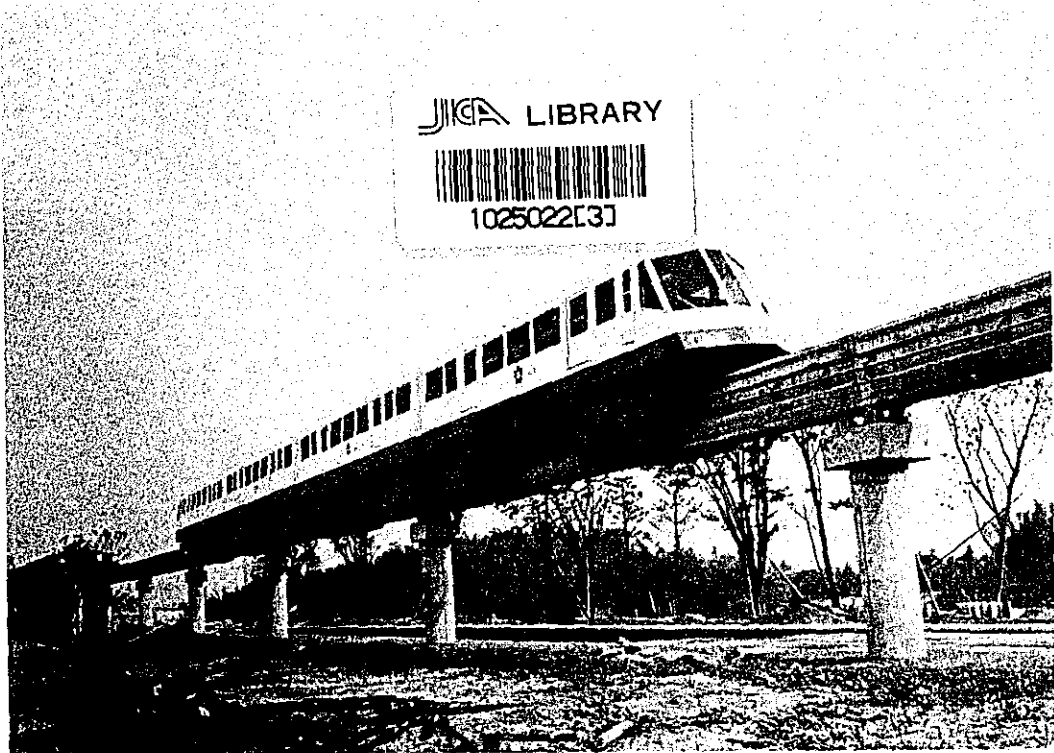


**REPORT ON THE PRELIMINARY SURVEY  
OF  
THE MONORAIL CONSTRUCTION  
IN  
RIO DE JANEIRO**

**SEPT. 1969**

**OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY  
JAPAN**

P. 175



MONORAIL

国際協力事業団	
入 箱 84. 3. 23	703
登録No. 01769	61.6
	EX

## P R E F A C E

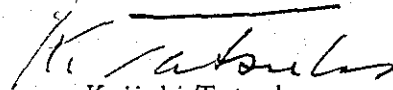
The Government of Japan, in response to a request from the Government of Brazil, entrusted to the Overseas Technical Cooperation Agency to conduct a feasibility survey for the construction of a rapid and safe transportation system in Rio de Janeiro, Guanabara State, Brazil.

Therefore, the Overseas Technical Cooperation Agency dispatched a survey mission, consisting of five experts headed by Mr. T. Tanaka of Appointed Director, Japan Railway Construction Public Corporation, to Brazil, during the period from August 14 to September 17, 1969.

The survey mission studied technical-economical viability for the installation of a system of rapid transit by monorail linking the International Airport of Galeao to future park of world exposition of 1972 at Barra de Tijuca would be made.

Nothing would be more gratifying to our Agency than if this report could be useful for development of the transportation system in Rio de Janeiro, Brazil and also for promoting closer relations as well as economic interchange between Brazil and Japan.

In conclusion, our Agency takes this opportunity to express its hearty thanks for the kind cooperation and assistance extended to our survey mission by the Government of Brazil, the Provincial Governments of Guanabara, and their agencies while the mission stayed there.



Keiichi Tatsuke  
Director General

Overseas Technical Cooperation Agency

## P R E F A C E

The preliminary survey on the monorail construction between the Galeão International Airport and Barra da Tijuca where the EXPO-72-Rio will be held, was carried out by the Japanese experts under the direction of the Japanese Government, according to the request of the Ministry of Industry and Commerce of the Government of Brazil.

The request was offered officially to the Japanese Government through the Japanese Embassy in Rio de Janeiro by Dr. José Eugênio de Macedo Soares, Commissioner of the EXPO-72 of the Ministry of Industry and Commerce of Brazil on June 26, 1969.

Answering the request, the Government of Japan decided to dispatch a survey team to Brazil, announcing this decision to the Ministry of Foreign Affairs of Brazil through the Japanese Embassy in Rio de Janeiro on August 1, 1969.

Under the above agreement, the Japanese Overseas Technical Cooperation Agency (OTCA), arranged the schedule and nominated the experts for this purpose, as follows:

Time of survey:	One month starting on August 16, 1969.
Experts of Team:	
Consulting Engineer:	Dr. Tomoharu Tanaka, Project Manager
Consulting Engineer:	Hideo Kimura, in charge of rolling stocks and safety and electric facilities.
Consulting Engineer:	Yoshio Kawachi, in charge of line location and station facilities.
Consulting Engineer:	Isawo Kawakita, in charge of monorail system.
Consulting Engineer:	Hiroshi Ishikawa, in charge of construction.

In compliance with the above mentioned agreement, it was instructed that the mission of the survey team should be to carry out the preliminary survey of the monorail construction between the Galeão International Airport and Barra da Tijuca, and that the extent of the survey should be confined to technical matters and others closely related

thereto. Consequently, it is understood that the main object of this survey is to study the eligibility of monorail construction, to estimate mainly the construction cost and construction term and to render to the next team the relevant suggestions for the main detailed works, which will be done for the purpose of planning, designing and execution.

It is acknowledged that this survey work was materially and mentally aided by the conveniences and materials rendered by the Government of Brazil, especially of Guanabara State, Guanabara State Secretariat of Public Services, Guanabara State Highway Department, Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, and other related organizations, so that these survey works were carried through effectively and smoothly, with the competent and able assistance of the aforementioned Government staffs.

It is appreciated that we have done our duty supported by the partnership and friendship of these gentlemen:

Gen.	Milton Mendes Gonçalves
Prof.	Ary da Matta
Eng.	Geraldo Heleno de Segadas Vianna
Eng.	Hugo Accorsi
Eng.	Percio Monteiro de Carvalho
Eng.	Luiz Aldo Moraya
Eng.	Antônio Manoel Garcia Goncalves Ratto
Eng.	Ferdinando Palumbo Targat
Eng.	Wayr Augusto Ribeiro Beraldo
Eng.	Alberto Lelio Moreira

and their staffs and assistants.

It is appreciated that sound guidance was rendered by the Japanese Embassy in Rio de Janeiro and our friends in Japan.

This report has been submitted to the Government of Brazil directly soon after the survey, because the deadline to decide the construction recognized so near. We have endeavour to get the most correct results within the time given.

This report is respectfully presented by:

Dr. Eng. Tomoharu Tanaka

Eng. Hideo Kimura

Eng. Yoshio Kawachi

Eng. Isawo Kawakita

Eng. Hiroshi Ishikawa

on this 11th day of September, 1969, Rio de Janeiro - Brazil.

REPORT ON THE SURVEY OF MONORAIL  
CONSTRUCTION-RIO DE JANEIRO

September 11, 1969.

CONTENTS

	Page
Preface	
General Description .....	1
1. Traffic Plan of the City of Rio de Janeiro and Transport for EXPO'72. ....	2
1.1 Planning of Transportation of Rio .....	2
1.2 Transportation for EXPO'72 and Monorail .....	6
2. Monorail .....	9
2.1 Significance of Monorail as an Urban Transport System .....	9
2.2 Construction Standard of Monorail .....	15
2.3 Location of the Route .....	16
2.4 Demand of Transportation .....	18
2.5 Planning of Operation .....	19
3. Specifications of Facilities and Rolling Stocks .....	20
3.1 Civil Engineering Works & Building .....	20
3.1.1 Foundation .....	21
3.1.2 Pylons .....	21
3.1.3 Track Beams .....	21
3.1.4 Shoes .....	21
3.1.5 Bridges .....	21
3.1.6 Switches .....	21
3.1.7 Stations .....	22
3.1.8 Car Sheds & Shops .....	24
3.2 Electric Facilities .....	24
3.2.1 Substation .....	24
3.2.2 Power Supplying Rails & Earthing Plates for Carbody .....	25
3.2.3 Signal & Safety Facilities .....	25
3.2.4 Communications Facilities .....	26



	Page
3.3 Rolling Stocks .....	27
4. Approximate Construction Cost and Construction Term .....	28
4.1 Conditions of Estimating the Construction Cost .....	28
4.2 Estimated Cost of Construction .....	29
4.3 Construction Term .....	30
5. Balance of Expense and Income .....	30
5.1 Expense .....	30
5.2 Income .....	31
5.3 Balance (Quantity of Transportation & Fare) .....	31
6. Working Schedule of Monorail Construction (From Preparation to Test Running) .....	32
7. Conclusion & Recommendation etc. ....	35
7.1 Conclusion .....	35
7.2 Recommendation .....	36
 Figures & Tables .....	 37

## GENERAL DESCRIPTION

1. The present study was made bearing in mind not only transportation for EXPO-72 but also considering the necessity for a traffic system based on the city planning of Rio de Janeiro.
2. The study has been made having, in principle, as its main objective the needs for transporting passengers to EXPO-72, considering the following points:
  - (1) That there is or is not sufficient time for concluding the work by April 1972, including the various preparations, measurements, surveys, designs, necessary for carrying it out, as well as the construction work and test run of rolling stocks.
  - (2) Establishment of the minimum expenses necessary for that purpose.
3. It was also calculated on a long-term basis, considering the growth of the needs and costs necessary for complementing the various installations and calculations were also made of construction cost, considering the subdivision of the total stretch and substretches.
4. The present report has been concluded taking into consideration the various data of researches, studies and projects carried out by the Federal Government and by the State Government, surveys made in loco, as far as possible taking into consideration the opinions of the above mentioned organs, and of the discernment of this Mission.

## 1. Traffic Plan of the City of Rio de Janeiro and Transport for EXPO-72.

### 1.1 Planning of transportation of Rio

There is no doubt that the city of Rio de Janeiro, the old capital of Brazil, even after the transfer of the capital to Brasília, will continue, owing to its geographic situation, to flourish as the actual centre of various sectors. On the other hand, the city of Rio de Janeiro, together with Sydney and Hong Kong, is one of the three most beautiful ports in the world and one of the best tourism areas of the world.

In Table 1.1 (1) the population of Brazil is shown by states, areas and population density.

Guanabara state shown in the table is in its whole area the city of Rio de Janeiro, that is to say, with a population of 4,132,000 persons, an area of 1,358 km<sup>2</sup> and population density of 3,047 persons/km<sup>2</sup>, it is the Brazilian state with the greatest population density. Its topography shows 64 km to East-West, 28 km North-South, covered approximately by the centre by a mountain of granitic nature which surrounds Barra da Tijuca from East to West, having in the extreme South Guanabara Bay, Southwards the Atlantic Ocean, and to the West and East, the state of Rio de Janeiro.

Figure 1.1 (2) is a map of the borders divided into zones, used for the study of the city traffic having the city of Rio de Janeiro as the centre.

The total area has been called the Macro-Area which comprises the state of Guanabara and its neighbouring areas, having an area of 522 km<sup>2</sup> and a population of 5,979,000 inhabitants.

The city of Rio de Janeiro has its main streets in the Eastern part (see Figure 1.1 (2) - Zone 01-05), where the various Ministries and companies are gathered; the number of persons flocking to that area, showed in 1968 an average of 550,000 persons (see Figures 1.1 (1), 1.1 (3) ).

Figure 1.1 (2), Zone 01-35 has been called the Micro-Area, where the main streets, high-class apartments, etc., are located, having an area of 77 km<sup>2</sup>, and a population of 2,833,000 inhabitants.

In Figure 1.1 (4) the movement of persons within the Micro-Area is 1,380,000 persons and the movement beyond the Micro-Area flowing to that area is around 800,000 persons.

Table 1.1 (1) Estimated Population

Population, area and demographic density, according to Great Regions, by Units of the Federation - 1968.

Great Regions and Unit of the Federation	Estimated Population on July 1st. (1000 inhabitants)	Total area (km <sup>2</sup> )	Demographic Density (inhabitants per km <sup>2</sup> )
<b>NORTH</b>	3.295	3.581.180	0.92
Rondonia	114	243.044	0.47
Acre	202	152.589	1.32
Amazonas	903	1.564.445	0.58
Region to be limited between the states of Amazon and Para	-	2.680	-
Roraima	41	230.104	0.18
Para	1.929	1.248.042	1.55
Amapá	106	140.276	0.75
<b>NORTHEAST</b>	26.154	1.548.672	16.89
Maranhao	3.461	328.663	10.53
Piauí	1.414	250.934	5.63
Region to be limited between the states of Piauí and Ceará	-	2.614	-
Ceará	3.838	148.016	25.93
Rio Grande do Norte	1.291	53.015	24.35
Paraíba	2.251	56.372	39.93
Pernambuco	4.731	98.281	48.14
Alagoas	1.400	27.731	50.48
Fernando de Noronha	2	(1) 26	76.92
Sergipe	851	21.994	38.69
Bahia	6.915	561.026	12.33
<b>SOUTHEAST</b>	38.971	924.935	42.13
Minas Gerais	11.777	587.172	20.06
Espirito Santo	1.932	(2) 45.597	42.37
Rio de Janeiro	4.506	42.912	105.00
Guanabara	4.132	1.356	3.047.20
Sao Paulo	16.624	247.898	67.06
<b>SOUTH</b>	16.484	577.723	28.53
Paraná	7.217	199.554	36.17
Santa Catarina	2.706	95.985	28.19
Rio Grande do Sul	6.561	282.184	23.25
<b>CENTER-WEST</b>	4.490	1.879.455	2.39
Mato Grosso	1.364	1.231.549	1.11
Goiás	2.746	642.092	4.28
Federal District	380	5.814	65.36
<b>BRAZIL</b>	89.394	8.511.965	10.50

Origin of date: Brazilian Geographical Institute and Brazilian Statistical Institute.

REMARKS:

Macro-Area: Indicated by the "Technical and Economic Feasibility Study" of Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, i.e., limit of Rio city traffic.

Micro-Area: Indicated by the "Technical and Economic Feasibility Study" of Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, i.e., limit of traffic of the centre of Rio city.

If we observe the movement of these persons divided by the transport means, we have the following:

1968 DAILY AVERAGES		
TRANSPORT MEANS	NUMBER OF TRAVELLERS	%
Railway	166,000 persons	12
Bus	843,000 "	60
Taxi	103,000 "	7
Private car	292,000 "	21
TOTAL	1,404,000 persons	100

that is to say, at present the bus is found to be the transport means of the great masses. The railway which should be the transport means of the great masses appears as transporting only 12% of the people. If we observe these people by origin according to Figure 1.1 (3) the influx of the people from the Northern Zone (Zones 40-53) (However, the population according to Figure 1.1 (7) is more converged towards the Northern Zone) is of 194,000 persons per day. This majority, it is believed, use the bus and the railway. In the second place is the influx from the Southern Zone wherein middle and upper class people live in great numbers (Zones 08-19) which shows 156,000 persons per day. The transportation of these people is effected by bus, taxi and private cars.

The present situation of transport in the city of Rio de Janeiro has as its basis the car, and the transportation of passengers to the centre of the city apparently has its situation practically near its limit.

It is expected that the city of Rio de Janeiro, following the economic progress of the whole of Brazil will progress even more, and in accordance with the Rio de Janeiro Subway Study, the number of employed persons owning their own car, etc., is in accordance with the following forecast:

YEAR	POPULATION OF RIO	EMPLOYEES	NUMBER OF PRIVATE CARS
1968	4,104,000	1,496,000	189,360
1975	4,957,000	1,921,000	333,347
1990	7,392,000	3,258,000	985,632

Regarding this fact, Guanabara State, with the intention of moving the state government offices to the Barra da Tijuca area, decided to hold the World Fair in 1972, and having that time as its goal it prepared the following project:

(1) Planning of the city in the Barra da Tijuca area.

Figure 1.1 (8) is Dr. Lucio Costa's project submitted to the Guanabara State Government at the latter's request to submit the plan. The draft of this plan is to build, - having as background the grandeur of the mountains and the beauty of the Marapendi, Camorim, and Tijuca lakes, the beauty of the forests, the lengthy beaches, without destroying the natural landscape of Barra da Tijuca, - a city and the site of EXPO-72.

In this plan Dr. Lucio Costa is considering a monorail line and a subway line having their starting point near the Centro Metropolitano. As for the route for those two lines, for the subway a line was considered to the centre of the city, passing through Méier, and for the monorail, a line ending at Galeão, passing through Madureira.

(2) Highway plan of Guanabara State.

Figure 1.2 (3) is the highway plan of the State Government.

What can be observed principally in this plan is the reinforcement by freeways in the central zone of the city, the intensification of the Northern Zone Trunk, the building of a new road connecting up with Barra da Tijuca, the building of a system of streets, etc.

(3) The subway and railway plan.

Figure 1.1 (9) shows the diagram of the present railway system and the subway system, the subway line being that which will be finished by 1990; of those lines it is expected that the Gloria-Central do Brasil stretch of 3 km will be in operation by 1972, when EXPO-72 opens. On the other hand, the Jacarepaguá-Penha line indicated on the map in dotted lines, is the route planned for the future, however, the time for starting construction has not yet been indicated.

## 1.2 Transportation for EXPO-72 and monorail

Of the distribution of population in the Macro-Area which consists of the whole Guanabara State and a part of Rio de Janeiro State, the Micro-Area had a population of about 1,800,000 people in 1968 and in other areas 4,200,000 people; the population is showing a tendency to increase year by year as indicated in the tables Figures 1.2 (1), 1.2 (2).

Especially in the area outside the Micro-Area the increase of population is remarkable, increasing by 30% by 1975. The counter measure for the transportation of this population would be by vehicles and railways, that is, the road planning for Barra da Tijuca, where EXPO-72 is to be held, as indicated in Figure 1.2 (3), has already been made with a route linking the central roads of the Micro-Area to the Southern coastal district, and others starting from the Direction of Méier, a part of which is already under construction. Concerning the railways, there are four lines which are extending from East to West and to North-West, but they are not linked directly with the premises of EXPO-72. The number of automobiles at present in the Macro-Area is about 250,000 of all vehicles. The number of private cars which occupy the greater part of the total number has a tendency to increase year by year, as indicated in Figures 1.2 (6), 1.2 (7). On the other hand, the transportation volume also has a tendency to increase as indicated in Figures 1.2 (4), 1.2 (5). The railways are carrying about 300,000 people per day one way in the commuting area, as shown in Figure 1.2 (8). According to the authorities concerned, the number of visitors to EXPO-72 is estimated at 10,000,000 persons (for the period of six months) and the distribution is estimated as follows:

	Total visitors for whole period	Average per day
Inhabitants of Rio de Janeiro	6,000,000	33,000
Inhabitants out of Rio de Janeiro	3,000,000	16,500
Foreign visitors	1,000,000	5,500
Total number for whole period	10,000,000	55,000

The above estimated visitors are not so big in number compared with the visitors in the recent world expositions on a large scale, as indicated in the following table, but it is regarded as reasonable if the scale of EXPO-72 is considered.

Main Fairs	Brussels	Seattle	N.York	Montreal	Japan
Year of Fair	1958	1962	1964-5	1967	1970
Visitors	4,145	964	5,161	5,036	3000/4500
Area of Fair	202	30	319	366	330
Costs	50,610	997	13,873	16,700	33,300

Remarks: Visitors/10,000; Area/10,000m<sup>2</sup>; Costs/10,000 US Dollars

Of those visitors the inhabitants residing outside Rio de Janeiro City and foreigners, totalling 4,000,000 persons, are expected to take the highway route in Southern coastal districts if the location of lodging facilities is taken into consideration. About 2,000,000 visitors out of 6,000,000 residing in Rio de Janeiro City, are expected in the majority to use automobiles judging from the distribution of the population. This fact will cause a considerable road congestion; especially the speed of the omnibus which will share the greater part of the transportation will be reduced to 8 km/h at some places, as indicated in the table Figure 1.2 (9).



The time required in 1975 and 1990 from Largo da Carioca to the EXPO-72 premises, utilizing the shortest way, is shown in Figures 1.2 (10) and 1.2 (11). The other problem will be the counter measure for the transportation of about 4,000,000 persons from the area outside the Micro-Area. Especially the mass and speed transportation from the Northern District into the Micro-Area is foreseen as a big difficult problem, due to the road conditions. They will mainly take the long way through the Micro-Area, which will be not only an uneconomical waste of time, but also the cause of road congestion. Under those circumstances, in order to solve these unfavourable conditions, it is indispensable to strengthen the railways and make full use of them, and to build up the plan by which the rapid mass transportation in the shortest distance may be realized, establishing the short-cut line connecting railway lines. And the plan has to be realized urgently if the opening time of EXPO-72 is considered. Judging from the above situation, we consider it not only necessary but a suitable means of transportation the construction of a monorail system on the line connecting the premises of EXPO-72/Jacarepaguá-Madureira-Irajá or Vicente de Carvalho-Penha-Galeao Airport.

The following may be taken up as reasons:

- (1) It will permit the direct transportation of the inhabitants along the monorail line and inhabitants of all routes connected to this line.
- (2) It is only high speed mass transportation means which can be technically established fully in time for the opening of EXPO-72.
- (3) The construction cost is low compared with other systems.
- (4) It is advantageous from the point of view of counter-measures against public nuisances, since its noise is slight and it is free from contamination of exhaust gas, etc.
- (5) The monorail vehicles are suitable for ventilation against hot and high humid climate conditions and air-conditioning may be effected easily.
- (6) The monorail system does not disturb the road traffic.

For reference the transportation volume by the monorail system is shown as hereunder:

Train Space (minutes)	Number of Trains per hour	Volume of transportation per hour (persons)			
		1 train with 2 units (500 persons)	1 train with 4 units (1000 persons)	1 train with 6 units (1500 persons)	1 train with 8 units (2000 persons)
3.0	20.00	10.000	20.000	30.000	40.000
3.5	17.14	8.570	17.140	25.710	34.280
4.0	15.00	7.500	15.000	22.500	30.000
4.5	13.33	6.665	13.330	19.990	26.666
5.0	12.00	6.000	12.000	18.000	24.000
5.5	10.91	5.455	10.910	16.365	21.820
6.0	10.00	5.000	10.000	15.000	20.000
6.5	9.23	4.575	9.150	13.725	18.300
7.0	8.57	4.285	8.570	12.855	17.140
7.5	8.00	4.000	8.000	12.000	16.000
8.0	7.50	3.750	7.500	11.250	15.000

## 2. Monorail

### 2.1 Significance of monorail as an urban transport system

The large cities nowadays in the world present the phenomene of traffic congestion due to the increasing number of vehicles, and it is the conclusion of many scholars specialized in the urban transportation that the problem shall be solved by the rapid mass transportation system. As the rapid mass transportation system, elevated railway, underground railway, and monorail system can be though of. The elevated railways are to be abolished in large cities such as Chicago and New York, etc. because of their noises, tendency to devide the city and form slums under the elevated structure. New construction of elevated railway is not suitable because of the difficulties of procurement of real estate and indemnities, resulting the enormous construction costs.

The underground railway in means for urban transport which is used in large cities in the world since it has merits that the procurement of the real estate required and compensation costs to owners for buildings and houses are not so necessary because of utilizing the apace under the streets. However, it can not be adopted in all cases due to its extremely high construction costs.

Here, the monorail system has come into play as the third means of transportation. The main idea of monorail system lies in using the streets, most valuable assets in the cities, vertically, i.e., making an effective use of the vacant air space above the streets for a mode of rapid conveyance of the masses. Marshalling the most up-to-date engineering techniques, cars are so made as to combine the same transporting capacity as that of the existing rapid railways with the lightest possible weight.

Owing to the use of high efficient rubber tyres on wheels, the system has succeeded in attaining noiseless running, one of the indispensable requisites to a rapid urban transport system in the cities. Tracks are made of very slender monobeams so that they may block visibility and sunlight as little as possible, slender one-legged pylons are erected on the central dividing strip of the road, causing no obstruction to traffic on the road way, and the construction works little obstruct traffic on the roadway. While the construction cost is a prime determinant of the fare, which is the most important consideration in regard to a mode of conveyance, the monorail system costs substantially much less in construction than the underground railway, moreover, the monorail system requires an extremely shorter period for construction and investments in the system can begin to reap benefits in a short space of time. As mentioned above, the underground railway and the monorail system have each excellent characteristics.

Supposing the average fare for one trip is supposed and the transportation share of each system is studied. The share of each system is as follows:  
(see Table 2.1 (1) )

(Per hour, one way)

Onibus, etc. ....	12,000 persons
Monorail ..... 12,000 -	45,000 persons
Underground railway .....	45,000 persons

(Notes: Passenger number per hour one way was estimated 12% of the passenger number per day, since the number of passengers per hour one way on the railway system in 1968 fiscal year is indicated as 12% of passenger number per day in the report of Metropolitan do Rio de Janeiro).

The economical share for which the monorail system is suitable of the transportation of 12,000 - 45,000 passengers per hour one way and, if the passenger number exceeds 45,000, the underground railway will come to be suitable.

As described above, the monorail system can compare with the underground railway in adoptability for rapid urban mass transportation. Since, 1950, monorail system research and development has been expedited in many countries. And actually the cities all over the world which are suffering from the traffic difficulties have deep interests in the realization of the monorail as the third transportation system.

The Haneda Monorail Line spanning a distance of 13.1 kilometers between Tokyo International Air Port and the center of the Tokyo was completed in the autumn of 1964 in time for the Tokyo Olympic Games. Employing a straddle type system, it is the first monorail system in the world to be constructed for use as full - scale means of conveyance. It has carried about 25 million people during its five years of operation and the number of passengers per month on this line is increasing rapidly as indicated in the table 2.1 (1). Thus, it has made the first step in the age of monorail system.

The present situations of monorail system in the world are as indicated in the table 2.1 (2).

In Japan, many types of monorail have been developed and tested up to now, however, only the following four types can be practically used and expected to be further developed. Namely, NJL type of Nippon Lockheed Monorail Co., Ltd., Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd., and Hitachi-Alweg type of Hitachi, Ltd., as the straddle type, and Safege type of Nihon Air Way Development Co., Ltd., as the suspension type.

As for the straddle type, a new type monorail system for urban transportations called "Japanese Straddle Type Monorail System" for Urban Transportation has been developed through the joint technical efforts of Hitachi Ltd., Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd., and Nippon Lockheed Monorail Co., Ltd., and this system has just completed in the premises of EXPO-70 (Japan World Exposition Osaka 1970) with great success, and now under test running. The fundamental technological improvements have been made in many areas, including cars, resulting in the successful development of a new and improved system most suited of urban transportation of the masses.

As for the suspension type, the monorail in Wuppertal, Germany, using steel wheel 18 now practically used. The "Safege" type of Nihon Air Way Development Co., Ltd., is now under construction at Ohfuna, Japan and it is the newest one for the urban transportations.

As the most suitable one among the types above mentioned, which shall be used for Rio de Janeiro city, "Japanese Straddle Type Monorail system for Urban Transportation" which has been developed and improved by the technical joint works of three companies, based on the actual resulting of the existing straddle type is recommended and is decided to be taken up for the planning of this project.

Table 2.1 (1) Number of Passengers at Tokyo Monorail Haneda Line

<u>Year</u>	<u>1964-1965</u>	<u>1965-1966</u>	<u>1966-1967</u>	<u>1967-1968</u>	<u>1968-1969</u>	<u>1969-1970</u>
April	-	336,042	200,026	521,523	665,595	888,245
May	-	323,121	237,487	538,554	695,388	953,835
June	-	202,776	287,132	510,499	641,893	
July	-	221,588	205,027	507,664	661,592	
August	-	339,985	305,974	649,301	802,310	
September	221,732	194,956	204,740	462,461	629,383	
October	536,695	246,714	280,791	577,097	675,588	
November	497,510	203,220	341,267	515,882	653,448	
December	211,262	125,445	256,730	447,033	605,996	
January	369,396	200,821	357,208	552,011	663,135	
February	224,013	127,672	259,310	471,085	589,633	
March	414,232	221,139	476,427	684,741	875,033	
<b>TOTAL</b>	<u>2,474,831</u>	<u>2,743,479</u>	<u>3,312,121</u>	<u>6,437,851</u>	<u>8,158,994</u>	<u>1,842,080</u>
	<span style="border-top: 1px solid black; display: inline-block; width: 80%; margin: 0 auto;"></span> 24,969,351 ≈ 25,000,000					

Table 2.1.2 Monorail System of the World

Year of Completion	Country	Location	System	Purpose	Length (km)	Track
1956	West Germany	Fuhlingen	Straddle type ALWEG	For testing	1.8	Single track
1957	Japan	Ueno, Tokyo	Suspension type	For amusement park	0.33	Single track
1959	United State	Disneyland	Straddle type ALWEG	For amusement park	1.34	Single track
1960	France	Suburb of Orleans	Suspension type SAFEGE	For testing	1.4	Single track
1961	Italy	Turin	Straddle type ALWEG	For passenger transportation	1.16	Single track
1961	United State	Disneyland	Straddle type ALWEG	For passenger transportation	2.6	Single track extension
1961	Japan	Nara	Straddle type Toshiba	For amusement park	0.9	Single track
1962	Japan	Inuyama	Straddle type ALWEG	For passenger transportation	1.39	Single track
1962	United States	Seattle	Straddle type ALWEG	For passenger transportation	1.86	Double track
1962	Japan	Gifu	Straddle type Nippon Lockheed	For testing	0.86	Single track
1963	Japan	Yomiuriland	Straddle type ALWEG	For passenger transportation	1.97	Single track
1964	Japan	Yomiuriland	Straddle type ALWEG	For passenger transportation	1.13	Single track extension
1964	Japan	Higashiyama Park	Suspension type SAFEGE	For passenger transportation	0.47	Single track

1966	Japan	Mukogaoka	Straddle type Nippon Lock- heed	For passen- ger trans- portation	1.1	Single track
1966	Japan	Himeji	Straddle type Nippon Lock- heed	For passen- ger trans- portation	1.63	Single track
1966	Japan	Yokohama Dreamland	Straddle type Toshiba	For passen- ger trans- portation	5.4	Single track
1964	Japan	Haneda	Straddle type ALWEG	For passen- ger trans- portation	13.1	Double track
1968 under Construction	Japan	Osaka	Straddle type ALWEG	For Expo- 70 in Osaka	4.3	Single track
1968 under Construction	Japan	Ohfuna	Suspension type SAFEGE	For passen- ger trans- portation	7.0	Single track

## 2.2 Construction standard of Monorail

### 2.2.1 Construction gauge and rolling stock gauge

The construction gauge and rolling stock gauge of the straddle type monorail are shown in Fig. 2.2 (1).

It shows the gauge of the general double track section.

The gauge of the station platforms is set up separately.

### 2.2.2 Center distance of tracks.

The center distance of tracks in the double track (B)

$$B \leq 3.700$$

However the tracks in the car shed and ones other than on the main line can be reduced to 3.5m

### 2.2.3 Gradient and vertical curve.

Maximum Grade: 100-0/00

Minimum radius of vertical curve: 500m

### 2.2.4 Curve and transition curve.

Minimum radius of curve: 60m

A transition curve is inserted between a straight line and a circular line and between two circular lines which have different radius.

The length of a transition curve is decided according to the following formula:

$$L \geq \frac{V^3}{14 \cdot R}$$

L: Length of transition curve (m)

R: Radius of curve (m)

V: Speed (km/H)

Above formula is calculated, accepting the variation rate of centrifugal acceleration to be 0.3m/Sec.<sup>2</sup>.



### 2.2.5 Cant

At a curve cant is calculated according to the following formula, except in the case of a switch.

$$q = \tan. Q = \frac{V^2}{127.R} - 0.05 \leq 0.15$$

where:

- q: Cant (tan Q)
- Q: Inclining angle (°)
- R: Radius of curve (m)
- V: Maximum speed (km/h)

### 2.2.6 Live load

The structure of the track shall be so designed as to bear the axle load of the train as indicated in Fig. 2.2 (2).

## 2.3 Location of the Route

In Fig. 2.3 (1) it is indicated the route of the monorail, having the monorail station at the Centro Metropolitano of the State of Guanabara as its starting Station and as Terminal Station the Galeao International Airport, according to Barra da Tijuca City Planning by Dr. Lucio Costa.

As passing points, the center of the main districts and the connecting points with the railways were selected .

From the results of our studies for the period of approximately one month, by the Standard structure of the monorail, for the conditions of the districts, for the enlargement plan of the roads etc., we defined the course passing through the following points and roads.

Passing Points	Distance	Name of Passing Road	Width of Road (m)	(Planned) (m)
Centro Metropolitano	0 km	New road under planning		(80)
Jacarepaguá	5.5	Bandeirantes Cândido Benício	10 10	(30) (30)
Madureira	11.7	Ministro Marechal Edgard Rangel Romero <sup>13</sup>		(30)
Trajá	15.6	Monsenhor Félix Braz de Pina	10 10	(22) (30)
Penha	20.5			
Galvão	25.0			

The width of the majority of roadbeds of the existing roads where the monorail is to be installed, have 10 meters or so and as there will be no influence of great consequences by the construction of pylons in the center of the roadbed, we have planned in such a way as to build a 2 meters center lane separation, on which the pylon of the monorail will be built.

Because, after the studies it has been made clear that the roads have a plan to be widened (22 - 30m), therefore, it should be widened according with the necessities.

Also along with the execution of the monorail, it is desirable that the road widening be executed.

The Fig. 2.3 (2) indicates the profile of the route. In the extension of 25km, the level difference is of about 37m, and it can be said that it is plane in general.

The maximum slope is 16%.

In the profile plan the head clearance of the road is 4.5m, however, it has been calculated to 5m with the allowance.

The connecting station with the railway will be built under a system with a concourse in the mezzo-floor, and the maximum slope at the stretch of the station is 4%.

## 2.4 Demand of transportation

With reference to the amount of transport for EXPO-72, as already stated and by the situation of the population distribution of the Northern Zone, as well as by the connection conditions of the Monorail and the railway, of the 4,000,000 persons expected to be transported from the area beyond the Micro-Area, around 2,800,000 persons would be in the scope of the monorail's utilization, which means the quantity of 15,500 persons per day. Considering that 60% of the above figure are concentrated in 2 hours during the morning, we have 4,650 persons per hour, and providing for an excess we would have 5,000 persons/hour. Then, in accordance with the flow of passengers in 1968, according to Table 2.4 (2), on the Jacarepagua - Madureira - Irajá - Penha, which is the area of the Monorail's route, the maximum transport was that of the Madureira - Irajá stretch, with 55,394 persons per day.

In the event that the maximum amount of transport in the area of the monorail's route should grow annually in the same proportion as the above Table, by the time of the opening of EXPO-72, it would be 70,000 persons/day, of which, assuming that 50% change over to the monorail, we would have 35,000 persons.

In the same manner, in 1975 and 1999, as shown respectively in Tables 2.4 (3), 2.4 (4), there will be 77,800 persons/day, 121,700 persons/day, and considering 50% of these figures, we have 38,900 persons/day, 60,800 persons/day.

On the other hand, the total quantity of transport in the same manner will be 69,700 persons/day at EXPO-72, 79,500 persons/day in 1975 and 120,000 persons/day in 1990.

However, we may consider that the maximum quantity of transportation for EXPO-72 would be 5,000 persons/hour, at the time of the opening of EXPO-72, because the normal passengers in the rush hours would be in an opposite direction and there would also be a difference of time between commuter and visitor of EXPO-72.

Compiling the annual transportation quantities mentioned above, we have the following table:

	EXPO-72	1975	1990
Maximum quantity transport by stretch-persons per day	35,000	38,900	60,800
Quantity transported in - rush hour	3,500	3,890	6,080
Total quantity of transportation	69,700	79,500	120,000

REMARKS: Rush hour transport was considered 10% of the maximum transport of stretch.

Moreover, it may be assumed that, depending upon the progress of the city planning and the development of the areas alongside the monorail line, the above transportation quantity may increase.

On the other hand, the above transportation quantity, as shown in table 1.2 (spacing of the train, number of composition and transportation quantity) is a sufficiently transportable one.

## 2.5 Planning of operation

Six stations are planned on the line including the terminal station, its length is 25 km and of double track.

The time required between the terminal stations is within 25 minutes, and the number of trains and operation interval are as follows, taking the normal passenger capacity as 125 persons, the full capacity as 200 persons, and the normal operation speed as 60 km/h, in order to ensure the maximum transportation of 5,000 persons per hour one way in the period of EXPO-72 as mentioned in the above Article 2.4

Composition of train	4 cars
Max. transportation capacity per train	800 persons
Operation interval	9 (nine) minutes
Number of trains to be operated	8 trains
Number of trains in reserve	2 trains
Total number of the trains required	40 trains

### 3. Specification of Facilities and Rolling Stocks

#### 3.1 Civil Engineering work and Building

##### 3.1.1. Foundation

Because the geology of the whole area of Rio de Janeiro mainly consists of gneiss, granite formed from Precambrian to the Third, Cretaceous period and of sandy stratum we judged that these are favourable geology that it can bear every load of whole structures in most area, and we decided structures can be built direct on the foundation.

But in two area neighbouring Barra da Tijuca and Galeao where bearing power is presumed not strong enough reinforced concrete piles will be used.

Dimensions of the piles which will be used in such areas shown are in Table 3.1 (1).

Table 3.1 (1)

Sections	Distances	Dimensions	
		Dia	Length
0 km - 2.5 km	2.5 km	∅ 300mm	15m
21.5 km - 23.0 km	1.5 km	∅ 300mm	15m
23.0 km - 24.0 km	1.0 km	∅ 400mm	20m
24.0 km - 25.0 km	1.0 km	∅ 300mm	10m
Car Shed	2.0 km	∅ 300mm	10m

##### 3.1.2 Pylons

Pylons shall be of reinforced concrete except for the special place where the steel structure is necessary. Pylons are designed as shaped with octagonal main section and its dimension and shape are as shown in Fig. 3.1 (1), 3.1 (2) and 3.1 (3). Fig. 3.1 (1) and 3.1 (2) show the relation between pylons and concrete beam.

Steel pylons are used in case of long span or high structure. One example of its structure is shown on Fig. 3.1 (4).

### 3.1.3 Track beam

The structure of track beam is of a prestressed concrete. The minimum radius of curved beam is 100M and its standard length is 20M.

The cross-section of concrete beam is hollow and the central parts of both sides of the beam are dented. Power supplying rails shown in Fig. 3.2 (2) are inserted in these concave section.

The standard section of prestressed concrete beam is 0.8M wide, 1.4M high and 20M long, as shown in Fig. 3.1 (5). The weight of beam per meter is approximately 2 tons.

In the meantime to the joint of adjoining beams, finger plates, both expansible and contractable, are fitted in order to make cars run smoothly on the joint.

### 3.1.4 Shoes

Couplings between pylon and beam are made by shoes as shown in Fig. 3.1 (6). The shoes consist of a lower shoes fixed to the head of pylon and upper shoe fixed to a beam.

### 3.1.5 Bridges

In the site of crossing road, railways, and rivers where long and large span is required, steel beams are used as in Fig. 3.1 (7).

### 3.1.6 Switches

The standard design of switches is shown on Fig. 3.1 (11). There are two main switches used in the monorail system the semi flexible switch (Fig. 3.1 (12) ) for main line and the articulated switch (Fig. 3.1 (13) ) for the line in the car shed. The switches used are shown in Table 3.1 (2).

Table 3.1 (2)

Type	System of switch	Number of set	Location
Semi-flexible switch	two way	7	for main line
Articulated switch	three way	6	for car shed

### 3.1.7 Stations

The following six stations shall be established on this line at the beginning of service operation, i.e., April, 1972.

Milage Station	Remarks
0 km Centro Metroplitano	
5.5 Jacarepagúa	
11.7 Madureira	Station connected with railway
15.6 Irajá	
20.5 Penha	Station connected with railways
25.0 Galeão	

#### 1) Station of centro Metropolitano

The station shall be built in the premises of EXPO-72 and, as it's name indicates, near to the centro metropolitano which is now under planning.

The platform shall be of island type of 10m width since large number of passengers is expected. The length of the platform shall be 65m so that a train composed of four cars may be operated at the beginning of service operation. However its extension in the future is also taken into consideration in the plan (The length of the platform of such station stated hereinafter is same as the above).

The concourse, latches and station office shall be built on the ground.

The summary of the station planning is shown in Fig. 3.1 (14).

#### 2) Jacarepagua station

This station shall be built on the street of the town center of Jacarepagua.

The facilities such as a concourse, latches and station office, etc., shall be built on the bridge over the road. The overbridge shall be built spreading over the expanded distance between the foot-paths, the existing road expansion plan being considered. The summarized plan of this station is shown in Fig. 3.1 (15).

3) Madureira station

The station shall be built over the station of the Central line of railway and connected with each other.

The concourse and latches shall be built on the bridge over the Central Line. The platform shall be of island type of 10m width since large number of passengers is expected. The summarized plan of this station is shown in Fig. 3.1 (16).

4) Irajá station

This station shall be located around the Irajá station of Rio D'Ouro railway line which is now stopping operation.

The platform shall be of separate type, considering that a subway station will be established according to the subway planning and that is necessary for passengers to change lines here respectively. The concourse, latches and station office shall be located on the mezzanine. The summarized plan is shown in Fig. 3.1 (17).

5) Penha station

The station shall be located around the Penha station of Leopoldina railway line and the facilities connecting each station shall be established. The concourse latches and station office shall be built on the mezzanine and connected with the overbridge or railway station.

The platform shall be of separate type of 4m width each. The summarized plan is shown in Fig. 3.1 (18).

6) Galeão station

The station shall be constructed around the entrance of the air port, and of island type platform of 8m width. The concourse, latches and station office shall be established on the ground, and the concourse shall be a little larger than other intermediate station.

The summarized plan is shown in Fig. 3.1 (19).

According to our plan, the above six stations shall be established on this route, however the increase of stations in accordance with the development of area along the line shall be considered. Also the track of Galeão station



is so designed as to enable the extension of the line to the districts of Airport Santos Dumont in future, and same consideration is given to connect with some Centro Metropolitano station in the center of the city.

### 3.1.8 Car shed and shops

The car shed will be constructed at Barra da Tijuca.

The general conception is as indicated in Fig. 3.1 (20).

According to the calculation of the capacity has been 40 cars will be needed.

As installations it must be considered a storage yard to accommodate the cars in composition, also a car washing stand inspection shop, administration building etc.

The inspection shop must have necessary installations for periodical inspection (annual, monthly) and repairs, three lines for inspection and repairs with 70 meters effective length, equipment for the removal of bogies etc.

It has also been decided to secure the necessary area considering the increase of transportation quantity as well as the increase of the number of cars resulting from the development of the area along the line and subsequent increase on intermediary stations, increase and elongation of line etc.

## 3.2 Electric facilities

### 3.2.1 Sub-station

Electricity required for the operation of this monorail system is D.C. 1,500V and is received at the sub-station in the system.

The number, the location and the capacity of the sub-stations to be established for the system as shown in Fig. 3.2 (1) shall be varied according to the operation programme of trains in the future, such as numbers and composition of train. The continuous capacity of electric equipments of sub-stations is, in this plan, 1.500 kW and two sets of such equipment including one spare set shall be provided in each sub-station. Those sub-stations which shall be located with average mileage of 7 km to each other, are preferably located at or in the neighbourhoods of Centro Metropolitano Station, Jacarepagua Station, Madureira Station, Penha Station respectively. At the sub-station, the A.C. voltage is transformed to the

voltage required and after being rectified by the rectifier, D.C. is taken out and supplied to the power supplying rail.

