

DAMSITE II



Mapped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

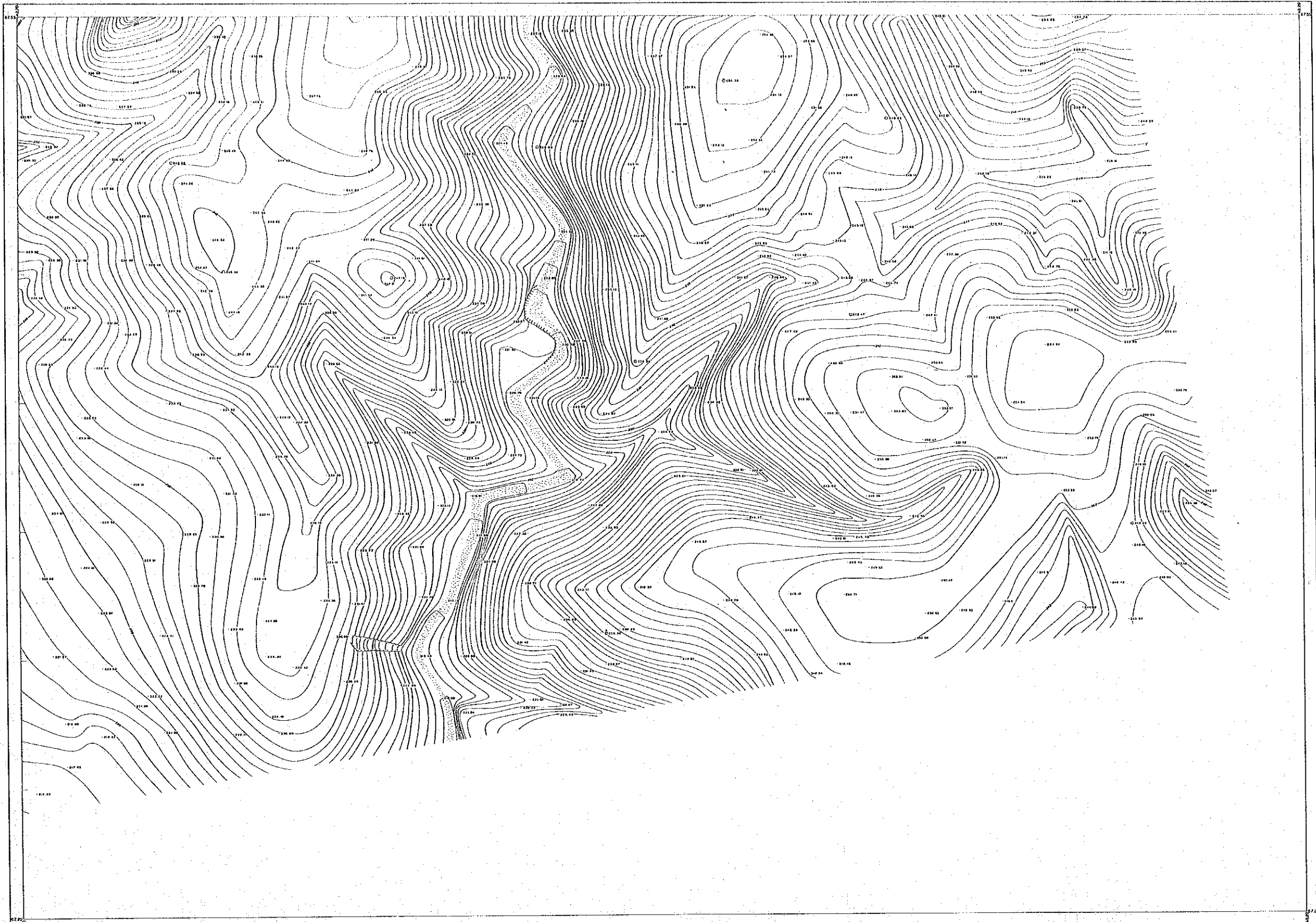
LEGEND			
Contour interval (m)	10	Flow Stream	Stream
Spot Elevation	• 111	Flow Area	Shaded Area
Ferred Road	—•—•—	Canal	Grass
Tail	—•—•—	Penstock	Field
Bridge	—•—•—	Depression	
Water	—•—•—	Canal	
Ferry	—•—•—	Canal	
		Canal	
		Canal	

SCALE 1:500

CONTOUR INTERVAL 1 METRE

UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84° East
Latitude of origin: 27° 30' North
False easting: 500,000 metres
Scale factor at the equator: 0.9996
Zone number: 48 S
Datum: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	



Mapped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

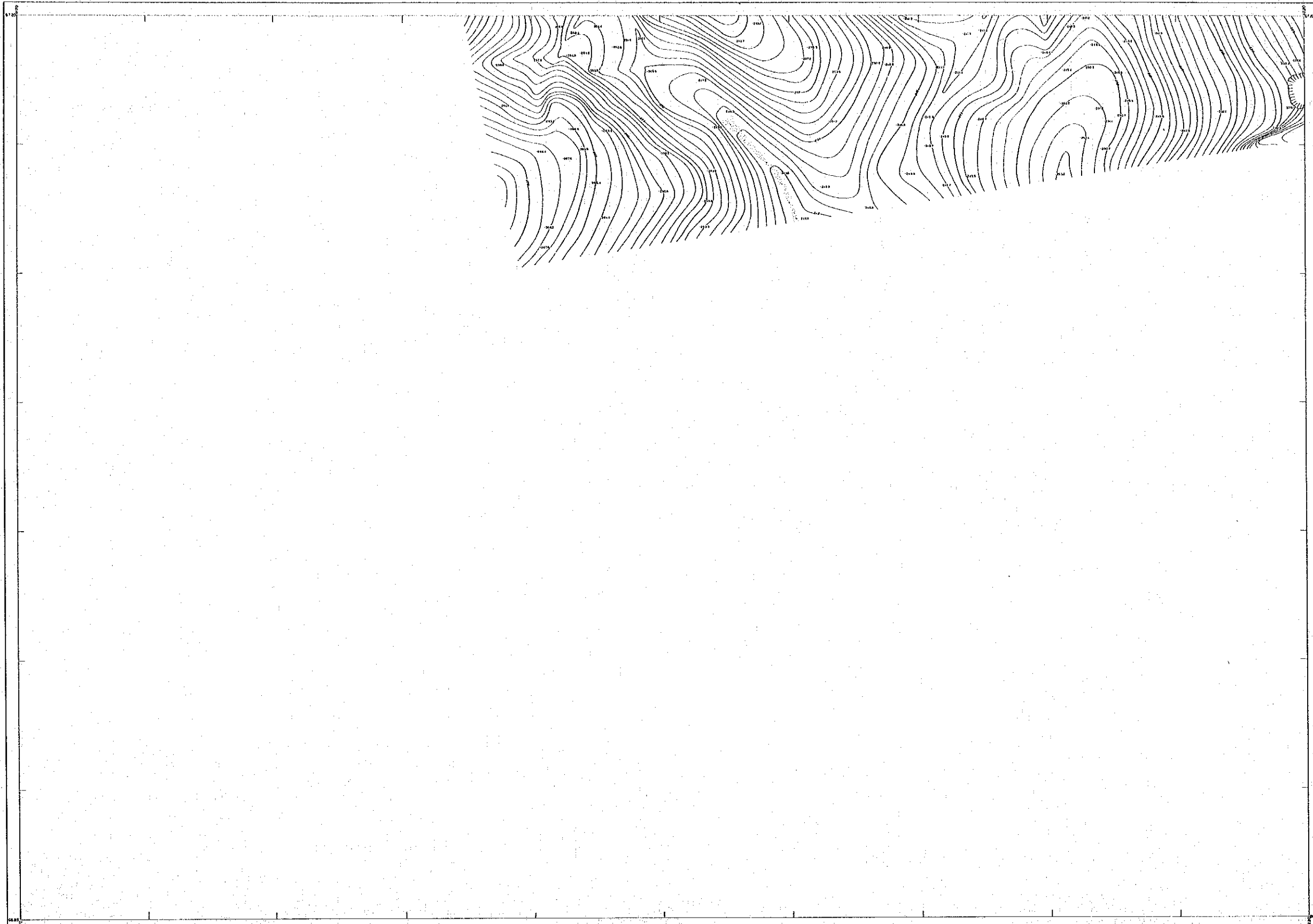
LEGEND	
Contour interval (Mm)	10
Spot elevations	▲
Formed roads	—
Trail	---
Bridges	—
Canals	—
Ferry	—
Flow stream	~
Flow lines	~
Canals	—
Embankment	—
Obstruction	—
Canal	—
Barrier	—
Bar	—
Spillway	—
Beak leaf	—
Gate	—
Falls	—

SCALE 1:500

CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84°30' E
Latitude of origin: 27° (Rampur)
False easting: 500,000 metres
Scale factor at the central meridian: 0.9999
Datum: Everest
Spheroid: Everest

MODEL TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	

DAMSITE 13



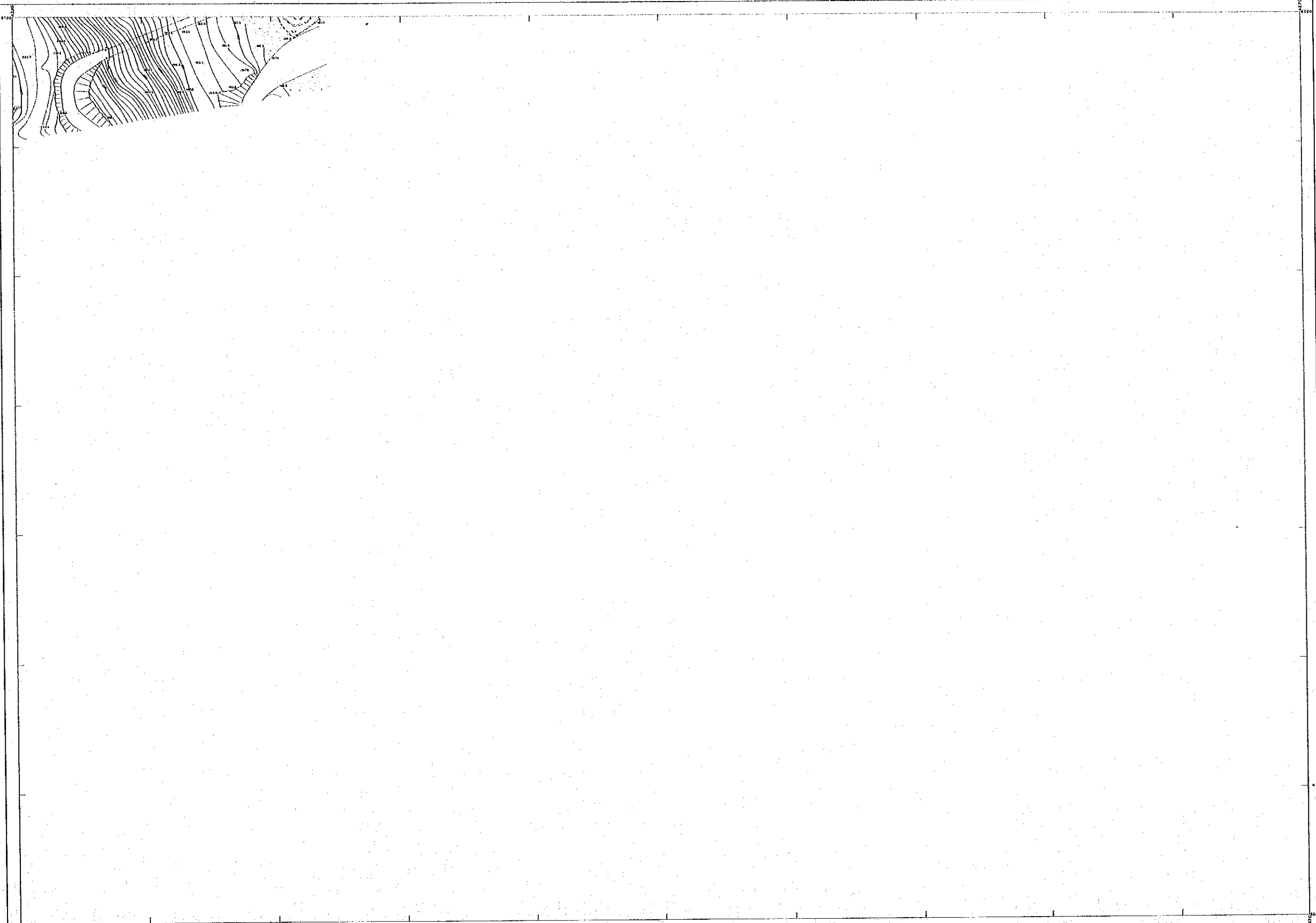
Mapped by Jean International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study

LEGEND	
Contour interval (M)	10
Spot Elevation	11.8
Forest Mark	---
Trail	---
Buildings	□
Bridge	—
Ferry	f-f
River Stream	—
Plain Area	—
Canal	—
Embankment	—
Depression	—
Cut	—
Box Cut	—
Spill	—
Shrub	—
Wood Land	—
Road	—
Field	—

SCALE 1:500
CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84°28'
Latitude of origin: 28° 00'
False easting: 500000
False northing: 1000000
Scale factor at the central meridian: 0.9999
Zone number: 45N
Datum: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	



Maped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapit Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour Interval (M)	1:10	River Stream	—
Scale Overline	———	Flow Area	———
Power Line	———	Cutting	———
Trail	———	Embankment	———
Buildings	□	Depression	———
Bridge	———	Canal	———
Ferry	———	Barbed Wire	———
		Spot	———

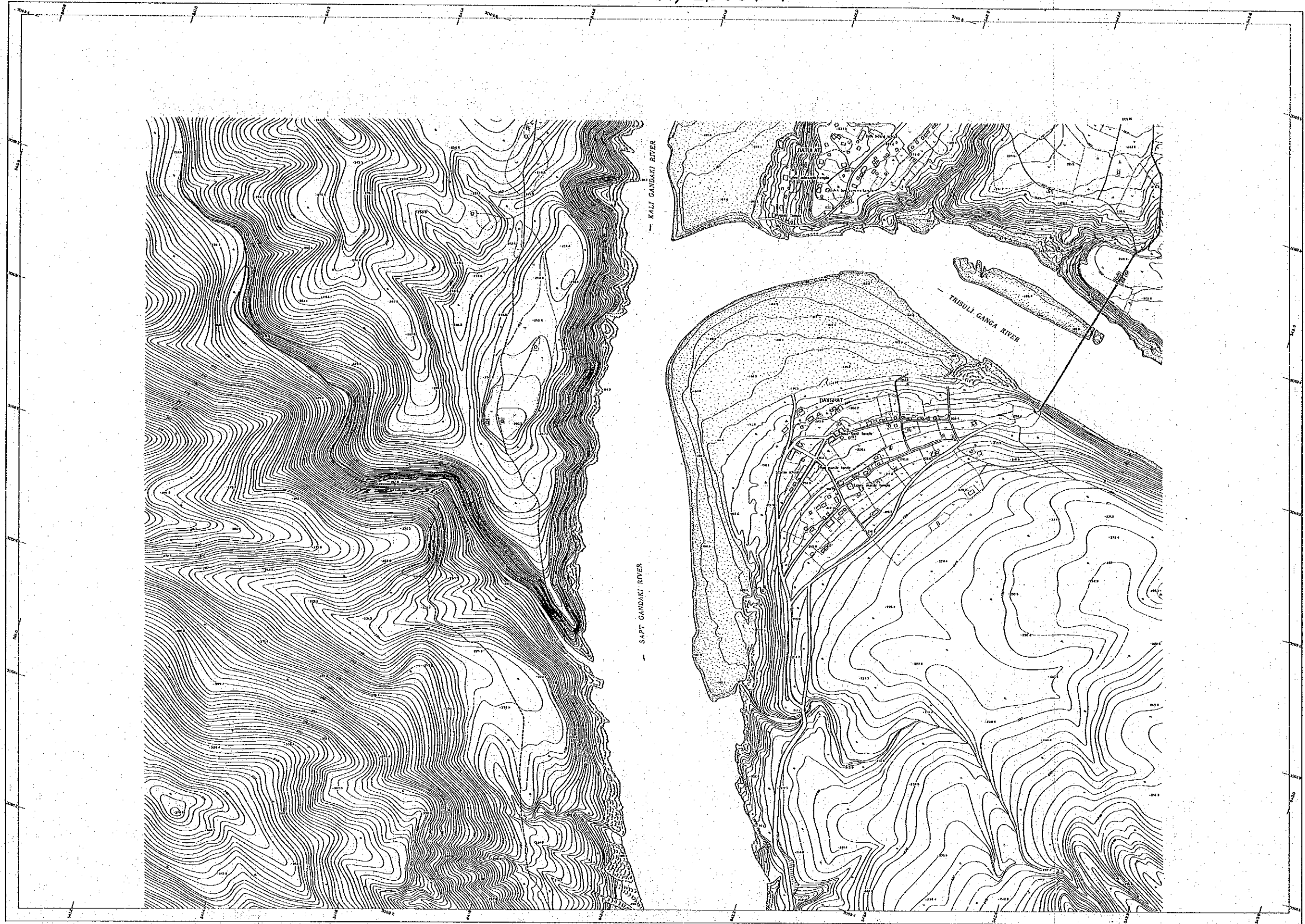
SCALE 1:500

CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: 84° 30' 00" E
Latitude of origin: 27° 30' 00" N
False Easting: 500,000 metres
False Northing: 0 metres
Scale Factor at the centre of projection: 0.9996
Zone Number: 48 U
Spheroid: Everest

SHEET TO ADJOINING SHEETS		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	

II

TOPOGRAPHIC MAP OF PROJECT AREA
OF 1 TO 2,000 IN SCALE (2 SHEETS)



Mapped by Jagan International Corporation
Agency for the purpose of Sapt Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour interval (metres)	10	Flow stream	Stream
Spot Elevation	114	Flow Arroyo	Shrub Leaf
Formed Road	—+—+—+—	Cutting	Grass
Trail	—+—+—+—	Embankment	Fish
Building	□	Depression	
Bridge	—+—+—+—	Cut	
Fern	—+—+—+—	Bar & rock	
		Bed	

SCALE 1:2,000

CONTOUR INTERVAL 2 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION

Longitude of origin: Central meridian 84° East
Latitude of origin: 28° 00' North
False Easting: 200,000 metres
False Northing: 1,000,000 metres
Scale factor at the pole of projection: 0.9996
Zone number: 1445 (South Zone)
Spheroid: Everest
Datum: Everest

BACK TO ADJOINING SHEETS

1
2



Mapped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND			
Contour interval (Mm)	0	Flow Stream	~~~~~
Spot Elevations	111	Flow Arrow	→
Forest Areas		Canal	—+—+—+—
Village	□	Depression	⊖
Bridge	—	Can	
Ferry	—	Water tank	⊕
		Well	⊙
		Shore	
		Gravel Land	△
		Drain	▲
		Pit	▽

