2.4 Agricultural Water Demand Projection

In general, agricultural waters to be evaluated for water resources development are irrigation, water consumption by livestock and fish culture. Since water consumption by fish culture itself will be negligibly small, only irrigation and water for livestock were examined to estimate future water demand.

2.4.1 Projection of Future Agriculture

To estimate water demand until the target year, 2020, it is necessary to project future agriculture in Sergipe. Based on analysis of agriculture statistics, the following projection and assumptions were made.

- 1) Since crops are diversified depending on market, production of traditional field crops will be decreased. However, state self sufficiency of staple food, such as beans and cassava, will be maintained.
- 2) Production of fruits will be increased.
- 3) Cultivation of vegetables, such as tomato, cabbage, lettuce and so on, for the supply to urban areas will expand.
- 4) Irrigation will be applied to cash crops, such as fruits and vegetables, rather than traditional field crops (beans, sugarcane, etc.).
- 5) Production of livestock will fluctuate depending on the market; however, at least average figures in the last 10 years will be maintained.
- 6) Irrigation will not be applied to pasture due to its high cost in Sergipe, unless new breeds with good profit are introduced.
- 7) Increase (1 %) of future GRDP will be achieved by expansion of irrigation projects.

2.4.2 Future Irrigation Areas

Irrigation potential areas were examined in terms of soil properties and topography, and successively future irrigation areas were determined for water demand projection in terms of climate, water quality and future agriculture projected.

(1) Soil Properties and Topography

Based on soil data and a soil map (1/400,000) available in "Exploratory Research – Recognition of Soils in Sergipe State" (EMBRAPA and SUDENE, 1975), irrigation potential of soils in Sergipe were examined in cooperation with EMBRAPA, Recife. The soil map with scale of 1/400,000 is good enough for only initial identification of irrigable soils. Therefore, soil investigation in more detail is required for the further study.

The results are shown in Figure-2.1 and Table-2.11. In general, soils extended in the tropical humid region (near coast) show characteristics of low fertility and low salinity, while soils in the semi-arid region is fertile but their salinity ranges from medium to high. Table-2.11 shows that 15 % of the state land, 330,800 ha, is possible to be irrigated; however, Ce, BV, V, Ae and NC class soils require special management for salinity, such as leaching, selection of crops by salinity tolerance and so on. Existing irrigation projects are located mainly on PV, LV, PE and NC class soils. Projects on NC class are susceptible to saline problem.

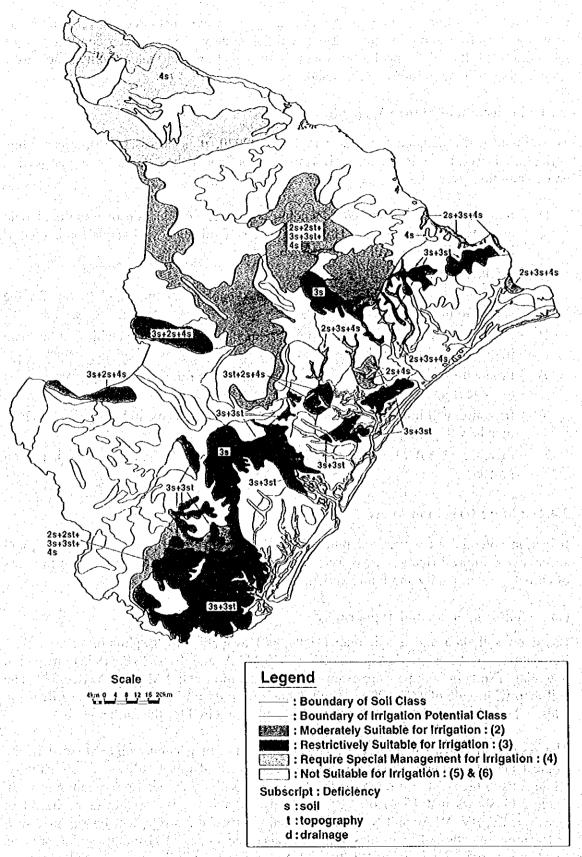


Figure-2.1 Irrigable Lands by Soil Properties and Topography

Table-2.11 Soils Suitable for Irrigation

Soil Class	Name	Potential Area (ha)	Soil Depth	Drainage	Fertility	Salinity	Irrigation Class
Ce	Eutrophic Cambisol	16,000	<u>M</u> :	G	Н	M~H	3s, 2s, 4s
BV	Reddish Brunizem	4,600	М	M-G	Н	M	3st, 2s, 4s
V	Vertisol	4,700	D	P	Н	M-H	2s, 4s
Ae	Eutrophic Alluvial Soil	8,200	D	P	Н	M~H	2s, 3s, 4s
PE	Eutrophic Red Yellow Podzolic Soil	106,100	D	G	M	L	2s, 2st, 3s, 3st, 4s
LV	Red Yellow Latosol	44,700	D	G	L	٧L	3s
PV	Red Yellow Podzolic Soil	74,900	D	G	L	VL	3s, 3st
NC	Non Calcic Brown Soil	37,200	M	M	11	M~H	4s
RE	Regosol	34,400	D	Е	L	٧L	4s
1,4	Total	330,800	91 .	•	-	. - *	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
100	Ratio to State Area (%)	15	•	-	-	•	

H: high, M: medium, L: low, D: deep, G: good, P: poor, E: excessive, VL: very low Irrigation Class was determined based on criteria of U. S. Bureau of Reclamation. 1: most suitable ~ 6: not applicable Subscripts of irrigation classes denote deficiency. s: soil, t: topography

Source: evaluated by EMBRAPA, Recife, based on "Exploratory Research - Recognition of Sergipe Soil"

Climate (2)

In general, climate factors in Sergipe, except rainfall, are suitable for agricultural practices. Seasonal and spatial variations of rainfall require proper selection of crops and cropping calendar for rain-fed agriculture in the tropical humid (Leste) and tropical sub-humid (Agreste) regions, while irrigation is necessary to grow most of crops in the semi-arid (Sertao) region. If annual fluctuation of rainfall is considered, irrigation should be promoted to ensure and increase productivity even in the Leste and Agreste regions.

Potential evapotranspiration or reference crop evapotranspiration (ETp) is another climate factor to examine necessity of irrigation. ETp was estimated by Penman-Monteith equation, using meteorological data from 7 stations (see section 1.4) as shown in Table-2.12.

Table-2.12 Potential Evapotranspiration

2.75		The second of the second				e garantari		
	Station Name	California	Cotinguiba	Jacarecica	Piaui	Boquim	Jabiberi	Airport
Α	ltitude (EL. m)	207.0	7.1	161.0	160.0	164.0	177.0	9.5
	titude (degree)	9.70	10.27	10.73	10.93	11.14	11.08	10.98
	ngitude (degree)	37.82	36.85	37.33	37.65	37.62	37.95	37.07
	a Available Year	89-97	90-95	89-97	90-97	75-97	89-97	85-97
	olga spoljaka i ilisako	्रिक्ट विधासित	p_0	tential Evap	otranspiratio	n (mm/mont	h)	
	January	185	170	180	162	150	169	159
	February	169	150	159	143	127	151	143
	March	175	162	166	150	142	160	153
	April	135	127	122	118	108	120	126
	May	113	102	102	100	95	101	116
Month	June	92	87	85	80	82	81	104
8	July	96	94	90	86	85	89	112
~	August	120	104	104	97	96	101	117
	September	147	120	120	116	111	122	124
1	October	186	144	158	149	136	160	144
	November	186	143	164	153	137	159	147
	December	187	165	178	170	145	173	150
. 1	Total	1,791	1,568	1,628	1,524	1,414	1,586	1,595

Penman-Monteith equation was used in Potential Evapotranspiration calculations with the following values.

for Angstrom's Coefficients: a = 0.25

degree: degree south for latitude and degree west for longitude

elevation above mean sea level, Data Available Year: year available for meteorological data

Notice: Sunshine duration was estimated by a relation between barometric pressure and temperature due to no data available for Cotinguiba and Airport.

Annual ETp in semi-arid, tropical sub-humid and tropical humid regions, are approximately 1,800 mm/year, 1,600 mm/year and 1,400 mm/year, respectively. Those figures are consistent with characteristics of climate. ETp decreases in the direction to the sea. ETp at the airport is an exception because high wind speed along sea governs drying power of the air. Seasonal variation of ETp is distinct, high in December and January (a dry summer season), and low in June and July (a rainy winter season). This characteristic is applicable regardless of location.

(3) Water Resources Quality

The Study Team conducted quality analysis of surface water and groundwater as discussed in section 1.6. Based on the analysis, available water resources for irrigation in terms of quality are summarized as follows.

1) Semi-Arid Region

Surface water, except Sao Francisco River, is contaminated by salt. FAO criteria classify surface water quality in this region as severe hazard in terms of salinity and specific iron toxicity. Groundwater is also not available due to salinity (refer to Chapter 3). Therefore, water resource available for irrigation is only Sao Francisco River.

2) Tropical Sub-Humid Region

Surface water quality is mostly classified as moderate to severe hazard; however, good quality was observed in several rivers, such as Jabiberi, Fundo, Jacarecica and Vermelha rivers. Meanwhile, groundwater is not available due to quality, except some in the upper reaches of Vaza Barris and Piaui rivers and Boquim Micro-Region, where fresh water rate is roughly 30 %.

3) Tropical Humid Region

Both surface water and groundwater have no restriction on use.

(4) Sites for Future Irrigation Projects

330,800 ha of the state land have potential for irrigation in terms of soil properties and topographical features. Those areas were re-evaluated by climate and water quality discussed above to determine future irrigation sites by the year of 2020. The result is described in the following section.

1) Semi-Arid Region

One of crucial issues to determine irrigation sites is water resources. Since only Sao Francisco River is available, feasibility of irrigation projects depends on distance between project site and the river. Considering cost for conveyance of water and crop prices, future project sites should be near Xingo dam that has two conduits available for water supply of 20 m³/s.

2) Tropical Sub-Humid Region

Propria Micro-region has 12,300 ha of irrigable land in terms of soil properties and topography; however, there are already 4 projects implemented and total area of the 4 projects (13,480 ha) exceeds the potential area. Therefore, it can be assumed that there is no area remained for new projects in the lower reaches of

Sao Francisco River. Surface water is available for irrigation only in several rivers, such as Jabiberi, Fundo, Jacarecica and Vermelha rivers, excluding Sao Francisco River. Soils in the upstream of those rivers, Red Yellow Podzolic Soil (PV) and Red Yellow Latosol (LV), have irrigation potential with low salinity, too. Therefore, irrigation is possible by means of water resources development near project sites, such as dam and weir, but area of irrigation is limited by cost of those structures and undulating land. Meanwhile, some of groundwater with satisfactory quality is suitable for irrigation by individual farmers rather than project scale due to low expected yield.

3) Tropical Humid Region

Rainfall in this region is considered sufficient to grow crops currently cultivated, such as sugarcane, coconut, orange and banana. Orange out of those crops is possible to be irrigated because of higher price compared to other primary crops; however, research results show that orange production in this region can be improved by denser planting but not by irrigation. Therefore, irrigation will not be required as long as crops do not vary.

Irrigation is expected to play an important role in future agriculture in Sergipe; however, since irrigation is intensive agriculture, it requires large investment in facilities and materials. On the other hand, markets require competitive crop prices. Therefore, future project sites were selected from the potential sites by 1) minimizing investment especially water resources development and 2) considering applicability of profitable crops.

Since Xingo dam has two conduits available and the Study Team has proposed Vaza Barris dam for domestic and industrial waters, cost of water resources development can be minimized if irrigation water is conducted from those sources. Therefore, the Study Team proposes two projects, Sao Francisco and Vaza Barris irrigation projects. As a result of water requirement estimate, roughly 16,000 ha and 2,500 ha of lands are irrigable by intake from Xingo dam and Vaza Barris dam respectively.

Fruits for not only raw consumption but also agro-industry should be cultivated in Sao Francisco project because of favorable climate for fruits. Since Vaza Barris project has a good access to Aracaju, which is the largest consumer of agricultural products in Sergipe, cultivation of vegetables in most of land and fruits in steep land is recommended.

