

4.1.4 かんがい計画

(1) かんがい対象面積

土壌調査、土地分級等の結果から、本調査地域のかんがい対象面積は、8,574 haとする。

導水路ルートおよびカリヤク頭首工建設可能位置より、幹線用水路ルートは、標高2,540m付近となる。したがって、これより上部の農地については、重力かんがいが不可能となる。現地調査およびINERHIとの協議の結果、これらの農地は、山地が多く農耕地は少ないため、計画対象外とした。

(2) かんがい必要水量

1) 作物消費水量 (ETc)

a. 蒸発散量 (ETo)

4.2.1 において決定された作物作付体系にもとづいて、ツムバピロ観測所の1969～1991年のデータ（温度、湿度、風速、日照時間）をもとに、蒸発散量 (ETo) を修正ペンマン法により算定した。本地区における月別の蒸発散量は、表 4.1.2 のとおりである。

表 4.1.2 月別蒸発散量 (ETo)

(単位: mm/ month)

月	ETo	月	ETo
1 月	109	7 月	121
2 月	106	8 月	132
3 月	110	9 月	123
4 月	105	10 月	109
5 月	101	11 月	110
6 月	105	12 月	111
平均 112 mm/month			

b. 月別作物消費水量 (ETc)

蒸発散量(ETo)に作物の生育段階に見合った作物係数(Kc)を乗じて、作物消費水量(ETc)を算定した。なお、作物係数は、FAO のTechnical Paper No. 24, Crop Water Requirements を参考にし、各作物の作期毎に算定した。

表 4.1.3 月別作物消費水量 (ETc)

(単位 : mm/ month)

月	ETc	月	ETc
1 月	88.6	7 月	95.4
2 月	78.5	8 月	58.3
3 月	69.7	9 月	58.2
4 月	68.4	10 月	72.1
5 月	82.1	11 月	96.2
6 月	94.5	12 月	107.0
平均 80.8mm/month			
" (2.7mm/day)			

2) かんがい方法

かんがい方法は、地形勾配、土壌等の自然条件、作物の種類、栽培方法等の営農条件、圃場の形状、かんがい施設等の基盤整備条件等から決定される。対象地域の地形勾配はややきついが、かんがい実施農家では、長年にわたって畝間かんがいを行っており、圃場はそれに適した形状に整備されている。

栽培作物の種類も、畝間かんがいで十分な生産性を上げられると想定されることから、本地区のかんがい方法は、地元農民が適用方法に十分精通している畝間かんがいを採用する。ただし、今後導入が計画される果樹については、畝間かんがいの実施が難しい傾斜地に栽培される場合が多い。したがって、将来的には収益性を考慮した上で、ドリップかんがい等に切り替えていくことも考えられる。

3) 有効雨量

有効雨量は、FAOのTechnical Paper No. 25 Effective Rainfallの SCS法により、ツムバピロ観測所の降雨量を代表降雨として算定した。ちなみに1968~84年の月平均雨量に対する有効雨量は表 4.1.4のとおりである。

表 4.1.4 有効雨量 (1968~84年の平均)

													(mm)
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
降雨量	65.8	63.8	68.9	85.3	53.1	19.2	19.1	23.2	29.7	61.3	85.5	75.1	650.0
有効雨量	43.2	42.0	47.1	55.2	35.3	14.2	14.6	17.5	21.4	42.2	55.3	48.0	436.0

4) かんがい効率

かんがい効率は、地形、水路構造、配水方式、かんがい方法等を考慮し、FAOの指針、現地の先進地区の事例を参考にして、エクアドル側と協議の上、次のとおりとした。

Ea: 圃場適用効率	0.70
Eb: 水路効率……	0.80
Ec: 搬送効率……	0.90
Ep: かんがい効率	$Ep = Ea \times Eb \times Ec = 0.50$

5) かんがい必要水量

上記の諸元および作付計画にもとづき、月別かんがい必要水量を算定した結果は、表 4.1.5 のとおりである。この結果から、かんがい対象面積に必要な最大必要水量(粗)は、 $6.851 \text{ m}^3/\text{s}^*$ (12月)となる。なお、かんがい確率は、エクアドル国および周辺各国で採用されている $4/5$ (80%)とする。

表 4.1.5 月別かんがい必要水量 (Wrq)
(単位: mm/month)

月	Wrq	月	Wrq
1月	107.2	7月	177.4
2月	119.8	8月	110.8
3月	49.2	9月	46.4
4月	11.6	10月	34.0
5月	21.6	11月	137.2
6月	181.4	12月	214.0
平均 100.9mm/month			
" (3.4mm/day)			

*注) $(214.0 \times 10^{-3} \times 8,574 \times 10^4) / (31 \times 86,400) = 6.851 \text{ m}^3/\text{s}$

6) かんがい時間

本計画のかんがい時間は以下の理由により24時間とする。

- イ) かんがい昼間のみに行えれば、かんがい作業を行う管理機関ならびに農民にとって望ましい。しかも、水管理もしやすいのはもちろんである。しかし、かんがい用水を調整するための施設（調整池等）が必要になり、事業費の増大とともに、わずかではあるが、かんがい面積の減少も避けられない。
- ロ) 本地区の場合、地形的に調整施設建設のための用地の確保がきわめて困難で、調整池の建設には予想以上に建設費がかかる。
- ハ) 隣接のサリナス地区では、24時間かんがいで事業を実施しているが、大きな問題は報告されていない。
- ニ) 本事業の実施をまず第一に考えるならば、できる限り事業費を小さくすることが要求され、関係者、特に農民の協力により24時間かんがいを行うことが、事業実施の第一歩であると考えられる。
- ホ) もし、必要であれば、各農家単位で調整池を設けて、かんがい時間を調整することは技術的には何ら問題はない。この件については、事業実施後でも充分対応可能である。

(3) 配水計画

1) 水路基本計画

ダムからカリヤク川流域まで導水された用水(max. 5.171 m³/s)は、標高 2,900 m 付近でカリヤク川に放流された後、3.5 km下流の標高 2,540 m で、同河川流域の利用可能水量（雨期：0.960 m³/s、乾期：0.640 m³/s）とともにカリヤク頭首工で取水され（雨期：6.131 m³/s、乾期：5.811 m³/s）、幹線用水路、支線用水路、三次水路により各圃場に配水される。水源から末端農地までの配水は、自然流下で行う。

幹線用水路は、標高 2,540～2524 m に設置する。途中、溪流と交差する所（計5ヶ所）では、これらの水をいったん幹線水路に合流させ、渓流水源の有効利用を図る。利用可能量は、雨期：0.720 m³/s、乾期：0.480 m³/sである。

本プロジェクトのかんがい対象地域は、図 4.1.3に示すようにカリヤク川を挟んで南北に分けられ、それぞれがさらに河川、溪流によって隔てられ、独立した地域 (Sector) に細分化される。各地域は、概ね下流側に行くにつれ、広がっていき扇状になる傾向がある (丘陵幅、上流部約500m、下流部約2.5km)。したがって、支線水路は、これらの独立した地域に合理的に配水できるように、その位置を決定する。既設かんがい水路は、利用可能な位置にある場合は、改修の上支線水路として利用する。

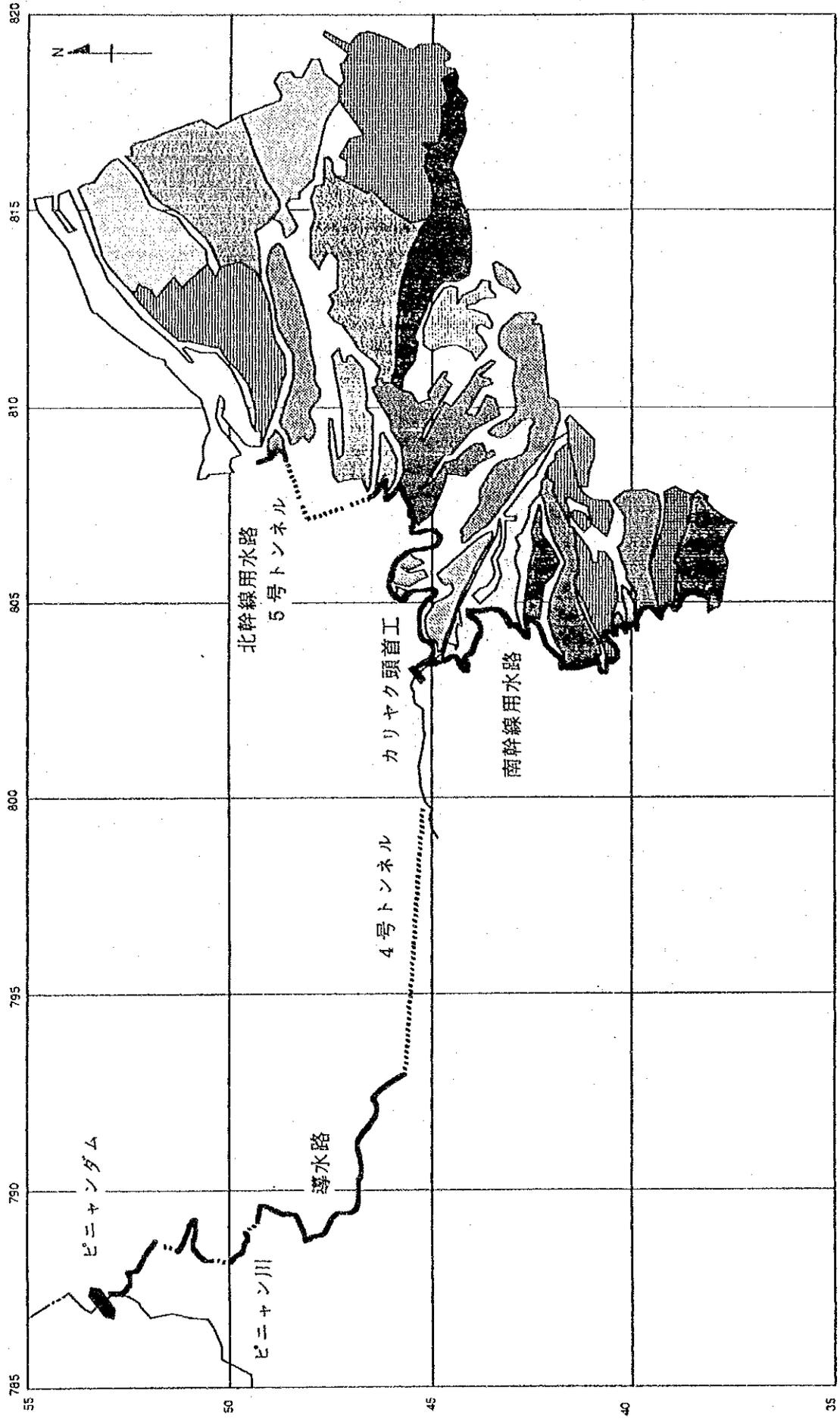
INERHIの基準による水路の施工範囲は、大中規模農家の圃場に対しては圃場の入口まで、小規模農家に対しては末端圃場までとなっている。本計画でも、この基準に従うこととする。

各水路の区分は以下のとおりとする。

- 1) 幹線水路：カリヤク頭首工以降、地区上部 (標高 2,540~2,524 m) を南北に走り、支線水路に連絡する路線とする。
- 2) 支線水路：幹線水路と三次水路を結ぶ水路で、各丘陵地に原則として1本配置する。
- 3) 三次水路：既設水路がある場合 (大中規模農家) は、それらの水路に連絡する水路、既設水路がない場合 (小規模農家) は、末端 3 haまでの路線とする。

2) 用水系統

計画した各水路の配置を支配面積、通水量を含めて模式的に示すと、図 4.1.4、図 4.1.5 のとおりである。



ESCALA 0 1 2 3 4 5 Km

図 4.1.3 かんがいブロック配置図

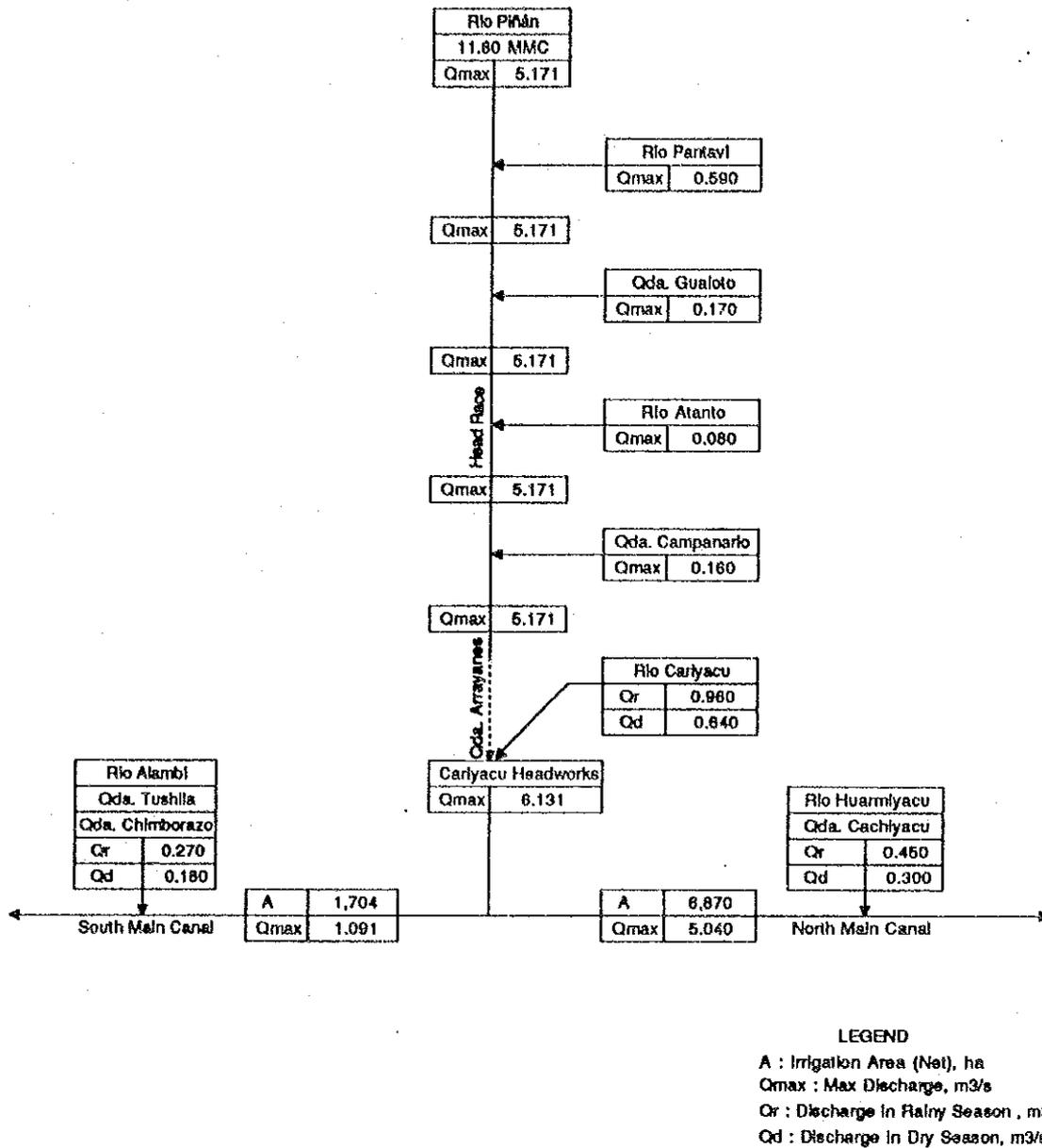
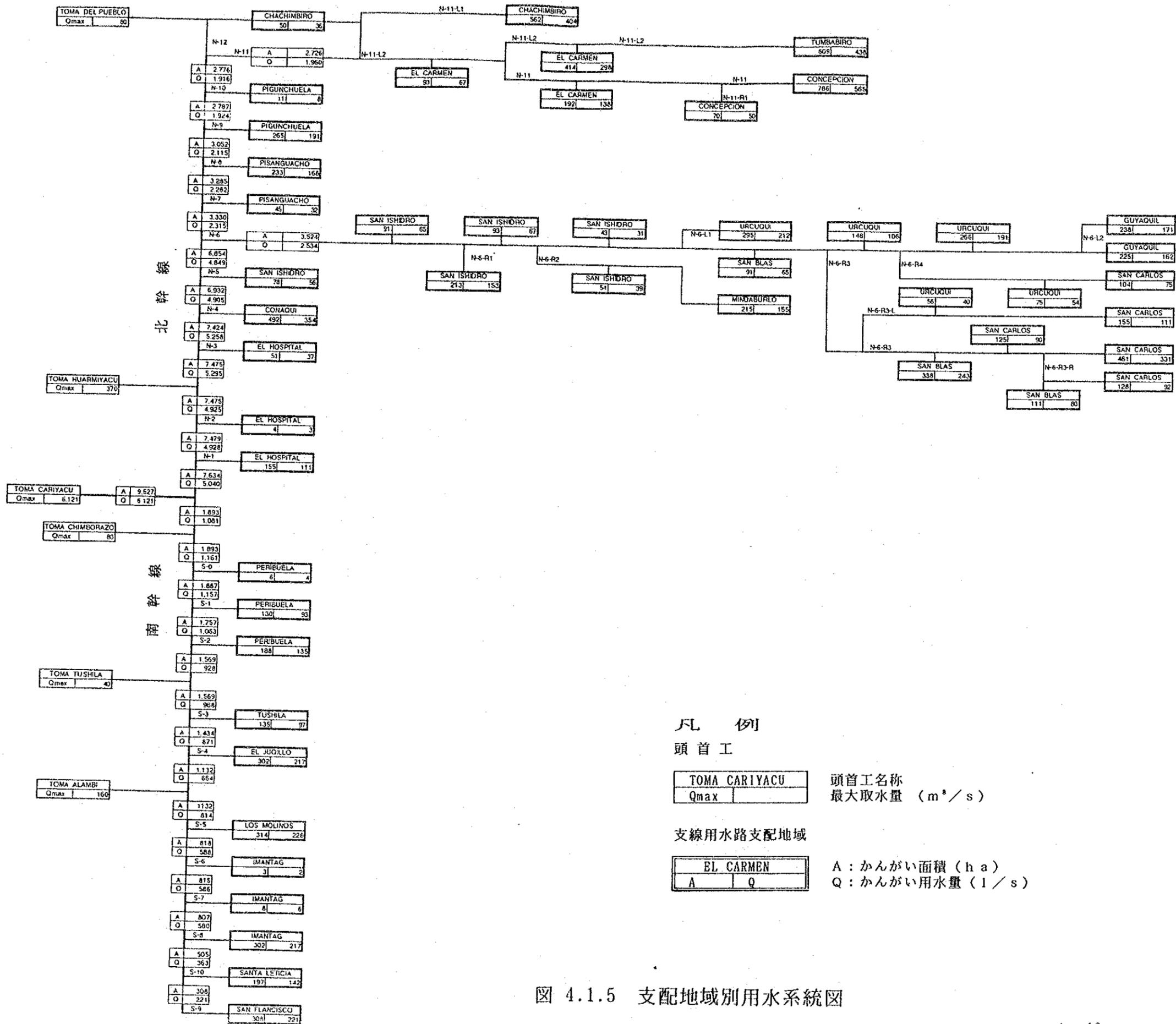


图 4.1.4 導水路・幹線用水路用水系統図



凡例

頭首工

TOMA CARIYACU		頭首工名称 最大取水量 (m ³ /s)
Qmax		

支線用水路支配地域

EL CARMEN		A : かんがい面積 (ha) Q : かんがい用水量 (l/s)
A	Q	

図 4.1.5 支配地域別用水系統図

4.1.5 水源計画

(1) 基本計画

本計画では、かんがい対象面積8,574haに対する水源計画を樹立するものとする。水源計画は、以下の2水源についてその可能性と問題点を検討し、それらの組み合わせにより策定した。

- イ) 現在利用水源の再配分（地区内水源）
- ロ) 不足用水手当としての新規水源開発

水源開発計画は、図 4.1.6に示すフローチャートに基づき策定した。

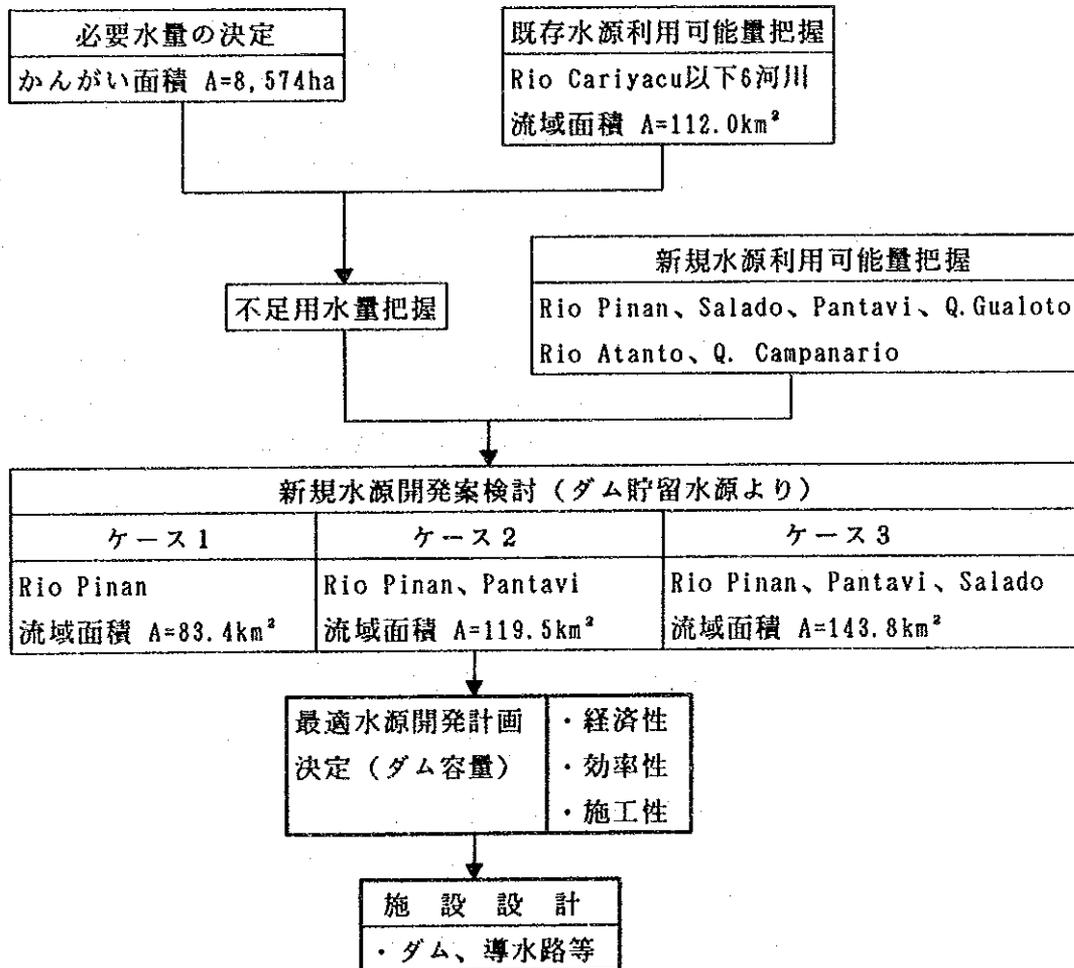


図 4.1.6 水源開発計画策定フローチャート

(2) 既存水源利用可能量

現在利用されているかんがい用水源は、地区上部を流れている溪流水のみである。地区内農家の一部は、かんがい水路を各自建設してそれぞれの農地へ導水し、かんがいをを行っている。本計画では、現況水利権を再配分して、これらの溪流水も利用する。これら溪流の継続した流量測定はこれまで行われていなかったが、利用可能用水量を1991～93年の溪流および水路の利用可能な流量測定値をもとに以下のとおり算定した。

