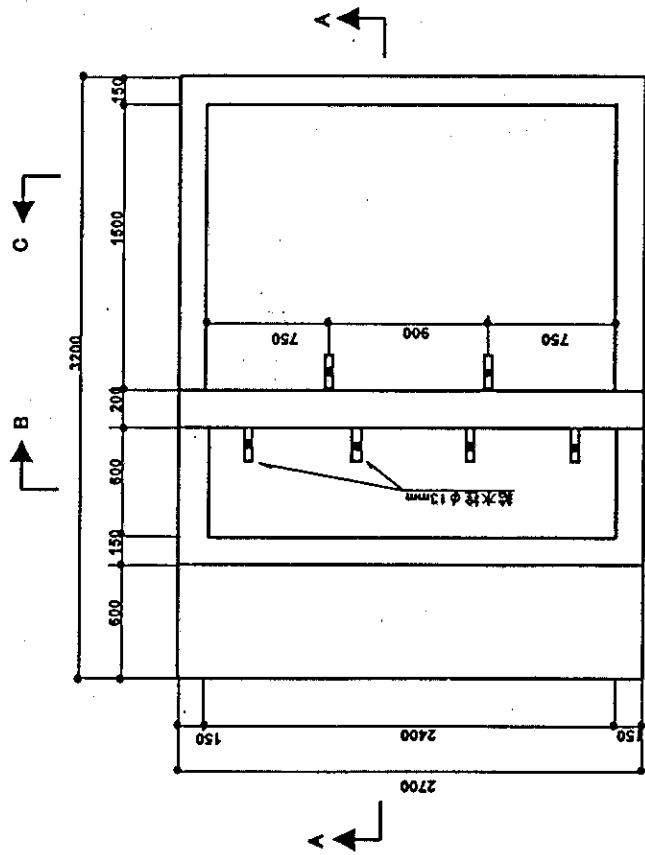


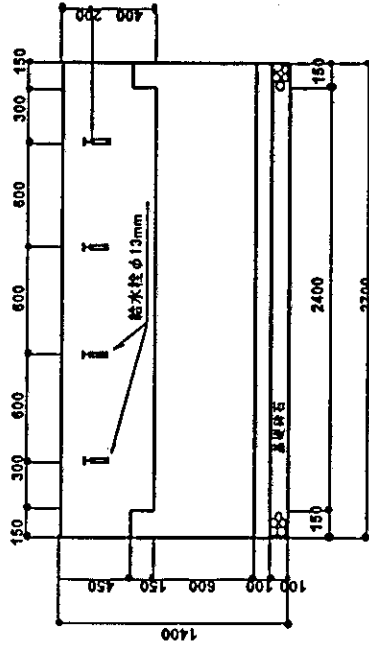
図-3.9 配水池構造図

給水栓(A)平面図

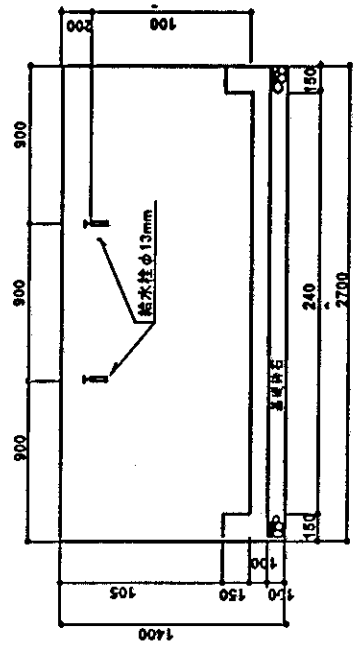


村落名	数量
6 Patuco	2ヶ所
13 Saucillo	2 "
21 Los Huilicos	2 "

