

### 第3章 プロジェクト外の内容



### 第3章 プロジェクトの内容

#### 3.1 プロジェクトの目的

首都マダガス市の南約20～50kmに位置するカゾ台地は、浸透性の高い土壌のため、表流水は殆ど期待できず、生活用水を地下水に依存している。しかしながら、本地区における地下水位は120～500mと深く技術的、費用的に地下水開発が極めて困難な地域である。更に同地域は近年都市化と人口集中が著しく、給水事情はますます厳しい状況になっている。

本計画は、カゾ台地の内、特に生活用水の不足している地域を対象に、西暦2,000年を目標とした地下水開発を行い、ここに居住する住民約10万人に衛生的かつ安定的な水を供給することを目的とする。

#### 3.2 プロジェクトの基本構想

##### 3.2.1 必要用水開発量及び開発可能量の検討

###### (1) システム別対象村落

先方政府より要請された7つのシステムに点在する村落は92村落であり、各システム別対象村落数は表3.2.1に示すとおりである。

しかしながら、要請された計画では、地形的な問題から効率的な配水を行うことが難しく、また各システム内に新規に建設される井戸からの揚水量を加えても、需要量をかゝるできないシステムがでることかが予想されるため、ピオXIIの2村落はロブ・ブ・エフ・ロスシステムに、エルク・ル・ロの5村落はサ・マ・ロシステムに含めることとして計画を策定した。

表 3.2.1 システム別対象村落数

| システム名                 | 要請<br>村落数 | 修正<br>村落数 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| ロス・ブ・エフ・ロス            | 10        | 12        |
| ヒ・オ-XII               | 10        | 8         |
| エル・クルセーロ              | 13        | 8         |
| サン・クルセ・リオ             | 10        | 10        |
| サン・ファン・デ・コンセプ・シ<br>ョン | 9         | 9         |
| ト・ローレス                | 26        | 26        |
| サン・マルコス               | 12        | 17        |
| 計                     | 92        | 92        |

## (2) 給水人口

1995年に行われた人口センサスによると、本計画対象地域に居住する人口は104,645人である。また、本計画の目標年次である2000年の人口については1970年に人口センサスが行われて以来、1995年まで同調査は実施されておらず人口増加率等のデータが乏しいため、推定することが困難である。

しかしながら、カリフォルニア州においては米州開発銀行の援助による給水施設整備が行われており、この中で同地区における人口増加率の検討を行っている。この検討は、過去行われた人口統計資料を基に1995年より2010年までの人口増加率を推定し計画策定を行っている。従って本計画においてはこの人口増加率を使用し2000年の人口を算定した（表3.2.2参照）。

以上の人口増加率より算定した2000年の各システム人口は以下に示すとおりである（付録-1参照）。

表 3.2.2 2000年におけるシステム別給水対象人口

| システム名                 | 1995年人口 | 2000年人口 |
|-----------------------|---------|---------|
| ロス・ブ・エフ・ロス            | 22,233  | 26,765  |
| ヒ・オ-XII               | 6,677   | 8,038   |
| エル・クルセーロ              | 11,531  | 13,881  |
| サン・クルセ・リオ             | 11,746  | 14,140  |
| サン・ファン・デ・<br>コンセプ・ション | 16,449  | 19,802  |
| ト・ローレス                | 10,546  | 12,696  |
| サン・マルコス               | 25,463  | 30,653  |
| 計                     | 104,645 | 125,976 |

### (3) 給水基準

INAA は、各村落の人口数に応じ給水基準を以下のとおり規定している。この基準は 1996 年改訂されされたもので、現在 INAA はこの基準を使用し給水計画策定を行っている。

しかしながら、各村落の民家は広域に点在しているのが現実で、INAA は 2000 年まで全人口の 75% に対する給水サービス達成を目標としている。このことから本計画においては、基準給水量は人口の 75% に適応し、残りの 25% は共同水栓使用者とし給水量を 30 lit/day とし計画を行う事が妥当と判断される。

#### a. 人口 1 人当たりの給水量（人口数は集落人口を示す）

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| 2,000 人以下       | 75 lit/day  |
| 2,001 - 5,000   | 100 lit/day |
| 5,001 - 15,000  | 120 lit/day |
| 15,001 - 50,000 | 130 lit/day |

\* なお、本計画においては集落の分散度等を考慮し、対象人口の 25%（共同水栓利用者）は給水量 30 lit/day とし計画策定を行う。

#### b. その他給水量

その他給水量は、人口 5,000 人以上の村落に対し、学校、役所、商店等への給水を規定している。その内訳は以下に示すとおりである。

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| 商店、食堂等         | 6 %（対象人口比率）        |
| 学校、役所等         | 6 %（      "      ） |
| その他（事務所、家内工業等） | 2 %（      "      ） |

#### c. 一日最大給水量

INAA は一日最大給水量として 1 日平均給水量の 130% と 150% の 2 種類を設定している。人口が多く年間使用量が平準化される地域については 130%（人口 8000 人以上）を使用し、その他の集落には 150%（人口 8000 人以下）と規定している。

(4) 2000 年における必要開発量

以上の人口及び INAA の基準給水量をもとに、西暦 2000 年における必要揚水量の検討を行った（付録-2 参照）。検討結果を取りまとめると以下のとおりとなる。

表 3.2.2 計画対象地域における必要開発量

| システム名             | 人口 (2000 年) | 必要開発量 (GPM) |
|-------------------|-------------|-------------|
| ロス・プ・エフ・ロス        | 26,765      | 1,022       |
| ビ・オ-XII           | 8,038       | 248         |
| エル・ウルセーロ          | 13,881      | 555         |
| イン・グ・レコ・リオ        | 14,140      | 487         |
| イン・ファン・テ・コンセプ・ション | 19,802      | 765         |
| ト・ローレス            | 12,696      | 474         |
| イン・マスコス           | 30,653      | 1,233       |
| 計                 | 125,976     | 4,784       |

(5) 既存水生産量

全ての対象村落は、既存システムに属し、各システム内には既存の水生産施設が存在する。既存水生産施設はシステム毎に異なり、1～5 本の井戸を有し、その生産量も地域的に大きく異なる。

表 3.2.4 既存施設の水生産量

| システム名             | 既存井戸 |           | 湧水 |           | 生産量計 (GPM) |
|-------------------|------|-----------|----|-----------|------------|
|                   | 本数   | 生産量 (GPM) | ヶ所 | 生産量 (GPM) |            |
| ロス・プ・エフ・ロス        | 2    | 605       | 0  | 0         | 605        |
| ビ・オ-XII           | 0    | 0         | 0  | 0         | 0          |
| エル・ウルセーロ          | 0    | 0         | 1  | 65        | 65         |
| イン・グ・レコ・リオ        | 3    | 512       | 0  | 0         | 512        |
| イン・ファン・テ・コンセプ・ション | 3    | 303       | 1  | 65        | 368        |
| ト・ローレス            | 1    | 300       | 0  | 0         | 300        |
| イン・マスコス           | 5    | 1,011     | 0  | 0         | 1,011      |
| 計                 | 14   | 2,731     | 2  | 130       | 2,861      |

注：ビ・オ-XII の既存施設（井戸）はロス・プ・エフ・ロス既存施設として取りまとめた（3.2.2 b.ビ・オ-XII 参照）

(6) 2000 年における必要開発量（不足量）

以上の検討結果より各システムで新規水開発が必要となる量は、表 3.2.5 に示すとおり算定される。

この表に示されるとおり西暦 2000 年には、各システム共 200～500GPM の新規の水開発が必要となる。サン・クレリオ・システムについては既存井戸 3 本の地下水生産量が、2000 年の水需要を上回り、新規水開発の必要性は認められない。

表 3.2.5 目標年（2000 年）における不足水量

| システム名               | 人口<br>(2000 年) | 必要用水量<br>(GPM) | 既存生産量<br>(GPM) | 不足量<br>(GPM) |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| ロス・フ・エフ・ロス          | 26,765         | 1,022          | 605            | 417          |
| ヒ・オ-XII             | 8,038          | 248            | 0              | 248          |
| エル・タルセーロ            | 13,881         | 555            | 65             | 490          |
| サン・クレリオ             | 14,140         | 487            | 512            | (-25)        |
| サン・ファン・デ<br>コンセプシオン | 19,802         | 765            | 368            | 398          |
| トロ・レス               | 12,696         | 474            | 300            | 174          |
| サン・マルコス             | 30,653         | 1,233          | 1,011          | 222          |

(7) 地下水開発量の検討

1) 電気探査

調査対象地域の地質状況は、火山性堆積物が主体で当地区既存井戸より推察すると、地下水層は極めて深いと予想される。更に、本地区は標高 300～900m のカソ台地内に位置し帯水層も地域変化が大きい。従って各地域における帯水層深度および水位を把握するためカソ台地における既存井戸資料を基に現地踏査を実施し井戸予定地点を選定した。

電気探査は、選定した予定井戸地点及びその周辺既存井戸地点で実施し、その測定結果と既存井柱状図を検証対比し帯水層の電気探査結果特性の把握を行った。更に、井戸計画予定地点を対象とし、地下水賦存が予想される地点において再度電気探査を実施し、地下水位の確認を行った。

電気探査の結果、選定された井戸予定地点は、全般的に浅部に高見掛

比抵抗を示しているが、その下部は低見掛比抵抗帯となっている。更に、井戸予定地点の電気探査結果と近傍既存井戸との比較より、深部の低見掛比抵抗帯は凝灰岩、集塊岩、火山スカル及び軽石質の火山礫等からなるラス・シエラス層群に対比され、主要な帯水層と推定される。

なお、電気探査により推定される各井戸予定地点の考察を付録-3に示す。

## 2) 地下水開発量の検討

### a. 比湧出量

カラツ台地内には51本の既存井戸があり、この内20本の井戸は用水試験時の水位降下を示す資料が存在する（「第1カラツプロジェクト」にて建設された井戸12本を含む）。本計画においては、これら既存井戸資料をもとに井戸予定地点の比湧出量の検討を行った。

井戸予定地点における比湧出量は、電気探査結果と井戸予定地点近傍の既存井戸比湧出量を使用し検討した（表3.2.6参照）。なお、井戸予定地点における湧出量は、安全率を見込み、既存井戸比湧出量の75%とした。

表 3.2.6 井戸予定地点における推定比湧出量

| システム名             | 近傍<br>既存井戸 | 生産量<br>GPM | 静水位<br>m | 動水位<br>m | 水位<br>降下<br>m | 比湧<br>出量<br>GPM/m | 同左<br>75% | 推定比<br>湧出量<br>GPM/m |
|-------------------|------------|------------|----------|----------|---------------|-------------------|-----------|---------------------|
| コス・ブ・エフ・ロス        | F-1-93     | 388        | 164      | 235      | 71            | 5.46              | 4.10      | 4                   |
|                   | F-1-93     | 388        | 164      | 235      | 71            | 5.46              | 4.10      | 4                   |
| ビ・オ・XII           | F-1-93     | 388        | 164      | 235      | 71            | 5.46              | 4.10      | 4                   |
| エル・カセーロ           | T-1-97     | 400        | 189      | 194      | 5             | 80.00             | 60.00     | 60                  |
| イン・グ・レコ・リ・オ       |            | -          | -        | -        | -             | -                 | -         | -                   |
| イン・ファン・デ・<br>パシオン | T-1-97     | 400        | 189      | 194      | 5             | 80.00             | 60.00     | 60                  |
| ト・コーレス            | N-3-92     | 472        | 233      | 250      | 17            | 27.76             | 20.82     | 20                  |
| イン・マルコス           | N-1-92     | 402        | 134      | 172      | 38            | 10.58             | 7.93      | 7                   |



## b. 水位降下の検討

水位降下は、以下に示すThiemの公式を使用し検討した。検討結果により推定される各井戸予定地点の水位降下は次表のとおりである。

$$Q = \frac{2 \pi k M (H-h)}{2.3 \log (R / r_w)} \quad (H-h) = Q \times \frac{2.3 \log (R / r_w)}{2 \pi k M}$$

|     |                |                     |               |
|-----|----------------|---------------------|---------------|
| ここに | Q              | m <sup>3</sup> /sec | : 揚水量         |
|     | M              | m                   | : 帯水層の厚さ(100) |
|     | H              | m                   | : 動水位         |
|     | h              | m                   | : 静水位         |
|     | R              | m                   | : 影響範囲        |
|     | r <sub>w</sub> | m                   | : 井戸の有効半径     |
|     | k              |                     | : 透水係数        |
|     | (H-h)          |                     | : 水位降下        |

表 3.2.7 予定井戸の水位降下

| システム名                 | 予定井戸 | Q<br>GPM | Q<br>MPM | k       | R   | r <sub>w</sub> | H-h  |
|-----------------------|------|----------|----------|---------|-----|----------------|------|
| ロス・ブ・エフ・ロス            | P-1  | 208.5    | 0.788    | 0.00018 | 500 | 0.123          | 55.5 |
|                       | P-2  | 208.5    | 0.788    | 0.00018 | 500 | 0.123          | 58.2 |
| ヒ・オ・XII               | P-8  | 248      | 0.937    | 0.0001  | 500 | 0.123          | 62.8 |
| エル・クルセーロ              | P-3  | 490      | 1.852    | 0.0013  | 300 | 0.123          | 8.4  |
| サン・ゲ・レコ・リオ            | P-4  | -        | -        | -       | -   | -              | -    |
| サン・ファン・デ・<br>コンセプ・シオン | P-5  | 398      | 1.504    | 0.0013  | 300 | 0.123          | 6.8  |
| トロ・レス                 | P-6  | 174      | 0.658    | 0.00036 | 500 | 0.123          | 13.2 |
| サン・マルコス               | P-7  | 222      | 0.839    | 0.00032 | 500 | 0.123          | 34.7 |

## c. 開発可能量の検討

以上の結果をもとに各システム別地下水開発可能量の検討を行うと各井戸予定地点の開発可能量は、以下に示すとおりいずれも不足開発量を満たすことが可能と判断される。

表 3.2.8 予定井戸の開発可能量

| システム名                | 予定井戸 | 静水位<br>(m) | 動水位<br>(m) | 水位降下<br>(m) | 比湧出量<br>(GPM/m) | 開発<br>可能量<br>(GPM) | 不足<br>開発量<br>(GPM) |
|----------------------|------|------------|------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| ロス・プ・エフ・ロス           | P-1  | 220        | 275.5      | 55.5        | 4.00            | 222                | 200                |
|                      | P-2  | 210        | 280.2      | 58.2        | 4.00            | 233                | 217                |
| ヒ・オ-X11              | P-8  | 200        | 268.8      | 62.8        | 4.00            | 251                | 248                |
| エ・ク・ス・ロ              | P-3  | 200        | 208.4      | 8.4         | 60.00           | 501                | 490                |
| チン・ケ・レコ・リオ           | P-4  | -          | -          | -           | -               | -                  | -                  |
| チン・ファン・デ<br>コンセプ・ション | P-5  | 220        | 226.8      | 6.8         | 60.00           | 407                | 398                |
| ト・ローレス               | P-6  | 250        | 263.2      | 13.2        | 20.00           | 263                | 174                |
| チン・マコス               | P-7  | 250        | 284.7      | 34.7        | 7.00            | 243                | 222                |

### 3.2.2 井戸建設にかかる基本構想

井戸掘削予定地点の内、ロス・プ・エフ・ロス地域の2本（P-1、P-2、予定開発量共に300GPM）については地形的に標高の高いところに位置しており、所定の地下水量を確保するには困難が予想される。また、エ・ク・ス・ロシステム（P-3、予定開発量250GPM）については対象人口14,327人（1995年センサスより）に対し既存の生活用水源が湧水（65GPM）のみで新規開発予定井戸1本（予定開発量250GPM）で全人口に対処することは不可能である。

更に、「ニ」国においては、近年電力料金の高騰による運転コストの圧迫が深刻化し、井戸位置については可能な限り重力で送水可能な位置を選定する必要がある。

従って、井戸位置選定に対しては、以上の事項を考慮し、地質および地下水状況を検討した上で最も経済的かつ効率的送水が可能となるよう井戸位置を決定することとする

#### a. ロス・プ・エフ・ロス

本地区は、カラソ台地の北東に位置し、対象地域の中央を国道18号線が東西に横切っている。国道18号線は西（サグ・ス村へに入口）から東（カリナ村）に行くに従い1.0%の登り勾配となっており、本地区既存井戸は標高の低い国道西側に位置している。一方、集落は標高の高い（約500m）東側に密集しており、動力費の節減および送水管延長の

短縮等の意味から井戸位置は可能な限り標高の高い地点に選定する事が経済的である。

「二」国側から要請された2本の井戸地点は、カリナ・ボンブ機場の西それぞれ1km及び2kmの国道18号線上に位置し、この地点における地下水開発量は、前節で述べたとおり西暦2000年における不足量を開発する事が可能である。

従って、ラス・ブ・エフ・ロス地域における井戸掘削地点は、「二」国より要請された地点に建設することとする。

しかしながら、ラス・ブ・エフ・ロスの予定井戸2本は共に不足開発量を生産することが可能であるが、予定井戸地点(P-2)は(P-1)より標高の低い地点に位置していることから、安全性を考慮し標高の高い井戸(P-1)にて200GPMを標高の低い(P-2)で217GPMを生産する計画とする。

| システム名      | 予定井戸 | 不足開発量<br>(GPM) | 開発可能量<br>(GPM) |
|------------|------|----------------|----------------|
| ラス・ブ・エフ・ロス | P-1  | 200            | 222            |
|            | P-2  | 217            | 233            |

#### b. ビオ-XII

ビオ-XII地域は、現在本地区北側に建設されている井戸(N-2-92)より水供給を行っている。更にビオ-XII地域と既存井戸(N-2-92)の間には標高約480mの尾根が縦断し、給水対象地域も既存井戸より標高が高く本地区への生活用水供給にはプースター・ボンブの運転を必要とし、更に、送水距離も長く経済性に欠ける。このため、本既存井戸はラス・ブ・エフ・ロス地域での不足水の供給に利用し、ビオ-XIIには新規に井戸を建設することが効率的である。

一方、電気探査結果より井戸予定地点は、地質的にラス・シラス層により構成され、良好な帯水層を有している。また、本地点は西暦2000年に必要な248GPMの地下水開発が可能で、更に、ここからの配水は重力式にて全ての村落に給水が可能となる。従って、本地区においては新規にラク・ルガ村近傍に井戸を建設し、重力式にて各村落に給水を行う計画とする。

| システム名   | 予定井戸 | 不足開発量<br>(GPM) | 開発可能量<br>(GPM) |
|---------|------|----------------|----------------|
| ヒート-XII | P-8  | 248            | 251            |

c. エルクセーロ

本地区の既存水源は地区北西に位置する湧水のみで、その水生産量はわずか 65GPM である。一方、エルクセーロ地域の人口は 2000 年にはおよそ 13,880 人に達し、INAA の給水基準より算定すると 2000 年には 490GPM の水が不足する。

これに対し INAA から要請のあった井戸掘削予定地点（ラス・エスターナ）は、電気探査の結果井戸 1 本あたり 200～250GPM の地下水開発しか期待できず不足水量を確保するためには 2 本の井戸建設が必要となる。

しかしながら、エルクセーロ北西斜面は湧水が豊富で、その下流域には 500GPM の生産を行っている既存井戸（ボルドーニャ）があり、この既存井戸周辺で井戸の開発を行えば 1 本の井戸で本計画の不足水量を確保することが可能である。

従って、本地区域については、ボルドーニャ周辺に新規井戸を開発し生活用水を供給する計画とする。

| システム名  | 予定井戸 | 不足開発量<br>(GPM) | 位置             | 開発可能量<br>(GPM) |
|--------|------|----------------|----------------|----------------|
| エルクセーロ | P-3  | 490            | 要請地点（ラス・エスターナ） | 250            |
|        |      |                | ボルドーニャ付近       | 501            |

d. フンゲレゴリア

フンゲレゴリア地域はカソ台地の南西に位置し、地形的に北東より南西に傾斜している。地域内には 3 本の既存井戸が存在し、その生産量も 512GPM である。これに対し 2000 年における水需要は 487GPM と算定され、現在の既存井戸で対応可能である。従って本地区域においては新規水源開発は必要ない。

| システム名      | 必要用水量<br>(GPM) | 不足開発量<br>(GPM) | 既存生産量<br>(GPM) |
|------------|----------------|----------------|----------------|
| チン・ケ・レ・コ・リ | 478            | -25            | 512            |

e. チン・ファン・デ・コンセプション

地形的に本地域は標高 550m を頂点に北西部地域と東部地域にわかれている。INAA 側より要請された予定井戸地点は、東部地域に位置するチン・ファン・デ・コンセプションの西およそ 800m の地点で、ここは起伏のある丘に挟まれ、井戸建設および取水タンク建設用地の確保も困難な地域である。更にチン・ファン盆地の既存井戸（最大生産井 149GPM：第 1 次カン・ア・ロツェ外で施工）の地下水生産量より推定して 100～150GPM の地下水開発しか期待できない。

一方、北西部地区には、エ・カセ・ロ・システムにて井戸選定を予定した地区（ボ・ル・コ・ニヤ）に続いており、およそ 430GPM の地下水生産が可能である。従って本地区においてもエ・カセ・ロ地域同様ボ・ル・コ・ニヤ周辺に新規井戸を開発し計画策定を行うこととする。

| システム名                | 予定井戸 | 不足開発量<br>(GPM) | 位置         | 開発可能量<br>(GPM) |
|----------------------|------|----------------|------------|----------------|
| チン・ファン・デ・<br>コンセプション | P-5  | 398            | 要請地点       | 100～150        |
|                      |      |                | ボ・ル・コ・ニヤ付近 | 431            |

f. ドーレス

ドーレス地域における水生産は、ドーレスの町を対象に水開発が行われてきたもので、要請された多くの村落は既存ドーレスシステムと他システムの間（ドーレスシステムの北および南に位置する村落）にあり既存給水施設は皆無である。そのため本計画ではこれら村落をドーレス・システムに統合する。

要請された井戸予定地点は、ドーレスの北約 2.4km に位置するエ・タンクである。本地点周辺は比較的平坦な地域であるが、標高は周辺地域に比較し高く、ドーレス要請村落に対しグラビティ配水の可能な地点である。更に、この地点は周辺既存井戸の水生産量より推定し、2000 年におけるドーレス不足水量（174GPM）を賄うことができ、井戸建設地点としては最適な位置と判断される。従ってドーレス地域についてはエ・タンクに

新規井戸を建設しグラビティにて各地域に生活用水供給を行う計画とする。

| システム名 | 予定井戸 | 不足開発量<br>(GPM) | 開発可能量<br>(GPM) |
|-------|------|----------------|----------------|
| トローレス | P-6  | 174            | 241            |

#### g. シン・マルコス

本地域の要請井戸予定地点はシン・マルコスとラス・エスキナスの中間地点に位置し、2000年対応の不足水源を確保することが可能である。更に、ラス・エスキナスに行くに従い標高は高く、ラス・エスキナス周辺においても同様の地下水開発量を確保することが可能である。従ってラス・エスキナス周辺の5村落を本システムに統合し、グラビティにて水供給可能なマルヒン・コラレスに新規井戸を建設する計画とする。

| システム名   | 予定井戸 | 不足開発量<br>(GPM) | 開発可能量<br>(GPM) |
|---------|------|----------------|----------------|
| シン・マルコス | P-7  | 222            | 250            |

### 3.2.3 給水施設整備にかかる基本構想

本計画における給水施設整備は、新規に計画された井戸より既存送配水管網までの接続とし計画策定を行う。

基本的に新規井戸地点は、可能な限り重力給水が可能な地点に位置選定しているが、予定地下水量の確保が不可能な地域での井戸選定の地点からは、各村落への重力配水は出来ない。これらの地域に対しては、最も経済的となる位置へ重力配水可能な水タンクを計画し、各村落に給水する計画とする。

#### (1) 送配水計画

##### a. ロス・ブエノス

本地域の人口分布は、地区東側の標高500m以上に51.4%（消費水量：539GPM）が居住し、500m以下に48.5%（消費水量：483GPM）が居住している。一方2本の既存井戸（生産量：605GPM）は当地域内では標高が低い西部地域に位置していることから、この既存井戸より標高

500m以下に居住する住民に給水する計画とする。

標高 500m 以上に居住する住民に対しては、地形的に既存施設であるカリー・ホップ 機場またはミト・ム配水池より給水されていることから、新規に計画される 2 本の井戸および既存井戸から 122GPM (605-483) を既存施設 (カリー・ホップ 機場) に送水する計画とする。

「二」国側の要請によると 2 本の井戸にそれぞれ配水タンクが計画されていたが、この 2 本の井戸はわずか 1km しか離れておらず標高差も小さい。従って、配水タンクは経済性を考慮し、2 本の井戸共用とし 1 基のタンクを建設することとし計画策定を行う (基本設計図 No. 2.1 参照)。

即ち、各施設からの送水は以下のとおりとなる。

既存井戸 (F-1-35) : 井戸より直接標高 500m 以下の村落へ配水

既存井戸 (N-2-92) : ビ・オ-XII より本システムに組み入れた 2 つの村落 (ブ・ス・アレ・レ、サ・ハ・ム・ム) へ直接配水し、残りを新規タンクに送水

新規井戸 (2 本) : 生産された水は全て新規タンクに送水

新規タンク : 本タンクより重力にて配水可能な 3 村落 (ティエ・ブ・ラ・カ、ロ・ホ・シ・ト・ス、エ・ホ・チ・テ) に配水し、残りをカリー・ホップ 既存タンクに送水