表 4.1.6 既存水源河川流量

河川名	流域面積(km ²)	雨期流量(m ³ /s)	乾期流量(m ³ /s)
R. Cariyacu	53.12	0.960	0.640
Q. Cachiyaku	9.37	0.080	0.060
Q. Huarmiyacu	20.34	0.370	0.240
Q. Cimbrazo	7.61	0.070	0.050
Q. Tushila	4.20	0.040	0.030
R. Alambi	17.37	0.160	0.100
計		1.680	1.120

本計画では、既存水源利用可能量として雨期1.680 m³/s、乾期1.120 m³/sとする。

一方、最大かんがい必要水量は、雨期(12月)6.851 m³/s、乾期(6月)5.807 m³/sであり、最大で雨期で5.171 m³/s、乾期で4.687 m³/s不足する。したがって、本地域のかんがいには、上記開発地区の溪流の他に新規水源が必要である。

(3) 新規水源利用可能量

1) 水源

本地域へ導水可能な水源としては、降雨量の多い太平洋側山岳地帯の以下のものが対象となる。

- ① 本地域の北北西約50kmに位置するPinan、Pantavi両河川
- ② Pinan、Pantavi両河川を新規水源とする場合の導水路が横断する3河川
(Gualoto、Atanto、Campanario)
- ③ Pinan川上流に位置するLita川流域のSalado川

各河川の利用可能流量は、各河川流量より下記の河川維持流量(平均流量の5%)を除いた流量とした。

Rio Pinan	: 0.20 m ³ /s
Rio Salado	: 0.10 m ³ /s
その他の河川合計	: 0.10 m ³ /s

2) 河川流量

各河川の利用可能量の算定は、観測資料のあるものはそれを使用し、観測資料がない河川については、周辺観測所の資料を用いた。算定した結果は表 4.1.7のとおりである。

表 4.1.7 新規水源河川流量

河川名	流域面積 (km ²)	雨期流量 (m ³ /s)	乾期流量 (m ³ /s)
R. Pinan	83.40	2.774	1.951
R. Pantavi	36.10	0.590	0.491
R. Gualoto	10.40	0.170	0.141
R. Atanto	4.90	0.080	0.066
R. Campanario	9.80	0.160	0.133
R. Salado	24.30	0.246	0.151
計		4.020	2.933

以上より、上記全ての河川水を取水しても、かんがい用水の不足分を補うことができない。したがって、計画かんがい用水量確保のためには、貯留施設（ダム）が必要である。なお、各河川月別推定流量はAnnexに示す。

3) 新規水源開発計画

新規水源開発計画としては、主水源であるピニャン川にダムを建設することを基本とし検討を行う。この場合、検討する組み合わせは、以下のとおりとする。

- ケース1：ピニャン川を対象としたダムおよびパンタビ川の直接取水
- ケース2：ピニャン川およびパンタビ川の2河川を対象としたダム
- ケース3：ピニャン川およびパンタビ川およびサラド川の3河川を対象としたダム

ただし、いずれのケースにおいても、導水路が横断する3河川水(Gualoto、Atanto、Campanario)は導水路に直接取水して利用するものとする。なお、河川流量の5%を河川維持流量として確保することとする。

図 4.1.7に各ケースの概略図を示す。各ケース別ダム水収支計算結果は、図4.1.8～10に示すとおりである。

ダム水収支計算の結果、各ケースごとのダム有効貯水容量は、表 4.1.8のとおりとなる。

表 4.1.8 各ケース別ダム容量

ケース	(10 ⁶ m ³)		
	有効容量	死水容量	総容量
1	11.22	1.5	12.72
2	11.54	1.5	13.04
3	10.55	1.5	12.05

各ケース別ダム規模は表4.1.9のとおりである。

表 4.1.9 各ケース別ダム規模

ケース	堤高(m)	堤長(m)	堤体積(10 ³ m ³)
1	48.0	220.0	350.0
2	48.0	220.0	350.0
3	47.5	220.0	343.0

各案水源開発に伴う付帯施設は次のとおりである。

付帯施設	ケース1	ケース2	ケース3
導水路(ダム～受益地)	有	有	有
“(Pantavi川～ダム)	—	有	有
“(Salado川～Pinan川)	—	—	有

これより、Pantavi川の流水をダムに導水しても効果はまったくないこと(ケース2)、Salado川の流水をダムに導水するとダム容量は0.67 x 10⁶m³少なくなること(ケース3)がわかる。しかし、ケース3の場合この程度ではダム建設費の減少より流域変更のための2kmのトンネルを含む導水路12kmの建設費のほうが高い。したがって、ダムはPinan川の流水のみを対象とし、Pantavi川および3河川水は導水路に直接取水するケース1が最適案と判断される。

ケース概略図	代替案概要
<p>ケース 1</p> <p>Case 1 diagram details: Rio Pichin (A=83.4 km²) feeds Embalse Pichin. Rio Fariol (A=36.1 km²), Rio Quilbo (A=10.4 km²), Rio Alamo (A=4.9 km²), and Rio Campesino (A=9.8 km²) are connected to Canal de Conduccion. Rio Campesino also feeds Rio Cayambe (A=55.12 km²) and Rio Huamantla (A=20.34 km²). Rio Cayambe feeds Oda. Cachiyo (A=2.37 km²). Canal Sur irrigates Rio Alamo (A=12.37 km²), Oda. Tucha (A=4.20 km²), and Oda. Chumborazo (A=7.61 km²) with an area of 1,702.7 ha. Canal Norte irrigates Rio Cayambe and Rio Huamantla with an area of 8,870.8 ha.</p>	<p>ピニャン川にダムを設け、さらに導水路横断 4 河川より用水を直接取水する。</p> <p>施設／ ダム 導水路：ダム-受益地 取水工：10ヶ所</p>
<p>ケース 2</p> <p>Case 2 diagram details: Rio Pichin (A=83.4 km²) feeds Embalse Pichin. Rio Fariol (A=36.1 km²) and Rio Quilbo (A=10.4 km²) are connected to Canal de Conduccion. Rio Campesino (A=9.8 km²) feeds Rio Cayambe (A=55.12 km²) and Rio Huamantla (A=20.34 km²). Canal Sur irrigates Rio Alamo (A=12.37 km²), Oda. Tucha (A=4.20 km²), and Oda. Chumborazo (A=7.61 km²) with an area of 1,702.7 ha. Canal Norte irrigates Rio Cayambe and Rio Huamantla with an area of 8,870.8 ha.</p>	<p>ピニャン川に設けるダムにピニャン川およびパンタビ川の河川水を貯留し、導水路横断 3 河川より用水を直接取水する。</p> <p>施設／ ダム 導水路：ダム-受益地 ：パンタビ川-ダム 取水工：10ヶ所</p>
<p>ケース 3</p> <p>Case 3 diagram details: Rio Pichin (A=83.4 km²) feeds Embalse Pichin. Rio Fariol (A=36.1 km²) and Rio Salado (A=24.9 km²) are connected to Canal de Conduccion. Rio Campesino (A=9.8 km²) feeds Rio Cayambe (A=55.12 km²) and Rio Huamantla (A=20.34 km²). Canal Sur irrigates Rio Alamo (A=12.37 km²), Oda. Tucha (A=4.20 km²), and Oda. Chumborazo (A=7.61 km²) with an area of 1,702.7 ha. Canal Norte irrigates Rio Cayambe and Rio Huamantla with an area of 8,870.8 ha.</p>	<p>ピニャン川に設けるダムにピニャン川、パンタビ川さらにサラド川河川水を導水し、導水路横断 3 河川より用水を直接取水する。</p> <p>施設／ ダム 導水路：ダム-受益地 ：パンタビ川-ダム ：サラド川-ピニャン川 取水工：10ヶ所</p>

図 4.1.7 水源開発計画代替案概略図

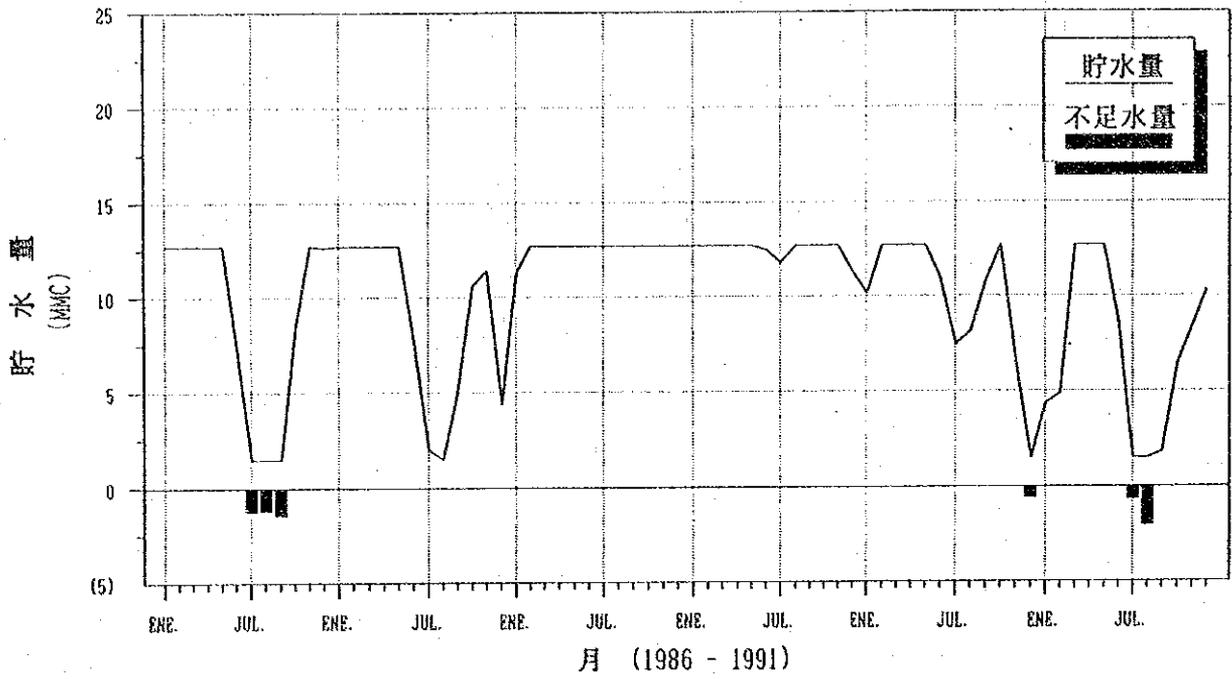


図 4.1.8 (1) ダム貯留量変化図 (ケース 1)

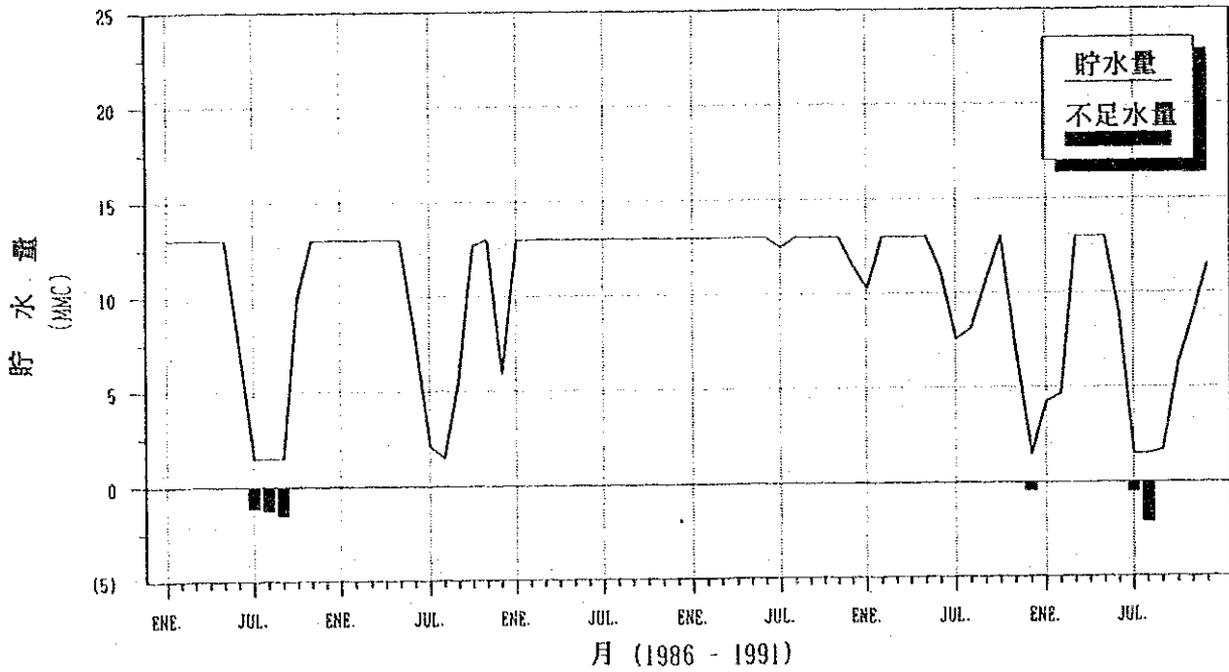


図 4.1.8 (2) ダム貯留量変化図 (ケース 2)

(4) 水源開発計画

新規水源開発検討結果をもとに、本計画における水源計画はPinan川河川水をダムに貯留し、導水路横断4河川の河川水を取水工にて直接取水するケース1を採用する。

本計画の水源計画は図4.1.9に示すとおりである。

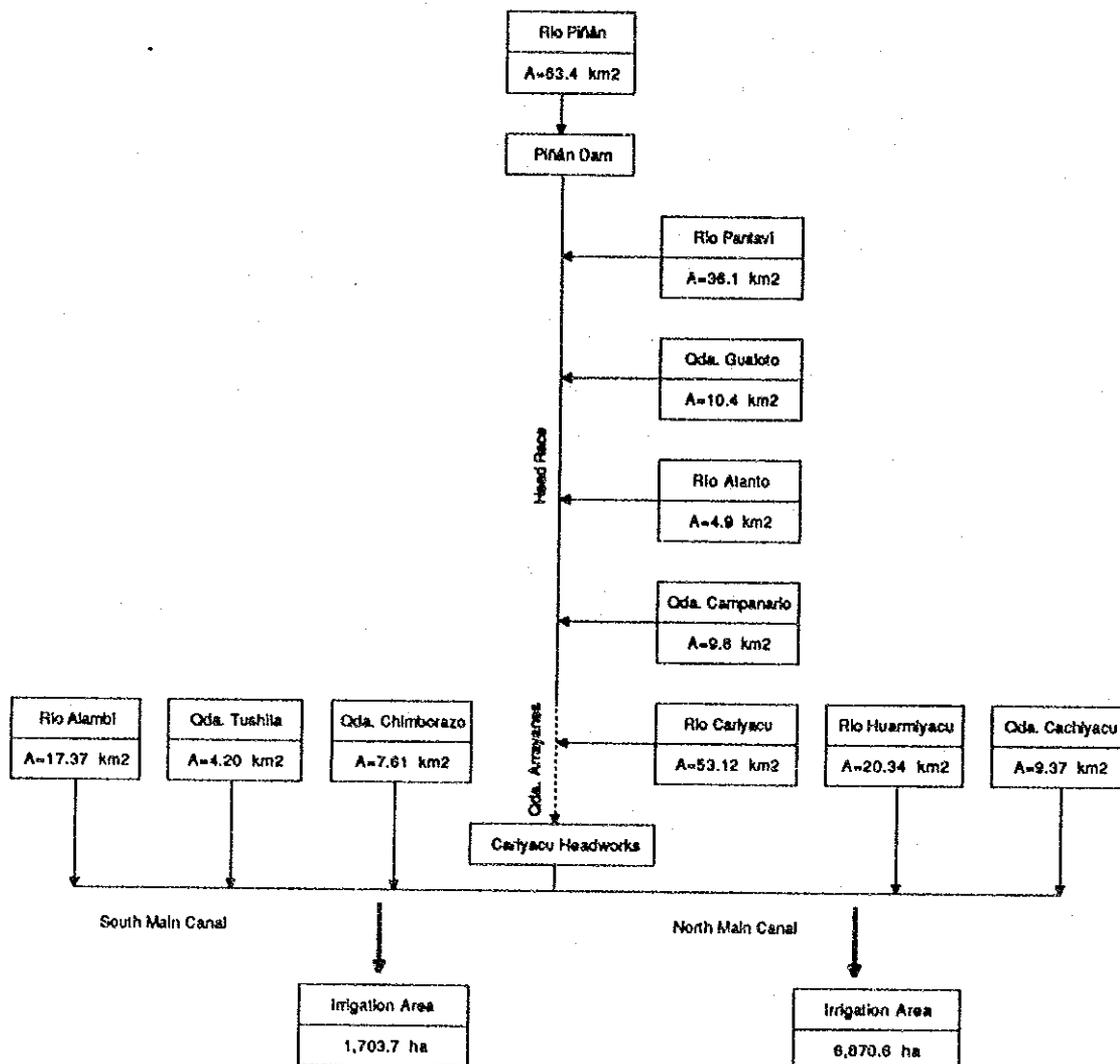


図 4.1.9 水源計画用水系統図

4.2 農業開発計画

4.2.1 作物生産計画

(1) 導入作物の選定

本地域は現況で広く栽培されているメイズ、フリフォーレス、馬鈴薯、小麦、大麦等、基本食糧の生産地としての役割は大きい。将来的にもその役割を強化するとともに、かんがい面積の拡大により栽培作物を多様化する計画とする。

かんがい施設の整備後の導入作物は、以下の点を考慮し選定した。

i) 本地域の自然条件に適した作物

調査対象地域の標高は1,700 mから2,540 m と広範囲のため、標高への適応性が作物選定の重要な要因となる。標高別栽培可能作物は、図 4.2.1 に示した。

ii) 収益性が高い作物

iii) 傾斜地の土壌侵食防止に役立つ作物および作付

本地域は傾斜地が多く土壌侵食の恐れがあり、混作（果樹と牧草等の作付により裸地期間を少なくする）による侵食防止が事業の成功にとって重要である。

iv) 国内外での市場性の高い作物

輸出用作物については特にアンデス協定諸国での市場性を考慮した。

v) 輸入代替作物

vi) 農家の技術力に見合う、あるいは今後十分な技術指導が期待できる作物

上記の基本条件を考慮して選定した導入作物を、表 4.2.1 に示した。

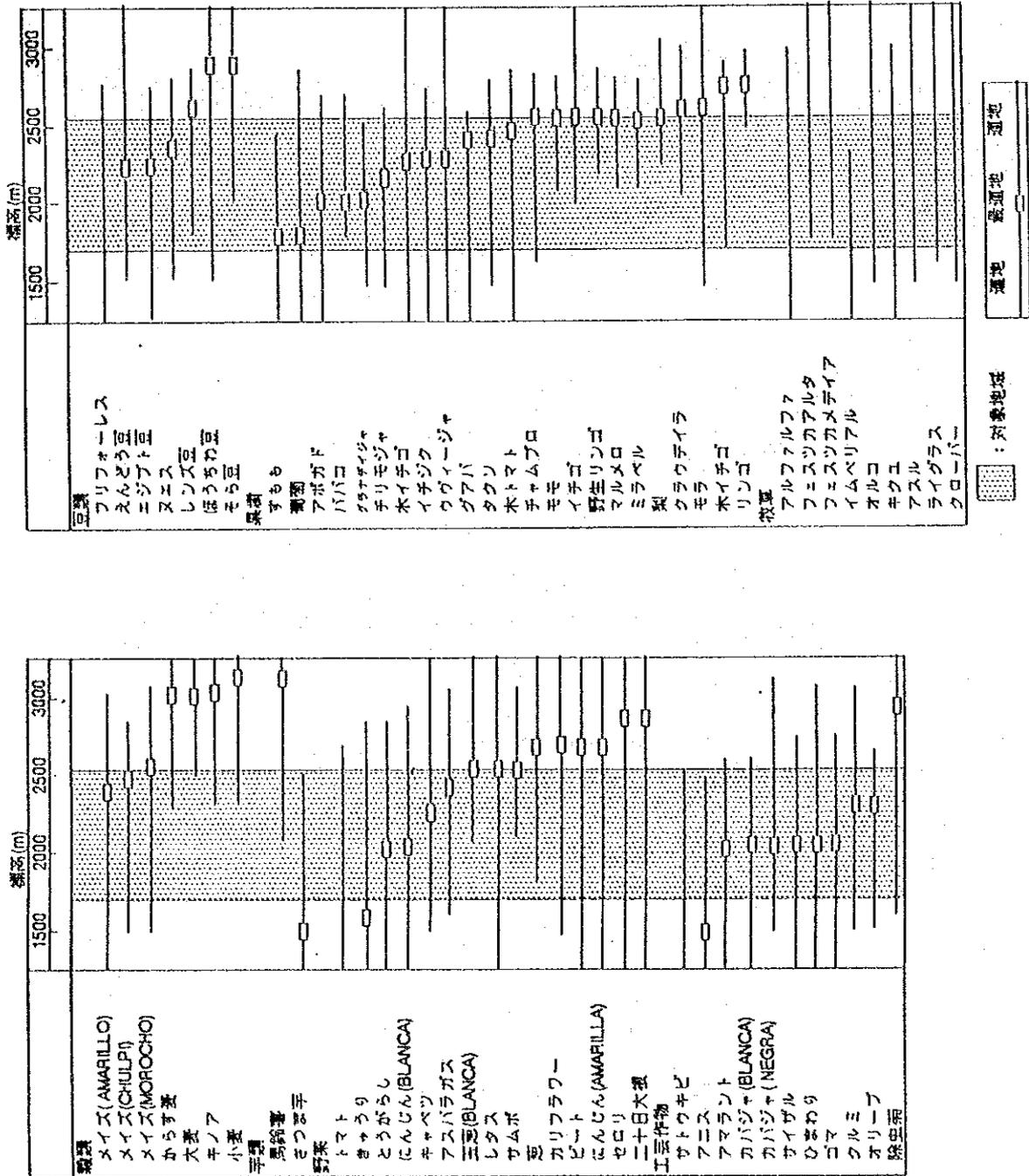


図 4.2.1 標高別栽培可能作物

表 4.2.1 導入作物の選定

作物	国内需要	輸出の 可能性	輸入代替	農産加工 の可能性	収益性	栽培経験 *
穀物						
メイズ(Seco)	◎					A
メイズ(Choclo)	◎				○	A
馬鈴薯	◎				○	A
フリフォーレス	○	◎			○	A
エンドウ豆	○			○		A
小麦	◎		◎			A
大麦	◎		◎			A
さとうきび	◎	○	○	◎	○	A
野菜						
トマト	◎	○		◎	◎	A
とうがらし	○			◎		A
人参	○			○		A
キャベツ	○				○	A
アスパラガス	○	○		◎		B
ネギ	◎				○	A
キュウリ	○	○		○	○	B
カリフラワー	○			○	○	B
ビート	○				○	A
二十日大根	○				◎	A
玉葱	◎				○	A
果樹						
葡萄	◎		○	◎		B
アボガド	◎	○			○	A
パパコ	○			○	◎	A
イチジク	○			○		A
チリモジャ	○				○	A
木トマト	◎			○	◎	A
桃	◎		○	◎	◎	B
木イチゴ	○			◎		A
リンゴ	◎		○	◎	◎	B
牧草						
アルファルファ	◎			◎	◎	A

