

2-1-4 シナイ石炭火力プロジェクト開発計画の概要

第一期工事 300 MW 2期の主要設備の仕様は下記の通りとする。

1) Outline of Power Generating Facilities

a. Boiler

- a) Type : Either natural or forced circulation drum-type, subcritical, reheat, outdoor type
- b) Maximum continuous rating (MCR) : Suitable capacity with 300 MW net output at Tr. end
- c) Number of unit : 2 units/plant
- d) Fuel : Coal and oil for emergency
- e) Draft system : Balanced draft system

b. Turbine

- a) Type : Reheat, condensing, tandem compound type
- b) Rated output at generator end : Suitable capacity with 300 MW net output at Tr. end
- c) Steam conditions
 - Main steam pressure at turbine inlet : 169 kg/cm²
 - Main steam temperature at turbine inlet : 538°C
 - Reheated steam temperature at IP turbine inlet : 538°C
- d) Number of unit : 2 units/plant
- e) Rated condenser vacuum : 710 mmHg
- f) Rated speed : 3,000 rpm

c. Generator

- a) Type : Horizontal-shaft, totally enclosed, hydrogen cooled type
- b) Rating : About 400 MVA
- c) Number of unit : 2 units/plant
- d) Power factor : 0.8
- e) Rated voltage : 18.3 kV or appropriately
- f) Number of phase : 3
- g) Frequency : 50 Hz

d. Transformers

a) Main transformer with off-load tap changer

Type : 3-phase, OFAF, outdoor type

Capacity & number : 380 MVA x 2 sets

Voltage : 18.3 kV or appropriately/230 kV

b) Station service transformer with off-load tap changer

Type : 3-phase ONAF, outdoor type

Capacity & number : 25 MVA x 2 sets

Voltage : 18.3 kV or appropriately/6.9 kV

c) Starting transformer with on-load tap changer

Type : 3-phase, ONAF, outdoor type

Capacity & number : 30 MVA x 1 set

Voltage : 230 kV/6.9 kV

e. Switchyard

a) Bus configuration : One and half circuit breaker system, double bus

b) Distribution system

Voltage : 22 kV

Transformer : 230/22 kV, 40 MVA x 1 bank

Circuit breaker : Metal-clad type

Main circuit

breaker : 1

Feeder circuit

breaker : 4

f. Emergency Generating Facilities

Type : Package type gas turbine driven

Rating:

Gas turbine : 17,500 kW x 1 unit (at 40°C)

Generator : 35,000 kVA x 1 unit, 6.9 kV or
appropriately

Fuel : Light oil

g. Fuel Handling Facilities

a) Coal Handling

i. Storage Capacity: 313,000 tons (full load operation
of 600MW for 60 days)

ii. Coal Unloader

Capacity : 1,300 tons/h

Number : 2 sets

iii. Coal Unloading Conveyor

Capacity : 1,600 tons/h each

Number : 2 sets

iv. Stacker

Capacity : 3,200 tons/h

Number : 1 set

v. Reclaimer

Capacity : 1,200 tons/h each

Number : 2 sets

vi. Stacker/Reclaimer

Capacity : 3,200 tons/h/1,200 tons/h

Number : 1 set

b) Oil Handling

- i. Unloading arm : 1 sets (Heavy oil)
- ii. Air separator : 2 sets (incl. 1 set for light oil)
- iii. Flow meter : 2 sets (incl. 1 set for light oil)

2) Outline of Civil Works

a. Land Reclamation

- a) Land Reclamation for 600 MW: 600,000 m²
- b) Formation Level
 - Ground level : EL+4.00 m
 - Existing ground level: EL+2.00 m

b. Cooling Water Intake Facilities

- a) Inlet of Intake Channel for 1,200 MW
 - Velocity of intake water : 0.3 m/sec
 - Elevation of channel bed : CDL -5.0 m
- b) Intake Channel for 1,200 MW
 - Sectional area of stream : 220 m²
 - Velocity of intake water : 0.3 m/sec
- c) Intake Pit Structure for 600 MW
 - Size : 20 m x 25 m x 10 m
 - (invert level: CDL -5.0 m)
 - Maximum usable flow: 61.4 m³/sec
 - Screen well : 4 pcs
 - Pumping well : 4 pcs
- d) Cooling Water Pipe for 600 MW: ϕ i 2.0 m x 4 lines

c. Cooling Water Discharge Facilities for 1,200 MW

Box culvert : 70 m (3 boxes), 170 m (4 boxes)

Open channel : 297 m

Revetment open channel: 1,267 m

Channel Outlet

Velocity of discharge water: 1.11 m/sec

(L.W.L. tidal conditions)

Elevation of channel bed : CDL -1.0 m

d. Fuel Handling System

a) Fuel Oil Tank Foundation for 600 MW

Capacity of tank: about 34,000 kℓ x 3

(ø50.360 x 18.260 m height)

Foundation type : Displacement of gravel and sand

b) Harbor Facilities

i. Harbor

		<u>Length</u>	<u>Width</u>
Coaler berth	: 60,000 DWT		
	1 berth	300 m	x 25 m
Oil tanker berth	: 5,000 DWT		
	1 berth	140 m	x 10 m
Small craft berth	: 500 GT		
	1 berth	50 m	x 5 m

Wharf crown height : EL 3.00 m

Coaler wharf: Open-type wharf with coupled battered piles

Oil tanker, small craft wharf: Wall of concrete block type

Structural types shall be studied in detail if it is possible to be find more economical one after soil investigation.

ii. Channel and Basins

Water depth of access channel and basins:

(below elevation level) : EL-16 m, EL-8.5 m, EL-5 m

Width of access channel : 200 m

Side slope : 1 : 3

Area of turning basin : 685 m x 500 m

iii. Causeway

Length of causeway : 2,700 m

Height of causeway crown: EL+3.00 m

Width of causeway crown : 20 m

c) Foundations for Coal Storage Yard

i. Coal storage yard: 50 m (W) x 250 m (L) x 4 lanes

ii. Foundations for stacker : 1 lane

iii. Foundations for reclaimer : 2 lanes

iv. Foundations for stacker-reclaimer: 1 lane

e. Road

a) Access Road

Width : 8.00 m (2 lanes)

Pavement : Asphalt concrete

b) Main Road in the Plant

Width : 8.00 m (2 lanes)

Pavement : Asphalt concrete

f. Drainage System for Rain Water and Sewage Water: 1 set

g. Landscaping in the Power Station Area and Access Road

h. Dike for Ash Disposal Pond (Area for 10 years for 600 MW)

a) Height : EL+4.00 m at crown

b) Width : 6.00 m at crown

c) Material: Soil (for well compacted)

Rubble stone (for protector of both sides
of soil embankment)

3) Outline of Architectural Works

a. Buildings

a) Powerhouse

i. Building Area

Total building area : 6,880 m²

Total floor area : 19,730 m²

Total building volume: 193,340 m³

ii. Substructure

Pile : High strength prestressed
concrete pile or bored pile

Foundation : Reinforced concrete, tie
beam

iii. Superstructure

Frame : Steel structure

Roof : Corrugated resin coated
steel sheet with insulation
materials and partly RC
structure, asphalt water-
proof, and others

Floor : R.C. structure, tile and
mortar finish and others

Exterior wall : Corrugated resin coated
steel sheet with insulation
materials and partly con-
crete hollow block, sand
textured coating

Interior wall : Concrete hollow block,
paint on plastered and
others

Ceiling : Suspended ceiling, acoustic board, asbestos board and others

b) Service Building (2 stories)

Total floor area : 2,740 m²

Foundation : Reinforced concrete, footing foundation

Superstructure : Reinforced concrete and other materials

c) Appurtenant Building (workers house, storehouse, control house and others)

b. Stack

Type : Steel made, collective, inside lining

Height : 85 m

Diameter : 3,300 mm

Foundation: Reinforced concrete, high strength prestressed concrete pile or bored pile

4) Outline of Transmission Line and Substation

Transmission line system will be interconnected with the existing transmission line 220 kV x 2 cct (Suez-Cairo line) from Sinai Coal-fired Thermal Power Station through a newly constructed New Suez Substation (about 42 km off the power station).

a. Transmission Line

a) Ayun Musa PS - New Suez SS

Voltage : 220 kV

Size of conductor : 620 sq.mm x 2

Kind of conductor : AAAC (All Aluminum Alloy Conductor)

No. of circuit : 2 circuits x 2 lines

Line length : 40 km (except the part of canal crossing and branch line to existing T/I.)

b) 220 kV branch line

Voltage : 220 kV

Conductor : AAAC 620 sqmm x 2

No. of circuit : 4 circuits

Length : 1.5 km

c) Canal crossing cable

Voltage : 220 kV

Conductor : OF cable 2,000 mm²

No. of circuits : 4 circuits

Length : 2.0 km

b. New Suez Substation

a) Bus configuration for 220 kV yard will be a double bus, single breaker system.

b) Drawing out facilities for 220 kV transmission line will be one circuit breaker three disconnecting switch system.

c) A conventional SF₆ gas insulated circuit breaker will be used.

d) 220 kV drawing out facilities will be installed as follows.

i. Four circuits for Ayun Musa Power Station

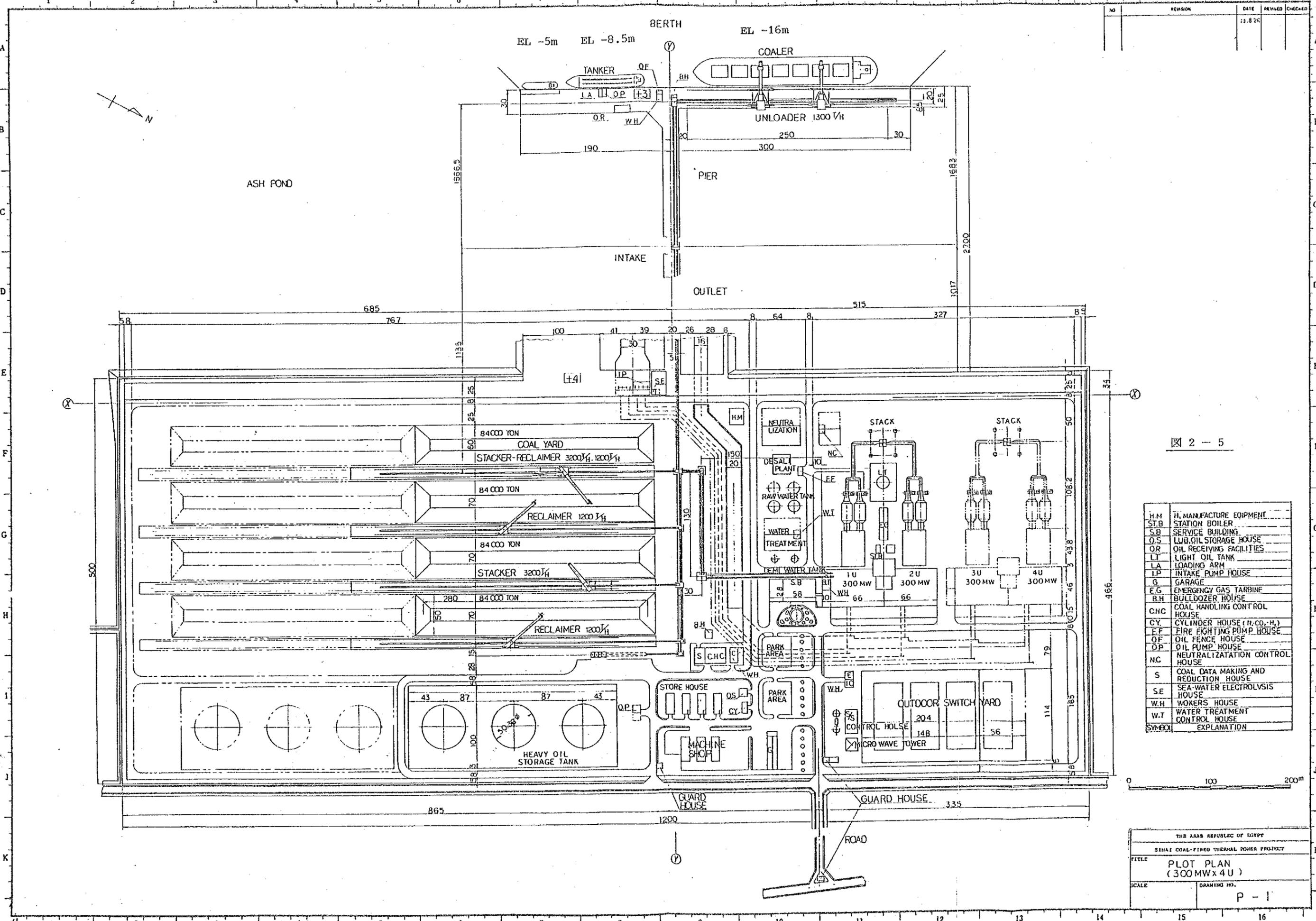
ii. Two circuits for Suez Transformer Station and another two for Sakr S.S.

5) Communication System

a. Micro Wave Communication System: 1 system

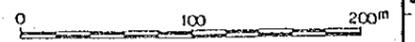
b. Power Line Carrier System (PLC): 1 system
(using optical fiber)

NO	REVISION	DATE	REVISED	CHECKED
		13.8.2K		

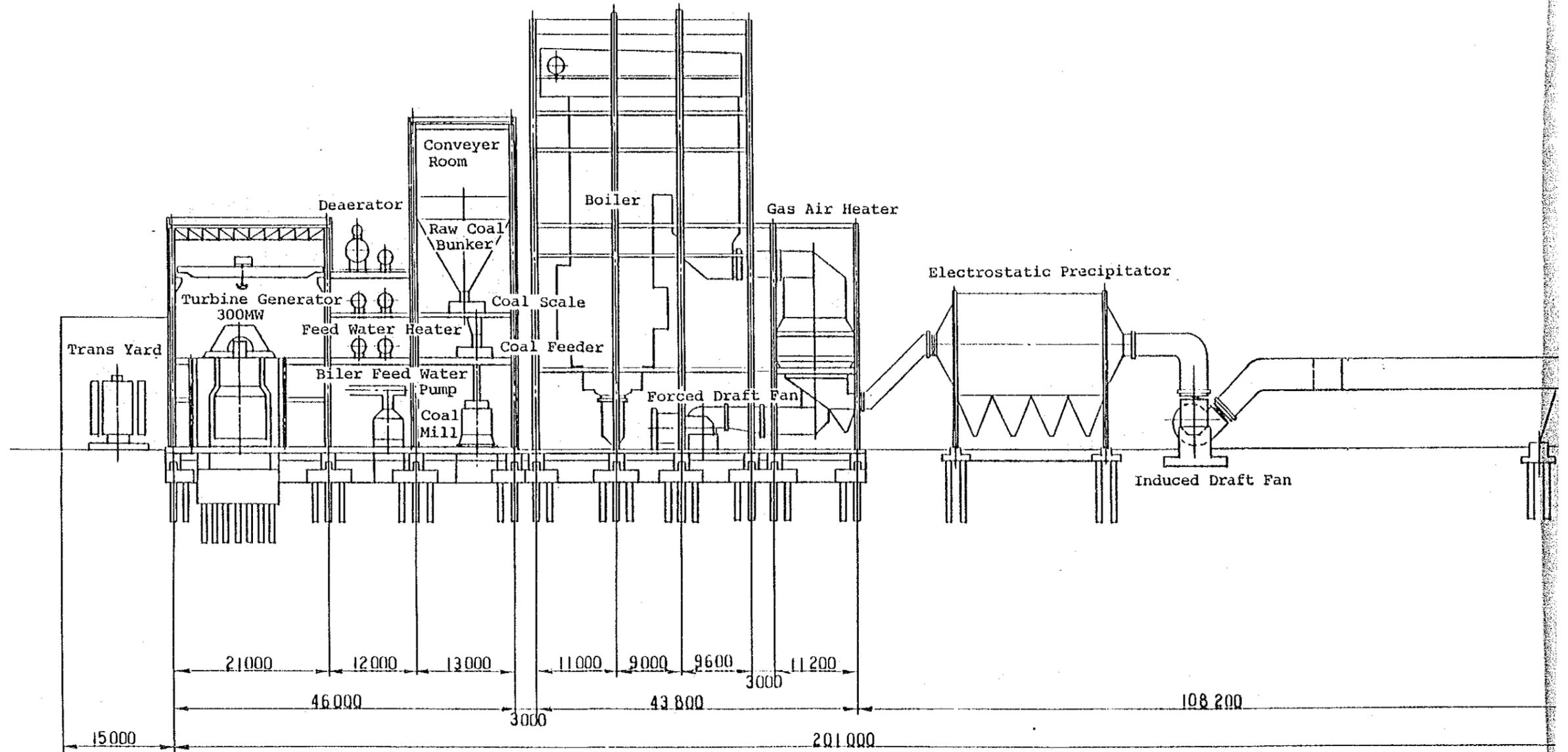


2 - 5

H.M	H. MANUFACTURE EQUIPMENT
S.B	STATION BOILER
S.B	SERVICE BUILDING
O.S	LUB. OIL STORAGE HOUSE
O.R	OIL RECEIVING FACILITIES
L.T	LIGHT OIL TANK
L.A	LOADING ARM
I.P	INTAKE PUMP HOUSE
G	GARAGE
E.G	EMERGENCY GAS TURBINE
B.H	BULLDOZER HOUSE
C.H.C	COAL HANDLING CONTROL HOUSE
C.Y	CYLINDER HOUSE (H.CO.-H.)
E.F	FIRE FIGHTING PUMP HOUSE
O.F	OIL FENCE HOUSE
O.P	OIL PUMP HOUSE
NC	NEUTRALIZATION CONTROL HOUSE
S	COAL DATA MAKING AND REDUCTION HOUSE
S.E	SEA-WATER ELECTROLYSIS HOUSE
W.H	WORKERS HOUSE
W.T	WATER TREATMENT CONTROL HOUSE
SYMBOL	EXPLANATION



THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT	
SINAI COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT	
TITLE	PLOT PLAN (300MW x 4U)
SCALE	DRAWING NO. P - 1