カリー・ホップ 既存タンク : 重力配水可能なサ・フ・ア・ン・デ・オ・リ・エン・テ村へ配水し、残りをミト・ム配水池へ送水。

ミト・ム配水池 : 標高の最も高い 2 村落へ配水。

#### b. ビ・オ-XII

本対象地域は南北 8km、東西 2km と細長く、北部には国道 18 号線が走っている。本地域内の標高はこの国道を頂点に南に 0.5% の勾配で傾斜している。本地域において選定された新規井戸予定地点はこれら地形状況を考慮し、全対象村落へ重力配水可能な地点に位置選定を行っている。

従って、本システムの送水方法はラ・カ・ハ 近傍に計画される井戸 (P-8) よ

り各村落に重力配水することとする（基本設計図 No. 3.1 参照）。

新規井戸 (P-8) : 生産された水は全て新規タンクに送水

新規タンク : 全対象村落（8 村落）へ重力にて配水

#### c. エル・タムセーロ

本地区で最も標高の高い地域はラス・ヌーバス村である。しかしながら前記井戸計画地点よりラス・ヌーバス村までの距離はおよそ 11km におよびその標高差も 600m 以上となる。従って、本計画において開発される水は途中チン・ファビオに中継タンクを計画し、これを經由しラス・ヌーバスへ送水する計画とする。ラス・ヌーバスに建設される水タンクからは重力にて各村落に配水することとする（基本設計図 No. 4.1 参照）。

新規井戸 (P-3) : 全水量を新規タンク (P-3 地点) へ送水

新規タンク (P-3 地点) : 全水量を新規タンク (チン・ファビオ) へ送水

新規タンク (チン・ファビオ) : 全水量を新規タンク (ラス・ヌーバス) へ送水

新規タンク (ラス・ヌーバス) : 全対象村落（8 村落）へ重力にて配水

#### d. チン・グレゴリオ

現在の給水システムは対象村落の拡大および人口増加に対応し増設されたもので、配水管網も十分な送水断面を有していない。更に、現在の配水システムは 2 本の井戸（生産量 160GPM）を除き取水ポンプの有する圧力により圧送されているため、無駄な動力を使用しているのに加え、圧力をかければ配水管が破裂し、圧力を押さえれば末端地区に水が届かないといった状況である。

従って、本システムについては井戸の建設は必要ないが、これらの問題を解決するため直接取水ポンプの圧力で配水を行っている既存井戸 (N-3-93) の水を、重力配水可能な地点 (チン・アントニオ) へ送水し、ここより各村落に配水する計画とする。

対象地域北東は同地区で最も標高が高く、全地域に重力にて送水可能な地点である。従って、この地点に新規水タンクを計画する（基本設計図 No. 5.1 参照）。



|                  |                         |          |
|------------------|-------------------------|----------|
| 既存井戸 (D-1)       | : 対象村落へ配水               |          |
| 既存井戸 (I-1)       | : 対象村落へ配水               | チン・グレゴリ市 |
| 既存井戸 (N-3-93)    | : 新規タンク (N-3-93 位置) へ送水 |          |
| 新規タンク (N-3-93)   | : 新規タンク (チン・アントニオ) へ送水  |          |
| 新規タンク (チン・アントニオ) | : グラビティにて各村落へ配水         |          |

#### e. チン・ファツ・デ・コンセプシオン

本地域は北西部および東部地域にわかれ、東部地域は、3本の既存井戸が存在し、北西部については、既存の湧水があるのみである。地形的にこの2つの地域の分岐点 (チン・イグナシオ) が最も標高が高い。新規に開発される井戸予定地は本地区においても標高が低い地点に位置している。従って、全地域重力配水可能なチン・イグナシオへ水タンクを建設し、給水を行なう計画とする (基本設計図 No. 6.1 参照)。

|               |            |        |
|---------------|------------|--------|
| 既存井戸 (JICA-8) | : 各村落へ直接配水 | } 6 村落 |
| 既存井戸 (F-2-79) | : 各村落へ直接配水 |        |
| 既存井戸 (F-1-83) | : 各村落へ直接配水 |        |
| 湧水            | : 各村落へ直接配水 |        |

|                  |                                               |
|------------------|-----------------------------------------------|
| 新規井戸 (P-5)       | : 新規水タンク (P-5 地点) へ送水                         |
| 新規タンク (P-5 地点)   | : グラビティにて配水可能な村落へ直接配水、その他新規タンク (チン・イグナシオ) へ送水 |
| 新規タンク (チン・イグナシオ) | : グラビティにて各村落へ配水                               |

#### f. ドーレス

既存送配水システムは、ドーレス市内に建設されている水タンクより重力式にて4つの村落に配水している。本計画において新規に対象として含まれる村落の殆どは、既存水タンクの北方に位置し、既存水タンクより標高は高い。本計画で新規に計画された井戸地点はこれら全ての地域より標高は高く、全地域へ重力配水が可能である。従って、新規井戸より各村落に給水することとする。 (基本設計図 No. 7.1 参照)。

|                |                      |
|----------------|----------------------|
| 既存井戸 (F-2-92)  | : 各村落へ配水 (3 村落)      |
| 新規井戸 (P-6)     | : 新規タンク (P-6 地点) へ送水 |
| 新規タンク (P-6 地点) | : グラビティにて各村落へ配水      |

#### g. チン・マルコス

本システム内には 5 本の既存井戸が存在し、この内 4 本の井戸はチン・マルコス市周辺（東部）にあり、残りの 1 本は地区西部に位置するラス・エスキナスにある。チン・マルコス市周辺の井戸は従来どおり東部の村落を対象に給水を行ない、ラス・エスキナスの既存井戸（F-1-92）は地区西部の村落へ、水中モーターポンプの圧力により水を圧送していたが、本計画では全て下流域へ重力配水を行うこととする。

新規に建設される井戸は全地域重力配水可能な地点に建設が予定されていることから、既存井戸で給水出来ない地域へ重力配水を行う計画とする。（基本設計図 No. 8.1 参照）。

|                |                      |         |
|----------------|----------------------|---------|
| 既存井戸 (F-1-90)  | : 各村落へ配水             | } 12 村落 |
| 既存井戸 (F-2-83)  | : 各村落へ配水             |         |
| 既存井戸 (I-A-74)  | : 各村落へ配水             |         |
| 既存井戸 (A-1-72)  | : 各村落へ配水             |         |
| 既存井戸 (F-1-92)  | : 各村落へ配水             |         |
| 新規井戸 (P-7)     | : 新規タンク (P-7 地点) へ送水 |         |
| 新規タンク (P-7 地点) | : グラビティにて各村落に配水      |         |

#### (2) 施設計画

以上の送配水計画にのっとた施設内容の検討結果は表 3.2.9～表 3.2.15 に示すとおりである。

表 3.2.9 ポンプ・パイプ (施設内容の検討)

| 項 目              |        | 数 量   | 単 位 | 備 考                                                                                                          |
|------------------|--------|-------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 既存井戸<br>(N-2-92) | 送配水タンク | 1     | 基   | 新規タンクに送水するため送配水タンクを建設                                                                                        |
|                  | 送水ポンプ  | 1     | 組   | 新規タンクに送水するためのポンプ                                                                                             |
|                  | 塩素滅菌装置 | 1     | 式   | 本水タンクからの送水は全て新規タンクへ送水されるものではなく途中の村落にも配水される。従って、塩素滅菌装置が必要                                                     |
|                  | 制御建屋   | 1     | 棟   | 送水ポンプ、同ポンプ制御盤および塩素滅菌装置の設置                                                                                    |
|                  | 送水パイプ  | 3,600 | m   | 送水タンクより新規タンクまでの送水                                                                                            |
| 新規井戸<br>(P-2)    | 井戸掘削   | 1     | 本   | 取水用井戸の掘削                                                                                                     |
|                  | 取水ポンプ  | 1     | 基   | 取水用ポンプ                                                                                                       |
|                  | 送配水タンク | 1     | 基   | 新規に建設される井戸2本兼用とし水タンクを計画。新規に建設される井戸の水は全てカリー+ポンプ機場の既存タンクに送水されるが、本タンクは既存井戸(N-2-92)より送水された水を各村落へ配水する送配水兼用タンクとなる。 |
|                  | 送水ポンプ  | 1     | 基   | カリー+ポンプ機場の既存タンクに送水するためのポンプ                                                                                   |
|                  | 塩素滅菌装置 | 1     | 式   | 水タンクからの送水は全て新規タンクへ送水するものではなく村落にも配水される。従って、塩素滅菌装置が必要                                                          |
|                  | 制御建屋   | 1     | 棟   | 送水ポンプ、同ポンプ制御盤、取水ポンプ用制御盤および塩素滅菌装置の設置                                                                          |
|                  | 送水パイプ  | 2,000 | m   | 新規送配水タンクよりカリー+既存タンクまでの送水                                                                                     |
|                  | 配水パイプ  | 50    | m   | 送配水タンクより既存パイプラインまでの接続                                                                                        |
|                  |        |       |     |                                                                                                              |
| 新規井戸<br>(P-1)    | 井戸掘削   | 1     | 本   | 取水用井戸の掘削                                                                                                     |
|                  | 取水ポンプ  | 1     | 基   | 取水用ポンプ                                                                                                       |
|                  | 制御建屋   | 1     | 棟   | 取水ポンプ用制御盤の設置                                                                                                 |
|                  | 送水パイプ  | 1,300 | m   | 新規井戸(P-1)より配水タンクまでの送水                                                                                        |

ポンプにて水を圧送するための水タンクおよびパイプを送水タンク、送水パイプと称し、重力にて送られるものを配水タンク、配水パイプと称する。

表 3.2.10 ヒ・オ-XII (施設内容の検討)

| 項 目           |        | 数量  | 単位 | 備 考                  |
|---------------|--------|-----|----|----------------------|
| 新規井戸<br>(P-8) | 井戸掘削   | 1   | 本  | 取水用井戸の掘削             |
|               | 取水ポンプ  | 1   | 基  | 取水用ポンプ               |
|               | 配水タンク  | 1   | 基  | 各村落に重力にて配水するための水タンク  |
|               | 塩素滅菌装置 | 1   | 式  | 配水される水の滅菌            |
|               | 制御建屋   | 1   | 棟  | 取水ポンプ および塩素滅菌装置の設置   |
|               | 配水パイプ  | 300 | m  | 配水タンクより既存パイプラインまでの接続 |

表 3.2.11 エ・ウ-XI-a (施設内容の検討)

| 項 目                 |        | 数量    | 単位 | 備 考                                    |
|---------------------|--------|-------|----|----------------------------------------|
| 新規井戸<br>(P-3)       | 井戸掘削   | 1     | 本  | 取水用井戸の掘削                               |
|                     | 取水ポンプ  | 1     | 基  | 取水用ポンプ                                 |
|                     | 送配水タンク | 1     | 基  | 新規井戸の取水および中継タンクへの送水用水タンク               |
|                     | 送水ポンプ  | 1     | 基  | 中継タンクへ送水するためのプー<br>スターポンプ              |
|                     | 制御建屋   | 1     | 棟  | 取水ポンプ、送水ポンプの制御<br>盤および送水ポンプの設置         |
|                     | 送水パイプ  | 4,000 | m  | 新規井戸より中継タンクまでの<br>送水                   |
| 中継タンク               | 送水タンク  | 1     | 基  | ラス・ヌー・ベス配水タンクへ送水する<br>ための水タンク          |
|                     | 送水ポンプ  | 1     | 基  | ラス・ヌー・ベス配水タンクへ送水する<br>ための送水ポンプ         |
|                     | 制御建屋   | 1     | 棟  | 送水ポンプの制御盤、送水ポン<br>プの設置および塩素滅菌装置<br>の設置 |
|                     | 送水パイプ  | 7,000 | m  | 中継タンクより配水タンク(ラス・ヌー<br>・ベス) までの送水       |
|                     | 塩素滅菌装置 | 1     | 式  | 全ての水は本水タンクにて塩素<br>滅菌を行う。               |
| 配水タンク<br>(ラス・ヌー・ベス) | 配水タンク  | 1     | 基  | 各村落に重力にて配水するた<br>めの水タンク                |
|                     | 配水パイプ  | 50    | m  | 配水タンクより既存パイプラインま<br>での接続               |

表 3.2.12 キン・グレ・ガ（施設内容の検討）

| 項 目      |        | 数量    | 単位 | 備 考                                                                       |
|----------|--------|-------|----|---------------------------------------------------------------------------|
| 新規送配水タンク | 送配水タンク | 1     | 基  | 既存井戸より生産した水を送配水するための水タンク。配水は本水タンクより重力で配水可能な村落へ水を供給し、残りの水を新規に計画する配水タンクに送水。 |
|          | 送水ポンプ  | 1     | 基  | 新規に計画された配水タンクへの送水。                                                        |
|          | 塩素滅菌装置 | 1     | 式  | 本送配水タンクは直接村落にも配水される水タンクである。従って、本水タンクに貯留される水の滅菌装置が必要となる。                   |
|          | 制御建屋   | 1     | 棟  | ブースターポンプ、同ポンプ制御盤および塩素滅菌装置の設置                                              |
|          | 送水パイプ  | 2,600 | m  | 送配水タンクより配水タンクへの送水                                                         |
|          | 配水パイプ  | 50    | m  | 配水タンクより既存パイプラインまでの接続                                                      |
| 新規配水タンク  | 配水タンク  | 1     | 基  | 重力にて各村落へ配水するための水タンク                                                       |
|          | 配水パイプ  | 100   | m  | 配水タンクより既存パイプラインまでの接続                                                      |

表 3.2.13 キン・ファン・デ・コンセプション（施設内容の検討）

| 項 目           |        | 数量    | 単位 | 備 考                           |
|---------------|--------|-------|----|-------------------------------|
| 新規井戸<br>(P-5) | 井戸掘削   | 1     | 本  | 取水用井戸の掘削                      |
|               | 取水ポンプ  | 1     | 基  | 取水用ポンプ                        |
|               | 送水タンク  | 1     | 基  | 新規井戸（P-5）の水を配水タンクに送水するための水タンク |
|               | 送水ポンプ  | 1     | 基  | 新規配水タンクに送水するための送水ポンプ          |
|               | 制御建屋   | 1     | 棟  | 取水ポンプ制御盤、送水ポンプ制御盤および送水ポンプの設置  |
|               | 送水パイプ  | 4,500 | m  | 本地点送水タンクより送配水タンクまでの送水         |
|               | 塩素滅菌装置 | 1     | 式  | 全ての水は本水タンクにて塩素滅菌を行う。          |
| 新規配水タンク       | 送配水タンク | 1     | 基  | 既存配水タンクへの送水および各村落へ配水するための水タンク |

表 3.2.14 ト・ローレス（施設内容の検討）

| 項 目           |        | 数 量   | 単 位 | 備 考                                   |
|---------------|--------|-------|-----|---------------------------------------|
| 新規井戸<br>(P-6) | 井戸掘削   | 1     | 本   | 取水用井戸の掘削                              |
|               | 取水ポンプ  | 1     | 基   | 取水用ポンプ                                |
|               | 配水タンク  | 1     | 基   | 新規井戸（P-6）の水を配水タンクに送水するための水タンク         |
|               | 塩素滅菌装置 | 1     | 式   | 全ての水は本配水タンクより配水される。従って、この地点にて塩素滅菌を行う。 |
|               | 制御建屋   | 1     | 棟   | 取水ポンプ制御盤、塩素滅菌装置の設置                    |
|               | 送水パイプ  | 2,400 | m   | 本地点配水タンクより既存配管網までの送水                  |

表 3.2.15 粉・マルクス（施設内容の検討）

| 項 目           |        | 数 量   | 単 位 | 備 考                                   |
|---------------|--------|-------|-----|---------------------------------------|
| 新規井戸<br>(P-7) | 井戸掘削   | 1     | 本   | 取水用井戸の掘削                              |
|               | 取水ポンプ  | 1     | 基   | 取水用ポンプ                                |
|               | 配水タンク  | 1     | 基   | 新規井戸（P-7）の水を配水タンクに送水するための水タンク         |
|               | 塩素滅菌装置 | 1     | 式   | 全ての水は本配水タンクより配水される。従って、この地点にて塩素滅菌を行う。 |
|               | 制御建屋   | 1     | 棟   | 取水ポンプ制御盤、塩素滅菌装置の設置                    |
|               | 送水パイプ  | 2,500 | m   | 本地点配水タンクより既存配管網までの送水                  |

(3) 協力実施の基本構想

以上の検討の結果、本プロジェクトの基本構想は、カラソ台地における7システムにおいて西暦2000年の人口に対応した以下に示す内容の地下水開発および関連給水施設の整備を実施することとする。

表 3.2.16 本計画の主な内容

| 項目         | 数量     | 単位  |
|------------|--------|-----|
| 施設建設       |        |     |
| 井戸本数       | 7      | 本   |
| 取水ポンプ      | 7      | 基   |
| 生産量        | 1,956  | GPM |
| 水タンク       | 12     | 基   |
| 送水ポンプ      | 6      | 組   |
| 送配水管       | 30,500 | m   |
| 塩素滅菌装置     | 8      | 組   |
| 制御建屋       | 10     | 棟   |
| 塩素滅菌用建屋    | 2      |     |
| 機材         |        |     |
| 送水ポンプ      | 1      | 組   |
| クレーン付きトラック | 1      | 台   |

### 3.3 プロジェクト外の最適案に係わる基本設計

#### 3.3.1 設計方針

##### 1) 自然条件に対する方針

- ・カラソ台地周辺には、マヤ火山、コンセプション火山が位置し、ここに発生する雨雲による降雨は亜硫酸を中心とする酸性雨である。このため、本計画で建設される施設には、耐酸性の材質のもの、または耐酸性塗料で表面措置を施すこととする。
- ・また、同様に周辺に火山が位置していることから、地震が頻繁に発生しているため、施設設計にあたっては、地震を考慮した設計を行うこととする。

##### 2) 社会条件に対する方針

- ・カラソ台地は標高 300m～900m に位置し、浸透性の高い土壌のため、表流水はほとんど活用できないことから、配水タンクの容量は、INAA の基準に加え、消火用水も考慮して計画することとする。

##### 3) 建設事情もしくは建設業界の特殊事情に対する方針

- ・「ニ」国における井戸掘削は従来からパーカッション方式で行われているが、カラソ台地においては、井戸深度が深いため、パーカッション方式で井戸掘削を行った場合には井戸 1 本あたり 6 ヶ月以上を要する。このため、本計画では「第 1 次カラソ台地地下水開発計画」において調達した INAA 所有の掘削機を用いて井戸掘削を行うこととする。

##### 4) 現地業者、現地資機材の活用について

- ・塩化ビニールパイプ、コンクリート製品等の「ニ」国で調達可能な資機材については原則として現地調達するものとする。ただし、ポンプ、発電機等の「ニ」国での調達では品質、納期等に問題が予想される資機材については、第 3 国調達について検討する。



5) 実施機関の維持管理能力に対する方針

- ・ INAA の維持管理能力を考慮し、施設完成後の維持管理が適切に行われるよう、INAA の設計基準に準拠し施設設計を行う。

6) 工期に対する方針

- ・ 本計画対象地域は7地域にわたり、井戸掘削深度も深く、送水管布設、送配水タンの建設等含まれていることから、1対象地域における事業実施は長期間を要することとなる。このため、本計画では、7地域の工事を平行し進めることとし、2年間の国債で行うこととする。

3.3.2 基本計画

(1) 施設計画

1) 井戸建設計画

a. 建設井戸数

本計画対象地域に建設される井戸の本数は次表に示すとおりである。

表 3.3.1 建設井戸数と生産量

| システム名                     | 井戸数<br>(本) | 計画人口<br>(人) | 開発水量<br>(t/day) | 計画生産量<br>(リットル/min) | 計画生産量<br>(GPM) |
|---------------------------|------------|-------------|-----------------|---------------------|----------------|
| ロス・ブ・エブ・ロス                | 2          | 26,765      | 1702            | 1576                | 417            |
| ビ・オ・XII                   | 1          | 8,038       | 1012            | 937                 | 248            |
| エ・ク・ル・セ・ロ                 | 1          | 13,881      | 2000            | 1852                | 490            |
| ク・ン・グ・レ・コ・リオ              | 0          | 14,140      | 0               | 0                   | 0              |
| ク・ン・フ・イン・テ・コ・ン・セ<br>プ・ション | 1          | 19,802      | 1625            | 1504                | 398            |
| ト・ロー・レス                   | 1          | 12,696      | 710             | 568                 | 174            |
| ク・ン・マル・コス                 | 1          | 30,653      | 906             | 839                 | 222            |
| 計                         | 7          | 125,976     | 7955            | 7276                | 1949           |

なお、妙ノ台地の地下水位は極めて深く、かつ地域的に地下水位の変動も大きいと予想されることから、空井戸率 20%を見込むものとする。

## b. 構造計画

一般的に井戸径は地表面より底面まで同一径にて掘削するのが経済的、施工的に有利である。しかしながら、カリ台地における地下水位は極めて深く、静水位でおよそ 200m～250m である。更に過去の実績より掘削時、深度 250～300m 付近において崩壊する傾向にある。

従って、2 段階掘削を行い、井戸の構造は 2 段構造とする。1 段目の井戸仕上がり口径は揚水ポンプ（水中モーターポンプ）が設置できる口径とし、2 段目にスクリーンを設置する計画とする（基本設計図参照）。

## c. 井戸掘削深度およびポンプ設置位置

井戸の掘削深度は、「1.2.2 要請内容の検討」で述べた動水位を基にポンプ設置位置を決定し、所定の開発量を取水するためスクリーンの位置、長さを算定し決定した。

現地調査の結果カリ台地における期別地下水変動を示す資料は入手出来なかった。従って本計画におけるポンプ設置位置は、地下水の季節変動を考慮し、動水位よりポンプ吸い込み口までの深度をおよそ 20m と設定した。またスクリーンの長さはそれぞれの井戸について電気探査結果および近傍既存井戸データより想定し決定した。

各井戸予定地点の井戸掘削深度およびポンプ設置位置の検討結果は以下に示すとおりである。

表 3.3.2 計画井戸の掘削深度とポンプ設置位置

| 井戸番号 | 静水位<br>(m) | 動水位<br>(m) | 動水位より<br>ポンプ吸込口<br>までの深度 | 2 段目         |              | 井戸掘削<br>深度<br>(m) |
|------|------------|------------|--------------------------|--------------|--------------|-------------------|
|      |            |            |                          | スクリーン<br>(m) | ケーシング<br>(m) |                   |
| P-1  | 220        | 275.5      | 20.5m                    | 48           | 66           | 410               |
| P-2  | 210        | 268.2      | 21.8m                    | 48           | 72           | 410               |
| P-8  | 200        | 262.8      | 23.2m                    | 48           | 66           | 400               |
| P-3  | 200        | 208.4      | 21.6m                    | 48           | 72           | 350               |
| P-5  | 220        | 226.8      | 21.2m                    | 48           | 51           | 350               |
| P-6  | 250        | 263.2      | 22.8m                    | 48           | 66           | 400               |
| P-7  | 250        | 281.7      | 21.3m                    | 48           | 66           | 420               |

#### d. 掘削計画

本計画対象地域であるカヲ台地の地層はマサヒ火山の噴火による火山性堆積物が200～300mの深度まで堆積し、この地層は極めて崩壊性が高い。特に崩壊性の大きい地点は地表面より30～60m間の未結状態の区間と、地下水が確認される深度250～300mの地点である。

従って本計画においては最も崩壊性の高い地表下30～60mまで孔壁保護用にケーシングを設置し掘削を行う事とする。次に崩壊性が大きい深度250～300m地点までは同口径にて掘削を行いケーシングを設置する。更に深度の深い部分については、設置したケーシングの中に挿入可能な小さい口径のビットを使用し、所定の深度まで掘削する。以上の手順に従い掘削する口径および延長は次に示すとおりである。

表 3.3.3 計画井戸のケーシング・プログラム

単位：m

|               | ケーシング | 第1段掘削   | 第2段掘削    | 掘削長 |
|---------------|-------|---------|----------|-----|
| 掘削口径          | 24"   | 18" 1/2 | 12" 1/4  | -   |
| ケーシング径又は井戸仕上径 | φ 20" | φ 16"   | φ 8" 5/8 | -   |
| 井戸番号          |       |         |          |     |
| P-1           | 60    | 236     | 114      | 410 |
| P-2           | 60    | 230     | 120      | 410 |
| P-8           | 60    | 226     | 114      | 400 |
| P-3           | 30    | 200     | 120      | 350 |
| P-5           | 30    | 218     | 102      | 350 |
| P-6           | 60    | 226     | 114      | 400 |
| P-7           | 60    | 246     | 114      | 420 |

#### e. 取水ポンプの選定

深井戸用のポンプとしては、水中モーターポンプと垂直タービンポンプがあるが、本計画により建設される井戸の深度は250～420mと深く、更にポンプ設置位置が200mを超える。従って本計画においては、駆動体と同軸で連結し、垂直タービンポンプに比べ負荷量が少なくポンプ効率が良い水中モーターポンプを使用する事とする。

なお、電動機出力は、次の公式を使用し算定した。算定結果は表 3.3.4 に示すとおりである。

$$P = (K \cdot \gamma \cdot Q \cdot H) / (\eta_p \cdot \eta_g \cdot \eta_s) \times (1+R)$$

P : 電動機の出力 (Kw)

K : 0.163

$\gamma$  : 水の比重、常温清水で 1.0

Q : ポンプの吐出量 (m<sup>3</sup>/min)

H : ポンプの全揚程 (m)

