

国際協力事業団

インド国

マハラシュトラ州灌漑局

マハラシュトラ州揚水発電開発調査

最終報告書

要約版

1998年3月

JICA LIBRARY



J1142057(7)

電源開発株式会社

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル

鉦調査

CR(3)

98-029

2Y

国際協力事業団

インド国

マハラシュトラ州灌漑局

マハラシュトラ州揚水発電開発調査

最終報告書

要約版

1998年3月

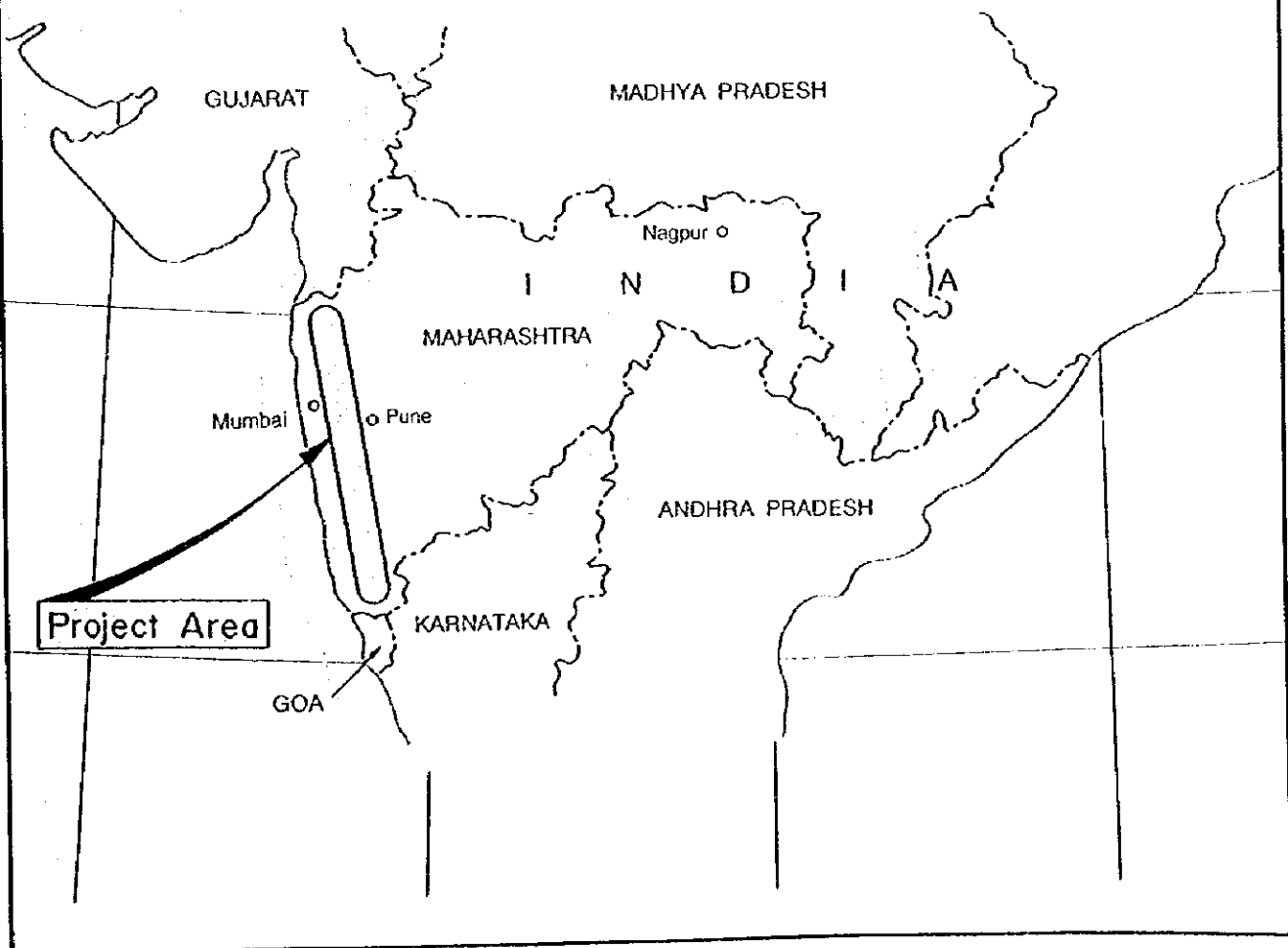
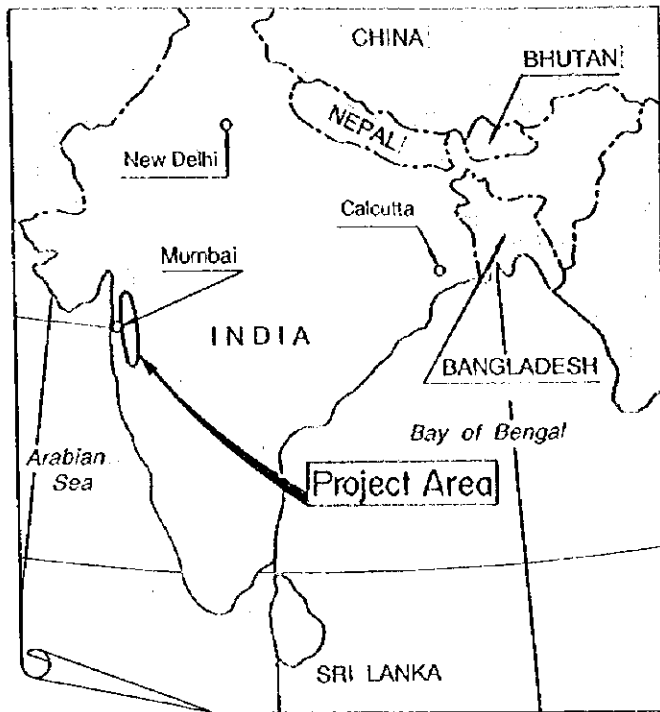
電源開発株式会社

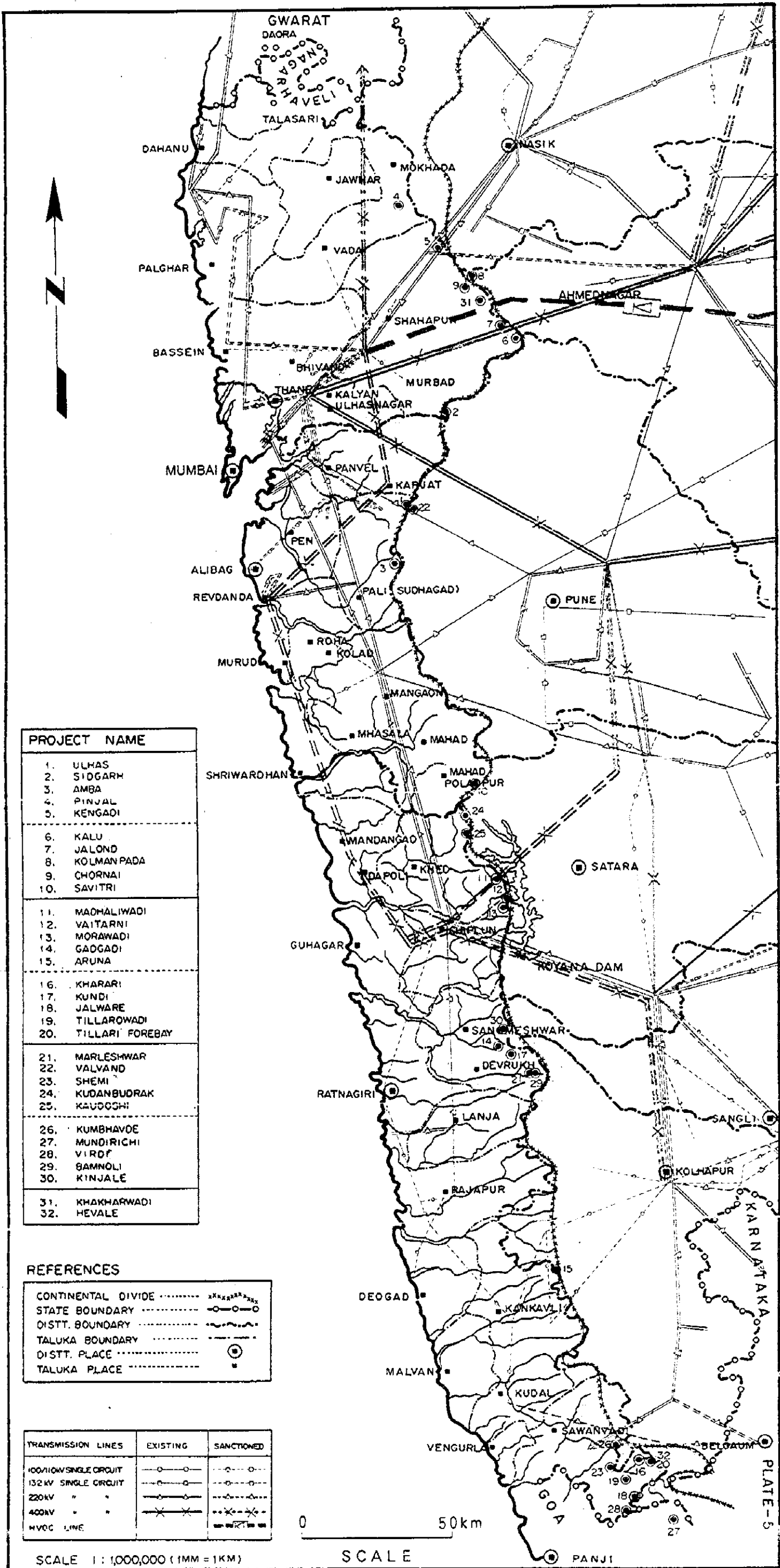
株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル



1142057 (7)

LOCATION MAP





PROJECT NAME

- | | |
|-------|-----------------|
| 1. | ULHAS |
| 2. | SIDGARI |
| 3. | AMBA |
| 4. | PINJAL |
| 5. | KENGADI |
| ----- | |
| 6. | KALU |
| 7. | JALOND |
| 8. | KOLMANPADA |
| 9. | CHORNAI |
| 10. | SAVITRI |
| ----- | |
| 11. | MADHALIWADI |
| 12. | VAITARNI |
| 13. | MORAWADI |
| 14. | GAOGADI |
| 15. | ARUNA |
| ----- | |
| 16. | KHARARI |
| 17. | KUNDI |
| 18. | JALWARE |
| 19. | TILLAROWADI |
| 20. | TILLARI FOREBAY |
| ----- | |
| 21. | MARLESHWAR |
| 22. | VALVAND |
| 23. | SHEMI |
| 24. | KUDANBUDRAK |
| 25. | KAUDGSHI |
| ----- | |
| 26. | KUMBHAVDE |
| 27. | MUNDIRICHI |
| 28. | VIRDIF |
| 29. | BAMNOLI |
| 30. | KINJALE |
| ----- | |
| 31. | KHAKHARWADI |
| 32. | HEVALE |

REFERENCES

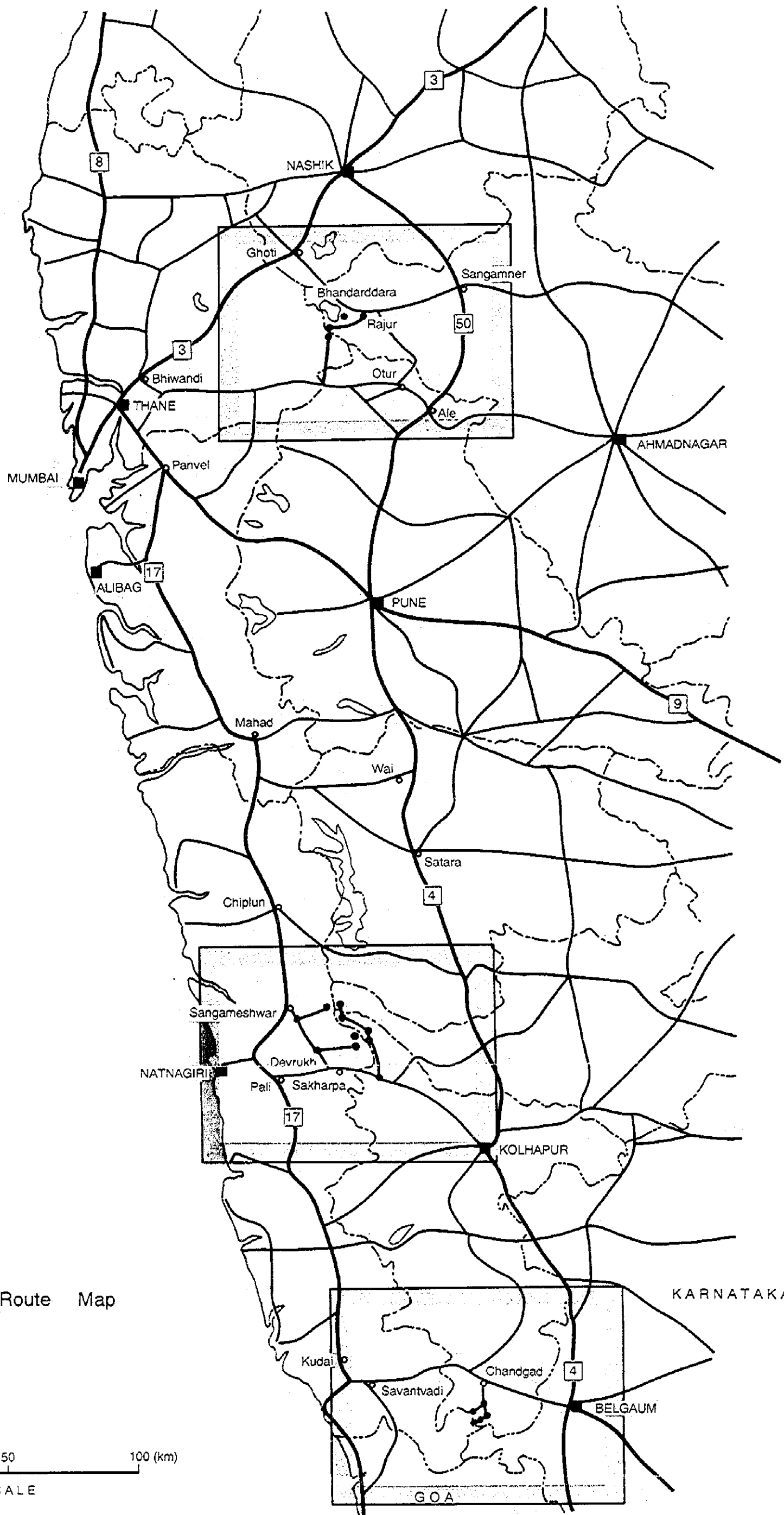
CONTINENTAL DIVIDE	-----	XXXXXX
STATE BOUNDARY	-----	○-○-○
DISTT. BOUNDARY	-----	~
TALUKA BOUNDARY	-----	○
DISTT. PLACE	-----	●
TALUKA PLACE	-----	■