Proposed projects by COHIDRO and CODEVASF were also examined and Quixabeira, Ladeirinhas, Jacarecica II, Entre Rios and Estancinha were adopted as future irrigation projects. Factors considered for selection are soil, climate, water quality and possibility of water resources development. Although the study phase varies depending on the project, the further study is required to realize the projects.

Locations of future and existing irrigation projects are shown in Figure-2.2.

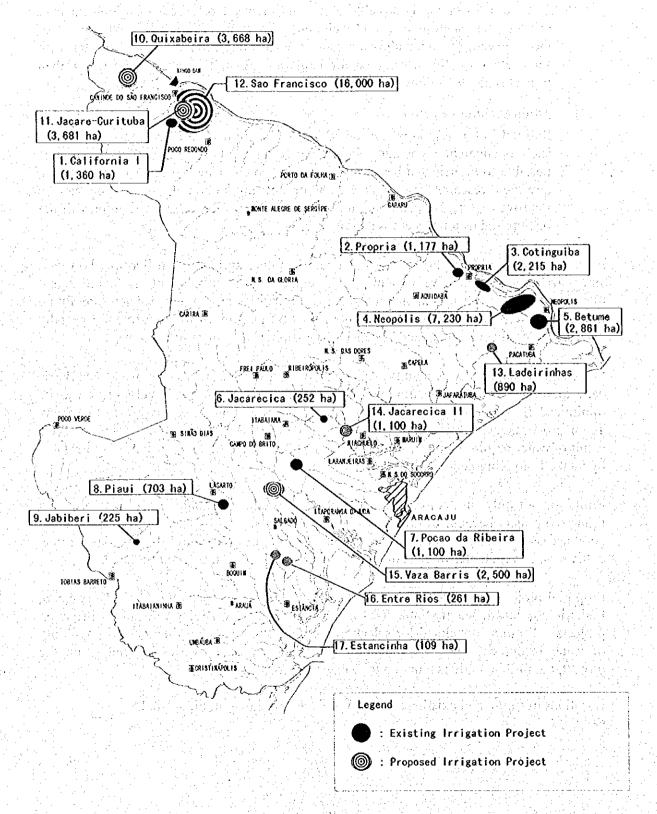


Figure-2.2 Existing and Future Irrigation Projects

2.4.3 Water Demand for Irrigation

Conditions to calculate water demand for irrigation are as follows:

- 1) Crop water requirement (ETcrop) = potential evapotranspiration (ETp) x crop coefficient (kc), where Penman-Monteith equation for ETp and kc available from "FAO Irrigation and Drainage Paper 24"
- 2) 75 % probability rainfall is adopted as dependable rainfall and is determined, based on monthly rainfall for 30 years (1968 ~ 1997).
- 3) Effective rainfall (water stored in the root zone) is estimated by the relation between ETerop and rainfall ("FAO Irrigation and Drainage Paper 24").
- 4) Since some of soils and waters in Sergipe have salinity problems, leaching requirement is examined.
- 5) Overall irrigation efficiencies, that are integrated values of conveyance efficiency, field canal efficiency and application efficiency, are 0.6 for a project consisting of conventional sprinkler and trickle irrigation, and 0.75 for a project of trickle irrigation.

Project water requirement is integrated value of net irrigation requirement, leaching requirement and irrigation efficiency. Project water requirements were estimated for proposed projects and results are shown in Table-2.13.

Hargreaves table (1985) is common to estimate irrigation requirement in Sergipe due to lack of meteorological data. Since the Study Team conducted meteorological analysis using the latest data, irrigation requirements of projects proposed by COHIDRO and CODEVAF were also estimated, based on JICA Study Team analysis. For the existing projects, original figures were adopted as project water requirement because irrigation facilities were already installed in accordance with those figures.

2.4.4 Water Demand for Livestock

As mentioned in projection of future agriculture, livestock population depends on market but average population will be maintained. With this assumption, livestock population in 2020 was estimated as follows, and successively water demand for livestock was calculated. Since the latest year of livestock population data is 1995, it was assumed that the current population (1997) is equal to that in 1995. Cattle, poultry, pig, sheep and goats are major water consumers in Sergipe.

1997	2020
Cattle 797,000 heads	1,000,000 heads
Poultry 3,041,000 heads	3,100,000 heads
Pig 99,000 heads	100,000 heads
Sheep & Goats 175,000 heads	200,000 heads

Table-2.13 Water Demand of Existing and Future Irrigation Projects

	-	-																Peak
Phase River No.	<u> 2</u>	Š.	Project Name	Irrigation Area	Main Crops			P.	Project Water Requirement at Source (m3/ha/month)	ter Requ	irement	at Sourc	e (m³/ha	/month)				Requirement (million
Proje	<u>ಕ್ಷ</u>	HIS.		(ha)					-	,	,	┢	}-	100	3	No.	Š	m³/month)
•						Jan.	r S	Mar.	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	À Z	ij	ji.	Zing.	į į	- -	2	3	
	SF	П	California	1,360	fruit & vegetable culture	1,150	970	1,400	1,460	1.100	710	290	700	1.070	1,680	1.800	1,670	2,4
	R	F - 2	Propria	1,177	paddy rice (2 harvests)	2,624	2,368		1.568	880	1,008	1,104	1,696		2,448	2,448	2,592	3.1
	R	.3		2,215	paddy rice & vegetables	1,810	1,640	240	810	450	200	550	940	220	1,440	1,470	1.640	4.0
3	R.	4	Neopolis	7,230	fruit culture	066	850	570	120			8	340	330	790	910	1,000	7.2
nitsi	RS	r. v		2,861	paddy rice	2,350	1,300	550	950	1,700	1.500	1,000	750	550	1,000	2,550	2,900	8.3
xI	Jac	9	Jacarecica	252	Vegetable culture	3,210	2,590	2,520	1,580	8		-		530	1.680	2,650	3,160	0.8
	5	├	7 Pocao da Ribeira	1,100	1,100 Vegetable culture	069	810	1,420	870	180			80	310	1,650	2.960	2,020	3.3
	Piani	uu: 8	Piaui	703	703 Vegetable culture	720	760	1,220	720	190			120	1.200	2,460	2,090	1,620	1.7
	Real		Jabiberi	225	fruit & vegetable culture	2.800	2,540	3,390	2,770	810	400	310	650 1	1.970	4,310	5,530	4.970	1.2
	SF		10 Quixabeira	3,668	fruit & vegetable culture	1,550	730	550	250	750	0	0	0	480	1,300	1,730	2,150	7.9
	R	 	11 Jacare-Curituba	3,681	fruit & vegetable culture	1,770	1,130	006	430	730	0	0	0	730	1,480	1,870	2,220	8.2
	S	F 12	Sao Francisco	16,000	fruit culture	1,730	1,470	1,150	570	310	0	0	0	490	1,120	1,490	1.750	28.0
9800	L.	SF 13	13 Ladeirinhas	068	890 fruit & vegetable culture	1,930	1,960	1,630	350	150	0	5	630	950	1,630	1,490	1 230	1.7
Prop	L	Jac 14	14 Jacarecica II	1,100	1,100 fruit & vegetable culture	1,900	1,700	2,300	1.530	700	0	0	0	830	2,180	2,470	2,670	2.9
	<u>\$</u>	B 15	Vaza Barris	2,500	Vegetable culture	1,400	1,030	1,630	830	470	0	1,520	0	430	2,070	2,630	3,120	7.8
	Piaui	nui 16	Entre Rios	261	fruit & vegetable culture	1,850	1,470	780	0	30	630	0	150	450	730	1,300	1.770	0.5
. · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Piani	mi 17	Estancinha	109	fruit & vegetable culture	1,320	930	780	270	0	006	0	430 1.180	081	1,530	1,150	1,400	0.2

SF: Sao Francisco River, Jac: Jacarecica River, VB: Vaza Barris River

Figures for existing projects: adopted from individual report Figures for proposed projects: estimated by JICA Study Team

Sao Francisco and Vaza Barris projects: proposed by JICA Study Team Other proposed projects: adopted from COHIDRO and CODEVASF proposals

Main Report

It is necessary to consider water intake by means of pasture to estimate water demand of herbivores, such as cattle, sheep and goats. Since pigs and poultry are not herbivores, it was assumed that there is no water intake by means of food. For the calculation sake, the following figures were adopted.

Cattle:

25 liter/day

Pigs:

5 liter/day

Sheep and Goats:

1.5 liter/day

Poultry:

0.2 liter/day

Current and future water consumption of livestock was estimated by multiplying population by the above rates. As shown in Table-2.14, total water consumption by livestock in 1997 is approximately 21,290 m³/day and it will increase to 26,430 m³/day in 2020. Increment is about 24 %.

Table-2.14 Water Demand of Livestock

Unit: 1.000m3/day

		Cattle	Poultry	Pigs	Sheep/	Cattle	Poultry	Pigs	Sheep/
	Division	Cutto	100111	1.63	Goat	Cumo		1,63	Goat
		(1995)	(1995)	(1995)	(1995)	(2020)	(2020)	(2020)	(2020)
	Sergipana do Sertao do Sao Francisco	3.275	0.078	0.067	0.019	4.100	0.079	0.070	0.023
	Carira	1.263	0.014	0.016	0.006	1.575	0.014	0.015	0.008
	Nossa Senhora das Dores	1.653	0.018	0.009	0.004	2.075	0.018	0.010	0.006
	Agreste de Itabaiana	0.918	0.065	0.027	0.005	1.150	0.066	0.030	0.006
1	Tobias Barreto	1.863	0.067	0.122	0.130	2.350	0.068	0.125	0.149
egion	Agreste de Lagarto	2.367	0.072	0.141	0.055	2.975	0.074	0.145	0.064
- i	Propria	0.824	0.008	0.023	0.002	1.025	0.008	0.020	0.004
Mici	Propria Cotinguiba	1.320	0.028	0.006	0.001	1.650	0.028	0.005	0.002
	Japaratuba	1.013	0.015	0.006	0.004	1.275	0.015	0.005	0.005
	Baixo Cotinguiba	0.868	0.034	0.006	0.001	1.100	0.035	0.005	0.004
	Aracaju	0.386	0.055	0.005	0.002	0.475	0.056	0.005	0.002
	Boquim	2.588	0.040	0.049	0.028	3.250	0.040	0.050	0.034
	Estancia	1.590	0.111	0.016	0.006	2.000	0.113	0.015	0.008
Г	Sao Francisco	4.667	0.087	0.084	0.021	5.834	0.090	0.089	0.028
_	Japaratuba	2.379	0.034	0.012	0.002	3.003	0.033	0.011	0.009
basir	Sergipe	3.128	0.134	0.042	0.008	3.914	0.136	0.034	0.015
River	Vaza Barris	2.003	0.105	0.058	0.021	2.501	0.108	0.064	0.023
۳	Piaui	5.290	0.192	0.194	0.092	6.656	0.194	0.199	0.108
	Real	2.462	0.053	0.103	0.115	3.101	0.053	0.105	0.134
	State Total	19.93	0.61	0.49	0.26	25.00	0.61	0.50	0.32

(1995): Figures denote year

CHAPTER 3 WATER RESOURCES POTENTIAL

3.1 Surface Water Potential

3.1.1 Discharge Analysis

(1) Discharge at Reference Points

Reference points were chosen within each river basin and the basins sub-divided as shown in Figure-3.1. In general, reference points were chosen at the confluence of major tributaries or at easily identifiable locations such as bridges. The catchment area of each sub-basin was measured from the available 1:100,000 SUDENE maps. The river basin sub-division is shown schematically in Figure-3.2.

Based on Thiessen polygons drawn for the 29 selected rainfall stations, basin mean rainfall was calculated for the sub-basins using the annual average rainfall data for the 30 year period 1968-1997.