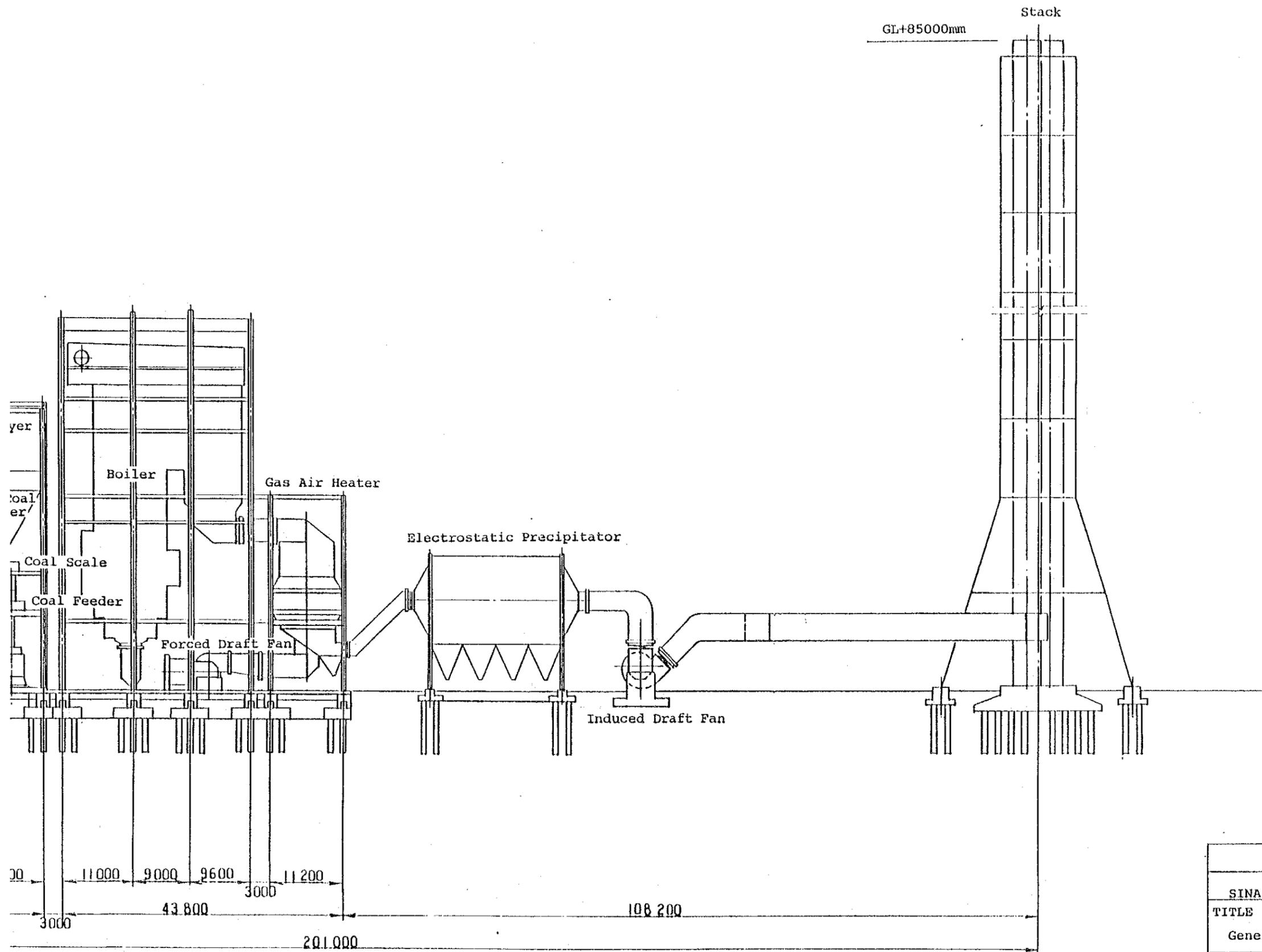
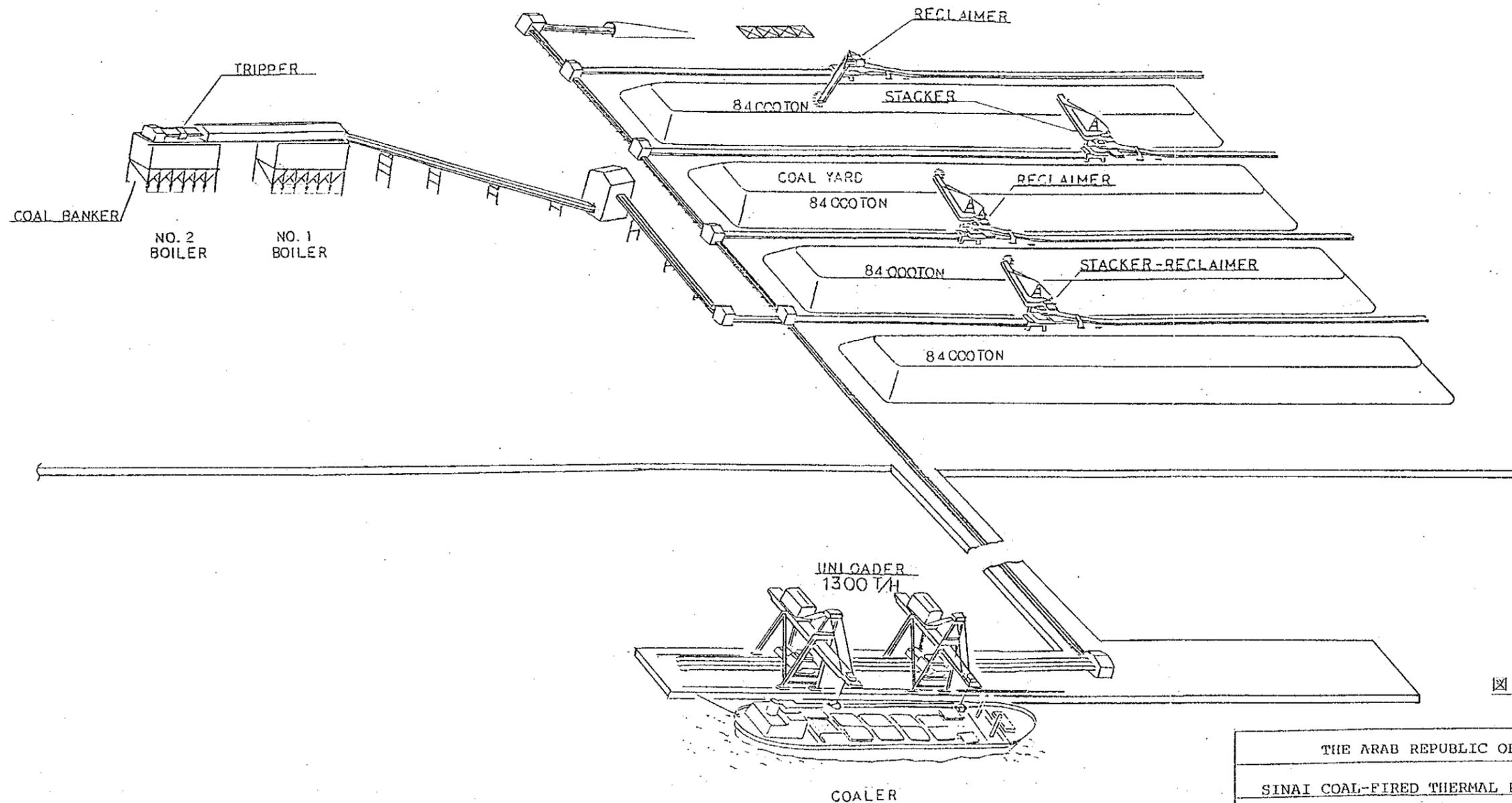


图 2 - 6

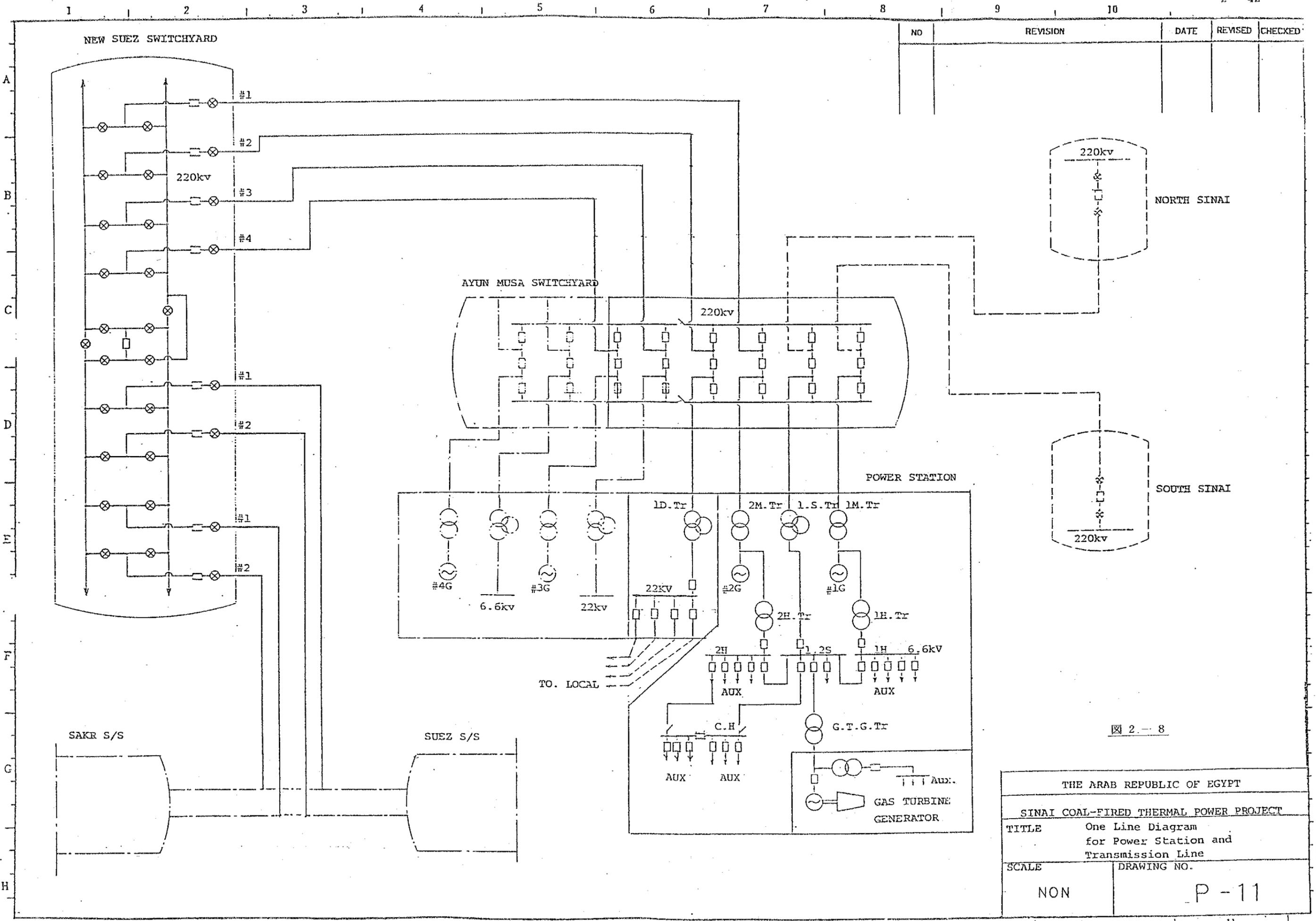
THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT	
SINAI COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT	
TITLE General Arrangement Plant Side View	
SCALE 1/600	DRAWING NO. P - 2

NO	REVISION	DATE	REVISED	CHECKED



2 - 7

THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT	
SINAI COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT	
TITLE Outline of Coal Handling	
SCALE NON	DRAWING NO. P - 6

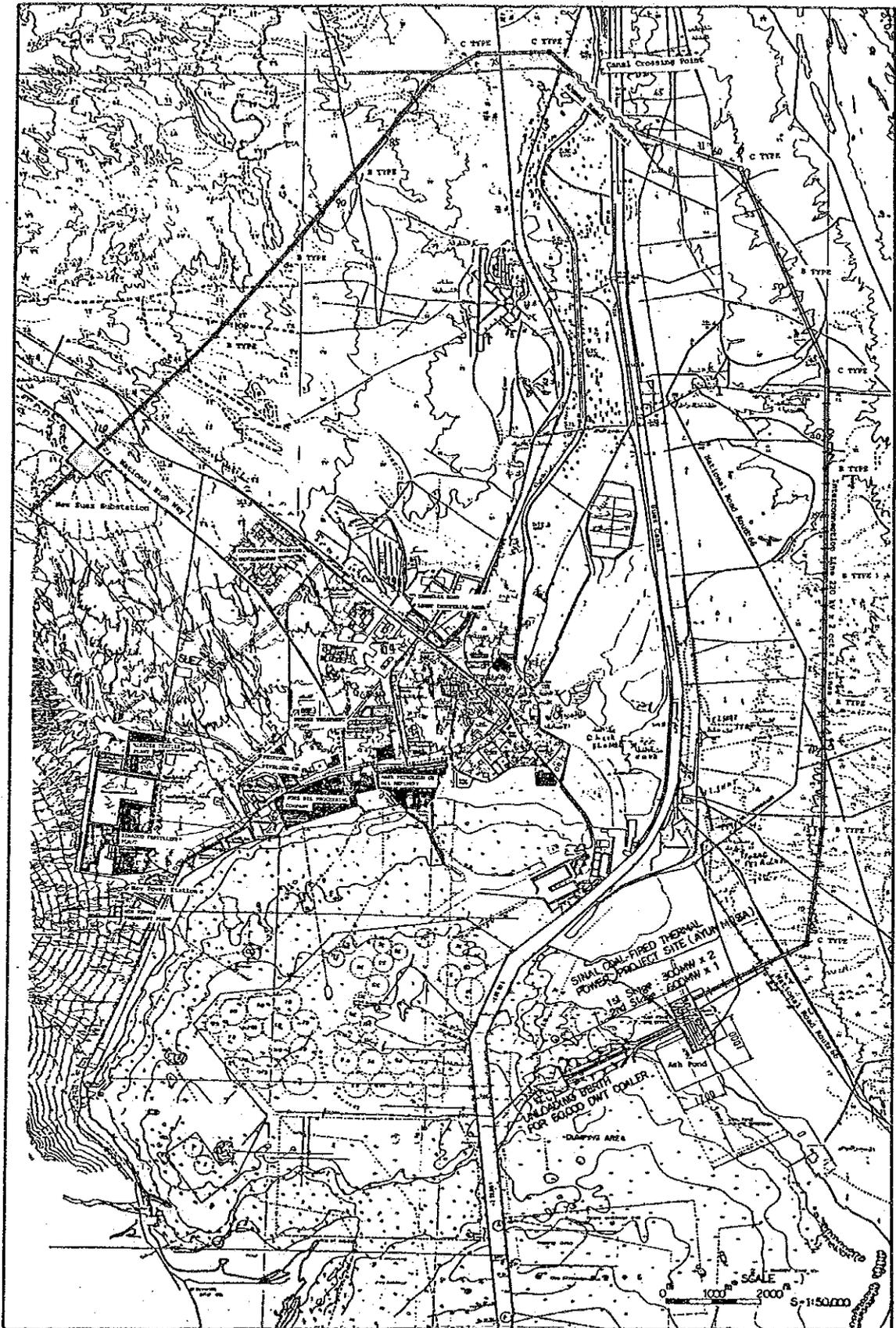


NO	REVISION	DATE	REVISED	CHECKED

2. - 8

THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT	
SINAI COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT	
TITLE	One Line Diagram for Power Station and Transmission Line
SCALE	DRAWING NO.
NON	P-11

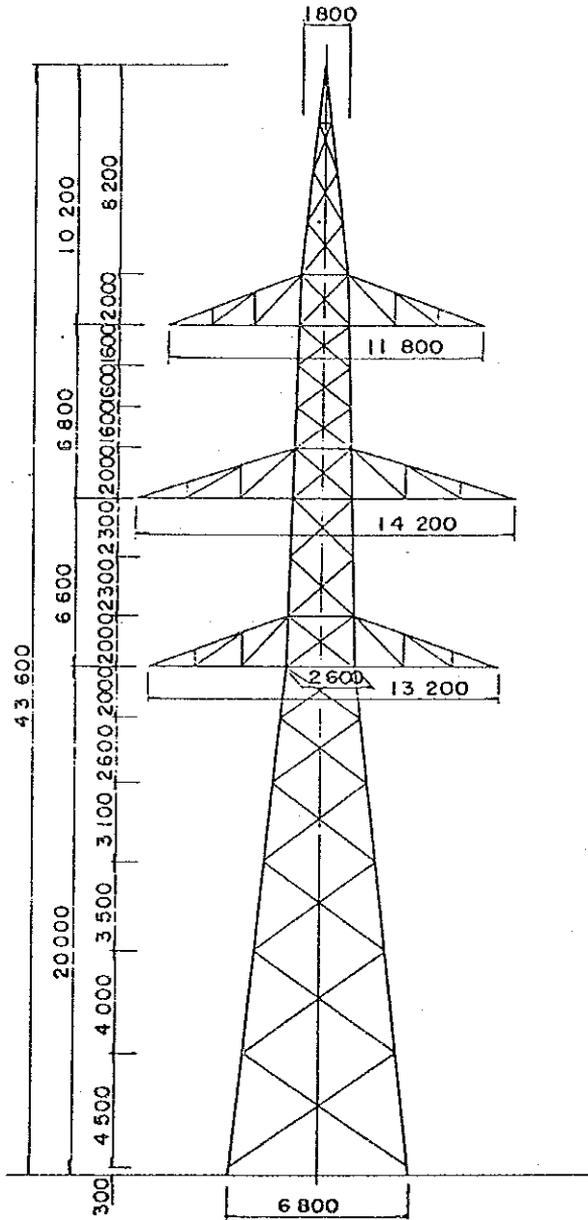
図 2-9 送電線ルートマップ



2-11

220 KV AAAC 620mm² x 2: two circuits Tower: B&C Type

220KV 2cct C Type

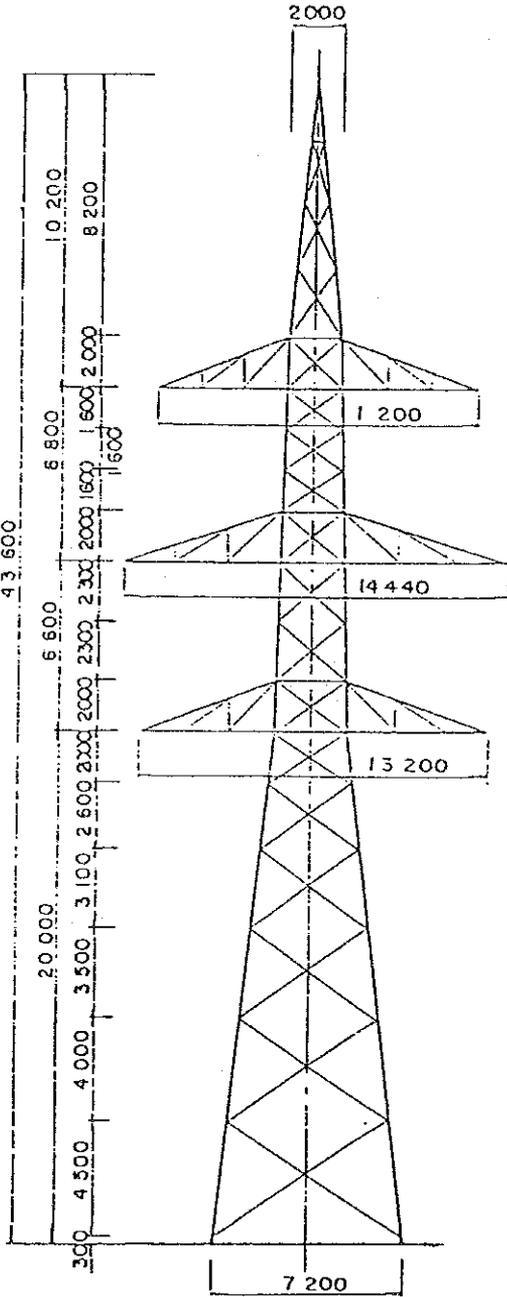


220 kv 2 cct B & C Type	
Design Condition	
No. of circuit	2
Span	350 m
Horizontal angle	30°
Vertical angle	0.1 T
Conductor	
Size	AAAC 620 mm ² x 2
Dia	28.1 mm
Weight	1574 kg/km/one cond.
Max. tension	5500 kg
Gr. Wire	
Size	130 mm ² Compound wire with optical fiber
Dia	17.4 mm
Weight	785.9 kg/km
Max. tension	3200 kg
Insulator	
Type	320 mm Smaq 20 pc 2 string
Weight	2200 kg/each
Wind pressure	560 kg/m ²
Wind pres. to wire	90 kg/m ²
Wind pres. to tower	255 kg/m ²