### 3.2.2 Power supplying rails and earthing plates for car body

In order to supply electric power of 1,500 D.C. to running cars, the power supplying rails are fitted along both side of the beam as shown in Fig. 3.2.1 (2), that is one side is for the plus side power supplying rail and the other side is for the minus side power supplying rail.

Both plus and minus side power supplying rails are insulated and supported by the insulators. The standard supporting distance is 2.5m and rails are supported in such a way as not to prevent their expansion or contraction due to the outdoor temperatures.

100mm<sup>2</sup> hard copper conductor is attached to shaped aluminium rails which are used as the power-supplying rails.

The minus side power supplying rails is earthed at the sub-station. The plus side power supplying rails is charged with high voltage, so that those fitted at such places as people are likely to touch, for instance, those running along the platform or those fitted at a height of less than 3.5m from the ground level are covered by protection plate of insulators. In addition an earthed metal plate is fitted on the minus side power supplying rail running along the platform. The reason why this is fitted is that since the car body is electrically insulated from the ground by its rubber, tyres, static electricity may be accumulated in the car body during operation and it is not desirable that the charged static electricity be discharged through the bodies of passengers entering or leaving the cars.

### 3.2.3 Signal and safety facilities

To ensure safe and precise operation the monorail system signal and safety facilities are installed with the following three aims,

- (A) To maintain the prescribed distance between trains, thus to protect them from collisions.
- (B) To have trains travel along designated routes by interlocking switches and signals.
- (C) To prevent derailment both at the ends of tracks and at the switches. The signal indicating system to be adopted to this monorail system is so called cab signal type.

(1) Automatic signal system

In order to maintain the prescribed minimum distance between trains, blocking sections are successively incorporated on the track so that the position of trains may be checked. According to the distance between the preceding train and the succeeding train. When the succeeding train approaches too close, a signal is given so that the train may be retarded or stopped, according to the distance. All above control is accomplished automatically.

Induction loops, ground antenna, matching apparatus and pre-amplifier are fitted wayside, and they are connected with the signal equipment rooms through signal cables. The signal equipment rooms shall be installed at the four places where the sub-station are located, with consideration of such factors as the transmission loss of signal cable and induction loops.

(2) Relay interlocking system

The aim of relay interlocking system is to interlock the switching operations with the signal indicated and to detect automatically whether a train is near the switch or not, thus ensuring safe operations of both trains and switches. The system shall be, as shown in Fig. 3.2.1 (3), installed at station equipped with switches, that is, Centro Metropolitan St., Madureira St., Galeao St., as well as line of in out for car sheds.

(3) Automatic train stopping equipment

At places where a train may likely be derailed such as the end of a track or a switch, automatic train stopping equipment is provided. When a driver advances the train near these. Places regardless of the signal, this equipment detects the position and the speed of the train, the operating conditions of the switch as stops the train automatically, irrespective of the driver's will.

### 3.2.4 Communications facilities

The following circuits shall be installed as railways telephone.

(1) Train dispatching circuit

In order to dispatch trains, contract is made by this telephone circuit between a train dispatcher and signalmen or station clerks.

(2) Business telephone circuit

The required number of exclusive telephone circuits are installed to enable contacts for various business purpose.

3.3 Rolling stocks

As shown in Fig. 3.3.(1) and Fig. 3.3 (2), the car is of 2-car permanent unit, and is roughly broken into the car body and the bogie which runs on the truck supporting the body.

The electric car is driven by D.C., and the electric power is collected through the controller.

The torque of the electric motors is transmitted to the reduction gears to the vertical wheels which are in contact with the upper surface of a beam and move the car.

The traction motors are installed on the bogie frame and the majority of other machines and equipment are fixed under the floor of the car body.

For the braking system, brakes are provided for parking purpose in addition to the electro-pneumatic interlocking air brake. The signal system is of car signal, and the signal indicator is installed in front of the driver's seat. In addition, in order to ensure the safety of operation, the automatic train stopping device is fixed, interlocking the device with signals indicated.

Principal specifications are as follows:

a) Style of cars	STRADDLE type Monorail
b) Type	Electric passenger car with 2 axled bogies
c) Composition	2 car permanent unit
d) Max. dimensions	Length 15.65 m per car Width 3.00 m Height 3.68 m (above the beam)
e) Tare weight	Approx. 26 tons per car
f) Normal passenger capacity	125 (56 seated, 144 standard) per car
g) Full capacity	200 (56 seat, 144 standard) per car
h) Center distance of bogie	9.5 m
i) Rigid wheel base	Vertical type 1.7 m Horizontal type 2.7 m
j) Construction of car body	Metal construction of steel make

k) Running wheel	Rubber type sealed with nitrogen gas, 4 tyres bogies. Double wheel distance 400 mm
l) Horizontal wheel	Pneumatic rubber type, 6 tyres/goies (4 upper guide tyres) (2 lower stabilizing tyres) Upper and lower wheel distance 1.085m
m) Bogie brake	Disc. brake, 2 sets/bogie
n) Parking brake	Drum brake, 2 sets/bogie
o) Main traction motor	Output 75 kW
p) Control device	Muti-control automatic acceleration and retardation type.
q) Braking device	Electro-pneumatic straight air brake
r) Voltage of power supplying rail	D.C. 1.500 V
s) Straight acceleration	Approx. 3 km/h/s
t) Straight retardation	Approx. 4 km/h/s
u) Max. speed	100 km/h

#### 4. Approximate Construction Cost and Construction Term

##### 4.1 Conditions for estimating the construction costs

###### 4.1.1. Cost of real estates and indemnities

The choice of the line, in principle, was planned to pass over the already existing roads, however, inevitably a part will have to be made with the utilization of stretches beyond the roads. The procurement of the real estates, removal of buildings, materials under the roads; electric wires over the road, lamp-posts, the removal and indemnity of these items will require a more detailed study, and they will be calculated when the work is put in hand, and are not included in the present approximate calculations.

###### 4.1.2 Electric power and water required

Electric power and water required for the construction works can be received from the sites near the construction work.

###### 4.1.3 Material

It is considered that the materials usually necessary for construction works, such as steel, cement etc. are of Brazilian Products.

The rolling stock, parts of switches, signal and communication equipments and necessary parts thereof are of Japanese products.

4.1.4 Machines and equipment for the instruction works.

The machines and equipments to be used in the construction works are considered to be available in Brazil, excluding the special ones as the special mould for rail beams.

4.1.5 Estimation of cost of the construction works.

Costs of construction are based on the result of survey in Rio, considering that the whole of the construction work will be performed by Brazilian companies. The special works as the manufacturing and installation of rail beam are considered to be supervised by Japanese. This estimate is based on prices on September 1969 and does not include the cost up by inflation etc.

4.1.6 Scope of estimation

The following items are considered as the costs necessary for the construction, but they are excluded from the estimation.

- (1) Interest of payment for the construction cost.
- (2) Cost for incidental construction, i.e., the cost for widening construction of road and the removing construction of high-way, etc.
- (3) Tax
  - (a) Import tax and related taxes of the imported machines and materials, etc. from Japan.
  - (b) Tax imposed on the construction.
  - (c) Tax imposed on Japanese engineers staying for the construction.

4.2 Estimated cost of construction as shown in table 4.2 (1)

Table 4.2 (1)

(Unit: US\$1 million)

Items	Local Currency	Foreign Currency	Total
Cost of Civil Engineering and Building Works	48.450	13.100	62.150
Cost of Electric Facilities	4.030	6.610	10.640
Cost for Rolling Stocks	-	6.110	6.110
Total	52.480	26.420	78.900
Length of Main Line			25 km
Construction Cost per 1 km	2.100	1.060	3.160

The above table as exposed in the 2.5 and 3.1.7 was calculated considering station at 6 places, 10 trains with 4 cars composition, 40 cars.

It is expected that, in the future increase of transportation volume new stations will be constructed, and rolling stock will be added with the development of the areas along the line. For example, additional cost due to the increase of 5 new stations, resulting one train, is as follows:-

Stations	US\$120,000 x 5 = US\$ 600,000
Rolling stocks	US\$600,000 x 1 = US\$ 600,000
Total	US\$1,200,000

#### 4.3 Construction term

The time required for the construction of the total 25 km between Centro-Metropolitano station and Galeao station is 29 months as shown in Fig. 6.1 (1).

### 5. Balance of Expense and Income

#### 5.1 Expense

The total expense will amount to US\$8,800,000 and its breakdown is as follows:-

(As for the unit price for calculation purpose, the standard is Rio de Janeiro City has been applied as much as possible, however, the standard in Japan was applied if not available in Rio de Janeiro).

a)	Personnel expense, accepting the average wage per head/year as US\$1,100 .....	about US\$ 400,000
	(Number of employees for station: .....	150 persons)
	(Number of employees for operation: .....	80 " )
	(Number of employees for maintenance: .....	100 " )
	(Number of employees for administration: .....	30 " )
	Total .....	360 persons)
b)	Maintenance cost (for truck, rolling stock and electric equipment, etc.,) .....	about US\$ 550,000
c)	Depreciation (based on the standard formula in Japan) .....	about US\$2,350,000
d)	Interest (based on 7% per annum) .....	about US\$5,500,000
e)	Taxes .....	Free

## 5.2 Income

As stated in Article 2.4, the expected passenger number, which is a prime determinant of the fare income is 40,600,000 based on the following estimation:-

2,800,000 visitors to EXPO-72 + 17,500,000 commuters (70,000 persons x 250 days, excluding Sundays and Holidays) = 20,300,000

20,300,000 x 2 = about 40,600,000 (for two way).

Although the fare will be decided by the Brazilian Government, we have set it up, as an example, at US\$0.42 per person one-way for EXPO-72 visitors, and at US\$0.20 for commuters, according to which the fare income has been calculated at approximately US\$8,800,000.

## 5.3 Balance of income and expense

Assuming the fee as related in 5.2, the income and expense will be balanced on the above yearly income of US\$8,800,000 however, it must be pointed out that the interest should be excluded from the expenses due to the characteristics of public utilities of such a transportation means as the monorail. In that case, the yearly expense will be reduced to US\$3,300,000 and this will be covered by the income only from the commuter even if the fare is assumed as US\$0.10 per head in ordinary years, stated as 5.2 (US\$0.1 x 35,000,000 = US\$3,500,000)



Therefore, during the period of EXPO-72, the income will be increased by the portion of EXPO-72 visitors.

The number of transportation is expected to increase more according to the development of the districts along the monorail line and by the completion of the city planning of the premises of EXPO-72 the condition will be better than the above.

Here an example of the monorail Haneda-line in Tokyo is given for reference. The fare per person one way is US\$0.42. The balance has been improved year by year because of the increase of passengers, and the income and expense is expected to be balanced in this fiscal year after 5 years.

6. Working Schedule of Monorail Construction (from preparation to test running)

The working schedule of monorail construction between the Centro-Metropolitano station and Galeao station is shown in Fig. 6.1 (1).

As an alternative plan, it is considered that the operation between Centro-Metropolitano Station and Madureira station which seems most important will be opened at the first stage, followed by the extension up to Penha station, and up to Galeao station.

The construction term of the first stage in this alternative plan is the same as shown in Fig. 6.1 (1).

The construction costs of each section, Centro-Metropolitano to Madureira, Madureira to Penha, Penha to Galeao are shown in Table 6 (1).

Construction Cost of Each Section

(Unit: US\$ 1 million)

Table 6. (1)

	First Section		Second Section		Third Section		Total	
	Local Currency	Foreign Currency	Local Currency	Foreign Currency	Local Currency	Foreign Currency	Local Currency	Foreign Currency
Cost of Civil Engineering and Building Works	21.670	7.850	17.480	3.950	8.940	2.200	48.090	14.000
Cost of Electric Facilities	1.990	3.360	1.210	2.230	0.830	1.180	4.030	6.770
Cost of Rolling Stocks	-	3.050	-	2.450	-	0.610	-	6.110
TOTAL	23.660	14.260	18.690	8.630	9.770	3.990	52.120	26.880
GRAND TOTAL:	37.920		27.320		13.760		79.000	
Length of Main Line	11.7 km.		8.8 km		4.5 km		25.0 km	
Construction Cost per 1 km	3.240		3.100		3.050		3.160	

First Section: Centro-Metropolitano - Madureira

Second Section: Madureira

Third Section: Penha

- Penha

- Galcão

## 7. Conclusion and Recommendation

### 7.1 Conclusion

7.1.1 The monorail between the Galeao international airport and Barra da Tijuca, for the reasons which we set forth hereunder, as a transport means for great masses at high speed, based on the planning of the city of Rio de Janeiro, we consider to be an indispensable necessity.

- (1) It is indispensable as a transport means of great masses to EXPO-72, considering the factors of time of construction and costs (any other means which would substitute this one is impossible).
- (2) It is also a highly necessary traffic means, even after EXPO-72 has closed, for the development of the Northern Zone of the City of Rio de Janeiro and of Barra da Tijuca.
- (3) The Northern Zone of the City of Rio de Janeiro as its population masses increase, will bring about in detriment to the public, air pollution, noises, etc. It is said that Cariocas, through living in a high temperature area, like the sea, but especially the population of that area, who want to have the area of healthy rest, will have easy access through this line to the beautiful sea, the lake, the vegetation and the sky of the "new Eldorado" in Dr. Lúcio Costa's project planned for Barra da Tijuca.
- (4) It is to be expected that its importance in relation to the railway will grow in view of the fact that the Northern Zone of the City of Rio de Janeiro which is developing along the railway (Madureira, Penha, etc.) will have its traffic to the town centre saturated (as a result of the increase in the number of automobiles) and the coordination of the railway with the monorail, increasing the degree of utilization each other, could provide the city's traffic system with a proper form.

7.1.2 However, it has become clear that the construction of the monorail system from the preparations until the completion, will take at least 29 months.

## 7.2 Recommendation

- 7.2.1 In view of the above reasons, it is necessary for the Brazilian Government to hasten its decision on the construction project. The time limit for final decision is the middle of October. Likewise, it is necessary for the various preparations to be continued with the utmost efforts.

The Japanese Study Mission, insofar as the necessary technical cooperation for the building of the monorail is concerned, while making strong recommendations to the Japanese Government, wish that this project will flourish and that the first monorail of the Southern Hemisphere be born in the City of Rio de Janeiro, being of the highest world standard.

- 7.2.2 Of all the sections we consider the section Barra da Tijuca-Madureira the most important. This section becomes as the transportation for EXPO-72, the largest bottle neck and on the other hand is the important line connecting the Northern Section of the City of Rio de Janeiro to the districts of Barra da Tijuca and Jacarepaguá. In next order of importance comes the section Madureira-Penha, Penha-Galeão.

- 7.2.3 Furthermore, we wish to suggest as a suitable route the connection of the station in Galeão international airport, passing through the centre of the city, to a station at Santos Dumont Airport or to one of the subway station, as shown in Fig. 2.3 (1). This involves some problems, but we consider its construction will be comparatively easy.

## FIGURES AND TABLES

- Fig. - 1.1 ( 1) Working places (1968)  
Pessoal Ocupado
- Fig. - 1.1 ( 1) Study Zones Macro-Area - Micro-Area Zonas de estudo
- Fig. - 1.1 ( 3) Daily home - based trips for all purposes (1968)  
Viagens diárias da residência para todos os objetivos.
- Fig. - 1.1 ( 4) Kinds of traffic corresponding to the Micro-Area (1968)  
Tipos de tráfego correspondentes a Micro-Area.
- Fig. - 1.1 ( 5) Daily flow of passengers at railways. (1968)  
Movimento diário de passageiros nas Estradas de Ferro (em 1968).
- Fig. - 1.1 ( 6) Total daily traffic crossing the screenline (1968).  
Tráfego total diário atravessando a screenline.
- Fig. - 1.1 ( 7) Population (1968).  
População
- Fig. - 1.1 ( 8) City plan of Barra da Tijuca by Dr. Lúcio Costa.  
Projeto da Barra da Tijuca Pelo Dr. Lúcio Costa.
- Fig. - 1.1 ( 9) Metro and railways net (1990)  
Metrô e estradas de Ferro.
- Fig. - 1.2 ( 1) Population of Micro-Area  
População
- Fig. - 1.2 ( 2) Population of Macro-Area without Micro-Area.  
População.
- Fig. - 1.2 ( 3) Main road Projects of Estado da Guanabara.  
Grandes projectos viários.
- Fig. - 1.2 ( 4) Traffic generation - passengers origin - and destination-Macro  
Area without Micro-Area. (1968 - 1975 - 1990)  
Geração de tráfego-passageiros origem e destino.
- Fig. - 1.2 ( 5) Traffic generation and attaction. (Passengers) - Micro-Area.  
Tráfego de passageiros partidas e chegadas.
- Fig. - 1.2 ( 6) Private cars (1968 - 1975 - 1990) Micro-Area.  
Carros particulares.
- Fig. - 1.2 ( 7) Private cars (1968 - 1975 - 1990) Macro-Area.  
Carros particulares.

- Fig. - 1.2 ( 8) Flow diagram of suburban railway passengers in both directions Macro-Area (1968).  
Fluxograma dos passageiros das Est. de Ferro suburbanas nos dois sentidos.
- Fig. - 1.2 ( 9) Isotachic Lines for buses-Estado da Guanabara.  
Linhas isotáquicas para os ônibus.
- Fig. - 1.2 (10) Shortest trip times from Largo da Carioca to all other traffic generation point. (1975)  
Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego.
- Fig. - 1.2 (11) Shortest rip times from Largo da Carioca to all other traffic generation point. (1990)  
Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego.
- Fig. - 2.1 ( 1) Comparison between Monorail and Subway in the number of passengers in commuting transportation and the construction cost management cost and fare.  
Comparação entre o Monotrilho e o Metrô com relação ao número de passageiros transportados, com passes, custo de construção, custo de administração e tarifas.
- Fig. - 2.2 ( 1) Construction gauge and rolling stock gauge Gabarito de construção e gabarito de material rodante.
- Fig. - 2.2 ( 2) Arrangement of live loads.  
Distribuição das cargas móveis.
- Fig. - 2.3 ( 1) Plan of Monorail route.  
Planejamento do traçado do Monotrilho.
- Fig. - 2.3 ( 2) Profile of route.  
Perfil do traçado.
- Fig. - 3.1 ( 1)
- Fig. - 3.1 ( 2) Standard truck  
Via padronizada
- Fig. - 3.1 ( 3) Standard pylon  
Pilar padronizado

Fig. - 3.1 ( 4)	Steel pylon Pilar de aço.
Fig. - 3.1 ( 5)	Standard prestressed concrete beam. Viga padronizada de concreto protendido.
Fig. - 3.1 ( 6)	Shoe Apoio
Fig. - 3.1 ( 7)	Steel beam (R=00 L=30m) Viga de aço.
Fig. - 3.1 ( 8)	Steel beam (R=00 L=50m) Viga de aço.
Fig. - 3.1 ( 9)	Steel beam (R=100m L=40m) Viga de aço.
Fig. - 3.1 (10)	Steel beam (R=100m L=50m) Viga de aço.
Fig. - 3.1 (11)	General view of single-truck switch. Vista general de um desvio de via singela.
Fig. - 3.1 (12)	Switch Desvio
Fig. - 3.1 (13)	Switch Desvio
Fig. - 3.1 (14)	Centro Metropolitano Station " " Est.
Fig. - 3.1 (15)	Jacarepaguá Station " Est.
Fig. - 3.1 (16)	Madureira Station " Est.
Fig. - 3.1 (17)	Irajá Station " Est.
Fig. - 3.1 (18)	Penha Station " Est.

Fig. - 3.1 (19)	Galeão Station " Est.
Fig. - 3.1 (20)	Plan of car shed Planta do abrigo de carros
Fig. - 3.2 ( 1)	Allocation of substation. Localização das sub-estações
Fig. - 3.2 ( 2)	Installing of electric power supplying rail and earthing plate. Instalação do trilho fornecedor de energia elétrica e da place de terra.
Fig. - 3.2 ( 3)	Line arrangement Disposição da linha
Fig. - 3.3 ( 1)	General view the standard car.
Fig. - 3.3 ( 2)	
Fig. - 6 ( 1)	Monorail construction schedule of Rio de Janeiro.
Table 2.4 ( 1)	Total daily counting on the screenline passengers in both directions. Contagem total diária na screenline.
Table 2.4 ( 2)	All trips per day in 1968. Total de viagens por dia em 1968.
Table 2.4 ( 3)	All trips per day in 1975. Total de viagens por dia em 1975.
Table 2.4 ( 4)	All trips per day in 1990. Total de viagens por dia em 1990.
Table 2.4 ( 5)	Population, urbanized area and density in 1968. População, área urbanizada e densidade em 1968.



## PREFACIO

O estudo preliminar para a construção do monorail entre o aeroporto internacional do Galeão e a Barra da Tijuca, onde será realizada a EXPO-72 - Rio, foi conduzido por peritos japoneses sob a direção do Governo Japonês, de acordo com a solicitação do Ministério da Indústria e Comércio do Governo do Brasil.

A solicitação foi oficialmente encaminhada ao Governo Japonês através da Embaixada do Japão, no Rio de Janeiro, pelo Dr. José Eugênio de Macedo Soares, Comissário da EXPO-72 do Ministério da Indústria e Comércio do Governo do Brasil a 26 de junho de 1969.

Respondendo à solicitação, o Governo Japonês decidiu enviar ao Brasil uma equipe de pesquisa, tendo anunciado esta decisão ao Ministério das Relações Exteriores do Brasil, através da Embaixada do Japão, no Rio de Janeiro, a 19 de agosto de 1969.

De conformidade com o acordo acima, a Agência Japonesa de Cooperação Técnica no Exterior (The Japanese Overseas Technical Cooperation Agency (OTCA) ) organizou o programa e nomeou os peritos para esta finalidade, como abaixo:

TEMPO DE PESQUISA : Um mês a partir de 16 de agosto de 1969.

### PERITOS DA EQUIPE :

Engenheiro Consultor : Dr. Tomoharu Tanaka, gerente do projeto.

Engenheiro Consultor : Hideo Kimura, encarregado do material rodante e instalações elétricas e de segurança.

Engenheiro Consultor : Yoshio Kawachi, encarregado da localização de linhas e instalações de estação.

Engenheiro Consultor : Isawo Kawakita, encarregado do sistema monorail.

Engenheiro Consultor : Hiroshi Ishikawa, encarregado de construção.

Em conformidade com o acordo acima citado, é instruído que a missão da equipe de pesquisa é conduzir a pesquisa preliminar para a construção do monorail entre o aeroporto internacional do Galeão e a Barra da Tijuca, e que a extensão da pesquisa seja confinada a assuntos técnicos e outros intimamente ligados a estes.

Consequentemente, é compreendido que o objetivo principal desta pesquisa é o estudo da elegibilidade da construção do monotrilho, calcular essencialmente o custo de construção e tempo de construção e apresentar à equipe seguinte as sugestões importantes para os principais trabalhos de detalhe que serão realizados com o objetivo de planejar, desenhar e executar.

É reconhecido que este trabalho de pesquisa foi materialmente auxiliado pelas facilidades e materiais cedidos pelo Governo do Brasil, especialmente pela Secretaria de Serviços Públicos, Departamento de Estradas de Rodagem do Estado da Guanabara e pela Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro e outras organizações relacionadas, isto é, este trabalho de pesquisa foi levado a efeito eficazmente e regularmente, com a assistência competente e capaz dos quadros de funcionários do Governo acima relacionados.

O nosso reconhecimento por termos cumprido o nosso dever apoiados pela participação e amizade destes cavalheiros:

Gen.	Milton Mendes Gonçalves
Prof.	Ary da Matta
Dr.	Geraldo Heleno de Segadas Vianna
Dr.	Hugo Accorsi
Dr.	Percio Monteiro de Carvalho
Dr.	Luiz Aldo Moraya
Dr.	Antonio Manoel Garcia Gonçalves Ratto
Dr.	Ferdinando Palumbo Targat
Dr.	Wayr Augusto Ribeiro Beraldo
Dr.	Alberto Lelio Moreira

e seus funcionários e assistentes.

O nosso reconhecimento pela boa orientação dada pela Embaixada do Japão no Rio de Janeiro e nossos amigos do Japão.

Este relatório foi submetido ao Governo do Brasil diretamente, logo após a pesquisa, visto a proximidade do tempo para a decisão. Empenhamo-nos em obter os resultados os mais corretos dentro do tempo permitido.

Este relatório é respeitosamente apresentado por:

Prof. Eng.	Tomoharu Tanaka
Dr.	Hideo Kimura
Dr.	Yoshio Kawachi
Dr.	Isawo Kawakita
Dr.	Hiroshi Ishikawa

neste dia 11 de setembro de 1969, Rio de Janeiro - Brasil.

# RELATÓRIO DA PESQUISA PARA A CONSTRUÇÃO DO MONOTRILHO · RIO DE JANEIRO

11 de setembro de 1969

## CONT E U D O

Prefácio	
Descrição geral	1
1. Plano de tráfego da Cidade do Rio de Janeiro e transporte para a EXPO-72	2
1.1 Planejamento do transporte do Rio	2
1.2 O transporte para a EXPO-72 e o monotrilho	6
2. Monotrilho	9
2.1 Significância do monotrilho como sistema de transporte urbano	9
2.2 Padrão de construção do monotrilho	16
2.3 Localização do traçado	17
2.4 Demanda de transporte	19
2.5 Planejamento da operação	20
3. Especificações das instalações e do material rodante	21
3.1 Obras de Engenharia Civil e Edificações	21
3.1.1 Fundações	21
3.1.2 Pilares	21
3.1.3 Vigas do trilho	22
3.1.4 Sapatas	22

3.1.5	Pontes .....	22
3.1.6	Desvios .....	22
3.1.7	Estações .....	23
3.1.8	Abrigo para carros e oficinas .....	25
3.2	Instalações elétricas .....	26
3.2.1	Sub-estação .....	26
3.2.2	Trilhos alimentadores de energia e placas de terra para a carroceria .....	26
3.2.3	Sinalização e instalações de segurança .....	27
3.2.4	Instalações para comunicação .....	28
3.3	Material rodante .....	29
4.	Custo aproximado de Construção e prazo de Construção .....	30
4.1	Condições para estimativa do custo de construção .....	30
4.2	Custo estimado de construção .....	32
4.3	Prazo de construção .....	32
5.	Balanço de Despesas e Receitas .....	33
5.1	Despesa .....	33
5.2	Receita .....	33
5.3	Balanço (quantidade de transporte e passagem) .....	34
6.	Diagrama de trabalho da construção do Monotrillho (da preparação ao teste de funcionamento) .....	34
7.	Conclusão e Recomendação, etc. ....	36
7.1	Conclusão .....	36
7.2	Recomendação .....	37
	Pós-escrito .....	
	Figuras e tabelas .....	38

## DESCRIÇÃO GERAL

1. O presente estudo foi realizado visando não só o transporte para a EXPO-72 mas também considerando a necessidade de uma sistemática de tráfego baseado no planejamento da cidade do Rio de Janeiro.
2. O estudo foi realizado tendo em princípio como objetivo principal as necessidades para o transporte de passageiros para a EXPO-72, considerando os seguintes pontos:
  - (1) Da suficiência ou não de tempo para o término das obras até abril de 1972, incluindo os diversos preparativos, levantamentos, pesquisas e desenhos, necessários à realização, assim como as obras e testes de funcionamento do material rodante.
  - (2) Estabelecimento das despesas mínimas necessárias para esse fim.
3. Foi também calculado em termos a longo prazo, considerando o crescimento das necessidades e custos necessários à complementação das diversas instalações e também foram feitos cálculos de custo de construção, considerando a sub-divisão do trecho total e dos sub-trechos.
4. O presente relatório foi concluído tomando em referência os diversos dados de pesquisas, estudos e projetos realizados pelo Governo Federal e pelo Governo Estadual, pesquisas realizadas in loco, levando ao máximo em consideração as opiniões dos órgãos acima citados e do discernimento desta Missão.

## 1. Plano de tráfego da cidade do Rio de Janeiro e transporte para a EXPO-72

### 1.1 Planejamento do transporte do Rio

Não existem dúvidas que a cidade do Rio de Janeiro, antiga capital do Brasil, mesmo com a transferência da capital para Brasília, continuará, pela sua condição geográfica, a florescer como centro de fato dos vários setores. Por outro lado, a cidade do Rio de Janeiro juntamente com Sydney e Hong Kong é um dos três mais belos portos do mundo e uma das melhores áreas de turismo do mundo.

No quadro 1.1 (1) está indicada a população do Brasil por estados, áreas e a densidade populacional. O estado da Guanabara indicado no quadro é na sua área total a cidade do Rio de Janeiro, isto é, com uma população de 4,132,000 pessoas, uma área de 1.358 km<sup>2</sup> e densidade populacional de 3,047 pessoas/km<sup>2</sup>, é o estado do Brasil com a maior densidade populacional.

A sua topografia apresenta 64 km para Leste-Oeste, 28 km Norte-Sul percorrido aproximadamente pelo centro por uma montanha de natureza granítica envolvendo a Barra da Tijuca de Leste a Oeste, tendo ao extremo Sul a Bahia da Guanabara, ao Sul o Oceano Atlântico, a Oeste e Leste o estado do Rio de Janeiro.

A figura 1.1 (2) é o mapa de limitações dividido em zonas, utilizado para o estudo do tráfego da cidade, tendo a cidade do Rio de Janeiro como o centro.

A área total foi denominada Macro-Área que envolve o estado da Guanabara e as suas áreas circunvizinhas, tendo uma área de 522 km<sup>2</sup> e uma população de 5,979.000 habitantes.

QUADRO - 1.1 (1) - POPULAÇÃO ESTIMADA

População, area e densidade demográfica, segundo as Grandes Regiões, por Unidades da Federação - 1968.

Grandes Regiões e Unidades da Federação	População Estimada em 1º de Julho (1000 habitantes)	Area Total (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (habitantes por km <sup>2</sup> )
<b>NORTE</b>	3.295	3.581.180	0.92
Rondônia	114	243.044	0.47
Acre	202	152.589	1.32
Amazonas	903	1.564.445	0.58
Região a ser demarcada Amazonas/Pará	-	2.680	-
Roraima	41	230.104	0.18
Pará	1.929	1.248.042	1.55
Amapá	106	140.276	0.75
<b>NORDESTE</b>	26.154	1.548.672	16.89
Maranhão	3.461	328.663	10.53
Piauí	1.414	250.934	5.63
Região a ser demarcada Piauí/Ceará	-	2.614	-
Ceará	3.838	148.016	25.93
Rio Grande do Norte	1.291	53.015	24.35
Paraíba	2.251	56.372	39.93
Pernambuco	4.731	98.281	48.14
Alagoas	1.400	27.731	50.48
Fernando de Noronha	2	26	76.92
Sergipe	851	21.994	38.69
Bahia	6.915	561.026	12.33
<b>SUDESTE</b>	38.971	924.935	42.13
Minas Gerais	11.777	587.172	20.06
Espírito Santo	1.932	45.597	42.37
Rio de Janeiro	4.506	42.912	105.00
Guanabara	4.132	1.356	3.047.20
São Paulo	16.624	247.898	67.06
<b>SUL</b>	16.484	577.723	28.53
Paraná	7.217	199.554	36.17
Santa Catarina	2.706	95.985	28.19
Rio Grande do Sul	6.561	282.184	23.25
<b>CENTRO-OESTE</b>	4.490	1.879.455	2.39
Mato Grosso	1.364	1.231.549	1.11
Goiás	2.746	642.092	4.28
Distrito Federal	380	5.814	65.36
<b>BRASIL</b>	89.394	8.511.965	10.50

FONTES: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.



A cidade do Rio de Janeiro tem as ruas principais na parte Leste (vide fig. 1.1 (2) Zona 01-05), onde se acham aglomerados os diversos Ministérios e emprêsas; o número de pessoas que afluem a esta área apresentava em 1968 a média de 550.000 pessoas (vide fig. 1.1 (1), 1.1 (3) ).

Figura 1.1 (2), Zonas 01-35 foram denominadas Micro - Area, onde estão localizadas as ruas principais, os apartamentos de alta classe, etc., tendo uma área de 77 km<sup>2</sup> e uma população de 2,833,000 habitantes.

Na figura 1.1 (4) o movimento de pessoas dentro da Micro - Area é de 1,380,000 pessoas e o movimento além da Micro - Area que afluem a essa área é de cerca de 800.000 pessoas.

Se observarmos o movimento dessas pessoas dividido pelos meios de condução, tem o seguinte:

OBSERVAÇÕES :-

Macro - Area : Indicada pelo "Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica" da Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, isto e, limite do trafego da cidade do Rio de Janeiro.

Micro - Area : Indicada pelo "Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica" da Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro, isto e, limite do trafego do centro da cidade do Rio de Janeiro.

MÉDIAS DIÁRIAS DE 1968		
MEIOS DE TRANSPORTE	NÚMERO DE PASSAGEIROS	%
Ferrovia	166.000 pessoas	12
Onibus	843.000 "	60
Táxi	103.000 "	7
Carros particulares	292.000 "	21
TOTAL	1.404.000 pessoas	100

Isto é, atualmente o ônibus se apresenta como o meio de transporte das grandes massas. A ferrovia, que deveria ser o meio de transporte das grandes massas, apresenta-se transportando apenas 12% das pessoas.

Se observarmos essas pessoas por origem conforme a figura 1.1 (3), a afluência das pessoas da Zona Norte (Zonas 40 - 53) (todavia a população conforme figura 1.1 (7) está mais convergida para a Zona Norte) é de 194.000 pessoas por dia. Essa maioria acredita-se utiliza o ônibus e a ferrovia. Em segundo lugar é a afluência da Zona Sul, na qual reside em grande número as pessoas de classe média e superior (Zonas 08-19) que apresenta 156.000 pessoas por dia. O transporte dessas pessoas é efetuado por ônibus, táxi e automóveis particulares.

A situação do transporte atual na cidade do Rio de Janeiro tem como base o carro, e o transporte de passageiros do centro da cidade aparentemente tem a sua situação praticamente perto de seu limite.

Prevê-se que a cidade do Rio de Janeiro, acompanhando o progresso econômico de todo o Brasil, progredirá ainda mais, e de acordo com o Estudo do Metropolitano do Rio de Janeiro, quanto ao número de pessoas empregadas, possuidoras de carro próprio, etc., a previsão futura é a seguinte:

ANO	POPULAÇÃO DO RIO	EMPREGADOS	NUMERO DE CARROS PARTICULARES
1968	4.104.000	1.496.000	189.360
1975	4.957.000	1.921.000	333.347
1990	7.392.000	3.258.000	985.632

Com relação a este fato, o Estado da Guanabara, tendo como premissa a mudança das repartições estaduais para a área da Barra da Tijuca, decidiu realizar em 1972 a Exposição Mundial e tendo esta época como sua meta, elaborou o seguinte projeto:

(1) Planejamento da cidade na área da Barra da Tijuca.

A figura 1.1 (8) é o projeto do Dr. Lúcio Costa apresentado ao Governo do Estado da Guanabara, por solicitação deste. O esboço desse plano é construir uma cidade e o local da EXPO-72, tendo como fundo a grandiosidade das montanhas e a beleza das lagoas de Marapendi, Camorim e Tijuca, a beleza das florestas e as extensas praias, sem destruir a paisagem natural da Barra da Tijuca.

Neste plano o Dr. Lúcio Costa está considerando a linha do monorrelho e a linha do metrô, tendo o ponto de partida perto do centro metropolitano. Como percurso dessas duas linhas considerou para o metrô a linha para o centro da cidade, passando por Méier, e para o monorrelho, o término no Galeão, passando por Madureira.

(2) Plano rodoviário do Estado da Guanabara.

A figura 1.2 (3) é o plano de rodovias do Governo estadual.

O que se pode observar principalmente neste plano é o reforço com "Freeways" na zona central da cidade, a intensificação do tronco da Zona Norte, a construção de nova estrada de ligação à área da Barra da Tijuca, a construção de uma rede de ruas, etc.

(3) O plano do metrô e de ferrovias.

A figura 1.1 (9) mostra a planta da rede ferroviária atual e a rede do metrô, sendo que a linha do metrô é aquela que será concluída até 1990; destas linhas está previsto o funcionamento do trecho Glória-Central do Brasil, de 3 km, em 1972, época da abertura da EXPO-72.

Por outro lado, a linha Jacarepaguá-Penha, indicada no mapa em linhas pontilhadas, é a rota planejada para o futuro, porém, a época do início da construção não está indicada.

## 1.2 O transporte para a EXPO-72 e o monorrelho.

Da distribuição populacional na Macro - Area, que inclui o Estado da Guanabara e parte do Estado do Rio de Janeiro, em 1968 era de cerca de 1.800.000 pessoas e nas outras áreas de cerca de 4.200.000 pessoas, como demonstrado na figura 1.2 (1) 1.2 (2), apresenta uma tendência de crescimento anual. O aumento populacional das áreas especialmente fora da Micro - Area será de cerca de 30% em 1975.

A contra-medida para o transporte dessa população seria os veículos e as ferrovias, isto é, o plano rodoviário para a Barra da Tijuca, local da EXPO-72, conforme demonstra a fig. 1.2 (3), já está projetada uma rota que liga as ruas centrais da Micro - Area ao litoral da Zona Sul e outras da direção do Méier, estando um trecho já em construção. Com relação à ferrovia, existem 4 linhas que se estendem de Leste a Oeste e Noroeste, porém, não estão diretamente ligadas ao local da EXPO-72.

O número de automóveis presentemente em movimento na Macro - Area é cerca de 250.000 de todos os veículos. O número de automóveis particulares que ocupam a grande parte da totalidade, conforme indicam as figs. 1.2 (6), 1.2 (7), tendem a

umentar todos os anos. Por outro lado, o volume de transporte conforme Fig. 1.2 (6), 1.2 (7), também apresenta a tendência de aumento.

Por outro lado, o volume de transporte tende também a aumentar, conforme indicado nas figs. 1.2 (4), 1.2 (5). As ferrovias estão carregando cêrca de 300,000 pessoas por dia em um sentido para a área de trabalho, conforme mostrado na fig. 1.2 (8). De acôrdo com as autoridades, o número de visitantes para a EXPO-72 é estimado em 10,000,000 pessoas (para o período de 6 meses), e prevê-se a sua distribuição conforme o quadro abaixo:

	Total de visitantes para todo o período	Média diária
População do Rio	6,000,000	33,000
População fora do Rio	3,000,000	16,500
Visitantes estrangeiros	1,000,000	5,500
Número total para todo o período	10,000,000	55,000

Êste número de visitantes comparado aos recente grandes eventos de Feira Mundial, conforme demonstra o quadro abaixo, não é de todo grande, e considerando a escala da EXPO-72, poderá ser considerado razoável.

Principais Feiras	Bruxelas	Seattle	N.York	Montreal	Japão
Ano de realização	1958	1962	1964/5	1967	1970
Visitantes	4.145	964	5.161	5.036	3.000/4.500
Area das Feiras	202	30	319	366	330
Custos	50.610	997	13.873	16.700	33.300

#### OBSERVAÇÃO:

Visitantes/10.000; Area/10.000 m<sup>2</sup>; Custo/10.000 US dólares.

Dêsses visitantes, os habitantes residindo fora da cidade do Rio de Janeiro e os estrangeiros totalizando 4.000.000 de pessoas, prevê-se que tomarão as rotas das estradas nos

distritos da costa Sul, de fôr considerada a localização das instalações de hospedagem.

Dos 6.000.000 de residentes na cidade do Rio de Janeiro, cêrca de 2.000.000 de visitantes são esperados na sua maioria utilizarem automóveis, julgando pela distribuição da população. Êste fato causará considerável congestionamento das rodovias; especialmente a velocidade do ônibus que ocupará uma grande parte do transporte, será reduzida a 8 km/h em alguns lugares, conforme indicado pelos números da Tabela 1.2 (9).

O tempo necessário em 1975 e 1990 do largo da Carioca para o local da EXPO-72, utilizando o caminho mais curto, é mostrado nas figs. 1.2 (10) 1.2 (11).

O outro problema será a contra-mediada para transporte de cêrca de 4.000.000 de pessoas da área fora da Micro - Área. Especialmente o transporte veloz e da massa da Zona Morte à Micro - Area é previsto como um grande e difícil problema, devido às condições da rodovia. Estes tomarão principalmente os caminhos longos através da Micro - Area, que será não só um desperdício de tempo anti-econômico, mas também a causa do congestionamento das rodovias. Sob estas circunstâncias, para solucionar estas condições desfavoráveis, é indispensável fortalecer as ferrovias utilizando-as ao máximo, e elaborar um plano pela qual possa ser realizado o rápido transporte de massas com distâncias mais curtas, estabelecendo linhas de atálho ligando às linhas da ferrovia. E o plano terá que ser realizado urgentement se for considerado a época da abertura da EXPO-72.

Julgando pela situação acima, consideramos que a construção do sistema do monotrilho na linha ligando o local da EXPO-72 Jacarépaguá-Madureira-Iraja ou Vicente de Carvalho-Penha-Aeropôrto do Galeão, seja não só necessário mas o meio adequado de transporte.

Como razões podemos enumerar os seguintes pontos:

- (1) Permitirá o transporte dirêto dos habitantes ao longo do traçado do monotrilho, assim como dos habitantes de todos os percursos ligados a esta linha.
- (2) Ê o único meio de transporte de alta velocidade e das grandes massas que poderá técnicamente ficar pronto em tempo até a época da abertura da EXPO-72.
- (3) O custo da obra é inferior comparado aos outros meios de transporte.
- (4) Ê vantajoso pelo ponto de vista de medidas contra danos públicos por ter pouco ruído como também por não causar a poluição do ar pela descarga.

- (5) O veículo monotrilho é apropriado à população pela ventilação contra condições climáticas de alta temperatura e umidade, e de acordo com a necessidade poderá ser utilizado facilmente o ar condicionado.
- (6) O sistema de monotrilho não perturba o tráfego rodoviário.

Para referência damos no quadro a seguir um exemplo demonstrativo do volume de transporte do monotrilho:

Espaçamento do trem (minutos)	Número de trens por hora	Volume do transporte p/hora (pessoas)			
		Um trem com 2 unidades 500 pessoas	Com 4 unid. 1000 pes.	Com 6 unid. 1500 pes.	Com 8 unid. 2000 pes.
3.0	20.00	10.00	20.000	30.000	40.000
3.5	17.14	8.570	17.140	25.710	34.280
4.0	15.00	7.500	15.000	22.500	30.000
4.5	13.13	6.665	13.330	19.990	26.666
5.0	12.00	6.000	12.000	18.000	24.000
5.5	10.91	5.455	10.910	16.365	21.820
6.0	10.00	5.000	10.000	15.000	20.000
6.5	9.23	4.575	9.150	13.725	18.300
7.0	8.57	4.285	8.570	12.855	17.140
7.5	8.00	4.000	8.000	12.000	16.000
8.0	7.50	3.750	7.500	11.250	15.000

## 2. Monotrilho

### 2.1 Significado do Monotrilho como um sistema urbano de transporte

Hoje em dia as grandes cidades do mundo a apresentam o fenômeno do congestionamento do tráfego devido ao crescente número de veículos e a conclusão de muitos estudiosos especializados em transportes urbanos é de que o problema deve ser resolvido pelos sistemas de transporte de grandes massas. Entende-se como sistemas de transporte de grandes massas uma ferrovia elevada, uma ferrovia subterrânea e o sistema de monotrilho. As ferrovias elevadas estão para ser abolidas nas grandes cidades, como Chicago e Nova York, devido ao barulho produzido, à tendência a dividir a cidade e formar favelas sob a estrutura do elevado. A construção de novas ferrovias elevadas não é aconselhável devido às

dificuldades de desapropriação dos terrenos e indenizações que resultam em enormes custos de construção.

A ferrovia subterrânea é o meio de transporte urbano que é usado nas grandes cidades do mundo uma vez que ela tem o mérito de que a desapropriação de terrenos necessários e a compensação a ser paga aos proprietários pelos edifícios e casas não é tão importante devido à utilização do espaço sob as ruas. Todavia, ela não pode ser adotada em todos os casos devido ao seu custo de construção extremamente elevado.