◎>○

*: A = 一般的に栽培されている

B = 一部農家で試験的に栽培されている

(2) 計画作付体系

これらの導入作物の計画作付体系は、天水の有効利用を考慮し策定した。計画作付体系は、図 4.2.2 に示すとおりとする。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	作付面積
	7777-77				野菜					112 +		142 ha
					野菜					馬鈴薯		142 ha
					7777-77(11277豆)					112 (Seco)		1,091 ha
					7777-77(11277豆)					112 (Choclo)		545 ha
					7777-77(11277豆)					馬鈴薯		1,636 ha
					小麦(大麦)					7777-77		1,498 ha
					野菜					野菜		723 ha
					果樹 + 牧草							428 ha
					果樹							1,018 ha
					牧草							1,201 ha
					さとうきび							150 ha
												Total 8,574 ha

図 4.2.2 計画作付体系図

(3) 作物別栽培面積

各作物の栽培面積は、農家規模を考慮して以下のように設定した。各作物体系別面積を図 4.2.2 に示し、各作物の作付面積を表 4.2.2 に示した。

1) 小規模農家 (3 ha以下)

- ・ 1 ha 以下の農家
前期は自給用作物を栽培し、後期は換金用作物として野菜を栽培する。
- ・ 1.1 ha - 3 ha の農家
平均作付面積は 1.7 ha である。0.25 ha を野菜、0.5 ha を果樹栽培地とし、残りの 0.95 ha で基本食糧の生産を行う。果樹栽培地は、農家の土地収益性の向上および土壌侵食防止のため、牧草との混作とする。

2) 中規模農家 (3.1 - 10 ha)

平均作付面積は 4.9 ha である。0.5 ha を野菜、1.0 ha を果樹栽培地とし、残りの 3.4 ha で基本食糧の生産を行う。果樹栽培地は牧草との混作とする。

3) 大規模農家 (10.1 - 20 ha) および企業農場 (20.1 ha 以上)

平均作付面積は 70 ha 、総作付面積は 6,440 ha である。砂糖きびの作付面積は現況を維持し、草地面積は現況の天水栽培からかんがいにより生産性が向上することから、現況の 50 % とする。残りの面積を現況のインバブラ州の作付面積比どおりに野菜 10 %、果樹 20 %、基本食糧 70 % とする。

なお、基本食糧の栽培は、標高 2,200 m 以下をメイズ、以上を馬鈴薯とし、その面積比は、各々 50 % とする。

表 4.2.2 計画作付面積

作物	面積 (ha)	作物	面積 (ha)
メイズ + フリ	142	小麦	749
フォーレス		大麦	749
メイズ (Seco)	1,091	野菜	1,730
メイズ (Choclo)	545	果樹 + 牧草	428
馬鈴薯	1,778	果樹	1,018
フリフォーレス	3,180	牧草	1,201
エンドウ豆	1,590	さとうきび	150
		計	14,354

単位計画収量としては、基本食糧、野菜については州農牧局技術部集計の対象地域でのかんがい農地における収量を用い、果樹は果樹試験場での収量を引用した。これに基づいた計画生産量は表 4.2.3 に示すとおりである。

表 4.2.3 計画作物生産量

作物	面積 (ha)	生産量 (ton)							
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
メイズ(Seco)	1,162	2,562	3,111	3,660	3,660	3,660	3,660	3,660	3,660
メイズ(Choclo)	545	5,073	6,160	7,247	7,247	7,247	7,247	7,247	7,247
馬鈴薯	1,778	22,403	27,203	32,004	32,004	32,004	32,004	32,004	32,004
フリフォーレス	4,841	6,100	7,407	8,714	8,714	8,714	8,714	8,714	8,714
小麦	1,498	3,303	4,011	4,719	4,719	4,719	4,719	4,719	4,719
さとうきび	150	15,750	19,125	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500
トマト	865	30,880	37,498	44,115	44,115	44,115	44,115	44,115	44,115
玉葱	865	12,715	15,440	18,165	18,165	18,165	18,165	18,165	18,165
アルファルファ	1,417	133,906	162,601	191,295	191,295	191,295	191,295	191,295	191,295
桃	411	0	0	3,286	5,750	6,571	8,214	10,268	12,321
アボガド	411	0	0	0	2,136	3,559	5,339	8,543	10,678
リンゴ	411	0	0	3,696	4,928	6,982	8,214	11,500	14,374
Total	14,354								

(4) 計画作物生産物の需給

1991年におけるエクアドル国全体の食糧自給率（生産量に対する消費量の比率）を、表 4.2.4 に示した。

表 4.2.4 食糧需給状況

	自給率		生産量の変化		消費量の変化		一人当りの消費量	
	1985 %	1991 %	1985-1991 %/Year	1985-1991 %/Year	1991 Kg/Year	1985-91 %/Year		
全食糧	144	123	4.3	7.1	447	-0.5		
穀類	108	77	13.9	20.6	81	-3.6		
芋類	114	100	-5.7	-3.7	35	-9.3		
豆類	168	90	-18.5	-9.5	4	-10.7		
野菜	112	100	-0.8	1.2	17	-2.7		
果実	237	228	5.3	6.0	106	-6.7		
肉類	106	100	-15.1	-14.2	134	7.5		
油	94	94	12.8	12.8	27	7.2		
砂糖	119	100	5.2	8.4	33	1.4		
その他	1412	178	-0.7	40.3	10	4.9		

出典：MAG

1991年における全食糧の自給率は123 %で、年々減少傾向にある。しかしながら、余剰の食糧の90 %以上は、輸出作物であるバナナ等である。この輸出作物を除くと、1991年の食糧自給率は94 %であり、自給は達成されていない。各作物の生産量は、年々大きく変化し、過去の消費傾向は、生産量に大きく影響している。

1) 穀類

穀類の自給率は、わずか77 %で、年々減少傾向にある。最も足りないのは小麦、大麦で、その輸入量は年々増加している。メイズに関しては自給率は毎年100 %であるが、その消費量は各年の生産量に影響され、今後の人口増加を考慮すると、需要は高いといえる。したがって、本計画での穀類生産量に対する需要は十分あるといえる。

2) 芋類

生産量、消費量および一人当りの消費量も減少傾向にある。これは、カッサバの生産が1985～91年の間に半分以下になったためである。その間、馬鈴薯の生産は1.3 %/年で伸び、1991年の芋類自給率は100 %となっている。したがって、人口の増加を考慮すると、芋類の需要はあるものと考えられる。

3) 豆類

豆類は近年急激にその生産が減少し、1991年の自給率は90 %に低下した。さらに、近年、調査対象地域周辺で生産されたフリフォーレスのほとんどはコロンビアに輸出され、将来の輸出の可能性も十分高いと言える。したがって、豆類の需要は十分ある。

4) 野菜

野菜の生産は減少傾向にあるものの、消費量は増加傾向にある。したがって、自給率も減少傾向にあり、1991年の自給率は100 %であった。人口増加を考慮すると、野菜の消費量はさらに増加し、その需要は十分あるものと考えられる。

5) 果実

果実の自給率は高いが、ほとんどがバナナ、パイナップルで輸出も多い。これらの輸出果実を除くと、その自給率は94 %となる。さらに、本プロジェクトで

生産を予定している葡萄、桃、リンゴは輸入している。したがって、計画で生産される果実は、十分需要があるものと思われる。

4.2.2 農産物流通計画

事業の実施により、計画地区においてはかんがい農業が実現し、前項において述べたとおり農産物の収量増加と計画作付体系に基づく農業生産が行われ、その生産量は、現況と比較し、伝統的作物（メイズ、フリフォーレス、その他）は50,288トン、新規導入作物の野菜類で62,280トン、果物で37,374トン、アルファルファで191,295トンと飛躍的に伸びる。

表 4.2.5 農産物の生産量

(単位：ton)

農産物	現況	計画	増減
メイズ(Seco)	1,458	3,660	2,202
メイズ(Choclo)	-	7,247	7,247
馬鈴薯	2,164	32,004	29,840
フリフォーレス	677	8,714	8,037
小麦	1,757	4,719	2,962
トマト	-	44,115	44,115
玉葱	-	18,165	18,165
桃	-	12,321	12,321
アボガド	-	10,678	10,678
リンゴ	-	14,375	14,375
アルファルファ	-	191,295	191,295
さとうきび	4,802	22,500	17,698

これら農産物の流通について、現況流通システムにおける中間業者等による小規模農家の不利益を避け、農民の所得を確保するために、図 4.2.3に示す流通システムを提案する。

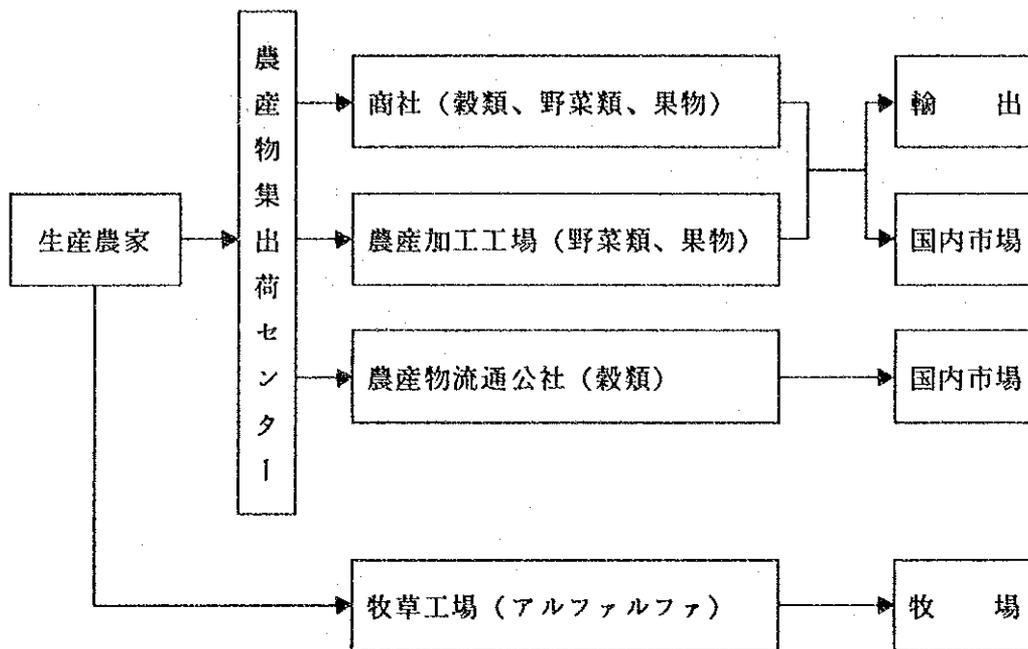


図 4.2.3 計画農産物流通システム

- イ) 小・中規模農家による農民組織をベースとした農産物集出荷センター (Centro de Acopio) をツムバピロ、ウルクキおよびイマングの3ヶ所に設置する。(4.2.5 農民組織計画参照)
- ロ) フリフォーレス、メイズについては農産物流通公社 (ENAC) イバラ支所の現在の施設 (貯蔵量 20,000qq=900ton 1棟のみ、全体スペースの1/5しか利用されていない) を拡大補充し、これら集出荷センターと直接的に取引を行う。
- ハ) 新規に導入される野菜類については、市場の商社および農産加工業者に対して農産物集出荷センターを通して有利な取引を行う。(4.2.3 農産加工計画参照)
- ニ) また、果物類については新鮮物としての市場需要が高く野菜類と同様なシステムをとる。なお、農牧省では、果樹栽培農家を組織化して、技術の向上とともに流通システムの簡素化を指導しており、市場のみならず農産工業に対して安定した需給市場を確保する。(4.2.3 農産加工計画参照)

4.2.3 農産加工計画

本事業で提案された農作物のなかで、農産加工原料に向けられる作物のうち主なものは、下記のとおりである。

イ) 野菜類：

- アスパラガス (輸出用瓶詰)
- ペピニージョ (輸出用ピクルス瓶詰)
- トマト (国内消費用ピューレ、ケチャップ)
- とうがらし (国内消費用とうがらしソース)

ロ) 果物：

- リンゴ (国内消費および輸出用ジャム、濃縮ジュース、ベビーフーズ)
- 桃 (国内消費および輸出用缶詰、ジュース)
- モーラ (国内消費および輸出用ジャム、ジュース)
- ぶどう (国内消費および輸出用濃縮ジュース、ワイン)

ハ) 牧草：

- アルファルファ (国内消費用乾燥ペレット)

事業実施に伴い、シエラ地方の果樹生産地（ツングアウア州、ピチンチャ州）で農産工業の進出が見られているのと同様に、計画地区に隣接したイバラ市に在る食品工場の活性化および工場の拡張をもたらし、インバブラ州の有力企業（IA-NCEM）が計画している総合的農産工業への脱皮を実現させ地域経済の発展に寄与することが期待される。また、食品工場のあるイバラ市はエクアドルの北部地方の商業、交通の要衝に位置し、アンデス協定諸国の中でも大きな市場を有するコロンビアの国境とも近く農産工業の活性化によって質的な発展が期待される。

これにより、計画地区で生産された加工用農産物はその大部分を加工工場へ仕向けることを可能にする。これは、生産物の安定した市場を確保するとともに、安定した生産者価格の維持をも可能とする。このためには、地区内の農民組織と農産加工工場との契約栽培等の方法も提案される。

地区内のイマntag (Imantag) 周辺の集落では、小規模農村工業の一部門として家内工業的な食品加工（チーズ）を計画しており、事業実施により実現が促進される。

以上の背景から、本事業では新たな農産加工施設は考慮しないこととする。

4.2.4 農業支援計画

事業の目的を達成するために、小・中規模農家への営農支援が充分に実施されることが重要である。このためには、次のような支援体制を提案する。

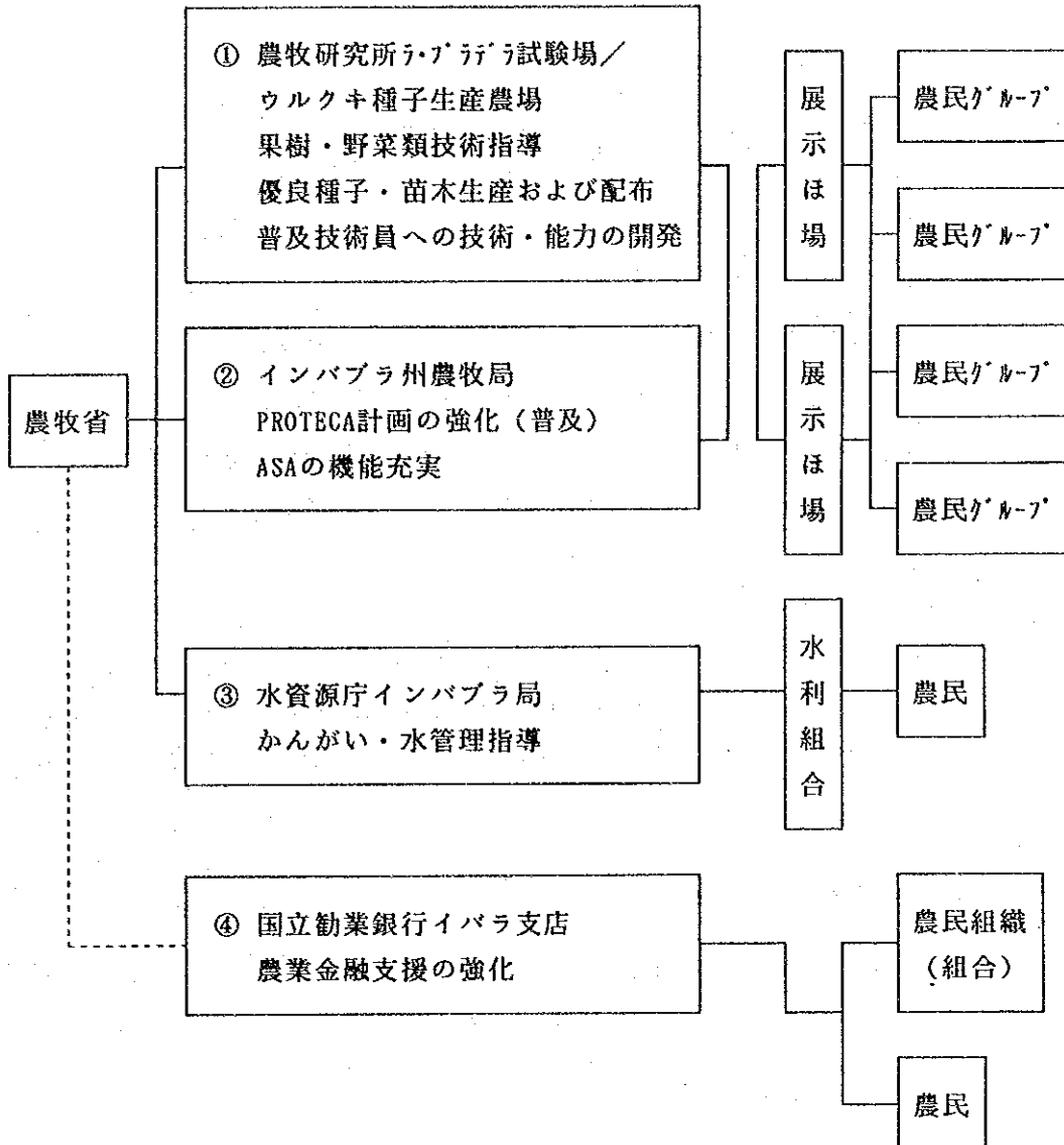


図 4.2.4 計画農業支援体制

① 農牧研究所(INIAP)ラ・プラデラ試験場／ウルクキ種子生産農場

i) ラ・プラデラ試験場

種子・苗木生産

計画地区を含むインバブラ州、カルチ州において、果樹栽培プログラム(PROGRAMA DE FRUTICULTURA)をベースとして、下記のサービスを行う。

- ・ 果樹の苗木生産
- ・ 農民への苗木配布
- ・ 果樹栽培農家の組織化
- ・ 果樹栽培農家グループへのモデル果樹園をとおして技術指導
- ・ ウルクキのモデル果樹園を中心としての果樹栽培普及促進
- ・ 果樹栽培農家への経営研修
- ・ 果樹栽培農家への流通支援

技術普及

農牧局普及技術員への技術・能力向上のための再訓練を充実させる。さらに対象地域内でのデモンストラツヨフ・フアムを充実させる。

ii) ウルクキ種子生産農場

事業の実施により多くの新規作物の導入が計画されているが、現況でも優良種子生産量が不足しており、営農環境が整備される計画地区で、交通その他の条件が整ったウルクキに現在の種子生産農場を整備して優良種子生産農場および種子増殖センターを設置し、種子の生産、配布を行う。

② インバブラ農牧局

農牧技術開発プログラム(PROTECA)および農牧サービス事務所(ASA)の機能の充実を通して、INIAPの協力支援の下、農民グループに対して技術移転を行う。

③ 水資源庁(INERHI)インバブラ局

地区内の受益農民によって設立された水利組合(JUNTA DE USUARIOS)を通して、農民へのかんがい、水管理を指導する。

④ 国立勸業銀行(BNF)イバラ支店

地区内の農民に対し、農業金融支援を強化する。

4.2.5 農民組織計画

本事業は、組織的なかんがいシステムの導入による農業生産性の向上を目標としている。この計画に基づいた農業生産を達成するには、農民の組織化が不可欠である。また、新しいかんがい施設の運転、維持管理するために受益農民による水利組合の設立が重要である。

(1) 農民組織

農民が公的機関からの営農支援サービスを受けるためには、農民の組織化が不可欠な条件である。このために、現在組織化されていない小規模農家の組織(Aso-ciaciones, Cooperativas)を各集落に設立する。

これらの組織は、主なパロキアのツムバピロ、ウルクキ、イマンタグに連合会を設置し、その機能は、公的農業支援（金融、営農指導、流通等）と農民の利益を確保することを目的とする。

農産物流通を容易にするために、連合会に付属して果実選別作業場および果実冷蔵室をもった農産物集出荷センター(CENTRO DE ACOPIO)を設置する。

これに関連し図 4.2.5の組織を提案する。

(2) 水利組合

本事業によって建設された水路（支線）の運営管理を行うために、支線用水路別に受益農民による水利組合(JUNTA DE USUARIOS)を組織し、水配分、維持管理を行う。この水利組合は、現在のシステムを再編成する形で組織する。（水利組合の組織および運営方法については 5.4 維持管理計画参照）

4-3 施設計画

4.3.1 概要

ツムバビロかんがい事業において計画された施設の概要は下記のとおりである。

(1) ピニャンダム

1) ダム

型式	:	表面遮水型ロックフィルダム
堤高	:	48.0m
堤頂長	:	220.0m
堤頂標高	:	EL 3,005.5m
天端幅	:	10.0m
法面勾配	:	上流面 1:2.0、下流面 1:1.8
堤体積	:	$350 \times 10^3 \text{m}^3$
設計洪水量	:	$200 \text{m}^3/\text{s}$

2) 貯水池

河川名	:	ピニャン川
流域面積	:	83.4km^2
常時満水位	:	EL 3,001.5m
低水位	:	EL 2,982.0m
総貯水容量	:	$13.1 \times 10^6 \text{m}^3$
有効貯水容量	:	$11.6 \times 10^6 \text{m}^3$
死水容量	:	$1.5 \times 10^6 \text{m}^3$
満水面積	:	$870 \times 10^3 \text{m}^2$
最大取水量	:	$5.171 \text{m}^3/\text{s}$