B - B



C - C



A - A

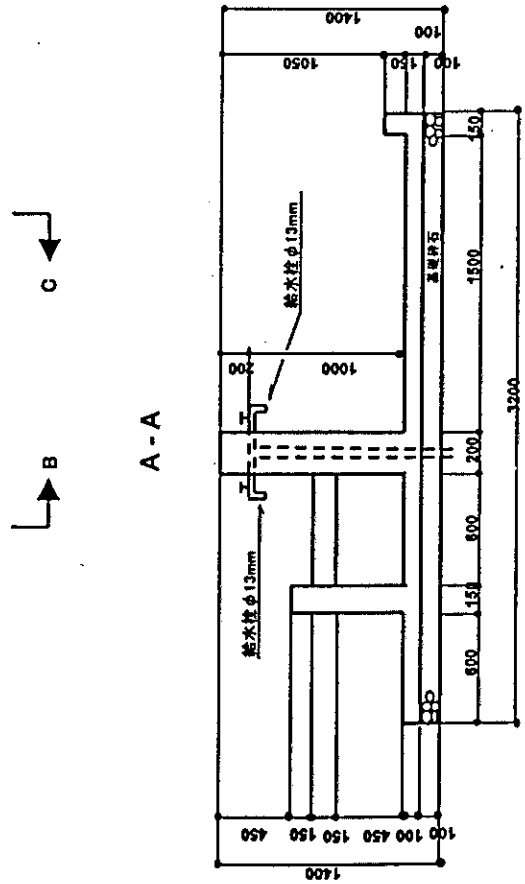


図-3.10 共同水栓構造図

第4章 事業計画

第4章 事業計画

4-1 施工計画

4-1-1 施工方針

(1) プロジェクト実施概要

本計画は、実施設計、施工監理、井戸掘削機材及び井戸建設資機材の調達、井戸及び給水施設の建設、「工」国の負担業務、工事によって構成されている。この内、
、
は日本が実施する無償資金協力の対象となり、
は日本側が実施する事業実施の進捗に合わせて「工」国政府の自己資金にて同国政府の責任下で実施されるべきものである。事業実施の手順は図-4.1の通り。

最初に事業実施に関する交換公文(E/N)が両国政府間で調印され、その後、日本のコンサルタントと「工」国政府実施機関であるロハ州政府との間でコンサルタント業務契約が結ばれる。コンサルタントはこの契約に従って実施設計を行い、現地調査、詳細設計、入札図書作成の後、資機材調達業者や建設業者の入札を「工」国側実施機関に代行して実施する。入札により業者が選定され、契約が締結された後、直ちに資機材調達業務や建設工事が着手される。尚、「工」国側はE/N締結後直ちに銀行取極め(B/A)を行い、また機材の搬入に必要な関税・国内税の免除等に対する処置を関係省庁で準備しなければならない。ロハ州政府はプロジェクトの円滑な実施のため、関連の政府機関や地方自治体の諸機関と連携を図ることが必要とされる。

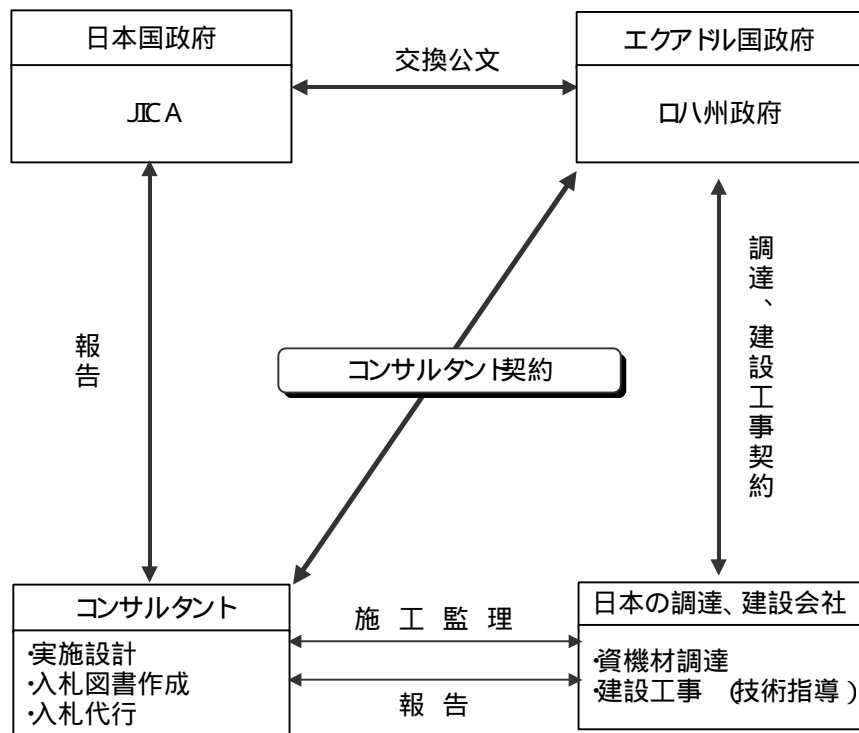


図-4.1 事業実施体制

(2) 井戸建設に関する日本業者の要員計画

事業を円滑に遂行する為、日本人要員の派遣計画は以下の通りとする。

所長 (1名)

本計画の井戸及び給水施設建設工事の責任者で工事全般を管理する。プロジェクトサイトが広範囲にあり、同時に数カ所の工事が進行する為、所長は常に各現場担当者と連絡を取り、工事の進捗状況を的確に把握して作業調整を行う。施設完成後1年経過時に瑕疵検査に立ち合う。

井戸掘削技師 (1名)

第1期に調達された井戸掘削資機材の検査、工事着手の為の資機材の準備を行った後、「工」国側の掘削班に対して、掘削機材の搬入据付け、掘削、電気検層、ケーシング及びバスクリーン挿入、砂利充填、機械の日常の維持管理等、一連の作業に関する技術指導を行う。

井戸掘削工 (1名)