SCALE 1:2,000

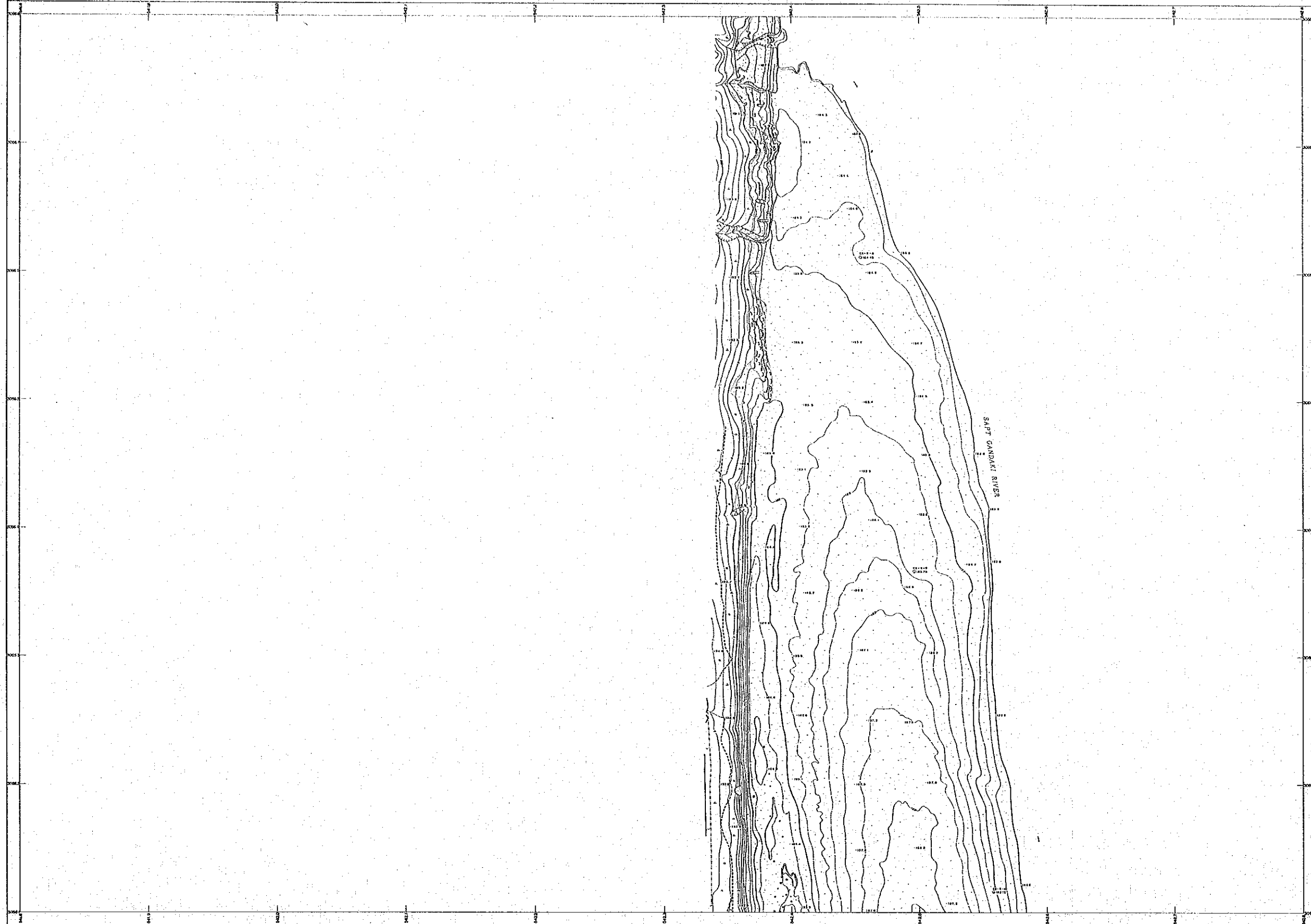
CONTOUR INTERVAL 2 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: 82° 30' East
Latitude of origin: 28° East
False easting: 500,000 metres
Scale factor at the central meridian: 0.9993
Zone number: 48 East
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS

1
2

III
TOPOGRAPHIC MAP OF SAND
AND
GRAVEL DEPOSIT AREA
OF 1 TO 1,000 (3 SHEETS)

GRAVEL DEPOSIT AREA I



Maped by Javam International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

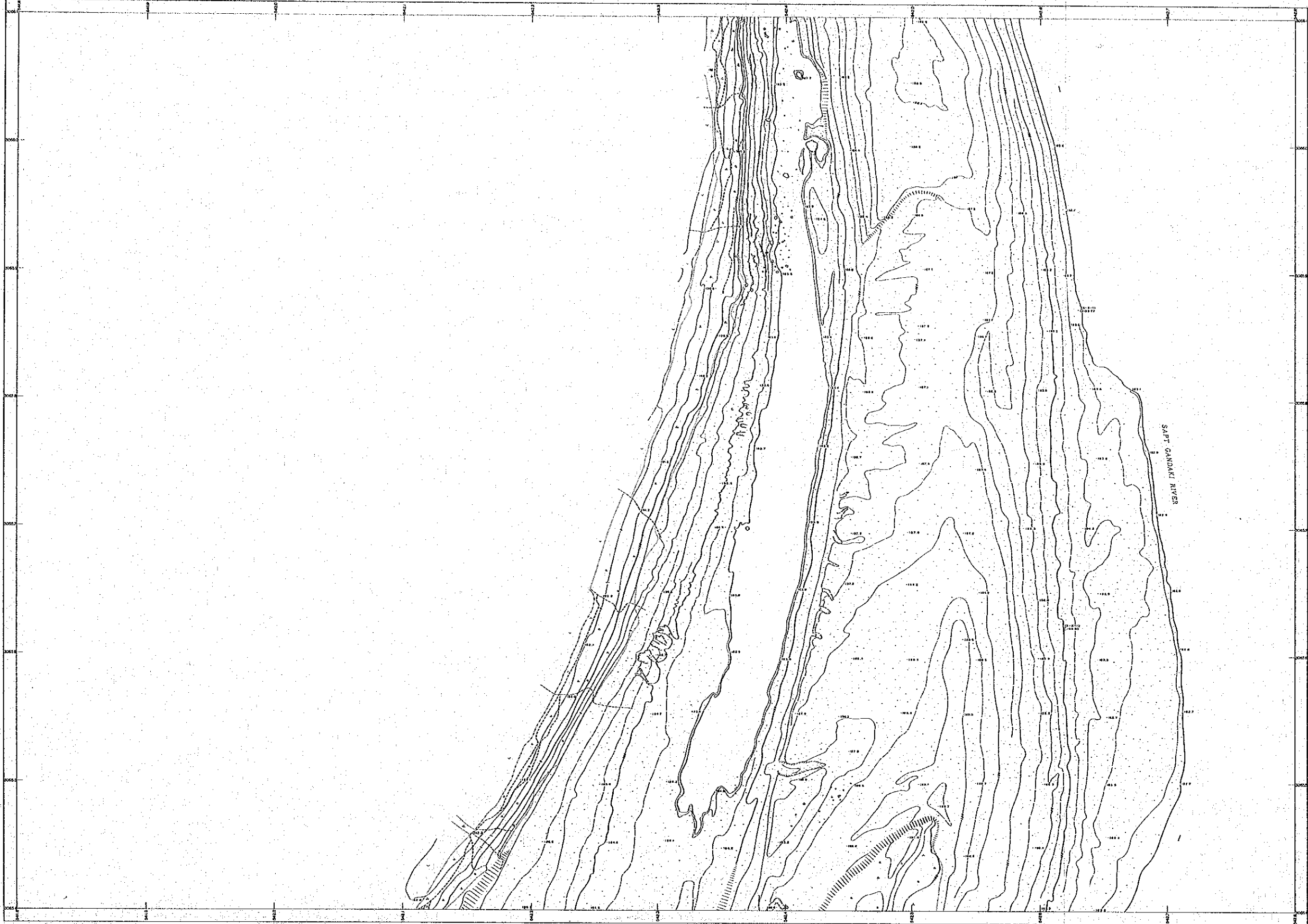
LEGEND	
Contour interval (metres)	10
Spot Elevation	12.12
Farmed Area	[Symbol]
Trail	[Symbol]
Building	[Symbol]
Bridge	[Symbol]
Ferry	[Symbol]
River stream	[Symbol]
Flow arrow	[Symbol]
Cutting	[Symbol]
Embankment	[Symbol]
Depression	[Symbol]
Canal	[Symbol]
New road	[Symbol]
Road	[Symbol]
Shade	[Symbol]
Shrub land	[Symbol]
Grass	[Symbol]
Field	[Symbol]

SCALE 1:1,000
CONTOUR INTERVAL 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: Central meridian 84° East
Latitude of origin: 28° 00' North
False northing: 10,000,000 metres
Scale factor at the central meridian: 0.9999
Zone number: 48S
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS

1
2
3

GRAVEL DEPOSIT AREA 2



Maped by Japan International Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND	
Contour Interval (metres)	10
Spot Elevation	• 110
Formal Road	—
Trail	- - -
Building	□
Bridge	—
Ferry	—
River Symbol	—
Flow Arrow	→
Cutting	—
Embankment	—
Depression	—
CRP	—
Barbed wire	—
Bank	—
Water	—
Gravel Land	—
Cross	—
Field	—

SCALE 1 : 1,000

CONTOUR INTERVAL 1 METRES

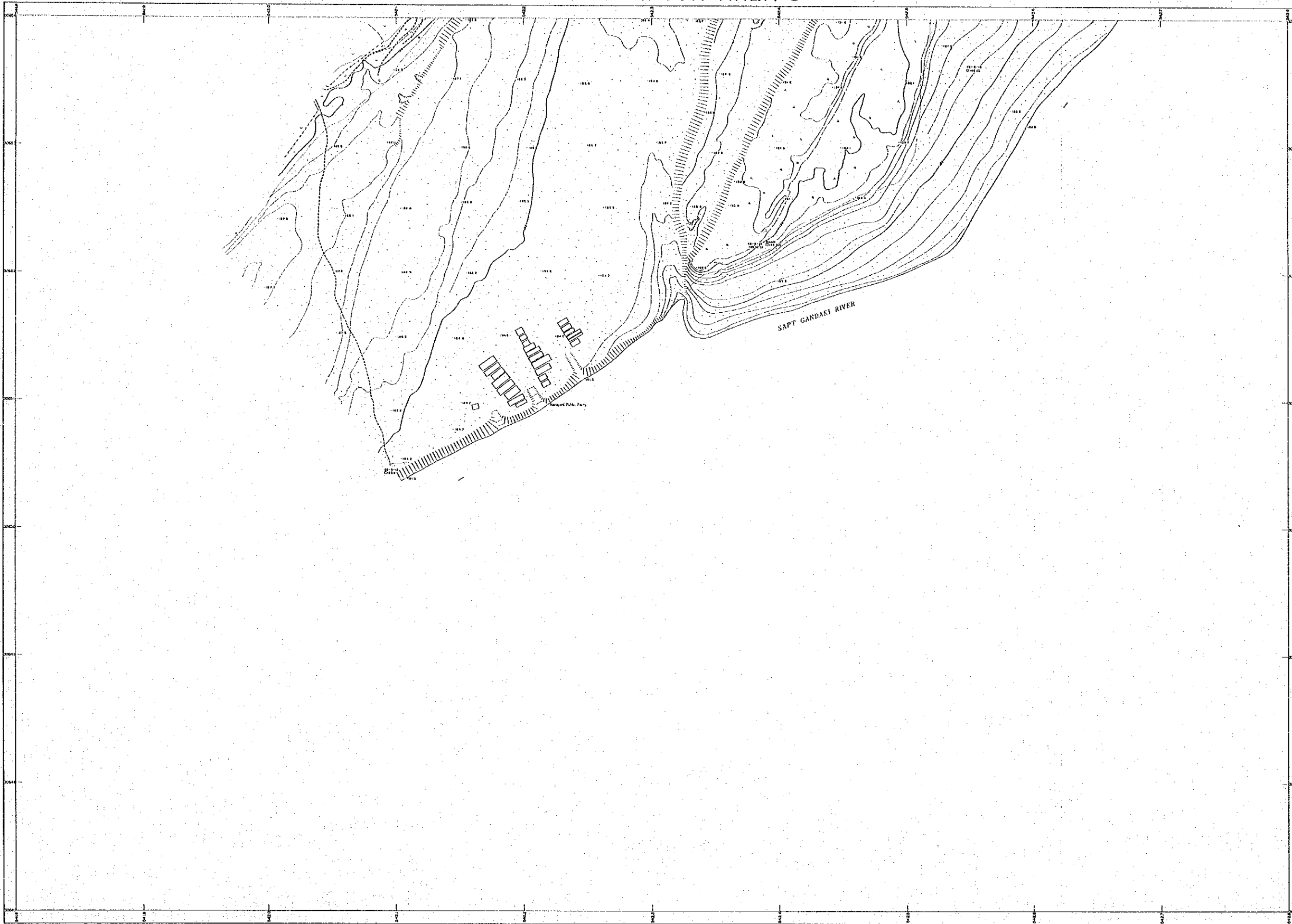
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION

Longitude of origin: Central meridian 84° East
Latitude of origin: 28° 00' North
False easting: 10,000 metres
False northing: 10,000 metres
Scale factor at the origin: 0.9999
Zone number: 48 U.T.M. zone
Spheroid: Everest

INDEX TO ADJOINING SHEETS

1
2
3

GRAVEL DEPOSIT AREA 3



Maped by Jacon International Corporation
Agency for the purpose of Sapt Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

LEGEND	
	Flow Direction
	Flow Area
	Canal
	Erbankment
	Depression
	Cut
	Canal
	Dam
	Small Lake
	Grass
	Pulse

SCALE 1:1,000
 CONTOUR INTERVAL 1 METRES
 UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
 Longitude of origin: Everest meridian 85° 25' E
 Latitude of origin: 27° 00' 00" N
 False Easting: 500 000 metres
 Scale factor at the central latitude: 0.9999
 Zone number: 48 UTM Zone
 Spheroid: Everest

POSS TO ADJOINING SHEETS
 1
 2
 3

IV

PLAN OF MUGLING ROAD

(4 SHEETS)

SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

MUGLING ROAD I



Prepared by: Jagan International Corporation
Name of the Project: Sapta Gandaki Hydroelectric
Phase: Development Project Feasibility Study

LEGEND

Contour Lines (m)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Water	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Power Lines	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Proposed Road	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Existing Road	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Boundary	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Structure	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black
Spot	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black	Black

SCALE: 1:5,000
CONTOUR INTERVAL: 1 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of origin: 85° 30' 00" E
Latitude of origin: 27° 30' 00" N
Datum: Everest
Zone: 48 N
Units: Metres

INDEX TO ADJACENT SHEETS

1	2
3	4

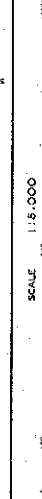
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

MUGLING ROAD 2



Prepared by: **Water International Corporation**
Agency for the purpose of: **Sapt Gandaki Hydroelectric
Power Development Project (Feasibility Study)**

LEGEND	
Contour Lines (m)	100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000
Spot Elevation	Symbol with value
Water Course	Blue line
Trail	Dashed line
Boundary	Thick solid line
Structure	Symbol
Power Line	Symbol
Other	Symbol

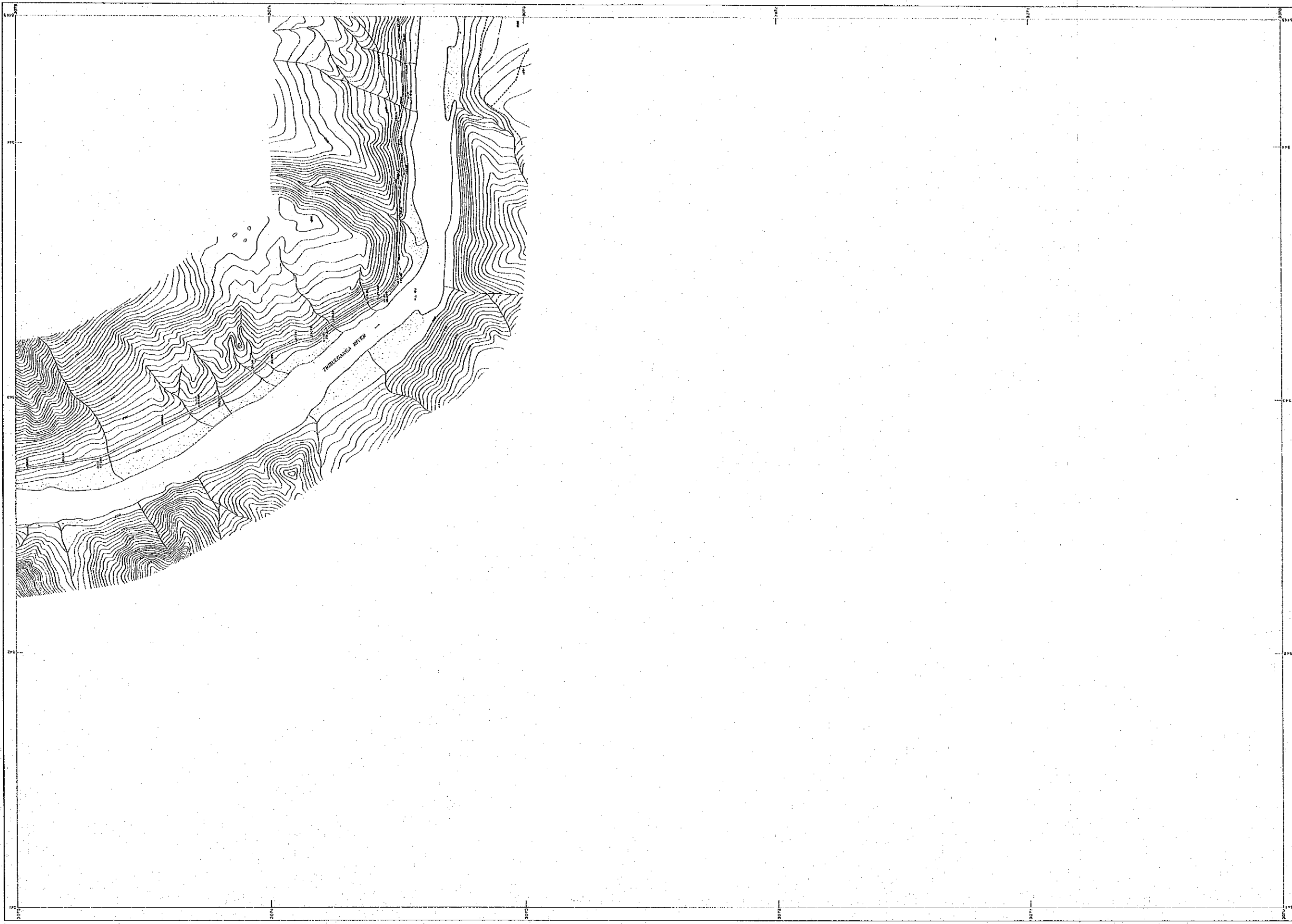


SCALE: 1:5,000
CONTOUR INTERVAL: 10 METERS
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Datum: Everest
Zone: 48 N
Spheroid: Everest
Semimajor Axis: 6378137.000
Semiminor Axis: 6356755.369
Flattening: 1/294.9786982
False Easting: 500000.000
False Northing: 0.000
Units: Meter

INDEX TO ADJACENT SHEETS			
1	2	3	4

SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT

MUGLING ROAD 3



Prepared by: Nepal Hydroelectric Corporation
Agency for the purpose of Sapta Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study.