In principal, the discharge at each reference point is estimated from the known discharge at the ANEEL discharge observation station by using the catchment area ratio and the basin mean rainfall ratio, in accordance with the following equation:

$$Q_2 = Q_1 \times (A_2 / A_1) \times (R_2 / R_1)$$

where,

Q₁: known discharge at Flow Measurement Point

Q₂: required discharge at Reference Point

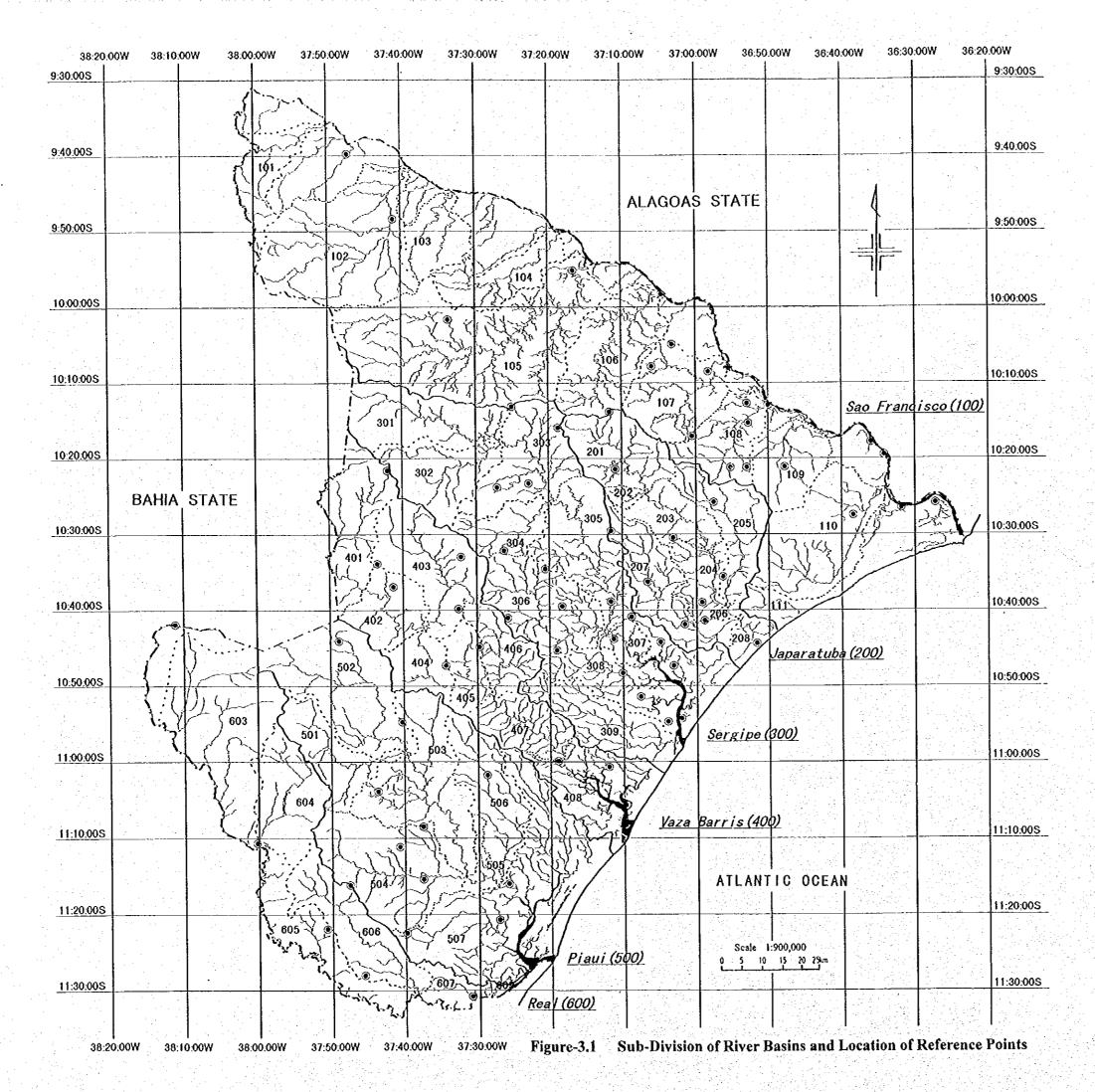
 A_1 , A_2 : catchment area at Flow Measurement Point and at Reference Point R_1 , R_2 : basin mean rainfall at Flow Measurement Point and at Reference Point

With regards to Vaza Barris river, the difference between the flow regime at Fazenda Belem and that at Ponte SE-302 near the border with Bahia state has been used to evaluate the water resources generated within Sergipe state. Although Vaza Barris has a considerable catchment outside Sergipe state, the flows generated are low as can be seen from the discharge data at Ponte SE-302 (average specific discharge of only 0.31 l/sec/km² from a catchment area of 14,435 km²). For this reason, the difference in flow between the upstream and downstream stations has been used in the above equation to calculate the flow conditions at the reference points in Vaza Barris basin.

The same method was employed for the Real river basin, because of the lack of rainfall data in the upstream and Bahia parts of the basin, and because of the fact that flow in the river is intermittent upstream of Tobias Barreto. In this case, the difference between the flow regime at Itanhi station and that at Faz. Tourao was used to calculate the discharge at the Real river reference points.

The results of the discharge analysis at the reference points are given in Table-3.1.

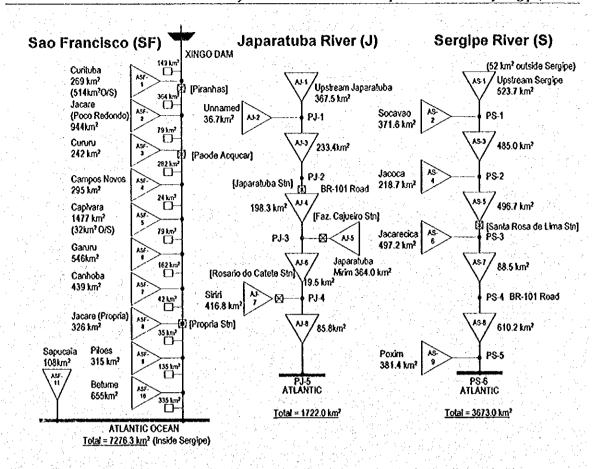
그 사고 있는데 나무를 가득할다면서 하는데 사람들이 하는데 하는데 하는데 하는데 그는데 하는데	
	•
그 볼 바꾸는 어느런 내전 장하는 그는 사고 하는 바다는 바다를 가지 않는 것이 하는 것들이다. 그는 것도 나는 것 같다.	
人名英格兰克特 医克萨氏 经收益 经收益 医肾炎 医二氏性神经炎 经基本 医多种 经收益 化二氯甲基酚	
그는 살림하다 하는 사람들은 학자들이 하는 사람들이 가득하다면 하는 사람들이 가득하는 것이 하는 사람들이 없다.	
그 그는 원칙들이 없는 그리를 하고 하고 하는 그리다는 사람들이 되었다고 하는 것이 하는 것으로 모든 모든	And the second
그는 것 같아 나는 이 이렇게 하는 것도 하면 하는 것을 하는 것을 하는 것 같아. 그는 사람들은 사람들이 되었다.	
그 사고 많이 어떻게 되었다. 나는 하는 그들에게 되는 데로 전한 사람이 그리는 이번 것 같습니다. 그 없다.	
그 사람이 하는 것도 하늘 것이 없는 것이 하는 것이 되었다. 그는 사람은 사람들이 얼마를 하는 것이 되었다.	4.
그 강영화 회장 등관점 경험하다고 하셨다. 그는 행정은 사용은 하지만 하는 사람들은 사용하는 그리는 사람이다.	
그 차 하나는 사람이 왜 보고 그림에 살아지는 생각이 들었다. 나는 사는 그 사람들은 사람들이 되었다.	
그 얼마 한테는 생각들이 이렇게 문에 본 사람이 있다. 사용의 생각이 되었습니다. 이 회원에 가장 하는데 되었습니다.	Same None
그 없는 물이 하는 것이다. 그 건물은 물질을 사는 말이 다른한 동안에서 이번 경기를 하시기 만들어 다른 아이를 하였다.	
그 일은 남은 장면한 후 2호를 이용할 때문 말로 점심하다가 하면 한다면 하는 것이다. 그리고 하는 것은 하는 그 것은 사람은	
그 항공 회원들 현실장 고급하는데 반대하는 하는데 화장을 가장 살아 들을 만들어 모양하는데 되었다.	
그 있는 것 하면 하는 얼마는 요즘 사람들이 많아 보통하는 말이 말하고 있다면 그렇게 되고 않는 아들이 없는데 그런 함께	
그 맛없는 물이 되고 있었다면 아이들은 문학로 받았다. 이 아래 이 그리는 사람들이 아니를 하고 있다.	
그 회원들은 하고 하셨는데 하는 그리지만 말라고 하셨다. 전상 호리, 전 하는 내가 그 모양을 하는 사람들이 되었다.	10000000000000000000000000000000000000
그 회에 가을 받아 있습니다. 이 사람들이 그렇게 그리면 그 사람들이 보고 그렇게 되었다.	1.00
그 수를 했다면서 한 일 어떤 것 같아. 이번 나는 이 것 같아. 그는 그는 이 사람들은 그는 이 사람들이 나는 사람들이 다른데 없다면서 하는데 그는 사람들이 되었다면서 하는데 되었다면서 하는데 되었다면서	
그 있다면 일본 회사에서 있을 수는 어린이 가입니다. 회사인 보이일이 있다고 이 모인 시간에도 되다.	
그 교통하다 가입되는 그리는 호텔을 가입하다 내 하는데 되었다. 그런 하는 얼굴 나를 하게 하는데 그리는	
그는 늘 마다들다 하다는 강마화에 원리를 된다고싶다. 사람이 환경하는 이 그들은 사람이 아이들은 사람이 되었다고 살다. 점점	
그 이 경험하게 되었다고 한 마일이 된 사람들은 하는데, 이 사람들이 모든데 모든데 되었다고 되었다. 하는데 하는데, 이 모든데, 이 사람들이 되었다.	
그 일본 물을 살아 살았다. 그림은 오라들이 하셨는데 이번 그 것이다는 학생은 보면을 받는데 하는데 보다 되었다.	
그 소문에서 호텔을 맞아지는 점점 다른 명소를 받았다. 경기를 가는 다른 하는 그는 경기를 되는 것 같다.	
그 등 문제 등록 수 있는 사람들은 사람들은 하는 일도 되었다. 그리는 사람들은 사람들이 얼마를 들었다.	
그 사고 교육 선생님은 마루지를 살아 들었다. 이 것은 이를 가는 이 것은 사람들은 사람들이 되었다. 그는 다	
그 하는 것이 들었다. 전체이 경우학, 작곡이 원조하는 사람들이 하는데 살아 다음하는 때문에 가는 그리고 있다. 그리고 있다.	
그 지, 항 그렇지 그는 살으면 많은 작업을 가면 하는 하는 하는 것이 되었다. 그는 그를 다 하는 것은 것은 것이 없는 것이다. 그를 다 하는 것이다면 하는 것이다면 하는 것이다면 하는 것이다면 하는데	
그 사이트리트 얼마 하나 가는 것도 하나 하나 하나 하나 그는 사람이 하나 그들은 하는 사람들이 하나 하나 하나 하나 다른 사람들이 다른 사람들이 되었다.	
그 일반한 공통들이 하여 전에 얼굴하는 한 글로 하다고 하면 하는데 그는 바람들이 만들다고 살아 먹는다.	
그 - 불어버전면 선명에 다듬어보고 하는데 하는데 하는데 다른데 하다면 말로만 하는데 그리다고 있다.	
그 주었는 사람들 사람보다 바꾸소리를 한번째 잘 화면됐다 학수 하는 생생님이 하는 밤이 되는 때문에 그리는 말한 동안되다.	
그 씨는 그들은 얼마는 사람 지난 회사를 하고 있는데를 하셨다고 하다고 하면 모르는데 시네를 다 되는데 하다.	
그 한번 화학과 주의 현장의 사람은 아내리는 남자 사람들의 항상 보고 있다면 하지만 사람들이 되었다. 하나 하는 것 같은 사람들이 되었다.	
그 병통하는 사람 하는 것으로 살아가 하면 살아들는 그 하는 이 하는 것이 되는 것이 하는데 가는데 가는데 되었다. 그	
그 생활님들이 지근 그래에 살아 그리고 있는 아이들을 하지 않고 아이들은 이 사람들이 되는 것을 하게 되었다고 하셨다.	
그들은 그렇게 본 경기를 하는 것을 잃었다. 말하는 그리고 얼마를 하는 것은 그는 그는 그들은 이렇게 하는 것이다.	
그 불러 회장 회장 사업 관계를 발생했습니다. 여름 살았다면서 보면 화면 환경 보는 네이들이 하는 일 모든 보는 사람이 하는	
그 마음을 다 만들다는 회사들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.	
그 선생님 회에 보고 있는 경우를 하는 사람이 된다면 하는 사람들이 다른 사람들이 살고 하는 사람이 가지 수 있다.	
그 나는 회사들은 사실하다면 하루 전상 분석자 사가를 보냈다고 하는 것이다. 하루가는 사람들은 사람이 많아 들었다는데 그	
그 회사, 회약을 뿐말하다면 열악 회에서 열악한 맞은 하루 모양 있는 모든 살이었다. 그 말에서 하는 것 같아 있다고 있다. 일반 다	
그 보다 눈은 열리에 해서를 위하여 얼굴되었다. 할 때로 끝을 마시스레를 때 못 하는 만나 모임하는 하는데 하지만 하다.	
그는 한 생물 모든 이번, 화살, 호텔, 이번, 아는 아는 아는 아는 아는 아는 사람들이 되었다. 그렇게 하는 것 같아 하는 것이다.	
그 경영 중 20 강경 20 대학교 10 10 11 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12	Market Are
그는 하다. 오리는데, 이렇다면 하라면 된 말을 회사들 하다는 생만들은 일반에게 말라는 하고 말을 하고 못하면 말라고 했다면 하다 하는 것이다.	
그 병교를 들는 경우가 있다. 사람은 생각하는 경우들은 작은 경우 경우 경우 가는 사람이 나는 사람이 없는 것이다.	
그 청소를 들고 있다면 그리고 말을 하는 그 사람이 맛있다. 공개를 하고 있는 그리고 있는 사람들이 되었다.	
그 나는 아이들은 전문을 가지하고 나면하고 얼굴하게 된 수 없이 함께 주는 그 중심인 점심 모든 하다면 하다고 밝혀 만든다.	
· · - 중간인 강선 현실 경기 시간 10 전 12 전	
그 전면 여기를 받고 말고 보다 그리고 말고 보면 한국로 맞았다고 하는 모든 것이라 모두는 이번 나를 다 났다.	
그 있다. 교육은 교육을 다양하는 물리를 하는 것 같다면 그들은 그렇는 그렇게 한국을 모든 것으로 하는다.	
이 설계들은 물론이 살았는 경상 경상 지원 물론은 이번에 대한 기본이 되었다고 있을 바라 모든 물리를 다	
그 용면 회의에 되었다. 하면 되는 사람이 되었다. 하는 사람들은 하는 사람들은 사람들이 되었다. 그렇게 되었다. 그렇게 되었다는 것이 없는 것이다.	
그 생물, 살고 그는 그리다 그 나는 뭐 그렇게 그리는 사람들은 나는 그는 생각을 다 먹는 것이다.	
그는 어떤 것이 많아 보고 하지 않는 전에 걸어 이 맞아 얼마를 가게 되어 말을 받는데 살아 살아왔다. 그는	
그 보고 하다 되다 한 말이 하다는 나를 잃다면서 하고 되었다. 그 사람들은 얼굴하는 말이 되는 것이다고 있다고 있다.	
그 사용하다는 열차 경향으로 들었다면 경상으로 하는 경우 경우를 살고 있을 수 있다. 사람이 없어 없는데 모	



