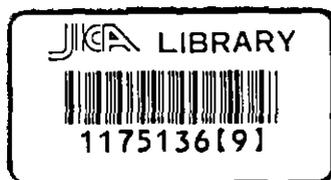


独立行政法人
国際協力機構(JICA)

レンバ川水力発電実行委員会 (CEL)

エルサルバドル国
トロラ川水力発電計画調査
(エルチャパラル計画)

環境影響評価報告書



電源開発株式会社

資源調査
J R
04-057

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

レンパ川水力発電実行委員会 (CEL)

エルサルバドル国
トロラ川水力発電計画調査
(エルチャパラル計画)

環境影響評価報告書

2004年3月

電源開発株式会社



1175136【9】

目次

要約

第1章	序論	1-1
第2章	プロジェクトに適用される環境法規	2-1
第3章	プロジェクトの概要	3-1
3.1	建設段階	3-2
3.1.1	土木構造物	3-2
3.1.2	緑化	3-9
3.1.3	機材運搬ルート	3-9
3.1.4	電機機器	3-10
3.1.5	試運転および運転開始	3-11
3.1.6	プロジェクトの工事費	3-12
3.1.7	工期	3-13
3.2	運転段階	3-15
3.3	撤去段階	3-15
3.4	経済財務評価	3-16
3.4.1	経済評価	3-16
3.4.2	財務評価	3-20
第4章	環境の概要	4-1
4.1	自然環境	4-1
4.1.1	流域地質	4-1
4.1.2	地表水	4-9
4.1.3	気象	4-11
4.2	生物	4-16
4.2.1	植物	4-16
4.2.2	動物	4-23
4.2.3	水生生物	4-28
4.2.4	水質	4-39
4.3	社会経済環境	4-46
4.3.1	人口	4-47
4.3.2	教育	4-51
4.3.3	公衆衛生	4-52

4.3.4	経済活動	4-58
4.3.5	工業施設	4-60
4.3.6	道路インフラ	4-61
4.3.7	観光地およびレクリエーションスポット	4-62
4.3.8	公共サービス	4-63
4.3.9	トロラ川の利用	4-64
4.3.10	住民への広報活動	4-64
4.3.11	歴史文化遺産	4-67
4.3.12	古生物学資源	4-68
4.4	温室効果ガスの発生 (GHG)	4-69
4.5	景観	4-70
第5章	環境影響の把握、評価および優先付け	5-1
5.1	プロジェクトの段階別分類	5-1
5.2	環境要素の分類	5-2
5.3	プロジェクトおよび環境の相互作用	5-2
5.4	包括的影響のカテゴリー別分類	5-8
5.5	影響評価	5-10
5.6	意義による影響の優先付け	5-11
5.7	主要なマイナス影響の検討	5-14
5.7.1	自然環境	5-14
5.7.2	生物学的環境	5-14
5.7.3	社会経済環境	5-15
5.7.4	景観	5-15
第6章	環境管理プログラム	6-1
6.1	環境対策案	6-2
6.1.1	建設段階	6-3
6.1.2	運転段階	6-15
6.2	環境モニタリング計画	6-18
6.2.1	建設段階	6-20
6.2.2	運転段階	6-22

第7章	リスク分析およびその対策	7-1
7.1	リスク調査.....	7-1
7.1.1	リスク調査の目的.....	7-2
7.1.2	主な作業の概要.....	7-2
7.1.3	環境リスクの特定と決定.....	7-2
7.2	対策.....	7-3
7.3	対策の実施者.....	7-9
第8章	参考文献	8-1

ANNEX

1. GLOBAL RESULT OF PLANKTON SAMPLE
2. GLOBAL ANALYSIS RESULT OF WATER QUALITY
3. GENERATION OF GASES FROM GREENHOUSE EFFECT (GHG)
4. QUESTIONNAIRE ON SOCIOECONOMY SURVEY
5. LOCAL MAPS OF HOUSES
6. LIST OF HOUSE-HOLDER IN DIRECT INFLUENCE AREA

LIST OF TABLES

Table 2.1	Environmental Regulations Applicable to the Project
Table 3.1	Summary of Costs for Project Construction
Table 3.2	Initial Investment Costs at Economic Prices (Unit: 1000 US\$)
Table 3.3	Cost of Operation and Maintenance (Unit: 1000 US\$)
Table 3.4	Economic Indicators
Table 3.5	Financial Project Cost (Unit: 1000 US\$)
Table 3.6	O&M Cost (Unit: 1000 US\$)
Table 3.7	Result of FIRR
Table 3.8	Financial Condition
Table 3.9	Period of Investment Recovery
Table 4.1	Historical Data on Seismic Events in the Project Area
Table 4.2	Specific Sedimentation ($m^3/km^2/año$)
Table 4.3	Recorded Flow of the Torola River in m^3/s . Years 1942 to 1997
Table 4.4	Average Temperature in $°C$
Table 4.5	Relative Humidity Monthly Average in Percentage
Table 4.6	Average Evaporation in mm
Table 4.7	Average Potential Evapotranspiration
Table 4.9	Flora Composition of the Arboreal Strata
Table 4.10	Flora Composition of the Shrub and Grass Strata
Table 4.11	Registry of Species Used as Crops
Table 4.12	DAP Ranges and Estimated Height
Table 4.13	Species of Mammals Found and/or Reported in the Project Area
Table 4.14	Species of Birds Found in the Project Area
Table 4.15	Reptile Species Found and/or Reported in the Project Zone
Table 4.16	Species of Amphibians Found in the Project Area
Table 4.17	List of Fish Species recorded in the Torola River
Table 4.18	Results of Physical, Chemical, and Bacteriological Analysis of the Torola River Water, 2001
Table 4.19	Results of Physical, Chemical, and Bacteriological Analysis of the Torola River Water, 2001.
Table 4.21	Relation of the Area to be Flooded with the Project by Municipality
Table 4.22	Population of Municipalities in the Project's Location
Table 4.23	Distribution of Houses in the Project's Influence Area
Table 4.24	Schools in the Municipalities

Table 4.25	Percentage of National Morbidity, 2001
Table 4.26	Morbidity in San Luis de La Reina, 2001
Table 4.27	Morbidity in Carolina, 2001
Table 4.28	Morbidity in San Antonio del Mosco, year 2001
Table 4.29	Most Frequent Diseases in the Area of Direct Influence
Table 4.30	National Cases of Malaria (per 100,000 Habitants)
Table 4.31	Malaria Cases in Direct Influenced Area
Table 5.1	Project Activities and Environmental Factor Interaction Matrix
Table 5.2	Impacts Brief Description
Table 5.3	Impact Classifications
Table 5.4	Evaluation of Negative Impacts by Generic Groups
Table 5.5	Relative Assessment Matrix between the Element Groups of the Environment
Table 5.6	Matrix for Determining Relative Significance Coefficient (RSC) and Relative Importance (RI)
Table 5.7	Impact Level According to RI
Table 6.1	Environmental Management Program
Table 7.1	Identification of Potential Risks and their Corresponding Contingency Measures

LIST OF FIGURES

- Fig. 3.1 Geographical Location of the Project
- Fig. 3.2 Plan
- Fig. 3.3 Typical Section of Spillway
- Fig. 3.4 Typical Section of Intake
- Fig. 3.5 Typical Section Penstock
- Fig. 3.6 Temporary Facility Plan
- Fig. 3.7 Reservoir Area
- Fig. 3.8 Construction Schedule
- Fig. 4.1 General Project Layout
- Fig. 4.2 General Geology of the Area
- Fig. 4.3 Type of Soil in the Project Area
- Fig. 4.4 Soil Classification in the Project Area
- Fig. 4.5 Current Use of Soil
- Fig. 4.6-1 Catchment Area of Torola River with Tributaries
- Fig. 4.6-2 Hydro Meteorological Stations Around the Project
- Fig. 4.7 Historical Variation of Precipitation in the Ocicala Region
- Fig. 4.8 Number of Individuals per Lot
- Fig. 4.9 Number of Species per Lot
- Fig. 4.10 Proportion of Families
- Fig. 4.11 Aquatic Life Diversity
- Fig. 4.12 Distribution of Phytoplankton Species
- Fig. 4.13 Distribution by Zooplankton Groups
- Fig. 4.14 Distribution by Benthic Groups
- Fig. 4.15 Aquatic Macrofauna Sampling Locations
- Fig. 6.1 Replacement Area
- Fig. 6.2 Environmental Monitoring General Schedule

LIST OF PHOTOS

- Photo 4.1 Scattered Vegetation
- Photo 4.2 Gallery Type Forest
- Photo 4.3 and 4.4 Installation of Dragging net“ trasmayo” at Vado Nuevo
- Photo 4.5 “Trasmayo” already installed
- Photo 4.6 Cat fish “bagre” species
- Photo 4.7 and 4.8 “tilapia” capture using harpon. “trasmayo” at the back
- Photo 4.9 Captured species “tilapia”, “mojarra”
- Photo 4.10 Captured organisms at Vado Nuevo “guapote”
- Photo 4.11 “cuatrojos” specie
- Photo 4.12 Captured organisms at Carolina
- Photo 4.13 “river crab” captured at Vado Nuevo
- Photo 4.14 and 4.15 Sampling of bentonic organisms
- Photo 4.16 Inspecting stones for insect presence
- Photo 4.17 Portable sampling equipment
- Photo 4.18 and 4.19 Sampling of water
- Photo 4.20 House made of cement blocks
- Photo 4.21 House made of unburned bricks
- Photo 4.22 House made of bahareque
- Photo 4.23 House made of rustic wood
- Photo 4.24 View of boat
- Photo 4.25 and 4.26 Partial View of the Carolina Hanging Bridge
- Photo 4.27 Transit of the river by cable
- Photo 4.28 View of the river transit cable
- Photo 4.29 El Malecón, Carolina
- Photo 4.30 Thermal Water. Carolina
- Photo 4.31 Pothole in the Corola River
- Photo 4.32 Apuzunga Pothole
- Photo 4.33 Meeting with the Area Leaders
- Photo 4.34 Visit to the 15 de Septiembre Plant
- Photo 4.35 Observing the productive Project Lempa-Acahuapa Irrigation District
- Photo 4.36 Turistic Boats Project in Santa Bárbara. Cerrón Grande
- Photo 4.37 Excavations in the archeological site
- Photo 4.38 Material found

Symbols utilized in the text

Abbreviation	Definition
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MTPS	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
CESSA	Cemento de El Salvador, S.A. de C.V.
JICA	Japan International Cooperation Agency
EIA	Environmental impact assessment
EMP	Environmental management program
mm	millimeter
cm	centimeter
cm ²	square centimeter
cm ³	cubic centimeter
cm ³ /s	cubic centimeter per second
m	meter
m ²	square meter
m ³	cubic meter
km	kilometer
km ²	square kilometer
mz	manzana
ha	hectar
mg/L	Miligram per litter
µmhos/cm	Microohms per centimeter
NMP/100ml	Number more probable in 100 mililiters
NUT	Nephelometric unit of turbidity
JTU	Jackson turbidity unit
gal	Unit of acceleration (d/t ² : distance by squire time)
l	liter
g	gram
kg	kilogram
s	second
min	minute
h	hour
d	day
m	month
°C	degree centigrade
V	Volt
kV	kilovolt
W	Watt
kW	kilowatt

Abbreviation	Definition
MW	Megawatt
GW	Gigawatt
kWh	kilowatt hour
MWh	Megawatt
GWh	Gigawatt hour
kVA	kilovolt ampere
%	percentage
pH	hydrogen potential
GDP	Gross domestic product
B/C	Benefit costo ratio
IRR	Internal rate of return
EIRR	Economic internal rate of return
FIRR	Financial internal rate of return
US\$ o \$	United States dollar
NGO(s)	Non governmental organization(s)
EP/UICN	In danger of extinction / International union for conservation of nature
A/CITES	Threatened to extinction / International treaty for traffic of silvester life species
CMC (EPA)	Maximum concentration criteria / US Environmental Protection Agency
EEC	European Economic Community
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations

要 約

目次

要約

1.	一般.....	1
2.	計画概要.....	2
3.	自然環境.....	3
4.	環境に与える影響.....	13
5.	緩和措置.....	14
6.	リスクの特定と対策.....	15
7.	結論.....	16

要 約

1. 一般

本環境影響評価調査はエルサルバドル政府の環境天然資源省が規定しているガイドラインに基づき、エルチャパラル水力発電計画の実行可能性調査の一環として実施されたものである。本計画はエルサルバドル共和国の北東部に位置するレンパ川の支流であるトロラ川（北緯 13°50'から 13°53'、西経 88°22'から 88°16'）に水力発電所を設置するものである。ダム発電所はトロラ川がホンジュラス共和国との国境を形成する起点から約 300 m 東側の地点で、サンルイスデラレイナ（San Luis de La Reina）とカロリーナ（Carolina）の両自治体にまたがって建設され、貯水池上流端はサンミゲル県のサンアントニオデルモスコ（San Antonio del Mosco）に達する。

ダム発電所地点へは、パンアメリカンハイウェイ（CA-1）のサンサルバドルーサンミゲルルートを経由し途中 122 km の地点でハイウェイから分岐しモンカグア（Moncagua）市へ入る。そこでシウダバリオス（Ciudad Barrios）方面に向かって進み、サンルイスデラレイナを通過してダムサイトへ到達する。また、同じく CA-1 を通り、105 km の地点でハイウェイから降りてエルトゥリウンフォ（El Triunfo）市に入る。セソリ（Sesori）を通過して、サンルイスデラレイナ方面へ向かいダムサイトへルートもある。

本計画の実施機関は、経済省に属する公社機関であるレンパ川発電実行委員会（CEL）であるが、CEL は、電力の供給を全国的に向上させることによってエネルギー部門の強化を図るべく、この計画の実行に全力で取り組んでいる。

同計画は最大使用水力水量 100 m³ とダムによって生まれる落差を利用して最大出力 64.4 MW の発電所を設け、年間 231.2 GW の電力量を発生させるものである。

本計画のフィージビリティ調査は日本政府の国際協力機構（JICA）による技術協力援助の元に電源開発株式会社（J-POWER）が委託を受け実施した。さらに同社は地域情報収集や専門調査については、各専門家または業者に再委託し実施した。すなわち、植物相・動物相、水質、水生生物、社会経済環境、考古学資源、歴史・文化遺産といったテーマに関する現地調査はエルサルバドルの会社 ECO Ingenieros, S. A de C. V.、また、古生物学調査と関連する問題に関しては、エルサルバドルの国家文化芸術審議会（Consejo Nacional para la Cultura y el Arte：略称 CONCULTURA）の専門家が調査を担当した。環境影響評価は JICA 調査団員の一人としてアメリカの Harza Engineering Company 社より環境担当者が参加した。また、計画地域の地質学調査、水文学調査、地震活動及び地形調査は、電源開発株式会社の団員によって実施された。

フィージビリティ調査が終了した後、CELによって1年から2年かけて実施設計業務が行なわれる予定であり、その中で詳細な環境保護対策などについて、建設方法や環境に与える負の影響を緩和・補償するため取るべき事項がより明確にされることになる。

水力発電所の建設に要する工期は約3年4ヶ月と見積もられているが、従事者数は各種の作業員、専門家で約500名程度となる見込みである。一方、発電所の完成後は運転・保守要員として約40名が従事する予定である。

2. 計画概要

エルチャパラル水力発電計画の主な構造物は標高2145mの地点に高さ87.5m、堤長405mのコンクリート重力式ダムと発電所を設けるものである。ダムにはその中央付近に幅13.5m高さ15.2mの金属製ラジアルゲート5基が設置され、その左側には、幅7m高さ7mの釣鐘型の水門を持つ取水口が設置される。

発電に使用する水はこの取水口から水圧管路へ入り、74mを急降下し、水平方向に設置された水車に達する。水圧管路延長は内径5m、延長144.5mで、末端には放流バルブが設置されるが、環境に配慮して、ここから毎秒2m³の河川維持水が年間を通して放流される予定である。

左岸に設置される予定の発電所は鉄筋コンクリート製で、幅36m、奥行きが26m、高さが16mとなる。水車機はメインタービンの出力65,900kWとサブタービンと出力1,420kWが設置される予定である。また、出力71,600kVAのメイン発電機と出力1,510kVAのサブ発電機、さらに発電所の運転の管理に必要なすべての機材が装備される。乾期には貯水池は夜6～9時のピーク時間に運用される。