2-12

220KV AAAC 620mm² x 2 : two circuits D Type

220KV 2cct D Type



220 kv 2 cct D Type	
Design Condition	
No. of circuit	2
Span	350 m
Horizontal angle	Dead end
Vertical angle	0.1 I
Conductor	
Size	AAAC 620mm ² x ² 2
Dia	28.1 mm
Weight	1674 kg/km/one cond.
Max. tension	5500 kg
Gr. Wire	
Size	130 mm ² Compound wire
Dia	with Optical fiber 17.4 mm
Weight	785.9 kg/km
Max. tension	3200 kg
Insulator	
Type	320 mm Smag 20 pc 2 string
Weight	2200 kg/each
Wind pressure	560 kg/each
Wind pres. to wire	90 kg/m ²
Wind pres. to tower	255 kg/m ²

図 2-13 Ahmed Hamdi トンネル断面図

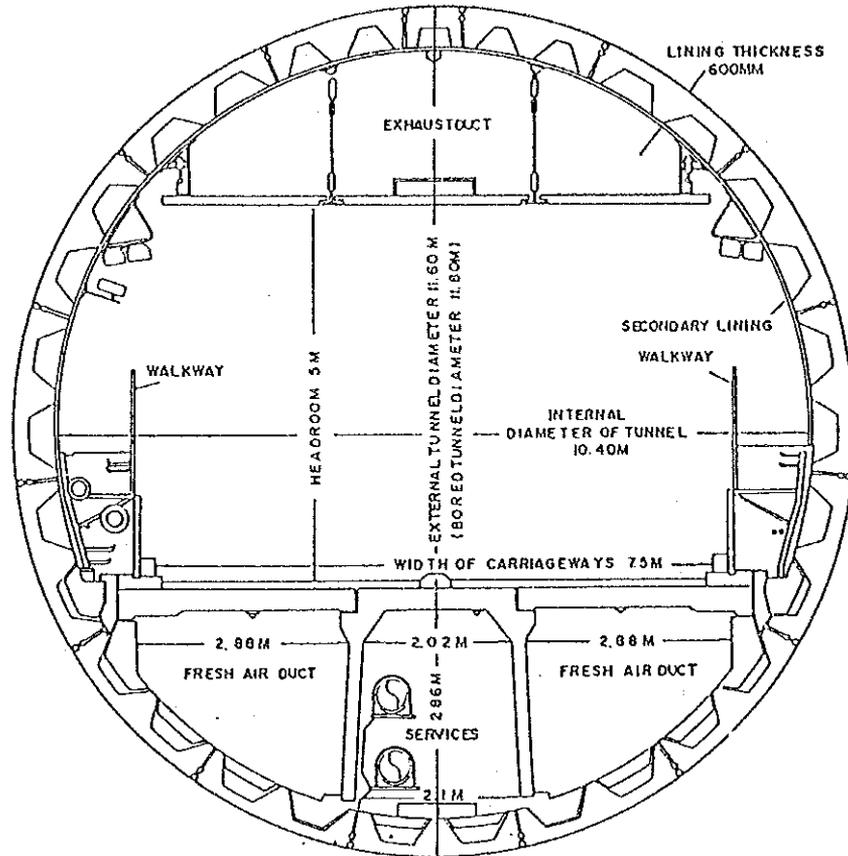
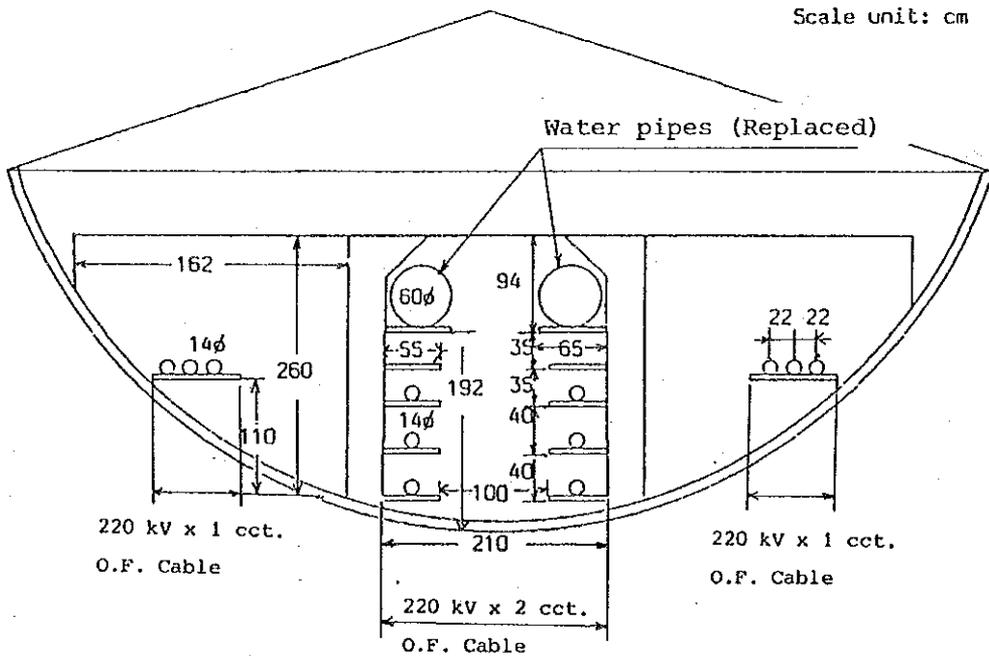
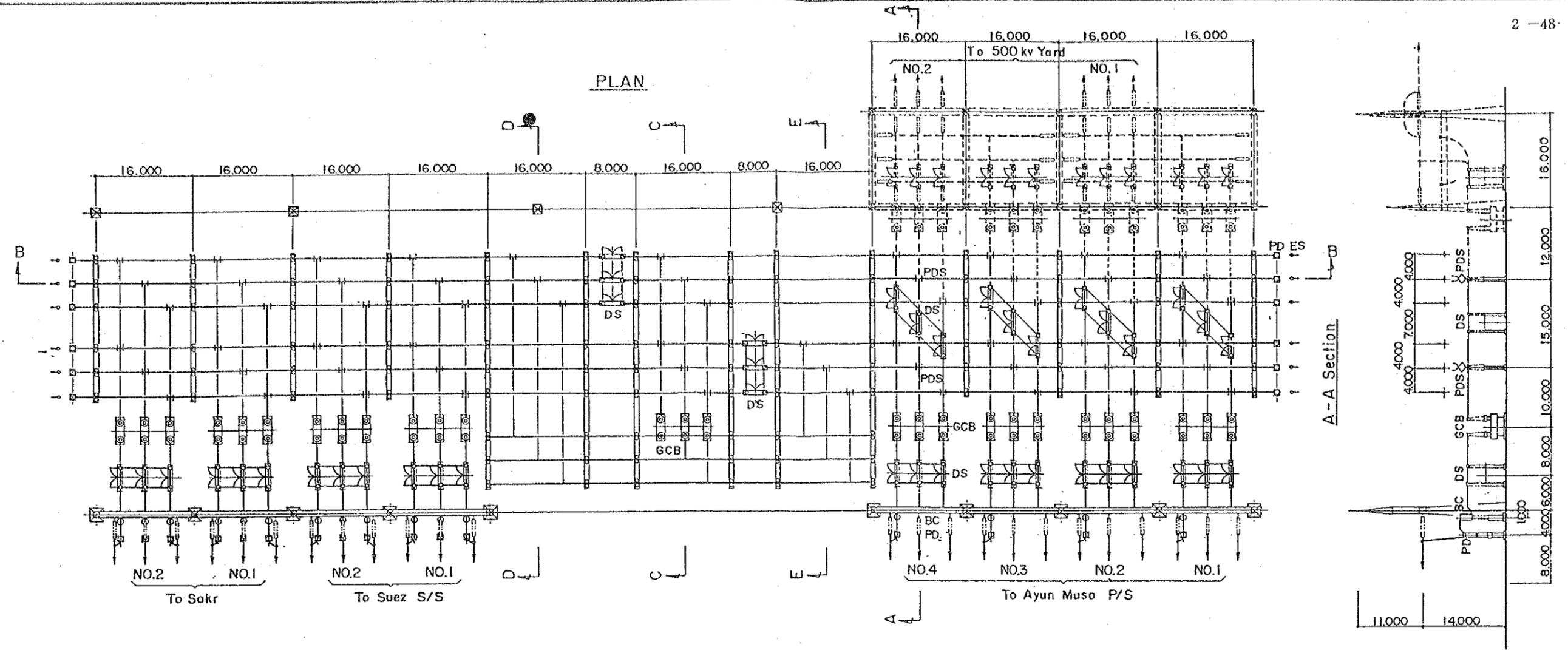


FIG. Arrangement of Cable in Ahmed Hamdi Tunnel

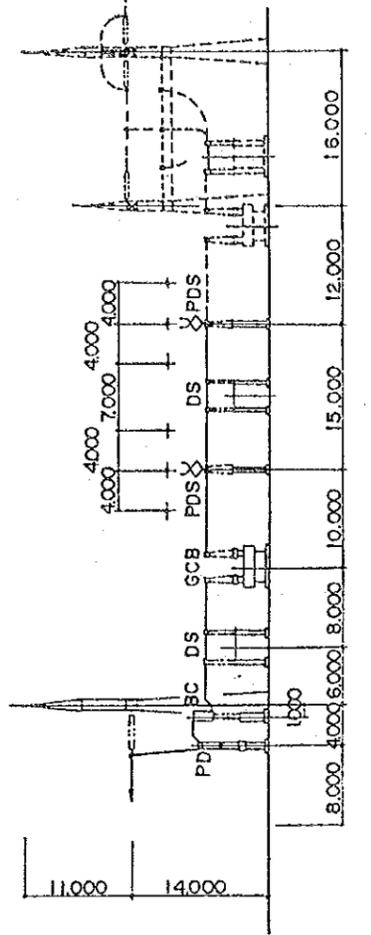
Scale unit: cm



PLAN



A-A Section



B-B Section

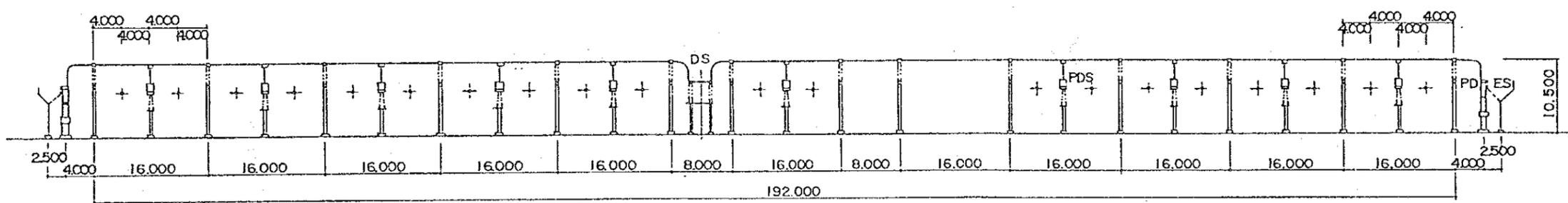
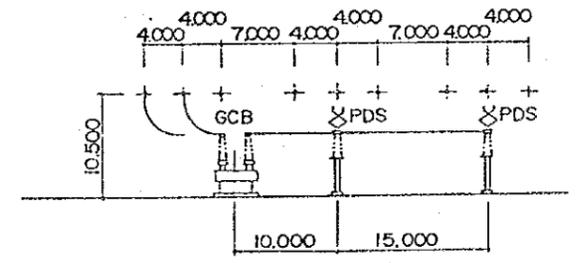
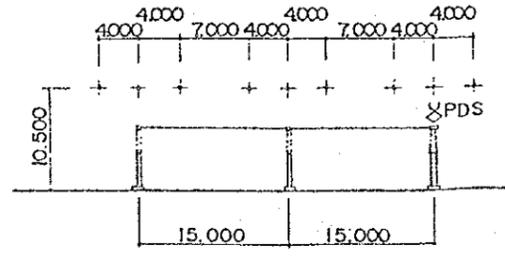


图 2-14

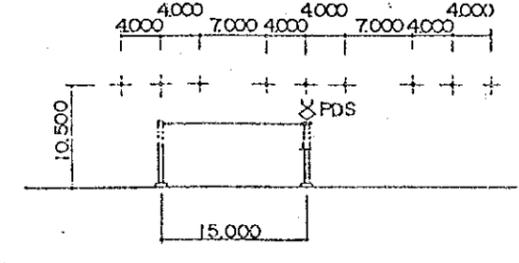
C-C Section



D-D Section



E-E Section



SCALE 0 10 20 30 40M

THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT	
SINAI COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT	
TITLE MACHINERY ARRANGEMENT PLAN OF NEW SUEZ SUBSTATION	
SCALE	DRAWING NO. E-1

2-1-5 建設計画

工事工程は表2-11に示す通りであり、工事は3段階に分けて実施するものとした。

第1段階においては、港湾設備の建設、発電所地点の造成工事、発電設備300MW×2基分の主要機器、材料の詳細設計、300MW #1unitのボイラータービン発電機の基礎工事と発電所建屋及びNew Suez変電所の建設を行う。

第2段階においては、第1段階に引続き300MW #2unitの基礎と建家工事、300MW #1unitの据付とその土木建築工事及び220kV 4回線のうち2回線の送電線設備の建設を行う。

第3段階においては、300MW #2unitの据付及びそれに関連する土木建築工事を実施し、送変電設備は第2段階に引続き残りの220kV 2回線の建設工事を行う。

工事を実施するにあたり、施工業者は工事用電源設備、工事用水設備、建設工事要員用宿舍設備等の仮設備及び建設用資機材を準備するものとした。

重量物である発電機固定子、主要変圧器等は取水口横に岸壁を設け現地に直接荷揚することで考えた。

2-1-6 資金計画

1) 資金調達

本プロジェクトの所要資金については、資産の回収期間が極めて長期に亘るため、所要外貨・内貨ともに長期低利の資金を借入れ運用する必要がある。従って外貨の借入は国対国の借款及び国際金融機関から行うことを前提とし、内貨に関してはエジプト国内の政府関係機関が利用する金融機関から賄なわれることを前提とした。

また、本プロジェクトは大規模であるため、借入は建設工事工程に合わせて3段階に分けて考えた。

2) 借入条件

a 外貨

適用する金利および返済条件は下記のように仮定した。

○外貨分の内 80%については年率 4%の金利、5年間の据置（元利共）期間を含む 30年返済とした。

○外貨分の内 20%については年率 9%の金利、5年間の据置（元利共）期間を含む 15年返済とした。

b 内貨

金利は年率 8.0%と仮定した。

工事期間中 3年間は、元本及び建設中の利子の支払を据置くものとしその後 12年間において元本、金利（元本に対する金利と建設中に発生する金利に対する金利を含む）を毎年均等に支払うこととした。

3) 財務分析

検討方法はシナイ石炭火力発電プロジェクトの建設費と販売電力による収入との対比によって行った。

すなわち Internal Rate of Return (IRR)
Repayment Schedule
Statement of Income
Cash flow analysis

によって検討した。

基本条件は以下のとおりである。

電力料金 : EEAの電力料金は、電化普及と民生安定という国策に沿って、1981年現在 7.92 mill./kWh (9.6 mill (US \$ unit)/kWh) と極めて低くしている。

しかしながら、この料金のままでは諸物価の高騰とバラ

ンスせず以下のように料金を今後改定する予定である。

1983/84	15.666 mill./kWh
1987/88	28.846 mill./kWh
1988/89	31.154 mill./kWh
1989/90	33.646 mill./kWh

燃料費 : 発電用重油の補助ベース価格は 7.5 L. E / ton (9.1
(石炭) US\$ / ton)

石炭価格 国内炭 44.0 L. E / ton 合成単価 46.5 L. E / ton
輸入炭 47.1 L. E / ton
(オーストラリア炭)

実際の石炭の政策単価は、石炭を使用することによる石油の節約分を輸出にまわしたときに得られる年利益分を重油単価に見合った石炭単価の調整額に当てることができるとする。

すなわち

$$7.5 \text{ L. E} \times \frac{\text{石炭 } 6,500 \text{ Kcal/kg}}{\text{重油 } 10,000 \text{ Kcal/kg}} = 4.9 \text{ L. E/ton}$$

故に $\frac{2,205 \text{ Kcal/kWh}}{6,500 \text{ Kcal/kg}} \times 4.9 \text{ L. E} = 1.66 \text{ millimes/kWh}$

(発電所効率 : 39%)

表 2-12 Construction Cost

Items	F.C.		L.C.		Total	
Unit: x 10 ⁶ LE (x 10 ⁶ US\$)						
(1) Generating Facilities						
Equipment	262.0	(318.3)	-		262.0	(318.3)
Erection	42.2	(51.3)	19.6	(23.8)	61.8	(75.1)
Civil works	10.4	(12.6)	18.3	(22.2)	28.7	(34.8)
Architectural works	34.0	(41.3)	16.1	(19.6)	50.1	(60.9)
Harbor facilities	28.3	(34.4)	7.6	(9.2)	35.9	(43.6)
Sub-total	376.9	(457.9)	61.6	(74.8)	438.5	(532.7)
Unit Construction Cost						
[LE/kW (US\$/kW)]	-	-	-	-	730.8	(887.8)
(2) Transmission Lines and Substation						
1) Transmission line	25.6	(31.1)	7.5	(9.1)	33.1	(40.2)
Unit Construction Cost						
[10 ³ LE/km (10 ³ US\$/km)]	-	-	-	-	760.9	(924.1)
2) Substation	10.8	(13.1)	2.3	(2.8)	13.1	(15.9)
Sub-total	36.4	(44.2)	9.8	(11.9)	46.2	(56.1)
(3) Engineering Fee	5.4	(6.6)	-	-	5.4	(6.6)
(4) Total (1)+(2)+(3)	418.7	(508.7)	71.4	(86.7)	490.1	(595.4)
(5) Contingency	16.7	(20.3)	3.6	(4.4)	20.3	(24.7)
(6) Grand Total (4)+(5)	435.4	(529.0)	75.0	(91.1)	510.4	(620.1)

This project will be implemented in 3 phases continuously,
as shown on the construction schedule.