$\eta_p$  : ポンプ効率 0.63

$\eta_g$  : 減速機を使用する場合の伝導効率 0.95

$\eta_s$  : 流体継手を使用する場合の伝導効率 0.96

R : 電動機の余裕係数 0.15

表 3.3.4 水中モーター・ポンプの諸元

| 井戸名 | 揚水量<br>Q (GPM) | 全揚程<br>H (m) | 揚水管径<br>$\phi$ (mm) | 電動機出力<br>(Kw) |
|-----|----------------|--------------|---------------------|---------------|
| P-1 | 200            | 305.4        | 100                 | 63.3          |
| P-2 | 217            | 305.8        | 100                 | 68.8          |
| P-8 | 248            | 307.7        | 100                 | 78.6          |
| P-3 | 490            | 249.2        | 100                 | 126.5         |
| P-5 | 398            | 262.9        | 100                 | 108.4         |
| P-6 | 174            | 298.6        | 100                 | 53.8          |
| P-7 | 222            | 322.1        | 100                 | 74.1          |

## 2) 送水施設計画

### a. 送水タンク計画

本プロジェクトにて計画される水タンクは全部で 12 基である。この内送水タンクは井戸より揚水した地下水を標高が高い位置（配水タンク）まで送水ポンプで圧送するため一時貯留する水タンクで、次に示す 6 基が対象となる。

表 3.3.5 システム別送配水タンク

| システム名                 | 位置                          | 送水タンク  |        | 配水<br>タンク | 計  |
|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|-----------|----|
|                       |                             | 送水のみ   | 送配水兼用  |           |    |
| ロス・ブ・エフ・ロス            | N-2-92<br>P-2               |        | 1<br>1 |           | 2  |
| ヒ・オ・XII               | P-8                         |        |        | 1         | 1  |
| エカ・クムセーロ              | P-3<br>チン・ファヒ・オ<br>ラス・ヌーヘ・ス | 1<br>1 |        | 1         | 3  |
| チン・グ・レゴ・リオ            | N-3-93<br>チン・フントニオ          |        | 1      | 1         | 2  |
| チン・ファン・デ・<br>コンセプ・ション | P-5<br>チン・イグ・ナシオ            | 1      |        | 1         | 2  |
| ト・ローレス                | P-6                         |        |        | 1         | 1  |
| チン・マルコス               | P-7                         |        |        | 1         | 1  |
| 計                     |                             | 3      | 3      | 6         | 12 |

送水タンクは特に大容量を必要としないが、送水ポンプの断続運転を避けるため、容量は1時間当たりの送水容量とする。

ロス・ブ・エフ・ロス・システムに計画されている2基のタンク及びチン・グ・レゴ・リオ・システムの既存井戸（既存井戸 No. N-3-93）に隣接し計画される水タンクは、送配水兼用タンクとなる。従って、タンク容量は送水量の1時間及び、配水量の4.5時間分として算定した（配水タンクの項参照）。各システムにおける送水タンクの容量は次の通りとなる。

表 3.3.6 各送水タンク容量検討

| システム名                 | 位置       | 送水量<br>(GPM) | 配水量<br>(GPM) | 計<br>(GPM) | 送水用タンク<br>x1h | 配水用タンク<br>x4.5h | タンク容量<br>(ガロン) |
|-----------------------|----------|--------------|--------------|------------|---------------|-----------------|----------------|
| ロス・ブ・エフ・ロス            | N-2-92   | 191          | 26           | 217        | 11460         | 7020            | 20,000         |
|                       | P-2      | 539          | 69           | 608        | 32340         | 18630           | 55,000         |
| エカ・クムセーロ              | P-3      | 490          | 0            | 490        | 29100         | 0               | 30,000         |
|                       | チン・ファヒ・オ | 490          | 0            | 490        | 29100         | 0               | 30,000         |
| チン・グ・レゴ・リオ            | N-3-93   | 110          | 242          | 352        | 6600          | 65340           | 75,000         |
| チン・ファン・デ・<br>コンセプ・ション | P-5      | 398          | 0            | 398        | 23880         | 0               | 25,000         |

タンクの形式、構造は工事の施工性及び維持管理を考慮し、「ニ」国で一般的に施工されている鋼製とする。

## b. 送水ポンプ計画

井戸建設予定地が配水地区より標高が低い4地区（ロス・ブエノ・ロス、エル・カセロ、イン・ファン・デ・コンセプション及びイン・グレコリア）について、送水ポンプの設計を行った。

ポンプは次の理由により横軸型渦巻きポンプを採用する。

- ・主要部分が床にあるため保守が安易である。
- ・単位面積当たりの機械荷重が低い。
- ・原動機やポンプ単体の価格は安価である。

なお、ポンプの計画揚程は次式を用い算定した。

$$H = h_s + h_f + v^2 / 2g$$

ここに

- H : 全揚程：送水ポンプより配水ポンプ又は中継送水ポンプまでの全ての損失水頭（m）
- $h_s$  : 実揚程（m）で吸込水面から吐出し水面までの水位差
- $h_f$  : 管路摩擦損失水頭（m）
- $v^2 / 2g$  : 速度水頭（本計算では流速が小さいため無視する）
- v : 管路末端の流速（m/s）
- g : 重力加速度（9.8m/s<sup>2</sup>）

算定結果は次表に示すとおりである。

表 3.3.7 送水ポンプ全揚程の算定結果

| システム名                | 中継地場所    | 水量<br>(リットル/分) | $h_s$<br>(m) | $h_f$<br>(m) | H<br>(m) |
|----------------------|----------|----------------|--------------|--------------|----------|
| ロス・ブエノ・ロス            | 既設井戸     | 191            | 15.5         | 18.5         | 34.1     |
|                      | No. 2 井戸 | 539            | 54.4         | 17.3         | 71.7     |
|                      | カサリポンプ   | 393            | 37.2         | 4.8          | 42.0     |
| エル・カセロ               | No. 3 井戸 | 490            | 326.5        | 9.8          | 336.3    |
|                      | イン・ファン・デ | 490            | 311.5        | 17.1         | 328.6    |
| イン・グレコリア             | 既存井戸     | 111            | 77.5         | 4.8          | 82.3     |
| イン・ファン・デ・<br>コンセプション | No. 5 井戸 | 398            | 203.5        | 22.2         | 225.7    |

ポンプの電動機出力は次式を用い算定した。

$$P = \frac{0.163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_p} (1 + \alpha)$$

ここに P : 電動機出力 (kw)  
 $\gamma$  : 液体の単位体積当たりの質量 (kg/l)  
 Q : ポンプの吐き出し量 (m<sup>3</sup>/min)  
 H : ポンプの全揚程 (m)  
 $\eta_p$  : ポンプ効率  
 $\alpha$  : 余裕率 (0.15)

表 3.3.8 送水ポンプ電動機出力算定表

| システム名                | 中継地<br>(送水タンク位置) | 水量                |                   | 吸込口径<br>(mm) | 原動力の<br>出力(kw) | H<br>(m) |
|----------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|----------------|----------|
|                      |                  | m <sup>3</sup> /分 | m <sup>3</sup> /分 |              |                |          |
| ロス・プ・エフ・ロス           | 既存井戸<br>(N-2-92) | 217               | 0.82              | 80-100       | 8.1            | 31.1     |
|                      | P-2              | 539               | 2.04              | 100-150      | 42.1           | 71.7     |
|                      | カリフォルニアポンプ機場     | 393               | 1.49              | 80-125       | 18.0           | 42.0     |
| エル・クロセーロ             | P-3              | 490               | 1.85              | 100-125      | 179.6          | 336.3    |
|                      | サン・フアン・デ・コンセプション | 490               | 1.85              | 100-125      | 175.5          | 328.6    |
| サン・グレゴリオ             | 既存井戸<br>(N-3-93) | 110               | 0.42              | 80-125       | 27.1           | 225.7    |
| サン・フアン・デ・<br>コンセプション | P-5              | 398               | 1.50              | 80-125       | 35.7           | 82.3     |

ポンプの空運転を防止するため低水位自動停止装置を設ける。また停電等より送水中のポンプが急に停止した場合、管内を充滿している水の速度が急激に変化し、激しい水圧変化を生じさせる。(ウォーターハンマー現象)。これを防止するため圧力体及びチージタンクの必要性について検討を行った。計画されている管路は全て単純な管路系であるため、検討にはハーメイトの線図を用いた計算手順に従い予測した。

この結果、サン・グレゴリオについては圧力体の必要はないが、その他3地域(ロス・プ・エフ・ロス、エル・クロセーロおよびサン・フアン・デ・コンセプション)については圧力体が必要となる。この3地域について更に同様の予測を行うと、以下のとおりエル・クロセーロの送水管にはチージタンクも必要となる。

表 3.3.9 ウォーター・ハンマー防止施設と設置位置

| システム名                | 中継地<br>(送水タンク位置) | パイプ                   | タンク  |
|----------------------|------------------|-----------------------|------|
| ロス・ブ・エフ・ロス           | 既存井戸<br>(N-2-92) | 40kgf/m <sup>2</sup>  | 必要なし |
|                      | P-2              | 40kgf/m <sup>2</sup>  | 必要なし |
| エル・クロセーロ             | P-3              | 100kgf/m <sup>2</sup> | 必要   |
|                      | サン・ファビオ          | 100kgf/m <sup>2</sup> | 必要   |
| サン・クレコ・リオ            | 既存井戸<br>(N-3-93) | 必要なし                  | —    |
| サン・ファン・デ・<br>コンセプシオン | P-5              | 80kgf/m <sup>2</sup>  | 必要なし |

タンクはコンベンショナルタイプとラウエイタイプがあり、この両タイプを検討した結果、施工が容易で比較的安価なラウエイ・タンクを採用することとする（下表参照）。

| ポンプ位置   | コンベンショナル |       | ラウエイ   |       |
|---------|----------|-------|--------|-------|
|         | 高さ (m)   | 径 (m) | 高さ (m) | 径 (m) |
| P-3     | 10       | 0.18  | 2      | 1.3   |
| サン・ファビオ | 10       | 0.76  | 2      | 2.3   |

### c. 送配水管計画

#### a) 送配水管

本計画における管路はポンプにより圧送されるものと自然流下による管路がある。圧送しなければならない送水管は耐久性があり、強靱性に富、衝撃に強い水道用塗覆鋼管を使用し、重力配水に使用する管路は、加工性が容易で安価な水道用硬質塩化ビニール管（PVC）を使用する。

管径の算定は、ポンプ設備費及び運転費等を加味し最も経済的になるよう決定した。管路の損失水頭は以下に示すヘゼン・ウィリアムズ公式を使用し計算を行った。

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



ここに H : 摩擦損失水頭 (m)  
 C : 流速係数 (鋼管、PVC 共 110 を使用)  
 D : 管内径 (m)  
 Q : 流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )  
 L : 延長 (m)

検討の結果各地域における送水管路は次表の通りとなる。

表 3.3.10 各地域別送配水管

| システム名                   | 管種  | 埋設区間                | GPM | 距離<br>(m) | 管径<br>(in) |
|-------------------------|-----|---------------------|-----|-----------|------------|
| ロス・ブ・エブ・ロス              | 鋼管  | N-2-92 — P-2        | 191 | 3600      | 6          |
|                         | 鋼管  | P-1 — P-2           | 200 | 1300      | 8          |
|                         | 鋼管  | P-2 — カサナ           | 539 | 2000      | 8          |
| ビ・オ・XII                 | PVC | P-8 — テ・グ・ハ         | 248 | 300       | 6          |
| ユ・カ・ル・セ・コ               | 鋼管  | P-3 — イン・フ・ビ・オ      | 490 | 4000      | 10         |
|                         | 鋼管  | イン・フ・ビ・オ — ラス・ス・ベ・ス | 490 | 7000      | 10         |
| イン・グ・レ・コ・リ              | 鋼管  | N-3-93 — イン・ア・ト・ニ   | 110 | 2600      | 6          |
| イン・フ・アン・デ・<br>コンセ・リ・ション | 鋼管  | P-5 — イン・イ・ナ・シ      | 398 | 4400      | 8          |
| ド・ロ・レス                  | PVC | P-6 — ド・ロ・レス        | 174 | 2400      | 6          |
| イン・マ・ル・コス               | PVC | P-7 — ラス・ス・ベ・ス      | 222 | 2500      | 6          |

#### b) 送水管の埋設位置及び深さ

送水管は、原則として道路路肩に布設する計画とする。埋設深さはニカラガ国で使用されている標準設計を採用する。

- ・幹線部の土被り : 1.2m
- ・農道部の土被り : 0.9m

### c) 管の基礎

現場の土質が火山性砂質土であることから管断面方向の応力や変形を低減させるため掘削溝底に20cmの良質の砂を敷く（図3.3.1参照）。

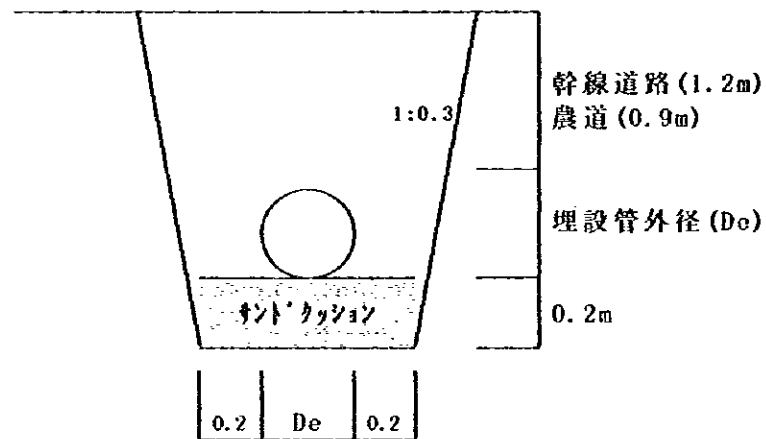


図 3.3.1 送配水管路標準埋設図

### d) 付属設備

送水管の付属設備は各種バルブ、流量計等があり、バルブとしては遮断バルブ、制御用バルブ、空気バルブ等がある。

本プロジェクトにおいては管路の維持管理および事故発生時の管路の修理等に対処するため、管路の始点、分岐点、交差部、配水管の分岐部等必要ヶ所への遮断及び仕切弁を設置する。

管路内で水中に溶在する空気の分離による通水の妨げ及び、管路の事故誘発を防止するため、管路の凸部と管路400m間隔に空気弁を設置する。本プロジェクトの管径は比較的小径なので単口空気弁とする。減圧弁は送水管と配水管を兼ねている分・アソ及びド・レスに計4ヶ所とする。排泥施設は管路の低部で管路への流入土砂等を排出できる場所に設置する。また各村落への配水系統が多い地域については各配水系統へ必要水量を送水するため流量調整弁を設置する。

表 3.3.11 システム別必要付帯施設（送配管）

| システム                 | 径<br>インチ | 弁   |     |       |      |
|----------------------|----------|-----|-----|-------|------|
|                      |          | 仕切弁 | 空気弁 | 流量調整弁 | 排泥施設 |
| ボス・ブ・エフ・ロス           | 6        | 8   | 10  | -     | 1    |
|                      | 8        | 4   | 5   | -     | 1    |
| ビ・オ X I I            | 6        | 5   | -   | -     | -    |
| タン・グ・レ・グ・リ・オ         | 6        | 4   | 7   | -     | 1    |
| エ・ル・カ・セ・ロ            | 10       | 7   | 28  |       | 5    |
| タン・アン・デ・<br>コンセプ・ション | 8        | 10  | 12  | 1     | 1    |
| ト・ロ・ス                | 6        | 7   | -   | 3     | -    |
| タン・マ・コス              | 6        | 2   | -   | -     | -    |
| 計                    |          | 47  | 62  | 4     | 9    |

e) 異形管防護

曲管、T字管、片落管等の異形管は水平、鉛直とも管内の水圧をうけるのでスラストブロック（コンクリート）による防護を行う。

3) 配水施設計画

a. 配水タンク

配水タンクは配水区域の需要量に応じ配水を行うための水タンクであり、配水量の時間変動を調整し、配水タンクの上流側の事故発生時などにも、所定の水量、水圧を維持できる機能を持つものとする。配水タンクの位置は配水区域のできるだけ高い所とし、運営コストが最も安い自然流下式の配水が出来るよう位置選定を行った。

なお、井戸ポンプ 1 日当たりの運転時間は 18 時間であることから、配水タンクの容量は 4.5 時間（18 時間 × 25%）送水量に消火に必要な量を加えたものとする（ニカラガアでの基準では消火用水量は 19,000 ガロンである）。

表 3.3.12 地域別配水タンク容量

| システム名               | 位置       | 配水量<br>(GPM) | 配水用タンク<br>x1.5h | 消火用容量<br>(ガロン) | タンク容量<br>(ガロン) |
|---------------------|----------|--------------|-----------------|----------------|----------------|
| ビル-XII              | P-8      | 248          | 66,960          | 19,000         | 90,000         |
| エド・カステロ             | アス・スペース  | 490          | 132,300         | 19,000         | 155,000        |
| サン・ゲレミオ             | サン・アントニオ | 110          | 29,700          | 19,000         | 50,000         |
| サン・ファン・デ<br>コンセプション | サン・イグナシオ | 398          | 107,460         | 19,000         | 130,000        |
| ド・ロ・イス              | P-6      | 174          | 46,980          | 19,000         | 70,000         |
| サン・マルコス             | P-7      | 222          | 59,940          | 19,000         | 80,000         |

配水タンクの構造としては鉄筋コンクリート、鋼板、プレストレスコンクリートなどが考えられるが、現地周辺（首都マカアを含む）では火山灰地質で良質な骨材調達が困難である。一方、INAAの既設タンクは鋼製タンクが多く、前回無償資金協力で採用した施設も鋼製タンクである。これは現地専門業者により施工が可能であり維持・管理上も容易であり、経済的でもある。従って、鋼製タンクを採用することとする。

#### b. 滅菌装置計画

衛生上の安全確保のため、水道水は常時、消毒されたものにする必要があり、ニカラガ国 INAA 基準でも水道水は塩素で消毒する規定になっている。このため、本計画においては配水タンク建設地点にて塩素滅菌を行う事とする。

塩素材としては、維持管理の観点から、ニカラガで最も使用され、現地で入手可能な液化塩素を使用する計画とする。

#### 4) 制御建屋等

本計画における制御建屋は以下に示す 10 棟であり、それぞれポンプの電気制御盤、送水ポンプ及び塩素滅菌装置が収納される。

建屋の面積については以下の設備を設置するに必要な面積および、設置された各設備の運転、点検整備に支障のないスペースとし、以下の 2 種類とする。

- a. 電気制御盤、送水ポンプ及び塩素滅菌装置収納用：27m<sup>2</sup>(4.5x6)
- b. 電気制御盤及び塩素滅菌装置収納用：12m<sup>2</sup>(3x4)

表 3.3.13 制御盤、送水ポンプ、塩素滅菌装置の設置位置

| システム名                 | a<br>m | b<br>m | 位置       | 制御盤<br>(取水ポンプ用) | 制御盤<br>(送水ポンプ用) | 送水<br>ポンプ | 塩素滅<br>菌装置 |
|-----------------------|--------|--------|----------|-----------------|-----------------|-----------|------------|
| ロス・エフ・ロス              | 1      |        | N-2-92   |                 | ●               | ●         | ●          |
|                       |        | 2      | P-1      | ●               |                 |           |            |
|                       | 3      |        | P-2      | ●               | ●               | ●         | ●          |
| ト・オ・XII               |        | 4      | P-8      | ●               |                 |           | ●          |
| エ・ウ・ル・セ・ロ             | 5      |        | P-3      | ●               | ●               | ●         |            |
|                       | 6      |        | ポン・フィル・1 |                 | ●               | ●         | ●          |
| ポン・グ・レ・コ・リ・イ          | 7      |        | N-3-93   |                 | ●               | ●         | ●          |
| ポン・ファン・デ・<br>コンセプ・ション | 8      |        | P-5      | ●               | ●               | ●         | ●          |
| ト・ロー・レス               |        | 9      | P-6      | ●               |                 |           | ●          |
| ポン・マ・ル・コス             |        | 10     | P-7      | ●               |                 |           | ●          |

建屋は全て現地調達可能な鉄筋コンクリート梁で耐震性を考慮したコンクリートブロック積みの平屋とし、屋根は亜鉛版波板で十分換気が確保出来る構造とする。

### (3) 機材計画

#### 1) プラスターポンプ

プラスターポンプの使用目的は、カリーナ送配水タンク（現在 BID の援助により建設中）に圧送された水をミッド・ル・配水タンクへ圧送するために使用されるものである。

ポンプ選定に対する検討は「1.3.2 基本計画-(1) 1) b. 送水ポンプ計画」で述べたように以下の通りとする。

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| ・ 横軸渦巻きポンプ | 2 台                                   |
| 仕様         | 揚程 41.7m                              |
|            | 吐出容量 393ガロン/分 (1.49m <sup>3</sup> /分) |
|            | 吸込口径 80-125mm                         |

#### 2) トラック・クレーン

トラッククレーンは、本計画にて整備される井戸の維持管理に使用されるもので、本機材の主目的は水中モーターポンプの修理・点検、井戸洗浄用機材の積み

降ろし及びパイプ・ラインの維持・修繕等である。

一方、設置される水中モーターポンプは揚水パイプを含みおよそ7.5tとなり、現地における地形条件および作業範囲等より上記ポンプの吊り上げ作業には10tの能力を有するトラック・クレーンが必要となる。

従って、本計画においては以下のトラック・クレーンを選定する。

|           |            |
|-----------|------------|
| ・トラッククレーン | 1台         |
| 仕様        | 自走式        |
|           | 最大吊上荷重 10t |
|           | 作業半径 7m以上  |

以上述べた施設、機材の内容を表1.3.1および付録-4（詳細）に示す。

表 3.3.14 施設、機材の一覧

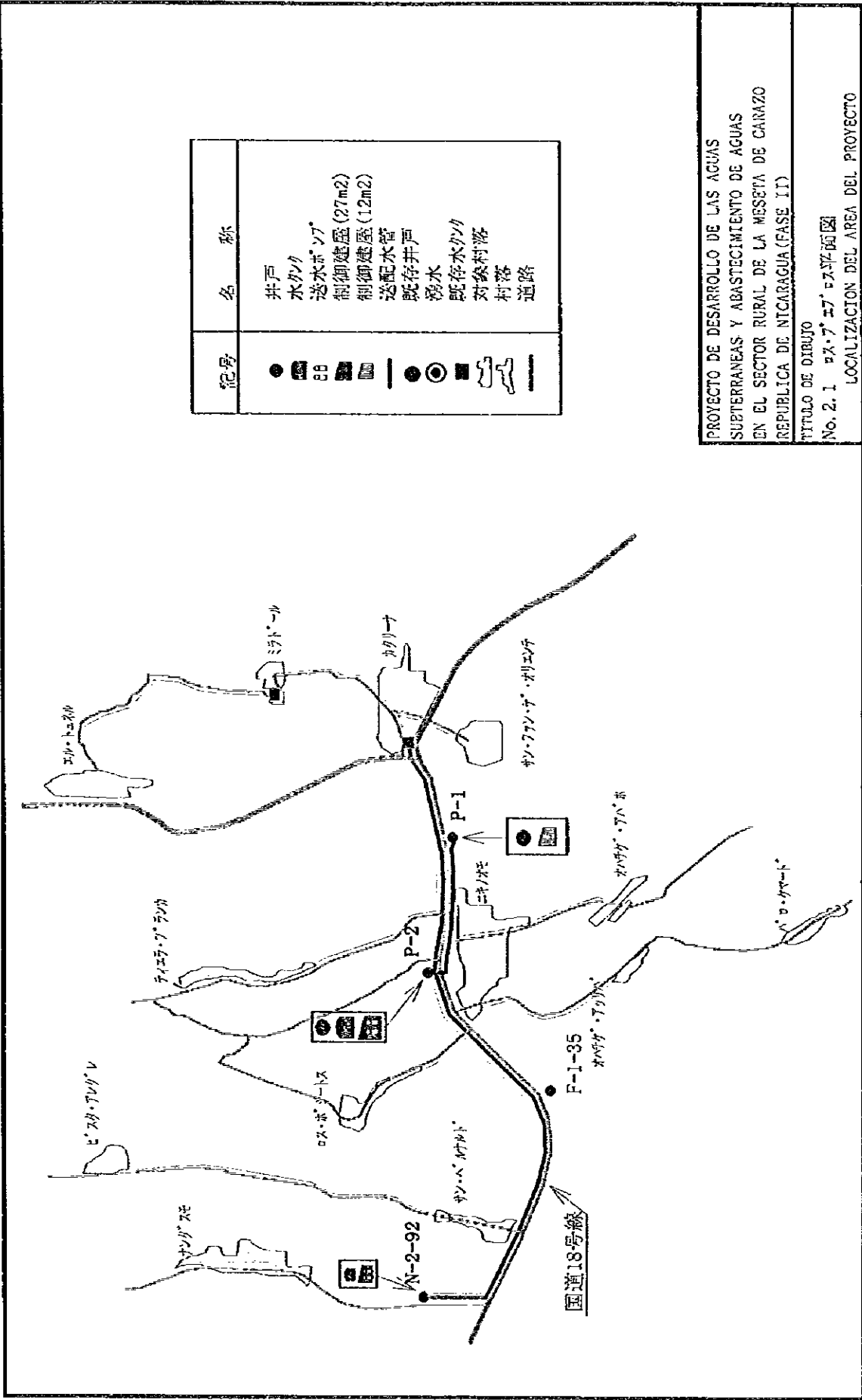
| 項 目 | 規格・寸法     | 単位         | ロス・フエロス |      | ピ・オ・X | エル・クルセーロ |      | サン・グ・レゴリ・オ   |            | サン・フアン・デ・コンセプシオン |    | ドロー・レ・マルコス |      | 合計    |
|-----|-----------|------------|---------|------|-------|----------|------|--------------|------------|------------------|----|------------|------|-------|
|     |           |            | N-2-82  | P-1  | P-2   | P-8      | P-3  | 77ピ・オ・ヌー・ベース | 既存-P・アントニオ | P-5グ・ナジョ         | サン | P-6        | P-7  |       |
| 施設  | 地下水生産施設   |            |         |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      |       |
|     | 井戸掘削      |            |         |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      |       |
|     | "         | 24インチ      | 0       | 60   | 60    | 60       | 30   | 0            | 0          | 30               | 0  | 60         | 60   | 360   |
|     | "         | 18インチ1/2   | 0       | 236  | 230   | 226      | 200  | 0            | 0          | 218              | 0  | 226        | 246  | 1582  |
|     | "         | 12インチ1/4   | 0       | 114  | 120   | 114      | 120  | 0            | 0          | 102              | 0  | 114        | 114  | 798   |
|     | ケーシング     | 20インチ      | 0       | 60   | 60    | 60       | 30   | 0            | 0          | 30               | 0  | 60         | 60   | 360   |
|     | "         | 16インチ      | 0       | 296  | 290   | 286      | 230  | 0            | 0          | 248              | 0  | 286        | 306  | 1942  |
|     | "         | 8インチ5/8    | 0       | 66   | 72    | 66       | 72   | 0            | 0          | 54               | 0  | 66         | 66   | 462   |
|     | ストレーナー    | 8インチ5/8    | 0       | 48   | 48    | 48       | 48   | 0            | 0          | 48               | 0  | 48         | 48   | 336   |
|     | 取水ポンプ     | 水中モーター・ポンプ | 0       | 1    | 1     | 1        | 1    | 0            | 0          | 1                | 0  | 1          | 1    | 7     |
| 建設  | "         | 掘水パイプφ100  | 0       | 296  | 290   | 286      | 230  | 0            | 0          | 248              | 0  | 286        | 306  | 1942  |
|     | 送水施設      |            |         |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      |       |
|     | 送水タンク     | 鋼製         | 1       | 0    | 1     | 0        | 1    | 1            | 1          | 1                | 0  | 0          | 0    | 6     |
|     | 送水ポンプ     | 渦巻きポンプ     | 1       | 0    | 1     | 0        | 1    | 1            | 1          | 1                | 0  | 0          | 0    | 6     |
|     | 送水管(鋼管)   | 8インチ       | 0       | 1300 | 2000  | 0        | 4000 | 7000         | 0          | 4500             | 0  | 0          | 0    | 18800 |
|     | "         | 6インチ       | 3600    | 0    | 0     | 0        | 0    | 0            | 2600       | 0                | 0  | 0          | 0    | 6200  |
|     | 配水施設      |            |         |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      |       |
|     | 配水タンク     | 鋼製         | 0       | 0    | 0     | 1        | 0    | 0            | 1          | 0                | 1  | 1          | 1    | 6     |
|     | 配水管(PVC)  | 8インチ       | 0       | 0    | 0     | 0        | 0    | 0            | 0          | 0                | 0  | 0          | 0    | 50    |
|     | "         | 6インチ       | 50      | 0    | 50    | 300      | 0    | 0            | 50         | 0                | 0  | 2400       | 2500 | 5450  |
| 機材  | 塩素滅菌装置    |            | 1       | 0    | 1     | 1        | 0    | 1            | 1          | 1                | 0  | 1          | 1    | 8     |
|     | 制御盤       |            |         |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      |       |
|     | 取水ポンプのみ   |            | 0       | 1    | 0     | 1        | 0    | 0            | 0          | 0                | 0  | 1          | 1    | 4     |
|     | 送水ポンプのみ   |            | 1       | 0    | 0     | 0        | 0    | 1            | 0          | 0                | 0  | 0          | 0    | 3     |
|     | 取水+送水     |            | 0       | 0    | 1     | 0        | 1    | 0            | 0          | 1                | 0  | 0          | 0    | 3     |
|     | 建屋        |            |         |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      |       |
|     | 制御建屋      | 12m2       | 0       | 1    | 0     | 1        | 0    | 0            | 0          | 0                | 0  | 1          | 1    | 4     |
|     | "         | 27m2       | 1       | 0    | 1     | 0        | 1    | 1            | 1          | 1                | 0  | 0          | 0    | 6     |
|     | 送料        |            | 1       |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      | 1     |
|     | トラック・クレーン | 吊上荷重10t    | 1       |      |       |          |      |              |            |                  |    |            |      | 1     |