掘削泥水の管理、適切な給圧と回転数、事故対策等の掘削技術に関する技術指導を行う。

揚水試験技師 (1名)

井戸掘削班に引き続き、井戸仕上げ、揚水試験、水質試験を行い、この一連の過程で、「工」国側の作業班に対して技術指導を行う。

配水施設建設技師 (1名)

井戸建設以外の施設建設を管理する。井戸掘削後の制御建屋建設から送配水管、配水池、共同水栓建設等の土木工事の施工管理を担当し、技術指導を行う。

事務主任 (1名)

工事の事務、経理、資材の出庫業務等の事務管理、所長の補佐、「工」国関係諸機関との連絡調整等、事業が円滑に進捗するよう業務管理を行う。

地質調査技師 (1名)

調達される物理探査器を使用して、電気探査の実施方法とそのデータの解析方法、また解析結果の分析評価方法について技術指導を行う。

機械工 (1名)

水中ポンプ、送水ポンプの据付け及びその試運転調整を行う。同時に各村落の水委員会に対して各機器の取り扱いに対する技術指導を行う。

機械整備工 (1名)

掘削機材の維持管理につき、日常点検用や定期的な整備、オーバーホールの方法等についての技術指導を行う。計画の井戸工事完了後、施主返却前に、掘削機の整備を行う。

4-1-2 施工上の留意事項

「工」国におけるプロジェクト施工上の留意事項は、基本的に「3.4.1 設計方針」で記述した内容に準ずるが、特記しておくべき留意事項は以下の通りである。

(1) 関係諸機関の協力体制の構築

工事実施に際しては、直接の裨益地区である市・村落の自治組織、既存の水委員会等に対して説明を行い、住民の意向に沿った施設建設が行えるようにする。また村落を管轄する地方自治体である郡役場や水道局と十分協議し、地下水開発計画について建設面、維持管理面で州政府と協調して事業を実施するための体制作りを行う。これらの作業は「工」国側実施機関が実施すべきものであるが、コンサルタントはその体制作りの状況を確認するとともに、事業を円滑に推進するための助言提案を行うものとする。

(2) 近隣村落への説明

近隣に水不足の村落が多数存在することから、不公平感をなくす為に直接の裨益を受ける村落だけではなく、それらの近隣の村落に対しても事業計画を説明し、理解を得るように努める。

(3) 気象条件

12月から5月までの6ヶ月間は雨期に当り、南部以外の地区では比較的降雨量、降雨日数とも多くなる為、特にアクセス道路の確認、工事順序、工程管理、安全管理、施工効率等に十分留意する。

(4) 安全管理

工事現場では工事関係者以外の立ち入りを禁止し、人身事故に対する安全管理に配慮する。その為に立ち入り防止柵の設置、ガードマンによる監視が必要である。

4-1-3 施工区分

本建設における施工区分は以下の通りである。

(1) 資機材調達

日本国側の負担		「工」国側の負担	
・井戸掘削機材	1 式	・機材保管場所の確保、整備	
・支援車両	1 式	・機材修理場所の確保、整備	
・試験用機材	1 式	・スペアパーツ保管場所の確保、整備	
・モトリング機材	1 式	・機材整備工と管理者の確保	
・井戸建設資機材 (ケーシング、フィルター)	14 式		
・スヘアパーツ	1 式		
・送水用管材 (ポリエチレン)	50mm × 5,742m		

(2) 井戸施設建設

日本国側の負担	「エ」国側の負担
<ul style="list-style-type: none"> ・井戸施設の建設 14本 ・給水施設の建設 ・井戸掘削技術の移転 ・施設建設技術の移転 ・「エ」国側実施の地下水開発計画へのアドバイス ・給水施設計画策定のアドバイス 	<ul style="list-style-type: none"> ・井戸掘削・建設技術、調査技術の技術移転を受ける技術員の確保 ・井戸施設建設に必要な用地の確保 ・井戸施設への送電線引込み、必要がある場合変圧器の設置 ・井戸施設建設現場へのアクセスの確保 ・付帯工事の建設(整地、フェンス、門扉、排水溝等外構、照明、造園、他) ・農牧省水資源局への井戸建設の届け出 ・都市住宅建設省衛生環境局への届け出

(3) 維持管理

日本国側の負担	「エ」国側の負担
<ul style="list-style-type: none"> ・機材の整備・補修に関する技術移転 ・井戸及び給水施設の運転・維持管理に関する技術移転 	<ul style="list-style-type: none"> ・受益者住民への啓蒙、教育活動 ・水委員会(井戸施設運転維持管理組織)設立のための行政的支援 ・水委員会、郡役場、水道局等水道行政関連組織間のプロジェクト実施の調整