THE STATE OF SERGIPE DRAINAGE SYSTEM MAP

Lege	end
	RIVER
	DRAINAGE BASIN
	SUB DRAINAGE BASIN
	STATE BOUNDARY
•	MUNICIPALITY TOWN

No. DRAINAGE BASIN No. SUB DRAINAGE BASIN 101 Rio Curituba Rio Jacaré (Poco Redondo) Rch do Currur 104 Rio Campos Novos Rio Gararu Rio Campos Rio Gararu Rio Campos Rio Sapucala Rio Sapucala Rio Sapucala 201 Upper Japaratuba Upper Japaratub				
100 São Francisco 103 Rio Jacaré (Poco Redondo) Rch do Cururu Rio Campos Novos Rio Caphvara Rio Caphvara Rio Gararu Rio Canhoba Rio Gararu Rio Canhoba Rio Gararu Rio Gararu Rio Betume Rio Sapueala 201 Upper Japaratuba Uppe	No.	DRAMAGE BASIN	No.	SUB DRAINAGE BASIN
100 São Francisco 103 Rio Jacaré (Poco Redondo) Rch do Cururu Rio Campos Novos Rio Gararu Rio Caphara Rio Gararu Rio Betume Rio Sapucaia 201 Upper Japaratuba Upper Japaratub			101	Rio Curituba
100 São Francisco 103 Rio Campos Novos 105 Rio Campos Novos 106 Rio Campos Novos 107 Rio Campos Novos 108 Rio Campos Novos 108 Rio Campos Novos 107 Rio Campos Novos 108 Rio Campos Novos 108 Rio Campos Novos 109 Rio Campos Novos 108 Rio Campos Novos 109 Rio Cararu Rio Campos Novos 109 Rio Campos Novos 109 Rio Mos Pilosos 110 Rio Betume 111 Rio Sapucaia 109 Upper Japaratuba 100 Upper Japaratuba Mirim 100 Upper Sergipe Uppe			102	
100 São Francisco 105 Rio Capivara 106 Rio Gararu 107 Rch Canhoba 108 Rch Jacaré (Propria) 109 Rch dos Pilões 110 Rio Sapucala 109 Rch dos Pilões 111 Rio Sapucala 101 Upper Japaratuba 102 Un-named Tributary 103 Japaratuba Mirim 104 Rio Japaratuba Mirim 105 Japaratuba Mirim 106 Sergipe 107 Rio Siriri 108 Siriri lo River Mouth 109 Ren dos Pilões 110 Rio Japaratuba Mirim 109 Japaratuba Mirim 100 Japaratuba Mirim 101 Upper Sergipa 102 Rio Socavão 103 Sergipe Jacoca 104 Rio Jacoca 105 Rio Jacoca 106 Rio Jacoca 107 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 108 Rio Jacoca 109 Rio Socavão 109 Rio Jacoca 109 Rio Socavão 109 Rio Jacoca 109 Rio Salgado 109 Rio Rio River Mouth 100 Rio River Mouth 100 River Mouth	i .		****	
100 São Francisco 105 Rio Captvara Rio Gararu 107 Rio Canhoba Rio Gararu Rio Gararu Rio Gararu Rio Gararu Rio Gararu Rio Gararu Rio Ballaria Rio Sapucala 109 Rio Sapucala 111 Rio Sapucala 111 Rio Sapucala 112 112 113 114 114 115				
100 São Francisco 106 107 Reh Canhoba Reh das Pilóas Reh das Pilóas Rio Betume 111 Rio Sapucala 201 Upper Japaratuba 202 Upn-amed Tributary 203 Tributary to BR-101 Road Bridge BR-101 to Japaratuba Mirim 205 BR-101 to Japaratuba Mirim 206 Saparatuba Mirim 207 Rio Sirir 208 Sirir to River Mouth 201 Upper Sergipe 302 Rio Socavão 303 Sergipe to Jacoca 304 Rio Jacarecica 306 Sargipe to Jacoca 306 Sargipe to Jacoca 307 Jacarecica to BR-101 Road Bridge BR-101 to Poxim Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 404 405 SE-110 to Reh. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge SE-101 to Reh. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge SR-101 to Rever Mouth 501 Upper Piaui 750 Frautinga 506 Frautinga 507 Frautinga 507 Frautinga 508 Frautinga 508 Frautinga 508 Frautinga 509 Frautinga 508 F				
107	100	São Francisco		
108	100	Cauriancisco		
109				
110				
111				
200 Japaratuba 201 Tributary to BR- 101 Road Bridge 203 BR-101 to Japaratuba Mirim 205 BR-101 to Road Bridge 204 BR-101 to Japaratuba Mirim 205 Japaratuba Mirim 206 Japaratuba Mirim 207 Rio Siriri 208 Siriri to River Mouth 209 Piaul 200 Sergipe 201 Japaratuba Mirim 202 Japaratuba Mirim 203 Siriri to River Mouth 203 Sergipe to Jacoca 204 Rio Jacoca 205 Jacoca to Jacarecica 206 Rio Jacarecica 207 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 208 SE-302 Bridge to Salgado 209 Rio Salgado 200 Sergipe SE-302 Road Bridge 201 Sergipe SE-302 Road Bridge 202 SE-302 Bridge to Salgado 203 Rio Salgado 204 Salgado to SE-110 Road Bridge 205 SE-110 to Rch. das Trairas 206 Rio Jacaré 207 Trairas to BR-101 Road Bridge 208 Rio Jacaré 209 Jacaré to Arauá 209 Rio Piaul 209 Real 200 Vaza Barris 200 Piaul 201 Upper Piaul 202 Rio Jacaré 203 Jacaré to Arauá 203 Piaultinga 204 Piaultinga 205 Piaultinga 206 Piaul 207 Piaultinga 207 Piaultinga 208 Rio Ramirim 208 Rio Ramirim 209 Rio Vazaratuba Mirim 209 Rio Saratuba Mirim 206 Rio Jabiberi o Rio Jabiberi 207 Piaultinga Piaultinga 208 Rio Jabiberi o Ramirim 209 Rio Jabiberi o Ramirim 200 Rio Rio Ramirim 200 Rio Rio Rio Rio Rio Ramirim 209 Rio Jabiberi o Rio Rio Ramirim 209 Rio Jabiberi o Rio Rio Rio Ramirim 209 Rio Jabiberi o Rio Rio Rio Ramirim 209 Rio Jabiberi o Rio Rio Rio Rio Ramirim 209 Rio Jabiberi o Rio Rio Rio Rio Rio Rio Rio Rio Rio				1
202	<u> </u>			
200 Japaratuba 201 Japaratuba 202 BR-101 to Japaratuba Mirim 203 Rio Japaratuba Mirim 204 Siriri 207 Rio Siriri 208 Siriri to River Mouth 205 Rio Socavão 208 Sergipe 209 Rio Socavão 200 Sergipe 200 Jacoca 201 Rio Jacoca 201 Rio Jacoca 202 Ario Jacoca 203 Jacoca to Jacarecica 203 Jacoca to Jacarecica 204 Rio Jacarecica 205 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 206 BR-101 to Poxim 207 Rio Poxim 208 Rio Jacarecica 209 Rio Socavão 200 Sergipe 200 Rio Socavão 201 Jacoca to Jacarecica 201 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 201 BR-101 to Poxim 202 Rio Poxim 203 Rio Salgado 204 Rio Jacarecica 205 Rio Salgado 206 Rio				
200 Japaratuba 204 BR-101 to Japaratuba Mirim Rio Japaratuba Mirim Japaratuba Mirim Japaratuba Mirim to Siriri 207 Rio Siriri to River Mouth 208 Siriri to River Mouth 209 Rio Socavão 200 Sergipe 301 Upper Sergipe Rio Socavão 201 Jacoca to Jacoca 201 Jacoca to Jacoca 202 Rio Jacoca to Jacoca Rio Jacorecica 203 Rio Jacoca to BR-101 Road Bridge 203 BR-101 to Poxim 209 Rio Poxim 200 Vaza Barris 201 Upstream SE-302 Road Bridge 202 SE-302 Bridge to Salgado 203 Rio Salgado to SE-110 Road Bridge 204 Salgado to SE-110 Road Bridge 205 SE-110 to Rch. das Trairas 206 Rch. das Trairas 207 Trairas to BR-101 Road Bridge 208 BR-101 to River Mouth 209 Piaul 209 Piaul 200 Piaul 201 Piaul 202 Road Bridge 203 Salgado to SE-110 Road Bridge 204 Salgado to SE-110 Road Bridge 205 Rch. das Trairas 206 Rch. das Trairas 207 Piaul 208 Rio Arauá 208 Rio Arauá 209 Rio Jacaré 209 Piaul 200 Real 201 Piaulinga Piaulitinga Piaulitinga Piaulitinga Piaulitinga to River Mouth 201 Upper Real 202 Rio Zamirim 203 Rio Zamirim 204 Rio Zamirim 205 Ramirim 206 Rio Zamirim 205 Rio Zamirim 206 Ramirim 206 Rio Zamirim				
200 Japaratuba 205 Rio Japaratuba Mirim Japaratuba Mirim to Siriri Rio Siriri 208 Siriri to River Mouth 301 Upper Sergipe Rio Socavão 303 Sergipe to Jacoca Rio Jacoca 304 Rio Jacoca 305 Jacoca to Jacarecica Rio Jacarecica 306 Rio Jacarecica to BR-101 Road Bridge BR-101 to Poxim Rio Poxim Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado Rio Salgado 403 Rio Salgado to SE-110 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado Rio Salgado to SE-110 Road Bridge SE-110 to Rch. das Trairas Rch.				1
205	200	Japaratuba		
207 Rio Siriri 208 Siriri to River Mouth 301 Upper Sergipe 302 Rio Socavão 303 Sergipe to Jacoca 304 Rio Jacoca to Jacocaca 306 Rio Jacoca to Jacarecica 307 Jacoca to BR-101 Road Bridge 308 BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 5E-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 5E-302 Bridge to Salgado 805 Rio Salgado to SE-110 Road Bridge 5E-10 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 8R-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Fiauitinga 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bada do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim				
208 Siriri to River Mouth 301 Upper Sergipe 302 Rio Socavão 303 Sergipe to Jacoca 304 Rio Jacoca 304 Rio Jacoca 305 Jacoca to Jacarecica 306 Rio Jacarecica 307 Jacarecica to BR-101 Road Bridge BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado Salgado to SE-110 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado Se-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga 507 Piauitinga 508 Piauitinga 509 Piauitinga 507 Piauitinga 508 Bada do Tubarão to Jabiberi 600 Real 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim 606 Fiau Ramirim 606 Fiau Ramirim 606 Fiau Ramirim 606 Fiau Ramirim 607 Fiau Ramirim 607 Fiau Ramirim 608 Fiau Rami				
301 Upper Sergipe 302 Rio Socavão 303 Sergipe to Jacoca 304 Rio Jacoca 305 Jacoca to Jacarecica Rio Jacarecica 306 Rio Jacarecica 307 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 308 BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 5E-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 504 Se-302 Bridge to Salgado 405 Salgado to SE-110 Road Bridge 5E-110 to Rch. das Trairas 406 Rio Jacaré 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 8R-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piaui 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazda do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim				
300 Sergipe 10 Jacoca 304 Rio Jacoca 305 Jacoca to Jacarecica 306 Rio Jacarecica 307 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 308 BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 402 SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 404 Salgado to SE-110 Road Bridge 5E-110 to Rch. das Trairas 406 Rio Jacaré 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazda do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim				
303 Sergipe to Jacoca Rio Jacoca Rio Jacoca Jacoca to Jacarecica Rio Jacarecica Rio Jacarecica Rio Jacarecica to BR-101 Road Bridge BR-101 to Poxim Rio Poxim Rio Poxim SE-302 Bridge to Salgado A02 SE-302 Bridge to Salgado SE-302 Bridge to Salgado Singular to Selection Sel		3 2		1
300 Sergipe 305	1			! '
300 Sergipe 306 Rio Jacarecica Rio Jacarecica BR-101 Road Bridge BR-101 to Poxim Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado Rio Salgado to SE-110 Road Bridge SE-302 Bridge to Salgado Rio Salgado to SE-110 Road Bridge SE-110 to Rch. das Trairas Rch. das Trairas Rch. das Trairas Frairas to BR-101 Road Bridge BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui Fio Jacaré Jacaré to Arauá Fio Arauá Fio Arauá Fio Arauá to Piauitinga Fiauitinga Fiauitinga to River Mouth 501 Upper Real Fio Jabiberi Fio Jabiberi Fio Jabiberi Fio Ramirim Fio Ramirim Fio Ramirim			303	Sergipe to Jacoca
306 Rio Jacarecica 307 Jacarecica to BR-101 Road Bridge 308 BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 402 SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado to SE-110 Road Bridge 404 SE-110 to Rch. das Trairas 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim	1.5		304	Rio Jacoca
307 308 BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 402 SE-302 Bridge to Salgado Rio Salgado Salgado to SE-110 Road Bridge SE-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Fiaui 503 Fiauitinga 506 Piaui 601 Piaui 601 Real 605 Real 605 Rio Ramirim 606 Rio Ramirim 606 Rio Ramirim	300	Sergipe	305	Jacoca to Jacarecica
308 BR-101 to Poxim 309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 402 SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 404 Salgado SE-110 Road Bridge 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Robert Andas Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 8R-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazda do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim			306	Rio Jacarecica
309 Rio Poxim 401 Upstream SE-302 Road Bridge 402 SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 404 Salgado SE-110 Road Bridge 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Robert Mouth 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazda do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 1 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim	1.0		307	Jacarecica to BR-101 Road Bridge
401 Upstream SE-302 Road Bridge 402 SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 404 Salgado to SE-110 Road Bridge 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 406 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piaui 601 Upper Real 603 Baxia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim			308	BR-101 to Poxim
402 SE-302 Bridge to Salgado 403 Rio Salgado 404 Salgado to SE-110 Road Bridge 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré to Arauá 504 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Baxla do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim			309	Rio Poxim
400 Vaza Barris 403 Rio Salgado 404 Salgado to SE-110 Road Bridge 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Roh. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré to Arauá 504 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bavia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim			401	Upstream SE-302 Road Bridge
400 Vaza Barris 404 Salgado to SE-110 Road Bridge			402	SE-302 Bridge to Salgado
400 Vaza Barris 405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 504 Rio Arauá 505 Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bavia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim			403	Rio Salgado
405 SE-110 to Rch. das Trairas 406 Rch. das Trairas 407 Trairas to BR-101 Road Bridge 408 BR-101 to River Mouth 501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 506 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Baxia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 505 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim		J	404	Salgado to SE-110 Road Bridge
407 Trairas to BR-101 Road Bridge	400	vaza Barris	405	SE-110 to Rch. das Trairas
407 Trairas to BR-101 Road Bridge			406	Reh, das Trairas
408 BR-101 to River Mouth			407	Trairas to BR-101 Road Bridge
501 Upper Piaui 502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 504 Rio Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim			408	
502 Rio Jacaré 503 Jacaré to Arauá 504 Rio Arauá 505 Arauá to Piautinga 506 Piautinga 507 Piautinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Baxia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim		†		
503 Jacaré to Arauá				1
500 Piaui 504 Rio Arauá 505 Arauá to Piauitinga 506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Baxia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim 606 Rio Ramírim 606 Rio Ramírim 607 608 60				
505	500	Piaui	1	1
506 Piauitinga 507 Piauitinga to River Mouth 601 Upper Real 603 Bazia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim	1 300	I Musi		
507 Piaultinga to River Mouth	0.1			T
601 Upper Real 603 Bazia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 600 Real 605 Jabiberi to Ramírim 606 Rio Ramírim	10.00			_ ·
603 Baxia do Tubarão to Jabiberi 604 Rio Jabiberi 600 Real 605 Jabiberi to Itamirim 606 Rio Itamirim		 		
604 Rio Jabiberi 600 Real 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim			1	
600 Real 605 Jabiberi to Ramirim 606 Rio Ramirim	1			
606 Rio Ramirim	600	Dool	1	
	1 000	Heal		The state of the s
607 I Itamirim to Tabatinga			1	
		1 7 7 7 3		•
609 Tabatinga to River Mouth			609	Labatinga to Hiver Mouth