(4) 基本設計図

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| No. 1  | 計画位置図                    |
| No. 2  | ロス・プエブロス                 |
| 2.1    | 平面図                      |
| 2.2    | 給水システム模式図                |
| 2.3    | 施設配置図 (P-1 井戸)           |
| 2.4    | 〃 (P-2 井戸)               |
| 2.5    | 〃 (既存井戸 N-2-92)          |
| No. 3  | ピオ-XII                   |
| 3.1    | 平面図                      |
| 3.2    | 給水システム模式図                |
| 3.3    | 施設配置図 (P-8 井戸)           |
| No. 4  | エルクレーロ                   |
| 4.1    | 平面図                      |
| 4.2    | 給水システム模式図                |
| 4.3    | 施設配置図 (P-3 井戸)           |
| 4.4    | 〃 (チン・ファビオ)              |
| 4.5    | 〃 (ラス・ヌーベス)              |
| No. 5  | チン・クレコ・リオ                |
| 5.1    | 平面図                      |
| 5.2    | 給水システム模式図                |
| 5.3    | 施設配置図 (既存井戸 N-3-93)      |
| 5.4    | 〃 (チン・アントニオ)             |
| No. 6  | チン・ファン・テ・コンセプシオン         |
| 6.1    | 平面図                      |
| 6.2    | 給水システム模式図                |
| 6.3    | 施設配置図 (P-5 井戸)           |
| 6.4    | 〃 (チン・イグナシオ)             |
| No. 7  | トルーレス                    |
| 7.1    | 平面図                      |
| 7.2    | 給水システム模式図                |
| 7.3    | 施設配置図 (P-6 井戸)           |
| No. 8  | チン・マスコス                  |
| 8.1    | 平面図                      |
| 8.2    | 給水システム模式図                |
| 8.3    | 施設配置図 (P-7 井戸)           |
| No. 9  | 井戸断面図                    |
| No. 10 | 水タンク(A)                  |
| No. 11 | 水タンク(B)                  |
| No. 12 | 埋設管標準断面図                 |
| No. 13 | 制御建屋 (12m <sup>2</sup> ) |
| No. 14 | 制御建屋 (27m <sup>2</sup> ) |
| No. 15 | 送水ポンプ                    |



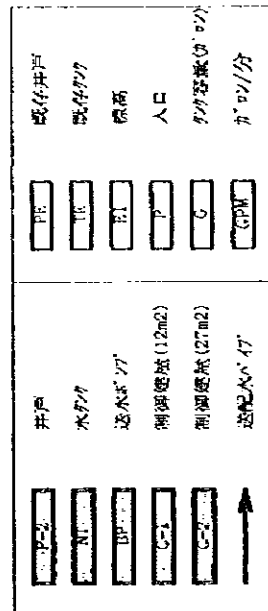




| 記号 | 名 称                      |
|----|--------------------------|
| ●  | 井戸                       |
| ■  | 水タンク                     |
| ⊞  | 送水ポンプ                    |
| ⌘  | 制御建屋 (27m <sup>2</sup> ) |
| ⌘  | 制御建屋 (12m <sup>2</sup> ) |
| —  | 送配水管                     |
| ○  | 既存井戸                     |
| ◎  | 湧水                       |
| ■  | 既存水タンク                   |
| □  | 対象村落                     |
| —  | 村落                       |
| —  | 道路                       |

PROYECTO DE DESARROLLO DE LAS AGUAS  
 SUBTERRANEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUAS  
 EN EL SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CANAZO  
 REPUBLICA DE NICARAGUA (FASE II)  
 TITULO DE DIBUJO  
 No. 2. 1 平野面図  
 LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

**NO. 2.2.**



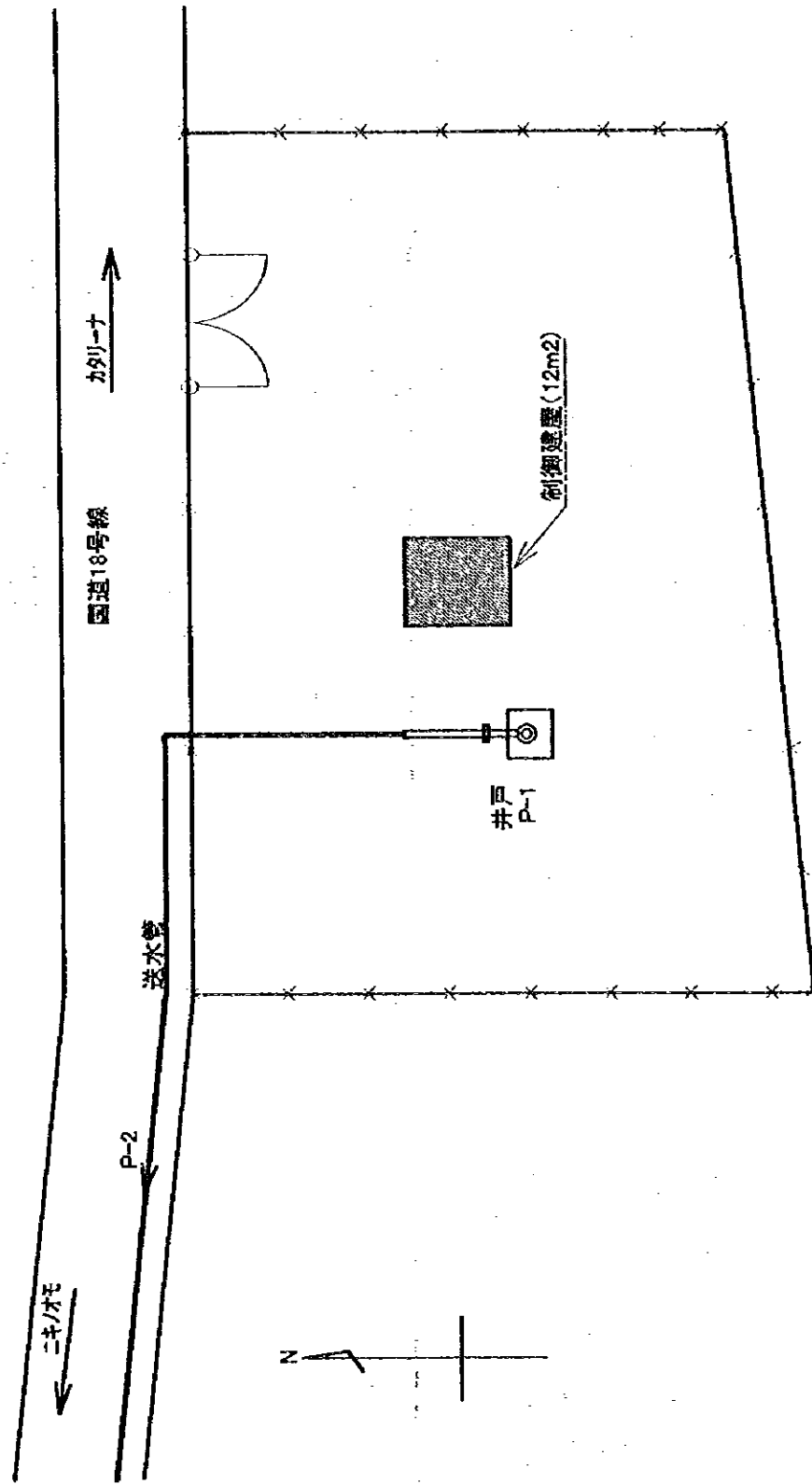
No.2.3

施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

ロス・プエルトス: P-1

Los Poblos: P-1



ニカラガ7共和国第2次カリリ台地地下水開発計画

No.2  
ロス・プエルトス

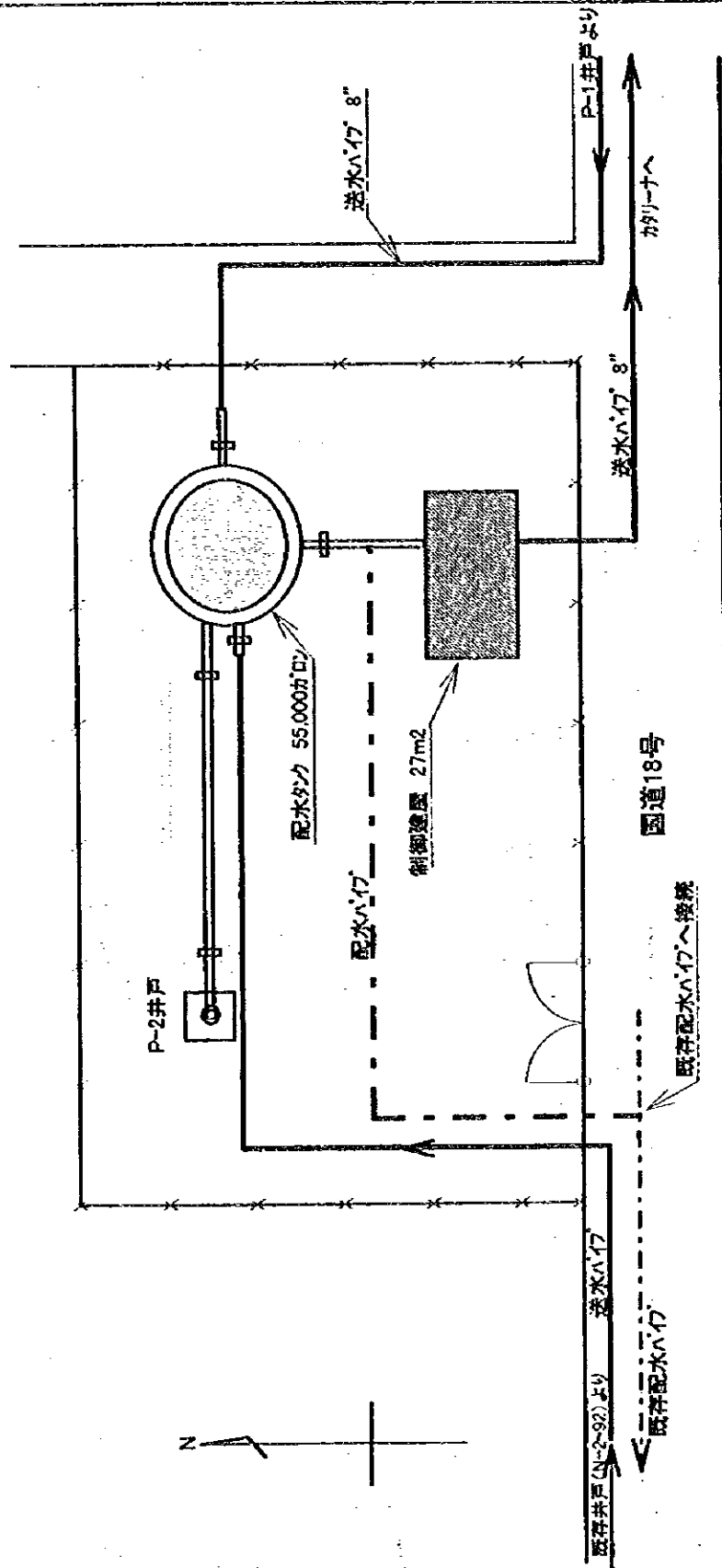
2.3 施設配置図(P-1井戸)

No.2.4

施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

ロス・プエブロス:P-2  
Los Pueblos : P-2



ニカラガ共和国第2次カリタ地地下水開発計画

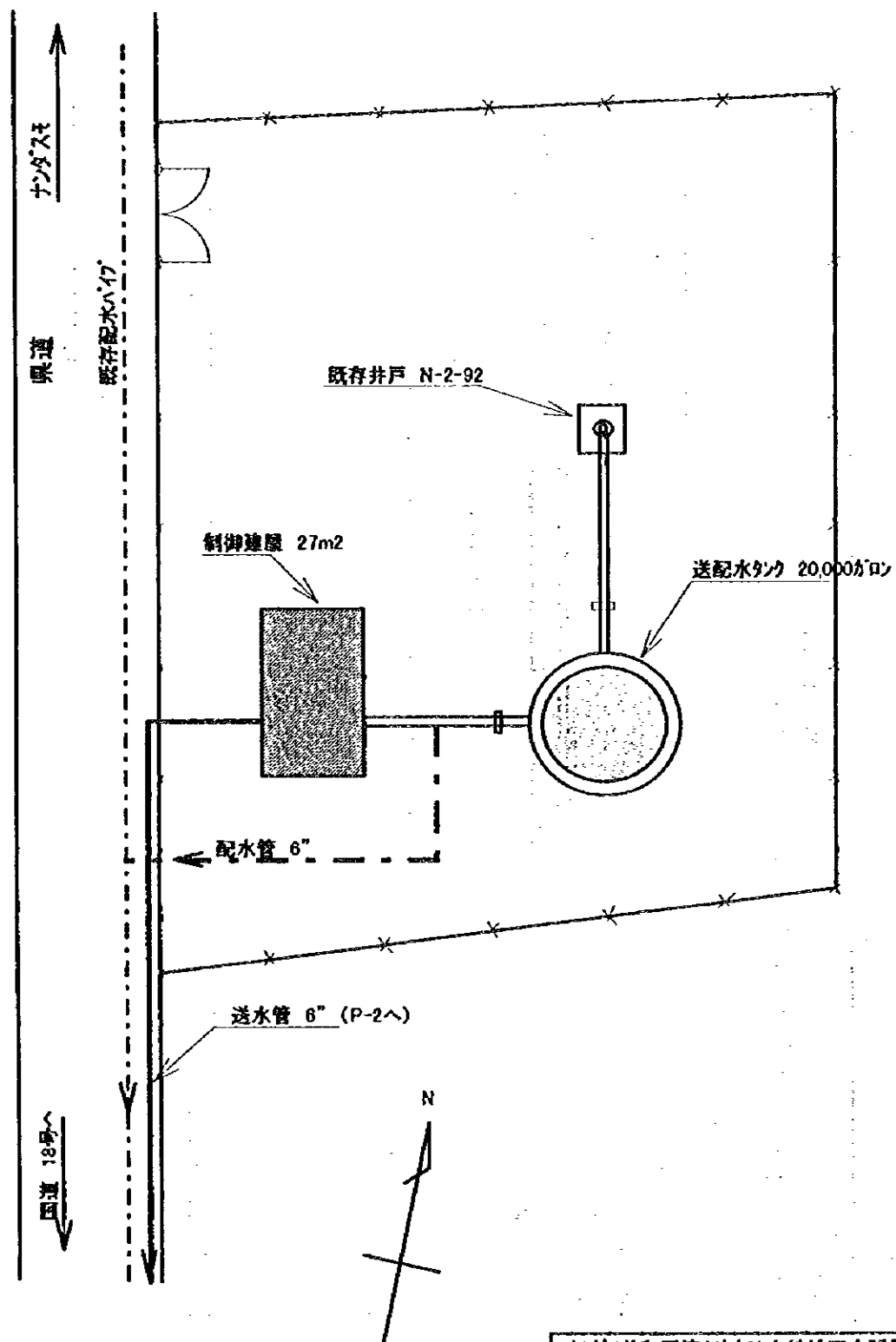
No.2 ロス・プエブロス

2.4 施設配置図(P-2井戸)

No.2.5 施設配置図

: 既存井戸: N-2/92

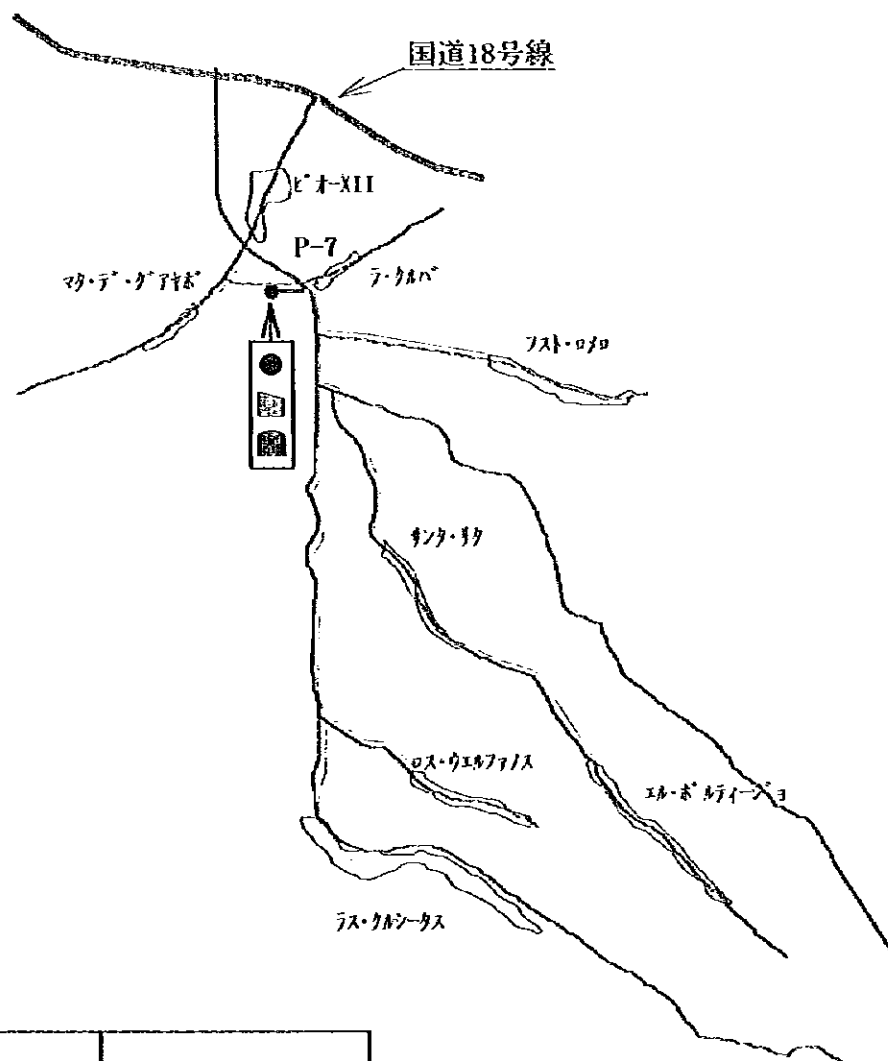
ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES: POZO EXISTENTE (N-2/92)



ニカラガ共和国第2次カリソ台地下水開発計画

No.2 05-プエルト

2.5 施設配置図(既存井戸: N-2-92)



| 記号 | 名 称                      |
|----|--------------------------|
| ●  | 井戸                       |
| ■  | 水タンク                     |
| 68 | 送水ポンプ                    |
| ■  | 制御建屋 (27m <sup>2</sup> ) |
| ■  | 制御建屋 (12m <sup>2</sup> ) |
| —  | 送配水管                     |
| ●  | 既存井戸                     |
| ◎  | 湧水                       |
| ■  | 既存水タンク                   |
| ■  | 対象村落                     |
| ■  | 村落                       |
| —  | 道路                       |

PROYECTO DE DESARROLLO DE LAS AGUAS  
SUBTERRANEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUAS  
EN EL SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO  
REPUBLICA DE NICARAGUA (FASE II)

