

## 第 6 章 コーヒー廃水処理計画

## 第6章 コーヒー廃水処理計画

### 6.1 基本方針

調査対象地域であるクリスタレス川流域においてコーヒー廃水の排出状況、廃水の性質、河川汚濁の状況を踏まえ本流域におけるコーヒー廃水処理計画を策定する。そのため流域内にパイロット地区を設定し、処理方式の詳細検討を行うと共に、提案する処理方式の効果を検討するためのモデルプラントを建設する。

処理計画策定に当たって特に留意する事項は下記のとおりである。

- ① 改善目標値は実現可能な値に設定する
- ② 処理方式は経済的であることの他に、維持管理が容易であること、運転操作に高等技術を必要としないことを念頭において検討する
- ③ 提案する処理方式は、対象地域のみならずキンディオ県、コロンビア国全コーヒー生産地においても採用することが可能である方式となるよう留意する

### 6.2 水質改善目標値

#### 6.2.1 基本的考え方

コーヒー廃水の改善目標値は放流河川の直下流において各種の用水源として使用に支障を来さない値とし、その考え方は以下の通りである。

- ① 環境全般：人の日常生活に不快感を与えず、リクレーションの場として使用できること
- ② 上水道：濾過、滅菌等の簡易処理による浄化で利用できること
- ③ 農業用：灌漑に使用して農作物の生長に害を与えず、生鮮野菜類にも使用できること
- ④ 水産用：貧腐水性水域の水産生物（マス類）の繁殖を阻害せず食用に供せる養殖用水として使用できること
- ⑤ 工業用：工場の工程に支障を与えず、更に高度の水処理により超純水の製造が可能であること

### 6.2.2 河川水の水質改善目標値

コロンビア国厚生省が定めた農業用水基準（40条）、廃水排出に関する規制（72条）、公共下水道に対する廃水排出規制（73条）、衛生上制約される物質の濃度（74条）及び日本の農業用水基準（1970）（Annex J 参照）を考慮し、コロンビア側と協議の上、河川水の水質改善目標値を表 6.2.1のとおりとした。

表 6.2.1 河川水質基準

項 目	基 準	
	日平均基準	許容最大値
外観、臭、味	異常を感じないこと	異常を感じないこと
pH	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6
生物化学的酸素要求量 (BOD <sub>5</sub> )	2 mg/l 以下	3 mg/l 以下
化学的酸素要求量 (COD <sub>Cr</sub> )	20 mg/l 以下	30 mg/l 以下
溶存酸素	7.5mg/l 以上	5 mg/l 以上
懸濁物質	25 mg/l 以下	40 mg/l 以下
硝酸性窒素	10 mg/l 以下	45 mg/l 以下
大腸菌群数	5,000 MPN/100ml 以下	10,000 MPN/100ml 以下
その他		
シアン、有機リン	検出されないこと	検出されないこと
有機水銀、総水銀	"	"
カドミウム	0.01 mg/l 以下	0.01 mg/l 以下
鉛	0.10 mg/l 以下	0.10 mg/l 以下
亜鉛	0.50 mg/l 以下	0.50 mg/l 以下
砒素	0.05 mg/l 以下	0.05 mg/l 以下
6価クロム	0.05 mg/l 以下	0.05 mg/l 以下
銅	0.02 mg/l 以下	0.02 mg/l 以下

注：(1) SSについては降水時は適用しない。

(2) クリスタレス川流域内の河川の流量は、1/5 確率年のコーヒー収穫年間最高月11月の比流量19.12 l/sec/km<sup>2</sup>を採用すると、クリスタレス川下流部（流域面積94km<sup>2</sup>）における流量は 1.795m<sup>3</sup>/secとなる。

### 6.2.3 コーヒー廃水排出規準値

前項において定めた“河川水水質基準値”にクリスタレス川流量を加味してコーヒー廃水の排出基準値を以下のとおり設定する。

表 6.2.2 コーヒー廃水排出基準

項 目	コーヒー廃水排出基準	
	日平均基準	許容最大値
外観、臭、味	特に異常を感じないこと	特に異常を感じないこと
液 温	40 ℃以下	40 ℃以下
p H	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6
生物化学的酸素要求量 (BOD <sub>5</sub> )	40 mg/l 以下	60 mg/l 以下
化学的酸素要求量 (COD <sub>cr</sub> )	300 mg/l 以下	450 mg/l 以下
溶存酸素	5 mg/l 以上	3 mg/l 以上
懸濁物質	30 mg/l 以下	45 mg/l 以下
硝酸性窒素	10 mg/l 以下	45 mg/l 以下
大腸菌群数	5,000 MPN/100ml 以下	10,000 MPN/100ml 以下
そ の 他		
有機リン	0.05 mg/l 以下	0.05 mg/l 以下
銅	0.20 mg/l 以下	0.20 mg/l 以下

注：最大許容値は連続24時間を越えないこと。

### 6.3 廃水処理方式の決定

#### 6.3.1 廃水処理システムの種類

コーヒー廃水を含めた農産加工廃液の処理方法は数多くあるが、その概要は表 6.3.1のとおりである。

表 6.3.1 廃水処理方式の比較

	好気性処理	嫌気性処理	化学的処理
一般的特徴	好気性細菌、カビ類、原生動物、藻類、プランクトンその他の好気性生物により有機物を分解し、汚水、廃水の浄化をはかる方法で、活性汚泥法、好気性ラグーン法等がその代表である	嫌気性細菌の活動により汚水、廃水を浄化する方法で嫌気性消化槽、腐敗タンクがこの例である。近年高速処理嫌気性消化の研究が盛んに行われている	無機、有機の薬剤の添加によって水の浄化を図る方法で凝集沈澱などに代表される
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低濃度の有機物を効果的に数十ppmまで減少させ得る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日常のメンテナンス項目が少ない</li> <li>・ランニングコストが低い</li> <li>・発生する汚泥が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・迅速に処理ができる</li> <li>・処理量の変動に応じ易い</li> <li>・放流水の外観がよい</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・酸素の供給が必要</li> <li>・そのためかなり電力を消費する</li> <li>・一部の方式では余剰汚泥の発生が多いためその処理方法、ランニングコストを考える必要がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・反応が遅い</li> <li>・スタートアップに時間がかかる</li> <li>・温度、有害物質、pHなどの管理が必要</li> <li>・有機物の処理を低濃度まで行うには設備が大型化する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機物の処理が安定して行えない</li> <li>・発生汚泥が多い</li> <li>・使用する薬剤が高価</li> </ul>

### 6.3.2 基本システムの選定

前項の比較から、イニシャルコスト、ランニングコスト共に経済的である嫌気性生物処理が秀れていると判断できるが、前述の様にコーヒー廃水は高濃度有機質廃水であって、単独処理では完全に処理しきれない。即ち嫌気性生物処理によりコーヒー廃水中の有機物質を90%除去(仮定)を果たしたとしても $1,000\text{mg}/1-\text{COD}_r$ が残留することになる。

嫌気性生物処理水の性質は下記のとおりである。

- ① 処理水の溶存酸素が0に近い
- ② 嫌気性処理特有の臭気がある
- ③  $1,000\text{mg}/1-\text{COD}_r$ は未だ濃厚な汚水である

一般に廃水中の有機質が希薄になると嫌気性生物処理の処理効率は低下する。一方、好気性生物処理は既に開発が進んだ分野であり、水中の希薄な有機質を数十 $\text{mg}/1$ のオーダー迄処理することが可能であるが条件を好気の状態に保つ必要がある。そのため一般には給気のための動力を必要とする。

従って、処理方式の組合せを考え、各方式のメリットをそれぞれ活用することとするが、化学処理はコスト、農家の技術レベル、メンテナンスなどから本地域では採用が不適當であり、嫌気性処理と好気性処理の組合せで処理する方針とし、処理順序は一次処理は嫌気性生物処理、二次処理を好気性生物処理とした。

室内試験により、これらの一次、二次処理のみでは河川に放流する基準迄処理されないことが判明したため三次処理として安定池を設け水生植物によりCOD、BODの減少を図ることとした。又、嫌気性生物処理を行うためには、廃水のpHを中性に調整する必要がある為、嫌気処理の前に廃水の中和処理を行う工程が必要であった。

これらをまとめてコーヒー廃水処理のシステムフローを示すと図6.3.1のとおりとなる。

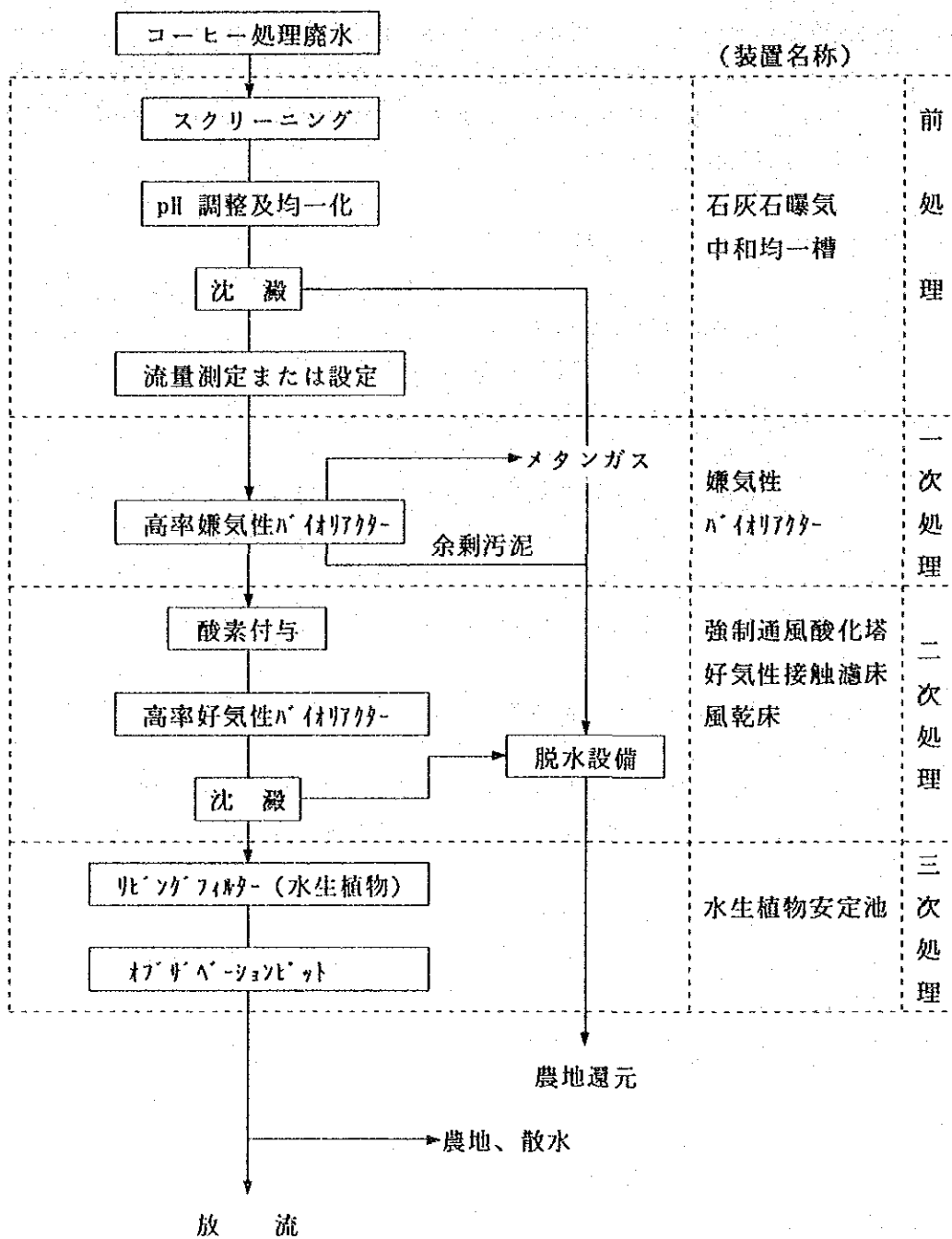


図 6.3.1 コーヒー廃水処理システム基本フロー

### 6.3.3 各ユニットにおける処理システム検討

前項で定めた基本システムの中の各ユニットについて、処理方法を検討して採用案を決定した。その概要を取りまとめると以下のとおりである（Annex J 参照）。

#### (1) 中和処理

コーヒー廃水は酸性を示し（pH3.5～4.7）、このまま嫌気性生物処理はできないため、前もって中和しておく必要がある。中和はpH値からみて、一般的なアルカリ剤（苛性ソーダ、生石灰、消石灰、炭酸ソーダ、重炭酸ソーダ、石灰石）を用いて実施することができる。

各アルカリ剤（中和剤）の長短所、経済性を検討した結果（Annex J）、反応は遅いが経済性、取扱いの安全性を重視し、本地域周辺で容易に入手できる石灰石を使用することとした。なお、中和槽はコーヒー処理場からの廃水の調整池的役割も持たせ、次の処理段階である嫌気処理槽へ定量流入させることにする。

#### (2) 嫌気性生物処理

現在、多くの嫌気処理の方法が考案されており、夫々、処理能力、操作性、経済性、施工性、ランニングコスト等特色がある。処理方法の一覧を表 6.3.2 に示す。

表 6.3.2 嫌気処理方法一覧

名	称	反 応 槽
PFD	押し流れ消化法	スラッジ床
CMD	完全混合型消化法	懸 濁
ACD	嫌気接触消化法	懸 濁
DAPD	下向流嫌気性生物膜濾床法	生物膜
UAFD	上向流嫌気性生物膜濾床法	生物膜
FBR	流動濾床法	生物膜
USBR	上向流スラッジ床法	スラッジ床
UASB	上向流嫌気性スラッジブランケット法	懸 濁
ARC	嫌気性回転円板法	生物膜
AL	嫌気性ラグーン法	ラグーン
MCB	マイクロキャリアベット法	スラッジ床
AACF	嫌気性凝塊汚泥二段処理法	懸濁 + 生物膜



前記各方法の特徴をまとめると下記のとおりである。

- ① PFD, CMD, ACDはいずれもHRTの大きいグループでイニシャル・コストが高い。
- ② DAFD, UAFD, ARC, FBRは生物膜法で一般に高有機質、及び固形物の多い廃水に不向きである。
- ③ ARCはモジュール、回転部に故障が多い。
- ④ ALは敷地面積が小さい点が優れている。
- ⑤ USBRは対ショック性は大きいが操作性に難が多い。
- ⑥ MCB, UASBは造粒型スラッジ床で始動に長時間を必要とすると共に、造粒された種汚泥の入手も現在はやや困難が伴う。
- ⑦ AACFはスラッジ床と生物膜の組合せで造粒された種汚泥を必要としないため始動性に優れる。スラッジのガス発生に伴うウォッシュアウトが少ない。

均質化、中和調整がなされたコーヒー廃水は高率嫌気リアクターAACFで処理することがコーヒー農家にとって最も望ましいと考えられ、この方式を採用する。

AACF法の特徴の詳細は次のとおりである。

a) 嫌気性菌による廃水の高速処理

高速嫌気性処理の原形と言えるUASB等の嫌気性菌による高速処理を可能にするものは菌の単位体積当りの高濃度化と容易にウォッシュアウトしないグラニュール化した汚泥集団の形成によって成立する。これらは

- ① グラニュール化のための厳密な運転管理
- ② グラニュール化のための数ヶ月に及ぶ造粒期間が要求される
- ③ 現状では既成のグラニュール化汚泥の大量入手は困難、等

の理由により都市下水の嫌気性ラグーン汚泥の有機ポリマーによるアグロマレーションを行い次のメリットを得る。

- ① 凝塊化嫌気性菌集団を短時間で作成する
- ② 沈降速度の早い嫌気性菌群とする

### b) 消化汚泥の一般的性状

消化汚泥は有機質が比較的少ない（対生汚泥）。その性状は概ね下記のとおりである。

pH	:	7.0 ~ 7.5
導電率	:	100 ~ 120 $\mu$ S/cm
SS	:	1.5 ~ 4.5 %
VSS/SS	:	35 ~ 75 %
セルロース	:	7 %以下