Aqui o sistema de monorilho aparece como o terceiro meio de transporte. A idéia principal do sistema de monorilho reside no uso das ruas, o mais importante patrimônio das cidades, verticalmente, isto é, fazendo-se um uso efetivo do espaço aéreo disponível acima das ruas para um sistema de transporte rápido das massas.

Dominando as mais modernas técnicas da engenharia, os carros são fabricados de maneira tal a combinar a mesma capacidade de transporte das existentes ferrovias rápidas com o menor peso possível. Devido ao uso de pneus de borracha altamente eficientes nas rodas, o sistema alcançou o funcionamento sem ruído, um dos requisitos indispensáveis de um sistema de transporte urbano rápido nas cidades. As vias são feitas de vigas simples, muito delgadas, de forma a bloquear o menos possível a visibilidade e a luz do sol e delgados pilares de uma só perna são erigidos na faixa divisora central da rua, não causando obstrução ao tráfego naquela via, enquanto as obras de construção causam pouca obstrução ao tráfego na rodovia. Sendo o custo de construção o principal fator determinante do preço da passagem, o qual deve ser o elemento mais importante a considerar em relação a um sistema de transporte, a construção do sistema de monorilho custa substancialmente muito menos do que a ferrovia subterrânea.

Acresce ainda que o sistema de monorilho necessita de um tempo de construção consideravelmente menor e os investimentos no sistema podem começar a obter benefícios em um curto espaço de tempo. Como mencionado acima, a ferrovia subterrânea e o sistema de monorilho têm ambos excelentes características. Se considerarmos o preço médio da passagem para uma viagem e a faixa de operação econômica de cada sistema, essa faixa de operação econômica de cada sistema fica assim (veja-se a Tabela 2.1.1):

(Por hora, uma só direção)

Onibus, etc	.....	12.000	pessoas	
Monorilho	..... 12.000	a	45.000	pessoas
Ferrovia subterrânea	.....	45.000	pessoas	

(Nota: O número de passageiros por hora numa só direção é estimado em 12% do número de passageiros por dia, pois o número de passageiros por hora numa só direção no sistema de ferrovia no ano de 1968 é indicado como 12% do número de passageiros por dia no relatório do Metropolitano do Rio de Janeiro).

A faixa de operação econômica para o sistema de monotrilho é a do transporte de 12.000 - 45.000 passageiros por hora em uma só direção e, se o número de passageiros excede de 45.000 a ferrovia subterrânea torna-se econômica.

Como foi descrito acima, o sistema de monotrilho pode ser comparado com a ferrovia subterrânea em adaptabilidade para o transporte urbano rápido de massas. Desde 1950 que a pesquisa e o desenvolvimento do sistema de monotrilho têm sido acelerados em muitos países. Realmente as cidades de todo o mundo que estão sofrendo as dificuldades de tráfego têm profundos interesses na execução do monotrilho como o terceiro sistema de transporte. A linha de monotrilho de Haneda, cobrindo uma distância de 13.1 quilômetros entre o Aeroporto Internacional de Tokio e o centro de Tokio foi completada no outono de 1964, a tempo dos jogos Olímpicos de Tóquio.

Empregando o sistema do tipo montado sobre o trilho, foi o primeiro sistema de monotrilho no mundo a ser construído para uso em larga escala desse meio de transporte. Ele já transportou cerca de 21.5 milhões de pessoas durante os seus quatro anos de operação e o número de passageiros por mês nessa linha está crescendo rapidamente como indicado na Tabela 2.1.1. Dessa forma, ela deu o primeiro passo na era do sistema do monotrilho. A situação atual do sistema de monotrilho no mundo está indicada na Tabela 2.1.2.

Muitos tipos de monotrilhos têm sido desenvolvidos e testados, todavia, até agora, somente os seguintes quatro tipos podem ser usados na prática e deles se espera um futuro aperfeiçoamento: o tipo N.L. da Nippon Lockheed Monorail Co. Ltd., o da Tokio Shibaura Electric Co. Ltd., o tipo Hitachi Alweg da Hitachi Ltd., todos do tipo montado sobre o trilho e o tipo Safage da Nihon Air Way Development Co. Ltd., do tipo suspenso. Com relação ao tipo montado sobre o trilho, foi desenvolvido um novo tipo de monotrilho para transportes urbanos chamado de "Sistema Japonês de Monotrilho do Tipo Montado", através dos esforços conjuntos dos técnicos da Hitachi Ltd., da Tokio Shibaura Electric Co. e da Nippon Lockheed Monorail Co. Ltd., tendo sido recentemente concluída sua construção, com grande sucesso, estando em provas de funcionamento a fim de atender à EXPO-70 (Exposição Mundial do Japão em Osaka, em 1970). Melhoramentos tecnológicos fundamentais têm sido feitos em muitas áreas, incluindo os carros, resultando no sucesso do desenvolvimento de um novo e melhorado sistema que é mais indicado para o transporte urbano de massas.



Com relação ao tipo suspenso, o monorrilho de Wuppertal, na Alemanha, utilizando rodas de aço, não é praticamente usado. O tipo "Safage", da Nihon Air Way Development Co. Ltd., acha-se no momento em construção em Ohfuna, no Japão, e é o mais nôvo para transporte urbano.

Como o mais aconselhável entre os tipos acima mencionados, que deverão ser usados na cidade do Rio de Janeiro, é recomendado e foi decidido aplicar no planejamento do projeto o "Sistema Japonês de Monorrilho do Tipo Montado para Transporte Urbano", que foi desenvolvido e melhorado pelos trabalhos conjuntos dos técnicos das três companhias, baseados nos resultados reais das obras existentes do tipo montado.

QUADRO - 2.1 (1) NÚMERO DE PASSAGEIROS NO MONOTRILHO DE TÓQUIO LINHA HANEDA

<u>ANO</u>	<u>1964-1965</u>	<u>1965-1966</u>	<u>1966-1967</u>	<u>1967-1968</u>	<u>1968-1969</u>	<u>1969-1970</u>
Abril	-	336,042	200,026	521,523	665,595	888,245
Maiο	-	323,121	237,487	538,554	695,388	953,835
Junho	-	202,776	187,132	510,499	641,893	-
Julho	-	221,588	205,027	507,664	661,592	-
Agosto	-	339,985	305,974	649,301	802,310	-
Setembro	221,732	194,956	204,740	462,461	629,383	-
Outubro	536,695	246,714	280,791	577,097	675,588	-
Novembro	497,510	203,220	341,267	515,882	653,448	-
Dezembro	211,262	125,445	256,730	447,033	605,996	-
Janeiro	369,396	200,821	357,208	552,011	663,135	-
Fevereiro	224,013	127,672	259,310	471,085	589,633	-
Março	414,232	221,139	476,427	684,741	875,033	-
<b>Total</b>	<u>2,474,831</u>	<u>2,743,479</u>	<u>3,312,121</u>	<u>6,437,851</u>	<u>8,158,994</u>	<u>1,842,080</u>

24,969,351 = 25,000,000

Quadro 2.1.2 Sistema do Monotrilho do Mundo

Ano de conclusao	Pais	Local	Sistema	Finalidade	Extensao (km)	Linha
1956	Alemanha Ocidental	Fuhlingen	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para Experiência	1,8	Linha simples
1957	Japao	Ueno Tóquio	Tipo Suspenso	Para Parque de diversoes	0,33	Linha simples
1959	Estados Unidos	Disneyland	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para Parque diversoes	1,34	Linha simples
1960	França	Subúrbio de Orleans	Tipo suspenso SAFEGE	Para Experiência	1,4	Linha simples
1961	Itália	Turin	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageiros	1,16	Linha simples
1961	Estados Unidos	Disneyland	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageiros	2,6	Linha simples (prolongamento)
1961	Japão	Nara	Tipo montado sobre trilhos Toshiba	Para parque de diversoes	0,9	Linha simples
1962	Japão	Inuyama	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageiros	1,39	Linha simples
1962	Estados Unidos	Seattle	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageiros	1,59	Linha dupla
1962	Japão	Gifu	Tipo montado sobre trilhos Nippon Lockheed	Para Experiência	0,86	Linha simples
1963	Japão	Yomiuriland	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageorps	1,97	Linha simples
1964	Japão	Yomiuriland	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageiros	1,13	Linha simples (prolongamento)
1964	Japão	Higashi-Yama Park	Tipo suspenso SAFEGE	Para transporte de passageiros	0,47	Linha simples

Ano de conclusao	Pais	Local	Sistema	Finalidade	Extensao (km)	Linha
1966	Japão	Mukogaoka	Tipo montado sobre trilhos Nippon Lockheed	Para transporte de passageiros	1,1	Linha simples
1966	Japão	Himeji	Tipo montado sobre trilhos Nippon Lockheed	Para transporte de passageiros	1,63	Linha simples
1966	Japão	Yokohama Dreamland	Tipo montado sobre trilhos Toshiba	Para transporte de passageiros	5,4	Linha simples
1964	Japão	Haneda	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para transporte de passageiros	13,1	Linha dupla
1968 em construção	Japão	Osaka	Tipo montado sobre trilhos ALWEG	Para Expo-70 em Osaka	4,3	Linha simples
1968 em construção	Japão	Ohfuna	Tipo suspenso SAFEGE	Para transporte de passageiros	7,0	Linha simples

## 2.2 Padrão de construção do monotrilho

### 2.2.1 Gabarito de construção e gabarito de material rodante.

O gabarito de construção e o gabarito do material rodante do monotrilho do tipo montado são mostrados na Fig. 2.2 (1). Mostra o gabarito usual da seção de via dupla.

O gabarito das plataformas das estações é montado separadamente.

### 2.2.2 Distância entre os centros das vias.

A distância entre centros das vias na via dupla (B) é

$$B \cong 3,70 \text{ m}$$

Todavia essa distância nos abrigos de carros e outros pontos que não a linha principal podem ser reduzidas para 3.50m.

### 2.2.3 Gradiente e curva vertical

Grade máximo: 100 - 0/00

Ráio mínimo de curva vertical: 500m

### 2.2.4 Curva e curva de transição

Ráio mínimo de curvatura: 60m

Uma curva de transição é inserida entre

uma linha reta e uma linha circular e entre duas linhas circulares que tenham raios diferentes.

O comprimento de uma curva de transição é fixado de acordo com a seguinte fórmula:

$$L = \frac{V^3}{14R}$$

L: Comprimento da curva de transição (M)

R: Ráio de curvatura (M)

V: Velocidade (km/h)

A fórmula acima é calculada aceitando-se a taxa de variação da aceleração centrífuga como sendo  $0.3 \text{ m/seg}^2$ .

### 2.2.5 Superelevação

Numa curva, a superelevação é calculada de acordo com a seguinte fórmula, exceto no caso de um desvio:

$$q = \operatorname{tg} \Theta \frac{V^2}{127R} - 0.05 \leq 0.15$$

onde

q: superelevação (tg  $\Theta$ )

$\Theta$ : ângulo de inclinação ( $^{\circ}$ )

R: raio de curvatura (m)

V: velocidade máxima (km/h)

### 2.2.6 Carga móvel

A estrutura da via deverá ser projetada de forma a suportar as cargas dos eixos do trem como indicado na Fig. 2.2 (2).

## 2.3 Localização do traçado

Na figura 2.3 (1) está indicado o traçado do monotrilho tendo a estação do monotrilho no Centro Metropolitano do Estado da Guanabara como a estação inicial e como ponto final o aeroporto internacional do Galeão, dentro do plano da cidade da Barra da Tijuca do Dr. Lúcio Costa.

Como pontos a serem percorridos foram escolhidos o centro dos bairros principais e pontos de ligação com as ferrovias.

Dos resultados dos nossos estudos por um período aproximado de um mês, pela estrutura padrão do monotrilho, pelas condições dos bairros, pelos planos de alargamento das rodovias, etc., definimos o traçado passando através dos seguintes pontos e rodovias:

Pontos de Passagem	Distância (km)	Nome da Rodovia a Passar	Largura da Rodovia (m)	Projetada (m)
Centro Metropolitano	0	Nova rodovia em projeto		(80)
		Bandeirantes	10	(30)
Jacarepaguá	5,5	Cândido Benício	10	(30)
Madureira	11,7	Ministro Marechal Edgard Rangel Romero	13	(30)
		Monsenhor Felix	10	(22)
Itajá	15,6	Brás de Pina	10	(30)
Penha	20,5			
Galeão	25,0			

A largura da maioria das pistas das rodovias existentes onde será instalado o monotrilho tem 10 metros ou mais, e como não haverá influência de grandes consequências, pela construção dos pilares no centro da pista, projetamos de maneira a se construir no centro uma faixa de separação de 2 metros, na qual serão construídos os pilares do monotrilho.

Outrossim, resultante dos estudos ficou esclarecido que estas rodovias têm um projeto de alargamento (22m - 30m), e portanto, deverão ser alargadas de acordo com a necessidade.

Ainda paralelamente à execução do monotrilho, é desejável que o alargamento das rodovias seja executado.

A figura 2.3 (2) indica o perfil do traçado.

Na extensão de 25 km a diferença de nível é de cerca de 37 metros e poderá ser dito que é de modo geral plano; a rampa máxima é de 16%.

No projeto do perfil o limite de altura é de 4.5 metros, todavia foi calculado para 5 metros com tolerância.

A estação de ligação com a ferrovia será construída em um sistema com um saguão no sobre-piso a rampa máxima no trecho da estação é de 4%.

## 2.4 Demanda de transporte

Com referência aos volumes de transportes para a EXPO-72, como já foi dito e pela situação da distribuição da população na Zona Norte, bem como pelas condições de interligações entre o monotrilho e a ferrovia, das 4.000.000 de pessoas que se espera serem transportadas da área além da Micro - Area, cêrca de 2.800.000 pessoas estarão em condições de se utilizarem do monotrilho, o que significa cêrca de 15.500 pessoas por dia.

Considerando que 60% do número acima estão concentrados nas 2 horas durante a manhã, temos 4.650 por hora e, dando-se uma margem para excesso, teremos 5.000 pessoas/hora.

Então, de acôrdo com o fluxo de passageiros em 1968, de conformidade com o Quadro 2.4 (2), no trecho Jacarepaguá - Madureira - Irajá - Penha, que é a zona do traçado do monotrilho, o volume de transporte máximo foi aquêle no trecho Madureira - Irajá, com 55.394 pessoas por dia.

No evento de que o volume máximo de transporte na zona do traçado do monotrilho venha a crescer anualmente na mesma proporção indicada no Quadro acima, na ocasião da abertura da EXPO-72, serão 70.000 pessoas por dia, das quais, supondo-se que 50% se transfiram para o monotrilho, teremos 35.000 pessoas.

Da mesma maneira em 1975 e 1999, como mostrado respectivamente nos Quadros 2.4 (3) e 2.4 (4), haverá 77.800 pessoas por dia e 121.700 pessoas por dia e, considerando-se 50% dêsses números, teremos 38.900 pessoas por dia e 60.800 pessoas por dia.

Por outro lado, o volume total a transportar da mesma maneira será de 69.700 pessoas por dia na EXPO-72, sendo 79.500 pessoas por dia em 1975 e 120.000 pessoas por dia em 1990.

Todavia, podemos considerar que o volume máximo a transportar para a EXPO-72 será de 5.000 pessoas por hora, por ocasião da abertura da EXPO-72 visto que os de passageiros normais nas horas de "rush" seriam em direções opostas e haveria também uma diferença de horário, entre os passageiros do trabalho e visitantes da EXPO-72.

Compilando os volumes anuais de transporte acima mencionados temos o seguinte Quadro:



	EXPO-72	1975	1990
Volume máximo de transporte por trecho - Pessoas por dia	35.000	38.900	60.800
Volume transporta do nas horas de "rush"	3.500	3.890	6.080
Volume total de transporte	69.700	79.500	120.000

Observação: O volume nas horas de "rush" foi considerado como 10% do volume máximo do trecho.

Acresce que se pode admitir que, dependendo do progresso do planejamento da cidade e o desenvolvimento das áreas ao longo da linha do monotrilho, o volume de transporte acima poderá aumentar.

Por outro lado, o volume acima, como indicado na Tabela 1.2 (espaçamento dos trens, números de composições, volume de transporte) é suficientemente transportável.

## 2.5 Planejamento da operação

Seis estações estão previstas na linha, incluindo a estação terminal, sendo seu comprimento de 25 km e de linha dupla.

O tempo necessário entre as estações terminais é dentro de 25 minutos, sendo que o número de trens e o intervalo de operação são como segue, supondo que a capacidade normal de passageiros seja de 125 pessoas, a capacidade total de 200 pessoas, e a velocidade normal de operação de 60 km/h, a fim de assegurar o transporte máximo de 5.000 pessoas por hora em um sentido durante o período da EXPO-72, como mencionado no Artigo 2.4 acima.

Composição do trem	:	4 carros.
Capacidade máxima de transporte por trem	:	800 pessoas.
Intervalo de operação	:	9 (nove) minutos.
Número de trens a serem operados	:	8 trens.
Número de trens em reserva	:	2 trens.
Total dos trens necessários	:	40 trens.

### 3. Especificações das Instalações e Material Rodante

#### 3.1 Obra de engenharia civil e construção

##### 3.1.1 Fundações

Como a formação geológica de toda a área do Rio de Janeiro consiste na sua maior parte de Gnaisse, granito formado período Precambriano ao Terciário, período cretáceo e camadas arenosas, julgamos estas como geologicamente favoráveis, que permitirá suportar a carga total de toda a estrutura, na maior parte da área e concluímos que a estrutura poderá ser construída diretamente sobre as fundações. Todavia em 2 áreas circunvizinhas a Barra da Tijuca e Galeão onde a força de suporte é presumida não ser suficientemente forte, estacas de concreto armado serão utilizadas.

As dimensões das estacas que serão usadas nessas áreas estão indicadas no quadro 3.1 (1)

Quadro 3.1 (1)

Seções	Distância	Dimensões	
		Diâmetro	Comprimento
0 km 2.5 km	2,5 km	Ø 300 m/m	15 m
21.5 km 23.0 km	1,5 km	Ø 300 m/m	15 m
23.0 km 24.0 km	1,0 km	Ø 400 m/m	20 m
24.0 km 25.0 km	1,0 km	Ø 300 m/m	10 m
Abrigo	2,0 km	Ø 300 m/m	10 m

##### 3.1.2 Pilares

Os pilares de concreto armado excetuando os locais especiais onde serão necessários estruturas de aço. Os pilares estão desenhados com a forma T, com a seção principal octagonal e, as suas dimensões e formato são as indicadas na Fig. 3.1 (1) 3.1 (2), e 3.1 (3). As Fig. 3.1 (1) e 3.1 (2) mostram a relação entre os pilares e a viga de concreto.

Pilares de aço são usados no caso de um vão comprido ou estruturas altas.

Um exemplo dessas estruturas é mostrado na Fig. 3.1 (4).

### 3.1.3 Viga da linha

A estrutura da viga da linha é de concreto prótendido. O raio mínimo da viga em curva é de 100 m e o comprimento padrão é de 20 m. A seção transversal da viga de concreto é ôca e as partes centrais em ambos os lados são chanfrados. Os trilhos alimentadores de força mostrados na Fig. 3.2 (2) estão inseridos nas seções côncavas.

A seção padrão da viga do concreto prótendido é de 0,8 m de largura, 1,40 m de altura e 20 m de comprimento conforme mostrada na Fig. 3.1 (5). O peso da viga por metro é de aproximadamente 2 toneladas. Entretanto para as juntas das vigas adjacentes, são colocadas "placas de junção" ambas expansível e contrátil a fim de permitir ao carro correr suavemente na junta.

### 3.1.4 Sapatas

Acoplamentos entre pilares e vigas são feitos com sapatas como mostra a Fig. 3.1 (6).

As sapatas consistem de uma sapata inferior fixada à cabeça do Pilar e uma sapata superior fixada à viga.

### 3.1.5 Pontes

Nos locais de cruzamento de rodovias, ferrovias e rios, onde são necessários vãos grandes e compridos, vigas de aço são usadas conforme Fig. 3.1 (7).

### 3.1.6 Desvios

O desenho padrão dos desvios é mostrado na Fig. 3.1 (11).

Existem 2 tipos principais de desvios usados no sistema do monotrilha, o desvio semi-flexível (Fig. 3.1 (12) ) para a via principal e o desvio articulado (Fig. 3.1 (13) ) para a linha dentro do abrigo.

Os desvios usados são conforme o quadro 3.1 (2).

Quadro 3.1 (2)

Tipo	Sistema de desvio	Número de Jogos	Localização
Desvio semiflexível	duplo	7	para a via principal
Desvio articulado	triplo	6	para o abrigo

### 3.1.7 Estações

As seis seguintes estações serão estabelecidas nesta linha no início da operação do serviço, isto é, abril de 1972:

Quilometragem	Estação	Observações
0 km	Centro Metropolitano	
5.5 km	Jacarepaguá	
11.7 km	Madureira	Estação ligada às ferrovias
15.6	Irajá	
20.5	Penha	Estação ligada às ferrovias.
25.0	Galeão	

(1) Estação do Centro Metropolitano.

A estação será construída no local da EXPO-72, e como o nome indica, perto do Centro Metropolitano ora em planejamento.

A plataforma será do tipo ilhado de 10 m de largura por prever-se um grande número de passageiros. O comprimento da plataforma será de 65 m, de modo que um trem composto de quatro carros possa ser operado no início do serviço de operação. Porém, pode-se tomar em consideração no plano a sua ampliação no futuro (o comprimento da plataforma de cada estação a seguir mencionada será igual ao indicado acima).

O saguão, a borboleta, e o escritório da estação serão construídos no solo.

O resumo do planejamento da estação está indicado na Fig. 3.1 (14).

(2) Estação de Jacarepaguá.

Esta estação será construída na rua principal do centro de Jacarepaguá.

As instalações tais como o saguão, as borboletas e o escritório da estação, etc., serão construídos no viaduto sobre a estrada. O viaduto será construído atravessando sobre a distância entre os passeios, considerado o existente plano de expansão. O plano sumário desta estação está mostrado na Fig. 3.1 (15).

(3) Estação de Madureira

A estação será construída sobre a estação da linha central da ferrovia e ligada uma à outra.

O saguão e as borboletas serão construídos no viaduto sobre a linha central.

A plataforma será do tipo ilhado com 10 m de largura, visto ser previsto um grande número de passageiros. O plano sumário desta estação é mostrado na Fig. 3.1 (16).

(4) Estação de Irajá

Esta estação será localizada perto da Estação de Irajá da Linha Férrea Rio Douro, que está presentemente com operação paralisada.

A plataforma será de tipo separado, considerando que será estabelecida uma estação do metrô de acordo com o planejamento do metrô e que é necessário aos passageiros trocarem de linha aqui, respectivamente.

O saguão, borboletas, e escritórios da estação serão localizados na sobreloja.

O plano sumário é mostrado na Fig. 3.1 (17).

(5) Estação da Penha

A estação será localizada perto da estação da Penha da Estrada de Ferro Leopoldina e serão estabelecidas as instalações de interligação de cada estação.

O saguão, borboletas e escritório da estação serão construídos na sobreloja e ligados com o viaduto da estação ferroviária.

A plataforma será do tipo separado com 4 m de largura cada.

O plano sumário é mostrado na Fig. 3.1 (18).

(6) Estação do Galeão.

A estação será construída perto da entrada do aeroporto e com plataforma do tipo ilhado com 8 m de largura.

O saguão, borboletas e escritório da estação serão estabelecidas no sólo, e o saguão será um pouco maior do que as outras estações intermediárias.

O plano sumário está mostrado na Fig. 3.1 (19).

De acordo com o nosso plano, as 6 estações acima serão estabelecidas neste percurso. Todavia, será considerado o aumento de estações de acordo com o desenvolvimento ao longo de linha.

Também, a linha da estação do Galeão está desenhada de tal forma a permitir a extensão da linha à zona ao aeroporto Santos Dumont, no futuro, e esta mesma consideração é dada para ligação com alguma estação do Centro Metropolitano no centro da cidade.

### 3.1.8 Abrigo para carros e oficinas

O abrigo para carros será construído na Barra da Tijuca. A concepção geral é conforme indicado na Fig. 3.1 (20). De acordo com os cálculos da capacidade serão necessários 40 carros.

Como instalações, deverão ser considerados um pátio de armazenamento para o recolhimento do trem em composição, casa de lavagem de carro, oficina, edifício de administração etc.

A oficina de inspeção, deverá possuir como instalações necessárias às vistorias periódicas (anuais, mensais) e reparos, trêslinhas de vistoria e reparos de 70 metros de comprimento efetivo e equipamento para remoção de truques etc.

Foi também decidido, assegurar a área necessária prevendo o aumento da quantidade de transporte assim como o aumento do número de carros deco-

rente do desenvolvimento das áreas ao longoda linha e subseqüente aumento de estações intermediárias, aumento das linhas etc.

### 3.2 Instalações elétricas

#### 3.2.1 Sub-estação

A eletricidade necessário para a operação dêste sistema de monotrilho é de D.C. 1.500 V, e é recebida na sub-estação dentro do sistema. O número, a localização e a capacidade das sub-estações a serem estabelecidas para o sistema conforme indicado na Fig. 3.2 (1) variará de acôrdo com o programa de operação dos trens no futuro, tais como número e composição de trens.

A capacidade contínua dos equipamentos elétricos das sub-estações, neste plano, é de 1.500 kW e duas unidades de tais equipamentos incluindo uma unidade sobressalente serão providas em cada sub-estação. Essas sub-estações, que serão localizadas dentro de uma distância média de 7 km uma da outra, serão preferivelmente localizadas na estação do Centro Metropolitano ou sua vizinhança, estações de Jacarepaguá, Madureira e Penha, respectivamente.

Na sub-estação a voltagem A.C. será transformada à voltagem necessária, e após ser retificada pelo retificador D.C. e retirada e alimentada ao trilho alimentador de energia.

#### 3.2.2 Os trilhos de alimentação de energia e as placas de terra, para a carroceria

A fim de fornecer a energia elétrica de 1.500 D.C. aos carros em movimento, os trilhos alimentadores de energia estão colocados em ambos os lados da viga, conforme indicado na Fig. 3.2.1 (2), isto é, um lado é para o trilho alimentador de energia positiva e o outro lado para o trilho alimentador de energia negativa. Ambos os trilhos laterais alimentadores de energia positiva e negativa são isolados e suportados por isoladores. O padrão das distâncias do suporte é de 2,5 m e os trilhos são suportados de tal forma a não impedir a sua expansão ou contração devido à temperatura externa. Condutores de cobre de 100 m/m<sup>2</sup> estão ligados a trilhos de alumínio em forma de T que são usados como trilho de alimentação de energia.

O trilho lateral alimentador de energia negativa é ligado à terra na sub-estação.

O trilho lateral alimentador de energia positiva é carregada com alta voltagem, e colocado nos lugares em que as pessoas poderiam tocar, como por exemplo, aqueles correndo ao longo da plataforma àqueles colocados a uma altura menos do que 3.5 m do chão, são cobertos com chapas protetoras de isoladores.

Em adição uma placa de metal ligada à terra é colocada no lado negativo do trilho alimentador de energia que corre ao longo da plataforma. A razão pela qual são colocados, está no fato que a carroceria está elêtricamente isolada do solo pelos seus pneus e que poderá ser acumulada uma eletricidade estática na carroceria durante a operação, e não é desejável que a eletricidade estática carregada, seja descarregada através do corpo dos passageiros entrando ou saindo dos carros.

### 3.2.3 Sinalização e instalações de segurança.

Para assegurar um operação segura e precisa o sistema de sinalização e facilidades de segurança são instalados com os três seguintes objetivos:

- (A) Para manter as distâncias prescritas entre trens protegendo-os desta forma das colisões.
- (B) Para ter os trens trafegando ao longo das rotas designadas com desvios e sinais de travamento.
- (C) Para evitar descarrilhamento tanto no fim da linha como nos desvios. O sistema de indicação de sinalização a ser adaptado a êste sistema de monorilho é o denominado "CAB Signal Type".

#### (1) Sistema de sinalização automática

A fim de manter as mínimas distâncias prescritas entre trens, seções de bloqueio são sucessivamente incorporadas nos trilhos, a fim de possibilitar a verificação da posição dos trens, de acôrdo com a distância entre o trem precedente e o trem seguinte.

Quando o trem seguinte aproxima-se demais, um sinal é dado a fim de que o trem seja retardado ou parado, de acôrdo com a distância.

Todo o contrôle acima é conseguido automaticamente. Circuito de indução, antena terrestre, aparelhos de encaixe, e pré-amplificadores são colocados à margem e estão ligados com a sala de equipamentos de sinalização. As salas de equipamento de sinalização serão instaladas



em quatro lugares onde se localizarão as sub-estações, considerados fatores tais como perda de transmissão do cabo de sinal e circuitos de indução.

(2) Sistema de reles de travamento

O objetivo do sistema de reles de travamento é para travar a operação de troca com o sinal indicado e revelar automaticamente se um trem está perto ou não do desvio, assegurando assim uma operação segura para ambos, o trem e os desvios.

O sistema será conforme indicado na Fig. 3.2.1 (3) instalado em estações equipadas com desvios, isto é, nas Estações do Centro Metropolitano, Madureira, Galeão, assim como nas linhas de entrada e saída dos abrigos dos carros.

(3) Equipamentos para parada automática de trens.

Nos lugares onde o trem possa descarrilhar, tal como no fim da linha ou no desvio, será instalado equipamento de parada automática de trens. Quando o motorneiro avança o trem perto desses lugares, apesar do sinal, este equipamento denunciará a posição e a velocidade do trem, as condições de operação do desvio e pára o trem automaticamente, independente da vontade do motorneiro.

#### 3.2.4 Instalações de comunicação

Os seguintes circuitos serão instalados com telefone ferroviário:

(1) Circuito de despacho do trem.

A fim de despachar os trens, é efetuado o contato por este circuito telefônico entre o despachante do trem e o sinaleiro ou funcionários da estação.

(2) Circuito de telefone comercial.

Um número necessário de circuito de telefones será instalado a fim de possibilitar contatos diversos de objetivo comercial.

### 3.3 Material Rodante

Conforme indicado na Fig. 3.3 (1) e Fig. 3.3 (2) o carro é de unidade permanente de 2 carros e pode ser dividido de um modo geral na carroceria e no truque que corre sobre o trilho, suportando a carroceria.

O carro elétrico é dirigido por Corrente Direta e a energia elétrica é recolhida através do pantógrafo colocado no truque e alimentado ao motor de tração através do controlador. O torque dos motores elétricos é transmitido às engrenagens de redução, às rodas verticais, que estão em contato com a face superior da viga e movimentará o carro.

Os motores de tração estão instalados na armação do truque e a maioria das outras máquinas e equipamentos estão instalados sob o piso da carroceria.

Quanto ao sistema de freios, estão providos com freios de mola para fins de estacionamento em adição ao freio de ar de travamento eletro-pneumático. O sistema de sinal é o sinal de carro e o indicador de sinal está instalado na frente do assento do motorneiro. Em adição, afim de assegurar a segurança da operação, está instalado um aparelho indicador de parada automática do trem, interligado ao equipamento de sinalização.

As especificações principais são:

a) - Estilo do carro	Monotrilho tipo montado sobre trilhos
b) - Tipo	Carro de passageiro elétrico com truques c/ 2 eixos.
c) - Composição	Unidade permanente de 2 carros.
d) - Dimensões máximas	Comprimento 15.65 m por carro Largura 3.00 m Altura 3.68 m (acima da viga).
e) - Tara de peso	Aprox. 26 ton. por carro.
f) - Capacidade normal de passageiros - (56 sentados, 71 de pé) por carro.	125
g) - Capacidade total (56 sentados, 144 de pé) por carro	200
h) - Distância de centro do truque	9.5 m
i) - Base de rodas rígido	tipo vertical 1.7 m tipo horizontal 2.7 m

j) - Construções de carrocerias	Construção metálica de aço
k) - Rodas de Movimento	Tipo de borracha selada com gás nitrogênico 4 pneus por truque. Distância entre rodas 400m/m.
l) - Rodas Horizontais	Rodas de borracha pneumática, 6 pneus por truque (4 pneus superiores de govêrno) (2 inferiores de estabilização). Distâncias entre rodas Superiores e inferiores 1.08 <sup>5m</sup>
m) - Freio do truque	Freio a disco 2 jogos p/truque.
n) - Freio de estacionamento	Freio a tambor 2 jogos p/truque.
o) - Motor principal de tração	Rendimento 75 kW
p) - Aparêlho de Contrôle	Tipo de aceleração e retardamento, automático multi-controlado.
q) - Aparêlho de freio	Freio de ar direto Eletro-pneumático.
r) - Voltagem do trilho alimentador de energia	D.C. 1.500 V
s) - Aceleração direta	Aprox. 3 km/s
t) - Retardamento direto	Aprox. 4 km/s
u) - Velocidade máxima	100 km/h

#### 4. Custo Aproximado de Construção e Prazo para Construção

##### 4.1 Condições para o Calculo do Custo de Construção

###### 4.1.1 Custo de Bens Imoveis e Indenizações

A escolha do traçado, em principio, foi planejado para passar sobre as rodovias já existentes, todavia, uma parte inevitavelmente será executada com a utilização de techos fora das rodovias.

A procura de bens imoveis, remoção das construções, dos materiais sob as rodovias, fios elétricos sobre a rodovia, postes de iluminação, faz necessário um estudo mais detalhado, e será calculado por ocasião dos trabalhos de execução, não estando incluído nos calculos aproximados atuais.

###### 4.1.2 Energia Elétrica e Agua Necessária

A energia elétrica e agua necessária para as obras, poderão ser recebidas dos locais proximos à obra.

#### 4.1.3 Material

Os materiais usualmente necessários às obras, tais como aço, cimento etc foram considerados os produtos brasileiros. O material rodante, peças dos desvios, equipamentos de sinalização e comunicação e peças necessárias serão produtos japoneses.

#### 4.1.4 Maquinas e Equipamentos para a Obra

As maquinas e equipamentos a serem usadas nesta construção serão consideradas às disponíveis no Brasil, excluídos os especiais, tais como os moldes especiais para a viga da linha.

#### 4.1.5 Calculo de custo da obra

Os custos de construção são baseados nos resultados das pesquisas no Rio, considerando que a construção na sua maior parte será realizada por empresas brasileiras. Para as obra especiais tais como a fabricação e instalação das vigas da linha, está considerado a supervisão pelos japoneses. Os presentes calculos são baseados em preços de setembro de 1969 não incluindo aumento de custo por inflação etc.

#### 4.1.6 Os limites dos calculos

Os itens seguintes são considerados necessários para a construção, porem estão excluídos dos calculos:

- 1) Juros sobre o pagamento do custo da construção.
- 2) Custos de obras incidentais, isto é custo de alargamento da rodovias e remoção de construções da rodovia etc.
- 3) Tributações
  - a) Imposto de Importação sobre os equipamentos e máquinas a serem transportados do Japão e impostos correlatos.
  - b) Impostos tributáveis às obras
  - c) Tributações sobre os engenheiros japoneses que estarão nas obras.

#### 4.2 Custo estimativo da construção

Conforme demonstrado no quadro 4.2 (1)

Quadro 4.2 (1)

Unidade: US\$1 Milhão

Itens	Moeda local	Moeda estrangeira	Total
Custo de engenharia civil e construções	48.450	13.100	62.150
Custo do equipamento elétrico	4.030	6.610	10.640
Custo do material rodante	-	6.110	6.110
Total	52.480	26.420	78.900
Extensão da linha principal			25 km
Custo da construção por 1 km	2.100	1.060	3.160

O quadro acima conforme exposto nos itens 2.5 e 3.1.7 foi calculado considerando estações em 6 localidades com 10 trens com composição de 4 carros ou sejam 40 carros.

Prevê-se que no futuro, novas estações sejam construídas e acrescido o material rodante, com o desenvolvimento das áreas ao longo da linha.

Por exemplo, o custo adicional pelo aumento de 5 novas estações, o resultado em um trem seria como segue:

Estações	US\$120,000 x 5 =	US\$ 600,000
Material rodante	US\$600,000 x 1 =	US\$ 600,000
Total	.....	US\$1,200,000

#### 4.3 Prazo da construção

O tempo necessário para a construção dos 25 km totais entre a estação do Centro Metropolitano e a estação do Galeão é de 29 meses, conforme demonstrado na Fig. 6.1 (1).

## 5. Balanço das Despesas e Receitas

### 5.1 Despesas

A despesa total será de US\$8,800,000 e é composta das seguintes parcelas:

(com relação aos custos unitários, para fins de cálculo, foram aplicados os padrões da cidade do Rio de Janeiro, tanto quanto possível e, quando esses padrões não se achavam disponíveis, foram aplicados os do Japão.)

- a) Despesa com pessoal tomando-se por base o salário médio anual per capita de 400,000 yens . . . . . cêrca de US\$400.00

(Número de empregados por estação : 150 pessoas)

(Número de empregados para operação: 80 pessoas)

(Número de empregados para manutenção: 100 pessoas)

(Número de empregados para administração: 30 pessoas)

Total . . . . . 360 pessoas.

- b) Custo de manutenção (para a via permanente, o material rodante, equipamentos elétricos, etc.) . . . . . cêrca de US\$ 550,000

- c) Depreciação (baseada na fórmula usada no Japão) " US\$2,350,000

- d) Juros (baseados em 7% ao ano) . . . . . " US\$5,500,000

- e) Impostos . . . . . Divre

### 5.2 Receita

Como indicado no item 2.4, o número esperado de passageiros, que é o principal fator determinante da receita de venda de passagens, é de 40,600,000 baseado na seguinte estimativa:

2.800.000 visitantes à EXPO-72 + 17.500.000 passageiros = 20.300.000.

(70.000 pessoas x 250 dias, excluindo os domingos e feriados).

20.300.000 x 2 = cêrca de 40.600.000 (nas duas direções).

Embora a tarifa a ser cobrada deva ser decidida pelo Governo Brasileiro, fixamos em US\$). 42, como exemplo, por pessoa e numa só direção, para os visitantes da EXPO-72 e em US\$0.20 para passageiros portadores de passes, resultando daí uma receita de venda de passagens que pode ser calculada em aproximadamente US\$8,800.000

### 5.3 Balanço da Receita e da Despesa tomando-se por base a tarifa indicada em 5.2

A receita e a despesa ficarão equilibradas no pressuposto acima de uma receita anual de US\$8.800.000; todavia deve ser observado que os juros devem ser excluídos das despesas devido às características das utilidades públicas como os meios de transporte coletivo, como é o monotrilho. Neste caso a despesa anual será reduzida para US\$3,300.000 e será coberta pela receita somente dos passageiros quotidianos e, mesmo que a passagem seja de US\$0,10 per capita de um ano comum como exposto no item 5.2 ( $US\$0.1 \times 35.000.000 = US\$3.500.000$ ). Portanto, durante o período da EXPO a receita será aumentada daquela parcela dos visitantes da EXPO-72. O número de passageiros transportados é esperado crescer ainda mais de acordo com o desenvolvimento dos bairros ao longo da linha do monotrilho, e na época da conclusão dos trabalhos planejados para a EXPO-72, as condições serão ainda melhores que as acima indicadas.

Aqui se dá um exemplo, para referência, fornecido pela linha de monotrilho HANEDA-TOKYO. A tarifa por pessoa numa só direção é de US\$0,42. O balanço tem melhorado de ano para ano devido ao aumento do número de passageiros e espera-se que a receita e a despesa se equilibrem neste ano fiscal depois de 5 anos de operação.

### 6. Diagrama de Trabalhos da Construção de Monotrilho

(Da preparação ao teste de funcionamento)

O diagrama de trabalhos de construção do monotrilho entre o Centro-Metropolitano e o Galeão está mostrado na Fig. 6.1 (1).

Como um plano alternativo, foi considerado que a operação entre a estação do Centro Metropolitano e a estação de Madureira (a qual parece ser a mais importante), será iniciada na primeira etapa, seguida pela extensão até à estação da Penha e à estação do Galeão. O tempo de construção dessa primeira etapa nesse plano alternativo é o mesmo indicado na Fig. 6.1 (1).

Os custos de construção de cada Seção:

Centro Metropolitano-Madureira, Madureira-Penha, e Penha-Galeão estão indicados na Tabela 6. (1).

Custo de Construção de Cada Trecho

(Unidade: US\$ 1 milhão)

Quadro 6. (1)

Itens	Primeiro Trecho Centro Met-Madureira		Segundo Trecho Madureira-Penha		Treceiro Trecho Penha-Galeão		Total	
	Moeda Nacional	Moeda Nacional	Moeda Nacional	Moeda Nacional	Moeda Nacional	Moeda Nacional	Moeda Nacional	Moeda Nacional
Custo de Engenharia Civil e Obras de Construção	21.670	7.850	17.480	3.950	8.940	2.200	48.090	14.000
Custo das Instalações Elétricas	1.990	3.360	1.210	2.230	0.830	1.180	4.030	6.770
Custo do Material Rodante	-	3.050	-	2.450	-	0.610	-	6.110
Total	23.660	14.260	18.690	8.630	9.770	3.990	52.120	26.880
Total Geral	37.920		27.320		13.760		79.000	
Extensão da Linha Principal	11,7 Km		8,8 Km		4,5 Km		25 Km	
Custo de Construção por 1 Km	3.240		3.100		3.050		3.160	



## 7. Conclusões e Recomendações

### 7.1 Conclusão

7.1.1 O monotrilho entre o aeroporto internacional do Galeão e a Barra da Tijuca, pelas razões enumeramos abaixo, consideramos uma necessidade indispensável, como meio de transporte de grandes massas à alta velocidade, baseado no planejamento da cidade do Rio de Janeiro.

- (1) É indispensável como meio de transporte de grandes massas para a EXPO-72, considerado os fatores, prazo de construção e custos. (é impossível qualquer outro meio que substitua este).
- (2) É também um meio de tráfego altamente necessário, mesmo após o término da EXPO-72, para o desenvolvimento da Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro e da Barra da Tijuca.
- (3) A Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, com o aumento da massa populacional fará surgir em detrimento público a poluição do ar, ruídos, etc. É dito que os Cariocas por habitarem uma área de alta temperatura-gostam do mar, mas especialmente a população desta área, que deseja ter uma área de repouso saudável, terá fácil acesso através desta linha, ao belo mar, a lagoa, a vegetação e, ao céu do novo "Eldorado" em projeto, do Dr. Lúcio Costa, planejado para a Barra da Tijuca.
- (4) É previsível que a sua importância em relação à ferrovia cresça visto o fato que, a Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro, que se desenvolve ao longo da ferrovia (Madureira, Irajá, Penha, etc.) terá o seu tráfego para o centro saturado (resultante do aumento do número de automóveis) e a coordenação da ferrovia com o monotrilho, aumentando o grau de aproveitamento de cada um, poderá dar-se uma forma apropriada ao sistema de tráfego da cidade.

7.1.2 Todavia, tornou-se claro que, para a construção do sistema do monotrilho, desde os seus preparativos até o término das obras, esta levará pelo menos 29 meses.

## 7.2 Recomendações

- 7.2.1 Pelos motivos acima, é necessário ao Governo Brasileiro apressar a sua decisão sobre o plano de construção. O prazo limite para a decisão final é o de meados de outubro. Outrossim é necessário que os diversos preparativos sejam prosseguidos com o máximo de esforços.

A Missão Japonesa de Estudos, no que tange a cooperação técnica necessária para a construção do monotrilho ao mesmo tempo que fará vigorosa recomendação ao Governo Japonês, deseja que este plano frutifique e que nasça na cidade do Rio de Janeiro, o primeiromonotrilho do Hemisfério Sul, possuindo o mais alto padrão técnico do mundo.

- 7.2.2 De todos os trechos, o trecho mais importante consideramos ser o da Barra da Tijuca-Madureira. Este trecho é o aquele que no transporte para a EXPO-72, será o maior gargalo e, por outro lado a importante linha ligando a Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro a área da Barra da Tijuca e de Jacarepaguá. Seguem na ordem de importancia os trechos, Madureira-Penha, Penha-Galeão.

- 7.2.3 Ainda, desejamos sugerir como um percurso adequado, a ligação do aeroporto internacional do Galeão passando pelo centro da cidade à uma estação no aeroporto Santos Dumont, ou a uma estação do metrô. Isto envolve alguns problemas, porem consideramos a sua construção ser comparativamente fácil.