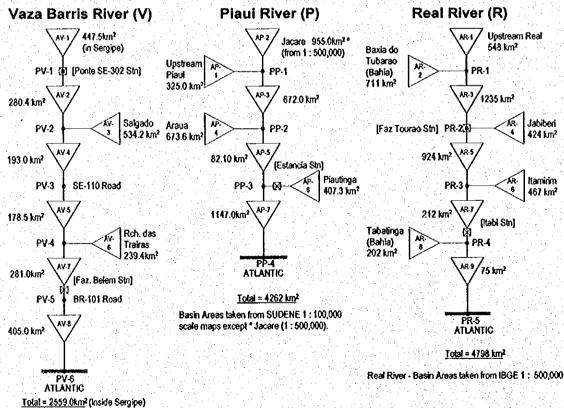


Figure-3.2 Schematic of River Basin Sub-Division

en de la maria de la Maria de la compansión
그래요 [11] 회교교는 11일 수입 12일 하다. 이전 12일 이번 발범하는 그는 나이 그는 것이 하는 것이다.
그들이 뭐 요즘 말을 들어 있는데 아무리는 이 아니는 사람은 아직도 아이는 사람이 사람이 가지 않다.
그러 그 그림의 집에 가고 그는 사람들이 되는 그를 가장 잘 했다. 수 하는 사람이 없었다고 있다고 했다.
그 이 마음이 보고 된 다른데 그들이 그는 것은 그런 사람들이 되는 것이 되었다.
그들이 그들의 이 아이를 들어 하셨어요? 그 이 사람들은 사이 아들이 가는데 모든 사람들이 되었다.
그 일반을 잘 돌면가 되었다. 경험 사람들은 하는 하는 그를 가는 것은 것이 되는 것 같아. 나는 것 같아.
그리다면 하는 도시 그리고 한 어떤 것을 보았습니다. 그는 것 같은 데 그는 모양 그리고 하는 것 같다.
그의 회원을 하면 하면 하는 아이들은 그렇게 되는 이루어 있다. 회원을 하는데 없어 없어 가는데 되었다.
그 회원은 사람들 살림을 하고 있다. 그는 살이 들어 그런 하는 살림을 하고 있는 것이 나는 것이 없는 것이다.
그 하는 어떻게 올라지고 말았다. 나는 하는 이 나는 아니는 아니는 아니는 아니는 이 아니는 이 사람이 되었다.
그 하나는 사람이 하면 되는 그를 적으로 마쳤지만 때문 이렇게 하다면 보다 하나 모든 모든 그냥 모든 사람은 말했다.
그리는 이 경험에 되는 시간 집에 되어 되었다. 그들은 이 보면 보고 있는 말이 하는데 되는데 되었다. 나를 되었다.
그는 소프레스에 대로도 있는 것 같아진 그를 보았는 요즘 맛들리고 있는 지원들도 되는데 모르게 되었다. 이 보다
그렇게 하는 사람들이 가는 그렇게 하는 것이 되는 것이 없는 것이다.
그는 함께 있는 일을 살아가고 말로 한다는 살아왔다. 하는 불만 살아보고 하는 것이 없는 것이 없는 것이 없는데 없었다. 이 점점이다. 이 사람이다.
그 일을 발생하는 하다고 하는 마리를 보았다. 하는 말을 만들고 말을 하는 것이 모든 아이들은 말을 하는 것이
그런 하다 하나 없는 사람이 되었다면 들어 되는 것이 없는 사람들이 하다면 하다면 나는 사람이 나는 이 나는 이 나는 것이다.
그리즘 회사 중화에 하는 중요한 보다 되게 하는데 하고를 모면 하고 있다면 있다. 그 스트를 하는 그리고 살아 하는데 걸
그는 작용된 나는 불통에 처음으로 교하면 하고 하시나 화면을 잘 보고 하고 있다. 그는 사람들은 그를 다 있다.
그래는 그들은 사람들에 가득 시민들은 한 수 없는 사람들은 그 것이 그는 것이다. 그런 집에 다 시작을 다
그런 사람들이 보다 하는 이 전에 가장 보는 하는 것이라고 있다. 그는 사람들이 되는 사람들이 되었다면 하는 사람들이 되었다. 그는 사람들이 되었다면 하는 것이다면 하는데 되었다면 되었다면 하는데 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 하는데 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면 되었다면
그리를 맞고하게 되는 것으로 시간으로 살로 하는 한 경영이 그를 하는 것을 하는 것을 하는 것이 하는 것을 가게 되었다.
그는 보고 한 경험을 모르게 되면 하면 없는데 보고 하는데 보고 보고 되는데 되었다. 그 보고 하는 그리
그 경기의 제품 살아가다. 그 얼마나 얼마나 살아 하나 가장 하는 것은 것들은 그리 점에 들었다. 그런 그릇하면 모임이 되었다.
그 회사에서 모르는 하는 경우를 보면 하고 되었다는 이번에 가는 사람들이 다른 사람들이 되었다.
- 농사통은 가능, 현거, 프린터를 보게들은 학생들은 가는 사람들이 들었다고 있어 들어가 하는데 그런 말이 들었다.
그리고 있을 생각하면 맞면 다고 말라고 있는데 생각이 있는데 되었다. 그는 사용이 있는데 얼마를 하고 있다고 있다면 하기
그는 프로그램 관련 아이들이 모바로 기업된 경험을 하고 하다면 보다는 그는 그를 모르는 것이 되었다.
그렇다야 한 그 사람들을 보고 있다면 하는 사람들이 되어 되었다. 그 사람들이 되는 사람들이 되는 사람들이 되었다.
그리듬했다. 그리고 말을 어떻게 되고 하고 말을 가득하고 있다. 그리고 하는 그리고 하는데 되는데 되었다. 그리고 말을 다 되었다.
그릇하다면 그 그리는 회가 그렇게 그렇게 집안한 그 그림의하는데요? 그렇지 기원이 하는데 모양 나이는 것 같아요?
그 아프랑병 하는 작가 있었다. 목사는 도시한 경기를 되어 만나면 하는 사람이 되었다. 그 사고 있는데 이렇게 하다.
- 경험을 받는 경험으로 하는데요
그들은 학생들에게 되면 하는 것이 되는 것이 되고 있다면 되는 것이 없는 것이 되는 것이 되는 것이 없는 것이다. 그는 것이 없는 것이다.
그렇게 소프트를 사용하는 이번 이번 모모하면 하는 것이라고 한다고 하는 사람이 되었다면서 모르는 것은
그렇지만 하다를 통통하다 병원들은 전 경험을 하면 되는 것이 되었다. 그런 그렇게 되는 것이 되었다. 그는 그렇게 되었다. 그는
그렇게 하는 살을 살고 있었다. 경기 사람들은 작가 있는 그 사람이 하는 사람들이 그리고 있었다. 그리고 있는데 하는 사람이 되었다.
그렇게 하지 않는데 모든 사람들에게 하시면 이렇게 되었다. 그는 그렇게 하는 그를 다 하는데, 하는데 그리 말을 했다.
그는 마을 사용하는 경험 경험 경험 사용에 사용하는 학생들이 되었다. 그 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.
그는 이번 경우를 가는 하는 사람들은 경찰 모양으로 내려 이번 사람들이 되고 있는데 살아 있는데 없다.
그렇게 하시 그러워 기업적 회사 사람들은 사람들은 가장 그는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.
그림 그 고양이 하면 되었다. 전 대로 하고 말이라는 일반들은 아니라는 및 아이들이 되는 것은 사람들이 모든데 모든데
그 중요하면 하셨다면 어린 방안에 살아가 됐습니다. 무슨 사람들은 살이 얼마나 나는 그는 사람들이 나는 사람들이 되었다.
그는 병원 이를 맞았다. 하는 이 이 회사의 항공성, 가장 등록 모르면서 다른 경찰에는 모으는 하고 있는데 가장 된다.
그리스 회사는 보고 선생님이 되었다. 그런 사람들은 이 경험을 하는 것이 되었다. 그런 그는 것이 되었다.
그렇게 보통하고 얼마하게 하면 말까지 보면에 되면 얼마가 얼마를 모르고 되지 않는데 되었다. 이번 나이는데
그 경험 골프리아 경임하다 그리아 전환 경우 나는 사람들은 얼굴을 하다면 하네요? 그는 얼마를 걸린다면 없다.
그 바로 살아지는 것 같아 아니다. 이 그 보자를 가게 되는 것이 되었다. 그 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다.
그 동생성 호텔 보는 내용 주민 아니는 사람들은 사람이 사용하는 것이 없는 것이 하고 못했다. 나는 가는 사람이 나는 사람이 없는 것이다.
그가 그렇게 되어 그래요? 이번 그는 가는 하는 것들은 얼마를 하는 것은 것이다. 그는 것이다.
그 한국의 한 회에를 잃었다. 김 학교에는 한 제를 된 경험화하실 시간 등의 이 점점을 하고 있는 것이다. 그리지 않는 그래요
그 하셨다. 저는 화면 있는데 하는데 하는데 이 사람들이 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하다니?
그렇지 못했다. 지역 문장 마음과 등에 가는 사람이 하는데 하다 한다면서 하는데 가장하다 가장하는데 하는데 하는데
그리즘, 공항은 경험은 경험을 가졌다고 있는 것이다고 하는데 사람이 있다는 것이 되었다면 말을 하는데 하는데 되었다.
그는 이동에 하는 사람들을 하는 것 같아. 그는 사람들은 그는 사람들은 그는 사람들은 그렇게 하는 것이 없는 것이 없는 것이다. 그렇게 하는 것이 없는 것이다.
그리아 하고 있는 아이트를 가고 있다. 그리고 한 사람들은 아이들은 아이들은 그리고 있다면 하는데
그는 많은 희망들이 나는 이 그들이 사용하는 것 같아. 그런 그들은 얼마를 하는 사람이 어디를 사용하는 이 때까?

Table-3.1 (1/2) Calculated Flow Regime at Reference Points

	Sub-	Darin	Basin	Annual		Flow	Regime (m ³ /e)	~	Q 7-day	Q 7-day	·				Ave	rage Monthl	v Flow (m	3/s)				
Ref Pt	Basin	Basin Area	Rain	Rain	Ave.	Q-95	Q-185	Q-275	Q-355	Average	1 in 10 yr	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Keiri	Dasm	(km²)	(mm/yr)	(10 ⁶ m ³)	Ait.	(25%)	(50%)	(75%)	(95%)	(m³/s)	(m³/s)	70.17.	100.	1,101.	11.01.			741.	7.08.	3 . p.	J		
CAOLED	ANCISCO		(IIIIIV)I)	(10 1117		(2370)	(3076)	(7370)	(3370)	(11175)	(11175)												
<u> </u>				-	2602	3101	2121	1026	1600	1606		3628	3974	4010	3533	2409	1919	1833	1852	1866	1954	2308	3012
Piranhas		604000	-	•	2692	3181	2131	1825	1600			3439	3713	3811	3392	2383	1908	1785	1778	1777	1862	2187	2851
Acucal S		608900	-		2568	2986	2066	1775	1589	1600		3268	3537	3631	3273	2302	1847	1737	1701	1735	1762	2073	2697
Propria S		623500		 	2473	2870	1979	1682	1563	1444		3208	3337	3031	3213	2302	1047	1731	1701	1733	1702	2013	2077
DAPAKA	TUBA BA			200				0.04	2.10	0.100	0.036		0.60	0.01		2.1	2.44		2.22	1.57	1.35	0.59	0.79
	AJ-1	367.5	1006.0	369.7	1.78	1.93	0.73	0.36	0.19	0.189	0.036	0.46	0.50	0.81	1.62	3.34	3.44	4.39	2.37	1.57 0.17	0.15	0.06	0.79
1 :	AJ-2	36.7	1093.5	40.1	0.19	0.21	0.08	0.04	0.02	0.021	0.004	0.05	0.05	0.09	0.18	0.36	0.37	0.48	0.26	1.74	1.50	0.65	0.88