TITULO DE DIBUJO

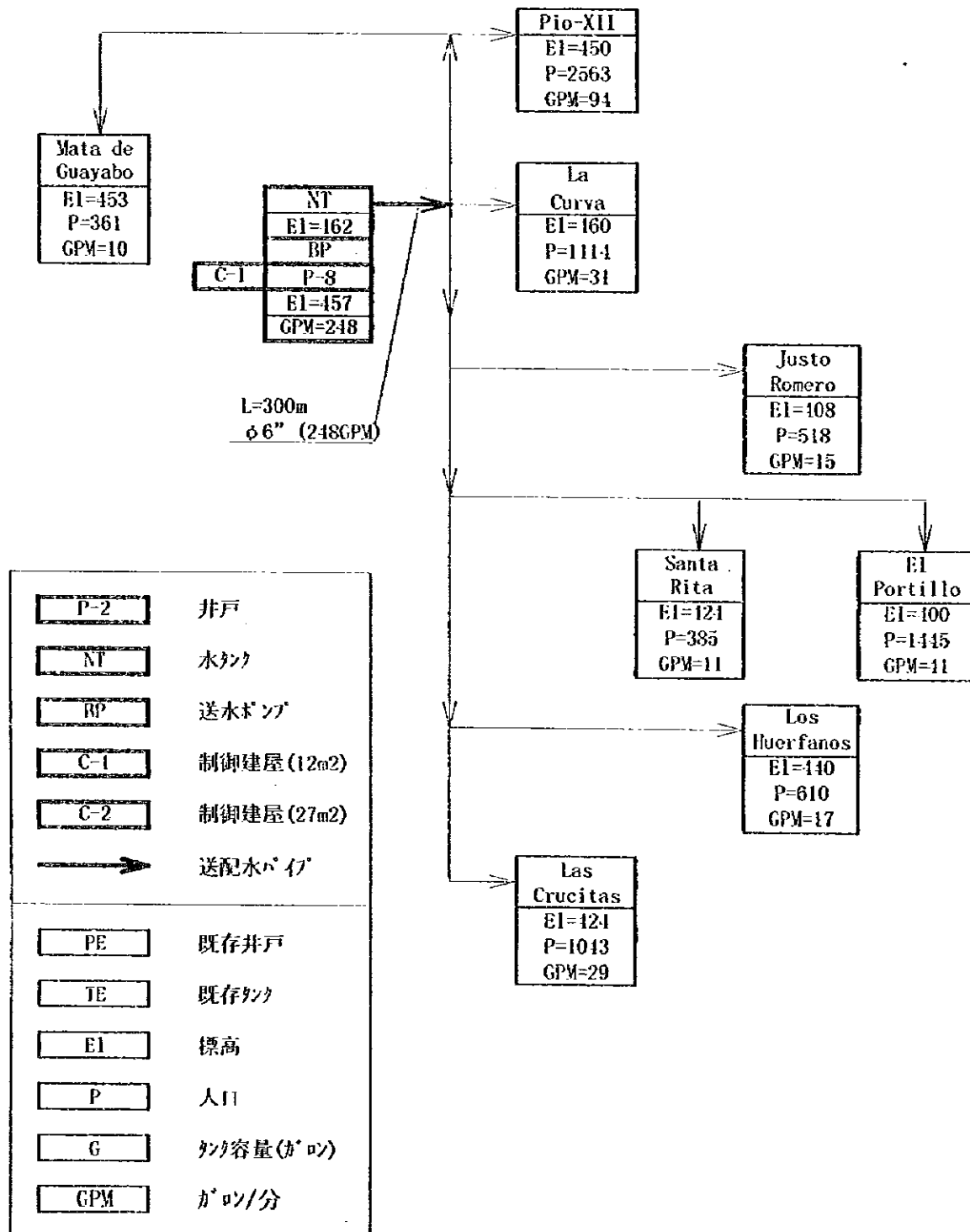
No. 3. 1 P-7-XII平面図

LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

NO. 3. 2

ピオー X I I 給水システム模式図

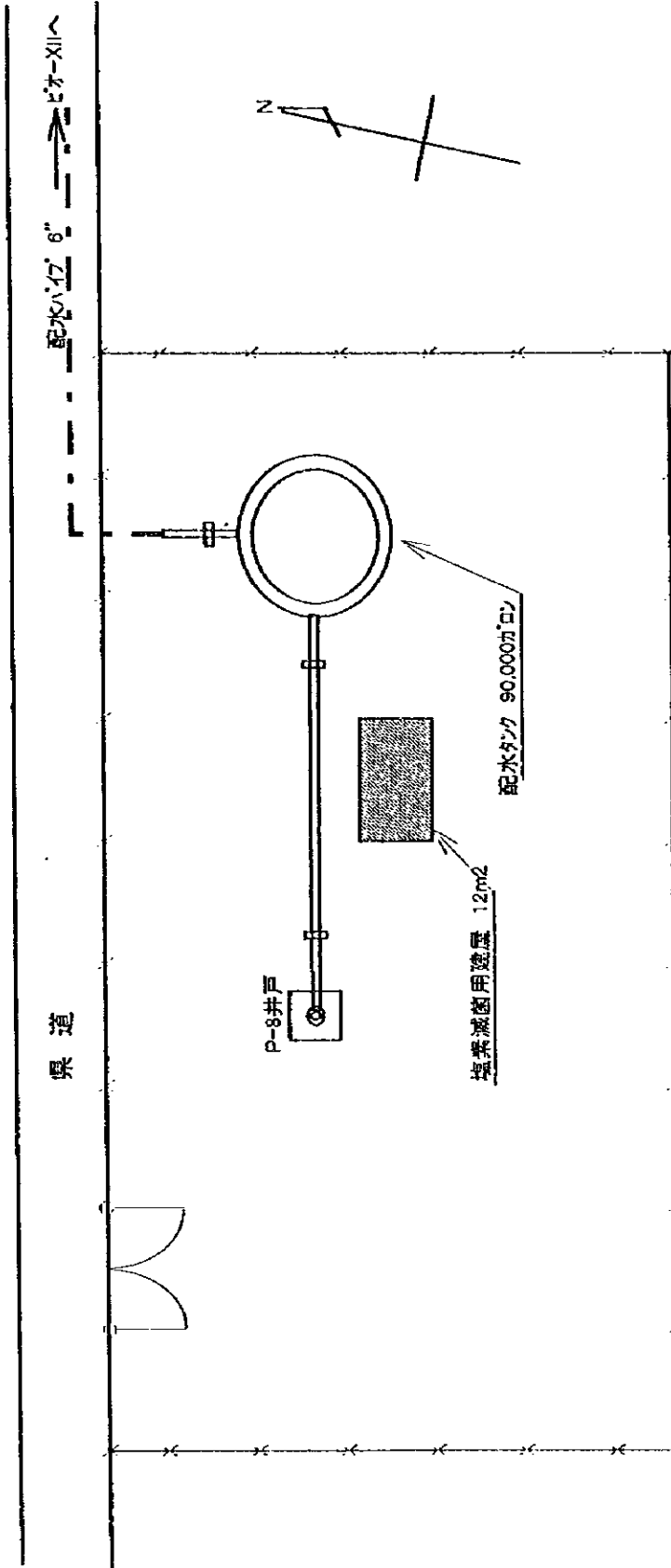
Pio XII





No.3.3 施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES  
: ヒョー-XII(P-8)  
: PIO-XII(P-8)



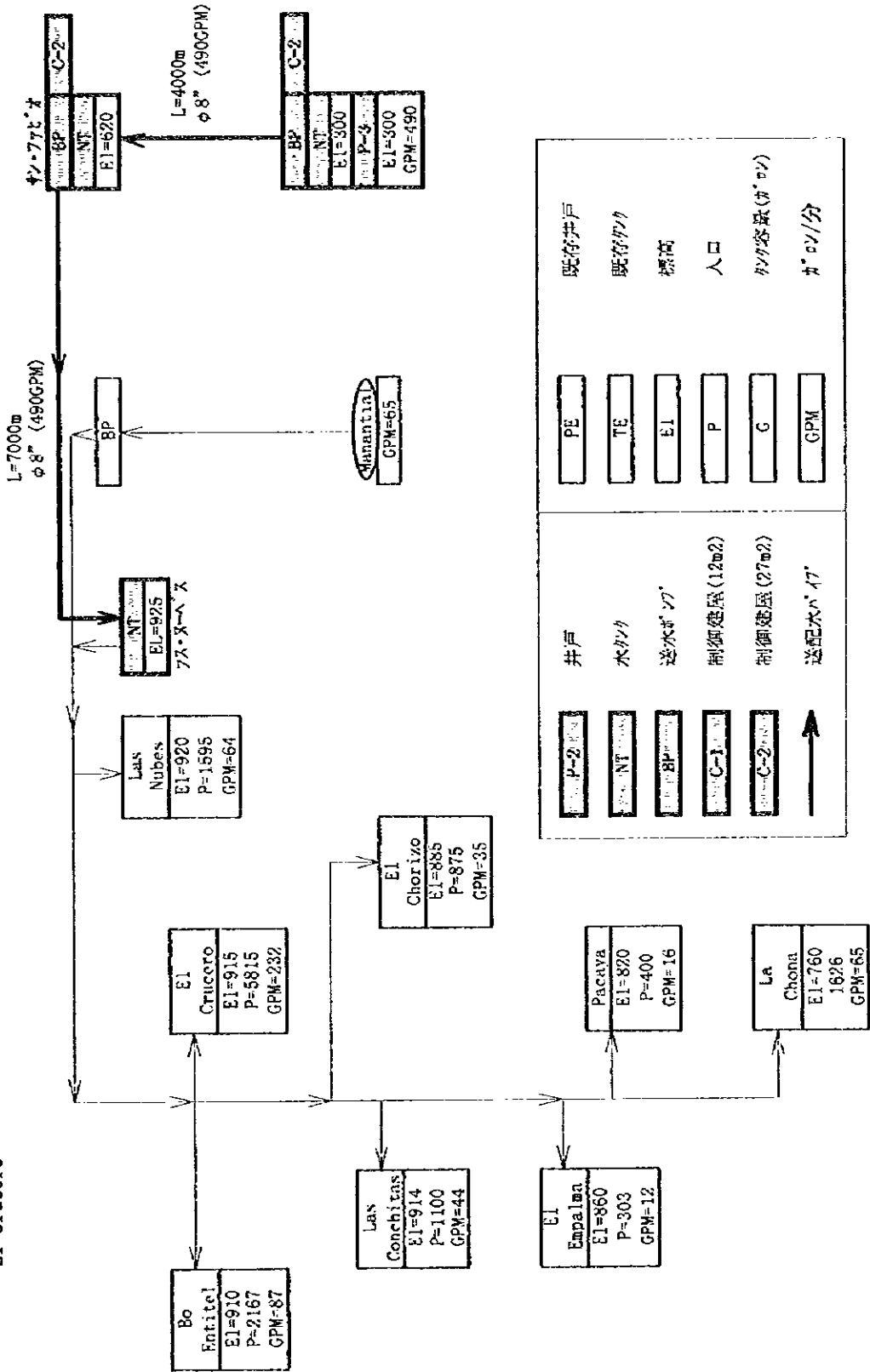
ニカラガ共和国第2次カラガ台地下水開発計画

No.3 ヒョー-XII

3.3 施設配置図 (P-8井戸)



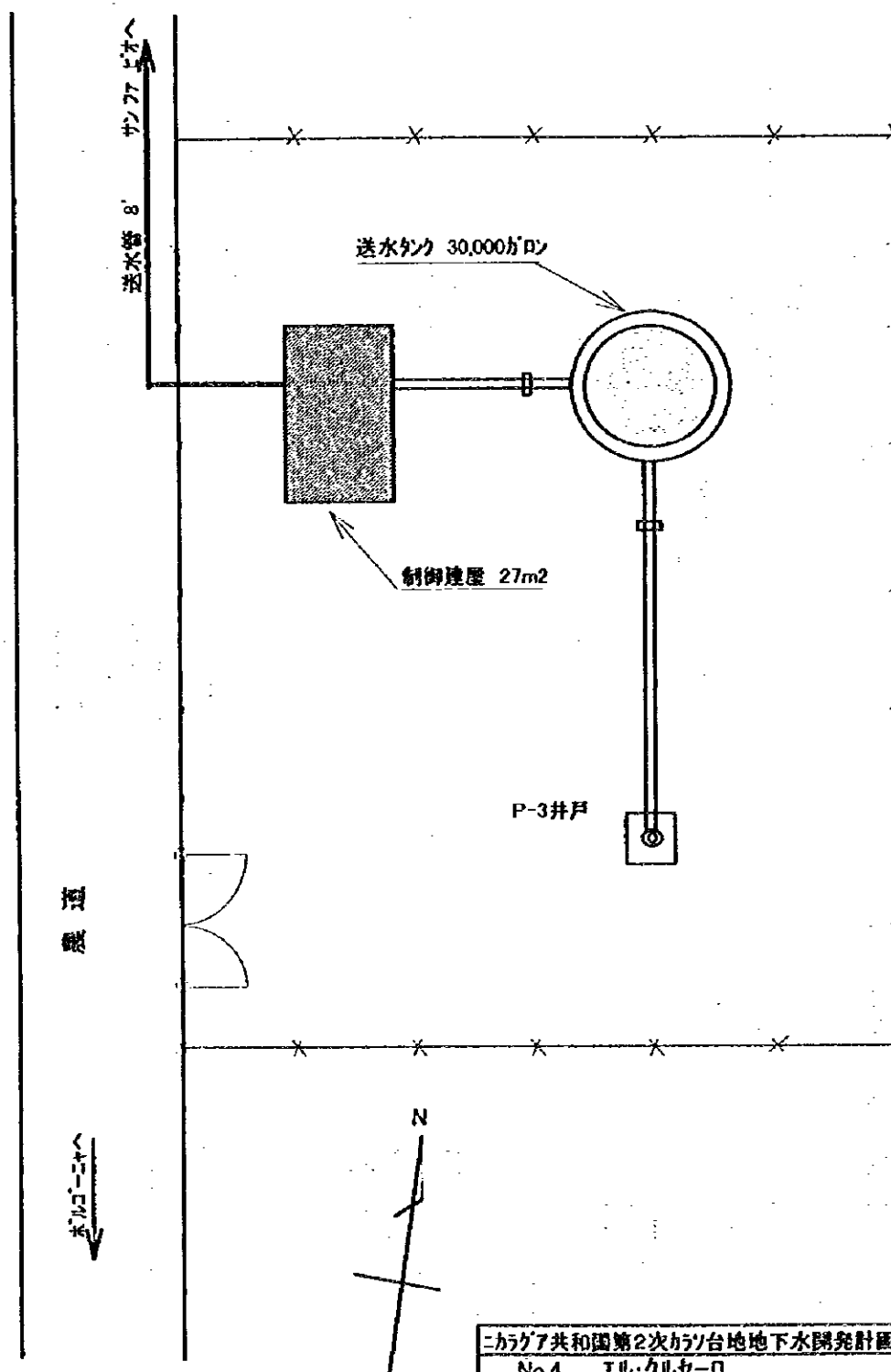
**NO. 4.2**



No.4.3

施設配置図  
ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

:イル・クルセーロ(P-3)  
:EL CRUCERO(P-3)



ニカラガ共和国第2次カソ台地下水開発計画

No.4 イル・クルセーロ

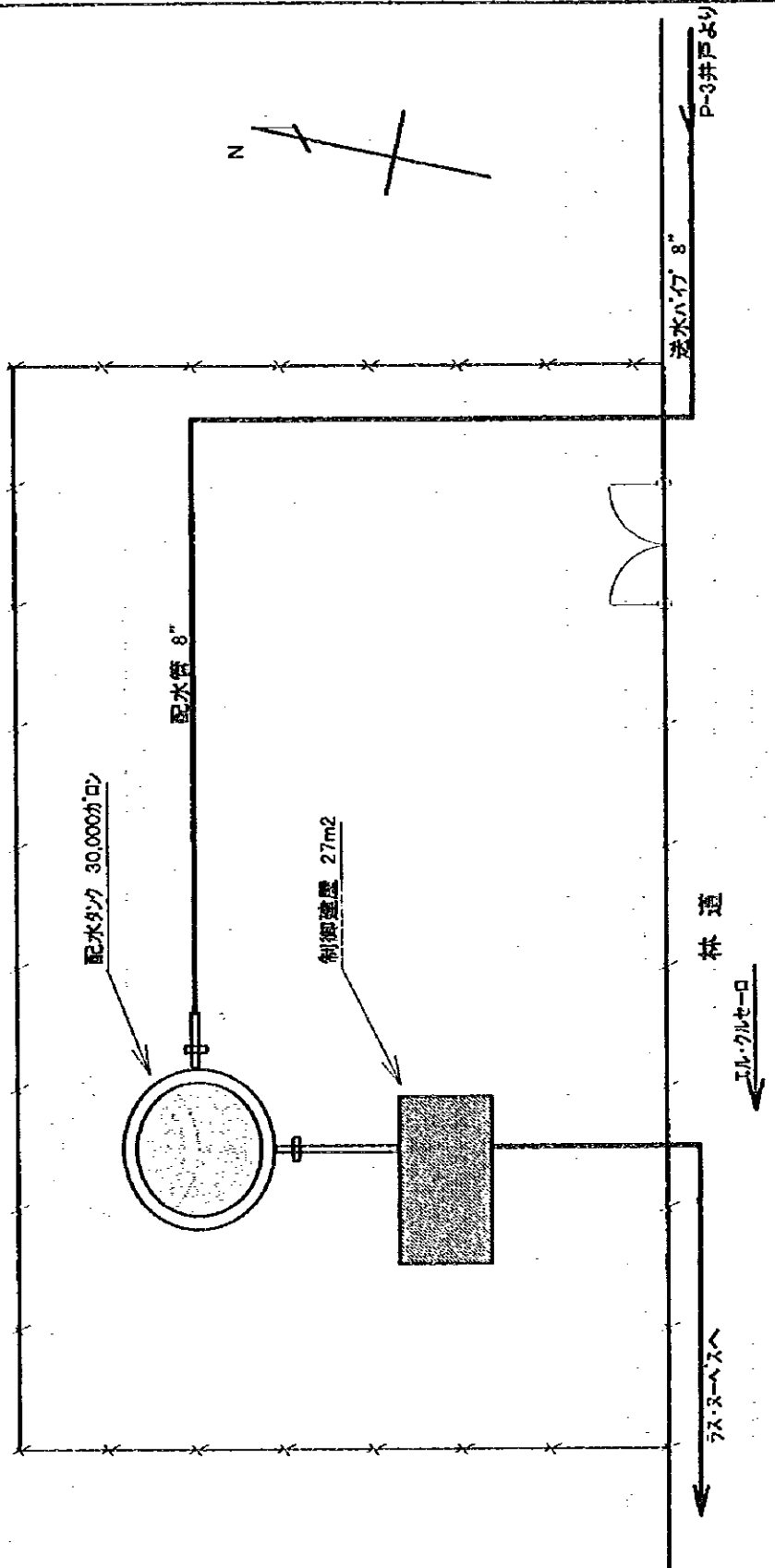
4.3 施設配置図(P-3井戸)

No.4.4

施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

:エル・クルセーロ(サンファビオ)  
:EL CRUCERO(SAN FABIO)



ニカラガ共和国第2次行方合地地下水開発計画

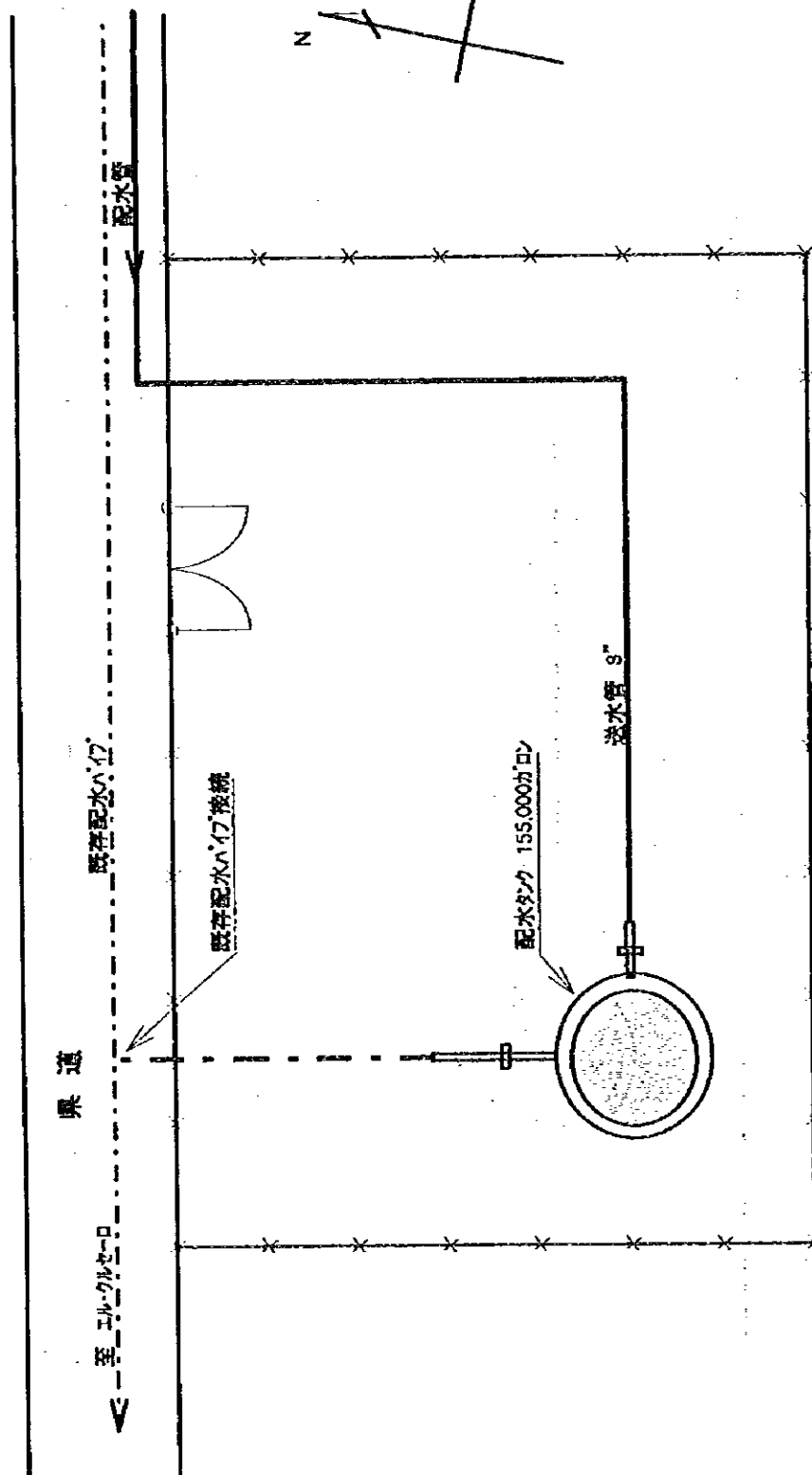
No.4 エル・クルセーロ

4.4 施設配置図(サン・ファビオ)

No.4.5 施設配置図  
ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

:エル・クルセーロ(ラス・ヌーベス)

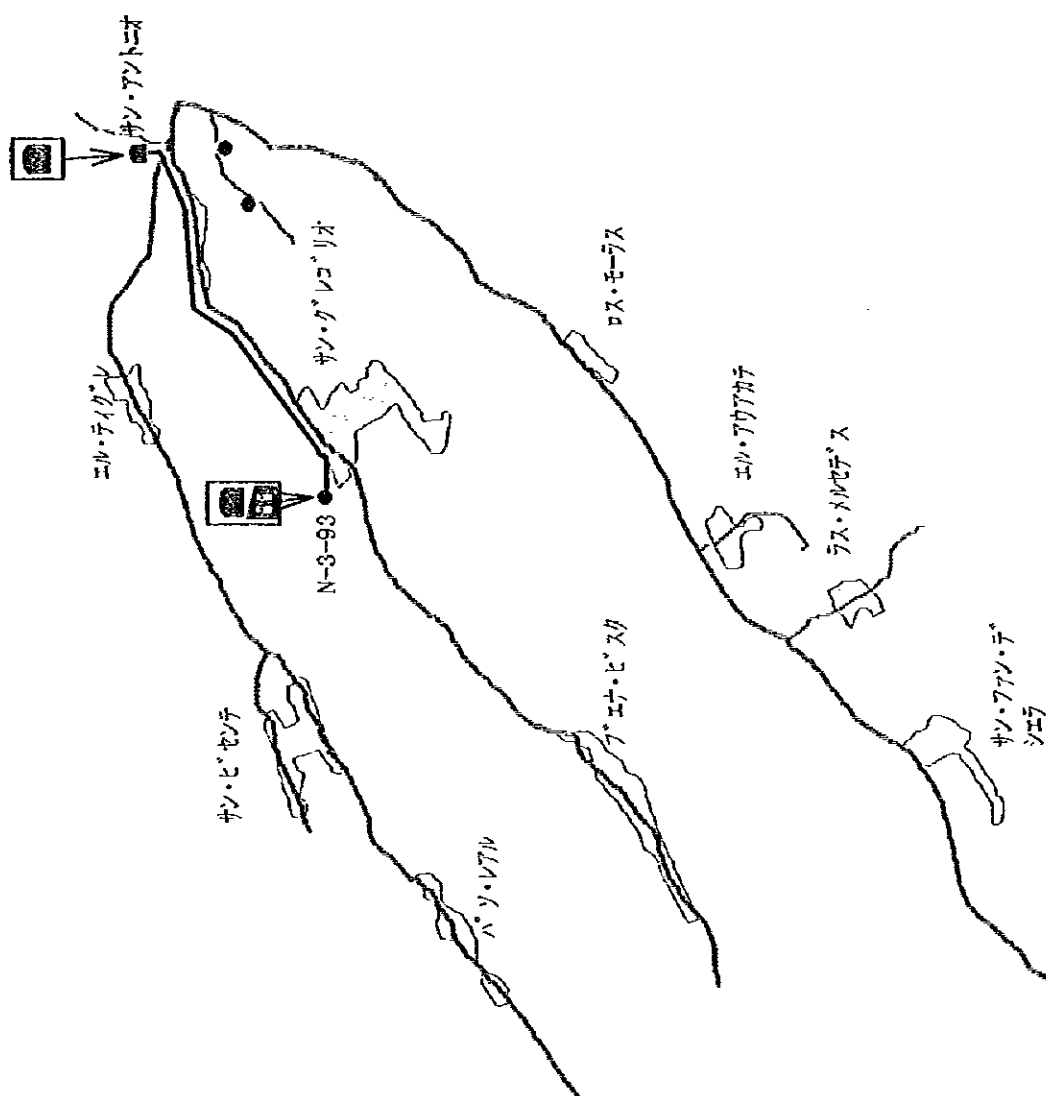
:EL CRUCERO(LAS MUBES)



ニカラガ共和国第2次カラリ合地地下水開発計画

No.4 エル・クルセーロ

4.5 施設配置図(ラス・ヌーベス)



| 記号 | 名称                       |
|----|--------------------------|
| ●  | 井戸                       |
| ■  | 水タンク                     |
| 88 | 送水ポンプ                    |
| ■  | 制御建屋 (27m <sup>2</sup> ) |
| ■  | 制御建屋 (12m <sup>2</sup> ) |
| —  | 送配水管                     |
| ●  | 既存井戸                     |
| ○  | 湧水                       |
| ■  | 既存水タンク                   |
| □  | 対象村落                     |
| —  | 道路                       |

