

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 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「グ」国では国民生活環境改善のため上水道の普及率を優先課題と位置づけ、1981年には「飲料水供給と衛生の改善に関する10ヵ年計画」、1987年には「全国上下水道整備マスタープラン」を策定してきた。前アルフォンソ・ポルティージョ政権の「社会政策マトリックス(2000～2004年)」においては、地方上下水道の整備に高い優先度が与えられており、地方上水道の普及率を60%にまで高めることを目標としてきた。

2004年1月に発足したオスカル・ベルシェ新政権は、地方分権化・水と衛生を政策の柱に掲げ、地方自治体を通じた開発を重視している。現在SEGEPLANでは新大統領の政策を受け、政府基本方針(Lineamientos de Gobierno Período 2004～2008)の草案を作成中で、その中には「水の保全と適正使用のための制度の枠組みを展開する」、「水の持続的使用、保全、適正使用を推進する」とうたわれている。

現在新政権移行直後であるので、地方上水道普及率の具体的な数値目標はまだ定められていない。しかし、現在地方部での上水道普及率は59.6%であるが、給水施設は有るものの水源である湧水量の減少により水が十分行き渡っておらず、実質水道普及率は40%といわれている。この現状の打開策として、水源を湧水のみでなく、地下水に求める必要が出てきた。このため地方部の貧困層の多い地域において、既存給水施設に対する新規水源開発と地下水を水源とした新規給水施設建設により、実質的な上水道普及率の向上を図るため、INFOM/UNEPARは、「グ」国地方部において地下水開発を推進することを上位目標としている。この上位目標に対し、本プロジェクトはINFOM/UNEPARの地下水開発能力が整備されることを目標とするものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は上記プロジェクト目標であるINFOM/UNEPARの地下水開発能力整備のために、井戸掘さく用機材調達、深井戸給水施設建設および技術移転を実施する。

調達機材

- ・ 井戸掘さく機、アクセサリおよびツールス類
- ・ 掘さく支援車両

- ・ 揚水試験装置
- ・ 電気探査機、孔内検層器
- ・ 測定機器
- ・ 運営維持管理支援機材

施設建設

- ・ 14 コミュニティにおける深井戸給水施設建設

技術移転

- ・ コミッショニングによる機材操作指導
- ・ 14 コミュニティでのOJTによる深井戸給水施設建設
- ・ ソフト・コンポーネントによる井戸掘さく監理
- ・ ソフト・コンポーネントによる水理地質調査
- ・ ソフト・コンポーネントによる給水施設維持管理支援

これらを実施することにより、INFOM/UNEPAR の地下水開発能力が整備され、独自の地下水開発の促進が期待できる。

表 3-1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) 【基本設計調査終了時内容】

プロジェクト名：グアテマラ国地方地下水開発計画

ターゲット・グループ：

期間：2004年2月～

対象地域：グアテマラシティおよび地方部5県14コミュニティ

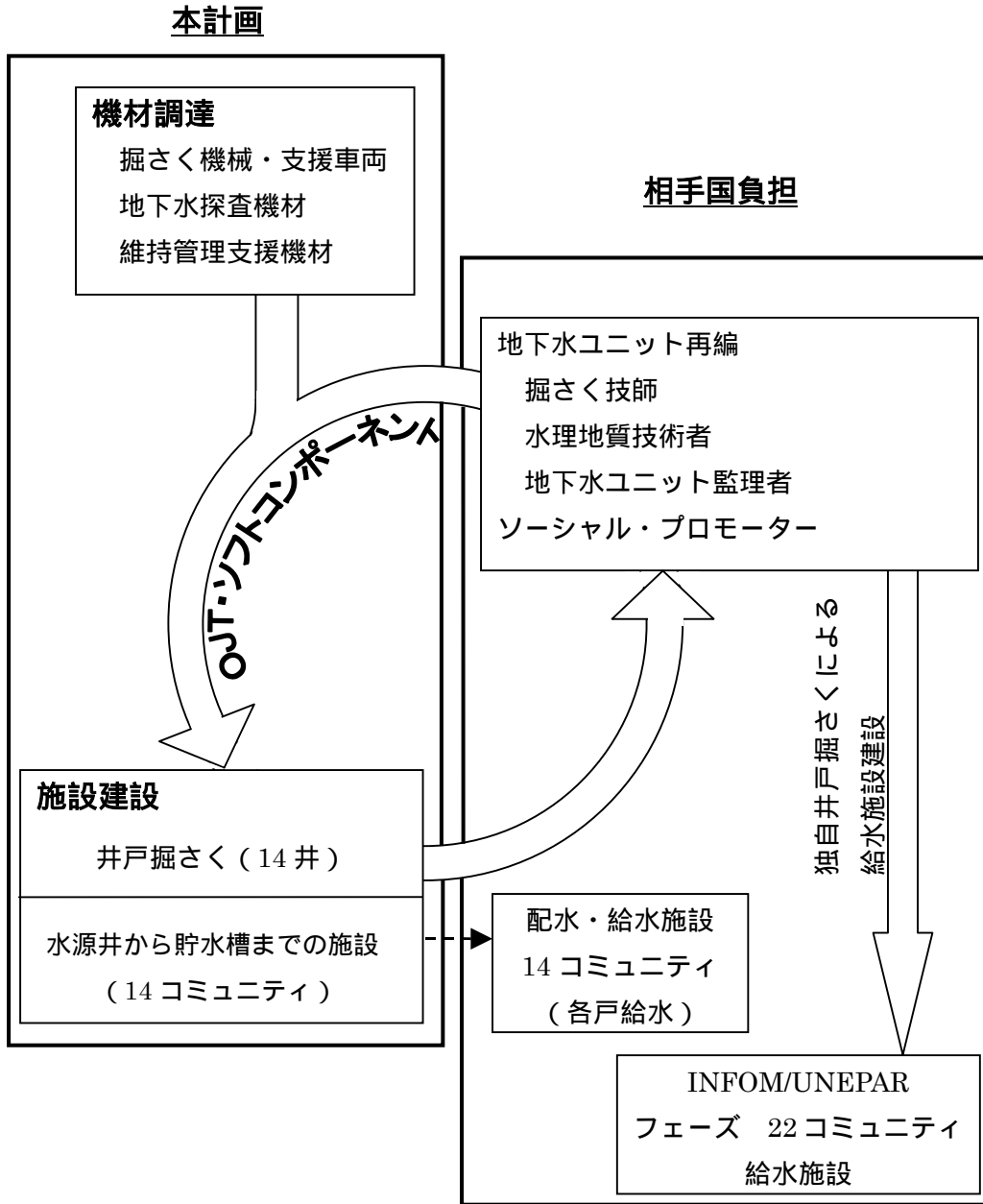
【直接】INFOM/UNEPAR スタッフ(40人) 井戸建設コミュニティ(32,811人)【間接】地方部住民(605万人)

Ver. 0.3

作成日：2004年7月

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件
上位目標 □ グアテマラ国地方部において地下水開発が推進される。	□ 機材引き渡し後5年間で地下水を水源とした給水施設が100ヶ所建設される。	□ UNEPAR 統計資料	
プロジェクト目標 INFOM/UNEPAR の地下水開発能力が整備される。	□ 実施機関が独自に年間20本の井戸を掘削する。	□ プロジェクト実施完了報告書 □ モニタリング報告書 □ 技術移転に係る報告書、聞き取り調査	□ 地方部における地下水開発に係る戦略に変化がない。 □ 地下水賦存状況が、悪化しない。
成果 1. 井戸掘さくに必要な資機材が整っている。 2. 掘さく技師の技術が向上し、井戸掘さくができる。 3. 地下水調査技術者の技術が向上し、サイティングが出来る。 4. 井戸掘さく監視能力が向上し、効率的機械配置が出来る。 5. OJTを通じ地下水を水源とする給水施設が整備される。 6. ソーシャル・プロモーターの支援能力が向上する。	1 2006年1月までに掘さく機材を2式調達する。 2-1 2006年11月までにOJTによる井戸掘さく技術移転を修了する。 2-2 2006年11月までにOJTによる14本の井戸掘さくを終了する。 3-1 2007年2月までにソフト・コンポーネントによる技術移転を修了する。 3-2 2007年2月までにフェーズ(22ヶ所)のサイティングを終了する。 4 2007年2月までにソフト・コンポーネントによる技術移転を修了する。 5 2007年2月までに14ヶ所の施設が完成する。 6-1 2007年2月までにソフト・コンポーネントによる技術移転を修了する。 6-2 2007年2月までに14ヶ所の施設の運転操作の指導方法を習得する。	1 プロジェクト完了報告書 2 業者月報 3 活動報告書 4 活動報告書 5 プロジェクト完了報告書 6 操業記録 モニタリング報告書	□ 訓練された技術者が勤務を続ける。 □ 政府が実施機関に予算措置を継続する。
活動 1-1 資機材調達計画を立てる。 1-2 必要資機材を調達する。 2-1 井戸掘さくマニュアルを作成する。 2-2 OJTプログラムを作成する。 2-3 OJTにより掘さく技師の訓練を実施する。 2-4 井戸を掘削する。 3-1 調査技師訓練プログラムを作成する。 3-2 教材を作成する。 3-3 実地訓練を実施する。 4-1 監視者訓練プログラムを作成する。 4-2 教材を作成する。 4-3 教育訓練を実施する。 5-1 実施設計書を作成する。 5-2 OJTを通じ施設を建設する。 6-1 施設操業に関するマニュアルを作る。 6-2 完成施設で操作訓練を行う。	投入 【日本側】 人材： 基本設計調査団員、詳細設計調査団員、常駐監理コンサルタント、ソフト・コンポーネント担当技術者、機材調達業者・施設建設業者 資機材： 井戸掘さく機、アクセサリ、ツールス類、高圧コンプレッサー 掘さく支援車両、スペアパーツ、揚水試験装置、測定機器、モニタリング用機材、運営維持管理支援資機材 施設建設：14コミュニティで、OJTを通じ地下水を水源とする給水施設 技術移転：OJTとコミッシングによる掘さく技術 ソフト・コンポーネントによる井戸掘さく監視、水理地質調査、運営維持管理技術 資金：無償協力資金 【グアテマラ国側】 人材： カウンターパート技術者、地下水ユニット、ソーシャル・プロモーター、コミュニティ水管理委員会メンバー 資機材： 配水施設及び給水設備資材 資金： ローカル・コスト(対象コミュニティによる建設労働力含む)	前提条件 □ 輸入・関税手続が大幅に遅れない	

図 3-1 プロジェクト概念図



3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

「グ」国地方部において地下水開発が推進されるという上位目標を達成できないでいた原因は、INFOM/UNEPAR の地下水開発能力が限られていたこと、また民間井戸掘さく業者は効率の悪い地方部での井戸掘さくを敬遠し、コストも高いため、民間委託は限定的なものとなっていたことである。このため INFOM/UNEPAR の地下水開発能力を整備することにより、独自の地下水開発の促進を図る必要がある。したがって INFOM/UNEPAR が独自で地下水開発を進めるために機材調達、深井戸給水施設建設および技術支援を本計画で実施する。

上記目的のため、井戸掘さく機材調達に関しては、井戸掘さく機械、アクセサリー・ツールズ類、掘さく支援車両等を調達する。井戸掘さく機種は、本計画終了後「グ」国全土を対象とした井戸掘さくを想定しているため、機動性に優れていること、「グ」国で想定される地質に対応できること、掘さく深度が深いこと、掘さく技師への技術移転が容易であること、等の条件を満たすトラック搭載型トップドライブ方式のロータリー掘さく機とそれに付随するアクセサリー・ツールズ類を選定した。

地下水開発能力の向上には、機材調達のみではなく同時に地下水開発技術の移転を行う必要がある。そのためコミッションング、OJT、ソフト・コンポーネントによる支援により、掘さく機械操作、掘さく工法、井戸掘さく監理能力、井戸位置を決定する水理地質調査能力、地下水を水源とした給水施設の運転・維持管理能力等の向上を図る。これらの技術移転を効果的に行うため、機械製造メーカー、深井戸給水施設建設業者およびコンサルタントが連携して当たることとする。これら技術支援に必要な機材も併せて調達する。

3-2-1-1 基本方針

現在新政権に移行中で給水率の目標値等を含む長期計画はまだ定められていないが、UNEPAR は今後 500 コミュニティから地下水を水源とした給水施設建設の要請があるものと推計している。当面 UNEPAR は本計画における 14 本の井戸掘さくを地下水開発計画フェーズ I と位置付け、本計画終了後フェーズ II(2007 年)で 22 コミュニティ、フェーズ III(2008 年)で 23 コミュニティの井戸掘さく計画を策定している。INFOM/UNEPAR は、その後のフェーズ について、地域事務所からの要請リストの分析・現地確認を実施中であるが、独自掘さく機材により年間 20 本以上の井戸建設を

継続していくことを目標としている。本計画での井戸 1 本当たりの平均所要掘さく日数は 22.3 日で、年間稼働日数 244 日を掘さく日数で除すると 10.9 本/年となる。したがい、前記目標を満足させるには 2 台の井戸掘さく機の調達が必要となる。資機材運搬用支援車両の台数は、掘さく機械 1 台分の要請しかなく、それでは調達機材が十分活用できず、目標の達成が困難となるので、追加の調達を行う。

表 3-2 フェーズ別 UNEPAR 井戸掘さく計画

	県名	プロジェクト数
フェーズ	Chimaltenango	5
	Guatemala	8
	Huehuetenango	2
	Retalhuleu	1
	San Marcos	3
	Santa Rosa	3
	計	22
フェーズ	Chiquimula	1
	Escuintla	1
	Jalapa	2
	Jutiapa	9
	Petén	9
	Zacapa	1
	計	23

井戸掘さく技術は、地質の分布条件により掘さく工法や掘さく事故での対処方法が異なることから、本計画での 14 本の井戸掘さく作業においては、日本側掘さく技術者の指導を受けながら実地で訓練するのが有効となるので、OJT の形で技術移転を進めることを基本とする。本計画対象サイトを地質・掘さく方法で分類すると大きく 3 つのパターンに分類される。

表 3-3 地質区分による掘さく法

地質分類	掘さく方法	掘さく本数
第三紀火山岩類	トリコンビットによるエア－掘り	5
第四紀堆積物・第三紀火山岩類	トリコンビットによる泥水掘り/エア－掘り	4
第四紀堆積物・深成岩類	トリコンビットによる泥水掘り/エア－ハンマー	5

OJT では、地質条件毎に、1 本目の井戸掘さくを日本側掘さく技師主導で作業を進め、2 本目を UNEPAR 掘さく技師主導で進めることで、効率的な技術移転を図るものとする。したがい、掘さく班 1 パーティ当たり、地質毎に 2 本の掘さく作業が必要で、

合計 6 本での OJT が求められる。本計画では 2 パーティでの掘さく作業を計画しており、12 本の井戸掘さく作業が要求される。さらに各パーティ 6 本の井戸掘さく作業で習得した掘さく技術の最終確認掘さく作業として、1 本の井戸を各パーティが掘さくするので、総計 14 本の井戸掘さくとなる。

要請 15 コミュニティはそれぞれ住民の給水に対するモチベーションが高く、また公共給水施設が全くないかあっても給水量が十分ではなく、新たな水源および新たな施設の建設の必要性が確認された。

しかし、水理地質および地形条件が悪い 1 サイト (TOJCHIQUEL、Huehuetenango 県) は、本計画での施設建設は見送るべきと判断する。このコミュニティは標高 2,400 ~ 2,600m の急峻な山岳地帯の稜線に発達し、井戸掘さく (掘さく機械搬入) が可能な地点から給水タンク予定地までの比高が 200m、さらに井戸の地下水位を加えると 300 ~ 400m の比高差となる。また、ここは花崗岩の岩盤地帯で周辺での井戸掘さく例もなく、井戸の成功率さえ推定するのも困難な地域である。もし仮に井戸掘さくが成功したとしても、複数台の加圧ポンプ施設が必要で、消費電力量の大きさ、施設の維持管理の困難さが有り、コミュニティレベルでの継続運転は難しいものと判断する。したがってこのサイトは、後述する水理地質調査のソフト・コンポーネントの一環として、サイティングの指導のみを実施し、その後の井戸掘さく・給水施設建設については INFOM/UNEPAR が隣接する自治体との共同施設の建設など代替案を検討した上で実施する。

