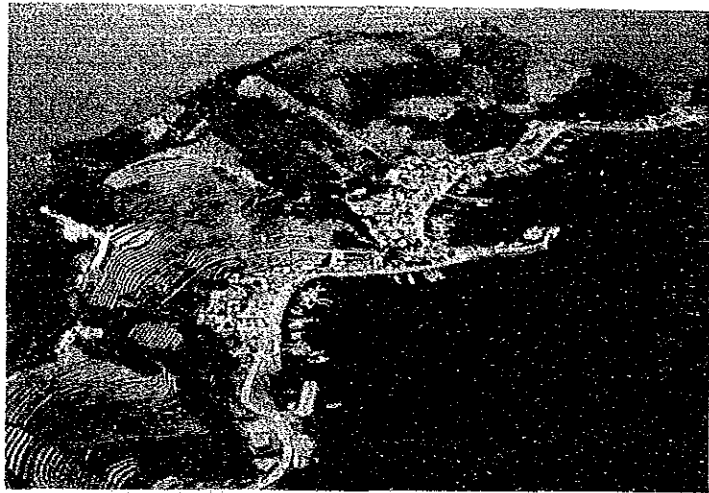
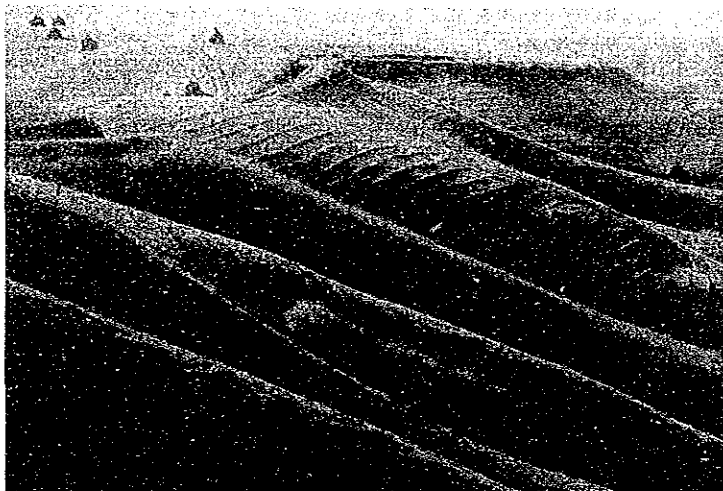




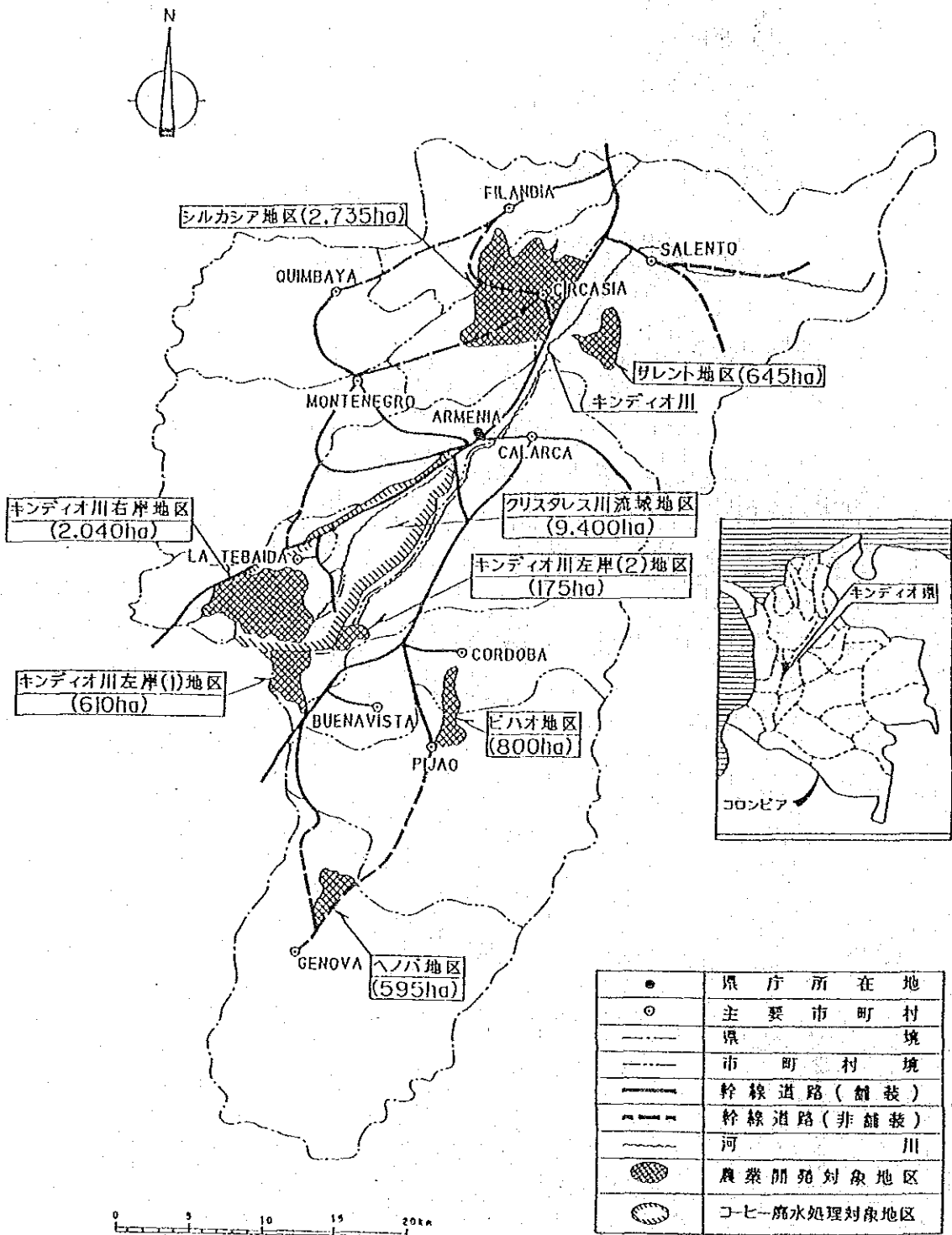
阿蘇の棚田



宇和島の段々畑（ミカン）



阿蘇の草地



調査対象地域位置図

目 次

調査対象地域位置図

1. プロジェクトの背景	73
2. 調査対象地域の概要	74
3. 開 発 構 想	76
4. 農 業 開 発 計 画	78
5. コーヒー廃水処理計画	83
6. 事 業 実 施 計 画	84
7. 事 業 評 価	86
8. 結 論	89
9. 勧 告	90

1. プロジェクトの背景

- 1.1 キンディオ県はアンデス中央山系の西斜面に展開する豊かな土壌と気候に恵まれた地域であり、コロンビアでも有数のコーヒー産地として発展してきた。キンディオ県の農業部門が県総生産（GRP）に占める割合は23%（1985）であり、他の産業の発展にともなって落ちてきている（1970年、37%）。部門別就業人口は牧畜業を含め48%であり、キンディオ県にとり農業は極めて重要な産業である。
- 1.2 しかし、コーヒーモノカルチャーに依存した産業構造のため、産業基盤はきわめて脆弱でありキンディオ県の今後の安定的発展のためには農業生産品目の多様化、流通基盤の整備、コーヒー生産性向上が不可欠である。
- 1.3 また、標高1,800m以上のコーヒー適地以外の地帯に小農が集中しており、コーヒー生産者と非生産者、又大農と中・小農の所得格差がそのまま地域格差となって、社会インフラの整備等全ての面に現れており県内の大きな社会問題となっている。
- 1.4 一方、コーヒー豆の処理廃水による河川の水質汚濁が地域社会の生活環境に大きな影響を与えており、農村の生活環境の改善、自然環境保護の観点から、解決されるべき問題としてクローズアップされている。
- 1.5 このような背景のもとに、キンディオ開発公社（CRQ）はキンディオ県内の農牧業の振興・開発をはかることを目的としたマスタープランを日本政府の技術協力により策定することとし、これを受けて国際協力事業団は1986年4月から1988年6月にかけて当該調査を実施した。
- 1.6 この調査に提言された優先プロジェクトに基づき、CRQは優先度及び経済効果の高いプロジェクトについてその事業実施を早期に実現するため、1988年8月にフィージビリティスタディにかかる新たな技術協力を日本政府に対して要請した。これを受けて1989年9月に事前調査団が派遣され、S/Wを締結し、1990年3月から1991年6月にかけて本実施調査が実施された。
- 1.7 本調査の目的は、キンディオ川流域の農業開発、およびコーヒー廃水処理パイロットプランからなる農業総合開発計画にかかるフィージビリティスタディーを実施することにある。

2. 調査対象地域の概況

2.1 調査対象地域は、農業総合開発計画対象地域およびコーヒー廃水処理計画対象地域よりなる。

(1) 農業総合開発計画対象地域は下記 7ヶ所に分かれており、その合計面積は7,600 haである。

シルカシア地区	2,735 ha
サレント地区	645 ha
キンディオ川右岸地区	2,040 ha
キンディオ左岸(1)地区	610 ha
(2)地区	175 ha
ビハオ地区	800 ha
ヘノバ地区	595 ha
計	7,600 ha

(2) コーヒー廃水処理計画対象地域は、キンディオ川の一支流であるクリスタレス川流域9,400haとする。

2.2 調査対象地域(7地区)の気象概況は下記のとおりである。

1)年平均降雨量：1600 - 2800 mm

2)平均気温：15 - 22 °C

3)年平均相対湿度：72 - 80%

2.3 調査対象地域の土壌は10群よりなり、その75%が火山灰土壌である。一般的な土壌の性質は、肥沃度は中程度で、一部を除き物理性は良好である。対象地域の土壌で作物栽培に対して制限因子を持つ土壌群は以下のとおりである。

制限因子	土壌シンボル	面積比 (%)		
		右岸	左岸(1)	左岸(2)
排水不良	CE、QU	1	100	31
浅土層	AL	7	-	-

2.4 調査対象地域の主な作物は、コーヒー、プラタノおよびキャッサバである。しかし、その他の作物は自然条件が異なるため調査地区により各々異なる。キンディオ左右岸地区の大農以外の営農は人力で行われている。降雨に恵まれているため、かんがいを行っている農家はほとんどない。

2.5 コーヒー栽培以外では以下の営農上の問題をかかえている。

- 肥料、農薬等の技術普及サービスが十分でない。
- 急傾斜地ではエロージョンが激しい。
- 土地利用が効果的でない。
- 農産物運搬のための道路網が十分でない。
- コーヒー、プラタノ、キャッサバ、穀物以外に対する流通が十分でない。

2.6 現況での地区別営農形態は次表のとおりである。

項目 地区	コーヒー 適地面積 (%)	コーヒー栽培面積(%)			草地面積 (%)	畜産***	その他の営農形態
		Imp. Y	Loc. Y	混作**			
シルカシア	7	11	11	15	61	乳肉兼用種(90%)、改良草地(76%)	トマト(コーヒーとの混作)、小規模畑作、自家消費用野菜・果実(ホトトト等)
サレント	0	7	12	13	66	乳用種(60%)、乳肉兼用種(40%)、自然草地(93%)	自家消費用野菜・果実
キンディオ川 右岸	92	37	3	21	16	肉用種(57%)、乳肉兼用種(43%)、改良草地(100%)	キャッサバ(コーヒーとの混作) 大規模機械化畑作、柑桔類、高収益性果樹
キンディオ川 左岸(1)	-	0	0	0	44	乳肉兼用種(58%)、肉用種(22%)、乳用種(20%)、自然草地(81%)	大規模機械化畑作(大豆、ソルガム)
キンディオ川 左岸(2)	57	33	3	10	47	乳肉兼用種(58%)、肉用種(22%)、乳用種(20%)、自然草地(81%)	柑桔類
ビハオ	-	4	34	34	45	乳肉兼用種(97%)、自然草地(59%)	小規模畑作・果樹、自家消費用野菜・果樹
ヘノバ	20	7	40	41	35	肉用種(41%)、兼用種(31%)、自然草地(69%)	小規模畑作・果樹、自家消費用野菜・果樹

*: 標高 1,100-1,600

** : 主にプラタノ

*** : Source Caja Agraria (1983)

2.7 調査対象地域にはかんがい施設がほとんど見られない。比較的多い降雨(年平均 1,600~2,800mm)に恵まれ、天水栽培が行われている。一方、キンディオ川左右岸地区の低平地には排水路が所々に見られる。調査対象地域内の農道の殆どはコーヒー委員会または農家自身で建設されてきた。これらの農道はほとんど無舗装で幅員は 2 - 3 m である。道路密度は極めて低い。不法居住者を除くほとんどの農家には水道、電気が供給されている。

2.8 コーヒー廃水処理計画の対象に選定されたクリスタレス川は延長30kmで、アルメニア市の南西端 (EL 1,400m)より Plsamal (EL 900m)へ流下している。クリスタレス川の流域に相当する調査地域は9,400 haあり、その内の75%がコーヒー栽培地域である。

2.9 コーヒー処理廃水の平均値は、15~30 l/kg (乾燥豆)である。また、CRQの分析結果等の資料によれば、コーヒー処理廃水の水質は下記のとおりである。

pH : 3.5 ~ 4.7
 BOD₅ : 3,000 ~ 10,000 mg/l
 COD_{Cr} : 5,000 ~ 15,000 mg/l
 SS : 2,000 ~ 3,000 mg/l

2.10 クリスタレス川流域のコーヒー栽培面積は現在 7,095haで農家数は 670戸、平均栽培面積は10.6ha/戸である。

栽培面積	5 ha以下	5-30 ha	30 ha以上	Total
農家数	285	330	55	670
(%)	42.5	49.3	8.2	100

3. 開発構想

3.1 農業総合開発計画策定に当たっての基本構想は以下のとおりである。

(1) 作物多様化による土地利用の合理化

生産性の低い草地、コーヒー在来品種栽培地(コーヒー栽培不適地)において各地の自然条件に適した収益性の高い作物を導入し、土地利用の合理化を計る。

(2) 農家所得格差の是正

上記土地利用の合理化により、地域間の農家所得の格差ならびに大規模農家と小・中規模農家の所得格差是正を図る。

(3) 環境保全

持続的な農業生産活動を支えるためには環境保全を考慮した土壌保全、水資源の涵養能力の維持、向上が必須である。土壌保全、水資源の涵養能力の向上、現況の森林面積を維持するため農家への薪の供給を考慮した作物選定、作付体系の普及を検討する。