4-1-4 施工監理計画

(1) コンサルタント業務

本計画を実施する上で、コンサルタントは業務実施上、以下の事項に留意する。

- ・「エ」国と日本国政府間で締結される交換公文(E/N)の内容を把握する。
- ・「エ」国政府側の負担事項の内容を確認し、日本側工事の実施工程との調整を行う。
- ・機材の持込みに伴う通関、免税措置等の手続きを再確認し、工期に影響を及ぼさないよう、実施機関と協議する。
- ・対象地域の文化や歴史的背景を理解し、計画実施につき住民の理解を得る。

(2) 業務内容

本計画においてコンサルタントが行う業務内容の概要を以下に示す。

[実施設計]

現地調査

- ・気象、地形・地質、建設資材、労務、施工方法等実施設計に必要な諸条件の再確認。
- ・実施機関担当の事業推進業務の進捗状況や、予算措置についての確認。
- ・井戸建設予定地点の水理地質的条件の再確認。
- ・測量実施による村落内詳細地形条件の把握。
- ・井戸、配水槽の設置位置等についての地元村落との協議、合意の取付け。
- ・実施機関に対する給水施設整備計画の為の村落調査や施設計画のアドバイス。
- ・実施機関の井戸掘削班の整備準備状況、機材保管場所、修理工場の準備状況、井戸建設予定地の準備状況、送電施設の準備状況等の確認。

実施設計

- ・実施設計図作成、事業費積算、施工計画立案。

入札業務

- ・入札図書作成、入札資格審査、入札代行、入札結果評価、業者契約締結補助。

[施工監理]

- ・機材製作の承認業務。
- ・資機材出荷前の検査。
- ・機材製作進捗状況確認及び「工」国側への報告。
- ・調達資機材の検査。
- ・日本側負担による施設建設の施工監理、現場における各種検査。
- ・「工」国側実施部分に対する技術指導と施工監理補助。

[瑕疵検査：工事完了後1年経過時点]

- ・建設した施設の不備もしくは完成時には判明しなかった機材の不具合等を確認し、適切な修復方法を策定する。
- ・村落に移管された施設の運営状況、住民の水使用及び保健衛生状況等の改善・向上の度合を評価し、各村落が良好な運営を維持できるよう適切な改善策を提言する。
- ・JICA への結果報告。

(3) コンサルタント業務担当者

本業務の業務担当者は以下の通りである。

第1期

[実施設計]

- ・総括/運営・維持管理計画：計画の実施促進、公共事業局の運営体制の強化促進。

- ・機材計画 : 機材仕様の確認。
- ・入札図書作成 : 入札用図書、契約書の作成。

[施工監理]

- ・機材計画 : 製品検査、船積み前検査の監理、資機材輸送到着後の員数検査。

第2期

[実施設計]

- ・総括/運営・維持管理計画 : 計画の実施促進、公共事業局の維持管理体制の強化促進。
- ・水理地質 : 掘削地点策定における、水理地質特性の確認及び井戸工事仕様作成。
- ・物理探査 : 掘削地点策定における、電気探査による地質及び計画井戸震度の確認。
- ・給水施設計画 : 送・配水施設、管路設計。
- ・積算 : 基本設計時積算の見直し及び変更に伴う積算調整。
- ・仕様書作成 : 入札用図書、契約書の作成。

[施工監理]

- ・総括/運営/維持管理計画 : 工事のスポット監理。先方政府負担分の実施促進。
- ・給水施設計画 : 工事のスポット監理。配水施設建設及び管路布設等の土木工事の監理。
- ・機材整備 : 工事のスポット監理。井戸建設工事完了後、掘削機等の機材整備の確認。
- ・井戸建設 : 工事常駐監理

第3期

[実施設計]

- ・総括/運営/維持管理計画 : 計画の実施促進、公共事業局の維持管理体制の強化促進。
- ・水理地質 : 掘削地点策定における、水理地質特性の確認及び井戸工事仕様作成。
- ・物理探査 : 掘削地点策定における、電気探査による地質及び計画井戸震度の確認。
- ・給水施設計画 : 送・配水施設、管路設計。
- ・積算 : 基本設計時積算の見直し及び変更に伴う積算調整。
- ・仕様書作成 : 入札用図書、契約書の作成。

[施工監理]

- ・総括/運営/維持管理計画 : 工事のスポット監理。先方政府負担分の実施促進。
- ・給水施設計画 : 工事のスポット監理。配水施設建設及び管路布設等の土木工事の監理。
- ・機材整備 : 工事のスポット監理。井戸建設工事完了後、掘削機等の機材整備の確認。
- ・井戸建設 : 工事常駐監理

[瑕疵検査]

- ・総括 : 施設の瑕疵検査、計画運営管理状況の把握、改善策の提言。
- ・事後評価 : プロジェクトの事後評価、必要な改善策の提言。

4-1-5 資機材調達計画

本計画では第1期で調達した井戸掘削機材や井戸建設資機材を使用し、第2、3期に日本の技術者による井戸掘削の技術移転を実施することから資機材は日本国にて調達する。但し、砂、骨材、セメント等現地で容易に調達可能な建設資材に関しては現地調達とする。表-4.1 に調達資機材内容をまとめる。