### c) 嫌気性汚泥の凝塊処理

汚泥の主構成物質である嫌気性微生物はマイナス（-）に荷電している。従って、これを強固に凝塊させるためにはカチオン系の有機ポリマーを使用する。カチオン系のポリマーは

- ① 汚泥粒子の（-）電荷を中和し
- ② 吸着、架橋によるフロックの凝塊化を同時に行い未反応割合の少ない微細な一次凝塊をつくる。

このような汚泥には低～中カチオン性が適しておりビニール重合型ポリアミノアルキル（メタ）アクリレートとポリアクリルアミドの共重合物で推定分子量 $600 \times 10^3$ 程度のものを使用する。

## (3) 好気性処理

好気性処理の方法としては生物膜法と活性汚泥懸濁法があり、それぞれの特徴は次のとおりである。

- ① 生物膜法は担体に生物の発生を待ち固定する。
- ② 活性汚泥法は生物を槽内に懸濁させ汚水との接触を行う。

いずれも酸素を必要とすることには変わりがない。これらの2方式について比較を行った結果、活性汚泥懸濁法に比べ生物膜法が優れているとの結論を得た（Annex J）。

生物膜法の特色は以下のとおりである。

- ① 返送汚泥が不要である
- ② MLSSのコントロールが不要である
- ③ 発生汚泥量が少ない
- ④ 負荷変動にやや強く、担体を選定することにより効率が上昇する
- ⑤ 運転コストが安い
- ⑥ 運休後の立ち上がりがやや早い
- ⑦ イニシャル・コストがやや高い
- ⑧ 適宜固定した生物の脱着を行う必要がある

以上、デメリットもあるが運転の容易性はコーヒー農家にとって非常に大きなメリットと考える。又、好気性生物膜の各種リアクターの代表的なものは次のとおりである。

- ① 散水濾床（生物膜法の原形）： 標準散水濾床、高速散水濾床等
- ② 浸漬固定濾床： 外部曝気上向流、外部曝気下向流  
内部曝気上向流、内部曝気下向流
- ③ 流動床： 外部曝気上向流
- ④ 回転円板装置

これらを比較すると

- A) 散水濾床は散水機構が可動部になること、散水を中断しないこと、ハエ等の発生があること等農家には不向きである。
- B) 浸漬濾床は水槽内に担体を充填、給気を行うもので比較的コンパクトであり管理項目は日常槽内のDOのみとなる。
- C) 流動床は現在、開発中のもので設備費は前2者に比べ大きい。
- D) 回転円板装置は多数のディスク状又はモジュールを充填したドラムの緩やかな回転で特別な給気なしで効率よく処理を行うものである。但し回転軸の破損、モジュールの脱落などの事故は農家にとって管理上の負担は大きい。

以上総合すると浸漬濾床方式が最もコーヒー農家に適していると判断される。

#### (4) 安定池と水生植物処理

水生植物には現地に自生するホテイアオイを用いることとし、安定池における滞溜日数は14日と計画する。

ホテイアオイを採用した理由は下記のとおりである。

- ・ キンディオ県においては標高 1,500m以下の地域では年間を通じて水温15℃を下回ることがないので水温低下による枯死がない。
- ・ ホテイアオイは自生している。
- ・ コーヒー廃水に対するバッチテストでは明らかにCOD値、BOD値が減少した。
- ・ BOD、N・Pの減少が計れるとともに植物に寄生する水棲小動物の廃水処理に対する好影響も期待しうる。
- ・ 植物の葉による日光の遮断による緑藻類の繁茂防止と蒸発の低減が期待できる。
- ・ 増殖したホテイアオイは飼料、肥料等に利用可能である。

#### (5) 付帯施設

沈澱汚泥の乾燥のための乾燥床、及び水源としての雨水槽、好気処理のための送風機が必要となる。

#### (6) 室内実験

これまでに述べた各処理方法は、比較検討とともに現地において室内実験を実施して処理効果を確認しながら決定したものである。

現地において実施した室内試験の概要は下記のとおりである。

##### 1) 中和

石灰石層順流で流下させ下部より空気攪拌を行う方法でpHは6.0を上廻って上昇した。石灰石層は定期的な水洗浄を行う必要が認められた。

##### 2) 嫌気処理

嫌気汚泥を事前に凝塊化し、石灰中和水を定量ポンプで上向流処理を行ったところ最高92%のCOD<sub>0</sub>。除去率を得たが、テスト期間を通じて廃水のCOD値の高いほど除去率も高かった。嫌気性ガス（メタン）の発生も活発で負荷変動に強かった。

適切なエンジニアリングを行えば成功率の高い嫌気処理が可能であると判断された。

### 3) 好気処理

浸漬濾床型カラムで嫌気処理水を下向流で処理した場合は、嫌気処理水で最高72%のCOD<sub>cr</sub>除去率を得た。実装置適用には規模を考慮すれば有効な手段と考えられる。

### 4) 全システム処理結果

安定池出口の水質は以下の通りであった。

- ・ COD<sub>cr</sub>除去率は最高99%であった。
- ・ pHは常時 7.0を上廻って処理できた。
- ・ 嫌気性処理に対するpHの影響も石灰石処理で充分カバーできる事がわかった。
- ・ 結果的にラボスケールテストの結果は実装置設計の基準を与えてくれた。
- ・ 良好な施設であればCOD<sub>cr</sub>除去率90%以上を平均して得られる可能性が充分であると判断された。

## 6.4 パイロット地区の選定

クリスタレス川流域 9,400haの中からコーヒー廃水処理パイロット地区を選定し、処理計画を策定する。パイロット地区は下記の条件を考慮して選定した。

- ・ 一つの溪流の流域内でとりまとめられること
- ・ コーヒー栽培農家が多いこと
- ・ コーヒー栽培農家の規模が多様であること
- ・ 施設建設の用地取得が容易であること
- ・ 施設建設、維持管理に便利であること
- ・ 展示効果があること

これらの条件から、クリスタレス川上流部流域 (Cristales alto) 820ha及び Chispero川流域 1,020haの2地区が有望となり (Annex J)、この2地区について更に詳細に検討を行った結果、Chispero川流域をパイロット地区として選定した (図 6.4.1 参照)。

なお、選定の経過はAnnex J に記載したが、表6.4.1 に2地区の概要を示す。

表 6.4.1 パイロット地区比較表

	クリスタレス・アト地区	チスベロ(タグ'ラス地区を含む)地区
アルメニアよりの距離	1 ~ 12km	8 ~ 16km
車両による所要時間	5 ~ 15分	10 ~ 20分
標地農家構成	1,200 ~ 1,400 m 起伏の激しい渓谷	1,200 ~ 1,280 m 概ねなだらかな渓谷
100ha以上	0 戸	1 戸
50~100ha	1 戸	3 戸
30~50ha	3 戸	5 戸
20~30ha	2 戸	8 戸
10~20ha	5 戸	8 戸
5~10ha	9 戸	8 戸
1~5ha	13 戸	15 戸
1ha以下	0 戸	4 戸
	33 戸	52 戸
流域内での比較・流域面積・コーヒー栽培地割合	820ha (対クリスタレス比8.7%) 574ha ( " 8.1%) (70%がコーヒー栽培地)	1,020ha (対クリスタレス比10.9%) 918ha ( " 12.9%) (80.5%がコーヒー栽培地)
インフラの状況	地区まで国道あり。 地区内農道は未舗装。 細く急勾配でジープのみ通行できる。 農家間には溪流がある。  上水道、電力とも供給に問題ない。	地区まで国道あり。 地区内農道は未舗装。 トラックが通行できる。  農家は大半が道路沿いにある。  上水道、電力とも供給に問題はない。
溪流の状況	上流においても川巾1m前後。 常時水量も豊富。	上流は川巾極めて細い。
コーヒー廃水以外の影響	最上流にアルメニア市のカステイジャ地区(人口4,400人)があり、その下水がクリスタレス川に流入する。ラ・テバイダに到る12km地点にはレジャー施設があり、その排水も流入する。	大型の集落はない。 農家の季節労働者の増減に伴って生活排水量は変化する。

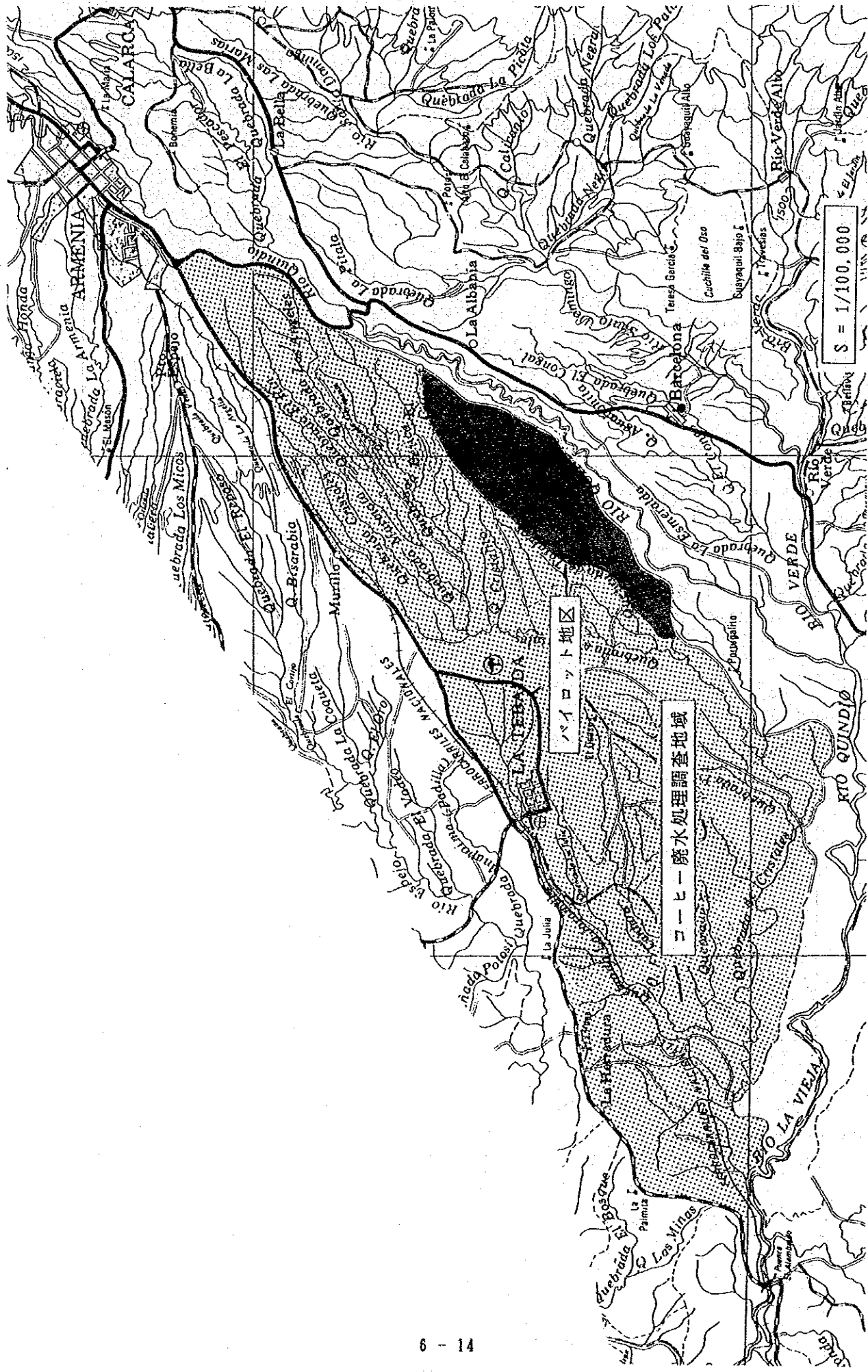


図 6.4.1 クリスタレス川流域コーヒー廃水処理パイロット地区

## 6.5 パイロット地区内の廃水処理計画

### 6.5.1 基本方針

パイロット地区（Chispero地区）1,020ha 全域を対象にコーヒー廃水処理計画を策定する。廃水処理方法は 6.3で決定した嫌気処理、好気処理、安定池を組み合わせた方法を採用するが、農家個別に行うか、集中処理を行うかについては比較検討の上決定する。

### 6.5.2 設計条件

対象面積 : 1,020ha (内コーヒー栽培面積 918ha)

農家戸数 : 52戸

排水河川 : Chispero川

廃水処理方法 : 嫌気処理、好気処理、安定池を組合わせた方法とする。

設計1-t-廃水量 : 22.5 l / 乾燥豆 1 kg

1-t-廃水水質 : 表 6.5.1のとおりとする

処理後の水質 : 表 6.5.2のとおりとする

表 6.5.1 コーヒー廃水の水質

項目	最大値	平均値
水温	常温	常温 (18~28°C)
外観	黄褐色懸濁	黄褐色懸濁
pH	3.0	4.0
懸濁物質	3,000 mg/l	2,000 mg/l
化学的酸素要求量 (COD <sub>Cr</sub> )	15,000 mg/l	10,000 mg/l
生物化学的酸素 要求量 (BOD <sub>5</sub> )	10,000 mg/l	6,700 mg/l



表 6.5.2 処理後の目標水質

	コロンビア国 規 制 値	目 標 値
外 観		異常がないこと
pH	5 ~ 9	5.8 ~ 8.6
懸濁物質(SS)	400 mg/l (80%除去)	30 mg/l (98.5%除去)
COD <sub>Cr</sub>	2,000 mg/l (80%除去)	300 mg/l (97%除去)
BOD <sub>5</sub>	1,340 mg/l (80%除去)	40mg/l (99.4%除去)

表 6.5.3 計画COD<sub>Cr</sub> , SS除去率の目標値

処 理 項 目	原 廃 水	前 処 理	1 次 処 理	2 次 処 理	3 次 処 理	除 去 率 %
pH		5 ~ 6	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6	5.8 ~ 8.6	
COD <sub>Cr</sub> (mg/l) 除去率	10,000	—	2,500 75%	600 76%	300 50%	97%
SS (mg/l) 除去率	2,000	—	—	200 90%	30 85%	98.5%
設備名称 及備考	平均値	石灰 中和 曝気 均一化	SNYMIF 嫌気リクター	固定床 好気リクター	リソグ フィルター 安定池	JOBIT 7共 和国基準 BOD, SS共 80%

### 6.5.3 廃水処理方式の選定

コーヒー廃水の処理システムは、本調査において提案し、ラボ試験において効果を確認した嫌気、好気処理と安定池の組合せとするが、そのプラント設置方法には下記の数タイプが考えられる。

- ① 個別処理――農家1戸毎に廃水処理施設を設置する
- ② 集中処理――廃水を収集して集中処理場にて処理する

集中処理は収集方法によって更に下記の方式が考えられる

- a. 果実の加工から廃水処理まで集中加工場で行う
- b. 果実の加工は個別に行う（現況）が廃水をパイプラインによって収集して集中処理を行う
- c. 各農家の廃水をバキュームタンク車で集中処理場へ収集して集中処理を行う
- d. 上記 a b c を組み合わせる方法