## FIGURAS E QUADROS



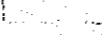

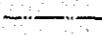

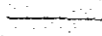

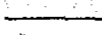




Figura 1.1 ( 1)	Locais de trabalho (1968)
Figura 1.1 ( 2)	Zonas de estudo Macro-Area - Micro-Area.
Figura 1.1 ( 3)	Viagens diárias das residências para todos os objetivos.
Figura 1.1 ( 4)	Tipos de tráfego correspondente à Micro-Area.
Figura 1.1 ( 5)	Movimento diário de passageiros nas Estradas de Ferro.
Figura 1.1 ( 6)	Tráfego total diário atravessando a Screenline.
Figura 1.1 ( 7)	População.
Figura 1.1 ( 8)	Projeto da Barra da Tijuca pelo Dr. Lúcio Costa.
Figura 1.1 ( 9)	Metrô e rede de ferrovias (1990).
Figura 1.2 ( 1)	População da Micro-Area.
Figura 1.2 ( 2)	População da Macro-Area sem a Micro-Area.
Figura 1.2 ( 3)	Os principais projetos rodoviários do Estado da Guanabara.
Figura 1.2 ( 4)	Geração de tráfego - origem dos passageiros e destino - Macro-Area sem a Micro-Area (1968 - 1975 - 1990).
Figura 1.2 ( 5)	Tráfego de passageiros partidas e chegadas - Micro-Area
Figura 1.2 ( 6)	Automóveis particulares (1968 - 1975 - 1990) Micro-Area.
Figura 1.2 ( 7)	Automóveis particulares (1968 - 1975 - 1990) Macro-Area.
Figura 1.2 ( 8)	Fluxograma dos passageiros das estradas de ferro suburbanas nos dois sentidos - Macro-Area (1968).
Figura 1.2 ( 9)	Linhas isotáquicas para ônibus - Estado da Guanabara.
Figura 1.2 (10)	Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego
Figura 1.2 (11)	Menores tempos de viagem do Largo da Carioca aos demais pontos geradores de tráfego.
Figura 2.1 ( 1)	Comparação entre o monotrilho e o metrô com relação ao número de passageiros transportados com passes custo de construção custo de administração e tarifas.
Figura 2.2 ( 1)	Gabarito de construção e gabarito do material rodante.
Figura 2.2 ( 2)	Distribuição das cargas móveis.
Figura 2.3 ( 1)	Planejamento do traçado do monotrilho.
Figura 2.3 ( 2)	Perfil do traçado.

Figura 3.1 ( 1)	
Figura 3.2 ( 2)	Via padronizada.
Figura 3.1 ( 3)	Pilar padronizado.
Figura 3.1 ( 4)	Pilar de aço.
Figura 3.1 ( 5)	Viga padronizada de cimento protendido.
Figura 3.1 ( 6)	Sapatas.
Figura 3.1 ( 7)	Viga de aço (R=00 L=30m).
Figura 3.1 ( 8)	Viga de aço (R=00 L=50m).
Figura 3.1 ( 9)	Viga de aço (R=100 L=40m).
Figura 3.1 (10)	Viga de aço (R=100 L=50m).
Figura 3.1 (11)	Vista geral de um desvio de linha simples.
Figura 3.1 (12)	Desvio.
Figura 3.1 (13)	Desvio.
Figura 3.1 (14)	Estação do Centro Metropolitano
Figura 3.1 (15)	Estação de Jacarepaguá.
Figura 3.1 (16)	Estação de Madureira.
Figura 3.1 (17)	Estação de Irajá.
Figura 3.1 (18)	Estação de Penha.
Figura 3.1 (19)	Estação do Galeão.
Figura 3.1 (20)	Planta do abrigo de carros.
Figura 3.2 ( 1)	Localização das sub-estações.
Figura 3.2 ( 2)	Instalação do trilho alimentador de energia e da placa de terra.
Figura 3.2 ( 3)	Disposição da linha.
Figura 3.3 ( 1)	Vista geral do carro padrão.
Figura 3.3 ( 2)	
Figura - 6. ( 1)	Cronograma de construção do monorilho do Rio de Janeiro.

Quadro	2.4	(1)	Contagem total dos passageiros de "screen line" em ambos os sentidos.
Quadro	2.4	(2)	Viagens totais por dia em 1968.
Quadro	2.4	(3)	Viagens totais por dia em 1975.
Quadro	2.4	(4)	Viagens totais por dia em 1990.
Quadro	2.4	(5)	População área urbanizada e densidade em 1968.



LEGENDA

-  MORROS
-  ÁREA URBANISADA
-  FAIXA DE INFLUÊNCIA DA LINHA PRIORITÁRIA
-  LIMITE DA MACRO - ÁREA
-  LIMITE DO ESTADO DA GUANABARA
-  LIMITE DOS MUNICÍPIOS
-  LIMITE DA MICRO - ÁREA
-  LIMITE DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS
-  LIMITE DAS CIRCUNSCRIÇÕES CENSITÁRIAS
-  LIMITE DOS DISTRITOS
-  ESTRADAS DE FERRO
-  ESTRADAS DE RODAGEM
-  2.000 PESSOAS

LEGEND

- HILLS
- URBANIZED AREA
- INFLUENCE BAND OF THE PRIORITY LINE
- RAILWAYS
- ROADS
- 2.000 PERSONS

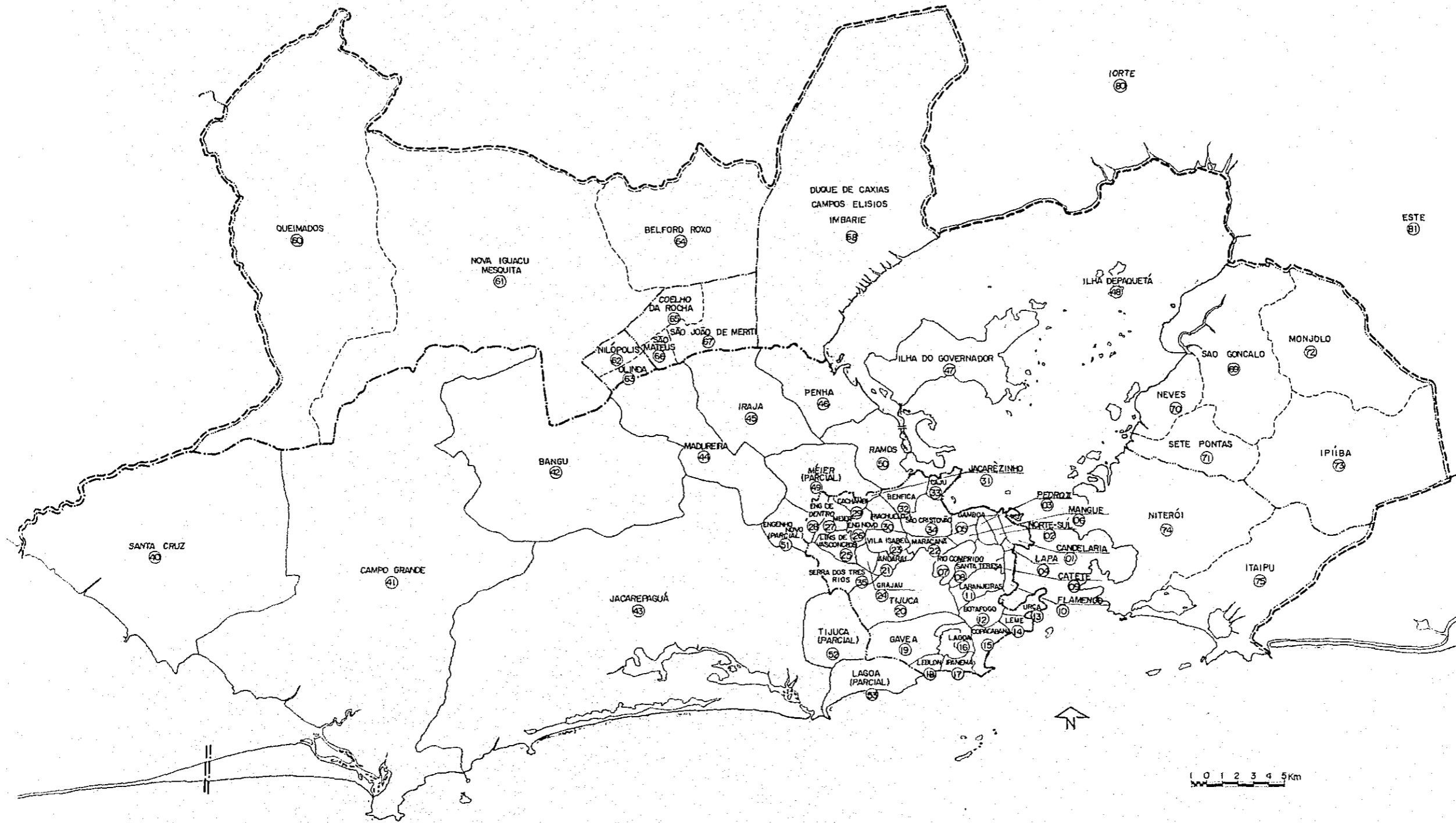
FIG. - 1.1. (1)

PESSOAL OCUPADO

1968

WORKING PLACES

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA - LEGEND

- LIMITE DA MACRO - ÁREA
- LIMITE DO EST DA GUANABARA
- LIMITE DA MICRO - ÁREA
- LIMITE DOS MUNICÍPIOS
- LIMITE DOS DISTRITOS
- LIMITE DAS REG. ADMINISTRATIVAS
- LIMITE DAS CIRCUNSC. CENSITÁRIAS (MICRO - ÁREA)
- ⊙ ZONAS DE ESTUDOS - STUDY ZONES

FIG. - I.1. (2)

ZONAS DE ESTUDO  
 MACRO AREA - MICRO AREA  
 STUDY ZONES  
 1968

Este dado foi cedido por gentileza  
 da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
 DO RIO DE JANEIRO

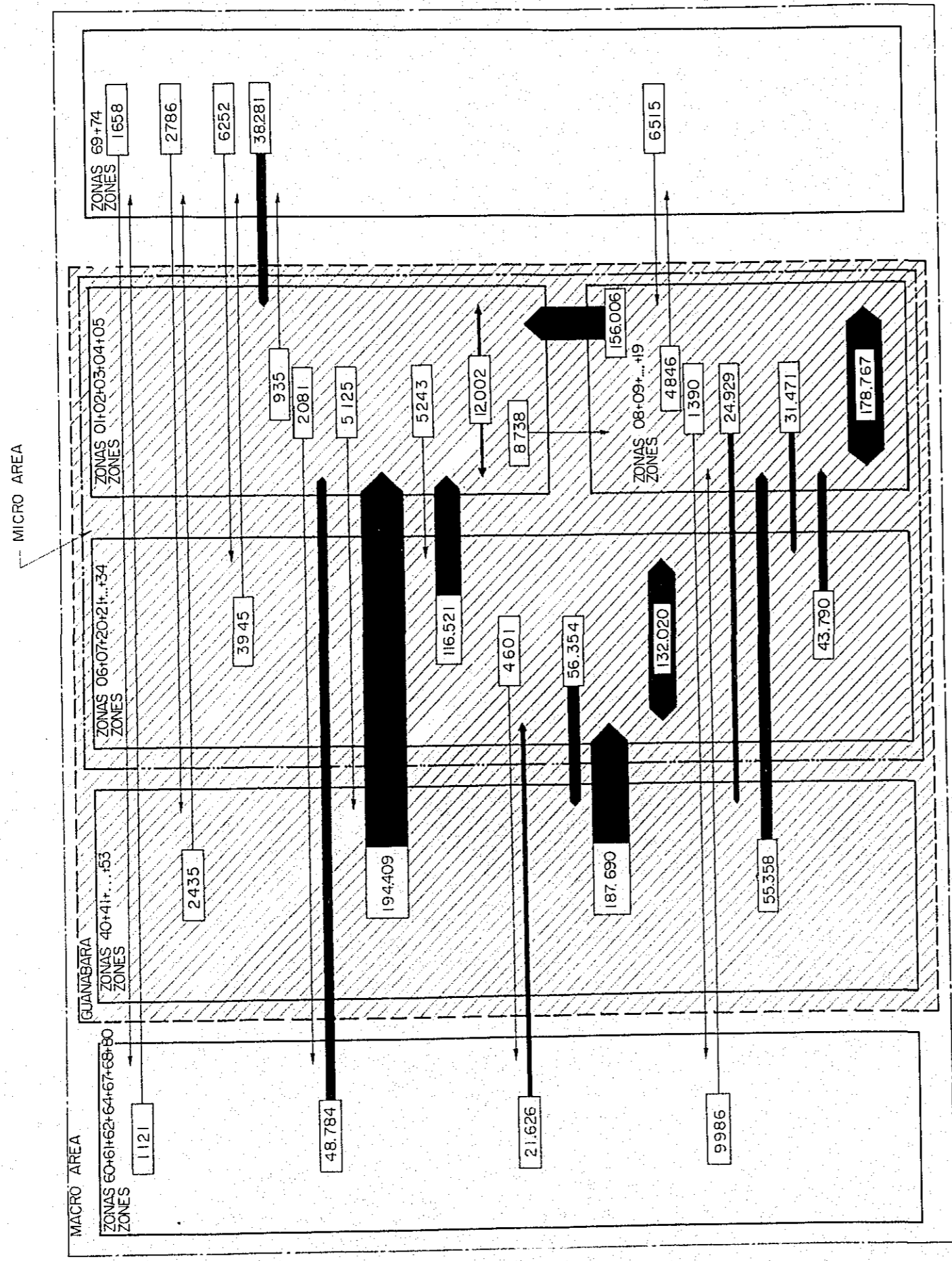


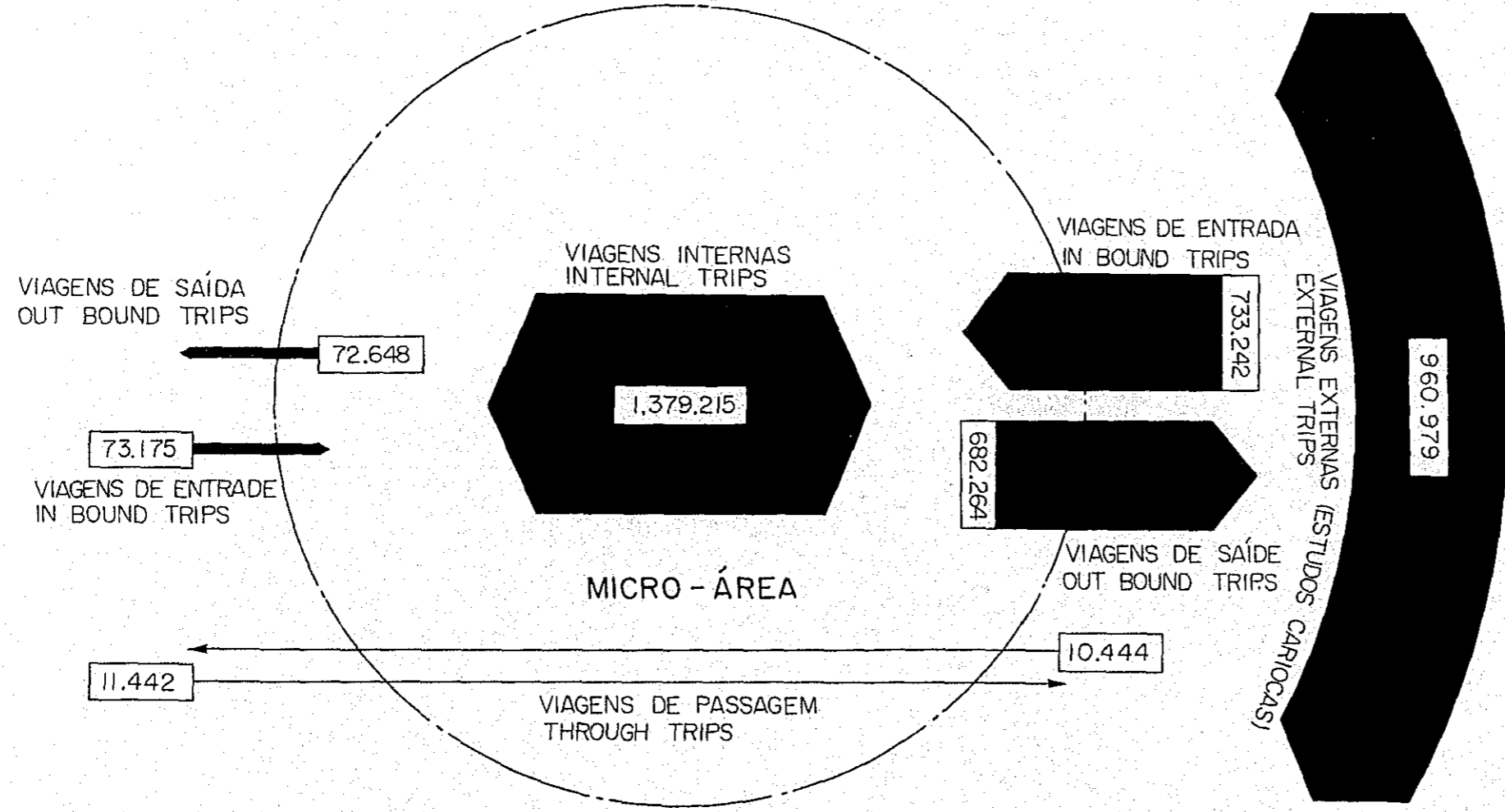
FIG. - I. I. (3)

VIAGENS DIÁRIAS DA RESIDÊNCIA  
 PARA TODOS OS OBJETIVOS  
 1968  
 DAILY HOME - BASED TRIPS FOR  
 ALL PURPOSES

Este dado foi cedido por gentileza  
 da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
 DO RIO DE JANEIRO



ZONA NORTE-OESTE FORA DA MICRO-ÁREA  
 NORTH-WESTERN ZONES OUT OF MICRO-AREA



NITERÓI, SAO GONÇALO, I. PAQUETÁ

FIG. - I.1. (4)

TIPOS DE TRÁFEGO CORRESPONDENTES  
 A MICRO AREA  
 1968  
 KINDS OF TRAFFIC CORRESPONDING TO  
 THE MICRO - AREA

Este dado foi cedido por gentileza  
 da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
 DO RIO DE JANEIRO

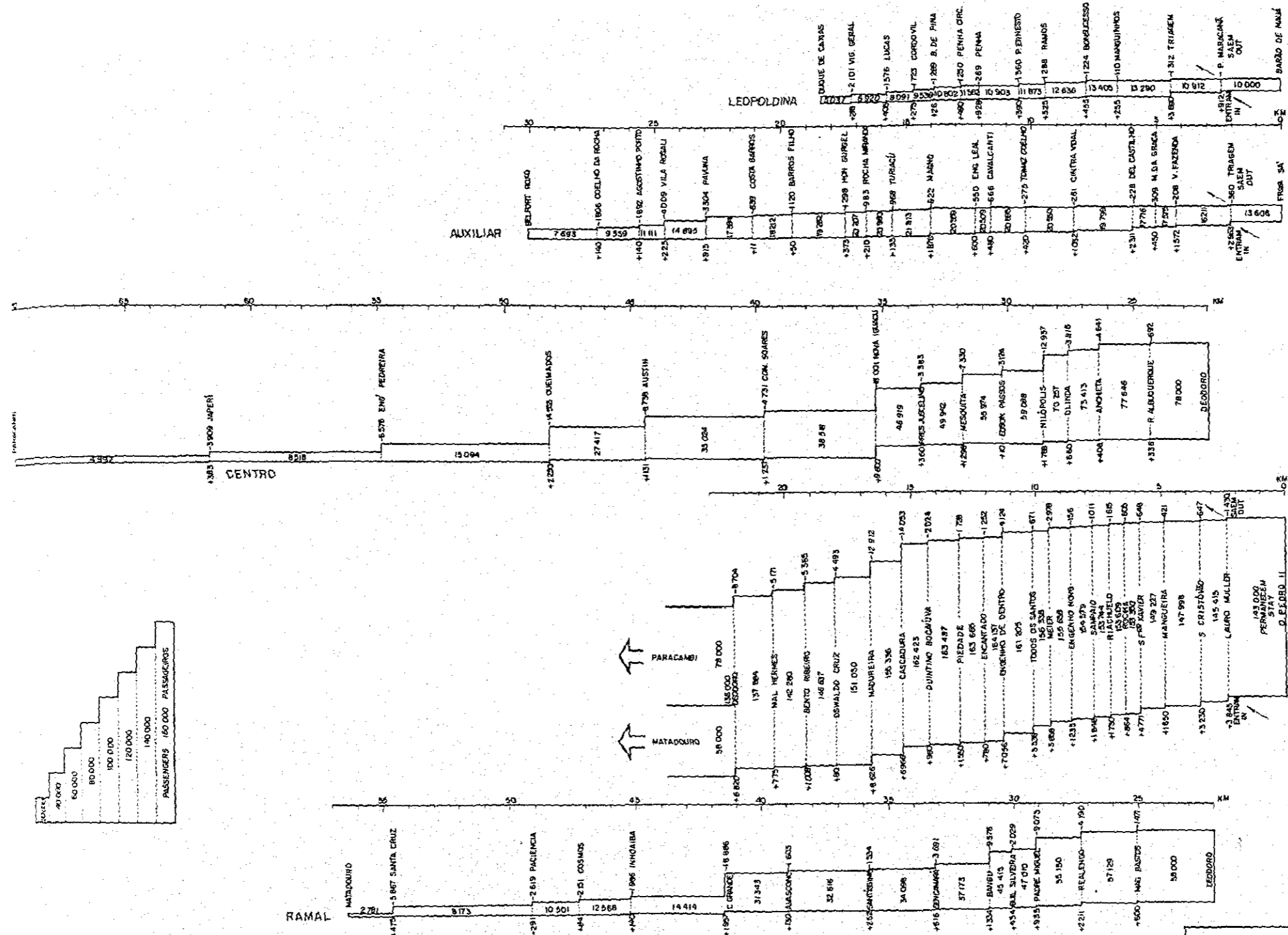


FIG. - I.1. (5)

MOVIMENTO DIARIO DE PASSAGEIROS NAS  
ESTRADAS DE FERRO  
1968  
DAILY FLOW OF PASSENGERS AT RAILWAYS

Este dado foi cedido por gentileza  
da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DO RIO DE JANEIRO

TRÁFEGO ATRAVESSANDO A "SCREEN-LINE" (TRAFFIC CROSSING THE SCREEN-LINE)  
 QUOTA DE VEÍCULOS E PASSAGEIROS NOS TOTAIS POR DIA - CONTAGEM ABRIL - 1968  
 VEHICLE AND PASSENGER QUOTA IN THE DAILY TOTAL - COUNTING

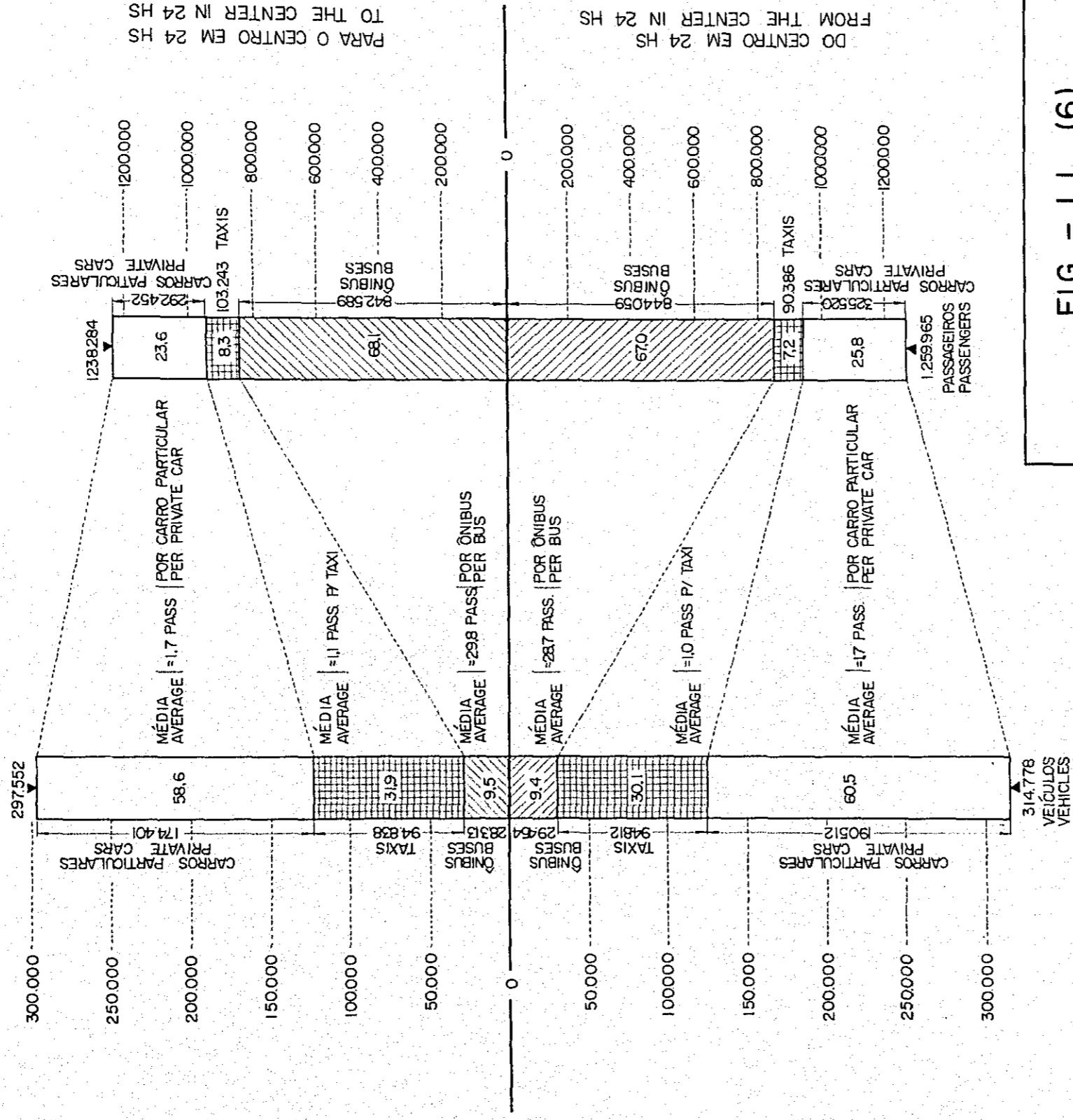
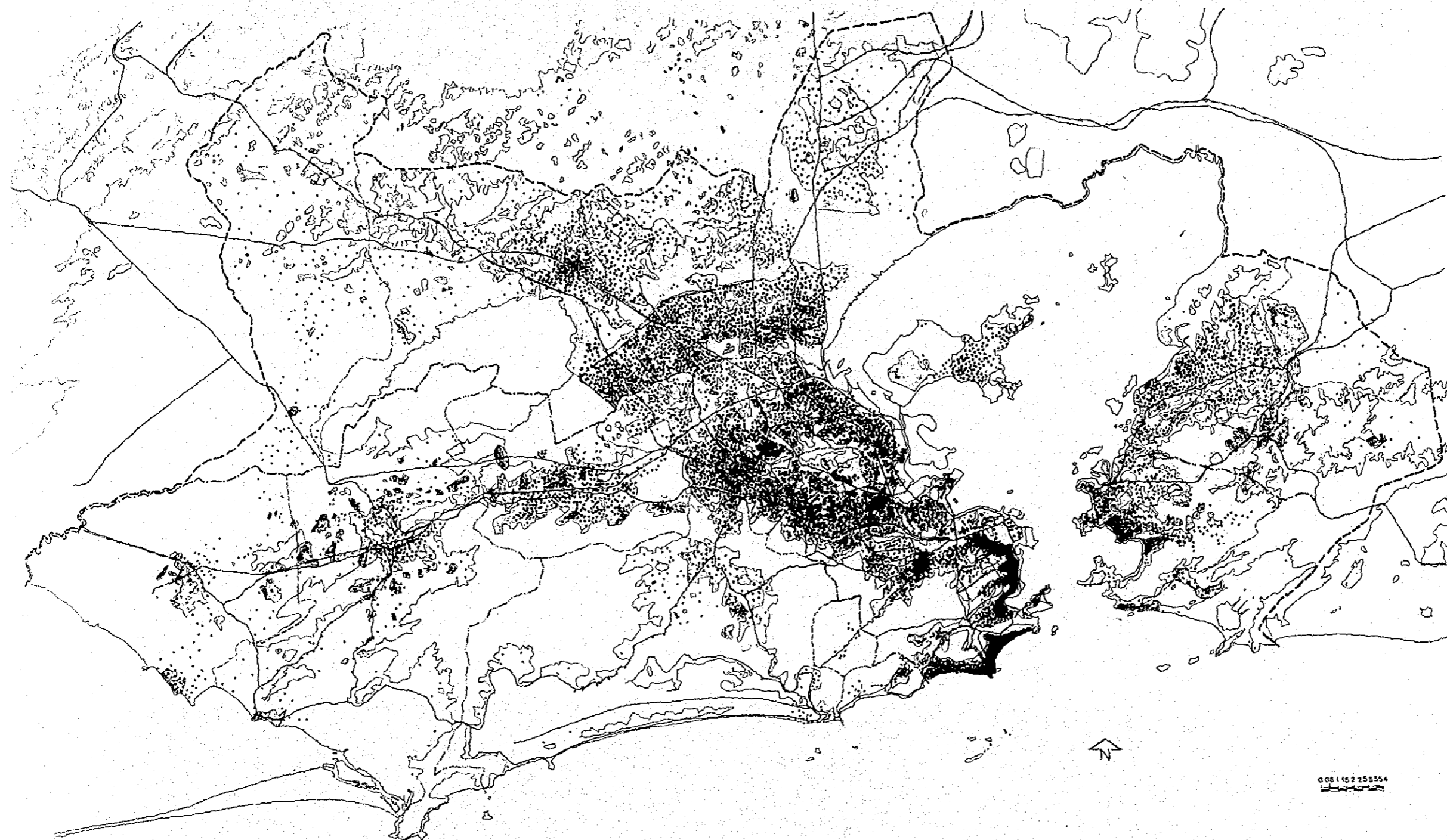




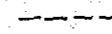
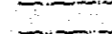
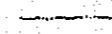

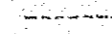





FIG. - I. I. (6)

TRÁFEGO TOTAL DIÁRIO ATRAVES-  
 SANDO A SCREEN - LINE  
 1968  
 TOTAL DAILY TRAFFIC CROSSING  
 THE SCREEN-LINE

Este dado foi cedido por gentileza  
 da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
 DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA

-  MORROS
-  ÁREA URBANISADA
-  LIMITE DA MACRO-ÁREA
-  LIMITE DO ESTADO DA GUANABARA
-  LIMITE DO MUNICÍPIO
-  LIMITE DA MICRO-ÁREA
-  LIMITE DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS
-  LIMITE DAS CIRCUNSCRIÇÕES CENSITARIAS
-  LIMITE DOS DISTRITOS
-  ESTRADAS DE FERRO
-  ESTRADAS DE RODAGEM
-  500 INHABITANTES

LEGEND

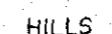

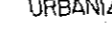



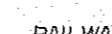
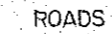




-  HILLS
-  URBANIZED AREA 1968
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-  RAILWAYS
-  ROADS
-  500 INHABITANTS

FIG. - I.I. (7)

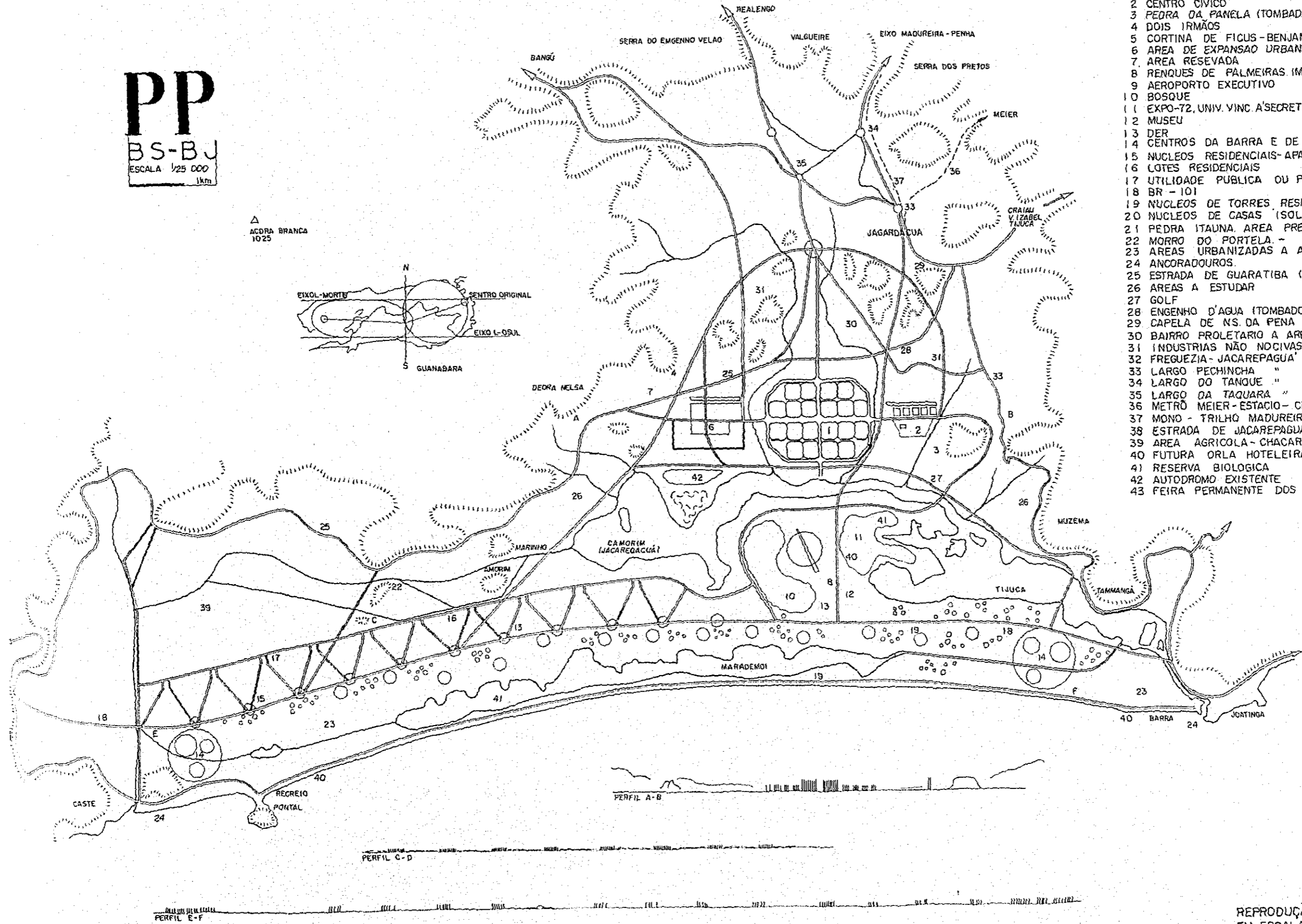
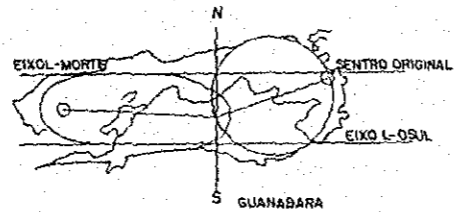
POPULAÇÃO  
1968  
POPULATION

Este dado foi cedido por gentileza  
da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DO RIO DE JANEIRO

FIG.- I.1.(8) CITY PLAN OF BARRA DA TIJUCA, BY Dr. RUCIO COSTA

**PP**  
BS-BJ  
ESCALA 1/25 000  
1km

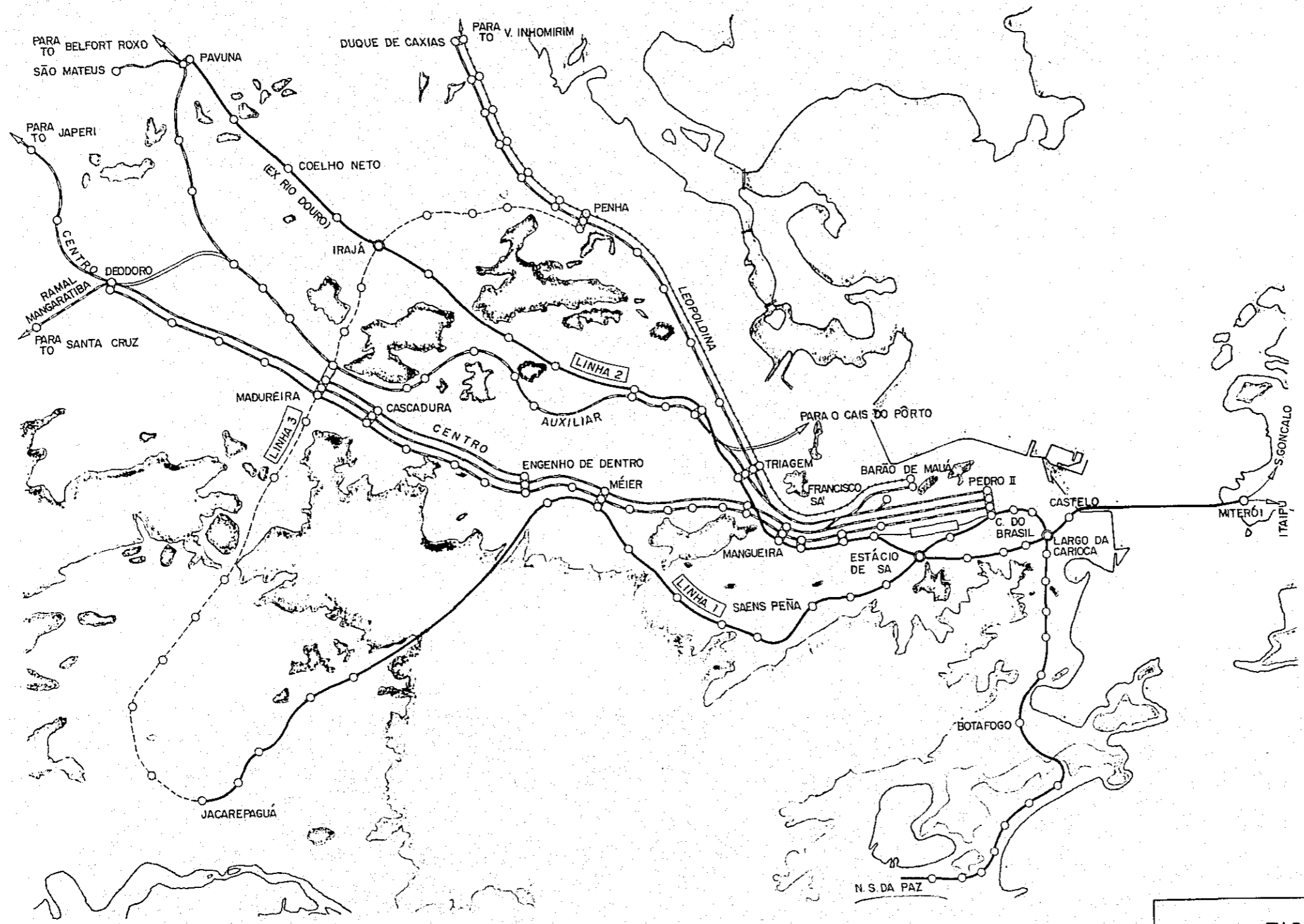
△ ACORRA BRANCA  
1025



- 1 CENTRO METROPOLITANO DA GUANABARA
- 2 CENTRO CIVICO
- 3 PEDRA DA PANELA (TOMBADA)
- 4 DOIS IRMAOS
- 5 CORTINA DE FICUS - BENJAMINA
- 6 AREA DE EXPANSAO URBANA
- 7 AREA RESEVADA
- 8 RENQUES DE PALMEIRAS IMPERIAIS
- 9 AEROPORTO EXECUTIVO
- 10 BOSQUE
- 11 EXPO-72, UNIV. VINC. A'SECRET DE C & T
- 12 MUSEU
- 13 DER
- 14 CENTROS DA BARRA E DE SERNAMBETIBA
- 15 NUCLEOS RESIDENCIAIS- APARTAMENTOS
- 16 LOTES RESIDENCIAIS
- 17 UTILIDADE PUBLICA OU PRIVADA
- 18 BR - 101
- 19 NUCLEOS DE TORRES RESIDENCIAIS
- 20 NUCLEOS DE CASAS (SOLADAS)
- 21 PEDRA ITAUNA, AREA PRESERVADA
- 22 MORRO DO PORTELA - "
- 23 AREAS URBANIZADAS A ARBORIZAR
- 24 ANCORADOUROS
- 25 ESTRADA DE GUARATIBA (BANDEIR)
- 26 AREAS A ESTUDAR
- 27 GOLF
- 28 ENGENHO D'AGUA (TOMBADO)
- 29 CAPELA DE NS. DA PENHA
- 30 BAIRRO PROLETARIO A ARBORIZAR
- 31 INDUSTRIAS NAO NOCIVAS
- 32 FREGUEZIA - JACAREPAGUA
- 33 LARGO PECHINCHA "
- 34 LARGO DO TANQUE "
- 35 LARGO DA TAQUARA "
- 36 METRO MEIER - ESTACIO - CENTRAL
- 37 MONO - TRILHO MADUREIRA - GALEAO
- 38 ESTRADA DE JACAREPAGUA
- 39 AREA AGRICOLA - CHACARAS E SMOS
- 40 FUTURA ORLA HOTELEIRA
- 41 RESERVA BIOLOGICA
- 42 AUTODROMO EXISTENTE
- 43 FEIRA PERMANENTE DOS ESTADOS

△ PICO DA  
TIJUCA  
1021

REPRODUÇÃO DO ORIGINAL,  
EM ESCALA 1:50 000

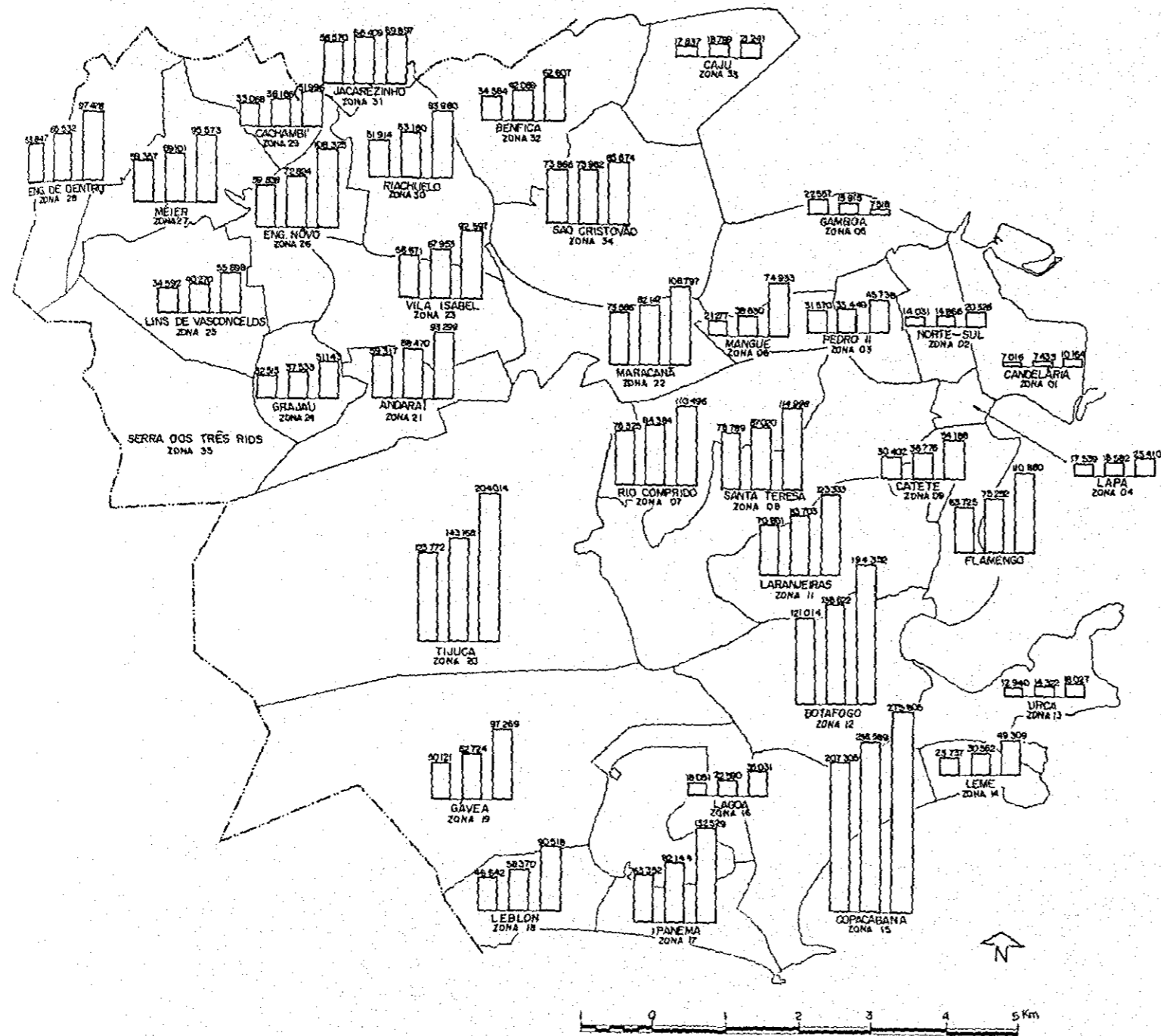


- METRÔ
- METRO
- - - FUTUROS PROLONGAMENTOS DO METRÔ
- - - LATER EXTENSIONS OF THE METRO
- LINHA DE BITOLA LARGA PARA PASSAGEIROS
- BROAD GAUGE LINE FOR PASSENGERS
- LINHA DE BITOLA ESTREITA PARA PASSAGEIROS
- NARROW GAUGE LINE FOR PASSENGERS
- LINHA DE BITOLA LARGA SÓ PARA TRÁFEGO DE CARGA
- BROAD GAUGE LINE FOR FREIGHT TRAFFIC ONLY

FIG. - I.1. (9)

METRO E ESTRADAS DE FERRO  
1990  
METRO AND RAILWAY NET

Este dado foi cedido por gentileza  
da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DO RIO DE JANEIRO

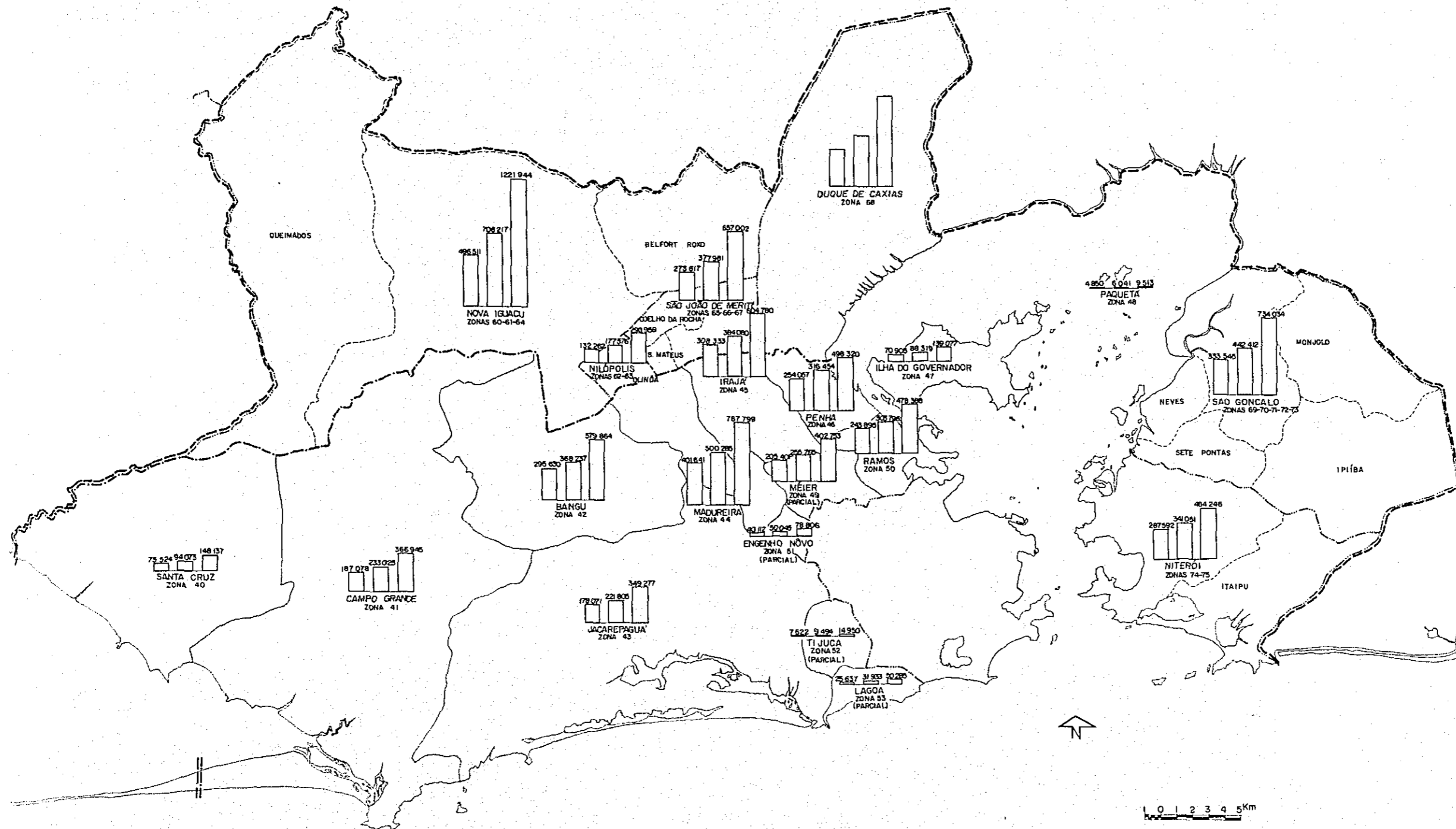


LEGENDA - LEGEND  
 - - - - - LIMITE DA MICRO ÁREA  
 \_\_\_\_\_ LIMITE DAS CIRCUNSCRIÇÕES CENSITÁRIAS

NOTA:  
 AS TRÊS COLUNAS EM CADA ZONA REPRESENTAM, DA  
 ESQUERDA PARA DIREITA, OS ANOS DE 1968, 1975  
 E 1990.