表-4.1 調達資機材内容

	日本国	「工」国
井戸掘削、ツールズ類		
支援車輛（クレーントラック、給水車、ピックアップ）		
揚水試験用機材（揚水ポンプ、発電機等）		
試験用機材（電気探査、電気検層、水質）		
モニタリング機材（コンピュータ等）		
井戸用資機材（ケーシング、スクリーン）		
揚水機（水中モーターポンプ）		
スハアパーツ		
送水用管材（ポリエチレンパイプ）		

4-1-6 実施工程

本計画に対する日本側、「工」国側それぞれの事業実施工程を図-4.2 に示す。

1) 日本側工程

本計画は3期分けの無償資金協力事業として実施され、第1期には井戸掘削機材及び関連資機材の調達、第2、3期にて計14本(7本/年)の井戸掘削、配水施設建設を行うことで「工」国側への技術移転を行う。

第1期は2001年1月に実施設計を行い、資機材調達は2001年末に完了する。

第2期は2001年6月に実施設計を行う。工事は2002年2月に開始し、2003年2月に完了する。

第3期は2002年6月に実施設計を行う。工事は2003年2月に開始し、2004年2月に完了する。

第1期 資機材調達業務内容

機材製作、調達	井戸掘削機材及び支援機材(1式)、井戸建設資機材(14本分)の製作、調達を行う。期間は6ヶ月を要する。
資機材輸送	日本から海路にて資機材を輸送し、「工」国太平洋岸のグアヤキル港に陸揚げし、ロハ市内の州政府の機材倉庫まで内陸輸送される。輸送期間は海路、陸路含めて2ヶ月である。現地到着後資機材の員数検査を行い、「工」側実施機関への引渡しを行う。