(4) 施設計画

本農業総合開発計画の策定に当たっては、単なる農業開発計画に留まらず、農村総合開発的対応を考慮する。すなわち、施設計画に当たっては、単にかんがい用水の供給、ほ場内の農道整備に留まらず、飲雑用水の確保、対象地区へのアクセス道路等も検討する。

3.2 コーヒー廃水処理計画策定に当たっての基本構想は以下のとおりである。

(1) 水質改善基準

河川へ放流されるコーヒー処理廃水の水質基準は、コロンビア国における基準、下流における水利用（かんがい用水、上水道用水、魚類養殖用水等）、河川水量を考慮して決定する。

(2) 廃水処理方式

各種処理方式を比較検討した上、実験室レベルにおいて、その採用の可否を検討する。方式選定に当たっては、技術的、経済的妥当性の他、維持管理の容易さ、他地域への適用の可能性についても考慮する。

(3) パイロット地区

パイロット地区は、調査対象地区のモデル的地域であると共に、改善効果が明確に示せるよう、水系単位で選定する。又、展示効果についても考慮する。

(4) モデルプラント

提案する処理方式の実証のためのモデルプラントをパイロット地区の中に建設する。規模は、中、小各1ヶ所を予定し、位置はなるべく同一水系内で隣接し、なおかつ、廃水処理に協力的であり、ある程度技術レベルにある農場を選定する。

4. 農業開発計画

4.1 土地利用計画の基本方針は以下のとおりとする。

(1) 適切な土地利用の促進

現況の不適切な土地利用は表層土の流失等の被害を招いている。このような状況を考慮し、土地利用計画は主に土地分級別に各々の土地の適切な利用および土地保全に対する対策を示す。

(2) 現況林地の保存

調査対象地域はその殆どが傾斜地で、特に山岳地域は水源地として重要であるにも関わらず、現況の林地は竹林を含め僅か13%を占めるにすぎない。生態系の維持および水源保護のため現況の林地は保存する。

(3) コーヒー改良品種栽培地の維持

コーヒーの販路は確立され、改良品種は土地生産性が高く、生産農家の収入は安定しているのでコーヒー改良品種栽培地は現況を維持する。

(4) 生産性の低い草地及びコーヒー在来品種栽培地の他作物への転換

現況では放牧地およびコーヒー在来品種栽培地の生産性は低い。このような地域に適切な作物および作付体系を導入し土地を保護しながら生産性を高める。但し、放牧地の転換は現在の畜産生産を維持できる範囲とする。

(5) 現況畑地の維持

キンディオ右岸地区の畑地は、収益性の高い作物栽培地への転換も可能であるが、各農家で既に機械化が進んでいるので現況の土地利用を維持する。

4.2 前記基本方針に基づく計画土地利用面積は次表のとおりである。

地区 土地利用	シルカシア		サレント		キンデイオ川右岸		キンデイオ川左岸(1)		キンデイオ川左岸(2)		ビハオ		ヘノバ	
	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画	現況	計画
畑作	5	195	2	13	213	213	276	310	0	0	3	10	1	0
二と一	667	245	125	46	834	763	0	0	64	58	298	36	280	43
果樹-1*	0	606	0	0	336	371	0	0	1	1	2	0	0	0
果樹-2**	-	596	-	212	-	42	-	0	-	7	-	414	0	364
草地	1,660	714	425	285	330	330	267	244	82	82	361	224	210	126
林地	370	370	89	89	321	321	56	56	27	27	97	97	63	63
遊休地	25	0	4	0	6	0	11	0	1	0	20	0	41	0
その他	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	0	0
計	2,735	2,735	645	645	2,040	2,040	610	610	175	175	800	800	595	595

*:緩傾斜地の果樹栽培地 **:急傾斜地の果樹栽培地で侵食防止対策が必要な地域

4.3 作物生産に関わる基本方針は以下のとおりとする。

(1) 現況畜産生産の維持

県内の畜産品の需要が高いため現況の畜産生産を維持することとする。この場合、草地の転換により草地面積は減少するが、飼育技術、改良牧草種の導入により対応する。

(2) 作物の多様化により県内自給率の向上

キンディオ県農業局による“コーヒー栽培適地以外での作物多様化計画”による奨励作物の栽培を促進する。現在キンディオ県で消費されている野菜・果実の多くは他県に依存している。多様化の推進により野菜・果実の県内自給率を高める。

(3) 農産加工原料の生産

現在アルメニア市に柑橘類の果汁工場が建設中で、1991年6月に操業開始を予定している。コーヒー連盟はこの果汁工場への原料増産計画を推進している。調査対象地域ではキンディオ川右岸および左岸-(2)地区が増産計画地域の範囲にある。従って、本地域では果汁原料の生産を促進する。

(4) 環境保全

各自然条件に適した作物および作付体系の導入により、エロージョン防止、水資源涵養能力の向上をはかる。さらに、飼料木、防風林等の導入により、農家に薪を供給し、現況の林地を保全する。

4.4 調査対象の7地区はその自然条件を基に4グループに分けることが出来る。作物生産の基本方針を考慮したグループ別の生産拡大品目はつぎのとおりである。

グループ	地区	自然条件の特徴	主な生産拡大品目
1	シルカシア	多雨、低温	野菜、果樹
2	右岸、左岸(2)	コーヒー栽培適地	果汁原料生産
3	左岸(1)	平坦地、排水不良	畑作(飼料作物)
4	急傾斜地	急傾斜地	果樹

4.5 環境保全を考慮した営農計画は以下のとおりである。

- (1) 緩傾斜地の畑地：等高線栽培を実施し、混作および間作の促進により土壌表面の露出する期間をなるべく少なくなるような作付様式を促進する。
- (2) コーヒー畑：現況では、急傾斜地においても鋤で除草を行っており、エロージョンの原因となっている。Machete（蛮刀）による除草はエロージョンが非常に少ないので、蛮刀除草を促進する。
- (3) 草地：飼料木、刈取用牧草による侵食防止帯の設置を促進する。また、牧草の更新は全面を一度に更新せず、等高線に沿って帯状に逐次更新していくことが必要である。
- (4) 急傾斜地の畑地：傾斜地における畑地は水食および風食による表土流亡を防止する目的で、草地と同様侵食防止帯の設置を促進する。侵食防止帯は等高線沿いに設置する。

4.6 本計画で実施すべき施設は以下のとおりである。

(1) 農道整備

	新 設			既 設				合 計	道 路 密 度
	幹線 農道 (km)	支線 農道 (km)	小計 (km)	幹線 農道 (km)	支線 農道 (km)	地方 道 (km)	小計 (km)		
ソムブツ地区	4.2	36.9	41.1	7.1 [7.1]	23.9 [23.9]	17.0	48.0	89.1 (32.6) (17.5)	
イレツト地区	1.8	15.9	17.7	6.3 [6.3]	1.5 [1.5]	7.8	15.6	33.3 (51.6) (24.1)	
ワジバ川右岸	2.6	18.1	20.7	22.9 [3.9]	26.2 [10.5]	-	49.1	69.8 (34.2) (24.1)	
ワジバ川左岸 (1)	-	9.9	9.9	5.1 [2.0]	1.8 [-]	-	7.5	17.4 (28.5) (12.3)	
ワジバ川左岸 (2)	-	1.5	1.5	- [-]	2.3 [1.5]	-	2.3	3.8 (21.7) (13.1)	
ヒナ地区	3.9	19.9	23.8	2.7 [2.2]	2.5 [2.5]	7.9	13.1	36.9 (46.1) (16.4)	
アノ地区	1.8	17.3	19.1	4.7 [2.3]	5.8 [5.8]	6.6	16.8	35.9 (60.3) (28.2)	
合 計	14.3	119.5	133.8	49.4 [22.3]	64.0 [45.7]	39.0	152.4	286.2 (37.7) (20.0)	

(注) () 内の数値は現況を示す
[] 内の数値は改修を示す

幹線農道：有効巾目 4.0 m
支線農道： " 3.0 m

(2) かんがい施設整備

かんがい地区	面積 (ha)	揚水量 (l/min)	揚程 (m)	ポンプ口径 (mm)	揚水量容量 (m ³)
ツルギ地区					
C-A地区	10.0	12.93	35.0	150	420
C-B地区	19.0	228.45	20.0	200	715
C-C地区	9.0	46.13	40.0	150	310
小計	38.0	317.51			
ツルギ川右岸地区					
Q-A地区	10.0	66.19	27.5	150	405
Q-B地区	9.0	78.24	15.0	150	355
Q-C地区	14.0	219.40	33.0	300	500
Q-D地区	7.0	55.76	27.5	150	280
Q-E地区	18.0	235.66	19.0	200	570
Q-F地区	6.0	58.93	36.5	150	235
Q-G地区	10.0	180.00	58.0	300	345
小計	74.0	894.18			
合計	112.0	1,211.69			

なお、揚水は、維持管理が安い無動力ポンプを使用し、かんがいは可搬式散水かんがい方式とし動力はディーゼルエンジンとする。

(3) 排水路整備

地区	総延長(km)
キンディオ左岸(1)地区	10.8
" (2)地区	0.8

(4) 農産加工施設 : 5ヶ所 (シルカシア2、サレント、ピハオ、ヘノバ地区)

(5) 試験研究施設 : 1カ所 (シルカシア)

5. コーヒー廃水処理計画

5.1 コーヒー廃水処理計画は、クリスタレス川流域内のチスベロ川流域をパイロット地区として、以下の基本方針により策定した。

- 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、メンテナンスが容易であること、高等技術を必要としないことに留意する。
- 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。

5.2 コーヒー廃水排出基準は以下のとおりとする。

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 ₅)	40 mg/l 以下	60 mg/l 以下
化学的酸素要求量 (COD _{Cr})	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。

- 5.3 処理方式としては嫌気性生物処理（一次）、好気性処理（二次）、安定池における水生植物処理（三次）の組合せ方式を採用する。なお、コーヒー廃水はpH 4前後の酸性であるため嫌気性処理の前に石灰による中和処理を行う。処理施設は原則として各農家毎に設置する。
- 5.4 パイロット地区としてチスベロ川流域を選定した。対象農家は52戸で平均1～3haの農地を所有し、コーヒー栽培面積は合計918haである。
- 5.5 パイロット地区内の2農家（セバストポール、ロシオ）をモデルプラント設置農家として選定し、実スケールのプラントを設置することによりコーヒー廃水の実処理による基礎データの収集を行った。

6. 事業実施計画

- 6.1 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。
- 6.2 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する計画とし、全体工程は5年とした。

項 目	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	持 続
I. 詳細設計						
1. 調査調査	1998					
2. 詳細設計及び入札書類作成	1998					
4. 入札審査		1999				
II. 建設工事						
1. 用地取得	1999					
2. 工事管理事務	1999	2000	2001	2002	2003	
3. 農道設備（含排水路工）		2000	2001	2002	2003	
4. 灌漑施設				2002	2003	
5. 栽培加工施設				2002	2003	
6. 試験研究施設			2001	2002	2003	
7. 木質処理施設		2000	2001	2002	2003	
8. 維持管理用機械調達					2003	
9. 施工管理		2000	2001	2002	2003	

6.3 事業費は物的予備費を含み総額6,722百万 Col.\$である。この内外貨分は4,967百万 Col.\$(74%)である。ただし、これには価格予備費は含まれていない。事業費の内訳は別表のとおりである。

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				
1) 建設工事費				
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	
2) 用地取得費	0	5,000	5,000	
小 計	1,890,310 (3,581)	1,126,000 (2,134)	3,016,310 (5,715)	
2. コーヒー廃水処理関連 事業費				
1) 処理施設建設費	408,880	252,130	661,010	
2) 用地取得費	0	0	0	
小 計	408,880 (775)	252,130 (478)	661,010 (1,253)	
3. 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) コツクリンツグイビス費	1,835,420	114,390	1,949,810	
小 計	2,212,600 (4,193)	161,990 (307)	2,374,590 (4,500)	
4. 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%

- 6.4 維持管理に必要な費用は、年間約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。

7. 事業評価

7.1 評価の方針は下記のとおりである。

- ① 本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。
- ② 評価の期間は工事開始から50年とする。
- 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する。
- 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。

7.2 内部収益率は地区全域と各地区毎との2通りについて求めた。その結果は下記のとおりである。

① 地区全体のIRR

IRR	14.5 %
-----	--------

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、当該事業の実施は経済的に妥当であると言える。

② 各地区毎のIRR

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
	ビハオ	21.2
	ヘノバ	17.9

この結果から、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。

7.3 本事業実施による農家経済の変動を各グループ毎に大農(30ha)、中農(15ha)、小農(5ha)のモデル農家を設定して行った。試算の結果は下表のとおりである。

(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	シルカシア	大農 (30ha)	現況	6,027	3,910	2,117	
			計画	25,256	12,358	12,898	6.1倍
		中農 (15ha)	現況	3,174	2,083	1,091	
			計画	14,897	7,112	7,785	7.1
		小農 (5ha)	現況	1,284	752	532	
			計画	6,225	2,629	3,596	6.8
2	キンディオ川 右岸 キンディオ川 左岸(2)	大農 (30ha)	現況	18,077	8,662	9,415	
			計画	18,635	8,710	9,925	1.1
		中農 (15ha)	現況	9,026	4,325	4,701	
			計画	9,458	4,350	5,108	1.1
		小農 (5ha)	現況	2,028	1,200	828	
			計画	1,994	892	1,102	1.3
3	キンディオ川 左岸(1)	大農 (30ha)	現況	10,389	5,874	4,515	
			計画	17,137	8,681	8,456	1.9
4	サレント ビハオ ヘノバ	大農 (30ha)	現況	12,305	8,453	3,892	
			計画	21,016	11,552	9,464	2.5
		中農 (15ha)	現況	3,065	2,191	874	
			計画	10,616	5,126	5,490	6.3
		小農 (5ha)	現況	1,025	732	293	
			計画	3,514	1,709	1,832	6.3