表 2-13 Budget for Each Phase

Items	F.C.		L.C.		Total	
Unit: x 10 ⁶ LE (x 10 ⁶ US\$)						
1st Phase	63.4	(77.0)	24.1	(29.3)	87.5	(106.3)
2nd Phase	207.5	(252.1)	32.6	(39.6)	240.1	(291.7)
3rd Phase	164.5	(199.9)	18.3	(22.2)	182.8	(222.1)
Total	435.4	(529.0)	75.0	(91.1)	510.4	(620.1)

表 2-13 年度毎の所要資金

	Unit: $\times 10^6$ LE ($\times 10^6$ US\$)					
	<u>F.C.</u>		<u>L.C.</u>		<u>TOTAL</u>	
1984	4.0	(4.9)	1.2	(1.5)	5.2	(6.4)
1985	54.0	(65.6)	8.2	(10.0)	62.2	(75.6)
1986	121.6	(147.8)	19.0	(23.0)	140.6	(170.8)
1987	183.9	(223.4)	29.5	(35.8)	213.4	(259.2)
1988	58.7	(71.3)	15.9	(19.4)	74.6	(90.7)
1989	13.2	(16.0)	1.2	(1.4)	14.4	(17.4)
TOTAL	435.4	(529.0)	75.0	(91.1)	510.4	(620.1)

表 2 - 1 4 . 營 業 収 益

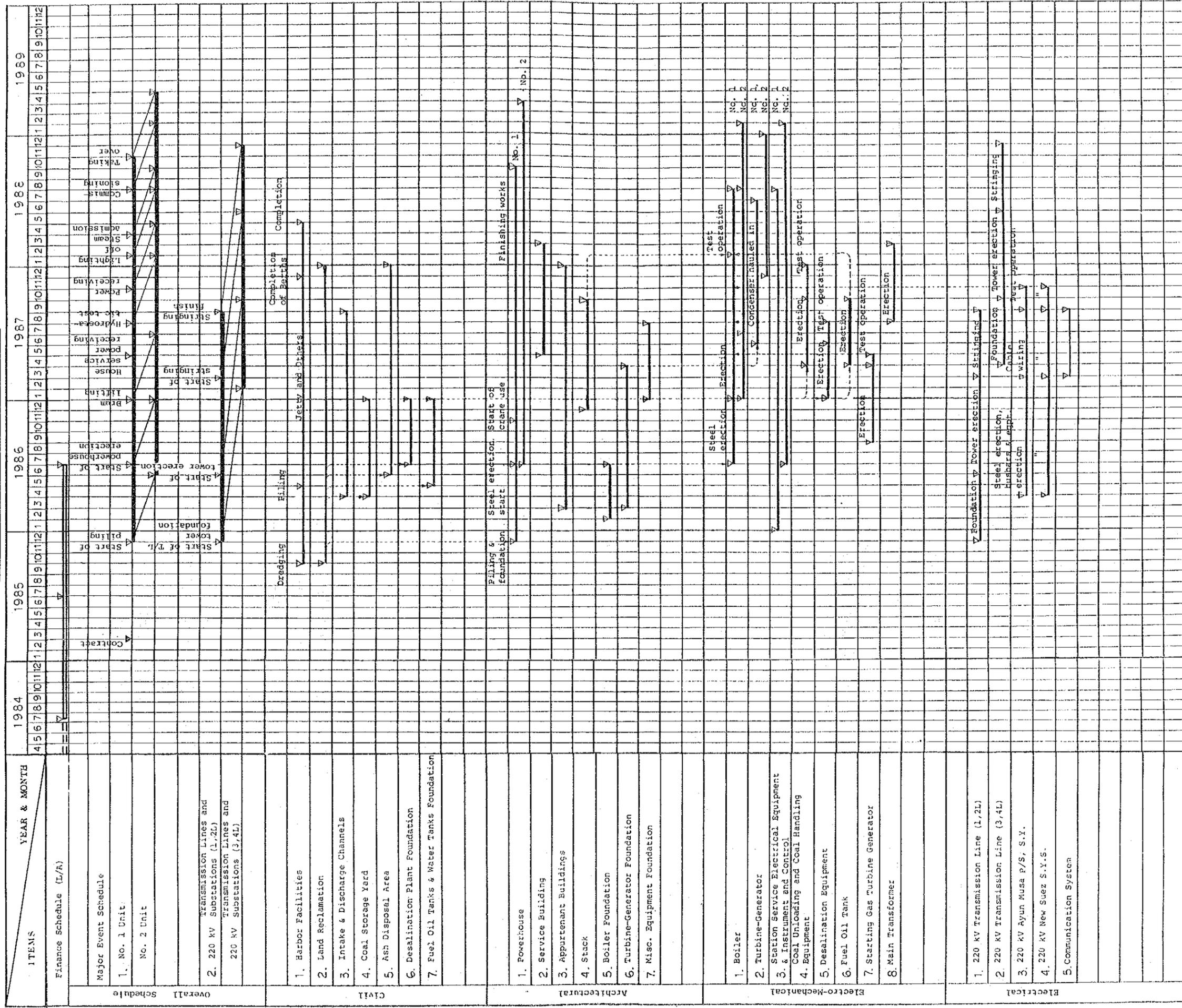
<u>Fiscal Year</u>		<u>Salable Capacity</u> (MW)	<u>Annual Operation Hour</u> (Hr.)	<u>Annual Salable GWh at Consumer end</u> (GWh)	<u>Salable Price</u> (mill./kWh)	<u>Operating Revenue</u> (10 ⁶ LE)
1988	No. 1	300	4,655	1,232	21.81	26.8
	No. 2	300	1,133	299	21.81	6.5
	Subtotal	600	5,798	1,531	21.81	33.4
1989	No. 1	300	7,008	3,700	23.55	87.1
-2017	No. 2	300	x 29 years	x 29 years		x 29 years
	Subtotal	600	121,945	107,300	23.55	2,526.9
2018	No. 1	300	2,342	619	23.55	14.6
	No. 2	300	5,875	1,550	23.55	36.5
	Subtotal	600	8,217	2,169	23.55	51.1
	<u>Total</u>					<u>2,611.4</u>
<u>Total Repayment (including interest)</u>						<u>903.5</u>
<u>Total Operating Expenses (excluding depreciation)</u>						<u>609.0</u>
<u>Cash Balance</u>						<u>1,098.9</u>

以上の条件により検討の結果、

内部収益率 (IRR) ; 等価割引率は 11.29 % となり、財務的にファイジブルと結論される。

資金収支 ; 営業収益に対する減価償却費などを含む営業経費、及び返済費用を控除した純利益が発電所の運転開始初年度において約 4.2 百万 LE、次年度において 19.5 百万 LE となり、耐用年数 30 年間の総収益は 1,099.0 百万 LE となり本プロジェクトは十分ファイジブルであることが判明した。

2-11(2) SINAI COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT
CONSTRUCTION PROGRAM (Tentative) 1st STAGE



2-1-7 経済分析

このプロジェクトが建設を開始する予定の1984年現在の時点で、重油火力と石炭火力との比較を現在価値による便益と費用の関係で求めるものとする。

この場合、現在価値率は社会的割引率を8%、及び10%として求める。

結果は以下に示すとおり実際ベースでも発電原価で1.5 mill/kWhだけ石炭火力の方が経済的であり、また便益/費用の比率(重油火力/石炭火力)は1.0以上の値であり、いずれも石炭火力が有利となった。

Data for Analysis

	<u>Oil-fired</u>	<u>Coal-fired</u>	<u>Remarks</u>
° Installed capacity	620 MW	640 MW	
° Sending end capacity	600 MW	600 MW	
° Station service loss kWh	3.5%	6.25%	
° Utilization factor	80%	80%	
° Transmission and Distribution losses	12%	12%	
° Annual generation at Generator end	4,344,960 MWh	4,485,120 MWh	
° Annual Salable energy at consumer end	3,689,740 MWh	3,700,200 MWh	
° Construction cost	466.4 x 10 ⁶ LE	510.4 x 10 ⁶ LE	
° Operation and maintenance cost	9.3x10 ⁶ LE (2%)	10.2x10 ⁶ LE (2%)	
° Administration cost	2.3x10 ⁶ LE (0.5%)	2.6x10 ⁶ LE (0.5%)	
° Annual Fuel Consumption	958.1x10 ³ ton	1,521.5x10 ³ ton	
° Fuel price	\$180 (148.1 LE)/ton	\$59 (48.6 LE)/ton	- Theoretical basis
	\$9.1 (7.5 LE)/ton (Subsidiged price)	\$56.5 (46.5 LE)/ton	- Actual basis
° Fuel Cost	141.9 x 10 ⁶ LE	73.9 x 10 ⁶ LE	- Theoretical basis
	7.2 x 10 ⁶ LE	70.7 x 10 ⁶ LE	- Actual basis
° Durable years	30 years	30 years	
° Plant efficiency	39% (2,205 kcal/kwh)	39% (2,205 kcal/kwh)	
° Fuel calorific value	10,000 kcal/kg	6,500 kcal/kg	
° Annual Cost	153.5 x 10 ⁶ LE	86.7 x 10 ⁶ LE	- Theoretical basis
	18.8 x 10 ⁶ LE	83.5 x 10 ⁶ LE	- Actual basis
° Annual saving cost (Benefit cost by coal-firing)	-	-	- Theoretical basis
	-	-71.1 x 10 ⁶ LE	- Actual basis
° Subsidiged annual cost	153.5 x 10 ⁶ LE	86.7 x 10 ⁶ LE	- Theoretical basis
	18.8 x 10 ⁶ LE	12.4 x 10 ⁶ LE	- Actual basis
° Generating Cost at Generator End	35.3 mill./kWh	19.3 mill./kWh	- Theoretical basis
	4.3 mill./kWh	2.8 mill./kWh	- Actual basis
° Salable Price at Consumer End	41.6 mill./kWh	23.5 mill./kWh	- Theoretical basis
	5.1 mill./kWh	3.4 mill./kWh	- Actual basis

Benefit/Cost Ratio (Discount rate: 8%):

	<u>Sinai Plant</u>	<u>Alternative Oil-fired Plant</u>
Construction Cost:	510.4 x 10 ⁶ LE	466.4 x 10 ⁶ LE

Annual Disbursement and Present Worth:

<u>Year</u>	<u>Disbursement</u>	<u>Present Worth at 1984</u>	<u>Disbursement</u>	<u>Present Worth at 1984</u>
1984	5.2	5.2	4.8	4.8
1985	62.2	57.6	56.8	52.6
1986	140.6	120.5	128.5	110.2
1987	213.4	169.4	195.1	154.9
1988	74.6	54.8	68.1	50.1
1989	14.4	9.8	131.1	8.9
Total	510.4	417.3	466.4	381.5

Total Annual Costs:	86.7 x 10 ⁶ LE	153.5 x 10 ⁶ LE	- Theoretical basis
	12.4 x 10 ⁶ LE	18.8 x 10 ⁶ LE	- Actual basis
Present Worth of Annual Expenses for Durable Year (30):	664.3 x 10 ⁶ LE	1,176.1 x 10 ⁶ LE	- Theoretical basis
	95.0 x 10 ⁶ LE	144.0 x 10 ⁶ LE	- Actual basis

Benefit/Cost Ratio:

Cost: (417.3 + 664.3) x 10⁶ LE = 1,081.6 x 10⁶ LE - Theoretical
 (417.3 + 95.0) x 10⁶ LE = 512.3 x 10⁶ LE - Actual basis

(Sinai Plant)

Benefit: (381.5 + 1,176.1) x 10⁶ LE = 1,557.6 x 10⁶ LE - Theoretical
 (381.5 + 144.0) x 10⁶ LE = 525.5 x 10⁶ LE - Actual basis

(Alternative oil-fired plant)

$\frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = \frac{1,557.6 \times 10^6 \text{ LE}}{1,081.6 \times 10^6 \text{ LE}} = 1.44$ - Theoretical basis
 $\frac{\text{Benefit}}{\text{cost}} = \frac{525.5 \times 10^6 \text{ LE}}{512.3 \times 10^6 \text{ LE}} = 1.03$ - Actual basis

2-2 プロジェクト実施のための事前準備作業

本プロジェクトを実施するにあたっては、建設工事に先立って下記の事前準備作業が必要である。

- (1) プロジェクト資金の準備を早急に行う必要があり、外貨については海外の資金源へのアプローチが、内貨については予算化を行い、内外貨の資金の確保が必要である。

特に外貨借入については工事工程表に見られるように1984年7月までに内貨を含む資金調達を完了させねば1988年7月300MW×1、1989年1月300MW×1の運転が困難となる。従って早急に資金調達のための準備を開始すべきであろう。

- (2) 資金調達を含むプロジェクトの実施を工程通り進捗させるためには、早急に融資機関及び手続を熟知し、技術的知識と経験に卓越したコンサルタントをE E Aのアシスタントとして雇用されるべきであろう。

- (3) 本プロジェクトに使用されるMaghara 炭鉱については詳細な生産計画および炭質資料を得て本発電所のボイラ設計、石炭受入設備等の確定基本仕様を作成しなければならない。

- (4) 本石炭火力発電所建設計画を実現させるためには、今後E E Aにおいて以下に示す準備作業を推進しておく必要がある。

a 本プロジェクト実施のための全ての所要用地の確保

b 港湾設備地点、送電線ルートにあるスエズ運河渡河地点等について

Suez Governorate, Suez Canal Authority, Red Sea Authority,

Ahmed Hamdi Tunnel Authority 他の関係省庁と調整を行う必要がある。

る。

c このプロジェクトを建設する以前に次の諸調査が必要である。

a) 地質調査

1983年7月にEEAが実施した深さ50mの3本の調査ボーリングの結果、敷地内にはほぼ水平に分布する中新世のシルト層および砂岩は、概して発電所およびそれに伴う諸施設の支持地盤として問題はないとの結論を得た。しかし、局部的には、軟弱部、石灰岩層および岩塩層などが認められる。したがって詳細な設計を実施する場合、主要施設予定地でのボーリングによる原位置試験および土質試験を実施し、地盤評価を行なう必要がある。

ボーリングによる原位置試験は以下の通りである。

- ・コア観察-地質柱状図作成
- ・標準貫入試験(1m毎)
- ・地下水位測定
- ・現場透水試験

なお、ボーリング中に1.5m~2.0m毎に乱されない試料を採取する。

室内土質試験はボーリングによって採取された乱されない試料を利用し、次の項目について実施する。

- ・分類特性
- ・単位体積
- ・比重
- ・含水比
- ・粒度
- ・液性限界、塑性限界
- ・一軸および三軸試験
- ・圧密試験

ボーリングの配置と深さ

I 発電所

I) 土木設備

ボーリング配置

重油タンクの許容支持力および沈下量を推定する為、Ring wallの直交軸線上の4ヶ地点およびその交点に1ヶ所、計5ヶ所のボーリングを実施する。(図2-15参照)

貯炭場の地盤支持力と沈下量を推定する為、スタッカー、リクレイマー線上に3ヶ所のボーリングを実施する。(図2-15参照)

軽油タンクと屋外変電所は比較的軽量の構造物となるので、それらに1ヶ所ずつのボーリングを行い、土の物理常数を確認する。

ボーリング深さ

前回のボーリング調査によると、30m以下は全てN値が30以上となっているので、ボーリング調査は30~50mとする。

ii) 建築設備

発電所本館、T/G台座、ボイラー、煙突および主要機器の様な重要かつ、重い構造物の基礎は、沈下および傾斜に対して厳しい制限が要求される。したがって重要構造物の基礎はN値50以上を有し、かつ5m以上の層厚を持つ堅固な地層により支持されなければならない。

1983年7月EEAによって実施された3本のボーリング調査結果より判断すれば、現地盤-20m~-30m以下まで杭を打設して、構造物を支持する必要がある。したがってボーリング調査の深さは50mとする。

付属建物は比較的軽量であるので、杭なしの直接地盤支持基礎とする事が可能である。

付属建物に関するボーリング調査の深さは、30mで充分である。
う。

ii 港 湾

係船岸壁および棧道基礎の許容支持力および沈下量を推定する為、ボーリングを行う。予定区域内のボーリングは、海底下50m迄(EL-56.0m)とする。

係船岸壁および Cause way 予定区域内のボーリングは、海底下50m迄(EL-56.0m)とする。(EEAによる事前のPilot boringにより決定されるものとする。)