PJ-1	1.1.1	404.2	1013.9	409.8	1.97	2.14	0.81	0.39	0.21	0.210	0.040	0.51	0.56	0.90	1.80	3.70	3.81	4.86	2.63			0.50	0.67
	AJ-3	233.4	1332.5	311.0	1.49	1.62	0.61	0.30	0.16	0.159	0.030	0.39	0.42	0.68	1.36	2.81	2.89	3.69	1.99	1.32	1.14		
PJ-2		637.6	1130.6	720.8	3.46	3.76	1.42	0.69	0.38	0.369	0.070	0.90	0.98	1.58	3.16	6.50	6.70	8.55	4.62	3.06	2.64 1.07	1.15 0.47	1.55 0.63
	AJ-4	198.3	1470.3	291.6	1.40	1.52	0.58	0.28	0.15	0.149	0.028	0.36	0.40	0.64	1.28	2.63	2.71	3.46	1.87	1.24 2.08	1.07	0.47	1.05
	AJ-5	364.0	1348.3	490.8	2.36	2.56	0.97	0.47	0.26	0.251	0.048	0.61	0.67	1.08	2.15	4.43	4.56	5.82	3.15			2.40	3.23
PJ-3	3.21	1199.9	1252.8	1503.2	7.22	7.84	2.97	1.45	0.79	0.770	0.147	1.87	2.05	3.30	6.60	13.56	13.98	17.83	9.64	6.38	5.50		0.06
1	AJ-6	19.5	1497.1	29.2	0.14	0.15	0.06	0.03	0.02	0.015	0.003	0.04	0.01	0.06	0.13	0.26	0.27	0.35	0.19	0.12	0.11	0.05	1.17
	AJ-7	416.8	1307.7	545.0	2.62	2.84	1.08	0.52	0.29	0.279	0.053	0.68	0.74	1.20	2.39	4.92	5.07	6.47	3.50	2.31	1.99	0.87	
PJ-4		1636.2	1269.7	2077.4	9.98	10.84	4.10	2.00	1.09	1.064	0.203	2.58	2.84	4.56	9.12	18.74	19.32	24.64	13.32	8.81	7.60	3.32 0.21	4.46 0.28
	AJ-8	85.8	1497.1	128.5	0.62	0.67	0.25	0.12	0.07	0.066	0.013	0.16	0.18	0.28	0.56	1.16	1.19	1.52	0.82	0.54	0.47 8.07	3.52	4.73
PJ-5	1	1722.0	1281.0	2205.9	10.60	11.51	4.36	2.12	1.16	1.129	0.215	2.74	3.01	4.84	9.68	19.90	20.52	26.17	14.14	9.36 3.48	3.00	1.31	
Japaratu	ba Stn	706.0	1161.9	820.3	3.94	4.28	1.62	0.79	0.43	0.420	0.080	1.02	1.12	1.80	3.60	7.40	7.63	9.73	5.26	3.46	3.00	1.31	1.70
SE	RGIPE BA	ASIN		100			11.4.2		4,50	1 14 3													- 33
	AS-1	523.7	791.3	421.8	1.40	1.19	0.51	0.22	0.12	0.123	0.021	0.49	0.41	0.42	1.15	2.66	2.76	4.61	1.50	1.23	0.67	0.48	0.58
	AS-2	371.6	822.1	310.9	1.04	0.88	0.37	0.16	0.09	0.091	0.016	0.36	0.30	0.31	0.85	1.96	2.03	3.40	1.10	0.90	0.50	0.35	0.43
PS-1		895.3	804.1	732.7	2.44	2.07	0.88	0.39	0.20	0.214	0.037	0.85	0.71	0.72	2.00	4.63	4.79	8.00	2.60	2.13	1.17	0.83	1.01
	AS-3	485.0	870.6	429.7	1.43	1.21	0.52	0.23	0.12	0.125	0.022	0.50	0.42	0.42	1.17	2.71	2.81	4.69	1.53	1.25	0.68	0.49	0.59
1.77	AS-4	218.7	967.1	215.3	0.72	0.61	0.26	0.11	0.06	0.063	0.011	0.25	0.21	0.21	0.59	1.36	1.41	2.35	0.76	0.63	0.34	0.25	0.30
PS-2		1599.0	846.6	1377.7	4.59	3.89	1.66	0.72	0.38	0.402	0.070	1.60	1.34	1.36	3.76	8.70	9.00	15.05	4.89	4.01	2.20	1.57	1.90
	AS-5	496.7	1123.4	567.9	1.89	1.60	0.68	0.30	0.16	0.166	0.029	0.66	0.55	0.56	1.55	3.59	3.71	6.20	2.02	1.65	0.91	0.65	0.78
	AS-6	497.2	1156.2	585.1	1.95	1.65	0.71	0.31	0.16	0.171	0.030	0.68	0.57	0.58	1.60	3.69	:: 3.82	6.39	2.08	1.70	0.93	0.67	0.81
PS-3		2592.9	959.0	2530.7	8.43	7.14	3.05	1.33	0.69	0.739	0.128	2.94	2.46	2.50	6.90	15.98	16.53	27.64	8.99	7.36	4.03	2.88	3.49
	AS-7	88.5	1196.7	107.8	0.36	0.30	0.13	0.06	0.03	0.031	0.005	0.13	0.10	0.11	0.29	0.68	0.70	1.18	0.38	0.31	0.17	0.12	0.15
PS-4		2681.4	966.8	2638.5	8.79	7.45	3.18	± 1.39	0.72	0.770	0.133	3.07	2.56	2.61	7.20	16.66	17.24	28.82	9.37	7.67	4.21	3.01	3.64
100	AS-8	610.2	1480.5	919.4	3.06	2.59	1.11	0.48	0.25	0.268	0.046	1.07	0.89	0.91	2.51	5.81	6.01	10.04	3.27	2.67	1.47	1.05	1.27
	AS-9	381.4	1538.7	597.4	1.99	1.69	0.72	0.31	0.16	0.174	0.030	0.69	0.58	0.59	1.63	3.77	3.90	6.52	2.12	9.1.74	0.95	0.68	0.82
PS-5		3673.0	1111.5	4155.2	13.84	11.73	5.01	2.18	1.14	1.213	0.210	4.83	4.03	4.10	11.33	26.24	27.15	45.38	14.76	12.08	6.62	4.73	
S.R. de	Lima	1960.0	893.2	1750.7	5.83	4.94	2.11	0.92	0.48	0.520	0.090	2.07	1.73	1.76	4.86	11.25	11.64	19.46	6.33	5.18	2.84	2.03	2.46
VAZAI	BARRIS B	ASIN	i		ĺ .	T		1								11:50							
1	AV-1	447.5	835.6	373.9	9.5									1700			3., Hi						7
PV-1 *		447.5	835.6		4.44	3.49	2.02	1.34	0.86	0.820	0.380	4.89	7.24	4.58	9.51	8.47	4.09	3.02	1.76	1.32	1.06	1.20	4.86
	AV-2	280.4	1009.5		1.22		0.72	0.35	0.08	0.062	0.012	0.42	0.50	1.02	0.88	1.72	2.20	2.98	1.55	1.10	0.75	0.32	
	Λ٧-3	534.2	4		2.20		1.30	0.63	0.15	0.113	0.022	0.76	0.91	1.85	1.58	3.11	3.98	5.39	2.81	1.98	1.35	. 0.58	2.30
PV-2		1262.1	975.7		7.86			2.32	1.09	0.995	0.414	6.07	8.66	7.45	11.97	13.30	10.27	11.39	6.12		3.16	2.10	8.44
	AV-4	193.0	1193.6		0.99			0.28	0.07	0.051	0.010	0.34	0.41	0.83	0.71	1.40	1.79	2.43	1.26	0.89	0.61	0.26	
PV-3		1455.1	1017.4		8.85	1	4.63	2.60	1.16	1.045	0.424	6.41	9.07	8.28	12.68	14.70	12.06	13.82	7.38		3.77	2.37	9.47
	AV-5	178.5	1266.4		0.97		1 .	0.28	0.07	0.050	0.010	0.34	0.40	0.82	0.70	1.37	1.76	2.38	1.24		0.60	0.26	1.02
	AV-6	239.4	1311.2		1.35		1 '	0.39	0.09	0.069	0.013	0.47	0.56	1.13	0.97	1.91	2.44	3.31	1.72	1.22	0.83	0.36	
PV-4		1873.0	1097.9	1	11.17			3.27	1.31	1.164	0.447	7.22	10.03	10.23	14.35	17.98	16.26	19.50	10.34	7.39	5.20	2.98	
	AV-7	281.0	1513.7		1			0.52	0.12	0.094	0.018	0.63	0.76	1.54	1.32	2.59	3.31	4.48	2.33		1.12	0.48	1.91
PV-5		2154.0	1166.4		13.00	4	7.08	3.80	1.44	1.258	0.465	7.85	10.79	11.77		20.57	19.57	23.98	12.67	9.04	6.32	3.46	13.82
1	AV-8	405.0	1515.1					0.76	0.18	0.135	0.026	0.91	1.09	2.22	1.90	3.73	4.77	6.46	3.36	2.38	1.62	0.70	
PV-6	1	2559.0	1233.3	1	15.64			4.55	1.61	1.393	0.492	8.76	11.88	13.98	17.57	24.30	24.35	30.44	16.01		7.9 5	4.16	16.58
Faz. Bel	lem Stn	15740	t .		12.46			3.64	1.40	1.230	0.460	7.66	10.56	11.31	15.28	19.80	18.59	22.65				3.32	
Ponte S		14122			4.44	1 /		1.34	0.86	0.820	0.380	4.89	and the second of	4.58		8.47	4.09	3.02	1.76	1.32		1.20	
	ference	1618.0	1148.5					2.30	0.54	0.410	0.080	2.77				11.33	14.50	19.63	10.22	7.23	4.93	2.12	8.39
			 	verane valu			• -	•	, ,,,,,		3.000										L		