(2) カリヤク頭首工

位置	:	カリヤク川
河川幅	:	75m
設計洪水量	:	$65.0 \text{m}^3/\text{s}$
堤高	:	6.5m
堤長	:	56.5m
堤頂標高	:	EL 2,547.7m
水叩長	:	14.1m
取水ゲート	:	3.50m × 3連
最大取水量	:	$6.131 \text{m}^3/\text{s}$
土砂吐ゲート	:	3.00m × 2門
沈砂池	:	38.00m × 3.00m × 2連

(3) 水路工

1) 導水路

水路延長	:	23.31km(内トンネル8.89km)
最大通水量	:	5.171m ³ /s
水路型式	:	コンクリートフリーダム水路
維持管理用道路	:	全幅 4.00m (砂利舗装)
付帯構造物	:	サイフォン、暗渠、溪流取水工、末端放流工等

2) 幹線用水路

水路延長	:	29.37km (内トンネル3.13km)
最大通水量	:	5.295m ³ /s
水路型式	:	コンクリートフリーダム水路
維持管理用道路	:	全幅 4.00m (砂利舗装)
付帯構造物	:	サイフォン、分水工、溪流取水工等

3) 支線用水路

水路延長	:	110.58km(内パイプライン10.22km)
最大通水量	:	2.534m ³ /s
水路型式	:	コンクリートフリーダム水路
付帯構造物	:	分水工等

4.3.2 ダム

(1) ダム位置

本計画におけるダム適地としては、受益地の標高(1,700~2,540 m)、導水路の延長(約23km)から、少なくとも取水標高EL. 2,700 mを確保できることが第一の条件となる。受益地に近い地域でダム適地を求めると、受益地から標高4,000mの山地を越えた、直線距離で北西に約25kmの地域にあるピトゥラ川(Rio Pitura)流域がダム適地として選定できる。この中でもピニャン川(Rio Pinan)の下記2ヶ所が、ダム適地として考えられる。

イ) ピニャン集落の下流2Km付近の狭窄部(2km地点)

ロ) ピニャン集落の下流5km付近の狭俣部(5km地点)

前記の 2地点は、いずれも峡谷状を呈し、その上流は開けた平坦地となっていて、貯水効率の良いダム適地である。しかし、2km地点は、集落に近く、ダム建設により集落の水没を来たす恐れがあり、社会的問題が大きいため検討対象外とした。

5km地点は、峡谷の始点付近（上流地点、B位置）と、峡谷を約300 m下った下流地点（A位置）とがダム候補地と見なされる。A位置付近から下流側の河川勾配は 1/30 程度の急流となるので、A位置がダム計画の限度である（図 4.3.1）。

A位置は、下記のとおり B位置に較べて不利である。したがって、本計画におけるダム位置は、B位置とした。

- イ) 貯水池となる平坦地は、峡谷直上流より展開しているので、A位置はダム高ー貯水量の面で明らかに不利。
- ロ) 下流位置付近から、川は1/30程度の急流となり、兩岸斜面が急なので掘削量が大きく、施工面でもやや困難。
- ハ) 工事用進入路建設用ヤード等の施工面で不利。

(2) ダム形式

ダムの型式は、フィルダムとした。すなわち、コンクリート重方式ダムとする場合には、その基礎岩盤は上部堤体、水圧等の荷重に抵抗できる強固なものが要求される。本地点では、岩盤の風化が相当の深部（兩岸斜面で10～15m）まで達している恐れがあるとともに、花崗閃緑岩と安山岩溶岩の境界劣化部が左岸側に伏在する可能性が高い。このため、コンクリート重力ダムの基盤としては、さらに、慎重な調査・検討が必要である。

これに対し、フィル形式とする場合には、基盤として要求される程度は、上記コンクリート重方式ダムより軽微であり、岩盤が多少不良であっても差支えなく、コア遮水部、監査廊部を除くロック敷は浅い掘削で対応出来る。堤体を構成する材料が充分近辺で入手できると見られ、経済的に建設できると判断される。

フィル材料は、品質、強度、均一度から右岸側の花崗閃緑岩が選択できる。また、土質材料で遮水壁を構成するゾーン型は、適当な性状（必要な遮水性状と施工性）を持つ材料が若干の賦存は見られるものの量的に充分でなく、さらに、降雨の量、頻度からの施工面の制約上難しいと判断される。これに代わるものとして、

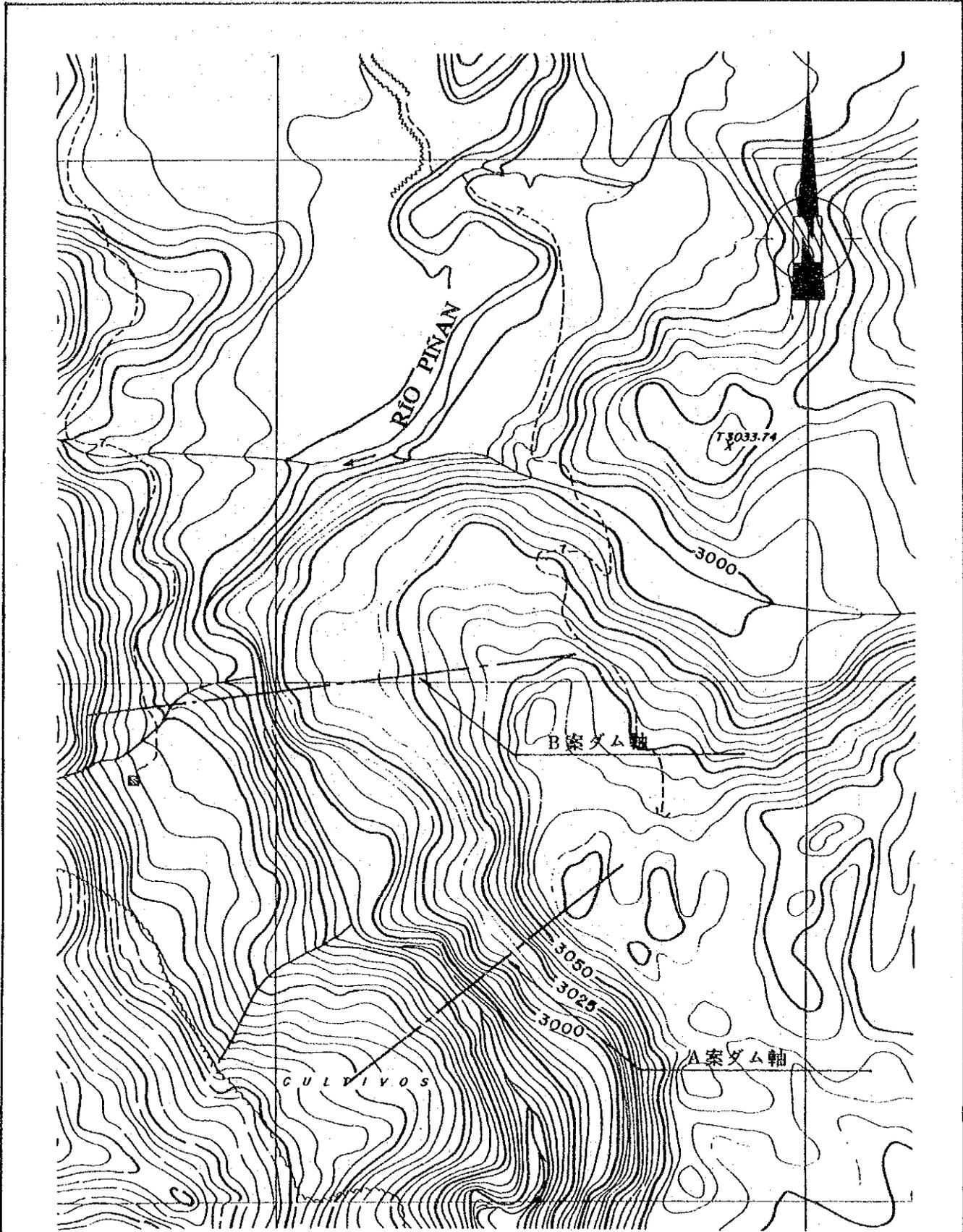


图 4. 3. 1 ダム候補地位置图

アスファルトによる表面遮水形式が適当と考えられる。ダム地域は赤道直下であるが、標高が3,000mと高く気温が12°C前後で水質その他の面でも、この構造で特別な悪影響は無いと見られる。

なお、洪水吐は、両岸に対する比較検討の結果、施工性、掘削法面の安定性、掘削土量等総合的に判断して左岸側に決定した。

(3) ダム諸元

ダム諸元は、下記のとおりである。

・ダム形式	:	表面遮水型ロックフィルダム
・堤頂標高	:	EL 3,005.5 m
・常時満水位	:	EL 3,001.5 m
・低水位	:	EL 2,982.0 m
・堤高	:	48.0 m
・堤頂長	:	220.0 m
・法勾配	:	上流面 1:2.0、下流面 1:1.8
・総貯水容量	:	13.1×10 ⁶ m ³
・有効貯水容量	:	11.6×10 ⁶ m ³
・死水容量	:	1.5×10 ⁶ m ³

(4) 設計条件

1) 設計洪水量

設計洪水量は、INHERIで使用している算式によった。ただし、フィルダムに対する安全率1.2を加味し、洪水確率年は1/200とした。また、本地域の流出特性が明らかでないため20%の余裕を見込んだ。

$$Q = 1.2 \times (25 \cdot A \cdot K) / (A+57)^{1/2} \times 120\%$$

Q : 設計洪水量 (m³/s)

A : 流域面積 (74.1km²)*

K : 係数 (1/200の場合 0.84)

したがって、

$$\begin{aligned} Q &= 1.2 \times (25 \times 74.1 \times 0.84) / (74.1+57)^{1/2} \times 120\% \\ &= 200\text{m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

また、ダム工事中の出水は、仮排水路（トンネルおよび開水路）を左岸側に建設し排水する。この水路は、ダム完成後はかんがい用水の取水用に転用し、低部放水管の役割を果たす。

計画排水量は 1/10 確率年および30%の余裕を考慮して、以下のとおりとする。

$$Q = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \times 74.1 \text{ km}^2 \times 1.3 = 80 \text{ m}^3/\text{s}$$

2) 堆砂

水没範囲を含み流域全体は非常に安定しており、ごく局所的なものを除いて、大きな地滑り、崩壊は生じていない。さらに、流域内の起伏が至って少なく、高原性草地(パヤ)で密に覆われ地表の浸透能が大きいことから、貯水池に多量の堆砂が発生する恐れは少ないと見られる。

本ダムの計画堆砂量は、ピニャン川での流下土砂の実測値 $110\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ を参考に、下記のとおりとする。

$$200\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2 \times 74.1\text{km}^2 \times 100\text{年} = 1,500,000\text{m}^3$$

3) 地震

エクアドル国は環太平洋地震帯の外縁に位置するが、周辺のペルー、コロンビアに比して特に顕著な地震は発生していない。エクアドル国の地震は上記2ヶ国の国境近くの沿海部および内陸部のコトパクス等の火山帯に沿って発生している。

本計画に採用する震度は、1951～1990年の現地の実測値をもとに、 0.18g ($T_e = 1/100$)とする。

4) 工事中設備等

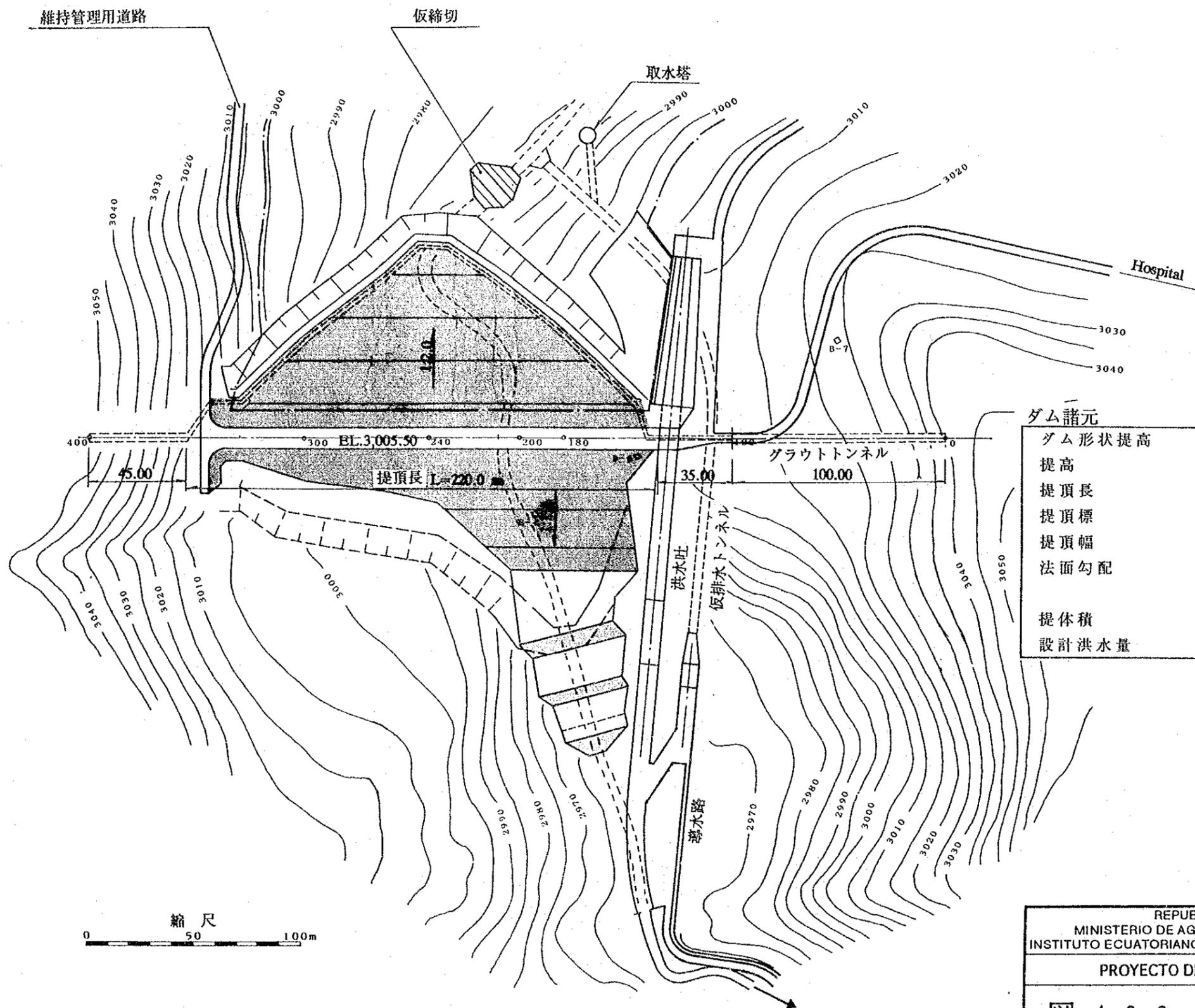
ダム工事のための仮設備は、周辺地形の開けた敷地を利用する。本体工事(掘削、盛立)には新たに道路造成が必要である。捨土は貯水池内左岸側の谷部を利用する。工事中動力は内燃機とする。通信連絡設備は用意する。イバラ市からダムサイトまでの道路57kmは砂利舗装であるが1992年11月に全通した。しかし、機材の搬入には、部分的改良または一部付け替えが必要となる。

注) *ダムの全流域(83.4km^2)中にはDONOSO湖を含む閉鎖流域(9.3km^2)があるので、洪水量の算定、堆砂については $C.A=74.1\text{km}^2$ を対象流域とみなした。また、計画洪水量は、すべてダム洪水吐より流下させるものとする。

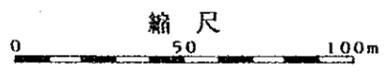
5) その他

ダム建設による影響は下記のとおりであるが、これらの地域は、すべて下流の大農（Hacienda El Hospital）の所有地（小屋とも）であり、金銭補償は必要ないとのことである。

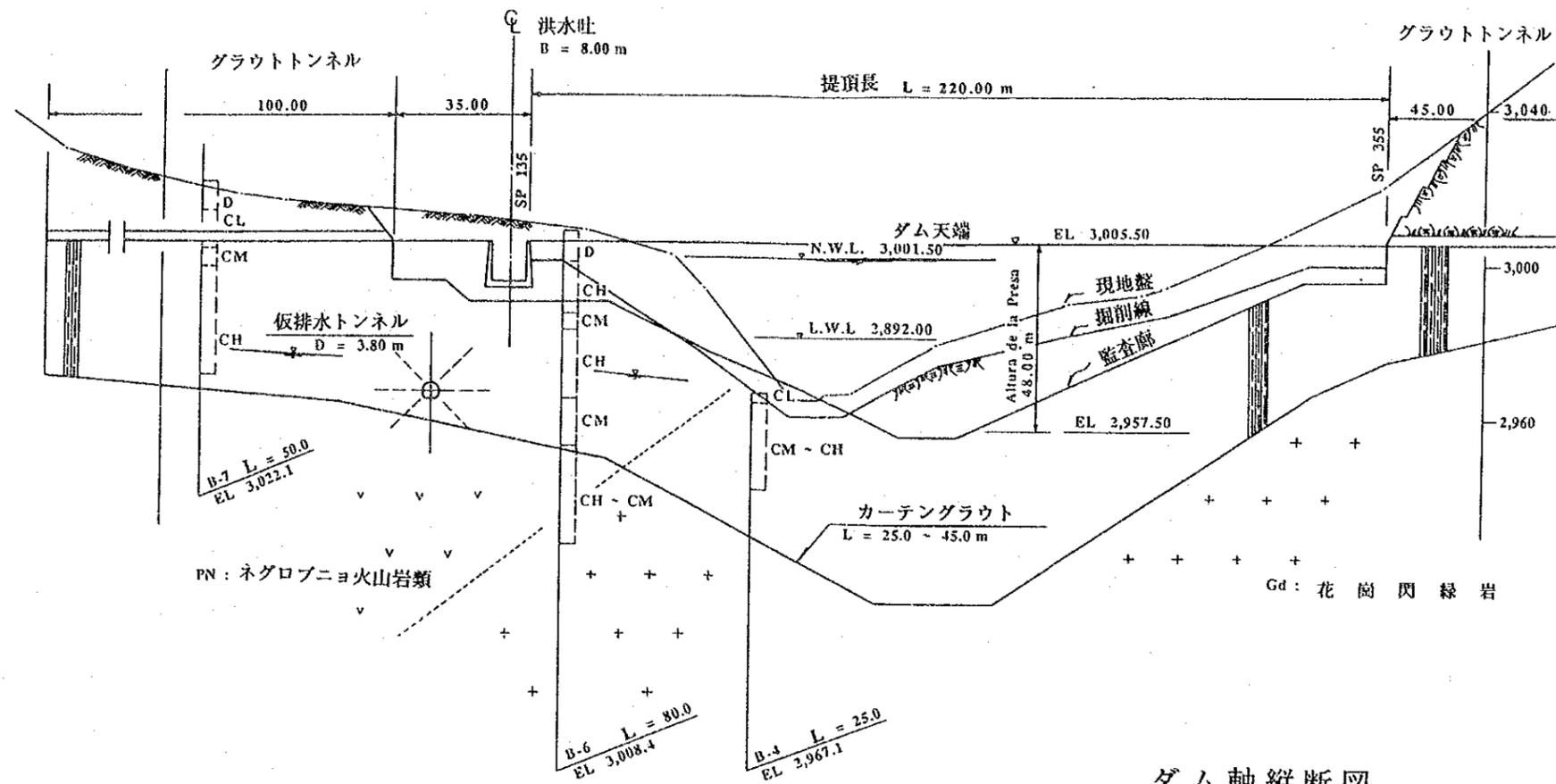
水没地	:	約90 ha（ほとんどが牧草地である）
水没小屋	:	2戸
道路	:	3km



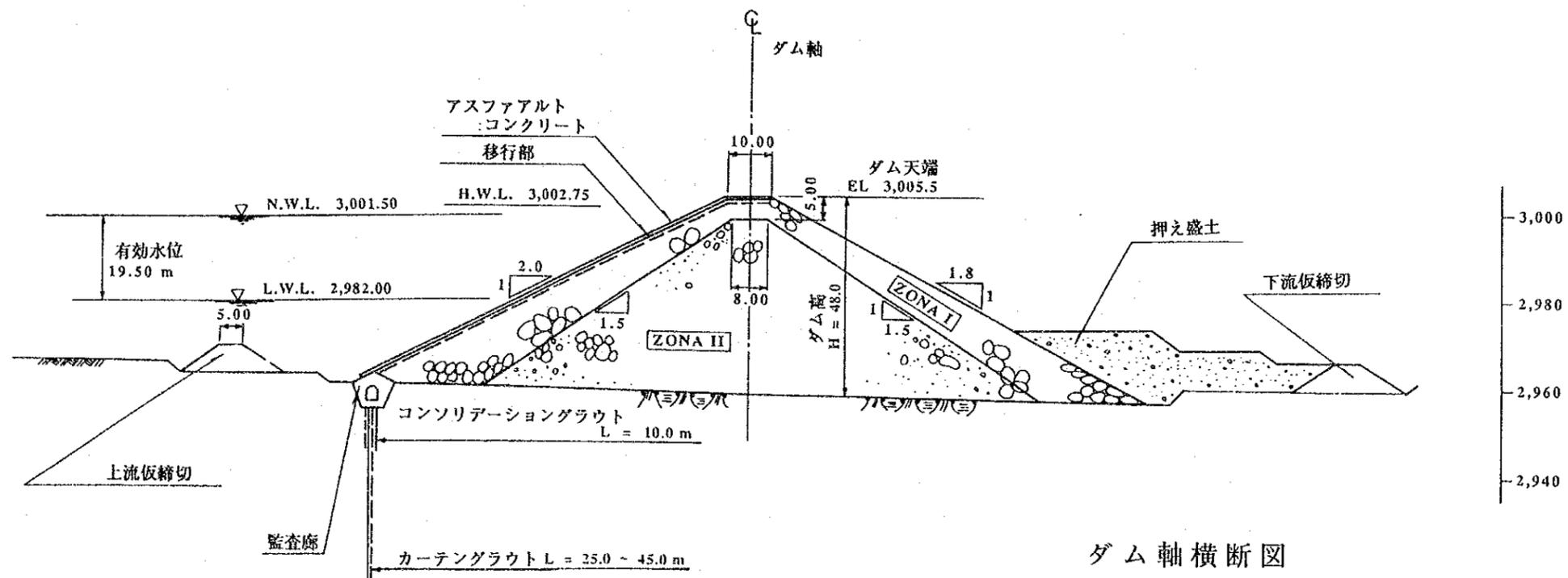
ダム形状提高	: 表面遮水型ロックフィルダム
提高	: 48.0m
提頂長	: 220.0m
提頂標	: El 3,005.5m
提頂幅	: 10.0m
法面勾配	: 上流面 1:2.0 下流面 1:1.8
提体積	: 350×10 ³ m ³
設計洪水量	: 200m ³ /s



REPUBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS (INERHI)	
PROYECTO DE IRRIGACION TUMBABIRO	
図 4.3.2 ダム計画平面図	
FEBRERO DE 1994	NO. 3
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	



ダム軸縦断面図



ダム軸横断面図

図4.3.3 ダム標準断面図

(2) トンネル

設定した路線において、地形条件により、4ヶ所のトンネルが必要となる。なかでも第4号トンネルは標高約4,000mのアンデス山脈の下を通るため、延長は7.37kmの長大トンネルとなる。

第1号トンネル：延長	880m
第2号トンネル：延長	320m
第3号トンネル：延長	320m
第4号トンネル：延長	7,370m

トンネル断面は、水理的、構造的、施工のおよび経済の見地から第1、2、3号トンネルは標準馬蹄形 ($2r=2.10\text{m}$) を第4号トンネルは円形 ($2r=2.30\text{m}$) を採用する。第4号トンネルについては工期を考えて機械施工を採用する。第1号トンネルの場合はトンネル延長を考えて両端からの掘削を計画する。トンネル勾配は開小路勾配および施工性を考慮して1/800とする。また、第4号トンネル出口には放流工を設ける必要がある。なお、工事施工に際しては、いずれのトンネルの場合も、坑口への工事用道路が必要である。これらは、工事完成後は維持管理用道路への取付道路として利用可能である。また、施工時に発生するかもしれない出水、落盤等に対してはその都度対策を立てる必要がある。

1～3号トンネル

4号トンネル

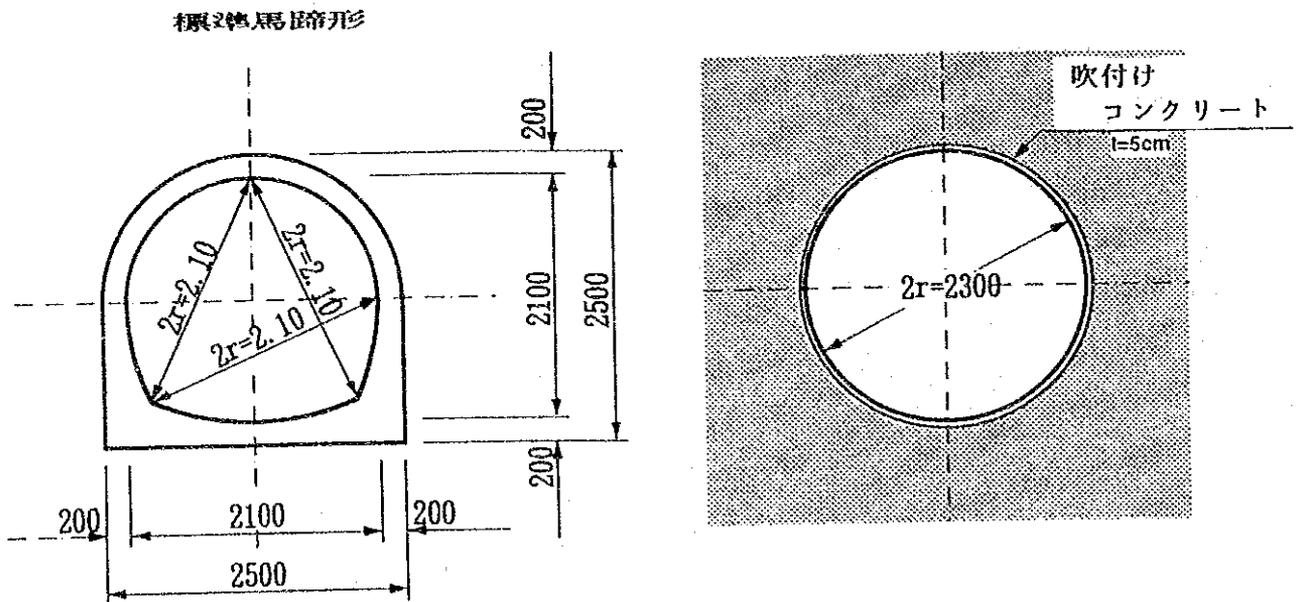


図 4.3.5 トンネル標準断面図

(3) サイホン

導水路は、多くの沢を通過する。経済的見地からなるべくサイホンを設けない計画とするが、5ヶ所の大きな沢はサイホンで横断しなければならない。延長は最大73mから最小23mである。通水量、水頭、施工性から口径1,900mmの鋼管または現場打ちコンクリート箱型暗渠を採用する。

(4) 暗 渠

導水路が計画路線上の小河川と交差するヶ所は、鉄筋コンクリート箱型暗渠（W 2.30×H 2.00m）を計画する。河床から暗渠までの最少土被りは2 mとする。

(5) 溪流取水工

かんがい用水は、導水路が横断する4本の河川（Pantavi、Gualoto、AtantoおよびCampanario）からの用水も補給する計画とする。導水路が各々の河川を横断する上流部に取水工を設置し、導水路に所定の流量を補給する。

(6) 末端放水工

導水路の末端に位置する4号トンネルの出口に、Cariyacu川の支流であるAray-anes川に用水を放流するための放水工を設置する。

(7) 維持管理用道路

水路沿いに建設される工事中道路は、工事終了後水路の維持管理用道路として使用する。維持管理用車両、機械の通行に必要な全幅員4.0mを確保するとともに、砂利舗装を行う。

4.3.4 頭 首 工

Cariyacu川支流の溪流Arayanes川に放流された用水は、Cariyacu川に合流した後、同河川の取水可能量とともに、新設のカリヤク頭首工で取水され幹線水路に流入される。

(1) 地形、地質

Cariyacu川は深い溪谷をなしており、頭首工建設地点の両岸は切立った崖となっている。地質は砂礫からなる河床堆積層であり、頭首工の基礎地盤としては特に問題はない。

(2) 位置

本頭首工は、頭首工本体および付帯工の建設および将来の維持管理が容易で、しかも可能な限り標高の高い位置に建設する事が望ましい。これらの条件から、頭首工位置をCariyacu川を横断する既設の橋の上流約150m、河床標高2,545m、河川幅60mの地点とする。

(3) 形式

本頭首工は、河川全幅(56.5m)を固定堰(48.5m)および可動堰(8.0m)で締切り、左岸に土砂吐と取水口を計画する。沈砂池は地形上取水口の下流100mに計画する。南北幹線用水路への分水は沈砂池直下流に設けるゲート付分土工により行う。基礎は周辺の地質状況からみて基礎岩盤が深いと推定されるので、フローティングタイプとする。設計洪水量は25年確率を対象に $65.0\text{m}^3/\text{s}$ とする。

(4) 設計概要

頭首工標準横断面は図4.3.6のとおりである。

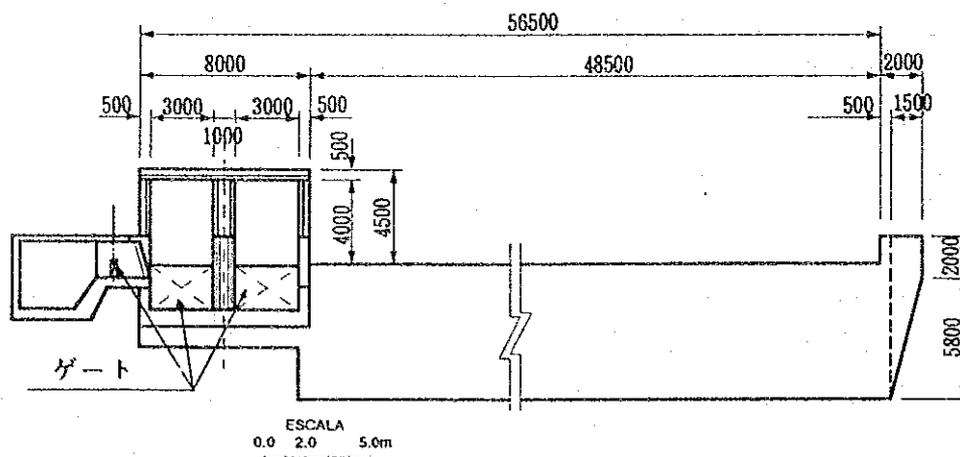


図 4.3.6 頭首工横断面図

1) 固定堰

堰頂標高は、受益地標高、受益地へ至るまでの損失水頭を考慮し、EL. 2, 547. 7 mとする。なお、堰下流には減勢工および護床工を設ける。

2) 取水口

ダムからの放流によりCariyacu川の流量が増し、それにともない流下土砂量も増加すると推定されるので、取水口敷高を河床高より1. 5m高くして土砂流入を防ぐ設計とする。計画取水量 $6. 131\text{m}^3/\text{s}$ の場合で、取入流速は、1. 0m/s 以下とする。取水口幅は3. 5m×3連とする。

3) 土砂吐

河川堆積物の粒径から判断して、最大粒径30mmまでの土砂を排除できる規模と形式のものを計画する。土砂吐幅は3. 0m×2連とする。

4) 沈砂池

沈砂対象粒径を0. 3mmとし、沈砂池内の設計流速は0. 2m/s とする。沈砂池は左右対称形とし、沈砂溝は幅3. 0mの長方形断面2連とする。排砂溝の勾配は1/50とし、沈砂した土砂は排砂ゲートによりCariyacu川へ自然排砂させる。

5) 幹線用水路への分水

沈砂池で処理された水は、沈砂池下流に設置するゲートにより分水制御され、南北両幹線用水路に配分される。なお、南幹線用水路は分水後直ちにサイホンによりCariyacu川を横断する。

4. 3. 5 幹線用水路

カリヤク頭首工から南北幹線用水路に分岐して、それぞれの支線用水路に用水を配水する。幹線用水路は、標高2, 540～2, 520mの等高線沿いに配置する。総延長は29. 37km（南幹線用水路14. 82km、北幹線用水路14. 55km）である。通水量は、南幹線用水路が $1. 091\sim 0. 221\text{m}^3/\text{s}$ 、北幹線用水路では $5. 295\sim 1. 916\text{m}^3/\text{s}$ である。土地条件によりトンネル、サイフォン、暗渠が含まれる。

(1) 開水路

幹線用水路の設計通水量、水路断面、水路勾配、工事用道路等基本的な考え方は、導水路の場合と同じである。ただし、導水路と異なり水路位置へのアクセスは、地形、地目からみて比較的容易である。

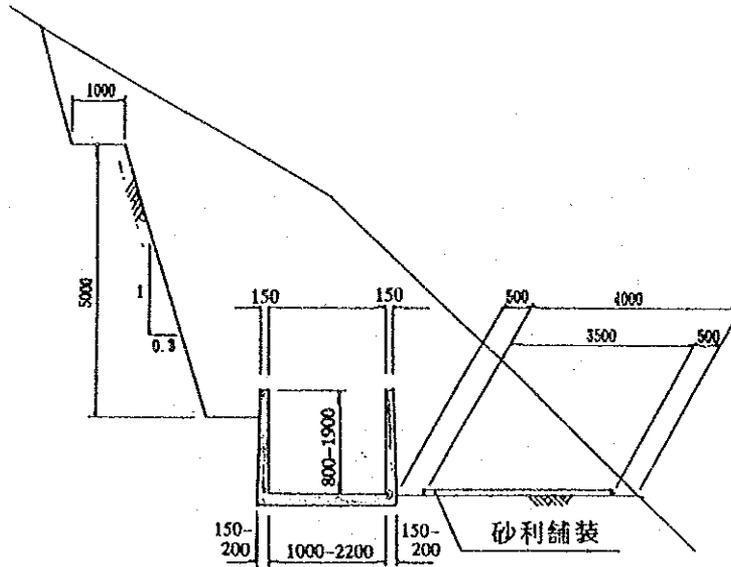


図 4.3.7 幹線用水路標準断面図

(2) トンネル

北幹線用水路の末端近くに建設される第5号トンネルは、通水量(2.115m³/s)、施工性、経済性の観点から、トンネルの断面形を、下図のように1円弧幌型(3r-V-H)とし、勾配は、1/800とする。

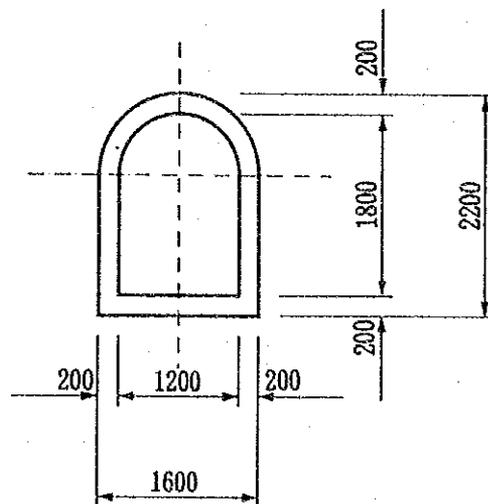


図 4.3.8 幹線用水路第5号トンネル標準断面図

(3) 分 水 工

幹線用水路には、支線用水路へ用水を分水するための分水施設を計画する。期別、月別で分水量を調整する必要があり、分水を円滑に行うために、分水側に分水ゲート（鋼製）および分水量測定のためのパーシャルフリュームを、幹線用水路側には水位調整のための倒伏ゲート（鋼製）をそれぞれ設置する。

(4) 溪流取水工

導水路と同様に幹線用水路を横断する5本の河川（Pueblo、Huarmiyacu、Chimborazo、Tushila、Alambi）から用水を補給する計画とする。取水方法、構造について導水路の場合と同様とする。

4.3.6 支線用水路

支線用水路は、幹線用水路から分岐し、各農地の三次水路にかんがい用水を配水する役割を持つ。支線用水路の支配範囲は、現況農地の状況、地形を考慮して決定するが、基本的には概ね50ha以上とする。なお、本地区には既設のかんがい水路（Acequia）があり、本計画において使用できる水路は改修の上、可能な限り支線用水路として使用する。支線用水路総延長約150kmの内、改修の上使用する既設水路の延長は約54kmである。

(1) 水路形式

本地区の地形形状から、ほとんどの支線用水路は等高線に直角方向に設置される。地形勾配は平均1/20であり、水路勾配も必然的に大きくなるとともに流速も早くなる。したがって、水路は、早い流速に耐える構造とする必要がある。このため、コンクリートフリューム構造を採用する。なお、勾配が1/10を超える場合は、開水路では分水操作等が的確に行えなくなるため、管水路を採用する。使用する管径は100～600mmとする。管種は、経済性、入手の難易を考慮して、管径450mm以上は石綿セメント管を、未満は硬質塩化ビニール管を使用する。

(2) 分 水 工

支線用水路の分水工位置は、地形、圃場の形状を考慮して決定した。かんがい方式、末端水路の配置等を勘案して概ね500mを下回らない間隔で設置する。支線水路は地形上、射流となる区間が多く、減勢した上で分水する形式の分水工を計

画する。また、分土工には各受益者（受益者組合）が管理、操作するための簡易ゲートを分水側、本線側ともに設ける。

4.3.7 三次水路

支線用水路と既設かんがい水路または圃場を結ぶ水路として三路水路を計画する。三次水路の形式は土水路とする。また、三次水路の密度は40m/haとする。

4.3.8 保安・安全施設

導水路、幹線用水路、支線用水路には、以下の保安・安全施設を計画する。

(1) 水路覆工

土砂、その他上部からの雑物の落下が予想されるヶ所では水路に覆工を施す。

(2) 雨水排除工

水路脇に側溝を設けて斜面からの雨水を捕捉し、250mに1ヶ所設置する横断暗渠で安全に施設外に排除する。

(3) 床版橋

水路管理上、維持管理道路から水路の反対側に渡る必要があると考え、500mに1ヶ所床版橋を設置する。

第5章 事業実施および 維持管理計画

第5章 事業実施および維持管理

5.1 工事実施計画

工事の実施期間は、18ヶ月の詳細設計期間と72ヶ月の建設工事期間の計90ヶ月とする。詳細設計期間では、主要施設地点の測量および地質調査、詳細設計、入札書類の作成等を行う。建設工事期間では、用地取得、入札審査、土木工事、維持管理用機械の調達等を行う(図 5.1.1)。

5.1.1 詳細設計

(1) 事前調査

詳細設計実施前に、主要構造物予定地点の詳細測量および地質調査を実施する。

イ) 詳細測量

ダム地点、トンネル坑口、頭水工、分水工それぞれについて地形測量を実施する。総測量面積は50haを予定する。また、導水路、幹支線用水路、アクセス道路予定地について縦横断平面測量を実施する。総延長は約200kmを予定する。

ロ) 地質調査

詳細設計を行うに際し、ダム地点、トンネル地点、原石山および頭首工地点の地質調査を実施する。

(2) 詳細設計および入札書類作成

上記事前調査結果をもとに詳細設計を実施するとともに、工事入札に必要な一般仕様書、特別仕様書、技術仕様書、入札用図面、工事数量および工事費積算、工事工程計画等を作成する。詳細設計に必要な期間は18ヶ月を予定する。

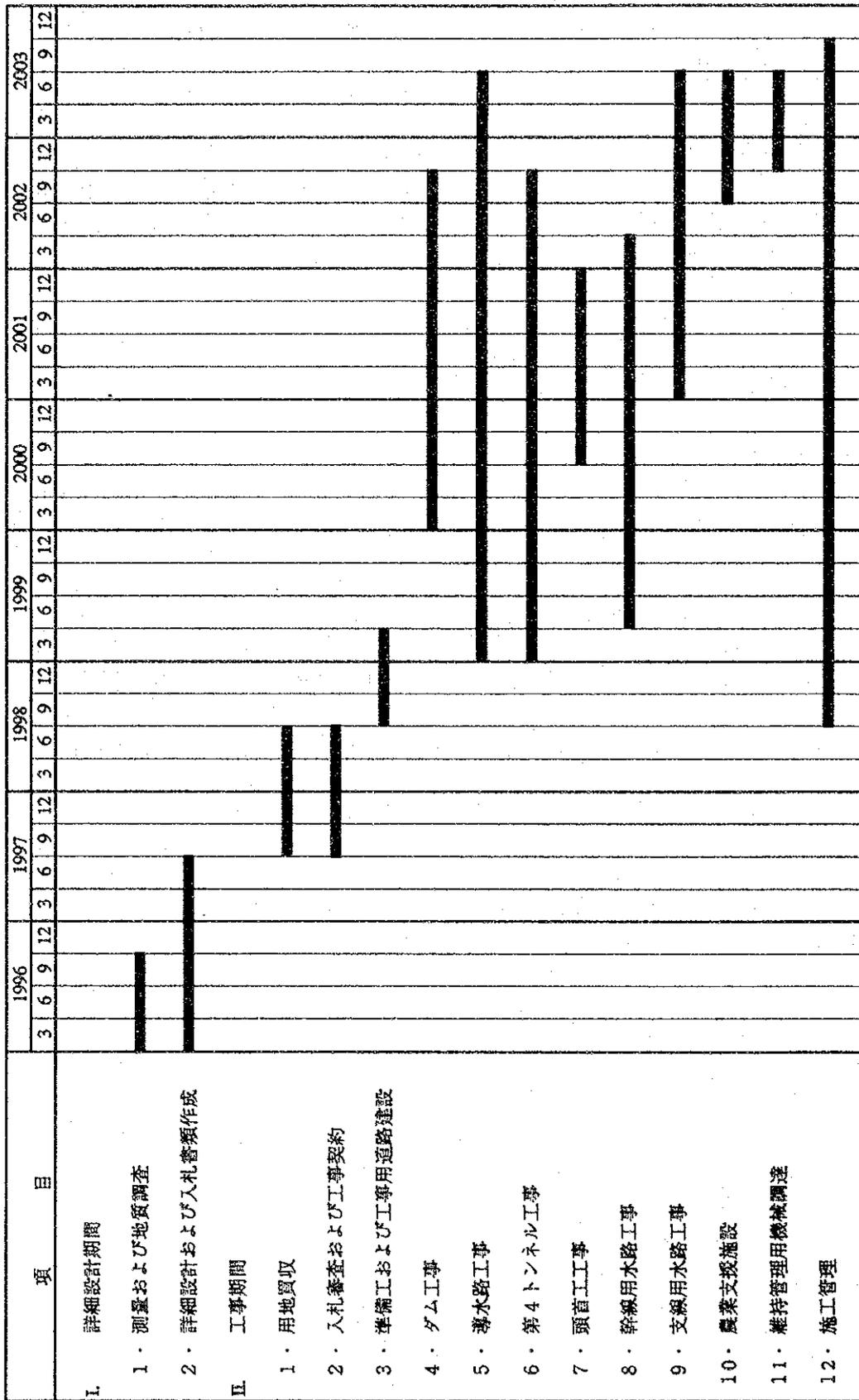


図 5.1.1 事業実施工程表

5.1.2 土木工事

(1) 用地取得

土木工事開始前に、エクアドル国政府は INHERI を通じ、事業に必要なダム、導水路、頭首工、幹支線用水路等のための用地を取得しておく。

(2) 入札および工事契約

詳細設計終了後、建設業者の事前審査を行い、入札業者のショートリストを作成する。引き続き入札を行い建設業者を選定する。入札は、国際入札で行い、請負契約とする。入札審査ならびに業者契約に要する期間は 12 ヶ月間とする。

(3) 工事施工

各工事を無理のない範囲で重複させ、工事期間の短縮をはかり、事業効果の早期発現を目指す。工事期間に影響をおよぼす工種は、ダム、導水路開水路部および長大トンネルであり、これらの同時施工が重要である。工事実施工程表は図 5.1.1 に示すとおりである。

5.2 事業実施体制

5.2.1 事業実施方法

事業実施機関は、事業の実施に際し、コンサルタンツの協力を得て詳細設計、入札審査、建設業者の選定ならびに工事管理を実施する。コンサルタンツは実施機関の行うべき業務のうち主として技術的分野について実施機関を補佐する。工事は、建設業者との一括請負方式で実施する。工事に必要な建設機械は業者が負担し、資材は業者の責任で国内または海外から調達する。

5.2.2 事業実施機関

(1) 一 般

本事業の実施機関は、水資源庁 (INERHI) とする。INERHI は、エクアドル国全土のかんがい排水事業の実施を担当している機関であり、類似事業の実施、維持管

理に多くの経験を持っている。

建設工事現場は、インバブラ州に位置するため、INERHI のインバブラ地方事務所が業務の管理を行うものとするが、業務量が多いため、同事務所の中に独立したプロジェクト事務所を設置して実務に当ることとする。

(2) プロジェクト事務所

プロジェクト事務所の要員は、所長以下9人を計画する。なお、このプロジェクト事務所は、建設工事完成後は、事業の維持管理事務所として利用する(表 5.2.1)。

表 5.2.1 一般管理要員

職 務	人 数
所 長	1
技 師	2
技 手	2
事 務 員	1
運 転 手	3

(3) コンサルタンツ

コンサルタンツは、事業実施機関と契約し技術供与を行う。コンサルティング・サービスは、詳細設計期間の全業務および建設工事期間の入札審査ならびに技術管理、工程管理、安全管理等の管理業務である。計画、設計、施設、水文、地質等のすぐれた技術と経験を有する技術者ならびに専門家が従事する。また、コンサルタンツは、業務を通じ事業実施機関の政府職員に技術移転を行う。特に工事の品質管理およびかんがい用水の水管理に関する研修を計画する。コンサルティング・サービスに必要な要員は、海外要員342人・月および国内要員275人・月の計617人・月である(表 5.2.2)。

表 5.2.2 コンサルティング・サービス要員

(単位：人・月)

詳細設計期間			建設工事期間			合 計		
海外分	国内分	計	海外分	国内分	計	海外分	国内分	計
126	59	185	216	216	432	342	275	617

5.3 事業費

事業費は、土木工事費、用地買収費、維持管理用機械調達費、環境整備費、一般管理費、事前調査費、コンサルティング・サービス費、物的予備費および価格予備費からなる。

5.3.1 算定条件

事業費は、下記の条件にもとづいて積算する。

- i) 労務費、資材費、機械費等の基礎価格は、INERHI発行の「利水工事のための参考単価表」(PRECIOS UNITARIOS REFERENCIALES) 1993年版(1993年3月発行)に準拠する。ただし、同単価表に記載されていないものについては、1993年7月の市場価格を採用する。
- ii) 工事の歩掛等は、INERHIの基準に準拠する。
- iii) 国内建設資材の価格は、現場渡しとする。輸入建設資材の価格は、グアヤキル港CIF価格+国内輸送費+輸入税とする。
- iv) 工事費は、内貨、外貨に区分して算定する。なお、間接工事費は、INERHIの基準により 39 %とする。
- v) 外貨交換レートは、1993年7月の公定レートである1US\$=1,883スクレとする。
- vi) 物的予備費は、工事費の10 %を計上する。価格予備費は、外貨分については年3.8% (先進5ヶ国における過去3年間の消費者物価指数の平均)、内貨分は年43.8% (エクアドル国都市部における過去10年間の消費者物価指数の平均) で算定する。

5.3.2 事業費

(1) 土木工事費

総土木工事費は2,140億スクレで、うち外貨分は1,674億スクレ(78.2%)、内貨分は466億スクレ(21.8%)である(表 5.3.1)。

表 5.3.1 土木工事費

(単位：1,000/S.)