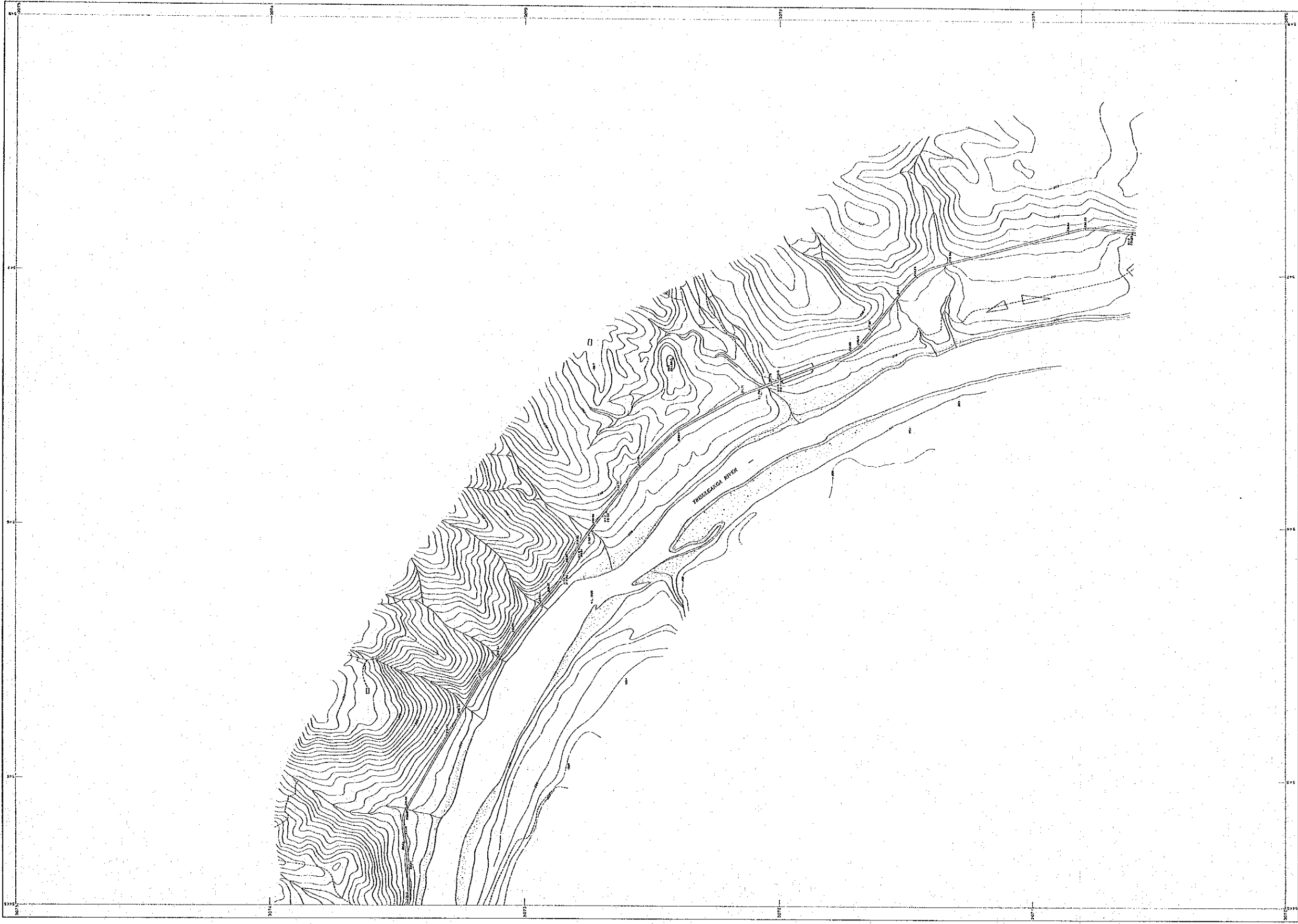
LEGEND

Contour Interval (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Spot Height	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Water	Blue line									
Major Road	Thick black line									
Minor Road	Thin black line									
Power Line	Dashed line									
Boundary	Thin solid line									
Other										

SCALE : 1 : 5,000
 CONTOUR INTERVAL (METRES)
 UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
 Prepared at Nepal Hydroelectric Corporation
 Kathmandu, Nepal
 Date: 10/10/99
 Scale: 1:5000
 Projection: UTM
 Datum: Everest
 Contour Interval: 10m

NO. TO ADJOINING SHEETS

1	2
3	4



Prepared by: JICA International Corporation
Approved for the purpose of SAPT Gandaki Hydroelectric
Power Development Project Feasibility Study

LEGEND	
Proposed Road	---
Existing Road	---
Water Course	---
Contour Line	---
Spot Height	---
Spot Height	---
Spot Height	---
Spot Height	---
Spot Height	---
Spot Height	---
Spot Height	---

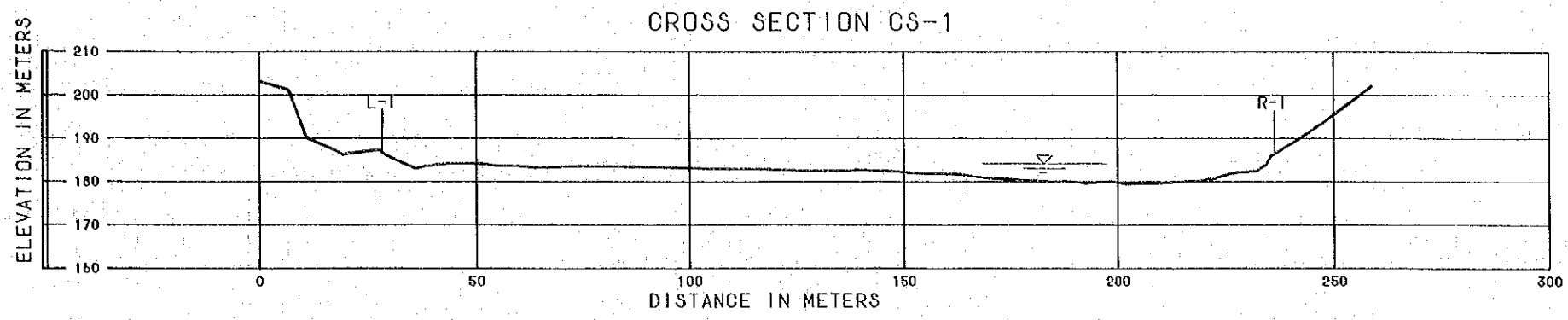
SCALE 1:5 000
CONTOUR INTERVAL: 5 METRES
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PROJECTION
Longitude of Origin: 85° 30' 00" E
Latitude of Origin: 27° 30' 00" N
False Easting: 500 000 Metres
False Northing: 10 000 000 Metres
Datum: Everest
Spheroid: Everest
Projection: UTM
Zone: 48 N

SHEET NO. AND SHEETS	
1	2
3	4

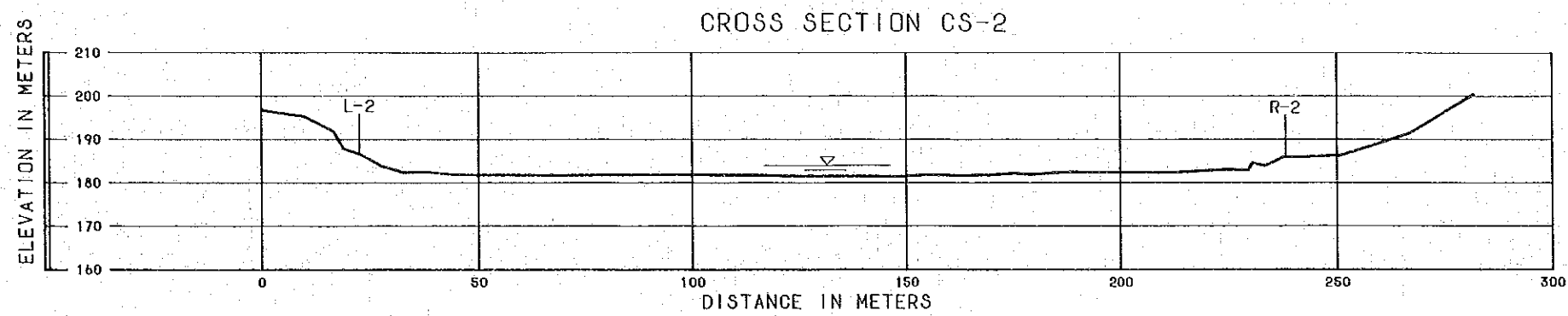
V

RIVER CROSS SECTIONS

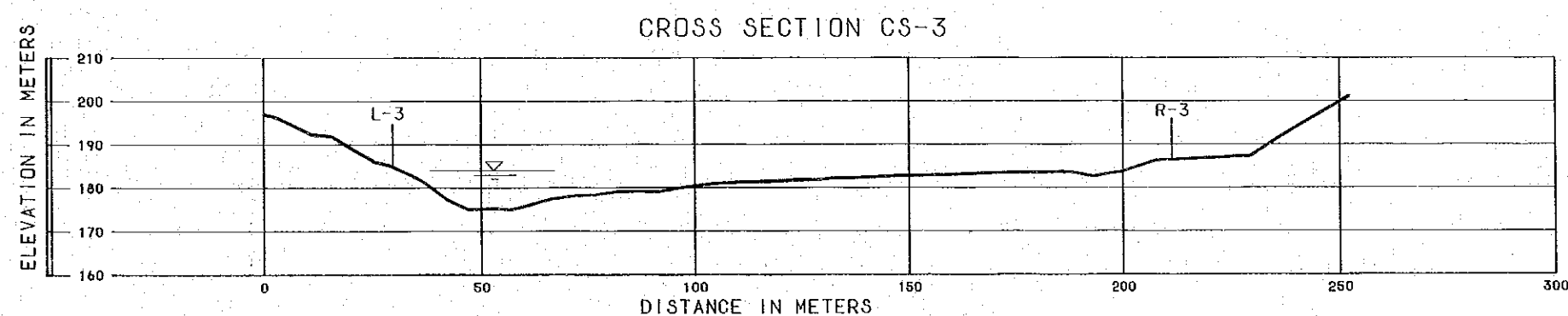
(8 SHEETS)



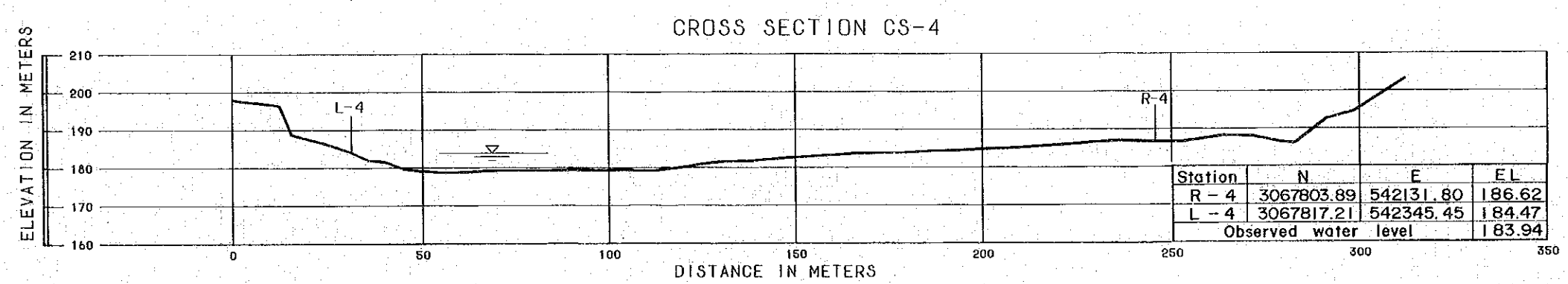
Station	N	E	EL
R-1	3068552.05	541936.55	186.16
L-1	3068598.54	542138.27	186.61
Observed water level			184.03



Station	N	E	EL
R-2	3068324.40	542041.91	185.90
L-2	3068379.92	542248.90	186.50
Observed water level			184.00



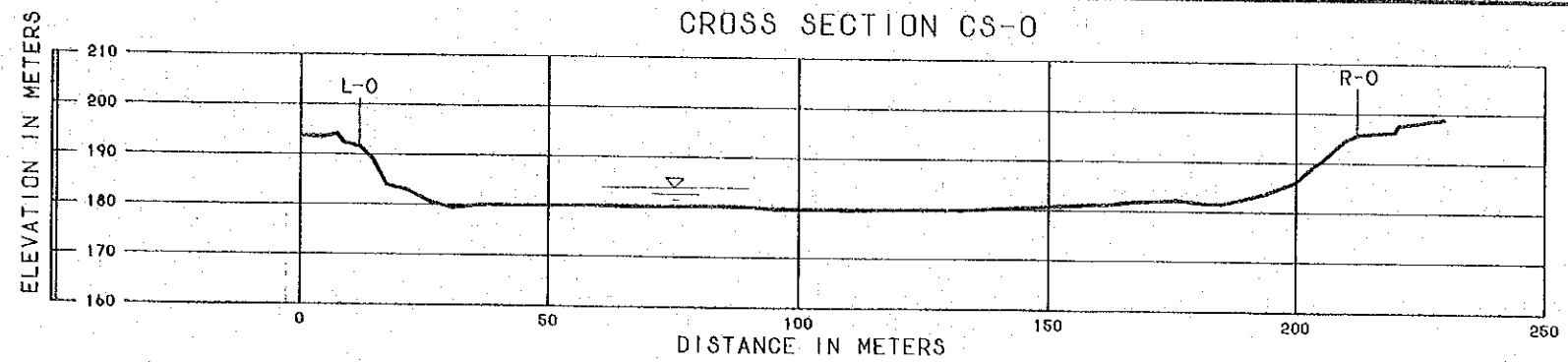
Station	N	E	EL
R-3	3068063.85	542116.20	186.61
L-3	3068088.54	542295.72	185.06
Observed water level			184.06



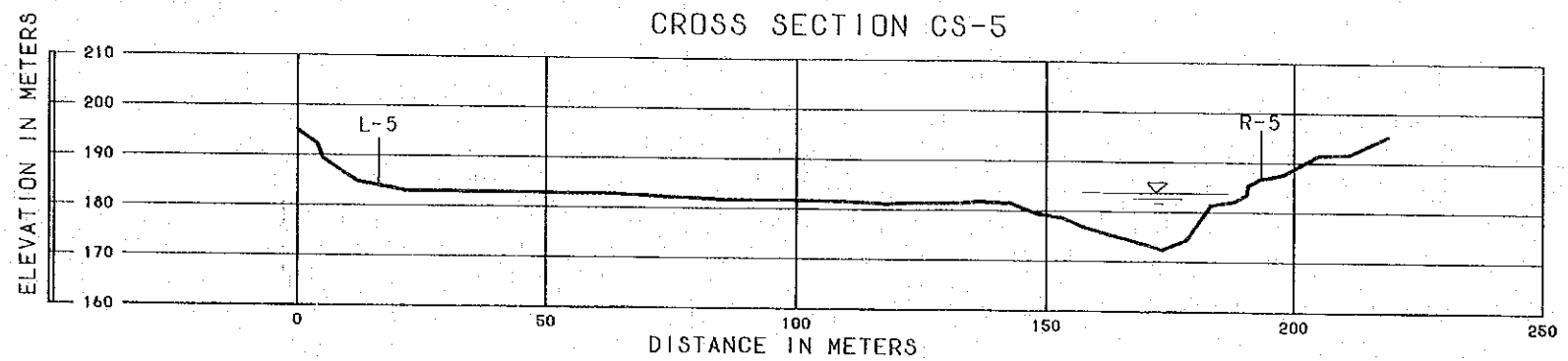
Station	N	E	EL
R-4	3067803.89	542131.80	186.62
L-4	3067817.21	542345.45	184.47
Observed water level			183.94

RIVER CROSS SECTIONS (1)

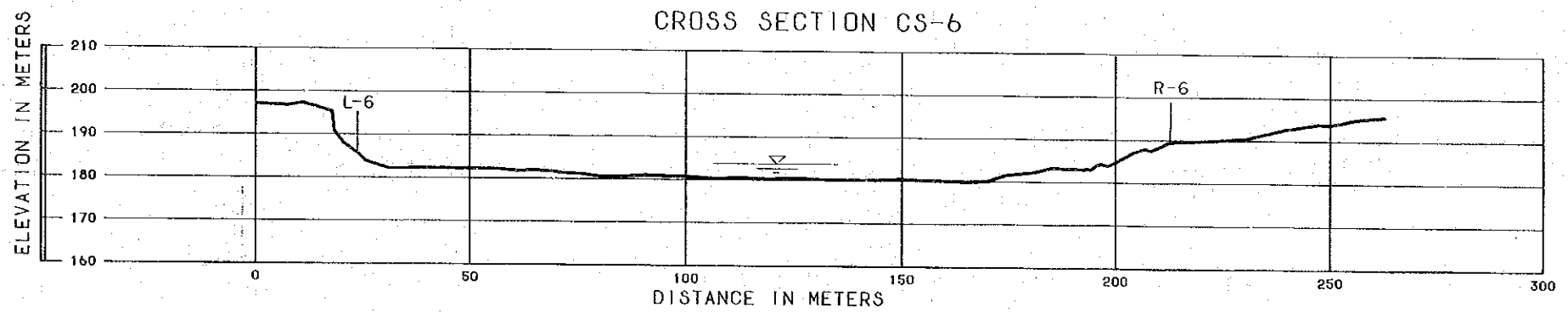
HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
FEASIBILITY REPORT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



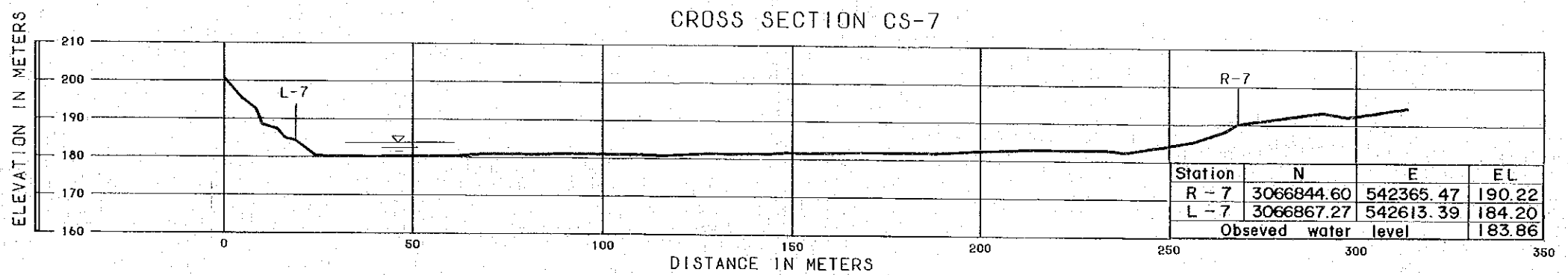
Station	N	E	EL
R-0	3067526.39	542166.85	195.88
L-0	3067562.90	542364.15	191.54
Observed water level			183.92



Station	N	E	EL
R-5	3067284.90	542273.69	186.80
L-5	3067343.51	542440.20	183.91
Observed water level			183.90