7.4 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、農業揚水、魚養殖用水としてそのまま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、1ha当たり720,400Col\$になるので、コーヒー5haを栽培する農家で3,500~4,000千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農家で約150千Col\$であるである。
- 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 排水浄化は時代の要請であり、生活排水、工場排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排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ベロ川流域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17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。

7.5 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。

- 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
- 農家経済の安定、生活水準の向上及び農業資機材の流通量の増大による地域経済の活性化
- 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

7.6 本事業実施によ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. 結 論

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。

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。

9. 勸 告

- (1) 本農業総合開発計画事業の実施は、7地区一括の実施が望ましいが、外貨分の借り入れが難しい時は、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イ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。また、本事業の実施はコロンビア国の他の傾斜地農業のモデルとしても極めて重要であると判断される。
- (2) 本計画により導入が計画されている野菜、果樹については未だ栽培の基礎研究が充分ではない。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) コロンビア産コーヒーの品質の良さは水を使用する加工処理にあることは広く知られているところである。しかし、この加工処理は河川及び回りの環境を悪化させる廃水を排出している。このコーヒー廃水処理を実施することはコロンビア国の名声を高めるであろう。従って、早期に廃水処理を実施することが強く望まれる。
- (4) また、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、工場主への啓蒙と共に下水処理、工場廃水処理の実施が強く望まれる。
- (5) 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計る必要がある。
- (6) 廃水処理は単に各処理プラントを建設すればいいものではなく、プラントを微妙なノウハウを基に注意深く運転してはじめて成功するものである。従って、試運転期間には必要に応じ、処理専門家のアドバイスを受けることが重要である。
- (7) コーヒー豆処理に当たっては廃水処理と共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。

(参考)

コーヒー廃水の4月25日の分析結果を代表例として以下に示す。

A. 各ユニットに於けるpH変化

農 家	セバストボル	エル・ロシオ
リンパング側所		
コーヒー廃水	3.82	3.73
中和沈殿池出口	6.40	5.12
嫌気リアクター出口	6.02	5.48
好気リアクター出口	7.15	6.75
安定池 入口	7.48	7.14
安定池 中間	6.94	7.60
安定池 出口	6.90	8.49
ロシオ上流		6.50
セバストボル上流	6.85	
2 農家 下流	6.95	

B. CODcr除去率

農 家	セバストボル		エル・ロシオ	
	分析値	対廃水除去率 (%)	分析値	対廃水除去率 (%)
リンパング側所				
コーヒー廃水	23630		45360	
中和槽出口	14410		19150	
嫌気リアクター出口	4180	82.3	7600	83.2
好気リアクター出口	3840	83.7	6350	86.0
安定池 入口	840	96.4	1410	96.9
安定池 中間	420	98.2	990	97.8
安定池 出口	120		690	
ロシオ上流			72	
セバストボル上流	18			
2 農家 下流	8			

4. 5 講演テキスト（西文）

4. 5. 1 中道講師団々長 榎 講師

SEMINARIO SOBRE DESARROLLO AGRICOLA
DE LADERA DEL QUINDIO

TITULO DEL DISCURSO

1. TEMA ECOLOGICO QUE AFRONTA LA "TIERRA" Y EL
DESARROLLO AGROPECUARIO Y RURAL
2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS ZONAS
RURALES DEL JAPON
3. APROVECHAMIENTO DE TERRENOS INCLINADOS PARA
USO AGRICOLA EN JAPON

Dr. Hiroshi NAKAMICHI
DIRECTOR GENERAL,
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION,
MINISTERIO DE AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA

Ing. Akihide ENOKI
SUBDIRECTOR,
DIVISION DE PLANEACION,
AGENCIA DE DESARROLLO DE TERRENOS AGRICOLAS
DEL JAPON (JALDA)

9 de julio de 1991

Bogotá, Colombia

CONTENIDO

1. Tema Ecológico que Afronta la Tierra y el Desarrollo Agropecuario y Rural	1
1.1 El mecanismo de la nave especial "Tierra" y el problema del medio ambiente	1
1.2 Conservación del medio ambiente mediante el desarrollo agropecuario y rural	4
2. Tratamiento de Aguas Residuales en las Zonas Rurales del Japón	5
2.1 Calidad de agua en las zonas rurales	5
2.2 Sistemas de autopurificación existente en las zonas rurales	8
2.3 Sistema de tratamiento de aguas residuales apto para las zonas rurales	9
2.4 Técnica de tratamiento para las zonas rurales	11
2.5 Desarrollo del sistema económico a pequeña escala	16
2.6 Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales	17
3. Aprovechamiento de Terrenos Inclinaados para Uso Agrícola en Japón	20
3.1 Situación actual de la agricultura en terrenos inclinados de las zonas montañosas	20
3.2 Prevención de desastres en las tierras agrícolas	28
3.3 Introducción del sistema de riego de usos múltiples para cultivos secanos	35
3.4 Desarrollo integral de las comunidades rurales establecidas en los terrenos inclinados	38

1. Tema Ecológico que Afronta la Tierra y el Desarrollo Agropecuario y Rural

1.1 El mecanismo de la nave espacial "Tierra" y el problema del medio ambiente

La Tierra nació hace 4600 millones de años como resultado de la concentración de la materia interestelar que abunda en el espacio. A medida que la Tierra fue evolucionando, se formó lo que se llama la atmósfera primitiva, constituida por vapor acuoso y óxido de carbono. La atmósfera que actualmente nos rodea está formada por los gases como el nitrógeno, el oxígeno, una pequeña cantidad de vapor acuoso y el dióxido de carbono, etc.

El continuo fotosíntesis de los vegetales ha acelerado la formación de O_2 , y como consecuencia, la evolución de los animales que utilizan el oxígeno para respirar se ha logrado. Después, apareció el hombre, lo cual ocurrió hace aproximadamente dos millones de años.

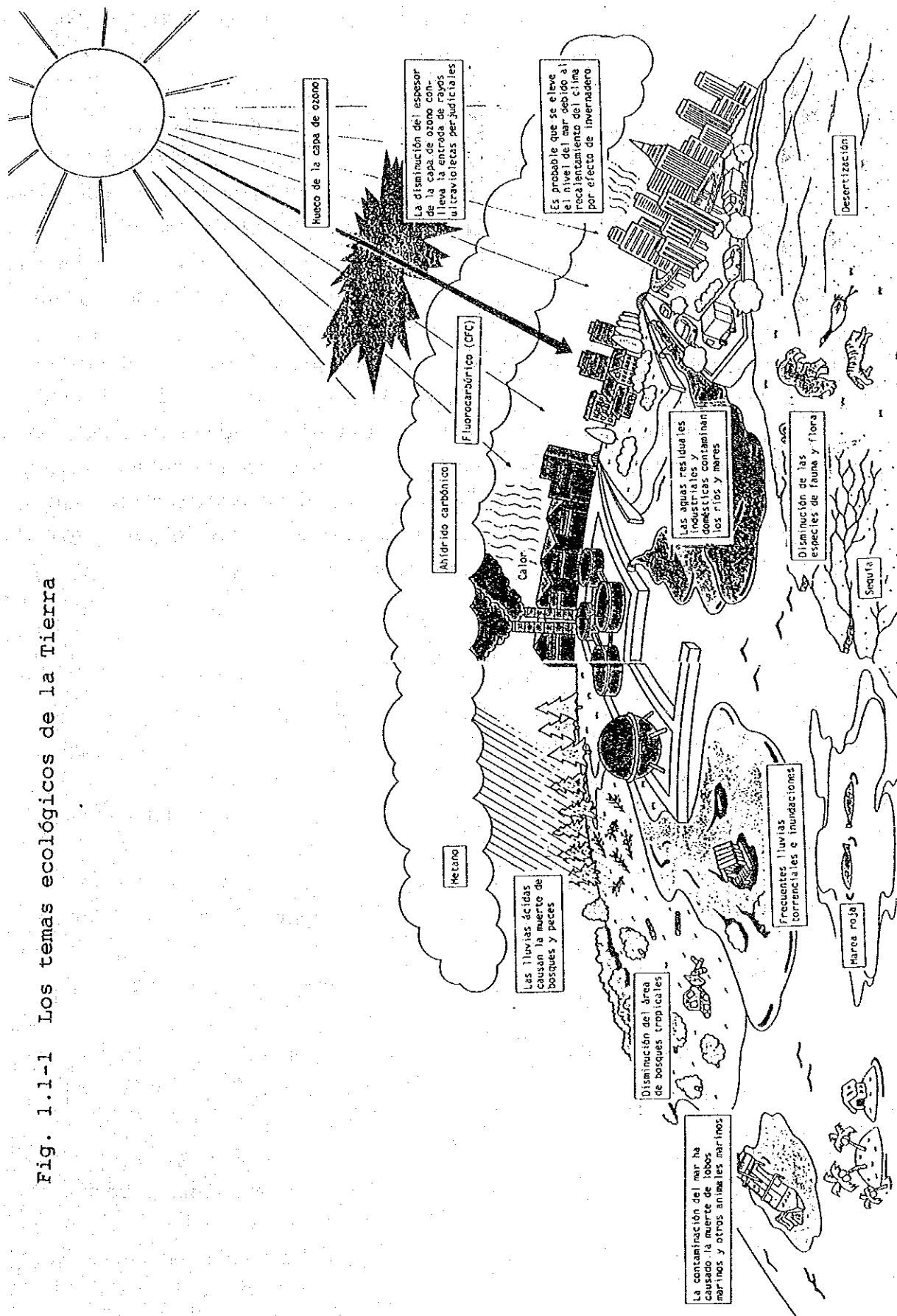
La aparición y la evolución de los seres vivos sobre la Tierra se debió al carácter de la energía solar que se transforma en sustancia orgánica mediante fotosíntesis al ser absorbido por cloroplasto de los vegetales. La sustancia orgánica fue acumulándose en el suelo, sobre el cual han crecido otros vegetales. Este mecanismo ha facilitado la evolución y la reproducción de los vegetales de la Tierra.

El hidrato de carbono y otras sustancias orgánicas producidos en exceso y almacenados en el cuerpo de los vegetales, sirven también de alimento para otros animales y de combustibles para el ser humano. Los animales herbívoros, a su vez, se alimentan a los animales carnívoros. Es así como se forma el pirámide alimenticio en cuyo cúspide se encuentra el hombre.

El hombre, formado y evolucionado dentro de este mecanismo de la Tierra, ha logrado crear diversas culturas. Este mecanismo de circulación de las sustancias orgánicas e inorgánicas deberá repetirse interminablemente para que 5000 millones de población humana pueda sobrevivir.

Sin embargo, si bien es cierto que, por un lado, el hombre goza de la abundancia material gracias al crecimiento económico, debemos ser conscientes de que, hoy en día, la planeta Tierra afronta a una grave crisis: el Tema Ecológico.

Fig. 1.1-1 Los temas ecológicos de la Tierra



1.2 Conservación del medio ambiente mediante el desarrollo agropecuario y rural

Los terrenos agrícolas y las comunidades rurales no son solamente donde producen los alimentos y habitan poblaciones locales, sino que, al integrarse con la ecosistema que le rodea, nos ofrece un invaluable medio ambiente lleno de vegetales y recursos hídricos.

Es por esto que en los futuros proyectos de desarrollo agropecuario y rural, es menester tomar como base el concepto del "desarrollo de larga continuidad"; esto quiere decir, vigilar adecuadamente los recursos naturales, sin limitar las potencialidades para el desarrollo de las futuras generaciones, y buscar soluciones a los temas ecológicos mediante desarrollo agropecuario y rural que comprende planificación del sistema de riego y otras medidas para adecuación de tierras.

2. Tratamiento de Aguas Residuales en las Zonas Rurales del Japón

2.1 Calidad de agua en las zonas rurales

Las zonas rurales donde abunda la naturaleza ofrecen lugares de ocio y de recreación no sólo a los habitantes locales, sino también de los urbanos. Asimismo, juegan un papel importante en la conservación de la tierra nacional y del medio ambiente.

El mecanismo de depuración que tiene la misma naturaleza contribuye considerablemente a la conservación de la calidad de agua. Sin embargo, debido al cambio del estilo de vida de los habitantes de las comunidades rurales en estos últimos años, se ha degradado la calidad de agua, necesitando tomarse medidas urgentes para su recuperación.

(1) Agua limpia y sucia

En términos generales, el agua limpia es transparente, lo cual quiere decir que el primer requerimiento para que el agua sea de buena calidad es la transparencia contando con pocas materias en suspensión. Sin embargo, aunque el agua tenga alto grado de transparencia, no se forma de ser limpia si contiene materias tóxicas. Por consiguiente, el segundo requerimiento para que el agua sea de buena calidad, es la ausencia de materias perjudiciales.

(2) Contaminantes de agua

Anteriormente las materias contaminantes descargadas por las comunidades rurales eran insignificativas, y aunque las aguas residuales contenían cierto grado de suciedad, eran depuradas a través del mecanismo de purificación de los ríos, canales y arrozales con riego.

Sin embargo, a medida que fue elevándose el nivel de vida general de los habitantes, es decir, al difundirse el uso del sistema de abastecimiento de agua, lavadoras automáticas, etc., se fue incrementando la descarga de los vertimientos, y por consiguiente, el grado de contaminación del agua.

La tasa de recirculación del nitrógeno, que es uno de los contaminantes de agua, se disminuyó de 59% aprox. a 27% aprox., mientras que la cantidad de la descarga y el residuo al ambiente natural, por el contrario, ha aumentado de 970 mil toneladas aprox. a 1.730 mil toneladas aprox. en tan sólo veinte años (de 1960 a 1982). Vea la Fig. 2.1-1.