泊地、航路についてはEL-20.0m迄実施するものとする。

以上のものとするボーリングの必要本数および配置は、表2-16に示すとおりである。

ボーリング調査の結果より、各ボーリング地点の支持層確認および支持力の検討をし、杭の支持力の算定および杭長の決定、各構造物の基礎処理を考えなければならない。

又、土質試験結果より、盛土工事に於ける締め固め材料選択、法面勾配決定および締め固め機械選定をし、タンク、貯炭場、屋外変電所は、推定沈下量の算定に使用する。

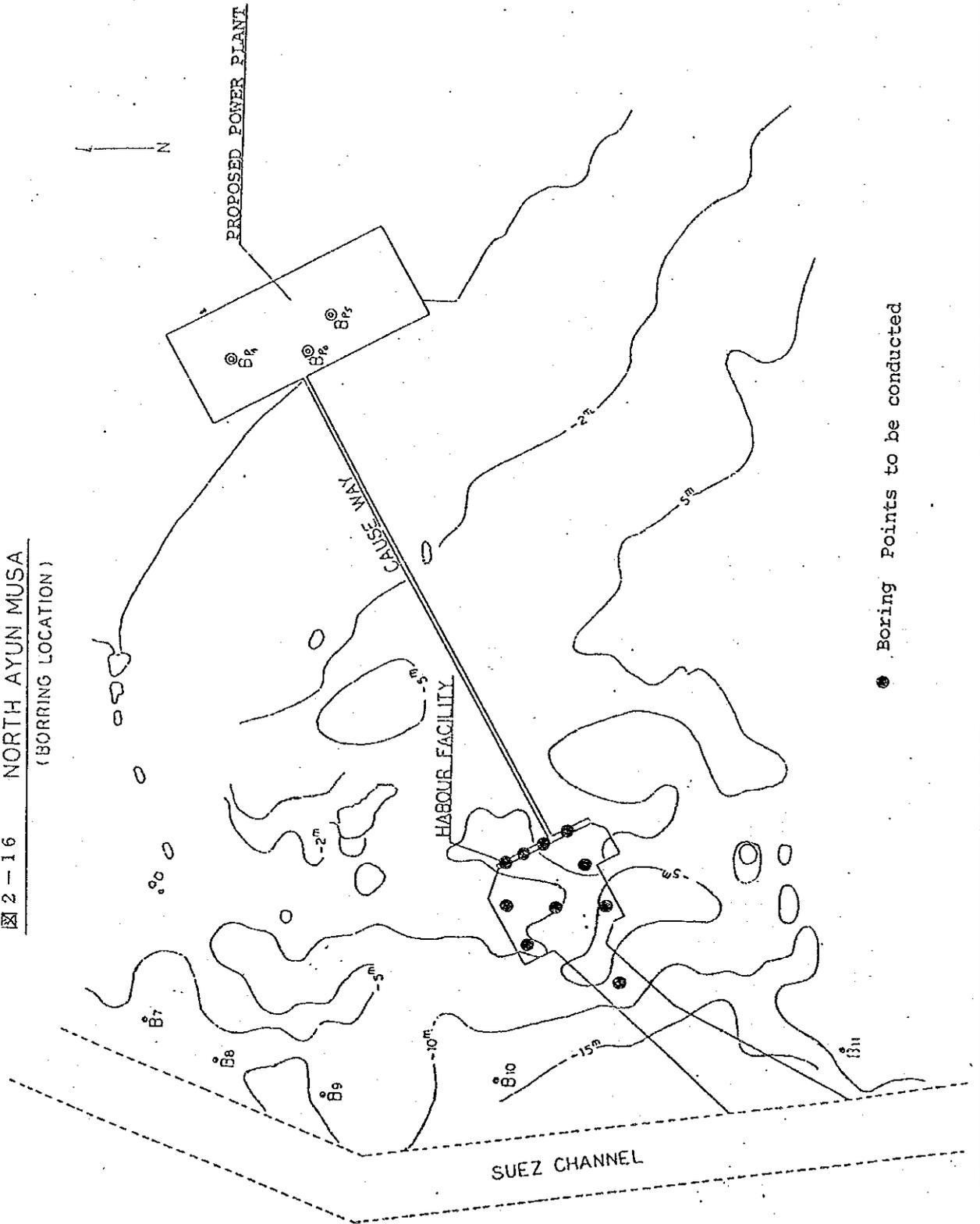
施工前には、杭の諸試験(貫入、載荷、引抜)を実施するものとし、各試験についてはJIS、ASTMおよび、それと同等の規格、スタンダードで実施するものとする。

図2-15および2-16に示すボーリングの詳細は以下の通りである。

表 2-17 ボーリング内訳表

	個 所	(本) 本 数	(m) 深 さ	ボーリング番号
電 所	重油タンク	15	30~50	№ 1 ~ 15
	貯炭場	3	30~50	№ 16 ~ 18
	屋外変電所	1	30~50	№ 19
	軽油タンク	1	30~50	№ 20
	発電所本館	7	50	№ 26 ~ 32
	ボイラー	4	50	№ 22 ~ 25
	煙突	1	50	№ 21
	サービスビル	1	30	№ 33
	機械工作室	1	30	№ 34
	倉庫	1	30	№ 35
	運炭制御室	1	30	№ 36
	混炭ビン室	1	50	№ 37
	計	37		
港 湾	岸壁	4	50	№ 40 ~ 43
	コーズウェイ	2	50	№ 50 ~ 51
	泊地	6	15	№ 44 ~ 49
	計	12		

2-16 NORTH AYUN MUSA
(BORING LOCATION)



● Boring Points to be conducted

b) 気 象

現地に気象観測器具を設置して風向・風速、降水、気温・湿度、サンドストーム、大気中有害物、騒音等の基礎資料を収集すること。(なおこれらの観測は長期に渡り連続的に行われるものとする)。

c) 海 象

冷却水取水地点付近に定点観測器具を設置し、水温分布、潮位、潮流を観測し、また海水を採取して水質試験を行って取水構造、港湾施設、機器等の仕様条件決定のための基礎資料を得るようにすること。(なおこれらの観測は長期に渡り連続的に行われるものとする。)

工事用水に使用する水の水質調査 (PH、BOD、COD)

d) 建設管理委員、運転保守委員の確保と教育訓練を行うこと。

(5) 今後のエジプトにおける電源拡充と併行して電力系統設備について以下の点の検討、改善および拡充計画を推進する必要がある。

a) Ayun Musa 発電所第2期 600 MW 増設時に当って Unified Power System の検討

1990年時点で Ayun Musa 石炭火力 600 MW、North Upper Egypt 発電所 600 MW が設置される計画である。

また、1991年時点では、原子力 900 MW、石炭火力 600 MW の新設計画がある。

このように大型機の導入に伴う主幹系統のあり方について潮流面、短絡容量の面および系統の安定度について検討、解析を行って、これら新鋭発電機の有効利用を計られるよう系統計画を行うべきである。

b 電圧の安定、供給の信頼度などサービス向上を計るため、66 kV系を含めた改善計画の立案、実施が今後の系統運用上の問題であろう。

E E Aは各地方配電会社の中心となり、これらの問題の前進解決につとめる必要がある。

c 各発電所の経済的運用は、保護装置の信号伝送、遠方制御の採用など今後強固な通信系統の確立、運用に依存する面が大である。通信関係技術陣の拡大、設備の整備を、系統の拡大、需要の増加に比例して力を入れるべきであろう。

(6) 電気料金；現在の電気料金 7.47 millimes/kWh は諸外国と比較して1/5 ~ 1/10 となっており、この料金を1990年までに 33.65 millimes/kWh まで引上げる計画となっているが、今後の電気事業の健全な発展と電力需要産業振興とのバランスを考慮しつつ是非実施されるべきである。

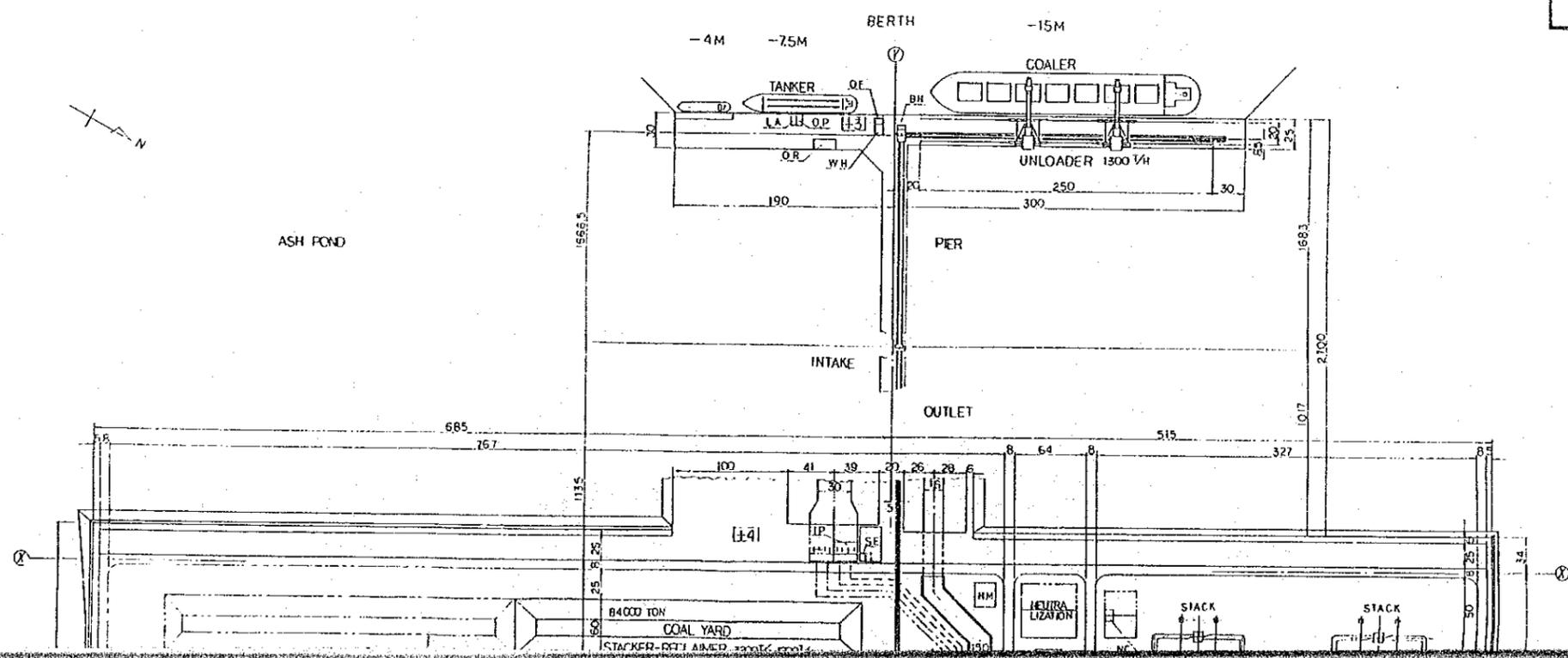
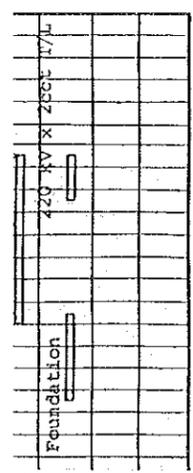
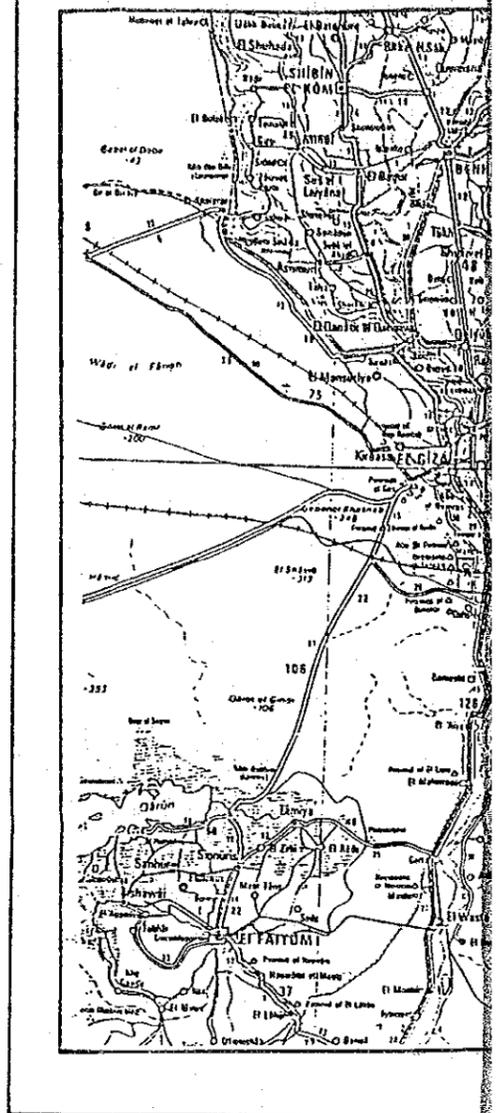
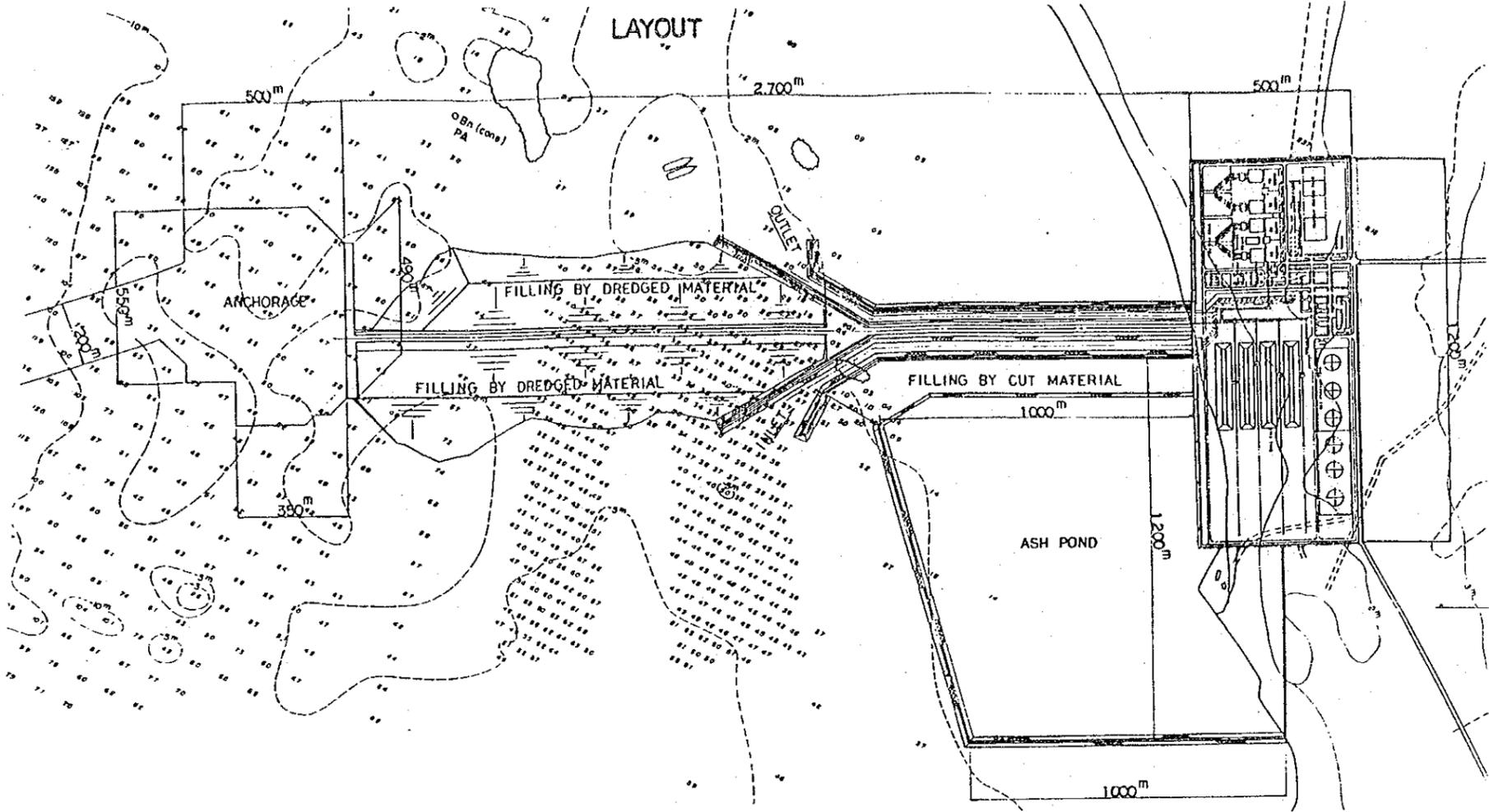
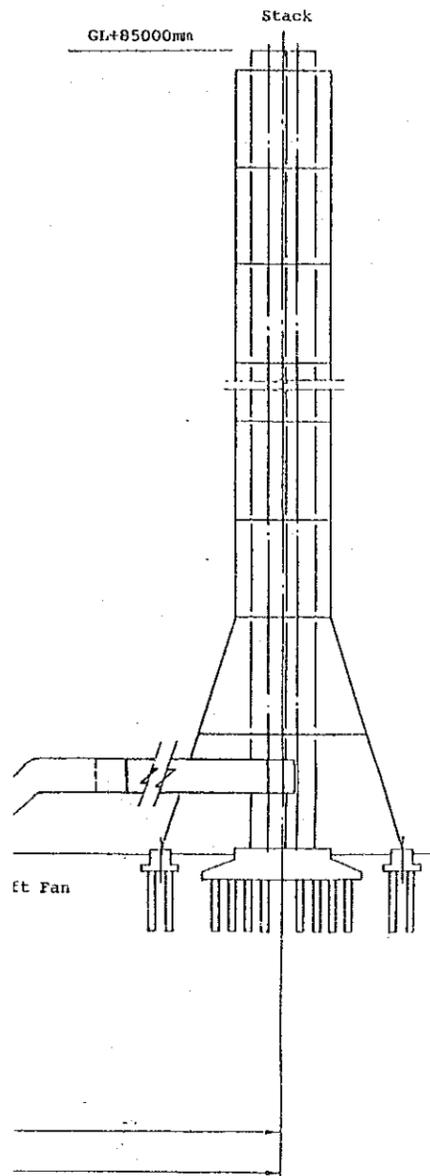
(7) 施工業者の決定；このプロジェクトはエジプトにおける最初の石炭火力であり、工事管理の効率的な運用と工事施工の総合責任態勢及び運用後の性能保証及び事故時に対する即応性などから一括発注方式が望ましい。