その他の 14 コミュニティでは、使用可能な既存施設 (貯水槽) のあるところは有効に活用し、本計画に組み入れていくものとする。

また、UNEPAR が今まで年間大小約 300 の給水施設を建設してきた実績や既に配管材料が調達済みであることから、水源用井戸掘さくから貯水槽までの建設を日本側負担とし、貯水槽から先の配管網については先方負担で行うこととする。

前述の検討を基に、本件実施における協力対象範囲の設定に当たっては、以下を基本方針とする。

- 1) 掘さく機材調達は、「グ」国全土の掘さくに対応出来るロータリー掘さく工法機種を 2 台調達する方針とする。原要請リストの支援車両台数では十分機能が発揮できないため、適切な台数を調達するものとする。
- 2) 要請 15 コミュニティでの施設建設は、水理地質・地形的に困難な 1 コミュニティを除いた 14 コミュニティで建設する方針とする。また、施設建設範囲は井戸建設から貯水槽までとし、貯水槽から先は先方負担とする。
- 3) 井戸掘さく技術移転は、本件での井戸掘さく作業における OJT の形で進める方

針とする。

- 4) 水理地質調査手法、深井戸給水施設のハード面（ポンプ操作、塩素滅菌器等）、井戸掘さくの管理面（マネージメント）については、経験のない分野や経験の浅い部分があり、ソフト・コンポーネント導入による技術支援を行う方針とする。

本計画における、日本側負担と相手国負担の区別は以下のとおりである。

日本国負担	相手国負担
水源開発（井戸掘さく）に必要な機材	施設建設用地の確保と整備
水源施設の建設（深井戸）	受電施設までの動力線の整備
貯水施設の整備	貯水施設からの配水管敷設
水源より貯水施設までの配管	

3-2-1-2 自然条件に対する方針

本計画対象コミュニティは、中部高原地域に属し、年平均降雨量は1,000～1,500mm程度であるが、雨期（5月～10月）と乾期（11月～4月）に明確に分かれている。降雨量の85～95%が雨期に集中するものの、10mm以上の降雨日数は多くなく、雨期でも工事を中断することなく、作業の継続は可能である。しかし、降雨状況から3割程度の稼働率の低下を考慮に入れる必要がある。過去14年間の10mm以上の平均降雨日数を下表に示す。

表 3-4 降雨量 10mm/日以上の日別日数（1990～2003年の平均）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Chimaltenango	2	3	1	3	4	5	3	3	6	1	0	0
Quetzaltenango	0	0	0	1	4	5	3	4	6	3	1	0
Huehuetenango	0	0	1	3	6	8	5	5	11	7	2	0

各対象コミュニティおよび施工地点へのアクセスは、未舗装・急峻な坂道が多く、雨期での通行は特に注意を要する。

中部高原地域は火山帯に位置し、また太平洋、アメリカ、カリブ、ココスおよびナスカの各プレートの合流点でもあることから、地震多発地帯でもある。古くは1717年と1773年に当時の首都であったアンティグアが地震により破壊されたため、首都がグアテマラ市に遷都された。1902年にはケツアルテナンゴ、1918年にはグアテマラ市が被害を受けた。近年では1976年にも地震被害を受け、約3万人が死亡した。このことから、土木構造物は耐震構造物とする。

3-2-1-3 社会条件に対する方針

対象コミュニティには、マヤ文明の伝統を受け継ぐ先住民が多く居住している。地方部農村地帯に位置するコミュニティでは農作業のスケジュールが年間を通じて決まっており、それが住民の生活サイクルに影響している。このため地元住民を雇用する場合は、古くからの伝統、習慣・行事、就業サイクルに十分留意し、就労条件もそれらを考慮したものとする。特に日本側建設部分に連動して、配水施設は「グ」国側負担で INFOM/UNEPAR 監督の下、対象コミュニティ住民の労働提供により建設されることとなることから、前述の住民の生活習慣との調整は重要となる。

また、対象コミュニティに住む先住民は男性優位的な文化習慣を色濃く反映しており、既存の水管理委員会メンバーも男性が大半を占めている。このような背景の下、UNEPAR ソーシャル・プロモーターはその活動の一つに女性の参画を挙げ、給水プロジェクトの中で支援活動をつづけてきた。本計画においても引き続き UNEPAR が支援活動を行い、日常生活の中で安全な水の重要性を特に理解している女性が給水施設の運営維持管理へ参加していけるように UNEPAR の支援活動を促すことが必要である。

ゲリラとの和平合意が成立してから 10 年近く経過し、地方での政治状況は安定してはいるものの、幹線道路沿いでは夜間に強盗等の犯罪が多発しているため、夜間での移動をさけるような行程、携帯電話の携行、有事の避難経路の確保等に十分留意する。

対象コミュニティによる運営維持管理業務ができるだけ簡易になり、また電力費等の運営コストが可能な限り低くなるような施設設計とする。

3-2-1-4 建設事情に対する方針

耐震設計基準は、1996 年に地震を考慮した建築に関する設計基準 (Normas Estructurales de Construcción Recomendadas para la República de Guatemala) が制定された。本件に関する土木構造物は前記基準を満足するものとする。

水道施設は 1997 年に改訂された地方給水設計ガイドライン (Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales) に準拠するものとする。

使用される主な建設資機材は、配管材、水中モーターポンプ、鉄筋、セメント、骨材等である。「グ」国で生産されている資材は、セメント、配管材、骨材であるが、その他の資材については現地に輸入代理店が整備されており、常時在庫を抱えているため入手は容易であり、関連建設資材は、現地資材業者からの調達を前提とする。

また、調達機材のうち、掘さく機械および関連機材は、現地で直接調達が出来ない特殊な仕様となるため日本国および第三国調達を前提とする。その他の車輛およびモーターバイクについては、現地代理店が整備されていることから、価格、納期および調達後のメンテナンスの観点から現地調達を前提とする。

3-2-1-5 現地業者の活用に係わる方針

「グ」国には、一般建設業者、測量・地質調査コンサルタントが多くあり、本計画で建設する施設規模であれば、これら業者・コンサルタントは下請けとして対応可能な技術力・経済力を有し、国内での建設実績も多い。本計画では日本人技術者による施工管理体制を敷き、現地建設業者を活用する。ただし、井戸建設工事は、調達掘さく機材による掘さく技術の技術移転が目的であるため、現地民間業者は活用しないで、日本人掘さく技術者による UNEPAR 掘さく班に対する OJT として施工する。

3-2-1-6 実施機関の維持管理能力に対する方針

本計画で建設される給水施設は、日本側建設分、先方建設分もコミュニティの水管理委員会が管理する。「グ」国では今まで湧水を水源とした給水施設が、数多く建設されてきた。これらの施設は、湧水量の減少・人口の増加により給水量に対する不満はあるものの、それぞれのコミュニティで維持管理されてきた実績がある。給水施設の維持管理に対するノウハウは、INFOM/UNEPAR の技術指導やコミュニティ同士での情報交換等により受け継がれてきた。

本計画で建設される施設は、深井戸を水源とし、途中に加圧送水設備を設けるなど、湧水中心の施設とは異なり、運転経費の上昇や運転管理操作の複雑化は避けられない。したがって、運転操作は出来るだけ簡便化し、配管材料もコミュニティで修理が可能な仕様とする。また INFOM/UNEPAR のソーシャル・プロモーターに対し、ポンプ類の運転操作の基本を技術移転し、移転を受けたソーシャル・プロモーターがコミュニティの水管理委員会に対して指導を行うものとする。

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係わる方針

1) 調達機材

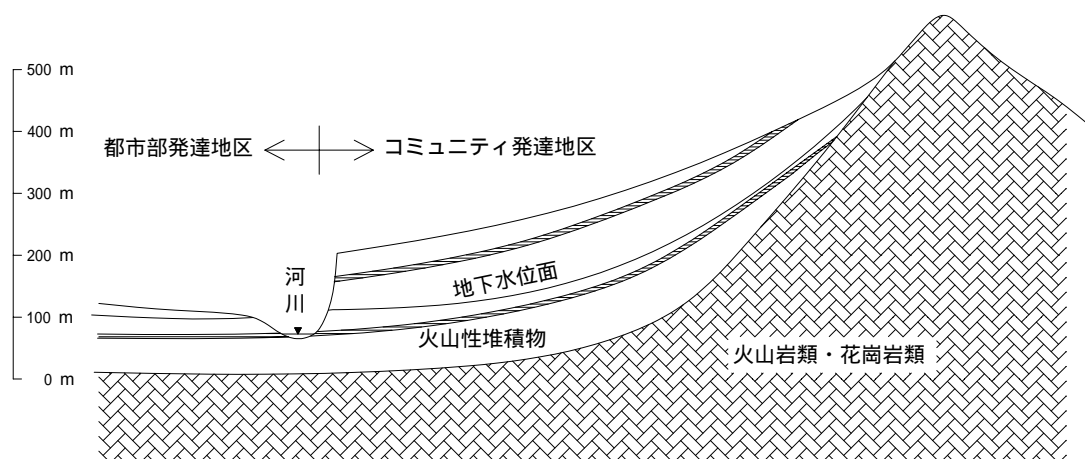
一般にコミュニティは、都市部が位置している所より比高にして 30～100m 前後高い上位段丘面や山麓に位置しており、都市部に掘さくされた井戸よりも 50m 前後深い井

戸の掘さくが要求される。

最も信頼できる同一地域の井戸データとして、1995年 JICA により実施された「中部高原地下水開発計画調査」の井戸資料がある。それらの資料によると 150～250m の掘さく深度で平均 190m である。また本調査の対象 15 コミュニティでの水理地質調査によると、150～350m の掘さく深度で平均 234m である。したがい、掘さく能力は 350m の掘さくが可能なものとする。また、井戸仕上げ口径は 152.4mm（呼径 6 インチ）から 203.2mm（呼径 8 インチ）であるため、最終掘さく孔径は 269.9mm～311.1mm の大きさが要求される。掘さくする地質は硬岩（深成岩・火山岩類・石灰岩）から軟岩（火山性堆積物・沖積堆積物）まで多種に渡るため、トリコンビットによる泥水・エア掘さく、DTH によるエア掘さくの可能な機種が要求される。

調達車両は、地方部のアクセス状況や雨期での作業を考慮し、総輪駆動とする。

図 3-2 模式断面図



2) 施設建設

貯水槽は耐震性を考慮し、地上型水槽はコンクリート製、高架水槽はパイプ支柱の鋼製タンクとする。配管は、埋設部分を維持管理が容易な硬質塩化ビニール管とし、露出部、操作室内、送水管高圧部については鋼管を使用する。

給水区域内における家屋配置は区域内に分散しており、共同水栓を設けた場合、水場までの距離が遠くなること、および水汲みの待ち時間がかかることから、最近建設される給水施設は、住民の利便性を重視して各戸給水となっている。また、その際家屋規模が小さく内部空間が狭いことと、下水道施設が未整備な状況でも水利用後の排水が容易

なことから、水栓は屋外に1栓設ける形式が標準となっている。

INFOM/UNEPAR は現在、住民の水の無駄遣いを防止し、水使用量に見合う適切な料金徴収を実施するために水道メーターを設置するようになってきている。この水道メーターの設置による従量制は、コストに見合う適切な料金徴収を可能にしたが、結果として大部分の住民が水を大事に利用する姿勢（基本料金内に月額水支出が納まるような消費行動）を示すこととなった。UNEPAR 管轄のメーター設置給水施設では基本使用水量の設定を20から30m³/月にしているが、平均家族人数（6名）の世帯が給水原単位以内の使用量を守るのであれば、この基本料金を超えることはない。このため今のところ実質定額制と言ってもよい。本計画対象コミュニティでも UNEPAR は、各戸に給水栓1栓と水道メーターを設置する方針である。

計画対象コミュニティでの現在の水の平均使用量調査結果は、42.11～49.89 ℓ/日/人であるが、今後給水量が安定して供給されるようになれば、その使用水量は増加することが想定される。給水原単位は実施機関との協議で「地方給水設計ガイドライン」に示されている、公共水栓および各戸給水の複合型の最大値、各戸給水（ただし屋内に複数の水栓が設置される場合）の最小値である、90 ℓ/人/日を採用することとする。

注：INFOM/UNEPAR「地方給水設計ガイドライン」給水原単位規定

- ・公共水栓のみ： 30～60 ℓ
- ・公共水栓および各戸給水の複合型： 60～90 ℓ
- ・各戸給水（ただし水栓が屋外に設置されている場合）： 60～120 ℓ
- ・各戸給水（ただし屋内に複数の水栓が設置される場合）： 90～170 ℓ

3-2-1-8 工期に対する方針

本計画は、機材調達と施設建設からなるが、調達された掘さく機材を使用して掘さく技術の移転を図るため、井戸建設を含めた施設建設は、機材調達が完了してから着手するものとする。したがって、1期で機材を調達し、2期で施設建設を行うものとする。

3-2-2 基本計画

要請された機材内容及び計画対象の検討内容を次表に示す。

表 3-5 資機材内容

	項 目	要請内容	本計画	
機材調達	a. 掘さく機、アクセサリ、ツールス類 1) トップヘッドドライブ車輛搭載型掘さく機(大型) 2) トップヘッドドライブ車輛搭載型掘さく機(中型) 3) 高圧コンプレッサー(車両搭載型)	1 式 1 式 掘さく機に含む	2 式 - 2 台	
	b. 掘さく支援車輛 1) 資材運搬用カーゴトラック、6 トンクレーン付き 資材運搬用カーゴトラック、4 トンクレーン付き 2) 資材運搬用カーゴトラック、3 トンクレーン付き 3) 工事用水運搬トラック 4) ピックアップトラック、シングルキャビン 5) ピックアップトラック、ダブルキャビン	1 台 1 台 1 台 2 台 2 台	- 2 台 - 2 台 - 4 台	
	c. 揚水試験装置 1) 大型水中モーターポンプ 2) 小型水中モーターポンプ 3) 発電機	1 台 1 台 2 台	1 台 1 台 1 台	
	d. 測定機器 1) 水位計 2) 電気探査機器 3) 孔内検層器 4) 水質分析器	2 台 1 台 2 台 2 台	2 台 1 台 2 台 2 台	
	e. モニタリング用機材 1) GPS 2) 無線機(ステーション付き) 3) コンピュータ及びデータベース用ソフト	1 式 1 式 1 式	2 式 - 1 式	
	f. モデル深井戸 15 本用資材 1) ケーシング、径 8 インチ 2) ケーシング、径 6 インチ 3) スクリーン、径 8 インチ 4) スクリーン、径 6 インチ	3,000m 3,000m 300m 300m	施設建設に含む (14 サイト)	
	g. 水中ポンプ 1) 水中モーターポンプ(大型及び小型)	15 台	施設建設に含む (14 サイト)	
	h. 運営維持管理用機材 1) コンピュータ及びデータベース用ソフト 2) モーターバイク	- -	3 式 3 台	
	施設建設	1) 深井戸とこれに付随する揚水機器、操作室、井戸から貯水槽までの配管、貯水槽	15 カ所	14 ヶ所
	技術移転	井戸掘さく・水理地質調査 給水施設運営維持管理支援	1 式	1 式

3-2-2-1 機材計画

(1) 計画数量

a. 掘さく機・関連機材

UNEPAR は本計画における 14 本の井戸掘さくを地下水開発計画フェーズ I と位置付け、本計画終了後フェーズ（2007 年）とし 22 コミュニティ、フェーズ（2008 年）で 23 コミュニティでの井戸掘さく計画を策定している。