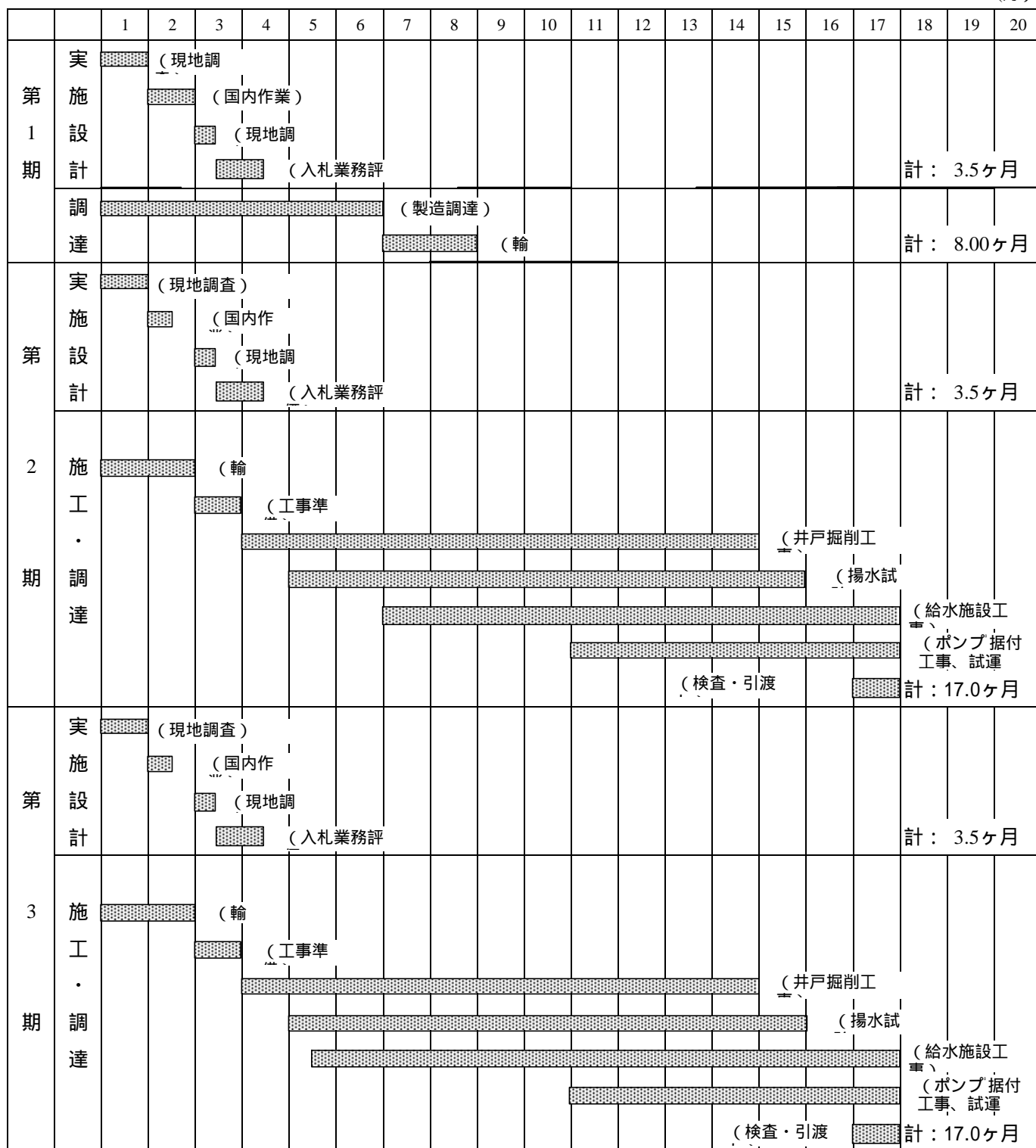


図-4.2 事業実施スケジュール

第 2、3 期 井戸建設、配水施設建設業務内容

準備期間	井戸掘削機材、井戸建設資機材の点検、掘削機の試運転を行う。また、「工」側実施機関と施工計画、技術移転の為の打合せ、建設現場の工事準備に 1 ヶ月を要する。
井戸掘削	井戸掘削の技術指導を先方の井戸掘削班に対して実施する。掘削機を搬入据付けし、井戸掘削を行う。その後、電気検層、ケーシング挿入、砂利の充填を行う。1 班体制で実施し、1 ヶ所完了後直ちに次の現場に移動する。各期 11.0 ヶ月を要する。
揚水試験	井戸掘削後に揚水試験班へ技術指導を実施する。井戸の洗浄、揚水試験、水質試験を実施し、井戸建設の成功を確認する。各期 10.5 ヶ月を要する。
制御建屋	ポンプ運転機器建屋の建設、井戸地表面の遮水工等の土木建築工事を行う。揚水試験終了後直ちに着手し、計 14 本の計画井戸について各期 10.5 ヶ月を要する。
ポンプ据付・試運転	建屋建設後、水中ポンプの据付け、ポンプの運転制御盤の取付けを行うとともに、完成後の試運転調整を行う。また、施設の運転管理者に対して、水中ポンプの運転・維持管理の技術指導を実施する。各期 7.5 ヶ月を要する。
給水施設建設	井戸建設後、配水池、共同水栓の建設を通じ、先方に技術移転を行う。配管工事と平行して工事を行うとともに、各種、制御装置の取付けを行う。
配管工事	井戸建設後、井戸元から配水池・送水ポンプ・既存管への接続、配水池から共同水栓までの送配水管の敷設、接続を行う。
掘削機械の整備	掘削機材及びその支援機材等の整備、補修を行い「工」国側実施機関に引渡す。また、「工」国側の機材維持管理班に対して日常、定期的保守点検方法、オーバーホール等の維持管理方法につき技術指導を行う。必要期間を 1 ヶ月とする。
検査・引渡し	調達された機材や、建設された施設が問題なく稼働するか最終検査を行い、「工」国側に引渡しを行う。必要期間を 1 ヶ月とする。

2) 「工」国側工程

井戸・給水施設建設に先立ち、「工」国側は日本側が調達した資機材の保管場所の整備、機械運転の為の組織編成、井戸建設用地の収容、送電線の整備、住民への説明、水委員会設立等の準備作業を済ませておかなければならない。また日本側実施工事に引き続き、「工」国側は「口八州地下水開発 6 ヶ年計画」を行う為、村落調査、水理地質調査、井戸建設位置の確定、配水施設建設計画、実施設計、工事計画、業者発注の為の入札準備等を行う必要がある。更に 2002 年 2 月には工事を実施予定であるため、2001 年中には工事準備に対する予算の獲得を行わなければならない。

4-1-7 エクアドル共和国側負担事項

本計画実施に際し、「エ」国側が行うべき負担事項は以下の通りである。

- ・用地の確保。
- ・プロジェクトサイトまでのアクセスの確保。
- ・工事着工前のサイトの清掃、整地。
- ・サイト内外における造園、フェンス、門扉、照明等の附帯作業。
- ・ポンプ動力の為の電力線のサイトまでの架設工事及び変圧器の設置。
- ・プロジェクトの為持ち込まれた資機材の関税・国内税の免税とその措置。
- ・日本人プロジェクト関係者に対する出入国や安全な環境での滞在の為の便宜供与。
- ・銀行取り引きの為の銀行手数料の負担。
- ・カウンタ - パ - ト技術者の配置。
- ・無償資金協力にて設置、建設された資機材の適切且つ効果的な使用、及び維持管理。
- ・日本側が調達する資材を使用して既存取水口から既存タンクまでの送水管敷設 (No.15 Machanguilla)、及び既存タンクから村落までの配水管敷設工事 (No.19 Comunidades) の実施。