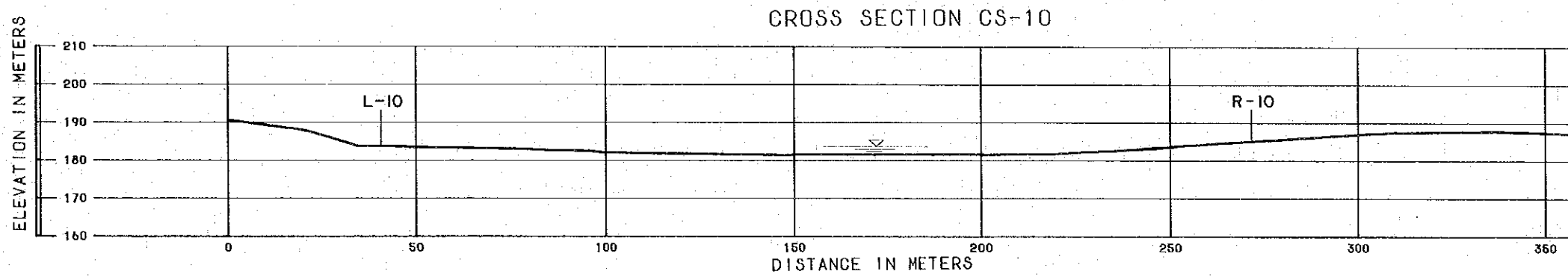
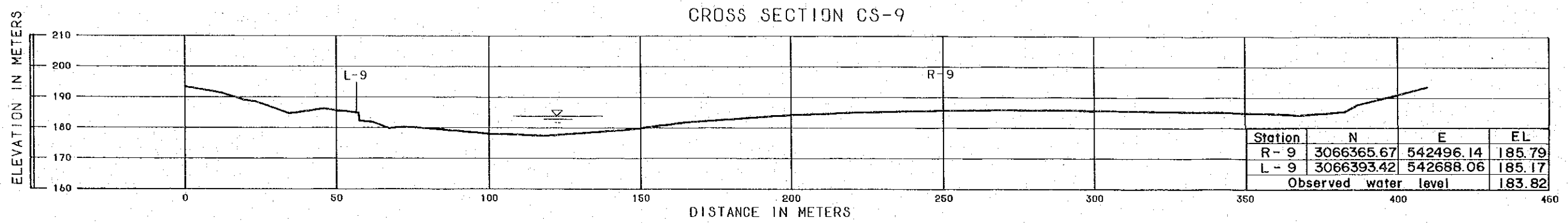
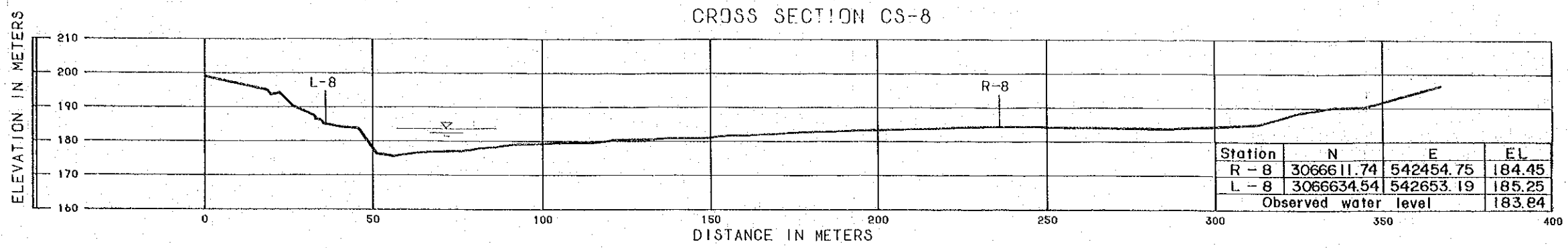
Station	N	E	EL
R-6	3067058.27	542349.03	189.45
L-6	3067098.11	542533.17	185.59
Observed water level			183.88



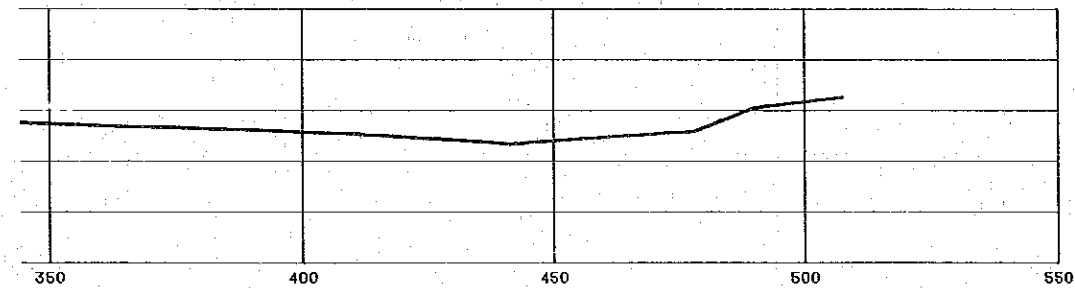
Station	N	E	EL
R-7	3066844.60	542365.47	190.22
L-7	3066867.27	542613.39	184.20
Observed water level			183.86

RIVER CROSS SECTIONS (2)

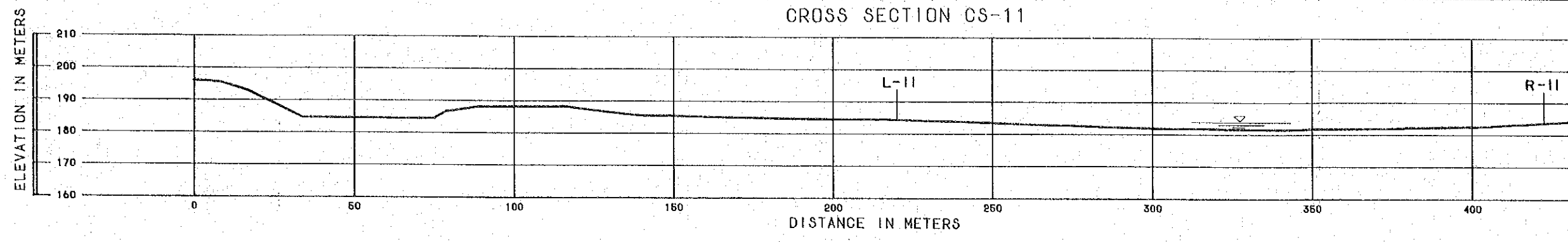
HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



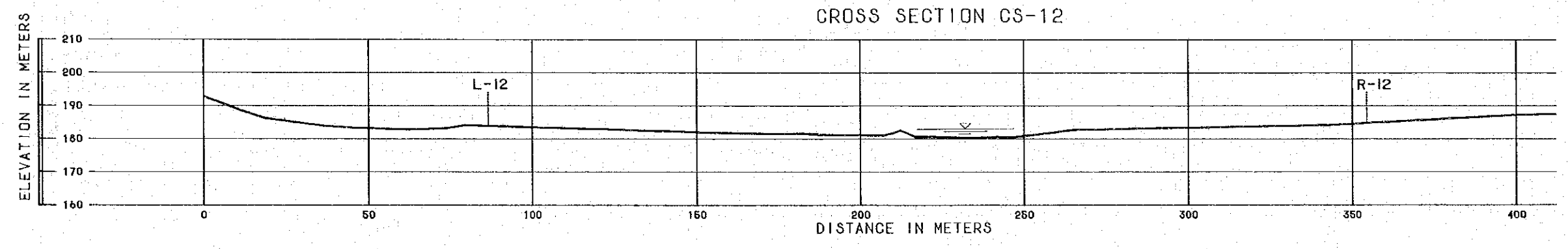
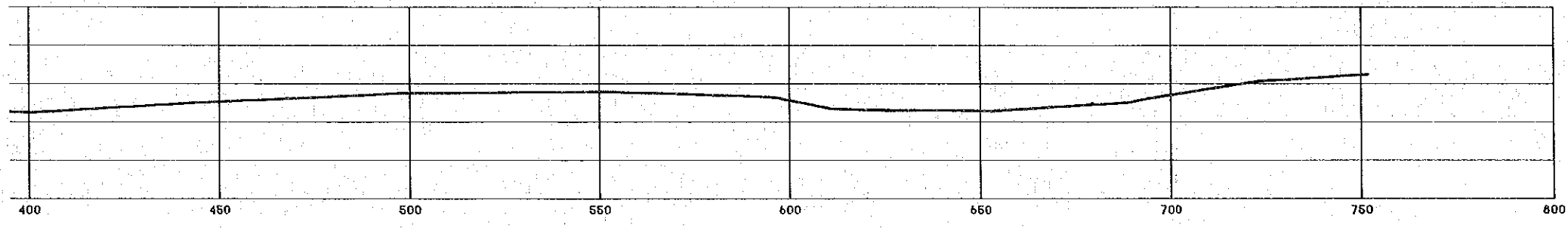
Station	N	E	EL
R - 10	3066113.47	542576.15	185.06
L - 10	3066159.94	542832.33	185.74
Observed water level			183.82



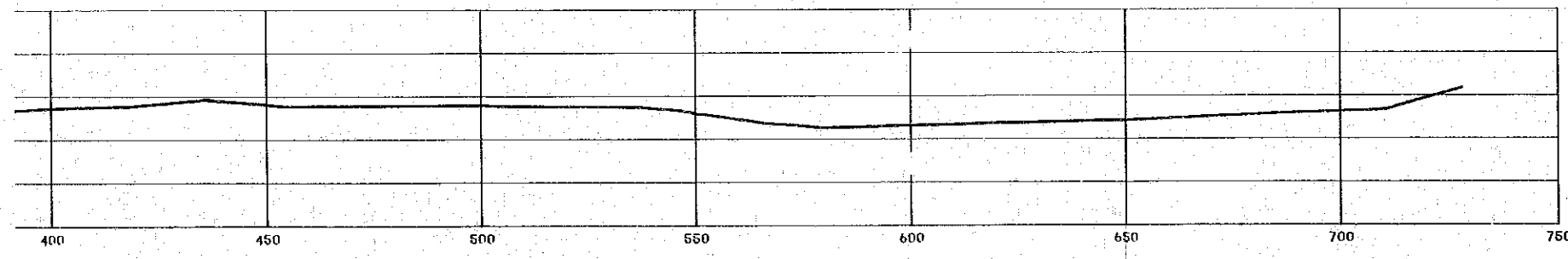
RIVER CROSS SECTIONS (3)



Station	N	E	EL
R - II	3065871.42	542632.97	183.77
L - II	3065888.24	542834.82	184.51
Observed water level			183.77



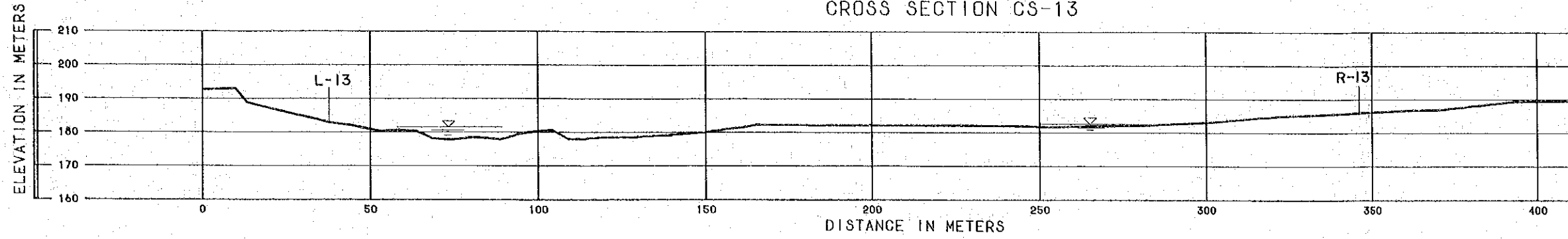
Station	N	E	EL
R - 12	3065621.12	542620.30	184.92
L - 12	3065624.80	542888.04	183.92
Observed water level			183.92



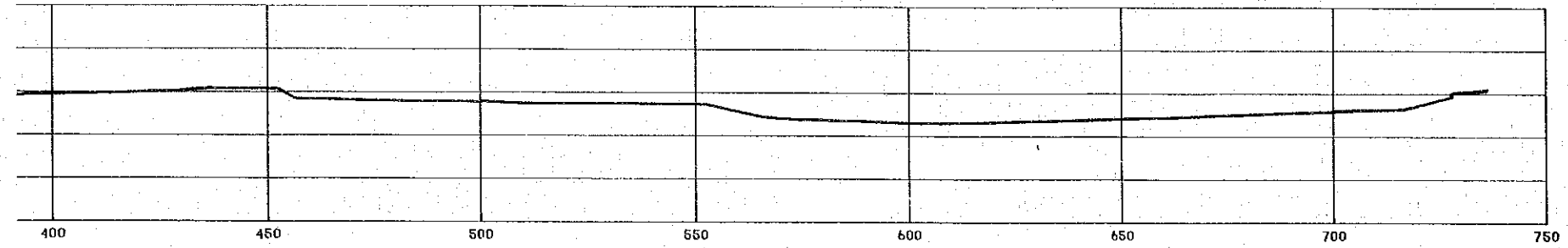
RIVER CROSS SECTIONS (4)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

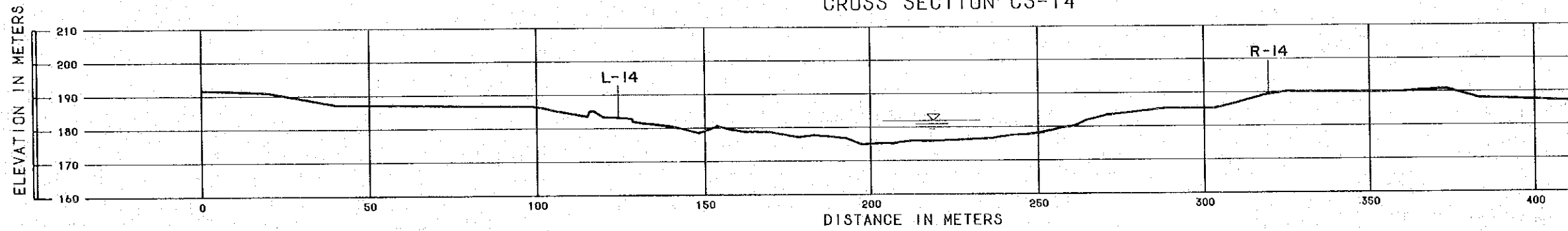
CROSS SECTION CS-13



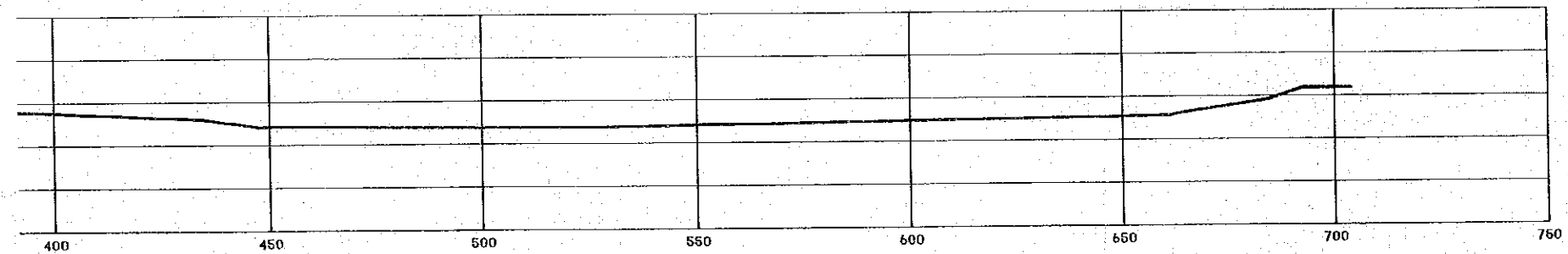
Station	N	E	EL
R - 13	3065360.73	542547.88	186.22
L - 13	3065149.07	542770.96	182.88
Observed water level		R	182.50
		L	181.98



CROSS SECTION CS-14

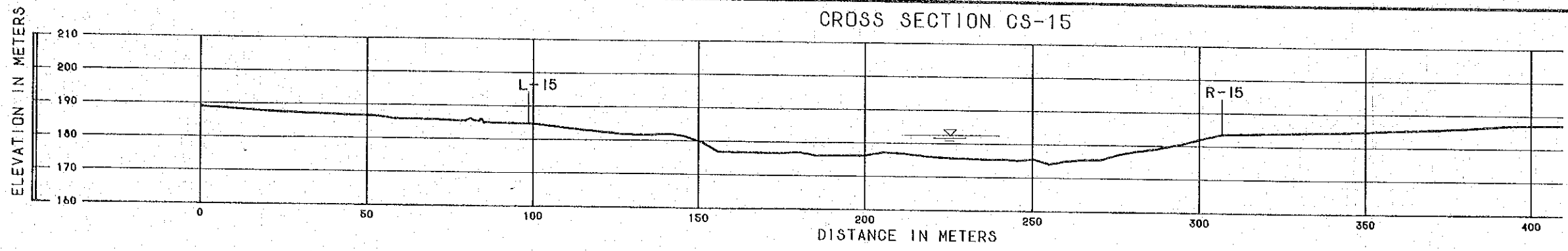


Station	N	E	EL
R - 14	3065221.42	542386.65	189.42
L - 14	3065041.60	542460.87	183.30
Observed water level			181.92

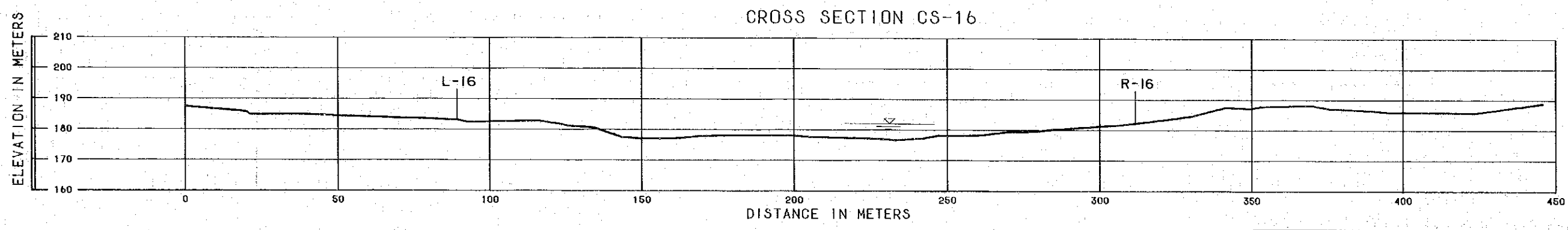
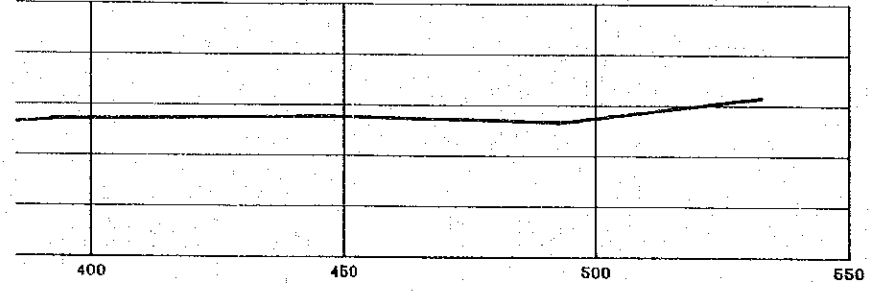


RIVER CROSS SECTIONS (5)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



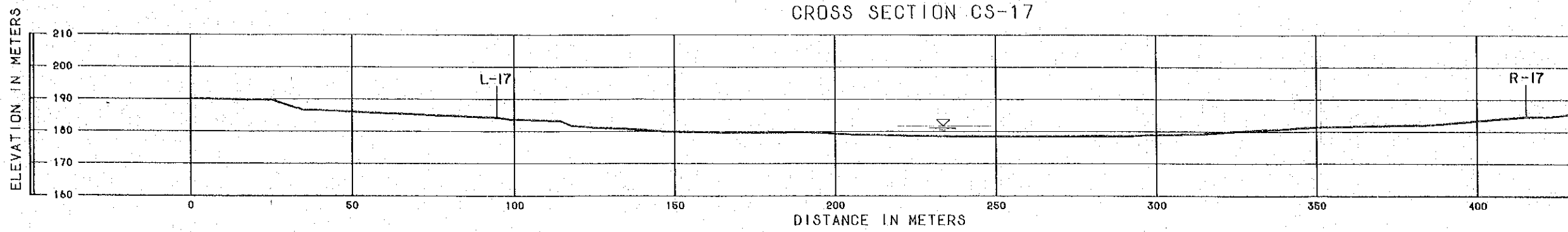
Station	N	E	EL
R-15	3065043.10	542092.59	183.63
L-15	3064873.10	542212.12	184.82
Observed water level			182.05