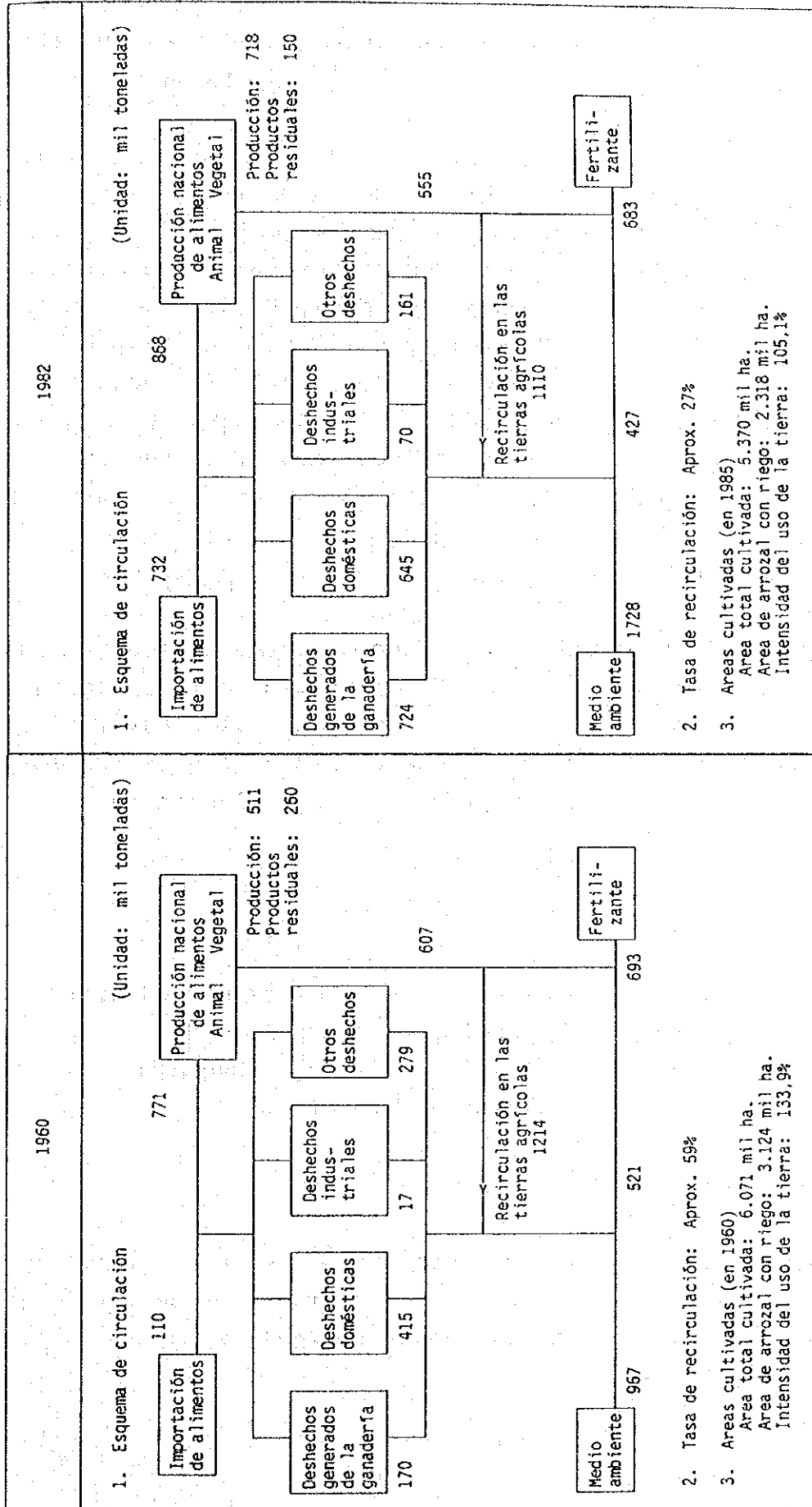


Fig. 2.1-1 Circulación de nitrógeno en Japón

2.2 Sistemas de autopurificación existente en las zonas rurales

(1) Ríos y canales de riego y de drenaje

La autopurificación vocacional de los ríos y canales de riego y drenaje puede clasificarse en mecanismos físico, químico y biológico. El primero consiste en los efectos de dilución, difusión, sedimentación, etc. El segundo son los efectos de oxidación, restitución y transformación tales como transformación de fósforo en compuestos de fósforos difíciles de descomponerse. El último consiste en la descomposición de materias orgánicas, desnitrificación, absorción de fósforo por microorganismos, etc.

(2) Lagos, estanques y lagunas

Esencialmente es el mismo mecanismo de autopurificación que tienen los ríos, con la única diferencia de ser cuerpo de agua cerrado, por lo que requiere descargar las materiales producidas en el interior del cuerpo hacia el exterior en un determinado momento del proceso de circulación de materias.

(3) Bosques

En los bosques el agua es absorbida por los mismos árboles y, en su mayoría, por el suelo. El mecanismo de autopurificación del suelo se divide en: absorción, infiltración, efectos químico y biológico.

(4) Terrenos agrícolas

La autopurificación de los terrenos agrícolas coincide con el caso de bosques. El suelo de los arrozales de riego crea el ambiente reconstitutivo donde se realiza la desnitrificación.

2.3 Sistema de tratamiento de aguas residuales apto para las zonas rurales

Para planificar un sistema de tratamiento adecuado para las comunidades rurales, es necesario considerar los siguientes puntos:

- (1) Que sea apto para tratamiento en pequeña cantidad y disperso
- (2) Que sea fácil en operación y mantenimiento
- (3) Que los costos de construcción y de operación y mantenimiento sean economizados
- (4) Que los lodos generados y las aguas tratadas sean recirculables
- (5) Que armonice con el medio ambiente de la zona rural

Es importante realizar recirculación de recursos reusando, por ejemplo, los lodos generados en el curso de tratamiento a los terrenos agrícolas y utilizando las aguas tratadas para el propósito del riego.

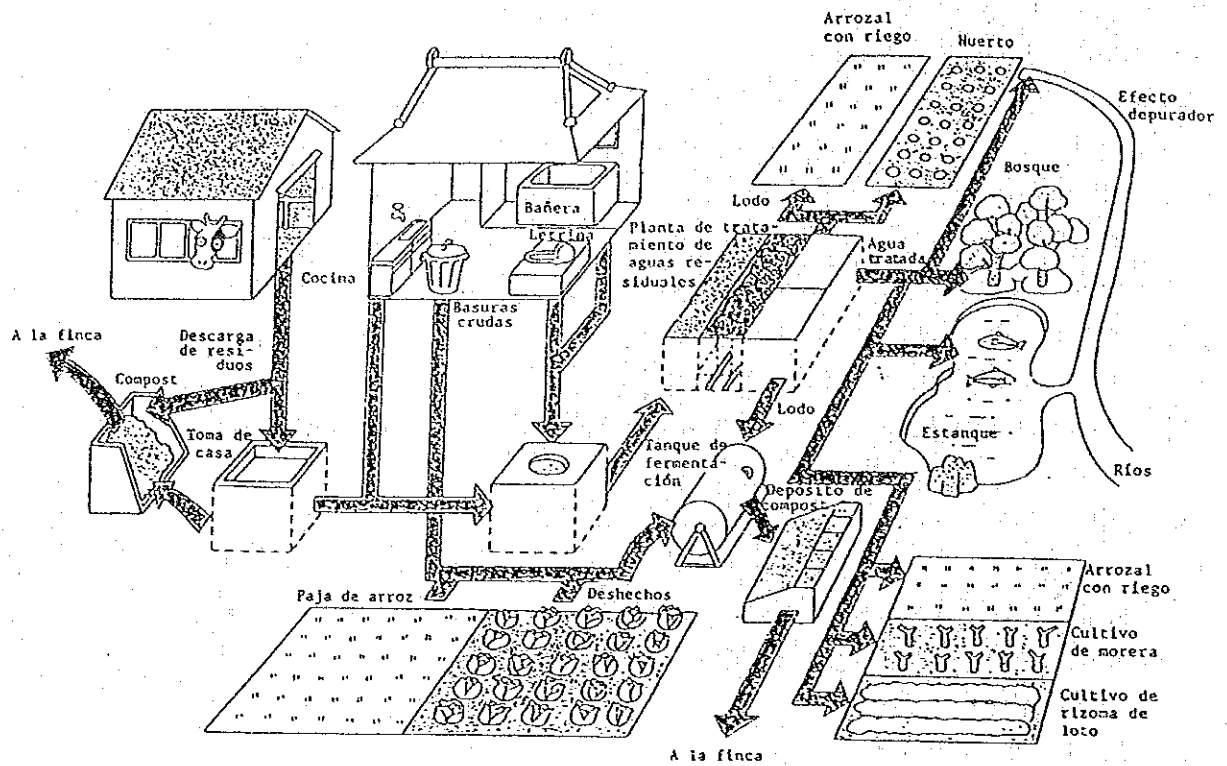


Fig. 2.3-1 Sistema de tratamiento de aguas residuales planificado para las comunidades rurales

2.4 Técnica de tratamiento para las zonas rurales

(1) Flujo de tratamiento

Las aguas residuales descargadas en los ríos siguen el curso fluvial, durante el cual, se van precipitando, primero las partículas grandes de las materias contaminantes en el lecho del río, quedando sólo las partículas pequeñas o disueltas en la corriente. Estas, a medida que siguen el curso aguas abajo, son captadas por las bacterias y seres primitivos que habitan en el lecho de cauce o en las corrientes. Tras haber pasado repetidos vados y estancamientos, el agua va siendo gradualmente depurada. A todo este proceso se le denomina "autopurificación".

El sistema de tratamiento de aguas residuales es la aplicación del principio de autopurificación referida. Es decir, una planta de tratamiento consiste en aprovechar el mecanismo de la naturaleza incrementado artificialmente su rendimiento. Generalmente, el tratamiento del agua residual se realiza siguiendo los procesos descritos en la Fig. 2.4-1.

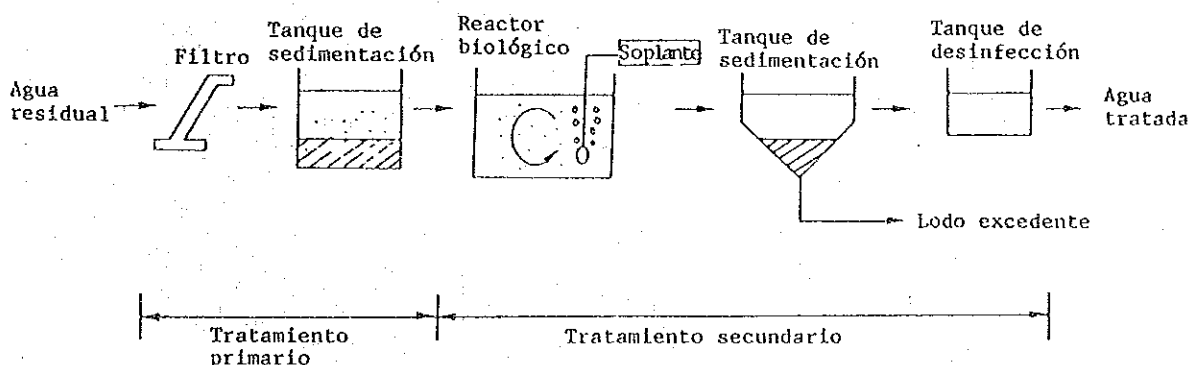


Fig. 2.4-1 Tratamiento básico de agua residual

(2) Método de tratamiento

El método de tratamiento se clasifica, según su proceso, de la siguiente manera:

- 1) Proceso físico: cribado, sedimentación, filtración, etc.
- 2) Proceso químico: coagulación, desinfección, etc.
- 3) Proceso biológico: aeróbico y anaeróbico

La calidad de agua tratada debe cumplir con los siguientes parámetros, DBO: menor a 20 ppm, SS: menor a 50 ppm. Estos valores satisfacen las metas de tratamiento de aguas domésticas en las zonas urbanas.

(3) Instalaciones de tratamiento

Las aguas residuales domésticas son descargadas en las tuberías subterráneas a través de tubos de desagüe. Para que las aguas sean conducidas hasta las plantas de tratamiento, es necesario que estas tuberías tengan determinada inclinación, e instalar bombas intermedias si es necesario.

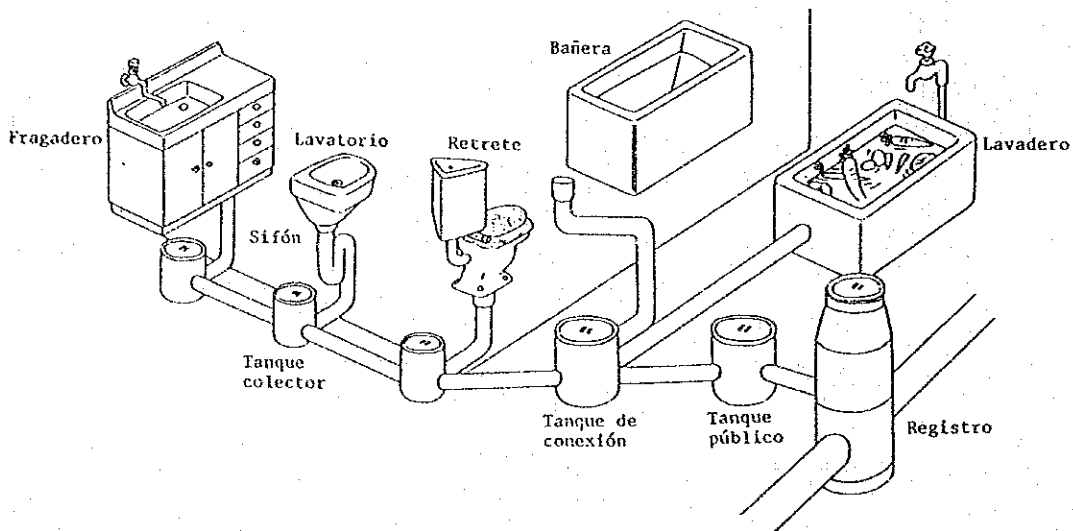


Fig. 2.4-2 Planta de tratamiento de aguas residuales (1)

Las aguas residuales colectadas son tratadas en las plantas.