4-2 概算事業費

4-2-1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、約 13.25 億円となり、先に述べた日本と「エ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次の通りと見積もられる。

(1) 日本国側負担経費

事業費区分	第 1 期	第 2 期	第 3 期	計
1.建設費	0.00 億円	2.58 億円	2.24 億円	4.82 億円
ア.直接工事費	(0.00)	(0.86)	(0.63)	(1.49)
イ.現場経費	(0.00)	(1.40)	(1.30)	(2.70)
ウ.共通仮設費等	(0.00)	(0.32)	(0.31)	(0.63)
2.機材費	6.66 億円	0.00 億円	0.00 億円	6.66 億円
3.設計・監理費	0.20 億円	0.77 億円	0.80 億円	1.77 億円
合計	6.86 億円	3.35 億円	3.04 億円	13.25 億円

(2) 「エ」国側負担経費

日本側建設 14 本分の付帯施設工事

- | | | | |
|---------------------|---|-----------------|-------------------|
| a. 井戸用地収容 | 500\$ × 14 地区 | 7,000\$ | (約 75 万円) |
| b. 電気引込み | 3,500\$ × 14 地区 | 49,000\$ | (約 525 万円) |
| | (トランス 2,000\$、電柱 60\$ × 5 本 = 300\$、ケーブル 1,200\$) | | |
| c. <u>フェンス 外構工事</u> | <u>2,000\$ × 14 地区</u> | <u>28,000\$</u> | <u>(約 300 万円)</u> |
| | 計 | 84,000\$ | (約 900 万円) |

口八州で井戸及び給水施設建設工事

井戸 1 本当りの工事費

a.井戸建設(深度 150m)	30,000\$	(約 320 万円)
b.井戸付帯工事(ポンプ含む)	8,000\$	(約 85 万円)
c.配水池建設(30m ³)	4,000\$	(約 42 万円)
d.給水配管網布設工事(深度 150m)	5,000\$	(約 55 万円)
小計	47,000\$	(約 502 万円)

1 年間 7ヶ所の水道整備(47,000\$×7ヶ所)	329,000\$	(約 3,525 万円)
調達機材維持管理費	30,000\$	(約 320 万円)
計	359,000\$	(約 3,845 万円)

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 平成 12 年 8 月
- 2) 為替交換レート 1 US\$=107.58 円
- 3) 施工期間 3 期分けによる工事とし、各期に要する実施設計、工事及び機材調達の期間は事業実施工程図に示した通りである。
- 4) その他 本事業は日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施される。

4-2-2 運営・維持管理計画

調達される井戸掘削機及び支援車両等の保守、管理について工事期間中は掘削技師、掘削助手が通常の始動前点検、グリスアップ、油量点検等の整備作業を実施する。工事完了後は、州の整備工場に搬入し、州の整備工によって整備作業を実施することとする。現在の整備工場の体制では3ヶ月、6ヶ月毎の定期整備において車両台数が8台増加するだけで問題ないと判断される。

本計画にて調達される資機材の運転・維持管理に必要な1年間の概算費用は30,000\$である。更にこれら毎年必要となる費用とは別に、3年毎にオーバーホールを行う必要がある為、掘削機の部品補給費200,000\$を確保する必要がある。調達機材の長期間使用に必要な補修方法、定期点検、整備についても技術移転を行う。

建設された井戸及び給水施設の維持管理は各村落の水委員会、あるいは管轄の郡役場が行うことになる。維持管理費用としては水中ポンプ運転の為の電力料金、料金徴収員と運転操作員の給与、井戸清掃費、スペアパーツ等の資機材費、事務所の管理費等が必要である。これらの費用は水道料金として徴収される。水道料金は1村落当り100\$/月(電気代50\$、人件費40\$、スペアパーツ等積立金10\$)、一所帯当りの負担額は2\$/月となる。

第5章 プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価と提言

5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果

本計画は口八州の給水状況改善の為に必要な井戸掘削機等の資機材調達、及び水不足が最も深刻な村落に技術移転を含めた井戸建設及び給水施設建設を行うこと、また継続して州側で実施する「口八州地下水開発6カ年計画」を通して、安全且つ安定した飲料水を供給することを目的とするものである。下記に本プロジェクト実施による効果をまとめる。

技術力の向上

本プロジェクトで日本側の協力により井戸掘削機や井戸建設資機材を調達し、2年間に亘る井戸建設の技術移転を受けることを契機として、州政府では地下水開発の計画、調査、井戸掘削、給水施設建設までの総合的な地下水開発の実施能力を有することとなり、口八州独自で「口八州地下水開発6カ年計画」を引き続き実行することが可能となる。