主要な工事が河床で行われることになるため、工事期間中の河川の流れを一時的に迂回させるために、右岸側に長さ385m、直径8m（1年確率に相当する最大728m³の通水が可能）のトンネルを設置する。

ダム上流2km地点に、面積約120,000m²の骨材の採取区域を想定しており、そこからコンクリートの骨材として使用できる砕石が360,000m³採取可能と推定されている。更に、掘削によって発生する石材もコンクリートの骨材として利用される予定である。

変電所は発電所地点下流右岸約60mから下流側に予定され面積は約1,200m²を予定している。電気はこの変電所よりキンセデセプティエンブレ発電所に送られ変電所へと運ばれ、そこで全国電力供給網に合流することになる。送電線の建設に当たっては、別途、環境影響評価が実施されることとなる。

土木工事完了後、貯水池の湛水が開始される。湛水池はダムサイトから上流 11 km の地点までの予定である。湛水面積は最大 86 km² となり、満水位は標高 212 m で、総貯水容量は 189 百万 m³ と見込まれる。

貯水池の湛水によって、水没する区域から住宅 79 軒、祈祷所 2 ヶ所、学校 1 ヶ所を移転が必要となるが、実施設計段階で、住民の再定住に関する詳細なプログラムが策定される予定である。住民の再定住に当たっては、計画の影響を直接受ける住民が定住することができるよう、必要な基本的サービスを備えた代替住宅地区をカロリーナ市近郊に建設することが予定されている。

建設期間中の作業員の宿泊施設および請負業者の事務所用地として面積 57,500 m² の区域を予定している。これらの仮設備は工事期間中使用するためのものである。また、工事現場へのアクセスを容易にするため、3 km に渡り新たに道路を建設するとともに、既存の道路に関しても 6 km に渡って道路幅を広げ改修する。

3. 自然環境

エルチャパラル水力発電計画の計画区域はトロラ川流域の下流地帯に位置する。トロラ川の流域面積は 1,575 km² であるが、そのうち 557 km² はホンジュラス共和国に属し、1,018 km² がエルサルバドルに属する。河川延長は約 77 km で、うち 58 km がエルサルバドルの国土を流れており、残りは両国の国境となっている。

自然環境の特徴を明確にするために、まず計画の影響を直接受ける区域が特定された。これは各種工事の実施によって直接影響を受ける区域であり、これに関しては詳細な環境影響評価が実施された。また、計画の影響を間接的に受ける区域には、全般的な区域としてトロラ川流域、また、個別区域としては計画が実施される区域を管轄している 3 つの自治体、並びにトロラ川流域のダムサイト下流地帯からトロラ川がレンパ川への流れ込んでいる地帯、キンセデセプティエンブレ発電所の貯水池への合流地帯までが含まれる。

自然環境の調査とその特徴の特定には、各調査分野に通じた専門家と技術者によって構成された幅の広いチームが参加し、これら専門家・技術者はそれぞれ特定のテーマに関して適切な方法を採用しデータの収集を行った。

1) 物理的環境

a) 土壌

土壌に関しては、地質的な側面、水文学的な側面、地形的な側面、地震活動、土壌の利用方法と能力、堆積物、斜面の浸食及び安定性に関する問題について調査が行われた。

地質的な側面に関しては、将来貯水池となる一帯では、凝灰岩の角礫岩と玄武岩から成る Morazán の累層が優勢を占めていることが分かった。また、ダムが建設される区域で露出している岩石は安山岩や玄武岩などであるが、これらは性質的に見てコンクリートの骨材として適した石材である。

地震活動に関しては、1915年から2001年までに計画地域で発生した地震について評価がなされた。その結果、全期間を通じて計画地域における最大加速度は 220 gal と想定された。

土壌の利用能力に関しては、計画地域の大部分が土地区分システムで VII クラスに分類される地域に位置している。これらは耕作に不適な土地であり、利用がかなり限定されていて、森林開発にのみ適した土地である。現在行われている土地の利用法としては、地域全体において、天然の牧草地として利用されているか、基礎穀物の栽培に利用されているぐらいである。

侵食の問題に関しては、写真地質学的な分析とダムサイトの現地調査を行った結果、深刻な侵食の危険性は見当たらない。また、斜面の移動や不安定性なども見られない。しかしながら、トロラ川流域で行われている農業活動や牧畜活動によって、特定の地域で土壌の表層に侵食が起きているのが観察される。

b) 水

エルチャパラル水力発電計画地域を流れる地表水は、トロラ川と川・溪流からなるその支流によって構成されている。オシカラ観測所 (la estación Osicala) のデータによると、平均水量は毎秒 30 m³ である。また、年間最低水量の平均値は毎秒 161 m³ であるが、これまでで最も低かった数値は毎秒 0.9 m³ あった。しかしながら、乾期の間、ダムサイト下流において河川の継続的な利用を保証し水生生物を保全するために、発電所が運転を休止する間も、環境に配慮して毎秒 2 m³ の水量を放流することが設定されている。

c) トロラ川の水質

トロラ川の水質は、例えば衣類の洗濯や洗面などといった様々な用途に川が直接使用されていることによって悪影響を受けている。また、漁のために毒物が使用され、水質悪化の一因となっている。更に、河川流域では農牧業を主とする活動が行われているが、農薬が使用されている。これは地表を伝って河川へ流れ込む。また、カロリーナ市の例に見られるように、汚水が間接的にトロラ川へ流れ込んでいる。カロリーナ市では汚水をエル・ラストロ溪流へ放流しているが、最終的にはトロラ川へ到達する。

トロラ川の水質を明らかにするため、水生生物のサンプリングで選定された3つのサイトで、2001年10月から12月の間、5回に渡り水のサンプルが採取され、物理的、化学的、微生物学的データの分析が行われた。

水生生物が生育するために必要な水質基準に関しては、16の検査項目について分析が行われた。その結果、カロリーナのサイトでは4つの項目で極めてわずかながらも許容限度を超えていた。すなわち、1単位以下の数値で、pH、マンガン、水銀、セレンが規定された許容限度を超えていた。また、水の色度に関しては、カロリーナのサイトで33単位基準値を超えていた。

d) 気候

気候的な観点から見ると、本計画の影響を受ける地域は熱帯性サバンナ気候に分類される。気温は年間を通じてあまり変化がなく、トロラ川下流地域では25°Cから30°C、上流地域では19°Cから23°Cであり、地域全体の年平均気温は26.4°Cである。

最も降水量が多くなるのは7月から9月で、7月の月間平均降水量は363 mm、9月の月間平均降水量は401 mm、また、年間の降水量は1,200 mmから2,900 mmである。年平均相対湿度は66%、年平均蒸発量は186 mmである。

2) 生物学的環境

生物学的環境に関しては、計画地域に存在する植物相の構成、数量、多様性について、また、陸上動物相の多様性と数量について調査が実施され、絶滅の恐れがある動植物、あるいは、絶滅の危機に瀕している動植物という環境的な分類が明確に行われた。同様に水生生物についても、顕微鏡レベルと肉眼レベルで調査が行われたが、これは特に地域住民の食料として利用されている魚類の特定に焦点を当てて実施された。また、水生生物の保全に影響を与えるトロラ川の水質についても調査が実施された。

a) 植物相

植物相の調査に関しては、将来貯水池となる一帯をそれぞれ 625 m² ずつの区画に分割して合計 36 の区画を設定し、植物種の記録が取られた。その結果、32 科に属する木本植物が 60 種発見された。また、灌木・小灌木は 61 種が発見された。これらの植物のうち、3 種が絶滅の恐れがあると分類され、また、3 種が絶滅の危機に瀕していると分類された。更に、作物に分類される 10 種が同定された。樹木の直径を胸の高さで測定したところ、個体の大部分は直径 40 センチ未満であったが、直径が 1 m を超える樹木も 3 本記録されている。

エルチャパラル水力発電所計画の実設計段階において、計画の影響を直接受ける区域から採取されるバイオマスについて、それを利用する計画が策定される予定である。このバイオマス利用計画において、利用コストが確定されることになるが、これは基本的に伐採される樹木の木質と生育状態に左右されることになるであろう。同様に、木材の主な利用法や伐採の容易さ、木材の市場価格、製材、丸太材、薪として利用するために伐採される木材の量などにも左右されるであろう。

b) 動物相

動物相の調査は、実地観測と地元住民への聞き取り調査によって行われた。

哺乳動物に関しては 19 種が同定されたが、そのうち絶滅の恐れがあると分類されたのは 6 種、また絶滅の危機に瀕していると分類されたのは 5 種である。農業活動・牧畜活動によって哺乳動物の自然の生息地が絶えず減少していること、また、食用、商用、ペットとして利用するために狩猟が行われていることによって、哺乳動物は非常に危害を受け易い状況に置かれている。

鳥類に関しては合計 54 種が確認された。そのうち絶滅の恐れがあると分類されたのは 19 種、また絶滅の危機に瀕していると分類されたのは 5 種である。鳥類も哺乳動物と同様の理由により、絶滅の恐れにある。

爬虫類は 20 種確認されたが、その中で特に小型で無害なヘビが優勢を占めている。5 種が絶滅の恐れがあるものと分類され、4 種が絶滅の危機に瀕していると分類された。また、両生類に関しては、7 種が記録されたが、絶滅の恐れがある種も絶滅の危機に瀕している種も見当たらない。

全般的に言って、水力発電所計画地域に存在する植物相も動物相も、地域一帯の代表的なものである。したがって、本計画の影響を直接受ける区域の外部における植物相・動物相をよく反映したものとなっている。

c) 水生生物

水生生物の調査に関しては、サンプリングを行う場所として、以下の3つのサイトが設定された。カロリーナ：水力発電計画の実施により直接影響を受ける河川中流部に位置する。バドヌエボ (Vado Nuevo)：ダムサイトから 1.5 km 下流に位置する。ヌエボエデンデサンファン (Nuevo Edén de San Juan)：ダムサイトから約 21 km 下流に位置する。以上3つのサイトでは 2001 年 10 月から 12 月の間、5 回に渡り適切な方法を用いて植物プランクトン及び動物プランクトンから構成される微生物のサンプリングが行われた。また、主として昆虫から成る底生生物、並びに、魚類と甲殻類から構成される遊泳生物についても、サンプリングが実施された。

全般的に見て、河川の環境は強い流れの影響で急流、または、ほとぼしっている状態になっていて、様々な大きさの岩石が見られる。その一方で、水たまりになっているところや水の流れが比較的緩やかなところもある。こうした環境の違いによって、生息する水生生物も異なってくる。

微生物、すなわちプランクトンに関しては、植物プランクトンに属するものが 71 種確認された。そのうち最も多かったのは、金色植物門すなわち珪藻類で 36 種、ついで多かったのは、緑色植物門すなわち緑藻類で 19 種であった。また、動物プランクトンは 33 種確認されたが、そのうち最も多かったのが繊毛虫門に属するもの、すなわち繊毛虫類で 14 種、ついで多かったのは Sarcodinos 門に属するもので 10 種であった。

底生生物は少なく、7 群が確認されたが、そのうち最も多かったのは双翅目で 4 科が確認された。

遊泳生物に関しては、魚類が 8 種確認されたが、そのうち 7 種は住民の食用として利用されている。その中には、アフリカチヌ (mojarra) やティラピア、“guapote”、アメリカナマズ (bagre) などが含まれる。魚の平均的な大きさ、すなわち体長は 21 センチだが、中でも大型の魚各種の平均体長は 28.5 センチであった。甲殻類に関しては、唯一 7 cm × 5 cm の大きさのカニが一匹採取されたただけであった。また、軟体動物類として、平均 1 cm の大きさの小さな巻き貝が観測された。

全般的に見て、魚類は幅広く生息しているものの数が非常に少なく、住民の食事に対し重要な食料源になっているとは言えない。それは、猟師達が様々な漁具を用い、比較的長い時間をかけ、苦勞して代表的な種を捕獲していることから分かる。

3) 社会経済環境

社会経済環境の特徴を明確にするために、本計画地域を管轄する3つの自治体において現地調査が行われた。具体的には、地元の当局や指導者達を訪問し聞き取り調査が行われた。また、実際に現地で調査が行われ、将来貯水池となる区域に住んでいる世帯の80%に対し直接聞き取り調査が実施された。残りの20%に対しては間接的な形で調査が行われた。こうした実地調査は、住民に本計画の実行について情報を提供することを可能にすると同時に、住民の個別情報を獲得することも可能にした。また、教育、医療、住居、雇用問題と関連する経済的、社会的指標についても調査が行われた。その結果、現地の発展水準を知ることが可能となった。

調査の結果、上記に上げた指標に関しては、極めて思わしくない現状が浮き彫りになった。農村部ではそうした状況がより顕著であり、特定の基本的サービスに関しては、それにアクセスするため、住民は近隣の町や都市部まで足を運ぶことを余儀なくされている。

エルチャパラル水力発電計画は、サンルイスデラレイナの総面積のうち1.3 km²、カロリーナの総面積のうち6.78 km²、また、サンアントニオデルモスコの総面積のうち0.52 km²、合計8.6 km²に及ぶ区域で実行されるが、そのうち89.4%の土地は、現在、主として天然の牧草地及び基礎穀物の栽培地として使用されている。それ以外の土地では、野生の植物が生育している土地が少々見られる他、農耕を放棄した土地が見られる。

a) 人口

計画地域を管轄する3つの自治体の人口は、合計24,091人である。内訳はカロリーナが9,122人、サンルイスデラレイナが7,312人、サンアントニオデルモスコが7,657人である。このうち4,129人は都市部の人口で、19,962人が農村部の人口である。

エルチャパラル水力発電計画を実行することにより、カロリーナに属する8集落とサンアントニオデルモスコに属する3集落の生活圏が影響を受けることになる。これらの集落には合計409軒の住宅があり、そのうち79軒は貯水池の造成により水没する区域に位置している。69軒はカロリーナ、10軒はサンアントニオデルモスコに属する。また、水没する79軒の住宅のうち、9軒は空き家になっている。1軒に1世帯が住んでいるものとし、1世帯当たりの平均人数を6人と考えると、合計420人が計画の実行によって直

接被害を受ける結果となる。一方、サンルイスデラレイナには、計画の影響を直接受ける住民はいない。

全ケースの50%においては、住宅に使用されている区域は96 m²であり、敷地は平均して1ブロック、7000 m²相当である。住宅の壁に使用されている資材に関しては、調査の結果、12%が混合材、42%が日干煉瓦、40%が土壁であることが分かった。残りの6%は木材や鉄板、ダンボール、プラスチックなどの粗悪な素材で作られたものであった。屋根は一般的に瓦屋根であった。

貯水池が造成される区域には、340人の所有者に属する合計430区画の土地があることが判明したが、これは一部の所有者は2区画以上の土地を所有していることを意味している。これらの不動産は計画実行機関によって購入されるが、現在、実行機関は実質価格で購入を進めている他、所有者に経済的なインセンティブを与え、不動産の売却を求め際に引き起こされる不都合に対し賠償するため、プラスアルファの余剰金を支払っている。

b) 教育

計画の影響を受ける3つの自治体の教育水準に関しては、都市部においては、学校教育は中等教育課程（注：日本の中学・高校に相当）まで存在する。一方、農村部においては9年生までである。

c) 医療

医師1名、看護婦1名に加え、保健プロモーターや検査士から構成される補助スタッフ及び事務スタッフがフルタイムで勤務する保健所が各自治体にそれぞれ1ヶ所ずつある。傷病の度合いによって保健所で処置できないものに関しては、病院があるシウダバリオスやサンフランシスコゴテラ（San Francisco Gotera）、あるいは、サンミゲルの医療機関へ引き継がれる。

住民が診察を受けに来る原因となる病気に関しては、調査の結果、最も頻繁なのは腸内寄生虫病、急性呼吸器感染症、腸内感染症、急性咽頭扁桃腺炎であることが分かった。

マラリアのように病原菌を媒介する昆虫から感染する病気に関しては、2002年にはカリリーナで6件、サンアントニオデルモスコで3件症例があった。

d) 経済活動

経済活動は基礎穀物の栽培に加え、サトウキビの栽培と関連したものが見られる。サトウキビに関しては、これを使用して赤砂糖（panela de dulce）の生産が手作業で行われている。また、牧畜業の発展も著しい。都市部では生活必需品の販売に関連した小規模な経済活動が見られる他、2家族がトゥレの繊維を使ってござを生産している。また、婦人服を製造しているところが1ヶ所、瓦と日干し煉瓦を製造しているところが1ヶ所ある。トロラ川では、カロリーナ市の西部で小型船が渡し舟として使用されており、住民や荷役獣の通行に使われている。工業施設は存在しない。

e) 交通設備

幹線道路、街路、各種道路からなる交通網が広がっているが、中でも最も重要なのはシウダバリオスからカロリーナへつながっている幹線道路で、これは最近舗装が施された。その他の通りは、主として雨期にアクセスが困難になる。

道路網の一部として、カロリーナ市の北部、トロラ川に全長 135 m 幅 1.5 m 高さ 20 m の歩行者用吊橋が架けられている。この吊橋は将来貯水池となる区域に位置している。これに加え、トロラ川には全部で7ヶ所、鋼鉄製のケーブルが渡されている。主として雨期にこれらのケーブルを使って、比較的単純ではあるものの利用者側の手際と努力を要する方法で、川を渡ることが可能である。

乾期の間特定の月においては、トロラ川の水量が減少すると渡ることができる浅瀬があり、北部の地域へ行くことが可能となる。カロリーナでは3ヶ所、サンアントニオデルモスコでは1ヶ所こうした浅瀬がある。川の水量が非常に多くなるそれ以外の時期には、北部の地域は南部の地域と相対的に連絡不能の状態になる。

f) 観光・娯楽スポット

然るべく整備された観光施設は見当たらない。しかしながら、休息・娯楽のために住民が利用している自然スポットが存在する。中でもトロラ川下流、吊橋のすぐ側、川の右側に位置する温泉を上げることができる。吊橋のすぐ側、川の左側には防波堤のようなコンクリート製の建物が建てられており、観光目的で川を訪れる人々の滞在に便宜が図られている。また、トロラ川に通常存在する水たまりになっている部分に加え、カロリーナの南西部にあるリアチュエロ川には季節的に出現する水たまりが1つある。雨期になると、地元の人々が入浴し休息するためにこの水たまりをよく訪れる。これらのスポットはすべて、貯水池の造成によって被害を受けることになる。

g) サービス

各自治体を結んでいる交通網のおかげで、地域一帯ではサンミゲル市から来る路線バス、また、サンミゲル市へ行く路線バスの輸送サービスが整備されている。また、商品・農畜産物の輸送サービスもある。

電力の供給に関しては、各自治体は 13.2 kV の配電線で互いに結ばれている。そこから 7.6 kV の配電線が枝分かれ農村部へ電力が輸送される。エルチャパラル水力発電計画の影響を直接受ける区域では、住民の 15%が電気照明設備を所有している。

3つの自治体の都市部においては、固定式電話による通信システムがあるとともに携帯電話のサービスもある。また、郵便局、市役所、国家文民警察が管轄する警察署、調停裁判所もある。

h) 住民への計画普及活動・情報提供

2002年からCELのスタッフは、エルチャパラル水力発電計画の実行手順、並びに、計画を実行する利点について知らせるべく、住民との事前協議会を行っている。そのため、各種住民グループの代表者や直接計画の影響を受ける区域に住む世帯のメンバーが参加する協議会が開催されている。これまで地域一帯で地元住民との会合が数多く開催されたり、サンミゲル市においても情報を提供するための集会が行われてきた他、9月15日水力発電所への視察訪問も実施されてきた。視察訪問においては水力発電所の施設を見学する他、貯水池から取水することによって確立されたレンパーアカウアパ（Lempa-Acahuapa）灌漑地区への訪問も行われている。また、セロングランデ（Cerrón Grande）発電所が建設されたことを契機に新たに発生した生産活動が行われている場所への視察訪問も実施されている。ここでいう生産活動とは、貯水池周辺部の土地を集約的に利用することによるもので、実に様々な農産物が栽培されている他、漁業活動、観光業、娯楽活動も盛んになっている。更に、セロングランデ発電所の建設により再定住をした住民が暮らす住宅地区への訪問も行われているが、そこでは、過去に同じような状況を体験した人々から直接彼らの経験を聞くことができるよう、対話の便宜が図られている。

本環境影響評価の実施期間中も、計画の及ぶ範囲、計画の実行により期待される利益を説明し、これに関して意見を聞くため、自治体当局や宗教・地域住民のリーダー、また、計画を実行することで直接被害を受ける住民への訪問が実施された。

i) 考古学

考古学資源と歴史・文化遺産の特定に関しては、トロラ川両岸のダムサイトからアグアカリエンテ (Agua Caliente) の浅瀬までの地域で調査が実施され、最終的にアグアカリエンテの周辺、サンアントニオデルモスコ側とカロリーナ側の2つのサイトで詳細な調査が行われた。両サイトにおいては、1m × 1mの土地で深さ0.4 mから1 mまで掘削が行われた。

カロリーナ側のサイトでは、紀元前 6,000 年から紀元前 2,000 年の Arcaico 時代に属する物質が存在する可能性の兆候があった。人類の活動に使用された可能性がある黒曜石の小さな破片と石片が発見されたが、これらは計画の影響を受ける区域の外で一般的によく発見されるものである。保存する必要がある構造物や要素、あるいは、計画の実行を阻むような構造物や要素は存在しない。

j) 古生物学資源

古生物学資源に関しては、計画の影響を直接受ける区域に化石が存在するかどうかを調査し資料を作ることに焦点を当てて作業が進められたが、トロラ川両岸地域で詳細な調査が行われた。

その結果、バドアンチョ (Vado Ancho) で化石を含んだ石灰岩、珪藻土、沈泥からなる地層が露出しているのが見つかった。内部には化石化した無脊椎動物の塊があり、中には 20 cm²の中に 30 体以上の化石が凝縮されているものもあった。化石を含んだ地層は容易に粉々になり、上部の層には腹足類が入り込んでいるのが見えた。

古生物学的調査に比較的長い時間がかかったこと、また、土地に起伏が多いことから、計画の最終設計段階において、地層の特性を特定する詳細な調査を行うことを奨励する。

化石が発見された場所は将来水没する区域内にあるものの、計画を実行する障害にはならないとの判断が下された。しかしながら、科学的目的を伴うものでない限り、本来人間の行為によって損なわれることがあってはならない。将来掘削を行う場合には、該当する機関に通知する必要があるだろう。

4) 景観

景観を分析したところ、機械棟や変電所など一部の建造物はトロラ川峡谷の下方部に建設されることになるため、景観に重大な影響を与えることはないであろう。しかしながら、堤体、余水路、宿泊施設などは周辺住民の視界に入る高さに位置することになる。

これについては、後に行われる再植林によって建造物の一部が樹木によって隠れ、できるだけ自然環境になじむことが期待される。また、貯水池は地表水として、乾期には乾燥地帯のような様相を呈する地域一帯において、景観の美しさを増すことに貢献するであろう。

4. 環境に与える影響

環境に与える影響を特定し、分析、評価するために、MEL-ENEL 方式として知られる方法が用いられた。この方式を採用することにより、原因と影響の相互作用を表わすマトリックスが作成され、これによって環境に与える影響の重要度をそれぞれ相対重要度係数と呼ばれる数値によって評価し、区分することができる。

MEL-ENEL 方式を用いるためには、エルチャパラル水力発電計画の様々な構成要素とそれらの構造的特徴、また、工事が行われる区域の自然環境に関して、詳細な知識を有する学際的な専門家チームの参加が不可欠である。MEL-ENEL 方式によって、マトリックスが作成され、計画の特定の活動と環境要素の間に存在する関係が特定される。マトリックスの縦の並びには計画の各活動が並べられ、横の並びには工事の実施によって影響を受ける環境要素が並べられる。

計画の主な活動としては 15 の活動が特定されたが、これらが環境に与える影響は 84 に及ぶ。そのうち 52 は負の影響であり、32 は正の影響である。また、54 は直接的な影響、30 は間接的な影響と評価された。環境に与える影響を特定したら、特定された影響は土壌、水、気候、植物相、動物相、住民、健康、景観などの特定の環境要素に対して影響を与えるもの毎にグループ分けがなされる。

評価のプロセスには、それぞれの影響を「規模」、「重要度」、「影響が及ぶ範囲」、「継続性」、「可逆性」という観点から考察し、数値を付ける作業が含まれる。これによって、ある特定の活動が環境に及ぼしうる影響を総合的に評価することができる。

評価を行った結果、計画によって被害を受ける環境要素を影響の度合いが大きいものから順に並べると以下の通りである。土壌、植物相、住民、水、動物相、住民の健康、景観、気候

結論として、エルチャパラル水力発電計画を実行することにより、全国レベルで電力の供給が改善される。その結果、一連の経済的、社会的な利益がもたらされ、発電所周辺の地域一帯の開発が促されることになる。逆に、同計画を実行しないとしたら、国家の

発展からかなり疎外されている地域に暮らす住民の生活条件を改善する機会を逃すことになる。

5. 緩和措置

特定された負の影響を緩和し補償するために、これら負の影響を避ける、緩和する、あるいは補償するために実施すべき措置を盛り込んだ「環境管理プログラム (Programa de Manejo Ambiental : 略称 PMA)」が策定された。これによって、天然資源の質を保全・改善することを目指すとともに、計画の影響を直接受ける区域に住む住民の生活条件を保全・改善することを目指す。

各措置はエルチャパラル水力発電計画の各段階において実施される活動に基づき、適用されることになるが、以下に述べる措置が取られる予定である。土壌の侵食を予防するとともに、固形廃棄物・液体廃棄物による土壌汚染を防止する措置。固形廃棄物・液体廃棄物の不適切な最終処分によって、地表水及び地下水が汚染されるのを防止する措置。植物相の再生あるいは植樹、野生動物の保護。作業員及び周辺住民の健康保全に関連する措置。自然景観の大きな変化を緩和する措置。

しかしながら、環境保護的な性格を持った措置の大部分は、計画に固有な活動として実施される予定である。一部の措置に関しては、厳格に環境保護対策と見なされ、実施コストが設定されている。これらの措置には、工事周辺部における植物相の再生を始め、貯水池の周囲 114 ヘクタールの植林や、カロリーナの温泉が失われる代償として適当な保養地の整備、また、建設される貯水池の魚類を充実したものにする活動が含まれる。PMA を実行するために設定されたコストは 192,000 ドルであり、これは環境保護対策の忠実な実施を保証する保証金であり、環境天然資源省へ預託されねばならない。

環境に関わる措置で、計画の実行及び水力発電所の運転と密接に関連するものとしては、以下のものが上げられる。将来貯水池となる区域に住む住民を対象とした再定住プログラムの策定と実施。これには基本的サービスの提供とインフラの整備、また、生活レベルを改善する助けになる技能・技術の習得に関して、再定住する住民に研修・職業訓練を行うことを目指す社会的な性格を持った活動が含まれる。再定住する世帯の世帯主に対して、移住後 6 ヶ月間は月間最低賃金に相当する額の補償金、また、それに続く 6 ヶ月間は月間最低賃金の半分に相当する額の補償金の支給。補償金の支給は、再定住する住民が新たな環境で生活を安定させるまでの間、その支援として行われるものである。貯水池の造成によって水没する区域の樹木の伐採。貯水池の幅が狭い箇所 2 ヶ所における橋の建設。貯水池入り口に歩行者用通路を設置する。河川两岸の地域を幹線道路によって結ぶため、堤体を車両用の橋として利用する。貯水池周辺の道路を 33 km に渡っ

て改修し、新たに 11 km 道路を建設する。小学校と祈祷所 2ヶ所の再配置。計画が実行されている間、環境に関連した活動を制度的に支援する。地域一帯の自治体の強化に貢献する、などである。特に発電所の建設・運転に関する活動においては、固形廃棄物・液体廃棄物の総合的管理システムを確立させ始動させる措置が取られる。また、石油・天然ガスによる環境汚染を予防する工事の実施、作業の衛生対策・安全対策プログラム並びに環境教育プログラムの確立。また、発電所の運転段階においては、従業員の日常業務にリスク管理の概念を導入した環境管理システムを確立するなどの措置が取られる。これらの措置に対しては 7,228,000 ドルがコストとして設定されており、これは計画の直接コストに含まれている。

PMA の実施をフォローアップするために、モニタリング計画が策定され、モニタリングする項目、モニタリングの目的、頻度、また、結果に対する所見、解釈の仕方、各種報告書の作成について定義された。後には、それぞれ該当する環境監査が実施される予定である。

6. リスクの特定と対策

工事の実施によって重大なリスクが発生するとは考えられないものの、建設段階において発生する可能性がある潜在的リスクについて分析が行われた。主なものとしては、以下のリスクが考えられる。機械・装置類の取り扱い及びメンテナンスが原因で事故が発生するリスク、危険物質の保管・取り扱いに関するリスク、固定廃棄物・液体廃棄物の発生に関わるリスク、労働災害が発生するリスク、作業員の不注意・怠慢に関連して発生するリスク、異常な自然現象の発生に関連するリスクである。

発電所の運転段階においては、化学物質または排水が流出あるいは放流され、その結果、土壤汚染と水質汚濁が発生するリスクがある。また、異常な気象現象が発生し、施設の下流に洪水を引き起こすリスク、地震活動によってインフラ設備と住民に被害が及ぶリスク、労働災害が発生するリスク、発電所の運転において作業員の不注意・怠慢によって発生するリスクである。

偶発的な事故に対応するために一連の対策が提示されているが、これらは上記で特定されたリスクによって発生する可能性がある被害を防止あるいは緩和するために、請負業者及び発電所の運転責任者が臨機応変な対応を取るよう、支援するものと期待される。これらの対策は主として、作業区域における作業の衛生基準・安全基準の遵守、固形廃棄物・液体廃棄物の適切な処置、危険物質の適切な取り扱い、異常な気象予報の適宜報告、継続的な研修プログラムの確立、あらゆる種類の緊急事態に対応可能な適切なチームの配備、効率的な早期警戒システムの確立、異常な気象現象に関わるリスクに対応す

るため、SNET や COEN などの機関と適切な協力体制を維持する、ことから構成されている。

7. 結論

実施された作業および分析に基づき EIA 作成に参加した専門家チームは以下のように結論づける。環境および社会的に本計画はフィージブルであり、その実現により国家レベルでの電力供給が改善され、ひいては一連の社会的、経済的便益をもたらし、地域開発の促進に資する。一方、本計画を実施しない場合には影響地域のコミュニティー、環境、および国全体にとっての利便性がより少なくなる。

作業チーム

エルチャパラル水力発電計画の環境影響評価報告書作成に、以下の人が参加した。

氏名	担当	登録
J-POWER		
Geo. Nobuo Hoshino Geo. Walter Hernández	Geological study	
Ing. Ken Mizoue	Hydrological study	
Ing. Sadaaki Kato	Seismicity study	
Ing. Shun Takagi	Topographical survey	
Lic. Tetsuya Hirahara	Economic-financial evaluation	
Ing. Nobuo Hashimoto Ms C	General coordination	
Consultores independientes		
Lic. Juan José Medrano	EIA report preparation	127
Ing. Federico I. Castellanos	Impacts evaluation, EMP, maps and figures preparation	006
Harza Engineering Company		
Lic. Peter Saunders Ms.C	EIA coordinator (up to 20 01 03)	
Dr. Charles Russell Ph.D	EIA coordinator (up to 30 12 03)	488
Dr. Peter Ames Ph.D	Final report review and observations	
ECO Ingenieros		
Lic. Ofelia Gonzáles Ms C	Flora, terrestrial fauna and birds fauna	
Dra. Vianney Castañeda	Terrestrial biology	002
Lic. Jeannette Monterrosa Ms C	Aquatic life	263
Lic. Jeannette Monterrosa Ms.C Ing. Carolina Bendek	Water quality	
Lic. Roberto Aguilar Arq. Leonora Ferrer	Socioeconomy	011
Dr. Frederic W. Lange Ph D Arq. Leonora Ferrer	Arqueology and historical and cultural heritage	011
Ing. Rodolfo Montúfar	General coordination	025
Por CONCULTURA		
Dr. Daniel Aguilar Dr. Mario Romero	Paleontology	

* 数字は MARN の登録番号

CEL からは以下の人がカウンターパートとして参加した。

氏名	担当
Ing. Jaime Contreras	Project Manager
Ing. Jorge Luis García	Construction aspects
Ing. José Orlando Argueta Lazo	Environmental Management Unit Chief
Ing. Leonel Letona	Socio economical aspects, Review and general observations
Ing. Roberto Artiga	Water quality, effects of green house gases Economic-financial evaluation Review and general observation
Lic. José Eugenio López	Socio economical aspects

第 1 章

序 論

目次

第1章 序論.....	1-1
-------------	-----

第1章 序 論

本報告書はエルサルバドル国のエルチャパラル水力発電計画に関する環境影響評価を記述したものであり、発電計画の概要、建設予定地区に関する情報等が記載されており、本計画の建設および運転開始後の影響についてその特徴について知ることができる。

環境影響評価は本事業を構成する各要素と環境要素と関連付けることによって行われる分析方法であるが、しばしば事業への投資額をかなり節約することにつながるとともに、根本的に環境を保護することにつながるといふ利点がある。環境に与える影響を分析・評価するプロセスを通じ、技術的により適切で周囲の環境に適した事業を立案することが可能となり、その結果、事業は継続可能なものとなり、より社会的に受け入れられることになる。

本計画はエルサルバドル共和国の北東部に位置するレンパ川の支流であるトロラ川（北緯 13°50'から 13°53'、西経 88°22'から 88°16'）に水力発電所を設置するものである。計画の実行によって、サンミゲル県の3つの自治体、サンルイスデラレイナ（San Luis de La Reina）、カロリーナ（Carolina）、サンアントニオデルモスコ（San Antonio del Mosco）が影響を受けることになる。

本フィージビリティ調査に先立ち、CELによって事前調査が1997年の12月から1999年の3月まで実施され、エルサルバドル国内を約50 kmに渡って流れるトロラ川で水力発電を行うことができるかどうかの可能性について調査が行われた。その結果、ダムを建設できる可能性がある場所が7ヶ所特定された。これらの場所を上流地域から下流地域に向かって上げると、以下の通りとなる。ラスクルセス（Las Cruces）、マロマ（Maroma）、セロパンド（Cerro Pando）、ラスマリアス（Las Marias）、ラスメサス（Las Mesas）、カロリーナのラオンダ（La Honda）、エルチャパラル（El Chaparral）である。このうち、経済的、環境的観点からラオンダとエルチャパラルの2ヶ所が最も実行可能性が高いと判断された。

その後、2001年3月に開始された本フィージビリティ調査の予備段階で、上記2ヶ所について分析が行われ、水力発電計画を実行するのに最も有力なサイトはエルチャパラルであると決定された。これを受け、現在、調査の対象となっているのがエルチャパラルである。

本計画のフィージビリティ調査は日本政府の国際協力機構（JICA）による技術協力援助の元に電源開発株式会社（J-POWER）が委託を受け実施した。これを受け同社は地域情報収集や専門調査については、各専門家または業者に再委託し実施した。すなわち、植物相・動物相、水質、水生生物、社会経済環境、考古学資源、歴史・文化遺産といった

テーマに関する現地調査はエルサルバドルの会社 ECO Ingenieros, S A de C. V、また、古生物学調査と関連する問題に関しては、エルサルバドルの国家文化芸術審議会 (Consejo Nacional para la Cultura y el Arte 略称 CONCULTURA) の専門家が調査を担当した。環境影響評価は JICA 調査団員の一員としてアメリカの Harza Engineering Company 社より環境担当者が参加した。また、計画地域の地質学調査、水文学調査、地震活動及び地形調査は、電源開発株式会社の団員によって実施された。

本計画の実施機関は、経済省に属する公社機関であるレンパ川発電実行委員会 (CEL) であるが、CEL は、電力の供給を全国的に向上させることによってエネルギー部門の強化を図るべく、この計画の実行に全力で取り組んでいる。

水力発電所の建設に要する工期は約 3 年 4 ヶ月と見積もられているが、従事者数は各種の作業員、専門家で約 500 名程度となる見込みである。一方、発電所の完成後は運転・保守要員として約 40 名が従事する予定である。

発電所設置に係わる総費用は 2003 年ベースで 135.3 百万ドルと見積もられ、今後は以下のスケジュールが予定されている。

－ フィージビリティ調査	2001 年 3 月から 2004 年 2 月
－ 環境影響評価の承認・資金調達	2004 年 12 月から 2005 年 5 月
－ 実施設計	2004 年 12 月から 2006 年 5 月
－ 建設工事の入札	2006 年 7 月から 2007 年 2 月
－ 建設工事	2007 年 4 月から 2010 年 7 月
－ 発電所運転開始	2010 年 8 月

計画には工事現場へアクセス道路の新設および改修工事が含まれる。また、作業員宿泊施設と請負業者事務所の設置、堤体及び余水路の建設、発電所及び変電所の建設、機械設備・電気設備の組立と設置、送電線の建設と設置、貯水池が造成される区域に住んでいる世帯が再定住するための住宅の建設、貯水池への貯水、発電装置の全般的な運転試験、及び、発電所の運転開始が含まれる。

ダムは高さ 87.5 m、体積約 370,000 m³のコンクリート重力式ダムで、総貯水容量 106 百万 m³、湛水面積 8.6 km²、の貯水池を設ける。

最大毎秒 100 m³の水量を利用することにより、出力 71,600 kW のメイン発電機によって、年間 220.6 GWh の電力が創出されることが見込まれる。また、ダムサイトの下流において、トロラ川が引き続き様々な用途に利用されるのを保証するため、出力 1,510 kW のサ

ブ発電機も設置される。これによって、環境に配慮した毎秒 2 m³ の水量が乾期の間も常に放流される。ちなみに乾期にこれまで記録された最低水量は毎秒 0.9 m³ ある。

環境影響評価の基本的な目的は、実施される事業の規模と事業が実施される場所の環境を明確にして、分析を行うことである。これによって、事業の実施によって発生する恐れがある負の影響を特定・評価することが可能となり、これら負の影響を緩和する、あるいは、補償するため、それぞれ必要な環境対策を示すことができる。

詳細な分析が行われた結果、エルチャパラル水力発電計画は技術的、資金的に実行可能であると、結論が下された。計画の実行により、主として使用可能な水資源の活用から派生する一連の経済的・社会的利益が発生し、エネルギー部門という非常に重要な部門の強化が見込まれる。

また、こうした分析の結果、水力発電所は他の発電源と比較して、コストと利益の関係において最良の選択であることも明確になった。これは主として二酸化炭素など、温室効果ガスとして知られる大気汚染物質の発生が少ないことによる。しかしながら、あらゆる種類の工学事業と同様に、水力発電所の建設によって建設地の自然環境に重要な変化が引き起こされるであろう。それゆえ、環境保全に留意することの重要性を認識し、現行の法規制を遵守し、環境影響評価が実施された。

報告書の作成には、様々な専門家・技術者から構成された学際的な性格を持ったチームが携わり、ガイドラインとして、環境天然資源省が提示する参考項目が採用された。また、作業はエルチャパラル水力発電計画の工学を担当する専門家チームと CEL の環境管理班 (Unidad de Gestión Ambiental) の協力を常に得ながら、彼らとともに進められ、各種工事の構造的な側面に加え、自然環境の各要素について協議・分析しながら、計画の影響を受ける区域において数多くの専門的調査が行われた。

環境に与える影響の分析と評価には、MEL-ENEL 方式として知られる評価方法が用いられた。この方式は、コスタリカ出身の技師マヌエル・エンリケ・ロペス (Manuel Enrique López) 氏によって開発されたものであるが、原因と影響の相互作用を表わすマトリックスを作成することからなる。これによって環境に与える影響の重要度をそれぞれ相対重要度係数と呼ばれる数値によって評価し、分類する。つまりこれは、ある特定の活動が環境に及ぼしうる影響を総合的に評価するということである。

評価プロセスの結果、各種工事の実施によって引き起こされる主な負の影響は、貯水池が造成されることにより、8.6 km² の区域で現在の土地の利用が永久に変化すること、基礎工事に使用するため、かなり大量の土壌が採取されること、計画実行地区で地表を覆っている植物相及び野生動物の生息地が失われること、計画の実行により直接影響を

受ける区域に位置する住宅 79 軒、農村学校 1 校、祈祷所 2 ヶ所が移動されること、カロリーナにある温泉など、文化的、観光的に重要なスポットが失われることと関連があることが判明した。

環境に与える恐れがある影響を予防する、避ける、あるいは補償するために、被害を受ける環境要素毎に、主として以下に示す措置からなる一連の特定の措置が提案されている。工事周辺部に植物を植えること。貯水池周囲の保護地帯 114 ヘクタールに再植林を行うこと。カロリーナの温泉が失われる代償として適当な保養地を整備すること。造成される貯水池の魚類を充実したものにするなどである。これらの措置を実施する費用として 192,000 ドルが設定されているが、これは保証金として環境天然資源省へ預託されねばならない。

上記に示した措置に加え、エルチャパラル水力発電計画の実行と密接に関連した、環境保護的性格を持つ措置が他にも特定された。それらには以下のものが含まれる。

将来貯水池となる区域に住む住民の再定住プログラムを実施すること。これは基本的サービスを備えた住宅地区の建設を考慮に入れたものである。

- 再定住する各世帯の世帯主に 1 年間補償金を支給すること。
- 貯水池の幅が狭い区間 2 ヶ所に橋を建設すること。
- 貯水池入り口に歩行者用の通路を設置すること。
- トロラ川の北側と南側の地域を幹線道路によって結ぶため、堤体を車両用の橋として利用すること。
- 貯水池周辺の道路を 33 km に渡って改修し、新たに 11 km の公共道路を建設すること。
- 小学校 1 校と祈祷所 2 ヶ所を再配置すること。
- 地域の自治体を支援することなどである。
- また、特に発電所の建設・運転に関する措置としては、固形廃棄物・液体廃棄物の総合的管理システムを確立・始動させること。
- 各種の環境教育プログラムを実施するため研修を行うこと。
- 環境の改善を継続的に行いながら、環境と調和して作業を実施することを可能にするような環境管理システムを確立すること。

以上の措置を実施するため、7,228,000 ドルが設定されているが、これは計画の直接コストに含められている。

提案された環境保護措置の実施を検証するため、モニタリングプログラムも策定された。また、リスク調査も行われ、それぞれ、偶発的事故に対する対応策や発電所の建設・運

転各段階における事故予防策、また、発電所の閉鎖あるいは放棄も仮定した対策が提示されている。

しかしながら、エルチャパラル水力発電計画の実行によって環境に及ぼされる恐れがある負の影響は、地域と国家の発展によって代償され得るものである。発電所が始動すれば、エネルギー部門は強化され、計画の実行によって影響を受けた住民達の生活条件も、かなり改善されることになる。更に、提案されている各種の緩和措置・補償措置を適宜実施することによって、環境に与える負の影響を緩和、あるいは、補償することが可能である。建設段階が終了すれば、自然環境は短期間、または、中期間のうちに回復することが見込まれ、建設される施設も自然環境へ徐々に統合されていくであろう。

以上をもって、エルチャパラル水力発電計画は社会的、環境的な観点から見て、実行可能であると結論付けられる。

第2章

プロジェクトに適用される環境法規

目次

第2章 プロジェクトに適用される環境法規.....	2-1
---------------------------	-----

第2章 プロジェクトに適用される環境法規

本計画に適用される環境関連の法規は1998年4月に国会で承認され、同年5月の公報339号にて発布された環境法であり、国内の環境規制に関する中心的な法となっている。本法規の主務官庁は環境天然資源省（MARN）である。

上記環境法には、環境保護規制全般を定めた基本的手続きが規定されている。また、環境天然資源省の組織内部における、この関連業務は環境管理局の管轄となっており、その業務は、開発事業における環境面の基準作成、企画および監査が主たるものとなっている。環境保護政策の策定にあたって、社会の多分野からの参加を達成することは、環境管理局の重要な目的のひとつでもある。

プロジェクトに関連する法規を以下に記載する。まず初めに共和国憲法が挙げられ、次に環境法、そしてその関連の一般規則および特別規則となる。それらには、実施事業と関係する他の関連法と同様に、環境面の関連事項は全て定められている。また、2国間の水利用を定めた協約についても挙げておく。Table 2.1に、前述の法規内容の要約を示す。

Table 2.1 Environmental Regulations Applicable to the Project

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
Salvadorian Regulation			
Asamblea Legislativa	Constitución de la República de El Salvador (1983)	Background for any legal disposition that is emitted in the country.	<p>Art. 65. "The health of the inhabitants of the Republic constitutes a public asset ..."</p> <p>Art. 117. "It is declared of social interest, the protection, development and exploitation of the natural resources" and defines as a State responsibility, "to supply the economic incentives and technical assistance necessary for the conservation and exploitation". Also it states that the regulation, conservation, and improvement of the environment resources are ruled by Special Laws.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Ley del Medio Ambiente, Legislative Decree No.233 (1998)	The Law has as its purpose the development of the Dispositions for the protection, conservation and recovery of the environment.	<p>Art. 1 It takes the dispositions from the Constitución Política of El Salvador and declares that it is an "State, municipalities and inhabitants in general basic obligation" the environment protection and the application of the international treaties and agreements held by El Salvador in environmental matters.</p> <p>Art. 3. It states that the national policy on the environment will be established by the Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) and by the Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.</p> <p>Art. 9. Establishes that the inhabitants have the right of being informed of the policies, plans and programs related to the health and quality of life, as well as participating in the consultations when concessions are granted for the exploitation of natural resources.</p>

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
			<p>Art. 15. Establishes that the energy, communication, transportation works and exploitation of the natural resources, must include an environmental component.</p> <p>Art. 19. It states that for the start-up and operation of activities, works or projects established by the Law, an Environmental Permit (EP) must be acquired, being MARN, responsible of issuing the permit, with previous approval of the Environmental Impact Assessment (EIA) of the work or project. Regarding the scope of the EP, the Law makes reference to the necessity of including the established elements in the Environmental Management Program (EMP) as components of the EIA, which is a condition for granting the EP.</p> <p>Art. 20. It states that the environmental permit will force the owner of the project to perform the entire preventive, attenuating or compensating activities for the negative environmental impacts, established in the EMP contained in the EIA, which will be approved as a condition for granting the EP.</p> <p>Art. 21 h. Establishes the need to perform an EIA for activities such as construction of a dam, reservoir and hydraulic systems.</p> <p>Art. 21 n. Establishes the need to perform the irrigation study.</p> <p>Art. 22 The owner of any activity, work, or project must request a permission of the Ministerial de Medio Ambiente, so that it classifies the work or project according to the size and nature of the potential impact.</p> <p>Art. 24 It regulates the preparation, evaluation and approval of the Environmental Impact Assessments.</p> <p>Art. 25 It determines the public consulting tool as well as the ten days term for any person that considers itself affected by the project to express his opinions or make written observations</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente Legislative Decree No. 17 (2000)	Its purpose is to develop the rules and precepts contained in the Law, which is attached to, as its main execution instrument.	<p>Chapter I. It makes reference to the Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente.</p> <p>Chapter II. Regulates all the related to the Environment Evaluation, establishing that its purpose is developing and making operational everything concerning the Environmental Evaluation System at the sustainable development framework.</p> <p>Art. 28 It refers to the necessity of including on the EIA the corresponding risks study, and some guidelines for its preparation are presented.</p> <p>The Articles 64 to 75 refer to the environmental protection, understood as the development of activities oriented to preventing and controlling contamination.</p>

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial regarding dangerous substances, residues and wastes.	Its purpose is to regulate the Ley del Medio Ambiente on the activities related to dangerous substances, residue and waste.	<p>Art. 2 Establishes that the authority responsible for the application of the Regulation is the MARN, in coordination with the other institutions that have responsibility, according to their laws, regarding the subject that is regulated by this Regulation.</p> <p>The following chapters regulate all the related to the identification, registration and transportation of dangerous substances, so that the protection of the human health and the environment are guaranteed.</p> <p><i>It also regulates all the related to the generation of residues and dangerous wastes (Chapters III and IV). The following chapters refer to the regulations for transportation, storage and management of dangerous waste; the transportation and final disposal of dangerous wastes and the international transportation of dangerous wastes, and include a series of common arrangements related to substances, residues and dangerous wastes.</i></p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial for effluents	Its purpose is to ensure that effluents waters do not alter the quality of the receiving streams.	<p>Art. 1 Establishes that its objective is to regulate the Ley del Medio Ambiente concerning activities related to dangerous substances, residues and wastes.</p> <p>Art. 4 Establishes that the proper authority for the application of the Regulation is the MARN, in coordination with the other institutions that have responsibility, according to their laws, regarding the subject that is regulated by these Regulation.</p> <p>Art. 5. The owners of works and projects must consider on their EMP the application of attenuating and compensation measures for the negative impact caused on the water resource.</p> <p>The following chapters regulate all the related to the necessity of installing sewage treatment systems and final disposal of sludge from the treatment systems, as well as performing the analysis of the water characteristics in laboratories credited by the CONACYT.</p> <p>It also regulates the aspects related to quality water samples, parameters to consider, sampling frequency and results recording.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial regarding the control of substances that exhaust the ozone layer	Its purpose is to regulate in the country the importation and consumption of substances that exhaust the ozone layer.	<p>Art. 1. Establishes that its purpose is to regulate in the country the importation and consumption of substances that exhaust the ozone layer.</p> <p>Art. 2. It defines that the Regulation will be applied to all natural and judicial persons that import and consume substances that exhaust the ozone layer and its mixtures.</p> <p>Art. 5. The MARN is the authority responsible for the application of the present Regulation.</p> <p>Art. 6. Identifies a series of compounds with their formula, common name, commercial name and customs code.</p> <p>The following articles regulate the related to the forms for the importation of this type of compounds and the importation license validation.</p>

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial of technical regulations for environmental quality	Its purpose is to determine the guidelines for the establishment of environmental quality regulations.	<p>Art. 2. The MARN in coordination with CONACYT will be the authorities responsible for applying this Regulation.</p> <p>Art. 3. The CONACYT will be the authority responsible for establishing the environmental quality technical regulations.</p> <p>Art. 9. It lists a series of air pollutants and establishes the maximum allowable values.</p> <p>The following articles regulate the related to fixed sources of emissions, chimneys and ducts, incinerators and the corrective measures. Establishes the allowable limits for mobile sources, regulations for the fuel quality, noise control, of smell pollutants, water quality as a receiver establishing limits for specific parameters, as well as soil quality.</p>
Ministerio de Medio Ambiente	Reglamento Especial about the solid wastes integral management.	Its purpose is to regulate the solid waste management of residential commercial, from services or institutional origin.	<p>Art. 1. The Regulation dispositions will apply in all the national territory and will be monitor and of mandatory compliance for every natural or judicial individual.</p> <p>Art.4. Establishes the MARN responsibility to determine the site selection criteria for transfer stations, treatment, and final disposal of solid waste, as well as emitting the permits for every solid waste management program.</p> <p>Art. 5 al 9.It regulates the related with municipal waste management.</p> <p>The following chapters regulate the related with the waste treatment, final disposal, sanitary landfills and vigilance regarding the sanitary landfill operation.</p>
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Ley Forestal Legislativa Decree No. 852 (2002)	Protection, increase, management and sustainable use of the forest resources.	<p>Art. 23. It declares restricted use Areas, the land surfaces on which the owners will have the obligation of managing in a sustainable manner the existing vegetation: lands within a 50 m zone measured horizontally starting from their highest flood during normal season on lakes, natural lagoons and in the shores of the artificial reservoirs constructed by the State, which have to be permanently covered with vegetation.</p>
	Ley de Conservación de Vida Silvestre Legislativa Decree No. 844 (1994)	Purpose of the Law: protection, restoration, management, use and conservation of wild life.	<p>Art. 1. Protection, restoration, management, use and conservation of wild life.</p> <p>Art. 3. Classify wild life as part of the Nation's natural heritage.</p> <p>Art. 9. – The wild life species included on threatened or endangered species listings, which are registered in such categories, will be subjected to specific regulations regarding their protection.</p> <p>Includes the regulation of activities such as hunting, collection and commercialization and other forms of use and exploitation of this resource.</p>
	Ley de Riego y Avenamiento Legislativa Decree No. 153 (1970)	Exploitation and distribution of the water resource.	<p>Art. 11. –The concessions are granted according to the Acuerdo del Poder Ejecutivo at the Ramo de Agricultura y Ganadería, for a term not longer than fifty years. The Estate must answer for the damages that come to the license holder for the lack or decrease of flow stated in the concession, except when this lack or decrease is due to natural flows or third party actions. The concessions could be renewed for equal successive periods.</p> <p>Art. 12. – The water right use granted through permit or concession is for the exclusive benefit of the real property that the permit or concession is granted to.</p>

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
	Ley General de las Actividades Pesqueras Decree No 799 (1981)	The purpose of this Law is to promote and regulate the fishing and aquiculture for a better use of the resources and fish products.	<p>Art. 11. The Dirección General de Recursos Pesqueros will be the institution of the Ministerio de Agricultura y Ganadería in charge of the administration and application of this Law and will have among other responsibilities:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Perform the plans and section programs of the fishing activities; ▪ Regulate the fishing resource extraction activities according to their stock; ▪ The investigation and promotion of fishing activities and the related with these; ▪ Training, assistance and technical advice to the participants in fishing activities; ▪ Contribute with other institutions in the promotion of the industrialization and consumption of fishing products; ▪ Process and settle the requests for fishing and aquiculture permits and license granting.
Municipalities	Código Municipal Legislative Decree No.274 (1986)	Development of the organization and municipal independence constitutional principles	<p>Art. 4. Determines the municipalities' responsibilities.</p> <p>Art. 10 Increase to the Protection of renewable and non renewable resources The faculty to establish decrees for regulating the activities in the municipality.</p>
CEL	Ley de Expropiación y de Ocupación de Bienes por el Estado Legislative Decree No.33 (1939)	Determine possibility, for the State, of expropriating the possessions for public utility projects.	<p>Art. 3. An agreement on the price must be achieved first.</p> <p>Art. 4. Requirements to perform forced expropriation.</p>
Superintendencia de Electricidad y Telecomunicaciones	Ley General de Electricidad Legislative Decree No.843 (1996)	The State is responsible of promoting the economic development and the rational use of resources Of the disciplinary measures	<p>Art. 2 c Rational and efficient use of the resources 2 d Promoting the access to electric energy distribution for all population sectors.</p> <p>Art. 5. The concession requirement granted by SIGET for the use of hydraulic resources</p> <p>Art. 13 Among the requirements for obtaining hydraulic resources exploitation concession</p> <ul style="list-style-type: none"> b) The project feasibility study including a descriptive report and the corresponding drawings c) The EIA previously approved by the proper authorities containing a systematic evaluation of effects of the project its appurtenant works, on its construction, operation and abandonment phases, the comparison of the different existing operations and the decision-making for preventive measures and the actions designed to mitigate the adverse effects. <p>Art. 104 Severe violations:</p> <ul style="list-style-type: none"> b) Perform studies of the State properties without the SIGET authorization, with the purpose of establishing electric energy generation installations

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
			<p>Art. 105 Very severe violations:</p> <ul style="list-style-type: none"> b) Use hydraulic or geothermic resources for electric energy generation without having the concession for such; i) Interconnecting transmission or distribution installations without an agreement with the grid owner;
	<p>Reglamento de la Ley General de Electricidad. Executive Decree 70. Diario Oficial tomo 336 July 25, 1997</p>	<p>Procedures development in the Ley General de Electricidad</p>	<p>Art. 8 The entities interested in performing studies for the development of electric energy generation projects using hydraulic or geothermic resources in national properties of public or Estate use, must present to the SIGET</p> <ul style="list-style-type: none"> b) A geographic area detail on which the study will be performed, including the national or public Ownership list on which these will be performed. c) Nature, type and detail of the studied resource, and d) Description of the study to be performed, and the estimated time that this will take <p>Art. 11 In the permit, it will be clearly stated that it is not exclusive for performing the studies of the resource. Also this permit does not allow the introduction of private property into lands without the owner's previous approval.</p> <p>Art. 12 Concession is the act granted by the SIGET, on which authority is given to an individual to exploit a specific hydraulic or geothermic resource, with the purpose of generating electric energy.</p>
CONCULTURA	<p>Ley Especial de Protección al Patrimonio Cultural y su Reglamento. Decree No. 29 (1998)</p>	<p>Protection of the cultural Heritage of El Salvador..</p>	<p>Art. 9 Public and private properties.</p> <p>Art. 13 Authorizations are required for investigations and excavations of archeological or historical interest.</p> <p>Art. 27 Authorization of the Ministerio to perform investigations, studies and interventions of cultural properties, by national or foreign entities.</p> <p>Art.30 Protection measures when the cultural property is in imminent danger of being damaged or destroyed.</p>
International regulation			
Ministerio de Relaciones Exteriores	<p>Convención para la protección y uso de aguas transfronterizas y lagos internacionales (Helsinki, 1992)</p>	<p>Guidelines for the use of international waters and rivers.</p>	<p>Chapter 1, articles 1 to 3 provide the information for the basin's limits of international drainages.</p> <p>Chapter 2, articles 4 to 8, deals with the fair use of waters from an international drainage basin.</p> <p>Chapter 3, articles 9, and 11, state the responsibility of controlling and preventing contamination of the river.</p> <p>Chapter 6, articles 26 to 33, it presents the procedures for the avoidance and settling of conflicts.</p>

Institution	Regulation	Description	Specific Regulation
	<p>Convenio para la protección de humedales de Importancia Internacional, especialmente Aves Acuáticas (RAMSAR/UNESCO, 1971)</p>	<p>It is an intergovernmental treaty, known as Convención Relativa a los Humedales of international importance especially for the habitat of aquatic life.</p>	<p>Wetland is define as: "extensions of marshes, swamps and turfs or surfaces covered with water, may these be of natural or artificial state, permanent or temporary, stagnant or running, fresh, salted, including the sea water extensions whose depth in low tide does not exceed six meters"</p> <p>Artificial wetlands: are those constructed by the human being which posses the structural and functional characteristics of an ecosystem. They may achieve ecological functions without human intervention. Examples: reservoirs, lakes, lagoons, canals systems, among others.</p>
	<p>Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)</p>	<p>Differentiated territorial zones.</p>	<p>Definitions of differentiated zones:</p> <p>Core zone The core zones are places designated as "protected areas". Their purpose is to ensures that the forests, wetlands, coastal estuaries, coral reefs and other wild habitats maintain their biodiversity and generating environmental services for the people that live within them or their nearby areas and farther away. Typically these zones will include the river springs that provide water to the towns, the irrigation, the hydroelectric projects and the industry.</p> <p>Buffer zones The second type of land designation within the CBM initiative is established by the geographical zones that surround the protected areas and that are known as buffer zones. Their purpose is to create a physical space between these protected zones that mainly contain wild lands, and the adjacent areas that are used for farming, forest harvesting, farms, and other human activities. These lands surrounding the core zones are supervised with the purpose that they will filter or absorb the negative effects from in any direction.</p>
	<p>Convenio sobre la Diversidad Biológica Legislative Decree No.833 (1994)</p>	<p>Agreement subscribed in Río de Janeiro on 1992, to give protection to the life forms on the planet.</p>	<p>In this convention, it was recognized that the biological diversity conservation is of common interest to all humanity.</p> <p>Art. 3 It recognizes that the States are responsible of the conservation of their biological diversity and the sustainable use of their biological resources.</p> <p>Art. 8 and 9 provides the tools for the conservation In Situ and ex situ</p>
	<p>Política Centroamericana para la conservación y el uso racional de los Humedales</p> <p>CCAD Ministry council. XXXIII ordinary meeting (Nicaragua, July 2002)</p>	<p>It proposes that the Central America States increase their joint action as a region, with the purpose of conserving and rationally using the wetlands and fulfilling the commitments of the Ramsar Convention.</p>	<p>The political goal is to strengthen the conservation and rational use of the region wetlands through the action and cooperation between countries for the good of present and future generations of the Central America population. The population and States action are presented regarding the wetlands and non-governmental agencies, a description of the benefits that these ecosystems provide, as well as their main directors. Establishes objectives as: Encouraging the economic value of the wetlands with regional applicability, as an effective instrument to facilitate political decision-making.</p> <p>Support the implementation of the resolutions in the region from the Ramsar Convention, Convenio de lucha contra la Desertificación y Sequía, Convenio de Cambio Climático, Convención Interamericana para la Protección de Tortugas Marinas, Cartagena Convention, and others related to the conservation and rational management of wetlands.</p> <p>Encourage the informed and timely participation of the local communities and indigenous people in the conservation and rational use of the wetlands.</p>

第3章

プロジェクトの概要

目次

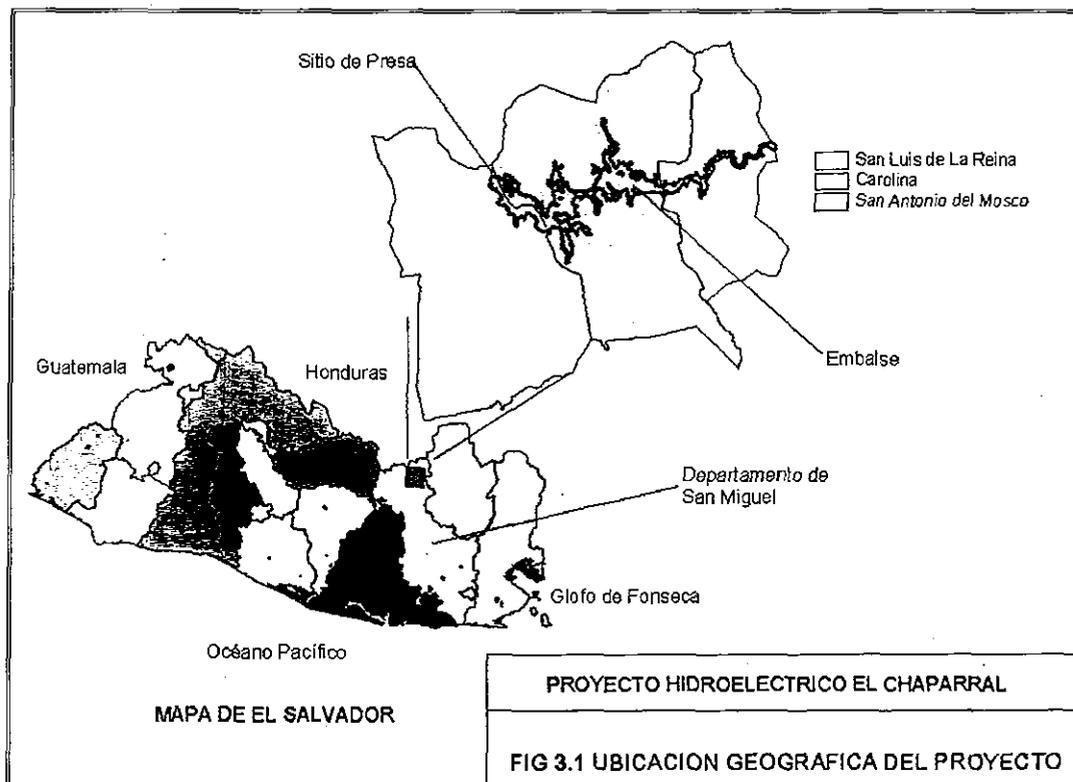
第3章	プロジェクトの概要	3-1
3.1	建設段階	3-2
3.1.1	土木構造物	3-2
3.1.2	緑化	3-9
3.1.3	機材運搬ルート	3-9
3.1.4	電機機器	3-10
3.1.5	試運転および運転開始	3-11
3.1.6	プロジェクトの工事費	3-12
3.1.7	工期	3-13
3.2	運転段階	3-15
3.3	撤去段階	3-15
3.4	経済財務評価	3-16
3.4.1	経済評価	3-16
3.4.2	財務評価	3-20

第3章 プロジェクトの概要

エルチャパラル発電プロジェクトは水力発電所の建設および運転からなる。プロジェクトはトロラ川流域の下流地域であるサンミゲル県のサンルイスデラレイナ市およびカロリーナ市の間に位置し、その貯水池の水没地域にはサンアントニオデルモスコ市の一部も含まれる。トロラ川流域は、エルサルバドル国の北東部に位置し、ダムサイトは、北緯 13°50' と 13°53' の間、西経 88°22' と 88°16' の間に計画されている。このプロジェクトにより、最大使用水量 100 m³/s を利用して最大出力 64.4 MW、年平均電力量 231.2 GWh の発電が行われるが、これには、発電所の運転停止時の河川維持流量 2 m³/s による電力量も含まれる。

ダム軸はホンジュラス国との国境線より上流側 300 m に位置し、狭窄部にあり地形的にも地質的にも適切な条件を備えている。河床幅は約 30 m あり両岸は急斜面となっているためにダムの堤長は比較的短い。基礎岩盤は構造物の重さや貯水池の水圧に対し十分に堅固であり、また浸透や漏水に対する保水特性も良好である。

プロジェクトサイトへのアクセスは、サンサルバドルよりパンアメリカンハイウェイ (CA-1) によりサンミゲル方面に向かい、エルトゥリフォでアメリカンハイウェイから分岐し、セソリ、サンルイスデラレイナ経由でダムサイトに向かう。プロジェクトの地理的位置を Fig.3.1 に示す。



3.1 建設段階

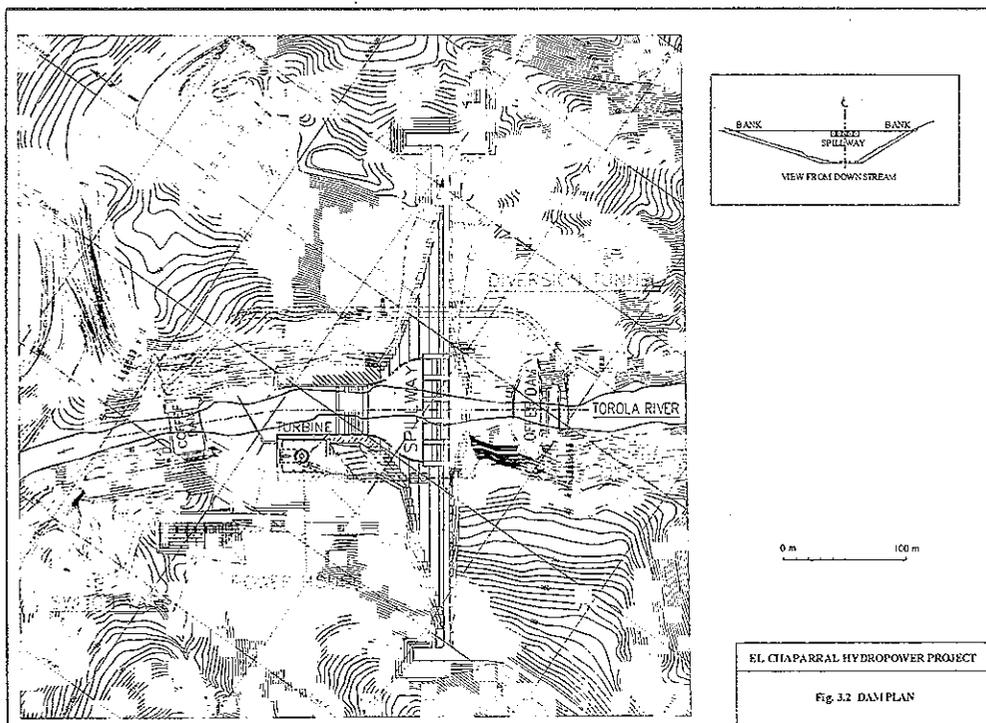
プロジェクトの主要コンポーネントおよびそれらの建設に係わる特徴を以下に記載する。

3.1.1 土木構造物

主要な土木構造物は以下のものである。

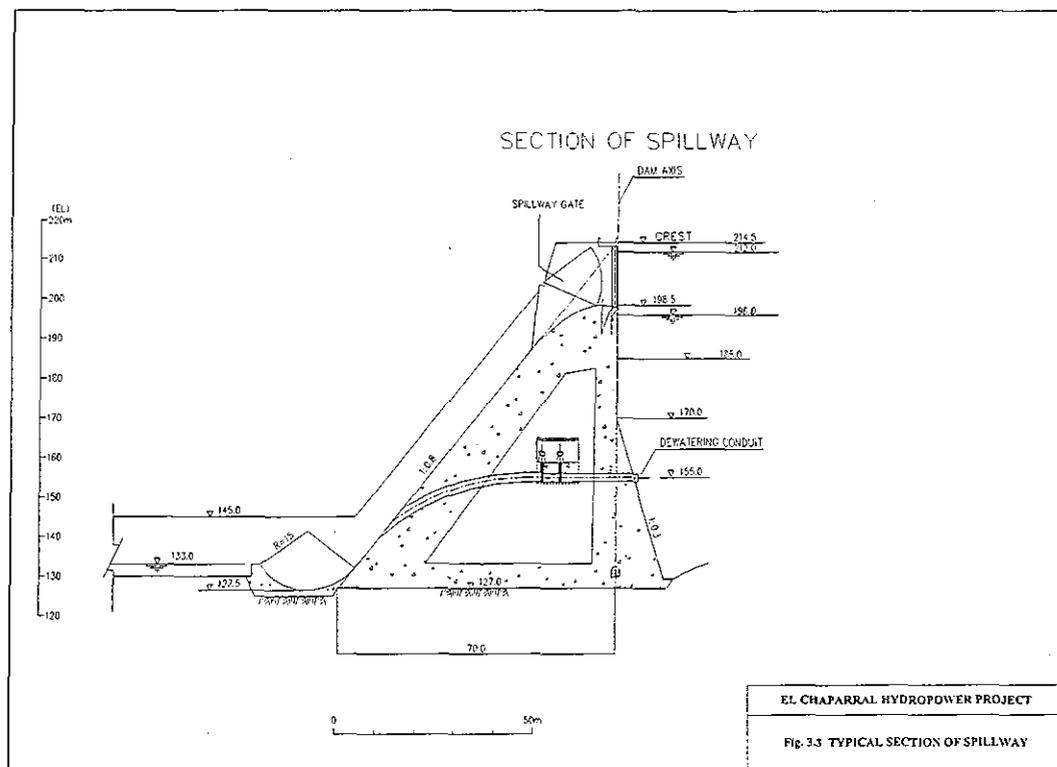
a) ダム

ダムは3つのセクションからなる。すなわち、中央部には5門のゲートを備えた長さ90mのコンクリートからなる洪水吐が設けられ、その洪水吐の左右に両岸に向かってRCC工法によるコンクリートダムの本体が伸びる。ダム天端標高はEL.214.5m、堤長は405m、基礎岩盤よりダム天端までのダム高は87.5mになり、堤体積は約370,000m³である。基礎掘削は河床では深さ5m、左岸では15m、右岸では30mまでと推定される。一日の掘削量は2,500m³/diaになる。全体の掘削量は311,200m³と見積もられる。ダムにおけるコンクリートの打設は24時間連続して実施される。Fig.3.2にダムおよび主要コンポーネントの設計図面を示す。



b) 洪水吐

洪水吐は鋼製の幅 13.2 m × 高さ 15.2 m のラジアルゲート 5 門を備え、油圧装置により開閉が行われる。洪水吐の全幅は 90 m となるが、下流河道の幅が狭いため、河道幅に合わせて導流壁で収斂させ、安全に流下させる構造である。洪水流の減勢は、洪水吐シュート末端にバケットを設け、ダム下流水位に対して跳水を起こさせることにより減勢する構造である。Fig.3.3 に、洪水吐の断面図を運転時の水位と共に示す。



洪水吐の設計流量を決定するために、2つの考え方を検討した。一つは、可能最大洪水量 (PMF) $6,484 \text{ m}^3/\text{s}$ をそのまま設計洪水量として適用する考え方と、もう一つは、貯水池のサーチャージの効果により設計洪水量のピークカットを行い、可能最大洪水量より小さい流量を設計流量とする考えである。ピークカットのための貯水池容量確保のために、ダム高を高くすることが、地形上困難であることから前者の考え方を採用した。

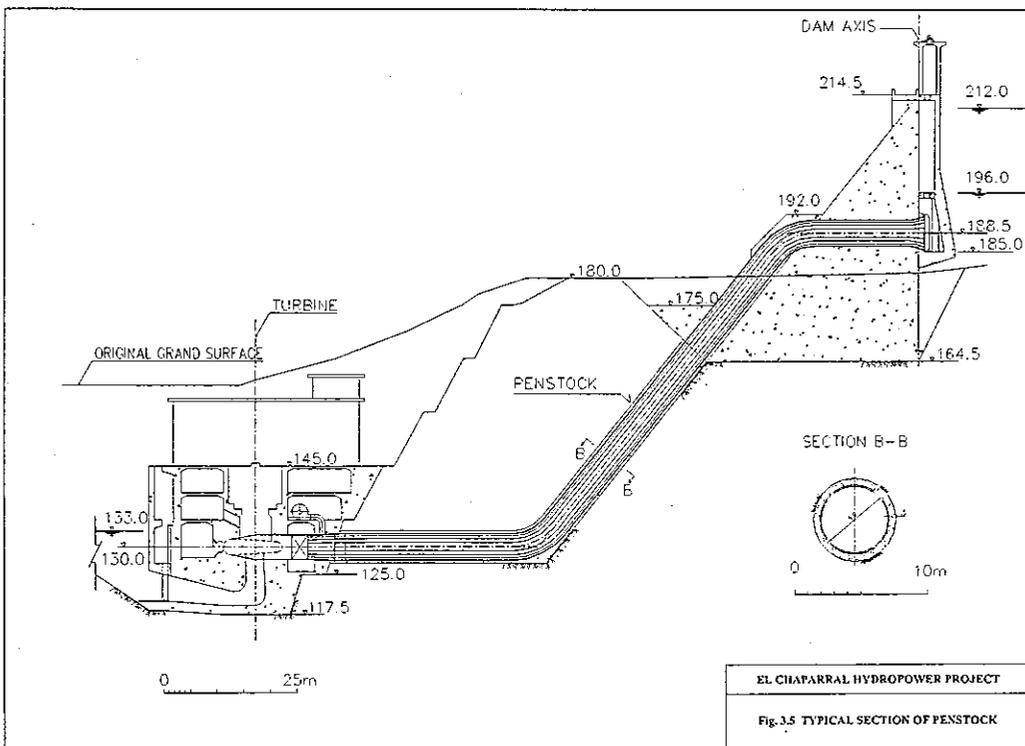
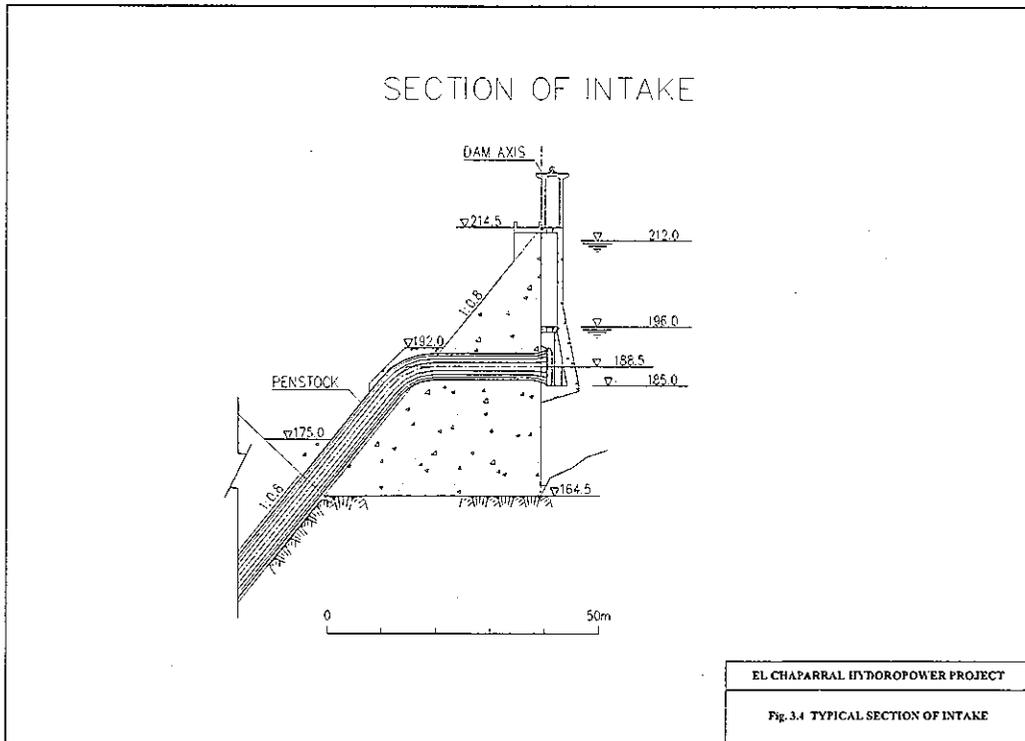
c) 取水口および水圧管路

取水口は、ダム上流面左岸側に設置される。幅 $10 \text{ m} \times$ 高さ 10 m で、幅 $7 \text{ m} \times$ 高さ 7 m のゲートを備え、呑口形状はベルマウス型であり、最大取水時のスクリーン通過流速が 1 m/s 程度となるような構造となる。また、呑口には制水ゲートが設置される。

水圧管路は、取水口より水平にダム堤体内を貫通し、斜坑を経て水車標高まで達する (総

落差 74 m)。水圧管路は、鋼製で岩盤埋設式とし、延長 144.5 m、最適内径は 5.0 m である。

水圧管路の末端部にはバルブが備えられ、河川維持流量 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ が流され、乾季においても常にこの流量が維持される。Fig.3.4 および Fig.3.5 に、取水口および水圧管路の詳細を示す。



d) 発電所および放水口

発電所は鉄筋コンクリート作りの構造物で、長さ 36 m × 幅 26 m × 高さ 16 m となる。地質条件が良好であり、またアクセスがし易いことから、発電所は左岸のダム直下に建設される。発電所形式は半地下式が考えられ、そのために掘削はベンチカットにより深さ約 40 m まで掘り下げ、構造物は地上レベルより低くなる。

発電所内には、出力 65,900 kW の主要タービンおよび河川維持流量による発電のために出力 1,420 kW の小型タービンが据え付けられる。同様に 71,600 kVA の主要発電機および 1,510 kVA の小型発電機が導入される。さらに、発電所の運転に必要なとされる全ての機器や装置が据え付けられる。

e) 仮排水路トンネル

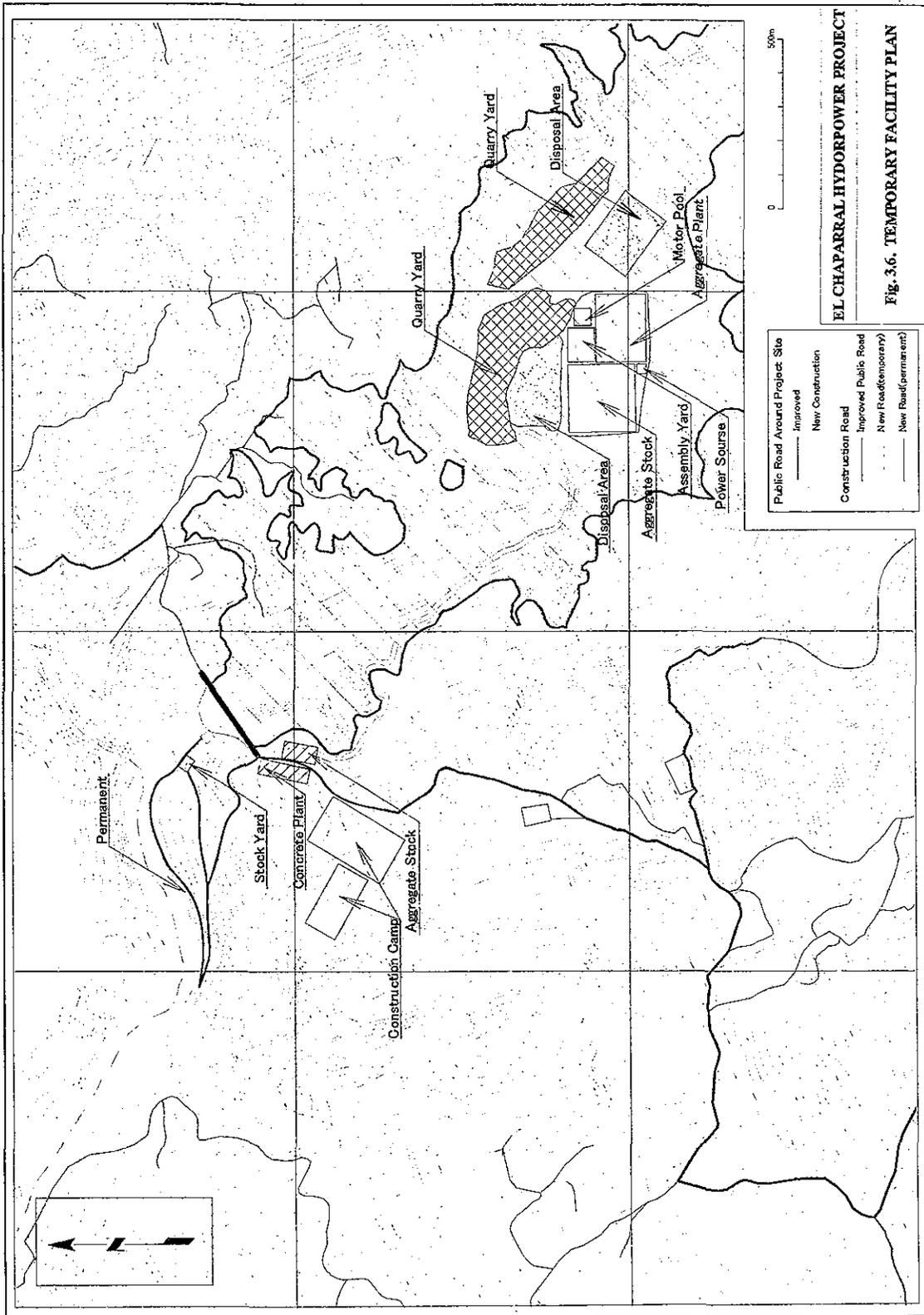
ダムおよび発電所の建設工事を実施するために、河流処理をする必要があり、右岸側の尾根部に、長さ 383.5 m、内径 8 m のトンネルを建設する。また、河川の切り替えを行うため、堤長 77 m、高さ 19 m の仮締め切りダムを建設する。この構造物により河流が仮排水路トンネルに導かれる。雨季には河川の流出量が増し工事に影響を及ぼす場合があるが、復旧により工事再開は可能である。仮排水路トンネルの流下処理能力の設計には、1 年確率洪水量 $728 \text{ m}^3/\text{s}$ を採用した。

トンネルの掘削は昼夜施工で行い、発破により日進 6.0 m と想定される。

上流仮締め切りダムと同様に、下流仮締め切りダムを建設する。これは、仮排水路トンネルの吐き口からの処理水が上流側の建設工事に影響を与えないためのものであり、堤長 43.5 m、高さ 5 m を有し、仮排水路トンネルからの処理水は工事サイトの下流側に流下するようにする。これらの構造物の設計図面を Fig.3.2 に示す。

f) 採石場

コンクリート骨材の採石場として、ダムサイトより約 2 km 上流側に $120,000 \text{ m}^2$ の面積を有する地区が見つかり、そこでの骨材の賦存量は約 $320,000 \text{ m}^3$ である。Fig.3.6 に、採石場および建設期間中使用する仮設備ヤードを示す。



g) 管理地区および宿泊施設

ダムサイトから約 600 m 離れた左岸側に発注者および請負業者が使用する管理事務所、倉庫、宿泊施設等の仮施設が建設される。これらの施設は 2 つの隣合せの区画であり、それぞれの区画面積は 37,500 m² および 20,000 m² である。そこには浄化槽が敷設され、その他の工事現場で、労働者が短期間滞在する場所には、簡易トイレを設置する。電気および電話といった、その他の公共サービスに関しては、近隣の地方自治体が担当している。水は、井戸水又は近傍の沢水を利用することになる。

建設段階に請負業者が使用する管理施設および宿泊施設は、発電運転段階では、作業者の住居として利用するように整備される。

h) サイトへのアクセス道路

トロラ川周辺へアクセスするための道路は存在しているが、工事サイトへアクセスするには、既存道路の拡幅や改修および新たな道路の建設が必要となってくる。橋梁を含む道路 3 km の新設（幅員 6 m）、建設工事期間中一時的に利用される道路 2 km（幅員 6 m）、サンルイスデラレイナよりダムサイトへの既設道路 6 km（幅員 11 m）の改修が予定される。

ダムの天端は、トロラ川両岸に位置する村落を結ぶ連絡道路として利用される。

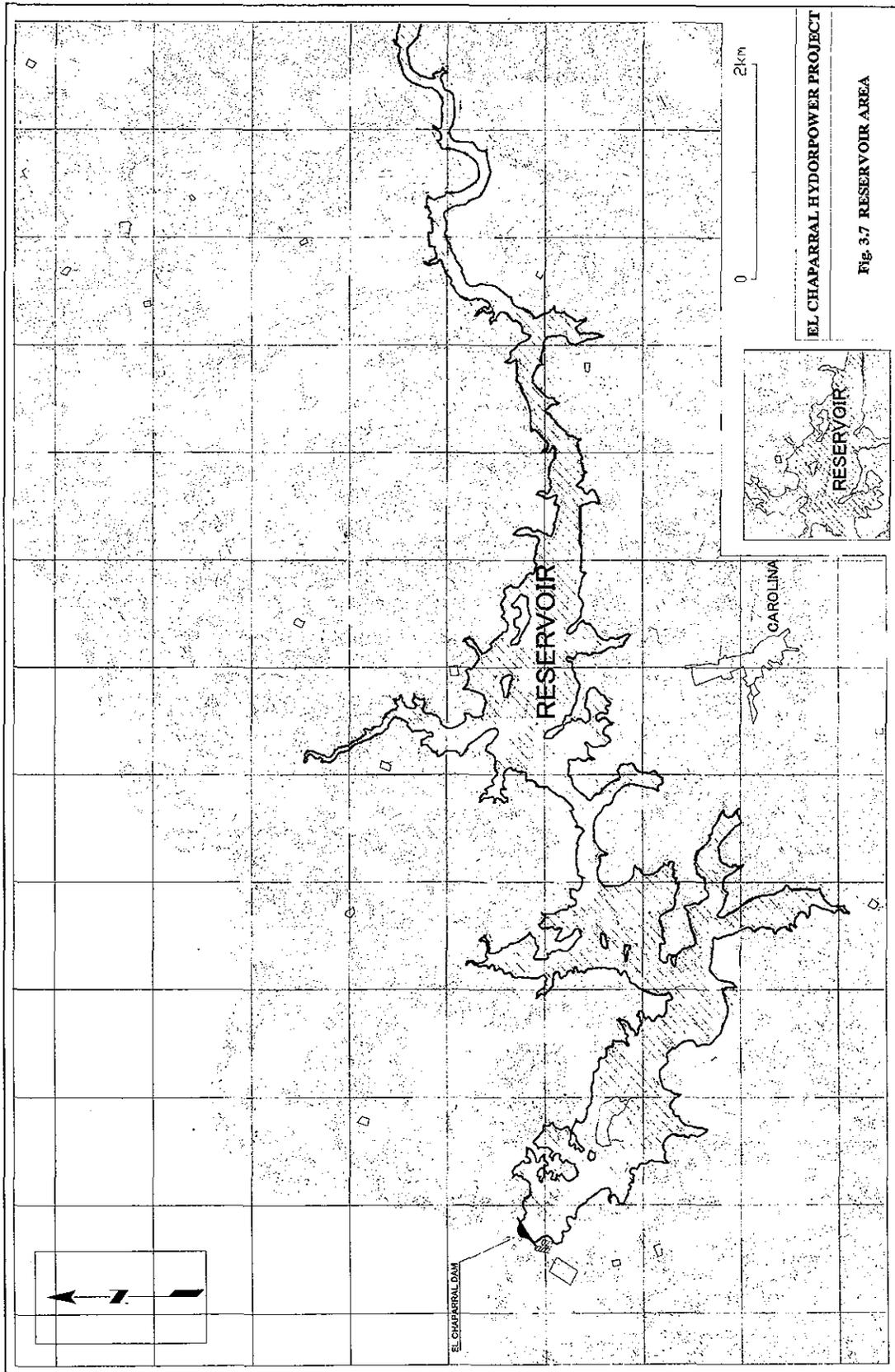
i) 貯水池

計画によれば、施設建設により河川の水は堰き止められ貯水されて、ダムサイトから上流側 11 km のパーソデラオンダの地名で知られている地点の近辺まで貯水池が形成される。その面積は最高水位において 8.6 km² となる。最低水位の標高は、EL.196 m、最高水位は、EL.212 m となり、最大貯水量は 189 百万 m³ である。貯水池はサンルイスデラレイナ市、カロリーナ市およびサンアントニオデルモスコ市にまたがり形成される。Fig.3.7 に、貯水池により水没する地域を示す。

乾季では、貯水池の運用は主に午後の 6 時から 9 時のピーク需要時間に対して行なわれ、その発電使用水量は 70 m³/s 程度である。ピーク時以外の時間帯に対しても、最大流量 102 m³/s（主要タービンに 100 m³、河川維持流量として 2 m³ を使用）の運転が可能である。

j) 開閉所

開閉所は 1,200 m² の面積を占め、発電所から約 60 m 離れた左岸に位置する。屋外開閉機器、鉄塔および送電線との接続に必要な機器が据え付けられる。



EL CHAPARRAL HYDROPOWER PROJECT

Fig. 3.7 RESERVOIR AREA

k) 送電線

開閉所より南西部に位置するキンセデセプティエンブレ変電所までの43 kmの距離に渡り115 kVの送電線が敷設され、そこで発電電力は国内配電網内に送られる。送電線は、鉄塔に固定して支持される。送電線の建設には、独自の環境影響評価が実施される。

一般的に、発電所やその付属機器の据付および運転に使用する資機材は、それぞれの構造にしたがって定めた技術仕様書に基づいて製作される。

l) 貯水開始

工事が完了すると、仮排水路トンネル呑口部を閉鎖して貯水を開始すると共に、引き続きトンネル内部にプラグコンクリートを打設し、貯水池からの漏水を止水する。貯水池の湛水は水位の上昇速度を監視しながら、必要に応じてダム堤体内の放流設備から放流を行ないながら進められる。湛水開始は2月より行なわれ5月末には満水位 EL.212 mに達する予定である。

m) 移転

プロジェクトの実施により直接影響を受ける世帯の移転に対し、住民に情報を提供する活動を実施し、目的を達成するための代替案を説明している。代替案の中では、移転対象世帯数とほぼ同数の住宅建設を考えている。

3.1.2 緑化

請負業者は、主として管理事務所や宿泊施設の対象地域において定められた植物による緑化を実施する。この緑化についての仕様は、本報告書の6章に示す。

3.1.3 機材運搬ルート

プロジェクトを実施するために必要な輸入機材の陸揚げには、国内の既存港湾施設2ヶ所が考えられ、陸揚げ後の内陸輸送ルートの検討を行った。検討結果では、機材の陸揚げがアカフトラ港あるいはラウニオン港になり、2つのルートが考えられる。

a) アカフトラ港ルート

アカフトラ港はソンソナーテ県に位置し、サンサルバドル市より南西方向に 85 km の地点にある。現在は、エルサルバドルの唯一の国際港であり、輸入機材の陸揚げや取扱いを行うために適切なインフラが整備されている。30 トン、40 トン、45 トンおよび 60 トン能力のクレーンのほか、フォークリフトやトレーラーを保有している。このルートは、アカフトラ～サンサルバドル～モンカグアへ分岐～シウダバリオス～サンルイスデラレイナ～ダムサイトとなる行程である。

このルートを利用する場合、パンアメリカンの 105 km 地点の町エルトゥリンフォからサンルイスデラレイナおよびダムサイトまでの道路を通行する選択肢も考えられる。距離は 320 km になる。このルートを利用する場合、道路状況や 2 ないし 3 ヶ所の橋梁の許容重量の詳細調査を実施する必要がある。

b) ラウニオン港ルート

ラウニオン港はエルサルバドル国の南東部の端に位置し、港湾施設改善計画の実施が近いうちに予定されており、重機材の積み下ろし能力を備えることになる。同港湾を使用することができれば、内陸輸送距離は約 100 km となり、アカフトラ港ルートと比べて輸送期間、経費および安全上に大きなメリットが出てくる。このルートは、ラウニオン港～サンミゲール～モンカグアへ分岐～シウダバリオス～サンルイスデラレイナ～ダムサイトとなる行程である。機材を運搬するにはラウニオン市内の道路は幅員が狭いが、ここを除けば、道路状況は良好である。

3.1.4 電機機器

発電の主要機器としては、下記の機器が据付けられる。

- a) タテ軸フランシス水車（公称落差 72.8 m、100%全開最大出力 65.9 MW）。さらに、河川維持流量により機能する出力 1.42 MW の横軸小型 フランシス水車が同一発電所内に設置される。
- b) タテ軸三相同期発電機（定格出力 71.6 MVA、力率 90%遅れ）。回転子（ローター）および回転子（ステーター）の巻線は F 種エポキシ絶縁とする。冷却方式は閉鎖循環通風方法で水冷熱交換器（エアクーラー）とリムダクト・ファンにより冷却している。以下に発電機の主な仕様を示す。

- 回転方向 : 時計廻り
- 定格速度 : 200 rpm
- 定格出力 : 71.6 MV
- 定格電流 : 3,000 A
- 力率 : 0.9 (遅れ)
- 定格電圧 : 13.8 kV
- 定格周波数 : 60 Hz

小型発電機は、出力 1.51 MVA の三相同期発電機で、主要発電機と類似した諸元をもつ。以下に小型発電機的主要仕様を示す。

- 回転方向 : 時計廻り
- 定格速度 : 900 rpm
- 定格出力 : 1.51 MV
- 定格電流 : 1,820 A
- 力率 : 0.9 (遅れ)
- 定格電圧 : 0.48 kV
- 定格周波数 : 60 Hz

- c) 主要変圧器は発電所の屋外に設置され引込み線で屋外開閉所へ接続される。変圧器の形式は三相式で、輸送制限、効率、据付けスペースを考慮して設計される。プロジェクトサイトへの陸上輸送の許容重量は、トレーラーの重量を含めて 100 トンである。尚、消化装置は、変圧器の周囲に設置するスプレインゾルによる噴水タイプが設置される。
- d) 水圧管路および入口弁。主水圧管路は一条で、主入口弁に接続される。主入口弁は複葉弁 (バイプレーン弁) で、弁口径は約 4.3 m となる。小型水車用の分岐管路は、主入口弁の鉄管側に接続される。
- e) 開閉所機器。主要変圧器 2 次側から 115 kV 架線で、約 60 m 離れた屋外開閉所に接続され、更に、115 kV の送電線に接続される。

3.1.5 試運転および運転開始

発電機、制御機器、変圧器の据付け完成後、有水試験を実施し、運転開始前に試運転を実施する。

3.1.6 プロジェクトの工事費

2003年1月時点において、プロジェクトの工事費は135.3百万USドルと見積られた。この概算額は以下の工事に振分けられる。

- ① 準備工事：これには、プロジェクトサイトにおける既存道路の改修および新設が含まれ、工事用道路あるいは一般道路となるものである。
- ② 土木工事：仮排水路トンネルの掘削、仮締切りダム建設、ダム本体、洪水吐および発電所の建設といった河床における建設作業
- ③ ゲートを含む水力機器の調達
- ④ 電機機器の調達：タービン、発電機、変圧器、発電および開閉所関連機器
- ⑤ 送電機器：送電線設備および送電線用の遮断器等機器
- ⑥ 環境対策：公共道路の新設および改修、2ヶ所の橋梁建設、環境影響対策費
- ⑦ 土地取得および補償費：貯水池、アクセス道路、仮設備、発電所、開閉所、送電線のための土地取得。移転関連費用。
- ⑧ 準備工事、土木工事、水力機器、周辺道路整備、電気機器、および送変設備のための予備費。
- ⑨ 工事に係わる管理運営費、技術費。

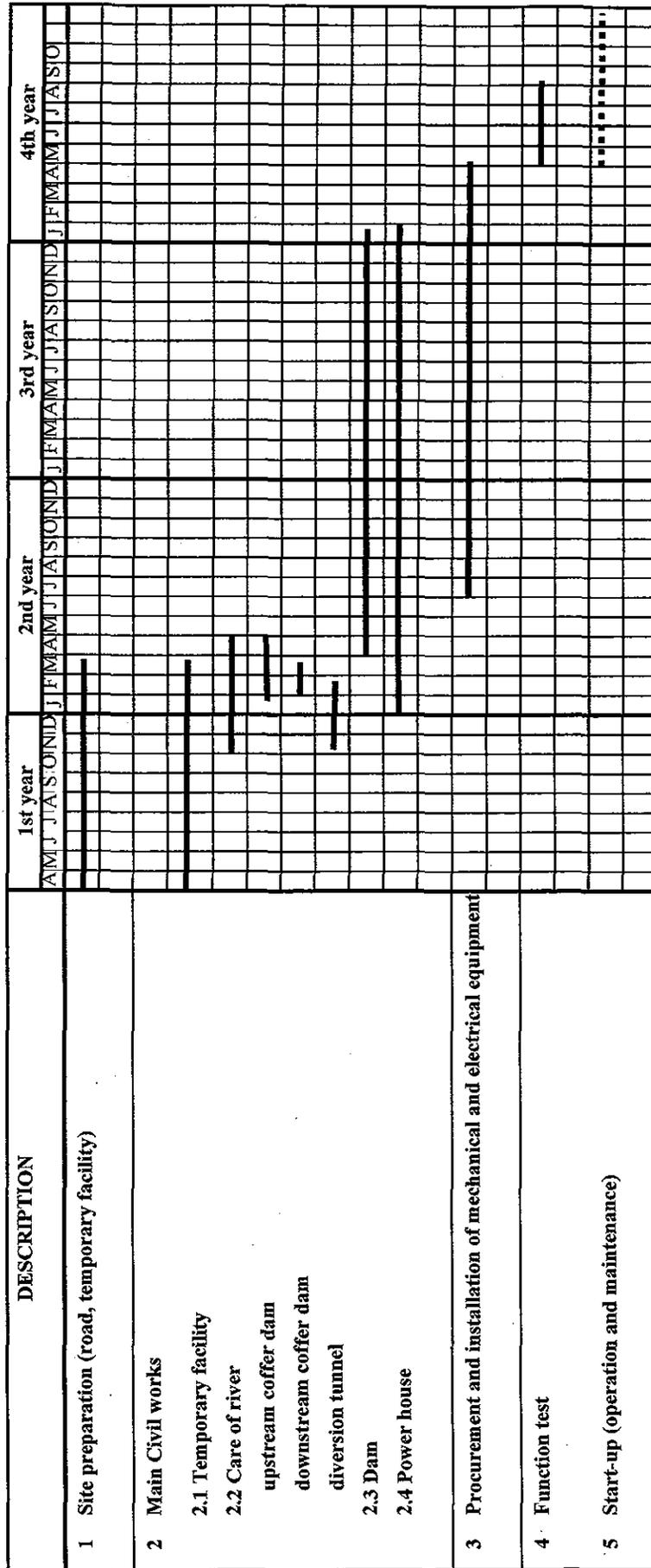
Table 3.1 に費用の要約を示す。

Table 3.1 Summary of Costs for Project Construction

No.	Activity	Cost US Dollars
1	Preparatory Works	4,471,800
2	Civil Works	57,114,110
3	Hydromechanical Equipment	11,720,000
4	Electrical Equipment	17,786,000
5	Transmission Equipment	2,597,000
6	Environmental Costs	7,420,000
7	Land Acquisition and Relocation	9,823,700
	Total direct costs	110,932,610
8	Contingencies	7,763,750
9	Administration and Engineering Costs	16,639,900
	Total indirect costs	24,403,650
	Total costs for project construction	135,336,260

3.1.7 工期

本計画の工期は、3年4ヶ月と見積もられている。工事工程のクリティカルパスは、発電所関連の工事である。工事の実施にあたっては多くの異なる作業に対し500人の労働者の参加が要求される。また、トンネル掘削やダムのコングリート打設作業以外の標準労働時間は8時間である。工事の実施に当っては、ショベルカー、ボーリングマシーン、バックホー、クレーン、ローラー振動コンパクター、ダンプトラックといった各種建設機械が使用される。Fig.3.8にプロジェクトの工事工程表を示す。



□ Rainy season

Fig.3.8 Construction Schedule

3.2 運転段階

水力発電所の機能には、正常な運転を行うために発電所からの一連の制御調整が必要であり、そこには、ルーチン作業としての定期点検、清掃、計画予防保全や事故に対応した修理が含まれる。これは、常に機器類や設備が機能するために十分な状態を維持することを目的としたものである。

主要な機能は、水流により稼動するタービンによって発電が行われることである。発電所の正常な機能を確保するためには以下に記載する作業を実施することが要求される。

- 発電所内における潤滑油および絶縁油の補充、各種構造物の塗装
- 計測機材およびパネルの維持管理
- 取水ロスクリーンの異物の除去（多様な固形廃棄物）
- 構造物の清掃および洗浄
- 劣化および地すべりを避けるための各種構造物擁壁の維持管理
- 直接影響地区における緑地帯の維持管理活動
- 発電所内の各種施設へのアクセス道路の維持管理
- 開閉所および送電線の維持管理
- 電力需要に応じた貯水池の運用
- 緊急放流の早期警報システム
- 施設内部および下流地区との無線コミュニケーションシステム
- 運転規則
- 標識の設置

3.3 撤去段階

工事終了後、請負業者が使用した仮設備の撤去作業や発電所の運転停止に伴う発電所施設の閉鎖時の必要な作業が考えられる。

施設の建設工事が完了したならば、請負業者は、残った材料や建設に使用したものを撤去する。事務所、倉庫、作業場等の仮施設を完全に撤去し、残余物がない状態でその土地を発電所の事業者へ引渡す。

水力発電所の施設に関して、耐用年数は 50 年と算定されており短期間内における運転閉鎖は想定できず、維持管理を適切に行うことにより、評価結果にもよるが耐用年数を超えて運転を継続することが可能である。

しかしながら、運転閉鎖および施設の放棄を仮定した場合、まず、法律規制上それらを担当する電力通信総合監督庁（SIGET）、環境天然資源省（MARN）および地方自治体といった関係当局あるいは将来の同等の機関に報告し、撤去のための許可を得るために環境手続きをとることになるであろう。

実践面では、洪水吐のゲートを撤去し、同時に残りの構造物を取り除き、あるいは機能を停止させ、流量を回復させて河床を自然の状態に戻さなければならない。これにより住民あるいは種々の動物に対する危険の可能性は回避される。また、使用した全ての土地のリハビリを行い、天然資源の自然による回復プロセスが機能し始めるようにしなければならない。

3.4 経済財務評価

3.4.1 経済評価

経済評価は、あるプロジェクトの実施により生じる経済的インパクトを国家経済の観点から決定することを目的としている。以下に、プロジェクトを実施することで表現される費用および便益の比較を示す。

1) 基本的条件

エルサルバドルにおける他のプロジェクトに関する既存の報告書を基に、以下の基本的条件を採用した。

- 資本の機会費用：資本の機会費用とは、投資の妥当性を判断する利子率である。エルサルバドルにおける他のプロジェクトに使用した利子率を参考にして10%とした。
- 割引率：世銀で採用している割引率10%を採用した。
- シャドウプライス：内貨分のシャドウプライスを計算するために、米州開発銀行により採用されている標準変換係数を採用した。
- 耐用年数：各施設の耐用年数を、コンサルタントの経験に基づき、以下に示す。

土木設備	: 50年
水力危機および電気機器	: 35年
送電線	: 30年

- プロジェクトの年数（計算期間）：評価の計算期間を53年とした。すなわち、土木設備の耐用年数50年に建設期間3年を加えたものである。
- 積算：2003年の価格を使用して積算を行った。

2) 本計画の経済費用

本計画の経済費用は、本プロジェクトのフィージビリティ調査にて示されている市場価格を基に計算した。建設費に加え運転維持費が費用ストリームに計上される。

基本的には、エルサルバドルにおける発電機器および開閉機器の輸入税は免除される。したがって、積算には税金は含まれず、外貨分は変換することなく経済価値として使用した。

a) 初期投資額

各設備ごとの初期投資額を Table 3.2 に示す。主な項目ごとの年別投資額を集計した。この額には技術管理費および予備費が含まれる（ただし、4年目は保留金解除に伴う支払い額を含む）。

Table 3.2 Initial investment costs (Unit: 1000 US\$)

(Unit: 1000US\$)

	Environment and land acquisition cost	Civil and preparatory works	Hydromechanical and electromechanical equipment	Transmission lines	Total Cost
1st year	12,305	11,618	4,183	455	28,561
2nd year	2,037	18,317	8,074	1,061	29,490
3rd year	2,037	33,075	14,412	1,212	50,737
4th year	2,037	9,409	8,213	303	19,962
Total	18,418	72,418	34,883	3,030	128,749

b) 運転維持費

運転維持費（O&M）は各工事の建設費に一定の率をかけて算出した。この率はコンサルタントの類似プロジェクトにおける経験によるものである。算定結果を Table 3.3 に示す。

Table 3.3 Cost of Operation and Maintenance (Unit: 1000 US\$)

(Unit: 1000US\$)			
Item	Construction Cost	Rate	Amount
Civil Works	729,418	0.5%	362
Equipment	34,883	1.5%	523
Transmission Line	3,030	1.5%	46
Total			931

3) プロジェクトの経済便益

本計画に適切であろうと考えられる以下の便益を使用した。一つは“with project”と“without project”の観点から計測される代替火力費用であり、もう一つは限界費用を用いた売電収入額である。分析の詳細は本計画のフェージビリティ調査に記載している。

a) 代替火力発電費用

“with project”と“without project”の観点から経済便益を計測することができる。この場合、水力発電所を建設する代替として、エルチャパラルプロジェクトと同等のサービスを提供し得る代替火力発電所の建設が考慮される。代替火力発電所に要求される費用を計算する目的で、2段階において以下のプロセスを採用した。第一段階では、発電方式の異なる幾つかの発電所の年間費用を検討し、第二段階は、建設費および燃料費を含んだ O&M 費を算定するために年間費用が最も少ない発電所を選定することである。

これらの条件を基本として、各発電所の年間経費および各設備利用率に対する発電単価を算出した。エルチャパラル計画の利用率と同じ 40%の利用率と比較した結果、経費が一番安い発電所は、低速ディーゼル・エンジンおよび火力によるものであることが判明した。ここでは、エルサルバドルにおける技術蓄積および燃料の取り扱いの容易性を考慮して、低速ディーゼル・エンジンを比較の対象として選定した。

エルチャパラル計画の有効出力を基準にして代替火力発電所の設備容量を算定した。本計画の場合は、トロラ川の水量の季節変動が大きいため、設備容量に比較して有効出力が極めて小さくなっている。したがって、保守性の観点から、また便益の過剰な算定を避けるために、代替火力発電所の設備容量はエルチャパラル計画の設備容量をカバーするように設定されていない。

代替火力発電所の建設費は US\$ 46,000,000 となり、代替火力の O&M 費は US\$ 2,440,000 に、また燃料費は年間 US\$ 9,112,000 である。

b) 売電収入

エルサルバドルでは電力セクターの自由化が進み、UTにより管理される電力卸売市場は、1998年より機能している。大口契約による取引を除いた全ての電力は、市場メカニズムにより決定された価格にて取引されている。過去5年間の月毎の平均取引単価はUS\$ 67.65/MWhであり、この平均単価を売電単価として使用する。この単価に、キンセデセプティエンブレ発電所の発電増加分（2GWh）を含めた年間発生電力量（233.21GWh）をかけ合わせることで、年間収入額（US\$ 15,776,700）が得られ、これを便益とする。

4) 経済指標

計画開始年の経済費用の純現在価値（NPV）はUS\$ 109,614,000である（割引率10%、以下の算定においても同様）。代替火力発電による経済便益の総現在価値は、US\$ 120,294,000である。NPVの計算値はUS\$ 10,680,000となり、便益費用比率（B/C）の計算値は1.10である。経済的内部収益率（EIRR）の計算値は、Table 3.4に示すように11.3%であった。

他方、売電収入による経済的便益の総現在価値はUS\$ 111,237,000である。NPVの計算値はUS\$ 1,623,000であり、便益費用比率（B/C）の計算値は1.01である。経済的内部収益率（EIRR）の計算値は、Table 3.4に示すように10.2%であった。

Table 3.4は、各割引率と共に純現在価値（NPV）、便益費用比率（B/C）、そして経済的内部収益率（EIRR）の評価基準や経済指標をまとめて示したものである。

Table 3.4 Economic Indicators

	Benefit		Criteria	Discount rate
	Alternative thermal	Power sales		
NPV	72,822	74,637	> 0	6%
	34,388	29,323	> 0	8%
	10,680	1,623	> 0	10%
B/C	1.57	1.59	> 1	6%
	1.29	1.25	> 1	8%
	1.10	1.01	> 1	10%
EIRR	11.3%	10.2%	> costo de oportunidad de capital	

売電収入を便益として使用した評価指数は、代替火力のそれより低い結果であった。しかしながら、前述の低い値も含め評価指数はいずれも評価基準を満たしており、計画は経済的にフィージブルであると評価できる。

フィージビリティ調査では、経済分析の各指標に関して前提条件が変化した場合の感度分析も行われた。

しかしながら、悪い方向の感度分析では評価基準を下回ることは明白である。一般的に、EIRR が資本の機会費用を下回る場合でも、それがすぐさまプロジェクトを否定するものではなく、数パーセントの範囲は“questionable”な領域とされている。感度分析で想定するような悪い不幸に向かった場合、EIRR はこの questionable な範囲に入ってしまう。しかし、そのようなリスクを背負ってでも開発を進めるという決断をする場合には、資本の機会費用との差を、クリーンエネルギー開発および地域開発を促進するためのコスト（補助金）として捉えろといった政策的な判断をする必要がある。

3.4.2 財務評価

財務評価の目的は、実施企業が期待する投資の回収を検討するものである。

1) 手法

調査では、キャッシュ割引フロー法を使用した。本手法の基本的アプローチは以下の通りである。まず第一に、アウトフロー（費用）およびインフロー（便益）をプロジェクト期間全体にわたり年別に展開する。第二に、各年度に発生した額を割引率を使用してプロジェクトの初年度における現在価値に換算する。その上で、費用と便益の比較を行う。評価指標として、投資に係わる財務的内部収益率（FIRR）を計算する。投資に係わる FIRR は、財務状況により影響を受けることはなく、プロジェクトの収益性を評価するのに適切な指標である。

2) 本計画の財務費用および便益

a) 財務費用

本計画の財務費用には、市場価格による初期投資額、機器更新費用および O&M 費用が含まれる。これら費用を Table 3.5 に示す。

Table 3.5 Financial Project Cost (Unit: 1000 US\$)

(Unit 1000 US\$)

	Environment and land acquisition cost	Civil and preparatory works	Hidromechanical/ electromechanical equipment	Transmission Line	Total Cost
1st year	13,431	12,432	4,244	468	30,574
2nd year	2,133	19,463	8,205	1,091	30,892
3rd year	2,133	35,090	14,632	1,247	53,102
4th year	2,133	9,997	8,326	312	20,769
Total	19,830	76,982	35,407	3,117	135,336

O&M 費用は、類似案件におけるコンサルタントの経験から各設備の建設費に一定の比率を乗じて算出した。

Table 3.6 O&M Cost (Unit: 1000 US\$)

(Unit: 1000US\$)

Item	Construction Cost	Rate	Amount
Civil Works	76,982	0.5 %	385
Equipment	35,407	1.5 %	531
Transmission Line	3,117	1.5 %	47
Total			963

b) 財務便益

本計画の財務便益は電力販売収入である。CEL の営業ユニットおよび調査部が共同で、SDDP の最適化モデルを使用して「2009 年～2024 年、エルチャパラル水力発電所における発電および収入予測」を作成した。この報告書によると、算定された年間の売電量は 180.2 GWh であり、平均売電価格は US\$ 58.08 /MWh となった。この評価では、これらの値をベースにして計算した年間収入は US\$ 10,466,000 であった。

c) 財務的内部収益率

投資に対する財務的内部収益率を Table 3.7 に示す財務収入に基づき計算した。その結果、本計画実施にはソフトな条件の融資が必要なことが判明した。

Table 3.7 Result of FIRR

Item	Result	Criteria
FIRR	6.4 %	> interest rate

d) 投資資金回収期間

本計画の資金の融資元を3ケース想定した。Table 3.8 にその条件を示す。

Table 3.8 Financial Condition

	Case A Comm. Bank	Case B Int'l Financing	Case C Bilateral loan
(1) Interest rate	8%	6%	1.5%
(2) Commitment fee	0.75%	0.75%	0.75%
(3) Loan period	10 years	15 years	25 years
(4) Repayment period	7 years	12 years	18 years
(5) Grace period	3 years	3 years	7 years
(6) Debt/Capital	70/30	70/30	70/30

上記融資条件により、資金回収期間（ここでは運転開始後キャッシュフローが黒字化するまでに期間を示す）を計算した結果を Table 3.9 に示す。

Table 3.9 Period of Investment Recovery

	Case A	Case B	Case C
Recover Period	20 years	21 years	2 years