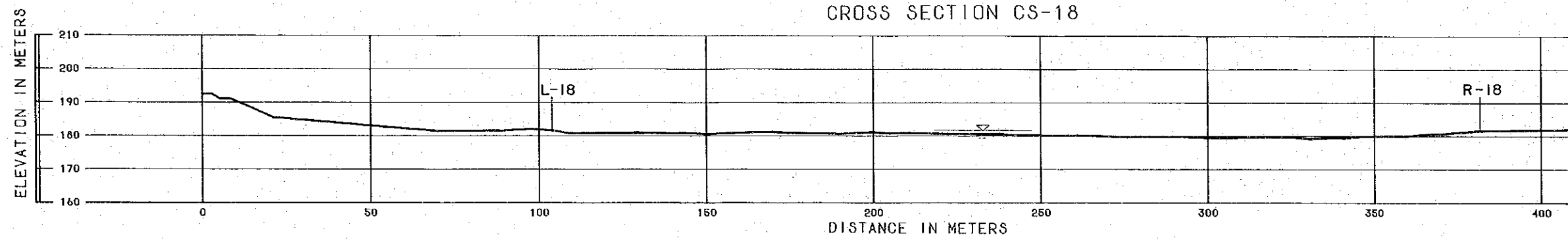
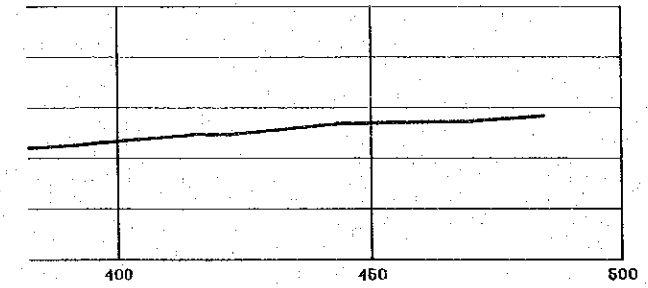
Station	N	E	EL
R-16	3064954.08	541901.62	182.31
L-16	3064769.86	542024.91	183.20
Observed water level			181.91

RIVER CROSS SECTIONS (6)

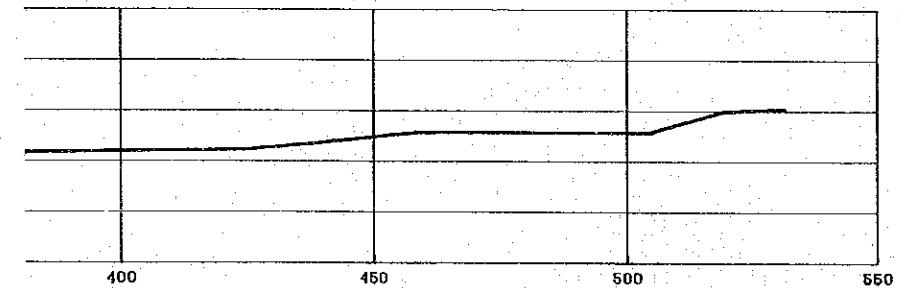
HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Station	N	E	EL
R - 17	3064907.40	541713.45	184.74
L - 17	3064627.22	541868.05	184.38
Observed water level			181.83

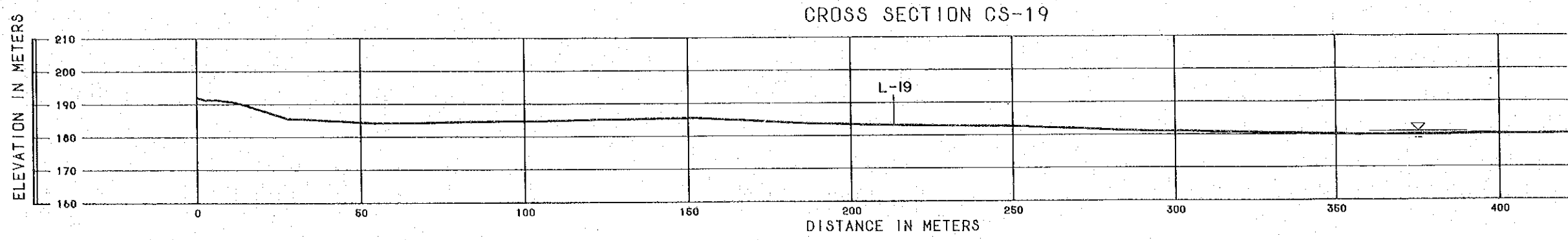


Station	N	E	EL
R - 18	3064724.90	541416.00	181.75
L - 18	3064498.52	541576.61	181.87
Observed water level			181.66

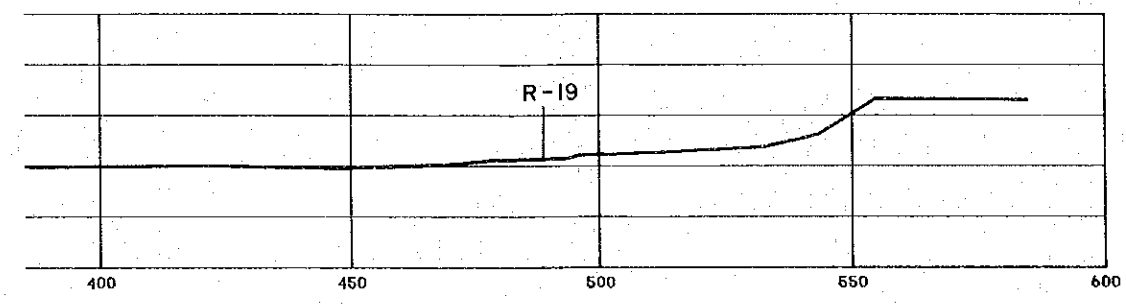


RIVER CROSS SECTIONS (7)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Station	N	E	EL
R-19	3064665.32	541158.06	181.39
L-19	3064429.62	541299.32	183.13
Observed water level			181.31



RIVER CROSS SECTIONS (8)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

付 属 書 (B)

建 設 材 料

目 次

	頁
I. 序文	B-1
II. 試料採集と室内試験	B-1
2.1 試料採集	B-1
2.2 室内試験	B-2
III. コンクリート粗骨材	B-3
3.1 概 要	B-3
3.2 調査作業	B-3
3.3 可採量	B-5
3.4 品 質	B-7
IV. コンクリート細骨材	B-8
4.1 概 要	B-8
4.2 調査作業	B-9
4.3 可採量	B-10
4.4 品 質	B-10
V. コア材	B-11
5.1 現地調査	B-11
5.2 可採量	B-12
5.3 品 質	B-12
VI. ロックフィル材およびフィルター材	B-13

LIST OF TABLES

<u>NO.</u>	<u>TITLE</u>
B.1	LABORATORY TEST ITEMS FOR COARSE AGGREGATE
B.2	SIEVING ANALYSIS RESULT FOR COARSE AGGREGATE
B.3	QUALITY TEST RESULT FOR COARSE AGGREGATE
B.4	SIEVING ANALYSIS RESULT FOR FINE AGGREGATE
B.5	QUALITY TEST RESULT FOR FINE AGGREGATE
B.6	QUALITY TEST RESULT FOR CORE MATERIAL (1)
B.7	QUALITY TEST RESULT FOR CORE MATERIAL (2)
B.8	QUALITY TEST RESULT FOR QUARRY ROCK

LIST OF FIGURES

<u>NO.</u>	<u>TITLE</u>
B.1	LOCATION MAP OF INVESTIGATION
B.2	SIEVING ANALYSIS RESULT (COARSE AGGREGATE)
B.3	SIEVING ANALYSIS RESULT (FINE AGGREGATE)
B.4	SIEVING ANALYSIS RESULT (CORE MATERIAL)
B.5	COMPACTION TEST RESULT FOR CORE MATERIALS
B.6	PERMEABILITY TEST RESULT FOR CORE MATERIALS
B.7	TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT FOR CORE MATERIALS
B.8	PLASTICITY CHART FOR CORE MATERIAL

LIST OF ATTACHMENTS

TITLE

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY
[(1) TO (13)]

I. 序文

現地踏査や資料収集といった建設材料の現地調査（第1段階）は、1981年2月より3月の期間実施された。これは、SMECのプレフィージビリティレポートに述べられている建設材料の評価と、次の詳細調査（第2段階）を実施すべきか否かを判断するためであった。

第1段階の調査結果から、SMECの提案していた建設材料の採取候補地は、おおむね満足できると判断された。

第1段階の調査結果に基づく予備的検討においては、ロックフィルダムおよびコンクリート重力式ダムのいずれの可能性もあり、ダム型式の決定は、さらに調査、検討が必要であるとされている。このため第2段階の現地調査は、コンクリート骨材、コア材、フィルター材、ロックフィル材について行われた。これは、先の2つのダムタイプの建設材料を考慮したためである。建設材料の現地調査は、1981年12月より1982年3月の期間に実施された。当付属書（B）は、各建設材料の品質、適合性、可採量について調査結果をとりまとめたものである。調査においては縮尺1/1,000の地形図を用いた砂れき堆積物の位置や、ダムサイトのコアボーリング、物理探査といった地形、地質調査結果も建設材料の評価に利用された。また土質試験は、JICAチームの仕様書にしたがって、カトマンズの工業学校の試験室で行われ、現地調査ではHMG職員の協力も得た。

II. 試料採集と室内試験

2.1 試料採集

コア材採取地は、ダムサイト左岸側台地とされた。コア材の試験試料採集のためおよび採取地状況調査のため、7本のテストピットを掘削した。試料はそれぞれの深度から採集され試験された。

コンクリート骨材用としては、14本のテストピットがダムサイト上・下流の河床堆積物を対象に掘削された。ただしこのうち5本は細骨材用のテストピットとしてカゲリコーラ川の砂州に掘削されたものである。またこのコンクリート骨材試験結果は、フィルター材の試験値としても転用された。

上記のテストピットとその位置は、Fig. -B.1に示されている。また、各テストピットの展開図は、この付属書（B）の終りに添付されているとおりである。

ロックフィル材は、Fig. -B.1にその位置が示されているが、ダムサイトの北方7～10

kmのトリスルガンガ河左岸の岩山から採取することとした。ロック材試験用に4本の試料を採取し、必要な試験を行った。一方、ロックフィル材の可採量については問題がないことが踏査で確認されたので、特にこのための調査は行われなかった。

2.2 室内試験

第2段階の調査で実施された建設材料に関する室内試験項目は下記のとおりである。

(i) コンクリート粗骨材

- ふるい分け試験（試料数：12）
- 比重および吸水率試験（試料数：12）
- 単位容積重量試験（試験数：6）
- 有害物質含有量試験（試料数：12）
- 安定性試験（試料数：6）
- すりへり試験（試料数：6）

(ii) コンクリート細骨材

- ふるい分け試験（試料数：5）
- 比重および吸水率試験（試料数：5）
- 単位容積重量試験（試料数：5）
- 有害物質含有量試験（試料数：6）
- 安定性試験（試料数：6）

(iii) コア材

- 比重試験（試料数：9）
- 含水率試験（試料数：9）
- 粒度試験（試料数：9）
- 液性限界試験（試料数：9）
- 塑性限界試験（試料数：9）
- 締固め試験（試料数：4）
- 三軸圧縮試験（非排水、非圧密の条件で2試料、および間隙水圧測定のため非排水、圧密条件で2試料）
- 透水試験（試料数：2）

(IV) ロックフィル材

- 比重および吸水率試験（試料数：4）
- すりへり試験（試料数：4）
- 安定性試験（試料数：4）

グラベルフィル材およびフィルター材用の材料試験は、上記のコンクリート骨材試験（i）および（ii）を転用する。材料試験は、日本工業規格（JIS）に準じて行われた。

III. コンクリート粗骨材

3.1 概要

当プロジェクトのコンクリート打設量は、重力式ダムで 1,300,000m³、フィルタイプダムで 810,000m³程度と推定される。したがってコンクリート打設に必要な粗骨材量は、それぞれ 2,400,000トン、1,500,000トン程度である。

粗骨材としての河床れきの量は、ダムサイト上・下流のカリガンダキ河、トリスリガンガ河、サブトガンダキ河の河道に十分ある。ダムサイトに最も近い河床れきはトリスリガンガ河とカリガンダキ河の合流地点、デビガットである（“河床れき（A）”）。これ以外の主な河床れきは、ダムサイト下流4km付近の右岸側（“河床れきB”）と左岸側（“河床れきC”）である。また上記以外にもカリガンダキ河沿いおよびカリガンダキ河とトリスリガンガ河の合流部より2km上流のトリスリガンガ河右岸側に存在する。

上記河床れき粗骨材の可採量、品質の検討は、テストピットの削穴と、この結果得られた試料の室内試験結果に基づき行われた。最も大きな河床れき堆積地であり、粗骨材採取地として最も適している河床れき“B”については、正確な数量を得るために弾性波探査、平板測量をも実施した。粗骨材の数量、品質に関する調査作業、調査結果、およびその評価は以下のとおりである。

3.2 調査作業

テストピットは、堆積厚の調査から可採量を推定し品質を試験する目的で、河床れき“A”“B”“C”に掘削した。カリガンダキ河や合流地点より上流のトリスリガンガ

河の右岸にある河床れきの調査は、詳細には行わなかった。これは、搬出のために川を横断しなければならず、いくつかの仮設橋を造る必要があり、その結果高価な骨材となるからである。また粗骨材の必要量は、河床れき“ A ” “ B ” および “ C ” 地域で十分に確保されうるものと判断されたためである。

それぞれの河床れきにおけるテストピットの位置は、Fig.-B.1に示されている。このテストピットの配置は、堆積厚の算定、品質試験、堆積面積算定が行えるように考慮して決められたものである。下表にテストピット配置を示す。

河床れき	テストピット番号
“ A ”	3 Nos. (CTP-8, CTP-9, CTP-10)
“ B ”	9 Nos. (CTP-1, CTP-2, CTP-3, CTP-4, CTP-5, CTP-6, CTP-7, CTP-11, CTP-12)
“ C ”	2 Nos. (CTP-13, CTP-14)

堆積厚確認のためのテストピットの図化と所見、および室内試験用のサンプリングは上記テストピットのすべてについて実施し、またコンクリート粗骨材に対する試験は、それぞれの粒径に対する品質と可採量を把握することを目的として、次の項目について実施された。

- ふるい分け試験
- 比重および吸水率試験
- 洗い試験
- すりへり試験
- 安定性試験
- 単位容積重量試験

すりへり試験、安定性試験、単位容積重量試験は長期間を必要とし、さらに限られた調査期間でもあり、また、試験室への電気の供給状況を考慮して、いくつかの代表的試料のみの試験とした。またテストピットCTP-13, CTP-14 については、コンクリート粗骨材として使用するにはあまりにも粒径が小さいので、この地域の材料は不適當であると判断した。したがって、この2つのテストピットからの試料に対する室内試験は行わなかった。

粗骨材のそれぞれの試料に対する試験項目は、Table-B.1 に示されている。

前述のごとく弾性波探査と平板測量が、最大規模の河床れき“B”について、その可採量を調査するために実施されているが、その弾性波探査測線は、テストピットの位置を勘案の上配置されたものでTable-B.1 に示されるとおりである。

3.3 可採量

コンクリートは、所要の粒度分布をもった粗骨材を必要とする。したがって、粗骨材の可採量は各粒径ごとに調査されなければならない。すべてのテストピットからの試料について、その粒径ごとの可採量を調査するためにふるい分け試験が実施された。

粗骨材のふるい分け試験の結果は、Table-B.2 に収録されており、またFig.-B.2に図示されている。ふるい分け試験結果に基づいて、各河床れき堆積地ごとに平均の粒度分布が下表のように求められた。

各河床れき堆積地の粒度分布

粒 径 (mm)	河床れき“ A ” (パーセント)	河床れき“ B ” (パーセント)	河床れき“ C ” (パーセント)
80以上	11.7	10.1	11.0
40-80	26.3	28.3	24.8
20-40	18.8	21.6	19.7
10-20	13.0	10.6	12.0
5-10	4.9	6.3	5.5

前述の可採量調査を通じて、各河床れき堆積地の埋蔵量は下表のように推定された。

粗骨材用河床れき堆積地の埋蔵量

河床れき堆積地	埋蔵量	
	(m ³)	(トン)
A	300,000	555,000
B	1,800,000	3,330,000
C	400,000	740,000
合 計	2,500,000	4,625,000

この埋蔵量から、各粒径ごとの可採量は下表のように求められた。

粗骨材の粒径別可採量

粒 径 (mm)	河床れき堆積地			合 計 (10 ³ トン)
	"A" (10 ³ トン)	"B" (10 ³ トン)	"C" (10 ³ トン)	
80以上	65	336	81	482
40-80	146	942	184	1,272
20-40	104	719	146	969
10-20	72	353	89	514
5-10	27	210	41	278

本プロジェクトのコンクリート所要量は、コンクリート重力式ダム案およびフィルダム案について各々約 1,300,000m³および 810,000m³と算定されている。このコンクリートに必要な粗骨材量は各々約 2,400,000トンおよび1,500,000 トンである。一方、標準的なダムコンクリートは下表に示されるような粒度分布をもった粗骨材を必要とする。

標準ダムコンクリートの粗骨材所要粒度分布

最 大 粒 径 (mm)	粒 径 (mm)					
	150-80	120-80	80-40	40-20	20-10	10-5
150	35-20		32-20	30-20	20-12	15-8
120		25-10	35-20	35-20	25-15	15-10

したがって、当プロジェクトは下表に示されるような各粒径ごとの粗骨材を必要とすることになる。

粒径別粗骨材必要量

(単位：10³ トン)

粒 径 (mm)	最大粒径 150mmの場合		最大粒径 120mmの場合	
	コンクリート重力式 ダム案	フィルダム 案	コンクリート重力式 ダム案	フィルダム 案
150-80	840-480	560-320		
120-80			600-240	400-160
80-40	768-480	515-320	840-480	560-320
40-20	720-480	480-320	840-480	560-320
20-10	480-288	320-190	600-360	400-240
10-5	360-192	240-130	360-240	240-160

この粗骨材必要量と前述の粒径別可採量とを比べて、河床れき“ A ”、“ B ”および“ C ”からの可採量はいずれの粒径に対しても十分であろう。

3.4 品質

標準コンクリート用粗骨材が具備すべき次のような品質を確認するために、室内試験が実施された。

- 粒度分布の適性
- 比重、吸水率および単位容積重量の適性
- 有害物質を含まないこと
- 耐久性
- 安定性

粗骨材のこのような所要諸品質を調べるために、以下の室内試験が各テストピットから採取された試料について実施された。

- ふるい分け試験
- 比重および吸水率試験
- 単位容積重量試験
- 洗い試験
- すりへり抵抗試験
- 安定性試験

以上の試験結果は、Table-B.2 およびTable-B.3 にまとめられている。

前述のごとく、粗骨材の粒度分布および各粒径ごとの可採量に関しては何ら問題ない。

比重、吸水率および単位容積重量は骨材の各粒内の間隙量と関係している。これらの品質は粗骨材の物理的諸性質の指標となるものであり、規準は各々の品質を次のように規定している。

比 重	2.5以上
吸水率	3%以下
単位容積重量	1,550～2,000kg/m ³

試験結果は、比重2.69～2.76、吸水率0.30～0.77パーセントおよび単位容積重量1,850～1,920kg/m³を示しており、いずれも規準内である。

粗骨材に含まれる粘土、シルトなどの細粒物質はコンクリート強度に影響する。したがって、粒径0.088mm以下の細粒分は1.0パーセント以下であることが規定されている。Table-B.3 に示されているように、洗い試験結果によるとこれら細粒物質含有量は、0.06～0.55パーセントであり、規準に合致している。