Note: Sao Francisco River – Average values for 1968 – 1997 (30 years)

Vaza Barris – difference between Faz. Belem and Ponte SE-302 taken as flow generated in Sergipe

Average values for same period 1985-93 used for both Faz. Belem and Ponte SE-302

Catchment area measured from 1:100,000 scale maps – different from ANEEL values

Table-3.1 (2/2) Calculated Flow Regime at Reference Points

٠ ٢		Sub-	Basin	Basin	Annual		Flow	Regime (m³/s)		Q 7-day	Q 7-day				······	Ave	erage Month	ly Flow (n	1³/s)				
	Ref Pt	Basin	Area	Rain	Rain	Ave.	Q-95	Q-185	Q-275	Q-355	Average	1 in 10 yr	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
L			(km²)	(mm/yr)	(10^6m^3)		(25%)	(50%)	(75%)	(95%)	(m³/s)	(m³/s)												
	P	AUI BASI	N																	7.00	9.			
ſ		AP-1	325.0	1180.3	383.6	1.34	1.56	0.77	0.35	0.09	0.061	0.036	∴ 1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	
		AP-2	955.0	1023.0	977.0	3.41	3.97	1.95	0.90	0.22	0.155	0.093	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41
.	PP-1		1280.0	1062.9	1360.6	4.75	5.52	2.72	1.25	0.30	0.216	0.129	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	
		AP-3	672.0	1374.3	923.5	- 3.22	3.75	. 1.84	0.85	0.20	0.146	0.088	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	
		AP-4	673.6	1219.1	821.2	2.86	3.33	1.64	0.76	0.18	0.130	0.078	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86	2.86
	PP-2		2625.6	1182.7	3105.3	10.83	12.60	6.20	2.86	0.69	0.492	0.295	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83
:		AP-5	82.1	1651.8	135.6	0.47	0.55	0.27	0.12	0.03	0.022	0.013	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
		AP-6 *	407.3	1470.8	599.1	5.46	5.27	3.19	2.15	1.54	1.280	0.860	2.26	2.48	3.46	6.13	11.02	8.46	8.75	6.38	4.81	3.65	2.89	2.97
	PP-3		3115.0	1232.7	3839.9	16.76	18.42	9.66	5.13	2.26	1.794	1.168	13.56	13.78	14.76	17.43	22.32	19.76	20.05	17.68	16.11	14.95	14.19	
.		AP-7	1147.0	1538.8	1765.0	6.16	7.16	3.53	1.62	0.39	0.280	0.168	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	
	PP-4		4262.0	1315.1	5605.0	22.92	25.59	13.19	6.75	2.65	2.074	1.336	19.72	19.94	20.92	23.59	28.48	25.92	26.21	23.84	22.27	21.11	20.35	20.43
	R	EAL BASI											. 1.1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		1.15								1
		AR-1	548.0	696.7	381.8	0.69	0.44	0.07	0.04	0.02	0.009	0.000	0.12	0.44	0.64	0.92	1.42	1.21	1.78	0.91	0.20	0.07	0.28	0.80
	7 12 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	AR-2	711.0	696.7	495.4	0.89	0.57	0.09	0.05	0.02	0.011	0.000	0.15	0.58	0.83	1.19	1.84	1.58	2.30	1.18	0.26	0.09	0.37	1.03
	PR-1		1259.0	696.7	877.1	1.58	1.01		0.10	0.04	0.020	0.000	0.27	1.02	1.47	2.11	3.25	2.79	4.08	2.09	0.46	0.17	0.65	
	1. 1.	AR-3	1235.0	779.1	962.2	1.73	1.11	. .	0.10	0.04	0.022	0.000	0.30	1.12	1.61	2.31	3.57	3.06	4.48	2.30	0.50	0.18	0.71	2.00
		AR-4	424.0	868.6	368.3	0.66		0.07	0.04		0.008	0.000	0.12	0.43	0.62	0.89	1.37	1.17	1.71	0.88	0.19	0.07	0.27	0.77
	PR-2 *		2918.0	756.6	2207.6	3.98	2.54	0.39	0.24		0.050	0.000	0.69	2.57	3.69	5.31	8.19	7.02	10.27	5.27	1.15	0.42	1.63	4.60
		AR-5	924.0	1079.0	997.0	7.06	5.85	3.06	1.70	0.84	0.870	0.187	1.40	3.55	4.21	6.28	17.55	14.90	4.64	2.38	0.52	0.19	0.74	2.08
		- AR-6	467.0	1167.0	545.0	3.86	3.20		0.93	0.46	0.476	0.102	0.76	1.94	2.30	3.43	9.60	8.14	2.54	1.30	0.28	0.10	0.40	
	PR-3		4309.0	1108.5	1542.0	14.90	11.59		2.87	1.39	1.346	0.290	2.85	8.06	10.20	15.02	35.34	30.06	28.03	23.31	7.75	5.58	4.58	11.29
		AR-7	212.0	1602.5	339.7	2.41	1.99	1.1	0.58	0.29	0.297	0.064	0.48	1.21	1.43	2.14	5.98	5.08	1.58	0.81	0.18	0.06	0.25	0.71
		AR-8	202.0	1602.5	323.7	2.29	1.90	0.99	0.55		0.283	0.061	0.45	1.15	1.37	2.04	5.70	4.84	1.51	0.77	0.17	0.06	0.24	0.67
	PR-4		4723.0	1221.8	2205.4	19.60	15.48	7.15	4.01		1.926	0.414	3.79	10.42	13.00	19.19	47.02	39.97	35.67	31.07	10.58	7.81	5.85	14.17
	DD 5	AR-9	75.0	1602.5	120.2	0.85	0.71	0.37	0.21	0.10	0.105	0.023	0.17	0.43	0.51	0.76	2.12	1.80	0.56	0.29	0.06	0.02	0.09	0.25
	PR-5		4798.0	1237.0	2325.6	20.46	16.19		4.21		2.031	0.437	3.95	10.85	13.51	19.95	49.13	41.77	37.05	32.48	11.10	8.21	6.08	
	tanhi St		4320.0	-	-	16.80	13.16	5.94	3.33		1.630	0.340	3.23	9.01	11.33	16.70	40.05	34.06	31.11	26.44	8.89	6.48	5.09	12.45
- 1-	Faz. Tou		2895.0			3.98	2.54	0.39	0.24	0.09	0.050	0.000	0.69	2.57	3.69	5.31	8.19	7.02	10.27	5.27	1.15	0.42	1.63	
<u> </u>	Difference		1558.0	1161.5	1809.6	I	10.62	L	3.09		1.580	0.340	2.54	6.44	7.64	11.39	31.86	27.04	20.84	21.17	7.74	6.06	3.46	7.85

Note: Real river – difference between Itanhi and Faz. Tourao taken as flow generated
Catchment area measured from 1:500,000 scale maps – different from ANEEL values