給水状況の改善

本プロジェクト実施により、給水計画年次である2006年には本プロジェクト対象地区の裨益人口25,610人が安定した給水を受けることが可能となり、給水原単位は74.7 lt/人/日(2000年)から96.5 lt/人/日(2006年)となる。

さらに本プロジェクトにより調達された資機材を利用した「口八州地下水開発6カ年計画」では、残る140地区のうち地下水開発の可能性が見込まれる71地区の地方村落における地下水開発を実施する計画であり、この計画全体を完遂させることによって2013年(予定)には同計画の「エ」国側実施対象地区裨益人口約34,000人を含む計60,000人の村落住民の給水状況が改善され、給水率は口八州全域を考えると61.1%から73.5%へと向上し、更にエクアドル国の給水基準に見合った給水量が確保されることとなる。

飲料水質の向上

本プロジェクトの対象地区では水質に問題が多く、下痢、寄生虫など水因性疾病がほとんどの地区で見られたが、本プロジェクトにより安全な飲料水を確保することができ、水因性疾病率は改善される。従って「口八州地下水開発6カ年計画」を加味すると合計約60,000人に対し、本プロジェクトと同様に安全な飲料水を確保することができ水質改善が行なわれることになる。

その他の効果

- ・これまで安定した給水サービスを受けられなかった為、満足な料金徴収が行われていなかったが、本プロジェクト実施により給水サービスが改善されることから安定した料金徴収が可能になり自治体、水委員会の経営健全化の促進に寄与する。
- ・婦女子の水汲みに係る労働が減少する。共同水栓を建設する4地区では、本プロジェクト実施前よりアクセスが容易になることから河川、溪流等他水源を利用する場合より労働量は低減し(4地区、223世帯)、各戸給水が行われているその他の地区では給水量の増大に伴い他水源への水汲み等の労働はほとんど無くなる(6地区、4,889世帯)。

- ・水因性疾病率の低減や水汲み労働力の減少による経済/社会的効果(労働効率、生産能力、生活環境の向上等)が発生する。
- ・本プロジェクトで日本側が建設する衛生的な地下水を水源とした給水システムは、近隣地区において給水モデルとなることが期待され、同地区における給水状況の改善につながるものと考えられる。

5-2 技術協力・他ドナーとの連携

ロハ州政府では現在までに地下水開発の経験や体制が無かったことから、本計画の効果的な実施や州側で実施する「ロハ州地下水開発計画6ヶ年計画」、さらには地下水開発の可能性の無い地区の新しい水源の開発と水道施設の建設および水道行政能力の向上を考慮して、別途専門家派遣を要請する意向であり、技術協力の必要性は高い。

また、本計画に関する、国際機関、二国間等他のドナーとの具体的な技術協力の連携は現在のところ無いものの、前述のとおり援助強力に積極的なNGOとの連携を図ることは、本計画や今後行われる開発計画を実施する上で重要であり、住民組織の運営体制の強化にもつながることから、実施に際してこれらNGOと調整を行うことで、最適な方向性を協議/確認することも重要であると考えられる。

5-3 課題

- 1) 日本よりの技術移転後、州政府が独自に実施する「ロハ州地下水開発6ヶ年計画」を早期、確実に完遂させるには、技術員の確保、調達機材の善良な運用及び適切な維持管理が重要となる。つまり技術員の雇用方法(契約、臨時など)の見直しを検討し、特に特殊分野の技術者(掘削技師、水理地質技師)の長期間の継続雇用が必要となる。さらに長期間の機材の有効利用には機械の定期点検、補修が確実にできる技術員も必要となる。こうした事より課題としてはこれらを考慮して新設された組織地下水部がいかに有効に機能するかに留意が必要である。
- 2) 組織の運営費(人件費、一般経費など)、計画の実施に必要な工事費、機械等の維持管理費(補修、整備費など)についての予算措置が予算計画通りに確実に履行されることが必要である。
- 3) 建設される給水施設の運用・維持管理は住民が行う為、住民に対して住民組織(水委員会)の設立や料金徴収方法等の施設運用について指導する必要がある。また機械(水中モーターポンプ、発電機)の運転や維持管理方法についての指導、水の有効利用や衛生教育についても指導する必要がある。これらは基本的に州が実施せねばならない項目であるが、確実に実施されるためにはコンサルタントによる助言や、NGO等の協力が必要となってくる。
- 4) 「ロハ州地下水開発6ヶ年計画」における地下水賦存状況の分析の結果では、地下水開発を期待できない村落が多いことが判明した。このため、これらの地区においては河川水・湧水取水等の代替案の策定が必要となり、さらには「ロハ州地下水開発6ヶ年計画」に含まれない地区においても飲料水不足が懸念されることから、ロハ州全域にわたる給水現状の把握と、地下水あるいは表流水の両者を考慮したトータルな形での上水道開発とこれに係わる技術協力、特に上水道の専門家やコンサルタントの助言等が望まれる。