NOTE:  
 THE THREE COLUMNS IN EACH ZONE REPRESENT, FROM  
 LEFT TO RIGHT, THE YEARS 1968, 1975 AND 1990.

FIG. - I.2. (I)  
 POPULAÇÃO  
 1968 - 1975 - 1990  
 POPULATION MICRO AREA  
 Este dado foi cedido por gentileza  
 da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
 DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA - LEGEND

- LIMITE DA MACRO - ÁREA
- LIMITE DO EST. DA GUANABARA
- LIMITE DA MICRO - ÁREA
- LIMITE DOS MUNICÍPIOS
- LIMITE DOS DISTRITOS
- LIMITE DAS REG. ADMINISTRATIVAS

NOTA:  
AS TRÊS COLUNAS EM CADA ZONA REPRESENTAM DA ESQUERDA PARA A DIREITA, OS ANOS DE 1968, 1975 E 1990.

NOTE:  
THE THREE COLUMNS IN EACH ZONE REPRESENT, FROM LEFT TO RIGHT, THE YEARS 1968, 1975 AND 1990.

FIG. - 1.2. (2)

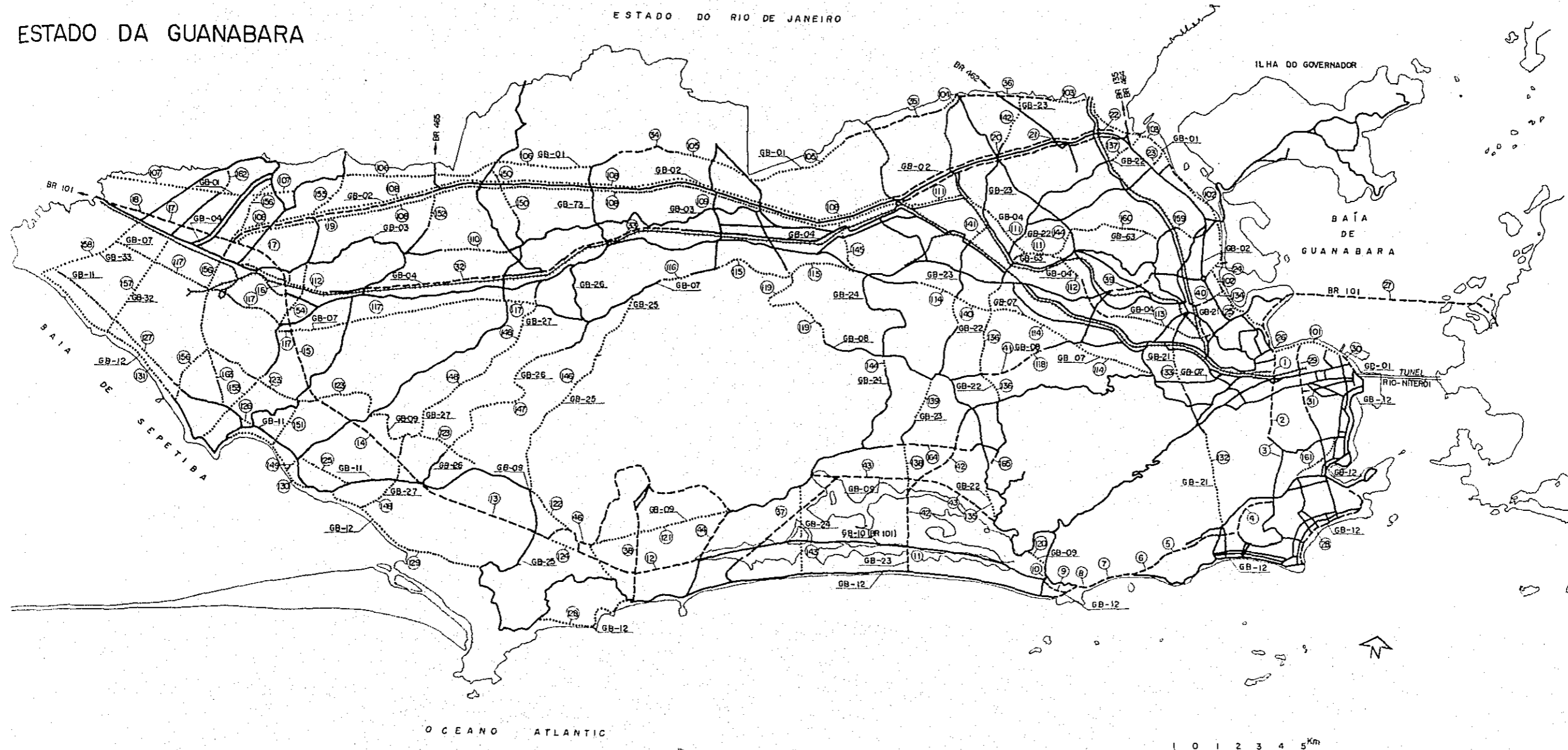
POPULAÇÃO  
POPULATION OF MACRO AREA  
WITHOUT MICRO AREA

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO



ESTADO DA GUANABARA

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

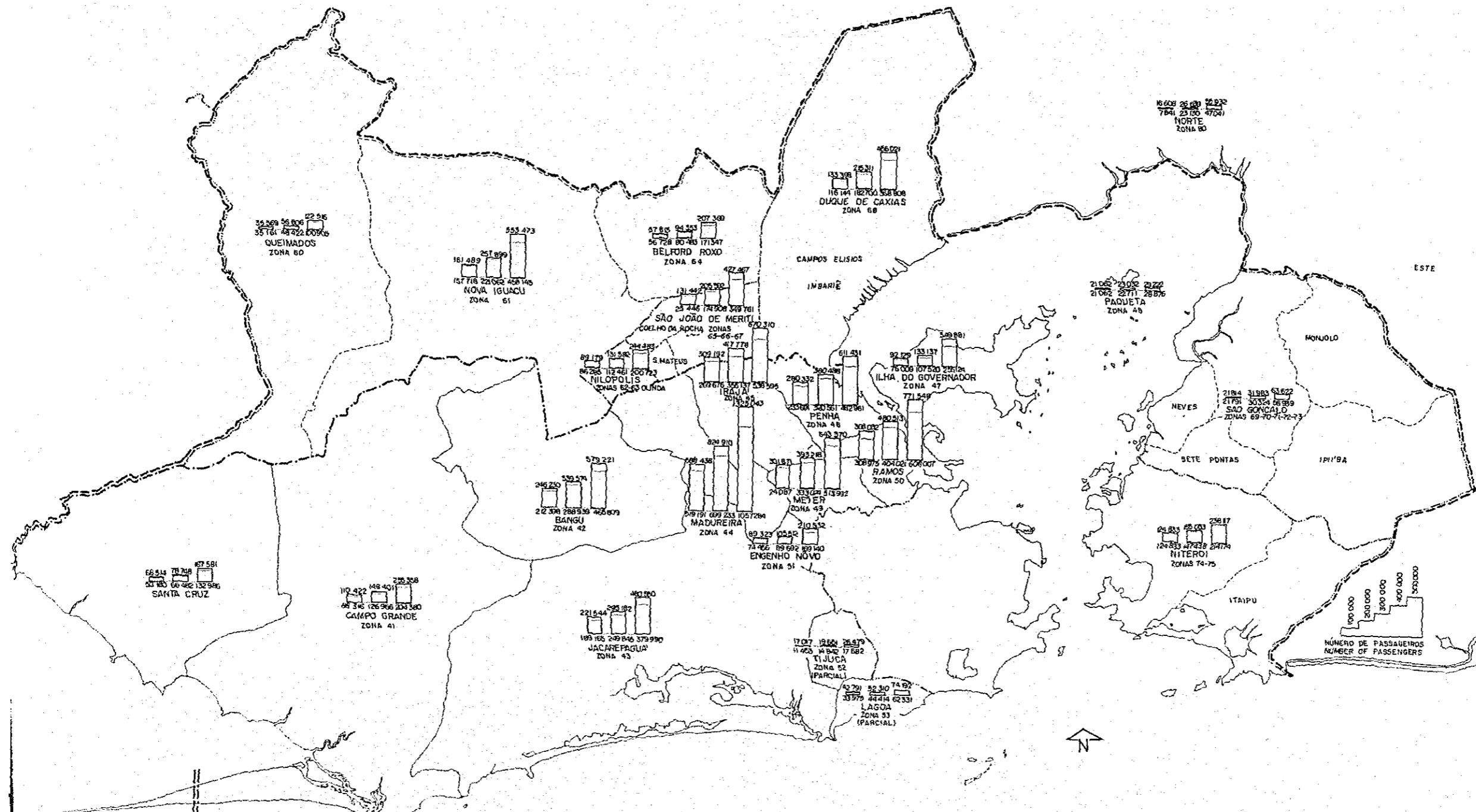


- REDE RODOVIARIA EXISTENTE - 1968  
EXISTING ROAD NETWORK - 1968
- - - PROGRAMA ATE' 1975  
PROGRAM UP TO 1975
- ..... PROGRAMA ATE' 1990  
PROGRAM UP TO 1990
- ESTRADAS DE FERRO EXISTENTES - 1968  
EXISTING RAILWAYS - 1968

FIG. - 1.2. (3)

GRANDES PROJETOS VIÁRIOS  
MAIN ROAD PROJECTS OF ESTADO  
DA GUANABARA 1968-1990

Este dado foi cedido por gentileza  
da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DO RIO DE JANEIRO



**LEGENDA - LEGEND**

- - - - - LIMITE DA MACRO - ÁREA  
 - - - - - LIMITE DO EST. DA GUANABARA  
 - - - - - LIMITE DA MICRO - ÁREA  
 - - - - - LIMITE DOS MUNICÍPIOS  
 - - - - - LIMITE DOS DISTRITOS  
 - - - - - LIMITE DAS REG. ADMINISTRATIVAS

[Bar with outline] TRÁFEGO INDIVIDUAL / PRIVATE TRAFFIC  
 [Bar with solid fill] TRÁFEGO COLETIVO / PUBLIC TRAFFIC

[Bar with solid fill] TRÁFEGO TOTAL  
 [Bar with outline] TOTAL TRAFFIC

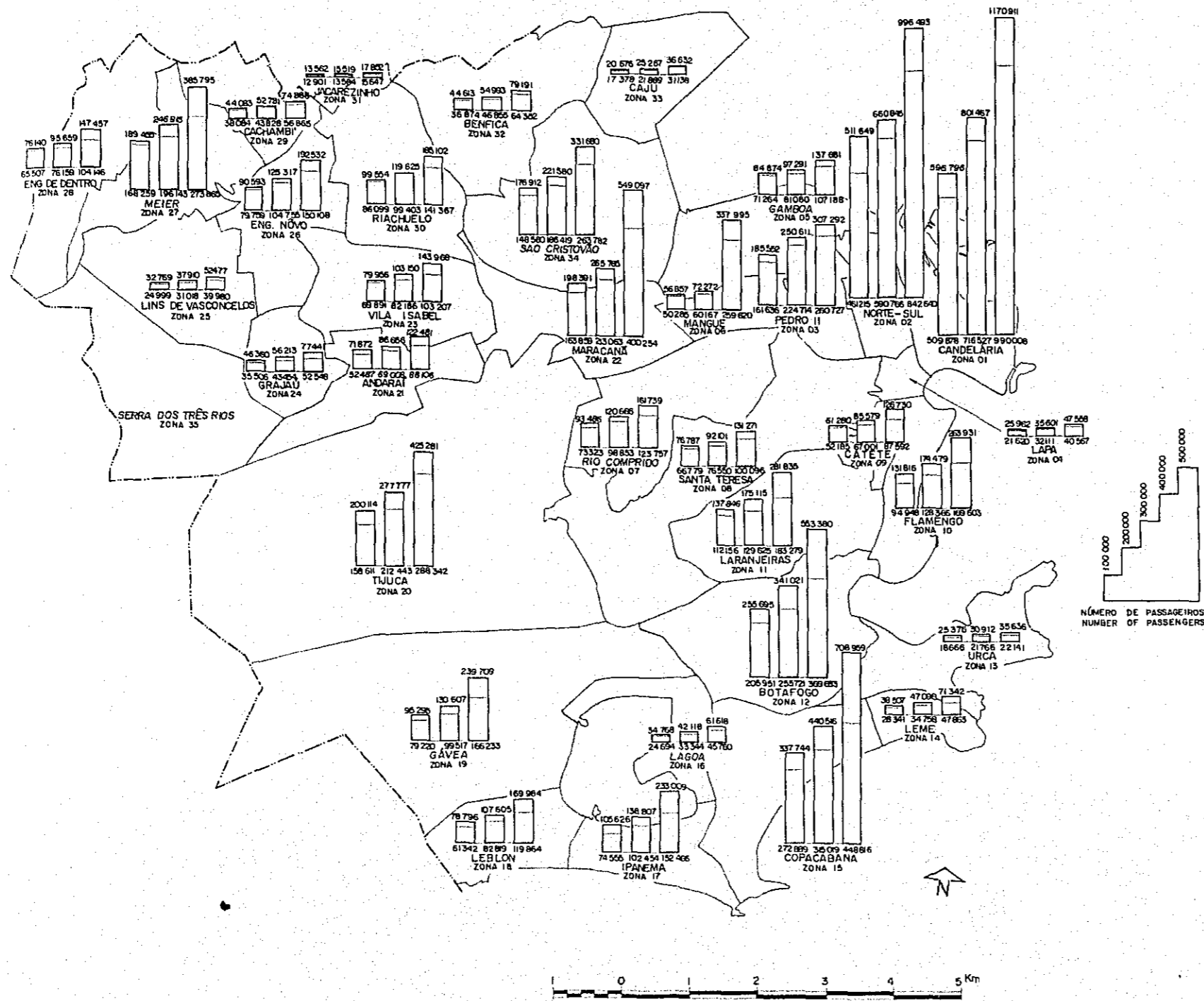
**NOTA:**  
 AS TRÊS COLUNAS EM CADA ZONA REPRESENTAM, DA ESQUERDA PARA A DIREITA, OS ANOS DE 1968, 1975 E 1990. OS NÚMEROS INFERIORES INDICAM O TRÁFEGO COLETIVO E OS SUPERIORES O TRÁFEGO TOTAL

**NOTE:**  
 THE THREE COLUMNS IN EACH ZONE REPRESENT, FROM LEFT TO RIGHT, THE YEARS 1968, 1975 AND 1990. THE NUMBERS BENEATH THE COLUMNS INDICATE THE PUBLIC TRAFFIC; THE NUMBERS ABOVE THE COLUMNS INDICATE THE TOTAL TRAFFIC

**FIG. - 1.2. (4)**

**GERAÇÃO DE TRÁFEGO PASSAGEIROS ORIGEM E DESTINO 1968 - 1975 - 1990**  
**TRAFFIC GENERATION PASSENGERS ORIGIN AND DESTINATION MACRO AREA WITHOUT MICRO AREA**

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA - LEGEND

--- LIMITE DA MICRO-ÁREA

--- LIMITE DAS CIRCUNSCRICOES CENSITÁRIAS

TRÁFEGO TOTAL / TOTAL TRAFFIC

TRÁFEGO INDIVIDUAL/PRIVATE TRAFFIC

TRÁFEGO COLETIVO/PUBLIC TRAFFIC

NOTA

AS TRÊS COLUNAS EM CADA ZONA REPRESENTAM, DA ESQUERDA PARA DIREITA, OS ANOS DE 1968, 1975 E 1990. OS NÚMEROS INFERIORES INDICAM O TRÁFEGO COLETIVO E OS SUPERIORES O TRÁFEGO TOTAL.

NOTE

THE THREE COLUMNS IN EACH ZONE REPRESENT, FROM LEFT TO RIGHT, THE YEARS 1968, 1975 AND 1990. THE NUMBERS BENEATH THE COLUMNS INDICATE THE PUBLIC TRAFFIC; THE NUMBERS ABOVE THE COLUMNS INDICATE THE TOTAL TRAFFIC.

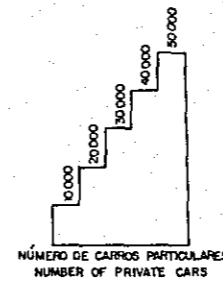
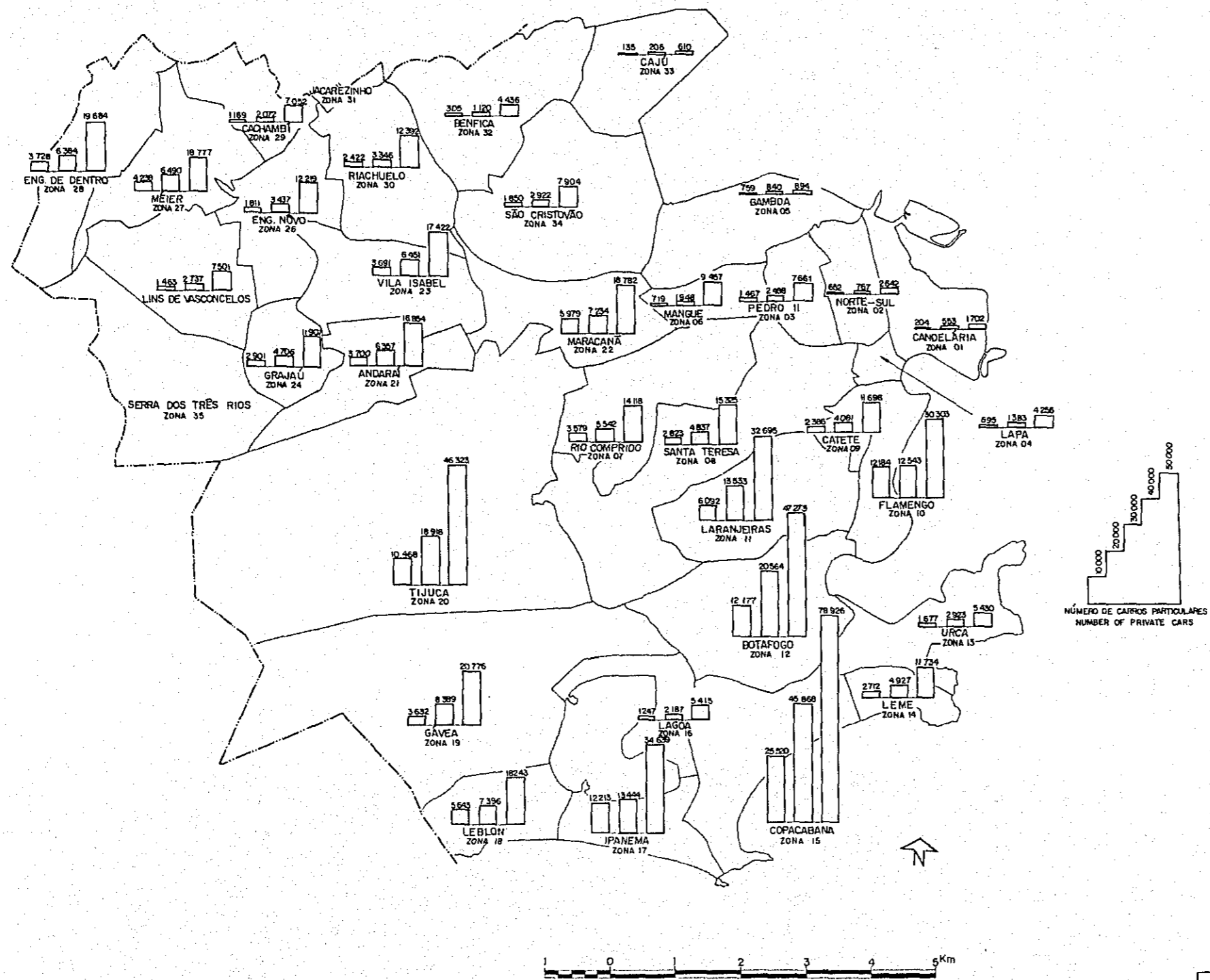
FIG. - I.2. (5)

TRÁFEGO DE PASSAGEIROS-PARTIDAS E CHEGADAS

MICRO-AREA

TRAFFIC GENERATION AND ATTRACTION (PASSENGERS)

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA - LEGEND  
 --- LIMITE DA MICRO ÁREA  
 — LIMITE DAS CIRCUNSCRIÇÕES CENSITÁRIAS

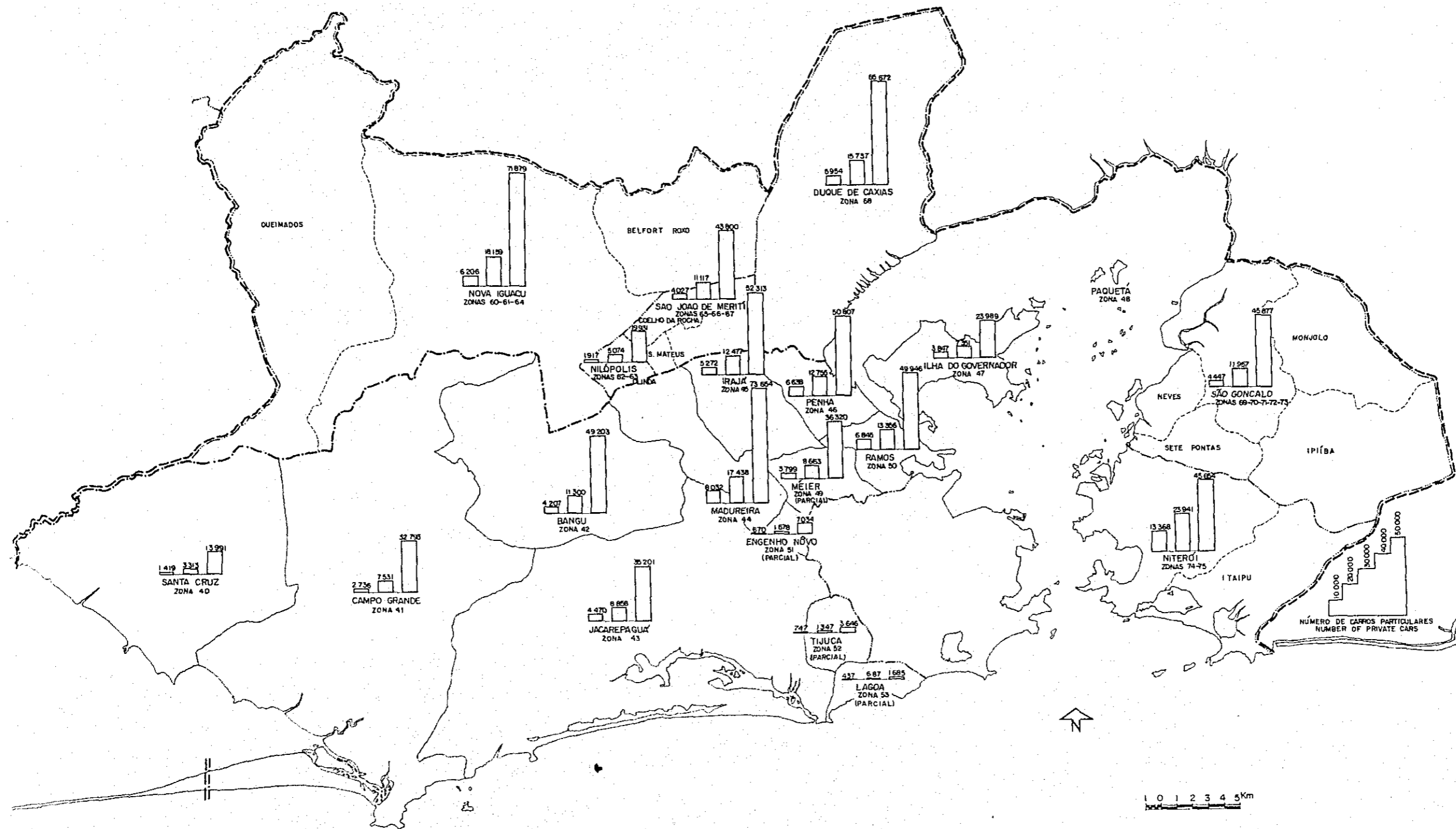
NOTA:  
 AS TRÊS COLUNAS EM CADA ZONA REPRESENTAM, DA ESQUERDA PARA DIREITA, OS ANOS DE 1968, 1975 E 1990.

NOTE:  
 THE THREE COLUMNS IN EACH ZONE REPRESENT, FROM LEFT TO RIGHT, THE YEARS 1968, 1975 AND 1990.

FIG. - 1.2. (6)

CARROS PARTICULARES  
 1968 - 1975 - 1990  
 MICRO - AREA  
 PRIVATE CAR

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA - LEGEND

- LIMITE DA MACRO - ÁREA
- LIMITE DO EST DA GUANABARA
- LIMITE DA MICRO - ÁREA
- LIMITE DOS MUNICÍPIOS
- LIMITE DOS DISTRITOS
- LIMITE DAS REG ADMINISTRATIVAS

NOTA:  
AS TRÊS COLUNAS EM CADA ZONA REPRESENTAM, DA ESQUERDA PARA DIREITA, OS ANOS DE 1968, 1975 E 1990.

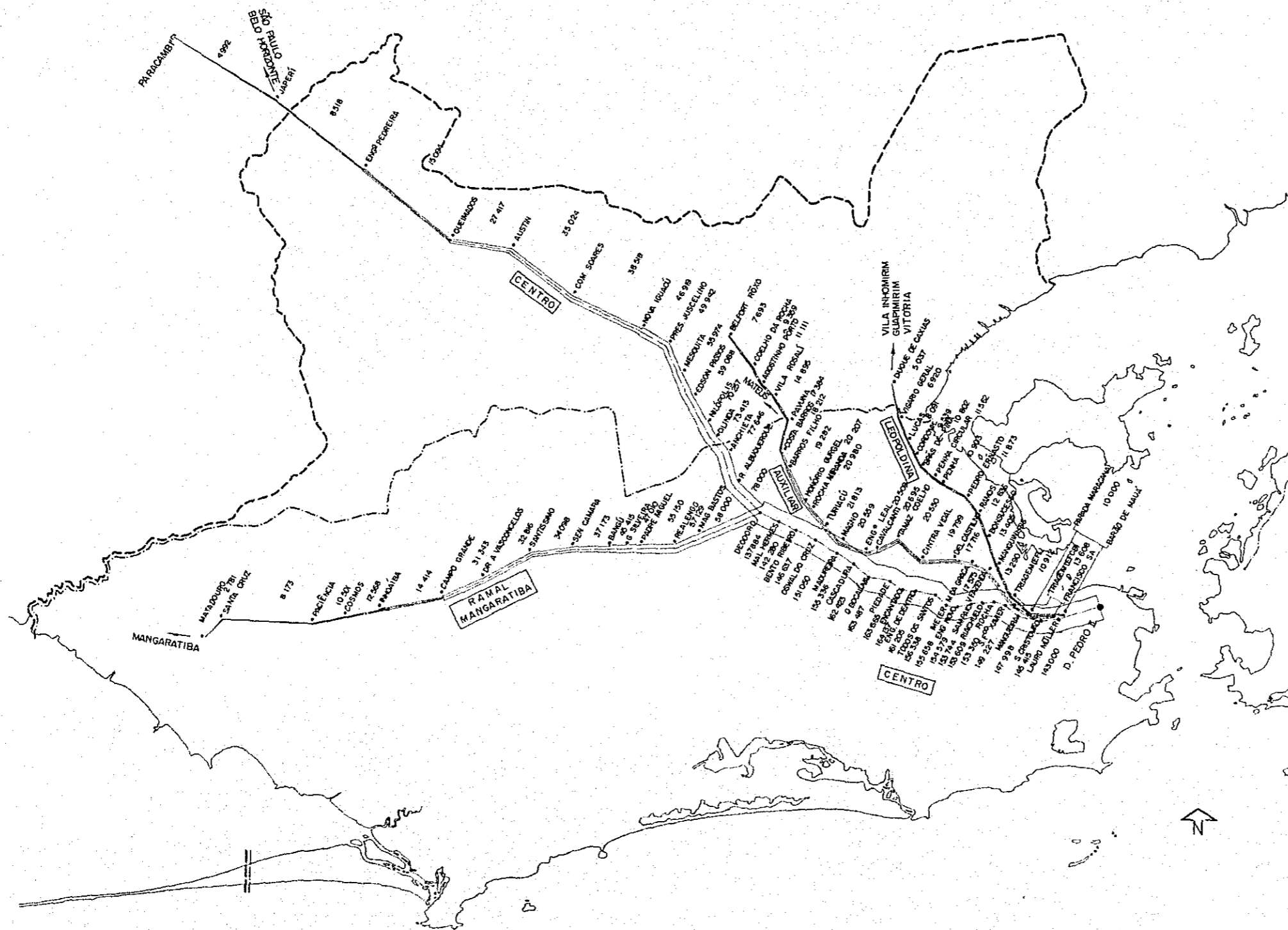
NOTE:  
THE THREE COLUMNS IN EACH ZONE REPRESENT, FROM LEFT TO RIGHT, THE YEARS 1968, 1975 AND 1990.

FIG. - 1.2. (7)

CARROS PARTICULARES  
1968 - 1975 - 1990

MÁCRO ÁREA  
PRIVATE CARS

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO



LEGENDA - LEGEND  
 - - - LIMITE DA MACRO - ÁREA  
 ——— LIMITE DO EST. DA GUANABARA

1 0 1 2 3 4 5 Km

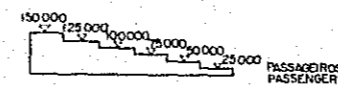


FIG. - 1.2. (8)  
 FLUXOGRAMA DOS PASSAGEIROS DAS  
 EST. DE FERRO SUBURBANAS NOS DOIS  
 SENTIDOS  
 MACRO AREA 1968  
 FLOW DIAGRAM OF SUBURBAN RAILWAY  
 PASSENGERS IN BOTH DIRECTIONS  
 Este dado foi cedido por gentileza  
 da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
 DO RIO DE JANEIRO

ESTADO DA GUANABARA

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

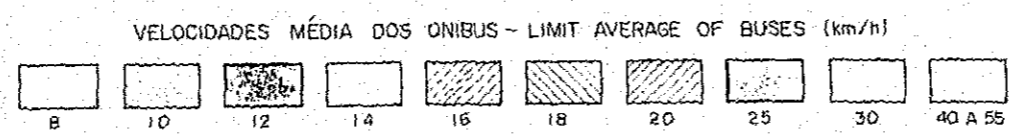
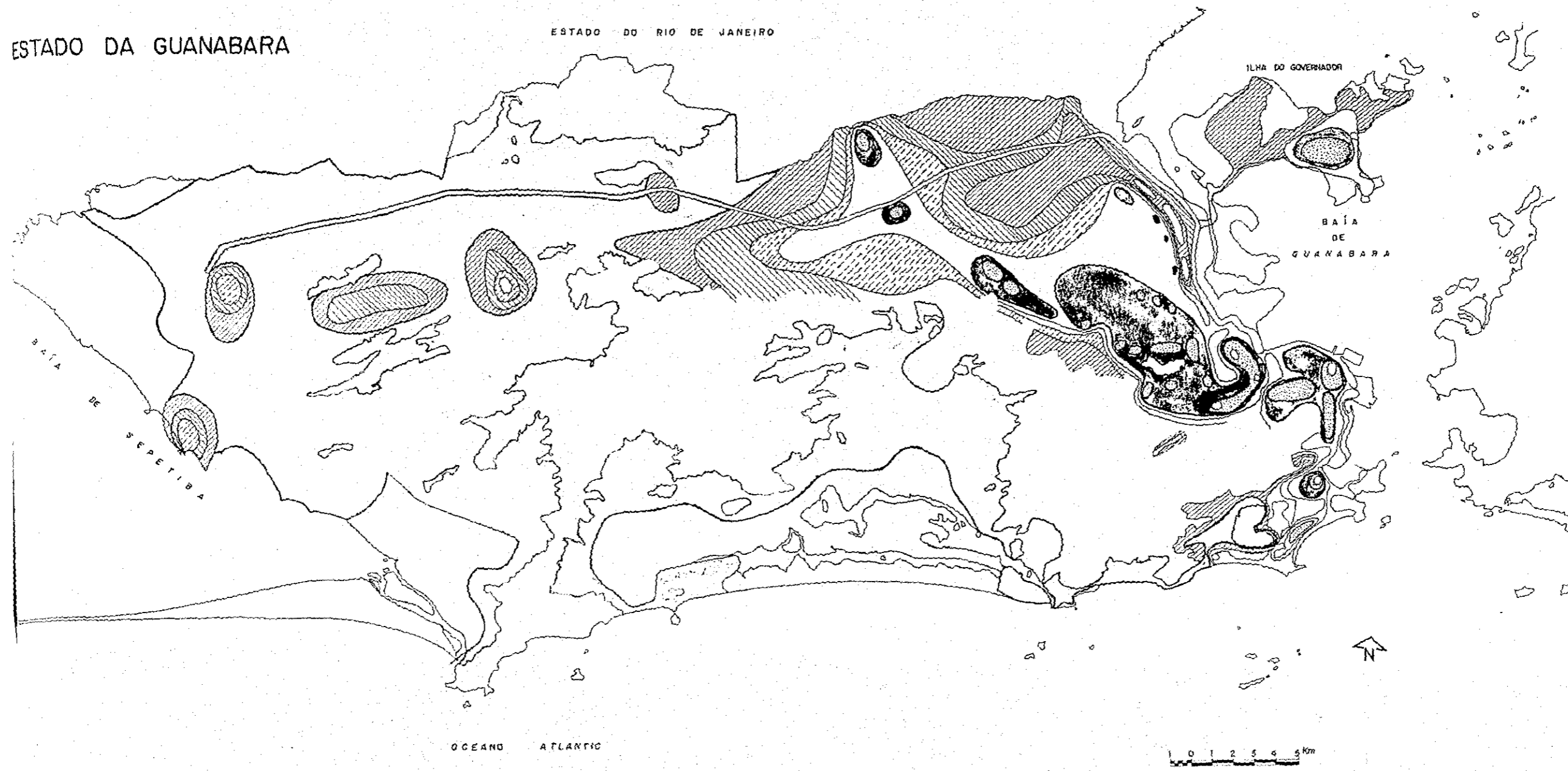
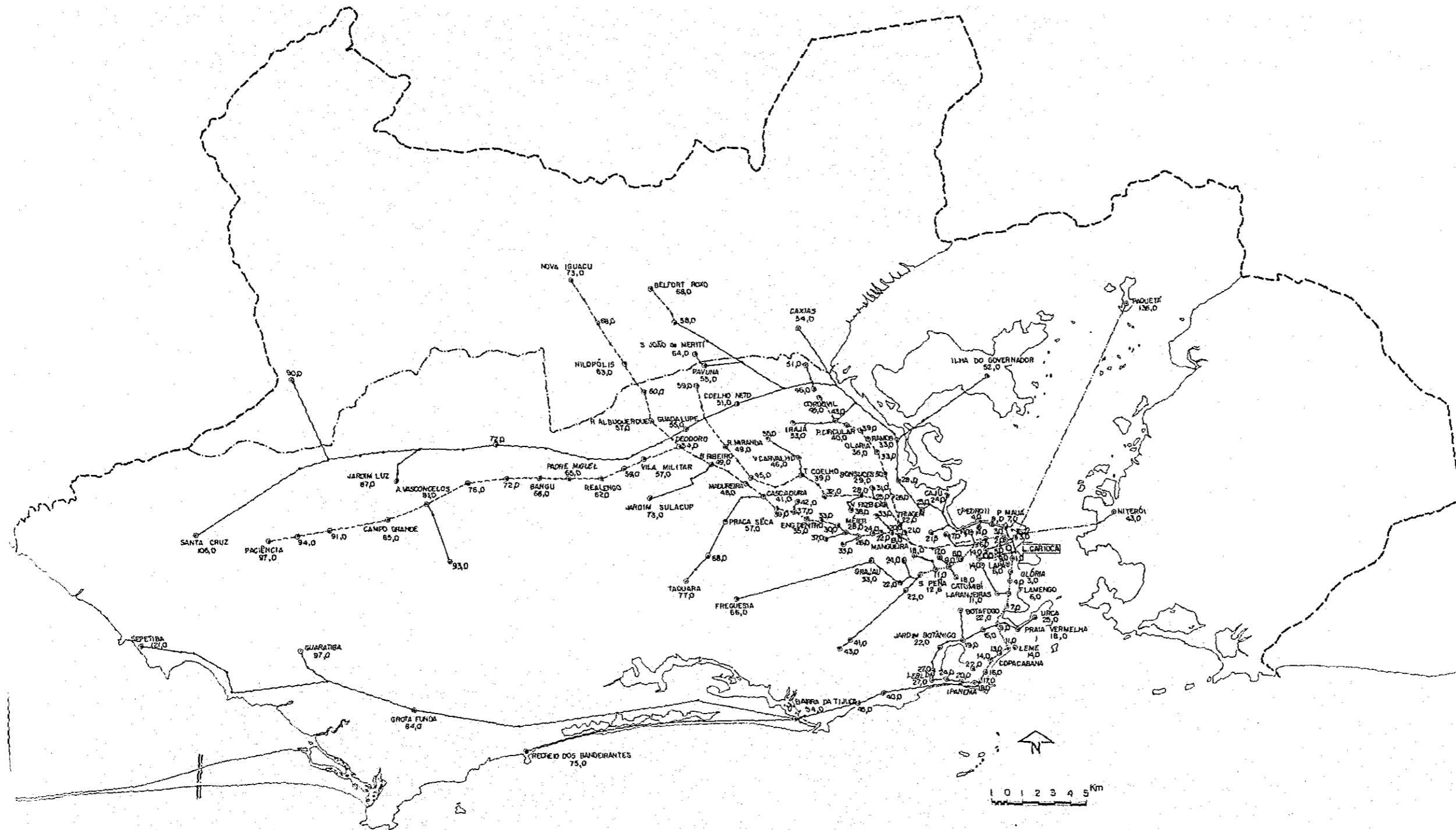