INFOM/UNEPAR は、その後のフェーズ以降について、地域事務所からの要請リストの分析・現地確認を実施中であるが、12 コミュニティは既にリストアップされている。UNEPAR は、今後調達された掘さく機材により年間 20 本以上の井戸建設を継続していきたいとしている。この計画を満足させるために 2 台の井戸掘さく機の調達をすることとする。

要請の車輛搭載型井戸掘さく機の形式、機種については、本プロジェクトにおいて、井戸の建設を通じて「グ」国側に対して技術移転することを目的として調達する。同調達掘さく機材は、本計画完了後においても、継続して全土を対象にコミュニティにおいて、井戸建設を行うために用いられる。

なお、掘さくビット等の消耗資材は、フェーズで予定されている 22 本分を調達するものとする。

b. 掘さく支援車輛類・機材

井戸掘さく機による掘さく作業が、効率よく進められるよう掘さくツール類の寸法・重量に見合った運搬車両、人員輸送車を最低数量調達する。

c. 揚水試験装置

井戸掘さく後の井戸能力を判定するために、水中モーターポンプ 2 台（大型と小型各 1 台）と発電機 1 台を調達する。

d. 測定機器

井戸掘さく前の水理地質調査に必要な電気探査機器を 1 台、掘さく作業に付随する測定器として、水位計、孔内検層器、水質分析機器を各 2 台調達する。

e. モニタリング用機材

掘さく位置を地図上に特定するための GPS を 2 台、掘さく前の水理地質データと掘さく後の井戸データを管理するためのコンピュータを 1 台調達する。

f.g. モデル深井戸 15 本用資材、水中ポンプ

施設建設に付随する機材なので、機材調達には含めず、施設建設（14 井の井戸建設）の一部として取り扱う。

h. 運営維持管理用機材

対象 14 コミュニティを管轄することになる INFOM/UNEPAR 地域事務所 3 ヶ所にコミュニティの給水施設運営維持管理の支援用モーターバイクを各事務所 1 台（計 3 台）調達する。また同地域事務所地方部社会部門にデータベース用コンピュータを各事務所 1 台（計 3 台）調達する。

(2) 調達機材の仕様

機材仕様の決定に当たっては、要請内容を検討の後、基本設計調査現地作業および国内解析作業の結果に基づき、我が国無償資金協力の対象事業の施工に必要とされる仕様限定することを基本方針とする。しかしながら、調達される機材が、本計画完了後は、実施機関自身により継続的に他地域での地下水開発事業にも用いられることを前提として、機材の基本性能や耐久性については、対象国全土の地下水開発条件を満たすことができるものとする。次表に機材仕様、選定判断理由を示す。

表 3-6 調達資機材の仕様

資機材	仕様	判断理由
車輛搭載型 井戸掘さく機	型式：DTH および泥水掘さく兼用 基本能力：350m 口径：311mm 車両：6×6 駆動	掘さく対象地質は、沖積層、第3、4紀火山噴出物、第3、4火山岩、深成岩、石灰岩と多種に渡るため、泥水・エア掘さくおよびDTH掘さくが必要。掘さく深度は最大350mまでであり、350mクラス能力の機種が必要。最終掘さく孔径は12-1/4" (311mm) で計画。
車両搭載型コンプレッサー	空気供給量：25m ³ /min 空気圧力：2.4Mpa 230kw 程度 車両：4×4 駆動	上記井戸掘さく機のエア掘さく・DTH掘さく及び井戸洗浄に必要な能力。
揚水試験装置	水中モーターポンプ：450 馬力/min × 200mH 900 馬力/min × 150mH	井戸能力（揚水量、水位降下）を特定するための装置。
掘さく用資機材運搬用車両	6×6 駆動、4t クレーン付き、 積載量：8,000kg 程度、260PS 程度	標準付属品、ケーシング、などの運搬・積上げ・降しに必要な能力の車両。
水タンク用車両	4×4 駆動車、6,000 公升タンク、ポンプ付き 200PS 程度	掘さく用水運搬、現場クルーの生活用水運搬用に必要。
要員輸送用トラック	4×4 駆動車、ピックアップ、ダブルキャビン、 61kw	現場クルーの移動手段。
工事管理用車両	4×4 駆動車、ピックアップ、ダブルキャビン、 61kw	井戸掘さく、揚水試験、付帯施設建設の作業要員、管理・監督要員移動用に必要。
水源調査および測定器運搬用車両	4×4 駆動車、ピックアップ、ダブルキャビン、 61kw	水理地質調査要員・機器の移動用。
孔内検層器	測定深度：350m 比抵抗、自然電位、ガンマの測定	ケーシングプログラム作成用。
電気探査機器	測定深度 350m、最大出力電流 1A、最大電圧 400V、データ解析用パソコン	水理地質探査用器材、地盤の比抵抗を測定することにより、地質構造を推定、井戸掘さく深度に対応する 350m の能力が必要。
モニタリング用機材	GPS 携帯型 コンピュータ及びデータベースソフト	井戸掘さく位置の特定、井戸情報の管理。
維持管理用機材	コンピュータ及びデータベースソフト モーターバイク、125cc、オフロード用	UNEPAR 地域事務所社会部門データ整理に必要。 地方に位置する対象コミュニティ訪問用。
掘さく消耗品類	22 井分のビット	本計画終了後、先方側がフェーズにて独自で掘さくするのに必要。

1. 掘さく機及びコンプレッサーの選定

掘さく機の大きさは、井戸掘さく時における吊荷重、マスト長はドリルパイプの長さ、マッドポンプは泥水の上昇流速、コンプレッサーは上昇風速と掘さく深度によって決定される。

1) 吊荷重からの検討

最大掘さく深度 350m、掘さく口径 12-1/4"を想定した場合、最大掘さく深度までの掘さくで井戸掘さく機本体から地中に下ろされる掘さく工具類の合計質量は約 13.75 t となる(次表参照)。これらを掘さく作業中に上下させることに加え、井戸内の孔壁崩壊によりビット等の抑留（スタック）が発生した場合、崩れ落ちた土砂がある程度被さっても引上げる力が必要で、その増加分を 20%とすれば、合計 16.5t の引上げ能力が必要となる。

表 3-7 吊り下げ工具類の質量

工具名	数量	単位	単位質量 (kg)	合計質量 (kg)
ドリルヘッド、サブ類	1	式	約 500	約 500
ドリルパイプ O.D.4-3/4", 6m/本	56	本	158.4	8,870
ドリルカラー 8" 6m/本	3	本	1,348.2	4,044
ハンマーボディ 6" ~ 10"用	1	基	341	341
合計				約 13,755

2) ドリルパイプ長、マスト長からの検討

下記の理由により、新規調達の掘さく機は 6m ドリルパイプ対応のマスト長をもつ機種とする。

・ ドリルパイプの継足し作業の作業効率

ドリルパイプの定尺は、3m あるいは 6m が主力である。どちらを使用しても井戸掘さくの品質自体に違いはない。しかし、3m のドリルパイプを使用した場合、6m のそれを使用する場合に比べて継足し回数が 2 倍に増えるため、掘さく深度が増すほど井戸掘さく作業時間が多くかかる。

3) マッドポンプの検討

一般に孔内泥水の上昇速度 v_m は 0.25 ~ 0.40m/s が必要とされており、12-1/4[311mm] (D1) の掘さく口径とドリルパイプ 4-3/4[120mm] (D2) の間を通過する泥水量 Q_m は以下の式で算出される。

$$Q_m = A \cdot v_m$$

ただし、

$$A = (\text{掘さく断面積}) - (\text{ロッド外断面積}) \\ = \pi \cdot (D1^2 - D2^2)/4 = \pi \cdot (0.31^2 - 0.12^2)/4 = 0.064 \text{ m}^2$$

ここで、上昇速度 v_m を 0.25m/s に設定すると、

$$Q_m = 0.064 \times 0.25 = 0.016 \text{ m}^3/\text{s} = 960 \text{ lit}/\text{min}$$

したがって、マッドポンプの送水量は 960 lit/min 以上の能力が必要となる。

4) コンプレッサーの検討

最終掘さく口径 12-1/4"、最大掘さく深度 350m を想定した場合のコンプレッサーの

必要能力について検討する。

- ・ 循環エア速度

掘さく深度が深くなると、エアーだけではスライムを掘さく孔内から効果的に排出することが出来なくなる。このため、発泡剤を注入しながら掘さくするエアフォーム掘さくを採用する。エアフォーム掘さくにおける孔内上昇速度は 0.25 ~ 5.0m/s が必要とされている。

- ・ 消費空気量

掘さく口径 12-1/4”[311mm](D1)、ドリルパイプ外径 4-3/4”[120mm](D2)で DTH 掘さくを行う場合、循環エア速度 BV は消費空気量を Q_c とすると以下の式で算出される。

$$BV = Q_c / A$$

ただし、

$$A = (\text{掘さく断面積}) - (\text{ロッド外断面積}) \\ = \cdot (D1^2 - D2^2)/4 = \cdot (0.31^2 - 0.12^2)/4 = 0.064 \text{ m}^2$$

ここで、循環エア速度 BV を 5.0m/s に設定すると、消費空気量 Q_c は

$$Q_c = 5.0 \times 0.064 = 0.32 \text{ m}^3/\text{s} = 19.2 \text{ m}^3/\text{min} \text{ となる。}$$

一方、上記掘さく口径用のハンマービットの動作から要求される消費空気量は、22 m³/min 以上である。したがって、消費空気量はハンマービット動作所要量により決定され、22 m³/min 以上が必要となる。

- ・ 水頭圧（圧縮空気圧）

井戸内に地下水が流入している場合、孔底には水深 1m 当り約 0.01MPa の圧力がかかることが知られている。想定最大浸水深は 200m であり、圧縮空気によってこの水を全て排出させるために必要な圧力 P_w は、

$$P_w = 0.01\text{MPa}/\text{m} \times 200\text{m} = 2\text{MPa} \text{ となる。}$$

2.車両の検討

1) 井戸掘さく資機材運搬用車両

本車両は掘さく機の標準付属品・ツールズ及びスクリーン・ケーシング、地下水ユニッ

トの現場生活用具などの資材を運搬する。サイト間の移動で運搬する掘さく機の標準付属品・ツールの総重量は約 15.5t となるため、本車両の積載能力が 8.0t で 2 回の移動が必要である。

表 3-8 標準付属品・ツールの重量

機材・工具名	数量	単位	単位質量 (kg)	合計質量 (kg)	備考
ドリルパイプ O.D.4-3/4", 6m/本	56+3	本	158.4	9,345	予備 3 本
ドリルカラー 8-1/2"用, 6m/本	3	本	1,348.2	4,044	
ハンマーボディ 6" ~ 10"用	1	基	341	341	
ビット類 トリコンビット	6	個	約 120	約 720	
エンジンウェルダー	1	台	約 200	約 200	
その他アクセサリ	1	式	約 500	約 500	
一般工具類	1	式	約 300	約 300	
生活用具 テント、ベッド等	1	式	約 50	約 50	
合計				約 15,500	2 回運搬

掘さく完了までに作業基地から 8 インチケーシング・スクリーンパイプの場合が 2 回、6 インチケーシング・スクリーンパイプの場合で 1 回の輸送が必要となる。

表 3-9 ケーシングパイプ重量

資材名	数量	単位	単位質量 (kg)	合計質量 (kg)	備考
ケーシングパイプ 内径 203.2mm 6m/本	59	本	252.6	14,903	
計				14,903	2 回運搬
ケーシングパイプ 内径 152.4mm 6m/本	59	本	118.8	7,009	
計				7,009	1 回運搬

その他に揚水試験用機材の運搬が 1 回となる。

表 3-10 揚水試験機材の重量

機材名	数量	単位	単位質量 (kg)	合計質量 (kg)	備考	
水中ポンプ	1	台	約 200	約 200		
発電機	1	台	約 1,700	約 1,700		
その他付属品	揚水管 内径 101.6mm 6m/本	35	本	約 132	約 4,620	
	操作盤、ノッチタンク、バルブ類他	1	式		約 500	
合計				約 7,020		

また、ドリルパイプおよびケーシング、スクリーンは長さ 6m であるため、これらの運搬には少なくとも 5.5m の荷台長が必要である。なお、現場間移動における長距離悪路走行が想定されるため、本車両は総輪駆動車とする。

2) 給水車

本車両は泥水掘さく時の掘さく用水、エア掘さくの注入水、各現場作業班への生活用水の運搬に使用する。なお、現場間移動における長距離悪路走行が想定されるため、本車両は四輪駆動車とする。

水タンクの容量について、12-1/4"で最大 20m/日の泥水掘さくを行うことを想定した場合、掘さく孔内の泥水量 V_m は、

$$V_m = \{ (\text{掘さく断面積}) - (\text{ロッド外断面積}) \} \times (\text{掘さく深度}) \\ = \pi \cdot (D_1^2 - D_2^2) / 4 \times 20 = \pi \cdot (0.32^2 - 0.12^2) / 4 \times 20 = 1.4 \text{ m}^3$$

となる。また、泥水循環のため地上の泥水ピットには少なくとも上記と同量の 1.4 m^3 の泥水量が必要である。これに加えて、地上部の泥水循環経路および掘さく孔内の逸水等のロス分として、少なくとも 1.4 m^3 が必要となる。以上により必要な泥水は合計 4.2 m^3 となり、1回の調泥に約 5 m^3 の水が必要となる。その後は、掘さく日毎に 2.8 m^3 必要となる。また、エア掘さくの場合、発泡剤を希釈注入するための水が必要で、12-1/4"で最大 12m/日の掘さくを行うことを想定した場合、

発泡剤使用量：2.61kg/m

希釈率：0.5% であるので、

$Q = 2.61 \times 12 \div 0.5\% = 6,264 = 6.2 \text{ m}^3$ となり、 6 m^3 タンク容量が必要となる。

3. その他機材類の検討

1) 孔内検層機

適正なスクリーン設置位置を確定させるために、孔内検層機を用いて孔内の比抵抗、自然電位、自然放射能（ナチュラル）を測定し、滞水層位置を確定させる。測定深度は 350m とする。

2) 揚水試験装置

スクリーン・ケーシング設置後、井戸能力を把握するために、揚水試験を行う。既存井戸データによると、その揚水量は 100 ~ 1,000 ㍈/分と井戸の能力が広範になるため、2種類のポンプ 450 ㍈/分と 900 ㍈/分程度、揚程がそれぞれ 200m、150m 程度のものを調達する。このポンプに対応する発電機は 80KVA 程度となる。発電機以外にも、ポンプ運転用電源パネル、揚水管、ケーブル、バルブ、流量測定用三角堰などが付随する。

3) 地質調査用機材

井戸掘さく地点の調査のために、電気探査装置を調達する。測定原理は地中の電流を流し抵抗（比抵抗）を測定して、水の有無を推定する（地中水の抵抗は低い）。測定深度は 350m とする。電気探査装置には測定に必要なケーブル、ロッド等が付随する。

3-2-2-2 施設計画

水源用井戸掘さくから貯水槽までの建設が日本側負担となり、貯水槽から先の配管網については先方負担である。

施設の基本計画は INFOM/UNEPAR の「地方給水設計ガイドライン」に準じ、以下の設計基準を採用する。

表 3-11 本計画設計基準

項目	INFOM/UNEPAR 基準	本計画設計基準	備考
給水形態	共同水栓～各戸給水	各戸給水（先方負担）	
計画目標年次 （土木構造物）	施設完成後 20 年	施設完成後 20 年	先方負担分は 20 年
計画目標年次 （ポンプ機電類）	施設完成後 5～10 年	施設完成後 10 年	
将来人口推定法	人口増加率一律 3%	人口増加率 2～4%	INE 人口予測値を採用
給水原単位	60～120 ㍉/人/日	90 ㍉/人/日	
有効率・負荷率	考慮せず	考慮せず	
貯水槽容量	一日平均給水量の 40～65%	一日平均給水量の 50%	
一日最大給水量	一日平均給水量 x1.3	一日平均給水量 x1.3	