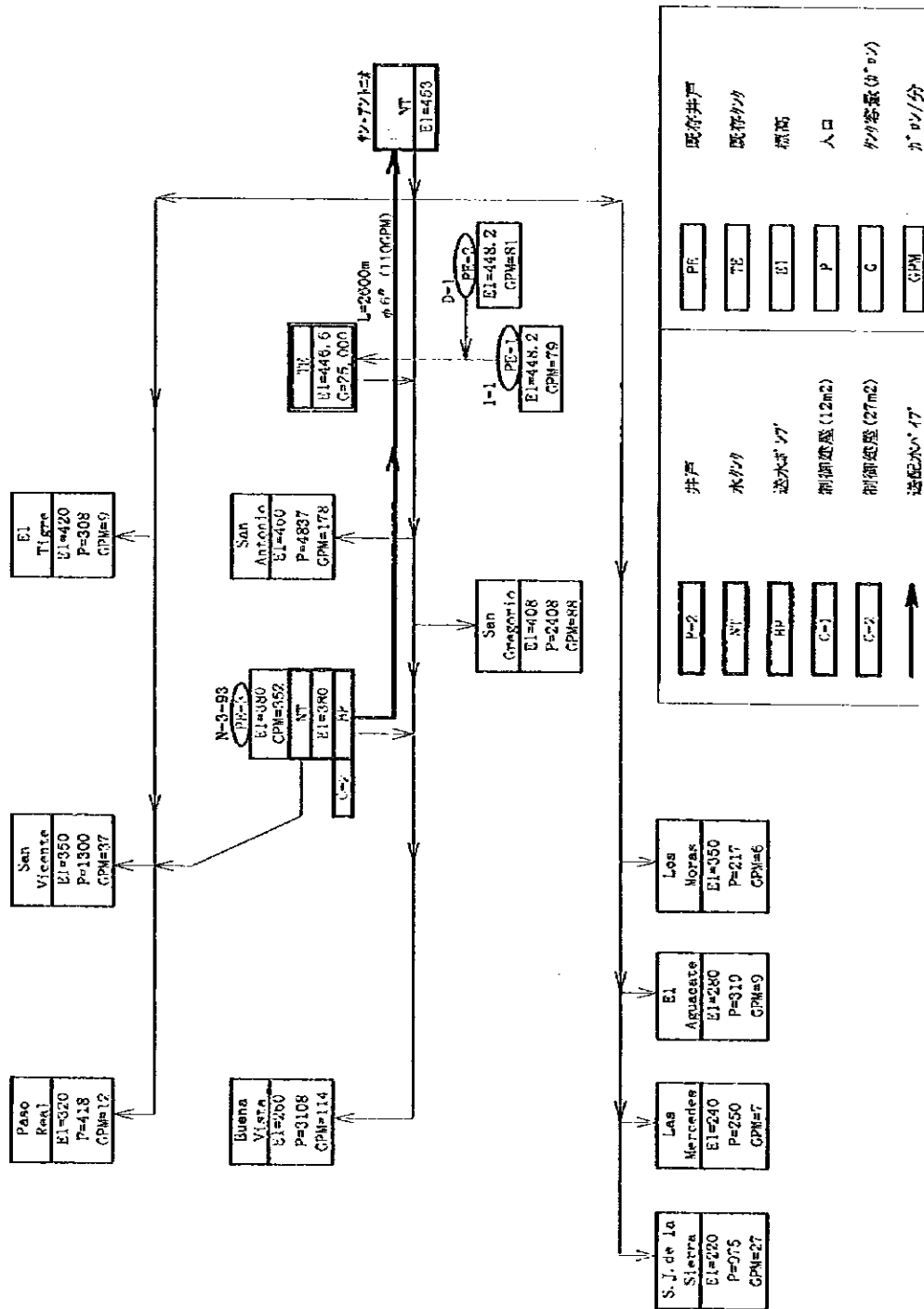
PROYECTO DE DESARROLLO DE LAS AGUAS  
SUBTERRANEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUAS  
EN EL SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO  
REPUBLICA DE NICARAGUA (FASE II)

TITULO DE DISEÑO

No. 5.1 サン・グロリオ平面図

LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

NO. 5.2 サン・グレゴリオ給水システム模式図  
San Gregorio



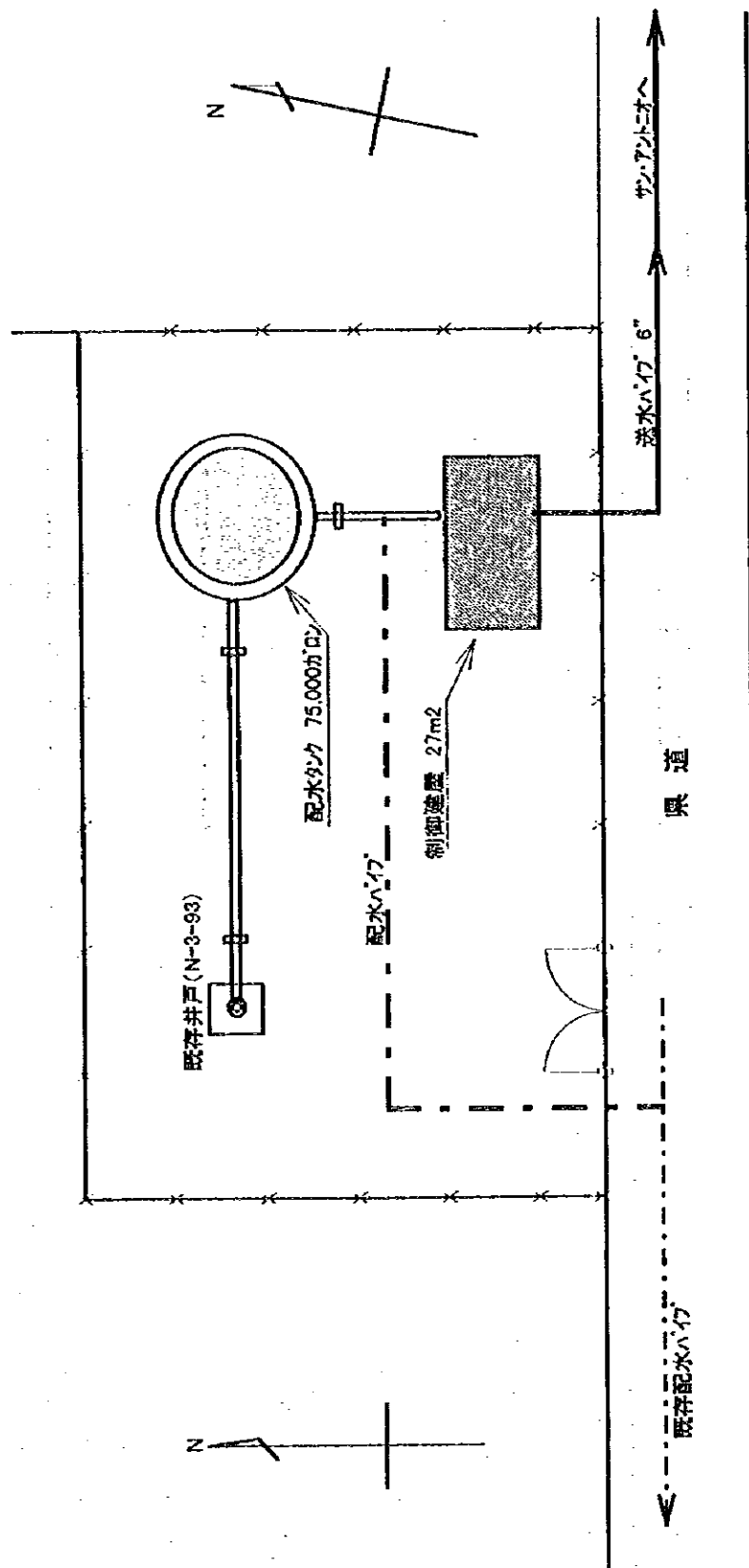


No.53

施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

:サン・グレゴリオ(既存井戸 N-3-93)  
:SAN GREGORIO(POZO EXISTENTE N-3-93)



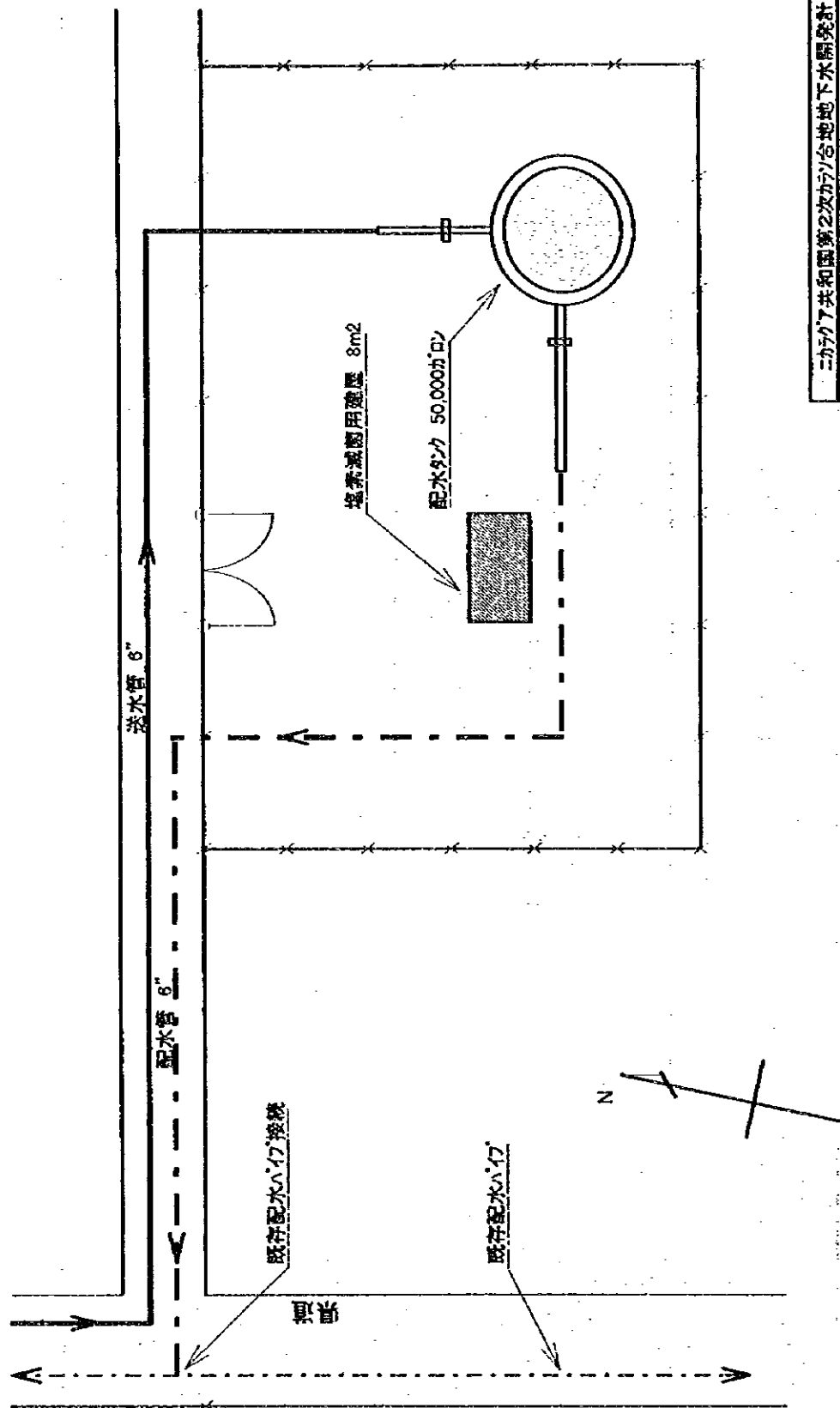
ニカラガ共和国第2次カリソ合地地下水開発計画

No.5 サン・グレゴリオ

5.3 施設配置図(既存井戸:N-3-93)

No.5.4 施設配置図  
ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

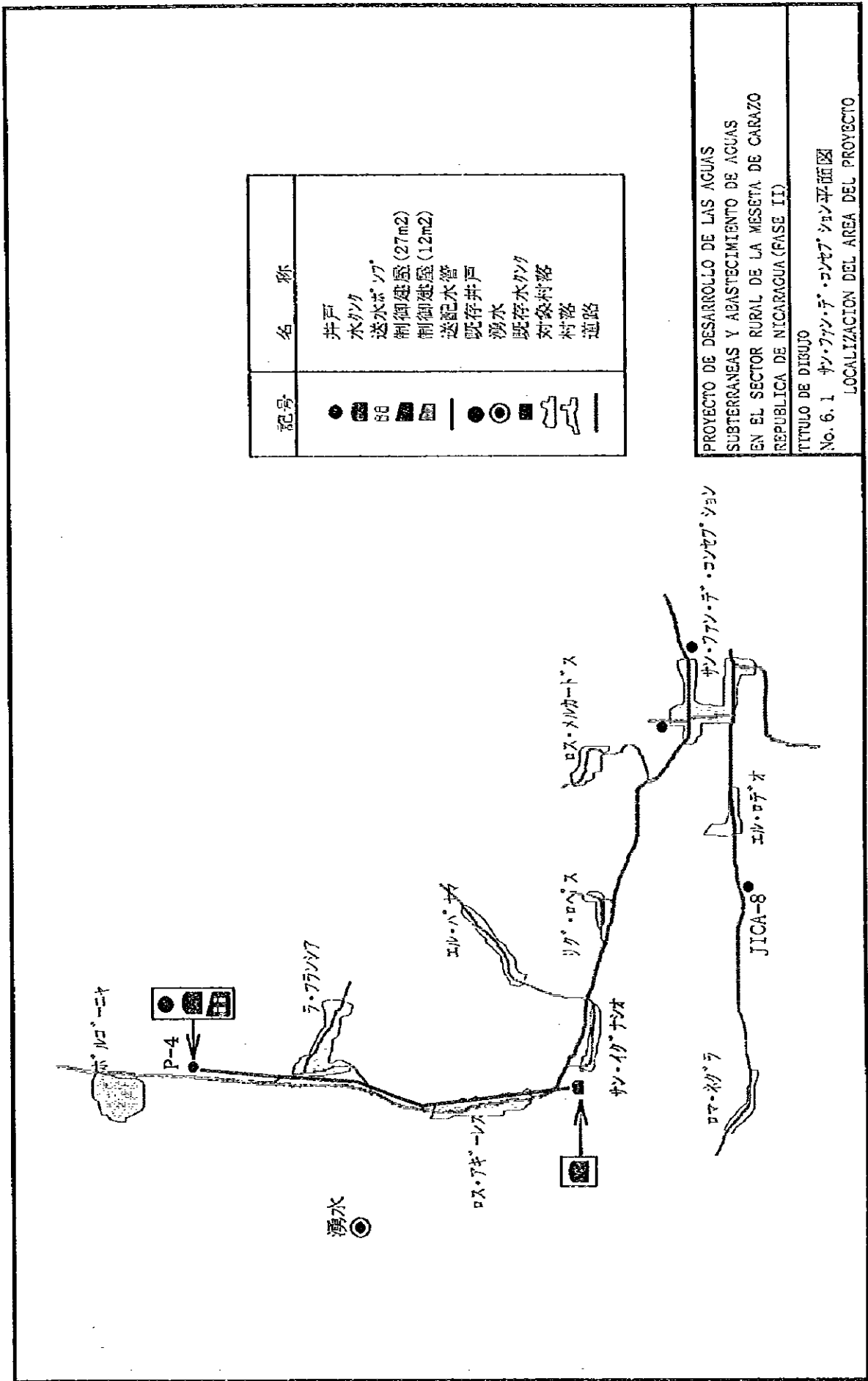
:サンクトリオ(サンアントニオ)  
: SAN GREGORIO(SAN ANTONIO)



ニカラガ7共和国第2次カラリ合地地下水開発計画

No.5 サンクトリオ

5.4 施設配置図(既存井戸:N-3-93)



NO. 6. 2



No.63

施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

:サンファン・デ・コンセプション(P-5)  
:SAN JUAN DE LA CONCEPCION(P-5)

県道

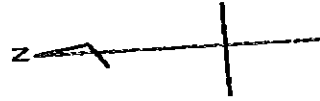
至るポルゴニヤ

配水管 8"

制御建屋 27m<sup>2</sup>

配水タンク 25,000ガロン

P-5



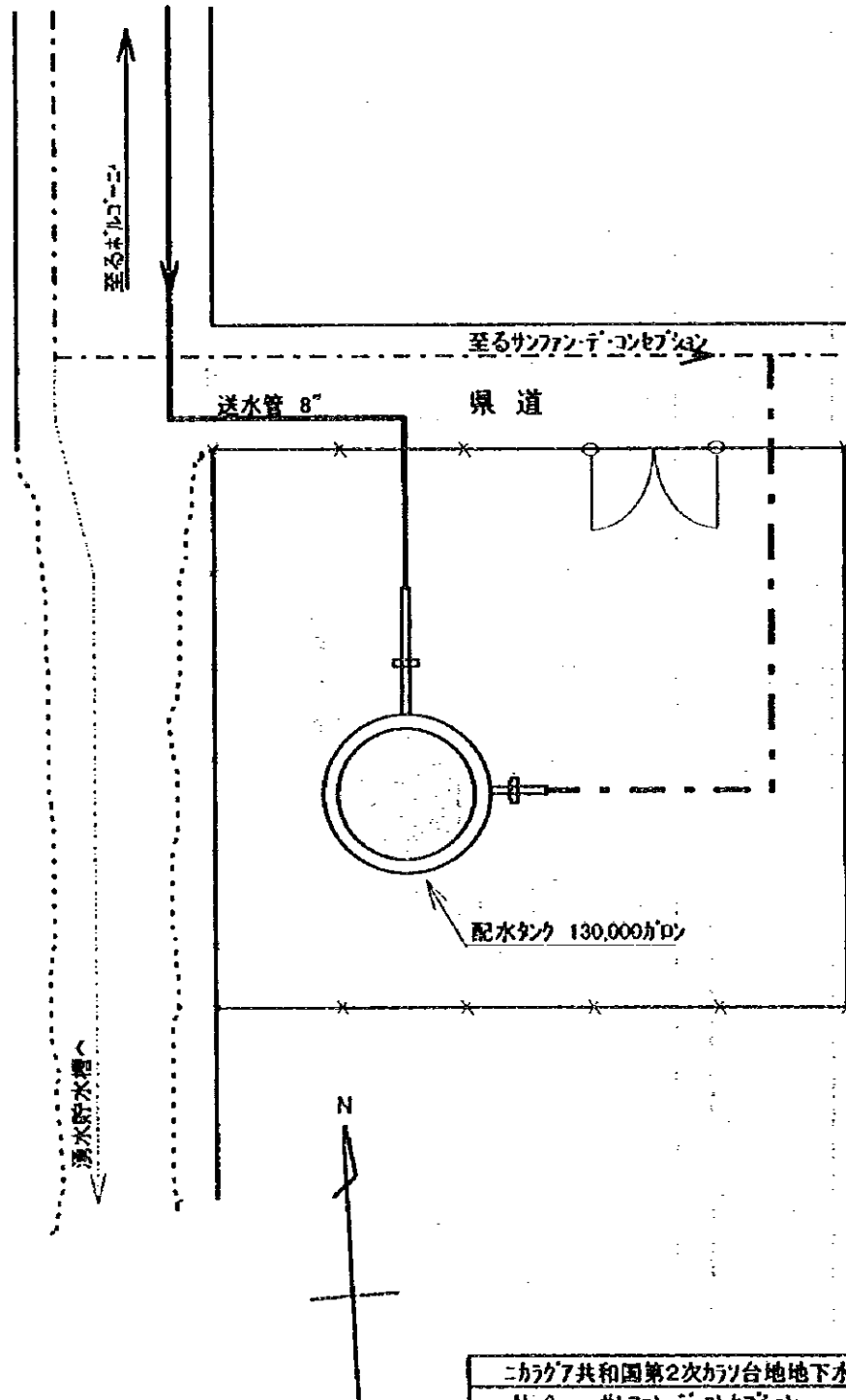
ニカラガ共和国第2次カリタ台地地下水開発計画

No.6 サンファン・デ・コンセプション

6.3 施設配置図(P-5井戸)

No.6.4 施設配置図  
ESQUEMA DE  
LAS INSTALACIONES

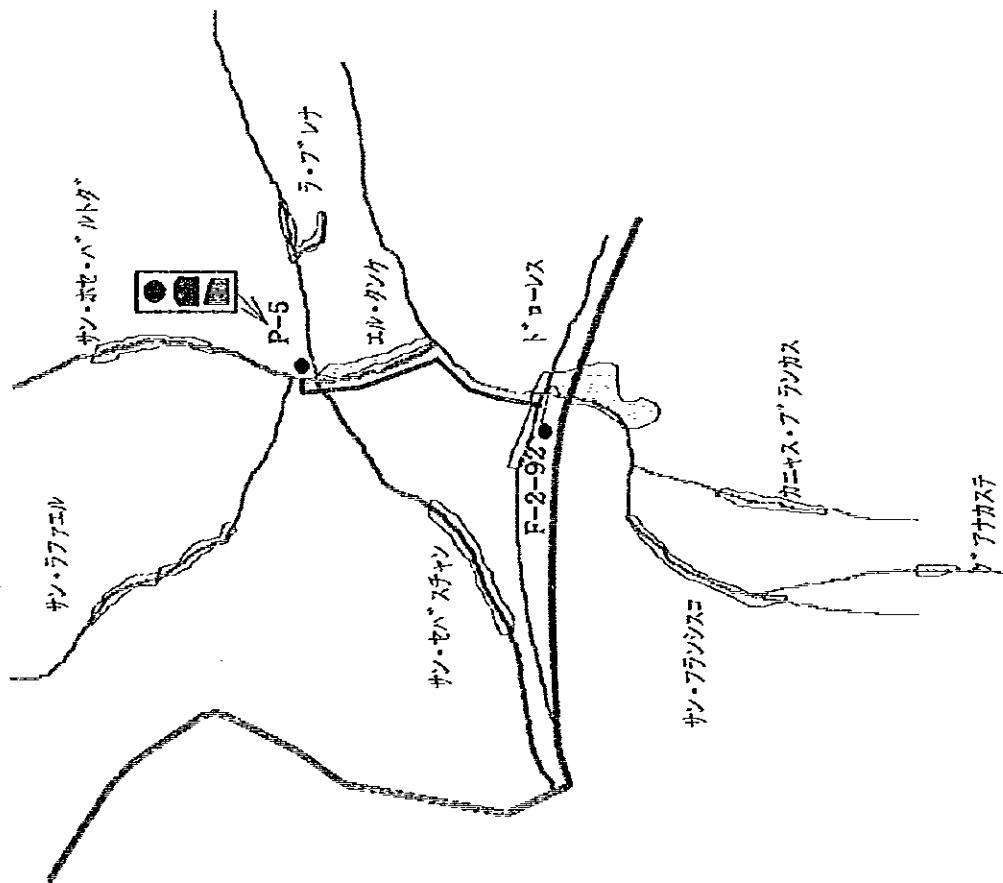
:サン・ファン・デ・コンセプション(サン・イグナシオ)  
:SAN JUAN DE LA CONCEPCION  
(SAN IGNACIO)



ニカラガ共和国第2次カソ台地地下水開発計画

No.6 サンファン・デ・コンセプション

6.4 施設配置図(サン・イグナシオ)

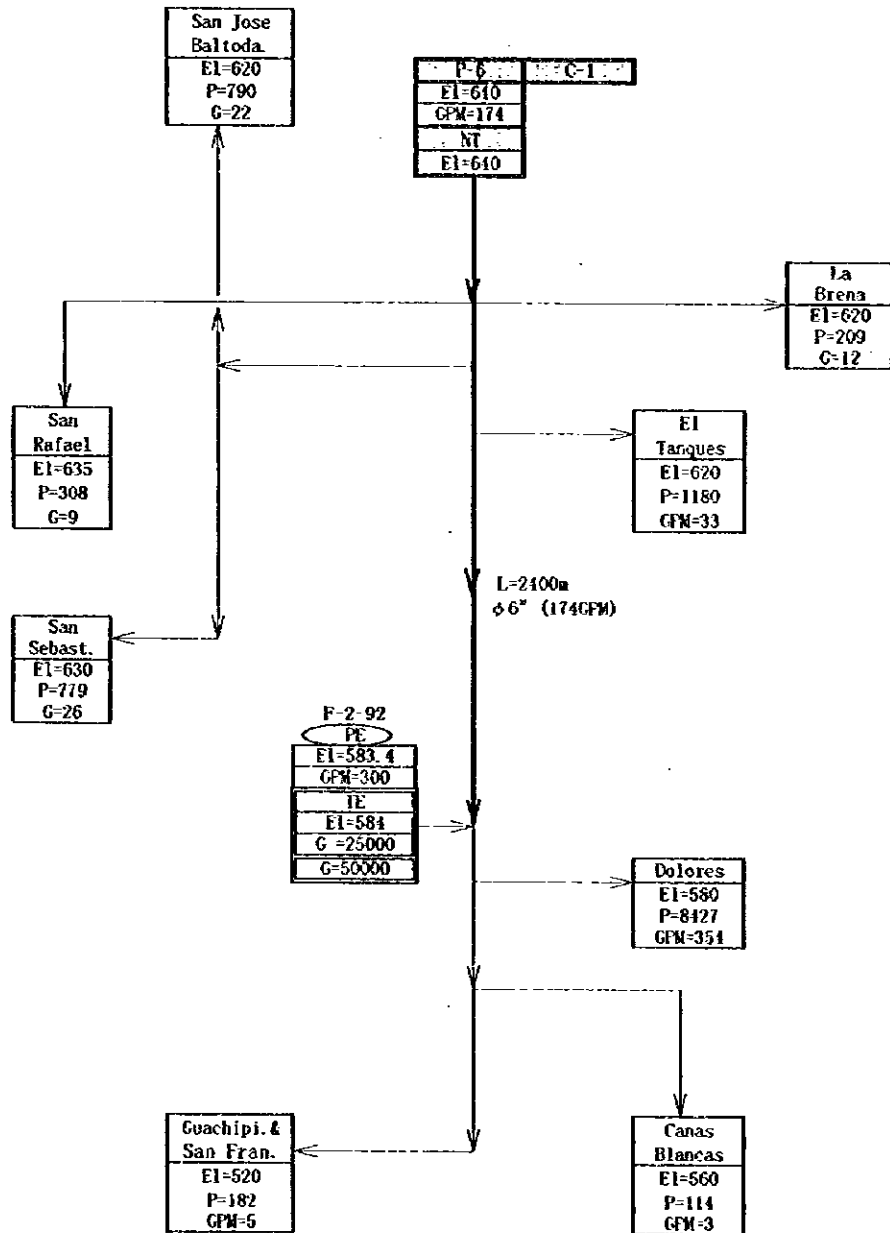


| 記号 | 名称          |
|----|-------------|
| ●  | 井戸          |
| ■  | 水タンク        |
| □  | 送水ポンプ       |
| ■  | 制御建屋 (27m2) |
| ■  | 制御建屋 (12m2) |
| —  | 送配水管        |
| ●  | 既存井戸        |
| ○  | 湧水          |
| ■  | 既存水タンク      |
| ■  | 対象村落        |
| —  | 村落          |
| —  | 道路          |