TRANSMISSION LINES	EXISTING	SANCTIONED
100/110KV SINGLE CIRCUIT	—○—	-○-
132KV SINGLE CIRCUIT	—○—	-○-
220KV " "	—○—	-○-
400KV " "	—X—	-X-
HVDC LINE	—X—	-X-

SCALE 1 : 1,000,000 (1MM = 1KM)

SCALE 0 50km

PLATE-5

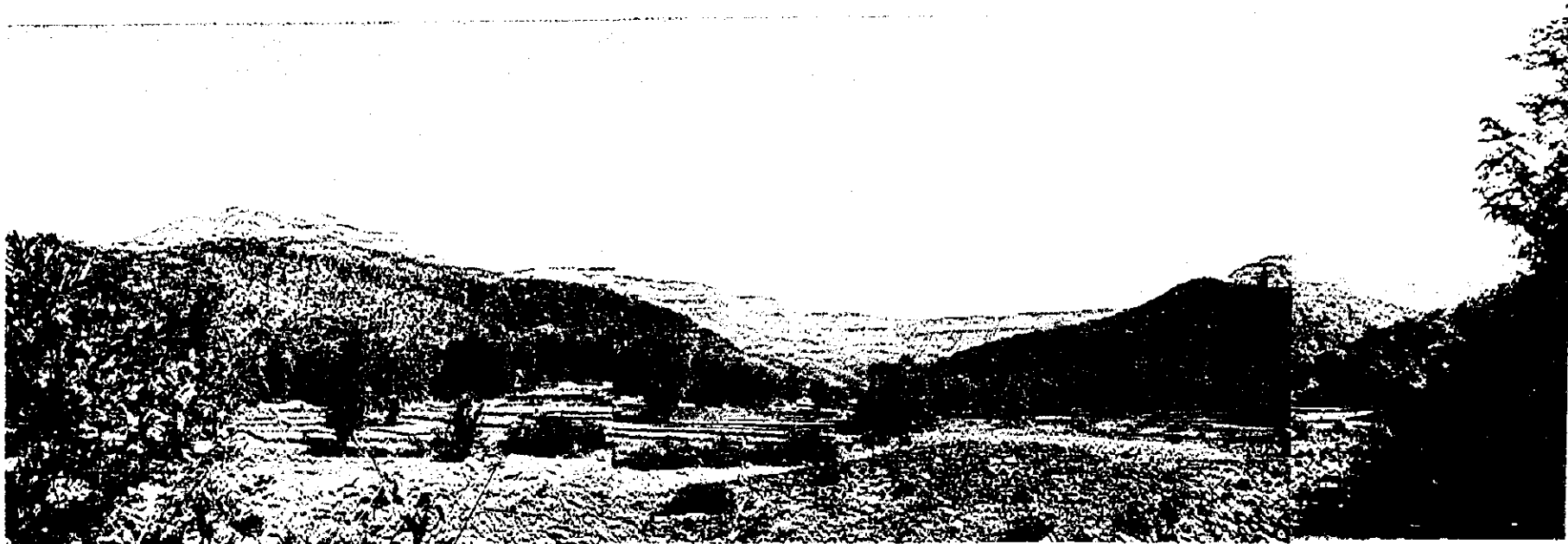




Jalond: Upper reservoir (Panoramic view from the left hill near Kumshet)



Mareshwar: Upper reservoir
(Panoramic view from the left bank of main dam)



Mareshwar: Lower reservoir
(View from the dam axis to reservoir area)



Tillari Forebay: Upper reservoir, Hevale: Lower reservoir and Upper reservoir
(Panoramic view from the left bank of upper reach)



Hevale: Upper reservoir
(Panoramic view from the top of the mountain to the east)

目 次

第1章 序論	S1-1
1.1 経緯・背景	S1-1
1.2 調査の目的、範囲	S1-2
1.3 JICA 調査団の構成	S1-3
第2章 マハラシュトラ州および計画地域周辺の一般概要	S2-1
2.1 マハラシュトラ州の一般概要	S2-1
2.2 計画地域および周辺の一般概況	S2-5
2.3 プロジェクトサイトへのアクセス	S2-7
第3章 電気事業の現況と電力需給計画	S3-1
3.1 電力の現状	S3-1
3.2 電力供給設備の現状	S3-2
3.3 電力需要供給計画	S3-2
第4章 マハラシュトラ州の揚水発電ポテンシャル	S4-1
第5章 優先プロジェクトの選定	S5-1
5.1 第一次インベントリー調査	S5-1
5.2 第二次インベントリー調査	S5-1
第6章 地形図	S6-1
6.1 地形図作成	S6-1
6.2 業務内容の変更	S6-3
第7章 地質	
7.1 Jalond Site	S7-1
7.2 Marleshwar Site	S7-2
7.3 Hevale Site	S7-3

第8章 気象および水文	S8-1
8.1 Konkan 地方の水文・気象条件	S8-1
8.2 月間降雨量	S8-1
8.3 低水量解析	S8-1
8.4 洪水量	S8-2
8.5 蒸発および浸透による損失量	S8-3
8.6 堆砂量	S8-3
第9章 環境影響調査	S9-1
第10章 今後の調査	
10.1 概要	S10-1
10.2 地質調査計画	S10-1
10.3 水文調査	S10-5
10.4 環境影響調査	S10-5
10.5 電力調査	S10-6
10.6 プレFS 設計、主要構造物の概念設計	S10-7
10.7 建設工事費	S10-8
10.8 建設工程	S10-9
10.9 財務・経済分析	S10-9

第1章 序 論

1.1 経緯・背景

マハラシュトラ州はインド西部に位置し、国内最大の商業都市ムンバイ (Mumbai) を抱える人口 78.7 百万人の州である。マハラシュトラ州は過去 5 年の電力需要は年率 8.5% の高率で増加しており 1993 年 3 月までにおける最大電力需要は 6,828MW にのぼる。

一方マハラシュトラ州の設備出力は 1991 年末で 9,324MW であった。うち約 81% を石炭焚きを主とする火力発電所が占める。これら火力設備はベース電力供給を目的としているが、現在負荷追従運転を余儀なくされており、そのため設備が著しく劣化している。

マハラシュトラ州はピーク需要対応に有効な貯水池式水力発電所の有望地点が枯渇しているが、同州西部は、南北に急峻な山脈が連なり、その地勢的特徴から揚水発電計画の適地が豊富である。

マハラシュトラ州の電源構成は、火力・ガスタービン発電 (81%) に集中しているが、今後の開発計画によれば電源構成は、火力・ガスタービン発電の割合が更に強まり、需要予測の面からはピーク負荷とオフ・ピーク負荷の差が増大するものと予想される。

このため、起動停止、負荷追従性にすぐれた揚水発電所を投入することで、火力発電設備の高効率定負荷連続運転を促進するとともに、火力発電設備にとって過酷な負荷追従運転を回避することが可能となり、設備の安全性の確保および信頼性の向上を図り、電源供給信頼度の向上、電源設備全体での高効率運用を図ることが求められている。

インド国政府はマハラシュトラ州の高効率な電源設備運用を図る目的の一環として、マハラシュトラ州コンカン地域の揚水発電計画マスタープラン調査の実施を日本政府に要請した。

日本政府は本計画の技術援助供与について同意し、1991 年 2 月に足立隼夫 (JICA、国際協力専門員) を団長とする JICA 事前調査団をインド国に派遣した。

事前調査団は現地視察、資料収集を行うと共に担当機関であるマハラシュトラ州灌漑局 (GOMID) と協議を行い、本計画のマスタープラン調査に係る協定書 (Scope of Work) を作成し、1991 年 2 月 11 日その内容について最終合意し、調印した。

JICA は本調査を遂行するため、所定の書類審査業務を経て電源開発株式会社を幹事会社とする株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルとの共同企業体を選定し、その業務実施契約を締結した。

上記契約に基づいて牛島照美（電源開発）を総括とする本格調査団は 1994 年 9 月より本調査を開始した。調査団は資料収集、既往調査のレビュー、マスタープラン調査、水文調査、地質調査工事、環境影響調査等を実施した。

本調査の現地調査業務は GOMID の協力を得て、GOMID のカウンターパートと共に実施した。同時に、調査団は現地での調査業務期間を通じて GOMID の技術者に対して技術移転を行った。さらに、JICA は本調査期間中 GOMID の技術者 2 名を日本に招聘し、カウンターパート研修を実施した。

本調査のすべての業務は 1998 年 3 月に完了した。

1.2 調査の目的、範囲

1.2.1 調査の目的

調査の目的はマハラシュトラ州において、将来フィージビリティ調査の対象となる、揚水発電開発プログラムを確定するため、揚水発電開発マスタープランを策定し、その中で有望地点のプレ・フィージビリティ調査を行うことである。

また、GOMID 技術者に対して揚水発電に関する技術移転を行うことを目的とする。

1.2.2 調査対象地域および範囲

(1) 調査対象地域

調査対象地域は、マハラシュトラ州の海岸地域であるコンカン地区である。

(2) 調査の範囲

調査の範囲は揚水発電開発を目的とした開発調査である。調査の範囲は当初次の 3 段階に分けて実施する予定であった。

- 1) マスタープラン調査
- 2) 現地詳細調査
- 3) プレ・フィージビリティ調査

しかしながら、一部の調査対象地域が鳥獣保護地域に位置し、地質調査工事を一部中止しなければならなかったこと、航空写真測量結果の1:10,000地形図の国外持ち出しの許可がインド政府からおりなかったことから、上記1)マスタープラン調査、および一部の地質調査工事を除く2)詳細現地調査を実施した。

1.3 JICA 調査団の構成

氏名	担当	所属
牛島照美	総括(1996年3月まで)	電源開発
近藤滋	総括(1997年12月より)	電源開発
	揚水発電計画A	
高橋利夫	揚水発電計画B	電源開発
佐藤敏之	土木設計	電源開発
前田卓	水文	パシフィックコンサルタントインターナショナル
鹿野明郎	地質評価	基盤地盤コンサルタンツ
杉山睦三	地質調査指導A	基盤地盤コンサルタンツ
S. P. BAGLI	地質調査指導B	TATA Consulting Engineers
S. S. VATSHAMPAVAN	地質調査指導C	TATA Consulting Engineers
和田俊朗	電力計画	電源開発
森下英明	送電計画	電源開発
水流純男	環境A	パシフィックコンサルタントインターナショナル
津村照彦	環境B(1996年3月まで)	パシフィックコンサルタントインターナショナル
中西三平	環境B(1997年12月から)	パシフィックコンサルタントインターナショナル
S. D. CHAWATHI	環境C	TATA Consulting Engineers
尾崎隆夫	経済	海外企業コンサルティング
谷口英典	業務調整	電源開発

第2章 マハラシュトラ州および計画地域周辺の一般概要

2.1 マハラシュトラ州の一般概要

2.1.1 地理

マハラシュトラ(Maharashtra)州は、インド中西部に位置し、北西をグジャラート(Gujarat)、北および東をマディヤ・プラデシ(Madhya Pradesh)、南東をアンドラ・プラデシ(Andhra Pradesh)、南西をカルナタカ(Karnataka)の各州と接しており、西はアラビア海(Arabian Sea)にのぞむ。州の大部分はデカン(Deccan)高原で占められ、面積は38万km²であり、インドにおいて第三番目の広さを持つ州である。

1960年に旧ボンベイ(Bombay)州のマラティ(Marathi)語圏の地域より構成され、州都は国内最大の商業都市であるムンバイである。

マハラシュトラ州は地勢的に大別して、コンカン(Konkan)、デッシュ(Desh)、カンデッシュ(Khandesh)、マラトワダ(Marathwada)、ビダルバ(Vidarba)の5つの地域に分けられる。

コンカン地域は、東は西ガート山脈、西はアラビア海に挟まれた南北に細長い海岸地域で幅は50kmから60km、長さは約500kmの規模である。

デッシュ地域はマハラシュトラ州の中央地域であり、デカン高原を含む。主要な河川はゴダバリ(Godavari)川、ビマ(Bhima)川、クリシュナ(Krishna)川である。これらの河川は西ガート山脈に源を発し、南東に向かって流下しベンガル(Bengal)湾へ注ぐ。このうちゴダバリ川が最も長く、ナシック(Nashik)地区のトリムバケシュパール(Trimbakeshwar)に発し、ナシック(Nashik)、コパールガオン(Kopergaon)、パイタン(Paithan)、ガンガケッド(Gangakhed)、ナンデッド(Nanded)の諸都市を通過して流れ下って行く。ゴダバリ川流域はマラティ文化の発祥地でもあり、マラティ語もここから発生したものである。

ビマ川は、ビマシャンカール(Bhimashankar)に発し、クカディ(Kukadi)、パワナ(Pawana)、インディラヤニ(Indirayani)、ムラムタ(Mula-Mutha)、ネーラ(Neera)、カルハ(Karha)の諸支流を合して、最後はカルナタカ州のライチュール(Raichur)でクリシュナ川に合流する。

クリシュナ川は、その源をマハブラシュパール(Mahabaleshwar)に発し、ベンナ(Venna)、コイナ(Koyna)、パンチガンガ(Panchganga)の諸支流を併せ、ワイ(Wai)、サ

ングリ(Sangli)、ミラージュ(Miraj)、ナルソバワディ (Narsobawadi) の諸都市を通過し、流下する。

カンデッシュ地域はタピ (Tapi) 川流域である。タピ川はデカン高原に源を発し、西へ流下する。流域は沖積台地であり、綿、たばこ等を産出する。この地域は南・北インドの間で以前より、その帰属について争われてきた地域であり、南・北インドの対立を象徴する地域であった。

マラトワダ地域は旧ハイデラバード(Hyderabad)州のマラティ語圏の地域より構成されている。主要産業は農業である。

ビダルバ地域はマハラシュトラ州の東地域であり、州の中で3番目の都市であるナグプール(Nagpur)が中心である。

2.1.2 気候

マハラシュトラ州は、北緯 16 度から 22 度の間にあり、熱帯モンスーン型の気候帯に属し、明確に、夏・雨期・秋・冬の4季に分かれている。冬は、摂氏 10 度から 30 度の間にあり、稀に霜が降りる。夏は、ビダルバにおいて 40 度を越えるが、海岸部では海の影響で、湿度は高いが、温度は摂氏 20 度から 25 度程度である。

6 月中頃から 10 月中頃まで、南東モンスーンの影響を受けた降雨があり、年降水量は地域によって差はあるが、特に、コンカン地域は年間 2,500 から 3,500mm の降水がある。

2.1.3 人口

1991 年に実施された国勢調査によると、インド国全体の人口は 843.9 百万人、そのうちマハラシュトラ州の人口は 78.7 百万人であり、これは 10 年前の 1981 年の 62.8 百万人に比べて 25%の増となっている。

州人口の半数以上は、農業に従事しているが、工業開発においても豊富な天然資源、地理的好位置、良好な港、道路および鉄道網の発達、豊富な資本および労働力等を背景にして、インド国内において主導的な役割を果たしてきた。特に、州の主産物は綿花であり、インド第一の綿工業地域である。ほかに機械・化学工業、農産加工、製紙業なども行われている。言語的には、当地方で古くから使用されているマラティ語が、州の公用語として使用されている。

2.1.4 マクロ経済・エネルギー分野

(1) マクロ経済

総人口9億2,900万人(1995年度中期)を抱えるインドの1996年度一人当たり国民所得(National Income p.c.)は\$350にとどまり、世界最貧国の一つに数えられている。同国は多人種多宗教多言語国家であり、かつ、民主的に選挙された政府により第二次世界大戦後の独立から近年まで一貫して国家が運営されてきている。国家開発戦略として金融、基幹鉱工業、電気・ガス・水道、及び道路等基盤産業部門での国家介入が広く敷衍される一方、民間部門も着実に成長を続けその役割をはたしてきている。

1980年代に入り貿易・工業・金融諸政策の自由化が導入された結果、平価切り下げとともに輸出が促進され、1960及び1970年代の年平均約3.5%に対して、1980年代には年率5%超の実質国内総生産(GDP)を達成した。

しかし、湾岸戦争と政治的不安定に起因して、1991年6月時点における同国の外貨保有額は僅か2週間分の輸入決済相当額である10億ドルに下落し、1991年のGDP成長率は0.8%まで落ち込んだ。

この為、インド政府は同年7月より「総合経済安定化プログラム」を実施し、投資制度・税制・公営企業の見直し及び貿易・工業・金融諸分野における一連の自由化を行った。これら一連の政策によって、1992年及び1993年には4%にまで回復した。

過去5年間における投資、為替相場、貿易制度、財務、税制等の改善努力によって、経済改革がゆっくりと進行している。好都合に継続する雨期、財政政策の緩和等によって経済が活性化され、1995年及び1996年の実質GDP成長率はそれぞれ6.6%及び6.2%であった。

今後のマクロ経済主要政策目標は、第9次5ヶ年計画(1997/98-2001/02)で設定された7%年平均実質成長を視野に入れつつ、内外借入れの抑制・公共財政の赤字縮小と総需要抑制によるインフレーションの緩和・為替市場の安定、及び民間活力の導入を図るとともに、一層のマクロ不均衡是正の為の具体的施策の策定に置かれている。

(2) エネルギー・電力セクター政策と課題

1) 概 括

現在、インドの一人当たり年平均電力消費量は約270kWhであり、世界最低水準に

ある¹。インドは電力系統の大幅な拡張を果たしてきたが、電力不足は依然として経済成長を妨げる要因の一つである。ピーク電力需要に対する供給不足分は、1995年度に9%まで縮小したのに対し、2000年迄にはこの格差が22%にまで上昇すると予想されている。

2) 政策目標と課題

インド政府によるエネルギー開発基本政策は、経済の成長と民生の安定に資するべく均衡のとれた最小費用系統計画の推進であり、国内賦存資源・経済的利用可能性など地域特性に合わせた発電基盤の整備・拡張、あるいは再生可能エネルギーの開発利用を基本に据えている。更に海外資本・国内民間部門による発電事業への積極的な参加を政策目標の一つとしてBOT(Build-Operate and Transfer)/BOO(Build-Operate and Own)等の投資スキームの導入を図っている。

さらに、インドの電力分野の重要な政策課題として、各州電力公社(SEBs)の財務体質の改善とそれに伴う投資能力の涵養、及び国庫補助金の低減が議論されている。他州に比べてマハラシュトラ州の電気料金改定の進捗は近年目覚ましく、1985年～1991年の間で実質年平均7.4%で上昇した。1992年の対固定資産収益率は、他州の電力公社の平均を上回る3.5%であった。

¹ 例えばアジア他途上国との比較では、同時期においてフィリピン・中華人民共和国・タイ・マレーシアで各々433 kWh、688 kWh、1,070 kWh、1,381 kWhと、いずれもインドを凌駕している。(参考: Asian Development Bank, *Renewable Energy Development Project TA Paper*, pp. 1-2, 1996)

2.2 計画地域および周辺的一般概況

2.2.1 自然環境

本計画の3候補地は、多雨地帯である Konkan 地方の山岳部に位置している。この地方は、夏季（3月～5月）、モンスーン期（6月～10月中旬）及び冬季（10月中旬～2月）の季節に区分され、年間降雨量は2,000mmを超える。降雨の多くは、南西季節風によってもたされ、年間降雨量の約90%は雨期に集中する。1990年の夏季、モンスーン期及び冬季の平均気温は、それぞれ、30℃、27.5℃及び21℃であった。

マハラシュトラ州は、地質学的に非常に古く安定した地殻の一部と考えられるインド半島橋状地と呼ばれる半島の一部をなしている。また、地形的には、マハラシュトラ州の大部分は、長期に亘って風化作用を受け、準平原化している古い高原地帯である。この地帯は、Western Ghats 又は Sahyadri と呼ばれる海拔550m以上の山岳地帯であり、州の全長に亘って南北に連なっている。州の東部には、Marathwada、Khandesh 及び Vidarbha といった平原が分布し、Satpura 山脈から分岐した Melghat 山脈が州の北部に位置している。西部の海岸地帯が断層活動により形成されたことは、一般に知られている。Western Ghats は、Deccan 高原の溶岩堆積物で覆われており、海岸部で数百mの層厚を呈し、その地層は東方向に次第に薄くなっている。州でみられる鉱物分布は、この地質構造に関係している（この地方は、地質的に主として玄武岩層からなる）。本計画の上池地域は、海拔700～900mの標高にあり、下池地域は200～300mの標高にある。

各候補地が位置する Western Ghats は、インドの常緑樹林帯の一つとなっている。Hevale サイトのほぼ全面積が半常緑樹林帯で覆われているのに対し、Jalond 及び Marleshwar サイトは、森林と一部農地を含む非林地で覆われている。マハラシュトラ州の森林は、生物学的に多様性に富むことで知られている。インドには、75,000の動物種及び45,000の植物種が生息（自生）している。植物については、15,000種の草花類、5,000種の藻類、1,600種の苔類及び20,000種の菌類が確認されている。植物種の多くは薬草になる。Western Ghats では、動物種や植生分布についてまだ多様性が保たれているが、森林荒廃はひどくなっている。

2.2.2 社会環境

3 候補地とも本計画によって直接影響を受ける村落はない（Jalond 及び Marleshwar サイト近傍には数個の村落がある）。住民は自給自足の生活をしており、灌漑されていない痩せた土地を耕作し、牛を飼うことによって生計を立てている。一部の住民は、農閑期には Mumbai（ボンベイ）に出稼ぎに行っている。村には、1～2 教室しかない小学校を除いて公共施設はない。電気の利用は可能であるが、全ての世帯が配電サービスを受けているわけではない。飲料水は、井戸水を使用しているが、まれに、河川水を使用している。乾期には、一部の住民に給水車による水の供給が行われている。

マハラシュトラ州の住民の主要職業は農業であるが、サトウキビを除いて州の 1 ha 当たりの農業生産高は全国平均よりも低い。農業は、モンスーン期の降雨に依存している。マハラシュトラ州の中部地方は、モンスーン期でも降雨量が少ない。州全土に占める灌漑面積の割合は、わずか 13% である（他州の数値は、マハラシュトラ州より高く 30～90% である）。州の肥料使用量は、66kg/ha であり、他州における 130 kg/ha 以上の使用量に比べて著しく小さい。主要な穀物は、小麦、米、jowar（モロコシ）、bajari（トウジンビエ）及び豆類であり、重要な金銭作物は、綿花、サトウキビ、落花生及びタバコである。一部の村落は、少数部族の居住地域となっている。

一般的に、Jalond、Marleshwar 及び Hevale の各候補地については、永住のための移動は発生していないが、他州又は地方から季節的な移住が発生している。しかし、これは、道路、ダム、建築物等の諸工事のために雇用された労務者に限られている。Hevale サイトでは、労務者が竹の採取作業のために移住してきていることが報告されている。一般的に、これらの労務者は業務終了後、出身地に帰省している。

州政府は、地方の住民に安全な水を供給する計画を立てている。しかし、この計画の進捗ははかばかしくなく、住民は浅井戸の水に依存せざるを得ない状況にある。これらの浅井戸は、乾期には水枯れし、住民は遠くから水を運搬しなければならない。腸チフス、コレラ、赤痢等の伝染性の病気やギニア虫等の寄生虫の発生率が高いが、これらの病気は散発的に発生し、慢性化するまでには至っていない。

2.3 プロジェクトサイトへのアクセス

2.3.1 アクセス道路の一般状況

Mumbai からプロジェクトサイトへの移動は主として車が利用された。さらに現地で借り上げたジープを使用して宿舎からダムサイトに隣接した村へ移動した。ほとんどの場合、これらの村からダムサイトまでの調査は徒歩で行われた。

各プロジェクトサイト間の移動には国道が利用された。これらの国道は片側1車線で道路は概ね直線で原野を横切っており道路からの見晴らしは良い。道路の路面状況は比較的良好であり、すべての国道は舗装されている。しかしながら雨期にはよく損傷が生じるため雨期明けにはいたるところで全面的に道路補修工事が行われる。

交通量は多い。これは主として資材運搬用トラック、マハラシュトラ州で運行されているバスおよび州間を運行されている長距離バスによるものである。これらの大型車両とともに自動車、ジープ、オートバイ、スクーター、自動三輪車および牛が引く荷車などが入り交じって走っている。

国道に接続している地方道の交通量はいくぶん国道のものと類似しているが大型車両が少ないことと道幅が狭い点が異なっている。

これらの地方道に沿っている町とダムサイト近傍の村とを結ぶアクセス道路は非常に異なっており道幅は狭く舗装されている区間は少なく路面状態も不良である。ダムサイト近傍の村の道は一般の乗用車の幅しかなくジープのみが通行可能な区間もある。ダムサイト近傍の調査は徒歩で行われた。ダムサイトおよび貯水池地域は農地および草地となっている。これらは灌木で覆われており徒歩用の細道が網目状になっている。現地調査中には地元民および牧草地で草を食べている牛や羊にはほとんど会うことがなかった。

現地調査の移動にはまったく問題はなかった。それは調査が乾期に行われたからである。しかしながら雨期での移動は非常に困難なものと考えられる。これらはまた、この時期の国道での移動でも同じと考えられる。

2.3.2 Joland

(1) 上池

上池近傍の村は Ahmednagar 地域にある Kumshet 村である。Kumshet 村への出発点は国道 3 号線の Ghoti と国道 50 号線の Sanamnner を接続する地方道の Rajur である。

以下にサイトへのアプローチを示す。

出発点	目的地	道路の種類	距離 (km)
a) Mumbai	Ghoti	国道	115
b) Ghoti	Rajur	簡易舗装	30
c) Rajur	Kumshet	ジープ通行可能	25
d) Kumshet	ダムサイト	徒歩	2

Rajur および Kumshet の間の道路はジープタイプの車両で通行可能である。これらの道は舗装された区間と舗装されていない区間が混在している。この道は Kumshet から 11 km のところで西に曲がり、その後道路は非常に狭く路面状態は不良な状態となっている。

ダムサイトそのものを除き現在の計画での貯水池地域は農地でありジープによる移動は可能である。

Kumshet へは 1 日 1 回の定期バスが運行されている。

(2) 下池

下池近傍の村は Thana 地方の Merdi である。Merdi 村への出発点は国道 3 号線の Bhiwandi と国道 50 号線の Ale を結ぶ地方道の Otur から Bhiwandi の方に 42 km 入ったところにある。

Merdi はこの分岐点から北へ 6 km のところにある。

以下にこのサイトへのアプローチ経路を示す。

出発点	目的地	道路の種類	距離 (km)
a) Mumbai	Bhiwandi	国道	25
b) Bhiwandi	分岐点	国道	85
c) 分岐点	Merdi	簡易舗装	6
d) Merdi	Navalwadi	ジープ通行可能	2
e) Navalwadi	ダムサイト	徒歩	2

調査団は宿泊地の Merdi の Bandaradara ダムのレストハウスから Rajur および Otur を経由して移動した。

分岐点と Merdi との間の道路はアスファルト舗装となっており視界は良く運転も容易であった。Merdi へはバスが出ている。調査団は Merdi で自動車からジープに乗り換え、さらに奥地にある Navalwadi 村へ移動し、そこからダムサイトまで歩いた。Merdi から Navalwadi 村の間はジープを使用した整備された道路はなく農地のようなところを横切った。

2.3.3 Marleshwar

(1) 上池

上池近傍の村は Ratnagiri 地方の Gothna である。Gothna 村への出発点は国道 17 号線にある Pali と国道 4 号線の Kolhapur とを結ぶ地方道にある Sakharpa から Kolhapur の方へ 26 km の地点にある。調査団は、この地点からさらに 24 km 前進し、そこから北方の Gothna 方面へ移動した。Kavi ダムは、この分岐点から 8 km のところで建設中であった。

以下にこのサイトへのアプローチ経路を示す。

出発点	目的地	道路の種類	距離 (km)
a) Mumbai	Pali	国道	290
b) Pali	分岐点	国道	42
c) Merdi	Gothna への入口	ジープ通行可能	24
d) Gothna への入口	Gothana	ジープ通行可能	6
e) Navalwadi	ダムサイト	徒歩	2

調査団は Kolhapur の方向にある Sakharpa から 18 km のところにある Amba の民宿に宿泊した。分岐点から Gothna への入口までの道路は一車線のみである。この道路の交通量は比較的多い。それは、おそらく Kadvi ダムの建設のための土砂運搬のトラックと思料される。道路の他の部分は舗装されておらずダムから先はヘアピンカーブの多い急峻な坂道となっている。

Gothna への入口と Gothna との間の道路は Gothna とダムサイト間に予定されている貯水池エリアを横断している。これらのエリアの大部分は平坦な農地や牧場である。

(2) 下池

下池近傍の村は Ratnagiri 地方にある Bamnoli 村である。Bamnoli 村への分岐点は国道 17 号線の Sakharpa と Sangameshwar を結ぶ地方道にある Devrukh から Sakharpa の方向に 2 km のところにある。

Bamnoli は、この分岐点から北東へ 13 km のところに位置している。その途中、上池の低部にある滝の横に位置している Marleshwar 寺院への脇道がある。

以下にこのサイトへのアプローチ経路を示す。

出発点	目的地	道路の種類	距離 (km)
a) Mumbai	Sangameshwar	国道	355
b) Sangameshwar	分岐点	簡易舗装	18
c) 分岐点	Bamnoli	簡易舗装	15
d) Bamnoli	ダムサイト	徒歩	2

調査団は Devrukh のレストハウスに宿泊した。Devrukh への簡易舗装道路は Sangameshwar から Sakharpa へのバイパスとなっている。道路は舗装されているが道幅は地方道より狭くなっている。Bamnoli への道路の状態はほとんど同じである。しかし Bamnoli の 1km 手前からは舗装されていない。調査団は Bamnoli からダムサイトへは河岸の農耕地沿いに徒歩で移動した。

2.3.4 Hevale

(1) 上池

Hevale の上池サイトに到達するためには Changad と Tilarinagar をつなぐ道路上の Tilarinagar の手前 11 km の Motanwadi で右折し、次にさらに 5 km 走って Ishvarling 寺院近くに出る。その後ブッシュの生えた土地をさらに 2 km 南に歩く。

以下にこのサイトへのアプローチ経路を示す。

出発点	目的地	道路の種類	距離 (km)
a) Mumbai	Kudai	国道	470
b) Kudai	Chandged	簡易舗装	68
c) Chandged	Motanwadi	簡易舗装	13
d) Motanwadi	Ishvarling 寺院	簡易舗装	7
e) Ishvarling 寺院	ダムサイト	徒歩	2

(2) 下池

下池は、この同じ道路を使用する Tillari 水力発電所の近傍に位置している。直接のアクセス道路は国道 17 号線にある Kundai と国道 4 号線にある Karnataka 州の Helgumu との間にある Chandged の南 25 km の地点にある。

以下にサイトへのアプローチを示す。

出発点	目的地	道路の種類	距離 (km)
a) Mumbai	Kudai	国道	470
b) Kudai	Chandged	簡易舗装	68
c) Chandged	Tilarinagar	簡易舗装	24
d) Tilarinagar	ダムサイト	簡易舗装	5

Tilarinagar からサイトへのアプローチは比較的容易なものであるが下池サイトへ行くためには MSEB の許可が必要となる。それは MSEB の管理下にある発電所を通る必要があるからである。Tilarinagar から下池への道路は急峻な道路で多くのヘアピンカーブとなっている。

第3章 電気事業の現況と電力需給計画

3.1 電力の現状

1982年から10年間のインドにおける電力需要の伸びは旺盛で、年平均伸び率は8.3%にも達しており対GDP弾性値は1.57と高い数値を示している。しかしながら、一人当たり消費電力量は極めて低く1992年で294kWhである。これは、インドが農業国であり、人口も8億7千万人にも達するため一人当たり電力消費が小さい値に留まらざるを得ない反面、農村の電化が急速に普及していることによりGDP弾性値が高くなっているものと思われる。

インドの電気事業は、中央政府及び各州の州政府によって管理されている他、少数の民間会社並びに海外の独立発電事業者によって営まれている。

中央政府には電力省(MOP; Ministry of Power)があり、その管下機関である中央電力庁(CEA; Central Electricity Authority)がすべての技術的事項及び政府の承認ないし許可を必要とする事項を管理している。現在18の州には、州電力局(SEB; State Electricity Board)があり、これがそれぞれの州の需要予測、電源開発計画及び系統運用などの電力事業を管理している。

マハラシュトラ州では、マハラシュトラ州電力局(MSEB)が電力需要予測、供給計画、系統計画及び系統運用(周波数及び電圧制御並びに他の州との電力融通)をはじめ、火力発電所の建設・運転及び水力発電所の運転を含め、マハラシュトラ州の系統運用を管理している。また、MSEBはGjarat SEB、Madhya Pradesh SEBとともに西部地域電力協議会を構成し、これらの州及びAndhra Pradesh、Karnataka、Goaの各州と州間連系送電線をもっている。

マハラシュトラ州の水力発電設備については、本調査の相手方当事者であるGOMID(マハラシュトラ州灌漑局)が計画及び建設を担当している。新規発電所の建設が完了すると、一定期間初期運転をした後MSEBに引き渡されることとなっている。

3.2 電力供給設備の現状

マハラシュトラ州の電力消費は、全国消費量のおよそ 15%を消費しておりインドで最大の州である。1993 年の実績消費量は 36,808GWhで、その内訳は 17.6% が家庭用、43.0%が工業用、24.2% が農業用、15.2% が商業用その他であった。電力消費の大部分は、人口稠密地域及び工業化地域である Mumbai、Pune、Nagpur 及びその周辺地域で消費された。マハラシュトラ州における 1983 年から 1993 年までの電力消費量の年平均成長率は 7.5%であった。

調査団は、インド国内第一次調査において既設電力設備の現状を調査し、西部地域中央給電指令センターを視察するとともに、職員との討議を通じて 1993 年の最大負荷日及び最小負荷日の日負荷曲線を入手した。

更に、インドにおける第 2 次調査において調査団は、既設火力発電所の現状と運転を調査したが、これらの発電所が揚水用動力としての夜間電力を供給することとなる。

マハラシュトラ 州における既設発電設備の総発電容量は、1994 年末で 9,324MW であり、これは水力 1,589 MW (17%)、火力 7,545 MW (81%) である。これに加え MSEB は、NTPC 所有の火力発電所と NPC の原子力発電所のうち 1,548MW のシェアをもっている。火力発電所は東部の炭坑において坑口火力発電を行っており、これらがベースロード火力であり、州全体のベースロード火力は全設備出力の 81%にも及ぶ。

したがって、電圧及び周波数制御面からみた系統運用は非常に難しい。系統周波数は軽負荷時の 51.30Hz から重負荷時の 48.4Hz まで大幅に変動している例もあり、これは、現時点において大規模水力発電所或いは揚水発電所のようなピーク供給発電所が不足していることを意味している。

3.3 電力需要供給計画

MSEB と CEA が作成し発表した第 14 次電力需要予測報告書にマハラシュトラ州における 2010 年までの需要予測が示されている。この報告書によれば需要の伸び率は、1995 年から 2001 年までは年平均 7%、2002 年から 2006 年までは同 6%、また 2007 年から 2010 年までは 5%と計画されている。

マハラシュトラ州の電源開発計画によれば、全系統容量は1994年の10,772MWから2002年には18,694MWに増加し、その増加量7,922MWのうち水力は1,991MWに過ぎない。

第4章 マハラシュトラ州の揚水発電ポテンシャル

MSEB から選られた需要予測、電源開発計画および西部地域中央給電指令センターから得られた最大負荷日および最小負荷日における日負荷曲線に基づいて揚水原資の計算を行った。その結果下記の結果が得られ、1995年以降少なくとも700MWの揚水電源の投入が可能であり、2010年には1,200MWが適切であるとの見通しが得られた。

Table 4.1 Pump Resources and Generating Energy in Maharashtra (1993 - 2010)

年	揚水原資	揚水時間	総揚水電力量	発電電力量
1995	700MW	5.5 h	3,850MWh	2,503MWh
2000	1,900MW	6.0 h	10,900MWh	7,85MWh
2005	900MW	5.5 h	4,750MWh	3,088MWh
2010	1,200MW	5.3 h	6,400MWh	4,160MWh

また、これらの揚水発電所を導入した場合の電力系統の潮流計算を、2000年、2005年及び2010年の各断面に関して最大・最小負荷について計算した。それらの計算を通じて、各ケースでの潮流分布を確保するための無効電力補償装置や変圧器のタップ値が導き出された。

また、選定された3個所の揚水発電開発サイトにおける電力系統の安定度を計算した結果、いずれの地点についても安定度に関しては何らの問題もないことが明らかとなった。

第5章 優先プロジェクトの選定

5.1 第一次インベントリー調査

5.1.1 第一次インベントリー計画案作成の手法

JICA調査団は第一回目の現地調査中にGOMIDのカウンターパートと、GOMID自身で計画地点の選定を実施した23ヶ地点について、1地点ずつ上ダムおよび下ダム軸の位置を1/50,000の地形図上で確認を行なった。

またGOMIDがまとめた23ヶ地点のPIS (Preliminary Investigation Study) 報告書を入手した。

また、調査団はコンカン地域の1/50,000地形図を利用して新規に揚水発電計画が可能な地点の選定も行なった。GOMIDが選定した23ヶ地点については掘込み式の貯水池計画の概念は含まれていないので、調査団は特に掘込み式貯水池の可能地点に注目して独自の揚水発電可能地点の選定を行なった。

5.1.2 第一次インベントリーの結論

第一次インベントリーで32ヶ地点について検討を行なった。

検討の結果 Jalond、Kinjale、Marleshwar、Tillari Forebay および Hevale地点を現地踏査地点として取り上げることとした。

5.2 第二次インベントリー調査

Joland、Morleshwar、Kinjale、Tillari Forebay および Hevale サイトにおいて現地踏査を実施した後、その結果にもとづいて第二次インベントリー調査を実施し、第一次インベントリー調査の結果を見直した。

その結果、Marleshwar、Jaland および Hevale プロジェクトを次の段階として、詳細な現地調査を実施すべきであると結論づけられた。

見直した結果を Table 5.2-1 に示す。また各プロジェクトのレイアウトおよび水路縦断図を Fig 5.2-1 から 5.2-10 に示す。

Table 5.1-1 Outline of Project (1/2)

Items	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
		Uhas	Sidgarh	Amba	Pinjal	Kengadi	Kalu	Jalond	Kolman -pada	Chornai	Savitri	Madhali -wadi	Vaitarni	Morawadi	Gadgadi	Aruna	Kharari	
Installed Capacity	MW	600	350	500	30	160	300	1,000	250	480	1,000	500	360		200	440	420	
Unit Capacity	MW	150	175	250	30	160	150	250	125	240	250	250	180		100	220	210	
Number of Units	unit	4	2	2	1	1	2	2	2	2	4	2	2		2	2	2	
Upper	Catchment Area	km ²	6.68	1.00	6.21	2.85	2.45	3.10	20.68	3.38	2.83	5.51	2.68	1.28		0.78	4.78	3.22
	Surface Area	km ²	1.27	0.20	0.47	0.07	0.99	0.54	7.78	0.35	0.85	0.40	0.33	0.25		0.35	0.27	0.52
	Crest Elevation	EL. m	680	906	698	367	590	863	885	828	782	908	683	680		820	882	809
	F. R. L	EL. m	676	902	694	363	586	859	871	824	778	904	679	676		816	878	805
	M. D. D. L	EL. m	670	886	674	349	576	848		810	765	874	649	664		786	850	792
	Drowdown	m	6	16	20	14	10	11		14	13	30	30	12		30	28	13
	Sedimentation Level	EL. m	661	877	665	340	570	839		801	756	865	640	655		766	841	783
	Gross Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	12.29	2.75	6.65	3.15	5.20	6.09	21.20	4.56	8.50	9.97	6.42	2.52		1.98	5.17	6.11
	Generating Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	4.80	2.20	4.28	1.34	2.50	2.50	7.50	2.36	4.55	6.50	4.80	3.36		1.34	3.28	2.94
	Dam Height	m	45	36	58	37	35	48		43	32	49	50	35		50	52	37
	Dam Crest Length	m	960	550	320	450	550	550		650	600	500	550	450		500	450	450
Lower	Catchment Area	km ²	4.56	0.92	7.99	32.11	5.48	2.71		3.31	2.48	7.41	6.79	9.61		13.92	2.82	9.12
	Surface Area	km ²	0.26	0.14	0.23	1.04	0.27	0.15		0.17	0.46	0.47	0.60	0.38		0.49	0.23	0.25
	Crest Elevation	EL. m	142	263	162	237	299	326		385	324	278	173	218		182	300	200
	F. R. L	EL. m	138	259	158	233	295	322		381	320	274	169	215		178	296	196
	M. D. D. L	EL. m	108	229	128	228	282	292		351	302	249	150	195		171	267	174
	Drowdown	m	30	30	30	7	13	30		30	18	25	19	20		7	29	22
	Sedimentation Level	EL. m	99	220	119	219	273	283		342	293	240	141	186		162	258	165
	Gross Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	6.35	2.94	6.14	12.75	3.38	3.32		3.44	6.03	9.52	8.60	5.94		5.85	4.58	4.82
	Generating Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	4.80	2.20	4.28	1.34	2.50	2.50		2.36	4.55	6.50	4.80	3.36		1.34	3.28	2.94
	Dam Height	m	62	38	52	37	39	61		40	39	62	45	58		32	50	60
	Dam Crest Length	m	1,000	450	460	400	200	500		450	600	600	375	550		400	400	560
Headrace Tunnel Length	m	1,600	450	1,950	1,250	800	0	1,000	500	0	1,850	400	900		3,100	2,250	1,000	
Penstock Tunnel Length	m	970	1,100	950	250	700	1,100	1,100	950	1,050	1,200	1,000	1,000		1,200	1,300	850	
Tailrace Tunnel Length	m	1,400	1,050	950	1,250	1,600	1,800	200	900	1,200	1,800	3,200	1,900		2,000	350	2,400	
Standard Intake Water Level	m	675	897	688	359	583	856	553	820	774	895	670	673		807	869	801	
Standard Tail Water Level	m	127	248	147	230	290	311	222	370	313	265	162	207		175	285	188	
Gross Head	m	548	649	541	129	293	545	331	450	461	630	508	466		632	584	613	
Max. Power Discharge	m ³	143	66	127	40	74	74	224	71	135	193	143	100		40	97	87	
Transmission Line Length	km	56	57	1	20	1	3	1	15	60	75	55	35		45	36	105	
Economy		B	B	B	C	C	C		C	A	A	B	C		C	B	B	


 Selected Project for the Secondary Inventory Study

Table 5.1-1 Outline of Project (1/2)

Items	Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
		Ulhas	Sidgarh	Amba	Pinjal	Kengadi	Kalu	Jalond	Kolman pada	Chornai	Savitri	Madhali wadi	Vaitarni	Morawadi	Gadgadi	Aruna	Kharari	
Installed Capacity	MW	600	350	500	30	160	300	1,000	250	480	1,000	500	360		200	440	420	
Unit Capacity	MW	150	175	250	30	160	150	250	125	240	250	250	180		100	220	210	
Number of Units	unit	4	2	2	1	1	2	4	2	2	4	2	2		2	2	2	
Upper	Catchment Area	km ²	6.68	1.00	6.21	2.85	2.45	3.10	20.68	3.38	2.83	5.51	2.68	1.28		0.78	4.78	3.22
	Surface Area	km ²	1.27	0.20	0.47	0.07	0.99	0.54	1.78	0.35	0.85	0.40	0.33	0.25		0.35	0.27	0.52
	Crest Elevation	EL. m	680	906	698	367	590	863	865	828	782	908	683	680		820	882	809
	F. R. L.	EL. m	676	902	694	363	586	859	861	824	778	904	679	676		816	878	805
	M. D. D. L.	EL. m	670	886	674	349	576	848	850	810	765	874	649	664		786	850	792
	Drowdown	m	6	16	20	14	10	11	11	14	13	30	30	12		30	28	13
	Sedimentation Level	EL. m	661	877	665	340	570	839	841	801	756	865	640	655		766	841	783
	Gross Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	12.29	2.75	6.65	3.15	5.20	6.09	21.30	4.56	8.50	9.97	6.42	2.52		1.98	5.17	6.11
	Generating Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	4.80	2.20	4.28	1.34	2.50	2.50	7.50	2.36	4.55	6.50	4.80	3.36		1.34	3.28	2.94
	Dam Height	m	45	36	58	37	35	48	45	43	32	49	50	35		50	52	37
	Dam Crest Length	m	960	550	320	450	550	550	500	650	600	500	550	450		500	450	450
	Lower	Catchment Area	km ²	4.56	0.92	7.99	32.11	5.48	2.71	3.43	3.31	2.48	7.41	6.79	9.61		13.92	2.82
Surface Area		km ²	0.26	0.14	0.23	1.04	0.27	0.15	0.55	0.17	0.46	0.47	0.60	0.38		0.49	0.23	0.25
Crest Elevation		EL. m	142	263	162	237	299	326	297	385	324	278	173	218		182	300	200
F. R. L.		EL. m	138	259	158	233	295	322	293	381	320	274	169	215		178	296	196
M. D. D. L.		EL. m	108	229	128	228	282	292	263	351	302	249	150	195		171	267	174
Drowdown		m	30	30	30	7	13	30	30	30	18	25	19	20		7	29	22
Sedimentation Level		EL. m	99	220	119	219	273	283	254	342	293	240	141	186		162	258	165
Gross Reservoir Capacity		10 ⁶ m ³	6.35	2.94	6.14	12.75	3.38	3.32	10.74	3.44	6.03	9.52	8.60	5.94		5.85	4.58	4.82
Generating Reservoir Capacity		10 ⁶ m ³	4.80	2.20	4.28	1.34	2.50	2.50	7.50	2.36	4.55	6.50	4.80	3.36		1.34	3.28	2.94
Dam Height		m	62	38	52	37	39	61	62	40	39	62	45	58		32	50	60
Dam Crest Length		m	1,000	450	460	400	200	500	550	450	600	600	375	550		400	400	560
Headrace Tunnel Length		m	1,600	450	1,950	1,250	800	0	1,000	500	0	1,850	400	900		3,100	2,250	1,000
Penstock Tunnel Length	m	970	1,100	950	250	700	1,100	1,100	950	1,050	1,200	1,000	1,000		1,200	1,300	850	
Tailrace Tunnel Length	m	1,400	1,050	950	1,250	1,600	1,800	1,200	900	1,200	1,800	3,200	1,900		2,000	350	2,400	
Standard Intake Water Level	m	675	897	688	359	583	856	858	820	774	895	670	673		807	869	801	
Standard Tail Water Level	m	127	248	147	230	290	311	282	370	313	265	162	207		175	285	188	
Gross Head	m	548	649	541	129	293	545	576	450	461	630	508	466		632	584	613	
Max. Power Discharge	m ³	143	66	127	40	74	74	224	71	135	193	143	100		40	97	87	
Transmission Line Length	km	56	57	1	20	1	3	1	15	60	75	55	35		45	36	105	
Economy		B	B	B	C	C	C	A	C	A	A	B	C		C	B	B	

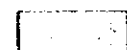
 Selected Project for the Secondary Inventory Study

Table 5.1-1 Outline of Project (2/2)

Items	Unit	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
		Kundi	Jalware	Tillari -wadi	Tillari -Forebay	Marlesh -war	Valvand	Shemi	Kudan -budrak	Kaudoshi	Kumb- havde	Mundi -richi	Viridi	Bannoli	Kinjale	Khakhar -wadi	Hayale	
Installed Capacity	MW	1,200	440		720	1,200	1,200	60	450	400	630	750	660	1,320	420	660	960	
Unit Capacity	MW	200	220		180	200	200	60	225	200	210	250	220	220	210	220	240	
Number of Units	unit	6	2		4	6	6	1	2	2	3	3	3	6	2	3	4	
Upper	Catchment Area	km ²	1.67	2.47		3.22	8.15	2.68	47.00	4.20	4.88	4.32						
	Surface Area	km ²	0.63	0.34		0.52	1.57	0.78	0.59	0.33	0.30	0.98	0.21	0.17	0.56	0.23	0.24	0.32
	Crest Elevation	EL. m	880	767		740	861	660	382	679	621	820	825	823	887	843	766	747
	F. R. L.	EL. m	876	763		736	857	656	378	675	617	816	823	821	885	841	764	745
	M. D. D. L.	EL. m	846	748		711	846	626	371	645	590	797	793	791	855	811	734	715
	Drowdown	m	30	15		75	115	30	7	30	27	19	30	30	30	30	30	30
	Sedimentation Level	EL. m	837	738		702	837	599	362	636	581	788						
	Gross Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	11.80	5.12		8.14	19.87	14.04	9.55	7.54	5.70	9.94	6.43	5.12	11.23	3.76	7.29	9.81
	Generating Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	8.92	3.57		5.83	8.68	9.36	1.6	5.53	3.95	7.60	5.00	4.00	8.70	2.93	5.67	7.64
	Dam Height	m	50	42		150	26	70	27	54	61	50	26	23	27	23	26	
	Dam Crest Length	m	400	400		500	500	600	300	340	140	300	1,908	1,910	2,460	1,500	2,020	2,000
Lower	Catchment Area	km ²	9.90	9.41		22.46	23.20	6.40	10.57	12.60	14.76	15.53	9.83	7.46	18.31	4.81	5.95	2,000
	Surface Area	km ²	0.69	0.28		0.45	0.35	0.84	0.22	0.34	0.47	0.86	0.85	0.54	0.55	0.28	0.35	0
	Crest Elevation	EL. m	280	220		189	201	117	200	327	183	458	167	106	229	205	265	
	F. R. L.	EL. m	276	216		185	197	113	196	323	179	454	163	102	225	201	261	
	M. D. D. L.	EL. m	251	192		166	176	92	185	293	149	435	143	84	195	171	231	
	Drowdown	m	25	24		119	21	21	11	30	30	19	20	18	30	30	30	30
	Sedimentation Level	EL. m	242	182		157	167	82	176	284	140	426	134	75	186	162	202	157
	Gross Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	13.08	5.93		171	19.64	15.51	3.23	8.37	7.84	11.82	14.85	8.90	13.19	4.42	10.19	11.72
	Generating Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	8.92	3.57		5.83	8.68	9.36	1.60	5.53	3.95	7.60	5.00	4.00	8.70	2.93	5.67	7.63
	Dam Height	m	50	50		14	55	47	45	62	63	48	47	46	59	55	80	72
	Dam Crest Length	m	500	600		650	500	1,250	300	400	440	600	400	320	380	320	420	600
Headrace Tunnel Length	m	450	2,800		0	1,900	400	1,600	1,000	2,000	1,500	0	0	0	0	0	0	
Penstock Tunnel Length	m	1,200	1,100		1,100	1,150	1,050	500	620	700	520	1,270	1,100	1,160	1,250	1,010	1,070	
Tailrace Tunnel Length	m	1,300	1,400		1,350	1,150	700	1,100	850	1,600	1,200	2,000	2,600	1,600	2,200	1,550	1,450	
Standard Intake Water Level	m	867	759		728	854	647	376	666	609	810	814	812	876	832	755	736	
Standard Tail Water Level	m	267	207		178	189	105	191	312	168	447	155	95	214	190	250	185	
Gross Head	m	600	552		550	665	546	185	354	448	363	659	717	62	642	505	551	
Max. Power Discharge	m ³	265	106		173	258	278	47	164	118	294	149	119	259	87	168	227	
Transmission Line Length	km	55	100		95	60	60	110	70	55	100	120	125	61	45	55	100	
Economy		A	A		A	A	A	C	B	B	B	A	A	A	B	C	B	


 Selected Project for the Secondary Inventory Study

Table 5.1-1 Outline of Project (2/2)

Items	Unit	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
		Kundi	Jalware	Tillari wadi	Tillari Forebay	Marleshwar	Valvand	Shemi	Kudan budrak	Kaudoshi	Kumbhavde	Mundi richi	Virdi	Bannoli	Kinjalo	Khakhar wadi	Hevale	
Installed Capacity	MW	1,200	440		720	1,200	1,200	60	450	400	630	750	660	1,320	420	660	960	
Unit Capacity	MW	200	220		180	200	200	60	225	200	210	250	220	220	210	220	240	
Number of Units	unit	6	2		4	6	6	1	2	2	3	3	3	6	2	3	4	
Upper	Catchment Area	km ²	1.67	2.47		3.22	8.15	2.68	47.00	4.20	4.88	4.32						
	Surface Area	km ²	0.63	0.34		0.52	1.57	0.78	0.59	0.33	0.30	0.98	0.21	0.17	0.56	0.23	0.24	0.32
	Crest Elevation	EL. m	880	767		740	861	660	382	679	621	820	825	823	887	843	766	747
	F. R. L.	EL. m	876	763		736	857	656	378	675	617	816	823	821	885	841	764	745
	M. D. D. I.	EL. m	846	748		711	846	626	371	645	590	797	793	791	855	811	734	715
	Drowdown	m	30	15		25	11	30	7	30	27	19	30	30	30	30	30	30
	Sedimentation Level	EL. m	837	738		702	837	599	362	636	581	788						
	Gross Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	11.80	5.12		8.14	19.87	14.04	9.55	7.54	5.70	9.94	6.43	5.12	11.23	3.76	7.29	9.81
	Generating Reservoir Capacity	10 ⁶ m ³	8.92	3.57		5.83	8.68	9.36	1.6	5.53	3.95	7.60	5.00	4.00	8.70	2.93	5.67	7.64
	Dam Height	m	50	42		✱ 50	76	70	27	54	61	50	26	23	27	23	26	27
	Dam Crest Length	m	400	400		✱ 500	500	600	300	340	140	300	1,908	1,910	2,460	1,500	2,020	2,310
	Lower	Catchment Area	km ²	9.90	9.41		22.46	23.20	6.40	10.57	12.60	14.76	15.53	9.83	7.46	18.31	4.81	5.95
Surface Area		km ²	0.69	0.28		0.45	0.75	0.84	0.22	0.34	0.47	0.86	0.85	0.54	0.55	0.28	0.35	0.50
Crest Elevation		EL. m	280	220		189	201	117	200	327	183	458	167	106	229	205	265	200
F. R. L.		EL. m	276	216		185	197	113	196	323	179	454	163	102	225	201	261	198
M. D. D. I.		EL. m	251	192		166	176	92	185	293	149	435	143	84	195	171	231	166
Drowdown		m	25	24		19	21	21	11	30	30	19	20	18	30	30	30	30
Sedimentation Level		EL. m	242	182		157	167	82	176	284	140	426	134	75	186	162	202	157
Gross Reservoir Capacity		10 ⁶ m ³	13.08	5.93		7.71	13.54	15.51	3.23	8.37	7.84	11.82	14.85	8.90	13.19	4.42	10.19	11.72
Generating Reservoir Capacity		10 ⁶ m ³	8.92	3.57		5.83	8.68	9.36	1.60	5.53	3.95	7.60	5.00	4.00	8.70	2.93	5.67	7.63
Dam Height		m	50	50		44	56	47	45	62	63	48	47	46	59	55	80	72
Dam Crest Length		m	500	600		650	500	1,250	300	400	440	600	400	320	380	320	420	600
Headrace Tunnel Length		m	450	2,800		0	1,900	400	1,600	1,000	2,000	1,500	0	0	0	0	0	0
Penstock Tunnel Length	m	1,200	1,100		1,100	1,150	1,050	500	620	700	520	1,270	1,100	1,160	1,250	1,010	1,070	
Tailrace Tunnel Length	m	1,300	1,400		1,350	1,150	700	1,100	850	1,600	1,200	2,000	2,600	1,600	2,200	1,550	1,450	
Standard Intake Water Level	m	867	759		728	854	647	376	666	609	810	814	812	876	832	755	736	
Standard Tail Water Level	m	267	207		178	189	105	191	312	168	447	155	95	214	190	250	185	
Gross Head	m	600	552		550	665	546	185	354	448	363	659	717	62	642	505	551	
Max. Power Discharge	m ³	265	106		173	258	278	47	164	118	294	149	119	259	87	168	227	
Transmission Line Length	km	55	100		95	60	60	110	70	55	100	120	125	61	45	55	100	
Economy		A	A		A	A	A	C	B	B	B	A	A	A	B	C	B	

 Selected Project for the Secondary Inventory Study

Table 5.2-1 The Secondary Inventory

Item	7		20		21		30		32	
	Joland		Tillari Forebay		Marleshwar		Kinjale		Hevale	
Installed Capacity	1,000		125		1,200		420		800	
Unit Capacity	250		125		200		210		200	
Number of Unit	4		1		6		2		4	
	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
Catchment Area	20.68	3.43	2.22	1.992	8.15	23.20	-	4.81	-	19.92
Surface Area	1.78	0.55	0.22	0.22	1.57	0.75	0.23	0.28	0.32	0.50
Crest Elevation	865	297	729.044	192	861	201	843	205	747	214
F.R.L.	861	293	726.314	188	857	197	841	201	745	210
MDDL	850	263	720.59	180	846	176	811	171	715	180
Drawdown	11	30	5.72	8	11	21	30	30	30	30
Sedimentation Level	841	254	715.67	170	837	167	-	162	-	170
Gross Reservoir Capacity	21.30	10.74	2.12	4.02	19.87	13.54	3.76	4.42	9.81	9.810
Generating Reservoir Capacity	7.50	7.50	1.024	1.024	8.68	8.68	2.93	2.93	6.49	6.49
Type of Dam	Masonry	Masonry	Masonry	Masonry	Masonry	Masonry	C.F.R.F.	Masonry	C.F.R.F.	Masonry
Dam Height	45	62	23.24	60	76	56	23	55	27	80
Dam Crest Length	300	550	550.00	600	350	550	1,500	320	2,310	700
	Length	Number of Tunnels	Length	Number of Tunnels	Length	Number of Tunnels	Length	Number of Tunnels	Length	Number of Tunnels
Headrace Tunnel	1,000	2	-	-	1,750	2	-	-	-	-
Penstock Tunnel	1,100	4	1,150	1	1,000	6	1,250	3.3-2.3	1,070	4
Tailrace Tunnel	1,200	2	1,150	1	1,400	2	2,200	5.7	1,450	2
Standard Intake Water Level		858		723		854		832		736
Standard Tail Water Level		282		184		189		190		197
Gross head		576		539		665		642		537
Max Power Discharge		224		30		258		87		193
Economy		A		C		A		B		B

C.F.R.F.: Concrete Facing Rock Fill Dam

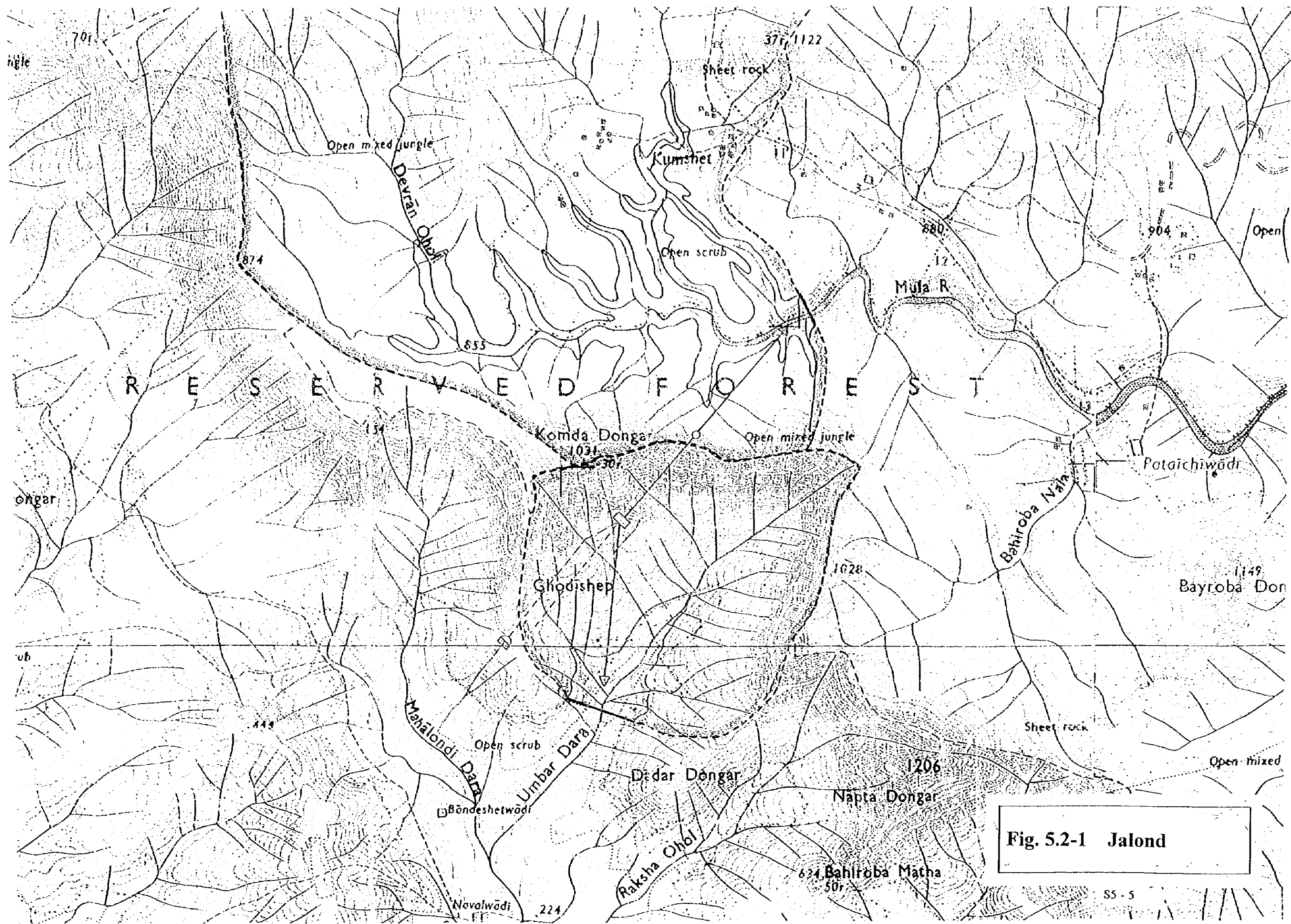


Fig. 5.2-1 Jalond

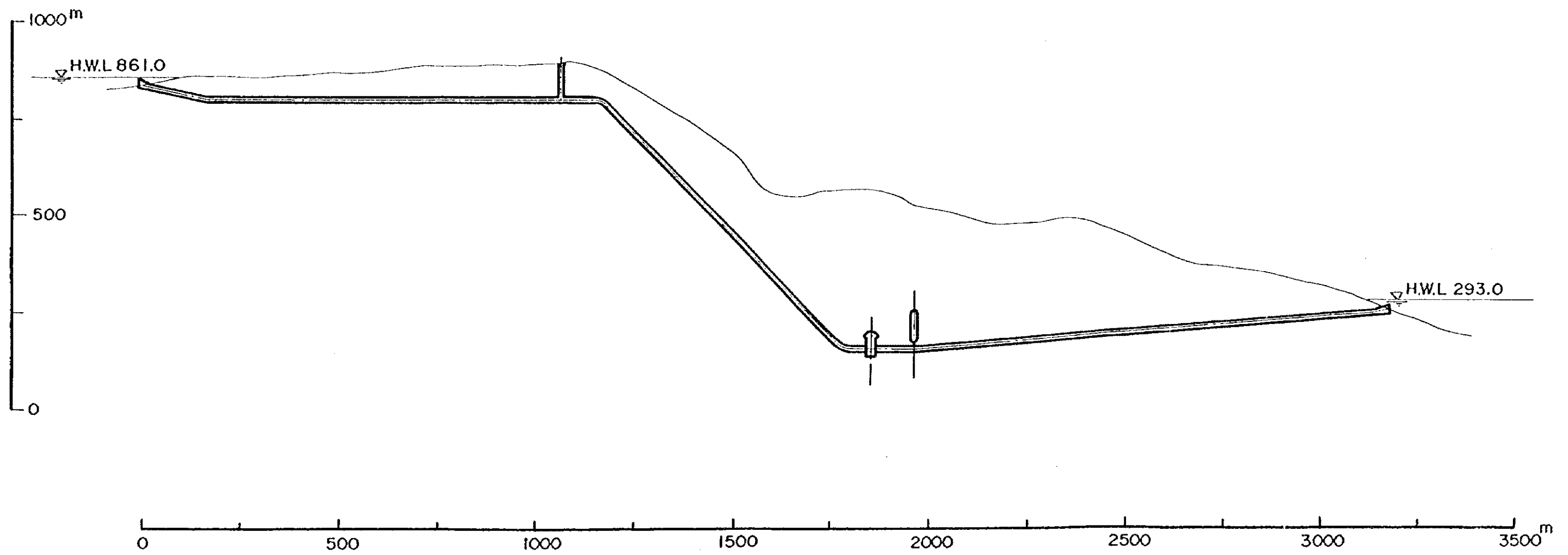


Fig. 5.2-2 Jalond

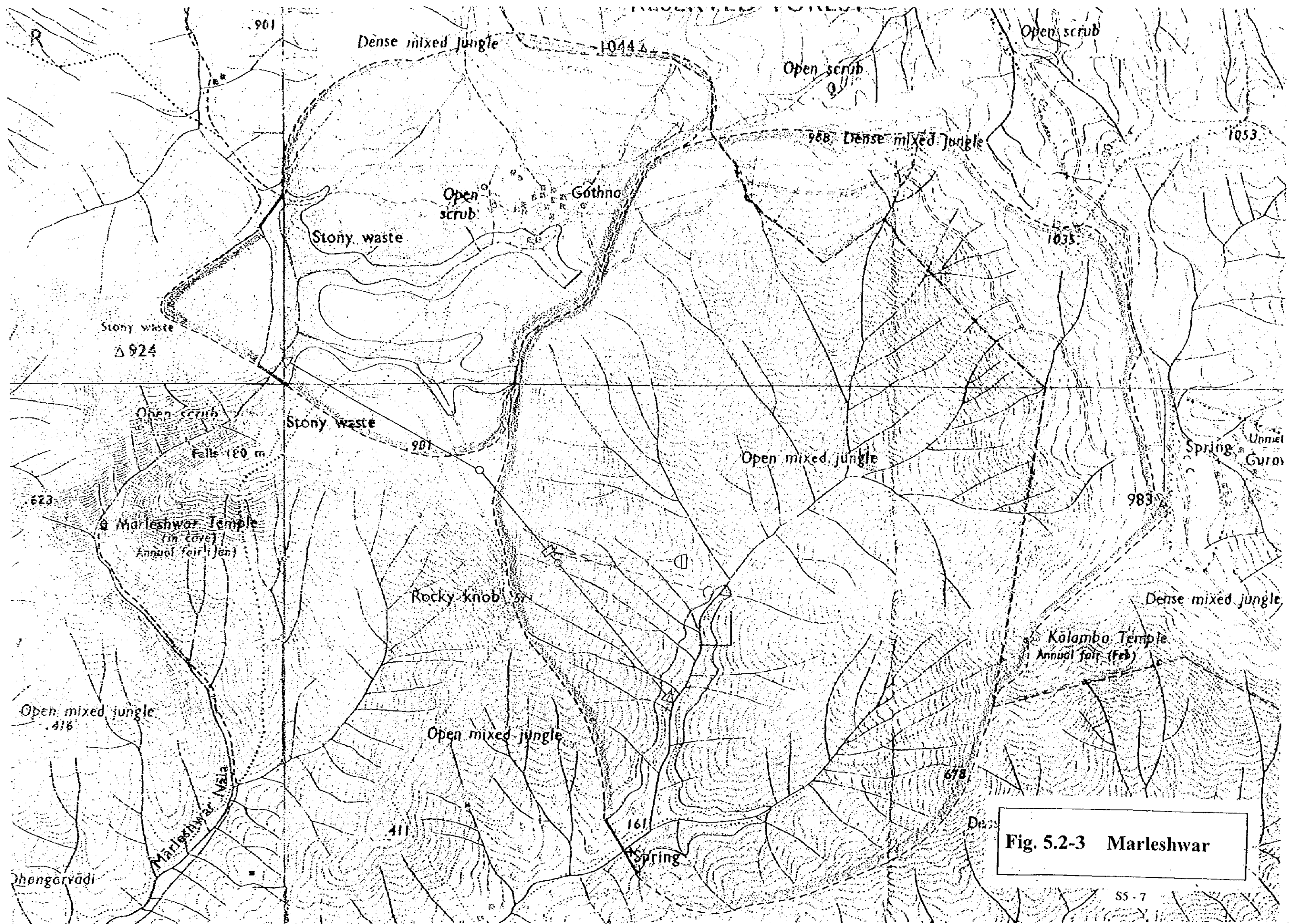


Fig. 5.2-3 Marleshwar

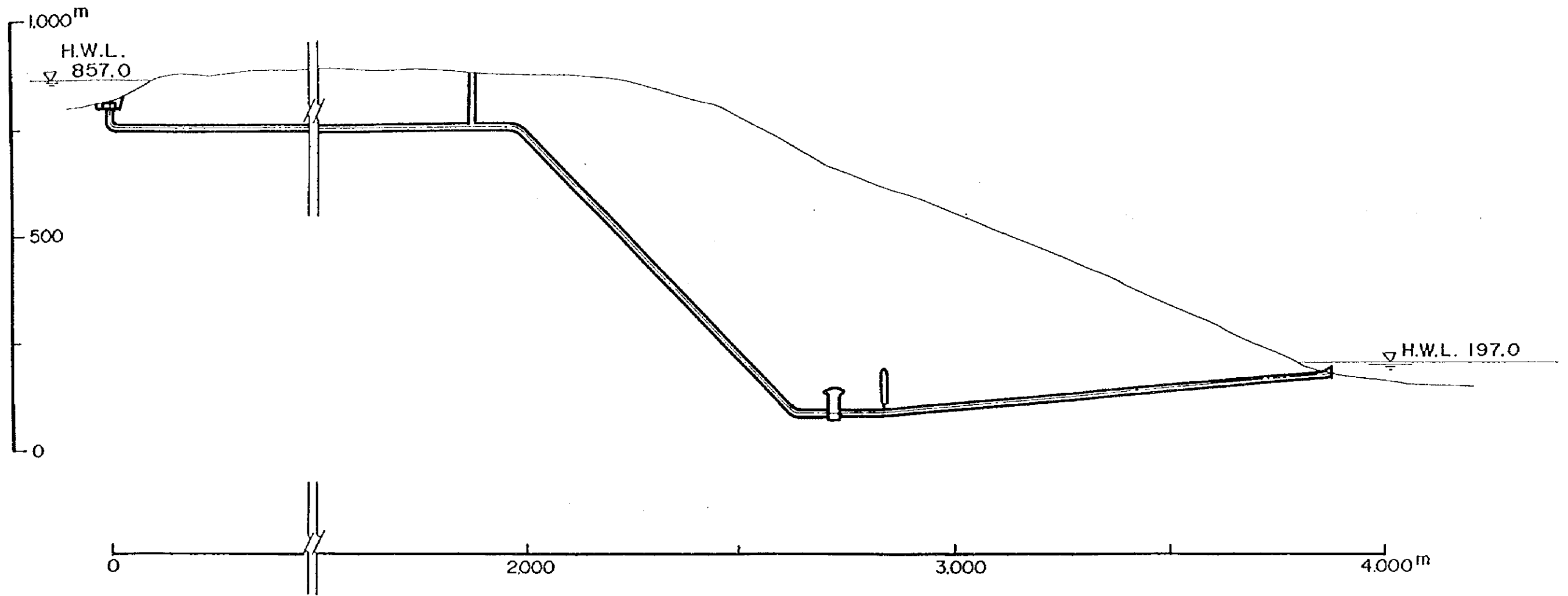


Fig. 5.2-4 Marleshwar



Fig. 5.2-5 Kinjale

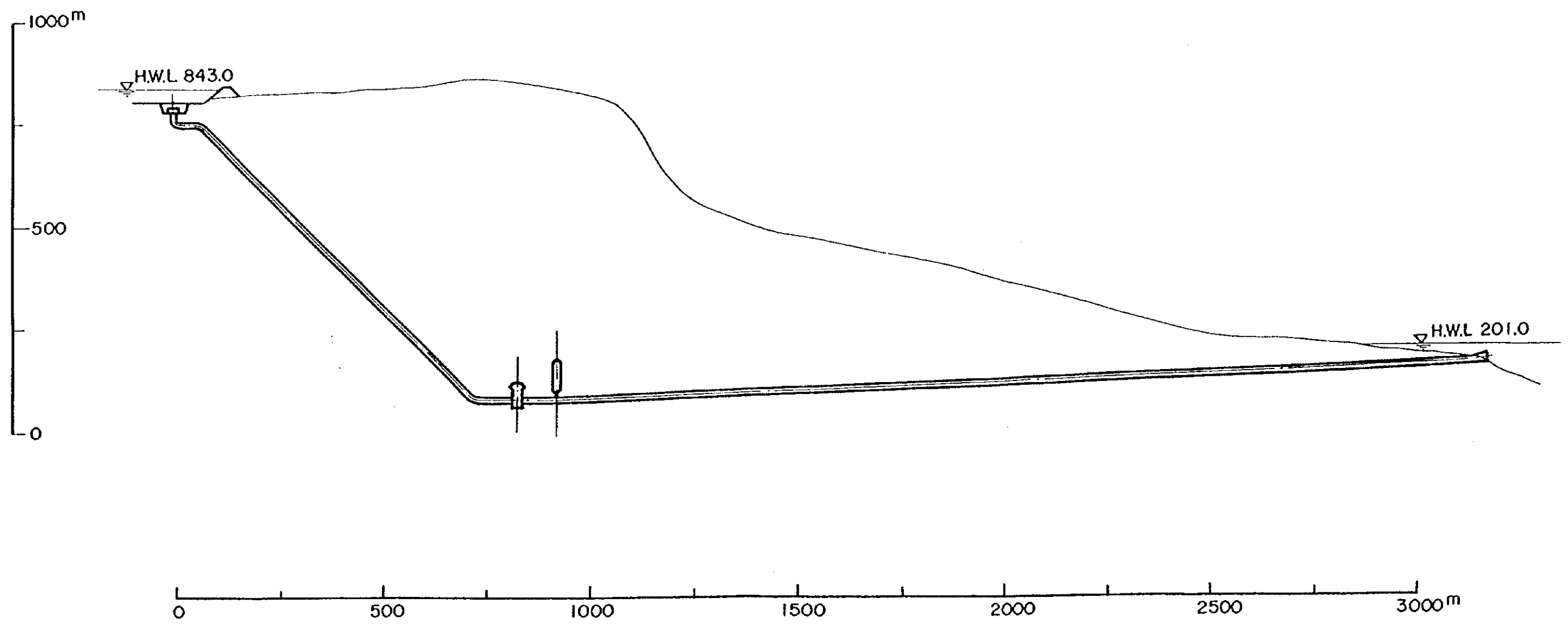


Fig. 5.2-6 Kinjale

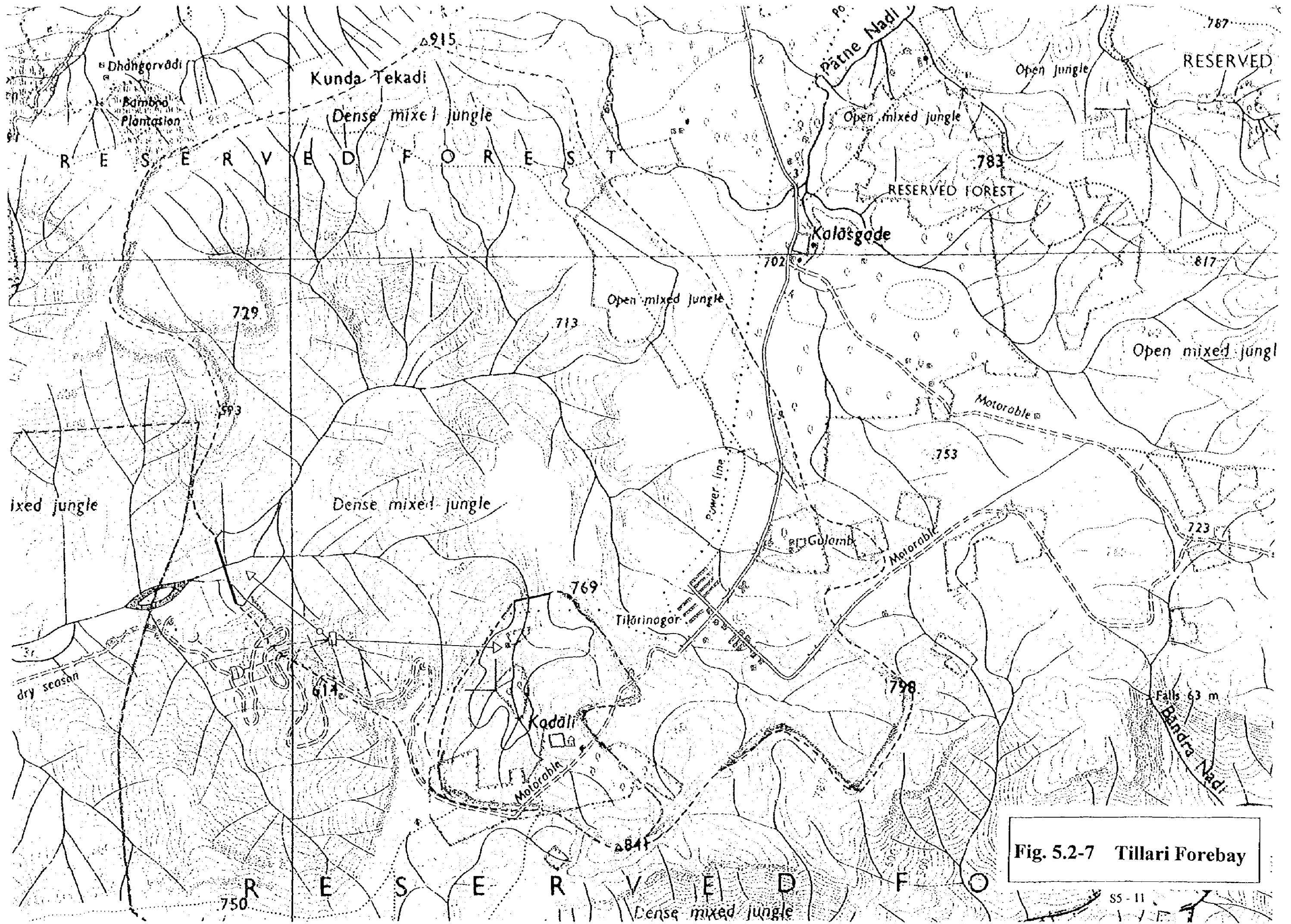


Fig. 5.2-7 Tillari Forebay

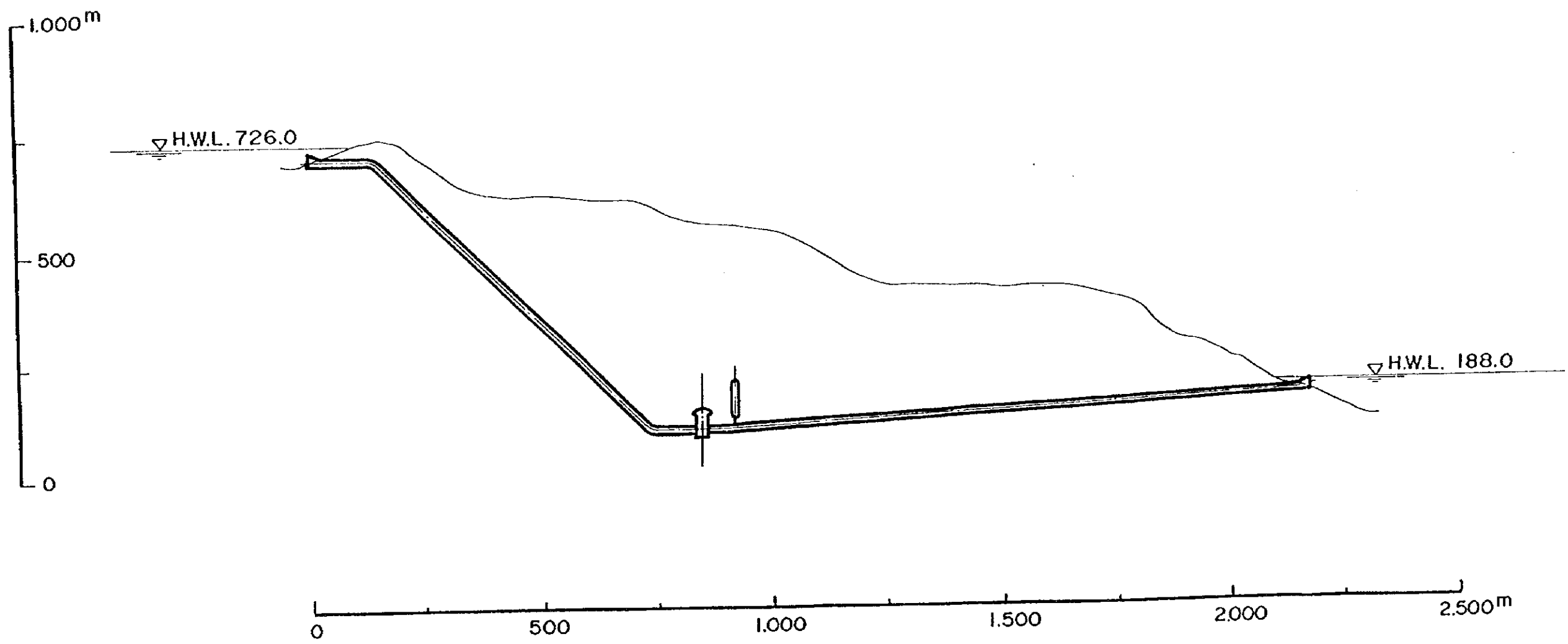


Fig. 5.2-8 Tillari Forebay

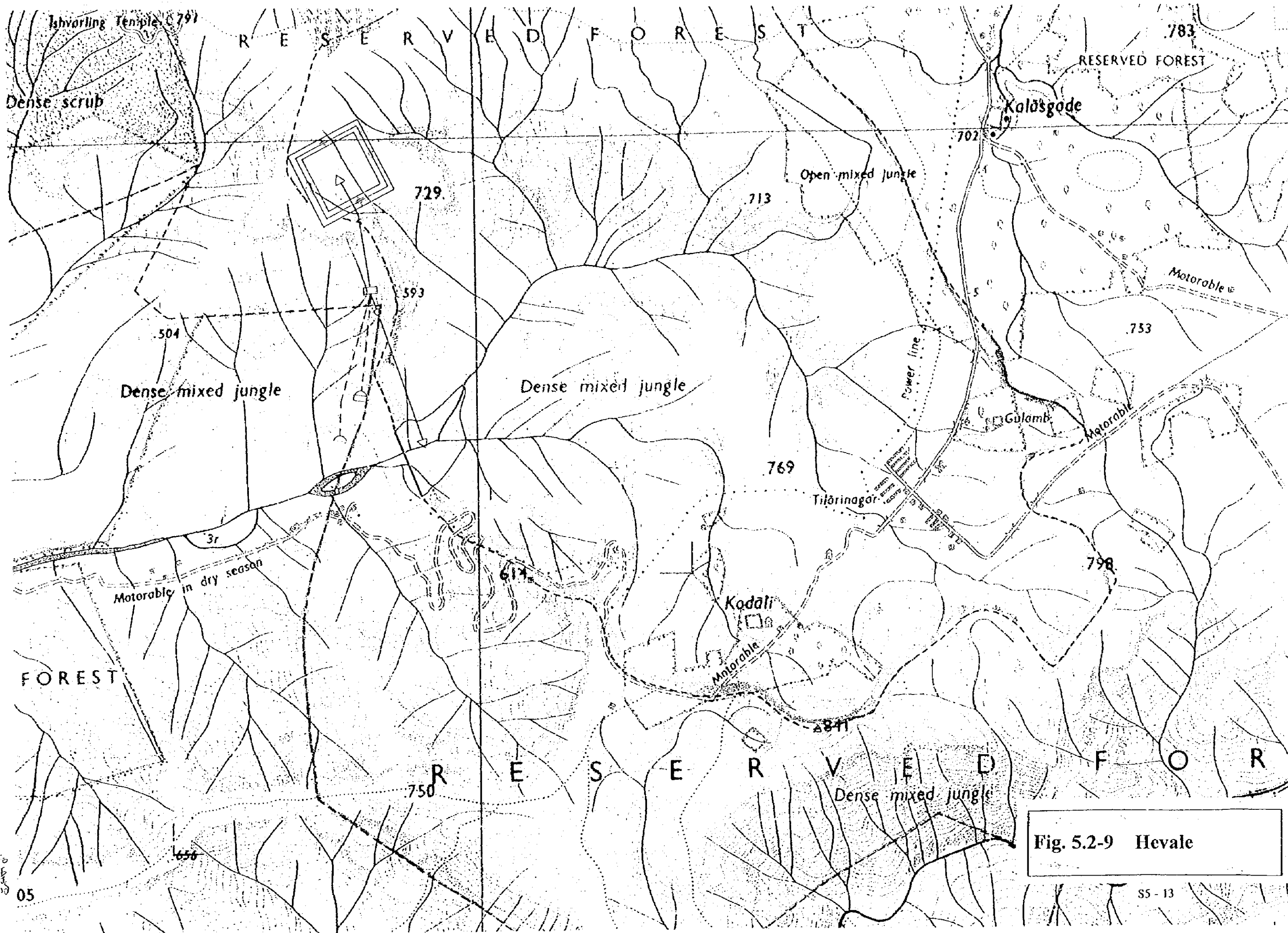


Fig. 5.2-9 Hevale

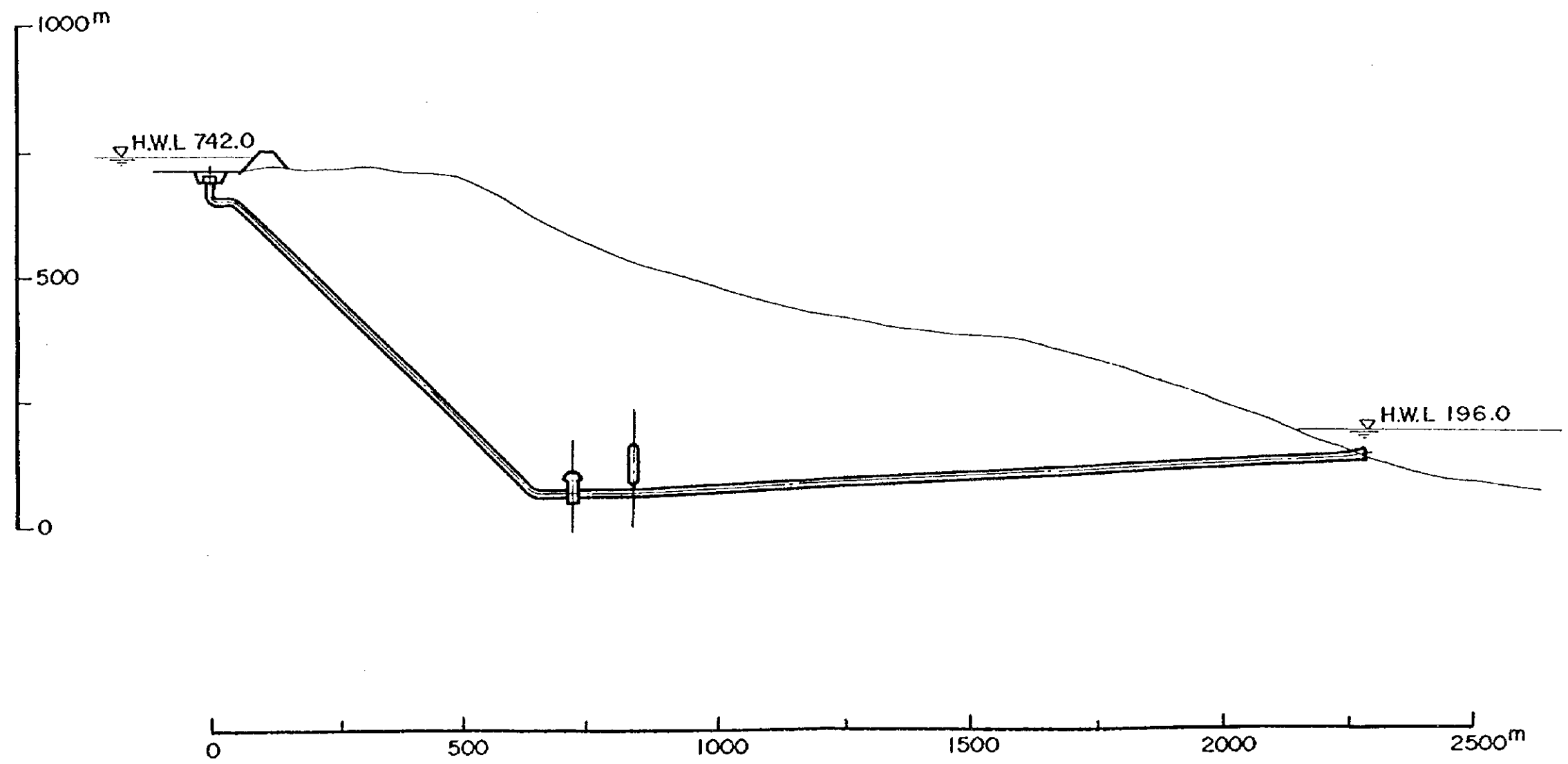


Fig. 5.2-10 Hevale