項 目	内 貨 (1,000S./.)	外 貨 (1,000S./.)	合 計 (1,000S./.)
1. 準備工	902,847	3,271,000	4,173,847
2. 工事用道路	814,743	5,000,323	5,815,066
3. ダム工事			
(1) 仮排水路	945,772	2,221,474	3,167,246
(2) 堤 体	7,493,482	36,993,083	44,486,565
(3) 原石山工	878,350	5,133,900	6,012,250
(4) 基礎処理	937,841	15,433,907	16,371,748
(5) 洪水吐	1,998,380	4,486,102	6,484,482
(6) 取水・放流設備	86,269	2,860,362	2,946,631
(7) 機材運搬	340,695	7,762,580	8,103,275
(8) 仮設費	822,830	4,144,780	4,967,610
小 計	13,503,619	79,036,188	92,539,807
4. 導水路	7,528,299	13,797,381	21,325,680
5. 4号トンネル	3,673,917	48,214,358	51,888,275
6. 頭首工	1,030,180	517,834	1,548,014
7. 幹線用水路			
(1) 南幹線用水路	2,819,658	3,290,497	6,110,155
(2) 北幹線用水路	6,584,150	7,203,233	13,787,383
小 計	9,403,808	10,493,730	19,897,538
8. 支線用水路			
(1) 南支線用水路	774,614	581,692	1,356,306
(2) 北支線用水路	8,193,180	5,908,483	14,101,663
(3) 三次水路	220,000		220,000
小 計	9,187,794	6,490,175	15,677,969
9. 農業支援施設	550,500	550,500	1,101,000
合 計	46,595,707	167,371,489	213,967,196

(2) 用地買収費

ダム、導水路、頭首工建設地はHacienda El Hospitalの所有地内のため用地買収費は計上しない。ただし、幹支線用水路および各施設建設のための用地を取得するための経費を用地買収費として計上する。経費の総額は1.0億スルですべて内貨負担とする。

(3) 維持管理用機械調達費

土木工事終了後、ダム、導水路、頭首工、幹線用水路等の維持管理に必要な機械は、表 5.3.2のとおりである。維持管理用機械は、土木工事最終年に事業実施機関が調達するとともに耐用年数経過ごとに新たに調達することとする。調達費は11.0億スルですべて外貨負担とする。

表 5.3.2 維持管理用機械

名 称	仕 様	台数	使 用 場 所、目 的 等
ブルドーザ	11 ton	1台	頭首工、道路補修
バックホウ	0.6 m ³	1台	頭首工、水路補修、道路補修
ダンプトラック	6 ton	1台	水路補修、道路補修
モーターグレーダ	2.2 m	1台	道路補修
ロードローラ	8 ton	1台	道路補修
4WDビュックアップトラック	2 ton	4台	ダム、頭首工、水路巡回、事務所
自動二輪車	125 cc	2台	水路巡回
コンクリートミキサ	0.5 m ³	1台	水路等補修
モーターボート	100 Hp	1槽	ダム
通信システム		3セット	ダム、頭首工、事務所

(4) 環境整備費

土木工事の実施に伴い荒れた工事現場ならびに周辺を環境を現状に復旧するための経費である。本経費はすべて内貨負担とする。

(5) 一般管理費

プロジェクト事務所の運営に必要な一般管理費には、事務機械費、一般管理要員の人件費、諸経費が含まれる。一般管理費は年間1.1億スルですべて内貨負担とする。

(6) 事前調査費

詳細設計に必要な測量および地質調査に要する費用で合計25.9億スル、うち測量、4.9億スル地質調査21.0億スルである。本経費はすべて内貨負担とする。

(7) コンサルティング・サービス費

コンサルタンツの技術供与に必要な費用は、詳細設計期間78.3億スル、および建設工事期間154.2億スル、の計232.5億スルであり、外貨分は69.7%、内貨分は30.3%である(表 5.3.3)。

表 5.3.3 コンサルティング・サービス費

(単位：百万円)

詳細設計期間			建設工事期間			合 計		
外 貨	内 貨	計	外 貨	内 貨	計	外 貨	内 貨	計
1,982	5,849	7,831	5,056	10,366	15,422	7,038	16,215	23,253

(8) 事業費

以上より、総事業費は、139.7百億円円で、うち外貨分26.8百億円(19.2%)、内貨分112.9百億円(80.8%)である。ただし、価格予備費を除く事業費は27.1百億円円で、うち外貨分20.3百億円(75.0%)、内貨分6.8百億円(25.0%)である。

表 5.3.4 事業費

(単位：百万円)

項 目	内 貨	外 貨	合 計
1. 土木工事費	46,596	167,371	213,967
2. 用地買収費	100		100
3. 維持管理用機械調達費		1,104	1,104
4. 環境整備費	4,279		4,279
5. 一般管理費	802		802
6. 事前調査費	2,592		2,592
7. コンサルティング・サービス費	7,038	16,215	23,253
小 計 (1-7)	61,407	184,690	246,097
8. 物的予備費(10%)	6,141	18,469	24,610
小 計 (1-8)	67,547	203,159	270,706
9. 価格予備費	1,061,307	65,007	1,126,313
合 計 (1-9)	1,128,854	268,166	1,397,020
9'. (価格予備費)	8,828	65,007	73,834
(合 計) (1-9')	76,375	268,166	344,541

注) (価格予備費)は、US\$に対する円の為替レートの変動率(過去10年間の為替変動率の平均)を加味して(43.8% - 1.7%)、その内貨分を修正した値である。

事業費の投資は、7.5年間計画とする。各年の投資割合は、1年目1.3%、2年目0.6%、3年目1.8%、4年目8.3%、5年目16.2%、6年目34.7%、7年目25.3%、8年目11.7%とする(表5.3.5)。

表 5.3.5 事業費投資計画

項 目		(unit 1000 S/.)									
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	合計	
I. 詳細設計期間											
1 測量および地質調査	L/C	2,591,808									2,591,808
	F/C	0									0
	Total	2,591,808									2,591,808
2 詳細設計および入札図書作成	L/C	1,387,422	594,609								1,982,031
	F/C	4,094,177	1,754,647								5,848,824
	Total	5,481,599	2,349,257								7,830,855
II. 工事期間											
1 用地買収	L/C		50,000	50,000							100,000
	F/C										0
	Total		50,000	50,000							100,000
2 入札審査および工事契約	L/C		421,323	421,323							842,646
	F/C		863,849	863,849							1,727,699
	Total		1,285,172	1,285,172							2,570,344
3 準備工および工事用道路	L/C			1,030,554	687,036						1,717,590
	F/C			4,962,794	3,308,529						8,271,323
	Total			5,993,348	3,995,565						9,988,913
4 ダム工事	L/C					3,375,905	7,291,954	2,835,760			13,503,619
	F/C					19,759,047	42,679,542	16,597,599			79,036,188
	Total					23,134,952	49,971,496	19,433,359			92,539,807
5 導水路工事(含む1~3号トンネル)	L/C				2,258,490	1,505,660	1,505,660		752,830		7,528,299
	F/C				4,139,214	2,759,476	2,759,476	2,759,476	1,379,738		13,797,381
	Total				6,397,704	4,265,136	4,265,136	4,265,136	2,132,568		21,325,680
6 第4号トンネル工事	L/C				918,479	1,396,088	1,102,175	257,174			3,673,917
	F/C				12,053,590	18,321,456	14,464,307	3,375,005			48,214,358
	Total				12,972,069	19,717,545	15,566,483	3,632,179			51,888,275
7 頭首工工事	L/C					339,959	690,221				1,030,180
	F/C					170,885	346,949				517,834
	Total					510,845	1,037,169				1,548,014
8 幹線用水路工事(含む5号トンネル)	L/C				2,821,142	3,103,257	3,103,257	376,152			9,403,808
	F/C				3,148,119	3,462,931	3,462,931	419,749			10,493,730
	Total				5,969,261	6,566,188	6,566,188	795,902			19,897,538
9 支線用水路工事	L/C						3,675,118	3,675,118	1,837,559		9,187,794
	F/C						2,596,070	2,596,070	1,298,035		6,490,175
	Total						6,271,188	6,271,188	3,135,594		15,677,969
10 農業支援施設	L/C							275,250			550,500
	F/C							275,250			550,500
	Total							550,500			1,101,000
11 維持管理用機械調達	L/C							0	0		0
	F/C							441,446	662,169		1,103,615
	Total							441,446	662,169		1,103,615
12 施工監理	L/C			421,323	842,645	842,645	842,645	842,645			4,213,226
	F/C			863,849	1,727,699	1,727,699	1,727,699	1,727,699			8,638,493
	Total			1,285,172	2,570,344	2,570,344	2,570,344	2,570,344			12,851,719
III. 環境整備費											
	L/C			427,934	855,869	855,869	855,869	855,869		427,934	4,279,344
	F/C			0	0	0	0	0	0	0	0
	Total			427,934	855,869	855,869	855,869	855,869		427,934	4,279,344
IV. 一般管理費											
	L/C	106,653	106,653	106,653	106,653	106,653	106,653	106,653		55,331	801,900
	F/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	106,653	106,653	106,653	106,653	106,653	106,653	106,653		55,331	801,900
I、II、III、IV計	L/C	4,085,882	1,172,585	2,457,786	8,490,314	11,526,036	19,173,551	10,730,281	3,770,227		61,406,661
	F/C	4,094,177	2,618,497	6,690,492	24,377,151	46,201,494	68,036,973	28,192,295	4,479,041		184,690,120
	Total	8,180,059	3,791,081	9,148,279	32,867,465	57,727,530	87,210,524	38,922,575	8,249,268		246,096,781
V. 物的予備費 (10%)											
I、II、III、IV、V計	L/C	408,588	117,258	245,779	849,031	1,152,604	1,917,355	1,073,028	377,023		6,140,666
	F/C	409,418	261,850	669,049	2,437,715	4,620,149	6,803,697	2,819,229	447,904		18,469,012
	Total	818,006	379,108	914,828	3,286,746	5,772,753	8,721,052	3,892,258	824,927		24,609,678
I、II、III、IV、V計	L/C	4,494,471	1,289,843	2,703,565	9,339,345	12,678,639	21,090,906	11,803,309	4,147,249		67,547,327
	F/C	4,503,594	2,880,346	7,359,542	26,814,866	50,821,643	74,840,671	31,011,524	4,926,946		203,159,132
	Total	8,998,065	4,170,189	10,063,107	36,154,211	63,500,283	95,931,577	42,814,833	9,074,195		270,706,459
(L: 43.8%/年)											
VI. 価格予備費 (F: 3.8%/年)	L/C	8,856,170	4,217,832	13,891,390	73,067,551	148,136,755	363,463,736	297,564,017	152,109,467		1,061,306,917
	F/C	533,166	463,406	1,508,700	6,724,879	15,161,071	26,018,757	12,369,449	2,227,093		65,006,522
	Total	9,389,337	4,681,238	15,400,090	79,792,430	163,297,826	389,482,493	309,933,466	154,336,560		1,126,313,439
合 計	L/C	13,350,641	5,507,675	16,594,954	82,406,896	160,815,394	384,554,641	309,367,326	156,256,716		1,128,854,244
	F/C	5,036,761	3,343,752	8,868,242	33,539,744	65,982,715	100,859,428	43,380,973	7,154,039		268,165,654
	Total	18,387,402	8,851,427	25,463,197	115,946,641	226,798,109	485,414,069	352,748,299	163,410,755		1,397,019,898
(L: 1.7%/年)											
(価格予備費) (F: 3.8%/年)	L/C	231,742	89,429	236,304	987,934	1,578,106	3,025,979	1,921,553	756,662		8,827,710
	F/C	533,166	463,406	1,508,700	6,724,879	15,161,071	26,018,757	12,369,449	2,227,093		65,006,522
	Total	764,909	552,835	1,745,005	7,712,812	16,739,177	29,044,736	14,291,003	2,983,756		73,834,232
(合 計)	L/C	4,726,213	1,379,272	2,939,869	10,327,279	14,256,745	24,116,885	13,724,862	4,903,912		76,375,037
	F/C	5,036,761	3,343,752	8,868,242	33,539,744	65,982,715	100,859,428	43,380,973	7,154,039		268,165,654
	Total	9,762,974	4,723,024	11,808,111	43,867,024	80,239,460	124,976,313	57,105,835	12,057,951		344,540,691

注) (価格予備費)はUS\$に対するスクレの為替レートの予測変動率を加味して、その内価分を修正した値である(43.8%→1.7%)。

5.4 維持管理計画

本事業において維持管理が必要な施設は、ダム、頭首工、導水路、幹支線用水路、三次水路およびそれらの付帯施設である。このうち、支線用水路および三次水路は、受益者で組織される水利組合によって管理されるが、その他の基幹施設は、INERHIによって管理される。各施設の維持管理方針は、以下のとおりである。

5.4.1 維持管理方針

(1) ダム

ダム管理規定を作成し、その規定にもとづいて放流量の操作および維持管理を行う必要がある。かんがい用水の放流操作は、維持管理事務所からの指示で、常駐管理者が行う。維持管理事務所（イバラ市）とダムとの距離は約50kmあり、しかも電話線がないため、無線機の設置が必要である。その他ダム管理上、放流量、ダム水位、雨量、河川流量等の観測、記録も必要である。

(2) 頭首工および導水路

頭首工においては、取水工ゲート操作および幹線用水路への分水ゲート操作を維持管理事務所からの指示にもとづいて行う。管理は、常駐管理者を置いて行うことが望ましい。ダムと同様、無線機の設置、取水量、河川流量の観測、記録が必要である。なお、この管理者は頭首工と同時に導水路の管理も担当する。

(3) 幹線用水路

幹線用水路の管理は、主として支線水路への分水工の操作である。また、幹線水路全体の巡回、管理も行う。管理は、維持管理事務所から担当者がその都度現地へ行くことで対処する。

(4) 支線用水路および三次水路

支線用水路以降の管理は、各支線（または地域）毎に組織される水利組合が行う。維持管理は、分水工の操作、水路の維持管理である。

(5) 維持管理用道路

ダム、頭首工、導水路へのアクセス道路および導水路、幹線用水路に沿って設置される維持管理用道路の管理は、維持管理事務所が直接担当する。不良ヶ所が発生した場合は、直ちに補修する必要がある、そのための建設機械を導入しておく。

5.4.2 維持管理組織

基幹施設の維持管理は、INERHIが担当する。したがって、維持管理事務所は、INERHIのイバラ事務所内に置く。支線用水路以降の管理を担当する各地区の水利組合の事務所は、各地区それぞれに設置する。

維持管理事務所の主な職務は、下記のとおりである。

- 基幹施設の維持管理
- 維持管理用道路の維持管理
- 水利組合に対する維持管理の指導
- 水利費の徴収

維持管理組織の要員は所長以下20人とする(表 5.4.1)。

表 5.4.1 維持管理組織要員

職 務	人 数
所 長	1
技 師	2
技 手	4
事 務 員	2
用 務 員	1
運 転 手 (軽車両)	1
運 転 手 (重機械)	3
助手 (重機械)	6
合 計	20

5.4.3 維持管理費

維持管理に要する年間経費は、617百万円である(表 5.4.2)。

表 5.4.2 年間維持管理費

項目	金額 (1000円/.)
1. 人件費	144,000
2. 施設償却費	194,305
3. 資機材費	222,581
4. 諸経費	56,089
合計	616,976

一部機械施設の耐用年数は、事業のプロジェクトライフより短く、更新が必要である。

表 5.4.3 ゲート更新費(20年)

項目	金額 (1000円/.)
1. 導水路	264,932
2. 幹線用水路	223,106
3. 支線用水路	237,521
合計	725,559

第6章 事業評価

第6章 事業評価

6.1 評価基礎

6.1.1 評価基準

本事業の財務的、経済的収益性を求めるための評価基準を次の通りとする。

- i) 評価に使用する通貨は、エクアドル通貨のスクレ(SUCRE)とする。
- ii) 事業の評価期間は、事業開始後60年間とする。
- iii) 評価に使用する為替レートは、1993年7月の公的平均レートUS\$1.00=S/. 1,883を採用する。
- iv) 農業労働費用は、現地調査で得た価格の1日当たりS/. 4,000を財務価格とする。経済価格は農業労働変換係数(Rural unskilled labor force conversion factor)の0.563を使用して換算した価格S/. 2,252とする。
- v) 水利費は、水利庁(INERHI)の算定法により見積もったヘクタール当たりS/. 545,553を使用する。
- vi) 経済計算に使用する価格および費用は、エクアドル政府で設定された(Metodologia y Estimacion de los Parametros Nacionales de Cuenta, Caso: Ecuador, abril de 1993, CONADE) 以下の変換係数(Conversion factor)を用いて、経済価格を定める。

- 標準変換係数(SCF).....	0.72633	(一般)
- 輸入商品変換係数.....	1.37045	(農産類)
- 輸出入農産物変換係数.....	4.02824	(果物類)
- 公共投資変換係数.....	0.7745	(投資内貨)
- 外債変換係数.....	1.000	(投資外貨)
- 農業労働変換係数.....	0.563	(農業労働)
- 一般労働変換係数.....	0.708	(一般労働)
- 交通運輸変換係数.....	0.7461	(国内運輸)
- 輸出入商品外貨変換係数.....	1.377	(一般外貨)

6.1.2 農産物および農業資材価格

農産物価格および農業資材価格は、1993年7月現在の農家庭先価格を適用する。経済計算のための国際価格は、世界銀行の資料(Price Prospects for Major Primary Commodities, 1990-2005 including Quarterly Review of Commodity Markets, First Quarter 1993)に基づく。

(1) 農産物庭先価格

一 小 麦

FOB, GULF価格がUS\$129/tonであることから、庭先経済価格はS/. 467,000/tonと見積もった。庭先財務価格はS/. 309,000/tonである。

一 フリフォーレス

生産量のほとんどがコロンビアに輸出されているが、アンデス協定によりその決済はドル建てでなく内貨で行われている。計画地区の生産物の主なコロンビア市場はイピアレス(Ipiales)市場である。この市場価格がS/. 1,295,950/tonであることから、庭先経済価格をS/. 1,273,000/tonと見積もった。なお、庭先財務価格はS/. 683,000/tonである。

一 果 実

桃、リンゴは現在、少量であるが輸入されており、将来の輸出農産物として期待される。したがって、桃およびリンゴに対して変換係数(Conversion factor)の4.02824(輸出入農産物に対する係数)を使用して換算した価格を経済価格とした。

	庭先財務価格	庭先経済価格
桃	S/. 1,600,000/ton	S/. 6,445,000/ton
リンゴ	S/. 1,200,000/ton	S/. 4,834,000/ton

小麦、フリフォーレス、果実を除く他の農産物は、以下の国内市場向けのために財務価格を、経済評価計算においても使用する。

メイズ(seco).....	S/. 573,000/ton
メイズ(choclo).....	S/. 331,000/ton
馬鈴薯.....	S/. 220,000/ton
トマト.....	S/. 400,000/ton
ネギ.....	S/. 300,000/ton

さとうきび.....	S/. 28,000/ton
アボガド.....	S/. 333,000/ton
アルファルファ.....	S/. 111,000/ton

(2) 農業資材庭先価格

農業資材の経済価格は、エクアドル政府で設定された変換係数(Conversion factor)を用いて換算した価格とする。

主な化学肥料は全て輸入されており、財務および経済価格を次の通り見積もった。

	財務価格	経済価格
UREA	S/. 400,000/ton	S/. 613,000/ton
FOSPATO DE AMONIO	S/. 440,000/ton	S/. 558,000/ton
MURIATO DE POTASIO	S/. 368,000/ton	S/. 554,000/ton

農業(殺虫剤、殺菌剤、除草剤等)の価格は、国立農業研究所(INIAP)、国立勸業銀行(BNF)、農牧省(MAG)および農業協同組合から得た。これらの価格は変換係数(Conversion factor)の1.37045(輸入商品に対する係数)を使用して経済価格に換算する。

6.2 事業便益

本事業によって生じる事業便益は、農業生産便益および事業によって建設される幹線水路維持管理用道路による便益である。

農業生産便益の目標達成年は、一般農産物は工事完成後3年目、果樹についてはそれぞれの生産年とする。管理用道路の利用効果の発現は、農業生産による輸送量の変化に応じて計算される。

6.2.1 農業生産便益

農業生産便益は、かんがい用水の供給と農民への支援サービスによってもたらされる純増加農業生産価値により構成される。事業完成後、計画作付体系の生産計画が実施される。これを前提とした農業生産をINERHI担当者との協議に基づき算定した。