(1) 給水形態

貯水槽から先は先方負担であるが、地方部においても現在「グ」国では屋外に 1 水栓を設ける各戸給水が標準となっている。

(2) 計画目標年次

貯水槽などの土木構造物は、施設完成後 20 年としているが、貯水槽容量を算定する場合、一日最大給水量ではなく一日平均給水量を基準としている。従って、20 年の計画とはいうものの、一日最大給水量での計算と比較すると、実際は一日最大給水量での 10 年計画とほぼ同量の水槽容量となる。

(3) 計画人口

計画人口を算定するには、まず現在人口を確定しなければならないが、コミュニティレベルでの最新人口統計資料は 1994 年に実施されたものしかなく、調査当時にはコミュニティが存在しなかったり、計画給水区域と異なっていたりしている。1994 年のセンサスを基本に、コミュニティでの聞き取り調査、空中写真（1989～90 年 JICA 援助による写真）からの家屋数割り出しによってそれぞれの人口を検証し、表 3-13 の現在人口（2004 年）とした。

計画年次の人口を推定するのに必要な人口増加率は、国立統計局（INE）で発行している「2000～2005 年県・郡レベル人口予測」（Proyecciones de Población a Nivel Departamental y Municipal por Año Calendario Período 2000～2005）で採用している郡レベルの値を、それぞれのコミュニティに適用した。郡レベルでは 2002 年に実施された人口統計資料が公開されているので（コミュニティレベルは未公開）、1994 年から 2002 年までの人口増加率を各郡で算出し、本計画での採用値と比較すると表 3-12 のようになる。従い本計画での採用値は 2002 年までの実質増加率をほとんどの郡で下回り、本計画での採用値は過大ではないと判断する。

表 3-12 人口増加率検討表

市名	1994 年	2002 年	人口増加率	計画採用値
Tecpán Guatemala	41,152	59,859	5.7%	2%
Patzún	32,563	42,326	3.7%	2%
Huehuetenango	60,818	81,294	4.2%	4%
Chiantla	53,015	74,978	5.2%	3%
San Carlos Sija	23,142	28,389	2.8%	2%
Sololá	37,127	63,973	9.0%	2%
San Andrés Xecul	16,527	22,362	4.4%	3%
San Cristóbal	28,120	30,608	1.1%	3%

表 3-13 計画人口

No.	コミュニティ名	現在人口（2004）	計画人口（2026）	人口増加率
C-1	PACORRAL	1,351	2,089	2%
C-2	LA GIRALDA	950	1,469	2%
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	1,604	2,480	2%
C-4	EL SITIO	2,399	3,709	2%
C-5	EL LLANO	514	795	2%
C-6	PANABAJAL	1,800	2,783	2%
C-7	PAXOROTOT	1,247	1,928	2%
H-1	CANSHAC	800	1,896	4%
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	900	2,133	4%
H-3	LA CHACARITA	950	1,820	3%
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	8,035	12,422	2%
S-1	LOS ENCIENTROS	1,921	2,970	2%
T-1	NIMASAC	5,340	10,232	3%
T-2	NUEVA CANDELARIA	5,000	9,581	3%

(4) 給水原単位

「3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係わる方針」で記述した理由により 90 ㍉/人/日を採用する。

a. 取水施設

・水源

水源は深井戸とし、日本側主契約者施工監理のもと実施機関技術者が井戸建設を行なう。井戸の成功率は、類似地質条件で実施された「中部高原地下水開発計画調査」(JICA 1995)の試掘調査結果のデータを基に 90%と推定する。施設完成時(2007年)の必要給水量を賄える揚水量が産出された場合は成功井とする。また、計画年次までに不足する水量については、実施機関が追加の井戸を建設することで合意されている。以下に各サイトの成功井の基準と井戸仕上げ内容を一覧に示す。

表 3-14 井戸掘さく仕様

サイト名	本数	計画 必要揚水量 (m ³ /日)	テンポラー ケーシング (m)	計画 井戸深度 (m)	計画 仕上径 (mm)	ケーシング (m)	スクリーン (m)	充填砂利 (m)
PACORRAL	1	129	22.0	200	150	128	72	144
LA GIRALDA	1	91	11.0	250	150	160	90	184
ALDEA XENIMAJUYÚ	1	153	11.0	250	150	160	90	184
EL SITIO	1	229	22.0	300	150	192	108	224
EL LLANO	1	49	16.5	300	150	192	108	224
PANABAJAL	1	172	22.0	200	150	128	72	144
PAXOROTOT	1	119	11.0	250	150	160	90	184
CANSHAC	1	81	16.5	150	150	96	54	104
SECTOR SANTA AGAPE	1	91	22.0	150	150	96	54	104
LA CHACARITA	1	93	22.0	200	150	128	72	144
SAN JOSE CHICALQUIX	1	767	16.5	200	200	128	72	144
LOS ENCUESTROS	1	184	22.0	300	150	192	108	224
NIMASAC	1	525	22.0	300	200	192	108	224
NUEVA CANDELARIA	1	492	22.0	120	200	75	45	80

・取水ポンプ

揚水装置として水中モーターポンプを設置し、動力源には商業電力を使用する。取水

ポンプにて高所に配置された貯水槽まで送水する。なお、水源までの3相配電は先方負担により実施される。また、深井戸はメンテナンスが必要な時に作業が容易にできるよう操作室から独立した施設とする。ただし、安全管理上ピットを設け、ポンプ付帯の弁類も同ピット内に設置する。

- ・ 操作室

水源付近に操作室を建設し、制御盤、弁類、塩素滅菌器等を室内に設置する。

- ・ 滅菌装置

操作室にてさらし粉による塩素注入をおこない滅菌を施す。

- ・ 除砂器

産出された地下水に砂が混入した場合、それを除去するために除砂器を設置する。

b. 送水施設

- ・ 管路

本計画の管路計画は、水源施設から貯水槽までの送水管敷設のみであり、貯水槽より先の配水管敷設は相手国側により建設される。送水管敷設については、埋設配管を原則とし、管材には硬質塩ビ管（PVC）を使用するが、送水管より貯水槽までの立ち上がり部分は露出配管とし、鋼管を使用することとする。何れの管材も現地で流通しているものであり、容易に入手が可能である。また、水源からの送水管路には量水器を設置し、生産量と消費量を把握できるようにする。

- ・ 貯水槽

貯水槽は、上述した設計基準をもとに、各サイトにおいて最適な規模となるよう貯水槽を計画した。地上型は鉄筋コンクリート製とし、高架水槽は鋼製とし、容量決定については実施機関との協議結果から1日平均給水量の50%を基本としたが、施工管理上の煩雑さを避けるため、端数処理を行い貯水槽のタイプが少なくなるよう心がけた。また、既存水槽は可能な限り有効活用し、新規貯水槽が過大な規模とならないよう検討した。

表 3-15 貯水槽容量検討表

No.	コミュニティ名	人口増加率	現在人口(2004)	計画人口(2026)	一日平均給水量(m ³) x =	必要な貯水槽容量(m ³) x =	既存貯水槽容量(m ³)	新規貯水槽容量(m ³)	一日平均給水量に対する割合
C-1	PACORRAL	2%	1,351	2,089	244	94	50.3	50	53%
C-2	LA GIRALDA	2%	950	1,469	172	66	90.0	無し	
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	2%	1,604	2,480	290	112	52.3	50	46%
C-4	EL SITIO	2%	2,399	3,709	434	167	36.2	130	50%
C-5	EL LLANO	2%	514	795	94	36		40	56%
C-6	PANABAJAL	2%	1,800	2,783	325	125	77.1	50	51%
C-7	PAXOROTOT	2%	1,247	1,928	226	87		90	52%
H-1	CANSHAC	4%	800	1,896	222	86		90	53%
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	4%	900	2,133	250	96		90	47%
H-3	LA CHACARITA	3%	950	1,820	213	82		90	55%
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	2%	8,035	12,422	1,453	559		410 130	48%
S-1	LOS ENCUENTROS	2%	1,921	2,970	347	134		130	49%
T-1	NIMASAC	3%	5,340	10,232	1,197	461	92.0	370	50%
T-2	NUEVA CANDELARIA	3%	5,000	9,581	1,121	431		410	48%
人口合計			32,811	56,307					

計算条件：一人当たり一日給水量=90ℓ/日 ①、貯水槽容量=一日平均給水量の50% ②

SAN JOSE CHICALQUIXのみ、地形と給水区域の制約により貯水槽を2ヶ所、その内1ヶ所は中継水槽兼用

・中継水槽・ポンプ

地形上、水中モーターポンプの揚程で貯水槽まで送水できない場合、中継水槽および中継操作室を設ける。中継水槽の容量は過大な滞留時間とならないよう計画給水量の1時間分程度とする。中継水槽に隣接して操作室を建設し、加圧ポンプを設置、貯水槽まで送水する。中継ポンプの電源も商業電力を使用する。

表 3-16 中継水槽計画

No.	コミュニティ名	計画人口(2026年)	1日平均給水量(m ³)	必要中継水槽容量(m ³)	新規中継水槽容量(m ³)	備考
C-1	PACORRAL	2,089	188	7.8	10	井戸もと中継水槽
C-2	LA GIRALDA	1,469	132	5.5	10	井戸もと中継水槽
C-3	ALDEA XENIMAJUYÚ	2,480	223	9.3	10	井戸もと中継水槽
C-4	EL SITIO	3,709	334	13.9	10	井戸もと中継水槽
C-5	EL LLANO	795	72	3.0	10	井戸もと中継水槽
C-6	PANABAJAL	2,783	250	10.4	10	井戸もと中継水槽
C-7	PAXOROTOT	1,928	174	7.2	10	井戸もと中継水槽
H-1	CANSHAC	1,896	171	-	-	加圧不要
H-2	SECTOR SANTA AGAPE	2,133	192	-	-	加圧不要
H-3	LA CHACARITA	1,820	164	-	-	加圧不要
Q-1	SAN JOSE CHICALQUIX	12,422	1,118	46.5	50 130	井戸もと中継水槽 貯水槽兼用中継水槽
S-1	LOS ENCUENTROS	2,970	267	11.1	10	井戸もと中継水槽
T-1	NIMASAC	10,232	921	38.3	40	井戸もと中継水槽
T-2	NUEVA CANDELARIA	9,581	862	35.9	40	井戸もと中継水槽

・サイト別工事一覧を次表に示す。

表 3-17 サイト別工事一覧

サイト名	井戸建設 (ヶ所)	井戸ビット (基)	操作室 (棟)	新規貯水槽 容量 (m ³)	新規中継 水槽容量 (m ³)	送水管延長 (km)
PACORRAL	1	1	1	50	10	1.31
LA GIRALDA	1	1	1	-	10	0.51
ALDEA XENIMAJUYÚ	1	1	1	50	10	2.23
EL SITIO	1	1	1	130	10	1.18
EL LLANO	1	1	1	40	10	0.84
PANABAJAL	1	1	1	50	10	0.41
PAXOROTOT	1	1	1	90	10	0.77
CANSHAC	1	1	1	90	-	0.59
SECTOR SANTA AGAPE	1	1	1	90	-	0.05
LA CHACARITA	1	1	1	90	-	0.43
SAN JOSE CHICALQUIX	1	1	2	410	50	4.27
				130		
LOS ENCUENTROS	1	1	1	130	10	1.20
NIMASAC	1	1	1	370	40	2.00
NUEVA CANDELARIA	1	1	1	410	40	2.81
合計	14	14	15			18.6

4) ソフト・コンポーネント

地下水開発 (水理地質調査・井戸掘さく監理)

本計画の実施にあたり実施機関 UNEPAR は、機材調達に合わせ地下水ユニットを編成し掘さく技術者の増員、水理地質調査班の新設を計画し、UNEPAR 内部での調整・予算の検討・雇用時期を含め、実際の作業が進められている。しかしながら、本件で調達される掘さく関連機材での掘さく経験は無く、操作指導を含めた地下水開発の技術移転の必要性が確認された。掘さく技術に関しては、OJTで実施し、水理地質調査と井戸掘さく監理については、ソフト・コンポーネントで実施することとする。

水理地質調査については、コンサルタント側の水理地質技術者が担当し、調査段階と工事結果を比較して調査手法の検証を行いながら技術を移転する。さらに、計画されている次フェーズのサイトを調査することにより、地質・地形踏査、空中写真・地形図の読み取り、電気探査機械の使用と解析等の技術移転を行う。井戸掘さく監理についても、コンサルタント側の水理地質技術者が担当し、施工計画書を作成させることにより、実際の施工管理に反映させる。

運営維持管理

現在、給水プロジェクトの具体的な水管理委員会の運営維持管理に対する支援においては、UNEPAR 地方部社会部門が責任を有している。

しかしながら本計画実施に際して、UNEPAR は、過去のプロジェクトの大部分が湧水を自然流下式で配水する給水システムの運営維持管理支援が主体で、「地下水を利用した給水施設の（特にハード面での）運営維持管理支援業務の経験・実績」があまり無いこと、既存マニュアルには地下水を利用した給水施設の運営維持管理に関する記述が一部あるものの、ポンプ施設や塩素滅菌器の操作（主にハード面）に関する説明が不十分であること、このため既存活動モジュールにおいてもポンプ施設や塩素滅菌器操作の中心となるであろう作業員を定める必要性に言及しているがその作業員育成に関する部分は十分でない、等の問題点がある。

運営維持管理支援業務において UNEPAR が抱える上記問題は、本計画により建設される給水施設の持続的な運営維持管理を図るためには大きな障害となる。本計画で建設される給水施設の運営維持管理における直接の担い手は水管理委員会であり、施設の操業はコミュニティ内から選ばれる作業員が実施することになることから、UNEPAR 自身が地下水を用いた給水施設の運営維持管理にかかる指導能力を強化する必要がある。

このことから、従来 UNEPAR が有する活動モジュール及びマニュアルと調和し、これを補完する形で現時点では不十分となっている「地下水を水源とする給水施設の運営維持管理支援」に関する部分を強化し、UNEPAR 担当者がコミュニティの給水施設操業者に対し適切な運営維持管理業務を指導できるよう日本側のソフト・コンポーネント活動で支援する。

3-2-2-3 掘さく技術移転計画

UNEPAR は現在、1 台のパーカッション方式（ローピング）掘さく機械に 2 人の掘さく技師で細々と井戸掘さくを継続している。しかし、現行機種は老朽化が激しく、掘さく成果を上げられないでいる。そこで UNEPAR は本計画で、パーカッション方式に比べ技術的に易しく掘さく効率が優れているロータリー方式掘さく機を 2 台調達し、掘さく班を 2 班体制に再編成し、地方コミュニティの要望に応えていく方針である。従って、本プロジェクトでは、将来的に独自に「グ」国側が井戸建設を行うための機材調達と、共同掘さく作業による OJT で UNEPAR の掘さく技師に技術移転を行う。そこで本プロジェクトの掘さく技術支援計画としては、次表の内容より構成される。