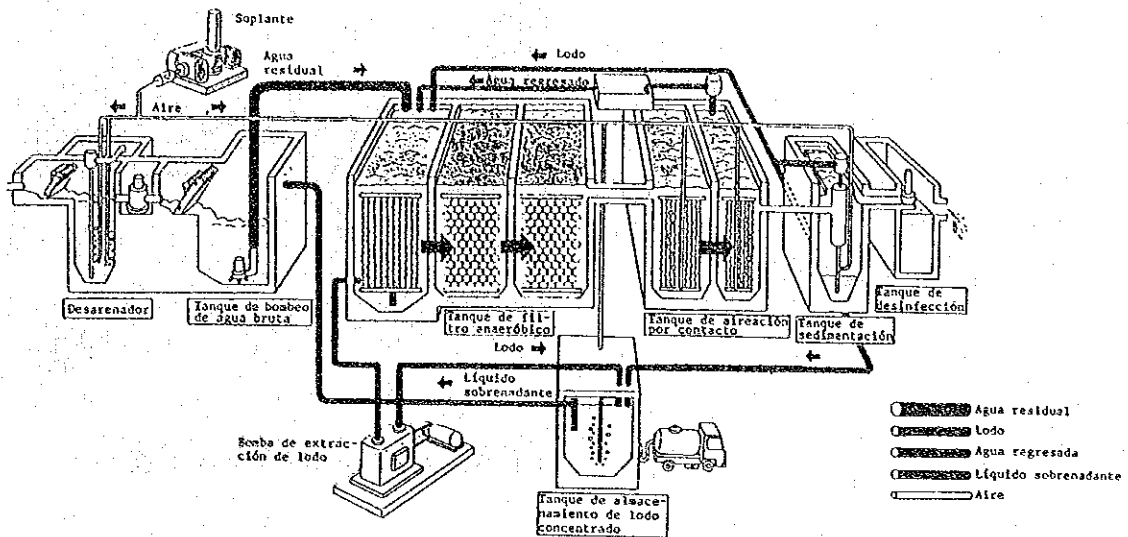


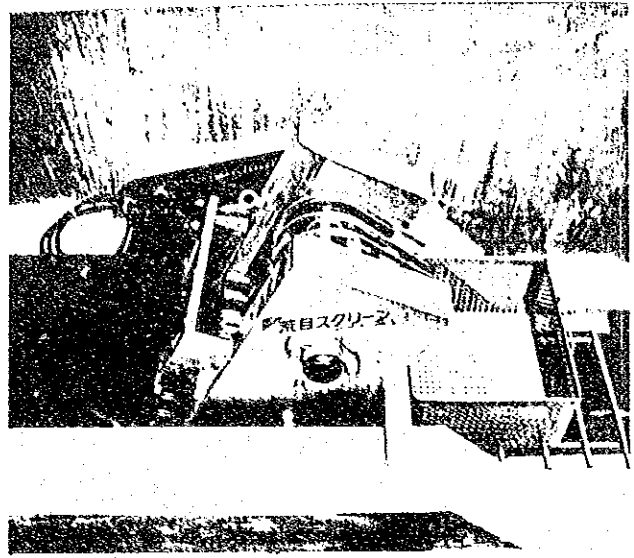
Fig. 2.4-3 Planta de tratamiento de aguas residuales (2)

Existen diferentes métodos de tratamiento de aguas residuales. En este documento expondremos sobre el método de aireación por contacto aplicado principalmente en los proyectos de tratamiento de aguas residuales en las zonas rurales.

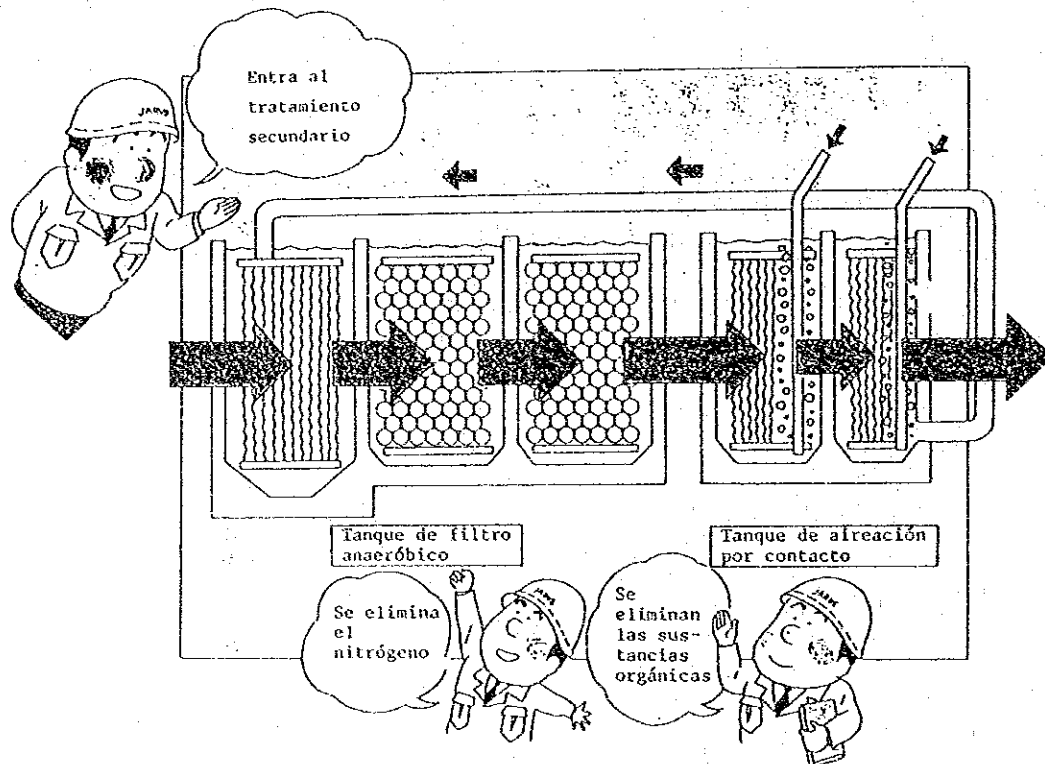
Las basuras contenidas en el agua residual es eliminada al pasar por el filtro.



El agua residual pasa al tanque de tratamiento donde se somete al proceso biológico.



Filtro

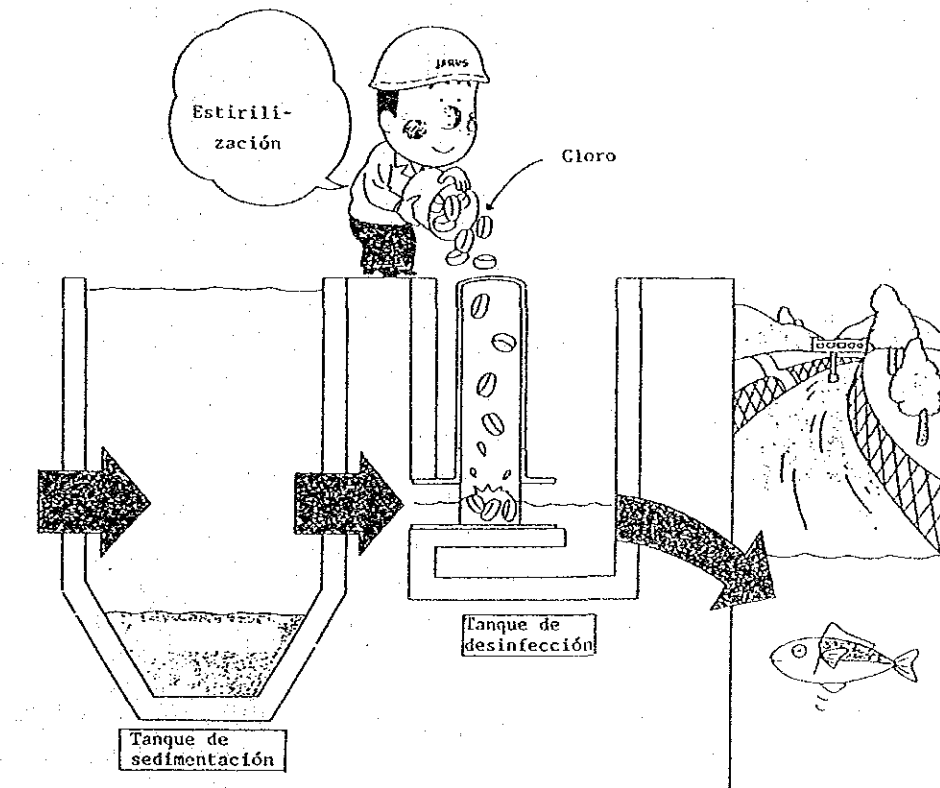


Los microorganismos contenidos en las aguas residuales se alimentan de las materias orgánicas que son la principal causa de la contaminación. El proceso biológico consiste en estimular la acción de estos microorganismos para elevar el efecto depurador mezclando el aire en el agua residual (aireación).

El tratamiento de aireación por contacto consiste en mezclar trozos de cordeles o plásticos para facilitar la adhesión de microorganismos que purifican el agua.

Con el tiempo, estos microorganismos se reproducen dentro del tanque convirtiéndose ellos mismos en materias contaminantes (lodos). Por lo tanto, el siguiente procedimiento consiste en pasar el agua al tanque de sedimentación donde se deja precipitar los lodos. Solamente las aguas tratadas de la superficie pasa al siguiente procedimiento que es la esterilización de las aguas realizada en el tanque de desinfección.

Tras haber pasado por todos estos procedimientos, el agua viene tan limpia como recibir peces para habitar nuevamente.



2.5 Desarrollo del sistema económico a pequeña escala

El desarrollo del sistema de tratamiento de aguas residuales se divide generalmente en dos tipos:

Tratamiento Colectivo a Gran Escala: consiste en recolectar aguas residuales mediante tuberías para conducir las hasta la planta instalada aguas más abajo donde se somete al tratamiento. (Fig. 2.5-1)

Tratamiento Individual a Pequeña Escala: consiste en instalar individualmente tuberías y plantas de tratamiento de aguas residuales en cada distrito relativamente pequeño. (Fig. 2.5-2)

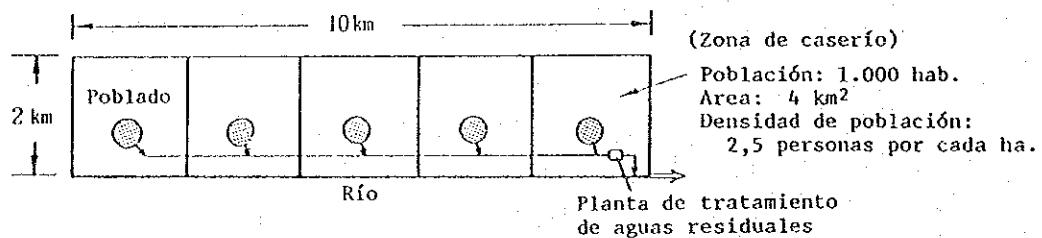


Fig. 2.5-1 Tratamiento Colectivo a Gran Escala

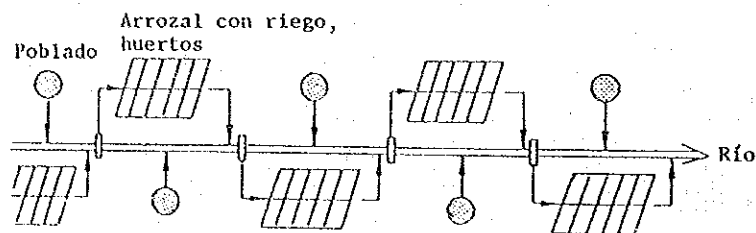


Fig. 2.5-2 Tratamiento Individual a Pequeña Escala

Al compararse estos dos tipos de tratamiento desde el punto de vista de costo de construcción, y de operación y mantenimiento, según tres tipos de poblados (fincas concentradas, fincas separadas y fincas dispersas), se llegó a la conclusión de que

el Tratamiento Individual a Pequeña Escala es más económico.
(Tabla 2.5-1)

Tabla 2.5-1 Comparación según tipos de tratamiento

(1986, Unidad: millones de yenes)

Costo	Fincas concentradas		Fincas separadas		Fincas dispersas	
	Tipo de tratamiento		Tipo de tratamiento		Tipo de tratamiento	
	Indivi- dual	Colectivo	Indivi- dual	Colectivo	Indivi- dual	Colectivo
Construcción (planta)	6.602 (1.740)	8.498 (1.056)	5.826 (1.200)	6.355 (823)	4.935 (959)	5.586 (564)
Operación y Mantenimiento (Anual)	79	97	61	71	41	51

2.6 Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales

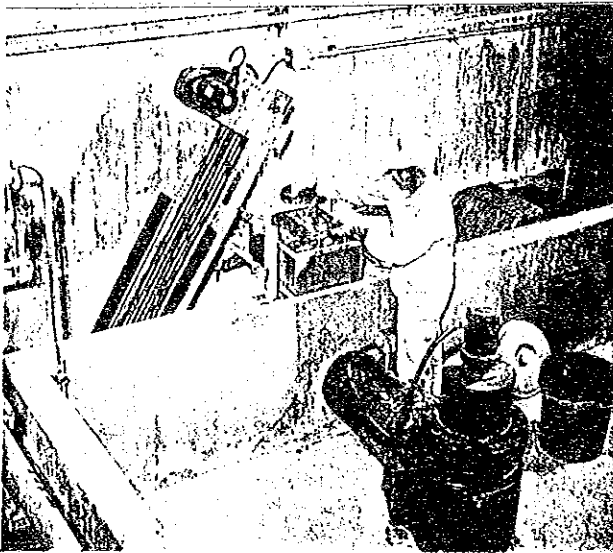
(1) Operación y mantenimiento de las plantas

El tratamiento de aguas residuales entrará en servicio tan pronto como terminen la construcción de la planta y la instalación de las tuberías domésticas. Sin embargo, la operación inadecuada de estas instalaciones no sólo impide el esperado funcionamiento de ellas, sino que puede llegar a dejarlas fuera de uso. Por lo tanto, para que las instalaciones continúen funcionando adecuadamente durante el período prolongado, es importante tomar suficiente precaución en su operación y mantenimiento cotidianos.