上記各方式を比較検討した結果は表 6.5.4 のとおりである（Annex J 参照）。

単位: Co1. \$1,000

表 6.5.4 コーヒー廃水処理方式の比較

特徴	個別処理	集中処理		
		果実から一貫した集中処理 ・最も合理的である	パイプラインで廃水を収集 ・処理水質が一定となる	タンク車で廃水を収集 ・処理水質が一定となる
問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーヒー生産コストの上昇</li> <li>・ 各農家に建設面積が必要</li> <li>・ 農家の技術力によっては処理水にムラが出る</li> <li>・ 建設資金の融資が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーヒー生産コストの上昇</li> <li>・ 農家毎の用地は殆ど不要</li> <li>・ 農家の既設施設が無駄になる</li> <li>・ 現状では殆どの農家が委託加工を希望しない為、実現性は無い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーヒー生産コストの上昇</li> <li>・ 廃水中の懸濁物質のため管路閉塞の危険性</li> <li>・ 耐酸性パイプの耐用年数が短い</li> <li>・ 農家では仮溜槽とポンプが必要になる</li> <li>・ 本地区においては配管費が高くなる</li> <li>・ 建設資金</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーヒー生産コストの上昇</li> <li>・ 各農家で廃水貯留槽(約1日分)が必要</li> <li>・ 道路拡幅、新設の必要有り</li> <li>・ 車両基地とその付帯設備の建設が必要</li> <li>・ 洗車、給油所からの廃水の処理必要</li> <li>・ 建設費、O/M費は高い</li> <li>・ 建設資金</li> </ul>
廃水収集施設 維持管理費	-	-	536,200 (US\$ 1,016,100) 13,800 (US\$ 26,200)	903,000 (US\$ 1,711,100) 261,000 (US\$ 494,600)
廃水処理施設 維持管理費	661,010 (US\$ 1,252,000) 6,600 (US\$ 12,500)	779,600 (US\$ 1,477,300) 100,200 (US\$ 189,900)	779,600 (US\$ 1,477,300) 100,200 (US\$ 189,900)	779,600 (US\$ 1,477,300) 100,200 (US\$ 189,900)
合計 維持管理費	661,010 (US\$ 1,252,000) 6,600 (US\$ 12,500)	779,600 (US\$ 1,477,300) 100,200 (US\$ 189,900)	1,315,800 (US\$ 2,493,400) 114,000 (US\$ 216,100)	1,682,600 (US\$ 3,188,400) 361,200 (US\$ 684,500)

以上を総合すると以下のとおりである。

- ① 農家毎の個別処理は処理された水の水質にムラが出る恐れがあり、廃水処理運転状況管理を監督所轄庁で行う必要があるが、各農家が環境保全の一役を担っている自覚が生じコーヒー廃水以外の廃棄物の処理に関心が寄せられよう。
- ② 果実の加工から廃水処理までを一括して集中的に行うことが理想的であるが、現時点では各農家のコンセンサスが得られないため採用が難しい。
- ③ 管路によって各農家の廃水を収集して集中処理を行う方法は、管路の施工、維持管理が難しい上に全体建設費も高い。
- ④ バキューム車によって廃水を収集し集中処理を行う方法は、収集作業自体、手間がかかると共に、建設費、維持管理費（特にバキューム車の維持管理費）ともに高く、現実的ではない。

以上の結果から、本パイロット地区においては、経済的にも有利で、しかも比較的早期に事業を開始できる農家毎の個別処理方式を採用することとした。

しかしこの場合、設計、建設、運営の指導体制、建設資金融資の体制を整えることが必要である。

#### 6.5.4 施設計画

##### (1) プラントの規模と配置

本パイロット地区の農家のコーヒー栽培面積は下記のとおりである。

100 ha以上 :	1 戸
50 ~ 100 ha :	3 戸
30 ~ 50 ha :	5 戸
20 ~ 30 ha :	8 戸
10 ~ 20 ha :	8 戸
5 ~ 10 ha :	8 戸
1 ~ 5 ha :	15 戸
1 ha以下 :	4 戸
	<hr/>
	52 戸

コーヒー廃水処理施設は各農家毎に設置するが、下記のように栽培面積により4タイプに分けた。

タイプA	－	コーヒー栽培面積	5 ha未満
タイプB	－	”	5～10 ha
タイプC	－	”	10～20 ha
タイプD	－	”	20 ha以上

パイロット地区内のコーヒー廃水処理施設の配置は図 6.5.1のとおりである。

## (2) 施設計画の基本仕様(諸元)

各処理プラント計画にあたっての各処理ユニットの基本仕様は次のとおりである。

### 1) 基準水量

#### 計画廃水量

最大水量	30	l/kg	乾燥豆
平均水量	22.5	l/kg	乾燥豆

#### コーヒー豆製造量

最大	18.31	kg/日/ha	乾燥豆(主収穫期)
平均	15.0	kg/日/ha	乾燥豆

#### 廃水量

日最大水量	0.55	m <sup>3</sup> /ha/日
日平均水量	0.338	m <sup>3</sup> /ha/日

### 2) 雨水貯留槽

中和槽内の沈積物洗條用に使われる雨水の貯留槽である。又オーバーフロー水は水生植物安定池の酸素供給にも利用する(既設の施設があれば新設の必要はない)。使用頻度は最大1回/週とする。

### 3) 石灰石曝気中和槽兼均一化槽

コーヒー製造廃水は1日の製造工程中2～3時間で集中排出される。この廃水は当然時間的に濃淡があり又流量変化がある。通常一次仮り受け均一化槽1日分が必要で以降一定量の流量で定水量処理を行うが、本設備では均一化槽と中和槽を兼用させ建設コストの低減と装置の簡易化を計る。

中和槽入口にスクリーンを設置する。スクリーンはカゴ型ネット張り10メッシュを標準とする。残渣は定期的に手作業で除去する。

#### 散気量

風量	0.01 Nm <sup>3</sup> /min
風圧	1,000 mmAq以上

#### 中和水沈澱槽

型式	シクナー
通水速度	12 m/日 以下
滞留時間	2 時間以上
汚泥槽部安息角	60° 以上
フィードウェル	円筒型吐出部バップルプレート付 1 基

### 4) 嫌気性バイオリアクター (SNYMI F)

SNYMI F式嫌気リアクターは従来型コンベンショナルな30日中温消化方式と異なり、高速処理を行うため消化時間は、0.3～3日間である。

本方式はリアクター内にあらかじめアグロミレーションを行った汚泥を充填、簡単にウォッシュアウトしない重い汚泥集団を形成、その汚泥ゾーンの上部に現地産ミネラルカーボンを碎石状に製粒した嫌気性接触濾床を設け、廃液の二段ポリッシング処理を行うと共にガス発生と共に舞い上がった汚泥を捕捉する。

これによって運転開始直後よりほぼ期待すべき処理水が得られ収穫期の影響をうける廃水を適宜処理する事が可能となる。

型式	上向流嫌気性凝塊汚泥層SGS 嫌気接触濾床AACF
COD <sub>cr</sub> 槽負荷	5 kg-COD <sub>cr</sub> /m <sup>3</sup> 以下

凝塊汚泥	
標準汚泥量	1 日平均廃水量以上
標準汚泥濃度	40,000 mg/l
槽水量負荷 HDT	60 Hrs以上
SGS 機構	
充填材	コークス (コロンビア産)
サイズ	10 mm <sup>φ</sup> (50%) 40 mm <sup>φ</sup> (50%)
充填高	750 mm

#### 5) 強制通風酸素附与塔

型式	強制通風曝気塔式
通水速度	5 m/hr 以下
充填材	コークス (コロンビア産)
サイズ	30 mm <sup>φ</sup>
充填高	600 mm
送風機	
風量	80 Nm <sup>3</sup> /min/m <sup>3</sup>
風圧	100 mmAq以上

#### 6) 好気性接触濾床

接触濾床は現地産コークスを濾床材とし、この多孔質部分に好気性有機質分解菌を保持させる。濾床は 1池又は 2池に分割して負荷の分散を計る。

この濾床では汚泥返送を行わないため、返送ポンプ設備が不要である。濾材に活性汚泥を保持させるため、分散状活性汚泥法に比べ高負荷運転が行えると同時に余剰汚泥発生量も少ない。

型式	好気性接触濾材充填散気式
COD <sub>cr</sub> 槽負荷	2.5 kg COD <sub>cr</sub> /槽m <sup>3</sup> 以下
滞留時間	24時間以上
送風量	0.07 Nm <sup>3</sup> /min/m <sup>3</sup>
送風圧	1,000 mm以上
充填材	コークス (コロンビア産)
サイズ	10 mm <sup>φ</sup>

### 7) 好気性処理水沈殿槽

型 式	シククナー型
通水速度	30 m/日以下
滞留時間	1 時間以上
汚泥槽部安息角	60° 以上
余剰汚泥貯留槽	1 基

### 8) 汚泥乾燥床

天日乾燥によって無動力で化学処理を行わない脱水を行う。コーヒー収穫シーズンは概ね降水の多い時期であるため屋根付乾燥床とする。

型 式	煉瓦造りモルタル仕上角型屋根付、風乾燥
処理能力	300 l/m <sup>2</sup> (7 日分)
汚泥含水率	99 %
乾燥ケーキ含水率	85%以下 1 槽 1 週間乾燥
充填材	
栗 石	10 ~ 20 mm φ
粗砂利	3 ~ 5 mm φ
砂	0.8 ~ 1 mm φ

### 9) 安定池

滞留日数	: 15日
水 深	: 1,000 mm以下





図 6.5.1 パイロット地区内のコーヒー処理プラント位置図

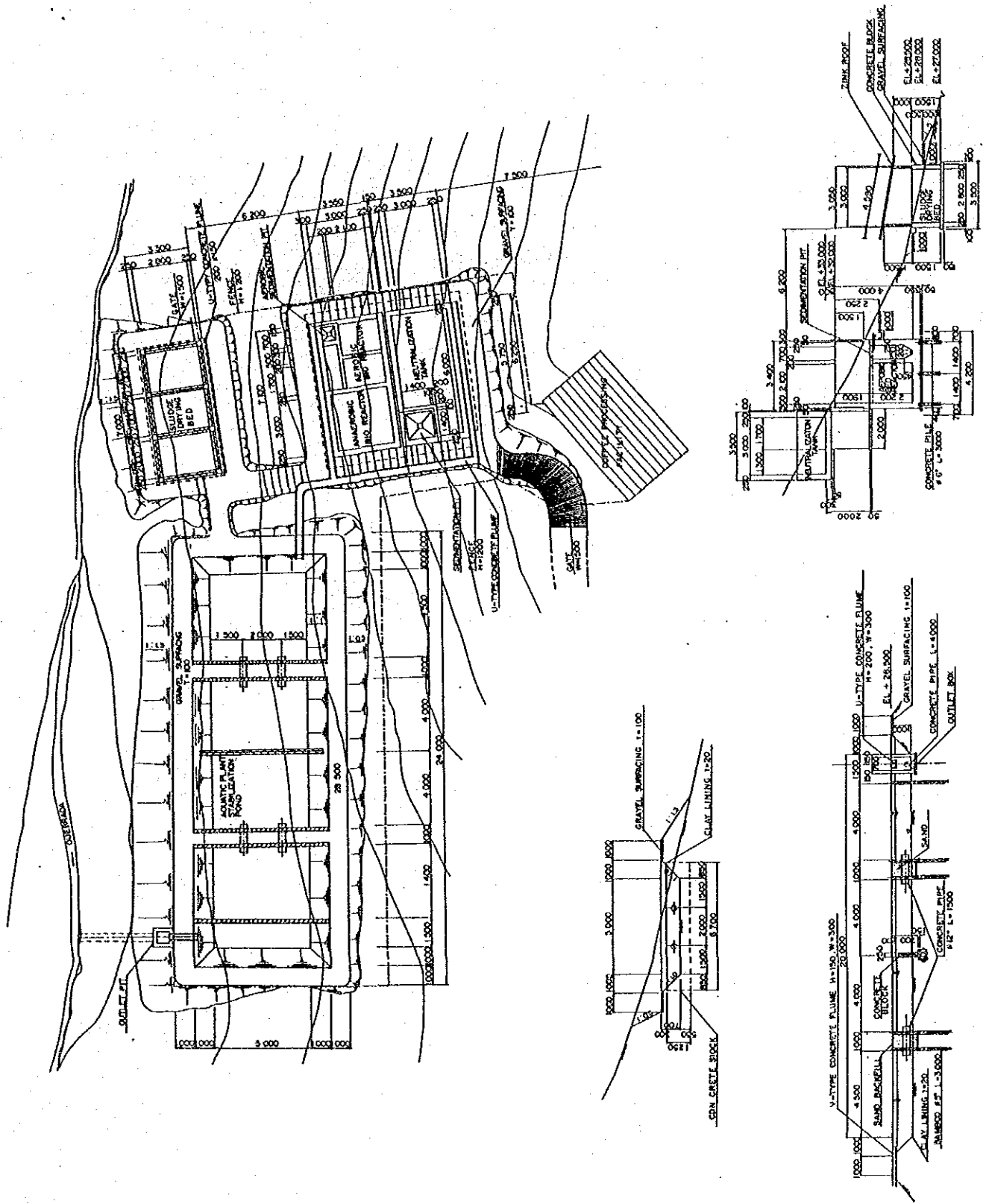


図 6.5.2 コーヒー処理プラント計画図 (25haの例)

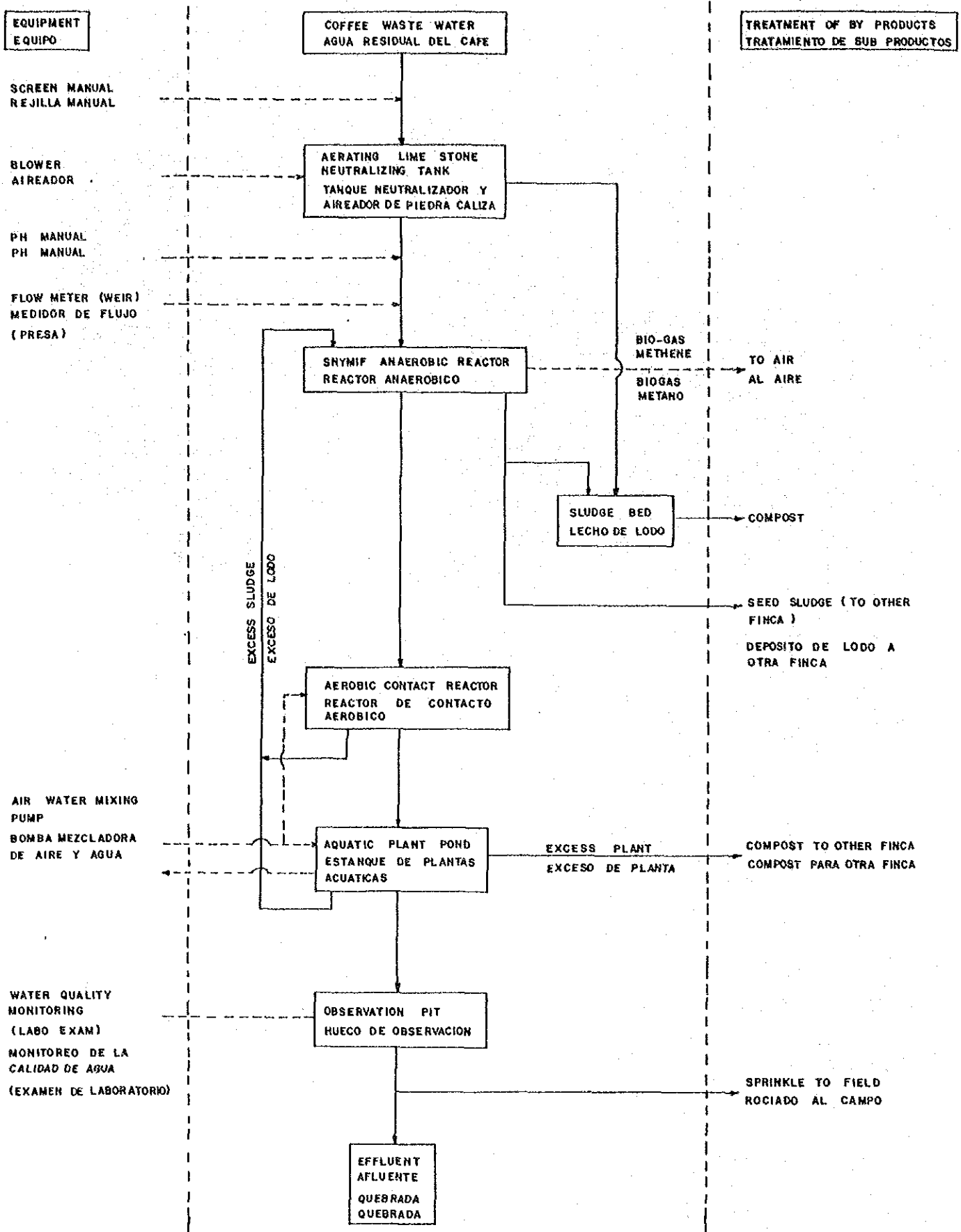


図 6.5.3 コーヒー処理システム基本フロー(1)  
 (コーヒー面積10ha未満の場合)