FIG. - 1.2. (9)

LINHAS ISOTÁQUICAS PARA OS ÔNIBUS  
ISOTACHIC LINES FOR BUSES  
ESTADO DA GUANABARA 1968

Este dado foi cedido por gentileza  
da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DO RIO DE JANEIRO



- LEGENDA (LEGEND)
- - - - LIMITE DA MACRO ÁREA
  - ..... METROPOLITANO METRO
  - ÔNIBUS BUSES
  - BARCAS FERRIES
  - - - - EST. DE FERRO RAILWAYS
  - LIMITE DO EST. DA GUANABARA
  - PUNTO GERADOR DE TRÁFEGO TRAFFIC GENERATION POINT
  - NÓ (NODE)
  - ②0.0 TEMPO DE VIAGEM EM MINUTOS TRAVEL TIME IN MINUTES

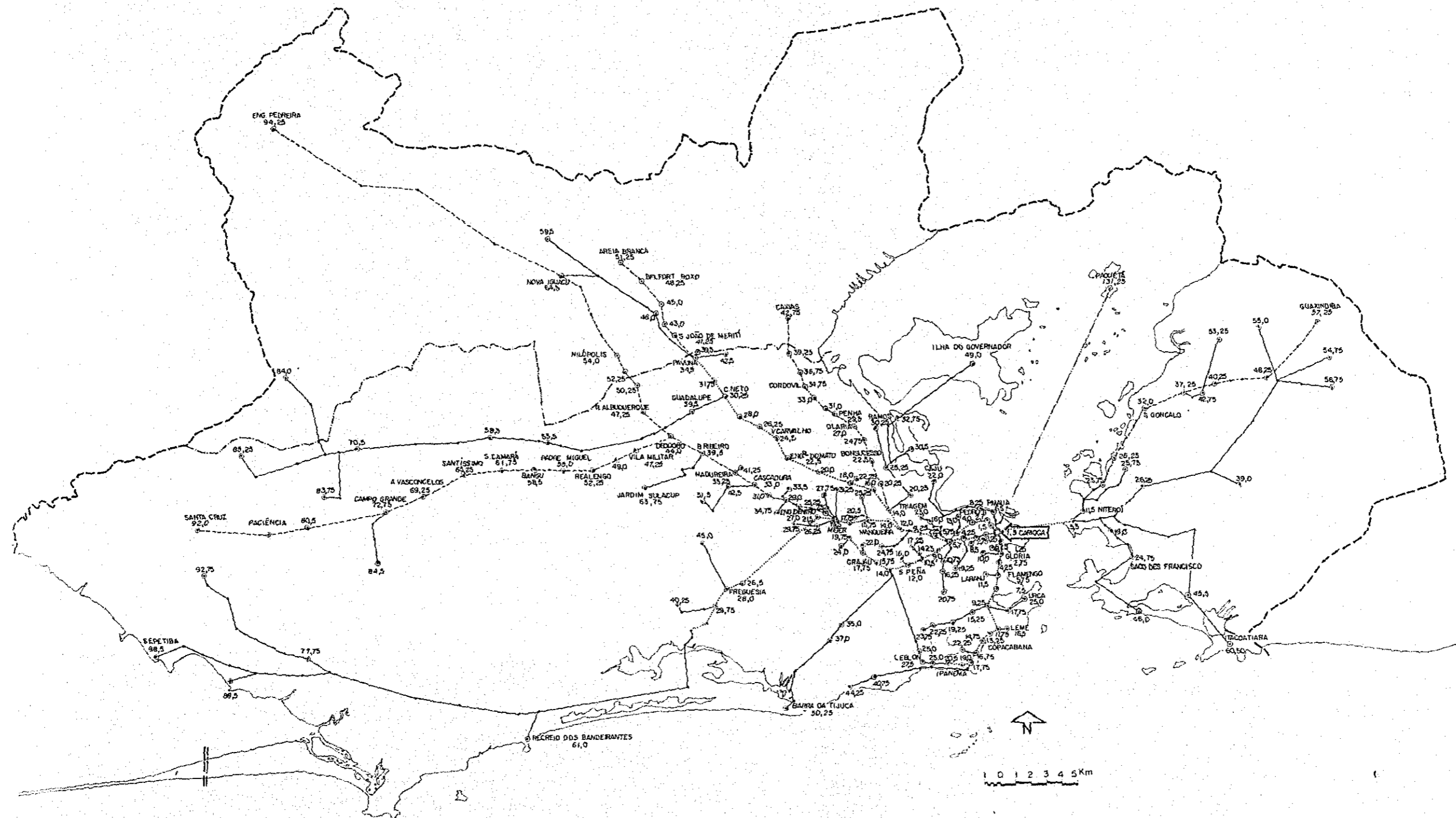
FIG. - 1.2. (10)

MENORES TEMPOS DE VIAGEM DO LARGO DA CARIOCA AOS DEMAIS PONTOS GERADORES DE TRÁFEGO 1975

SHORTEST TRIP TIMES FROM LARGO DA CARIOCA TO ALL OTHER TRAFFIC GENERATION POINT

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO





LEGENDA (LEGEND)

- |       |                            |        |                            |
|-------|----------------------------|--------|----------------------------|
| ----- | LIMITE DA MACRO - ÁREA     | ●      | PONTO GERADOR DE TRÁFEGO   |
| ..... | METROPOLITANO              | ○      | TRAFFIC GENERATION POINT   |
| ----- | METRO                      | •      | NÓ (NODE)                  |
| ----- | ÔNIBUS                     | • 19,0 | TEMPO DE VIAGEM EM MINUTOS |
| ----- | BUSSES                     |        | TRAVEL TIME IN MINUTES     |
| ----- | BARÇAS                     |        |                            |
| ----- | FERRIES                    |        |                            |
| ----- | EST. DE FERRO              |        |                            |
| ----- | RAILWAYS                   |        |                            |
| ----- | LIMITE DO EST DA GUANABARA |        |                            |

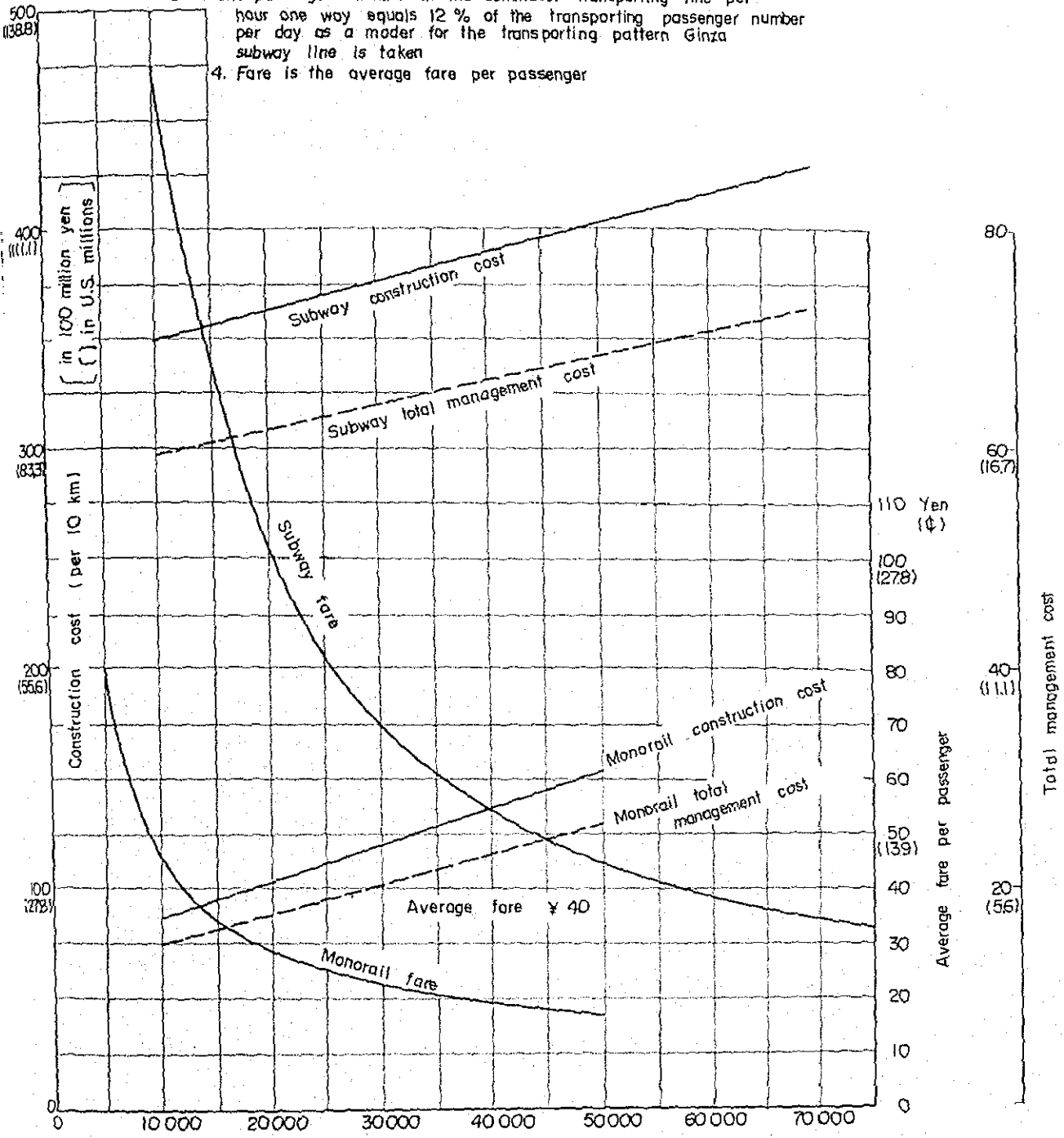
FIG. - 1.2. (II)

MENORES TEMPOS DE VIAGEM DO LARGO DA CARIOCA AOS DEMAIS PONTOS GERADORES - DE TRÁFEGO 1990  
 SHORTEST TRIP TIMES FROM LARGO DA CARIOCA TO ALL OTHER TRAFFIC GEN. POINT.

Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO

FIG.-2.1.(1) Comparison between MONORAIL and SUBWAY in the number of passengers in commuting transportation and the construction cost management cost and fare

- Notes
1. Length of track : 10 km double track  
average distance between neighboring station 1 km
  2. Total management cost (construction cost) x 17 %
  3. max. passenger number on the commuter transporting line per hour one way equals 12 % of the transporting passenger number per day as a moder for the transporting pattern Ginza subway line is taken
  4. Fare is the average fare per passenger



max transporting passenger number per hour one way (P)						
83 300	166 700	250 000	333 300	416 700	500 000	583 300
Transporting passenger number per day (Q) (commuter transporting line $\frac{P}{Q} = 12\%$ )						
BUS ETC.	MONORAIL			SUBWAY		
Economical share on commuter transporting line						

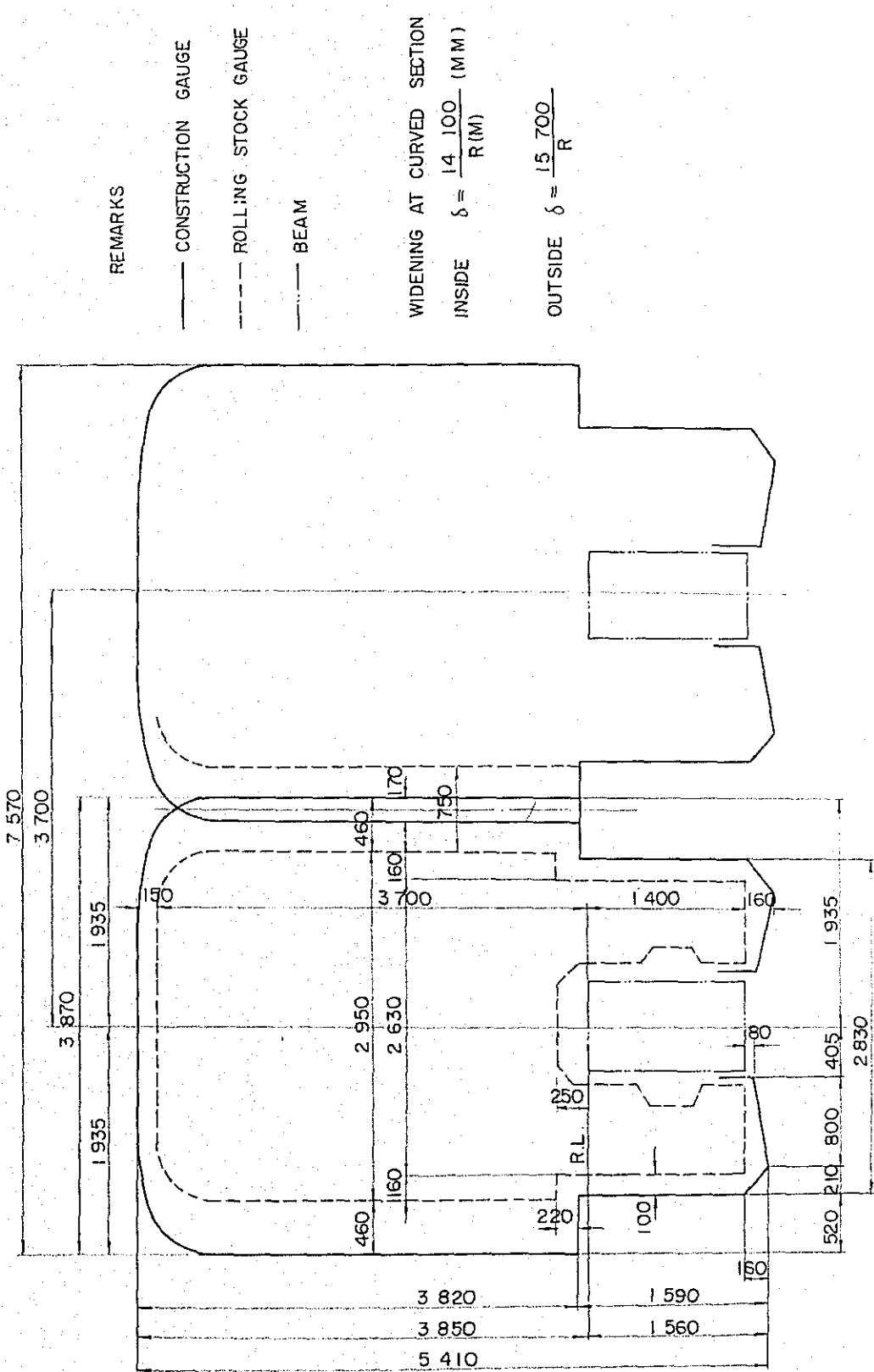
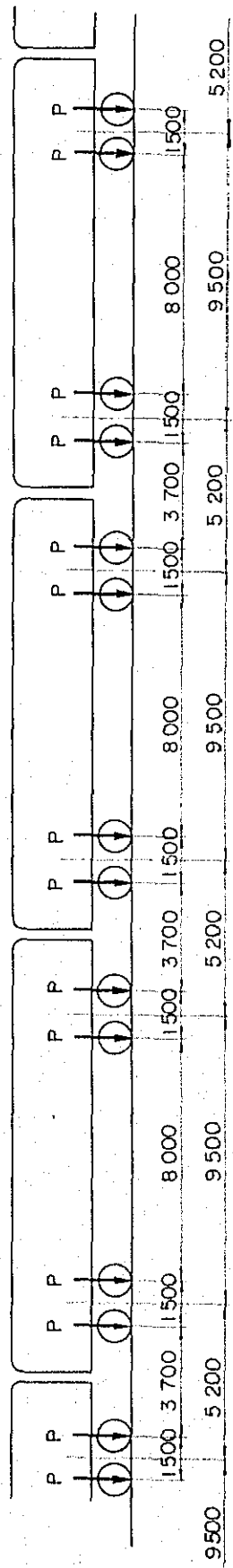


FIG. - 2.2 (I) CONSTRUCTION GAUGE AND ROLLING STOCK GAUGE



P : ONE AXLE LOAD  
 $P = 10.5$

FIG. - 2.2. (2) ARRANGEMENT OF LIVE LOADS

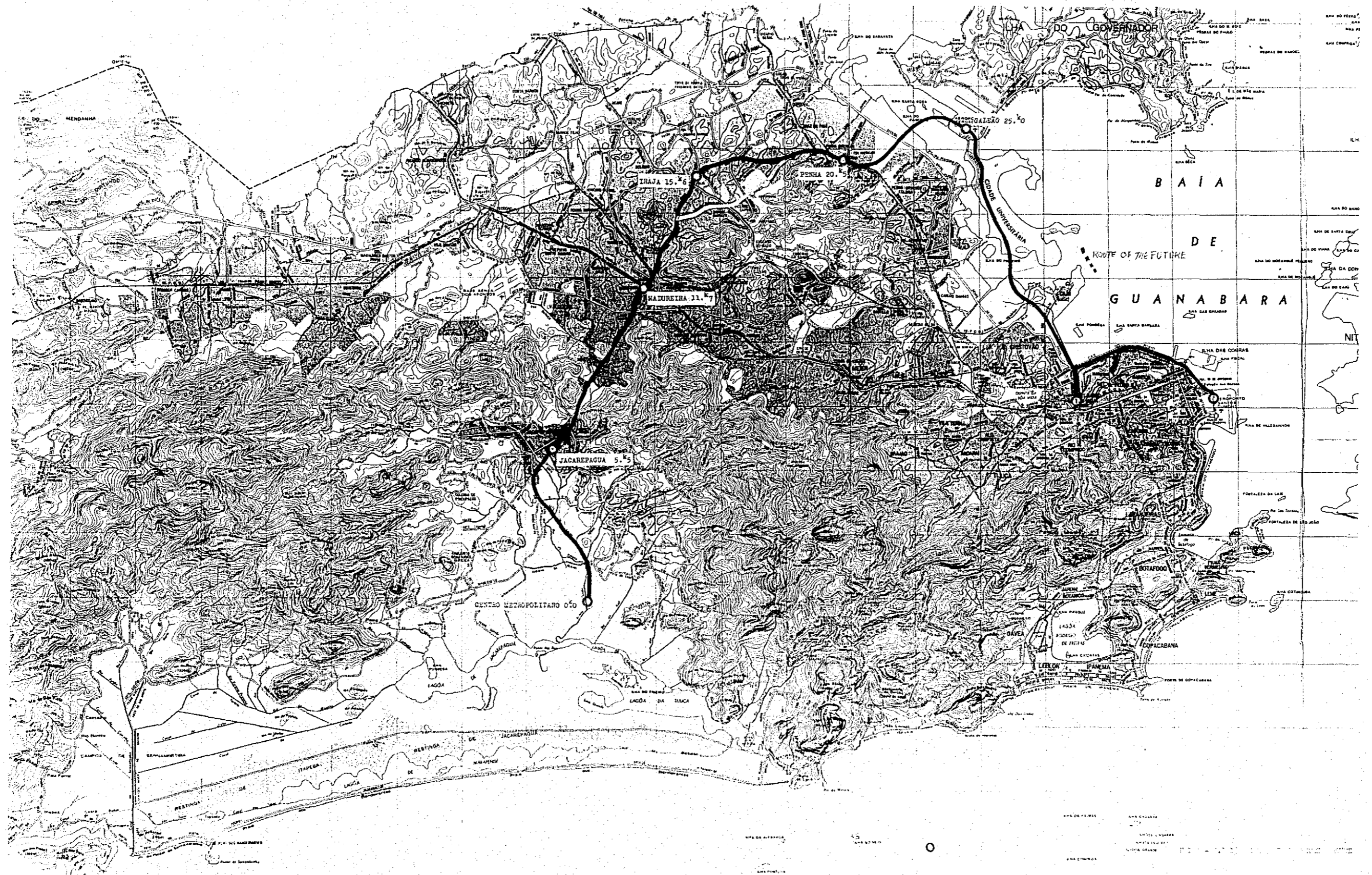
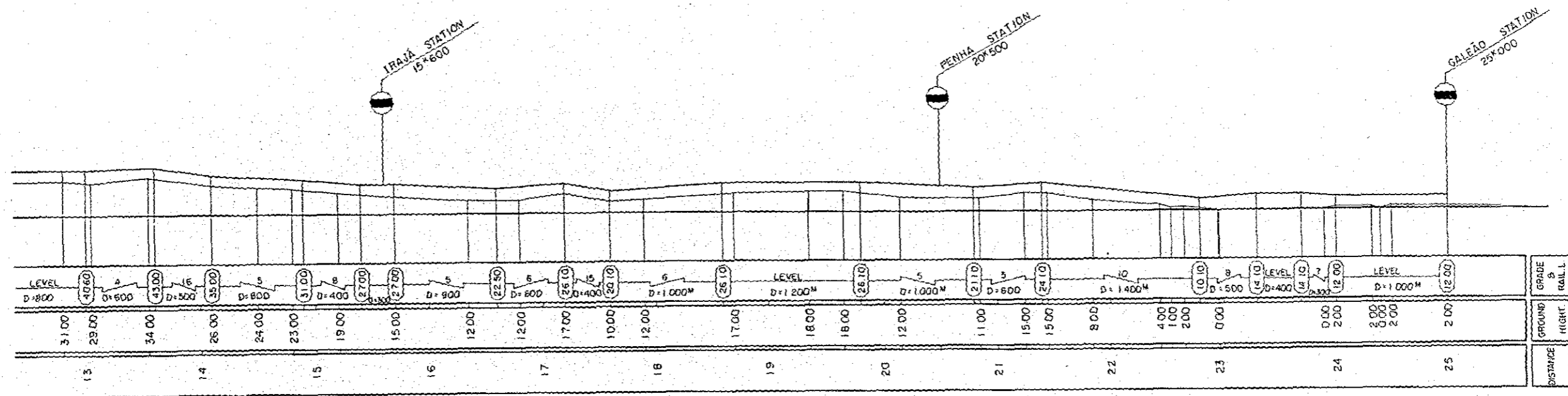
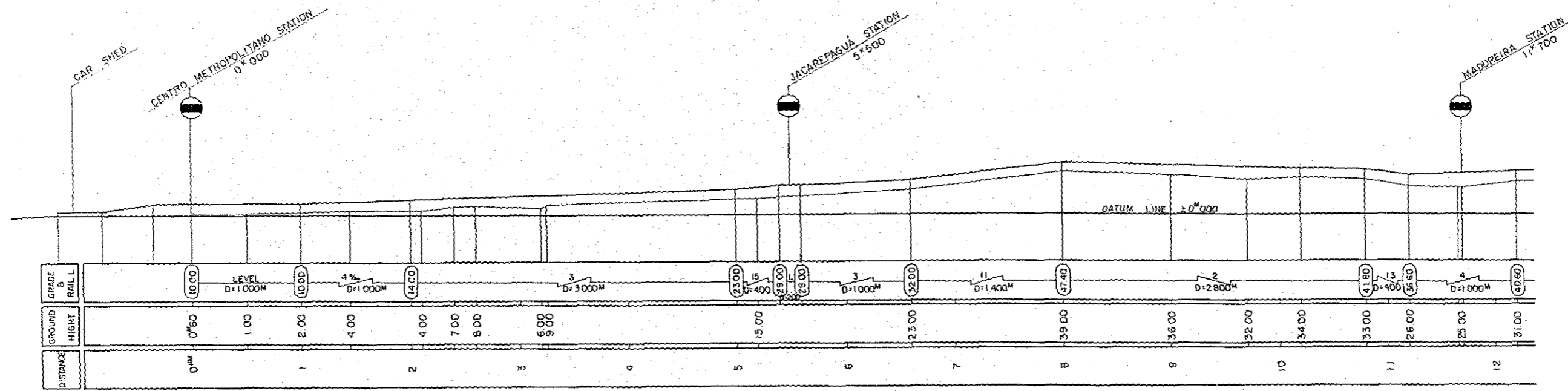


FIG. - 2.3 (I)



NOTE: (1) D= DISTANCE  
 (2) BASED ON THE MAP SCALE = 1/5,000

FIG. - 2.3. (2) PROFILE OF ROUTE

SCALE VERTICAL 1: 2,000  
 HORIZONTAL 1: 20,000

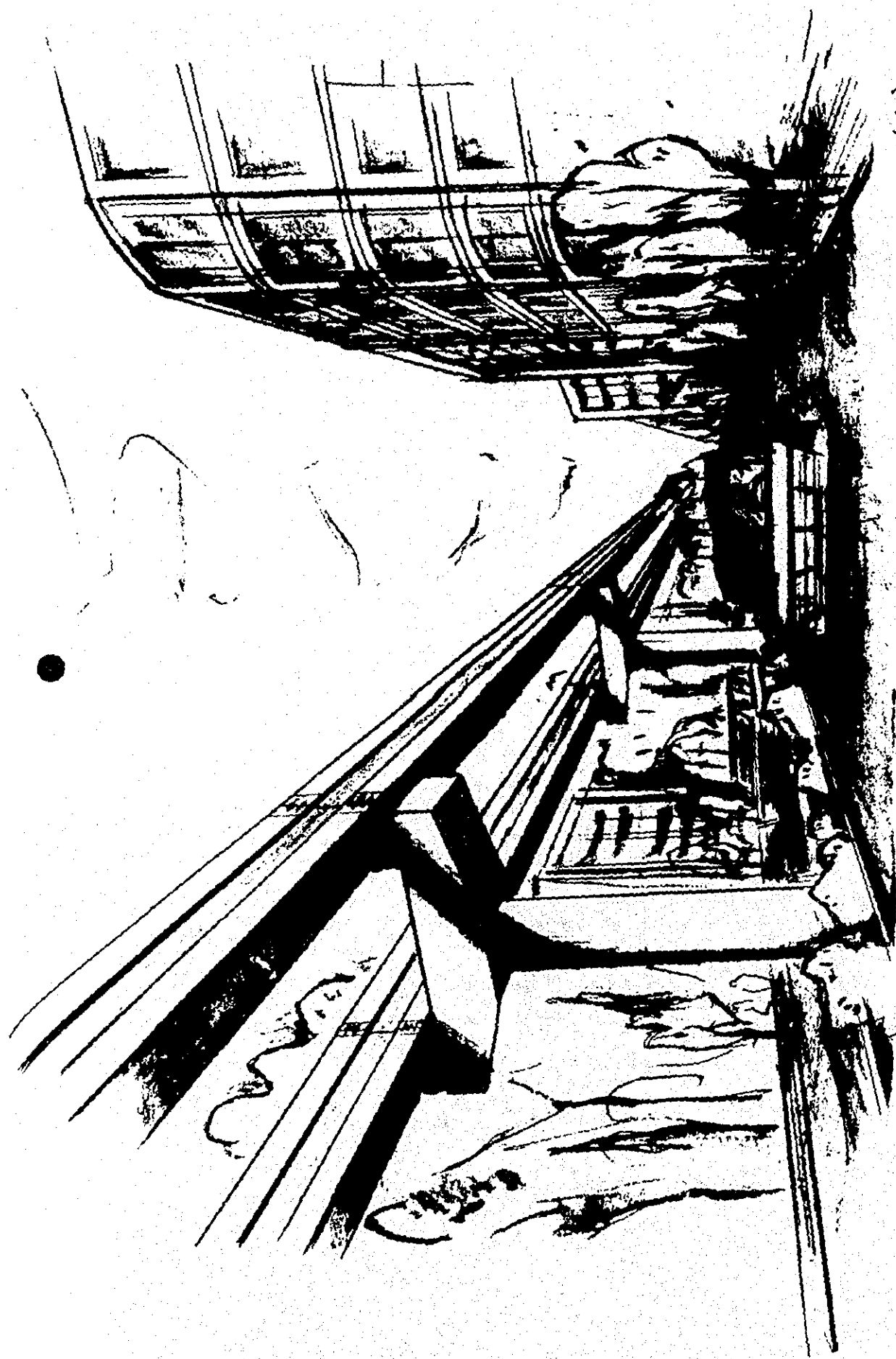
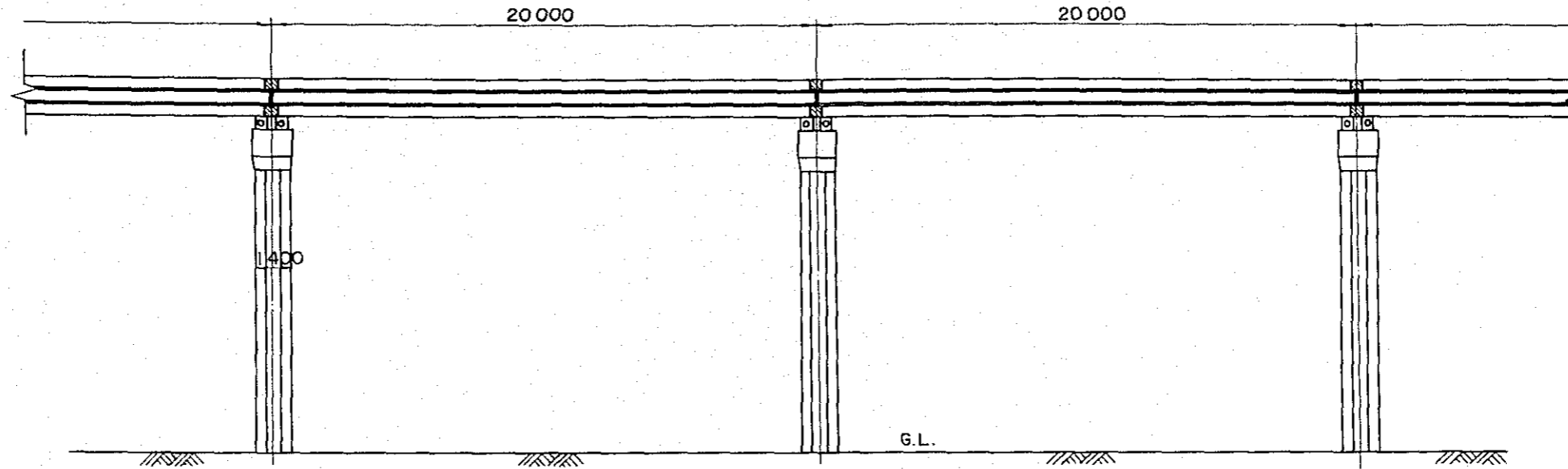


FIG. - 3.1 (1)

SIDE VIEW  $s=1/200$



3 700

PLAN  $s=1/200$

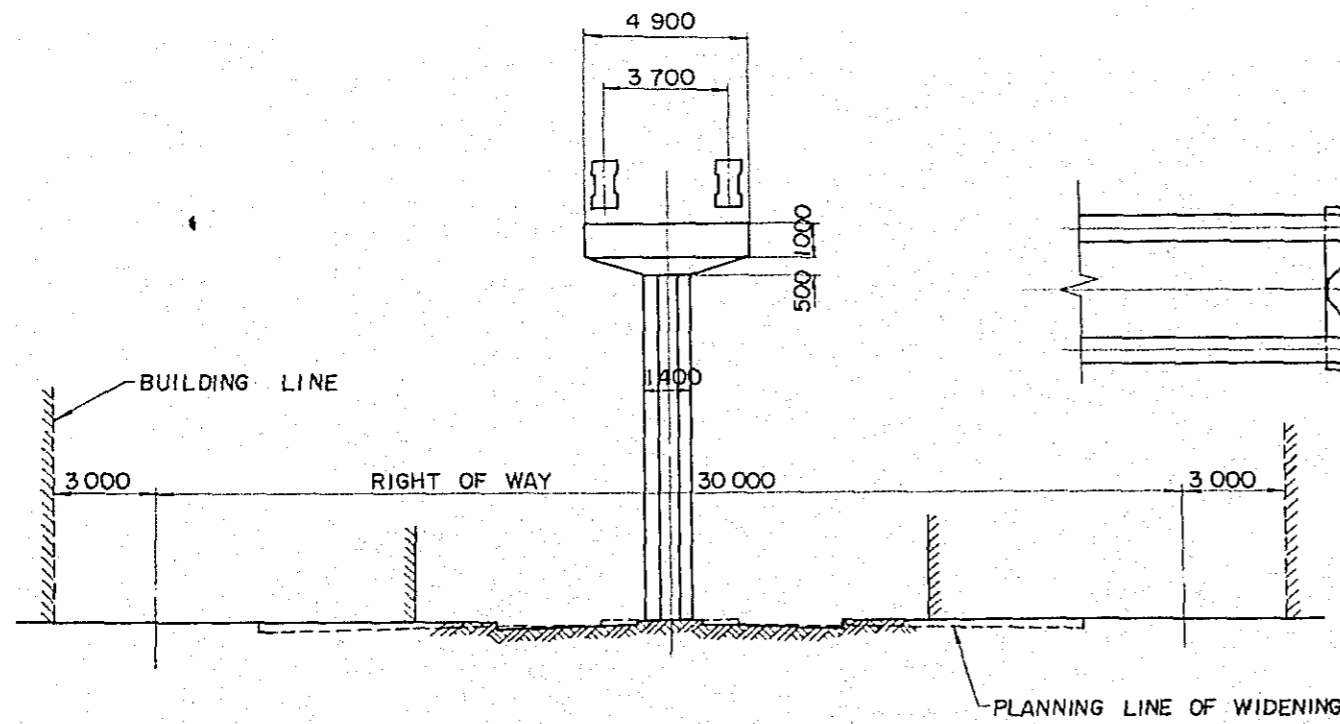
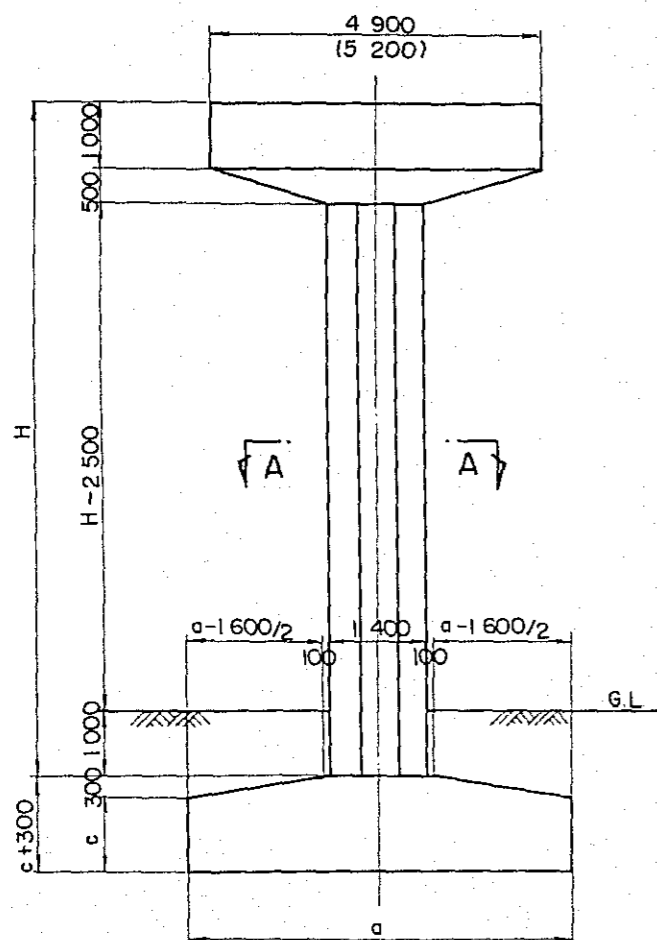


FIG.-3.1. (2) STANDARD TRACK



FRONT ELEVATION



SIDE ELEVATION

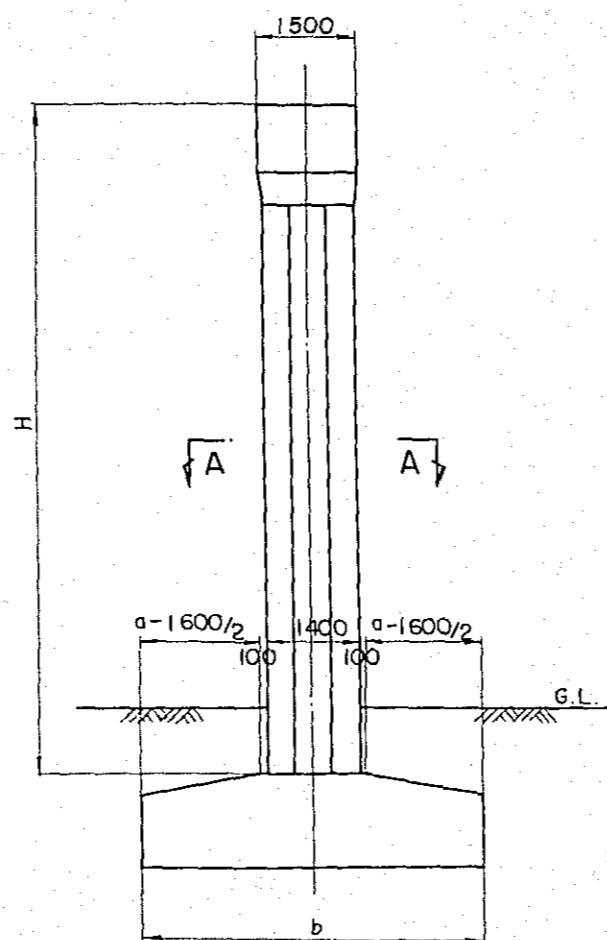
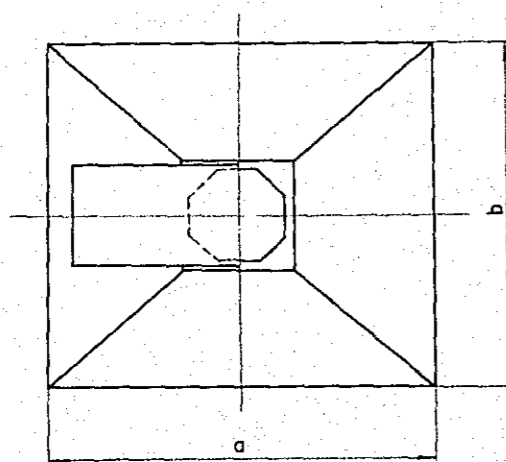


TABLE of DEMENSION

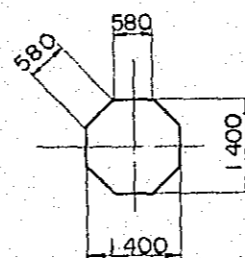
H (m)	a (m)	b (m)	c (m)
7 000	5 000	4 600	1 000
8 000	5 100	4 700	1 000
9 000	5 200	4 800	1 000
10 000	5 300	4 900	1 050
11 000	5 400	5 000	1 050
12 000	5 600	5 100	1 100
13 000	5 800	5 300	1 100
14 000	6 000	5 400	1 100
15 000	6 200	5 600	1 150
16 000	6 400	5 700	1 150

3 700

PLAN



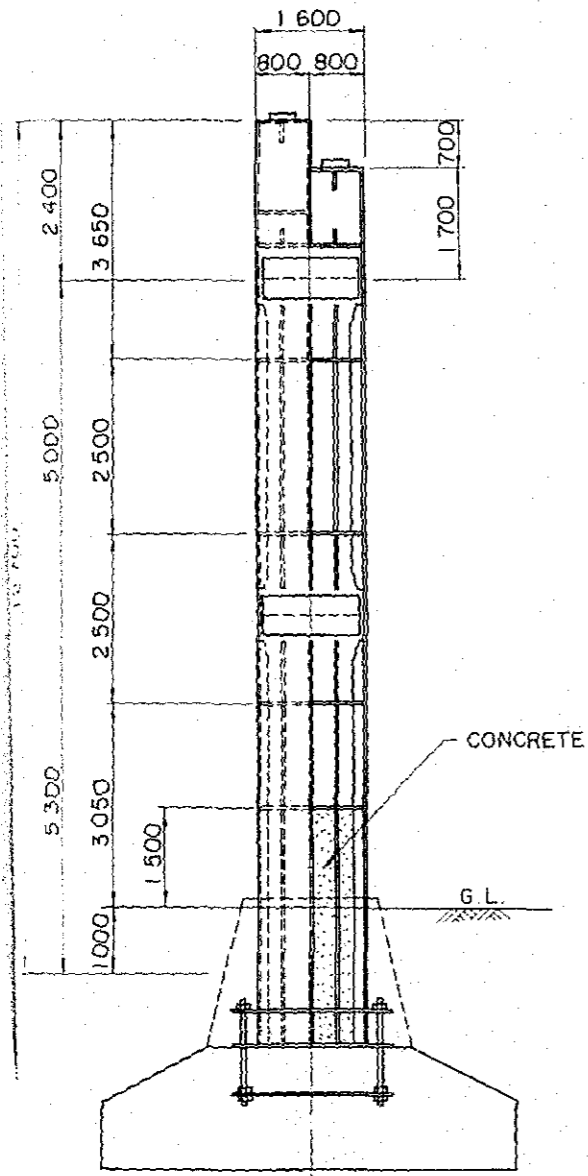
A - A



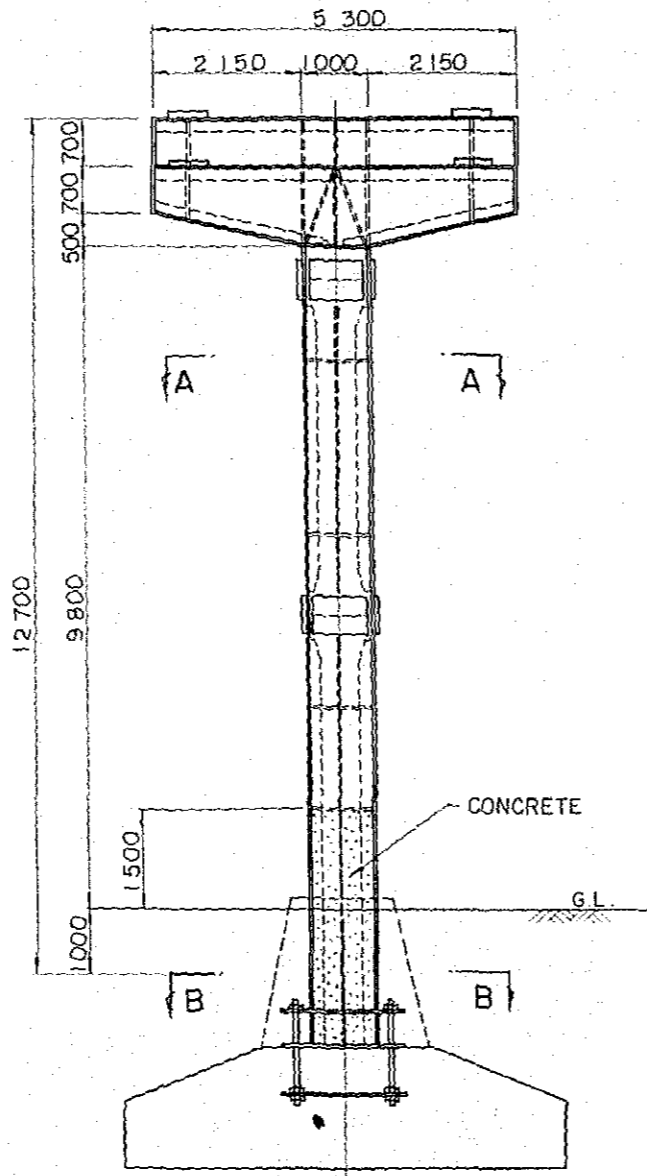
NOTES : Dimension of ( ) indicate pylon in curve

FIG.-3.1(3) STANDARD PYLON (8-ANGLE SECTION)