標準的な強度をもつコンクリートを生産するためには、十分な物理的・化学的耐久性をもつ粗骨材が不可欠である。物理的耐久性を調べるためのすりへり抵抗試験の結果、すりへりによる重量減は11～27.4パーセントの範囲であった。これは、すりへり試験による重量減が40パーセント以下であることとする規準に照らして、十分な耐久性をもつと判断される。化学的耐久性を調べるために硫酸ナトリウムを用いて行った安定性試験の結果によると、重量減は0.43～2.40パーセントであった。安定性試験による重量減は12パーセント以下であることとする規準と比べて、この粗骨材の化学的耐久性は十分であると判断される。

以上述べてきたように、ダムサイト上流・下流の河床砂れき堆積地から採取された粗骨材の品質に関しては何ら問題ないことが確認された。

IV. コンクリート細骨材

4.1 概要

本プロジェクトのコンクリート打設量から、所要細骨材量はコンクリート重力式ダム案の場合約1,000,000トン、またフィルダム案の場合約650,000トンと推定される。

コンクリート細骨材採取可能な砂州がカリガンダキ河、トリスルガンガ河およびサブトガンダキ河に存在する。このような砂州はまた、カゲリコーラ川、ジャイシュリ川、ベルデハ川などの比較的小さな河川にも在る。

運搬距離を考慮すると、カリガンダキ河、トリスルガンガ河あるいはサブトガンダキ河の川砂が好ましい。しかしながら、カリガンダキ河、トリスルガンガ河あるいはサブトガンダキ河のような大河川の川砂は非常に細かく、雲母を多量に含みまた粘板岩や堆積岩の碎片と混合しているため、これら大河川の川砂はコンクリート細骨材としては明らかに不適當であろう。

ジャイシュリ川およびベルデハ川の川砂は所要量と比べて余りに少量である。インナーテライ平野を東西に流れるラブティ河の川砂はその品質が高く、かつその量も十分であると考えられるが、ラブティ河からの20 km以上に及ぶ運搬が必要となるので非常に高価な細骨材となる。

カゲリコーラ川の川砂は細骨材として非常に良質というものではないが、その7～8 kmという適当な運搬距離、比較的良好な粒度分布および長さ5 km、幅200 mの範囲に広がる堆積の規模という観点から考えて最適の細骨材採取地と考えられる。以上の考察に基づいて、細骨材調査はカゲリコーラ川の川砂の品質および可採量の確認に重点を置いた。調査結果を以下に記す。

4.2 調査作業

東西ハイウェイ (East-West Highway) がカゲリコーラ川と交差する地点から約1 km上流に大きな砂州がある。この砂州はその上流5 kmにわたって川沿いに広がっている。

現地踏査の結果、この川砂の品質はその5 kmの長さに及ぶ範囲にわたって大差がないことが判明したことと、またこの地域が細骨材の主採取地となるであろうと考えられたため、可採量と品質の調査は東西ハイウェイとカゲリコーラ川の交点から1～2 km上流に位置する代表的な砂州について実施することに決定した。

堆砂厚から可採量を推定することおよび品質試験用の試料採取のために、Fig. B.1 に示されるようにテストピットが5ヶ所に掘削された。このテストピットは、この砂州全体を網羅すべく配置された。

テストピットの展開図に示されているように、テストピットの掘削は、まだ堆砂が続

いているにも拘わらず湧水が生じたためいずれも深度約 1.5m で中止された。これは、細骨材が含水比の特別な管理を必要とした常時水面下にある湿潤砂の含水比管理は困難であるため、1.5m より深い部分の川砂は本プロジェクトの細骨材としては不相当と判断されたためである。

コンクリート細骨材としての品質を確認するため、上述のテストピットの試料について次の室内試験が実施された。

- ふるい分け試験
- 比重および吸水率試験
- 洗い試験
- すりへり試験
- 安定性試験
- 単位容積重量試験

4.3 可採量

前述したように、カゲリコーラ川の川砂は、長さ 5 km、幅 200m の範囲に広がっており、その堆積厚は 3 m 以上あるが、深度 1.5m 以上の堆積砂は、湿潤状態にあり使用するにあたっては含水比管理といった問題点がある。したがって深度 1.5m 以上の堆積砂は細骨材として不相当でありその量を除くと、可採量は約 1,500,000m³ (約 2,500,000 トン) と推定される。

ふるい分け試験結果の Table-B.4 に示されているように、カゲリコーラ川の川砂は粒径 5 mm 以上の砂れきを 35 パーセントも含んでおり、スクリーンによってこれを除かなくてはならない。したがって有効可採量は、残りの 65 パーセントで 1,500,000 トン程度であろう。一方、必要細骨材量は、コンクリート重力式ダム案で 1,000,000 トン、フィルタイプダム案で 650,000 トン程度と算定されている。したがって、品質さえ満足されるものであれば細骨材量は十分である。

4.4 品質

オーバーサイズの粒径のものを除いた粒度分布、および粗粒率 (F.M.) は、Table-B.4 に示されている。粗粒率は、粒度分布が適しているか否かを示し、コンクリート細

骨材としての粗粒率の標準値は、2.3から3.1の範囲と規定されている。

Table-B.4に見られるように、テストピットNaFTP-3のみ、規準下限値2.1を多少下回っているが、粗粒率の大部分は2.3～3.1の範囲にある。したがって粒度分布は、コンクリート細骨材に適していると判断される。

他の品質試験結果は、Table-B.5に示されている。比重および吸水率試験結果は、すべて規準値内にある。しかしながら、細骨材の洗い試験で失われる量（限界値は3パーセントである。）を考慮した場合、テストピットNaFTP-1とNaFTP-5の試験結果は、それぞれ10パーセント、6パーセントとなり満足できる値ではない。これは、シルト、粘土などの細粒分を比較的多く含んでいることを示している。したがって、カゲリコーラ川の川砂を使用する場合、細粒分を減少させるため水洗いが必要であると考えられる。化学的耐久性試験である安定性試験結果も、テストピットNaFTP-3において規準値の10パーセントを2パーセントほど越えている。しかし、このような材料を細骨材に用いる事を常に禁じている訳ではなく、規準をこの程度越えても認容されえるものである。

カゲリコーラ川の川砂は品質試験結果にみられるように、コンクリート細骨材として非常に良い品質のものとは言えないが許容できる範囲にあるので、有利な運搬距離とこの許容できる品質という観点からカゲリコーラ川の川砂がコンクリート細骨材採取地として推奨されている。

V. コア材

5.1 現地調査

ダムがフィルタイプダムとして計画された場合、堤体のしゃ水材として、約400,000 m³の不透水性コア材料が必要となる。

このような不透水材料として、ダムサイト両岸にある台地の粘性土が適当である。右岸台地は、険しい地形、取付け道路建設が困難なこと、また、橋を架ける必要があるなどの理由からそのアプローチが問題である。左岸台地は、取付け道路建設が容易で、ダム建設のコア盛立て作業にも便利であると考えられるのでコア材の採取場として適していると判断される。

したがって第2段階の調査活動は、左岸側台地における粘性土の可採量と品質を確認

する目的で行われた。

コア材料は、必要な施工性、不透水性および強度をもたなければならない。したがって、コア材料としての必要な品質を確認するために、以下の室内試験が行われた。

—比重試験

—含水率試験

—粒度試験

—締固め試験

—三軸圧縮試験

—透水試験

締固め試験、三軸圧縮試験、透水試験は、すべての試料について行うと非常に長期間となる。これらの3試験は、代表的な試料について行えば十分な判断資料が得られるものと考えられたので、2～3の代表試料に限定された。

室内試験は主にカトマンズにある工業学校の試験室で行われたが、三軸圧縮試験に関しては、カトマンズの工業学校が所有している器具では間隙水圧測定のための非排水・圧密条件における三軸圧縮試験は不十分であったので、クリカニプロジェクトの試験器具を用いて実施された。

5.2 可採量

左岸台地の粘性土層は、テストピットの展開図に見られるように、厚さ3～4 m程度と調査された。この粘性土は台地の広範囲に広がっており、可採量は盛立量 400,000 m³ に対して 1,000,000 m³ 以上と推定されており十分な量である。

5.3 品質

粘性土の品質調査に関する室内試験結果は、Table-B.6、Table-B.7 およびFig.-B.4 からFig.-B.8に示されている。

室内試験結果に対する考察は以下のとおりである。

粒度分析結果から判断すると、粘性土を何ら処理する事なくコア材として用いるには、微粒分が多過ぎる。このままで使用した場合、圧密、コア内の高い間隙圧、低い施工性、不十分な強度などからクラックの発生原因となるであろう。したがって、河床の粗粒砂

あるいは採石くずと混合して、適当な施工性、強度、比重、不透水性を確保する必要がある。

強度、比重、施工性に関しては、粗粒材と混合することによって改善される傾向にある。室内試験結果は、粗粒材と混合しなくても強度、比重に関して十分な値を示しており、混合した場合はさらに十分な強度、比重、施工性が期待できる。

不透水性は、粗粒材と混合すると減少する傾向にあるが、透水性試験結果が最適含水比付近で 10^{-7} cm/秒のオーダーの高い不透水性を示していることを考慮すると、例えば適当な粒度分布、強度、施工性を得るため粗粒材を混合したとしても、ダムのコア材として必要とされる 10^{-6} cm/秒のオーダーは確保できるものと判断される。

このようにダムサイト左岸側台地の粘性土は、粗粒材と適度に混合することによってコア材料として使用できることが判明した。粗粒材の混合率とか、締固めに必要な転圧力とかといった詳細な検討については、今後詳細設計の段階で調査されなければならない。

VI. ロックフィル材およびフィルター材

ロックフィルダム案の場合には、ロックフィル材は、1,500,000～2,000,000 m^3 程度必要となる。ロックフィル材としては、ダムサイトの北方7～10kmの採石場、またはカリガンダキ河、トリスルガンガ河およびサブトガンダキ河に散在する河床れきが考えられる。

河床れきに関してはコンクリート粗骨材として調査が行われており、これは細粒分を多く含んでいるがスクリーンでこの細粒分を取り除くことによって、ダムのロックフィル材に適した粒度分布となるという調査結果が得られている。

しかし、この河床れきは、可採量は十分であるが採取地域がサブトガンダキ河の上下流を含むトリスリガンガ河の上流へと広範囲に拡がっており、その採取運搬のためにはいくつかの架設橋と取付け道路が必要である。河床れきの品質については、コンクリート粗骨材調査において、ダムのロックフィル材として十分満足できるものであるという事が確認されている。

ダムサイトの北方7～10kmの採石材に関する品質試験結果は、Table-B.8 に示されている。試験結果から、採石材そのものの強度、耐久性は満足できるものであることが判明したが、詳しい現地踏査から、かなりきれつがある事がわかった。したがって原石山から

採取されるロックフィル材は、通常より粒径の小さいものになるものと予想される。しかし、これについては、きれつの程度からみて、ロックフィル材として要求される粒度分布、強度、透水性は、適切な発破方法によって確保されるものと判断された。可採量は、この地域一帯に広く分布しているので十分な量である。

フィルター材として必要な条件を満足するような粒度分布をもった材料は、近くに見あたらないので、れきあるいは採石くずと河床砂を混合して生産しなければならない。

これについては、コンクリート用骨材調査およびロックフィル材調査において、品質、量、運搬などに支障はないことが確認されており、これらの材料を混合して生産するフィルター材についても何ら問題はない。

TABLES

Table-B.1: LABORATORY TEST ITEMS FOR COARSE AGGREGATES

Test Pit No.	Test Item					
	Sieving Analysis	Specific Gravity & Absorption	Washing Test	Abrasion Test	Soundness Test	Weight Unit of Volume
CTP-1	C	C	C	C	C	C
" -2	C	C	C	C	C	C
" -3	C	C	C	E	E	E
" -4	C	C	C	E	E	E
" -5	C	C	C	C	C	C
" -6	C	C	C	C	E	C
" -7	C	C	C	E	E	E
" -8	C	C	C	E	E	E
" -9	C	C	C	C	C	C
" -10	C	C	C	C	C	C
" -11	C	C	C	E	E	E
" -12	C	C	C	E	E	E

Remarks: C; Carried out

E; Eliminated

Table-B.3: QUALITY TEST RESULT FOR COARSE AGGREGATE

Test Pit No.	Specific Gravity and Absorption		Washing Test		Abrasion Test		Soundness Test		Weight of Unit Volume (t/m ³)
	Specific Gravity	Absorption (%)	Rate Passing 0.088 mm Sieve (%)	Weight Reduction (%)	Weight Reduction (%)	Weight Reduction (%)	Weight Reduction (%)		
CTP - 1	2.72	0.77	0.39	27.4	0.43	1.920			
- 2	2.70	0.77	0.55	24.4	1.90	1.892			
- 3	2.69	0.69	0.46	-	-	-			
- 4	2.70	0.70	0.30	-	-	-			
- 5	2.69	0.71	0.06	16.43	2.40	1.890			
- 6	2.76	0.33	0.06	16.43	-	1.850			
- 7	2.75	0.51	0.06	-	-	-			
- 8	2.71	0.30	0.30	-	-	-			
- 9	2.73	0.60	0.20	11.10	0.88	1,861			
- 10	2.70	0.74	0.46	18.77	1.24	1,846			
- 11	2.71	0.73	0.35	16.53	2.35	1,870			
- 12	2.69	0.65	0.43	-	-	-			
- 13	-	-	-	-	-	-			
- 14	-	-	-	-	-	-			

Note: Grain size in Test Pit No.13 and No.14 was too fine, and judged not applicable for coarse aggregate. Thus, no laboratory test was carried out for the above.

Table-B.4: SIEVING ANALYSIS RESULT FOR FINE AGGREGATE

Sieve (mm)	Passing (Remaining) Rate of Each Sieve in %					Remarks
	Test Pit No.					
	FTP-1	FTP-2	FTP-3	FTP-4	FTP-5	
5	85(15)	38(62)	87(13)	63(37)	44.5(55.5)	63.5(36.5)
2.5	80(20)	31.5(68.5)	84(16)	57(43)	38(62)	58.1(41.9)
1.2	76(24)	26.5(73.5)	82.5(17.5)	53.5(46.5)	33(67)	54.3(45.7)
0.6	53.5(46.5)	13(87)	77.5(22.5)	38.5(61.5)	20(80)	40.5(59.5)
0.3	15.5(84.5)	3.5(96.5)	14(86)	10(90)	4(96)	9.4(90.6)
0.15	2(98)	1.0(99)	2(98)	2(98)	2(98)	1.8(98.2)

Sieve (mm)	Remaining Rate in Each Sieve in % (Excl. size larger than 5 mm)					Remarks
	Test Pit No.					
	FTP-1	FTP-2	FTP-3	FTP-4	FTP-5	
5	0	0	0	0	0	0
2.5	5.88	17.11	3.45	9.52	14.61	10.11
1.2	10.59	30.26	5.17	15.08	25.84	17.39
0.6	37.06	65.79	10.92	38.89	55.06	41.54
0.3	81.76	90.79	83.91	84.13	91.01	86.32
0.15	97.65	97.37	97.70	96.83	95.51	97.01
F.M.	2.33	3.01	2.01	2.44	2.82	2.52

Table-B.5: QUALITY TEST RESULT FOR FINE AGGREGATE

Test Pit No.	Specific Gravity and Absorption		Washing Test Rate of Passing 0.088 mm Sieve (%)	Abrasion Test Weight Reduction (%)	Soundness Test Weight Reduction (%)	Weight of Unit Volume (t/m ³)
	Specific Gravity	Absorption (%)				
FTP - 1	2.67	1.93	10.09	-	9.58	1.283
- 2	2.65	1.94	1.93	-	-	1.891
- 3	2.68	2.63	2.20	-	12.03	1.295
- 4	2.63	1.84	1.07	-	-	1.615
- 5	2.54	2.28	6.14	-	-	1.800

Table-B.6: QUALITY TEST RESULT FOR CORE MATERIAL (1)

Test Pit No.	Samples Depth (m)	Soil Classification	Field		Consistency				Gradation						
			Moisture Content WF, (%)	Specific Gravity Gs(g/cm ³)	L.L. (%)	P.L. (%)	P.I. (%)	Passed mm	Percentage (%)	mm	mm	mm	mm	mm	mm
TP-1	2	CL	17.8	2.656	35.2	25.3	9.9	100	99.1	97.5	86.1	51.0	0.01	-	-
	2	CH	26.9	2.659	52.9	36.4	16.5	100	100	99.1	94.2	53.0	0.008	-	-
TP-2	4	CL	12.6	2.710	41.5	20.1	21.4	100	98.9	97.5	82.0	28.0	0.035	0.0063	-
	2	CL	20.2	2.688	44.8	18.7	26.1	100	100	96.9	85.0	48.0	0.013	-	-
TP-3	4	CL	10.1	2.699	33.5	23.6	9.9	96.9	95.6	87.6	67.8	22.0	0.065	0.012	-
	2	CL	20.5	2.677	40.5	24.3	16.2	100	99.8	96.8	85.0	44.0	0.017	0.0035	-
TP-4	2	CL	23.6	2.663	37.9	20.3	17.6	100	100	97.9	88.8	46.0	0.024	0.001	-
	2	CL	23.4	2.663	46.7	27.2	19.5	100	100	96.9	85.8	50.0	0.007	0.0015	-
TP-7	2	CL	24.0	2.659	41.6	28.7	12.9	100	100	98.4	91.2	65.0	0.0042	-	-

Table-B.7: QUALITY TEST RESULT FOR CORE MATERIAL (2)

Samples	Condition of Test	Dry Density (g/cm^3)	Moisture Content, W (%)	Wet Density, ρ_{rt} (g/cm^3)	Void Ratio, e	Degree of Saturation, S_r (%)	Triaxial Compression Test				Permeability Test
							U-U Cohesion, C (kg/cm^2)	U-U Friction Angle, ϕ ($^\circ$)	C-U Cohesion, C (kg/cm^2)	C-U Friction Angle, ϕ ($^\circ$)	
TP-3 (at 2 m depth)	Max. dry density and optimum moisture content	1.560	22.6	1.913	0.723	84.0	1.9 (-)	15°00' (-)	- (-)	- (-)	2.78 x 10 ⁻⁷
	95% dry density and 80% of degree of saturation	1.482	24.2	1.841	0.814	80.0	1.2 (-)	12°00' (-)	0.3 (0.08)	15°30' (35°30')	3.63 x 10 ⁻⁶
TP-4 (at 2 m depth)	Max. dry density and optimum moisture content	1.485	26.2	1.868	0.803	87.3	1.4 (-)	15°00' (-)	- (-)	- (-)	4.87 x 10 ⁻⁷
	95% dry density and 80% of degree of saturation	1.411	26.8	1.789	0.897	80.0	1.3 (-)	13°30' (-)	0.42 (0.15)	11°30' (33°30')	2.29 x 10 ⁻⁶

Samples	Compaction Test				Weight of Rammer (kg)
	Max. Dry Density, ρ_{rd} (g/cm^3)	Optimum Moisture Content, W_{opt} (%)	WF - Wopt (%)	Allowable Maximum Grain Size (mm)	
TP-1 (at 2 m depth)	1.555	24.0	-6.2	4.76	2.5
TP-3 (")	1.560	22.6	-2.4	"	"
TP-4 (")	1.485	26.2	-5.7	"	"
TP-7 (")	1.510	25.8	-1.8	"	"

Notes: (i) WF = Moisture content at field.
(ii) () shows the effective stress analysis.