農業生産計画に基づく農業生産便益（経済・財務便益）は表 6.2.1 および 6.2.2 の通り算定される。

表 6.2.1 農業生産便益（経済価格）

（単位：1,000 ヶ円）

項目	事業を実施した場合	事業を実施しない場合	増加額
総生産額	222,711,707	11,214,987	211,496,720
生産費	17,060,701	3,098,769	13,961,932
純生産価値	205,651,006	8,116,218	197,534,788

表 6.2.2 農業生産便益（財務価格）

（単位：1,000 ヶ円）

項目	事業を実施した場合	事業を実施しない場合	増加額
総生産額	104,754,964	10,260,479	94,494,485
生産費	18,599,757	3,651,662	14,948,095
純生産価値	86,155,207	6,608,817	79,546,390

6.2.2 その他の便益

幹線水路維持管理用道路の利用効果をその他の便益とする。

表 6.2.3 維持管理用道路によって期待される効果（年間）

（単位：円）

経済価格	財務価格
15,088,000	20,845,000

6.3 経済・財務評価

評価に用いる事業便益は、6.2 項において算定した数値を採用する。事業費は土木工事費、用地買収費、維持管理用機械調達費、環境整備費、一般管理費、事前調査費、コンサルタント・サービス費および物的、価格予備費を包含しているが、評価に用いる事業費には価格予備費（物価上昇費）は除外する。なお、末端は場整備費は、農民の負担とし、事業費には計上しない。

6.3.1 経済評価

(1) 事業費用

1) 事業費

土木工事費は1993年 7月現在の価格で算定した。建設工事は約8年の期間内で完了することが期待されているが、将来の価格変動については考慮しない。土木工事費は内貨と外貨によって構成される。経済的事業費は、外貨分に対しては外債変換係数1.000により換算し、内貨分は公共投資変換係数の0.7745で換算する。

表 6.3.1 事業費（経済価格）

（単位：1,000 ｽｸﾞ）

年次	事業費	内貨	外貨
1	7,984,562	3,480,968	4,503,594
2	3,879,329	998,983	2,880,346
3	9,453,453	2,093,991	7,359,542
4	34,048,189	7,233,323	48,549,817
5	60,641,249	9,819,606	76,034,187
6	91,175,578	16,334,907	46,150,535
7	40,153,187	9,141,663	12,754,165
8	8,138,990	3,212,044	4,926,946
総額	255,474,537	52,315,405	203,159,132

2) 維持管理費

維持管理費は、施設の維持管理に必要な給与・賃金を含む一般管理費、機械、施設の償却および修理を含む維持管理費、燃料費および事務所維持費から構成している。これらの費用は下記の通り見積もった。

年間維持管理費 S/. 445,488,000

3) 施設機器（ゲート）更新費

事業によって導水路、幹線水路、支線水路に設置されるゲートの更新費用を次の通り算定した。

ゲート更新費用 S/. 526,995,000

(更新時期：事業完了後20年毎)

(2) 事業の妥当性

1) 経済的内部収益率

事業の妥当性は、主として経済的内部収益率(EIRR)により評価するが、純現在価値(NPV)および便益・費用率(B/C)も指標とする。純現在価値および便益・費用率は割引率(20%、22%、24%)で算定した。

各々の計算結果を以下に示す。

経済的内部収益率(EIRR) = 22.9%

項 目	割 引 率		
	20%	22%	24%
N.P.V. (1,000 ス-ク)l	30,892,729	7,807,548	-7,800,429
B/C	1.31	1.08	0.91

エクアドル国の社会割引率は、14.25%と見積もられている。このことから、算出された経済的内部収益率22.9%から判断して、本事業は経済的に実施の妥当性がある。

2) 感度分析

農産物の価格および収量の変動、ならびに工事費の上昇等のケースについて感度分析を行った。結果は表 6.3.2 に示す通りである。

表 6.3.2 感度分析による経済的内部収益率の変動

ケース	EIRR (%)
1. オリジナル・ベース	22.9
2. 農産物価格・収量 10%下降	21.7
3. 生産費 10%上昇	22.7
4. 工事費 10%上昇	21.9
5. 生産目標遅れ	
1年	20.8
2年	19.2
6. 変動組合わせ (2) + (4)	20.7

6.3.2 財務評価

(1) 事業費用

1) 事業費

表 6.3.3 事業費 (財務価格)

(単位: 1,000 円)

年次	事業費	内貨	外貨
1	8,998,065	4,494,471	4,503,594
2	4,170,189	1,289,843	2,880,346
3	10,063,107	2,703,565	7,359,542
4	36,154,211	9,339,345	26,814,866
5	63,500,282	12,678,639	50,821,643
6	95,931,577	21,090,906	74,840,671
7	42,814,833	11,803,309	31,011,524
8	9,074,195	4,147,249	4,926,946
総額	270,706,459	67,547,327	203,159,132

2) 維持管理費

年間維持管理費 S/. 616,976,000

3) 施設機器更新費

ゲート更新費用 S/. 725,559,000

(更新時期：事業完了後20年毎)

(2) 事業の妥当性

1) 財務的内部収益率

財務的内部収益率(FIRR) = 14.5 %

項 目	割 引 率		
	12%	14%	16%
N. P. V. (1,000 ス-クル)	52,597,971	8,703,448	-18,110,453
B/C	1.35	1.06	0.86

2) 感度分析

表 6.3.4 感度分析による財務的内部収益率の変動

ケ ー ス	FIRR (%)
1. オリジナル・ベース	14.5
2. 農産物価格・収量 10%下降	13.6
3. 生産費 10%上昇	14.3
4. 工事費 10%上昇	13.7
5. 生産目標遅れ	
1年	13.4
2年	12.5
6. 変動組合わせ (2) + (4)	12.8

6.3.3 財務分析

事業に要する資金計画および代表的農家の財務分析は下記の通りである。

(1) 事業資金計画

事業費（予備費を含む）は外貨と内貨によって構成される。その年次別支出計画は表 6.3.5の通りである。

表 6.3.5 年次別事業費支出

(単位：1,000 スル)

年次	事業費	内貨分	外貨分
1(1996)	8,998,065	4,494,471	4,503,594
2(1997)	4,170,189	1,289,843	2,880,346
3(1998)	10,063,107	2,703,565	7,359,542
4(1999)	36,154,211	9,339,345	26,814,866
5(2000)	63,500,282	12,678,639	50,821,643
6(2001)	95,931,577	21,090,906	74,840,671
7(2002)	42,814,833	11,803,309	31,011,524
8(2003)	9,074,195	4,147,249	4,926,946
総額	270,706,459	67,547,327	203,159,132

事業費の外貨分は国際金融機関からの融資によるものとし、内貨分はエクアドル政府によって手当されるものとする。

外貨の償還については、外貨ローンの償還スケジュールを下記条件の下に試算した。

年利息率 3.0 %
据置期間 10 年
借入期間 30 年
返済条件 20 年間 元利均等年返済

この結果、返済期間中の利息支払い分を含む外貨返済の最高額は年約15,948百万スルである。外貨年次返済スケジュールは表 6.3.6に示すとおりである。

表 6.3.6 外貨資金返済計画

単位：1,000円

年次	外貨ローン	外貨ローン 累計	利子返済	元金返済	返済額
1	4,503,594	4,503,594	135,108		135,108
2	2,880,346	7,383,940	221,518		221,518
3	7,359,542	14,743,482	442,304		474,677
4	26,814,866	41,558,348	1,246,750		1,952,754
5	50,821,643	92,379,991	2,771,400		4,233,780
6	74,840,671	167,220,662	5,016,620		5,618,296
7	31,011,524	198,232,186	5,946,966		5,991,837
8	4,926,946	203,159,132	6,094,774		6,130,562
9			6,076,607		6,130,562
10			6,076,607		6,130,562
11			5,790,035	10,157,957	15,947,992
12			5,485,297	10,157,957	15,643,254
13			5,180,558	10,157,957	15,338,515
14			4,875,819	10,157,957	15,033,776
15			4,266,342	10,157,957	14,424,299
16			4,266,342	10,157,957	14,424,299
17			3,961,603	10,157,957	14,119,560
18			3,656,864	10,157,957	13,814,821
19			3,352,126	10,157,957	13,510,083
20			3,047,387	10,157,957	13,205,344
21			2,742,648	10,157,957	12,900,605
22			2,437,909	10,157,957	12,595,866
23			2,133,171	10,157,956	12,291,127
24			1,828,432	10,157,956	11,986,388
25			1,523,694	10,157,956	11,681,650
26			1,218,955	10,157,956	11,376,911
27			914,216	10,157,956	11,072,172
28			609,478	10,157,956	10,767,434
29			304,739	10,157,956	10,462,695
30			0	10,157,956	10,157,956

(2) 水利費負担

事業の実施により、受益農家はエクアドルの制度に基づき水利費を支払う。水利費は基本費と用水使用量費によって算出される。この基本費は事業投資額の75%を50年間で回収する固定費で、473,594 円/ha/年である。用水使用量費は、施設の維持管理に要する費用で、112.92 円/m³である。ヘクタール当たり換算すれば水利費は、年間545,553 円と見積もられる。

(3) 代表的農家の財務分析

事業実施の財務的妥当性を農家レベルで判断するために、計画地区の小中規模の代表的農家（平均的）を選定し財務分析を行った。これらの代表的農家は農家調査の結果および農牧省インブラ局の調査結果をベースとして決定した。

代表的農家の概要は表 6.3.7の通りである。

表 6.3.7 代表的農家の計画営農形態

モデル	農地面積 (ha)	作付作物	現況作付面積		計画作付面積	
			1期作	2期作	1期作	2期作
1	1.00	Maize Potato Vegetable	1.0		0.5 0.5	1.0
2	3.00	Maize Potato Kidney bean Vegetable Alfalfa Fruit	1.0 1.0 1.0		1.0 0.5 (1.0) 1.0	1.5 0.5 (1.0) 1.0
3	10.00	Maize Potato Wheat Kidney bean Vegetable Alfalfa Fruit	3.0 3.5 3.5		2.0 2.0 2.5 1.5 (2.0) 2.0	2.5 4.0 1.5 (2.0) 2.0

各代表的農家における農家経済を下記の条件で試算し、その結果を表 6.3.8に示す。

1) 農業総所得は農牧省(MAG)、国立農業研究所(INIAP)、国立勸業銀行(BNF)および農家経済調査による農産物価格ならびに収量をベースに算出する。

2) 生産費は財務価格で表示する。

- h) 家族労働力は生産費に含めない。
- e) 生産費に対する農業金融条件は国立勧業銀行(BNF)のローン条件とし、借入期間は一般作物6ヶ月、永年作物9年間(据置期間4年)、年利息は50%とする。
- h) 計画における生産額は、目標年次の収量で試算する。
- a) 利子返済は生産費に対する融資の利息のみを計上する。
- b) 計画における生計費は統計局(INEC)の生計統計1991をベースとして算定する。
- f) 水利費は545,553 ｽｸﾙ/haとする。

表 6.3.8 代表的農家の損益分析結果

(単位: 1,000ｽｸﾙ)

モデル	総生産額	生産費	生活費	利子返済	水利費	収益 (ha当り)
1. 現況 計画	520	310	3,044	0	0	- 2,834
	15,080	4,336	3,044	481	546	6,673 (6,673)
2. 現況 計画	3,714	1,439	3,750	0	0	- 1,475
	71,311	9,313	3,750	3,043	1,638	53,567 (17,856)
3. 現況 計画	12,738	5,843	4,620	0	0	2,275
	145,767	28,429	4,620	7,763	5,456	99,499 (9,950)

以上の結果から、いずれの農家においても事業実施により大幅な農家経済の改善が期待される。さらに、単位面積当たりの収益性が小規模農家で高くなるため、小規模農家における改善効果が高くなる。

表 6.3.9に、これら代表的農家の資金繰り分析結果を示す。

この結果、小規模農家においては新規営農実施当初に約 2.4百万 ｽｸﾙ/ha/年程度の自己資金(または別途借入金)が必要である。

表 6.3.9 モデル農家の資金繰り

単位：1,000円

農家	項目	年次	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
モデル 1	当初資金		0									
	農業/ギフト		1,905	3,407	9,356	16,029	22,702	29,375	36,048	42,721	49,394	56,067
	農業所得		11,814	14,356	15,080	15,080	15,080	15,080	15,080	15,080	15,080	15,080
	小計		13,719	19,668	26,341	33,014	39,687	46,360	53,033	59,706	66,379	73,052
	生産費		4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336	4,336
	生計費		3,044	3,044	3,044	3,044	3,044	3,044	3,044	3,044	3,044	3,044
	元利支払		2,386	2,386	2,386	2,386	2,386	2,386	2,386	2,386	2,386	2,386
	水利費		546	546	546	546	546	546	546	546	546	546
	小計		10,312	10,312	10,312	10,312	10,312	10,312	10,312	10,312	10,312	10,312
	損益		3,407	9,356	16,029	22,702	29,375	36,048	42,721	49,394	56,067	62,740
モデル 2	当初資金		0									
	農業/ギフト		5,266	3,282	3,282	3,301	3,767	3,756	3,756	3,756	3,756	3,756
	農業所得		24,679	29,969	43,020	48,646	52,446	56,846	64,418	71,311	71,311	71,311
	小計		29,945	41,720	70,357	104,233	141,235	182,443	230,846	284,815	338,649	392,562
	生産費		11,258	7,240	7,438	8,362	8,058	8,190	9,313	9,313	9,313	9,313
	生計費		3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750	3,750
	元利支払		4,830	5,037	5,245	5,461	5,948	6,193	6,397	6,532	6,532	6,438
	水利費		1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638
	小計		21,476	17,665	18,071	19,211	19,394	19,771	21,098	21,233	21,233	21,154
	損益		8,469	24,055	52,286	85,022	121,841	162,672	209,748	263,382	317,495	371,423
モデル 3	当初資金		0									
	農業/ギフト		15,213	11,246	11,246	10,850	11,316	11,305	11,305	11,305	11,305	11,305
	農業所得		66,190	80,373	89,184	100,437	108,036	116,836	131,981	145,767	145,767	145,767
	小計		81,403	115,109	165,246	225,431	288,339	362,732	453,310	553,223	652,866	752,667
	生産費		32,317	24,282	24,677	29,526	25,918	26,183	28,429	28,429	28,429	28,429
	生計費		4,620	4,620	4,620	4,620	4,620	4,620	4,620	4,620	4,620	4,620
	元利支払		15,520	15,935	16,349	16,842	17,754	16,449	18,654	18,924	18,924	18,766
	水利費		5,456	5,456	5,456	5,456	5,456	5,456	5,456	5,456	5,456	5,456
	小計		57,913	50,293	51,102	56,444	53,748	52,708	57,159	57,429	57,271	57,739
	損益		23,490	64,816	114,144	168,987	234,591	310,024	396,151	495,794	595,595	694,928

6.4 総合評価

本事業の実施により、主に農地の作付率の増加、単位収量の増加等の農業生産性の向上が可能となり、小規模農家の場合でも年間6,673,000スク（モデル農家1）の収益が期待される。また、建設工事および農業生産のための雇用機会の創出、関連部門への波及など、以下に述べる様な副次的な便益が期待される。

- i) 建設に伴う雇用機会の増大。
- ii) 自家営農に対する作付面積の増加による雇用機会の増大。計画が実施された場合の就業機会の増大量は、969,101人・年（80,758人・月）となる。
- iii) 農産物および農業投入資機材の増加による農産加工、流通部門の拡大。特に、換金作物（果実）の導入によるその取扱量は37,400ton が期待される。
- iv) 農家経済の安定化による生活水準の向上、農業関係資材の流通量の拡大によるインブラ州およびシェラ地方の経済に対する活性化の促進および社会基盤の充実。
- v) かんがい用水が各農場へ引かれることによる女性の家事労働の軽減。
- vi) 地域の民生の安定、農業生産活動に対するインパクトおよび国家経済への寄与。
- vii) エクアドルの他の農業開発プロジェクトの促進。

以上から、本事業の実施は、経済・財務評価の結果、妥当であり、社会経済効果も十分に期待できるものと判断される。したがって、本事業が早期に実施されることが望まれる。

第7章 初期環境影響評估

第7章 初期環境影響評価

本事業の実施に関し本格的環境影響調査が必要であるか否かを判断することを目的とし、環境影響調査を実施した。実施に当たっては、ダム／導水路建設予定地と受益地域とでは社会・自然環境ならびに事業実施に伴う影響が大きく異なるため、それぞれの地域ごとに環境変化の予測と影響評価を実施した。

7.1 プロジェクト立地環境

評価対象地域の社会・自然環境は以下の通りである。

7.1.1 社会環境

(1) ダム／導水路建設予定地域

ダムおよび貯水池の建設予定地は標高 3,000～3,100m程度であり、現況は盆地状の自然草地となっている。水没予定地内に小屋が一戸あるが現在は無人で、作業小屋として使われている。また、ダム建設予定地には二世帯が住む農家が一戸ある。集水区域にあたる上流の区域も含みこれらの区域はHacienda El Hospitalの所有地である。パラモと呼ばれる高原性草地を放牧地として利用しており、灌木のある急傾斜地は利用されていない。

毎年乾期にはこの草地に火を入れ野焼きを行い、若芽の萌芽促進と害虫駆除を行っている。貯水池予定地の土地利用は以下のとおりである。

草地： 90.0ha（放牧地として利用）

森林： 0.5ha（ピニャン川沿いの灌木地帯）

ドノソ湖とピニャン川には天然鱒が生息している。特に漁業権はなく、投網の使用および稚魚の捕獲は禁止されているが、スポーツフィッシングは認められている。導水路建設予定地には人家および史跡等は見当たらない。

(2) 受益地域

受益地内の農家戸数は 1,491戸、総人口約 12,000人である。農地は約9,700haで、そのうち約 2,500haがかんがいされ、主にメイズ、フリフォーレス、馬鈴薯、小麦が栽培され、その他は放牧地として利用されている。近年は天候異変により、天水農家はほとんど収穫がなく、そのため小規模農家で離農し、都会に移る人が増加し、人口増加率が県の平均より低くなっている。

7.1.2 自然環境

(1) ダム／導水路建設予定地域

広大な草地の他は急斜面に灌木があるのみで、貴重種は見られない。植生調査では、2メートル四方のパラモ草地で28種類の植物が確認されているが、毎年の野焼きで植物種は減少してきている。蘭、アナス科植物等の着生植物も樹木の伐採や野焼きで少なくなっている。

ダム建設予定地域は野生生物保護区内に位置し、コタカチ・カヤバス生態系保護区に接し、植生は高山性の草地（パラモ）から成っている。

ダム建設予定地域は生息する野生動物はみられない。しかしながら、建設予定地域の南東15kmにはコタカチ山、東10kmにはヤナウルク山があり、ピューマ、コンドルの生息が確認されている。

水源に予定されている主な河川はピニャン、バンタビである。本調査で実施した水質分析試験によれば、これらの河川の水質はかんがい水、飲料水としての利用になんら問題はない良質水である。また、これらの河川に生息する主な魚は鱒である。

水源と受益地間の導水路の予定全長は約23kmで、内約9kmの水路トンネル（計4本）を含んでいる。導水路は長大トンネルによりコタカチ・カヤバス生態系保護区を通過する。その植生は、水路は灌木林、長大トンネル部分はパラモである。この山系は全山厚い溶岩上が火山灰で覆われており、土壌の透水性は良い。また雨期・乾期があり、昼夜の気温差の大きい過酷な気象条件ではパラモだけが生育可能である。

コタカチ山系の地域のほとんどが放牧場となっているため野生動物の生活圏が狭められ、生息する動物の種類は少ない。コンドルはコタカチ山とヤナウルク山の断崖に生息しているが、農薬や殺鼠剤の使用で年々その数が減少しており、ヤナウルク山では近年7～8羽が確認されているにすぎない。またピューマも生息しているが家畜を襲うために地区内で狩猟が禁止されているにもかかわらず牧童により駆逐される傾向にある。

(2) 受益地域

受益地は急傾斜地を除き、ほとんどが耕地あるいは草地として利用されている。したがって、自然植生および野生動物はほとんどみられない。森林面積はわずか5.3%で、急傾斜地に多く存在し、そのほとんどがユーカリである。既耕地はほとんどが傾斜地で、強度の土壌侵食は見られないが、土壌の性質および気象条件から風食が多いと判断される。

7.2 関連機関および法規

環境評価を行う際のエクアドル国の関連機関ならびに法規は以下の通りである。

7.2.1 関連機関

環境関連機関とその職務内容は下表の通りである。この内本事業の評価に直接関係する機関は森林自然資源再生庁である。

機関名	所属	職務内容
森林自然資源再生庁(SUFOREN)	農牧省	国立公園、自然保護地域の管理
環境庁(SUMEAM)	エネルギー省	石油、鉱山に関する公害
衛生院(INNAHI)	厚生省	大気、水質に関する公害
工業規格院(INEN)	商工漁業省	工業関係の公害

7.2.2 関連法規

本事業実施にあたっての関連法規およびその主な内容は以下の通りである。

(1) 森林、自然資源、野生生物の保護に関する法律

1981年8月に大統領令として制定されたもので自然国有財産の管理についての総括的法律。自然資源管理のため保護区を設け、その管理は農牧省が行う。指定された保護区内での開発は農牧省の許認可を必要とし、開発に伴う破壊行為に対しては出来る限りの保全対策の実施を義務づけている。

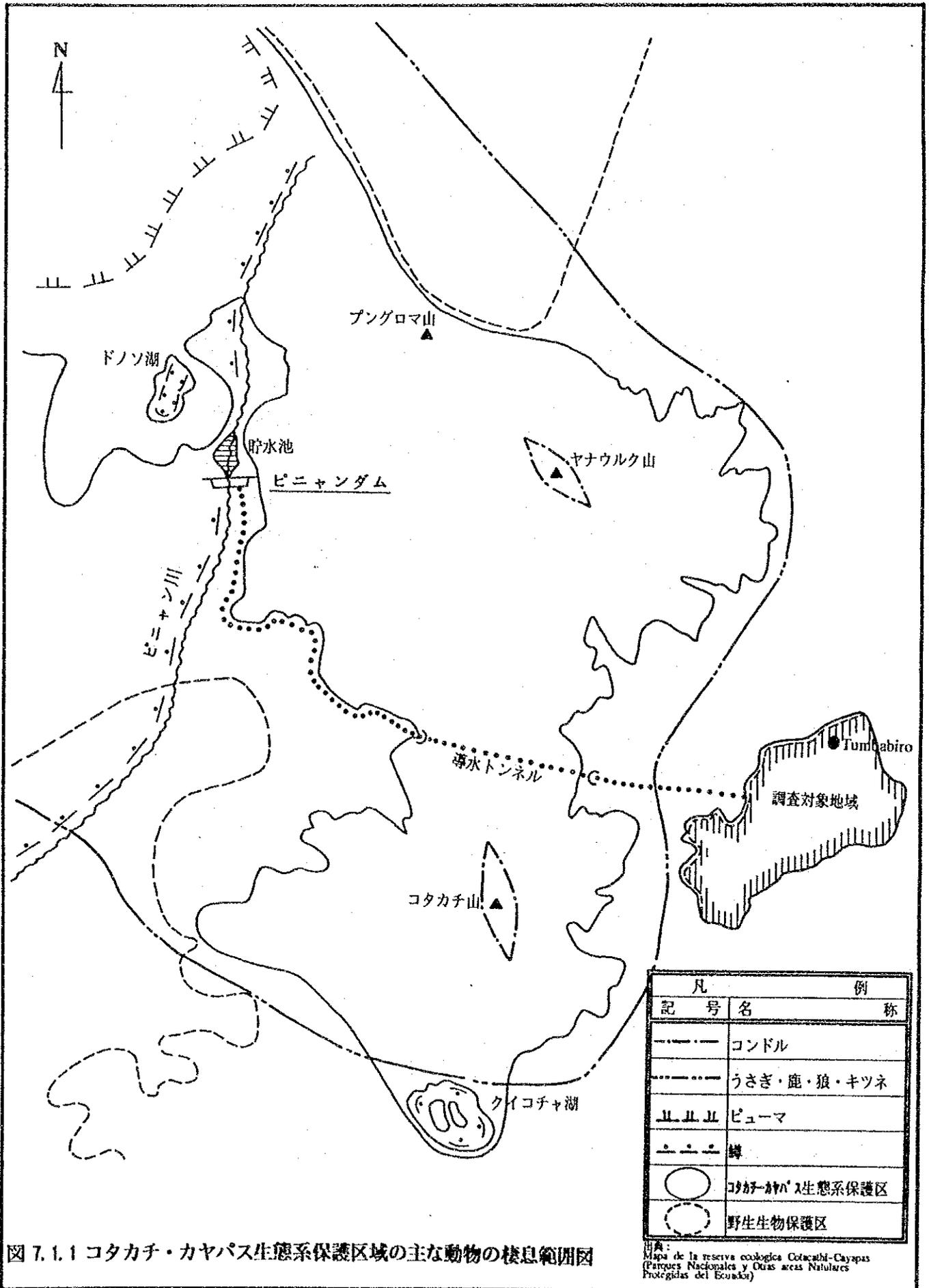


図 7.1.1 コタカチ・カヤパス生態系保護区域の主な動物の棲息範囲図

凡	例
記号	名称
—	コンドル
- - -	うさぎ・鹿・狼・キツネ
≡≡≡	ピューマ
・・・	罽
○	コタカチ・カヤパス生態系保護区
○	野生生物保護区

出典：
 Mapa de la reserva ecológica Cotacachi-Cayapas
 (Parques Nacionales y Otras áreas Naturales
 Protegidas del Ecuador)

管理区分としては以下の通り定められている。

- | | |
|-----------------|-------------|
| a: 国立公園 | b: 生態系保護区 |
| c: 野生生物保護区 | d: 生物保護区 |
| e: 自然レクリエーション地域 | f: 動植物増殖保護区 |
| g: 狩猟、釣り区域 | |

(2) 上記法律の適用基準

上記法律と同時に制定されたその適用に関する基準。

(3) 流域保全のための政令

国家流域保全委員会を設置し、治山治水政策を立案し、一級河川の管理等を行うための政令である。委員会は、農牧省、社会福祉省、国家開発審議会、水資源庁の各代表よりなり、農牧省、水資源庁が管理運営することになっているが、いまだに開催されておらず、ほとんど機能していない。

(4) コタカチ・カヤパス生態系保護区内における道路建設に関する協定書

本調査実施のためコナキ〜ピトゥーラ間の調査用道路建設に関して、水資源庁、森林自然資源再生庁およびインバブラ州の間で取り交わした協定書である。主な内容は以下の通りである。

- ・ 1991年4月1日に森林自然資源再生庁は公文書番号 22P-911626 によりツムバビロかんがいプロジェクトのプレ F/S調査のため本道路建設を水資源庁、インバブラ州に認可する。
- ・ 道路の総延長は15km、道路幅は4mとし、両側に 1mずつの路肩を設ける。
- ・ 道路建設に際し、水資源庁およびインバブラ州は森林、自然資源、野生生物の保護に関する法律およびその適用基準を厳守し、初期環境調査を実施する。
- ・ 道路建設後は道路建設による生態系への影響を最小限にとどめるための修復対策を実施する。

(5) 国際条約

エクアドル国の加盟している環境保護に関する国際条約は下表の通りである。

法令名	制定年	目的、規則、禁止項目
ワシントン条約	1973年	動植物の特定の種について輸出入および輸送 に関し規制を加え保護する
ラムサール条約	1971年	水鳥の生息地として重要な湿地やその動植物 の保護

7.3 環境保護の現況

コタカチ山系はほぼ南北約20kmにわたり、南よりコタカチ山(4,944m)、ヤノウルク山(4535m)、プングロマ山(4254m)が連なる。この山系から西側エスメラルダス州のカヤバス川水系にかけてコタカチ・カヤバス生態系保護区が設定されている。この保護区は農牧省の森林自然資源再生庁が管轄する六ヶ所の国立公園と七ヶ所の保護区の内の一つであり、1968年に法的に定められた。現在の区域は1979年に改定され、総面積はインバブラ州西部よりエスメラルダス州にかけての約20万haである。

コタカチ・カヤバス生態系保護区内の土地は、ほとんどをホスピタル農園が占め、国の保護区として指定されているが、今世紀の初めより牛馬の放牧場として利用されている。広大な高原に自然牧草地が広がり、分校をも有する小集落が農園内にある。コタカチ・カヤバス生態系保護区の外周部の北部側および南西部には野生生物保護区が設けられている。本事業予定地域は、野生生物保護区内に入っているがコタカチ・カヤバス生態系保護区には入っていない。

7.4 環境変化の予測と影響評価

7.4.1 ダム／導水路建設に伴う影響

(1) 社会環境

1) 住民移転

ダム建設により水没する小屋は2戸あるが、INERHIと地主との間で、近隣に代替小屋を建設することで了解が取られているとのことで、問題は生じないと判断される。なお、導水路建設予定地には住民がいない。

2) 経済活動

ダム建設により約90haの自然草地が水没することになる。しかしながら、自然草地の生産性は低く、本地域の所有者であるホスピタル農園は広大な草地を所有しているため、水没による経済的な影響は少ない。ダム捨土の土捨場が一部水没草地の代替地として利用可能である。

3) 交通・生活施設

水没予定地にはピニャン村からダムサイト付近の人家を結ぶ道路および牧草地へ行く幅1～2m程度の生活道路がある。したがって、水没する道路に関しては付け替え道路の建設が必要と判断される。なお、水没予定地には道路以外の生活施設はない。

4) 遺跡・文化財

本計画地域内では遺跡等埋没文化財は確認されていない。地域の現況より判断して今後とも保存を要する文化財は発見されないと思われる。

5) 水利権・入会権

ダム建設予定地の下流域の河川には水利権もなく、河川維持流量を確保することにより影響を最小に抑えることが可能であり特に問題はないと判断される。なお、水没草地への入会権は存在しない。

6) 保健・衛生

ゴミや害虫の発生等衛生環境の悪化を伴う工事はなく、また、工事後の事業運営においても特に住民の活動に影響を与える環境の変化はないと判断される。

7) 廃棄物

ダム建設に伴い掘削残土が発生するが、土捨場に運び牧草地に活用することが可能である。その他特に問題になるいわゆる産業廃棄物の発生はない。

(2) 自然環境

1) 地 形

盛土材確保のため、ダム予定地右岸の放牧地内の山を崩すことになるため、地形は変化するが放牧地としての再利用は可能である。

2) 土 壌

ダム建設工事により一時的に土壌侵食は発生するが、牧草地の再生により抑えることが可能であると判断される。導水路は地形上、急斜面を掘削し建設用地を確保しなければならず、斜面の崩壊、侵食が懸念される。したがって、カット面が出来る限り少なくなるように水路の路線を選定するとともに、必要に応じ法面保護工を実施し、影響を最小限にする対策が必要である。

3) 地 下 水

ダム建設による地下水の状態変化は予測されないで、特に問題はないと判断される。また、トンネル予定地は火山岩地帯で、透水性が高く、現在の地下水位が低いので、トンネル建設により地下水位が低下しても表層部へ影響するほどの変化にはならないと判断される。

4) 河 川

ダムおよび取水工の建設により河川の下流域への流量が減少するが、最小流量を河川維持のために放流し、現在の下流域の水利用に支障のないようにその影響を最小限にする対策が必要である。また、ダム建設による河床の低下に対しては、ダムの下流2km地点で他の河川と合流するため、それより下流への影響はほとんどないと判断される。

5) 水 質

工事の施工に伴い河川の水質が汚濁する恐れがあるので、必要に応じ適切な排水処理対策を講じ、その影響を最小限にする必要がある。なお、水没地は現況では草地であり、貯水池の標高が高く気温が低いため貯水池の富栄養化による水質の悪化はほとんど問題ないと判断される。

6) 動植物

貯水池予定地内には野生動物はほとんど見られず、貯水池建設はほとんど問題ないと判断される。周辺地区に生息するコンドル、ピューマ等の生息地は工事現場から10km以上離れているので、工事の際の騒音の影響はほとんどないと思われる。なお、本地域の植生はほとんどパラモであり、特に問題となる植物は存在しない。

導水路予定地の多くは森林地帯を通るため樹木の伐採は避けられないが、保存樹主は存在しないので、特に問題はないと思われる。工事終了後はできる限り工事による影響を少なくするため、場所により植林または植生工を実施する必要がある。

なお、トンネル部分は土被りが厚く、トンネル建設による地上部の植生への影響はないと判断される。

7) 景観

ダム盛り土材の掘削により山を崩すことになり景観が変わるが、ここは放牧地の一部であり、景観を問題にする地域ではないと考えられる。

7.4.2 受益地整備ならびに事業運営に伴う影響

(1) 社会環境

1) 住民移転

事業開始後に受益地への住民の移入が予想され、居住権、土地所有権でのトラブルも予想されるが、事業実施にはつきもので、対処は可能と考えられる。この場合、特に大規模農家の協力が必要である。

2) 経済活動

事業開始により受益地の経済活動は活発になり、経済構造は変化するが、かんがい農業の実施に伴い農業生産の安定化が図られ、農家収入が増加し、農家経済が安定する等のプラス面が非常に大きい。移入住民の問題と合わせ対処すべきである。

3) 交通・生活施設

地域の活性化に伴い、道路および学校、病院等の生活施設の充実が必要になることが充分予想される。これらには地域の行政で対応する必要がある。

4) 遺跡・文化財

受益地域には保護すべき遺跡・文化財は特に報告されていない。また、工事による潰れ地も新設用水路が主で、特に問題ないと考えられる。

5) 水利権

既存のかんがい施設に伴う水利権を持つ農民が受益地内に存在するが、INERHIによれば、本事業の実施に当たってはこれを一旦白紙に戻し再配分に応ずることに同意しているとのことである。したがって、事業実施による水利権の問題は発生しないと判断される。

6) 保健・衛生

住民の移入によりゴミの増加、害虫の発生等、保健・衛生面での悪化が懸念されるが、行政において対処することが可能であると判断される。

7) 廃棄物

用水路の建設に伴い残土が発生するが、土捨場の建設等による処理は可能と判断される。

(2) 自然環境

1) 地 形

用水路の建設に伴い、若干の地形改編を生ずることが予想されるが、問題になるほどのものではないと判断される。

2) 土 壤

現況では多くの耕作地は水不足のため作物の栽培が不可能で裸地であり、風食の危険性がある。しかしながら、本計画の実施により周年の作物栽培が可能となり、地表は作物で覆われるので風食の被害は大きく軽減されることが期待される。

また、かんがい農業の導入により耕地および水路の水食による表土の流亡および水路の法面崩壊等の被害が想定されるが、これらの被害は適切な水管理技術の普及により回避することが可能であると判断される。

かんがいにより土壌の下層中にある塩類が表層に集積し耕作地がこれにより使用不可能になる可能性がある。しかしながら、この塩類集積も適切な水管理技術の普及により回避することが可能と考えられる。また、農薬の使用は土壌汚染の原因になるが使用量を抑えることで汚染を最小限にすることが重要である。

3) 地 下 水

本計画には、受益地域の地下水の状態変化を伴う工事はなく、特に問題はないと考えられる。

4) 水 質

農薬の使用により水質悪化は免れないが、対策を別に立てることで対処可能であると判断される。

5) 景 観

用水路の建設により景観が変化する地区も一部発生するが、特に悪化する物でもなく問題にはならないと判断される。

7.5 初期環境影響評価結果

本事業に関連する地域、すなわち水源地域（水源予定地域、ダム建設予定地、導水路予定地域）および受益地について、前述のように社会的、自然的環境に対する影響を調査した。

表 7.5.1に環境変化の予測と影響評価結果を示す。水源地域は居住する住民が極度に少ない地域であり、本事業の実施が住居移転等住民に与える影響は少ない。この地域は自然草草が主体であり、水没する草地はあるが全体からみるとその面積は少ない。また、事業の実施が影響を与えると考えられる特別な動植物は存在しない。したがって、ダムの建設がこの地域に与える影響は少ないと判断される。ただし、貯水池予定地域内には住民が使用している幅1~2m程度の道路および小屋があるため、ダム建設に際しては付け換え道路および代替小屋を建設する等の配慮が必要である。

導水路は地形上、急傾斜地の山腹に建設せざるを得ない。予定地の多くは森林地帯であり樹木の伐採は避けられないが、特別な樹種は存在しない。導水路の建設に際しては、急峻な斜面を掘削することになるが、既設水路の法面状況から判断して完成後も掘削法面は安定していると予測される。

ダム、導水路および工事用道路はコタカチ・カヤバス生態系保護区、野生生物保護区内に建設されることになるが、本事業の実施を前提にダムサイトへの調査用道路の建設が認可されたことから判断して、調査用道路建設に関する協定書内容を厳守すれば法的問題はないものと判断される。

なお、工事中に切土面が崩落するのは避けられない。建設に際しては、樹木の伐採および斜面の掘削を可能な限り少なくし、環境に与える影響を最小にする配慮が必要である。

受益地は既耕地であり、本事業の実施による農産物の生産増等の効果は生じるが、環境に与える悪影響はほとんど発生しないと判断される。

以上のように、本事業が環境に与える影響は無いとは言えないが、社会的、自然的条件から評価して、その影響は小さいと思われ、現時点では本格的環境影響調査の必要性はないと判断される。しかし、将来環境に対する国としての対処方針が変われば、本格的影響調査が必要になることも考えられる。

表 7.5.1 スクリューニングおよびスコーピング

環境項目	内容	判定	備考	評定	根拠
社	1 住民移転	有	有人小屋一戸、無人小屋一戸	C	地主が了解している
	2 経済活動	有	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	C	土捨場が代替地となる
	3 交通・生活施設	有	既存交通や学校・病院等への影響	C	生活用の小道なので代替は容易
会	4 地域分断	無	交通の阻害による地域社会の分断	-	
	5 遺跡・文化財	無	埋蔵文化財等の損失や価値の減少	-	
環	6 水利権・入会権	有	漁業権、灌漑・水利権等の阻害	C	計画地下流で水利権あり
	7 保健衛生	無	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	-	維持流量を確保するので影響は小さい
境	8 廃棄物	有	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物等の発生	C	掘削残土
	9 災害(リスク)	無	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	-	
自	10 地形・地質	有	掘削・盛土等による地形・地質構造の改変	C	牧草地として利用可能
	11 土壌侵食	有	掘削・森林伐採後の雨水による表土流失	C	水路選定、法面対策、水管理技術の普及
然	12 地下水	無	地下水の状態変化	-	
	13 河川流況	有	流量、水質の変化	C	維持流量の確保により影響は少ない
環	14 動植物	無	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	-	
	15 気象	無	気温、降水量、風況等の変化	-	
境	16 景観	無	掘削による地形変化、構造物による調和の阻害	-	現況は放牧地である
	17 大気汚染	無	車両等による排出ガス	-	
公	18 水質汚濁	有	ボーリング、工事による濁水	C	工事中は濁水処理を実施
	19 土壌汚染	無	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	-	
害	20 騒音・振動	無	工事中の騒音・振動の発生	-	
	21 地盤沈下	無	地下水位低下に伴う地盤変形	-	
22 悪臭	無	排気ガス・悪臭物質の発生	-		
総合評価：EIAの実施が必要となる開発プロジェクトか		不要	全て安全で経済的に対処が可能		

(注) 評定の区分

(A)：重大なインパクトが見込まれる (B)：多少のインパクトが見込まれる (C)：ほとんどインパクトは考えられないためEIAの対象としない

第8章 勸告

第8章 勸 告

1 事業実施

本事業は、経済的にも財務的にも実施可能であるとの結論を得ている。本地区は、首都キトの食糧基地としての役割が大きいこと、地域の活性化に対する貢献が大いに見込めること等を考慮して、早期に実施すべきである。

本事業の実施により、エクアドル国の農業開発に対する取り組み方の方向が確認されることが期待される。

2 現況水利権

本事業は、現在開発地域において大規模農家により所有されているかんがい用水の水利権を一度白紙に戻し、用水を再配分する事を前提に計画されている。したがって、この前提がくずれると計画そのものが成立しなくなるので現況水利権の放棄を事業実施前に水利権者と文書で明確にする必要がある。

3 用 地

本事業に関する施設のうち、ダム、導水路、頭首工はHacienda El Hospitalの所有地内に建設することになる。さらに、工事実施に伴い数本の工事用道路が所有地内に建設されることになる。したがって、Hospital農場の協力なくしては工事の実施は不可能である。事業実施前にHospital農場の土地に対するINERHIの使用権または所有権を文書で明確にする必要がある。また、受益地内の支線用水路および三次水路は私有農地内を通過することになるので、水路の使用権をINERHI、地主間で文書で明確にしておくことが必要である。

4 小規模農家に対する農業金融

小規模農家においても事業実施により大きな便益を生み出すが、本事業では小規模農家に対しても初期投資の必要な果樹の導入が計画されている。したがって、計画を推進させるには小規模農家への営農資金の融資が必要となるため、BNFから小規模農家への融資基準の緩和および融資資金の拡大が強く望まれる。

5 余剰水の利用

本事業は、本報告書に示す計画対象地区に対するかんがい用水の供給を前提に計画されている。しかし、開発地域内の降雨が計画より多い場合は、ダムから導

水されたかんがい用水の一部を頭首工よりカリヤク川に放流することが可能である。したがって、この余剰水をサリナス事業のかんがい用水の不足分の一部として利用することが可能であり、この点からも本事業の実施は有意義である。

6 地質調査

本事業に含まれる工事のうち、ダムおよびトンネルに関しては詳細設計前のボーリング等の詳細な地質調査が不可欠である。また、工事施工中に必要なに応じて追加調査を行うことも避けられず、特にトンネル工事においては設計時点では予知出来ない地質の変化を知る上で不可欠で、その結果によっては、施工方法の変更が必要になる。また、ダム左岸の透水性についても充分調査する必要がある。

7 掘削土砂

本事業の工事はダム、トンネル工事に伴い、掘削土砂が多量に発生するだけでなく、水路工事も地形的制約のため切土工のみとなり発生土砂が多い。このため、事業の実施に当たっては、詳細設計ならびに工事実施において出来るだけ掘削土砂の発生が少なくなるよう努め、環境面に配慮することが重要である。

さらに、これら流出土砂の影響についてモニタリングを実施し、随時その対策が立てられる体制を確立することが望ましい。

8 水文資料

水源地域、開発地域とも水文資料が充分でなく限られた期間の水文資料により水文解析を実施し、施設設計の基礎としている。したがって、これからも継続して資料の収集を行い、詳細設計時には、それらの資料も加味してダム設計洪水量の確認等水文解析の再検討を行うことが重要である。

9 支援サービスの強化

本事業で導入されるかんがいの効果をより高め生産性を向上させるためには、改良種子の生産・普及、農業技術普及組織の強化が重要である。さらに、生産物を農家、特に小農に対して有利な価格で出荷させるために本事業で建設される集出荷センターの運営を強化する必要がある。

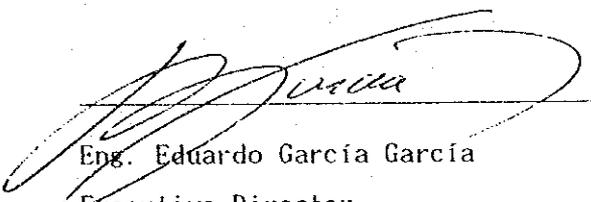
APPENDIX

A. 1 S c o p e o f W o r k

SCOPE OF WORK
FOR
THE FEASIBILITY STUDY
ON
THE TUMBABIRO IRRIGATION PROJECT
IN
THE REPUBLIC OF ECUADOR

AGREED UPON BETWEEN
ECUADORIAN INSTITUTE OF WATER RESOURCES
OF
THE REPUBLIC OF ECUADOR
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Quito,
April 16, 1992



Eng. Eduardo García García
Executive Director
Ecuadorian Institute of
Water Resources
"INERHI"
Republic of Ecuador

田村 亮
Eng. Akira Tamura
Leader
Preparatory Study Team,
Japan International
Cooperation Agency
"JICA"

I. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Ecuador (hereinafter referred to as "the Government of Ecuador"), the Government of Japan has decided to conduct the Feasibility Study on the Tumbabiro Irrigation Project in the Republic of Ecuador (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Ecuador.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

II. Objectives of the Study

The objectives of the Study are as follows:

1. to conduct feasibility study in order to formulate the Tumbabiro irrigated agricultural development plan including water resources development in Imbabura province and
2. to undertake on-the-job training of the Ecuadorian counterpart personnel in the course of the Study.

III. Study Area

The Study covers the Tumbabiro district (about 10,000ha) in the northwest of Ibarra city, Imbabura province.

O. H. J. J. J.

IV. Scope of the Study

In order to achieve the above objectives, the Study will cover following items.

1. Phase I

1.1. Collection of relevant existing data and information and field survey on the following items:

(1) natural condition (topography, meteorology, hydrology, geology, soil, water resources, and environment);

(2) socio-economic situation (population, regional socio-economy, social infrastructure, and education);

(3) agriculture (farming, land use/tenure, cultivation, cropping patterns and yield, livestock, and support and extension services);

(4) agro-economy (farmers economy, farmers organization, farm inputs and productivity, credit, machinery, and processing and marketing system) and

(5) agricultural infrastructure (irrigation and drainage, rural road, and operation and maintenance of the existing irrigation systems).

1.2 Analysis of the data/information collected through 1.1 mentioned above.

1.3 Review of the existing development projects in the Study area.

1.4 Formulation of basic plan including water resources development for the Study.

1.5 Topographic mapping and ground survey.

Q. 11/12 JWS