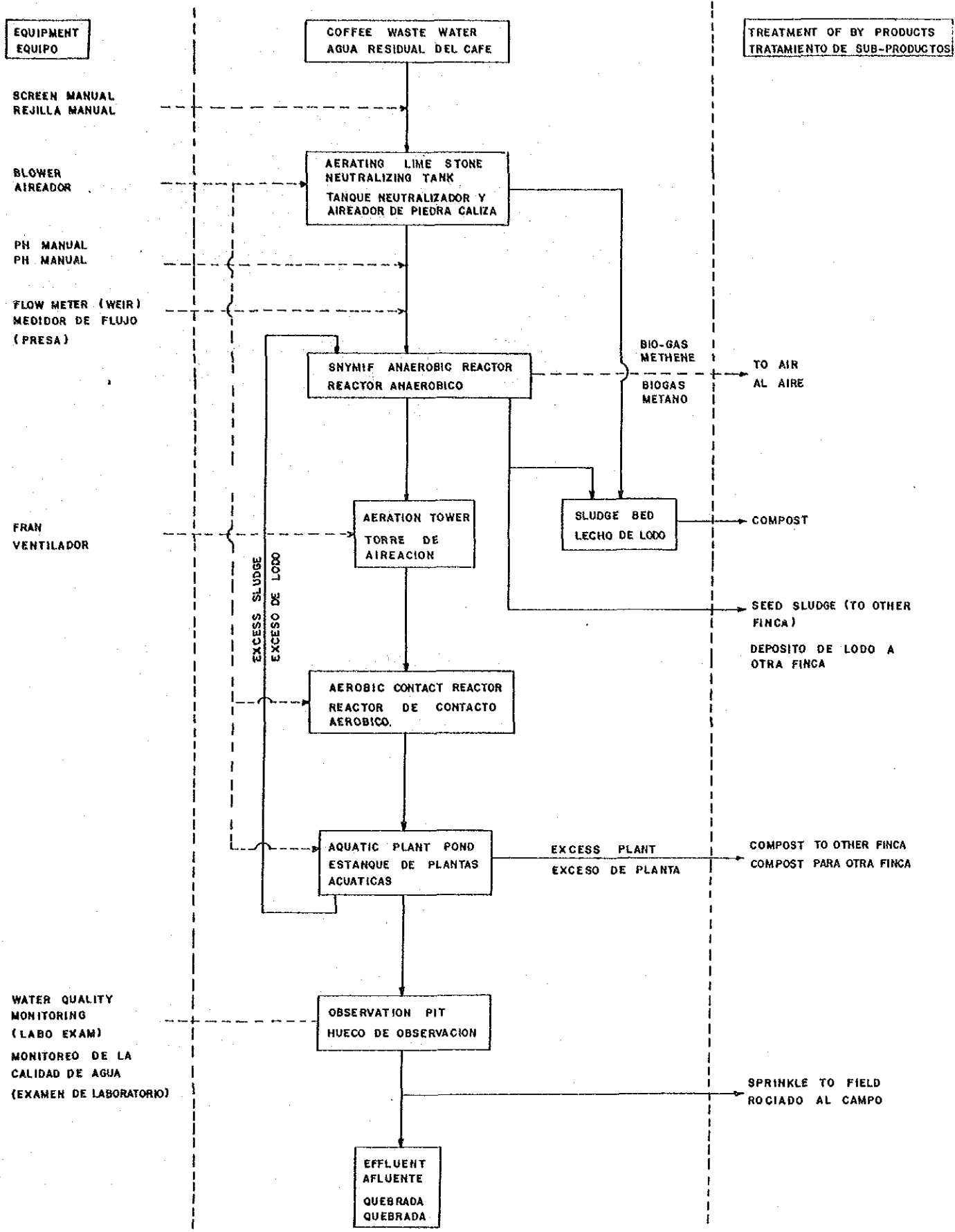


図 6.5.3 コーヒー処理システム基本フロー(2)  
 (コーヒー面積10ha以上の場合)

## 6.6 モデルプラントの建設

### 6.6.1 概要

本計画において提案したコーヒー廃水処理システムは、実験室内における試験でその効果が確認されたが、実施に移す前に現場における実証プラントでの試験が必要と考えられ、中規模、小規模各1ヶ所のモデルプラントを建設することになった。

モデルプラント建設工事は平成2年11月に着手し、翌平成3年2月に完成した。このモデルプラントの試験操業を通じて、廃水処理の効果の確認、運転指導、将来の管理担当者の教育等を実施した。試験操業の結果は ANNEXにとりまとめて記述した。

### 6.6.2 モデルプラント位置の選定

対象となる農家にはプラント建設の用地を提供してもらう必要もあり、しかも、コーヒー廃水処理（環境保全）にも十分理解があることが望ましく、コロンビア側（CRQ）と共同で、下記の基準に基づいて選定した。

- ① 用地を提供してくれると共に廃水処理に理解があること
- ② 同一溪流内でなるべく隣接していること
- ③ パイロット地域内であること
- ④ コーヒー栽培面積がモデルとするにふさわしいこと
- ⑤ 維持管理をできる能力を持っていること
- ⑥ 展示効果のための交通の便が良いこと
- ⑦ 他の農家の廃水の影響の少ない位置にあること

以上の基準を基に選定された農家は、Chispero川支流にあるエル・ロシオ（El Rocio）及びセバストポール（Sebastopol）の2農家であり、コーヒー栽培面積はそれぞれ8ha、25haである。この2農家の位置は図6.6.1のとおりである。

### 6.6.3 モデルプラントの設計

#### (1) 設計方針

可能な限り現地調達の下記資材を利用する設計とする。

- ① 石灰石はカリ市近郊地に産出し土壌改良剤の製造原料となっている原石を用いる。
- ② 接触濾材はキンディオ周辺で燃料として製造されている多孔質のコークスを使用する。
- ③ フェンス支柱等には大量に自生するキンディオ産の直径4"~6"の竹を使用する。
- ④ 雑用水は豊富な雨水を利用する。
- ⑤ 水生植物は周辺に自生するホテイアオイを用いる。

石灰石、コークス、竹材は入手が容易で、しかも安価でありイニシャル・コストを著しく減少することができる。更に、本モデル・プラントの設置により更なる経済的、技術的に妥当な処理方法が究明されること、新技術の開発が進展すると同時に各種の単位操作により、当該技術者の育成が行われることを期待して計画した。

#### (2) 設計基準

廃水量、改善目標値等の設計の基準となる数値は 6.2において定めた数値を使用する。

#### (3) 施設計画

モデルプラント2ヶ所の計画図を図 6.6.2 に示す。設置場所はいずれも傾斜地であり、その傾斜を利用して極力建設費の低減をはかった計画とした。

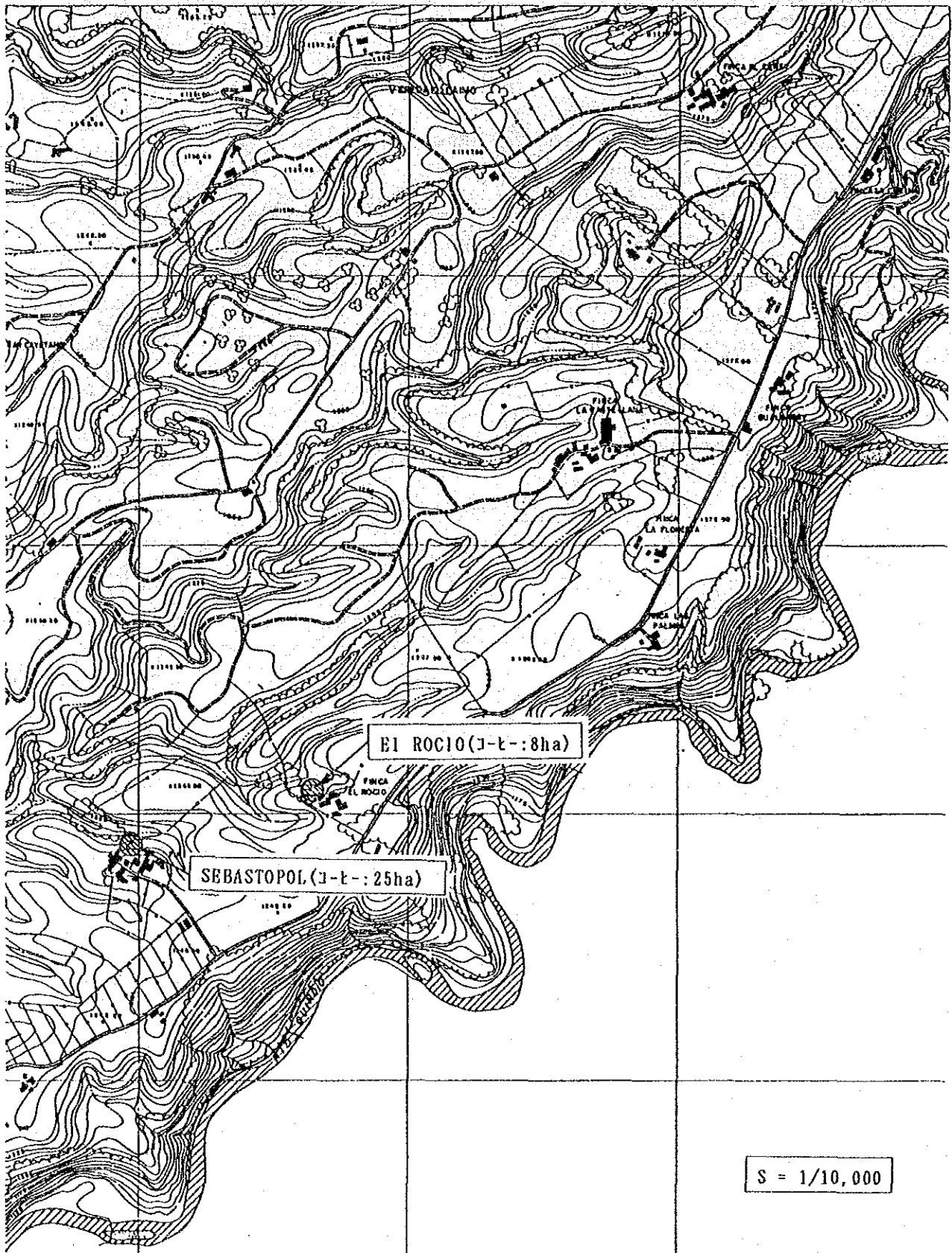


図 6.6.1 モデルプラント位置図

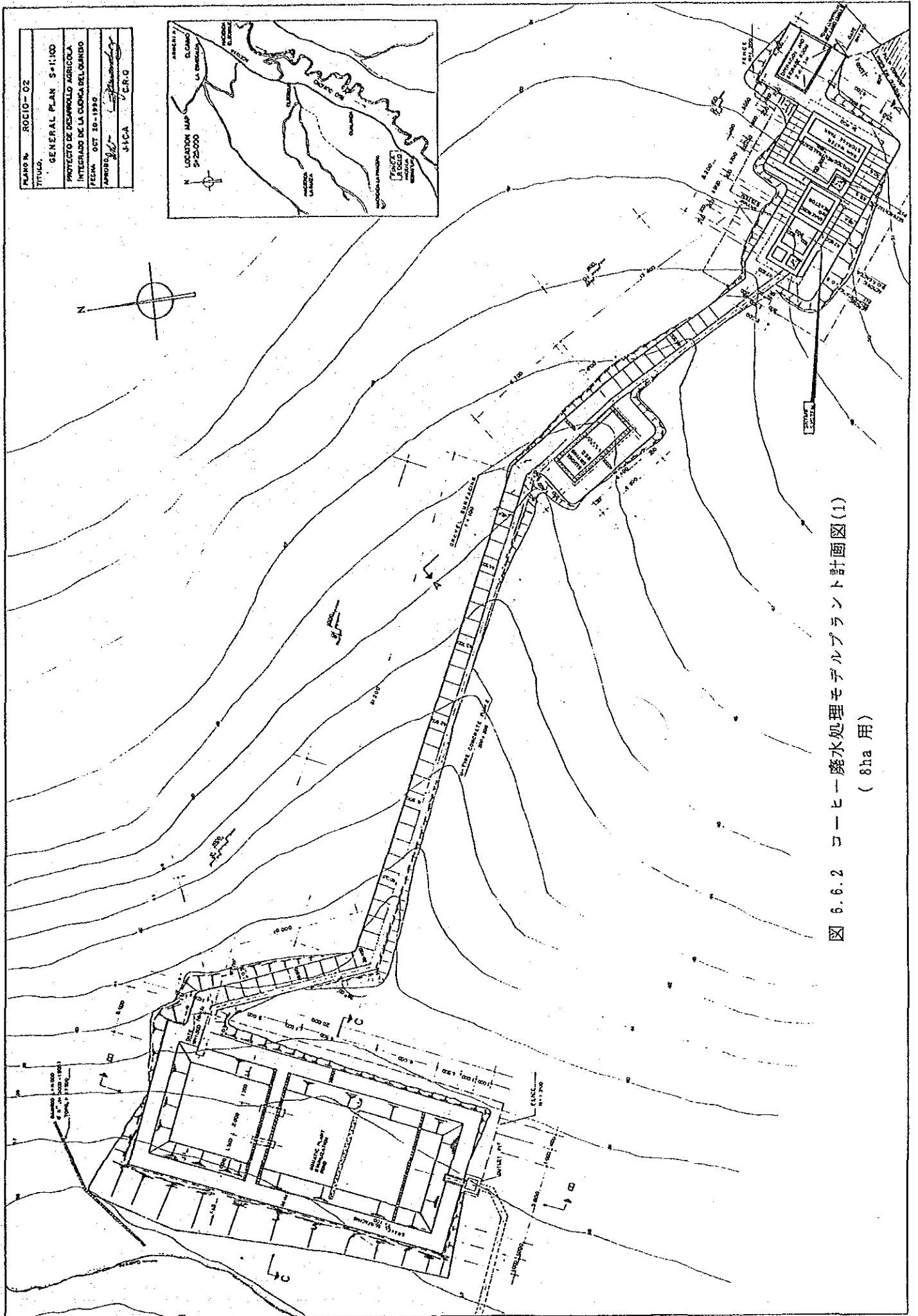
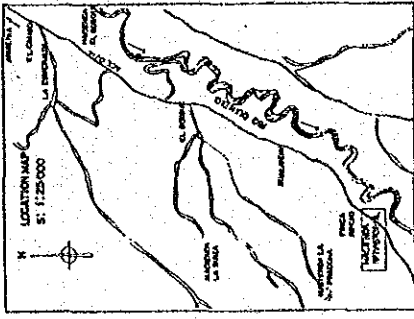


図 6.6.2 コーヒー廃水处理モデルプラント計画図(1)  
 (8ha 用)





PLANO N.º	SEBASTOPOL - 02
TÍTULO	GENERAL PLAN S-100
PROYECTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO	INTERCOMUNIDAD DE LA CUENCA DEL OUREDO
FECHA	DET 20-1980
APROBADO POR	<i>[Signature]</i>
	J.I.C.A. y C.R.O.