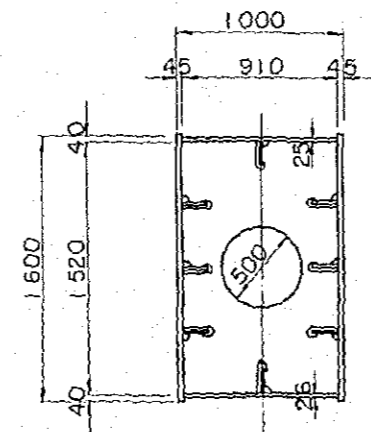
SIDE ELEVATION s=1/100



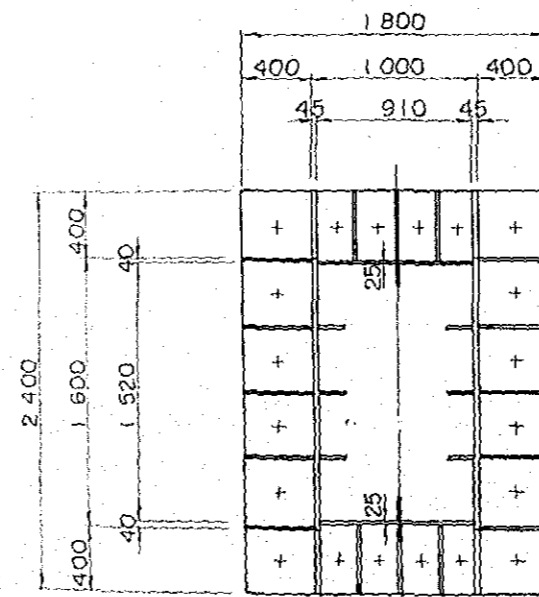
FRONT ELEVATION s=1/100



A - A s=1/40



B - B s=1/40



STEEL WEIGHT	
SS 41	10.0t
SM 50	21.1t

CONCRETE	114.7m <sup>3</sup>
REINFORCEMENT	6.2t

KEY DIA

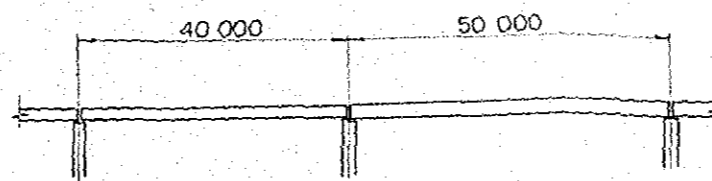


FIG. - 3.1.(4) STEEL PYLON  
(R=100m)

3,700

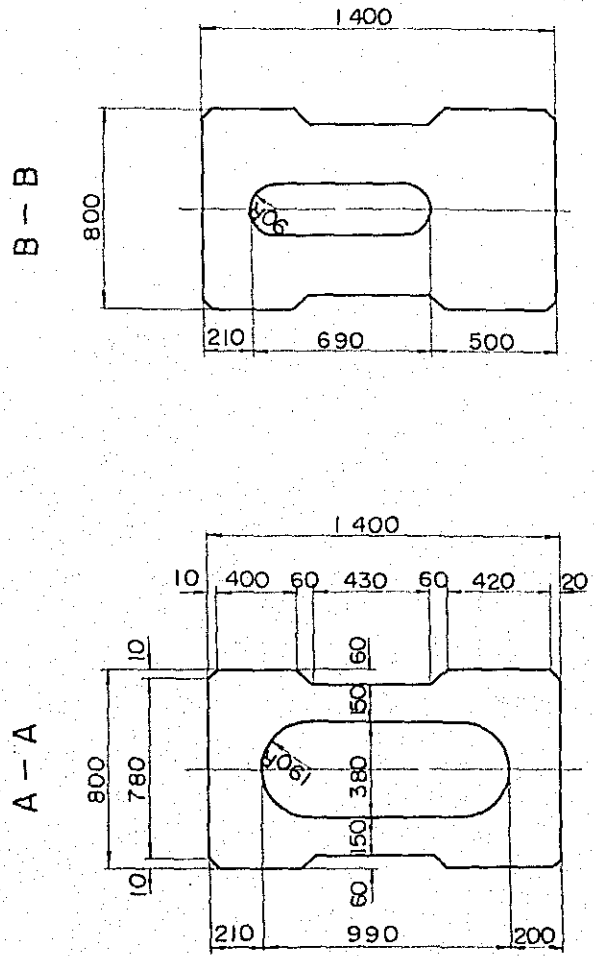
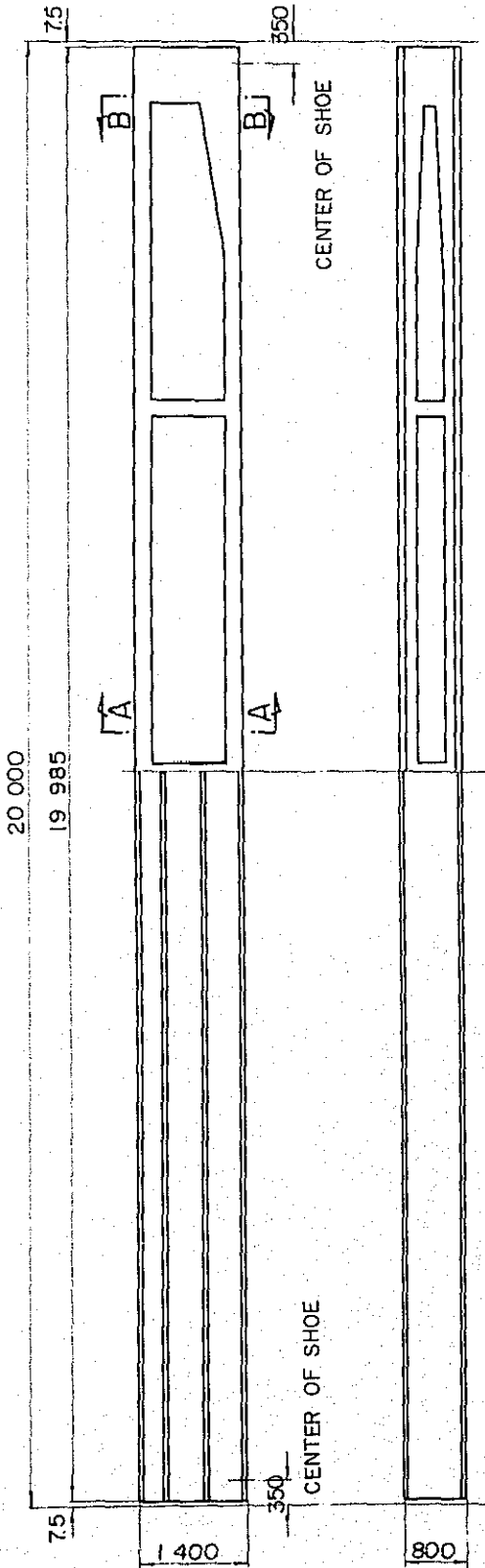


FIG.-3.1.(5) STANDARD PRESTRESSED CONCRETE BEAM

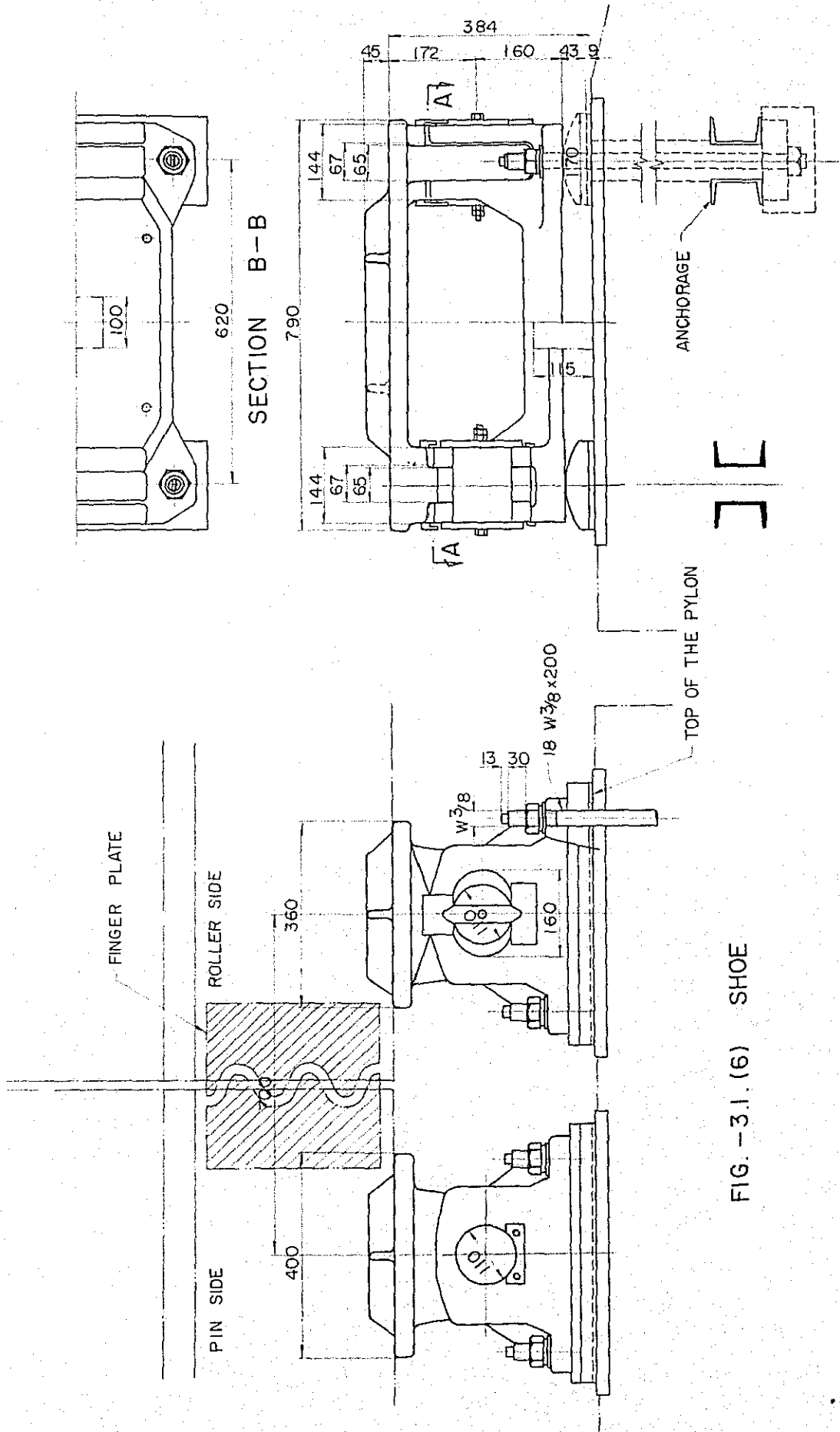
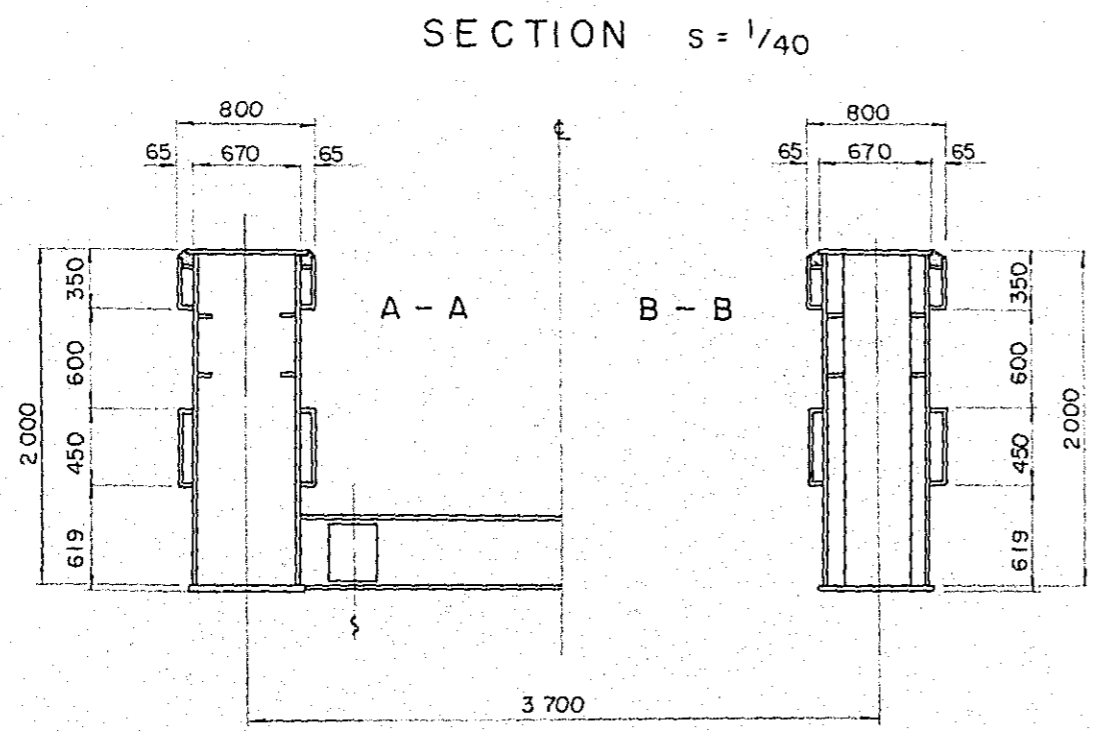
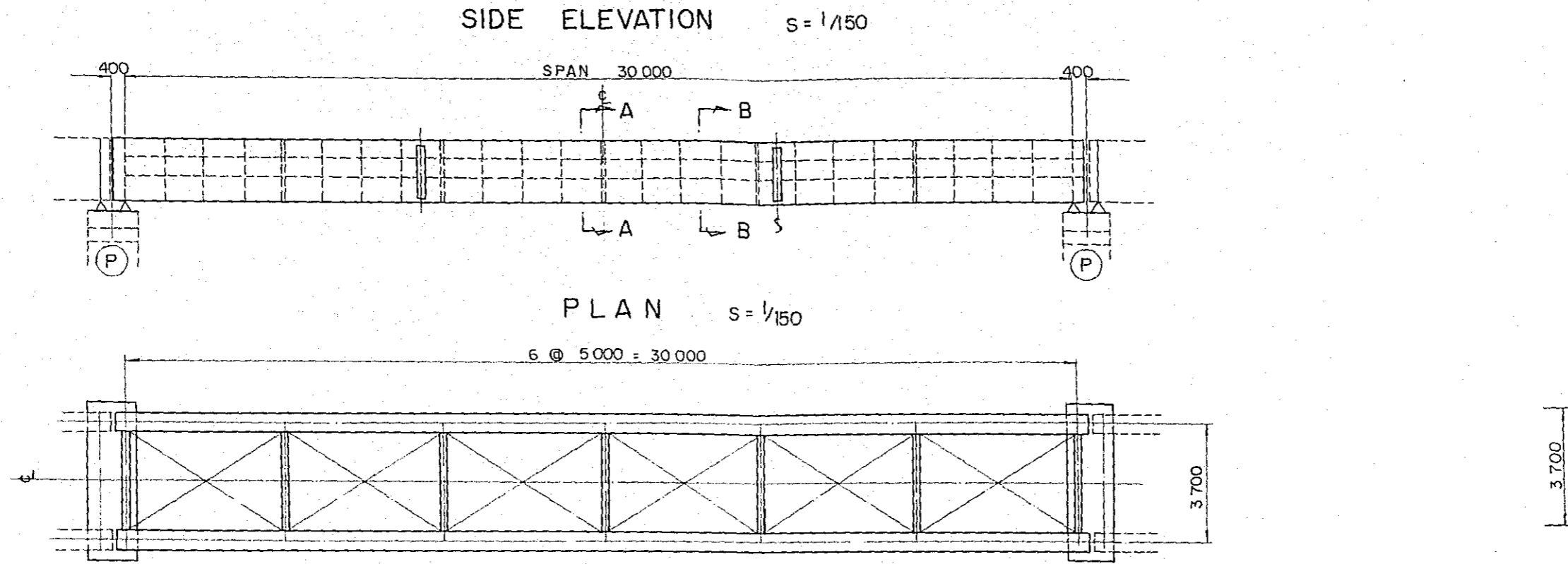


FIG. -3.1.(6) SHOE



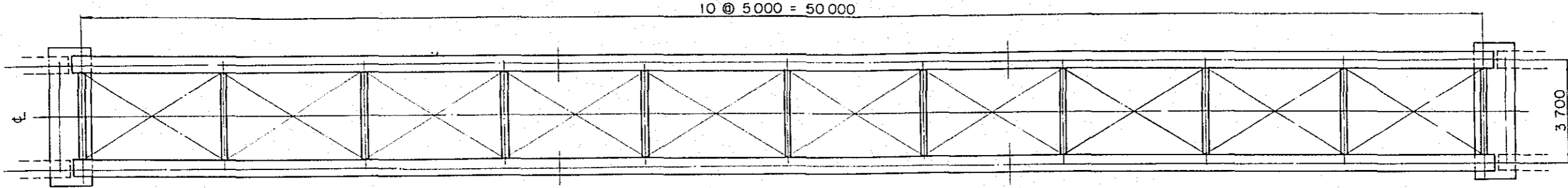
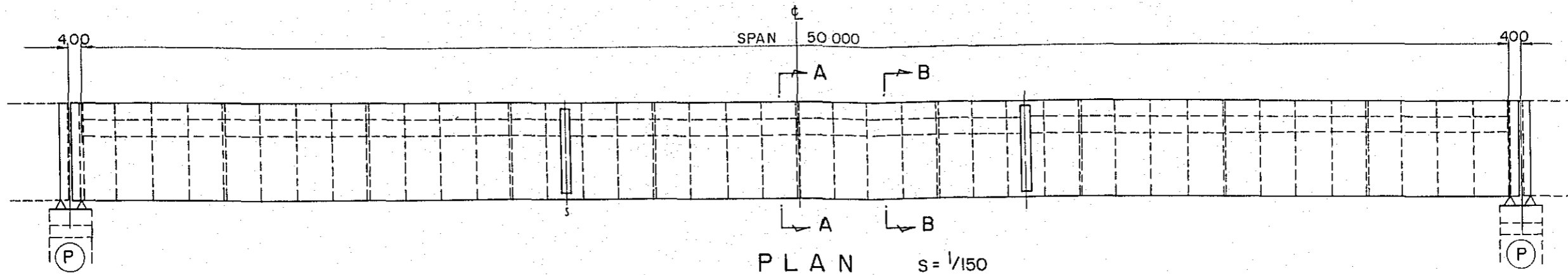
- 2 - Flg. Pl. 670 x 19 (SM 50A)
- 2 - Web Pl. 1981 x 9 (SM 50A)

ROUGH ESTIMATE  
of STEEL WEIGHT

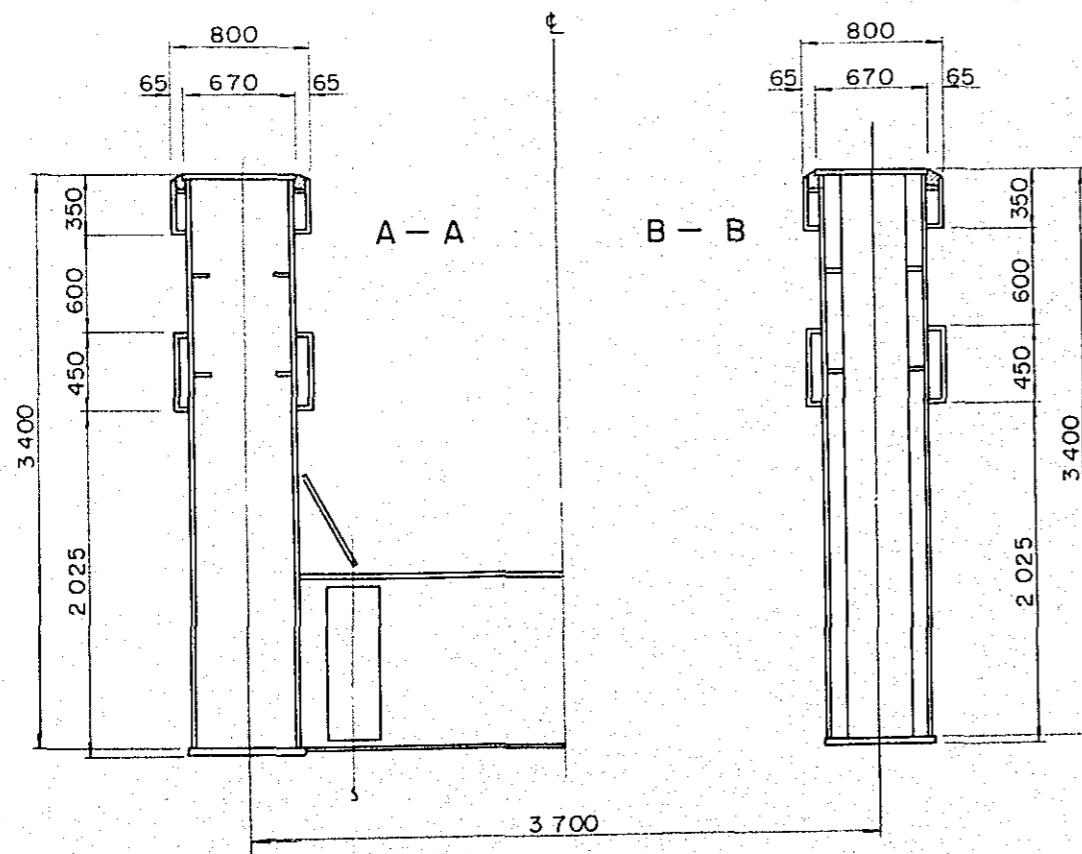
SM 50A	29.5 <sup>†</sup>
SS 41 etc	11.8 <sup>†</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>41.3<sup>†</sup></b>

FIG. - 3.1. (7) STEEL BEAM ( $R = \infty$ ,  $L = 30^m$ )

SIDE ELEVATION  $s = 1/150$



SECTION  $s = 1/40$



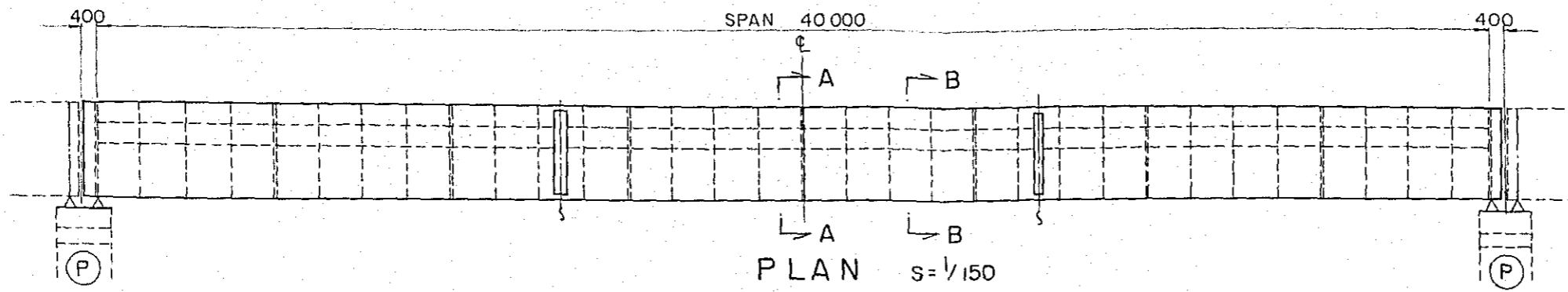
- 2 - Flg Pl. 670 x 25 (SM 50A)
- 2 - Web Pl. 3 375 x 14 (SM 50A)

ROUGH ESTIMATE  
of STEEL WEIGHT

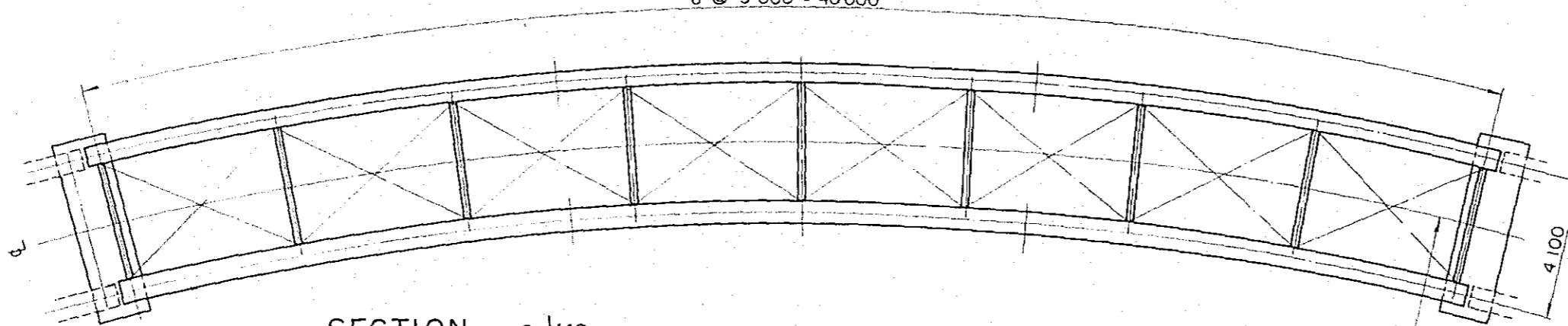
SM 50A	101.9†
SS 41 etc.	32.9†
<b>TOTAL</b>	<b>134.8†</b>

FIG.-3.I. (8) STEEL BEAM (  $R = \infty$  ,  $L = 50^m$  )

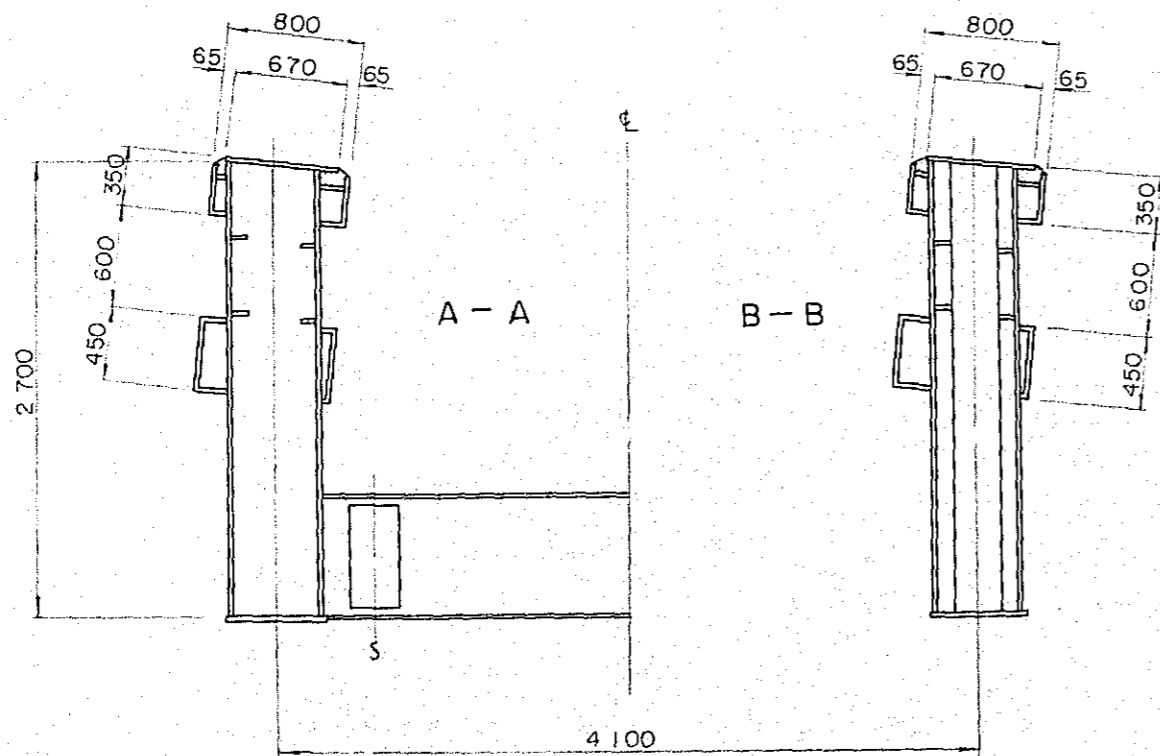
SIDE ELEVATION  $s = 1/150$



8 @ 5 000 = 40 000



SECTION  $s = 1/40$



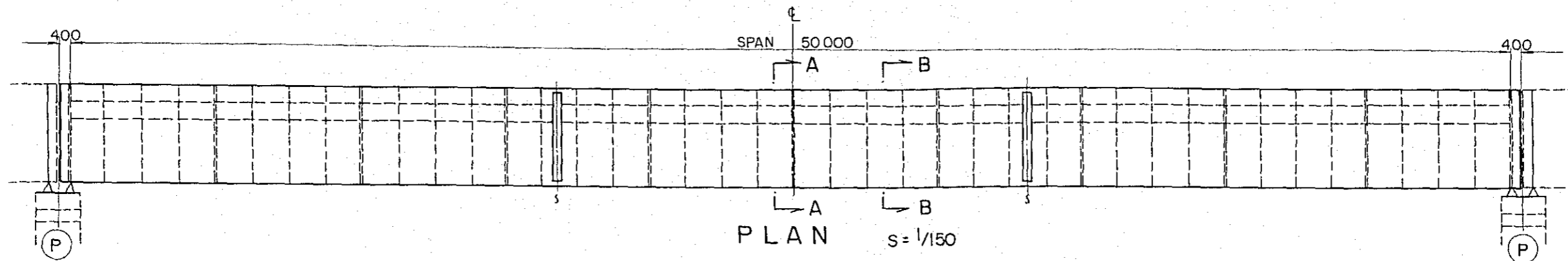
- 2 - Flg. Pl. 670 x 25 (SM 50A)
- 2 - Web. Pl. 2 675 x 15 (SM 50A)

ROUGH ESTIMATE  
of STEEL WEIGHT

SM 50A	72.7 <sup>†</sup>
SS 41 etc.	25.4 <sup>†</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>98.1<sup>†</sup></b>

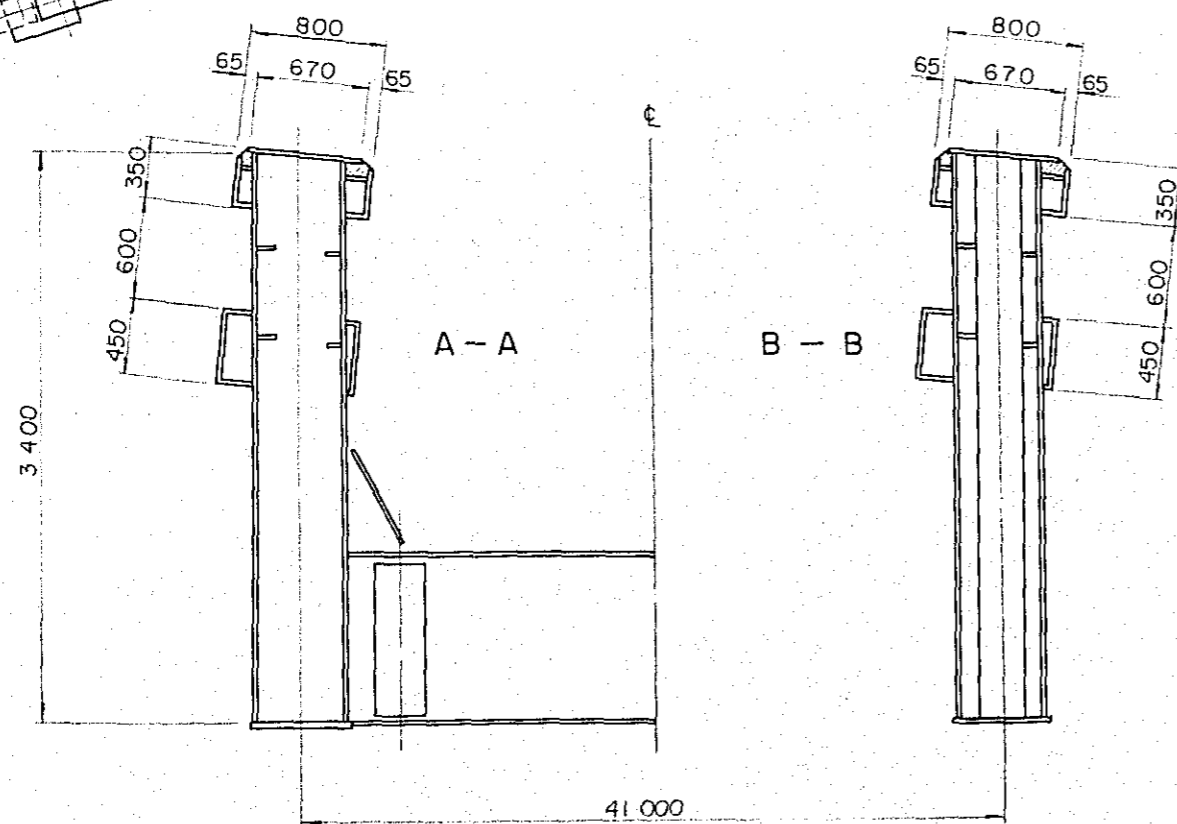
FIG. - 3.1. (9) STEEL BEAM (R = 100<sup>m</sup>, L = 40<sup>m</sup>)

SIDE ELEVATION  $s = 1/150$



10 @ 5 000 = 50 000

SECTION  $s = 1/40$



- 2 - Flg. Pl. 670 x 32 (SM 50B)
- 2 - Web Pl. 3 368 x 19 (SM 50A)

ROUGH ESTIMATE  
of STEEL WEIGHT

SM 50A	101.9†
SM 50B	34.1†
SS 41 etc.	42.3†
<b>TOTAL</b>	<b>178.3†</b>

FIG. - 3.1 (10) STEEL BEAM ( $R=100^m, L=50^m$ )



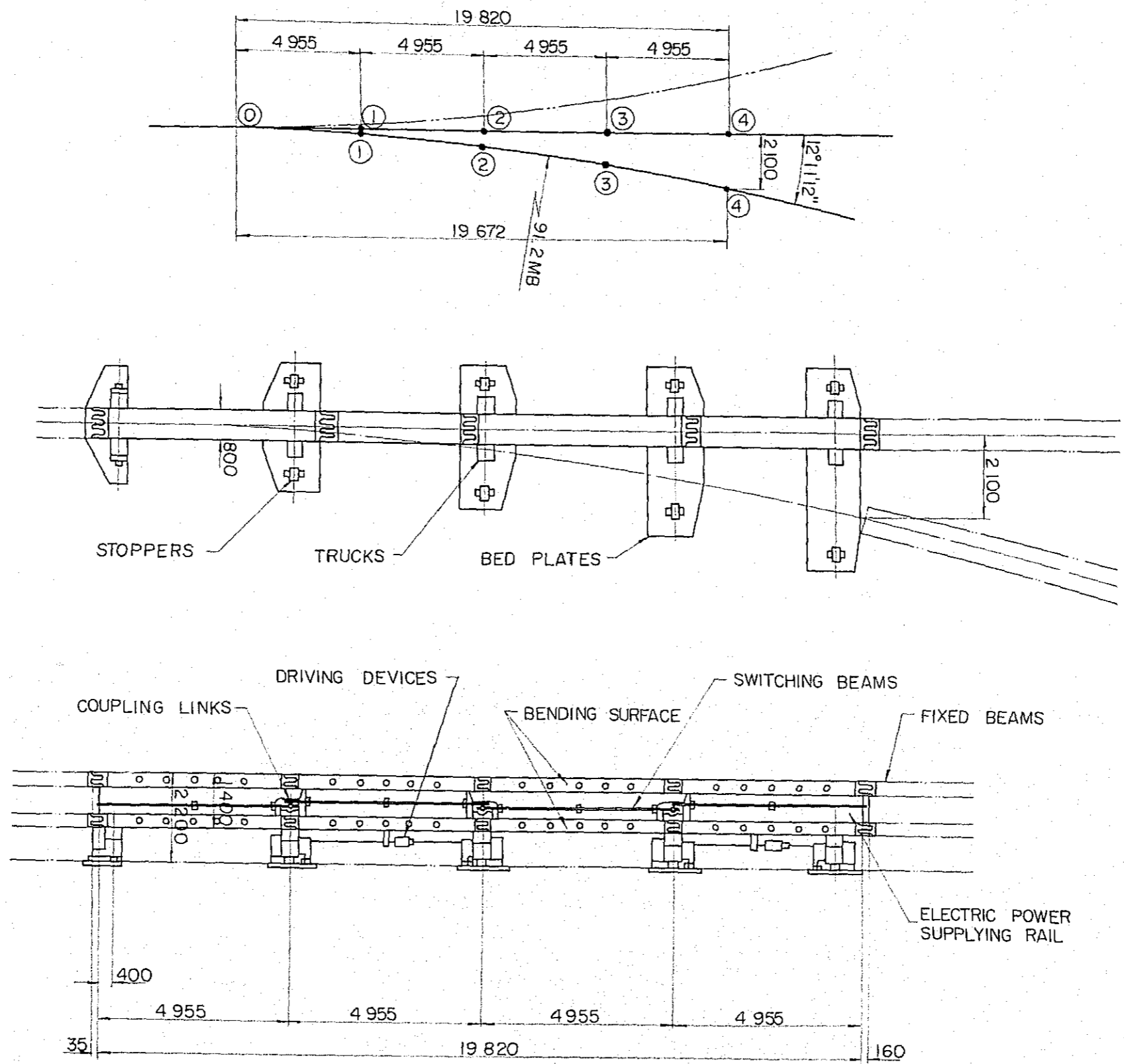


FIG.- 3.1. (II) GENERAL VIEW OF SINGLE - TRACK SWITCH

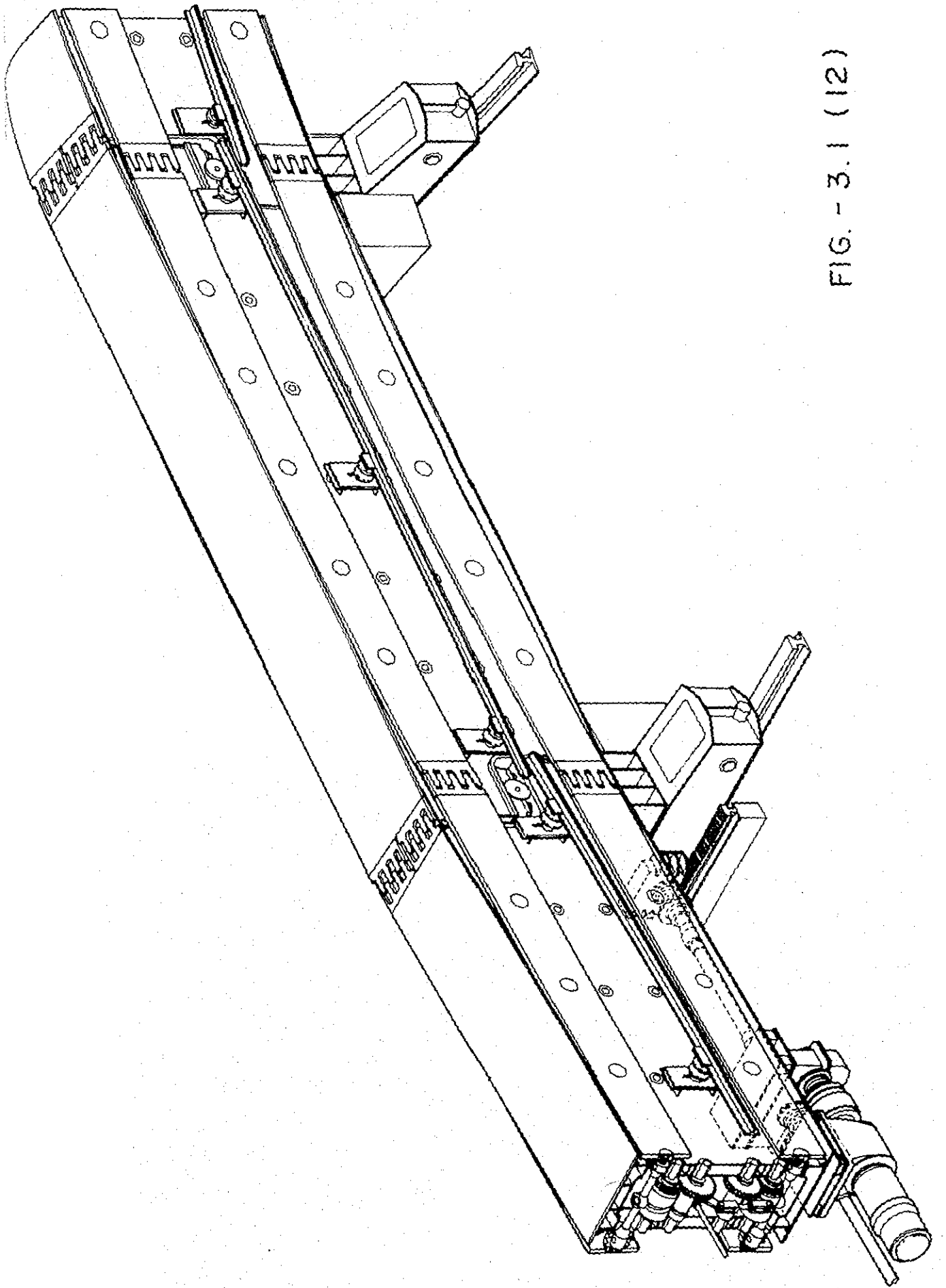


FIG. - 3.1 (12)

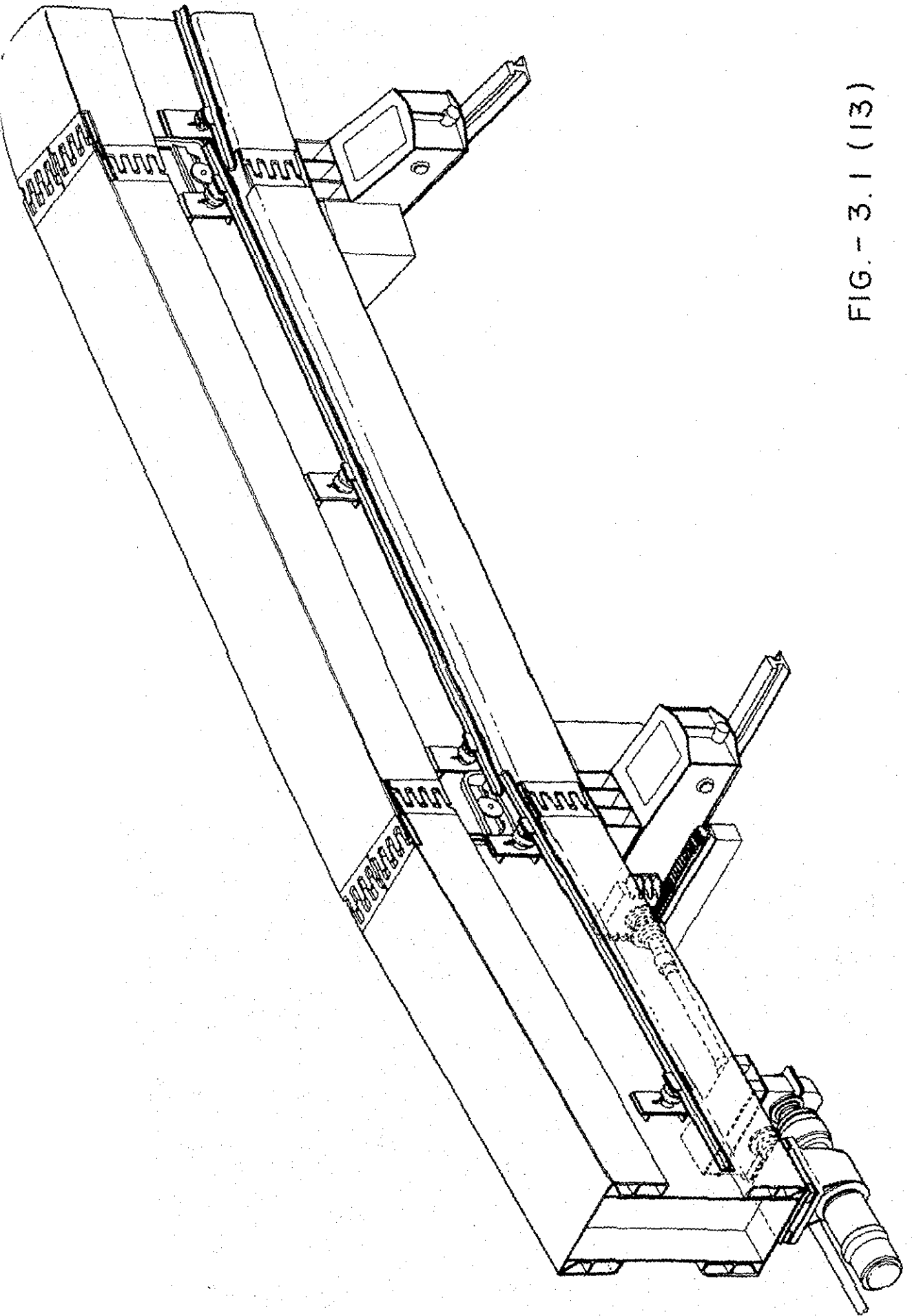
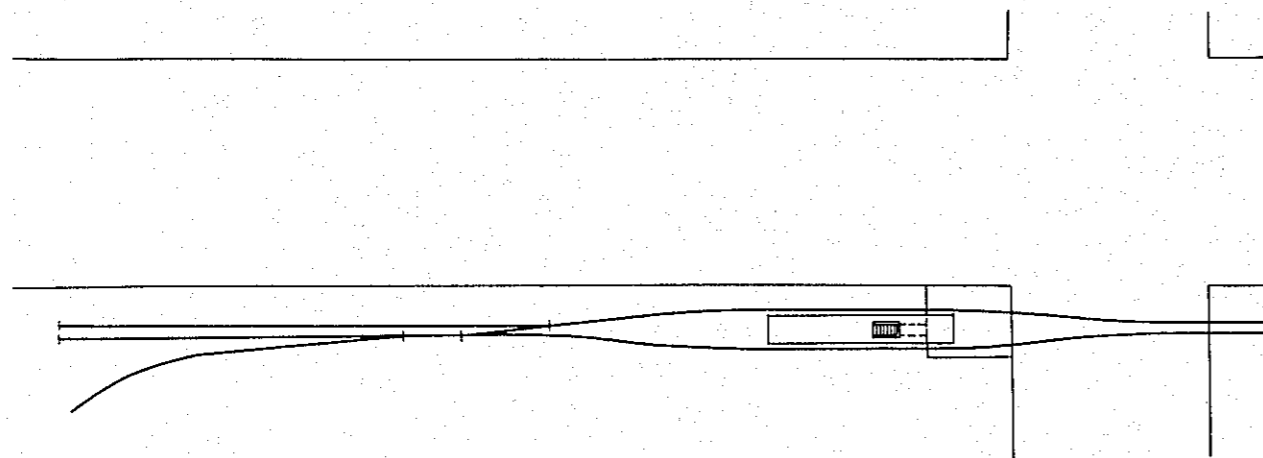