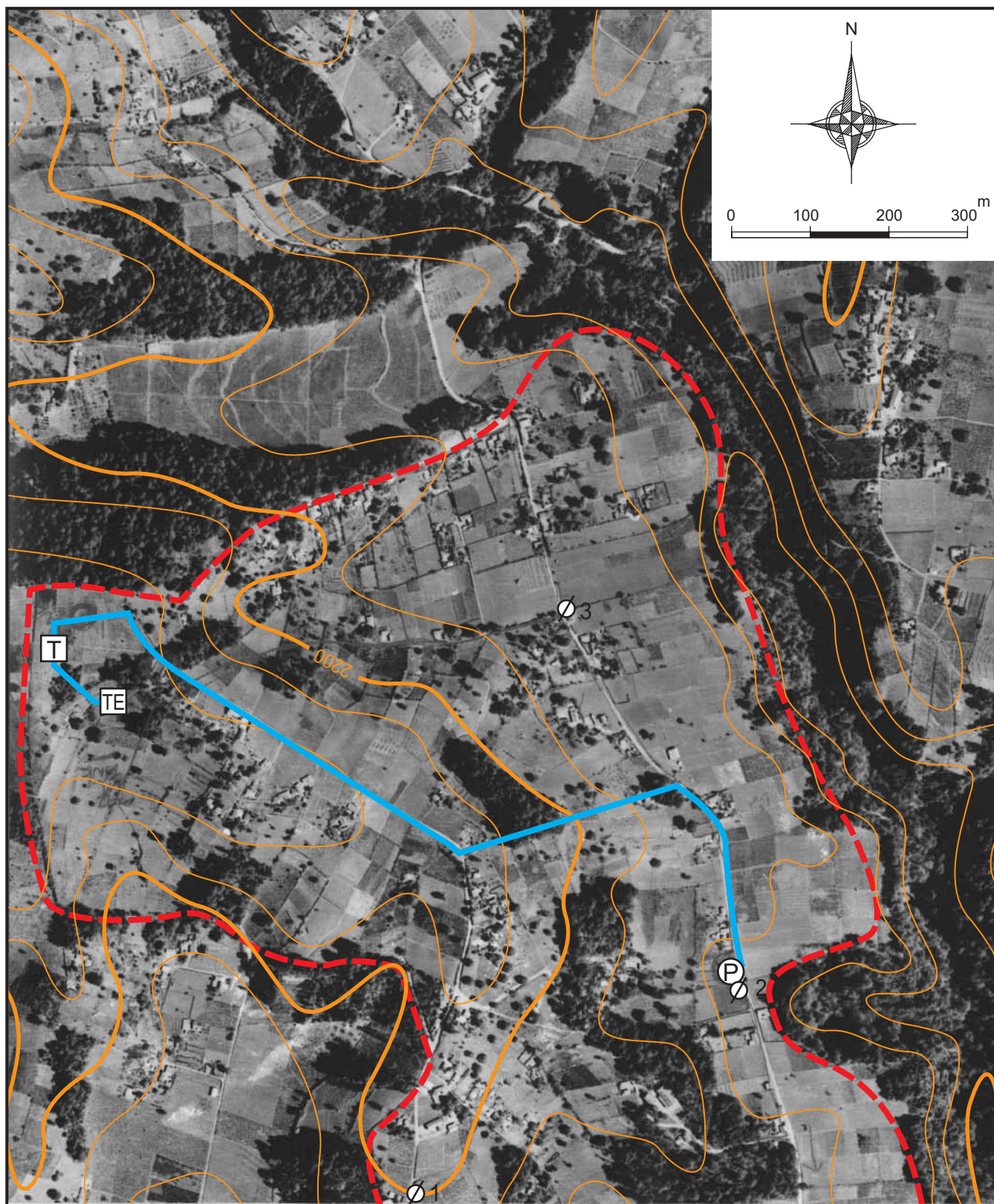
表 3-18 掘さく技術指導の内容

項目とその内容(1 班当たり)	実施主体
1. 掘さく機の基本操作(1ヶ月) 掘さく機の基本操作法や掘さく概要を指導する。また、車両やコンプレッサーの通常メンテナンス方法について指導する。	日本
2. 泥水掘さく方法(1ヶ月) 各現場の地質の違いによる泥水掘さく方法を習得する。	日本・UNEPAR 共同
3. エアー掘さく方法(1ヶ月) 各現場の地質の違いによるエアー掘さく方法を習得する。	
4. DTH掘さく方法(1ヶ月) 各現場の地質の違いによるDTH工法を習得する。	
5. 2-4 の混合掘さく方法(2.5ヶ月) 地質に合わせた工法の変更方法を習得する。	
6. 報告書作成 地質柱状図、工事日報の書き方を習得する	
7. UNEPAR 計画井戸掘さく 本計画井戸掘さく終了後、UNEPAR が計画している井戸を、独自で掘さくする。	日本側監督の下 UNEPAR 独自

本掘さく手法の指導は我が国の2級さく井技士(経験3年)程度の人材を育成することを目的とする。本計画の14本の井戸掘さくが終了後、UNEPAR 地下水ユニット掘さく班は、独自の計画の井戸掘さくを継続して掘さくするが、契約業者の掘さく技術者1名は、本計画工期終了まで滞在し、引き続き UNEPAR 地下水ユニット掘さく班と行動を共にして、掘さく指導・助言を行い、技術移転を完全なものにしていく。



3-2-3 基本設計図

次頁以降に基本設計図を示す。

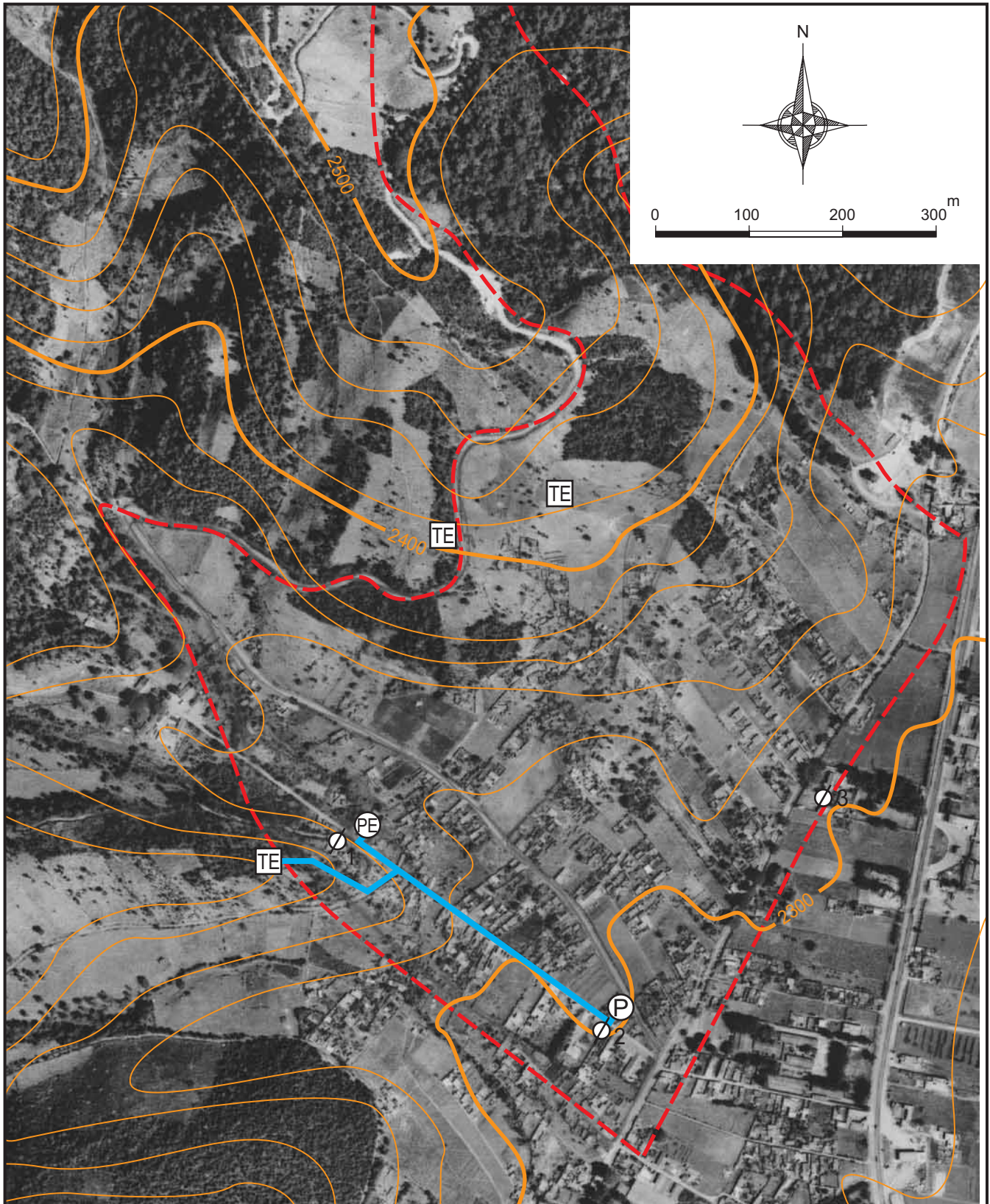


サイト名 : PACORRAL
 県名 : Chimaltenango
 水管理委員会 : 有り(男13:女0)
 平均収入 : Q, 649
 既存貯水槽 : 50.3m³
 新規追加貯水槽 : 50.0m³
 既存水源 : 湧水、浅井戸、川
 給水人口(2004年) : 1,351人
 世帯数 : 225

電気探查位置 : Ø
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE

送水管 : 
 サイトの範囲 : 

C-1 PACORRAL

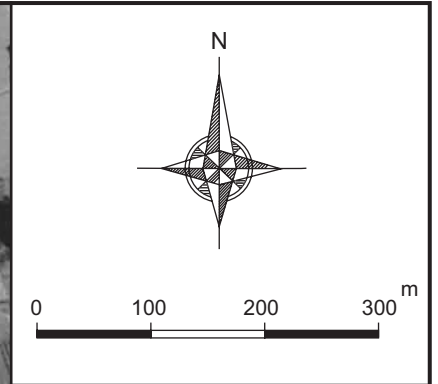


サイト名 : LA GIRALDA
 県名 : Chimaltenango
 水管理委員会 : 有り (男7 : 女0)
 平均収入 : Q1,776
 既存貯水槽 : 90.0m³
 新規追加貯水槽 : 無し
 既存水源 : 有り (枯渴)
 給水人口(2004年) : 950人
 世帯数 : 158

電気調査位置 : ø
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE

送水管 : ——
 サイトの範囲 : - - - -

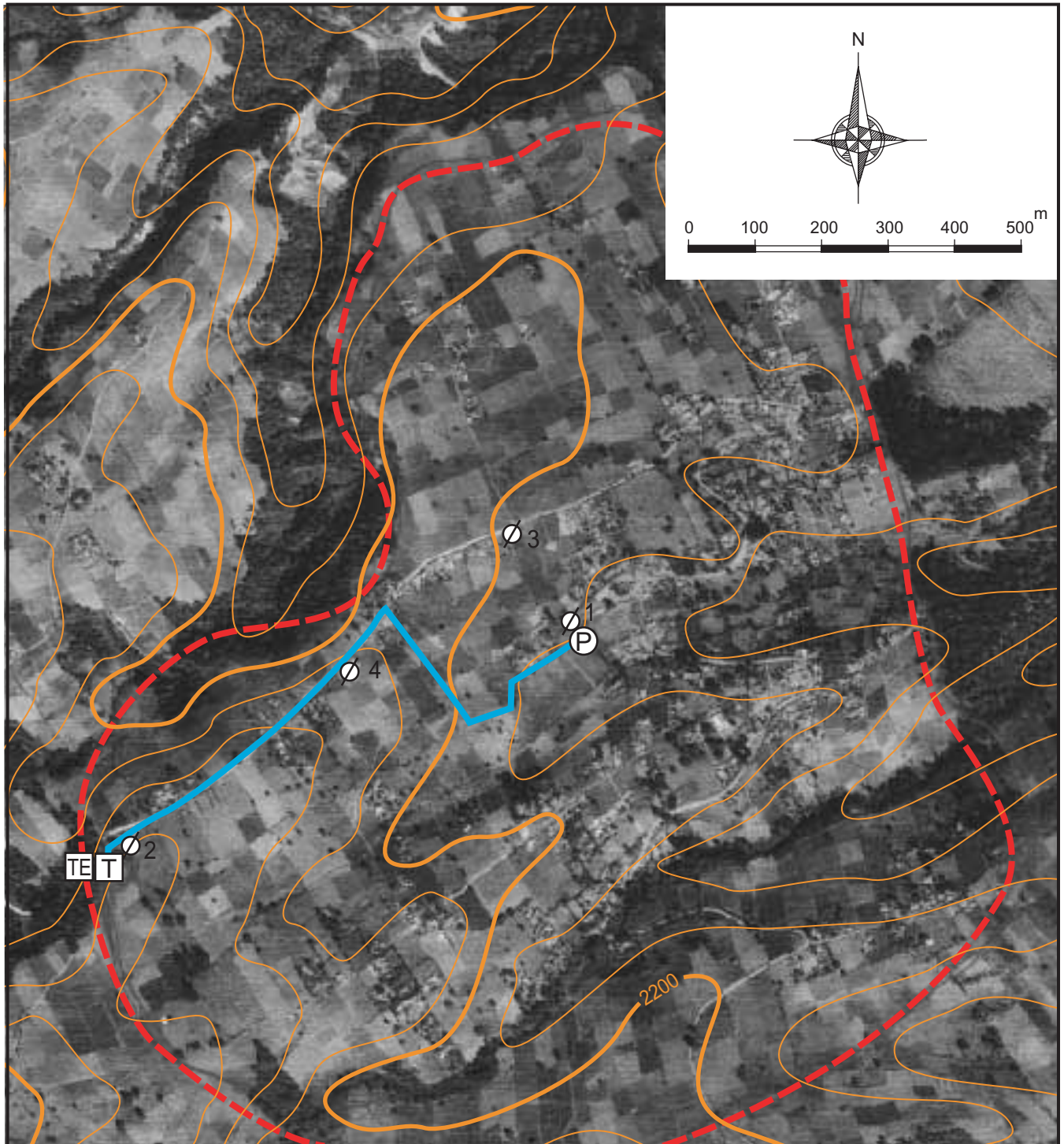
C-2 LA GIRALDA



サイト名：XENIMAJUYU
 県名：Chimaltenango
 水管理委員会：有り(男14:女0)
 平均収入：Q99
 既存貯水槽：52.3m³
 新規追加貯水槽：50.0m³
 既存水源：湧水、浅井戸、川
 給水人口(2004年)：1,604人
 世帯数：267