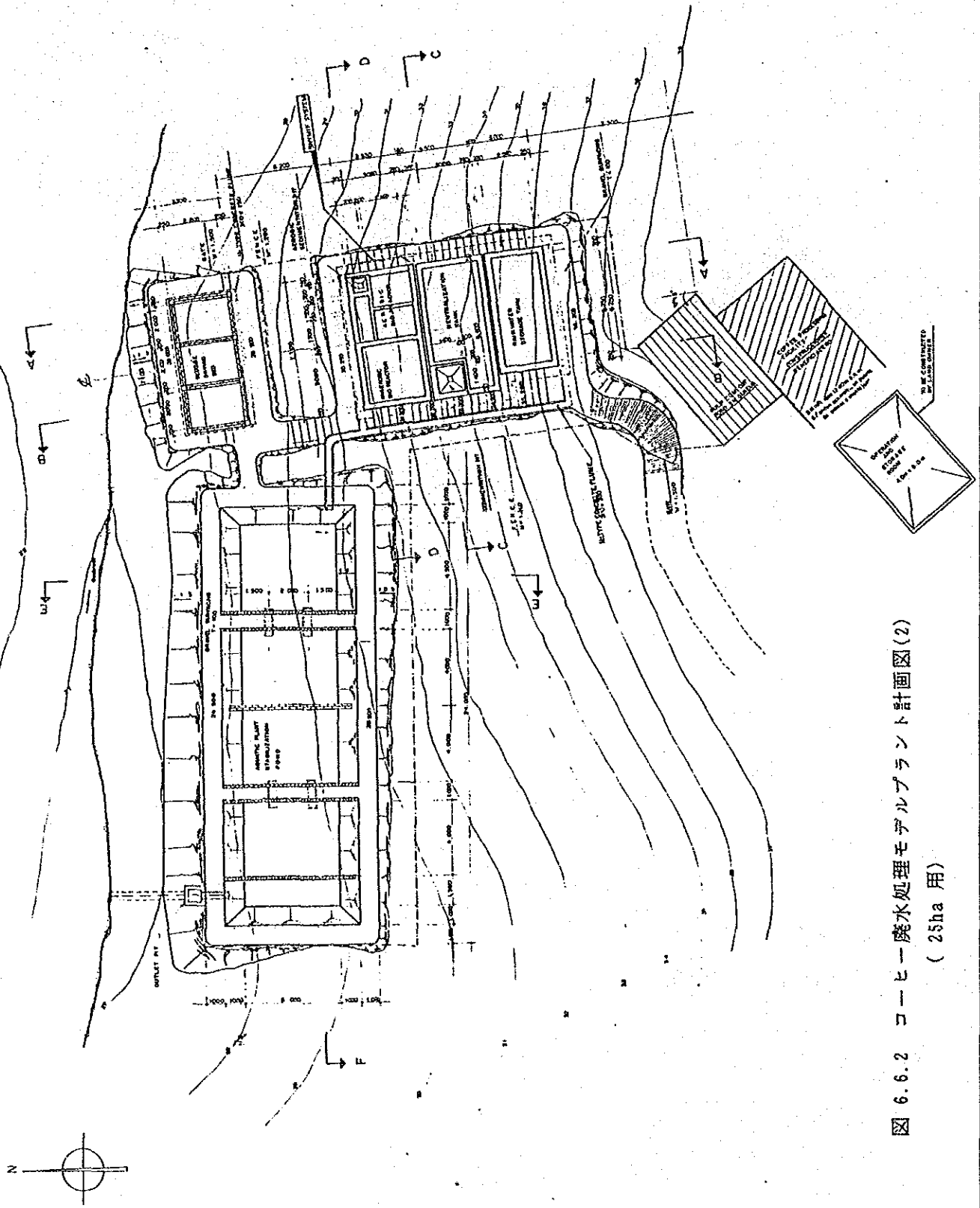


図 6.6.2 コーヒー廃水処理モジュールプラント計画図(2)

( 25ha 用 )

## 6.7 提 言

### 1. 水環境保全の重要性の認識と啓蒙

住民が以下の事項を良く理解認識するよう活発な啓蒙運動を展開すべきである。

- a) キンディオ全域が国の主たる水源地帯である県としての水域水質保全に対して責任がある。
- b) 河川を農産加工業により生ずる廃棄物の投棄場所且つ下流へ流下させるコンベヤーと考えこれを実行する権限は何人にもない事。
- c) 河川の保全は国民の健康な生活に寄与すると同時に国益につながる。
- d) 河川本来の生態系を破壊し、人の生活環境、上水道用水源及び農業用水として不適合な水環境を形成してゆくことは地球規模での資源破壊である。

### 2. 水環境保全のリーダーシップをとる組織の結成

- a) 水域の水質保護の真の意義を理解したコーヒー産業に関係する官民の人材で組織（協会）を結成すべきである。
- b) 組織は単に県内流域のみにとどまらずグローバルな視野で効果的な運用を計り運営経費については所轄官庁の理解を得るべきである。
- c) 組織は以下の活動を行うべきである。
  - ① コーヒー加工工場及び農家に対して指導的立場をとり啓蒙運動を行う。
  - ② 所轄官庁と農家との間にあり連通管の役割を果たす。
  - ③ 水域の連続自動監視体制を確立し年間を通じての水質汚濁状況の解析を把握し、これをコメントする。
  - ④ 水質改善の研究開発を行う。
  - ⑤ 脱果肉（パルプ）の回収及び有効利用の研究開発の積極的推進
  - ⑥ 必要に応じて廃水処理の計画設計その他の技術指導を行う。
  - ⑦ 実践的な技術者の養成を行う。
  - ⑧ 県内外、国外の関係機関と円滑な交流を行う。

### 3. 適確な水質関連法案の確立と実施

地域に合致した廃水排出基準及び水域の望ましい水質基準を早急に制定実施すべきである。

### 4. 特定汚染源の改善

- a) コーヒー廃水の如き特定汚染源はその根源から断つべきである。
- b) 廃水処理設備を持つコーヒー集中加工工場の建設を推進する。
- c) 委託加工を希望しない農家の廃水処理設備設置義務付けを行う。  
クリスタレス川流域を例とすると
  - ① 大農55戸（栽培面積 4,100ha）について廃水処理を行うと汚濁負荷削減が60%行える。
  - ② 大農及び中農 385戸（栽培面積 6,100ha）でこの廃水処理を行うと汚濁負荷削減が90%となる。
  - ③ 従って、大農、中農を対象とした廃水処理設備設置義務付けを早急に行うべきである。
- d) 既設のコーヒー豆集中加工場の廃水処理設備設置義務付けを優先順位第一位で行うべきである。
- e) 水域に近い農家のパルプ野積を全面禁止すべきである。
- f) 湿式コーヒー製造工程中不可欠な発酵豆洗條以外の水使用を他の手段に変更する研究及び改良案の実施を急務とすべきである。
- g) 果実の分級に使用された用水は汚染が少ないので、他に再利用せず系外に排出する等の改善法を検討すべきである。

### 5. 水環境保全計画

- a) 水域の水質保全、並びにコーヒー廃水等の特定汚染源の改善計画を早急に立案し実施すべきである。
- b) 計画は以下の項目について立案する。
  - ① 県全体の水環境保全のビジョンを確立する
  - ② 県内全コーヒー農家の実態把握
  - ③ 特定汚染源に於ける廃水処理設備設置年次計画の立案
  - ④ 水域の監視体制の確立
  - ⑤ 人材確保
  - ⑥ 資金源の確立
  - ⑦ 水質保全の啓蒙運動

## 第 7 章 事業実施計画



## 第 7 章 事業実施計画

### 7.1 事業実施計画

#### 7.1.1 事業実施体制

本プロジェクトの実施機関はキンディオ県開発公社（CRQ）とする。  
施設の詳細設計と工事施工管理はCRQの管理のもとに、コンサルタントを雇用して実施する。建設工事は請負方式とし、入札により建設業者を決定することとし、CRQ内部にプロジェクト事務所を設立して管理を行う。

本プロジェクト実施に関する組織は図 7.1.1のとおりである。

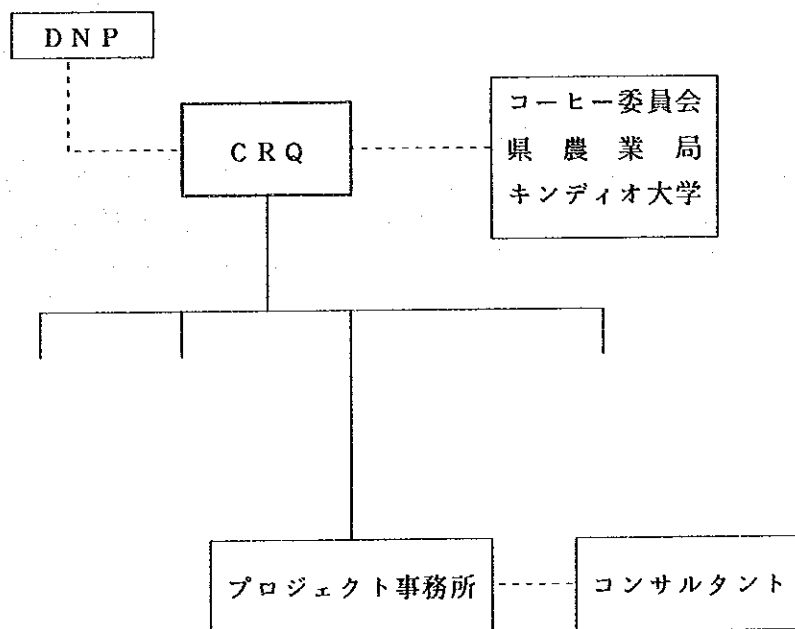


図 7.1.1 プロジェクト実施組織

### 7.1.2 事業実施方法

#### (1) 事業資金

事業費は内貨及び外貨に区分され、内貨分はコロンビア国政府が手当するが、外貨分は外国融資機関による借款を受けることを前提として計画する。

#### (2) 建設業者

建設工事は請負方式とし、建設業者は競争入札により決定する。

#### (3) 工事管理事務所

実施機関は建設期間中、コンサルタントと相互に連携して工事を管理、監督する工事管理事務所をCRQ内部に設置する。

### 7.1.3 事業実施工程

事業の実施工程は、事業便益の早期発生が見込まれるプロジェクト、社会的に早期着工が望ましいプロジェクトを優先して計画する。なお、全体工程は事業費、コロンビア側の予算及び事業主体の施工能力を勘案して設定する。

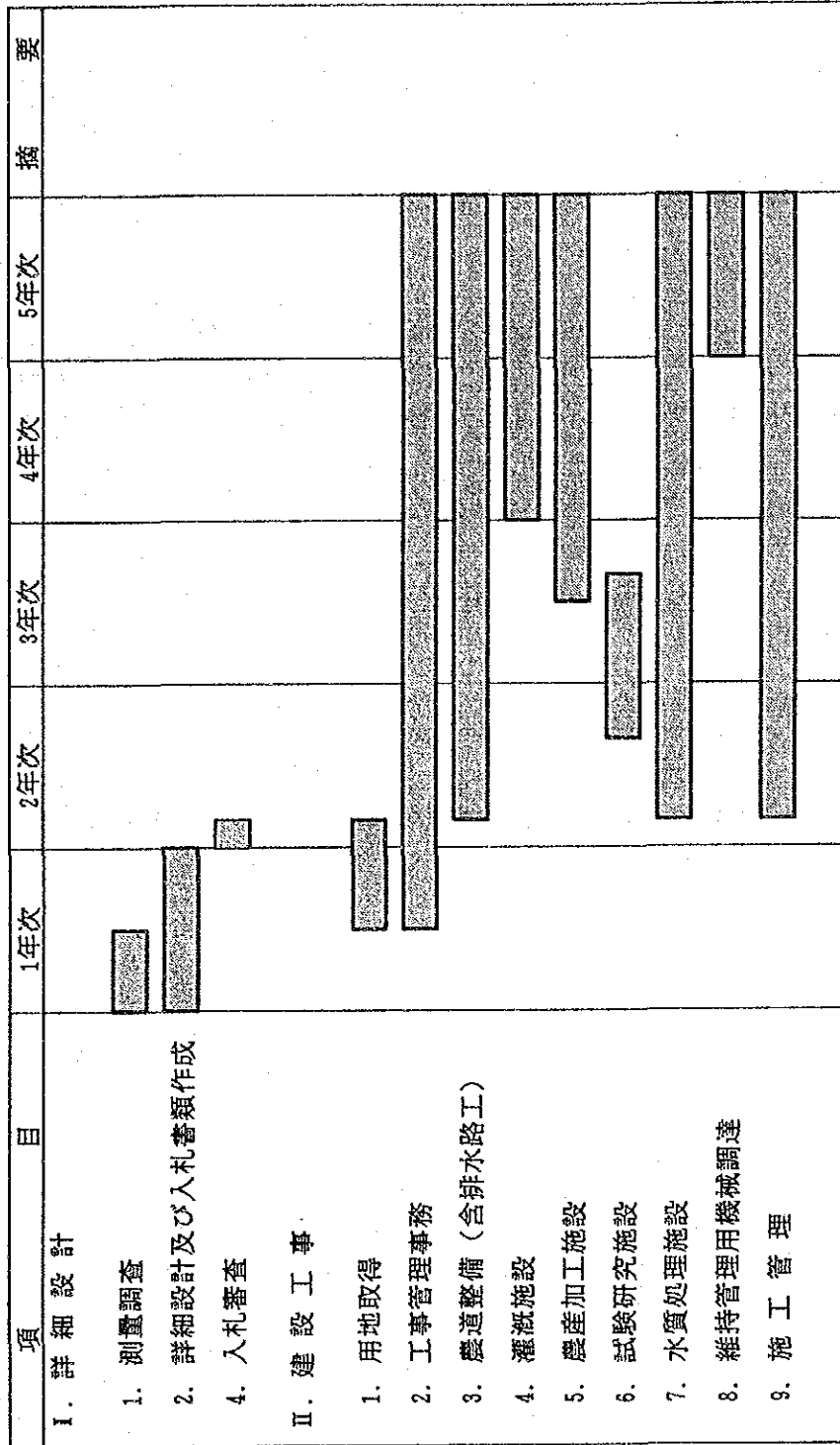


図 7.1.2 事業実施工程



## 7.2 事業費

事業費は、建設工事費、用地取得費、維持管理機械調達費、一般管理費、コンサルティングサービス費及び物的予備費からなる。

### 7.2.1 積算の方法

事業費は下記の算定条件に基づいて積算する。

#### (1) 工事方式

建設工事に必要な施工機械は請負業者が準備することとし、工事費算定に於ける施工機械費用は機械損料として計上する。

#### (2) 基礎価格

労務費、資材費および機械費等の基礎価格は、コロンビア共和国の国内実勢価格を勘案して決定する。

#### (3) 単 価

単価は工種別に構成され、工事が請負方式であることから30%の諸経費を単価に加算する。

#### (4) 外貨為替レート

1990年 9月の月平均為替レート、US\$ 1.00 = Col\$ 527.73 とする。

#### (5) 予 備 費

予備費は物的予備費として、建設工事および用地取得経費に対し15%、その他の維持管理費用機械、一般管理費等に対して、5%を各々計上する。

### 7.2.2 事業費

#### (1) 建設工事費

建設工事種目は農業開発関連工事（農道整備工、かんがい施設工、農産物加工

施設工、試験研究施設工)とコーヒー廃水処理施設関連工事とに分かれる。これらの建設工事費は、前者が3,011百万Col\$ (外貨分1,890百万Col\$、内貨分 1,121百万Col\$)、後者が661百万Col\$ (外貨分409百万Col\$、内貨分252百万Col\$)と見積られた。

Table 7.2.1 建設工事費

(単位：百万Col\$)

工 種	工 事 費	備 考
農業開発関連工事		
農道整備	1,712	
灌漑施設	1,190	
農産加工施設	47	
試験研究施設	62	
小 計	3,011	
コーヒー廃水処理工事	661	
小 計	661	
計	3,672	