PROYECTO DE DESARROLLO DE LAS AGUAS  
 SUBTERRANEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUAS  
 EN EL SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO  
 REPUBLICA DE NICARAGUA (FASE II)  
 TITULO DE DIBUJO  
 No. 7.1 トポグラフ平面図  
 LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

NO. 7.2 ドローレス給水システム模式図

Dolores

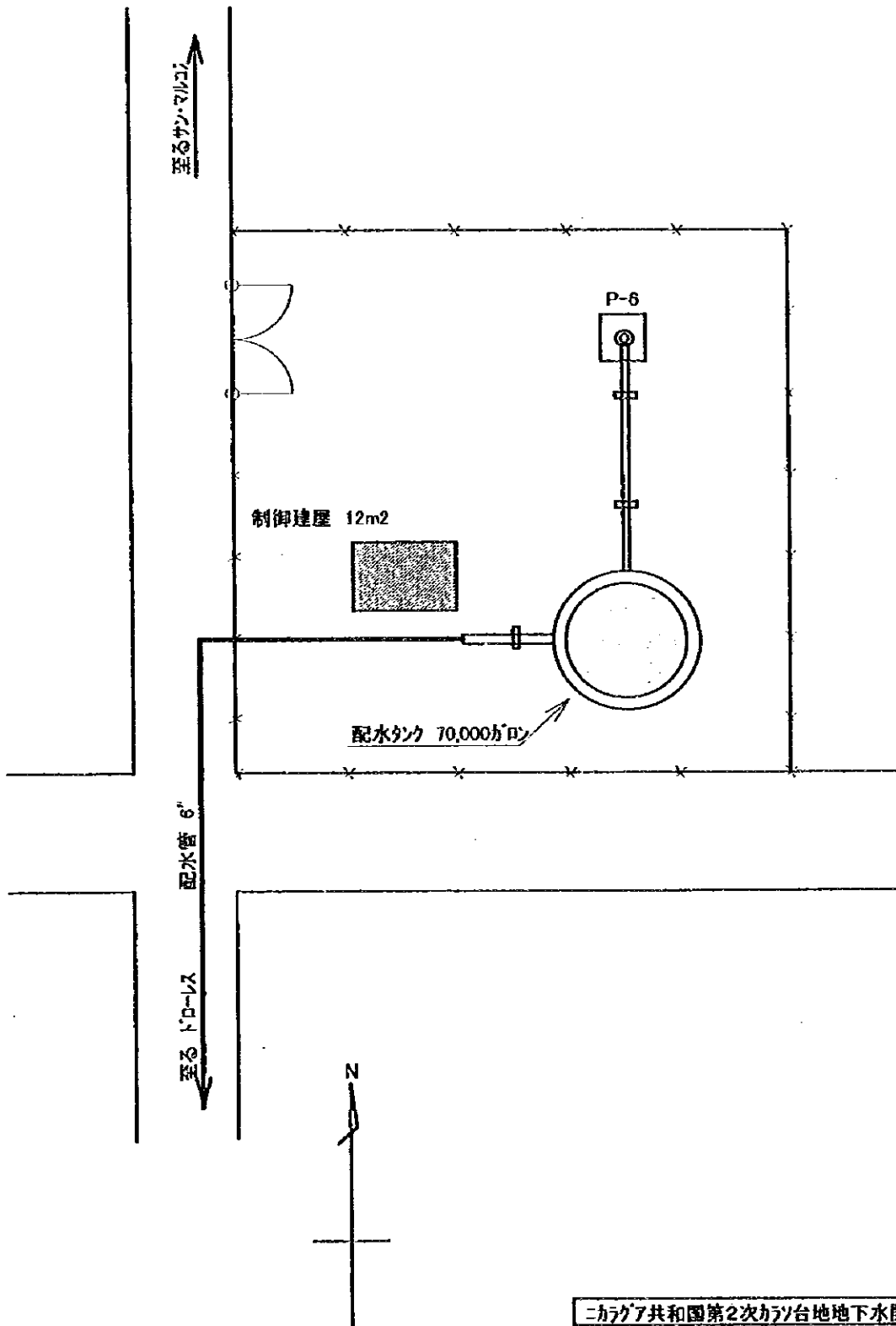


|  |                          |  |                            |
|--|--------------------------|--|----------------------------|
|  | 井戸                       |  | 既存井戸                       |
|  | 水タンク                     |  | 既存タンク                      |
|  | 送水ポンプ                    |  | 標高                         |
|  | 制御建屋 (12m <sup>2</sup> ) |  | 人口                         |
|  | 制御建屋 (27m <sup>2</sup> ) |  | タンク容量 (0' m <sup>3</sup> ) |
|  | 送配水パイプ                   |  | ガロ/分                       |

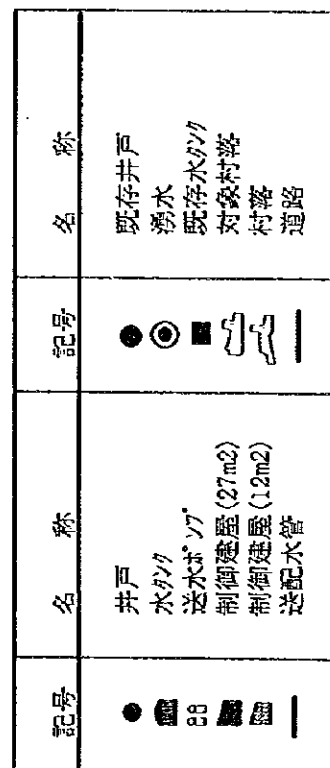


No.7.3 施設配置図  
ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

ドローレス(P-6)  
: DOLORES(P-6)



|                        |              |
|------------------------|--------------|
| ニカラガ共和国第2次カマソ台地地下水開発計画 |              |
| No.7                   | ドローレス        |
| 7.3                    | 施設配置図(P-6井戸) |



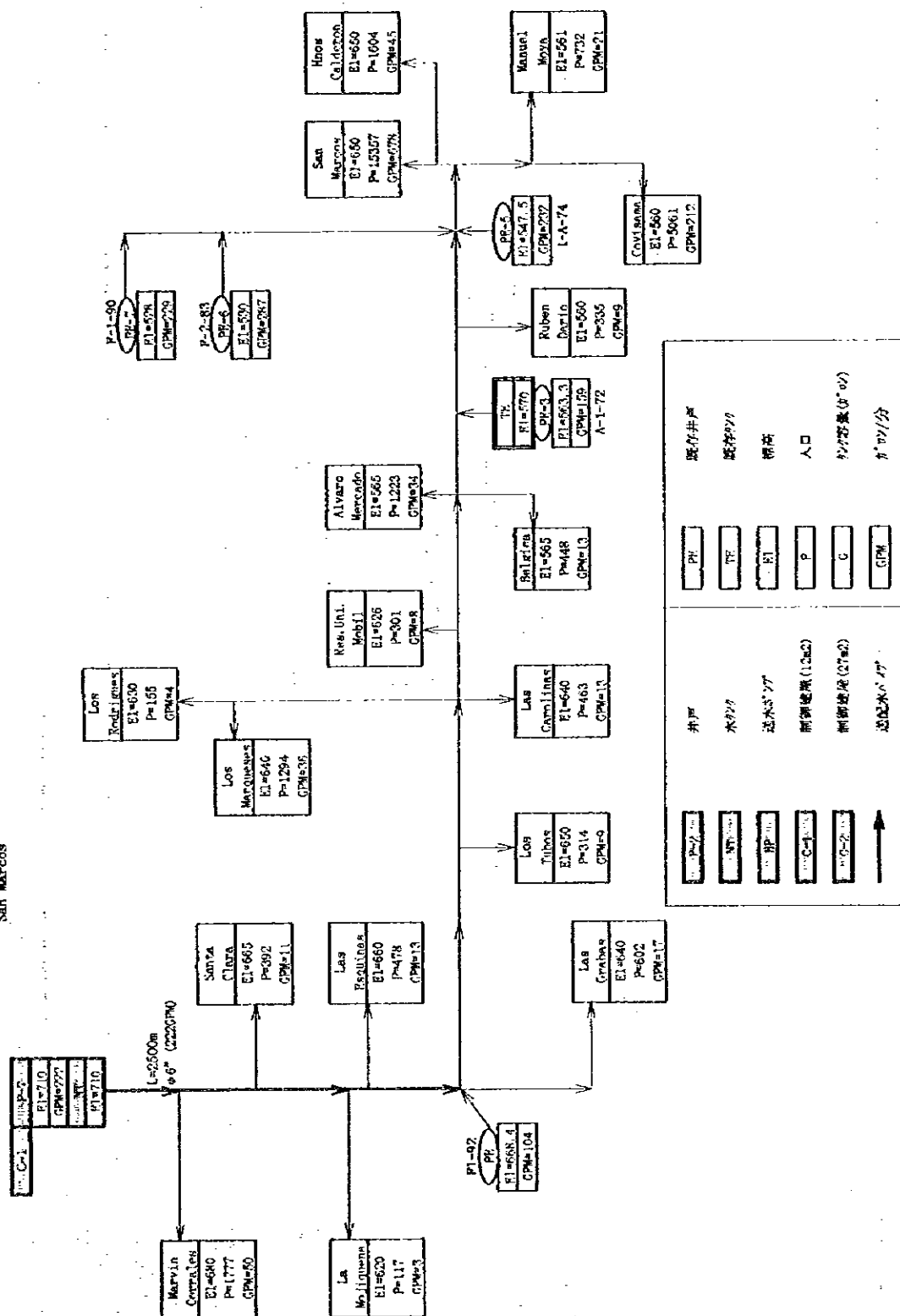
PROYECTO DE DESARROLLO DE LAS AGUAS  
SUBTERRANEAS Y ABASTECIMIENTO DE AGUAS  
EN EL SECTOR RURAL DE LA MESETA DE CARAZO  
REPUBLICA DE NICARAGUA (FASE II)

**TITULO DE DIBUJO**

No. 8.1 サブ・マクス平面図

LOCALIZACION DEL AREA DEL PROYECTO

NO. 8.2 サン・マルコス取水方式図  
San Marcos



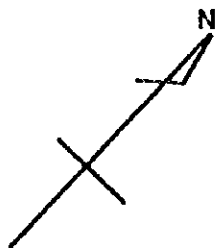
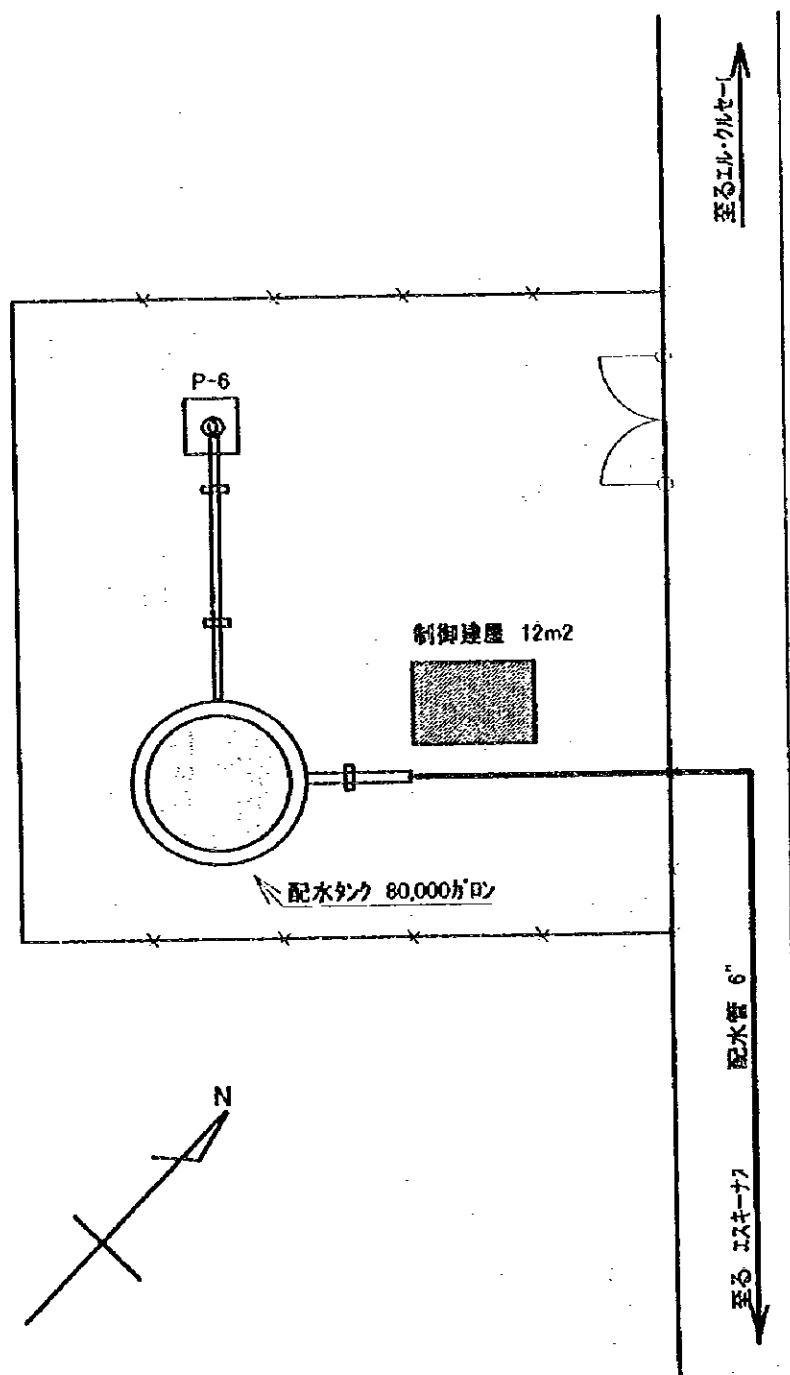
No.8.3

施設配置図

ESQUEMA DE LAS INSTALACIONES

:サン・マルコス(P-7)

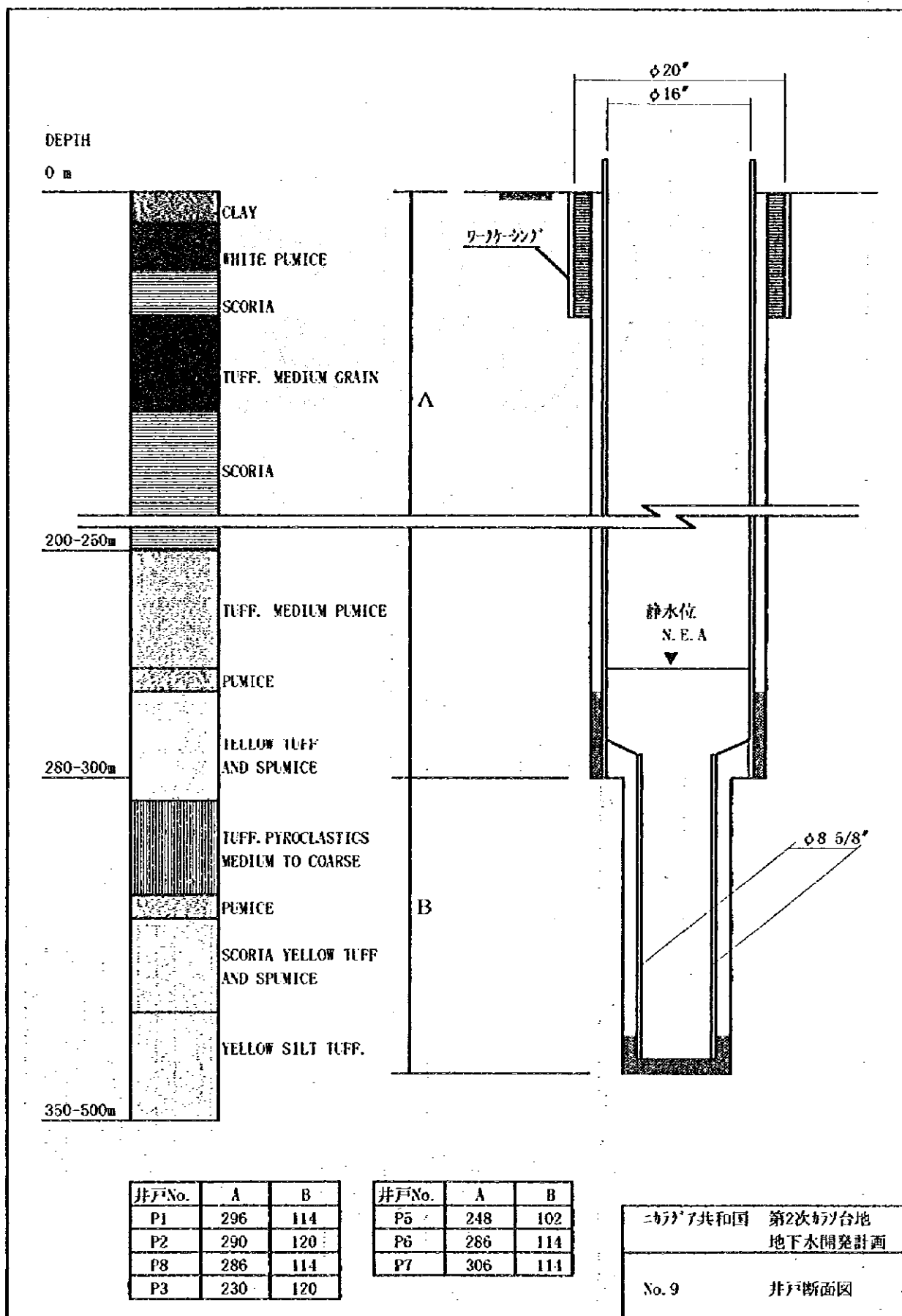
:SAN MARCOS(P-7)

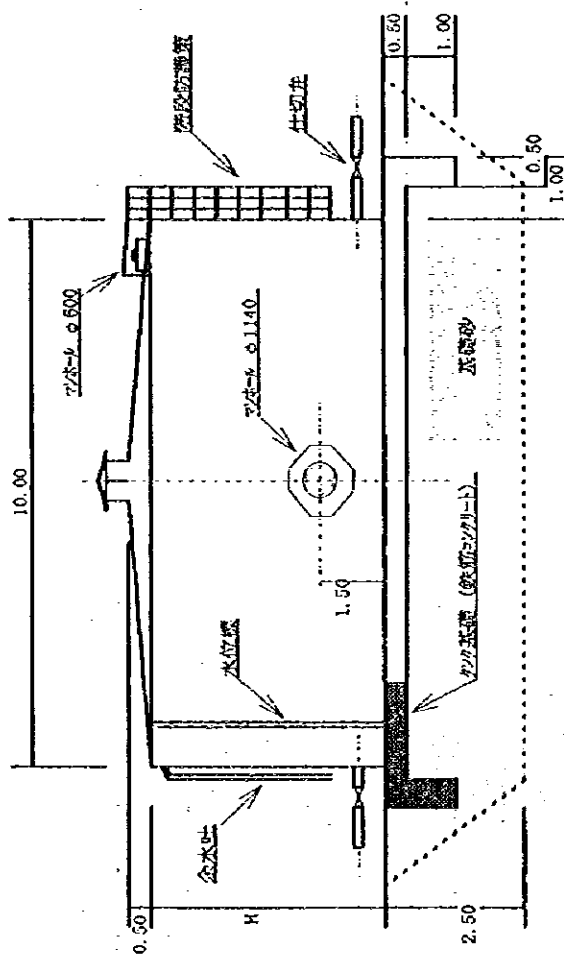
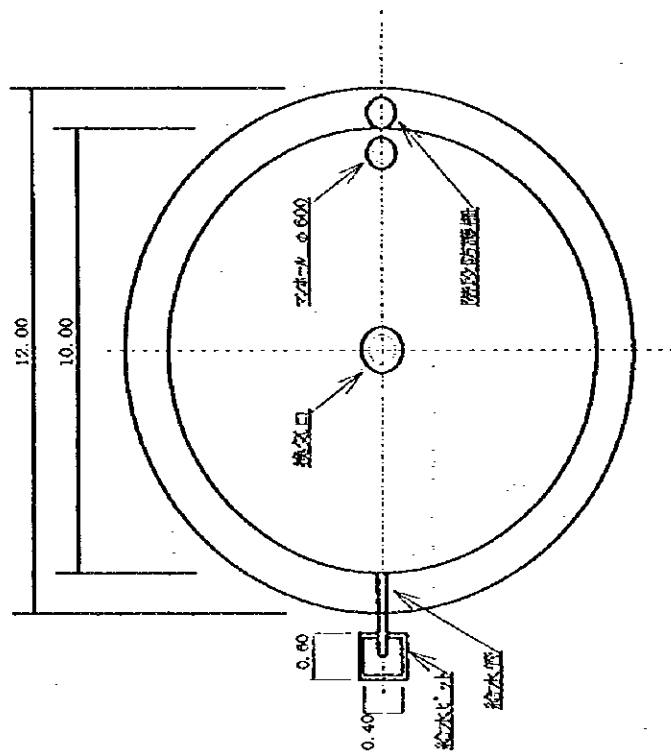


ニカラガ共和国第2次カリソ台地下水開発計画

No.8 サン・マルコス

8.3 施設配置図(P-7井戸)

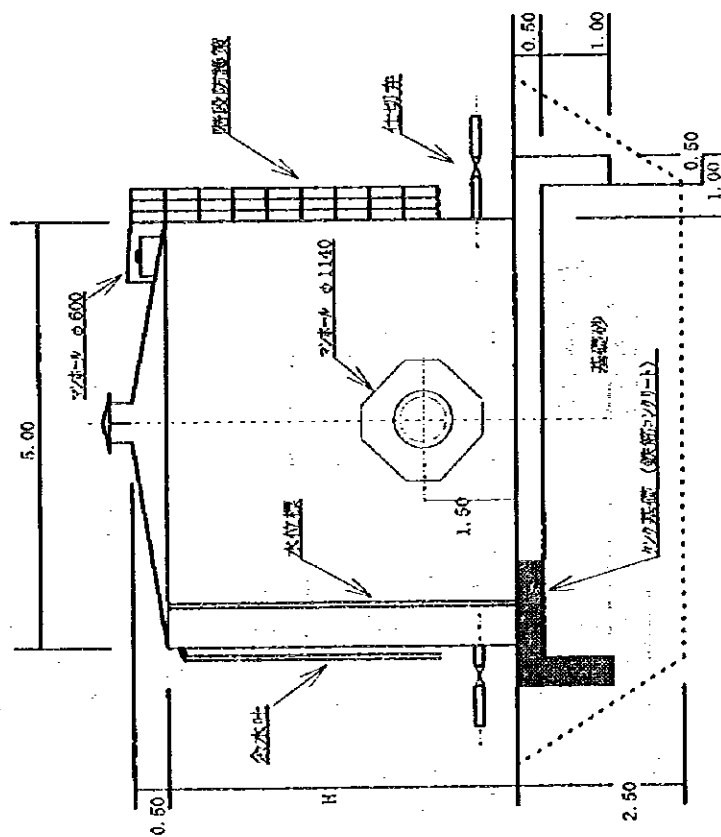
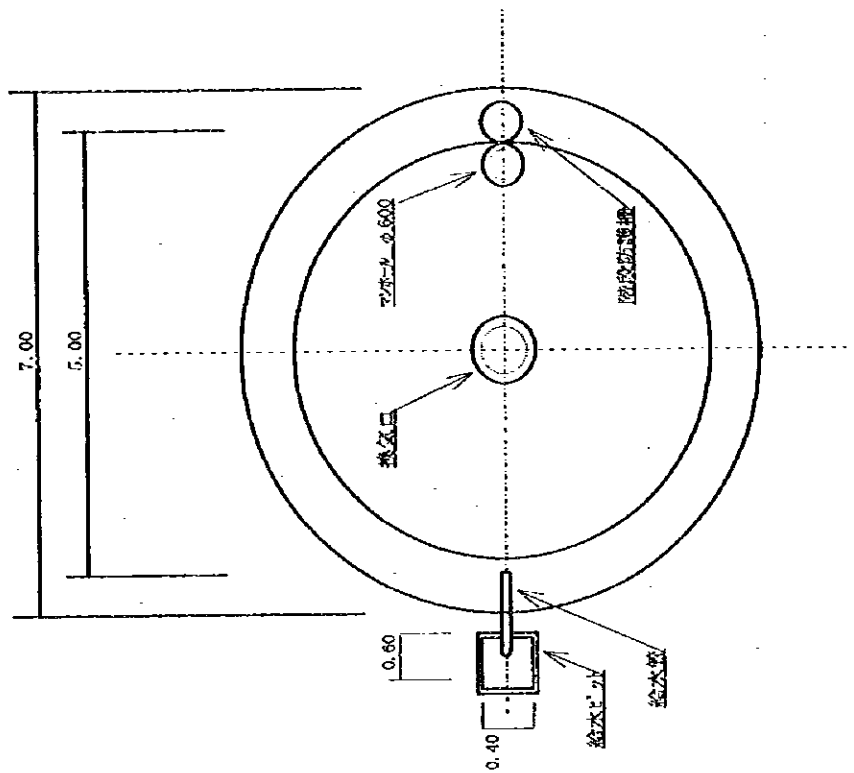




| 貯水容量      | H    |
|-----------|------|
| 50,000GL  | 3.0m |
| 60,000GL  | 3.5m |
| 70,000GL  | 4.0m |
| 100,000GL | 5.5m |
| 120,000GL | 6.5m |
| 130,000GL | 7.0m |
| 150,000GL | 7.5m |
| 160,000GL | 8.0m |