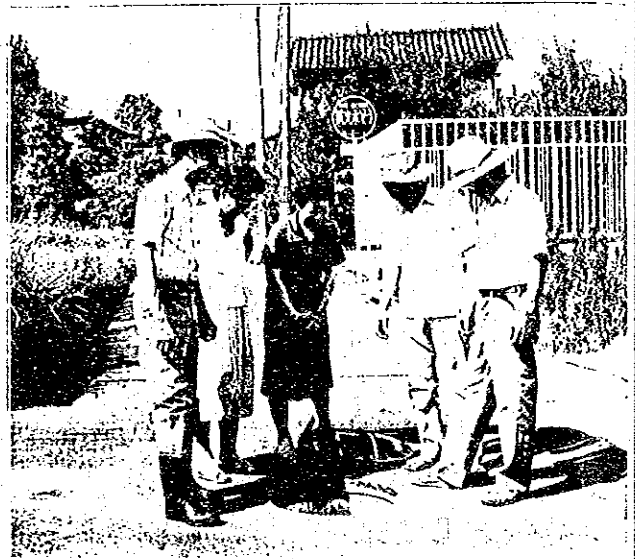
Se recomienda que las asociaciones integradas por los usuarios se hagan cargo de vigilar el servicio de operación y mantenimiento llevado a cabo por turnos, consistente en los siguientes puntos:

- 1) Verificación de seguridad (si no hay generación de malos olores, si las tapas de los registros están correctamente cerradas, etc.)
- 2) Eliminación de basuras acumuladas en los filtros
- 3) Verificación de anomalías de medidores de panel de control de energía y lámparas de alarma
- 4) Limpieza dentro del lote de la planta de tratamiento
- 5) Otros

El servicio de operación y mantenimiento también incluye vigilancia de las tuberías.



Operación y mantenimiento cotidianos



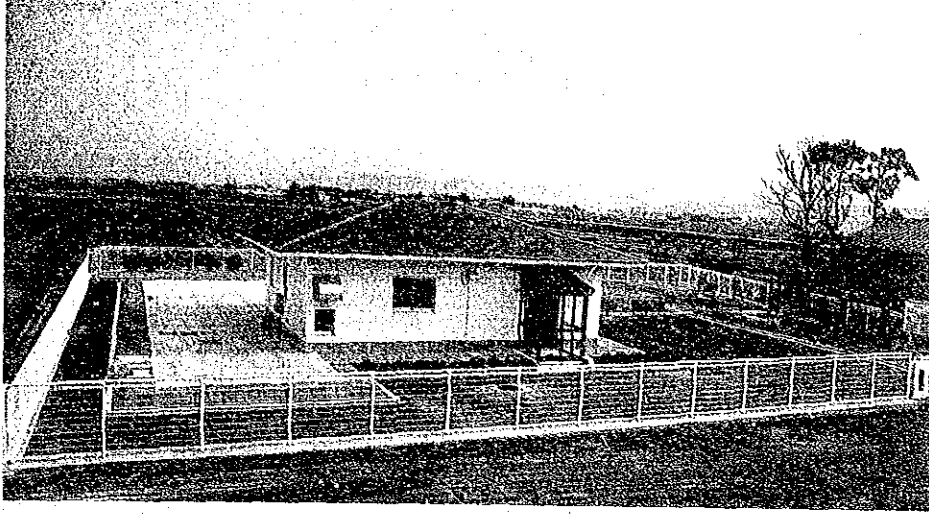
Servicio de operación y mantenimiento llevado a cabo por los usuarios

(2) Precauciones cotidianas

Aparte de los anotados anteriores, los usuarios de las instalaciones deben tener en cuenta las siguientes precauciones:

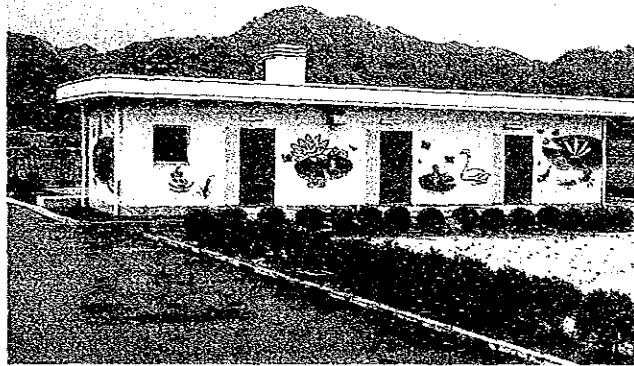
- 1) No arrojan otros papeles que no sean papeles sanitarios en los retretes
- 2) No descargar en el alcantarillado deshechos de hortalizas y trapos
- 3) No descargar grandes cantidades de grasa comestible (aceites vegetales, etc.), ya que la capacidad de tratamiento de la planta tiene un límite
- 4) Vigilar periódicamente los tanques públicos y de conexión, eliminando las basuras y limpiándolos
- 5) No usar detergentes que contengan fósforo
- 6) No descargar materias tóxicas como metales pesados

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



YAMAGATA prefectura

TOTTORI prefectura



SIGA prefectura

3. Aprovechamiento de Terrenos Inclinaados para Uso Agrícola en Japón

3.1 Situación actual de la agricultura en terrenos inclinados de las zonas montañosas

- (1) Existen muchas tierras agropecuarias en las laderas.

El territorio nacional de Japón equivale a una tercera parte del territorio colombiano. Sin embargo, su población es cuatro veces mayor que Colombia, es decir, aproximadamente 120 millones de habitantes. El 67% del territorio está cubierto de bosques, lo cual es una cifra bastante alta, mientras que el terreno cultivado es sólo el 15%. Bajo esta circunstancia, el aprovechamiento de las laderas para uso agrícola es una práctica que los japoneses han venido desarrollando tradicionalmente. En la actualidad, el 18% de los arrozales con riego, el 31% de los campos secanos y el 62% de frutales se encuentran creados en los terrenos inclinados.



入広瀬村中心部の風景

UN PAISAJE TIPICO DE LADERA EN JAPON

Tabla 3.1-1 Distribución y porcentaje de las áreas cultivadas según tipos de laderas

Tipo	Tierra	Porcentaje según tipo de ladera (%)
Total	Plana	71,6
	Inclinada	23,3
	Ladera escarpada	5,2
Arrozal con riego	Plana	82,0
	Inclinada	15,5
	Ladera escarpada	2,5
Campo seco	Plana	57,7
	Inclinada	33,5
	Ladera escarpada	8,8
General	Plana	69,5
	Inclinada	26,6
	ladera escarpada	3,9
Frutal	Plana	37,6
	Inclinada	39,7
	Ladera escarpada	22,7
Pastizal	Plana	53,4
	Inclinada	42,5
	Ladera escarpada	4,1

Nota: Tierra plana: Tierra cuya pendiente es menor a 5%
 Tierra inclinada: Tierra cuya pendiente es mayor a 5% y menor a 15%
 Ladera escarpada: Ladera natural con pendiente mayor a 15%

- (2) Las condiciones agrícolas tanto de tierra como de trabajo son malas en los terrenos inclinados

Las tierras agrícolas creadas en los terrenos inclinados son, generalmente, pequeñas e irregulares de tamaño, y su ubicación dificulta mejorar las condiciones de los caminos rurales y sistemas de riego por su alto costo de construcción. En las tierras con pendiente menor a 1/300, el 51% de los caminos rurales están en buenas condiciones de mantenimiento, mientras que en tierras con pendiente de 1/100 a 1/20 y mayor a 1/20, esta cifra baja a 26% y hasta 2%, respectivamente. El último indica que los caminos en estas zonas se encuentran en condiciones extremadamente subdesarrollados.

Debido al subdesarrollo de la infraestructura agrícola y la reducido tamaño de las lotes, el grado de mecanización es bajo y la productividad laboral es, por lo tanto, sumamente inferior.

Tomemos el ejemplo de la producción de mandarinas. Las horas laborales que requieren en las tierras planas son de 1.510 horas anuales por cada hectárea, mientras que en las tierras inclinadas y laderas escarpadas son de 2.360 y 2.820 horas, respectivamente.

Tabla 3.1-2 Horas laborales para la producción de mandarinas
(por cada 1 ha.)

	Producción	Insumos laborales	
		H. laboral	H. motorizado
Ladera escarpada	27,7 ton	2.820 h	270 h
Tierra inclinada	23,5	2.360	230
Tierra plana	19,8	1.510	200

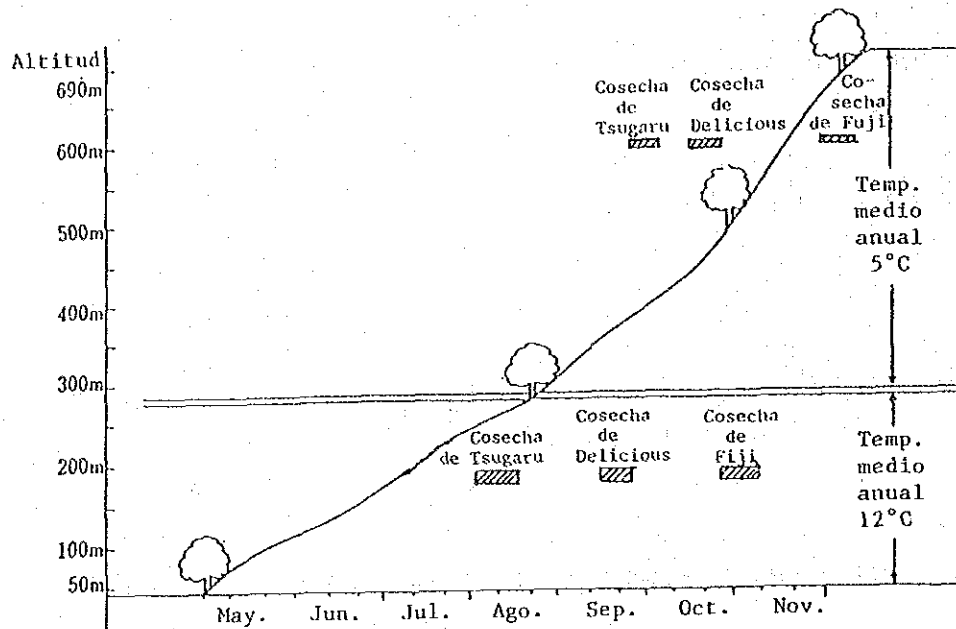
(3) Práctica agropecuaria que aprovecha las vocaciones de los terrenos inclinados

Las actividades agropecuarias que se practican comúnmente en las zonas montañosas son la ganadería, sericultura, cultivo para agroindustria, fruticultura, etc. Aunque es cierto que dichas zonas llevan más desventajas si se comparan con tierras planas, existen, también ventajas como las condiciones de insolación, buen drenaje, además los variables aspectos climáticos son aprovechados en la práctica de agricultura. En las zonas montañosas, donde la importación de los productos desde otras regiones es difícil, se satisface la mayor parte de la demanda regional con la circulación de los productos dentro de la zona. Por otro lado, la agricultura en los terrenos inclinados, también juega un papel importantísimo en la conservación de la tierra nacional.

(4) Ejemplos de agricultura en terrenos inclinados

1) Producción de manzanas aprovechando la diferencia de altura

Generalmente la producción de manzanas se realiza en tierras planas de aproximadamente 100 m de altitud. En caso de cultivar las manzanas en las laderas montañosas de más de 500 m.s.n.m., la cosecha se atrasa de 10 a 15 días que en las tierras planas, debido a la diferencia de temperatura promedio anual. Por consiguiente, se puede controlar el precio de venta de las frutas si se logra controlar el período de mercadeo. Asimismo, el clima frío favorece la calidad y el almacenamiento de los productos.



Nota: Tsugaru, Delicious y Fuji son las diferentes variedades de la manzana.

Fig. 3.1-1 Ejemplos de producción de manzanas aprovechando las diferencias de altitud

- 2) Seleccionar los productos distribuyendo adecuadamente las labores

En las zonas donde existen una diferencia de altitud de entre 200 m a 300 m, se ha creado un sistema de producción en la que se aprovechan las condiciones naturales locales como la diferencia de temperatura diurna y nocturna, buena insolación de las laderas que enfrentan al sur, y distribuyendo adecuadamente los esfuerzos laborales. La Tabla 3.1-3 muestra un ejemplo de la práctica agrícola en la que se coordina sistemáticamente el mercadeo de diferentes productos desde julio hasta noviembre.

Tabla 3.1-3 Distribución sistemática de labores agrícolas

Epoca de cosecha Productos	Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Nov.	
	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M
Ciruelas	●													
Uvas				●	●	●								
Caquis							●	●	●					
Mandarinas													●	●

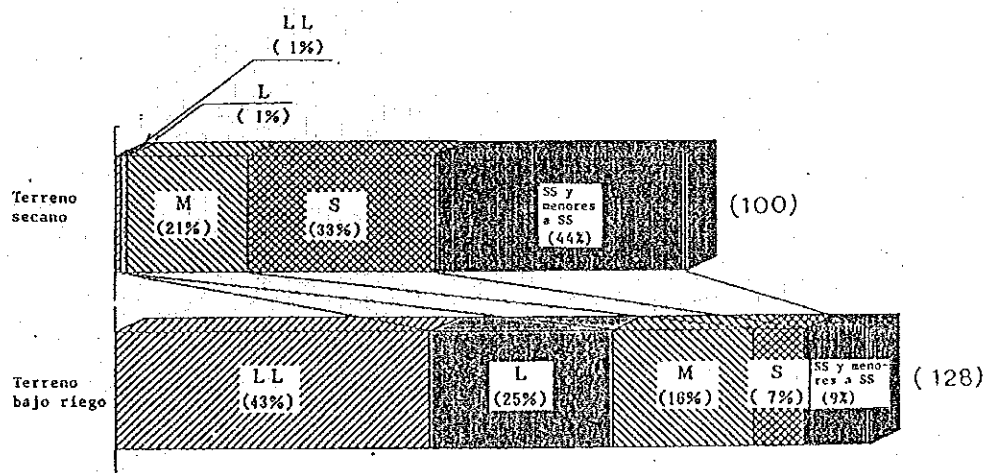
P: a principios, M: a mediados, F: a finales

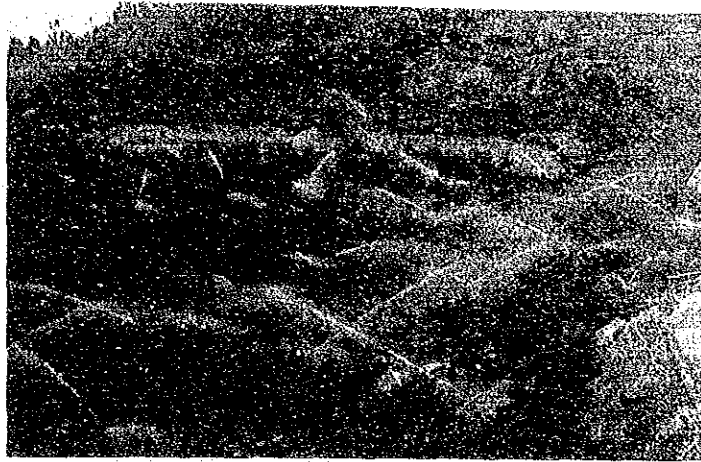
3) Elevación de rendimiento mediante sistema de riego

Los efectos positivos que se alcanzan mediante el riego son: i) la estabilidad productiva en tiempos secos; ii) el mejoramiento de calidad de los productos, y iii) la diversificación de los productos.