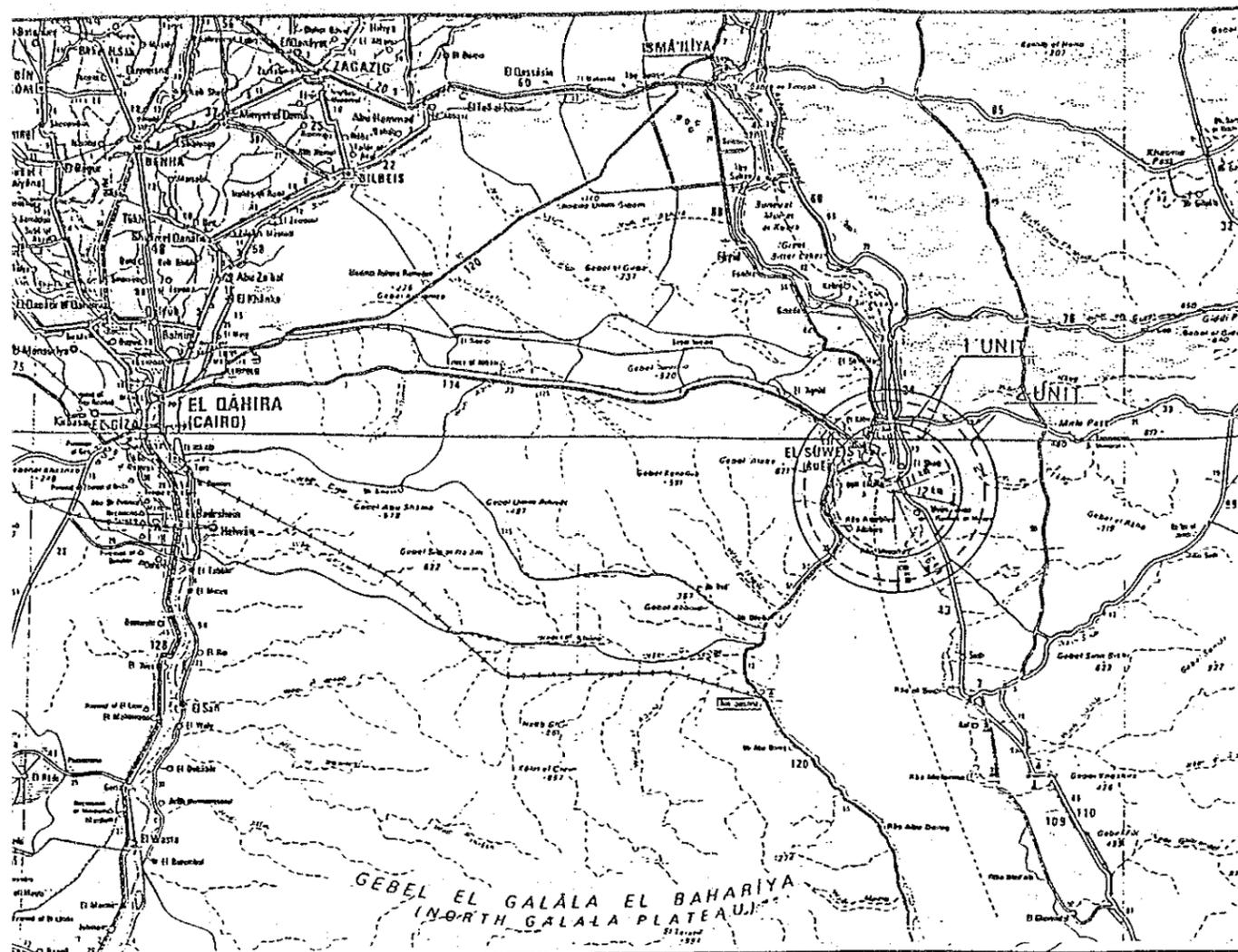
THE ARAB REPUBLIC OF EGYPT

OUTLINE OF SINAI COAL-FIRED
THERMAL POWER PROJECT

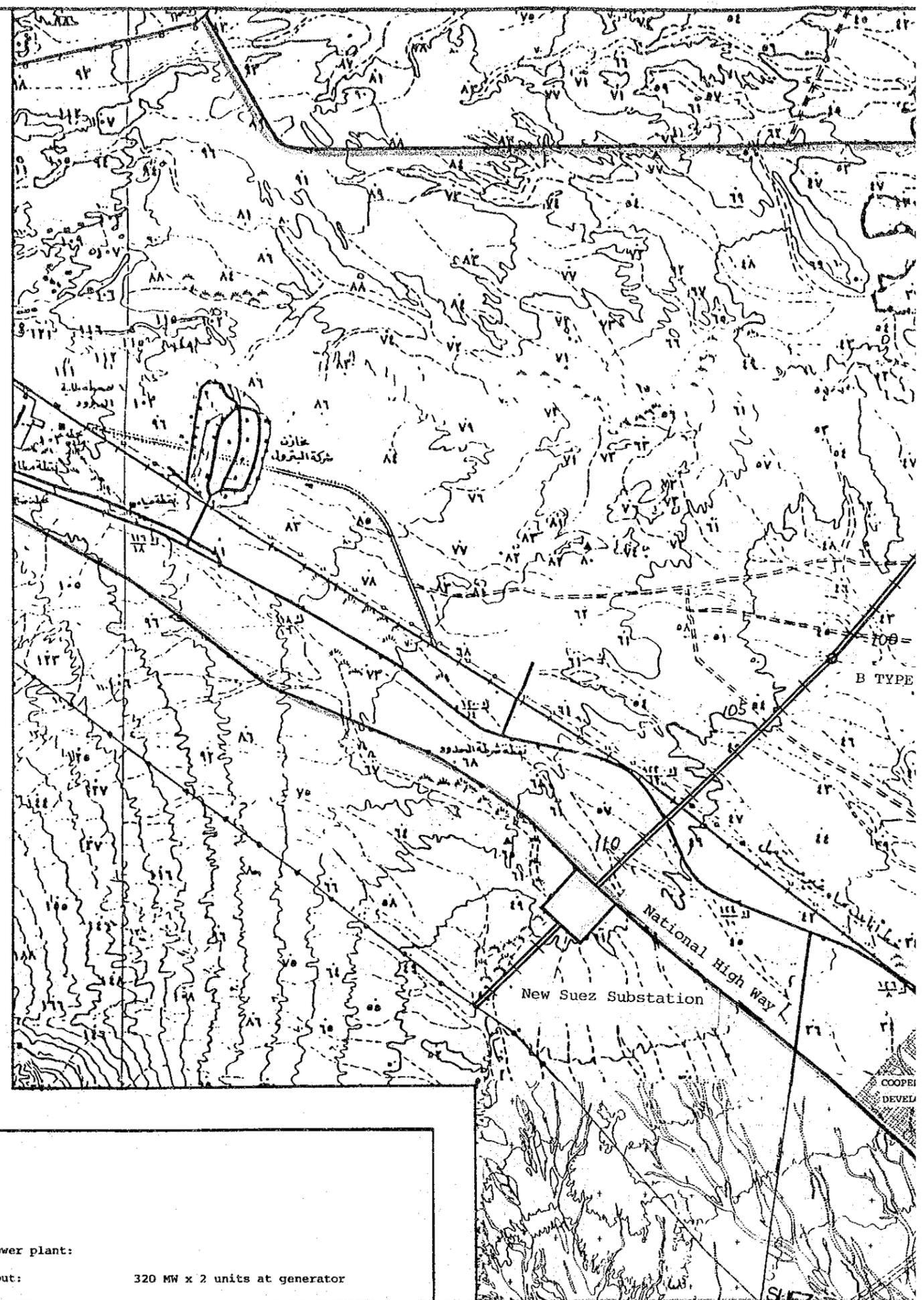
AUG., 1983

EGYPTIAN ELECTRICITY AUTHORITY





S = 1:1,000,000



Project: 300 MW x 2 Units First Coal-Fired thermal Power Project

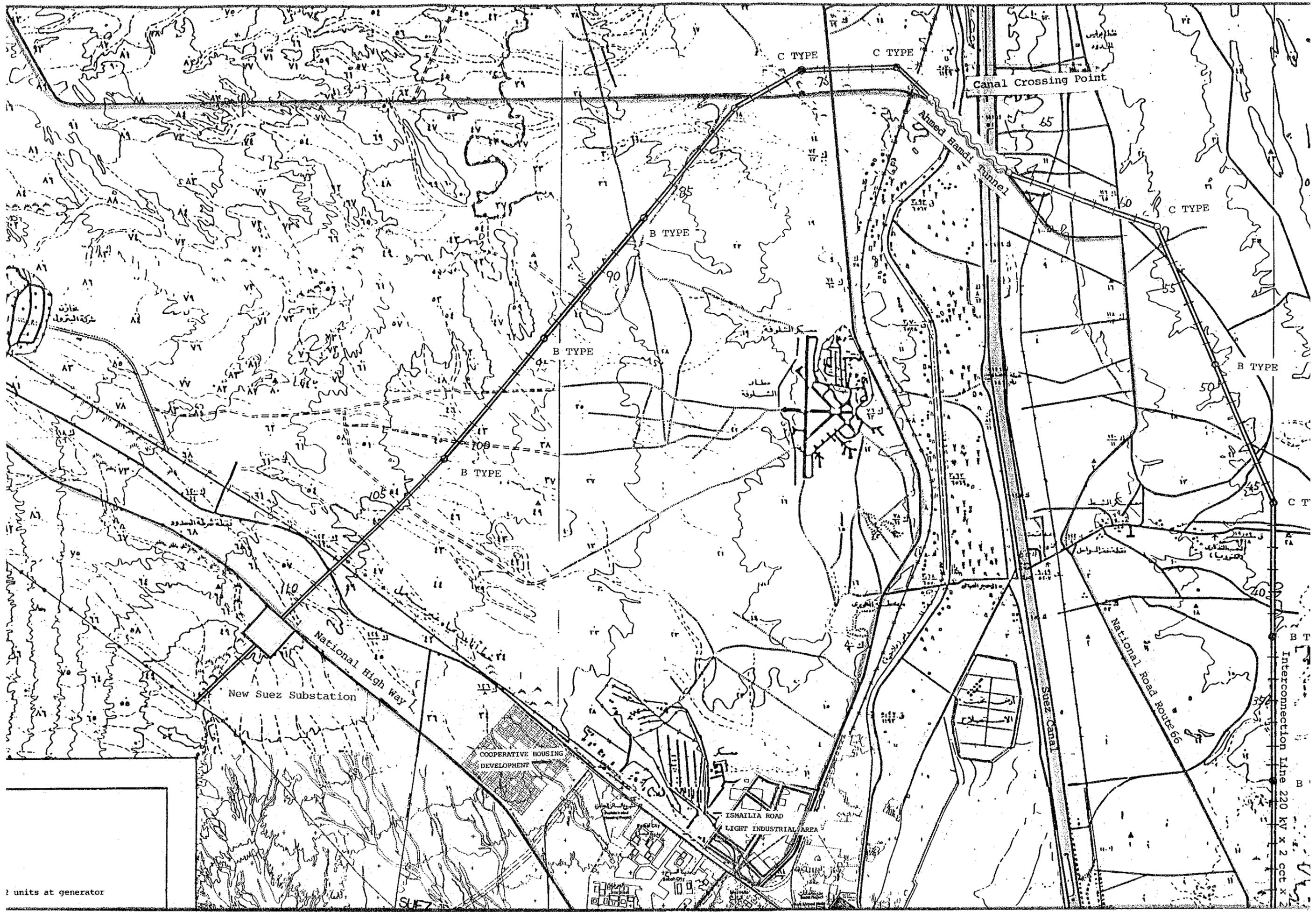
Fuel System: Dual Type

Main fuel: Coal

Stand by fuel: Heavy oil

(5) Outline of power plant:

Output: 320 MW x 2 units at generator



2 units at generator

Interconnection line 220 KV x 2 cct x 2

Canal Crossing Point

New Suez Substation

National High Way

COOPERATIVE HOUSING DEVELOPMENT

ISMAILIA ROAD LIGHT INDUSTRIAL AREA

National Road Route 66

Suez Canal

Ahmed Handi Tunnel

C TYPE

C TYPE

B TYPE

B TYPE

B TYPE

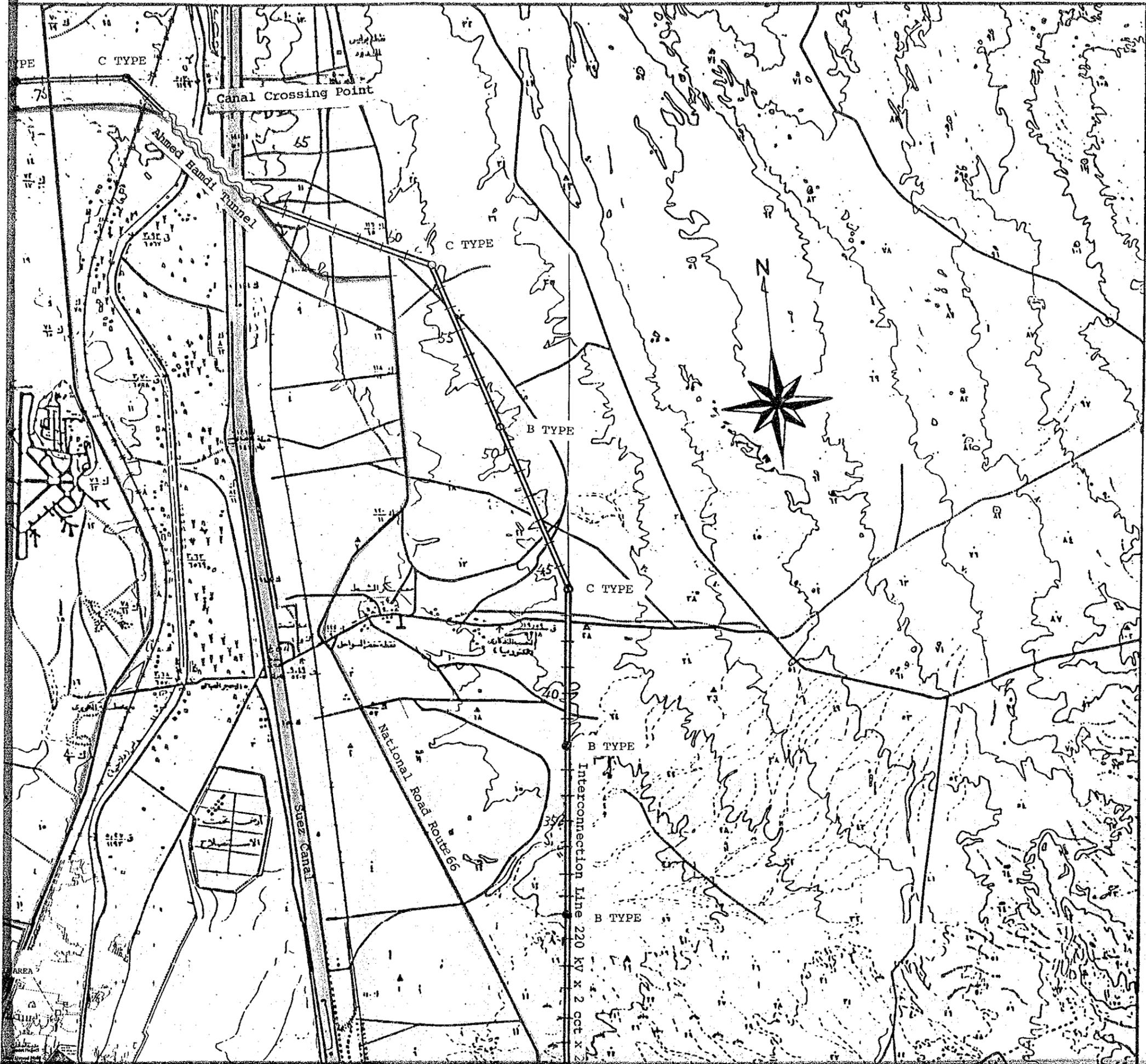
C TYPE

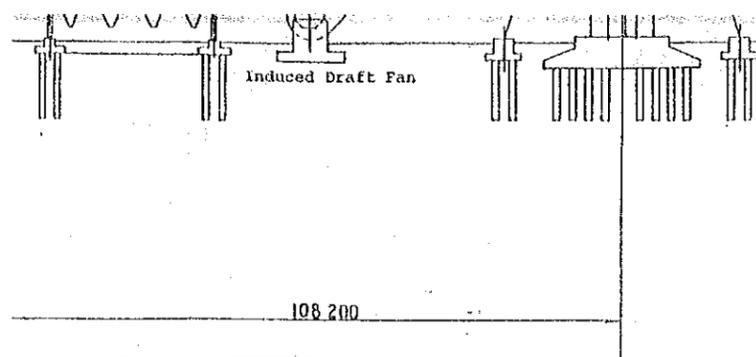
B TYPE

C T

B T

B

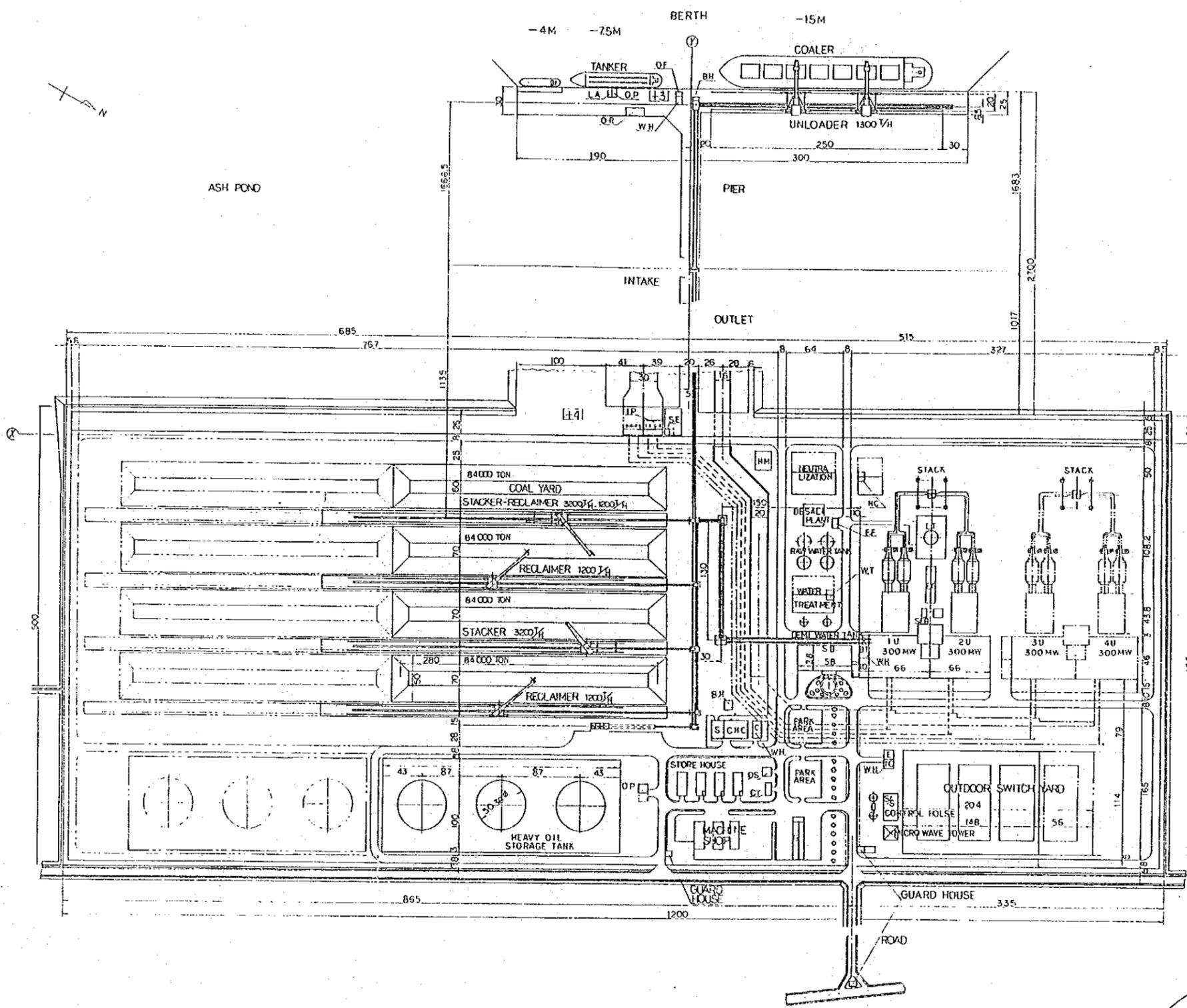




Drum Lifting	Receiving	Commissioning #2
Manufacturing	Lighting	
Manufacturing & delivering	Hydrd	Test & Road
Storage yard	misc. work	misc. work
	Erection	Erection
	Stringing	Stringing
	Completion	Completion
	Foundation	420 KV X 2200 HV/D

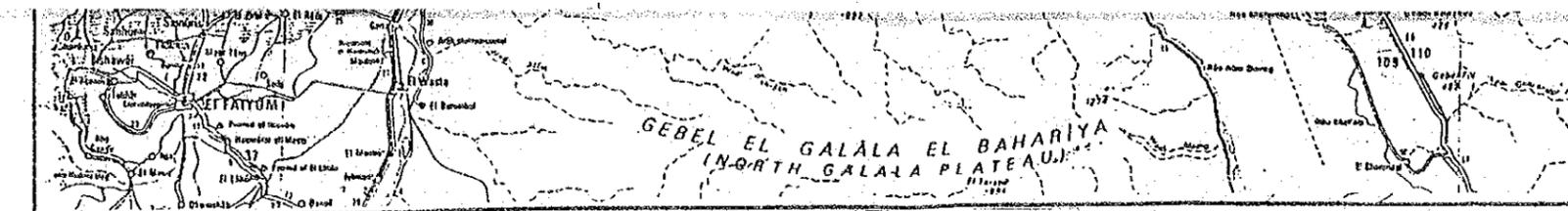
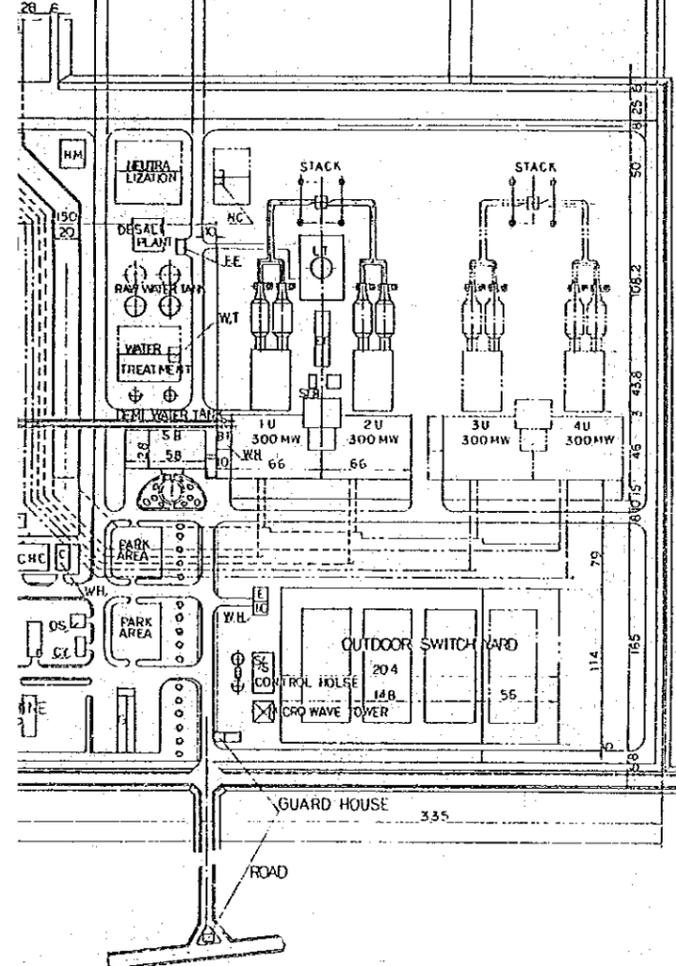
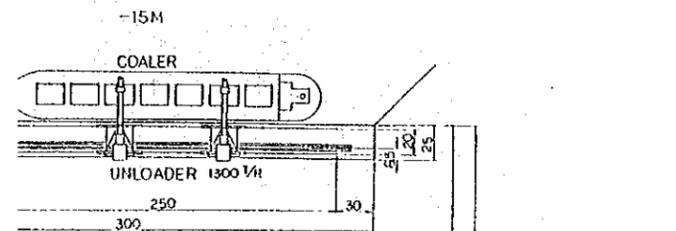
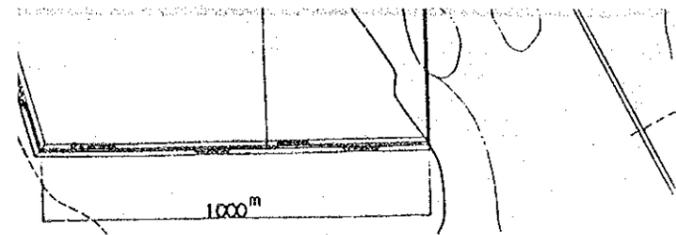
Installation of equipments & materials for 2nd unit, screen/switching yard facilities for 2nd
Installation facilities for 2nd unit aux. roads/station roads, land clean-up works incl. plantation
Installation of aux. equipments for control houses of aux. equipments for
Installation of equipments & materials
Completed works

220KV 2200 A Type

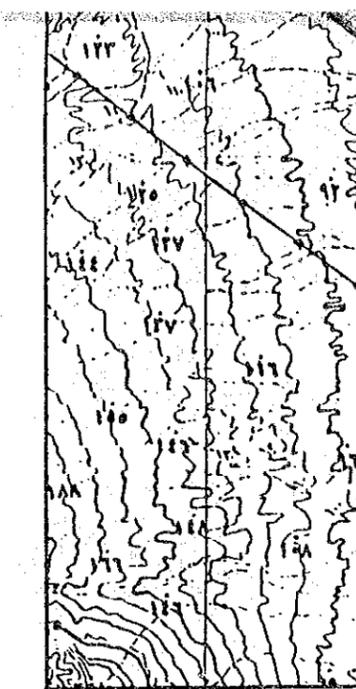


H.M.	H.I.
STB	SEI
OS	LUI
OR	OLK
LT	LOI
LA	LOI
IP	GA
G	BU
E.G.	CO
B.H.	HO
CHC	CHC
CY	CY
FF	FF
OP	OP
NC	NC
S	SE
SE	NC
WH	WC
W.T	WA
	DO

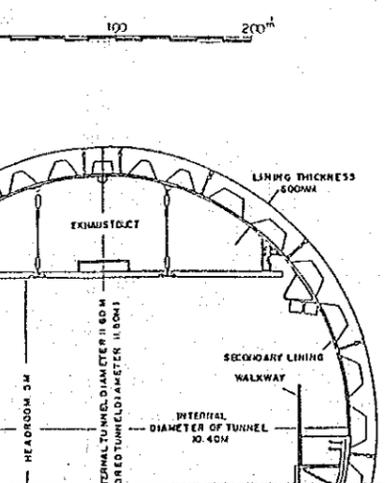
SYMBOL



S=1:1,000,000



H.M	MANUFACTURE EQUIPMENT
STB	STATION BOILER
SB	SERVICE BUILDING
OS	LUB.OIL STORAGE HOUSE
OR	OIL RECEIVING FACILITIES
LT	LIGHT OIL TANK
LA	LOADING ARM
IP	INTAKE PUMP HOUSE
G	GARAGE
E.G	EMERGENCY GAS TANK
BH	BULLDOZER HOUSE
CHC	COAL HANDLING CONTROL HOUSE
CY	CYLINDER HOUSE (N.C.O. P.)
EF	FIRE FIGHTING PUMP HOUSE
OF	OIL FENCE HOUSE
OP	OIL PUMP HOUSE
HC	NEUTRALIZATION CONTROL HOUSE
S	COAL DATA MAKING AND REDUCTION HOUSE
SE	SEA WATER ELECTROLYSIS HOUSE
WH	WORKERS HOUSE
WT	WATER TREATMENT HOUSE
CON	CONTROL HOUSE
EX	EXPLANATION



Project: 300 MW x 2 Units First Coal-Fired thermal Power Project

Fuel System: Dual Type

Main fuel: Coal
Stand by fuel: Heavy oil

Annual fuel consumption: (for 300 MW x 2)

Approx. Coal: 1,521,000 ton/ann.
(L.H.V. about 6,500 kcal)

Oil: 958,000 ton/ann.
(domestic production)

Available domestic coal: (Maghara Coal Mine in Sinai)

Approx. 300,000 ton/ann.

Required importation coal:

Approx. 1,221,000 ton/ann.

Exportable additional oil capacity by coal-firing:

Approx. 958,000 ton/ann.

Outline of the Power Plant Facilities with Transmission System (interconnection line)

(1) Harbour facilities for imported coal unloading

Berth facility for unloading of coal, oil and others:

L = 500 m (for 60,000 DWT coaler and 5,000 ton oil tanker)
Dolphin type

Approach channel and basin to the berth

Depth: - 15 m
Dredging Area: About 730,000 m²

Coal unloader: 1,300 ton/hr x 2
and conveyer Causeway system: Jetty type
Constructed by earth and rock filling using dredged materials
length = 2,700 m

(2) Fuel storage yard:

for coal Storage capacity 335,000 ton, 60 days
for 600 MW
50 m x 300 m x 16 m x 4 piles

(5) Outline of power plant:

Output: 320 MW x 2 uni

300 MW x 2 uni

Steam conditions: 169 atg.

Main steam temp.: 538°C

Reheater steam temp.: 538°C

Condenser vacuum: 710 mmHg

Boiler: Dual type boiler
Outdoor type,
either natural
N.C.R. 320 MW
(net output 30)

Stack: Collective steel made
Height: 85 m

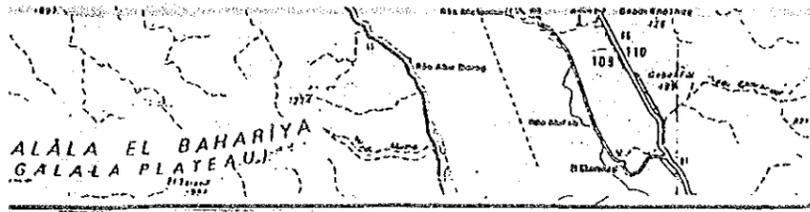
Turbine: Reheat, condenser type
Rated output a units (net output MW x 2 units)
Main steam pressure: 169 kg/cm²
Main steam temperature: 538°C
Rated speed: 3000 rpm

Generator: Horizontal-shaft
hydrogen cooling
Rating: 400 MW
Power Factor: 0.85
Rated voltage: 15.75 kV
No. of phase: 3
Frequency: 50 Hz

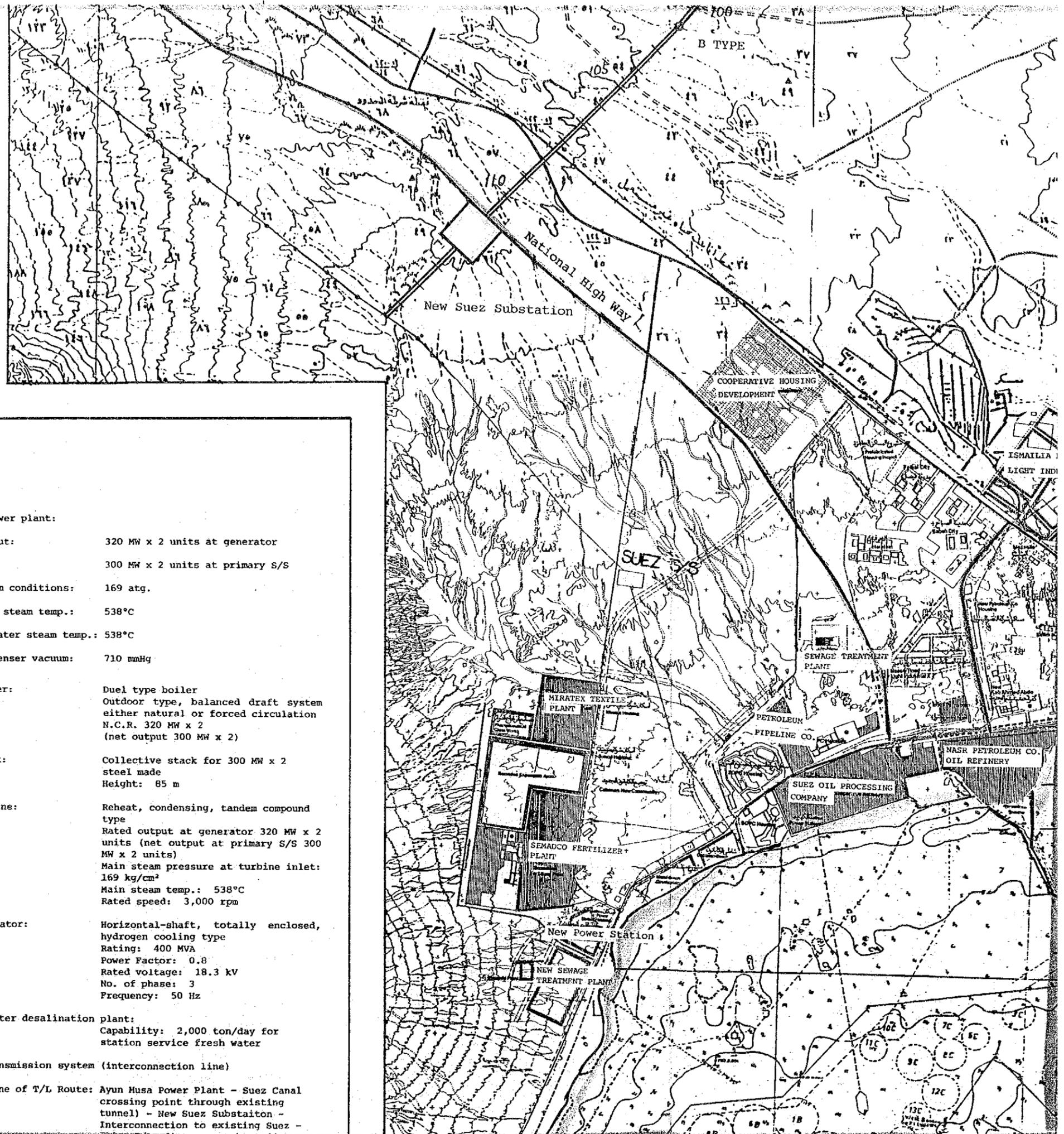
Seawater desalination plant:
Capability: 2 station service

(6) Outline of transmission system (interconnection line)

Outline of T/L Route: Ayun Musa Power crossing point tunnel) - New Interconnection



S = 1:1,000,000



MW x 2 Units First Coal-Fired Thermal Power Project

1 Type

Main fuel: Coal
Stand by fuel: Heavy oil

Annual fuel consumption: (for 300 MW x 2)

Approx. Coal: 1,521,000 ton/ann.
(L.H.V. about 6,500 kcal)

Oil: 958,000 ton/ann.
(domestic production)

Available domestic coal: (Maghara Coal Mine in Sinai)

Approx. 300,000 ton/ann.

Required importation coal:

Approx. 1,221,000 ton/ann.

Portable additional oil capacity by coal-firing:

Approx. 958,000 ton/ann.

Power Plant Facilities with Transmission System (line)

Facilities for imported coal unloading

Wharf facility for unloading of coal, oil and others:

Length = 500 m (for 60,000 DWT coaler and 5,000 ton oil tanker)
Dolphin type

Approach channel and basin to the berth

Depth: - 15 m
Dredging Area: About 730,000 m²

Coal unloader: 1,300 ton/hr x 2
conveyer Causeway system: Jetty type
Constructed by earth and rock filling using dredged materials
length = 2,700 m

Storage yard:

coal Storage capacity 335,000 ton, 60 days for 600 MW
50 m x 300 m x 16 m x 4 piles

(5) Outline of power plant:

Output: 320 MW x 2 units at generator
300 MW x 2 units at primary S/S

Steam conditions: 169 atg.
Main steam temp.: 538°C
Reheater steam temp.: 538°C
Condenser vacuum: 710 mmHg

Boiler: Dual type boiler
Outdoor type, balanced draft system either natural or forced circulation
N.C.R. 320 MW x 2 (net output 300 MW x 2)

Stack: Collective stack for 300 MW x 2
steel made
Height: 85 m

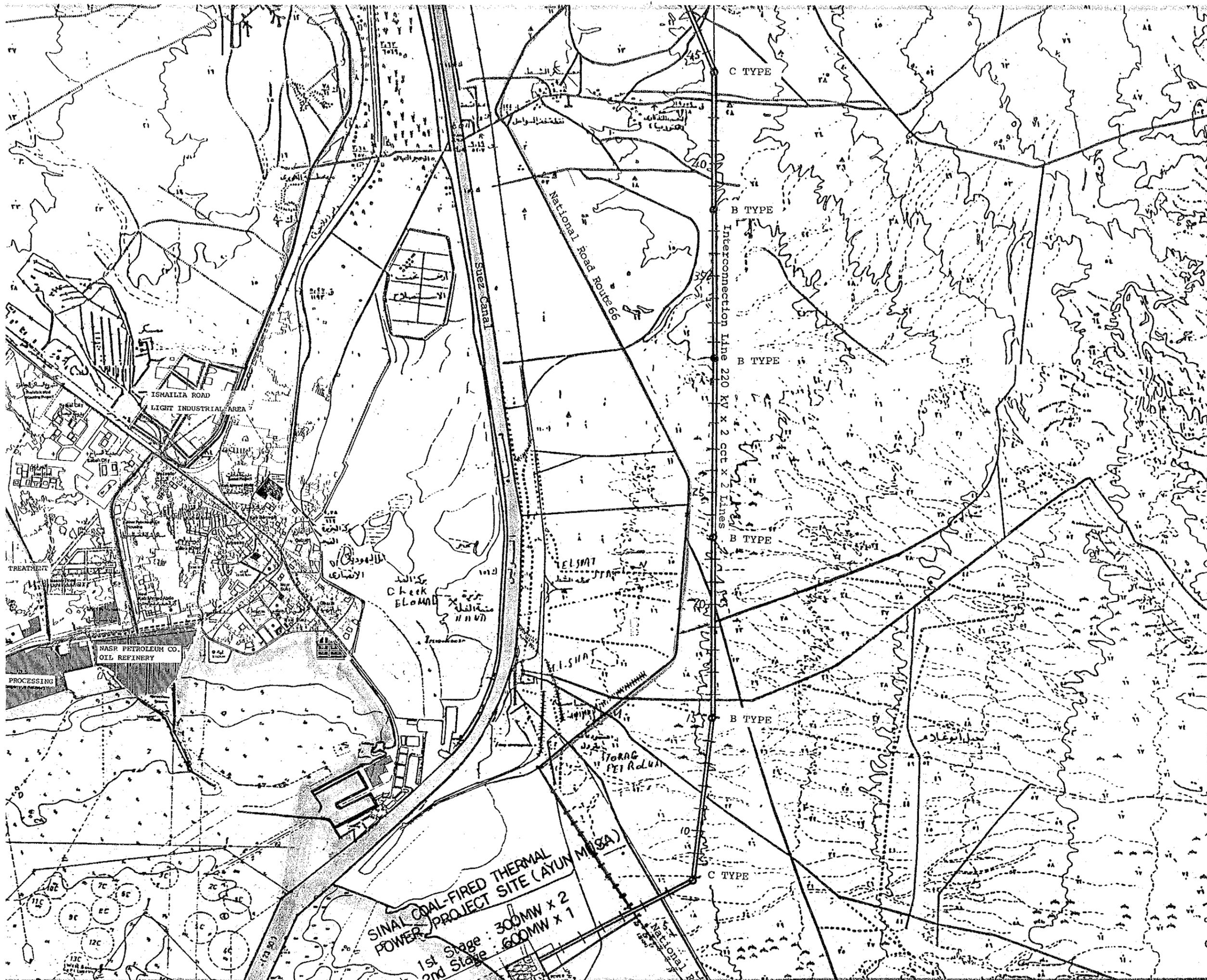
Turbine: Reheat, condensing, tandem compound type
Rated output at generator 320 MW x 2 units (net output at primary S/S 300 MW x 2 units)
Main steam pressure at turbine inlet: 169 kg/cm²
Main steam temp.: 538°C
Rated speed: 3,000 rpm

Generator: Horizontal-shaft, totally enclosed, hydrogen cooling type
Rating: 400 MVA
Power Factor: 0.8
Rated voltage: 18.3 kV
No. of phase: 3
Frequency: 50 Hz

Seawater desalination plant:
Capability: 2,000 ton/day for station service fresh water

(6) Outline of transmission system (interconnection line)

Outline of T/L Route: Ayun Musa Power Plant - Suez Canal crossing point through existing tunnel) - New Suez Substation - Interconnection to existing Suez -



C TYPE

B TYPE

B TYPE

B TYPE

B TYPE

C TYPE

Interconnection Line 220 KV x 2 cct x 2 LINES

ISMAILIA ROAD

LIGHT INDUSTRIAL AREA

National Road Route 66

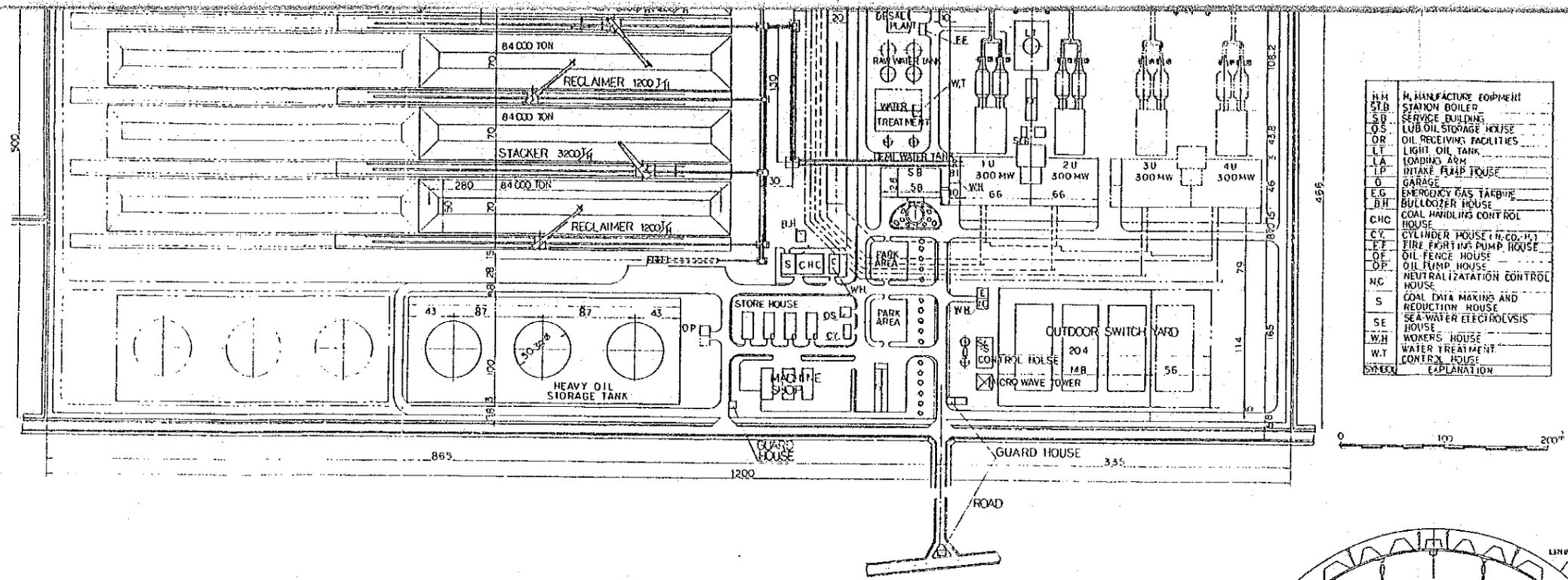
SUEZ CANAL

NASSR PETROLEUM CO. OIL REFINERY

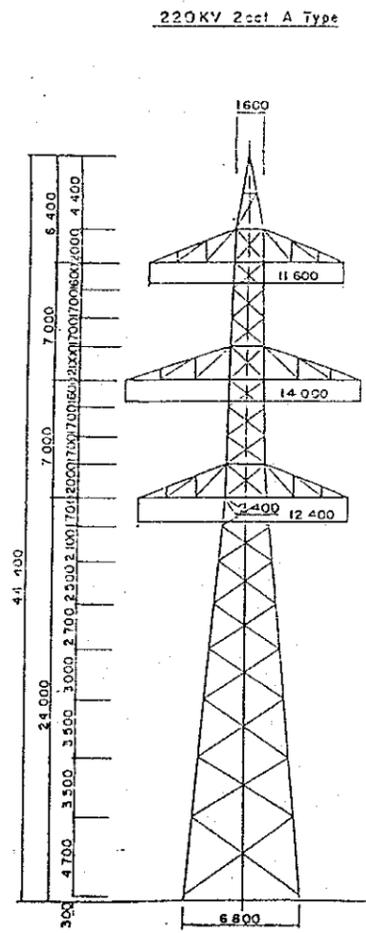
SINAL COAL-FIRED THERMAL POWER PROJECT SITE (AYUN MUSA)
1st Stage: 300MW x 2
2nd Stage: 600MW x 1

Check EL OMAR

STORAGE PETROLUM

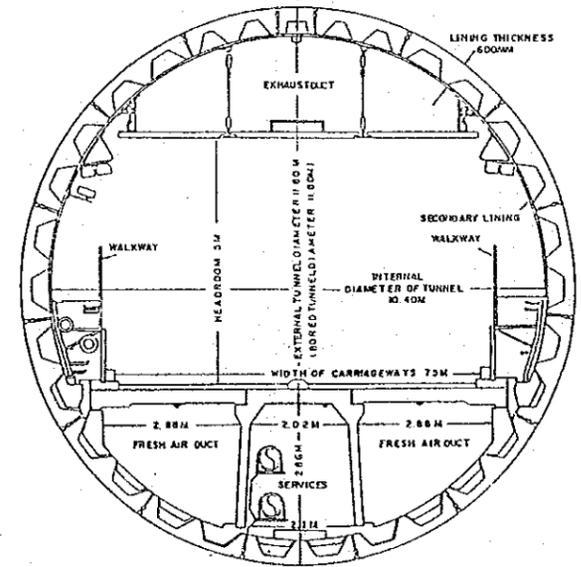
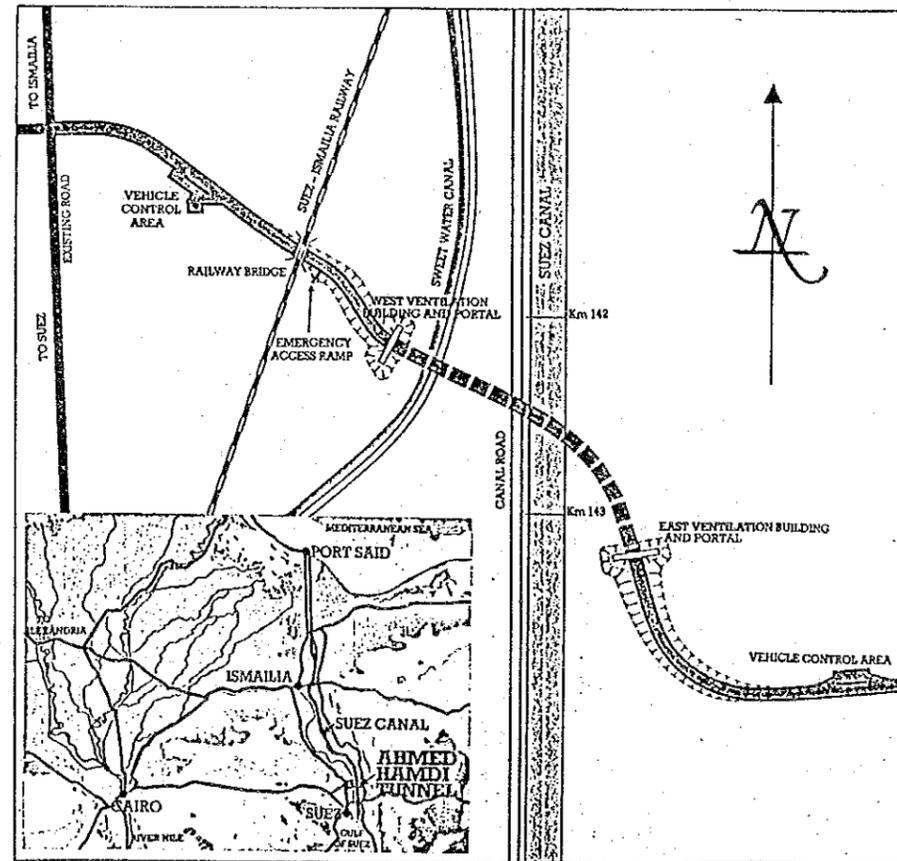


Outline
(interc
(1) Ha

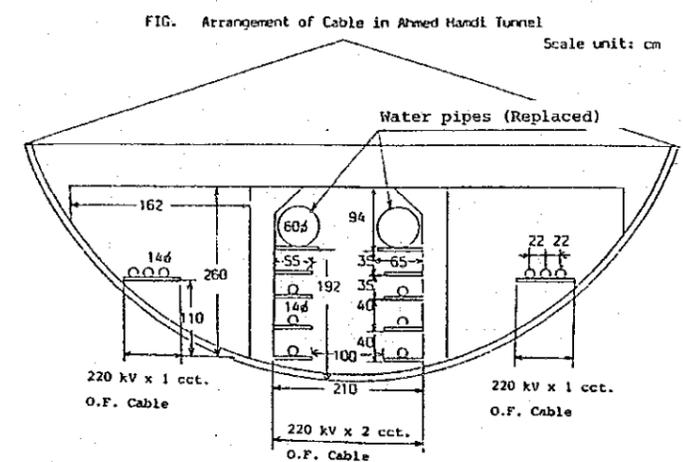


220 KV 2 cct A Type
Design condition

No. of circuits	2
Span	250 m
Horizontal angle	1°
Vertical angle	0.1°
Conductor	
Size	AAAC 520 mm ² x 2
Dia	25.1 mm
Weight	1674 kg/km/one cond.
Res. tension	5500 kg
Dr. Wire	
Size	130 mm ² Corcovado wire with optical fiber
Dia	17.1 mm
Weight	785.8 kg/km
Res. tension	3200 kg
Insulator	
Type	320 no 3weg 20 pc 1 string
Weight	880 kg/s
Wind pressure	100kg/m ²
Wind pres. to wire	90 kg/m ²
Wind pres. to tower	255 kg/m ²



(2) Fu
(3) Co



(4) As

x 2) 300 MW x 2 units at primary S/S

nn. 169 atq.

,500 kcal) Main steam temp.: 538°C

ction) Reheater steam temp.: 538°C

al Mine in Sinai) Condenser vacuum: 710 mmHg

Boiler: Ducl type boiler
Outdoor type, balanced draft system
either natural or forced circulation
N.C.R. 320 MW x 2
(net output 300 MW x 2)

coal-firing: Stack: Collective stack for 300 MW x 2
steel made
Height: 85 m

ision System Turbine: Reheat, condensing, tandem compound
type
Rated output at generator 320 MW x 2
units (net output at primary S/S 300
MW x 2 units)
Main steam pressure at turbine inlet:
169 kg/cm²
Main steam temp.: 538°C
Rated speed: 3,000 rpm

oil and others: Generator: Horizontal-shaft, totally enclosed,
hydrogen cooling type
Rating: 400 MVA
Power Factor: 0.8
Rated voltage: 18.3 kV
No. of phase: 3
Frequency: 50 Hz

and Seawater desalination plant:
Capability: 2,000 ton/day for
station service fresh water

h Jetty type
earth and rock filling
aterials

(6) Outline of transmission system (interconnection line)

Outline of T/L Route: Ayun Musa Power Plant - Suez Canal
crossing point through existing
tunnel) - New Suez Substation -
Interconnection to existing Suez -
Cairo T/L, distance: about 44 m

335,000 ton, 60 days

6 m x 4 piles

100,000 k/, 30 days

ht - 15.22 m,
k/ x 3

th about 1,000 m

1,200 MW

or 600 MW

x 2

e
scharge

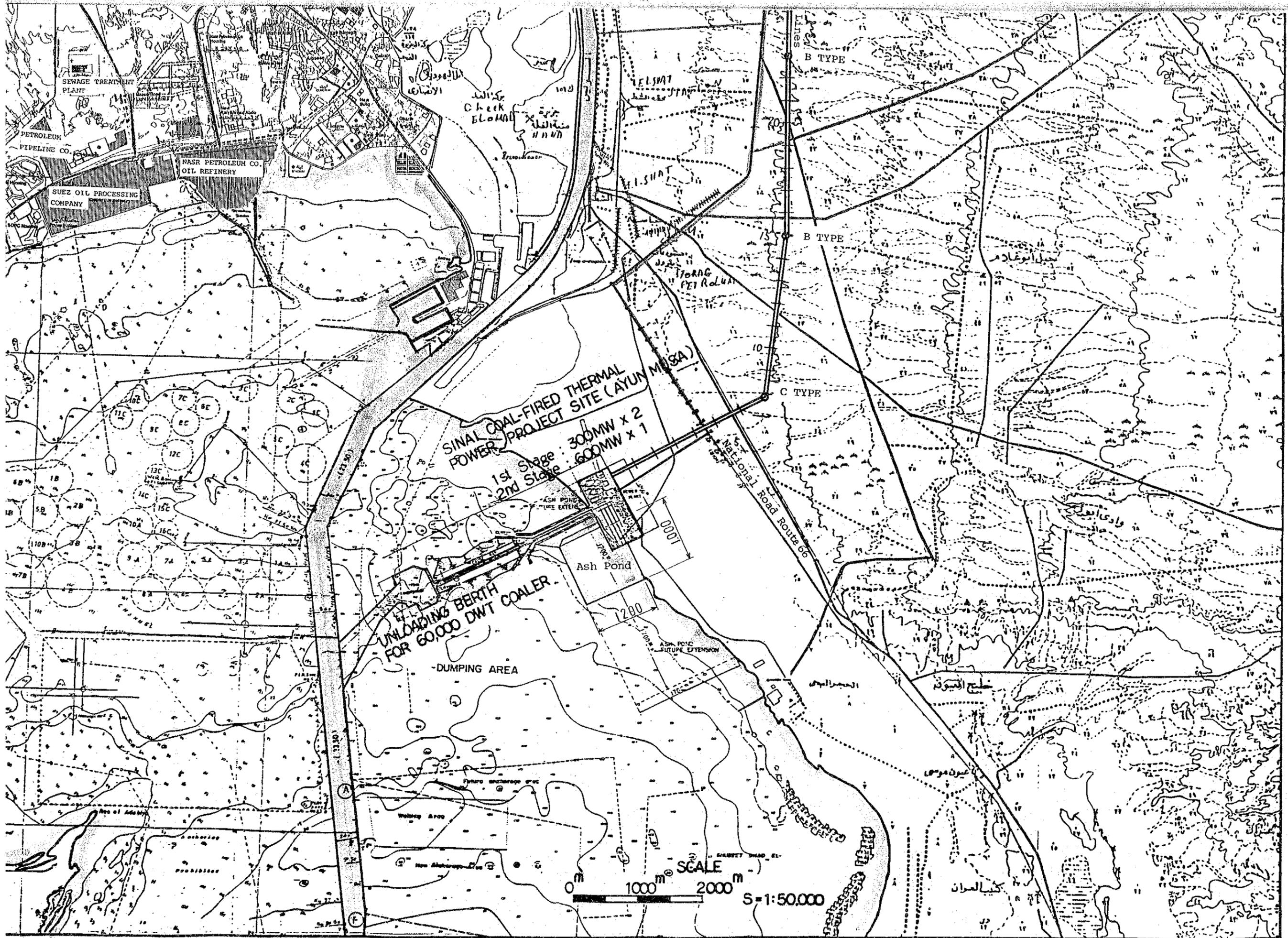
Protection System:
For main relay Transient comparison micro system
For sub relay Distance direction comparison power
line carrier

(7) Telecommunication system

Load dispatching center - New Suez Substation:
Micro wave system

New Suez Substation - Ayun Musa Power Station
Power line carrier system & Micro
Wave





SINAL COAL-FIRED THERMAL
POWER PROJECT SITE (AYUN MUSA)
1st Stage : 300MW x 2
2nd Stage : 600MW x 1

UNLOADING BERTH
FOR 60,000 DWT COALER
-DUMPING AREA

Ash Pond
1200
ASH POND
FUTURE EXTENSION

SCALE
0 1000 2000 m
S = 1:50,000

Lines
B TYPE
B TYPE
C TYPE

SEWAGE TREATMENT
PLANT
PETROLEUM
PIPELINE CO.
SUEZ OIL PROCESSING
COMPANY
NASR PETROLEUM CO.
OIL REFINERY

11C
10C
9C
8C
7C
6C
5C
4C
3C
2C
1C
12C
13C
14C
15C
16C
17C
18C
19C
20C
21C
22C
23C
24C
25C
26C
27C
28C
29C
30C
31C
32C
33C
34C
35C
36C
37C
38C
39C
40C
41C
42C
43C
44C
45C
46C
47C
48C
49C
50C
51C
52C
53C
54C
55C
56C
57C
58C
59C
60C
61C
62C
63C
64C
65C
66C
67C
68C
69C
70C
71C
72C
73C
74C
75C
76C
77C
78C
79C
80C
81C
82C
83C
84C
85C
86C
87C
88C
89C
90C
91C
92C
93C
94C
95C
96C
97C
98C
99C
100C

Check
EL OMAL

STORAGE
PETROLUM

National Road Route 66

البحر الأحمر

خليج السويس

كشال الموان

JICA