(2) 用地取得費

農産加工施設建設のために必要な用地取得費は 5百万Col\$と見積られ、全て内貨負担である。

(3) 維持管理用機械調達費

建設工事完了後の農道、かんがい施設、コーヒー廃水処理施設の施設の維持管理に必要な機械の調達費は、377百万Col\$と見積られ、全て外貨負担である。維持管理用機械は、建設工事最終年に事業実施機関が調達するものとする。

(4) 一般管理費

工事事務所の運営に必要な一般管理費には、事務機器費、一般管理要員の人件費、諸経費等が含まれる。一般管理費は、48百万Col\$と見積られ、全て内貨負担である。

(5) 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、測量を含め詳細設計期間及び建設工事期間を通じて1,950百万Col\$である。

(6) 予備費

工事の物的予備費は総額670百万Col\$と見積られ、そのうち外貨分は68%である456百万Col\$、内貨分は32%の214百万Col\$である。

(7) 事業費

以上をとりまとめて示すと表 7.2.2のとおりであり、総額は 6,722百万Col\$と見積られ、そのうち外貨分は74%の4,967百万Col\$、内貨分は26%の1,755百万Col\$である。

7.2.3 事業資金計画

事業費の支出は初年度から 5年度までの 5年計画とする。各年の投資支出額は表7.2.3のとおりである。

また、事業費に加え DNP発表の価格上昇及び外貨交換レートの変化を考慮した事業費の合計はCol\$16,110,530,000 (US\$16,203,000)となり、その年次別支出計画は表 7.2.4のとおりとなる。なお、事業費の内の外貨分は国際金融機関からの融資により、内貨分はコロンビア政府の公共事業費の予算で手当されるものとする。

国際金融機関から融資を受ける外貨の返済計画を年利 5%、借入期間25年（据置期間 7年、年 2回返済）、元本均等割りの条件で計算すると表 7.2.5のとおりとなる。年最大返済額は 8年目のUS\$ 970,000である。

表 7.2.2 事業費

単位 : Col. \$1,000

項 目	事 業 費			備 考
	外 貨	内 貨	合 計	
1. 農業開発関連事業費				
農道整備(含排水路)	1,074,010	637,710	1,711,720	
灌漑施設	738,360	452,160	1,190,520	
農産加工施設	31,440	15,630	47,070	
試験研究施設	46,500	15,500	62,000	
小 計	1,890,310 (3,581)	1,121,000 (2,125)	3,011,310 (5,706)	
2. コーヒー廃水処理関連 事業費	408,880	252,130	661,010	
小 計	408,880 (775)	252,130 (478)	661,010 (1,253)	
3. 用地取得費	0	5,000	5,000	
小 計	0	5,000 (9)	5,000 (9)	
4. 共通事業費				
1) 維持管理機械調達費	377,180	0	377,180	
2) 一般管理費	0	47,600	47,600	
3) コンサルティングサービス費	1,835,420	114,390	1,949,810	
小 計	2,212,600 (4,193)	161,990 (307)	2,374,590 (4,500)	
5. 物的予備費	455,490 (863)	214,310 (406)	669,800 (1,269)	
総 計	4,967,280 (9,412)	1,754,430 (3,325)	6,721,710 (12,737)	

注 : ① ( ) 内はUS\$1,000

② 1990年9月の単価による。対ドル換算レート US\$ 1.0 = Col\$527.73

③ 物的予備費は工事費及び用地取得費に対しては15%、その他に対しては5%

表 7.2.3 事業費支出計画

Description	Year					Total
	1th	2th	3th	4th	5th	
Detailed Design	F/C	539,120	102,780			641,900
	L/C	33,600	6,400			40,000
	Total	572,720	109,180			681,900
Land Acquisition	F/C					0
	L/C		5,000			5,000
	Total		5,000			5,000
Administration Cost	F/C					0
	L/C	7,629	9,520	10,155	10,155	47,600
	Total	7,629	9,520	10,155	10,155	47,600
Farm Road (Incl. Drainage Canal)	F/C		234,800	285,400	285,410	1,074,010
	L/C		127,540	170,060	170,060	637,710
	Total		362,340	455,460	455,460	1,711,720
Irrigation Facilities	F/C			443,000	295,360	738,360
	L/C			271,200	180,960	452,160
	Total			714,200	476,320	1,190,520
Agro-Industry	F/C			18,020		31,440
	L/C			9,270	5,360	15,630
	Total			27,290	19,780	47,070
Research Center	F/C			46,500		46,500
	L/C			15,500		15,500
	Total			62,000		62,000
Coffee Waste Water Treatment Plant	F/C		81,780	109,040	109,030	408,880
	L/C		56,420	67,240	67,230	252,130
	Total		138,200	176,280	176,260	661,010
O/M Equipment	F/C				377,180	377,180
	L/C					0
	Total				377,180	377,180
Supervision	F/C		238,710	318,270	318,270	1,193,520
	L/C		14,880	19,840	19,830	74,390
	Total		253,590	338,110	338,100	1,267,910
Sub-Total	F/C	539,120	638,070	778,230	1,170,120	4,511,790
	L/C	41,220	213,760	292,065	544,855	1,540,120
	Total	580,340	851,830	1,070,295	1,714,975	6,051,910
Physical contingency	F/C	53,420	64,920	78,570	118,630	455,490
	L/C	5,740	29,750	40,640	75,820	214,310
	Total	59,160	94,670	119,210	194,450	669,800
Total	F/C	592,540	702,990	856,800	1,288,750	4,967,280
	L/C	46,960	243,510	332,705	620,675	1,754,430
	Total	639,500	946,500	1,189,505	1,909,425	6,721,710

Col. \$1,000

表 7.2.4 価格予備費を含む事業費支出計画

(Unit: Col\$1,000)

Item	Year					Total	
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th		
Total Cost	F/C	592,540 [1,123]	702,990 [1,332]	856,800 [1,624]	1,288,750 [2,442]	1,526,200 [2,892]	4,967,280 [9,413]
	L/C	46,960 [89]	243,510 [461]	332,705 [630]	620,675 [1,176]	510,580 [968]	1,754,430 [3,324]
	Total	639,500 [1,212]	946,500 [1,794]	1,189,505 [2,254]	1,909,425 [3,618]	2,036,780 [3,860]	6,721,710 [12,737]
Price Escaration ratio (%)*	F/C	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
	Accumrated ratio	1.04	1.12	1.17	1.22	1.27	
	L/C	24.34	24.34	24.34	24.34	24.34	
Exchange Rate Value(Col\$/US\$)	Accumrated ratio	1.24	1.92	2.38	2.96	3.69	
	Exchange Rate Ratio	527.73	766.70	912.40	1,038.00	1,177.60	
	Exchange Rate Ratio	1.00	1.45	1.73	1.97	2.23	
Grand total	F/C	781,887 [1,214]	1,148,849 [1,498]	1,732,951 [1,899]	3,084,047 [2,971]	4,309,207 [3,659]	11,056,941 [11,243]
	L/C	72,404 [112]	466,832 [609]	793,074 [869]	1,339,625 [1,772]	1,881,654 [1,598]	5,053,589 [4,961]
	Total	854,291 [1,327]	1,615,680 [2,106]	2,526,025 [2,769]	4,423,672 [4,743]	6,190,861 [5,257]	16,110,530 [16,203]

Note : [US\$1,000], \*Based on the data of DNP

表 7.2.5 外貨償還計画

Unit: US\$ x 1000

Year	Foreign Loan	Outstanding Amount	Interest Payment	Capital Repayment	Total Payment
1	1,214	1,214	36		36
2	1,498	2,712	81		81
3	1,899	4,611	138		138
4	2,971	7,582	227		227
5	3,659	11,241	337		337
6		11,241	337		337
7		11,241	337		337
8		11,241	337	633	970
9		10,608	318	624	942
10		9,984	300	624	924
11		9,360	281	624	905
12		8,736	262	624	886
13		8,112	243	624	867
14		7,484	225	624	849
15		6,864	206	624	830
16		6,240	187	624	811
17		5,616	168	624	792
18		4,992	150	624	774
19		4,368	131	624	755
20		3,744	112	624	736
21		3,120	94	624	718
22		2,496	75	624	699
23		1,872	56	624	680
24		1,248	37	624	661
25		624	19	624	643
Total	11,241	156,551	4,697	11,241	15,938

### 7.3 維持管理計画

施設の維持管理はCRQを主体とするが、各施設の維持管理は下記のように計画する。

幹線農道：現在の道路管理者に委託する

支線農道：地域農民で組織される組合で管理する

農産加工施設：地域農民で組織される組合で管理する

灌漑施設：CRQが管理する

廃水処理施設：各農家単位に設置するので、管理は各農家がCRQの指導の下に行う。

#### 7.3.1 維持管理体制

完成した施設の維持管理は、CRQ及び地区毎に組織される農民組織が行う計画とする。維持管理用機械はCRQが保管、維持管理を行う。コーヒー廃水施設の維持管理は各農民が未経験であり、CRQがモデルプラントにおいて蓄積した知識を十分に利用して指導する必要がある。また、必要に応じて研究機関、コーヒー委員会の助言も得られるようにする。

これらの維持管理体制は下記のように計画する。

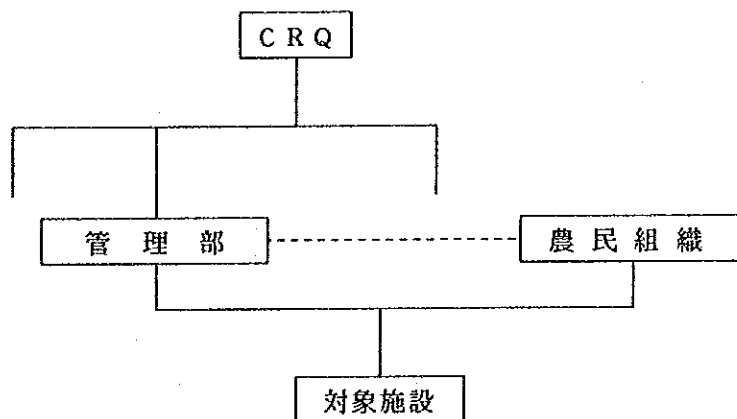


図 7.3.1 維持管理組織



### 7.3.2 維持管理用機械

工事完成後の施設の維持管理に必要な機械を次のように選定した。

表 7.3.1 主要維持管理用機械

機 種	仕 様	台 数	使用目的
グ レ ー ダ ー	ﾌﾞﾚｲﾄ幅 2.2m	1	道路補修
ﾊｯｸ ﾎｳ	0.6 m <sup>3</sup>	1	〃
ﾀﾝﾌﾟﾄﾗｯｸ	10 ton	1	〃
ﾄﾚｲﾗｰ	20 ton	1	重機運搬用
四 輪 駆 動 車	2,300 cc	2	連絡、運搬

### 7.3.3 維持管理費

維持管理に必要な費用は、年間88百万Col.\$である。機械及び車両は各々の耐用年数到達時には更新するものとする。年間の維持管理費は受益農家の負担とする計画である。

## 第 8 章 事業評価



## 第 8 章 事業評価

### 8.1 評価方針

キンディオ川流域農業総合開発計画は農業開発計画とコーヒー廃水処理計画からなっている。このうち前者の事業実施の妥当性は、事業の便益と費用を分析し経済評価を行うことにより判断する。一方、後者に関してはその事業実施により発生する便益（河川の水質浄化）は計量化が困難であるため、費用・便益分析は行わず、効果ならびに社会性を判断の基準とする。

本農業開発計画の経済分析は、事業を実施した場合（With Project）と実施しない場合（Without Project）との便益と費用の差を計算し、内部収益率（IRR）、純現在価値（NPV）、便益・費用比率（B/C）を用いて行う。さらに、事業の実施段階においては、計画段階より状況が変化するという仮定にたち、この状況の変化に伴って IRR を始めとする数値がどのように変動するかを予測するため感度分析を実施する。この他に、プロジェクトの実施による近隣地域への波及効果、雇用創出効果等の社会的影響および環境に及ぼすインパクトについても言及する。

経済分析は HIMAT, DNP などの機関で採用されているコロンビア国の標準手続きに準拠して行った。特に、シャドウ・プライスの計算に当たっては DNP が IDB と共同作業の結果作成した "Estimacion de precios de cuenta para Colombia, Feb. 1990" を参考にした。またこの分析に用いた前提条件は次の通りである。

- (1) 評価の期間は工事開始から50年とする。この期間内に耐用年数切れとなる施設、機器は取り替えるものとし、その費用を計上した。
- (2) コロンビアペソ（Col\$）と US\$ との換算率は 1990 年 9 月の平均値である US\$ 1 = COL\$ 527.73 を採用した。また、外貨のシャドウ・プライスは公定レート  $\times 1.18$  とした。
- (3) 農産物の価格は 1990 年後半のキンディオ県における農家庭先価格を基礎として計算したが下記の貿易産物についてはパリティ価格を採用した。

輸出作物 : コーヒー、パッションフルーツ、肉牛

輸入作物 : 大豆、ソルガム

(4) 施設の工事費は1990年9月の市場価格に基づいて積算した。一方、農産物の生産費はコーヒー連盟の "BASE TECNOLOGICAS COSTOS E INGRESOS DE ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DE DIVERSIFICACION 1990, Caja Agraria" を基に、調査団による農民へのインタビュー調査を参考に計算した。

これらの費用の内、非熟練労働者の労務費については、市場価格をコロンビアで一般に採用されている変換係数 0.7 を乗じて計算した。また、作物および畜産の生産費の内、農薬・肥料については40%、農業機械については80%が外貨部分で占められていると仮定しシャドウ・プライスを適用した。

## 8.2 経済評価

### 8.2.1 事業便益

事業の実施により新規に導入される野菜・果物の栽培促進のための研究センターが新設され、またかんがい施設も導入される。特に後者は供給の不足する乾期の野菜の栽培を可能にし、農家庭先価格の上昇に寄与する農産物の生産性が向上し生産高の上昇が見込まれる。農産物生産の純益の総額はCol\$ 117,105 millionに達し、事業を実施しない場合 (Col\$ 61,823 million)に比較すると1.89倍となる。一方、農道の新設・改良は農産物の流通を促進し、農産物の運搬コストの低減に貢献する。この道路開発による便益はCol\$2,387millionと見積られる。従って、本農業開発計画の実施による増加便益の合計はCol\$57,669millionとなる。

### 8.2.2 事業費用

事業費用の内、経済評価に用いられるのは農業開発関連事業費と施設の維持管理費、一般管理費、コンサルティング・サービス費、および物的予備費であり、これらの市場価格を変換係数を用いて経済価格に変換するとCol\$11,450 millionと見積られる。

### 8.2.3 事業の収益性

#### (1) 地区全体の収益性

以上の便益と費用に基づき、本地区全体の IRR, NPV, B/C を計算すると次のとおりとなる。

IRR : 14.5 %  
 NPV : Col\$ 1,121,074  
 B/C : 1.24

IRR はコロンビア国内の資本の機会費用の値である 12 % を越えており、また NPV、B/Cの値も事業の健全性を示しており、当該事業の実施は経済的に妥当であると言える。

## (2) 地区毎の収益性

各地区毎の収益性を計算した結果は下記のとおりとなる。

表 8.2.1 各地区毎の収益性

グループ	地 区 名	IRR(%)
1	シルカシア	28.4
2	キンディオ川右岸	10.7
	キンディオ川左岸(2)	20.4
3	キンディオ川左岸(1)	10.5
4	サレント	23.3
	ピハオ	21.2
	ヘノバ	17.9

この結果、現時点で農業開発が余り進んでいないグループ1及び4に属する地区は本事業実施による経済効果が非常に大きいことが判る。一方、現在でも比較的農業開発が進んでいるグループ2、3に属する地区ではキンディオ川左岸(2)地区以外事業実施による経済効果の伸びは平均を下回ることになる。これらのことから、本事業実施に当たっては、大きな経済効果が期待されるグループ1、4に属する地区から実施することが望ましいと言える。

### 8.2.4 感度分析

施設工事費、便益発生時期、農産物価格の変動が生じた場合の経済性の変化を調べるため下記の各ケースについて IRRを求め感度分析を行った。結果は以下に示すとおりである。

表 8.2.2 感度分析結果

計算ケース	IRR (%)
1) オリジナル	14.5
2) 施設工事費 15% 増加	13.0
3) 施設工事費 15% 削減	16.4
4) 農産物価格/収量 15% 上昇	17.4
5) 農産物価格/収量 15% 下落	11.8
6) 便益発生 2 年遅延	11.9
7) 便益発生 3 年遅延	10.9

感度分析を行った結果、事業の収益性は費用よりも便益の増減に対して敏感に反応することが判る。また、便益の発生の遅れは著しく事業の収益性を損なう。従って、本事業で目標とする農産物の収量を達成するために、農民自身の努力とともに農業試験・普及センターが十分成果を上げることが肝要である。

### 8.3 コーヒー廃水処理事業評価

コーヒー廃水処理事業は下記の調査結果を考慮し、是非早期に実施すべきと判断される。

- ① 本コーヒー廃水処理プラントの設置により、各農家からのコーヒー廃水の水質は95%以上処理改善され、農業用水、魚養殖用水として河川水が使用できるだけでなく、簡易処理を行うことにより上水としても使用できる。
- ② 廃水処理プラントの設置費はパイロット地区（農家52戸、総コーヒー栽培面積918ha）を対象とした場合661百万Col\$である。従って、コーヒー 5haを栽培する農家で3,600千Col\$のプラント設置費がかかることになる。
- ③ 農家のコーヒー廃水処理施設設置による経費の負担は施設の耐用年数を25年と見た場合、運転維持管理費(1%)を含んで5ha農家で145,440Col\$、20ha農家で581,760Col\$である。

- ④ これはコーヒーの生産額のおよそ2~3%に相当し、ここの農家でも十分負担可能と思われる。コーヒー委員会による補助金があれば負担は更に軽減される。
- ⑤ 廃水浄化は時代の要請であり、生活排水、産業廃水の浄化と併せ早急に取り組まないと取り返しがつかなくなることが過去の事例が示している。
- ⑥ コーヒー廃水処理を他の廃水浄化に先駆けて行うことは、水質改善運動の先兵として十分その意義が認められる。
- ⑦ 今回パイロット地区として選定したチスペロ川流域52戸の農家にコーヒー廃水処理プラントを設置することは、その効果を広く示せる点で最適である。
- ⑧ 当初から全農家について実施できない場合でも、栽培面積の大きい農家から実施することで十分効果が発生すると考えられる。即ち、10ha以上の農家25戸に建設すれば汚濁は約85%減となる。
- ⑨ このことはクリスタレス川流域全体についても言えることであり、大規模農家について実施すれば汚濁は約60%減、更に中規模農家を入れると約90%減となる。クリスタレス川流域全体を対象としたコーヒー廃水処理プラントの設置が望まれる。

#### 8.4 農家経済

本事業実施による農家経済の変動を各グループ毎に推算した。試算は各グループ毎に大農（30 ha）、中農（15 ha）、小農（5 ha）のモデル農家を設定して行った。試算の結果は表8.4.1に示すとおりである。



表 8.4.1 各地区モデル農家の農家経済

(単位 : Col\$ 1,000)

グループ	地区名	農家規模	区分	総生産額	総生産費	収益	伸び率
1	ソルカソ	大農 (30ha)	現況	6,027	3,910	2,117	6.1倍
			計画	25,256	12,358	12,898	
		中農 (15ha)	現況	3,174	2,083	1,091	7.1
			計画	14,897	7,112	7,785	
小農 (5ha)	現況	1,284	752	532	6.8		
	計画	6,225	2,629	3,596			
2	キソデ川 右岸	大農 (30ha)	現況	18,077	8,662	9,415	1.1
			計画	18,635	8,710	9,925	
	キソデ川 左岸(2)	中農 (15ha)	現況	9,026	4,325	4,701	1.1
			計画	9,458	4,350	5,108	
小農 (5ha)	現況	2,028	1,200	828	1.3		
	計画	1,994	892	1,102			
3	キソデ川 左岸(1)	大農 (30ha)	現況	10,389	5,874	4,515	1.9
計画	17,137	8,681	8,456				
4	サソト ヒノ木 ノノ	大農 (30ha)	現況	12,305	8,453	3,892	2.5
			計画	21,016	11,552	9,464	
		中農 (15ha)	現況	3,065	2,191	874	6.3
			計画	10,616	5,126	5,490	
小農 (5ha)	現況	1,025	732	293	6.3		
	計画	3,514	1,709	1,832			

上表から明らかなように、本事業実施によって全ての地区の農家で所得の改善が期待される。地域的に見ると、現況ではコーヒー生産又は大規模機械化営農を主体に農業開発が進んでいるグループ2、3地域と開発の遅れている他の地域とでは大きな所得の格差があるが、事業実施後には、この地域的格差が殆ど無くなるか、むしろよくなるものと期待される。

また、農家規模別に見ると、農地の効率的利用が進むため、中、小農家の所得の改善の伸びは大農のそれを大きく上回るものと予想できる。

## 8.5 社会評価

本事業の実施によって、農業生産の向上、運搬経費の低減、建設工事及び農業生産のための雇用機会の増大、地域社会への波及効果など次のような二次効果及び間接効果の発現が期待される。

- 建設工事にともなう雇用機会の増大
- 農産物及び投入農業資機材の増加による加工・流通業務の増大
- 粗放農業から集約農業への転換にともなう雇用機会の増大
- 農家経済の安定による生活水準の向上及び農業資機材の流通量の増大が地域周辺の経済の活性化に寄与する
- 本地域の開発手法がコロンビア国の類似地域の農業開発にたいしてインパクトを与え、ひいてはコロンビア国農業の進展に寄与する
- 開発したコーヒー廃水処理方法は、コロンビア国のコーヒー廃水処理のモデルとなり、コーヒー生産地域の環境改善に大きく寄与できる

## 8.6 環境評価

### 8.6.1 現状での問題点

現況での本地域における環境に対する主要な問題点は下記のとおりである。

- 放牧地及び耕地の管理不良による土壌侵食、土壌流亡の増大
- 森林面積減少による保水効果の低減、雨水流出緩和効果の低減、洪水の増大
- 未処理コーヒー廃水の河川への放流による河川水質の悪化

### 8.6.2 事業実施による環境への影響

本事業の実施によって農業生産が高まり、地域の活性化が促進される反面、工事実施により周辺環境へ影響が及ぶことが考えられる。しかし、本事業では大規模な土木工事は多くなく、農道の建設が計画されている程度であり、その農道も可能な限り現況道路を改修して使用することになっているため、大規模に林地、農地を破壊することはない。

### 8.6.3 環境保全対策

前述の現況での問題点及び事業実施による環境への影響に対し、本事業では下記の対策を講じている。

- 傾斜地における営農は、土壌侵食を起こさない耕作法を導入している
- 現況の森林は開発対象から除外する。従って、森林破壊による自然環境の悪化は防止できる
- 土木工事は農道整備が主体であり、しかも改修が多いため水質、大気、土壌等に重大な汚染等の悪影響を与えない
- 本農業開発計画により、草地、耕地共に土壌侵食が防止され、さらに、地域全体の保水力、水源涵養力も改善される
- コーヒー廃水処理計画を計画しており、河川水質の浄化が行われる

### 8.6.4 環境改善効果

本事業実施によって期待できる環境改善効果は下記のとおりである。

- 新しい耕作法による耕地、牧草地の土壌侵食の低減ならびに土壌水分保持力の増加
- 侵食防止帯の導入による森林伐採の減少と風食の減少
- これらの効果による地下水涵養力の増加及び洪水の減少
- コーヒー廃水処理による河川水質の改善

### 8.7 総合評価

本事業の実施により、農業生産の増加、雇用機会の創出、所得の向上などから、対象地域における先進地と後進地との格差が少なくなると共に、中小農家の所得も向上し、対象地域並びに周辺地域の住民の生活水準の向上が期待される。更に、傾斜地を主体とした本農業開発はコロンビア国の類似地区に対してモデル的な意味を持ち、同国の農業の発展に対して寄与するところは大きい。

コーヒー廃水処理事業は対象地域の河川の水質を改善する。と同時に、本地域で採用した処理方法は、コロンビア国のコーヒー廃水処理の新しいモデルとなり、廃水処理に悩むコロンビア国の他のコーヒー生産地に対しても大きく寄与するものと期待できる。

以上により、本事業の実施は算定可能な便益から算定した経済評価からは妥当であると判断される。また、計量不可能な便益から評価した社会経済効果、環境改善効果も十分に期待できるものと判断される。

表 8.2.3 内部收益率 (EIRR)

UNIT: COLS X 1000

YEAR	Construction Cost	O/M Cost	Project Cost	Incremental Benefits	Project Return
1	571,765		571,765	-973,540	-1,545,305
2	840,496		840,496	-251,440	-1,091,936
3	1,035,000		1,035,000	518,672	-516,328
4	1,831,959		1,831,959	1,261,379	-570,580
5	2,002,581	50,160	2,052,741	661,279	-1,391,462
6		88,580	88,580	692,738	604,158
7		88,580	88,580	870,656	782,076
8		88,580	88,580	1,702,267	1,613,687
9		88,580	88,580	962,923	874,343
10		88,580	88,580	826,722	738,142
11		88,580	88,580	642,848	554,268
12		88,580	88,580	1,626,864	1,538,284
13		88,580	88,580	1,065,579	976,999
14		88,580	88,580	1,034,464	945,884
15		88,580	88,580	1,299,503	1,210,923
16		88,580	88,580	1,997,779	1,909,199
17		88,580	88,580	1,290,748	1,202,168
18		88,580	88,580	1,166,811	1,078,231
19		88,580	88,580	1,265,662	1,177,082
20		465,760	465,760	1,996,038	1,530,278
21		88,580	88,580	853,564	764,984
22		88,580	88,580	899,536	810,956
23		88,580	88,580	1,042,341	953,761
24		88,580	88,580	1,791,486	1,702,906
25		88,580	88,580	1,105,946	1,017,366
26		88,580	88,580	1,022,342	933,762
27		88,580	88,580	1,168,900	1,080,320
28		88,580	88,580	1,827,010	1,738,430
29		88,580	88,580	1,161,097	1,072,517
30		88,580	88,580	1,039,679	951,099
31		88,580	88,580	771,851	683,271
32		88,580	88,580	1,702,693	1,614,113
33		88,580	88,580	1,067,234	978,654
34		88,580	88,580	988,464	899,884
35		465,760	465,760	1,204,156	738,396
36		88,580	88,580	1,998,646	1,910,066
37		88,580	88,580	1,257,232	1,168,652
38		88,580	88,580	1,172,389	1,083,809
39		88,580	88,580	1,334,676	1,246,096
40		88,580	88,580	1,999,890	1,911,310
41		88,580	88,580	873,985	785,405
42		88,580	88,580	915,432	826,852
43		88,580	88,580	1,092,212	1,003,632
44		88,580	88,580	1,855,826	1,767,246
45		88,580	88,580	1,215,456	1,126,876
46		88,580	88,580	1,130,162	1,041,582
47		88,580	88,580	1,258,919	1,170,339
48		88,580	88,580	1,955,034	1,866,454
49		88,580	88,580	1,209,601	1,121,021
50		465,760	465,760	1,095,039	629,279
Total	6,281,801	5,167,800	11,449,601	57,668,751	46,219,150

IRR = 0.1453123346

表 2.4 NPV 及び B/C

単位 : Col\$ 1,000

Year	Project Cost	Incremental Benefit	NPV with discount rate of 12%	
			Cost	Benefit
1	571,765	-973,540	510,504	-869,232
2	840,496	-251,440	670,038	-200,447
3	1,035,000	518,672	736,693	369,180
4	1,831,959	1,261,379	1,164,243	801,629
5	2,052,741	661,279	1,164,780	375,228
6	88,580	692,738	44,877	350,963
7	88,580	870,656	40,069	393,841
8	88,580	1,702,267	35,776	687,517
9	88,580	962,923	31,943	347,240
10	88,580	826,722	28,520	266,182
11	88,580	642,848	25,465	184,803
12	88,580	1,626,864	22,736	417,576
13	88,580	1,065,579	20,300	244,203
14	88,580	1,034,464	18,125	211,672
15	88,580	1,299,503	16,183	237,414
16	88,580	1,997,779	14,449	325,881
17	88,580	1,290,748	12,901	187,990
18	88,580	1,166,811	11,519	151,732
19	88,580	1,265,662	10,285	146,952
20	465,760	1,996,038	48,284	206,923
21	88,580	853,564	8,199	79,006
22	88,580	899,536	7,320	74,340
23	88,580	1,042,341	6,536	76,912
24	88,580	1,791,486	5,836	118,027
25	88,580	1,105,946	5,211	65,055
26	88,580	1,022,342	4,652	53,694
27	88,580	1,168,900	4,154	54,814
28	88,580	1,827,010	3,709	76,496
29	88,580	1,161,097	3,311	43,406
30	88,580	1,039,679	2,957	34,702
31	88,580	771,851	2,640	23,002
32	88,580	1,702,693	2,357	45,306
33	88,580	1,067,234	2,104	25,355
34	88,580	988,464	1,879	20,968
35	465,760	1,204,156	8,821	22,806
36	88,580	1,998,646	1,498	33,798
37	88,580	1,257,232	1,337	18,982
38	88,580	1,172,389	1,194	15,805
39	88,580	1,334,676	1,066	16,065
40	88,580	1,999,890	952	21,492
41	88,580	873,985	850	8,386
42	88,580	915,432	759	7,843
43	88,580	1,092,212	678	8,355
44	88,580	1,855,826	605	12,675
45	88,580	1,215,456	540	7,412
46	88,580	1,130,162	482	6,153
47	88,580	1,258,919	431	6,120
48	88,580	1,955,034	384	8,486
49	88,580	1,209,601	343	4,688
50	465,760	1,095,039	1,612	3,789
Total	11,449,601	57,668,751	4,710,110	5,831,184

NPV = 1,121,074  
B/C = 1.24

## 第 9 章 勸 告

## 第 9 章 勧 告

1. 第 8 章に述べたごとく、本農業総合開発計画事業の実施は技術的にも経済的にも妥当であると判断される。7 地区一括の実施が望ましいが、外貨分の借入れが難しい時は、特に妥当性の高い地区より部分的に実施していくのもキンディオ県の活性化にとって望ましいので是非実施すべきである。
2. 本計画により導入が計画されている野菜、果樹についてはまだ栽培の基礎研究が十分ではない。事業を成功させるためには、これらの研究開発、並びに農民への普及指導の充実が特に重要である。
3. 本計画においては、河川の汚染に対し特に影響の大きいコーヒー廃水処理対策を計画したが、河川水トータルとしての汚染対策としては、一般下水、工場廃水に対する対策も同時平行的に実施することが重要である。住民、工場主への啓蒙とともに下水処理、工場廃水処理の実施が強く望まれる。
4. 今後、コーヒー廃水処理プラントの建設を各農家に義務づけていく場合には、プラントの標準化により工事の効率化を図る必要がある。
5. コーヒー豆処理に当たっては廃水処理とともに果肉の処理も重要な問題であり、果肉の再利用を含む処理方法の研究開発が望まれる。

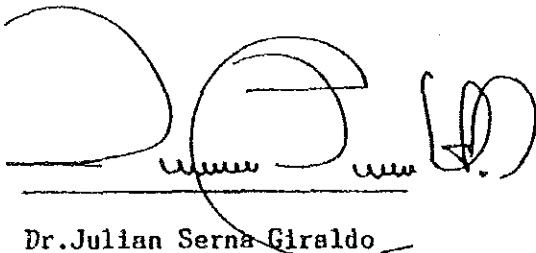


## 添付資料

1. Scope of Work
2. Minutes of Meeting on Scope of work(1)
3. Minutes of Meeting on Scope of work(2)
4. 関係者名簿

SCOPE OF WORK  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY  
ON  
THE QUINDIO BASIN.  
INTEGRATED AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT  
IN  
THE REPUBLIC OF COLOMBIA  
AGREED UPON BETWEEN  
REGIONAL AUTONOMOUS CORPORATION OF QUINDIO  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Bogotá, September 27, 1989



Dr. Julian Serna Giraldo  
General Director  
Regional Autonomous  
Corporation of Quindio  
(CRQ)



Dr. Hiroshi Nakamichi  
Leader,  
Preliminary Survey Team  
Japan International  
Cooperation Agency (JICA)



Dra. Martha de Arrieta  
Head,  
International Technical  
Cooperation Division,  
National Planning  
Department (DNP)

## I. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Colombia (hereinafter referred to as "the Government of Colombia"), the Government of Japan decided to conduct the Feasibility Study on the Quindío Basin Integrated Agricultural Development Project (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Colombia, signed on 22 December, 1976 (hereinafter referred to as "the Agreement")

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 of the Republic of Colombia.

Regional Autonomous Corporation of Quindío (hereinafter referred to as "CRQ") shall act as the counterpart agency to the Japanese Study Team and also as the coordinating body in relation to other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth conduct of the Study.

## II. OBJETIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to formulate a feasibility study on the integrated agricultural development plan in the Quindío Basin taking into consideration the result of the Master Plan Study on the Quindío Basin Integrated Agricultural Development Project (hereinafter referred to as "the Master Plan Study")

### III. STUDY AREA

The Study covers principally the Quindio basin with emphasis on the agricultural development areas of about 7,000 ha and further area concerned to the items mentioned in IV SCOPE OF THE STUDY.

### IV. SCOPE OF THE STUDY

The contents of the Study are as follows:

1) To collect and review the existing data and information relevant to the Study on the following items:

- (a) Metereology and hydrology,
- (b) Topography,
- (c) Geology and hydrogeology,
- (d) Soil,
- (e) Irrigation and drainage,
- (f) Water quality,
- (g) Agriculture and livestock,
- (h) Agroindustries and marketing,
- (i) Supporting services (cooperatives, associations, farmers' group and other institutional supports),
- (j) Existing development plans relevant to the agricultural sector including the Master Plan Study,
- (k) Socio - economic conditions including politics concerned,
- (l) Natural resources and environmental condition,
- (m) Others

2) To carry out field survey and investigation on the following items:

- (a) Metereology and hydrology,
- (b) Topography,
- (c) Geology and Hydrogeology,
- (d) Soil and land suitability,
- (e) Land use and land holding,
- (f) Irrigation and drainage ,
- (g) Water quality,
- (h) Coffee waste water treatment system,
- (i) Present farming system and cultivation,
- (j) Farmers' intention and requirements,
- (k) Agroindustries and marketing,
- (l) Supporting services,
- (m) Construction materials and cost,
- (n) Others

3) To establish basic concepts for the project as follows:

- (a) Delineation of the project area,
- (b) Criterias for the project formulation,
- (c) Outline of the project to be proposed,
- (d) Strategy for the project implementation,

4) To formulate the Feasibility Study on the Quindío Basin Integrated Agricultural Development Project as follows:

- (a) Land use plan,
- (b) Farming system and cropping patterns including crop diversification and livestock improvement,
- (c) Irrigation, drainage and farm road development,
- (d) Land conservation plan,
- (e) Agroindustries and marketing system,
- (f) Supporting services including cooperatives, associations, farmers group and other institutional supports,

- (g) Recommendations for small and medium size farmers,
- (h) Layout and preliminary design of major agricultural facilities,
- (i) Pilot plan for coffee waste water treatment,
- (j) Cost and benefit estimation,
- (k) Project implementation schedule and organizations,
- (l) Socio-economic evaluation
- (m) Environmental evaluation

V. STUDY SCHEDULE

The Study will be carried out in accordance with the attached Tentative Schedule.

VI. REPORTS

JICA shall prepare and submit following reports in English to the Government of Colombia.

- 1) Inception Report  
Twenty (20) copies at the commencement of the Study
- 2) Progress Report (I)  
Twenty (20) copies at the end of the phase I field survey
- 3) Interim Report  
Twenty (20) copies at the commencement of the phase II
- 4) Progress Report (II)  
Twenty (20) copies at the end of the phase II field survey
- 5) Draft Final Report  
Forty (40) copies at the end of the phase II  
The Government of Colombia will provide JICA with its comments on the Draft Final Report through JICA Colombia office within one (1) month after receipt of this report

6) Final Report

Forty (40) copies within two (2) months after receipt of the comments from the Government of Colombia on the Draft Final Report

VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF COLOMBIA

1) To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Colombia shall accord to the Japanese Study Team and its members such privileges and immunities as provided for in articles V.2 (b), VI.(excluding 2 (c)), VII. and IX. of the Agreement.

2) CRQ shall take necessary measures in cooperation with other relevant organizations.

(1) To secure the safety of the Japanese Study Team,

(2) To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study,

(3) To secure permission for the Japanese Study Team to take all data and documents (including maps and aerophotographs) related to the Study out of Colombia to Japan.

3) CRQ shall, at its own expense, provide the Japanese Study Team with the following in cooperation with other relevant organizations.

(1) Available data and information related to the Study,

(2) Additional survey related to the Study, if necessary,

(3) Counterpart personnel,

(4) Suitable office space with necessary equipment,

(5) Appropriate number of vehicles with drivers in the study area,

(6) Credencial of identification cards.

### VIII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

- 1) To dispatch, at its own expense, the Study Team to the Republic of Colombia.
- 2) To pursue technology transfer to Colombian counterparts in the course of the Study.

### IX. CONSULTATION

JICA and CRQ shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.







### X. TRANSLATION

The Scope of Work is made both in English and Spanish. In case of any discrepancy of translation arises between two languages, the English version shall prevail.



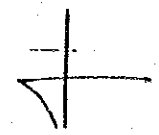
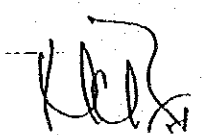


T E N T A T I V E S C H E D U L E

Month in Order	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Phase	← phase I → * ← phase II →													
Field Work in Colombia														
Home Office Work in Japan														
Reports	Δ Ic/R		Δ P/R	Δ P/R(I)	Δ It/R	Δ It/R	Δ P/R(II)	Δ P/R	Δ DF/R	Δ DF/R	Δ DF/R	Δ DF/R	Δ DF/R	Δ P/R

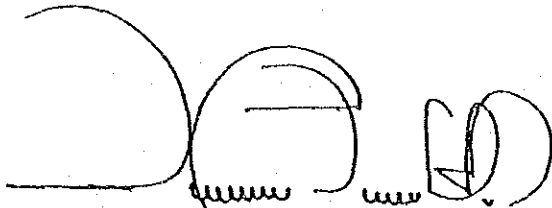
Ic/R : Inception Report    P/R : Progress Report    It/R : Interim Report

DF/R : Draft Final Report    P/R : Final Report

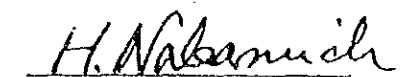



MINUTES OF MEETING  
OF  
THE SCOPE OF WORK FOR THE FEASIBILITY STUDY  
ON  
THE QUINDIO BASIN INTEGRATED AGRICULTURAL  
DEVELOPMENT PROJECT  
IN  
THE REPUBLIC OF COLOMBIA

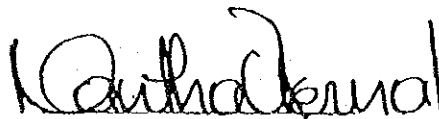
Bogotá, September 27, 1989



Dr. Julian Sierra Giraldo  
General Director  
Regional Autonomous  
Corporation of Quindio  
(CRQ)



Dr. Hiroshi Nakamichi  
Leader,  
Preliminary Survey Team  
Japan International  
Cooperation Agency



Dra. Martha de Arrieta  
Head,  
International Technical  
Cooperation Division,  
National Planning  
Department (DNP)

In response to the request of the Government of Colombia, the Government of Japan has dispatched a preliminary Survey Team to Colombia for the Feasibility Study on the Quindío Basin Integrated Agricultural Development Project from September 18, 1989.

The preliminary Survey Team headed by Dr. Hiroshi NAKAMICHI and Colombian counterpart officials headed by Dr. Julian Serna Giraldo, General Director of C.R.Q., had a series of discussions and exchanged their views on the Scope of Work for the Feasibility Study. The field survey was also carried out with good relationship and safety condition.

As a result of the discussions, both sides have agreed upon the Scope of Work, and the following is an additional conclusion of the meeting. List of attendants is attached in annex I.

1. Both sides confirmed the necessity and justification of the project as follows:
  - 1) Rectification of disparity which exists between large farmers and medium or small farmers, and also between coffee area and marginal coffee area.
  - 2) Rationalization of land use by means of crop diversification.
  - 3) Conservation of water resources and soil.
  
2. Both sides also confirmed the areas and projects to be studied as follows.
  - 1) Study Area
    - Upper Area (Circasia, Pijao, Genova)
    - Coffee Area (Cristales)
    - Lower Area (Quindío River right margin, Quindío River left margin)



2) Project Formation

Upper and Lower Area: Crop Diversification, Irrigation and Drainage, Soil Conservation, Supporting Service, Agro-products Processing, Acuaculture, and so on.

Coffee Area: Pilot project for coffee waste water treatment.

3. Both sides agreed that the environmental impact would be evaluated in the Study, without assigning an expert on it.
4. Both sides agreed that the following reports would be prepared and submitted to the Colombian side in Spanish additionally.
  - Inception Report
  - Progress Report (I) (Summary)
  - Interim Report (Main Volume)
  - Progress Report (II) (Summary)
  - Draft Final Report (Main Volume)
  - Final Report (Main Volume)
5. C.R.Q. requested to provide the equipment required for the study, as attached in annex II.
6. C.R.Q. requested to send the Feasibility Study Team to Colombia as soon as possible, and also to provide Colombian counterpart personnel with efficient technology transfer by means of training courses in Japan.
7. C.R.Q. requested to prepare topographic maps of the Department of Quindio with scale 1:5.000, by using aerophotos supplied from Colombian side.



Handwritten signature or initials, possibly "WCA" with a circled symbol.

ANNEX I

List of Attendants

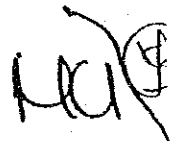
COLOMBIAN SIDE

Regional Autonomous Corporation of Quindio (C.R.Q.)

Mr. Julian Serna Giraldo	General Director C.R.Q.
Mr. Orlando Jaramillo Jaramillo	General Secretary C.R.Q.
Mr. Aureliano Sabogal	Chief, Division of Natural Resources
Mr. Luis Fernando Maya G.	Chief, Water Section
Mr. Miguel Angel Gaviria O.	Chief, Control and Vigilant
Mr. Fernan Castaño Mejia	Chief, Reforestation Section
Mr. Juan Pablo Hernandez	D.R.I. Office - C.R.Q.
Mr. Fernando Sanchez	Water Laboratory C.R.Q.
Mr. Arturo Celis Beltran	Translator

JAPANESE SIDE

Dr. Hiroshi Nakamichi	Leader	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
Mr. Kiyoshi Horii	Agricultural Land Improvement	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
Mr. Hisao Miyoshi	Agriculture	Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries
Mr. Akihide Enoki	Coordination	Japan International Cooperation Agency (JICA)
Mr. Yoshitaka Nagashima		II Secretary, Embassy of Japan
Mr. Isamu Matsumoto		HIMAT (Advisor), JICA Expert
Mr. T. Muramatsu		Translator



ANEX II

EQUIPMENT REQUESTED TO JICA

- Espectophotometer of Atomic Absortion
- Equipment for determination of Total Organic Carbon
- 2 Portable Ph meter
- 2 Portable Oxygen meter
- 1 Portable COD meter
- 500 Graphs for Limnographs
- 2 Sets of weights for Limnographs
- Climatologic Stations
- Vehicles

+

Handwritten signature or initials

MINUTA DE REUNION  
PARA  
EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
SOBRE  
EL DESARROLLO AGRICOLA INTEGRADO  
DE  
LA CUENCA DEL QUINDIO

ENTRE  
LA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON  
(JICA)  
Y  
LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO  
(CRQ)

Bogotá, Septiembre 27, 1990

  
Dr JULIAN SERNA GIRALDO

Director General  
CORPORACION AUTONOMA  
REGIONAL DEL QUINDIO  
(CRQ)

  
Sr IKUO GAMO

Representante Residente  
Oficina de Bogotá  
AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON  
(JICA)

  
Dra YOLANDA RAMIREZ

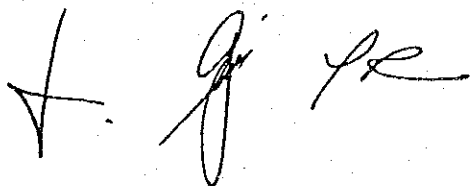
Jefe  
División Cooperación  
Técnica Internacional  
DEPARTAMENTO NACIONAL  
DE PLANEACION  
(D.N.P.)

En la reunión entre el Equipo de JICA y la contraparte Colombiana sostenida el 10 de Agosto de 1990, la parte Colombiana solicitó al Equipo del Estudio implementar una prueba de campo por medio de la instalación de plantas modelos para el sistema propuesto de tratamiento de aguas residuales del café, con el objeto de verificar la efectividad del sistema a un nivel realista que esté dentro del alcance del Estudio.

En respuesta a la solicitud, la parte Japonesa consideró cuidadosamente el tema y finalmente decidió implementar el estudio de campo con dos plantas modelo.

En consecuencia, el calendario del Estudio adjunto al alcance de trabajo para el Estudio firmado por ambas partes el 27 de Septiembre de 1989, será cambiado como sigue:

ITEM	TIEMPO (Mes de ejecución)
1. Explicación del Borrador del Informe Final	De principios del mes 12 a finales del mes 13
2. Entrega del Informe Final	Entre el mes 14 y el mes 18





## 関係者名簿

### 1. C.R.Q.関係者及びカウンターパート

<u>POSITION</u>	<u>NAME</u>
Director General	Dr. Julian Serna Giraldo
Secretary General	Dr. Orlando Jaramillo Jaramillo
Project Coordinator	Dr. Aureliano Sabogal Ospina
Marine Biologist	Dr. Luis Fernando Maya Gomez
Agronomist	Dr. Miguel Angel Caviria
Chemist	Dr. Fernando Sanchez
Sanitary Engineer	Dr. Ismael Ramirez
Pedologist	Dr. Armando Rodoriguez J.
Economist	Dr. Juan de Jesús Castillo V.
Economist	Dr. Alejandro A. Arias
Economist	Dra. Ana Luisa Lopez
Agronomist	Dr. Alvaro Ceballo
Agronomist	Dr. Francisco Lagos
Civil Engineer	Dra. Alba Lucero Ordoñez Arias
Sociologist	Dra. Aura Victoria Jaramillo
Translator	Dr. Arturo Celis Beltran

## 2. 作業管理委員会

委員長	中道 宏	農林水産省 構造改善局 建設部長
委員	伊藤 一幸	(社)日本農業集落排水協会 調査研究部 主任研究員

## 3. 調査団員

<u>担 当</u>	<u>氏 名</u>
総 括	山 中 誠 仁
副総括／農地整備 事業評価	磯 塚 隆 久
営 農 ・ 栽 培	守 屋 幡 司
農業経済 ・ 組織	太 田 民 夫
土 壤 ・ 土 地 利 用	細 野 道 明
水 質 改 良	古 谷 英 三 郎
水文／設計・積算	板 倉 雄 二 郎
水文／設計・積算	高 垣 邦 夫