Table-B.8: QUALITY TEST RESULT FOR QUARRY ROCK

Sample No.	Specific Gravity and Absorption		Abrasion	Soundness
	Specific Gravity	Absorption (%)	Weight Reduction (%)	Weight Reduction (%)
R-1	2.934	0.24	29.48	0
R-2	2.880	0.52	23.88	0
R-3	2.907	0.41	16.97	0
R-4	2.845	0.97	32.50	0

FIGURES

- LEGEND**
- DG- Core drilling hole
B80-
B81-
 - TG Location of Test Grouting
 - TP Test pit for earth material
 - CTP Test pit for coarse aggregate of concrete
 - FTP Test pit for fine aggregate of concrete
 - R Location of quarry rock sampling
 - Test adit
 - SL— Traverse of seismic exploration
 - ▭ 1/500 Topographic survey area

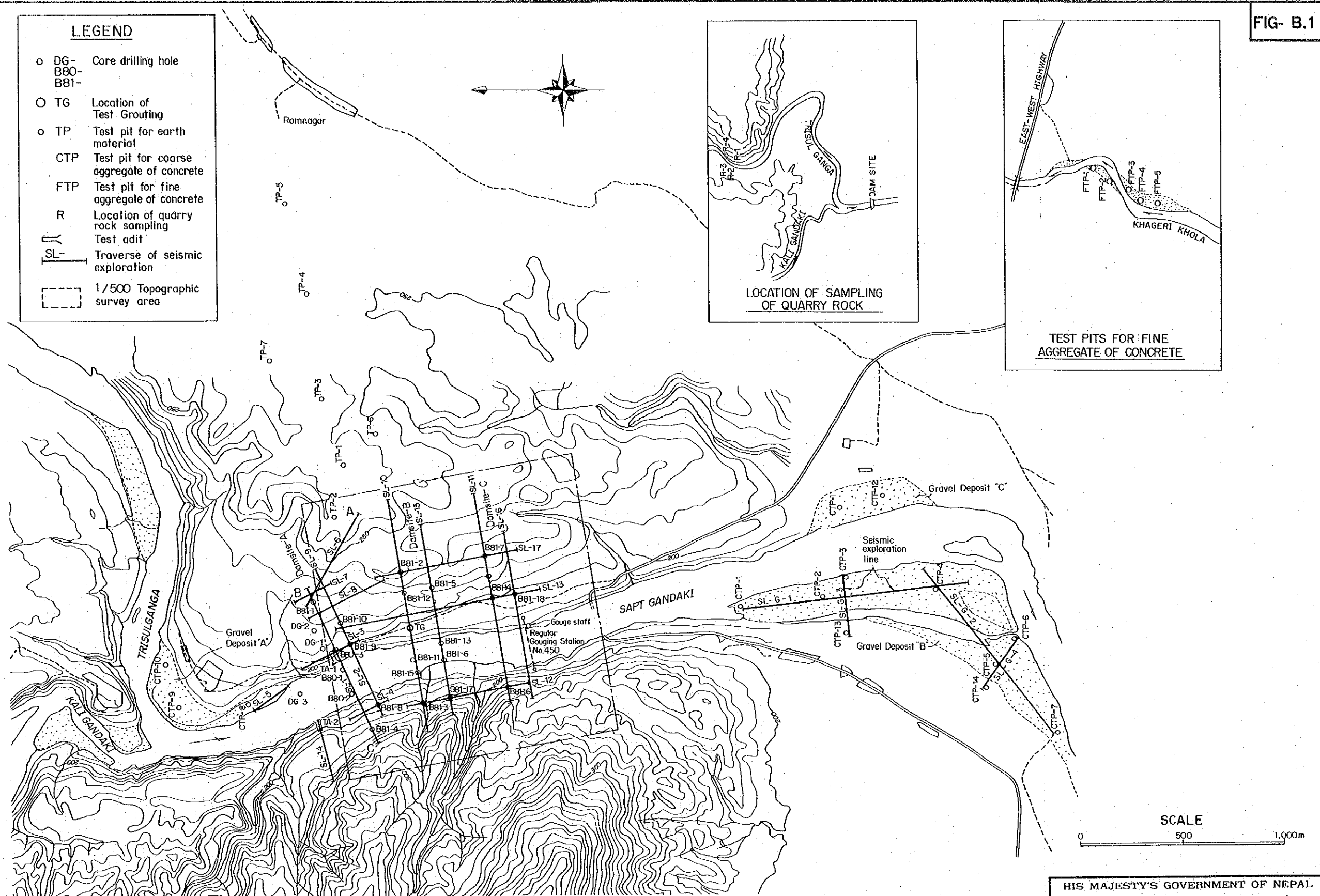


FIG- B.1 : LOCATION MAP OF INVESTIGATION

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

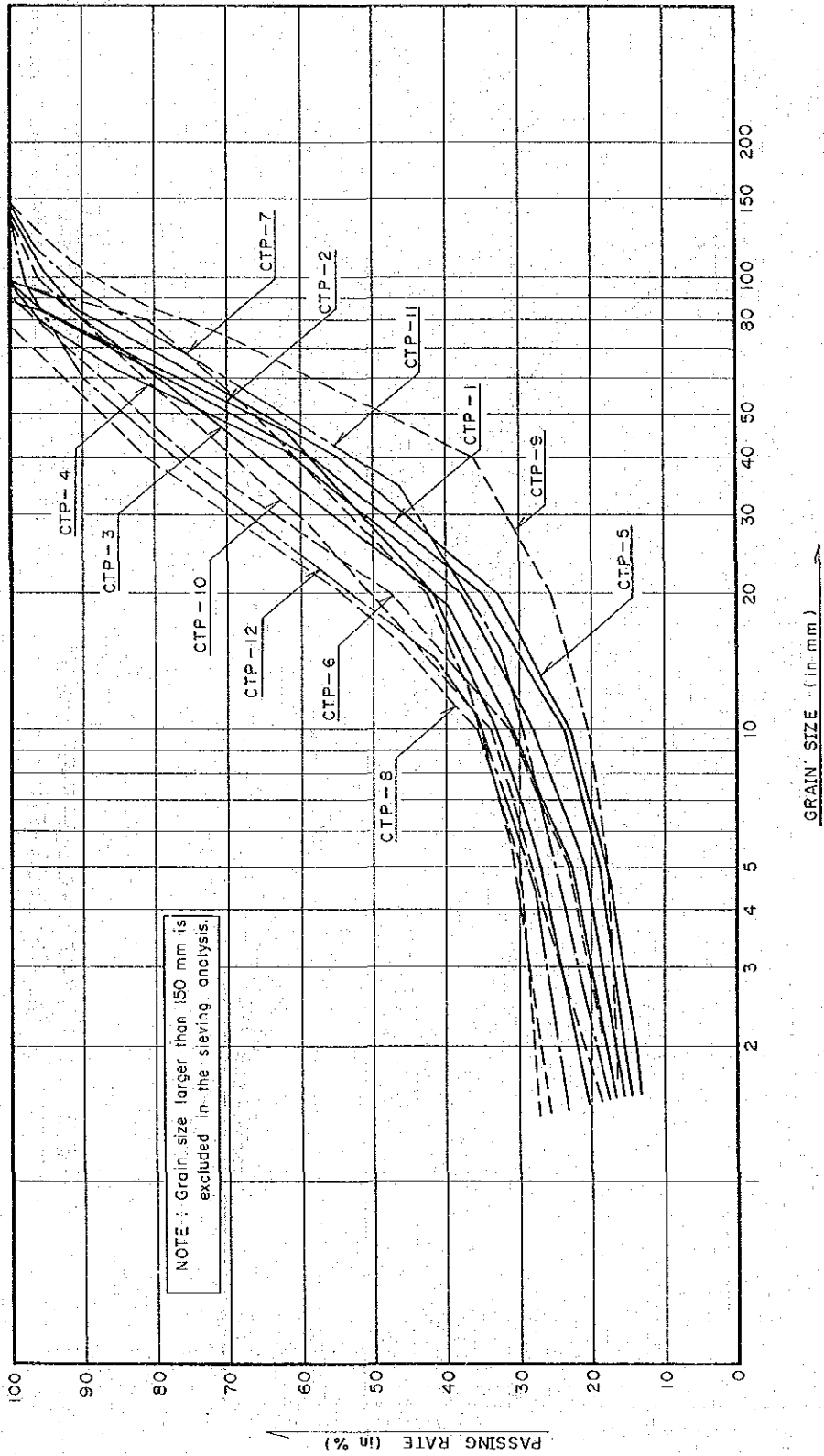
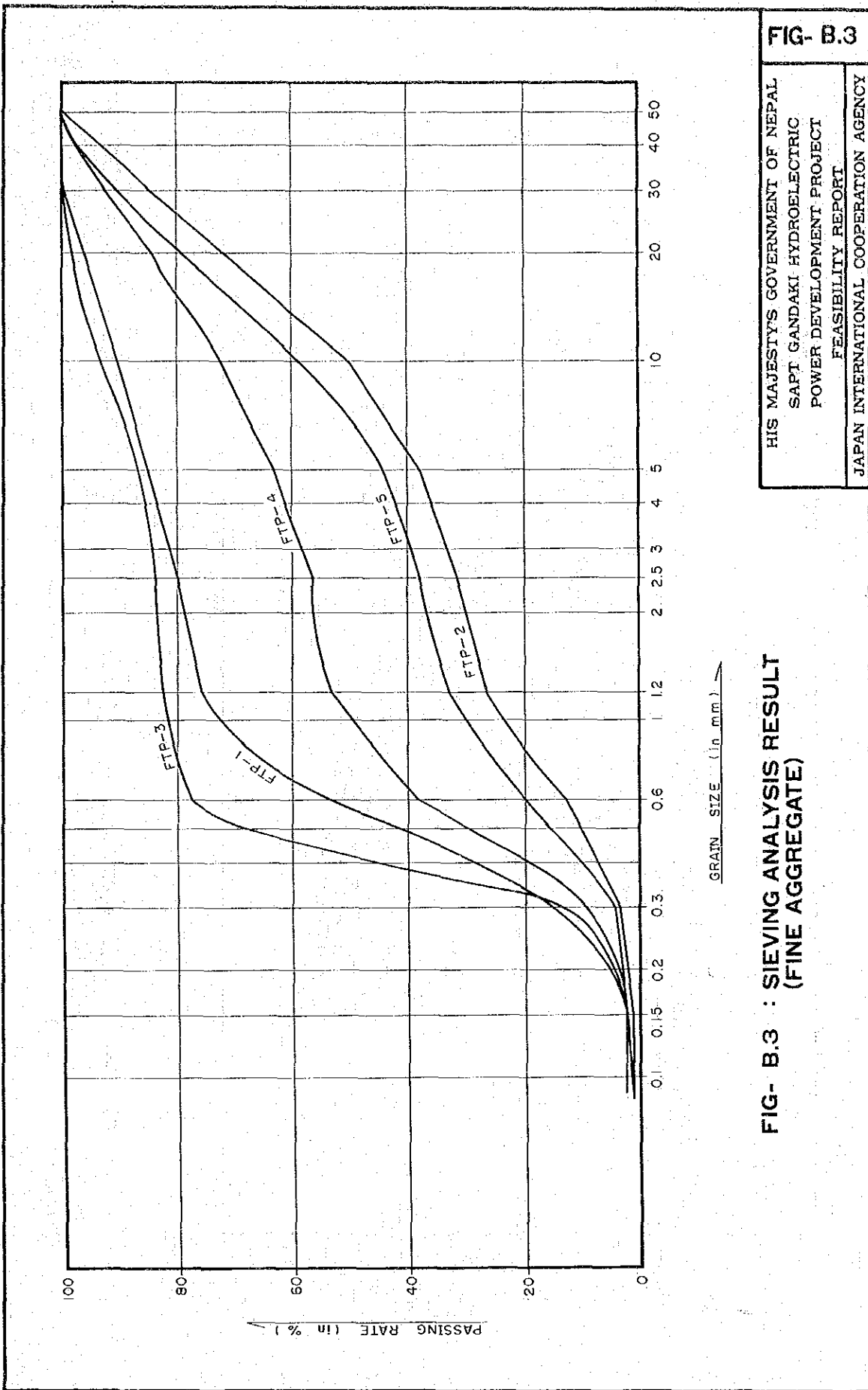
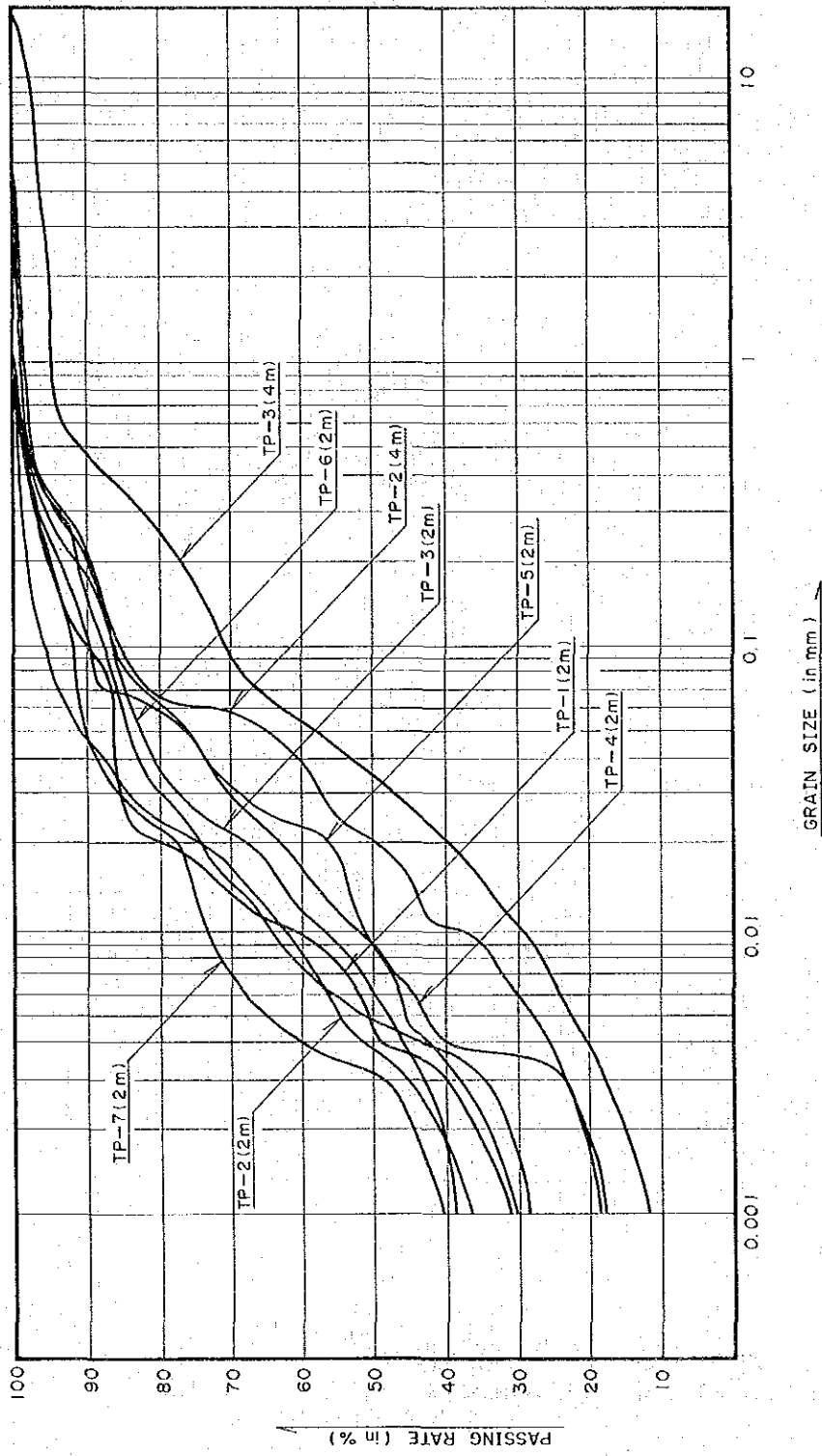


FIG- B.2 : SIEVING ANALYSIS RESULT
(COARSE AGGREGATE)

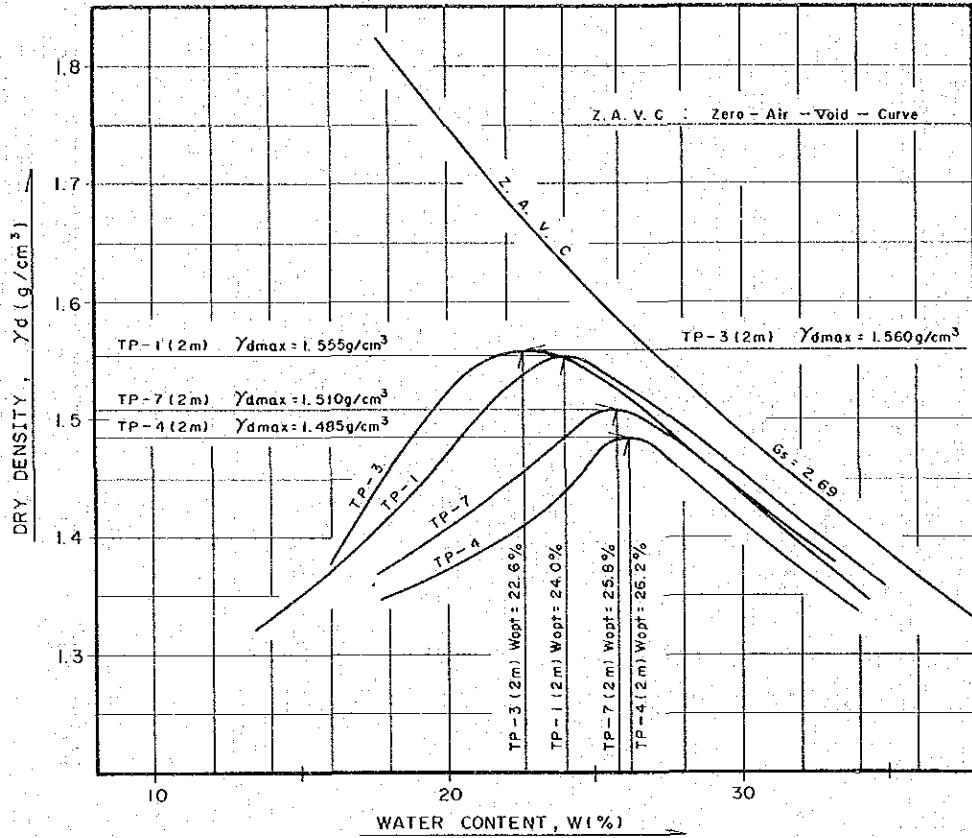


**FIG- B.3 : SIEVING ANALYSIS RESULT
(FINE AGGREGATE)**



**FIG- B.4 : SIEVING ANALYSIS RESULT
(CORE MATERIAL)**

FIG- B.4
 HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



	Energy Ec (%)	γ_d max (g/cm ³)	Wopt (%)	Wf - Wopt (%)
TP-1 (2m)	100	1.555	24.0	-6.2
TP-3 (2m)	"	1.560	22.6	-2.4
TP-4 (2m)	"	1.485	26.2	-5.7
TP-7 (2m)	"	1.510	25.8	-1.8