Por ejemplo, el rendimiento de las ciruelas en los terrenos bajo riego es 28% mayor que en los secanos, y en cuanto a su tamaño, el porcentaje de las ciruelas de tamaños LL (el más grande) y L (el que sigue) es mayor en terrenos bajo riego.

Comparación de rendimiento -- cultivo de ciruelas





CAMPO DE MANDARINA CON RIEGO (ASPERSOR)



CAMPO DE TE JAPONES CON RIEGO (ASPERSOR)



MONORRIER INSTALADO EN LADERA

4) Uso de monorriel para economizar las horas de trabajo

El transporte de los productos agrícolas y los insumos en los frutales ubicados en terrenos inclinados constituye un trabajo extremadamente pesado para los agricultores, lo cual se logra aligerar mediante el uso de monorriel. Por ejemplo, con la introducción del sistema de monorriel en frutales de mandarinas, se logró economizar las horas de transporte hacia arriba y abajo en $1/4$ y $1/2$ respectivamente, comparando con las horas requeridas por fuerza humana.

(5) La importancia de la adecuación de lotes en los terrenos inclinados

Las condiciones terrenales para las prácticas agrícolas en las laderas, son generalmente, desfavorables que en las llanuras. Asimismo, es difícil realizar actividades a gran escala que genere alta productividad. Bajo esta circunstancia, es sumamente importante aprovechar las ventajas que tienen las laderas para el fomento de la agricultura.

La adecuación de lotes es, por lo tanto, un requerimiento fundamental al que se le debe atribuir primera prioridad. Para llevar a cabo esta tarea es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- 1) En las laderas donde enfrentan alto riesgo de generación de desastres naturales, es importante tomar medidas para la conservación de tierra nacional.
- 2) El costo que se requiere para adecuación de lotes en los terrenos inclinados es relativamente alto debido a su topografía y otros factores limitantes, por lo que, en un principio, la adecuación debe consistirse en la introducción del sistema de riego de cultivos secos con el fin de estabilizar la productividad, elevar

el rendimiento y diversificar los productos a ser cultivados. En tal caso, es deseable aprovechar el agua de riego, no sólo para el uso agrícola, sino también para múltiples propósitos con el fin de agregar la utilidad del agua y eficiencia de la adecuación de los terrenos.

- 3) Las laderas constituyen el ambiente común donde se desarrollan la agricultura y el asentamiento de los habitantes rurales, por lo que es importante promover el desarrollo de la comunidad rural ameno mediante el mejoramiento integral de la infraestructura productiva y del medio ambiente.

3.2 Prevención de desastres en las tierras agrícolas

En los terrenos inclinados que son susceptibles de los desastres naturales como la inundación, derrumbe de tierra, erosión de suelo, etc., las medidas apropiadas de prevención de desastres son indispensables para la conservación de tierras y de las facilidades agrícolas, mantenimiento de productividad, estabilidad agrícola y la conservación de tierra nacional. Estas medidas se clasifican, según las causas y tipo de desastres, en la prevención de inundación, prevención de derrumbe de tierras y erosión de suelo y rehabilitación de facilidades agrícolas desgastados.

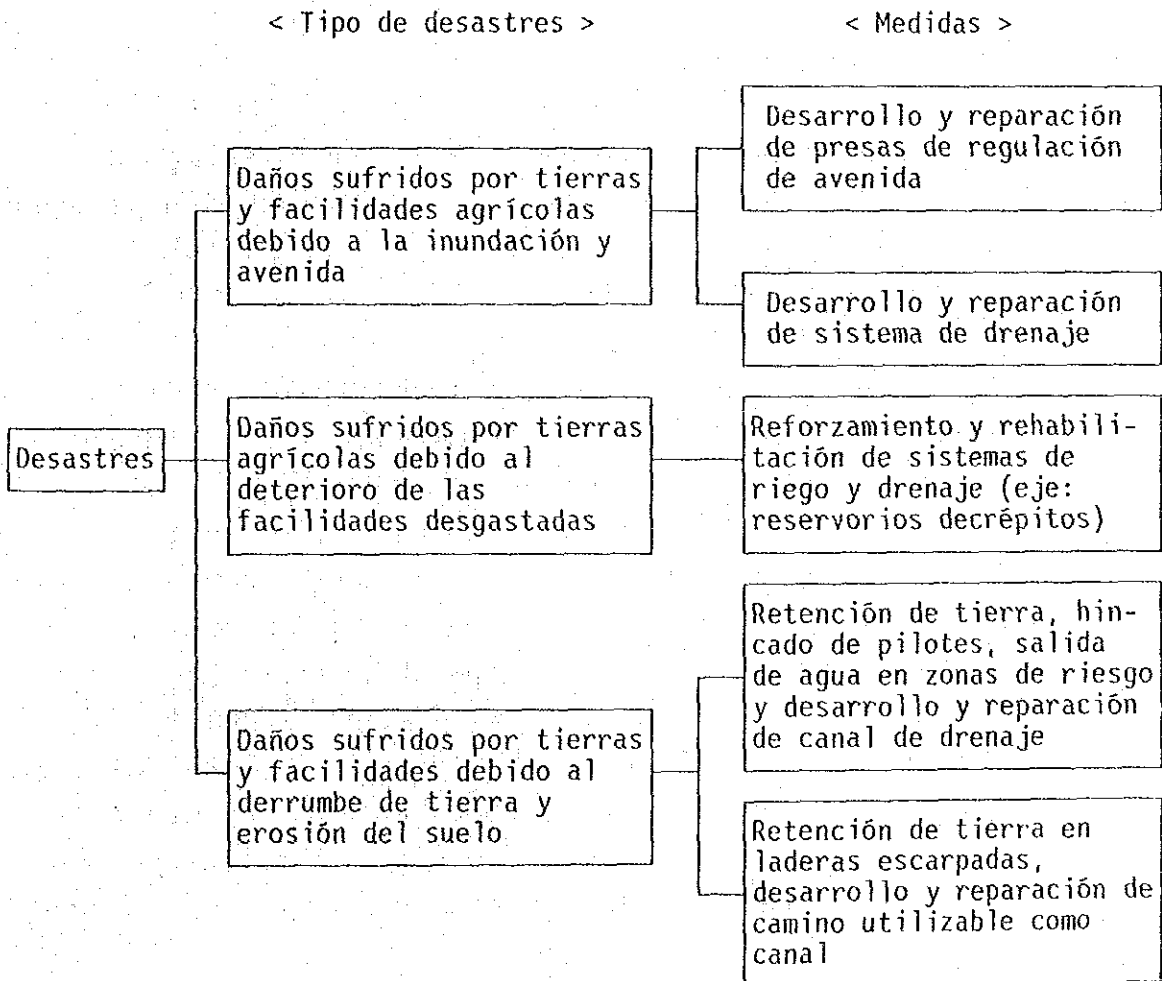


Fig. 3.2-1 Sistema de prevención de desastres

A continuación se explicará acerca de las medidas de prevención contra la erosión de suelo, que es la tarea más importante y ligada a la agricultura:

Las tierras agrícolas creadas en las laderas son susceptibles de erosión hídrica, perdiendo la fertilidad del suelo cada vez que llueve en la zona. Esto trae como consecuencia la bajada de productividad y generación de desastres más serios. Por consiguiente, es necesario conservar las tierras agrícolas y el suelo mediante obras civiles, cultivo a lo largo de curvas de nivel y estiércol, etc.

(1) Medidas de prevención de erosión de suelo por obras civiles

1) Construcción de canal de drenaje

Es la medida más fundamental en la conservación de tierras agrícolas. Existen tres tipos de canales según su propósito a cumplir: dren interceptor, canal colector y canal de drenaje.

El dren interceptor es el canal construido casi paralelamente a las curvas de nivel. Existen dos tipos: aquel que recibe el agua proveniente del exterior, aguas arriba de la zona para impedir la entrada al interior de la zona, y aquel que recibe el agua proveniente del interior o de los conductos cerrados para conducir hasta el canal colector.

El canal conductor recibe el agua proveniente del dren interceptor para drenar casi perpendicularmente a las curvas de nivel. En algunos casos, se construye como el canal lateral de las carreteras o canal de desagüe lateral.

El canal de drenaje colecta el agua proveniente del canal conductor para descargarlo en los ríos o canales naturales, aprovechando principalmente las partes bajas de la zona o quebradas naturales. Se protege el canal mediante obras de protección de márgenes, obras de salto, compactación de lecho de cauce, etc. según su necesidad.

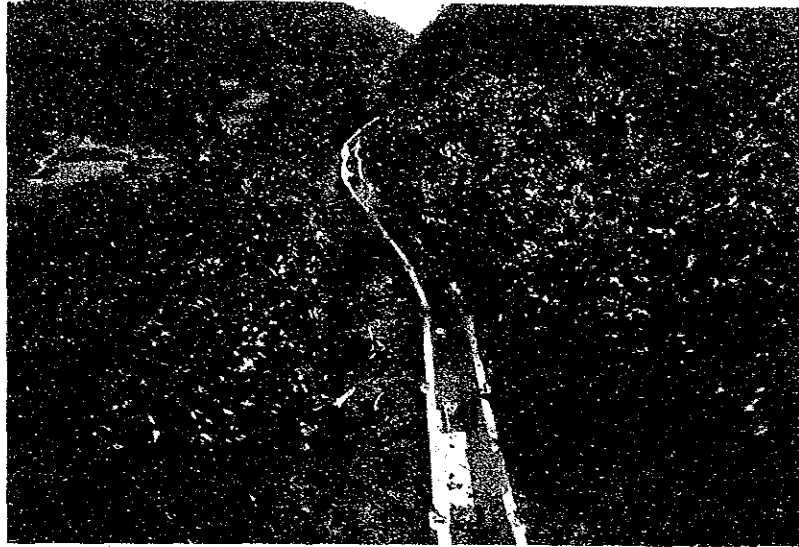
2) Camino rural utilizable como canal

Este tipo de camino consiste en utilizar el camino rural como canal de drenaje. Al integrar dos utilidades en una sola obra, se logra minimizar el área destinada a otro propósito que no sea la agricultura y asegurar la capacidad de drenaje en caso de derrumbe de tierras.

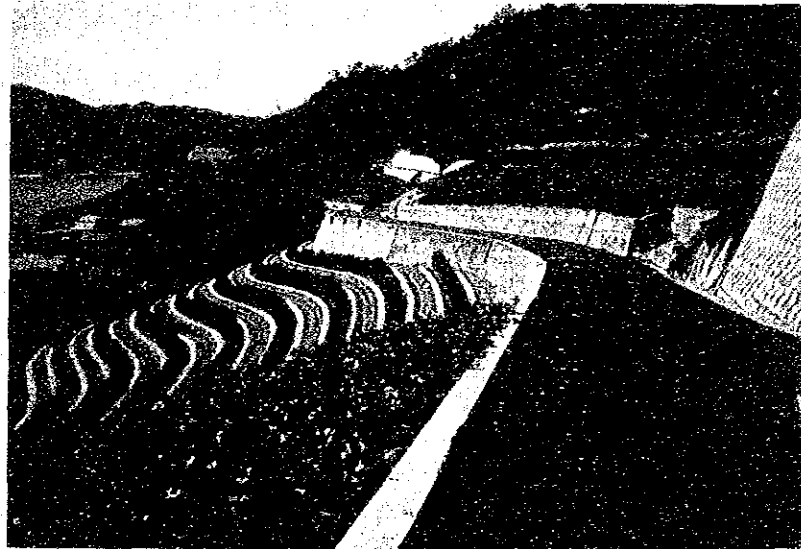
3) Canal de terraza

Son canales en forma de terraza dispuestos a un determinado intervalo a lo largo de las curvas de nivel, con el fin de interceptar y almacenar temporalmente las aguas superficiales e impedir la caída concentrada de agua hacia las zonas inferiores.

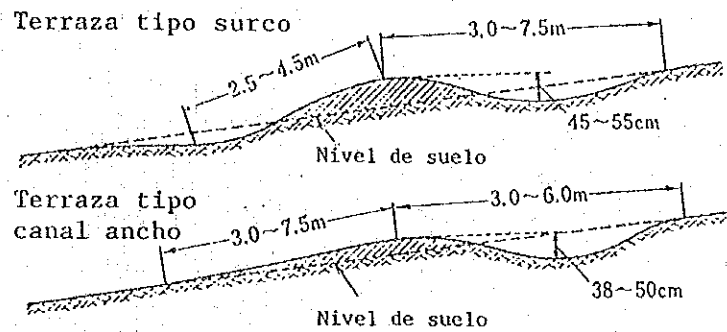
Los canales de terraza anchos y empastados que se construyen en los terrenos de inclinación moderada impiden la pérdida del suelo reduciendo la velocidad de flujo de agua y favoreciendo su infiltración en el suelo.



DREN INTERCEPTOR INSTALADO LATERALMENTE EN LADERA



CAMINO RURAL UTILIZABLE COMO CANAL



(2) Medidas de prevención de erosión hídrica por métodos de cultivo

Las medidas tomadas por cada uno de los agricultores en el momento de cultivar los productos, para prevenir la erosión hídrica del suelo son las más efectivas, por lo que es necesario que estas medidas sean tomadas no sólo en forma individual, sino como una tarea colectiva para la comunidad entera. Los principales métodos son los siguientes:

1) Uso racional de la tierra

La capacidad de prevenir la erosión hídrica según las categorías de la tierra es:

Bosques/pastizales > frutales > huertos hortícolas

Por lo tanto, es importante conservar los bosques en las laderas escarpadas, y en caso de utilizar esta topografía para la agricultura, es necesario distribuir y aprovechar adecuadamente los pastizales y frutales.

Tabla 3.2-1 Pérdida de suelo según categoría de tierra

Categoría	Pérdida de suelo (índice comparada con tierra descubierta)
Tierra sin cultivo	100
Bosques	9
Frutales	6 - 10
Pastizales	1 - 2

pendiente: 15 grados, largo de ladera: 3m,
10 años, precipitación anual: 1.136 mm

2) Cultivo a lo largo de curvas de nivel

Consiste en cultivar los productos en los surcos trazados a lo largo de las curvas de nivel, y constituye en un método importante y fundamental para la prevención de erosión hídrica en las tierras de cultivo creadas en las laderas. El escurrimiento de agua superficial se estanca entre los surcos y, con el tiempo, se infiltra en el suelo. En la tabla siguiente se indica la eficacia del cultivo en curvas de nivel para la prevención de erosión hídrica; la pérdida de suelo es de 0 a 8% de lo que se pierde en el cultivo en surcos verticales.



CULTIVO A LO LARGO DE CURVAS DE NIVEL



ESTIERCOL EN EL CAMPO

Tabla 3.2-2 Efecto preventivo contra erosión hídrica del suelo mediante cultivo en curvas de nivel

Topografía ladera		Tipo de suelo	Pérdida de suelo (promedio anual, ton/ha)		Productos cultivados
Pendiente	Largo (m)		Curvas de nivel	Surcos verticales	
8	15	Ceniza volcánica	0	1,78	Soya, arroz seco, maíz, trigo, etc.
6	18	Ceniza volcánica	0,85	10,71	Maíz, batata, maní, trigo, etc.
8	15	Suelo diluvial	0,76	11,50	Batata, trigo
14	11	Suelo granítica	1,51	38,00	Batata, trigo
20	10	Arcilla pesada	1,90	31,65	Avena, papa
7 - 8	50	Ceniza volcánica	1,12	29,30	Soya, papa, maíz dentado
22 - 25	50	Ceniza volcánica	1,90	53,65	Soya, papa, maíz dentado
7	20	Ceniza volcánica	3,35	46,50	Repollo

3) Colocación de fajas de pastos

Este método consiste en colocar fajas de pastos a un determinado intervalo para aprovechar eficazmente el fuerte efecto preventivo de erosión hídrica que tienen los pastos. El efecto es mayor cuando la faja es ancha y el intervalo entre las ellas es angosto. La tabla siguiente indica el efecto preventivo de erosión en caso de colocar 2 m de fajas de pastos por cada 10 m de área de cultivo. Como se puede observar, el efecto es sumamente alto, pudiendo reducir la pérdida del suelo en 15 - 40% que en el área de cultivo sin fajas de pastos.

Tabla 3.2-3 Efecto preventivo de erosión hídrica de las fajas de pastos

Area de cultivo	Escurrimiento de agua superficial (mm)	Pérdida de suelo (ton/ha)
Sin fajas de pastos	91,4 (100)	4,401 (100)
Con fajas de pastos	56,7 (62)	0,521 (12)

Pendiente: 10°, largo de ladera: 24 m,

2m de bandas por cada 10 m de área de cultivo

Precipitación promedio anual: 990 mm (891 - 1.088 mm)

4) Mejoramiento de sistemas de cultivo

El efecto preventivo de erosión hídrica en los campos de cultivo normales y de verduras es menor en comparación a los pastizales; no obstante, esto se puede mejorar mediante cultivos asociados o intercalados de diferentes productos.

Tomemos el ejemplo de Shikoku. El método aplicado en esta región consiste en, como se indica en la siguiente figura, sembrar el trigo a lo largo de las curvas de nivel y después de espigarse en la primavera siguiente, se corta dejando aproximadamente 10 cm de rastrojos. Subsiguientemente se realiza en el mismo terreno el aporque, fertilización y surcado y finalmente se siembra el repollo. Las pajas de trigo son cortadas en trozos pequeños y esparcidas como estiércol en la totalidad del campo de cultivo. Bajo este método, la pérdida del suelo es sólo el 2% de lo que se pierde en el cultivo tradicional (donde se cultiva el repollo por dos años consecutivos y se deja descansar el terreno por un año).

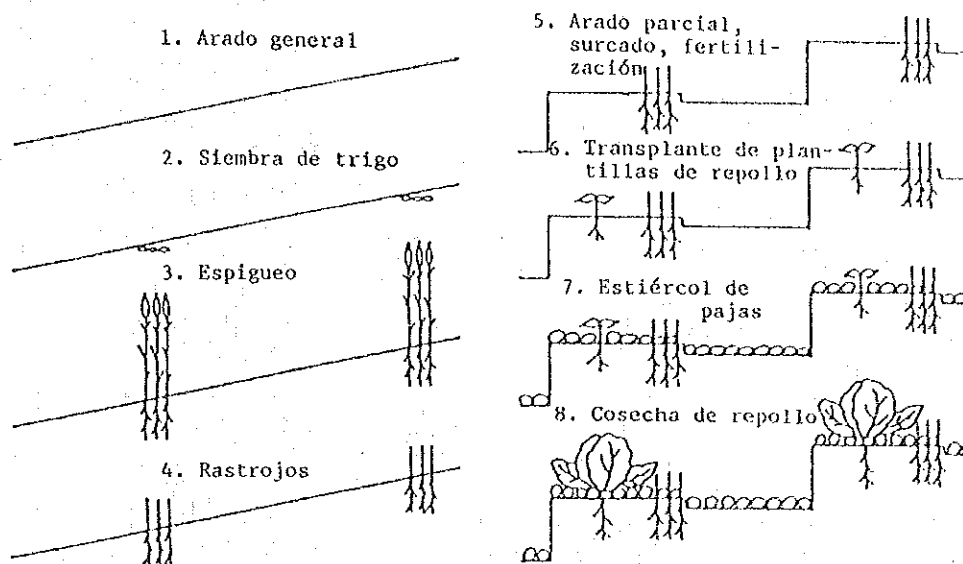
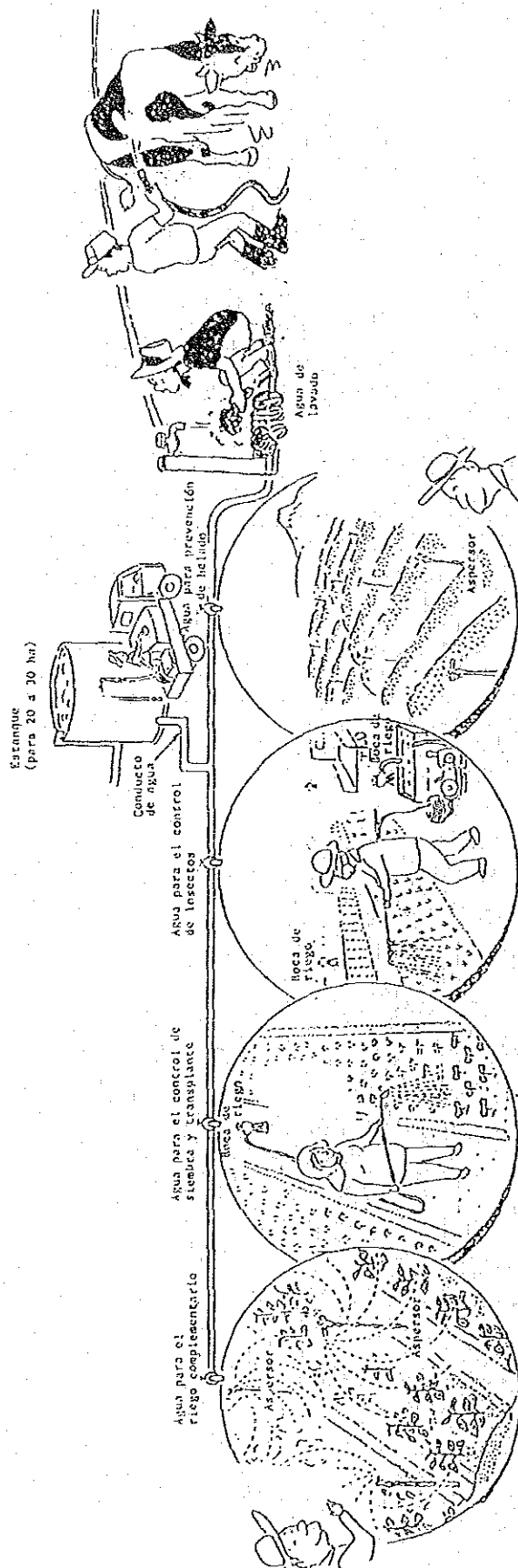


Figura 3.2-2 Efecto preventivo de erosión hídrica del suelo en el campo de cultivo de repollo asociado con trigo

3.3 Introducción del sistema de riego de usos múltiples para cultivos secanos

La aplicación de riego a los cultivos secanos es muy importante para estabilizar la productividad en tiempos de sequía, incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de los productos. Sin embargo, se recomienda darle mayor utilidad al recurso hídrico como el uso de agua para el control de cultivo (especialmente, de la siembra), prevención de desastres meteorológicos (daños de helada) y racionalización de trabajos de control (aplicación de fertilizantes e insecticidas); así también para el lavado de los productos cultivados, máquinas y herramientas agrícolas, y finalmente para el consumo humano.



Regar la cantidad necesaria en el momento necesario (estabilidad de riego)
 Las plantas crecen con regularidad gracias al fácil acceso del agua
 Se logra economizar los labores mediante riego planificado
 De esta manera se logra proteger las plantas de los daños de la helada

Fig. 3.3-1 Esquema del sistema de riego para cultivos secos

(1) Agua para el control de cultivo

Se utiliza principalmente para crear un medio adecuado para la siembra y transplante facilitando la selección del período apto de labores, incremento de porcentaje de supervivencia y la germinación de las plantas.

(2) Agua para la prevención de desastres meteorológicos

Se le da diferentes utilidades como la prevención contra erosión eólica para impedir la pérdida de suelo por la acción del viento; la prevención contra helada para proteger las plantas de los daños por congelamiento y helada mediante aspersion de agua. Esta última consiste en evitar que la temperatura de las plantas baje más de 0°C aprovechando el calor latente que descarga el agua al congelarse.

(3) Agua para la economización de labores de control

La aspersion de fertilizante líquido aprovechando el sistema de riego en el período apto de crecimiento sirve para racionalizar el trabajo en campo. En las plantaciones de té y de mandarinas donde se adoptaron el sistema de uso de agua para fertilización y control sanitario, se logró economizar notablemente las labores de control de cultivo.

Tabla 3.3-1 Economización del tiempo laboral por riego para cultivos secanos

Unidad: hora/ha

Productos	Requerimiento de mano de obra		Objetivo de aspersion
	Sin riego	Con riego	
Té	650	230	Fertilización y control de insectos
Mandarina	770	290	Fertilización y control de insectos

3.4 Desarrollo integral de las comunidades rurales establecidas en los terrenos inclinados

(1) El rol de las comunidades rurales

Los papeles que juegan las comunidades rurales son:

- 1) Lugar donde se desarrollan las actividades de producción estable de los alimentos básicos para la nación;
- 2) Lugar donde vive la gran cantidad del pueblo nacional;
- 3) Lugar donde asegurarse el ingreso y oportunidad de trabajo para la comunidad local;
- 4) Conservación del ecosistema y territorio nacional a través de la agricultura y silvicultura;
- 5) Sucesión de la cultura etnológica tradicional y formación del fundamento cultural.

(2) Situación actual y las tareas futuras de las comunidades rurales en terrenos inclinados

Estas comunidades llevan las siguientes desventajas comparando con las comunidades establecidas en las llanuras y en las urbanas:

- 1) Limitaciones topográficas - prevalecen los terrenos inclinados;
- 2) Reducción de población, especialmente de jóvenes;
- 3) Retraso de desarrollo de las infraestructuras agrícola y social;
- 4) Oportunidad de trabajo insuficiente.

Frente a esta situación, es necesario llevar a cabo un desarrollo integral consistente en los siguientes puntos:

- 1) Administración agrícola aprovechando las ventajas típicas de la zona;

- 2) Creación de comunidades rurales amenas que facilite la permanencia de los habitantes;
 - 3) Desarrollo integral de las infraestructuras agrícolas y sociales, partiendo desde el punto de vista de que la comunidad es un ambiente común para las actividades productivas y de la vida diaria de los habitantes locales.
 - 4) Protección de la zona y de la tierra nacional contra los desastres.
- (3) Desarrollo integral de las comunidades rurales en terrenos inclinados

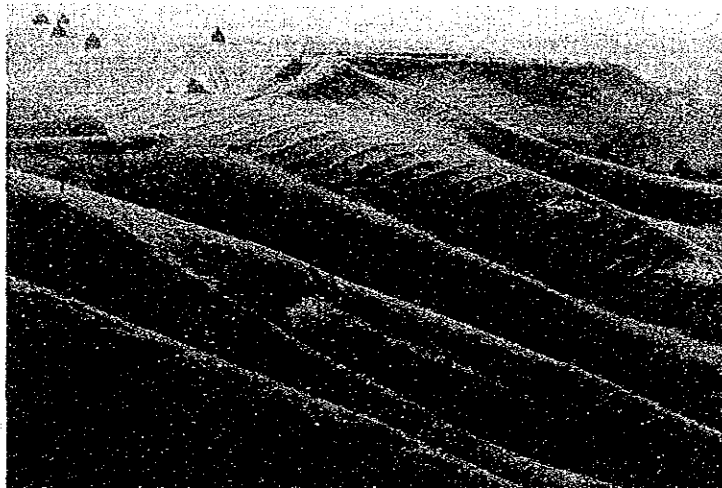
Teniendo en cuenta la situación actual en que se encuentran dichas comunidades y las tareas a cumplir en el futuro, actualmente se está llevando a cabo el desarrollo integral de las comunidades pretendiendo activarlas en forma global mediante mejoramiento de la productividad agrícola y el medio ambiente en que viven los habitantes locales. Dicho plan consiste en promover la adecuación de terrenos como las instalaciones de riego, caminos rurales, etc., conjuntamente con la infraestructura social de los habitantes como caminos y plantas de tratamientos de vertimientos en las zonas rurales, sistema de abastecimiento de agua para consumo humano y lavado de ganados, etc.



ARROZAL EN TERRAZA (ASO, Kyushu)



CULTIVO DE MANDARINA EN TERRAZA (UWAJIMA, Sikoku)



PASTO DE CORTE (ASO, Kyushu)