ニカラガ共和国 第2次カラガ地  
地下水開発計画

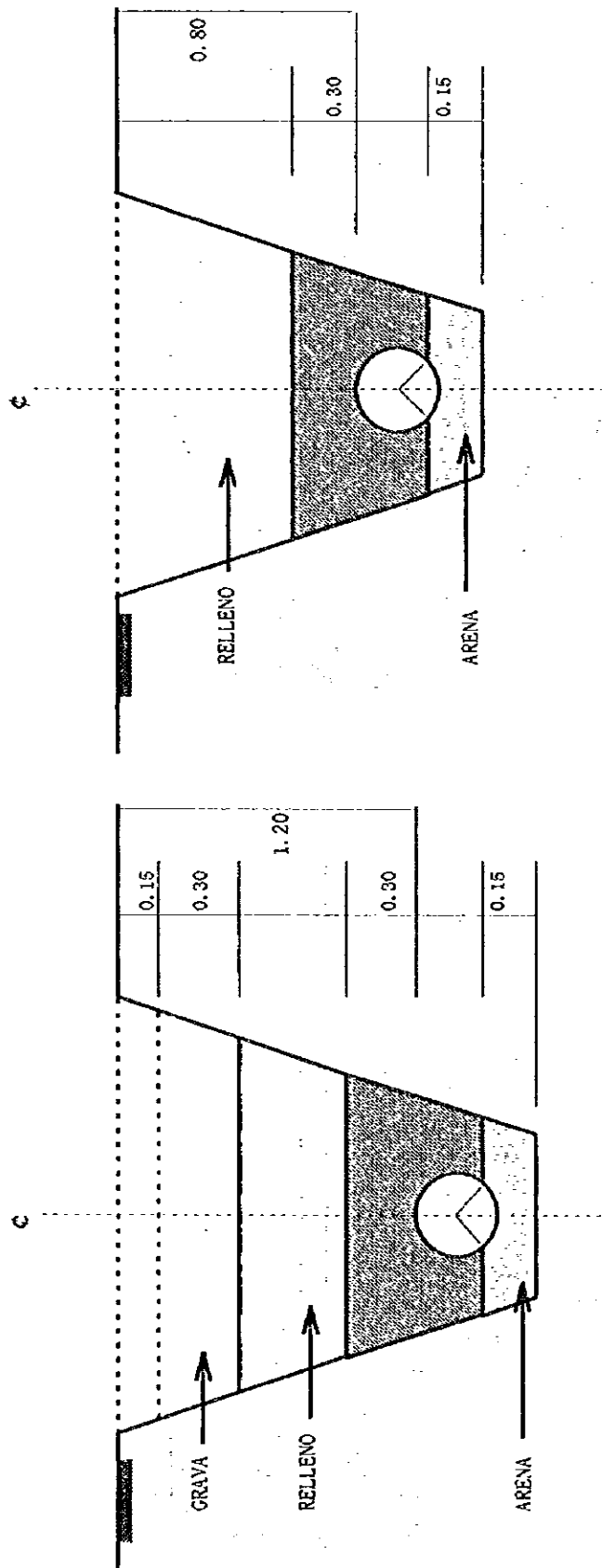
No. 10 水防計画



| タンク容量    | H     |
|----------|-------|
| 15,000GL | 3.6 m |
| 25,000GL | 5.5 m |
| 30,000GL | 6.5 m |

ニカラガ7共和国 第2次コソコ台地  
地下水開発計画

No. 11 水タンク(B)



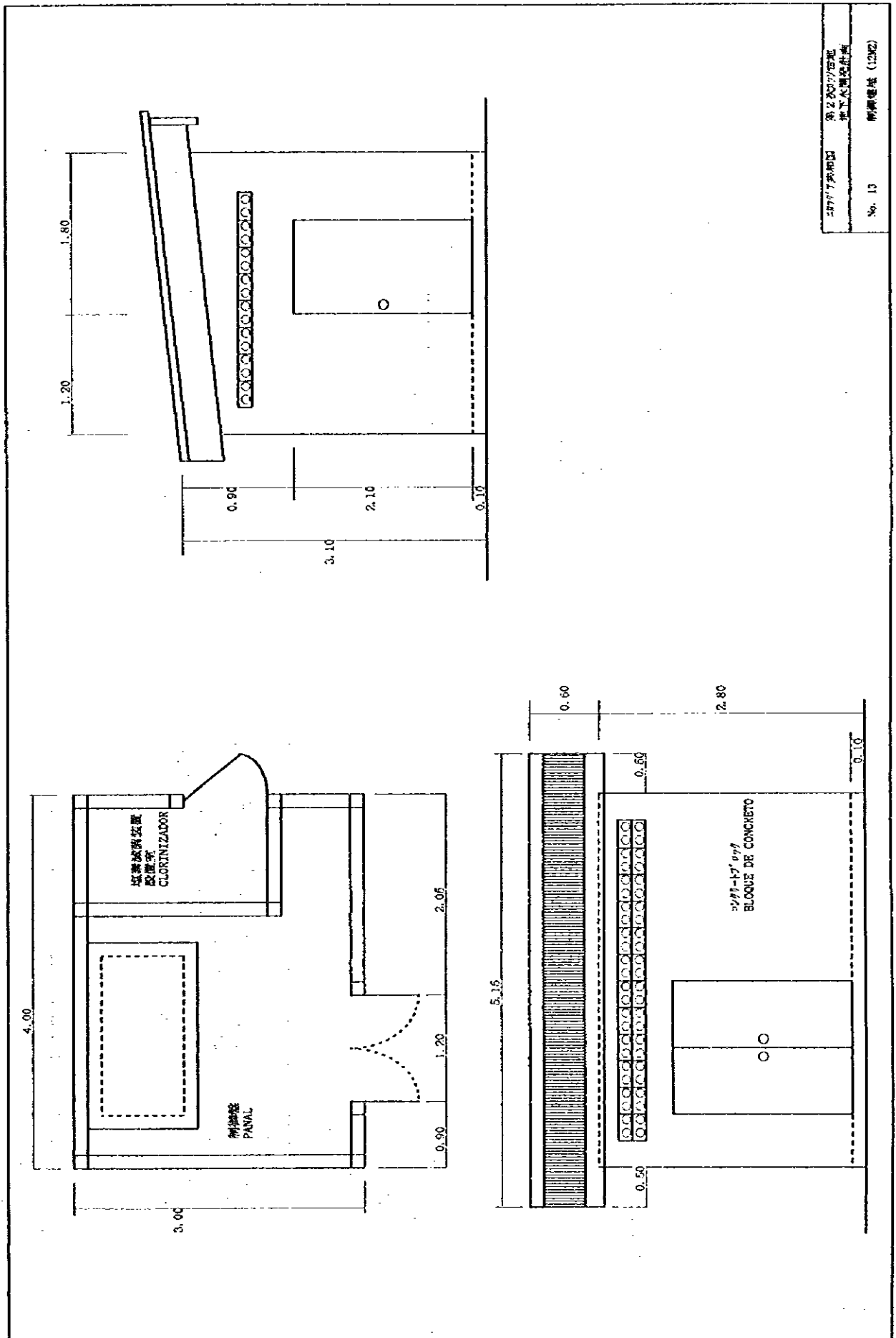
SECCION TIPICA (CAMINO TIERRA)

SECCION TIPICA (CARRETERA CON ASFALTO)

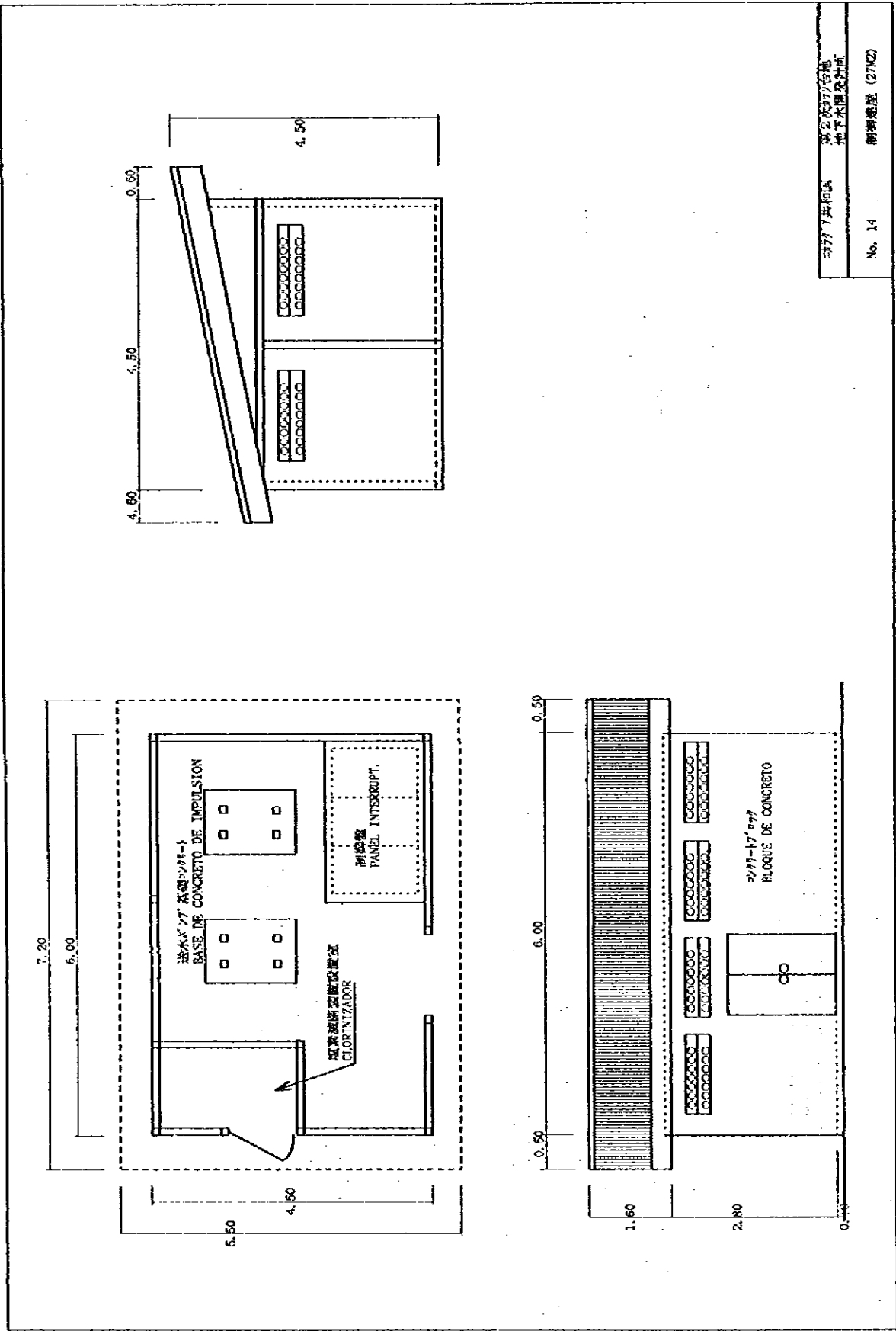
ニカラガ共和国 第2次ガソ台地  
地下水開発計画

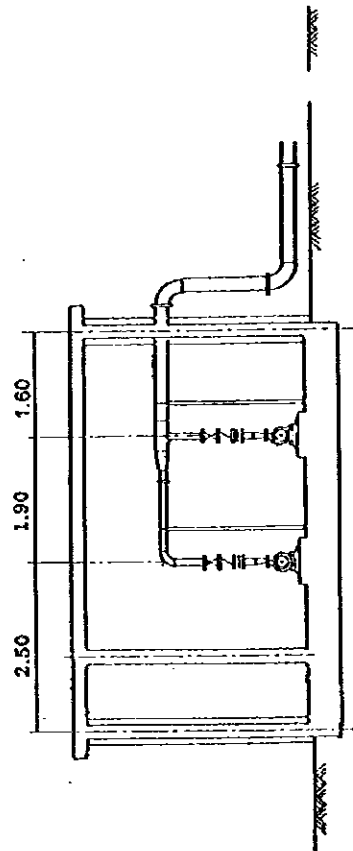
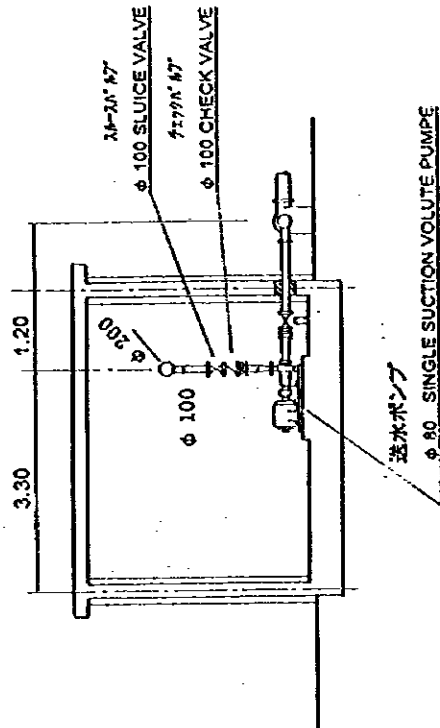
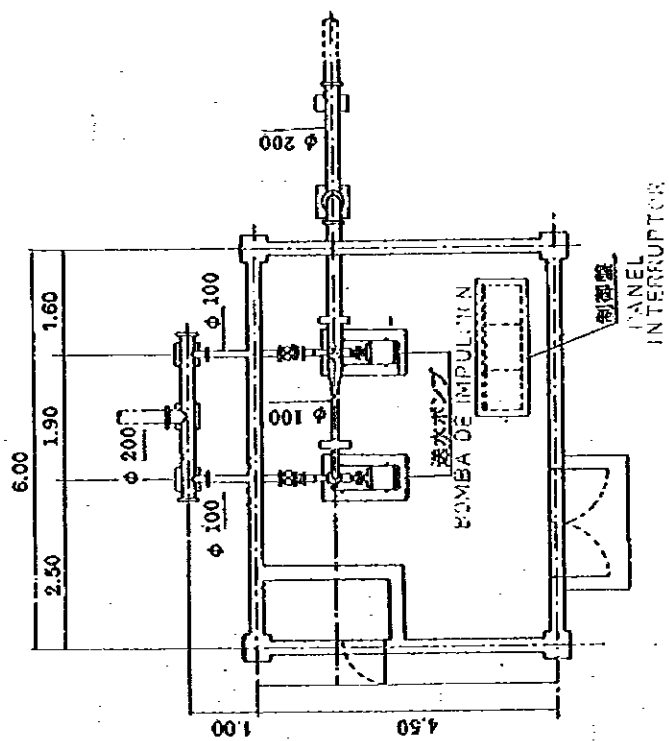
No. 12 埋設管標断面図





2022年11月  
 第2次设计  
 设计人: 王明  
 审核人: 王明  
 日期: 2022.11.11  
 图号: 13  
 附属建筑 (1202)





ニカラガ共和国 第2地区/5地 地下水開発計画

No. 15 送水ポンプ

### 3.4 プロジェクトの実施体制

#### 3.4.1 組織

本計画実施機関である INAA は、「ニ」国における上下水道事業の企画、立案、建設、運営、維持・管理を実施する大統領府直属の機関である。水道事業については、首都マダガスカル市を含む「ニ」国全土を管轄し水開発、水供給事業の実施及びその運営管理を行っている。

INAA の組織は、次図に示すとおり、6 つの中央局と 7 つの地域局より構成される。

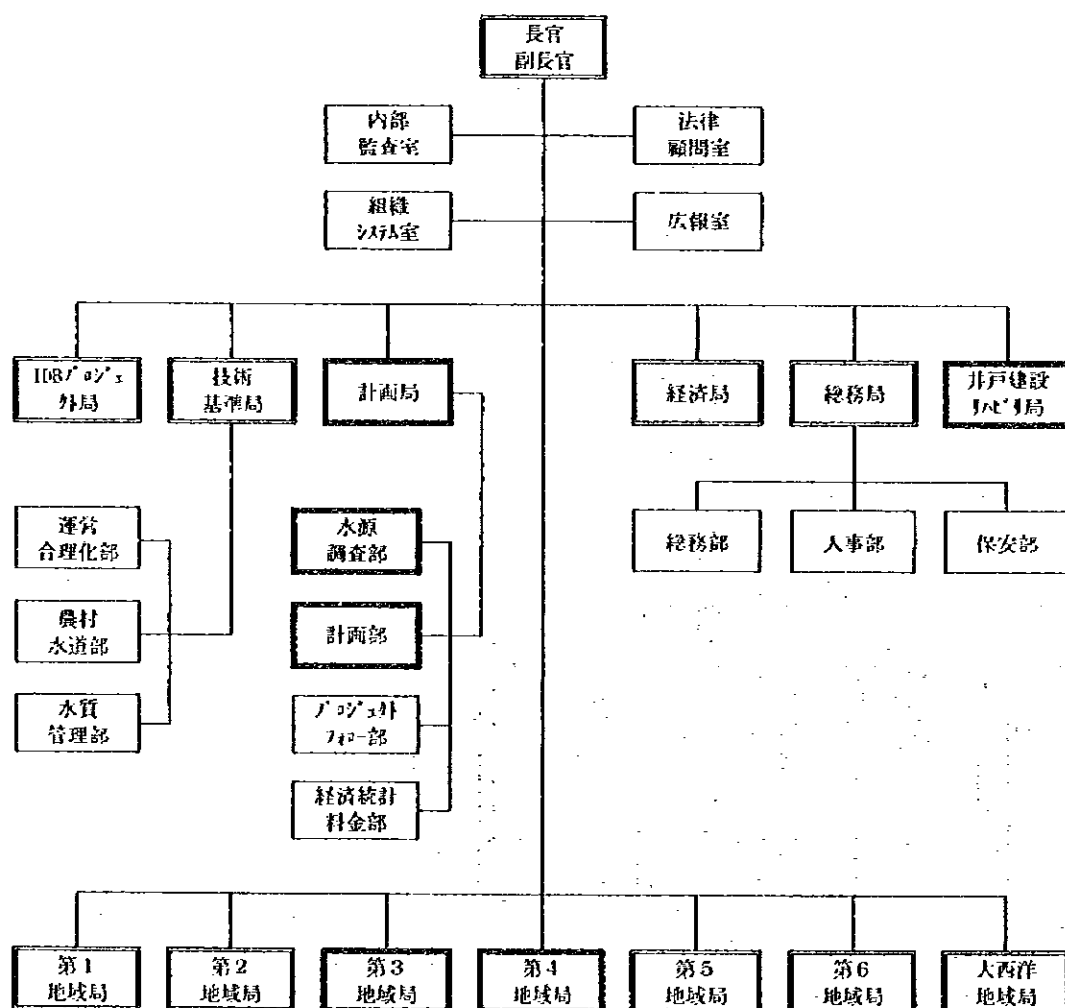


図 3.4.1 上下水道庁 (INAA) 組織図

本プロジェクトと関係する局は、計画局、井戸建設リハビリ局、および第3地域局、第4地域局である。計画局は新規開発計画および施設改修計画の企画、立案、調査、更に工事の実施等を担当している。井戸建設リハビリ局は既存井戸の改修、改善等を行っており、「第1次サブプロジェクト」で調達した井戸掘削機の管理を行っている。

地域局の組織構成は以下に示すとおり5つの部署より構成され、施設の運営、維持・管理を行うと共に既存施設の改修、整備等を担当している。更に、各地域局の下には運営・管理事務所が設置され、ポンプの運転管理、料金徴収等の業務を行っている。本計画にて整備される7つのシステムは第3、第4地域局管内にあり、ここが実際に本プロジェクトの実施を担当する。

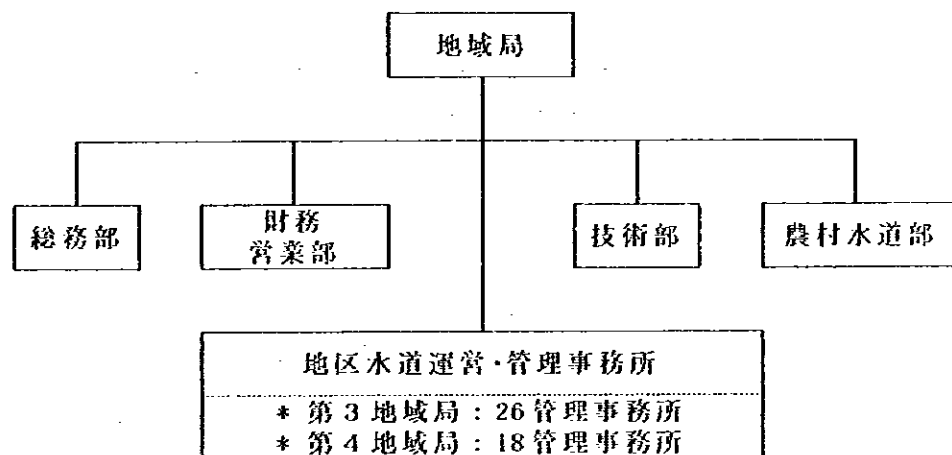


図 3.4.2 地域局組織図 (INAA)

### 3.4.2 予算

INAAの予算は、運営・維持管理と開発資金（施設建設）の2つに分かれ、開発資金については、政府の一般会計予算および各国からの援助資金により賄われている。特に上水道開発は「国家開発計画」の中で重点目標とされており、これに則り政府も上水道整備資金として一般会計からのINAAの予算を大幅に増大し水道普及率の向上を目指している。本プロジェクト実施に対する「二」国側負担分は、この一般会計予算より賄われることとなり、既にINAAはその準備を進めている。

表 3.4.1 INAA の予算実績（開発資金）

単位：百万コロンビア

| 項 目    | 1993 | 1994 | 1995  |
|--------|------|------|-------|
| 政府一般会計 | 11.5 | 24.9 | 58.1  |
| 海外協力資金 | 19.1 | 28.4 | 66.2  |
| 計      | 30.6 | 53.3 | 124.3 |

運営、維持管理費については料金徴収等 INAA の事業収益より賄うこととしている。従って、本計画においても施設完成後の運営、維持管理費は水道料金徴収により賄われることとなる。

1991 年より 1995 年の 5 年間における INAA の事業収益は以下に示すとおり毎年 10%以上の伸びを示し、1995 年には前年比 20%を越えている。これは水道施設の整備拡大によるものは勿論水道料金未払い者の減少に起因するものである。

一方、運営、維持管理費は、政府の方針に則り 1991 年以来全て事業収益内で賄われ、極めて健全に運営されている。

表 3.4.2 INAA の事業収支（1991-1995）

単位：百万コロンビア

| 項目        | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 収入        |       |       |       |       |       |
| 料金徴収（水道）  | 104.9 | 127.7 | 156.3 | 171.9 | 181.7 |
| "    （下水） | 26.1  | 29.1  | 30.1  | 33.8  | 34.1  |
| 施設賃借      | 11.3  | 2.0   | 0.6   | 0.9   | 2.5   |
| その他       | 0     | 0     | 0     | 0     | 31.9  |
| 計         | 142.3 | 158.8 | 187.0 | 206.6 | 250.2 |
| 支出        |       |       |       |       |       |
| 維持・修繕費    | 47.6  | 87.7  | 118.6 | 115.8 | 165.0 |
| 運営管理費     | 22.1  | 51.1  | 61.4  | 64.5  | 73.4  |
| その他       | 70.4  | 18.9  | 0.0   | 16.4  | 0.0   |
| 計         | 140.1 | 157.7 | 180.0 | 196.7 | 238.0 |
| 収入-支出     | 2.2   | 1.1   | 7.0   | 9.9   | 12.2  |

### 3.4.3 要員・技術レベル

1996 年現在における INAA の総職員数は 2,257 人である。その内訳は表 3.4.3 に示すとおりであり事務系、技術系職員数の比率は 3 : 7 となってい

る。その他一般従業員はおよそ 1000 人であるが、これは直接施設運転を行うポンプ運転、配水調整管理及び水道料金徴収員等より構成されている。

表 3.4.3 INAA の職員数 (1996 年現在)

| 項 目           | 職員数 (人) |
|---------------|---------|
| 管理職員          | 112     |
| 事務職員          | 339     |
| 技術職員          | 821     |
| 一般従業員 (技能工含む) | 985     |
| 計             | 2,257   |

一方、本計画にて整備される施設は、既存施設と同様、特別の技術を要するものではなく、従来の施設運営能力にて十分対応可能である。これに対し、実際に本施設の維持管理を行う第 3 地域局、第 4 地域局にはそれぞれ 688 人、314 人の人員が配置され、「第 1 次プロジェクト」にて整備された施設を含む既存施設の運営、維持・管理を行っている。このことから INAA は本プロジェクト完成後における施設の運営、維持管理を行うに十分な能力、技術力を有しているものと判断される。

表 3.4.4 第 3、4 地域局の職員数 (1996 年現在)

| 項 目    | 第 3 地域局<br>(人) | 第 4 地域局<br>(人) |
|--------|----------------|----------------|
| 管理要員   | 85             | 41             |
| 営業、業務  | 250            | 71             |
| 維持管理要員 | 353            | 202            |
| 計      | 688            | 314            |