- 電気探查位置：Ø
- 新規貯水槽：T
- 深井戸予定地：P
- 既存貯水槽：TE
- 既存深井戸：PE
- 送水管：—
- サイトの範囲：- - -

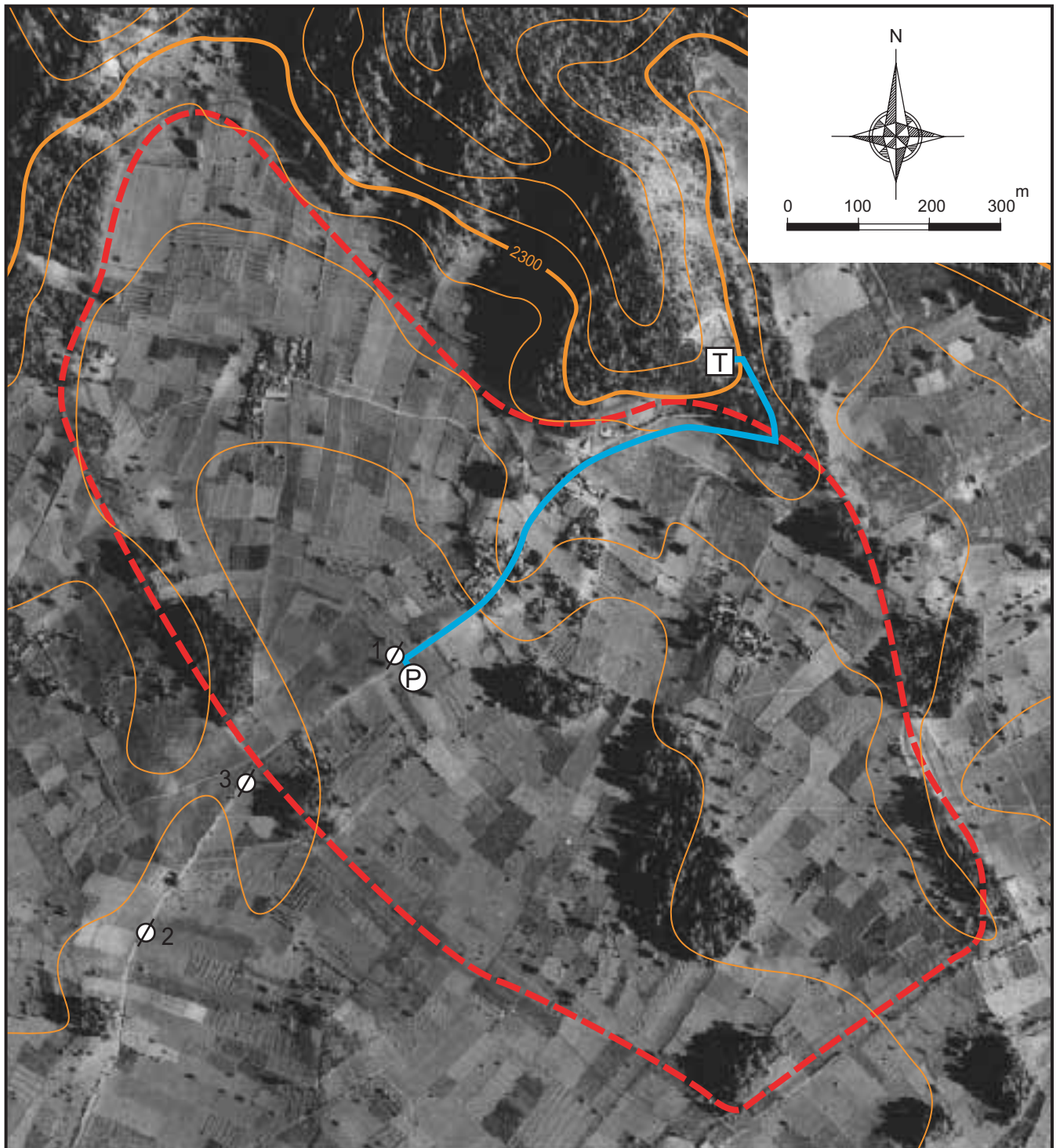
C-3 XENIMAJUYU



サイト名 : EL SITIO
 県名 : Chimaltenango
 水管理委員会 : 有り(男9:女0)
 平均収入 : Q1,072
 既存貯水槽 : 36.2m³
 新規追加貯水槽 : 130.0m³
 既存水源 : 浅井戸
 給水人口(2004年) : 2,399人
 世帯数 : 399

電気探査位置 : Ø
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE
 送水管 : ———
 サイトの範囲 : - - - -

C-4 EL SITIO

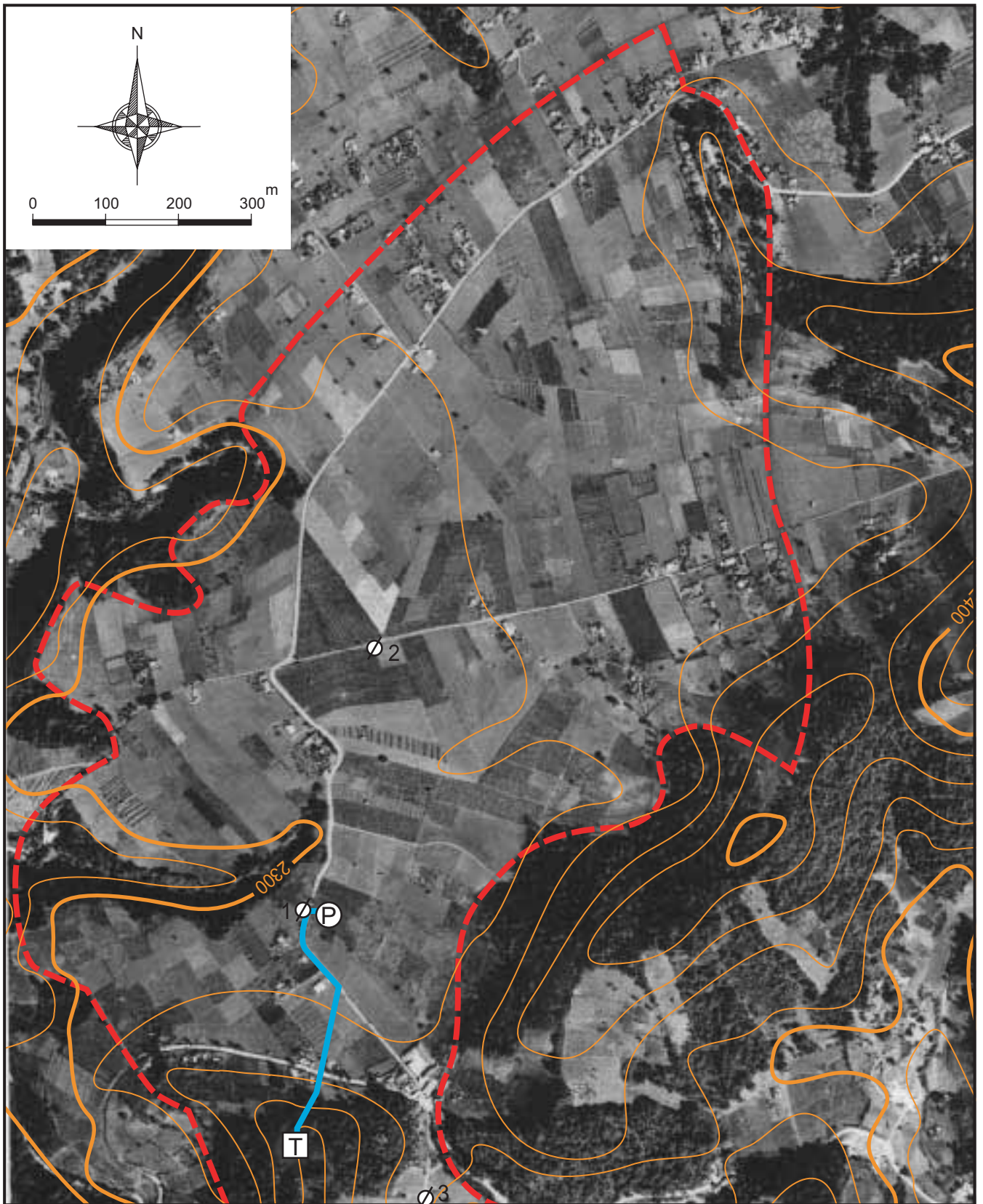


サイト名 : EL LLANO
 県名 : Chimaltenango
 水管理委員会 : 有り(男7:女0)
 平均収入 : 1000
 既存貯水槽 : 5.4m³ (計画に組み込まず)
 新規追加貯水槽 : 40.0m³
 既存水源 : 湧水
 給水人口(2004年) : 514人
 世帯数 : 85

電気探査位置 : Ø
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE

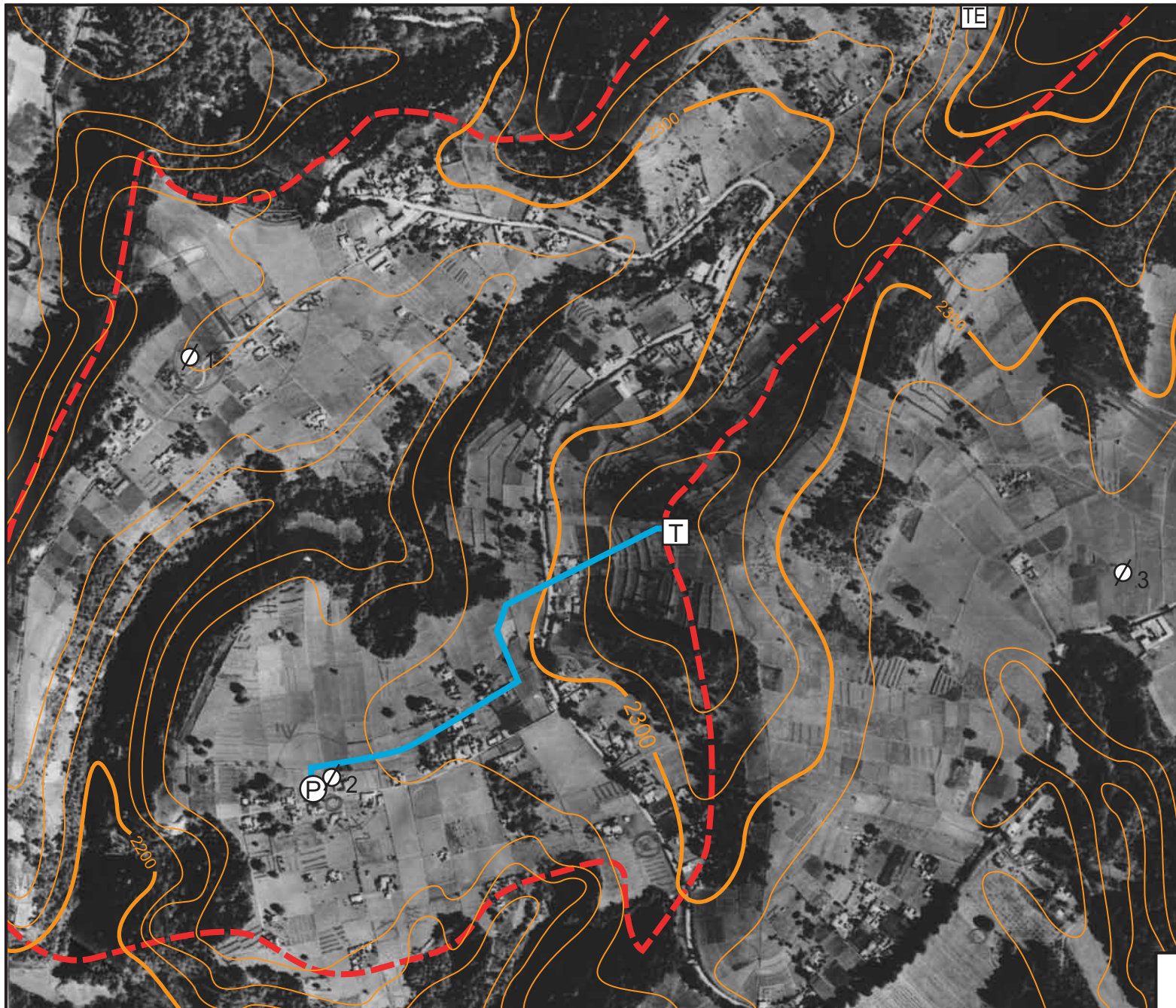
送水管 : 
 サイトの範囲 : 

C-5 EL LLANO



サイト名：PANABAJAL 県名：Chimaltenango 水管理委員会：有り（男7:女0） 平均収入：Q1,870 既存貯水槽：77.1m ³ 新規追加貯水槽：50.0m ³ 既存水源：湧水、浅井戸、川 給水人口(2004年)：1,800人 世帯数：300	電気探査位置：ø 新規貯水槽：T 深井戸予定地：P 既存貯水槽：T 既存深井戸：ø	送水管：— サイトの範囲：—
---	---	-------------------

C-6 PANABAJAL



サイト名：PAXOROTOT
 県名：Chimaltenango
 水管理委員会：有り(男13:女0)
 平均収入：Q1,066
 既存貯水槽：57.3m³(計画に組込まず)
 新規追加貯水槽：90.0m³
 既存水源：深井戸(灌漑用)、湧水
 給水人口(2004年)：1,247人
 世帯数：207

電気探査位置：ø

新規貯水槽：T

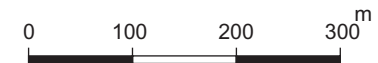
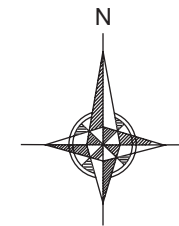
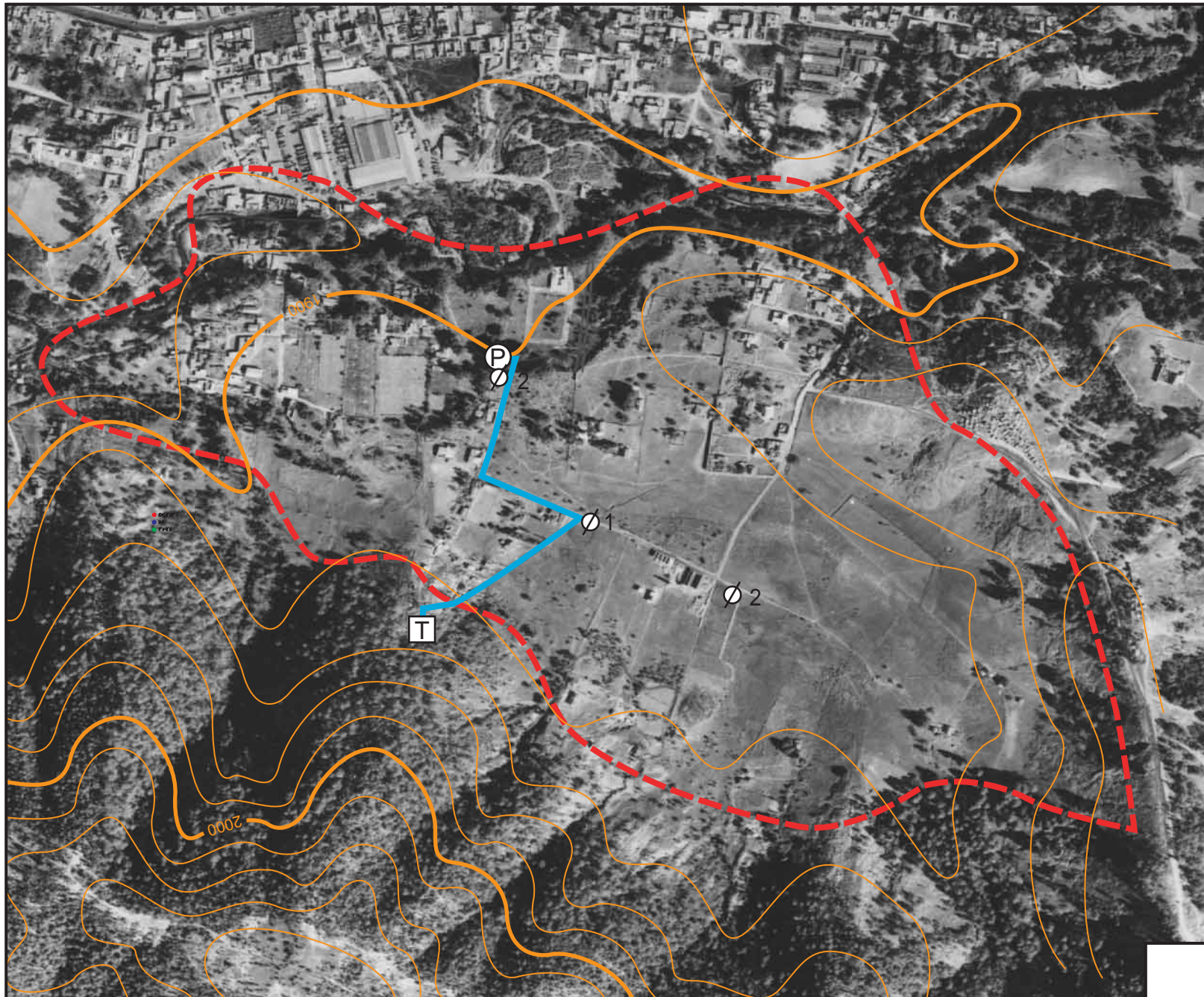
深井戸予定地：P

既存貯水槽：TE

既存深井戸：PE

送水管：—

サイトの範囲：- - -



サイト名 : CANSHAC
 県名 : Huehuetenango
 水管理委員会 : 有り(男14:女1)
 平均収入 : Q2,97
 既存貯水槽 : 無し
 新規追加貯水槽 : 90.0m³
 既存水源 : 浅井戸
 給水人口(2004年) : 800人
 世帯数 : 133

電気調査位置 : Ø

新規貯水槽 : T

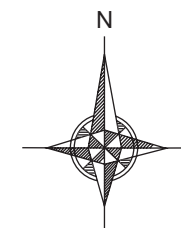
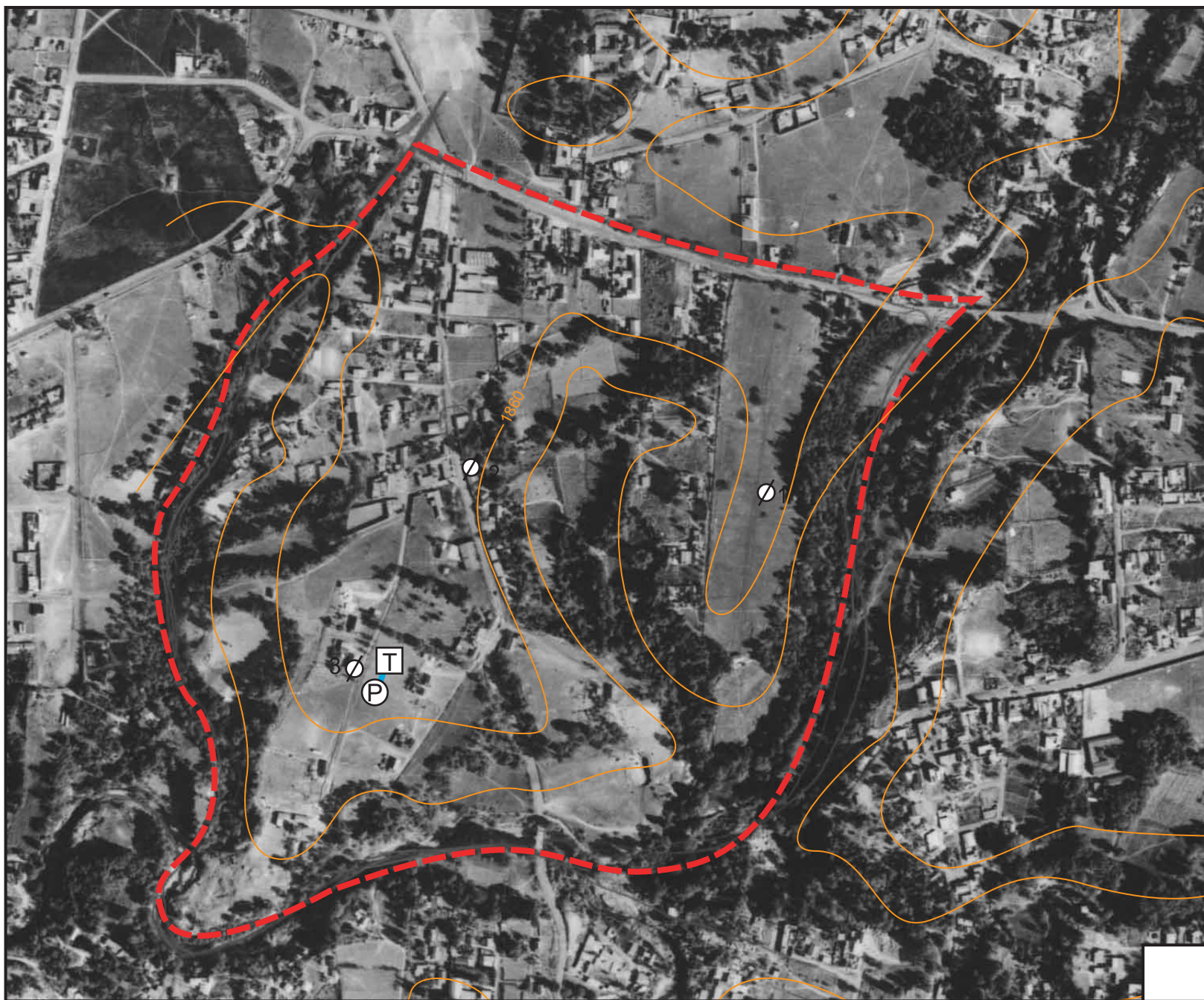
深井戸予定地 : P

既存貯水槽 : TE

既存深井戸 : PE

送水管 : ———

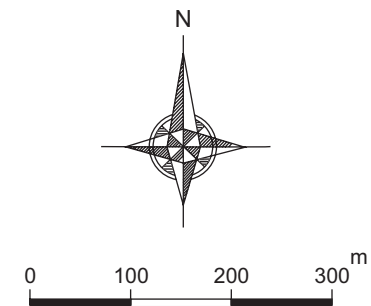
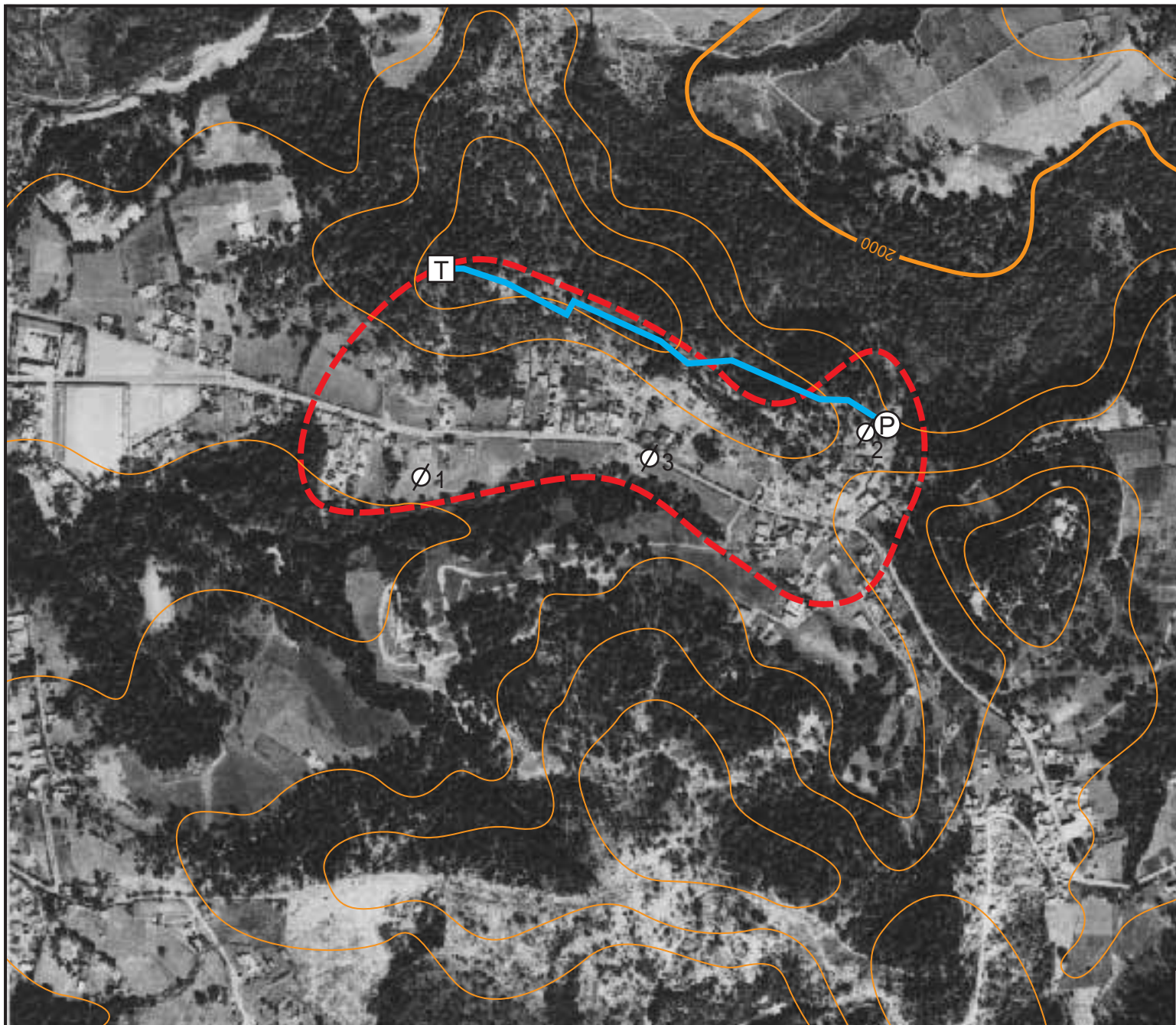
サイトの範囲 : - - - - -



0 100 200 m

サイト名：SANTA AGAPE
 県名：Huehuetenango
 水管理委員会：有り(男6:女2)
 平均収入：03,575
 既存貯水槽：無し
 新規追加貯水槽：90.0m³ (高架)
 既存水源：浅井戸
 給水人口(2004年)：900人
 世帯数：150

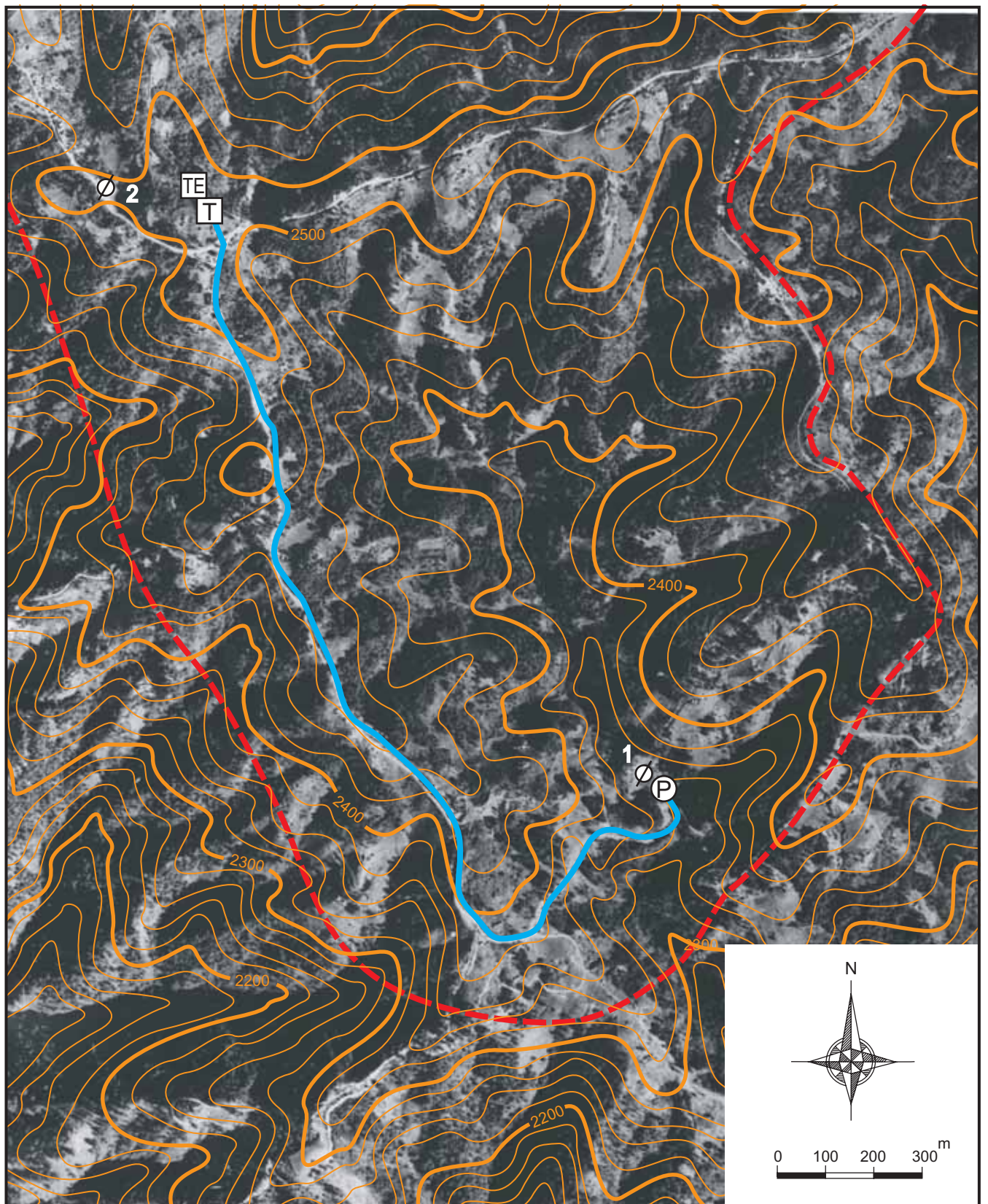
電気探査位置：∅
 新規貯水槽：T
 深井戸予定地：P
 既存貯水槽：TE
 既存深井戸：PE
 送水管：—
 サイトの範囲：- - -



サイト名 : LA CHACARITA
 県名 : Huehuetenango
 水管理委員会 : 有り(男10:女1)
 平均収入 : Q4,783
 既存貯水槽 : 無し
 新規追加貯水槽 : 90.0m³
 既存水源 : 浅井戸、川
 給水人口(2004年) : 950人
 世帯数 : 158

電気探査位置 : Ø
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE
 送水管 : ———
 サイトの範囲 : ○

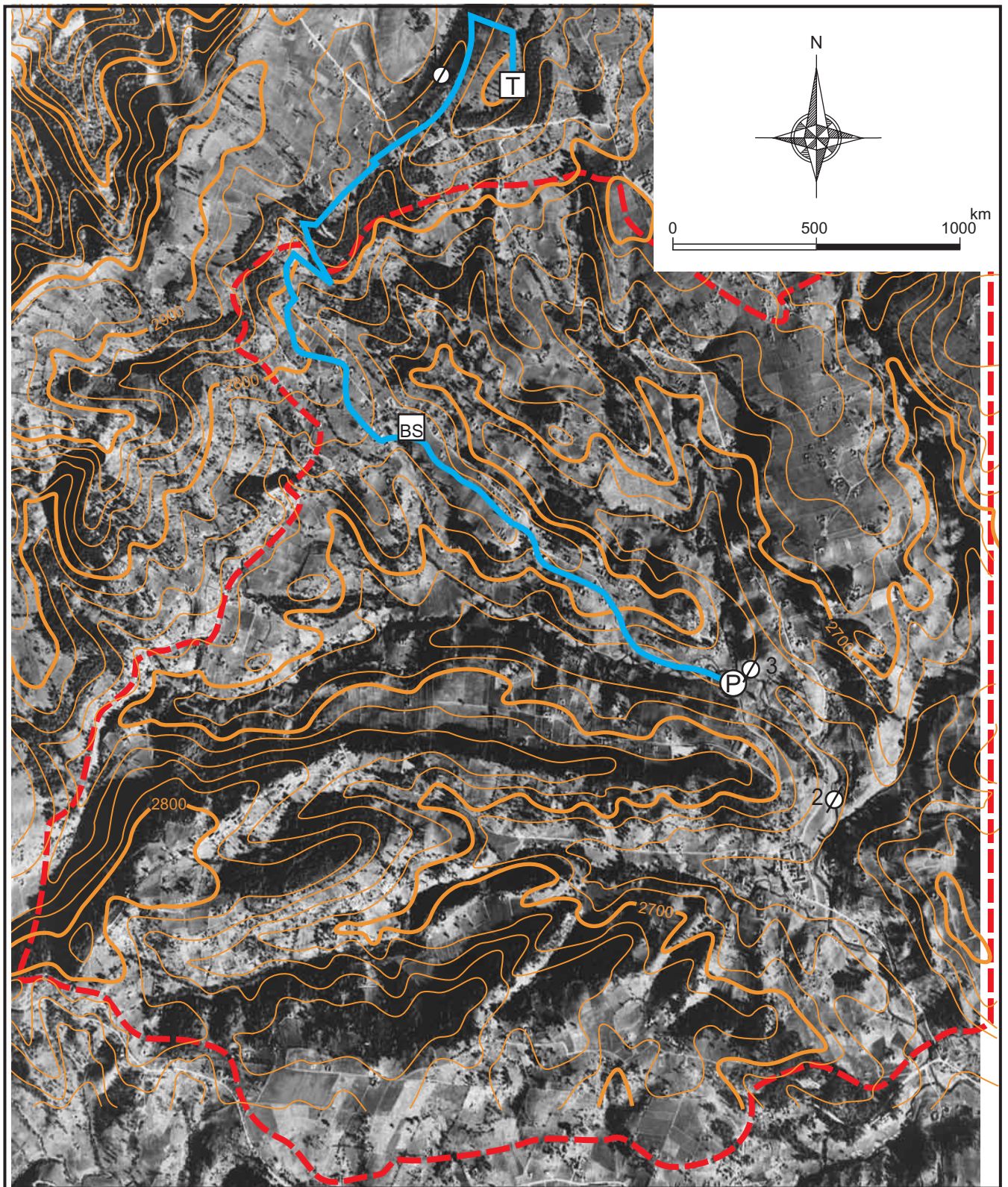
H-3 LA CHACARITA



サイト名：TOJCHIQUEL
 県名：Huehuetenango
 水管理委員会：有り(男6:女0)
 平均収入：Q93
 既存貯水槽：有り
 新規追加貯水槽：無し
 既存水源：湧水
 給水人口(2004年)：540人
 世帯数：90

電気探査位置：Ø
 新規貯水槽：T
 深井戸予定地：P (将来計画)
 既存貯水槽：TE
 既存深井戸：PE (調査のみ実施コミュニティ)
 送水管：— 将来計画
 サイトの範囲：()

H-4 TOJCHIQUEL

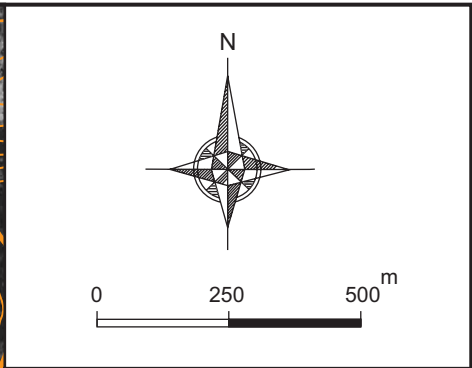
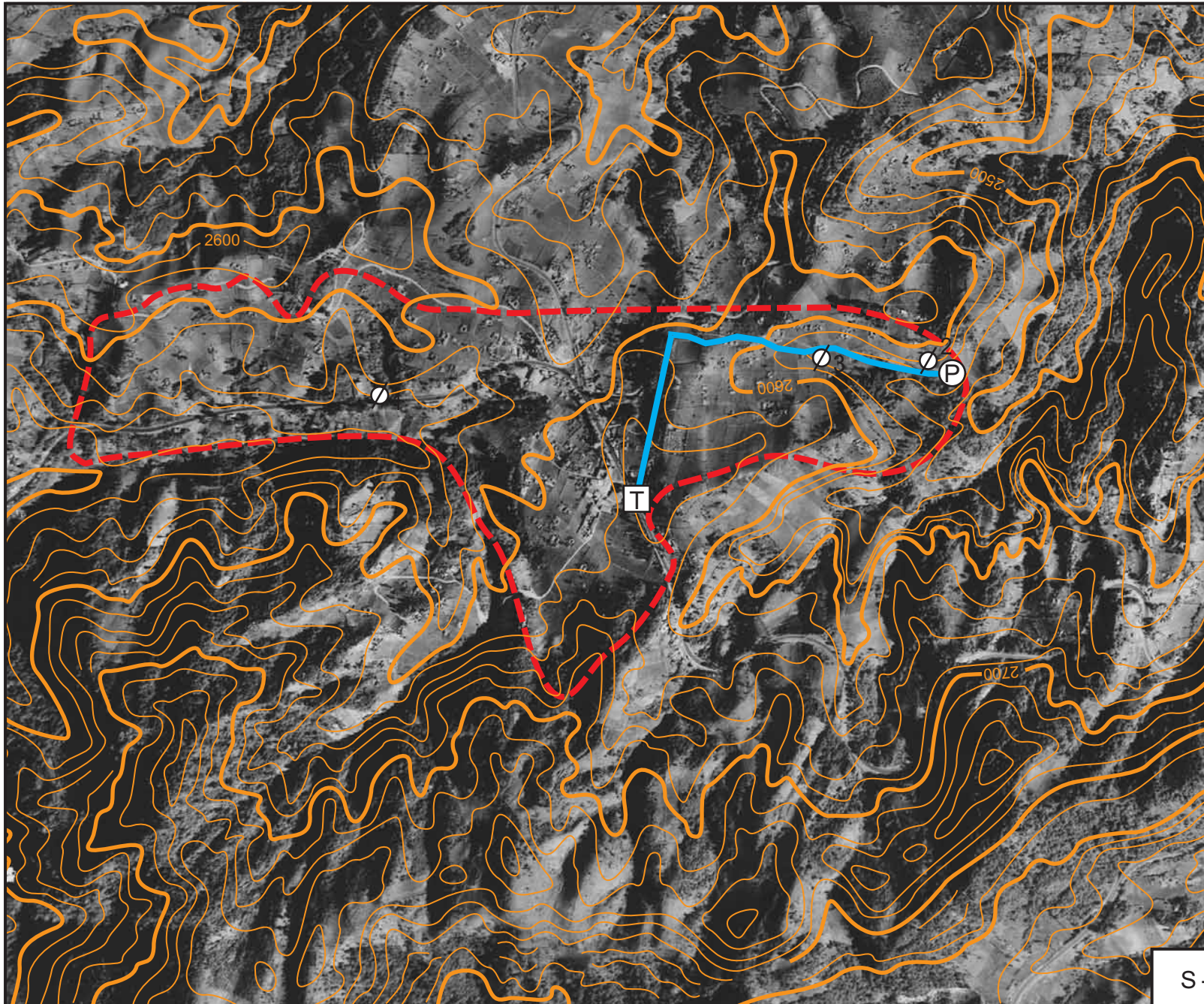


サイト名 : SAN JOSE CHICALQUIX
 県名 : Quetzaltenango
 水管理委員会 : 有り (男5:女2)
 平均収入 : Q1,233
 既存貯水槽 : 無し
 新規追加貯水槽 : 540m³ (410m³、130m³)
 既存水源 : 湧水、川
 給水人口(2004年) : 8,035人
 世帯数 : 1,339

電気探查位置 : ∅
 新規貯水槽 : [T]
 深井戸予定地 : (P)
 既存貯水槽 : [TE]
 既存深井戸 : (PE)
 加圧ポンプ : [BS]

送水管 : ———
 サイトの範囲 : - - - - -

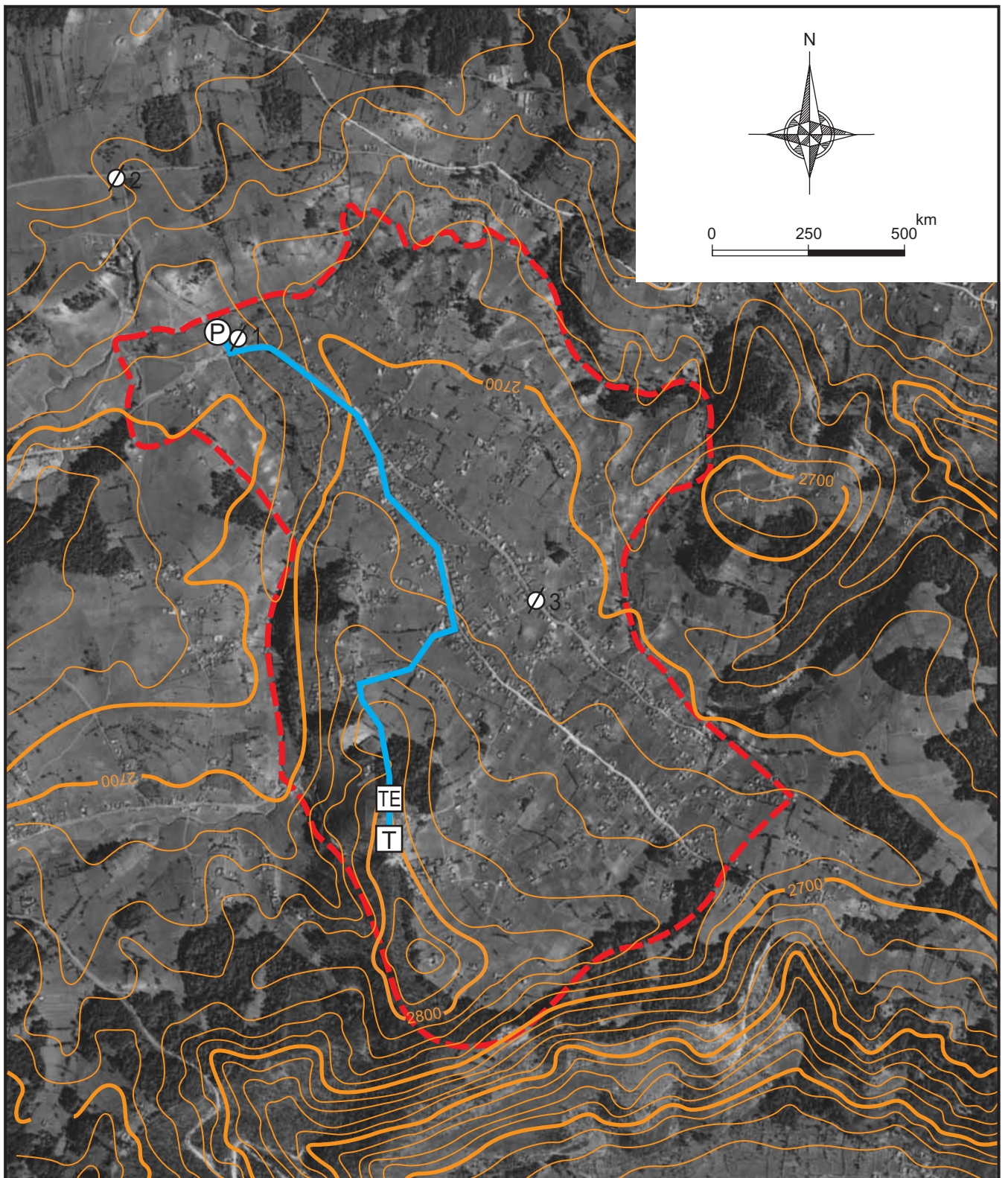
Q-1 SAN JOSE CHICALQUIX



サイト名 : LOS ENCUENTROS
 県名 : Solola
 水管理委員会 : 有り (男9:女0)
 平均収入 : Q,566
 既存貯水槽 : 無し
 新規追加貯水槽 : 130.0m³
 既存水源 : 湧水
 給水人口(2004年) : 1,921人
 世帯数 : 320

電気探査位置 : ø
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE
 送水管 : ———
 サイトの範囲 : - - -

S-1 LOS ENCUENTROS

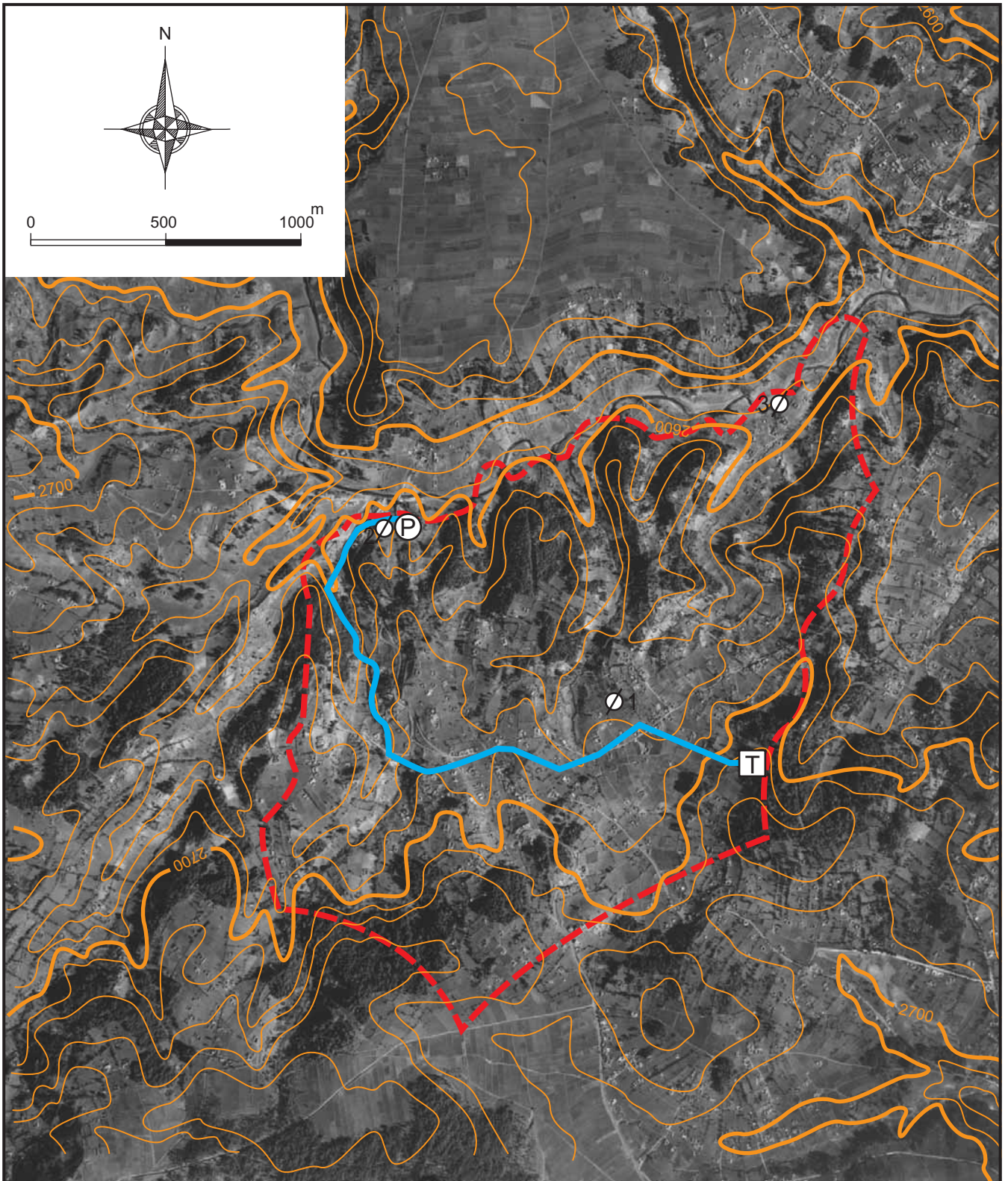


サイト名 : NIMASAC
 県名 : Totonicapan
 水管理委員会 : 有り (男9 : 女0)
 平均収入 : Q , 921
 既存貯水槽 : 92.0m³
 新規追加貯水槽 : 370.0m³
 既存水源 : 湧水
 給水人口(2004年) : 5,340人
 世帯数 : 890

電気調査位置 : ∅
 新規貯水槽 : T
 深井戸予定地 : P
 既存貯水槽 : TE
 既存深井戸 : PE

送水管 : ———
 サイトの範囲 : - - - -

T-1 NIMASAC



サイト名 : NUEVA CANDELARIA
 県名 : Totonicapan
 水管理委員会 : 有り(男3:女8)
 平均収入 : Q1,304
 既存貯水槽 : 無し
 新規追加貯水槽 : 410.0m³
 既存水源 : 浅井戸、川
 給水人口(2004年) : 5,000人
 世帯数 : 833

電気探査位置 : ∅
 新規貯水槽 : [T]
 深井戸予定地 : (P)
 既存貯水槽 : [TE]
 既存深井戸 : (PE)

送水管 : ———
 サイトの範囲 : (---)

T-2 NUEVA CANDELARIA