FIG. - 3.1 (13)

FIG.-3.I. (14) CENTRO METROPOLITANO STATION



SECTION A - A

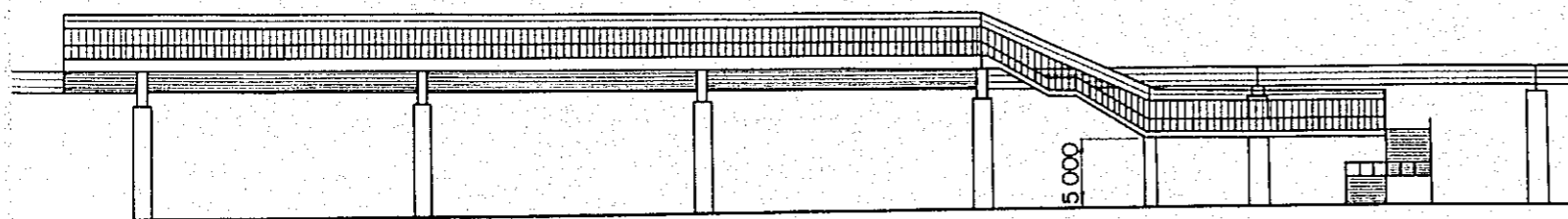
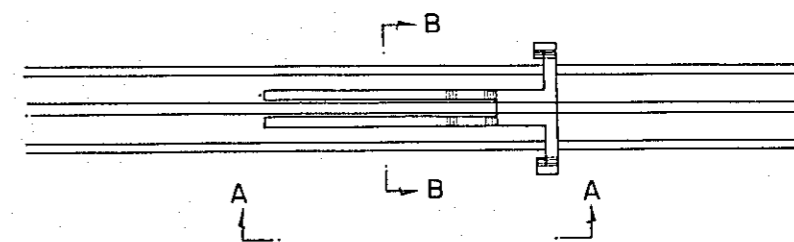


FIG-3.I (15) TACAREPAGUA STATION



SECTION B - B

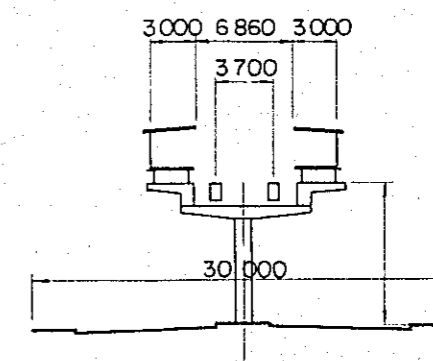


FIG-3.I. (14) CENTORO METROPOLITANO STATION  
FIG-3.I. (15) JACAREPAGUA STATION

FIG. - 3.I. (16) MADUREIRA STATION

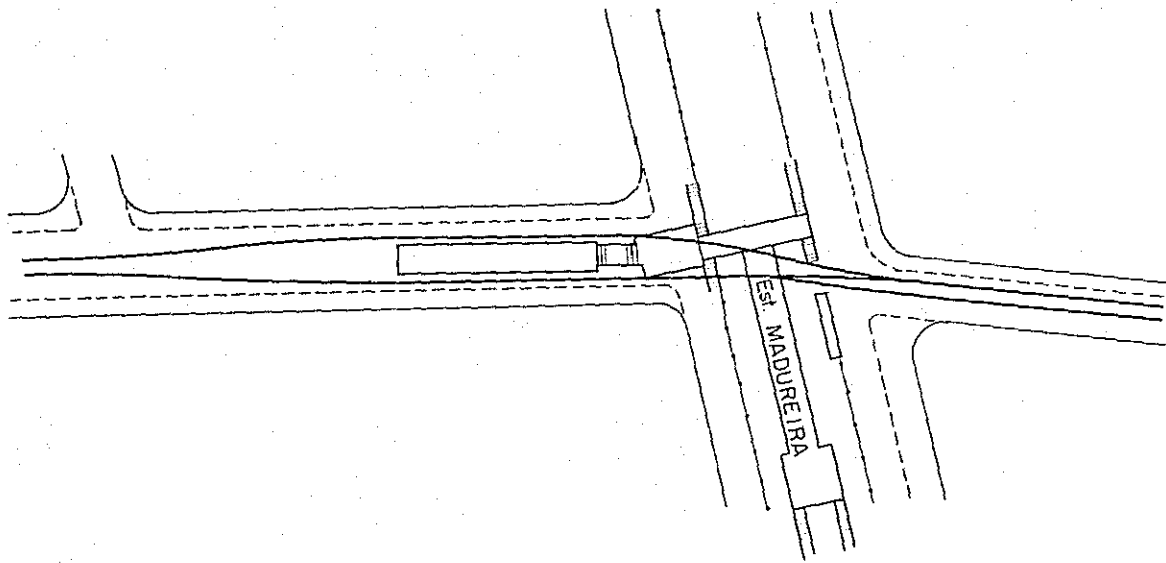


FIG. - 3.I. (17) IRAJA STATION

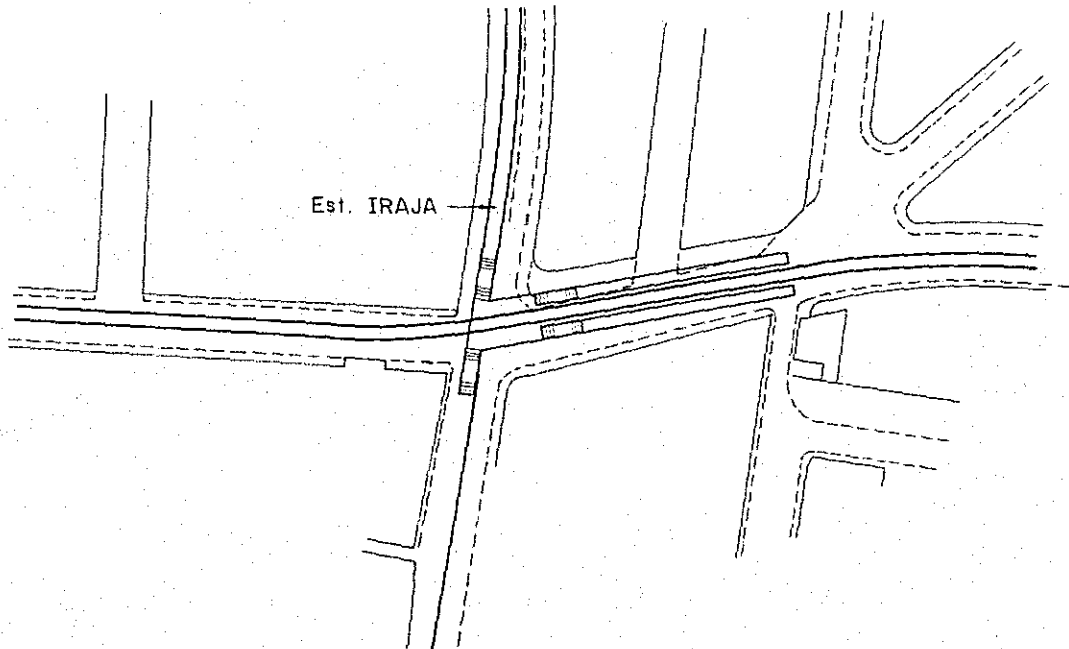


FIG. - 3.I. (16) MADUREIRA STATION

FIG. - 3.I. (17) IRAJA STATION

FIG. - 3.1. (18) PENHA STATION

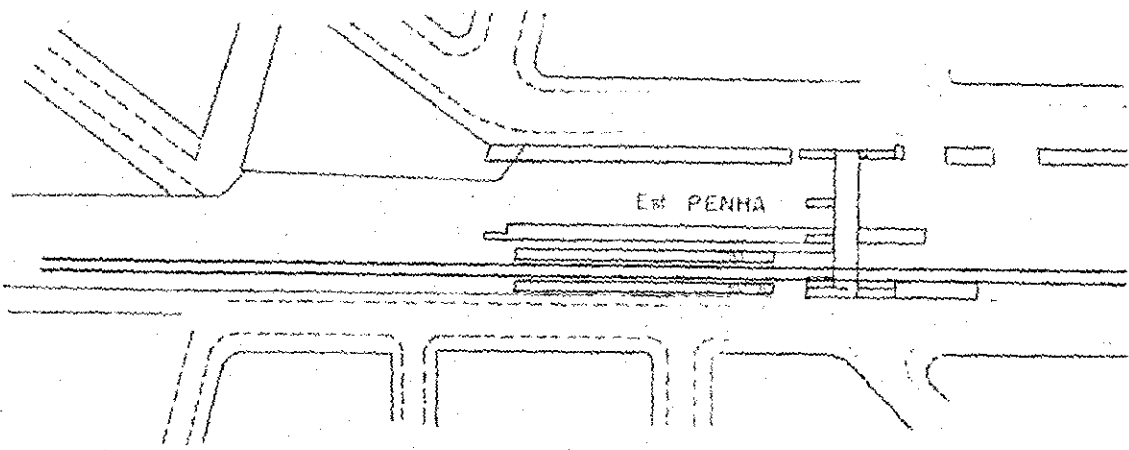


FIG. - 3.1. (19) GALEÃO STATION

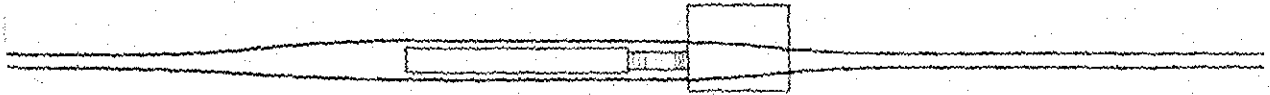


FIG. - 3.1. (18) PENHA STATION  
FIG. - 3.1. (19) GALEÃO STATION

# PLAN OF CAR SHED

Capacity about 40 cars  
Area about 23 000 m<sup>2</sup>

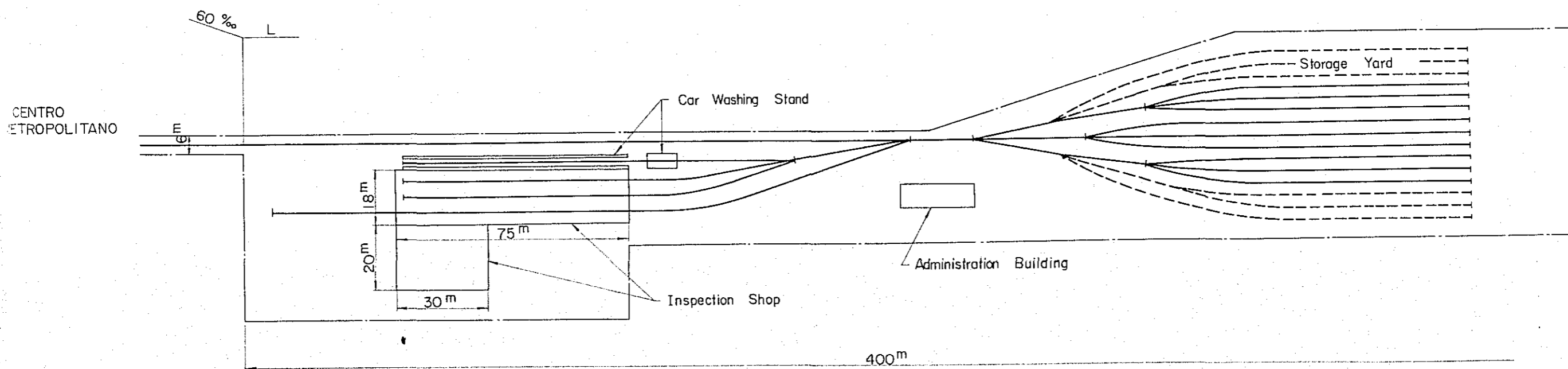


FIG.-3.1.(20) PLAN OF CAR SHED

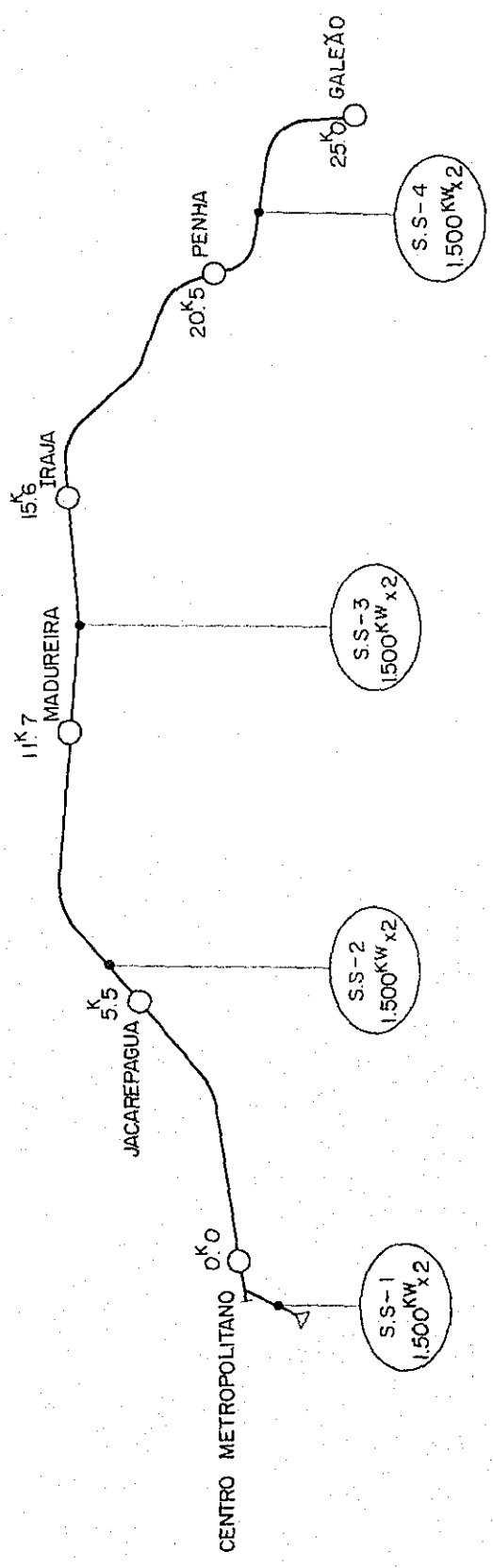


FIG. - 3.2.(1) ALLOCATION of SUBSTATION



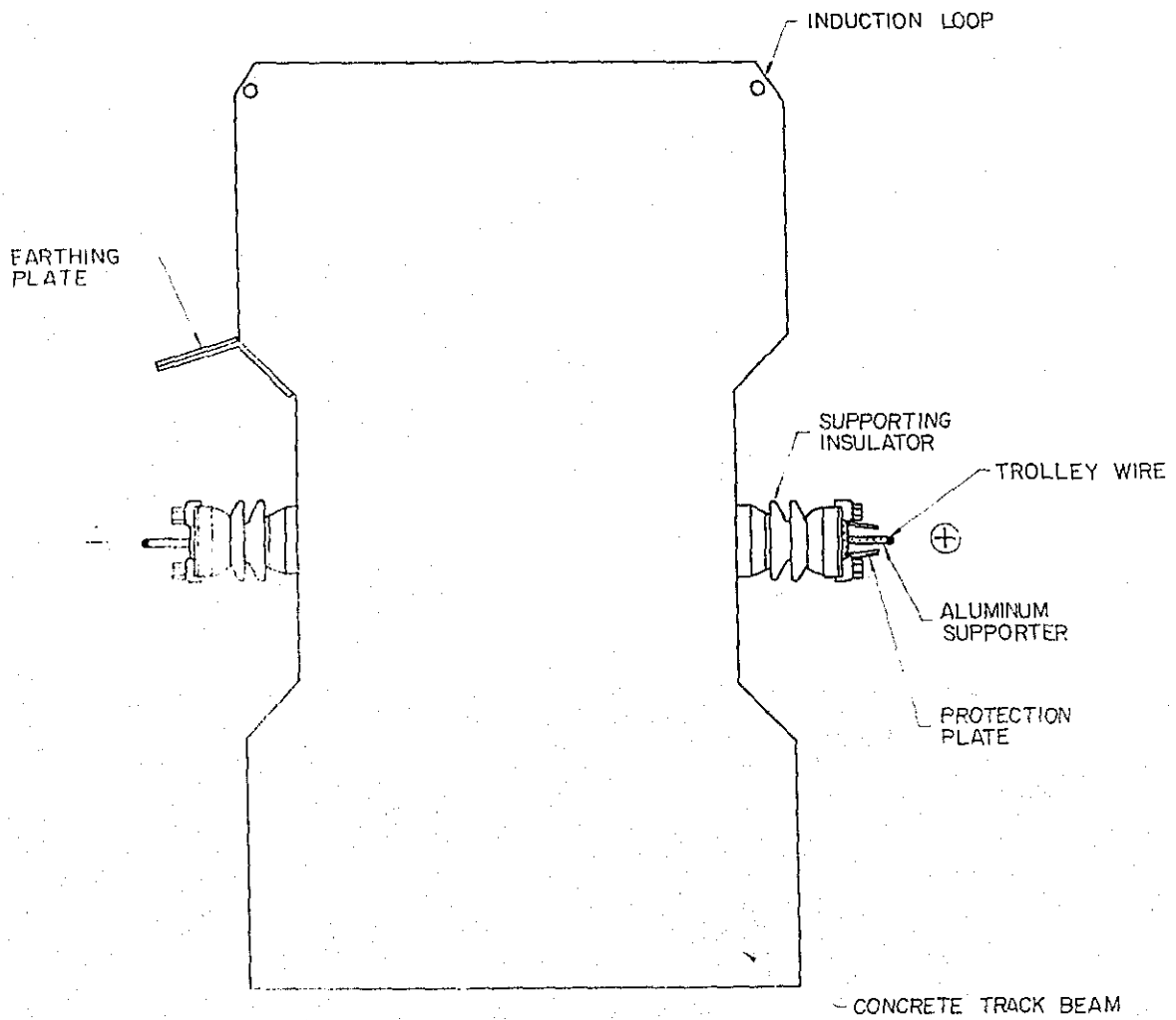


FIG.-3.2.(2) INSTALLING OF ELECTRIC POWER SUPPLYIN RAIL AND EARTHING PLATE

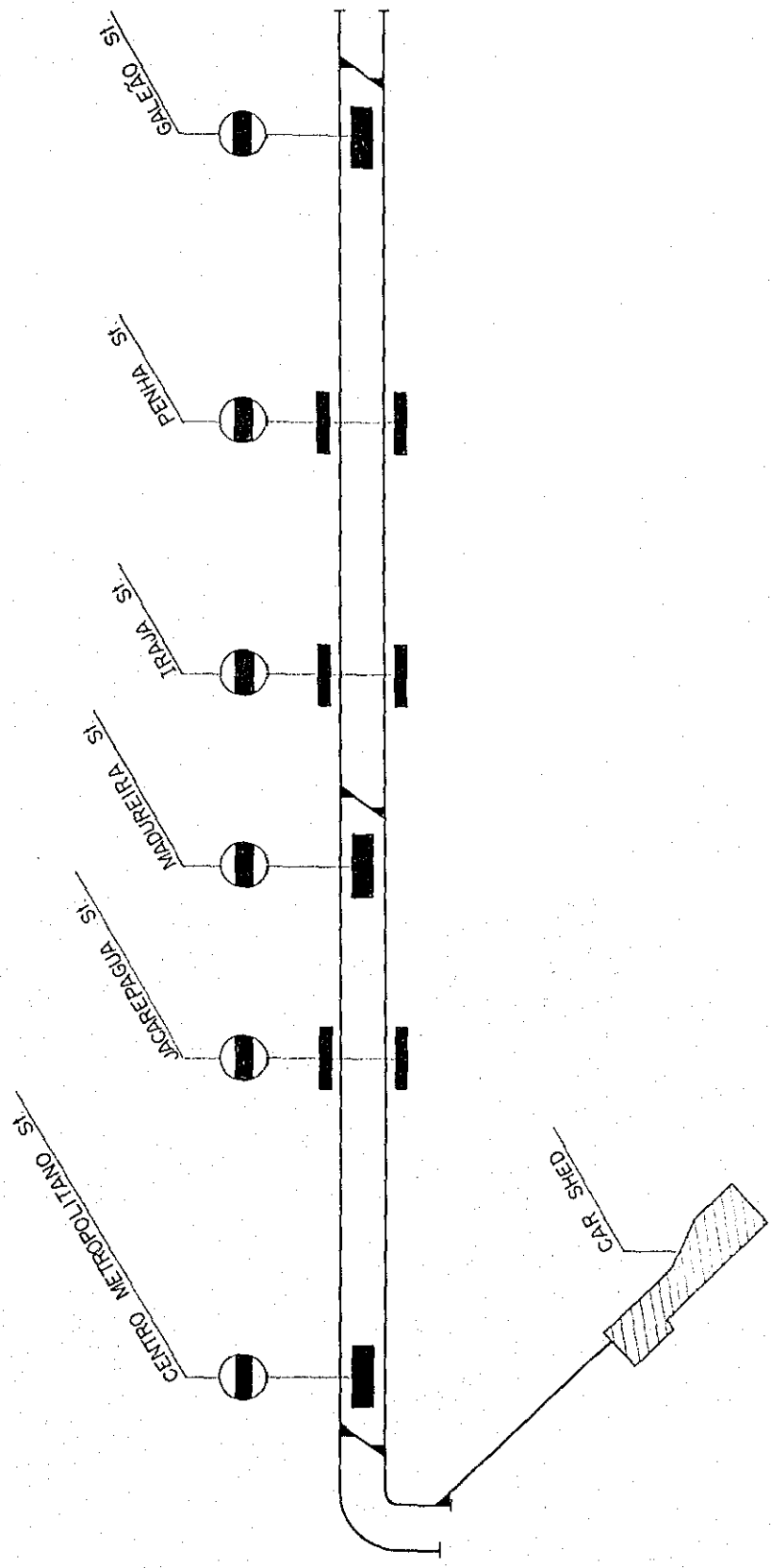


FIG. - 3.2 (3) LINE ARRANGEMENT

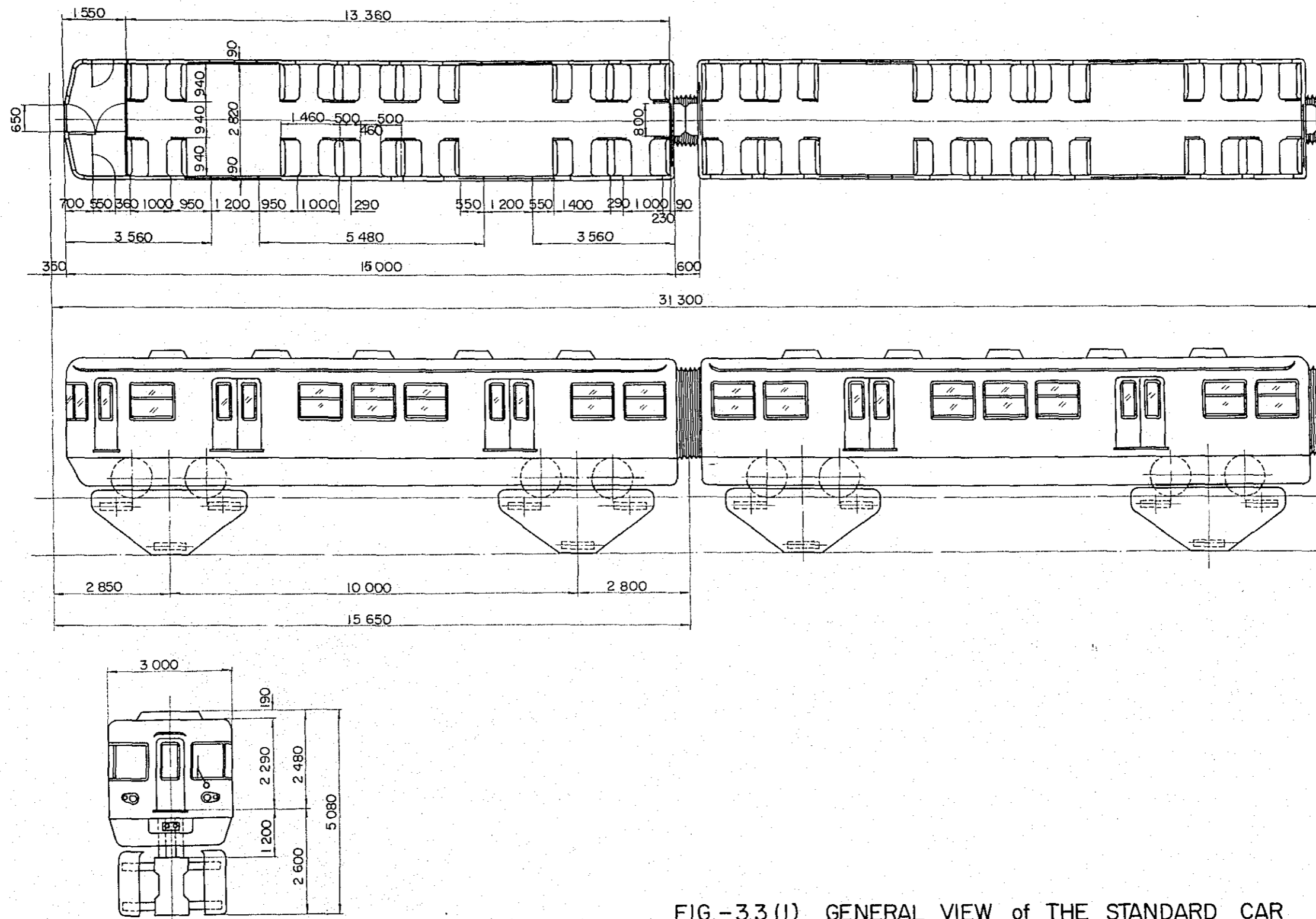


FIG.-3.3 (I) GENERAL VIEW of THE STANDARD CAR

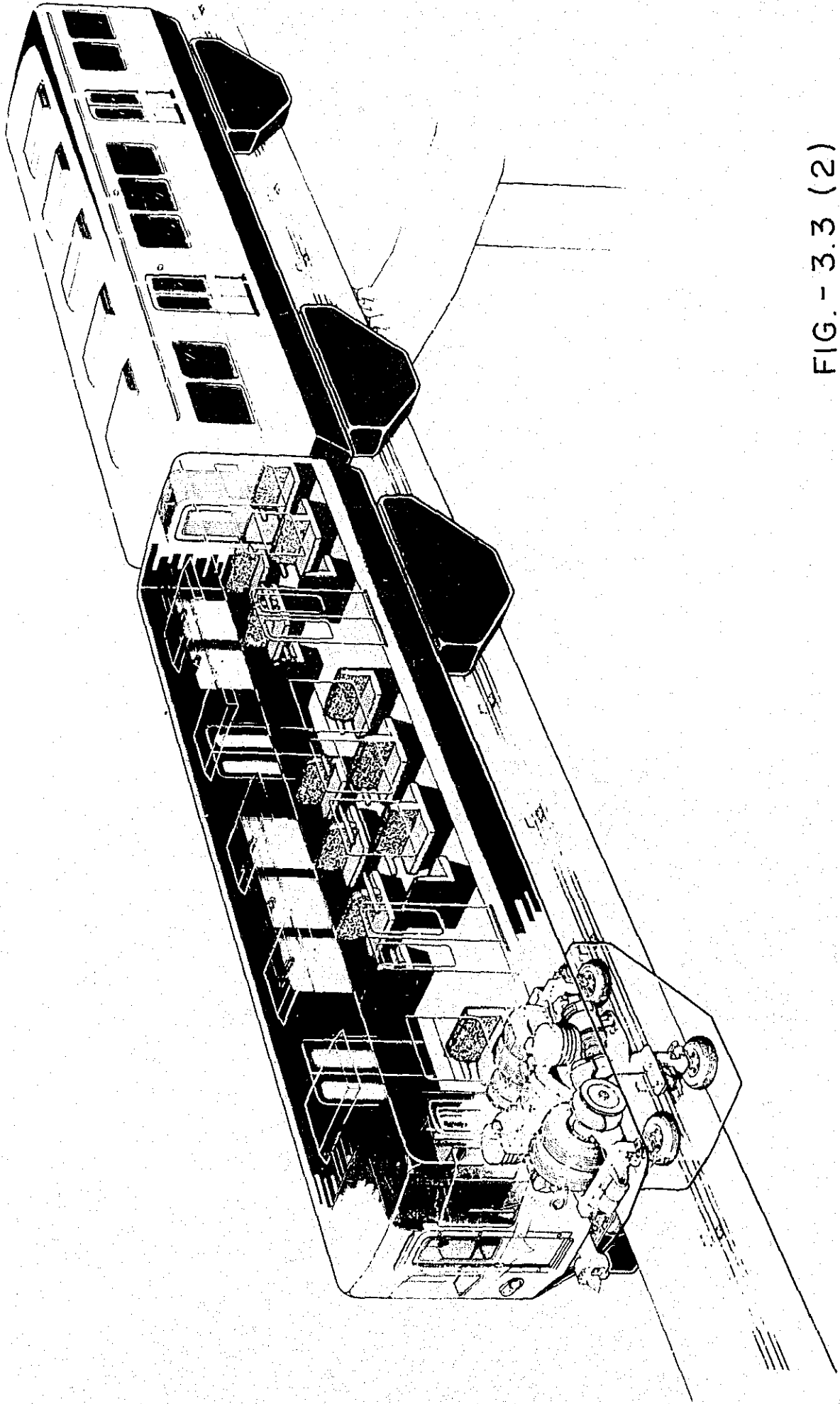


FIG. - 3.3 (2)

# DIAGRAMA DE CONSTRUÇÃO DO MONOTRILHO DO RIO DE JANEIRO MONORAIL CONSTRUCTION SCHEDULE OF RIO DE JANEIRO

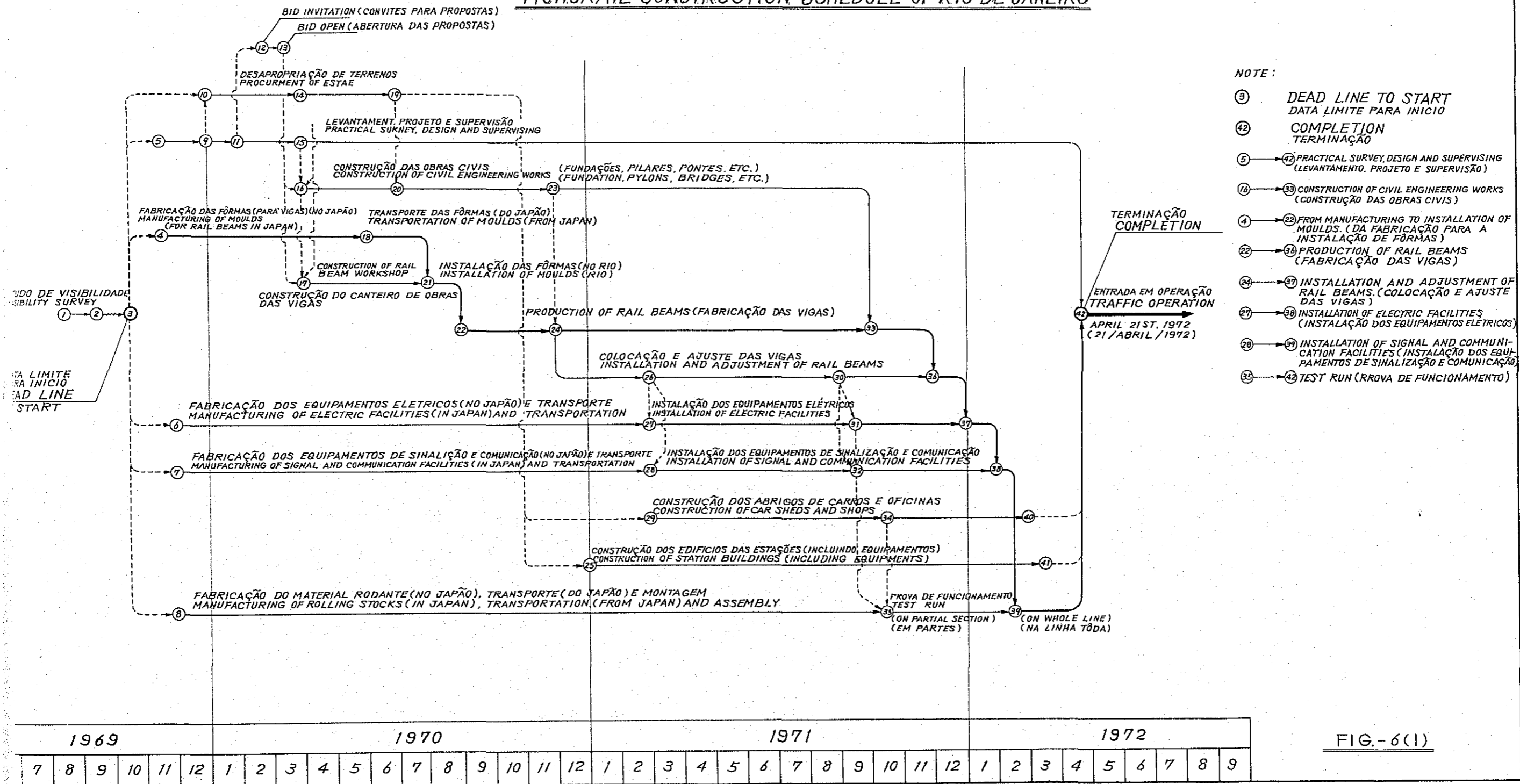
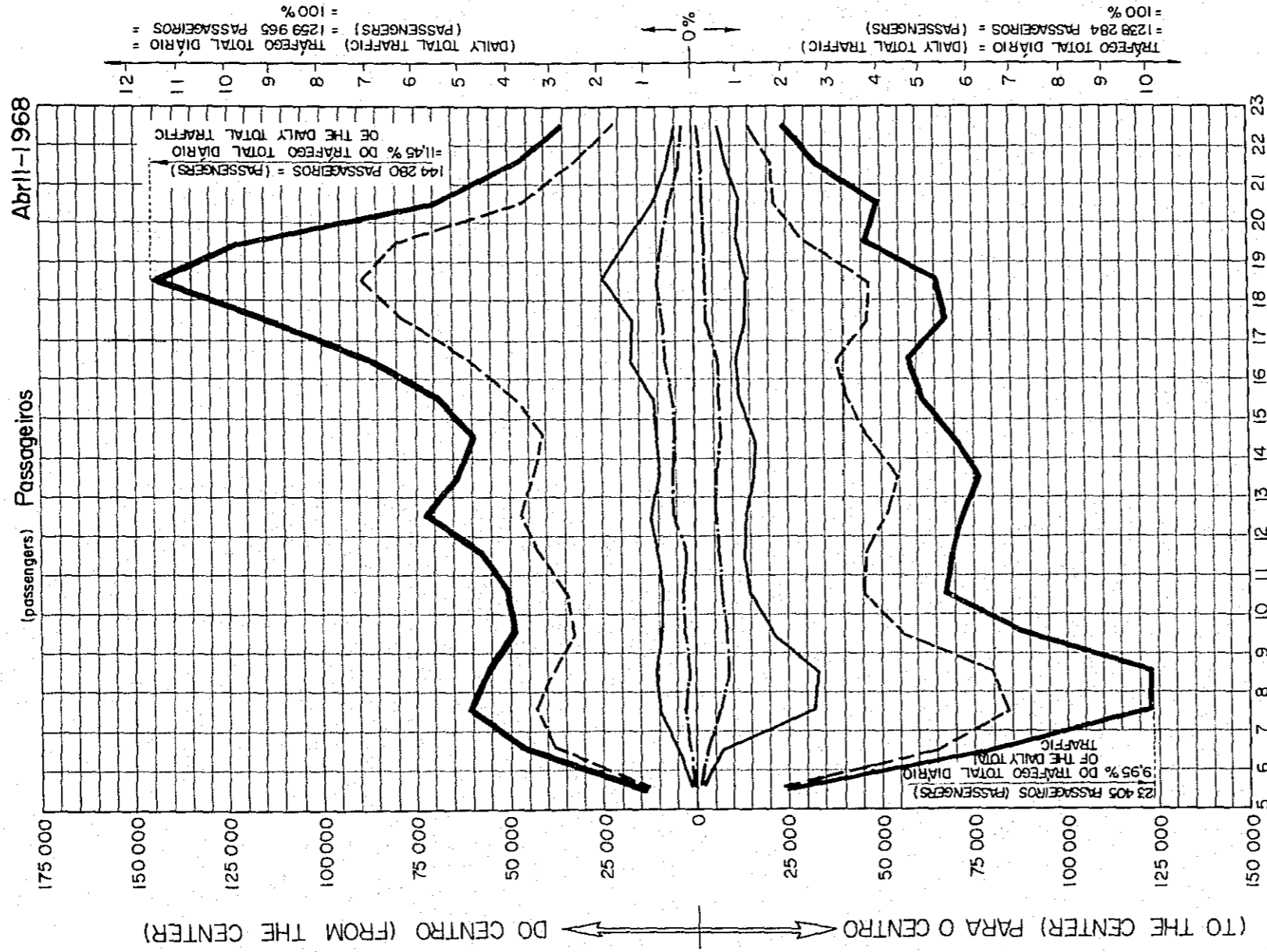


FIG.-6(I)

**CONTAGEM DA "SCREEN - LINE"**

COMPUTATION ON THE SCREEN-LINE  
RESUMO DE TODOS OS PONTOS  
SUMMARY OF ALL THE POINTS



**LEGENDA  
LEGEND**

- SOMA TOTAL  
TOTAL SUM
- - - C. PARTICUL  
PRIVATE CARS
- . - TAXIS
- ..... ÔNIBUS  
BUSES

**TABLE - 2.4. (1)**

CONTAGEM TOTAL DIÁRIA NA SCREEN-LINE  
TOTAL DAILY COUNTING OF THE SCREEN -  
LINE-PASSENGERS IN BOTH DIRECTIONS

1968

Êste dado foi cedido por gentileza  
da COMPANHIA DO METROPOLITANO  
DO RIO DE JANEIRO

ANO YEAR 1968

MEIO DE TRANSPORTE : TOTAL DE VIAGENS POR DIA TYPE OF TRANSPORT : ALL TRIPS PER DAY

Table with columns for DESTINO (Destination), MICRO ÁREA, MACRO ÁREA, and TRAFEGO DE ORIGEM (Origin Traffic). Rows list various locations like INCELERIA, SANTA CRUZ, etc., and include a summary row at the bottom for TRAFEGO DE DESTINO.

TABLE-2.4 (2) TOTAL DE VIAGENS POR DIA 1968 ALL TRIPS PER DAY. Este dado foi cedido por gentileza da COMPANHIA DO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO





CUADRO 25

POPULACAO, AREA URBANIZADA E DENSIDADE EM 1968

Cod.	Zona	Populaçao	Area urba- nizada Km <sup>2</sup>	Densidade (Hat/pa)	Cod.	Zona	Populaçao	Area urba- nizada Km <sup>2</sup>	Densidade (Hat/pa)
01	Caudolázia	7,016	2,72	25,79	40	Sta. Cruz	75,524	12,22	61,80
02	Norte, Sul	14,031	1,64	85,55	41	Campo Grande	187,078	27,85	67,17
03	D. Pedro II	31,570	1,69	186,80	42	Bansú	295,630	25,55	115,70
04	Lapa	17,539	0,55	318,89	43	Jacarepaguá	178,071	19,92	89,39
05	Cambba	22,557	2,76	81,72	44	Madureira	401,641	25,40	158,12
06	Mangue	21,277	1,38	154,18	45	Irajá	308,333	21,27	144,96
07	Rio Comprido	76,525	1,82	420,46	46	Penha	254,057	14,87	170,85
08	Sta. Teresa	78,789	3,07	256,64	47	L. Governador	70,905	17,55	40,40
09	Catete	30,402	0,45	675,60	48	L. Paguatá	4,850	0,62	78,22
10	Flamengo	63,725	1,89	337,16	49	Meier (parcial)	205,401	11,75	174,80
11	Laranjeiras	70,881	1,52	466,32	50	Ramos	243,895	14,02	173,96
12	Botafogo	121,014	4,31	280,77	51	Eng. Nôvo (mare)	40,112	2,65	151,35
13	Urca	12,940	0,70	184,85	52	Tijuca (parcial)	47,622	0,08	95,27
14	Lome	23,737	0,65	365,18	53	Lagoa (parcial)	25,637	0,95	269,86
15	Copacabana	207,305	2,77	748,39	TOTAL GUANABARA		4,103,764	265,07	-
16	Logoa	18,051	1,10	164,10					
17	Ipanema	65,352	1,63	400,93	61	N. Iguacu+Queim	496,511	68,32	72,67
18	Leblon	46,642	1,65	232,67	62	Nilopoli	132,262	8,42	157,08
19	Gávea	50,121	2,11	237,54	67	S. Joao Neritf	273,817	20,28	135,01
20	Tijuca	123,772	2,80	442,04	68	Duque Caxias	351,258	88,85	39,53
21	Andaraí	59,317	2,31	256,78	69	Sao Gonçalo	333,545	45,49	73,32
22	Maracana	73,586	2,89	254,62	74	Niterói	287,592	25,50	112,78
23	Vila Isabel	58,871	2,10	208,33	TOTAL MACRO-AREA		5,978,749	521,93	-
24	Grajáu	32,515	1,52	213,91					
25	L. Vasconcelos	34,592	1,26	274,53					
26	Engenho Fôvo	59,838	2,47	242,25					
27	Meier	59,357	3,15	188,43					
28	Engenho Dentro	53,847	2,65	203,19					
29	Cachambí	33,068	1,30	254,36					
30	Riachuelo	51,914	2,81	184,09					
31	Jacarêzinho	58,570	0,38	1,501,79					
32		34,584	2,47	140,01					
33	Cajú	17,837	2,28	78,23					
34	Sao Cristovao	73,866	5,35	138,06					
35	Serra Três Rios	-	0,15	-					
TOTAL MICRO-AREA		1,805,008	70,32	-					