FIG- B.5 : COMPACTION TEST RESULT FOR CORE MATERIALS

FIG- B.6

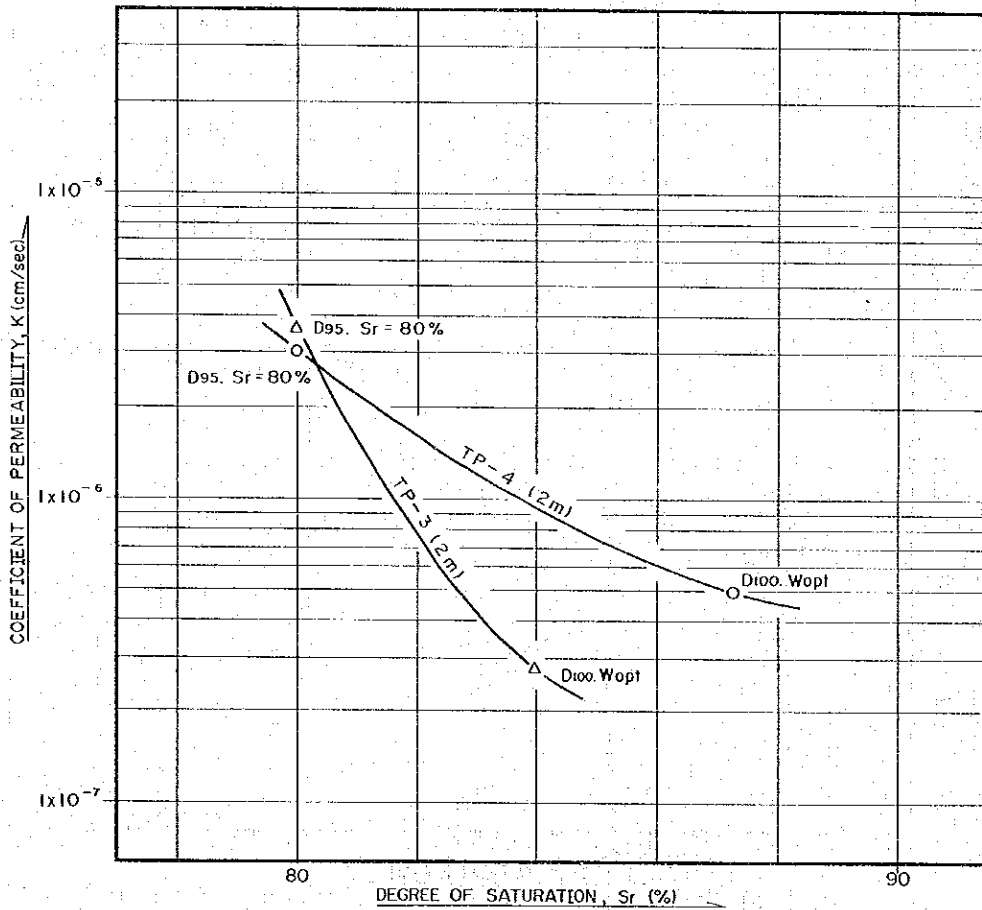
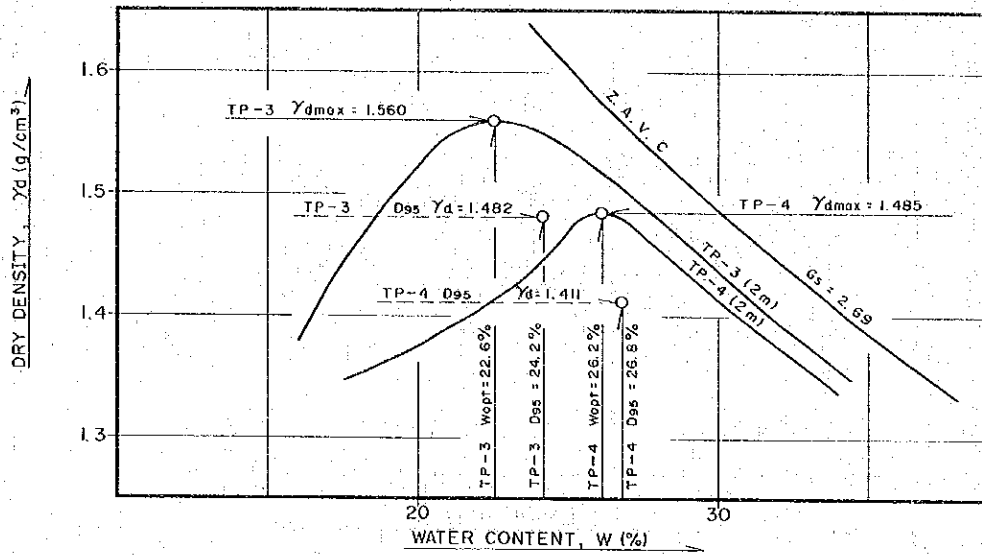


FIG- B.6 : PERMEABILITY TEST RESULT FOR CORE MATERIALS

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

FIG- B.7

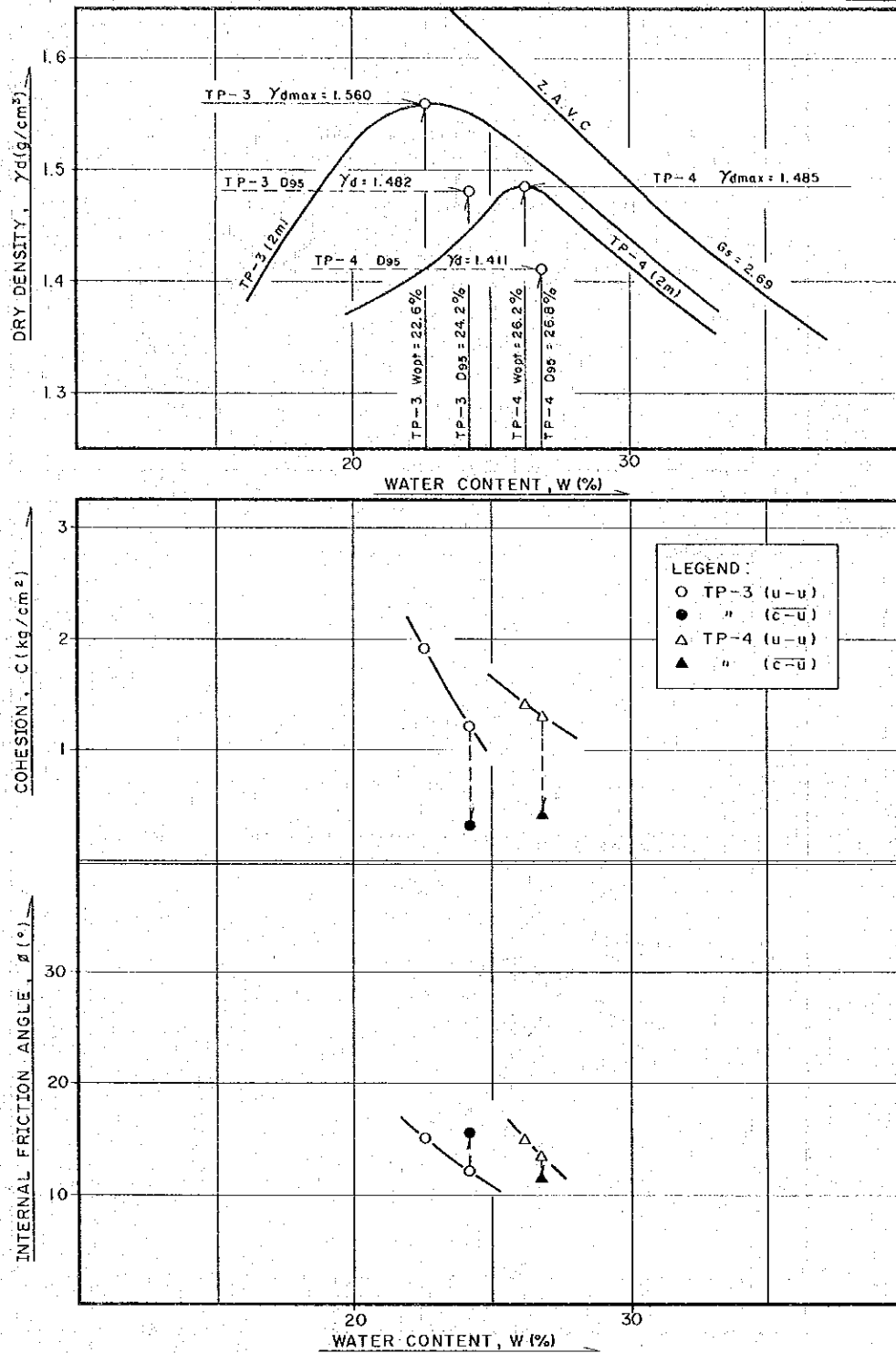


FIG- B.7 : TRIAXIAL COMPRESSION TEST RESULT FOR CORE MATERIALS

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

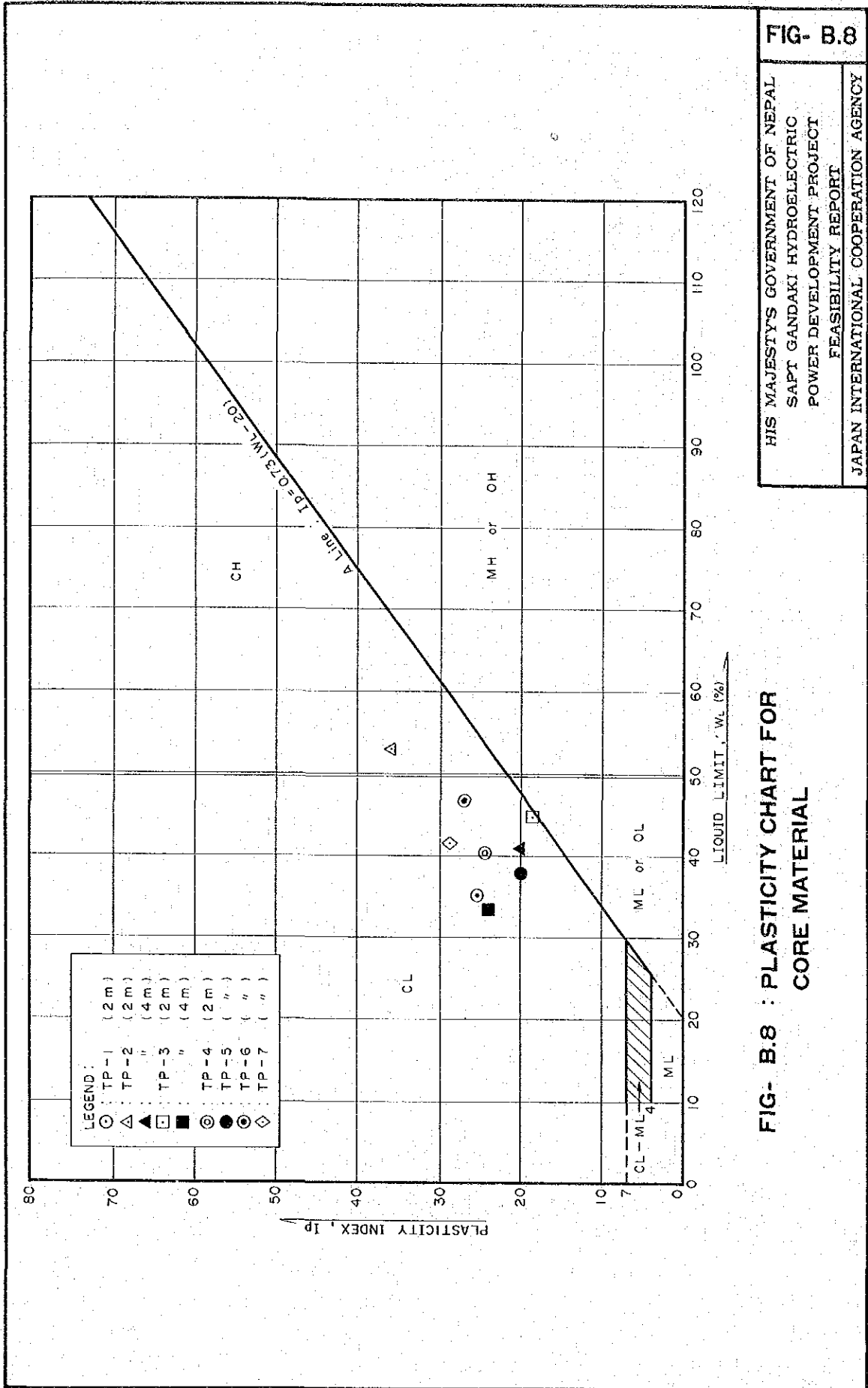


FIG- B.8 : PLASTICITY CHART FOR CORE MATERIAL

ATTACHMENTS

SKETCH OF TEST PITS
FOR
CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1					Max. size is about 400 mm in diameter. There are many round gravels of medium size, assuming gray to grayish brown colour. Ground water appears at 1.2 m depth.
2					

Test Pit No. CTP-1 (1.2 m)

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1					Max. size is about 400 mm in diameter (very rare. 2 to 3 nos. in number). Colour is grayish blue. There are many gravels of dia. 10 mm to 60 mm.
2					
3					Large size of 300 to 400 mm in dia. and small size increase in its number. Gravels of 10 to 60mm become less than the upper layer. The materials in this layer assume grayish blue or grayish brown.

Test Pit No. CTP-2 (3.0 m)

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY (1)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1	0.5	0.5	0.3	0.5	This layer is the cover of fine sand and contains no gravel.
	0.5	0.5	0.5	0.5	A few large size of about 300 mm and some amount of medium size are contained. Percentage of sand and small size is still high considerably.
2	1.7	1.5	1.6	1.7	There are many medium size suitable for coarse aggregate. Max. size of 200 mm in dia. is contained but very rare. The color is grayish blue.
3					

Test Pit No. CTP-3 (3.0 m)

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1	0.2	0.2	0.2	0.2	Grayish-white silt deposit, containing a few roots of tree or grass.
	0.5	0.5	0.5	0.4	Grayish-blue fine sand, containing some small size of about 20 mm in diameter.
2	1.4	1.4	1.4	1.4	(A) : Sand and gravel layer containing high percentage of sand and some large size of 300 to 400 mm in dia. (B) : Sand and gravel layer containing high percentage of medium size of grains.
3					Contains some amount of medium size suitable for coarse aggregate, but the content of fine sand also becomes high.

Test Pits No. CTP-4 (3.0 m)

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY (2)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
0.3					Assumes grayish-white colour, and contains many medium size. Max. size contained is about 200 mm.
1					
2					
3					



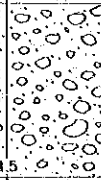

Test Pits No. CTP-5 (2.2 m)

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
0.5					The content of medium grain size is rich. The grain size Distribution is also favourable with max. size of 150 mm. Assumes bluish gray colour.
1					
2					
3					

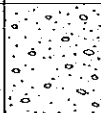
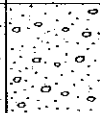
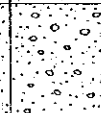
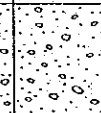
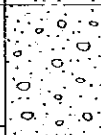
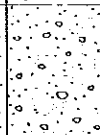
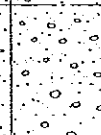
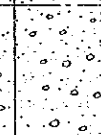
Test Pits No. CTP-6 (2.0 m)

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY (3)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1					Grain size distribution is favourable for concrete coarse aggregates with many medium grain size. The layer is thicker than 1.5 m of excavated depth, at which the pit excavation was stopped due to spring water.
2					Submerged condition
3					

Test Pits No. CTP-7 (1.5 m)

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1					Consists of medium size gravels and sand, and contains many roots of tree of grass.
2					Consists of medium to small size of gravels. The content of sand is also high.
3					

Test Pit No. CTP-8 (3.0 m)

**SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION
MATERIAL SURVEY (4)**

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT PROJECT
FEASIBILITY REPORT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
0.5					Consists of large size gravels (300 mm) and fine sand. Medium size of gravels are rare.
1					
2					Contains much medium size gravels. The grain size distribution is also favourable. Max. size is about 200 mm in dia.
3					

Test Pits No. CTP-9 (3.0 m)

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
0.9					The condition of this layer is generally same as that in the upper layer of Test Pit No. CTP-9, except content of several very large size (400 to 500 mm).
1					
2					The grain size become smaller than the upper layer, and medium size increase. The content of fine sand is considerably high.
3					

Test Pit No. CTP-10 (3.0 m)

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY (5)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
0.3					<p>There are many medium size (30 to 80 mm). Maximum size is about 100 mm.</p> <p>(A) : consists of large size gravels and fine sand. Medium size is rare.</p> <p>(B) : contains many medium size gravels. Some large size gravels (300 mm) are also included.</p> <p>Consists of medium to small size gravels. Moisture content is relatively high due to ground water.</p>
1					
2					
2.2					
2.7					
3					

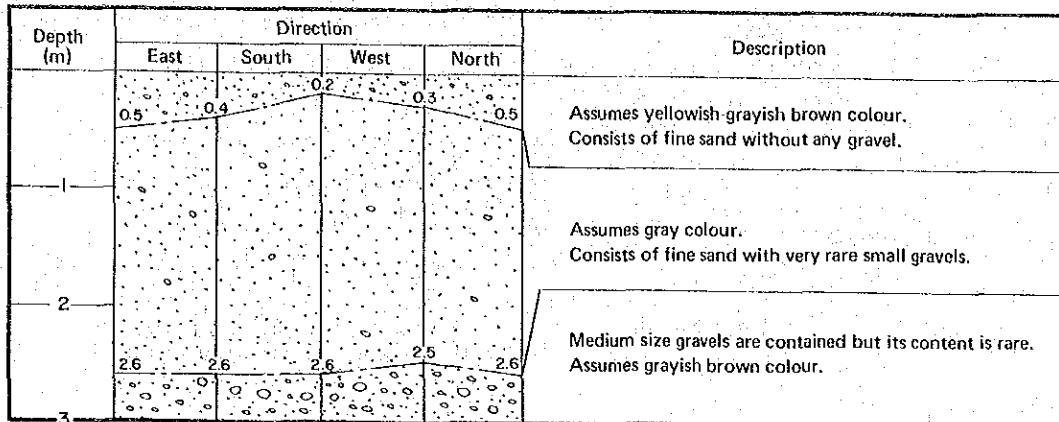
Test Pits No. CTP-11 (3.0 m)

Depth (m)	Direction				Description
	East	South	West	North	
1					<p>Contains many large size gravels. Medium size gravels are relatively rare.</p>
2					

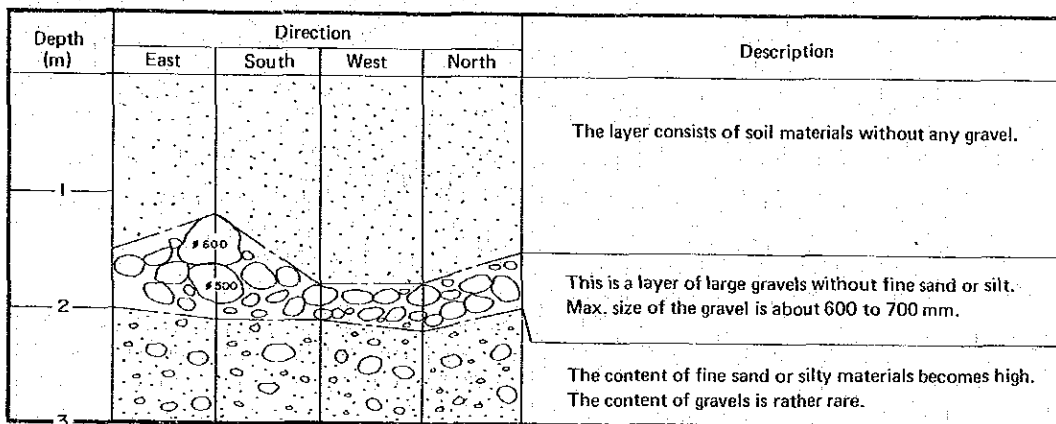
Test Pit No. CTP-12 (1.0 m)

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY (6)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Test Pits No. CTP-13 (3.0 m)



Test Pit No. CTP-14 (3.0 m)

SKETCH OF TEST PITS FOR CONSTRUCTION MATERIAL SURVEY (7)

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 SAPT GANDAKI HYDROELECTRIC
 POWER DEVELOPMENT PROJECT
 FEASIBILITY REPORT
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY