

ドミニカ共和国
低開発地域上水道施設改修計画

基本設計調査報告書

平成 13 年 11 月

国際協力事業団
株式会社 日水コン

序文

日本国政府はドミニカ共和国政府の要請に基づき、同国の低開発地域上水道施設改修計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 13 年 1 月 28 日から 2 月 22 日及び平成 13 年 4 月 20 日から 6 月 10 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。調査団は、ドミニカ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。

帰国後の国内作業の後、平成 13 年 10 月 9 日から 10 月 20 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 13 年 11 月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗

伝 達 状

今般、ドミニカ共和国における低開発地域上水道施設改修計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 13 年 1 月より平成 13 年 11 月までの 10.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ドミニカ共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

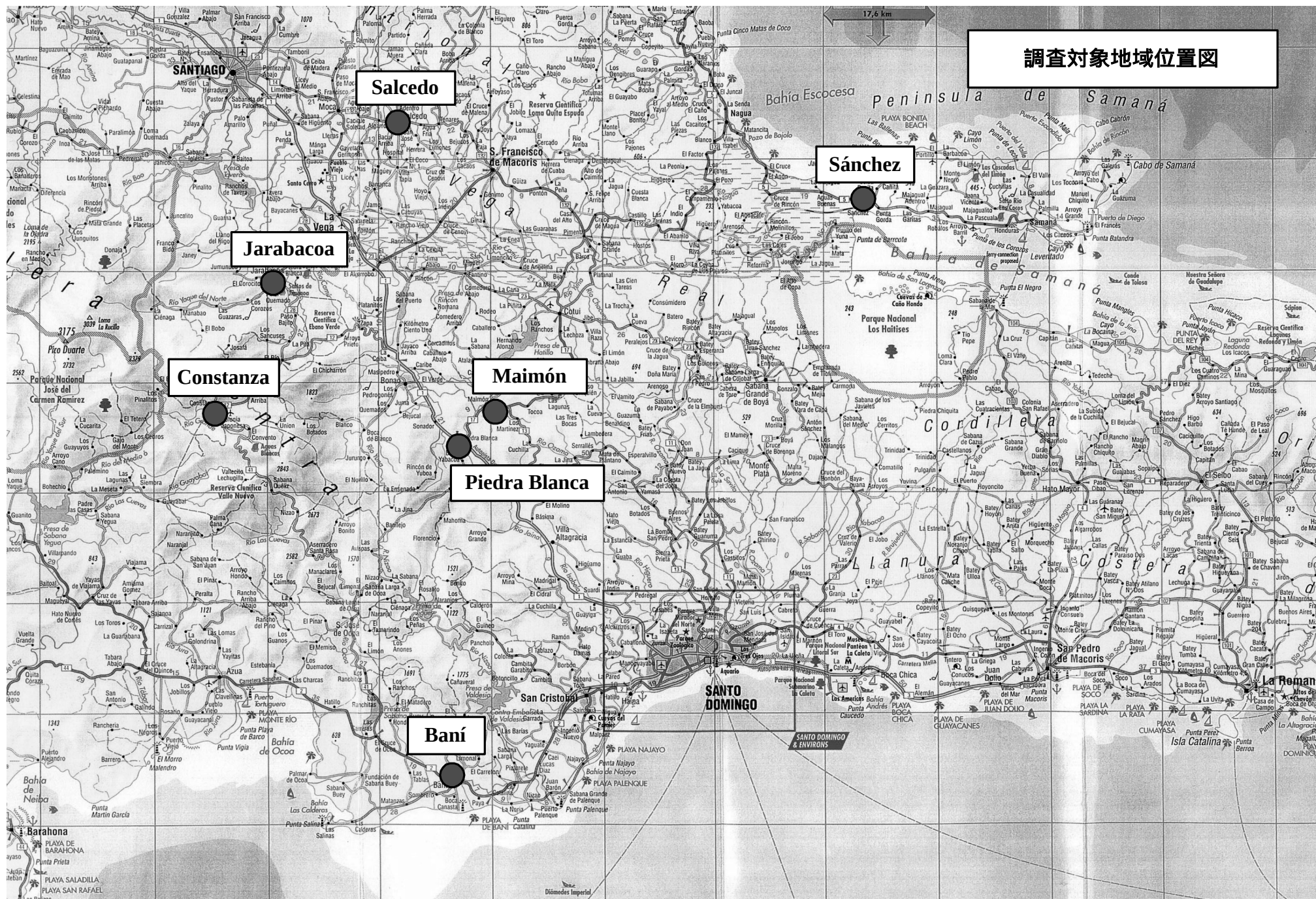
平成 13 年 11 月

株式会社 日水コン

ドミニカ共和国

低開発地域上水道施設改修計画基本設計調査団

業務主任 横田 義昭



調査対象地域位置図

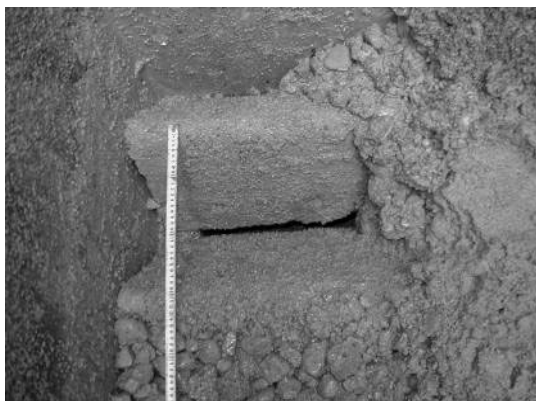
1. サンチェス



ブロック形成池ゲートバルブ: 腐食が著しく進んでいる
漏洩塩素ガスと硫酸バンドによると見られる



沈殿池傾斜板: わん曲脱落があり、表面が溶出



集水装置: 溝のあるタイプ、砂の抜け出しがあり、また
逆洗が不十分のため濁質が蓄積している



ろ過池ゲート操作台、錆付きがひどく操作不能のものがほとんど
漏洩塩素ガスの影響が大きい

2. ハラバコア



沈殿池排泥ビット: ドレーン管の排水が悪い



ろ過池下部集水装置、溝のあるタイプで、ほとんど
砂利しが残っていない



壊れて放置されたままの硫酸バンド注入器(粉体注入式)



塩素注入器が壊れ、ポンベから生ガスで注入
注入点周辺にガスが漏洩し、施設に影響を与える

3. マイモン



取水ポンプ: 他から流用されたもので容量不足



フロック形成池: アスベストセメント製傾斜板、湾曲が進んでいる



ろ過池: ほとんど砂が流失してなくなっている層は逆洗が不十分なため、濁質が蓄積している



ろ過池流出ゲートバルブ: 腐食してほとんどなくなっている

4. ピエドラ・ブランカ



フロック形成池: 迂流板の50%は破損している



沈殿池: 破損・脱落した傾斜板



錆びて作動不能になったろ過池ゲートと鉄製人孔蓋



塩素注入点: 漏洩塩素により周辺に腐食が見られる

5. コンスタンサ



沈殿池アスベストス傾斜板：設置後15年程度であるが湾曲・脱落している



十分な逆洗速度が得られないろ過池



ろ過池砂利層：逆洗能力が低いため、濁質が蓄積している



浄水場バルブ操作台：一番右端のろ過池流出ゲートバルブの操作台が錆付いて回らない

6. パニ



沈殿池集水トラフ越流してしまい、池内に短絡流ができ沈澱効果低下



ろ過池配水ゲート漏水が多い



ろ過池逆洗後に生じる砂層の亀裂
砂層全体が洗浄されていない



屋外におかれた1トン塩素ポンベから注入。生ガス注入で危険。

図表リスト

表番号	題
表 1-1	水道セクターにおける国民一人当たりの投資額実績
表 1-2	乳児死亡率の推移
表 1-3	主要経済指標
表 1-4	要請サイトと要請内容の概要
表 1-5	当該セクターの無償資金協力
表 1-6	他のドナー・融資機関の支援によるプロジェクト
表 2-1	過去 5 年間の INAPA の予算（実績）
表 2-2	対象サイトの浄水場施設の内容
表 2-3	プロジェクトサイトにおける給・配水施設状況の一覧表
表 2-4	「ド」国水文データ概要
表 2-5	対象サイトの平年月合計雨量（1961-2000）
表 2-6	水源河川経年流量表
表 2-7	水源流量の評価
表 2-8	各サイトにおける原水濁度・色度の記録
表 2-9	原水の細菌試験結果
表 2-10	理化学試験項目および重金属類・農薬に関する原水水質分析結果
表 2-11	マイモン川原水中のニッケル濃度
表 3-1	2010 年における水需要の推定
表 3-2	各浄水場の改修後施設容量の設定
表 3-3	シュミットハンマーのテストによる躯体強度
表 3-4	各地域における停電記録（2001 年 5 月）
表 3-5	ポンプ型式比較表
表 3-6	単層ろ過池と複層ろ過池の比較
表 3-7	表面洗浄装置比較表
表 3-8	ろ過池下部集水装置の比較
表 3-9	塩素注入方式の比較
表 3-10	硫酸バンド注入方式の検討
表 3-11	既存電力設備の状況
表 3-12	配水池建設サイトの検討
表 3-13	マイモンにおける給水区枠と配水池の給水時間
表 3-14	配水池の運転比較
表 3-15	マイモンにおける将来給水量の算出
表 3-16	マイモン及びピエドラブランカにおける時間給水実績
表 3-17	管網計算結果
表 3-18	改修対象施設・設備リスト
表 3-19	基本設計内容の一覧
表 3-20	調達機材の仕様
表 3-21	施工区分 / 調達・据付区分
表 3-22	品質管理方法
表 3-23	資機材調達区分
表 3-24	各サイトにおける車両保有台数
表 3-25	水道料金表
表 3-26	水道料金徴収比較（1～3 月の合計:2001/2000）
表 3-27	水道料金徴収率と 1 戸当たり月額徴収額
表 3-28	各サイトにおける維持管理費（支出）
表 3-29	燃料費（自家発電機）
表 3-30	各サイトの収入一覧
表 3-31	運転維持管理費支出と料金収入（現行の水道料金）
表 4-1	事業効果の評価

図表リスト

基本設計図

サイト	図番号	縮尺 (A3 サイズの場合)
サンチェス	S1	全体平面図 : 1/300
	S2	水位高低図 : Not to scale
	S3	フローシート : Not to scale
	S4	平面図 (1) : 1/ 50
	S5	平面図 (2) : 1/ 50
	S6	断面図 : 1/ 50
ハラバコア	J1	全体平面図 : 1/200
	J2	水位高低図 : Not to scale
	J3	フローシート : Not to scale
	J4	平面図 (1) : 1/ 50
	J5	平面図 (2) : 1/ 50
	J6	断面図 : 1/ 50
マイモン	M1	取水ポンプ場全体平面図 : 1/200, 1/100
	M2	全体平面図 (新設配水池) : 1/400, 1/200
	M3	水位高低図 : Not to scale
	M4	フローシート : Not to scale
	M5	全体平面図 : 1/200
	M6	平面図 (1) : 1/ 50
	M7	平面図 (2) : 1/ 50
	M8	断面図 : 1/ 50
	M9	配水管布設平面図 : 1/4000
	M10	新設配水池構造図 : 1/100
ピエドラ・ブランカ	P1	全体平面図 : 1/300
	P2	水位高低図 : Not to scale
	P3	フローシート : Not to scale
	P4	平面図 (1) : 1/ 50
	P5	平面図 (2) : 1/ 50
	P6	断面図 : 1/ 50
コンスタンサ	C1	全体平面図 : 1/200
	C2	水位高低図 : Not to scale
	C3	フローシート : Not to scale
	C4	平面図 (1) : 1/ 50
	C5	平面図 (2) : 1/ 50
	C6	断面図 : 1/ 50
バニ	B1	全体平面図 : 1/150
	B2	水位高低図 : Not to scale
	B3	フローシート : Not to scale
	B4	平面図 (1) : 1/100
	B5	平面図 (2) : 1/100
	B6	断面図 : 1/100

図表リスト

図番号	題
図 2-1	INAPA 組織図
図 2-2	協力対象サイトにおける水道運営維持管理体制
図 2-3	SANCHEZ 水道システム
図 2-4	JARABACOA 水道システム
図 2-5	MAIMON 水道システム
図 2-6	PIEDRA BLANCA 水道システム
図 2-7	CONSTANZA 水道システム
図 2-8	BANI 水道システム
図 2-9	平年付き合計雨量の分布（1961-2000）
図 3-1	既設配水池水位の変動
図 3-2	プロジェクト実施後の配水池水位変動（既設配水池のみ）
図 3-3	プロジェクト実施後の配水池水位変動（既設配水池 + 新設配水池）
図 3-4	マイモンの配水池増設計画
図 3-5	事業実施体制の概念図
図 3-6	各対象サイトの位置関係と期分け
図 3-7	実施工程表
図 3-8	維持管理のためのフォローアップユニット

略語集

ASTM	American Society for Testing Materials アメリカ材料試験協会
AWWA	American Water Works Association 米国水道協会
BID	Banco Interamericano de Desarrollo 米州開発銀行
BHN	Basic Human Need
CAASD	Corporacion del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo サントドミンゴ上下水道公社
CB	Concrete Block コンクリート・ブロック
GNP	Gross National Product 国民総生産
GPM	Gallon per Minute 米ガロン/分
HWL	High Water Level 高水位
INAPA	INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALCANTARILLADOS 国家上下水道庁
INDRHI	INSTITUTO NACIONAL DE ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS 国家水利庁
JICA	Japan International Cooperation Agency 国際協力事業団
JIS	Japan Industrial Standard 日本工業規格
JWWA	Japan Water Works Association 日本水道協会
LWL	Low Water Level 低水位
ND	Not Detected 検出せず
NTU	Nepherometric Turbidity Unit (濁度単位)
ODA	Official Development Assistance 政府開発援助
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development 経済協力開発機構
ONAPLAN	Oficina Nacional de Planificacion 国家企画局
OPS/OMS	Organizacion Mundial de la Salud 米州保健機構/世界保健機構
PROCOMUNIDAD	共同体奨励基金
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe 塩化ビニール管
RC	Reinforced Concrete 鉄筋コンクリート
RD\$	ドミニカ共和国ペソ
SESPAS	Secretaria de Estado de Salud Publica 厚生省
SUS	ステンレス鋼鋼管
USAID	The United States Agency for International Development 米国国際開発庁
WHO	World Health Organization 世界保健機構

要 約

要 約

ドミニカ共和国（以下「ド」国）の全人口は 1993 年の国勢調査によると約 7,100 千人で 1981 年からの平均人口増加率は 1.7%である。都市部・地方部の人口割合は、それぞれ 55%と 45%となっているが、二大都市である首都サント・ドミンゴ市とサンティアゴ市およびその周辺部におよそ 1,825 千人（全人口の約 26%）が集中し、その他の人口は全国 8,463 のコミュニティに分散している。「ド」国は総面積 47 千 km² の島国で、水道水源の多くを表流水に求めており、現在、地方部に大小 140 の浄水場がある。表流水の推計流水量が 1950 年の 200 億 m³/年から 1995 年には 130 億 m³/年と減少していると報告される一方、人口増加と生活排水による河川水質の悪化が進行し水処理に多大な投資が必要となってきた。

「ド」国政府は、1970 年代から今日まで多くの予算を水道分野に投資してきており、1990 年から 1998 年の期間だけでも年間平均およそ 95 百万米ドルを投入してきた。しかし、断続的な給水、給水量の不足、配水管網整備の遅れ、不適切な給水水質、水源汚染、関係機関の連携不足等、給水事情および国民の健康・衛生分野の改善にはまだ多くの問題が残されており、その効果は必ずしも十分なものではなかった。

『ドミニカ共和国農村過疎地域並びに都市周辺地域への上水道整備国家計画（1995-2000）』の策定のために行われた 1994 年の給水事情調査では、全人口の 35%にあたる約 2,475 千人が生活用水の供給サービスを受けておらず、そのほとんどが地方及び都市周辺部に住む低所得層および貧困層の人々であると報告された。このような中、全国の地方上下水道事業を管轄する国家上下水道庁（Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados: INAPA）は、1995 年に全国を対象として『浄水場と下水処理場に関する評価とリハビリ』の調査報告書をまとめ、水需給および水質に関する改善が必要な緊急的な地方の 7 サイト（サンチェス、サルセド、ハラバコア、マイモン、ピエドラ・ブランカ、コンスタンサ、パニ）を選定した。これらのサイトでは、既存浄水処理施設は計画時に比べ約 70%の供給能力であるとの報告がなされ、浄水場改修事業の実施により本来の能力を回復することが飲料水の安全性確保と安定供給のために緊急的かつ必要不可欠であるとされた。INAPA は、これらの 7 サイトの改修計画を策定したが予算不足のため実施に至らず、1997 年に「ド」国政府は我が国の無償資金協力の要請に至ったものである。要請内容の概略は表-1 に示す通りである。

表-1 要請内容の概略

要請サイト：サマナ県サンチェス、サルセド県サルセド、ノウル県マイモン及びピエドラ・ブランカ、ラ・ベガ県ハラバコア及びコンスタンサ、ペラヴィア県パニの 7 地方都市
主な協力要請対象事業：各要請サイトの既存浄水場における沈殿池の改修、ろ過池の改修、薬品注入設備の改修、塩素殺菌設備の改修、流量計測施設の更新、電気設備の更新、浄水場水質試験機器の整備等

上記要請に基づき、日本政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、平成 13 年 1 月 28 日から 2 月 22 日及び平成 13 年 4 月 20 日から 6 月 10 日まで基本設計調査団を現地に派遣し、ドミニカ国政府関係者と協議を行うとともに、協力要請サイトにおける施設の現況調査及び資料収集等を実施した。帰国後の国内作業の後、平成 13 年 10 月 9 日から 10 月 20 日まで基本設計概要書案の現地説明を行った。

本計画調査対象サイトにおける上水道施設の改修に対する無償資金協力としての妥当性は以下の 3 点を必須要件としてスクリーニングが行われ、サルセドを除く 6 調査対象サイトについてその妥当性が確認された。

- 水源水量が確保されること。
- 水源水質が妥当であること。すなわち、要請された改修により処理できる原水水質であり、健康を害するレベルの水質項目が認められないこと。
- 他の援助機関や自己資金プロジェクトと重複がないこと。

サルセドについては、浄水場改修工事の早期再開を求める住民の抗議行動があるなど社会的要求が強まり、INAPA が 2001 年 3 月に工事を再開したため、先方との協議の上、要請から除かれ協力対象サイトは 6 サイトとなった。

要請内容は表-1 に示したとおり既存浄水場を中心とした施設の改修であるが、対象サイトにおける給水状況、実際の浄水場での処理水量、施設機能の劣化状況、維持管理レベル、「ド」国側の拡張計画等の調査等に基づいて、本計画の基本的な設計方針が以下のように策定された。

復旧後施設容量： 浄水場容量の復旧レベルは、基本的に既設処理容量とする。ただし、現状の水需要が逼迫しており、既設浄水場容量を大幅に上回る取水をしている浄水場に対しては、改修にあたって現状に見合うよう浄水場容量を大きくすることを考慮する。その際、ろ過池の複層化による高速化など処理プロセスの改良で対応できる範囲とし、施設の拡張は含まない。

協力対象範囲： 取水施設、浄水場施設・設備およびこれらを運転管理するために必要な機材を協力対象とする。なお、配水施設の整備は原則として INAPA 側が実施する。しかし、既設配水池容量が大きく不足しており、配水池の増設が既存配水システムからみて給水時間の延長等、給水状況の改善に実効性があると判断され、建設に有利な用地が確保できるサイトについては、配水池の新設も協力対象に含める。

整備レベル： 現状復旧が基本であり、施設・設備の改修に当たっては、故障が少なく、維持管理の容易なシステムを基本とし、極力、自然流下型及び手動操作を採用する。

上記の方針に基づき、本計画において予定する各サイトの上水道施設の改修についての基本設計内容が策定された。復旧後の施設容量は、表-2 のように決定され、また主な改修内容は表-3 に示す通りである。

表-2 浄水場復旧後の施設容量

対象サイト	既存浄水場 処理容量 (m ³ /日)	現在の浄水場流入 実測流量 (m ³ /日)	復旧後 処理容量 (m ³ /日)	復旧方針
		上段：2001 年 2 月 下段：2001 年 5 月		
サンチェス	6,000	4,500 4,900	6,000	既存処理容量に復旧する。取水量は INAPA が建設中の新規水源とポンプ場により確保される。
ハラバコア	4,700	13,200 12,400	7,600	現在の浄水場過負荷運転を考慮し、ろ過池の高速化で対応できる容量まで復旧する。改修によっても対応できない不足分は INAPA の新規浄水場建設計画で対応する。
マイモン	7,200	4,600 4,400	7,200	既設の処理容量に復旧する。取水ポンプも改修し、取水量を確保する。配水池容量が 4 時間分と少ないため新たに配水池を設置し給水時間を増加させる。
ピエドラ ブランカ	3,600	3,600 3,600	3,600	既設の処理容量に復旧する。
コンスタンサ	6,800	9,600 8,500	8,100	現在の浄水場流入流量にほぼ対応できるように復旧することで、現状の給水量を確保する。
パニ	12,600	19,200 20,300	20,200	現在の浄水場流入流量に対応できるように、ろ過池の高速化により処理能力を増加させ、現状の給水量が確保できるように復旧する。

表-3 協力対象上水道施設の改修内容

リハビリ対象設備		サンチェス	ハラバコア	マイモン	ビエトラプラカ	コンスタンサ	パニ
取水施設	取水ゲートの交換					○	
	取水ポンプの設置			○			
	ポンプ廻り管弁類の修理			○			
	着水井設置	○		○		○	
	混和装置取付け・改修	○		○		○	
フロック形成池	阻流板の設置(改修)	○		○	○	○	
	連絡開口部の拡幅	○	○	○		○	
	沈澱池連絡開口拡幅	○	○	○		○	
沈澱池	傾斜板の交換(設置)	○		○	○	○	
	集水トラフ改修	○	○	○		○	○
	流入出弁等交換	○		○	○	○	○
	洗浄用ポンプ設置	○	○	○	○	○	○
	排泥管清掃交換	○	○	○		○	
濾過池	濾過材の交換	○	○	○	○	○	○
	濾過材質変更		○				○
	下部集水装置改修(TP)	○		○		○	
	下部集水装置改修(ストレーナ)		○				○
	逆洗ポンプの交換		○				○
	表洗システム導入		○				○
	表洗ポンプの設置		○				○
	排水トラフ改造	○	○	○		○	○
	流出渠改造			○			
	流入・流出・排水扉交換	○		○	○	○	○
	流入・流出・排水弁交換	○		○	○	○	○
浄水渠	可動せき	○		○	○	○	
配水池・場内配管	弁室設置	○					
	場内配管			○			
	配水管			○			
	配水池設置			○			
凝集剤注入設備	バンド貯蔵槽建設		○			○	○
	バンド貯蔵槽改修修理	○		○	○		
	搬入装置の設置交換	○	○	○	○	○	○
	攪拌機の設置交換	○	○	○	○	○	○
	バンド注入装置の設置交換	○	○	○	○	○	○
	給水ポンプの設置交換	○	○	○	○	○	○
	注入管弁類の改修	○	○	○	○	○	○
塩素注入設備	注入装置の設置交換	○	○	○	○	○	○
	圧力水ポンプの交換、設置	○	○	○	○	○	○
	注入管弁類の改修	○	○	○	○	○	○
	安全機具の設置	○	○	○	○	○	○
	注入機室の改修	○	○	○	○	○	○
その他	流入出流量計設置	○	○	○	○	○	○
	照明器具の交換	○	○	○	○	○	○
	螺旋階段交換	○		○			
	手摺・蓋の交換・設置	○	○	○	○	○	○
	管理用検査機器調達	○	○	○	○	○	○
	自家発電機の設置	○	○	○	○	○	○

○ 設置及び改修項目

改修後の施設の運転および維持管理面について、その強化のため、各浄水場における水質試験機器および流量計測機器の整備等の要請事項に加え INAPA より以下の機材調達についての追加要請がなされた。

維持管理用車両の調達

INAPA 中央水質試験室の水質分析機器（重金属分析用）の調達

要請サイトの浄水場を運転・維持管理している地方事務所には、維持管理用の車両がなく、現状では機動的な維持管理を行えず、修理機材の運搬、技術者の移動及び巡回管理等に支障をきたしている。また、生活排水の混入等による水質悪化が懸念されることや、INAPA が所管する水道事業体には、水源水系の近隣に鉱山が存在するサイトもあり、水源水質の安全性をモニタリン

グ・確認できる分析機器を中央水質試験室に整備する必要性は高いと判断される。

さらに INAPA は、中央・地方の技術者とテクニシャン・オペレータからなる専任の維持管理ユニットを編成し、改修後の施設および調達機材に対し責任を持って運営・維持管理を実施している。また、本計画では各浄水場施設の運転維持管理に携わるオペレータと地方および中央の技術者クラスを対象とした浄水場運転維持管理・水質管理に係る技術的なトレーニングをソフトコンポーネントの導入により実施し、先の維持管理ユニットの活動を支援する。したがって、表-4 に示す調達要請機材の効果的な活用が将来にわたって十分期待されることからこれらの調達を行うものである。

表-4 調達機材

調達機材	仕様	数量
濁度計	測定方式：散乱光式、測定範囲：0～1,0～20,0～200 等の低・中・高濁度レンジ切替可能、感度：0.01NTU 未満	6 台
PH 計	型式：ディスク式コンパレータ、測定範囲：pH5.0～8.0 程度、指示薬：BTB 溶液	6 台
残留塩素計	型式：ディスク式コンパレータ（比色式） 測定範囲：遊離有効塩素として 0～2ppm 程度、指示薬：DPD 試薬	6 台
流量計	形式：ポータブルタイプ、測定方式：超音波伝播時間差方式、表示内容：測定単位切り替え・測定時間・瞬時流量・積算流量	6 式
原子吸光分光光度計	方式：フレイム/ファーンネス、波長：190～900nm、検出限界：WHO 飲料水ガイドライン金属濃度測定保証	1 式
維持管理用車両	4WD ピックアップトラック、5 人乗り、左ハンドル、標準装備のみ	5 台

本プロジェクトを日本の無償資金協力によって実施する場合、工期は二期分けて実施され、各期の実施設計期間 3.5 ヶ月を含み全体の工程は 23.5 ヶ月間となる。本計画の実施にかかる総事業費は、12.16 億円（日本側 12.13 億円、ドミニカ共和国側 0.026 億円）と見積もられる。

本プロジェクトにより期待される効果としては、下記の項目が挙げられる。

直接的効果

現在は、雨天時の濁水時に浄水場が対応できないため取水を停止している。改修後は降雨時の原水濁度への対応能力が向上し、給水区域の住民は水供給の機会が年間にして 1 ヶ月近く増加すると期待される。

サイトによっては取水ポンプ施設の復旧やろ過池の複層化による処理の高速化等により、処理量が現状より増加する。表-5 に日平均給水量、給水区人口、普及率を指標として現状と改修後について改善される程度を比較する。全体として 2004 年以降、新たに増加可能となる給水人口は約 52,500 人、また、水質改善による裨益人口は 6 サイトの全給水人口の 141,000 人と見込まれる。

表-5 サイトごとの給水改善状況

対象サイト	効果指標	プロジェクト 実施前（2000 年）	プロジェクト 実施後（2004 年）
サンチェス	1 日平均給水量	3,508m ³ /d	4,758m ³ /d
	給水普及率	58%	91%
ハラバコア	1 日平均給水量	4,030m ³ /d	7,022m ³ /d
	給水普及率	45%	73%
マイモン	1 日平均給水量	3,120m ³ /d	5,655m ³ /d
	給水普及率	37%	87%
ピエドラ・ブランカ	1 日平均給水量	3,090m ³ /d	3,326m ³ /d
	給水普及率	76%	100%
コンスタンサ	1 日平均給水量	5,840m ³ /d	7,484m ³ /d
	給水普及率	48%	56%
バニ	1 日平均給水量	1,0822m ³ /d	18,664m ³ /d
	給水普及率	62%	83%

水道水の塩素殺菌が確実に行われるようになり、衛生的な水の使用により住民の下痢症・眼病・皮膚病などの感染症が減少するとともに生活衛生環境が改善される。

塩素注入機からの生ガスが漏洩し施設に極めて深刻な腐食・劣化が生じており、鉄製の設備類だけでなくコンクリート躯体構造にも影響している。改修はこの状況を改善するとともに、施設維持管理コストの縮減と運転の安全性に寄与する。

間接的效果

水質の改善と安定した給水により、住民の INAPA に対する信頼感が回復されることで、運営面に悪影響を与えている料金の不払い・遅滞に対しても改善が期待される。

本プロジェクトで適用される改修の技術的ノウハウは、INAPA が所管する全国に 54 ヶ所ある既存急速ろ過浄水場の将来の改修・改善のモデルとなることが期待される。

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、貧困層を含む地方住民の BHN に寄与するものであることから、本計画が実施されることの意義は大きいと判断される。協力対象事業の実施により各浄水場が現在の取水量と原水濁度変動に対応可能な施設に改修され、既存施設がより有効かつ効果的に活用されることになる。ただし、特に給水事情が逼迫しているハラバコアについては、改修対象の浄水場に極端に過剰な取水をしており、ハラバコア市内の水需要に対応するためには、本浄水場の改修に併せ、INAPA が計画中新規浄水場建設を含めた水供給改善事業を実施することが不可欠であると判断される。ハラバコアに対する協力対象事業の実施は、この「ド」国政府による水供給改善事業計画実施の実現性が確認されることが前提となり、「ド」

国中央政府からの具体的な拡張事業計画と予算措置確保に関する正式な書面の日本政府への提出をもって判断することとなり、その提出期限は平成 13 年 12 月中旬とされた。

また、本計画がさらなる効果をもたらすよう、「ド」国側に以下の提言をしている。

給水区域内の不公平な水圧分布を是正する必要があり、まず現状の配水管網図を整備・アップデートする調査を実施した上で、配水管網・施設の見直しを進める必要がある。

各家庭における無駄な水使用による給水量の損失が大きい。家庭での無駄水の低減による水資源確保の可能性について認識し、給水メータ設置と従量制料金制度の導入による節水対策の実施が望まれる。

違法接続による盗水の実態数は把握されていないが、違法接続者による料金未払いが健全な事業運営の妨げとなっている。改修後の施設の運転維持管理費を料金徴収で賄うためには、これらの違法接続者との給水契約を進め、料金徴収率を向上させる経営努力が必要である。

ドミニカ共和国低開発地域上水道施設改修計画 基本設計調査報告書

目 次

第1章 プロジェクトの背景・経緯 ----- 1 - 1

1-1 当該セクターの現状と課題 -----	1 - 1
1-1-1 現状と課題 -----	1 - 1
1-1-2 開発計画 -----	1 - 2
1-1-3 社会経済状況 -----	1 - 3
1-2 要請の背景・経緯 -----	1 - 3
1-3 我が国の援助動向 -----	1 - 5
1-4 他ドナーの援助動向 -----	1 - 5

第2章 プロジェクトを取り巻く状況 ----- 2 - 1

2-1 プロジェクトの実施体制 -----	2 - 1
2-1-1 組織・人員 -----	2 - 1
2-1-2 財政・予算 -----	2 - 4
2-1-3 技術水準 -----	2 - 5
2-1-4 既存施設・機材 -----	2 - 5
2-1-4-1 浄水場施設の状況 -----	2 - 5
2-1-4-2 配水施設の状況 -----	2 - 11
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況 -----	2 - 19
2-2-1 関連インフラの整備状況 -----	2 - 19
2-2-2 自然条件 -----	2 - 19
2-2-2-1 プロジェクトサイト周辺の気象条件等 -----	2 - 19
2-2-2-2 水源水量の状況 -----	2 - 21
2-2-2-3 水源水質の状況 -----	2 - 24
2-2-3 その他 -----	2 - 28
2-2-3-1 水道取水の他への影響 -----	2 - 28
2-2-3-2 水利権 -----	2 - 28

第3章 プロジェクトの内容 ----- 3 - 1

3-1 プロジェクトの概要 -----	3 - 1
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標 -----	3 - 1
3-1-2 プロジェクトの概要 -----	3 - 1
3-2 協力対象事業の基本設計 -----	3 - 2
3-2-1 設計方針 -----	3 - 2

3-2-2	基本計画	3 - 3
3-2-2-1	給水計画	3 - 3
3-2-2-2	改修後施設容量の設定	3 - 6
3-2-2-3	施設計画	3 - 8
3-2-2-4	機材計画	3 - 44
3-2-3	基本設計図	3 - 47
3-2-4	施工計画 / 調達計画	3 - 88
3-2-4-1	施工方針 / 調達方針	3 - 88
3-2-4-2	施工上 / 調達上の留意事項	3 - 89
3-2-4-3	施工区分 / 調達・据付区分	3 - 90
3-2-4-4	施工監理計画 / 調達監理計画	3 - 90
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 92
3-2-4-6	資機材調達計画	3 - 92
3-2-4-7	ソフトコンポーネント計画	3 - 96
3-2-4-8	実施工程	3 - 98
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 100
3-3-1	用地取得	3 - 100
3-3-2	既存機材の撤去・処分・再利用	3 - 100
3-3-3	中央水質試験室の拡張と原水水質モニタリングの実施	3 - 100
3-3-4	その他	3 - 100
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 101
3-4-1	フォローアップ・ユニットの設立	3 - 101
3-4-2	維持管理技術の強化	3 - 102
3-4-3	維持管理用車両の整備	3 - 102
3-5	プロジェクトの概算事業費	3 - 103
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3 - 103
3-5-2	運営・維持管理費	3 - 104
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 - 111

第4章 プロジェクトの妥当性の検証 4 - 1

4-1	プロジェクトの効果	4 - 1
4-1-1	給水人口、給水普及率、1日平均給水量	4 - 1
4-1-1-1	浄水場復旧による効果	4 - 1
4-1-1-2	各サイトごとの給水量増加効果	4 - 1
4-1-2	その他の効果	4 - 4
4-2	課題・提言	4 - 5
4-3	プロジェクトの妥当性	4 - 5

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 当該国の社会経済状況（国別基本情報抜粋）
5. 討議議事録
6. 事前評価表
7. 参考資料／入手資料リスト
8. その他の資料・情報
 - 8-1 スクリーニング結果
 - 8-2 各浄水場施設の現況と改修内容の詳細
 - 8-3 各対象サイトの給水区域と配水水压分布
 - 8-4 水利用実態アンケート調査結果
 - 8-5 マイモン配水管網計算結果

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

「ド」国の 1993 年の国勢調査による人口は約 7,100 千人である。1981 年からの平均人口増加率は 1.7% であり、都市部・地方部の人口割合は、それぞれ 55% と 45% となっている。二大都市である首都サント・ドミンゴ市とサンティアゴ市およびその周辺部におよそ 1,825 千人（全人口の約 25%）が集中しており、その他の人口は全国 8,463 のコミュニティに分散している。「ド」国は総面積 47 千 km² の島国で、水道水源の多くを表流水に求めており、現在、地方部に大小 140 の浄水場がある。表流水の推計流量が 1950 年の 200 億 m³/年から 1995 年には 130 億 m³/年と減少していると報告される一方、人口増加と生活排水による河川水質の悪化が進行し水処理に多大な投資が必要となってきた。

同セクターにおける国民一人あたりの投資実績は表 1-1 のごとく推移しており、1970 年代から数十年間にわたる継続的な努力が続けられている。国民一人当たりの投資額で見ると過去十年においてはその 78% が都市水道に集中している。

表 1-1 水道セクターにおける国民一人当たりの投資額実績（US\$/人）

年	都市水道	都市下水	村落水道	全国合計	外部からの資金
1990	7.74	0.22	1.34	9.3	0
1991	26.39	0.65	7.76	34.83	7.46
1992	28.85	0.90	7.86	37.61	0
1993	9.93	0.30	5.08	15.31	6.45
1994	21.85	1.95	1.61	25.41	4.47
1995	22.03	0.03	7.29	29.35	4.01
1996	18.53	0.58	3.45	22.56	2.73
1997	15.93	0.44	4.12	20.49	1.98
1998	4.93	0.24	0.94	6.11	0

出典：Evaluación Mundial de Abastecimiento de Agua y Saneamiento 2000

一方、1970 年代からのこのような継続的な投資努力は、保健衛生上ある程度の結果をもたらしたとされている。保健指標である乳児死亡率は表 1-2 のように減少傾向にある。これには上下水道だけでなく医療サービス等の向上も関連しているものの明らかに改善されてきている。しかし、現在まだ 3 割強の国民が飲料水供給サービスを享受できていない状況である。1998 年時点での都市部で飲料水供給サービスを受けている割合は 83% で、農村部においては 51% と発表されている。（Oficina de Planificación y Asistencia Técnica, OPAT Agosto de 2000）

上水道整備国家計画の中で指摘されている上下水道の普及の主な課題として以下の事項が挙げられている。

- 1) 事業を効率的・効果的に実施するための政策・計画・戦略の欠如。
- 2) 水関連法規および国家水資源計画法の不備。

- 3) 飲料水供給投資の都市部への集中と都市周辺・農村地域の切り捨て。
- 4) 人材能力の不足。中間技術者・システム運転者の不足。
- 5) 漏水、利用者の無駄な水使用。
- 6) 非効率な料金徴収。
- 7) 関連セクター・機関の連携の不備。

表 1-2 乳児死亡率の推移

年	乳児死亡率
1981-1986	66/1000 人
1986-1991	60/1000 人
1998	40/1000 人

サント・ドミンゴやサンティアゴ等の大都市では、独立した水道事業体により水道運営がなされている。一方、それ以外の地方都市や農村部の水道を運営しているのは、国家上下水道庁（Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados: INAPA）である。INAPA が直接管轄する地方水道は 402 箇所ある。そのうち、浄水場が整備されているのは 140 箇所あり、緩速ろ過システムの浄水場が 86 ケ所、急速ろ過システムの浄水場が 54 ケ所整備されている。さらに現在、24 ケ所において急速ろ過式浄水場が計画中、建設中である。急速ろ過式浄水場のデザインはほぼ統一されており、同じような設計思想が踏襲されている。「ド」国の水道は伝統的に表流水を水源としており、一般に河川上流の比較的水質のよいところを選定し取水施設を設置し、自然流下を最大限に利用したシステムとなっている。地理的条件などですべてのサイトで取水、導水、浄水、送水、配水をポンプなしの自然流下システムにはできないがこのような設計コンセプトは評価される。しかし、INAPA によれば、54 ケ所の既存急速ろ過式浄水場のうちおよそその半数は、浄水施設の故障や老朽化等の問題を抱えている。また、塩素殺菌システムを備えている水道は 236 箇所（58.6%）である。普及率拡大のための新規浄水場の整備が必要である一方、既存の水道施設の改修あるいは機能回復による既存水道の給水状況の改善も重要な課題となっている。

1-1-2 開発計画

国家開発計画 1996-2000 年は、社会環境、特に保健部門の改善策の一環として保健関連施設の改善・近代化、整合性のとれた開発を目指している。この目標を達成するために人間の生活に不可欠な飲料水を適切に供給することは国民の保健水準を保証し国の総合的な発展に貢献することであり重要な課題であるとしている。

本件要請プロジェクトは、地方住民を対象とし、既存上水道施設の改修によりある程度の給水量の増加と給水水質の改善を図ることを目的としており、国家開発計画に示された国民の保健水準の向上に大きく寄与するものと位置づけられる。

1-1-3 社会経済状況

「ド」国の主要経済指標を表 1-3 に示す。「ド」国の経済は、基本的には、農業、鉱業、軽工業および観光業に依存している。農産物と鉱産物が輸出の約 8 割を占める。主な農産品は、砂糖、コーヒー、カカオ、タバコ等であり、主要な鉱産品はフェロニッケル、金、銀である。近年においては、観光業（年間外国人観光客数約 220 万人）、自由貿易地域（フリーゾーン）における生産・貿易活動が大きく成長している。また、約 100 万人ともいわれる米国在住の「ド」国人からの送金も、同国経済を支える大きな要素であると指摘されている。1996 年の前フェルナンデス大統領就任以降、年平均 7%以上という中南米随一の経済成長を遂げている。

表 1-3 主要経済指標

		1990	1996	1997	1998
人口（千人）		-	7,964	8,107	8,254
名目 GNP	総額（百万 \$）	-	12,765	14,148	14,629
	1 人当り（\$）	-	1,600	1,750	1,770
経常収支（百万 \$）		-279.6	-212.7	-163.0	-335.7
財政収支（百万 \$）		367.3	64.1	447.6	696.0
消費者物価指数（95 年=100）		46.2	105.4	114.1	119.3
対外債務残高（百万 \$）		4,372.3	4,331.7	4,245.6	4,451.2
為替レート（年平均、1US\$=ペソ）		8.5253	13.7746	14.2655	15.2666

（出典）「我が国の政府開発援助（ODA 白書）2000 年版」

1-2 要請の背景・経緯

(1) 要請の背景

全国の地方上下水道事業を管轄する INAPA は、新規水道建設を進める一方、既存施設を有効に活用すべく老朽化した既存浄水場の改修事業実施の必要に迫られている。INAPA は、1995 年に全国を対象として『EVALUACION Y REHABILITACION PLANTAS DE TRATAMIENTO, PLANTAS POTABILIZADORAS Y DE AGUAS RESIDUALES(浄水場と下水処理場に関する評価とリハビリ)』の調査報告書をまとめ、緊急的に水需給および水質に関する改善が必要な 7 地域を選定した。さらに、その改修計画を策定したが、予算不足のため 1997 年に我が国の無償資金協力の要請に至ったものである。

(2) 基本設計調査の調査方法

日本政府は「ド」国政府の要請を受け、基本設計調査を 2001 年 1 月に開始した。基本設計調査は、調査を第一次および第二次の二回に分けて実施された。第一次調査では、「ド」国政府が要請した 7 地域のサイトについてそれらが無償資金協力の対象として妥当であるかを調査するとともに各サイトの協力優先順位を評価した。第二次調査では、第一次調査の結果を踏まえ、要請対象となった上水道施設の改修内容を詳細に検討し、改修計画の基本設計を実施した。

(3) 要請内容の変更

基本設計調査の現地調査における「ド」国政府との協議において、以下に挙げる４点についての要請内容の変更および追加があった。

要請サイトの変更

要請サイトは、当初、サンチェス、サルセド、ハラバコア、マイモン、ピエドラ・ブランカ、コンスタンサ、パニの７地方都市であった。これらの７サイトを評価した結果、『資料 8-1 要請サイトのスクリーニング』に示すように、サルセドを除く６サイトが協力対象とすべきと評価された。サルセドについては、浄水場改修工事の早期再開を求める住民の抗議行動があるなど社会的要求が強まり、INAPA が 2001 年 3 月に工事を再開したとの説明があった。INAPA と協議の後、要請サイトはサルセドを除く 6 地方都市に変更することとなった。

配水施設の改善に関する追加要請

協力要請事業は、浄水場の改修が主であり、配水施設の整備については、INAPA 側の負担により実施することが原則同意されている。しかし、全般的な配水施設整備の遅れが INAPA 側の大きな負担となっており、配水施設の整備もできるかぎり含めて欲しいとの要請が INAPA 側からあった。協議の結果、第二次現地調査において配水施設の詳細な調査を行うこととし、配水池を建設することにより給水状況が大きく改善され浄水場改修の裨益がより効果的となる場合に限り、配水池建設を協力対象事業に含むこととなった。

INAPA 中央水質試験室用水質分析器に関する追加要請

INAPA が所管する水道事業体には、重金属汚染が懸念されているサイトがあるにもかかわらず、これまで重金属の検査が行われたことがない。INAPA の中央水質試験室には重金属類を独自に分析する設備がなく、水源水質の安全性をモニタリング・確認できる分析機器を必要としている。このため、INAPA は、本件協力対象事業として中央水質試験室に対する水質試験器の調達を追加要請したものである。既存の水源および今後開発される新規水源の将来にわたる安全性の確認のため、水質モニタリングに活用するものであり、INAPA は現在、中央試験室の拡張を計画している。

維持管理用車両の整備に関する追加要請

要請サイトの浄水場を運転管理している地方事務所には、維持管理用の車両がなく、機動的な維持管理を行えず、施設の適切な運転管理に支障を来している。INAPA 側から改修後の施設を適切に維持管理するために車両の整備の追加要請があった。

以上の要請の変更および追加を受け、最終的な要請内容は、表 1-4 に示される浄水場施設の改修と運転維持管理強化のための水質試験機器や維持管理用車両の調達を含むものである。

表 1-4 要請サイトと要請内容の概要

要請サイト：サマナ県サンチェス、ノウル県マイモン及びピエドラ・ブランカ、ラ・ベガ県ハラバコア及びコンスタンサ、ペラヴィア県バニの 6 地方都市
主な協力要請対象事業：沈殿池の改修、ろ過池の改修、薬品注入設備の改修、塩素殺菌設備の改修、流量計測施設の更新、電気設備の更新、浄水場水質試験機器の整備、配水池の建設、および中央試験室試験機器と維持管理車両の調達

1-3 我が国の援助動向

当該セクターにおける技術協力としては以下の開発調査が実施されている。

- 『サンティアゴ市下水システム改善計画』（2000～2002）
- 『サバナ・イエグア・ダム上流域流域管理計画』（2000～2002）
- 『西部地下水開発計画』（1989～1992）

また、無償資金協力としては表 1-5 に示す 1 件が過去に実施されている。

表 1-5 当該セクターの無償資金協力

案件名	実施年度	供与限度額	概要
西部 3 県給水計画（1/2 期）	1994	3.91 億円	西部 3 県の 37 村落に手動ポンプ 93 基設置と、7 村落に動力ポンプ井戸・給水施設が建設され、維持管理用トラック 2 台、タンクローリー車 8m ³ 3 台等が供与された。
- 同 - （国債 1/2 期）	1995	1.21 億円	
- 同 - （国債 2/2 期）	1996	9.83 億円	

1-4 他ドナーの援助動向

地方水道整備を所管する INAPA に対し、現在、米州開発銀行（BID）およびヨーロッパ共同体（EU）による支援が行われている。これは、1998 年のハリケーン・ジョージにより被害を受けた水道施設の復旧を目的とした緊急的な支援である。表 1-6 にこれらの内容を示す。

米州開発銀行の融資プロジェクト名は、PROGRAMA DE REHABILITATION Y MEJORAMIENTO DE ACUEDUCTOS AFECTADOS POR EL HORACAN GEORGES である。ローンの対象機関となったのは、INAPA、CAASD、INDRHI、PROCOMUNIDAD の 4 機関で、上水道だけでなく灌漑施設、道路、住宅、橋、学校などの復旧が含まれている。米州開発銀行のドミニカ共和国政府に対する融資総額はおよそ 1 億米ドルで、そのうちの 9 百万米ドルが INAPA に割り当てられている。融資期限は 2002 年 6 月までとなっている。復旧工事は現在、主に INAPA の設計により国内業者により進められている。

EU による支援は、ロメ協定（IV）に基づく無償協力である。EU の支援額は 15 百万ペソで、これに対し、INAPA は 2.5 百万ペソを拠出している。表 1-6 に示すように具体的な復旧工事内容には、一部浄水場が含まれているものの主に取水・導水施設となっている。以上の対象地区は本件協力対象サイトと重複するところはないことが確認された。

表 1-6 他のドナー・融資機関の支援によるプロジェクト

実施機関	対象地域		内容	支援額	実施年
米州開発銀行融資プロジェクト				9百万米ドル	1998-2001
Lote I	Peravia	Bani	送水管のリハビリ		
	Azua	Peralta	取水、導水、浄水場、配水管の建設		
Lote II	Barahona	Las Auyamas	取水施設と導水管のリハビリ		
	Barahona	Polo - Los Arroyos	取水施設と導水管のリハビリ		
	Bahoruco	Galván - Tamarindo	導水管と浄水場のリハビリ		
Lote III	Barahona	Múltiple Paraiso - Ojeda	取水施設と導水管のリハビリ		
	Barahona	Enriquillo	取水施設と導水管の再建		
	Azua	Villarpando - La Bastida	取水、導水、浄水場の再建		
Lote IV	Azua	Las Lomas	取水と導水管の再建		
	Azua	Azua	取水施設と導水管のリハビリ		
	Monseñor Nouel	Fula - Los Quemados	取水、導水、浄水場、配水管の再建		
Lote V	Barahona	Jaquimeyes - Palo Alto	井戸施設、配水池、送水管、配水管の建設		
EUによる無償協力プロジェクト				15百万ペソ	1998-2000
	San Juan	Padre Las Casas	取水施設と導水管のリハビリ		
	Barahona	Tamayo	井戸と配水管の建設		
	San Juan	Loma del Yaque	集水管、ポンプ施設、送水管などの建設		
	San Juan	La Maguana - Juan de Herrera	集水管、ポンプ施設、送水管などの建設		
スペイン政府による無償協力プロジェクト				20百万ペソ	2001-現在
		Monte Plata	コミュニティ給水		
		La Altagracia	コミュニティ給水		
		Pedernales	コミュニティ給水		
		Santiago	コミュニティ給水		
		El Seybo	コミュニティ給水		
USAIDによる無償協力プロジェクト			地方9村落の給水と衛生パイロットプロジェクト	505千米ドル	1998-現在

(2001年6月30日現在 1US\$=16.20ペソ)

スペイン政府や USAID によるグラントプロジェクトは、地方農村部の集落給水を対象として住民参加型の給水計画・建設・運営によるプロジェクトを支援するものである。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

ドミニカ共和国における水道事業は国営と、市営等地方公共事業体が事業主体となる場合とがある。本プロジェクト対象の6箇所の浄水場はすべて国営であり、実施機関は国家上下水道庁（INAPA：Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados）である。

INAPA は大統領府直轄の「地方分権自治機関」の一つで、他の省庁から独立した機関として 1962 年 7 月 30 日に設立され、その任務は以下のとおりである。

1. 上下水道サービスを提供する。
2. 上下水道サービスの運営・維持管理を行う。
3. 事前調査を基に、上下水道施設の建設、改修、拡張、開発、システム管理の優先度を決定する。
4. 必要に応じて、上下水道施設の建設、拡張、改修を行う。
5. INAPA の創設法に則り、公共用水を他の国家機関に優先して利用すると共に、その使用及び利用の管理及び監視を行う。
6. 水道給水、汚水雨水処理に関する事項において国の機関を補佐し、公的機関及び民間機関との調整を図る。

INAPA はサント・ドミンゴに本庁を置き、執行局、管理局、業務局、運転局、監査・監督局、技術局を設けている。出先事務所として、全国の8ゾーンに分割された行政単位の内、上下水道事業を独立企業体として運営しているゾーンを除く7つのゾーンにそれぞれゾーン事務所を配置している。管理対象面積の広い2つのゾーンでは、ゾーン事務所を補完するサブゾーン事務所を設けている。ゾーンの下部組織としてプロビンス（県）事務所があり、さらにその下に組織の最先端に当たるムニシパル（市）事務所がある。INAPA 組織図及び協力対象サイトに関連する運転・維持管理体制を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

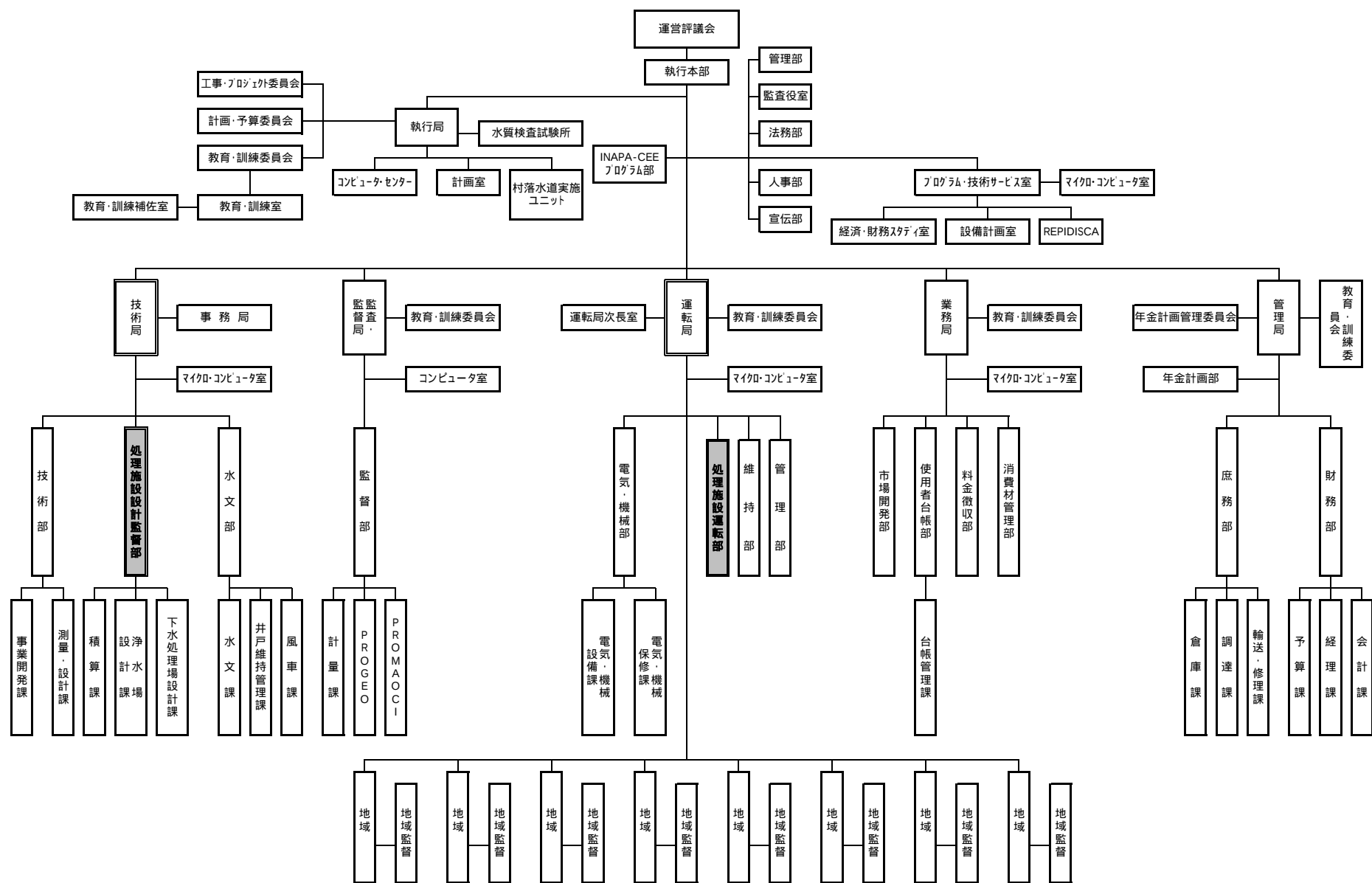
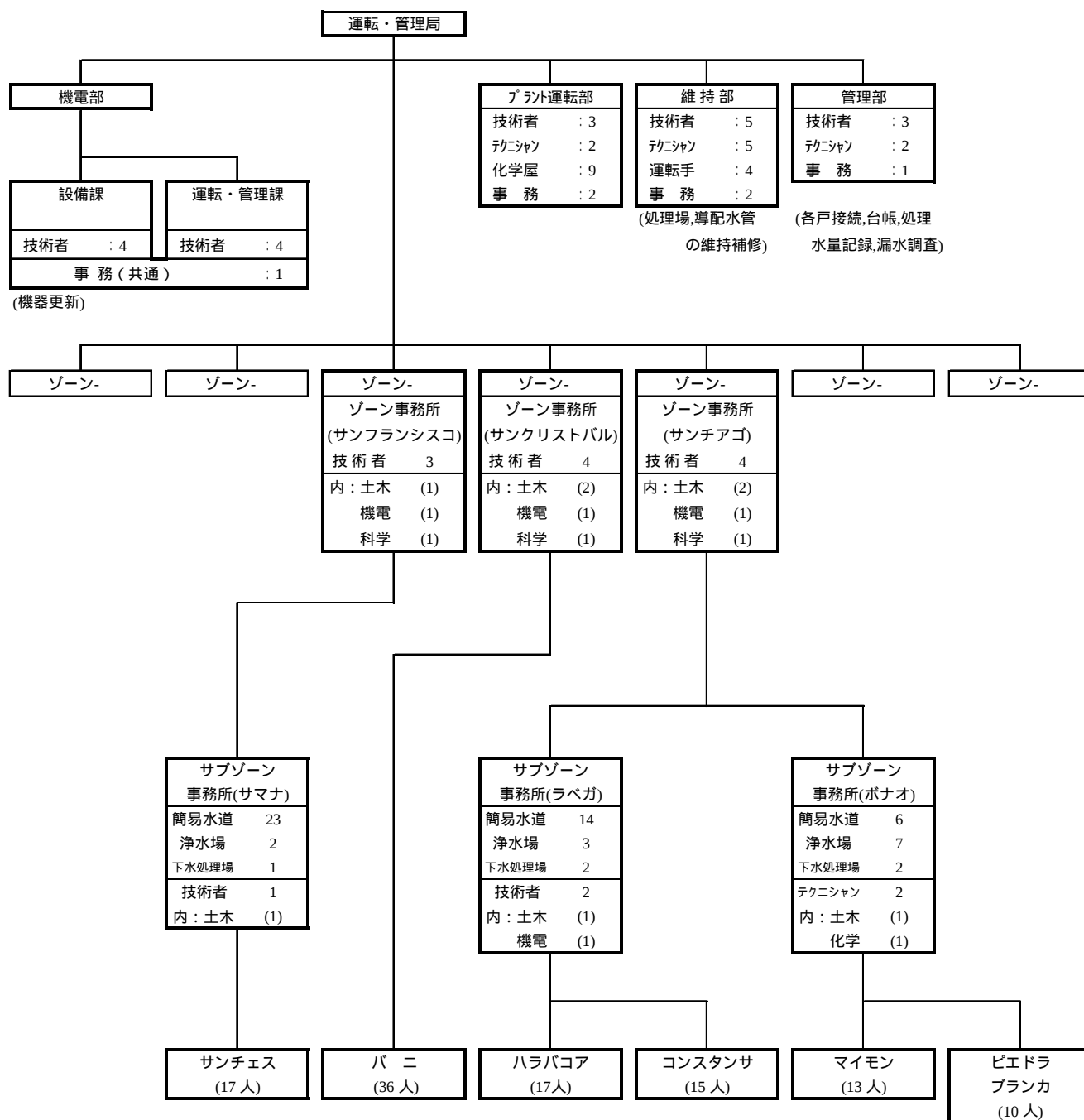


図 2-1 国家上下水道庁 (INAPA) 全体組織図と実施部署



技術者 : 大学卒業以上
 テクニシャン : 中学卒業以上で特別に訓練を受けた者

図 2-2 協力対象サイトに関連する運転・維持管理体制

2-1-2 財政・予算

(1) INAPA の経理体制

INAPA は、サント・ドミンゴ市、サンティアゴ市等一部の独立した上下水道企業体を除く全国の上下水道施設を管轄している。予算編成、各地方事務所への配分、経理処理等の財政・予算に係る業務は、一括して INAPA 本庁で行われている。

(2) 一般会計からの繰入れ

過去 5 年間の INAPA の予算実績を表 2-1 に示す。INAPA の歳入は使用料等の徴収金及び国庫からの繰入れを主財源としている。各地方事務所への予算配分にあたって INAPA 本庁は投資効果の大小を考慮することとしており、このことから料金徴収率の高い方から優先的に配分するシステムをとっている。改修などにより水供給が安定すれば、住民の信頼を得、料金徴収率が上がることになり、以後 INAPA 本庁から優先的に予算配分されることが期待される。

表 2-1 過去 5 年間の INAPA の予算（実績）

RD\$1,000

項 目	1996	1997	1998	1999	2000
支出合計	1,195,073	1,106,613	817,190	865,497	839,220
支 出	139,878	173,020	177,015	244,033	270,227
薬品費	6,332	11,285	3,528	8,157	7,505
燃料費	6,158	6,812	5,197	6,639	7,387
部品交換	2,301	3,684	667	1,648	1,080
修繕費	8,126	7,244	2,076	2,161	4,883
給料	116,961	143,995	165,547	225,428	249,372
その他支出	1,055,195	933,593	640,175	621,464	568,993
工事費	1,015,620	860,155	573,071	521,231	449,199
運営費	11,785	30,670	32,046	59,076	67,032
機材購入	9,490	13,520	1,081	2,891	1,983
職員への拠出金	7,247	17,018	13,933	19,679	21,593
管理費債務返還	11,044	11,691	20,023	18,547	28,947
民間資金拠出	9	539	21	40	239
収入合計	1,225,923	1,101,071	828,624	881,735	959,947
収 入	1,028,897	1,058,145	805,961	861,002	940,793
政府拠出金	951,962	927,985	662,568	690,290	711,697
料金徴収	74,840	124,505	132,549	150,742	112,396
資本収入	2,095	5,655	10,844	19,970	116,700
その他収入	197,026	42,926	22,663	20,733	19,154
業者の割引	44,095	37,897	21,842	20,624	17,231
寄付	152,931	5,029	821	109	1,923

2-1-3 技術水準

運転維持管理の技術系職員は技術者とテクニシャンに分けられる。ここで技術者とは大学卒業以上であり、テクニシャンとは、中学校卒業以上で特別に訓練を受け特定の技能を備えた者あるいは一定期間実務に携わった経験者となっている。現在は、少数の技術者が多数のテクニシャンを指示しながら運転維持管理を行っている。各地方事務所には、技術者が1～2名しかいないため、日常の運転維持管理の実務はテクニシャンに任されているのが実状である。協力対象サイトの浄水場の運転管理は、テクニシャンをリーダーとして、1日3交替制で行われている。現状では、誤った処理操作も散見されたが、これらの操作は特に高度な技術を要するものではなく、正しい基礎的処理技術のトレーニングを行えば、現在のオペレータ（テクニシャン主体）により十分運転管理可能である。

2-1-4 既存施設・機材

協力対象サイトの水道システムは、河川あるいは湧水を自然流下あるいはポンプで取水した後、いずれも浄水場から自然流下で、配水池を通し給水区域に給水するシステムである。図2-3から図2-8に、各サイトの水道システムを概念的に示す。

2-1-4-1 浄水場施設の状況

既存浄水場は、いずれも急速ろ過方式を採用しており、高い原水濁度にも対応できるよう設計されている。各浄水場の施設内容を表2-2に示す。浄水場の運転はオペレータが一人ずつ3交代制で行っており、施設はマニュアル式操作を基本としている。

対象サイトの浄水場は、建設後20年から30年近くたった施設が多く（ピエドラ・ブランカの10年を除く）、施設の老朽化、施設機能の低下が進んでいる。特に殺菌に使用している塩素ガスの不適切な注入による漏洩の影響もあり、浄水場内の多くの鋼製ゲートやバルブ類の錆付きや腐食が進行している。このため、ろ過池の逆流洗浄（以下、逆洗）のための操作を十分に行うことができず、不衛生な状態となるなどの問題を抱えている。さらに、ほとんどの浄水場で塩素注入設備に加え薬品注入設備が故障するなど基本的浄水処理が機能していない。各浄水場の個々の概要を以下の(1)～(6)に整理する。また、各施設の現況と問題点の詳細は、『資料 8-2 各施設の現況と改修内容』において要請内容と改修内容とも対比し、各サイト毎に整理する。

図2-3 SANCHEZ 水道システム

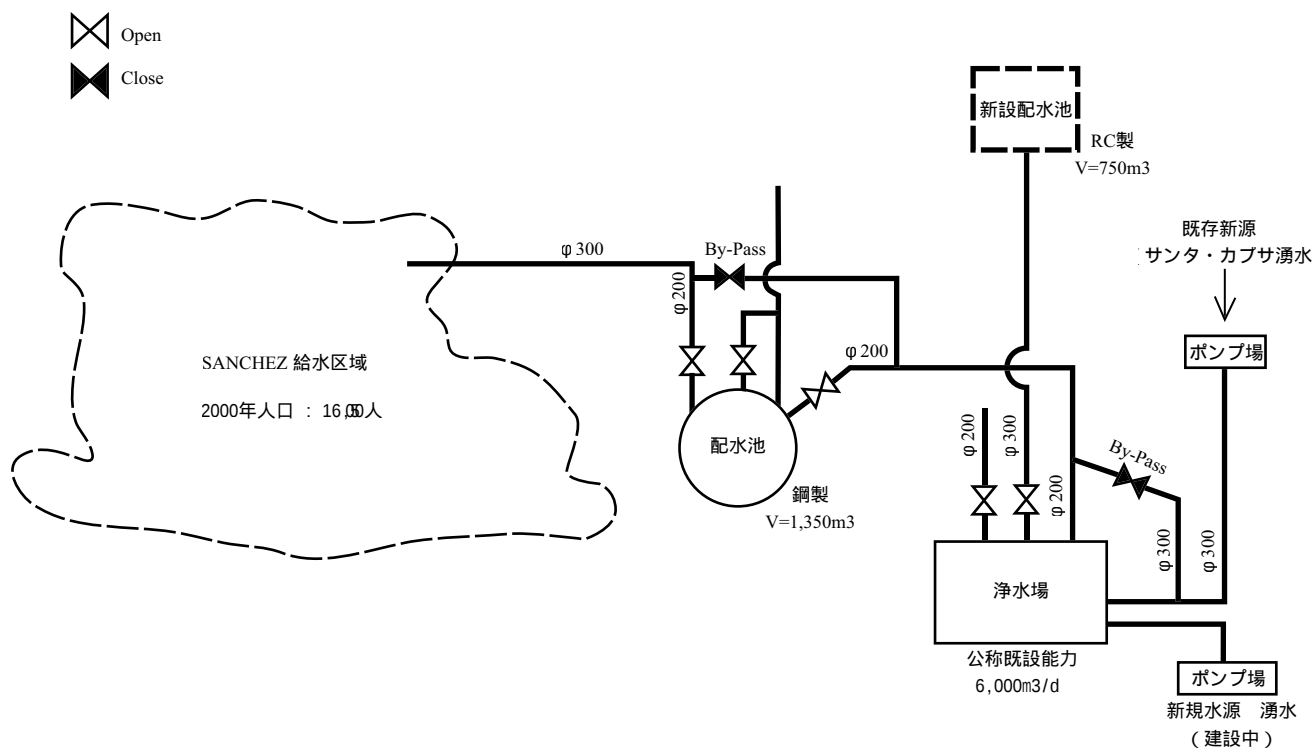


図2-4 JARABACOA 水道システム

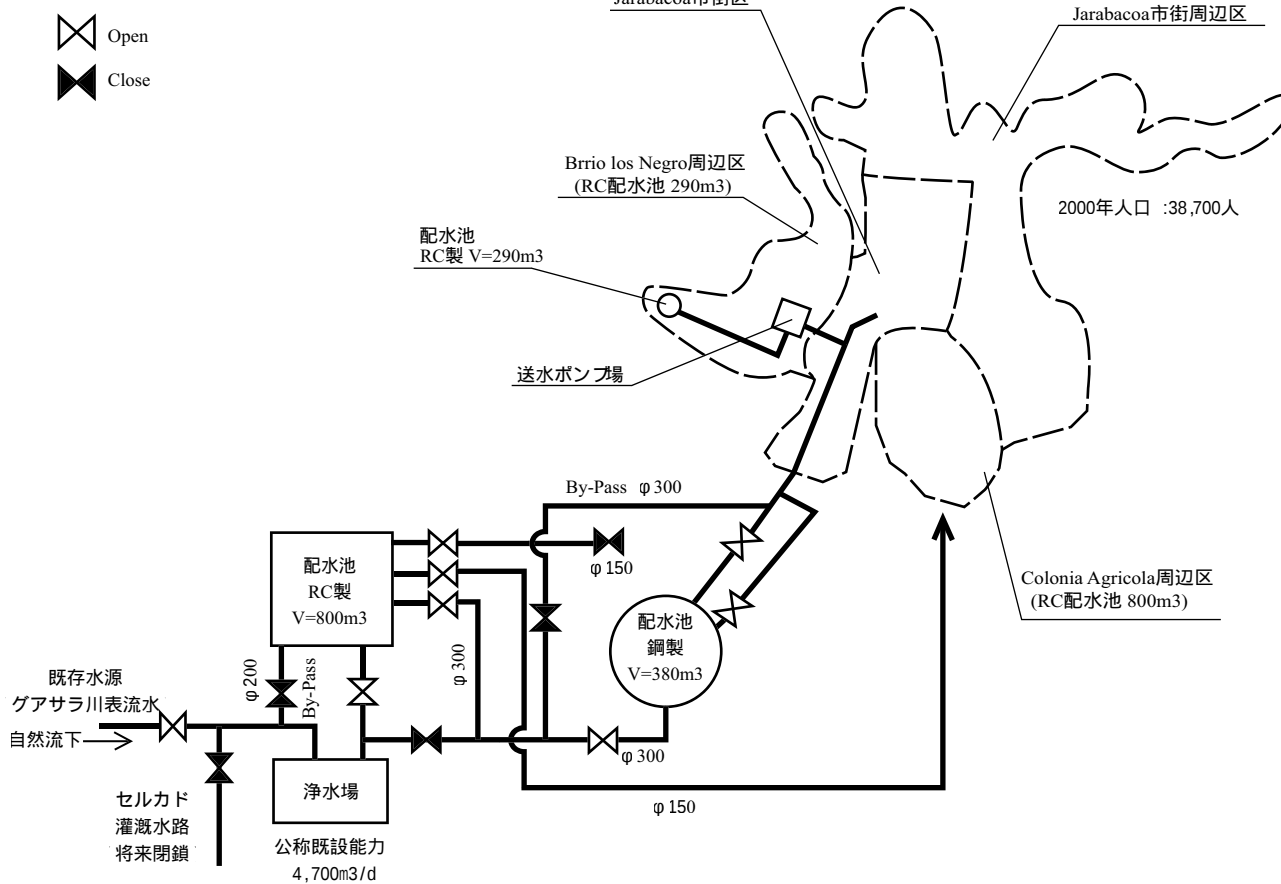


図2-5 MAIMON 水道システム

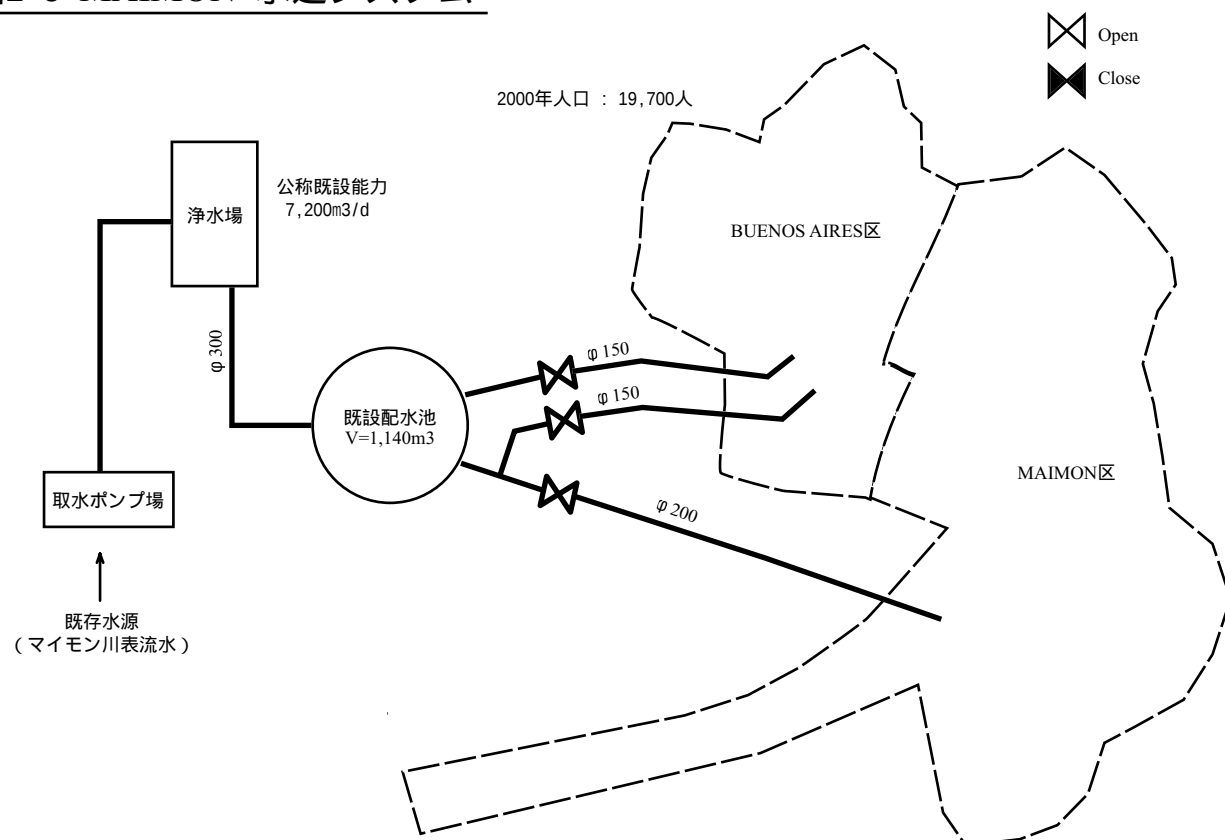


図2-6 PIEDRA BLANCA 水道システム

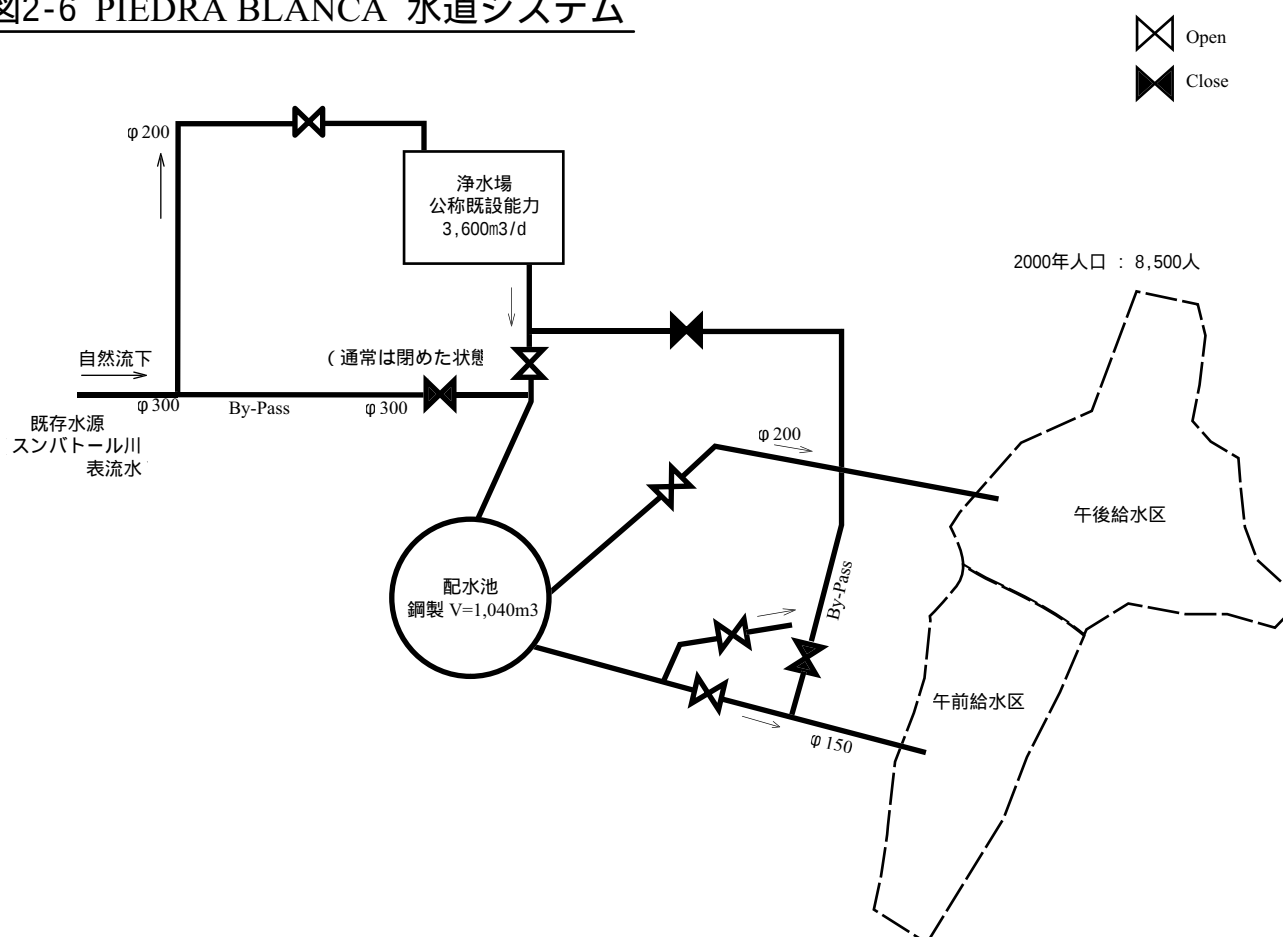


図2-7 CONSTANZA 水道システム

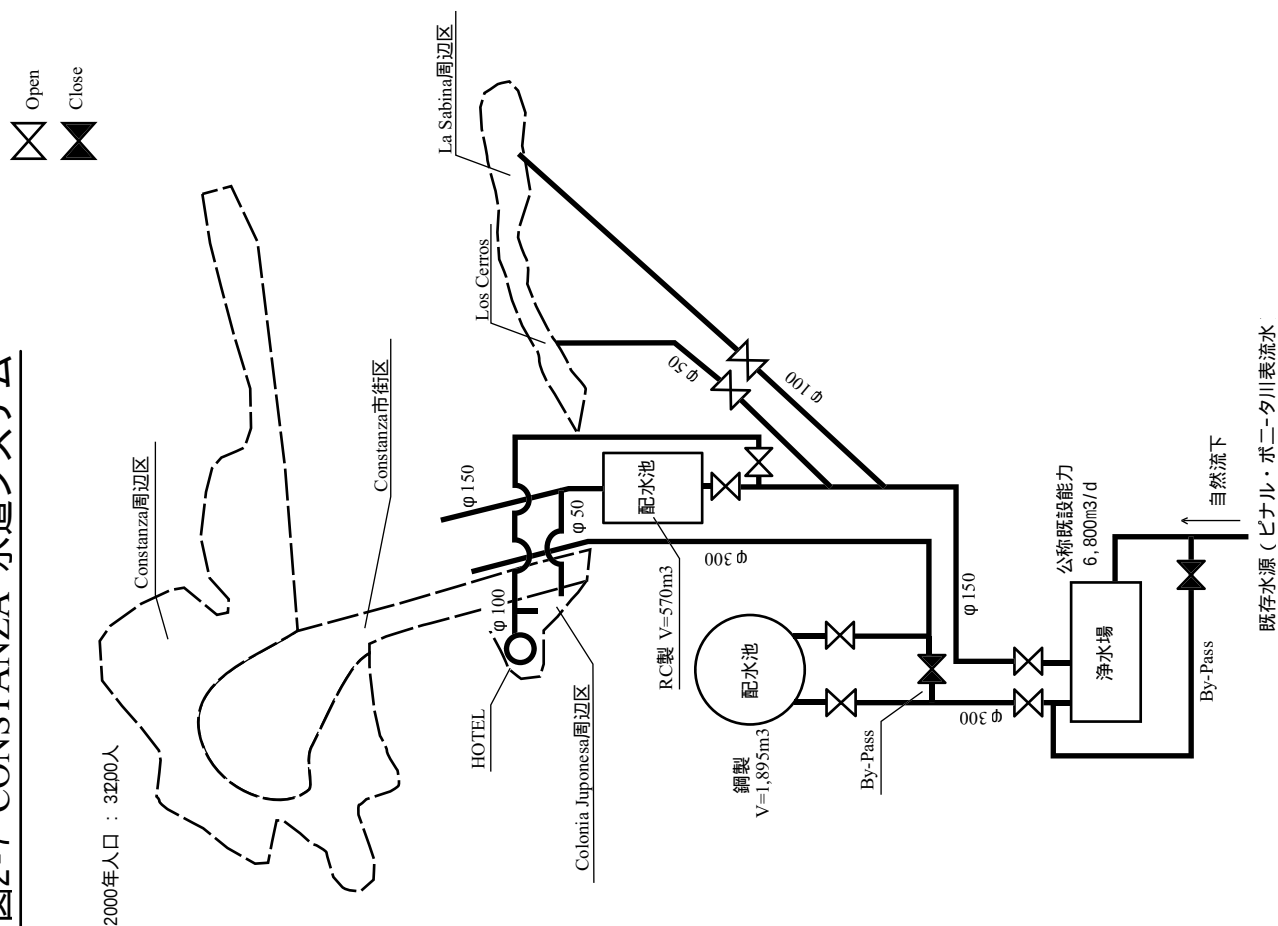


図2-8 BANI 水道システム

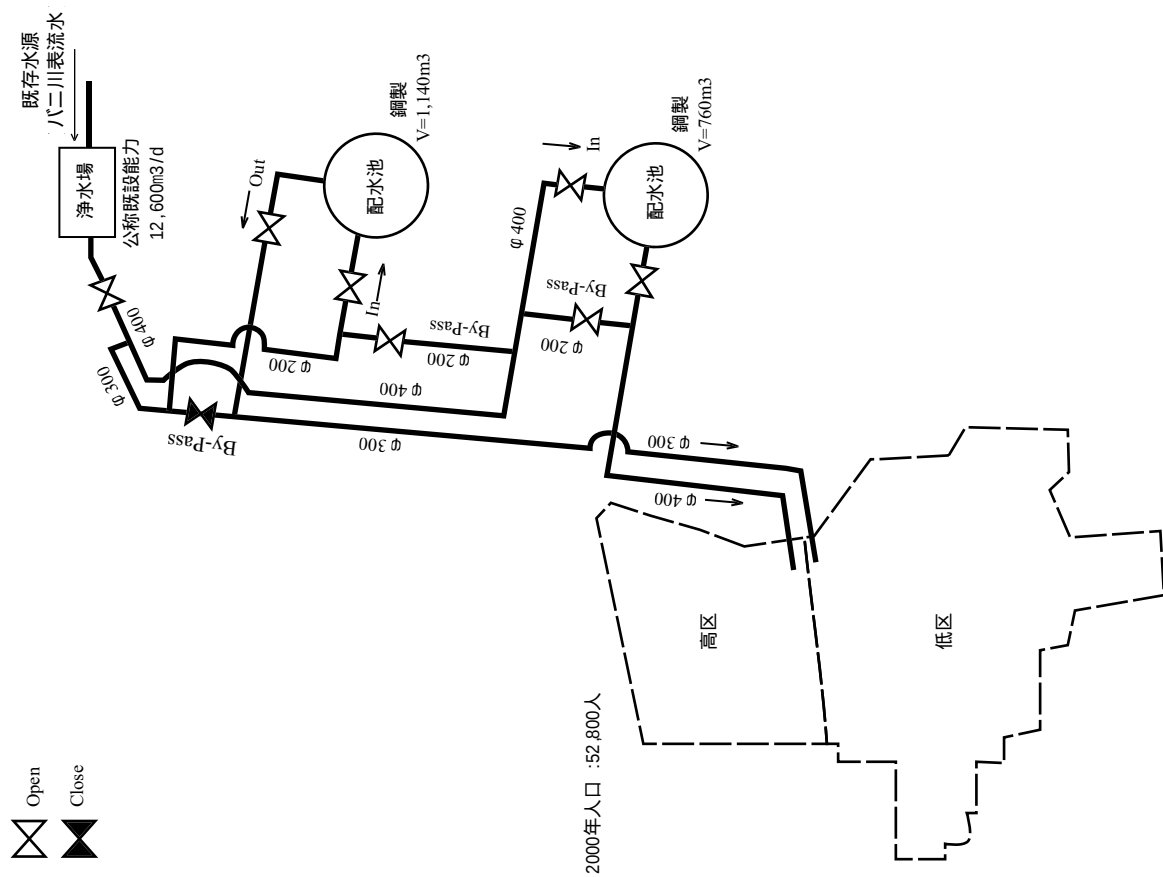


表 2-2 対象サイトの浄水場施設の内容

	サンチェス	ハラバコア	マイモン	ビ・ド・ラ・ブ・ラカ	コンスタンサ	パニ
現 浄 水 場 建 設年度	1970 年	1975 年	1972 年	1991 年	1984 年	1976 年
既 存 設 計 容 量	6,000m ³ /d	4,700m ³ /d	7,200m ³ /d	3,600m ³ /d	6,800m ³ /d	12,600m ³ /d
取水方式	ポンプ	自然流下	ポンプ	自然流下	自然流下	自然流下
着水井	なし	あり	なし	なし	なし	あり
薬品混和池	パ・シャルフリューム	せき落ち	パ・シャルフリューム	せき落ち	パ・シャルフリューム	1 槽（沈澱池 と一体）
フ ロ ッ ク 形 成池	1 系列 4 槽	2 系列 5 槽	1 系列 4 槽	上下う流	1 系列 4 槽	1 槽（沈澱池 と一体）
沈澱池	上向流 傾斜板式	横流式	上向流 傾斜板式	上向流 傾斜板式	上向流 傾斜板式	円形上向流
ろ過池	自己洗浄型 急速ろ過	ポンプ洗浄 急速ろ過	自己洗浄型 急速ろ過	自己洗浄型 急速ろ過	自己洗浄型 急速ろ過	ポンプ洗浄 急速ろ過
硫 酸 バ ン ド 注入設備	溶液 自然流下式	バッチ式	溶液 自然流下式	溶液 自然流下式	溶液 自然流下式	粉体注入式
殺菌設備	塩素ガス注入	塩素ガス注入	塩素ガス注入	塩素ガス注入	塩素ガス注入	塩素ガス注入
配水池	1 池	2 池	1 池	1 池	1 池	2 池

(1) サンチェス

原水は、サンタカブサ湧水からポンプにより導水している。湧水ではあるが降雨時には濁度が上昇している。既存の急速ろ過システムで濁水の処理は対応可能であるが、不適切な薬品注入とフロック形成池の攪拌不足により十分なフロックが形成されておらず、沈澱池の傾斜板はわん曲・破損・脱落がみられ、沈澱効果が低下している。ろ過池は洗浄用ゲートが操作不能になっており逆洗ができていない状況であり、砂の掻き出しなどで対処している。また、浄水場への原水の流入量が 4,500m³/d（2001 年 2 月測定）と浄水場設計容量 6,000m³/d よりも低く、自己洗浄方式のろ過池を洗浄するのに十分な水量が確保できていない。ろ過池下部集水装置は、「すのこ」状に溝が付いた古いタイプのもので、均等な逆洗が難しく、ろ材も流出し減少しやすい構造である。塩素注入器が故障・撤去されているため塩素ガスを生ガスで注入し、溶解しない分が構内に漏洩している。また、場内に設置された鋼製配水池の屋根・壁面の塗装が剥げ錆付いている。

現在の取水量は浄水場設計容量に対して不足しているが、INAPA による新水源（湧水）からの取水ポンプ場建設が 2001 年 12 月に完成予定であり、これにより所要の取水量は確保される予定である。

(2) ハラバコア

グアサラ川上流部を水源とし、自然流下により取水している。通常、原水濁度は低く安定しているが降雨時には濁度が上昇する。浄水場設計容量 4,700m³/d に対し、現在 12,400m³/d（2001 年 5 月測定）の水量を通水している。通水量を確保するためろ過池の砂層はほとんどなく素通しの状態である。原水濁度が低い時は許容範囲内に納まっているが、濁度が上昇したときのための適切な対応策が必要である。薬品注入設備は、注入器が故障・撤去されており、プラスチックタンクを着水井に設置し、硫酸バンド溶液を断続的に注入している状況である。このため良好なフロックはできず濁水時に十分な濁度の除去

ができていない。また、塩素注入器が故障しているため生ガスを配水池に直接注入している。溶解しない塩素ガスが配水池内に充満し維持管理上危険な状態であり、施設にも劣化等の影響を与えている。

ろ過池の洗浄方式はポンプ洗浄であるが、流量制御されておらずモータ故障も多い。ろ過池下部集水装置は、サンチェス同様「すのこ」状に溝が付いた古いタイプのもので、ろ材が流出したり均等な逆洗ができないなどの問題が生じている。

(3) マイモン

マイモン川中流部の取水ポンプ場から取水している。取水ポンプは他から転用したもので稼動容量が不足しており、浄水場容量 7,200m³/d に対し、4,400m³/d (2001 年 5 月測定) の取水しかできていない。また、導水管が老朽化しており、たびたび漏水事故を起こしている。

原水は、他のサイトの水源と比較し濁度が高く、また、硫酸バンド溶液注入器の流量調節不良とフロック形成池の攪拌強度不足から良好なフロックができない。また、沈殿池の傾斜板は既に 20 年以上経過し、わん曲・脱落しており沈殿効果も低下している。ろ過池は、砂層がほとんどない状態で砂利層が 20cm あるのみで処理に支障を来している。ろ過池洗浄用ゲートが操作不能であり逆洗ができない状況である。そのため、これまでの濁質が抑留し、腐敗臭がするほどろ過池の衛生状態が低下している。ろ過池下部集水装置は、サンチェス、ハラバコアと同様の装置だが、6 浄水場の中で最も状況が悪く劣化している。塩素注入設備は、故障撤去されたままで、現在は、塩素が注入されていない。

(4) ビエドラ・ブランカ

マイモン川の支流のスンバト - ル川上流部からの自然流下取水であるが、降雨時に濁度が上昇する。建設後 10 年程度しか経過していないが、硫酸バンド注入器は故障しており、塩素注入設備は稼動しているが配管・弁類が古く注入器から漏洩がある。そのため、ろ過池のゲート類が漏洩塩素ガスにより腐食が進行し、操作不能となっており、ろ過池の逆洗が行えない状態である。また、フロック形成池の迂流板の取り付けが悪く、破損・脱落し機能が低下している。沈殿池の傾斜板も設置 10 年であるがすでにわん曲・脱落し、半数程度脱落している池もある。

(5) コンスタンサ

コンスタンサ市からおよそ 6 km 上流のピナル・ボニタ川からの取水で、通常は濁度が非常に低く降雨時以外は濁らない。水需要の伸びに対応するため、浄水場設計容量 6,800m³/d に対して 8,500m³/d (2001 年 5 月測定) の通水を行うなど過負荷運転をしている。

硫酸バンドの注入器は、粉体注入機が設置されていたが故障後撤去されている。濁度上昇時には、現在は仮設の溶解タンクから直接注入している。フロック形成池は、サンチェス、マイモンと同様、4 池からなるフロック形成池であるが迂流板が設置されておらず十分な攪拌強度がないことと流出口が狭く流速が速いためフロックが破壊されてしまう欠点があり改善が必要である。沈殿池の傾斜板は、脱落はほとんどないがわん曲している。ろ過池は、サンチェス同様「すのこ」状に溝が付いた古いタイプのもので、ろ材が流出したり均等な逆洗ができないなどの問題が生じている。また、流入用や洗浄用ゲートが塩素により腐食し、操作不能である。

(6) バニ

バニ川上流部からやや中流部よりのところで取水しており自然流下で導水している。降雨時には原水の濁度が上昇する。浄水場容量 12,600m³/d に対して 20,300m³/d の通水をしており、浄水場は過負荷運転されている。バニの浄水場は他の要請サイトの浄水場と違い、円形上向流式高速凝集沈殿池が採用されているが、過負荷運転のため流出堰が水没して沈殿池内で短絡流が生じ、フロックのキャリーオーバーが生じている。ろ過池は、ポンプ洗浄方式であるが、ポンプ能力不足のため十分な逆洗速度が得られていない。ろ過池下部集水装置は、「すのこ」状に溝が付いた古いタイプのもので、均等な逆洗ができず、ろ材が流出し減少している。硫酸バンド注入装置は、粉体注入装置が設置されているが 1 機は故障し放置され、もう 1 機も適正な注入設定ができず目視により加減している状況である。塩素注入は、浄水池に生ガス注入している状況である。

2-1-4-2 配水施設の状況

(1) 配水施設の状況

配水管網図は整備されておらず、ごく主要なバルブの位置や本管について各地方事務所の職員がおおよそ把握している程度である。どのサイトも配水施設台帳整備を行い適切な管理の改善を行っていく必要があることを先方に助言した。

(2) 給水区域の状況

要請対象サイトにおける配水施設の状況について、給水区域の状況、給水水压の状況、水使用量の状況から整理し以下に記述する。各サイトの配水施設の状況については表 2-3 に整理する。

時間給水の状況

ハラバコア、バニは、市街地中心部では 24 時間給水を行っているが、市街地周辺部では配水管のバルブ操作によって時間給水制限や曜日による給水区域制限を行っている。場所によっては、給水管が布設されているにもかかわらず給水サービスが十分になされていない地区もあり、地域格差が発生している。

サンチェス、マイモン、ピエドラ・ブランカ、コンスタンサは時間給水にて水を供給している。各サイト市街地区の 1 日当たりの給水時間は、以下に示す通りである。

サイト	給水時間
サンチェス	6 時間
マイモン	3 時間
ピエドラ・ブランカ	14 時間
コンスタンサ	13 時間

各家庭では、タンク等で水を溜めている。また、蛇口を開けばなしにする家庭も多く、無駄水が発生している。

給水水圧

給水水圧調査箇所においてほぼ全域で水圧が得られたのはサンチェス、ピエドラ・ブランカのみであり、それ以外のサイトについては、末端近くでは配管が布設されているものの水圧が低く測定出来ず、水の使用が困難な箇所が見られた。

各サイトでの水圧測定結果は、『資料 8-3 各対象サイトの配水水圧分布』に示すように、ピエドラ・ブランカ以外のサイトでは配水池との位置関係の影響もあり、末端水圧は 1.0kg/cm² 以下と概して低い。

水使用量実測調査結果

サンチェス、ピエドラ・ブランカ、パニの 3 地区において 1 週間程度、給水メータを設置し、各家庭における使用水量調査を行った。

サンチェス、ピエドラ・ブランカは時間給水であるにもかかわらず、一人一日当りの使用水量はサンチェスが 200 リットル以上、ピエドラ・ブランカが 300 リットル以上と非常に多い状況である。さらに、パニ市内の常時水が使用可能な地区では、一人一日当りの使用水量が 500 リットル以上となっている。

日本では水道料金は従量制（水を使用した分、水道料金が高くなる）を施しているが、INAPA では、水道蛇口栓数によって水道料金を定める固定制としていることが水使用量が多くなる原因であると考えられる。INAPA は今後、メータ設置を進めるとともに節水への意識の高揚のために啓蒙プログラムを実施することとしている。

(3) 既存配水池の活用状況

サンチェス、マイモン、ピエドラ・ブランカ、コンスタンサでは、時間給水制限を行っており、給水サービス停止中は、配水池に貯水し、配水池が満水となった時点で、給水サービスを再開している。これにより夜間漏水や蛇口からの無駄水の削減に努力している。この配水方式を改善するためには、料金徴収方式や漏水防止の取り組みを進めることが必要である。

時間給水をしているこれらのサイトでは、給水時間中の蛇口の同時開栓率が高く、管内流速が当初の配水管網設計値を超えていると想定され、配水管内での損失水頭が非常に高いと見られる。このため、末端へ給水することが困難な状況にもなっている。そのため前述の地域給水制限などによる対応も行われている。

(4) 配水管内の残留塩素濃度

給水栓における水質は、塩素注入器が測定時に故障していたマイモン、ピエドラ・ブランカを除いたサイトで、残留塩素濃度 0.5mg/l と十分な値が計測された。しかしながら、サンチェスでは大腸菌や一般細菌が検出されており、注入塩素量が不十分であり、また時間給水による給水中断のため、管内水圧が低下し汚水が配管に流入している可能性があると考えられる。住民の多くは、一旦各家庭でポリタンクやドラム缶に貯水し利用しており、このような水利用習慣の下で、貯水された水を衛生的に維持するためには十分な塩素を浄水場で注入する必要がある。

(6) 無効水の状況

INAPA の推定によると漏水率は 50%程度とされているが、水道管の台帳が整備されておらず、給水メ

ータもないため正確な漏水量調査はこれまで実施されていない状況である。また、水道料金が固定制であることから、住民の節水意識も低く水使用量が拡大する傾向がある。配水施設台帳整備とともに漏水調査を含めた無効水対策の取り組みを INAPA が進めていく必要性を提言した。

表 2-3 プロジェクトサイトにおける給・配水施設状況の一覧表 (1/5)

項目	サンチェス	ハラバコア	マイモン	ピエドラ・ブランカ	コンスタンサ	パニ
現在の取水実績値 2001 年 2 月 (最大流量)	4,500m3/d	13,800m3/d	3,730m3/d	4,700m3/d	11,100m3/d	20,600m3/d
現在の取水実績値 2001 年 5 月	最大流量 5,900m3/d 最小流量 4,600m3/d 平均流量 4,900m3/d ポンプ稼働時間 5:00 ~ 24:00 (19 時間) ポンプ稼働による 日当り流量 3,880m3/d (実取水量 3,152m3/d)	最大流量 13,000m3/d 最小流量 11,400m3/d 平均流量 12,400m3/d	最大流量 4,800m3/d 最小流量 3,900m3/d 平均流量 4,400m3/d ポンプ稼働時間 5:00 ~ 22:00 (17 時間) ポンプ稼働による 日当り流量 3,120m3/	最大流量 3,900m3/d 最小流量 3,300m3/d 平均流量 3,600m3/d	最大流量 9,100m3/d 最小流量 8,000m3/d 平均流量 8,500m3/d	最大流量 20,600m3/d 最小流量 18,900m3/d 平均流量 20,300m3/d
配水タンク容量	配水タンク : 1,350m3 (355,000Gal) RC 配水池 : 750m3 (建設中) 計 2,100m3	RC 配水池 : 800m3 配水タンク : 380m3 (100,000Gal) RC 配水池 : 290m3 計 1,470 m3	配水タンク : 1,140m3 (300,000Gal)	配水タンク : 1,040m3 (275,000Gal)	配水タンク : 1,895m3 (500,000Gal) RC 配水池 : 570m3 (150,000Gal) 計 2,465m3	配水タンク : 760m3 (200,000Gal) 配水タンク : 1,140m3 (300,000Gal) 計 1,900m3

注) サンチェスは、朝 8 時 ~ 朝 9 時に、導水ポンプ場周辺地区へ給水している。

表 2-3 プロジェクトサイトにおける給・配水施設状況の一覧表 (2/5)

項目	サンチェス	ハラバコア	マイモン	ピエドラ・ブランカ	コンスタンサ	パニ
1) 給水区域の状況						
給水区域及び給水時間 (但し給水時間はその日の電気、天候によって異なる。)	サンチェス市街 午前 7 時～午前 10 時 午後 4 時～午後 7 時 (給水時間 6 時間)	1) RC 配水池(800m3) Colonia Agricola 周辺区 24 時間 2) 配水タンク(380m3) ハラバコア市街区 24 時間給水 ハラバコア周辺区 (週 2 回～24 時間給水) 3) RC 配水池 (290m3) Barrio Los Negro 周辺区 1 時間	マイモン区 午前 7 時半～午前 9 時半 午後 6 時～午後 7 時半 午前、夕方の 2 回 (給水時間 3 時間) Buenos Aires 区 午後 1 時～午後 6 時 昼 1 回 (給水時間 5 時間)	午前給水区 午前 7 時～午前 12 時 (給水時間 14 時間 : 夜間バイパス分 9 時間含む) 午後給水区 午前 12 時～午後 5 時 (給水時間 14 時間 : 夜間バイパス分 9 時間含む)	1) タンク、RC 配水池 コンスタンサ市街区 午前 6 時～午前 11 時 午後 4 時～午後 9 時 (給水時間 13 時間 : 夜間バイパス分 3 時間含む) コンスタンサ市街周辺 (火曜日のみ給水) 2) 浄水場から直接給水 La Sabina 周辺区 午前 8 時～午前 10 時 午後 4 時～午後 6 時 (給水時間 4 時間)	パニ高区 (週 2 日、配水池水位が 空になるまで) パニ低区 (週 5 日、24 時間)
(給水量測定結果)	サンチェス市街 2.710m3/d	ハラバコア市街区 ハラバコア周辺区 Barrio Los Negro 周辺区 11,190m3/d Colonia Agricola 周辺区 1,610m3/d 計 12,800m3/d	マイモン区 2,080m3/d Buenos Aires 区 940m3/d 計 3,020m3/d	午前給水区 1,429m3/d 午後給水区 2,298m3/d 計 3,727m3/d	整理中	パニ低区 (パニ高区一部) 19,200m3/d
末端水圧	最低水圧 0.00kg/cm2 (水は出る) 最大水圧 1.22kg/cm2	最低水圧 水が出ない。 最大水圧 2.75kg/cm2	最低水圧 水が出ない。 最大水圧 0.82kg/cm2	最低水圧 0.00kg/cm2 (水は出る) 最大水圧 2.90kg/cm2	最低水圧 水が出ない。 最大水圧 1.20kg/cm2	最低水圧 水が出ない。 最大水圧 0.60kg/cm2
給水メーターによる給 水量測定結果	最大 422 L/c/d 最小 66 L/c/d 平均 201 L/c/d	—	—	最大 1,140 L/c/d 最小 116 L/c/d 平均 339 L/c/d	—	最大 1,534 L/c/d 最小 168 L/c/d 平均 541 L/c/d

表 2-3 プロジェクトサイトにおける給・配水施設状況の一覧表 (3/5)

項目	サンチェス	ハラバコア	マイモン	ピエドラ・ブランカ	コンスタンサ	パニ
2) 既存配水池の活用状況	配水タンクの運転方法は、午前、夕方に給水するため、一旦配水池流出バルブを閉じて配水池への充水を行い、給水時間になった時点で流出バルブを開け、給水する方法をとっている。 配水池の流出管は 1 系統であり、市街のバルブ操作によって給水区域の切り替えを行っている。 サンチェス市街は地盤高低差が大きいので、地盤が高い区域にも水が給水されるように、オペレーターが配水管のバルブを操作している。 なお、取水ポンプの運転時間は朝 5 時から夜 12 時までとなっており、夜間時は給水が停止している。 配水池の流出バルブを常に開けた状態で浄水場を 24 時間稼動したところ、配水池は常に空の状態であり、水が全く溜まらなかった。	地盤の高い Colonia Agricola 周辺は、RC 配水池(800m³)の水位を高く維持しないと給水できない。そのため、この配水池の流出バルブをオペレーターが水位の低下及びオーバーフローに気を付けながら、頻繁にバルブ開度を調整している。よって、この 800m³ の配水池は常時満水に近く、配水池として有効に利用されていない。 Barrio Los Negro 周辺区は、送水ポンプ場を設置しており、そこから高区配水池を通して給水を行っている。送水ポンプの運転時間は朝 7 時から夜 10 時までとしている。 高区配水池の給水区域は 3 区に分かれており、各区への給水時間はそれぞれ 1 時間となっている。 なお、送水ポンプの逆支弁が故障のため、現在は給水を停止している状態である。(5/30 現在)	配水タンクの運転方法は、午前、昼、夕方に給水するため、一旦配水池流出バルブを閉じて配水池への充水を行い、給水時間になった時点で流出バルブを開け、給水する方法をとっている。 配水池の流出管が 2 系統に分かれており、そこから各給水区域へと配水している。 なお、取水ポンプの運転時間は朝 5 時から夜 10 時までとなっており、夜間時は給水が停止している。	配水タンクの運転方法は、午前、夕方に給水するため、一旦配水池流出バルブを閉じて配水池への充水を行い、給水時間になった時点で流出バルブを開け、給水する方法をとっている。 配水池の流出管は 2 系統に分かれており、そこから午前給水区と午後給水区の両給水区域へと給水している。 夜間時は配水池のバイパス管を用いて直接浄水場から両方の区域へ同時に給水を行っている。通常ならば浄水場がオーバーフローする可能性があるが、蛇口の開け放し、配水管の漏水が多いため、浄水場の処理水量がそのまま配水管へ流れ出ている。	コンスタンサ浄水場の流出管は 2 本であり、一方は配水タンクへ、もう一方は La Sabina 周辺区へ直接給水を行うと同時に、RC 配水池への送水を行っている。 配水タンク、RC 配水池の運転は、双方ともに、一旦配水池流出バルブを閉じて配水池への充水を行い、給水時間になった時点で流出バルブを開け、給水している。 夜間時は配水タンクの給水区域であるコンスタンサ市街区のみ、配水池のバイパス管を用いて直接浄水場から給水している。 La Sabina 周辺区は、夜間時に浄水場の流出バルブを閉めることから、給水が停止する。 また、地盤が高い地域への給水を行うため、火曜日に市街地のバルブを操作し、給水を行っている。	2 基配水タンクがあるがどちらも常時空の状態である。需要に対して供給が不十分な状況で配水池には水が溜まらない。 給水区域のうち、高区に給水するために週に 2 日強制的にタンクの流出バルブを閉め充水し、タンク内水位を上昇させ、その水位を利用し、かつ市内の配水管バルブを操作し高区に給水するようにしている。

表 2-3 プロジェクトサイトにおける給・配水施設状況の一覧表 (4/5)

項目	サンチェス	ハラバコア	マイモン	ピエドラ・ブランカ	コンスタンサ	パニ
3) 給水および 水利用状況	1) Catey 特に蛇口が付いていない家庭が多くある。数百戸あると推定される。 このため無駄な水使用量が多い。 2) サンチェス市街区 海沿いの地盤が低い地域では給水時間に問題無く水が使用できるが、山側の地盤が高い場所では、水が出にくい。 配水管のバルブ操作が頻繁に行われるため、給水時間は不規則な状況であることから、一部の住民は常に蛇口を開けており、水が来た時点で、家事、洗濯などを行う状況である。 使用水量は給水時間が 6 時間に対して平均で約 200Lpcd と非常に高い。	1) ハラバコア市街区 24 時間給水であるにもかかわらず、最も給水時間が少ない高区は 1 日 1 時間程度と、各地区によって給水状況が大きく異なり、需要者間で非常に不平等な給水となっている。 2) Colonia Agricola 24 時間給水としているが、実際には水が常に使用できない状況にある。このため、一部の住民は配水管にポンプを設置して各家庭に水を引き込み、コンクリート製の貯水槽等に水を貯留している。 また家によっては貯水槽に給水ポンプを設置している場合もある。 それ以外では、水の購入、ポンプを保有する家に水を分けてもらう、等して水を手に入れている状況である。	1) Maimon 区 市街の中心部から離れると、全く水がこない地域もあり、需要者間で非常に不平等な給水となっている。 2) Buenos Aires 区 配水池の運転スケジュールが住民に知らされていない。また流出バルブを開ける時間も日によって異なる。このため、多くの住民が蛇口を開け放したままにしており、水が来た時点でタンクなどに貯水している。 場所によっては水が全く来ない地区もあり、住民は水を購入したり、ドラム缶やポリタンクなどで水を貯水している状況である。	ピエドラ・ブランカは、ほぼ全域に渡って給水時間中に水を利用することが可能である。 各家庭では、給水時間の間にドラム缶やポリタンクなどに水を蓄えるようにしている。しかしながら給水時間中は蛇口を開け放したまま家事や洗濯をする家庭が多い。このため 1 人 1 日当りの使用水量が 340Lpcd と時々間給水を行っているにも係らず非常に高い。 このため、午後給水区域の最も地盤の低い箇所では、給水時間の間、側溝に大量の水が流れている状態になる。	給水区域が広く、盆地状の地形で周辺地域の地盤が高いところに給水できない状況である。特に北東の Colonia Kenedy から東の地区では水が終日でない。 またコンスタンサ市街区でも、北側は地盤高が高くなっていることから、通常の給水時は水が殆ど出ない。配水管のバルブ操作で高区の一部は週に 1 日のみ給水が可能であるが、それ以外の地区は水が来ない状況であり、需要者間で非常に不平等な給水となっている。	市内の低区では常時、十分な水圧と水量があるところがあり、水使用量が 500lpcd に及ぶなど無駄な水使用が目立つ。一方、高区では、水圧が足りず、週二日のバルブ操作で本管がようやく充水される程度で、住民は各戸にポンプを設置し吸引しドラム缶やタンクに貯留している。 その他、全く水がこない地域もあり、需要者間で非常に不平等な給水となっている。

表 2-3 プロジェクトサイトにおける給・配水施設状況の一覧表 (5/5)

項目	サンチェス	ハラバコア	マイモン	ピエドラ・ブランカ	コンスタンサ	パニ
4) 塩素濃度	給水栓 0.5mg/l	給水栓 0.5mg/l	塩素注入故障	塩素注入故障	給水栓 0.5mg/l	給水栓 0.8mg/l
	浄水 大腸菌群 0 /100ml 一般細菌 0 /100mL 給水栓 大腸菌 700 /100mL 一般細菌 300 /100mL (残留塩素 0.5mL あるが 細菌検出)	浄水 大腸菌群 0 /100mL 一般細菌 0 /100mL 給水栓 大腸菌群 0 /100mL 一般細菌 0 /100mL	浄水 大腸菌群 600 /100mL 一般細菌 200 /100mL 給水栓 大腸菌群 1,000 /100mL 一般細菌 1,500 /100mL (塩素注入機故障)	浄水 大腸菌群 600 /100mL 一般細菌 200 /100mL 給水栓 大腸菌群 100 /100mL 一般細菌 1,100 /100mL (塩素注入機故障)	浄水 大腸菌群 0 /100mL 一般細菌 0 /100mL 給水栓 大腸菌群 0 /100mL 一般細菌 0 /100mL	浄水 大腸菌群 0 /100mL 一般細菌 200 /100mL 給水栓 大腸菌群 0-200 /100mL 一般細菌 0-300 /100mL (制限給水開始後に検査)
5) 漏水修理	配水管：6.5 箇所/月 ：14 箇所/月 2000 年 8 ～ 12 月平均	給配水管：32 箇所/月 2000 年 8 月 ～ 2001 年 2 月平均	配水管：15 箇所 給水管：34.5 箇所 2001 年 1 月 ～ 2 月平均	—	必要に応じて修理、給水管が多い	配水管：6.5 箇所/月 2001 年 1 ～ 2 月平均

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

調査対象サイトは、人口がおよそ1万5千人から5万人程度で各県を代表する市であり、道路・電気・水道等のインフラは比較的良好に整備されている。特にこれらの市への幹線道路は非常によく整備されている。しかし、停電は頻繁に発生し、水道も時間給水を行っている。

下水道網は、パニおよびコンスタンサの一部の地域で整備されているが、他の地域ではセプティック・タンク式の水洗トイレあるいはピット式のトイレが普及している。生活排水による周辺環境の顕著な悪化は、現地では認められなかった。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 プロジェクトサイト周辺の気象条件等

協力対象サイトのハラバコア、マイモン、ピエドラプランカ、コンスタンサは内陸中央部に位置しコンスタンサの標高がおよそ+1200m、次いでハラバコアがおよそ+550mある。マイモンとピエドラプランカは、標高およそ+100～+200mに位置する。サンチェスとパニがそれぞれ北と南の海岸線近くに位置し、標高も低い。全サイトとも首都サント・ドミンゴから車で1時間から3時間の距離にある。

各地域の気温は、コンスタンサ、ハラバコアではそれぞれ平均気温が18.5、22.2と低いが、その他のサイトでは26～27前後となっている。

表2-4に「ド」国の水文データの概要を示す。降雨は、5月から11月にかけて多く6月から11月は熱帯低気圧やハリケーンがしばしば訪れる。1930年、1979年に大きなハリケーンが訪れ、近年では1998年9月のハリケーン・ジョージにより水道施設などのインフラをはじめ、灌漑施設等に大きな被害がでている。

表2-4 「ド」国水文データ概要

No	項目	データ
	国土面積 (km ²)	48,971
	人口	8,518,483
	年間降水量-1 (mm/年)	1,500
	年間降水量-2 (km ³) (x)	73
	年間蒸発量-1 (mm/年)	1,050
	年間蒸発量-2 (km ³) (x)	51
	年間残存降水量 (km ³ /年) (-)	22
	流出量 (km ³ /年)	19.4
	1人当たり流出量 (m ³ /人/年) (/)	2,277
	世界平均1人当たり流出量 (OMMによる) (m ³ /人/年)	1,000

* (OMM) : 世界気象機関

雨期と乾期の区別は明確ではないが、対象サイトの水源付近の長期雨量観測記録によると年間では1月から3月にかけて雨量が比較的小さい傾向があり小雨期であることがわかる。5月、10月、11月頃には降雨が多くなる傾向がある。表2-5に対象サイトの平年月合計雨量(1961-2000年)と図2-9にその分布グラフを示す。

表 2-5 対象サイトの平年月合計雨量(1961-2000)

単位：mm

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
サンチェス	146	114	128	121	215	137	178	220	203	252	275	196	2185
ハラバコア	115	100	110	154	204	82	91	104	124	159	195	154	1592
マイモン/ ピエドラブランカ	110	115	133	202	346	143	175	207	177	243	251	149	2252
コンスタンサ	26	27	34	59	160	97	62	125	130	100	75	45	940
バニ	29	30	33	42	116	129	77	127	147	132	63	32	955
平均	85	77	88	116	208	118	117	157	156	177	172	115	1585

注：サンチェスはサマナにおける、マイモン/ピエドラブランカはボナオの観測値である。

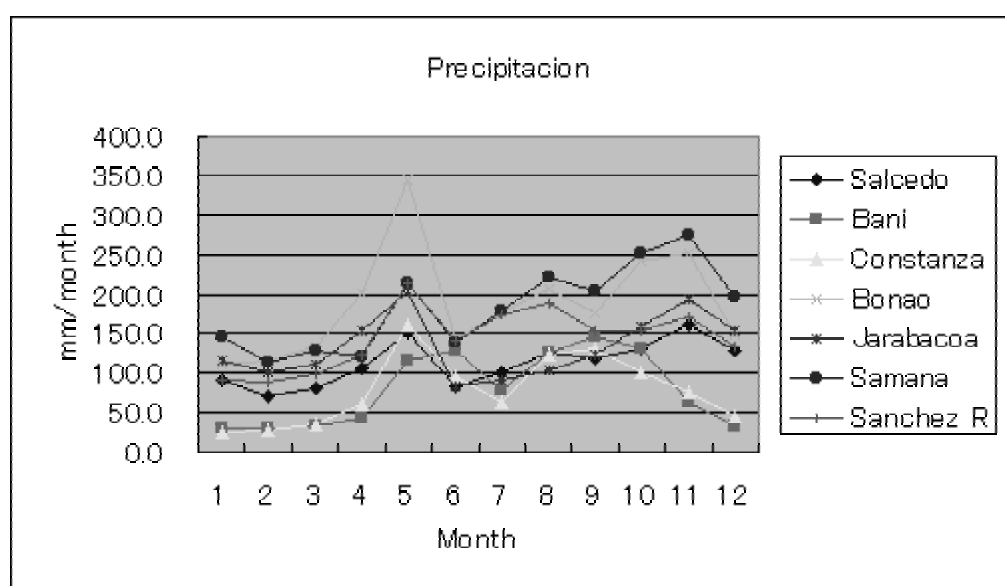


図 2-9 平年月合計雨量の分布(1961-2000)

2-2-2-2 水源水量の状況

(1) 水源水量の評価

協力対象サイトの浄水場の水源は、サンチェスが湧水、その他は河川である。これらの浄水場の水源全てについて長期間観測された流量データはなく、サンチェス、ハラバコア、パニについてのみ INAPA と水利庁で計測された取水地点の経年、または渇水期の流量データが入手できた。表 2-6 に、これらの流量データを示す。これによると、サンチェス、ハラバコア、パニの測定記録の最小流量は、それぞれ 0.083m³/s (7,170m³/d)、0.058m³/s (5,000m³/d)、0.22m³/s (19,000m³/d) である。(ハラバコアの流量計測点は INAPA の取水地点の下流にあり、INAPA が取水を開始した 1998 年以降の流量は取水後の流量である。) これらの流量データからサンチェス、ハラバコア、パニの水源については渇水期に対しても既設浄水場の容量に対しては十分な水量があり、必要水量は確保されていることがわかる。また、マイモンとピエドラ・ブランカの水源については流量データが得られなかったが、水源であるマイモン川およびスンバートル川は、乾期の調査時点においても目視により浄水場取水水量をはるかに超える水量が認められるほどであり水量の問題はない。コンスタンサについては、実際に浄水場に流入している水量が 2001 年 2 月には、11,100m³/d、渇水期となった 2001 年 5 月においても 8,500m³/d が実測されており、浄水場容量 (6,800m³/d) に対して十分得られていると判断される。これらを総合して、表 2-7 に各サイトの水源水量の評価を整理する。

表 2-6 (1/2) 水源河川経年流量表 (水利庁、INAPA データ) 単位 : m³/S

Sanchez

Sannchez	水源河川名 Rio Santa Capusa, Arroyo Sal (計測地点: 取水井: INAPA データ)										適 要
既設水源 (Rio Santa Capusa)	計測日	17/1/95	18/1/95	26/1/95	25/2/95						データ年 1月—2月 1995
	日平均流量	0.12	0.123	0.123	0.083						Min 0.083
建設中の新規水源 (Arroyo Salado)	計測日	14/2,95	15/2,95	17/2,95	25/2,95						
	日平均流量	0.498	0.498	0.498	0.498						0.498

表 2-6 (2/2) 水源河川経年流量表（水利庁、INAPA データ） 単位：m3/S

Jarabacoa

水源河川名 Arroyo La Guazara (水利庁データ)														各年の湧水 流量
データ 年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
1982		0.440 0.399	0.374 0.317	0.279 0.282		0.838	0.436	0.295	0.322 0.298	0.323 0.296	0.271	0.290 0.279		0.271
1983		0.282 0.265	0.300	0.209 0.198	0.447	0.359		0.239	4.148	0.226 0.233	0.848			0.198
1984		0.453	0.282 0.216	0.236 0.498	0.159 0.277	0.458 0.432	0.247 0.200		0.172 0.219		0.371 0.320			0.159
1985	0.320	0.225 0.337	0.270 0.668	0.282 0.596	0.377	0.466 0.288	0.255 0.249	0.235 0.243	0.182	0.423 0.578	0.385			0.182
1986		0.286		0.237										
1987	0.266 0.218	0.284	0.213	0.270	0.434 0.295		0.267 0.201	0.209 0.220	0.185	0.355 0.237	0.268	0.876		0.185
1988			0.428 0.374	0.350		0.291 0.281 0.337		0.384	0.074 0.261					0.074
1989				0.374		0.281	0.342	0.341	0.322 0.363		0.291			0.281
1990		0.430 0.326	0.348					0.177	0.136	0.265				0.136
1992						0.654	0.314	0.238	0.227	0.216	0.212	0.199		0.199
1993	0.210	0.230	0.199	0.471	0.798	0.788		0.299	0.291					0.199
1994									0.136					0.136
1995								0.177		0.265				0.177
1996												1.096		
1997					0.236 0.362	0.269 0.450	0.215 0.263	0.157 0.207		0.169	0.224	0.147		0.147
1998		0.147	0.136		0.152	0.616	0.114	0.095	0.135	0.265	0.457			0.095
1999		0.437	0.318	0.655	0.375	1.000		0.371	0.129	0.099	0.153	1.229		0.099
2000		0.156	0.274	0.087	0.058				0.205	0.129	0.413 0.098 0.061	0.072		0.058
2001	0.053	0.027	0.024	0.026	0.031	0.024	0.023							
平均	0.254	0.313	0.310	0.337	0.331	0.488	0.259	0.243	0.434	0.272	0.312	0.524	0.340	2001 年は 含まず

注：計測点はグアサラ川 INAPA 取水堰下流。INAPA 取水堰は 1995 年から建設を開始し、1998 年に完成したが同年 9 月のハリケーンジョージで被害を受け、INAPA が本格的に使用を開始したのは 2000 年からである。

Bani

Bani 水源河川名 Rio Bani (計測地点：取水堰：水利庁データ) 経度 18 22 27, 緯度 70 20 24, GL 199m														
計測月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	
平均	0.78	1.20	0.71	1.02	1.69	5.09	3.11	2.13	3.03	1.47	1.62	0.79	1.89	データ年 1979-1988
月平均 最小	0.23	0.22	0.31	0.27	0.44	0.60	0.29	0.43	0.81	0.72	0.57	1.35	0.52	10 年間最低 月平均流量
月平均 最大	1.36	1.44	1.14	2.15	3.84	9.69	8.83	5.02	5.90	2.28	4.64	0.38	3.89	Min 0.22 (2月、86年)

表 2-7 水源流量の評価

対象地域	浄水場最大 流入量実績 値 (乾期： 2001年2月)	水源種類 導水施設の 形態	既設浄水場 設計容量	渇水 (基準) 流量 (過去 10 年間にお ける月平均最小流 量：水利庁データ)	乾期 (渇水期) 水源流量 (調査時点及び、 INAPA データ)	既設浄水場 容量に対する 乾期の水源 流量の判定
	m3/day		M3/d			m3/day
Sanchez (Rio Santa Capuza)	既設水源 4,500	湧水 ポンプ取水	6,000	---	INAPA 計測値：1 月、2 月、1995 年 0.083m3/s (7,200m3/day) ほぼ全量取水	水源流量は十 分であるが導 水管途中の分 水のため不足。 しかし、INAPA が新規水源ポ ンプ場を近く 完成予定。それ により取水量 は確保される。
Jarabacoa (Arroyo La Guazara)	13,800	表流水 (渓流水) 自然流下	4,700	---	* INAPA データ： 9 月 5 日、1988 年 0.074m3/s (6,400m3/day) 2 月 11 日、2001 年現在、 ほぼ全量取水	十分な流量。
Maimon (Rio Maimon)	3,730	表流水 (河川中流 域) ポンプ取水	7,200	---	2 月 13 日、2001 年現在、 目視で、少なくとも数 m3 /s (200,000m3/day 以上) の流量が認められる。	水源には十分 な流量。取水ポ ンプ能力不足 と導水管の漏 水のため浄水 場流入量が小 さい。
Piedra Blanca (Rio Los Pratanos)	4,700	表流水 (渓流水) 自然流下	3,600	---	2 月 14 日、2001 年現在、 目視で、少なくとも 0.5m3 /s (40,000m3/day 以上)の流量が認めら れる。	十分な流量
Constanza (Arroyo Pinar Bonita)	11,100	表流水 (渓流水) 自然流下	6,800	---	2 月 16 日、2001 年 ほぼ全量取水	十分な流量
Bani (Rio Bani)	20,600	表流水 (上流水) 自然流下	12,600	渇水 (基準) 流量 (2 月、86 年) 0.22m3/s (19,000m3/day)	2 月 19 日、2001 年 ほぼ全量取水	十分な流量

2-2-2-3 水源水質の状況

対象サイトの浄水場の水源水質について以下に、(1)濁度および色度、(2)細菌試験項目、(3)その他の理化学試験項目および重金属・農薬類に分け整理する。既設の浄水処理プロセスは一般的な急速ろ過システムであり、その基本的処理機能は除濁と殺菌である。急速ろ過方式の凝集沈澱プロセスに一般に影響を及ぼす原水の pH、アルカリ度等は、試験結果から問題となる値ではないと判断される。

(1) 濁度および色度

INAPA の中央水質試験室による、各地の水源のサンプリングにおける過去の原水の濁度と色度の検査結果を表 2-8 に示す。過去の INAPA によるサンプリングは、晴天時のデータが多く降雨の影響を十分反映したものではないため、浄水場のオペレータからの聞き取りや現地踏査時の状況調査も含め状況判断することとした。河川上流部の表流水を水源としているハラバコア、ピエドラブランカ、コンスタンサ、パニの 4 浄水場においても、降雨時には濁度が上昇することが確認されている。また、サンチェスは湧水を水源としているものの、降雨時には濁度が上昇することがあることを確認した。マイモンは中流域河川を水源としているため、他の水源に比べ濁度が高い傾向がある。表 2-8 の結果からもピエドラブランカ、コンスタンサ以外では数十度の濁度が測定されており、降雨時には濁度は数十度以上になるものと見られる。

(2) 細菌試験結果

第一次および第二次現地調査で行った原水水質試験結果について、大腸菌群数および一般細菌数に着目した試験結果を表 2-9 に示す。この結果を見る限り通常の急速ろ過方式で対応可能であるが糞便性大腸菌群がいずれのサイトからも検出されていることから各浄水場の塩素殺菌プロセスが適切に機能することが重要になる。

表 2-8 各サイトにおける原水濁度・色度の記録

サンプリング日時		サンチェス		ハラバコア		マイモン		ピエドラブランカ		コンスタンサ		パニ		サンプリング
		濁度	色度	濁度	色度	濁度	色度	濁度	色度	濁度	色度	濁度	色度	
		NTU	TCU	NTU	TCU	NTU	TCU	NTU	TCU	NTU	TCU	NTU	TCU	
3/4/1991						1.5	13							INAPA
14/1/1992	13:50											1.4	<5	INAPA
28/1/1992	15:45											0.9	<5	INAPA
6/4/1992	20:00							2.5	17					INAPA
20/11/1992	17:00	4	12											INAPA
9/3/1993	12:28									2	8			INAPA
1/5/1993	10:30	15	8											INAPA
22/2/1994	8:35	1.2	17											INAPA
10/11/1994	17:10			2.8	7									INAPA
21/3/1995	14:44			2.6	7									INAPA
21/4/1995	12:51											1.4	<5	INAPA
27/6/1995	12:41	0.3	<5											INAPA
27/6/1995	12:31	1.4	<5											INAPA
30/6/1995	14:56									0.5	<5			INAPA
7/3/1996	11:00					66	170							INAPA
7/3/1996	11:15					18	48							INAPA
19/3/1996	13:13					0.5	7							INAPA
1/4/1997	12:24					24	12							INAPA
29/7/1997	14:10	0.7	<5											INAPA
20/10/1997	10:30					6.2	18							INAPA
20/5/1998	15:15											1.5	<5	INAPA
24/2/2000	11:21									1.2	<5			INAPA
23/11/2000	13:40			9.5	17									INAPA
23/11/2000	13:40			3.4	8									INAPA
23/11/2000	13:40													INAPA
5/2/2001	10:35							0.5	8					INAPA
5/2/2001	10:15							1.2	8					INAPA
5/2/2001	11:15			5.1	24									INAPA
5/2/2001	11:45			3.4	16									INAPA
7/2/2001	10:25									0.7	<5			INAPA
7/2/2001	13:30			5.1	13									INAPA
9/2/2001	9:15											0.5	<5	INAPA
9/2/2001	9:52											0.8	<5	INAPA
11/2/2001	10:30					23								調査団
2/5/2001	13:00											31.4	26	調査団
24/4/2001	15:30					9.8								調査団
12/5/2001	14:00					22.7								調査団
18/5/2001				0.4	5-10	720 ^a		0.3	5-10					調査団
24/5/2001		0.3	5-10			1.2	5-10							調査団
27/5/2001						0.9				0.4	<5			調査団
28/5/2001	11:00											0.6	5	調査団
29/5/2001	13:00					1.3								調査団

注: *マイモン浄水場は取水を停止。

表 2-9 原水の細菌試験結果 (2001 年 2 月・5 月採水)

対象地域	糞便性大腸菌群数 (/100ml)		大腸菌群数 (/100ml)		一般細菌数 (/100ml)	
	2 月	5 月	2 月	5 月	2 月	5 月
サンチェス	39	ND	> 2,400	> 2,400	3,900	1,200
ハラバコア	9	43	> 2,400	> 2,400	5,000	2,200
マイモン	21	9	> 2,400	> 2,400	5,000	1,800
ピエドラブランカ	ND	23	1,100	1,100	3,900	1,800
コンスタンサ	9	ND	43	ND	450	20
パニ	14	9	>2,400	460	1,900	8,500

注) ND:検出されず

(3) その他の理化学試験項目および重金属・農薬類

第一次、第二次現地調査においてその他の理化学試験項目と重金属類・農薬類について検査を行った。ドミニカ共和国の試験機関、INDOTEC に依頼し試験を行ったが、重金属の一部と農薬については検査ができないため、プエルトリコの試験機関（Alchem Laboratory）と日本の試験機関において農薬、砒素、セレン、水銀の検査を実施した。

試験結果は表 2-10 に示す通りで、理化学試験項目、重金属類、農薬類のうち健康に影響を与える水質項目について問題となる濃度レベルものは本試験では認められなかった。他の美観的水質項目については、第一次現地調査のマイモン原水で、配水管で赤水等の原因となる鉄濃度が基準値より高い値が検出された。しかし、第二次現地調査においては、基準値以下となっており、また、INAPA 中央試験室の過去のデータでも 0.1mg/l ~ 0.2mg/l のレベルであり、高濃度となる頻度は低いと考えられ浄水場で特に対応する必要はないと判断される。

また、マイモンの水源地帯にニッケル鉱石の採石所があることから、取水点においてその影響が調べられた。降雨状況を見ながらサンプリングを行い、分析は日本の試験機関で行った。表 2-11 にその結果を示す。

マイモンの原水中のニッケル濃度は、原水濁度が高くなる時に全ニッケル濃度および溶存態ニッケル濃度とも高くなる傾向があるが、通常時においては、WHO 飲料水水質ガイドライン値（0.02mg/l）より低くなっている。表 2-11 の 5 月 18 日のサンプルは、マイモン川が氾濫し川沿いの幹線道路が寸断される被害がでるなどの洪水時のもので、濁度も最大レベルと考えてよい。このような時にはニッケル濃度はガイドライン値より高くなるが、実際の取水は、このような状況では停止されている。通常は、濁度は低く、高くても数十度であり、このレベルであれば、浄水場での凝集沈殿・ろ過のプロセスで濁質とともに除去されガイドライン値以下になると判断される。

表 2-11 マイモン川原水中のニッケル濃度

採水日	濁度（度）	全ニッケル濃度 mg/l	溶存態ニッケル 濃度 mg/l	備考
2001 年 2 月 4 日		0.030	0.005	
2001 年 2 月 11 日	23	0.002	-	
2001 年 4 月 24 日	9.8	0.009	0.003	
2001 年 5 月 12 日	22.7	0.167	0.017	
2001 年 5 月 18 日	720	3.03	0.053	取水停止
2001 年 5 月 27 日	0.9	0.007	0.004	
2001 年 5 月 29 日	1.3	0.008	0.004	

参考：WHO 飲料水水質ガイドライン値：0.02mg/l

表 2-10 理化学試験項目および重金属類・農薬に関する原水水質分析結果

項目	単位	サンチェス		ハラバコア		マイモン		ピエドラ・ブランカ		コンスタンサ		パニ		サルセド	ドミニカ水道	備考
		11-Feb-01	24-May-01	10-Feb-01	18-May-01	11-Feb-01	24-May-01	11-Feb-01	19-May-01	10-Feb-01	23-May-01	12-Feb-01	28-May-01	10-Feb-01	原水基準	
pH		7.25	7.74	7.98	8.1	7.84	8.28	7.71	7.91	7.86	8.42	8.04	8.63	7.80	6.5 - 9.5	
色度	TCU	5	5-10	5	5-10	30	5-10	15	5-10	5	<5	5	<5	10	50	
濁度	NTU	1.3	1	0.4	0.39	23	1.2	1.3	0.34	0.28	0.35	0.6	0.64	4.6	1000	
電気伝導度	μ mhos/cm	378	390	109	120	112	158	95.5	118	117	139	238	271	142		
溶解性物質	mg/l	186	218	70	74	82	103	47.7	75	68	100	143	162	105		
硬度	CaCO3mg/l	136	114	46	48	50	69.8	40	46	58	65.4	121	118	70		
アルカリ度	CaCO3mg/l	141	135	61	54	53	72.9	49	48	61	69.8	120	112	70		
フッ素	mg/l	0.04	0.044	0.07	0.097	0.01	0.061	0.08	0.065	0.01	0.14	0.09	0.11	0.01	1.7	
塩化物イオン	mg/l	13.65	22.9	8.19	10.7	13.65	13.8	8.18	10	8.19	6.12	13.65	16.1	10.92	500	
硫酸イオン	mg/l	<10	ND	<10	ND	<10	ND	<10	ND	<10	30	<10	20	<10	400	
硝酸性窒素	mg/l	0.03	1.056	<0.01	0.078	ND	0.279	0.01	0.216	0.02	ND	0.01	0.44	ND		
亜硝酸性窒素	mg/l	ND	0.024	ND	0.001	ND	ND	0.04	ND	ND	ND	0.07	ND	ND		
リン酸態リン	mg/l	ND	ND	ND	0.028	23	ND	ND	0.181	ND	ND	ND	ND	ND		
カルシウム	mg/l	78	18.2	9.9	<0.05	7.2	<0.05	7.4	<0.05	11.4	<0.05	39.9	<0.05	11.2	300	
マグネシウム	mg/l	7.9	5.6	3.6	2.8	7.3	8.4	4.7	5.6	5.8	6.1	5.1	5	7.9	200	
鉄	mg/l	0.296	0.35	0.235	0.03	1.237	0.12	0.276	0.03	0.263	<0.006	0.22	<0.006	0.361	1.0	
マンガン	mg/l	0.012	0.04	0.01	<0.01	0.018	<0.01	0.012	<0.01	0.012	<0.01	0.011	<0.01	0.015	1.0	
クロム	mg/l	<0.01	0.008	0.01	0.03	<0.01	<0.007	0.013	0.04	<0.01	<0.007	0.022	<0.007	<0.01	0.05	
銅	mg/l	<0.007	0.13	<0.007	<0.01	<0.007	<0.01	<0.007	<0.01	<0.007	<0.01	<0.007	<0.01	<0.007	1.0	
鉛	mg/l	<0.06	<0.10	<0.06	<0.01	<0.06	<0.10	<0.06	<0.01	<0.06	<0.10	<0.06	<0.01	<0.06	0.1	
セレン	mg/l	<0.03		<0.03	<0.01	<0.03		<0.03		<0.03		<0.03		<0.03	0.01	
砒素	mg/l	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.001	<0.01	<0.001		
水銀	mg/l	<0.00005	<0.002	<0.00005	<0.002	<0.00005	<0.002	<0.00005	<0.002	<0.00005	<0.002	<0.00005	<0.002	<0.00005		
シアン	mg/l		<0.02		<0.02		<0.02		<0.02		<0.02		<0.02			
農薬(グリフォサート)	mg/l	<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05	0.7	米国基準最大許容値
農薬(ダイアジン)	mg/l	<0.0005		<0.0005		<0.0005		<0.0005		<0.0005		<0.0005		<0.0005	0.005	日本監視項目基準
農薬(Lindane)	μg/l		<0.09		<0.09		<0.09		<0.09		<0.09		<0.09		2	WHO飲料水ガイドライン値
農薬(Chlordane)	μg/l		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		0.2	WHO飲料水ガイドライン値
農薬(4,4'DDT)	μg/l		<0.1		<0.1		<0.1		<0.1		<0.1		<0.1		2	WHO飲料水ガイドライン値
農薬(Methoxychlor)	μg/l		<0.06		<0.06		<0.06		<0.06		<0.06		<0.06		20	WHO飲料水ガイドライン値
一般細菌	N/ml	390	1300	5000	220	180000	1800	390	1800	450	20	1900	850	470		
大腸菌群	N/100ml	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	1100	1100	43	<3	>2400	460	1100		
糞便性大腸菌	N/100ml	39	<3	9	43	21	9	<3	23	9	<3	14	9	<3		

上記採石所は約 30 年前より操業しているが、今まで特段、水源水質に起因する被害は報告されていない。しかし、今後は、INAPA が原水濁度と処理水ニッケル濃度との関連を把握できる監視体制を整え、モニタリングを実施し、濁度がある一定レベル以上となった場合には取水を停止するなど、運転面に対応するための整備を行うこととする。

2-2-3 その他

2-2-3-1 水道取水の他への影響

パニでは、調査開始当初の渇水期にはパニ川下流のパニ市街地に入る橋の地点では涸渇していた。パニ川からは、水道用だけでなく農業用水の取水もされており、渇水期の涸渇は水道だけに起因するものではない。一般には、塩水遡上による公共の農業用水に対する影響や生活井戸に対する影響、漁業、景観、船の通行等への影響が生じないよう、河川の利用や流水の機能を維持するための水量（河川維持流量）が必要ことがある。パニでは水道の取水堰の下流に農業用水の井戸が点在しており、塩分の影響を見るために電気伝導度を試験した。その結果、電気伝導度として $369 \mu S/cm$ であり、パニ川上流の $296 \mu S/cm$ に比較して特に高い値とは認められず、塩水遡上の問題は起こっていないと考えられる。また、漁業についてもパニ川は短い河川で、大きな魚が住んでおらず、影響は無いと考えられる。その他についても特に問題になっていることは無い。現在のパニ地区の大きな環境問題は生活用水の確保であり、住民の間では渇水時に涸川になることで特に問題は起きていない。水利庁の調査によると、パニ川では森林の伐採で水源涵養量が減少しているが、特に大きな環境問題は起きていないとのことである。また、今後水源地帯の大きな開発計画は無いということである。

他にハラバコアとコンスタンサの水源で、取水口下流の流水が渇水時にほとんど無くなる状況が起きている。しかし、これらの水源は、河川上流の山中にあり周辺に民家もなく、特段の問題は発生していない。

2-2-3-2 水利権

「ド」国全土の水利用量は、流出量が約 2,000 万トン（20 百万トン）で、この内、農業用水が 80% 程度、水道使用は 10% 程度で、残りは発電やその他の水使用となっている。水道の使用量は農業用水に比較して多くはない。

「ド」国においては、INAPA 創設法に明記されているように、水利用については飲用が第一優先度を持っている。さらに、現在準備中の水に関する法案においても、この点が再確認される内容となっていることが水利庁副長官の発言にあった。

また、給水に関する建設、修理、改修は厚生省（SESPAS）の事前承認を要すると定めており、地下水使用に関しては水利庁の承認が必要となっている。

「ド」国では、水道水供給に関しての法規が整備され、水利庁（INDORHI）が水源の利用に関する認可、規制の最高権限を有すると定めているが、河川維持水量や水利権が法律に明記されていない。しかし、水関連法案が現在準備されており、この法案が通れば、水道水源の取水量に対して課税されるようになり、河川流量の調査も進み、農業用水との関連や水道水用の取水量の現状が把握されるようになるとのことである。現在は使用水量に対してではなく水道の給水されている地域の面積に対する課税が行われているが、法案可決後には取水水量に基づく課税により水資源の配分がコントロールされ、水利権の考え方が浸透するものと考えられる。