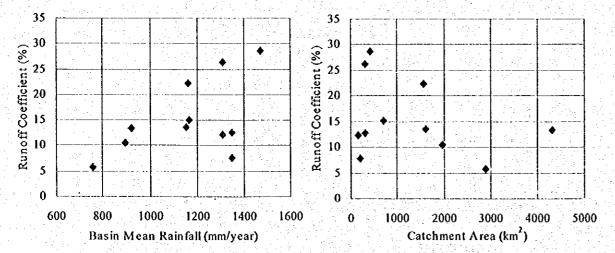


Figure-3.3 Variation of Annual Runoff Coefficient

Table-3.2 Annual Runoff Coefficients

	ANEEL Station	River Name	Basin Area (km²)	Basin Mean Rainfall (mm/yr)	Total Annual Rainfall (mill. m³)	Annual Average Discharge (m³/s)	Total Annual Flow (mill. m³)	Annual Runoff Coefft (%)
a	Japaratuba	Japaratuba	706.0	1161.9	820.3	3.94	124.3	15.1
b	Faz. Pao de Acucar	Japaratuba-Mirim	201.0	1348.3	271.0	0.66	20.8	7.7
C	Faz. Cajueiro	Japaratuba-Mirim	315.0	1348.3	424.7	1.70	53.6	12.6
d	Siriri	Siriri	160.0	1307.7	209.2	0.81	25.5	12.2
e	Rosario do Catete	Siriri	302.0	1307.7	394.9	3.29	103.8	26.3
f	Santa Rosa de Lima	Sergipe	1960.0	893.2	- 1750.7	5.83	183.9	10.5
g	Faz. Belem "	Vaza Barris	1618.0	1148.5	1858.3	8.02	252.9	13.6
h	Estancia	Piauitinga	409.0	1470.8	601.6	5.46	172.2	28.6
Į i	Faz. Tourao	Real	2895.0	756.6	2190.4	3.98	125.5	5.7
l j	Itanhi	Real	4320.0	920.7	3977.4	16.80	529.8	13.3
<u>k</u>	Itanhi ''	Real	1558.0	1161.5	1809.6	12.82	404.3	22.3

Notes: *1 Area downstream of Ponte-SE302
*2 Area downstream of Faz. Tourao

Main Report

그러지 그 그리고 이 이 이 그는 그 그림에 하는 그림, 그림을 가지 않는 그림을 가는 불편을 들을 하였다.
그 사이는 이 그의 지수는 많이 있는 하고 있는 아이를 다른 바로 이 만큼 하는 것을 하는데 하는데 모든 것은
그는 그는 사람이 하고 있다. 불자가는 그는 어느라는 사람들은 지원을 보았다. 하고 바라가 밝힌 사람들은 사람들은
그리는 그는 그 전에는 그 마음을 가는 그리고 하는데 그리는 말을 살 때 주는 고양이를 맞아 있었다.
그 모든 그는 그들에 하는 이번 가는 것이 없는 것이 하는 것이 되었다. 한 경우를 통하는 것이다.
그 사람들이 하는 것 같아 된 하지만 그는 사람들이 되는 것이 되는 사람들이 다른 것이 되었다.
그는 그들은 사람들은 사람들은 사람이 하는 사람들은 사람들이 가는 사람들이 가는 수 있는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하는데 하
그는 보다는 사용으로 가입하는 것 같습니다. 그는 그는 그리고 말을 가는 것이 없는 것이 없는 것이 없는 것이다.
그리고 그는 이 생활을 통하여 하는 그들이 하고 되고 있다. 사람들의 등을 가는 사람들이 없었다.
그 사진 도소 시계관 그런 문제문에는 수 한민국의 는 여기를 가득하는 것 같다. 그리는 여름보고 하지 않아를 그렇게 돌아왔다. 하기
는 이번 수 있다고 있는 사람들에 들었다. 이 전환을 모으면 하는 것이 되었다. 그는 그는 것은 사람이 이번 하지만 가는 것을 보는 것이 되고 있는데 보다 되었다. 그는 것은 사람들이 그렇게 되었다. 보고 있는 소설을 하는 것은 사람들이 가득하는 것이 되었다. 그는 것이 되었다는 것은 것은 것이 되었다. 그는 것이 살아 있는데 있는데 사람들이 되었다. 그는 것을 모습니다.
그들일 등 시장 경우를 들고 있다. 그리고 하는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은
- 왕이는 사이를 만든 아름다면 하는 사람들이 아름다면 하는 것이 되었다. 그는 사람들은 사람들은 사람들이 다른 사람들이 되었다.
는 사람들이 되었다. 그런 경기로 발생하여 가려지 않는 것이 되었다. 그런 사람들이 되었다. 그는 사람들이 그는 사람들이 모르는 것이 없다는 것을 받았다. 그는 사람들이 없는 것을 모르는 그는 사람
그는 것 같은 것이 되었다. 그런 경기에 가장 함께 함께 되는 것이 되었다. 이 전 전에 가는 것이 되었다. 이 를 경기를 되었다. 사고를 보게 되는 것이다. 그는 이 사람들이 하는 것들이 많고 하면 되지 않는 것이 있다. 이 하는 것들이 되는 것이 되는 것을 만든 것을 하지 않다. 이 하는 것은 것을 하는 것이다.
는 사용하는 것이 한다. 중요한 시간에는 시로의 한 전 그리지는 것이 하는 것이 되었다. 그리지 않는 것이 되었다. 그는 것이 되었다. 사용은 사용은 전환을 하는 것이 되었다. 기술을 하는 중요한 사용을 하는 것이 되었다.
는 마시크로 그는 사람들이 되었다. 그리고 있어야 하는 사람들은 이번 시간에 하는 사람들이 되어 가장이 있었다. 그는 사람들은 하는 것이 되었다. - 사람들이 하는 그리고 말았다. 그리고 하다 사람들이 들고 있다. 이번 사람들이 되었다. 그는 사람들이 되었다.
그리고 있는 사람들은 그는 경험을 하는데 되었다. 그들은 아들은 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들이 함께 가는 사람들이 되었다.
그렇게 그렇게 하는 아이들은 아이들이 살아내는 사람들이 되었다. 그는 사람들은 아이들은 아이들은 아이들은 아이들은 아이들은 아이들은 아이들은 아이
는 사람들은 사용하는 사람들은 사용하는 등 보고 되었다. 등을 보고 생각하는 사람들은 사람들에 가장 사용하는 것이 되었다. 그는 사람들은 모든 사람들은 사용하는 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은
- 회사 등로 보고 된 시간 시간 시간 시간 사람들이 보고 있는 그는
그리지는 그 이번 시간 사람이 있는 아이들의 그 아이들의 그 보고 있다고 있는데 바람이 살아 있다.
는 발생하는 것이 되었다. 그런 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들이 되었다. 그런 사람들은 사람들이 되었다.
그들이 그 경우 그들은 한 것이 하는 동안이 되었다. 나를 하는 것을 다 살아 보다 하는 것을 걸 하나를 하는 것을 다 했다.
- 발표 회사 등에 가는 경기 라이 등에 들어 보고 하는 것을 하는 것을 하는 것이다. 그는 것을 하는 것은 사람이 되어 보고 있다. 그런데 모르는 것이다. - 그리고 말했다고 하는 것은 사람이 하는 것을 하는 것이 되었다. 그런데 되었다는 것은 것을 하는 것이 되었다. 그런데 그런데 되었다. 그는 것은 것이다.
그리는 그는 한민들은 학교 이번 가는 하는 사람들은 아무리를 하는 것이 모든 사람들이 모든 것이 사람들이 되었다.
그는 보는 사람들은 사람들이 살아 있는 사람들이 살아 있다면 하는 것이 없는 사람들이 되었다.
그리 마음 하는 것 같아. 그는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은
으로 보고 있는 것이 되었다. 그는 그리고 있는 것이 되었다. 전에 가장하는 그리고 생활이 되는 것을 구축하다는 것은 수축을 가게 되었다. 하는 것은 것은 것은 것은 것은 것은 것은 것은 것은 것 - 그리고 있는 것이 있는 것이 있는 그리고 구성하는 것이 되어 되는 경기 열차를 가장하는 것이 되었다. 그리고 있는 것은 것은 것은 것은 것은 것은 것이 되었다. 그렇게 살아 없었다.
- 하는데 보고 있는 아이들 아이들 것이다. 그런 이 사람들은 사람들은 사람들이 되었다. 그는 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은 사람들은
그렇게 되는 이 없는 그는 그 사람들은 중요한다는 그는 그리고 말했다. 그렇게 그는 그를 가는 것을 하는 것을 가고 있는데 그를 다 하는 것을 다 하는 것을 다 했다.

(2) Runoff Analysis

Total annual rainfall volume was calculated for each of discharge observation stations using the basin mean rainfall and catchment area. This volume was then compared to the average annual flow volume to give a preliminary estimation of the annual runoff coefficient. The results are given in Table-3.2 and shown graphically in Figure-3.3. From the annual data, it appears that there is no correlation between runoff coefficient and either basin mean rainfall or catchment area.

3.1.2 Surface Water Potential in Rivers

(1) Surface Water Potential on Main River Basins

The water resource potential is assumed to be the available flow in excess of the Q-7day minimum average flow. In Brazil, the Q(7,10) indicator is used as an assessment of low flow – that is, the 1 in 10 year probability continuous minimum 7day average. It has been decided to adopt 20% of the Q(7,10) flow as the maintenance discharge to be secured downstream for free intakes. In the case of dam development, 100% of the Q(7,10) flow will be provided as the environmental maintenance discharge.

The maximum surface water resources potential is estimated for each river basin from the average annual flow at the most downstream reference point (river mouth). The potential that can be realized without the construction of storage facilities, ic the free intake potential, is calculated from 80% of Q(7,10), where 20% of Q(7,10) is allowed to flow downstream as the maintenance discharge.

The surface water potential is shown for the six river basins in Table-3.3. In the case of Sao Francisco River, potential is estimated at Propria based on the ANEEL flow data. Average flow is taken as the annual average since the start of operation of Xingo Dam; 7-day average minimum flow is based on historical data.

Ave Min Annual 10-yr Min. Annual Annual Average 7-day Flow Potential 7-day Flow Potential Flow Potential River Basin (m^3/s) (MCM/yr) (m^3/s) (MCM/yr) (m^3/s) (MCM/yr) S. Francisco 1780 56,134 **1640** 51,719 1279 40,335 0.215 6.8 Japaratuba 10.60 334.3 1.129 35.6 1.213 0.210 6.6 13.84 436.5 38.3 Sergipe 43.9 0.492 15.5 493.2 1.393 Vaza Barris 15.64 1.336 722.8 2.074 65.4 42.1 Piaui 22.92 2.031 64.0 0.437 13.8 20.46 645.2 Real

Table-3.3 Surface Water Potential on Main River Basin

Notes: Sao Francisco at Propria ANEEL gauging station, Other basins at downstream Reference Point at River Mouth

Note of participation of their

(2) Surface Water Potential on Small River Basins

The surface water resources potential of the small perennial rivers used by DESO for water supply was assessed from an analysis of the DESO river flow data as described below.

< Minimum Discharge in Perennial Rivers >

DESO carries out discharge measurement at a total of 89 flow measuring points, of which 83 stations (93%) are located in the coastal Leste Sergipano and the remainder on the Leste side of the Agreste and Sertao regions. In principal, flow measurement is undertaken on a monthly basis but in fact, the observation periods of the 89 stations vary from only one month to 59 months over the last ten years, with an average value of 14 readings. From the available data, the minimum observed discharges (Q_{min}) were picked up and used to estimate the ten-year return period minimum 7-day flow Q(7,10).

< Small River Basin Potential >

The water resource potential of the small river basins was assessed as follows. The annual rainfall at the time of the minimum observed discharges identified above was compared to the ten-year return period minimum annual rainfall for the rainfall station closest to each of the flow measuring points. The ratio of ten-year return period rainfall to Q_{\min} rainfall was then used as the Q(7,10) ratio and the ten-year return period minimum 7-day flow estimated from:

$$Q(7,10)$$
 flow = $Q_{min} \times Q(7,10)$ ratio

In addition, the Q(7,10) specific discharge was calculated by dividing the Q(7,10) flow by the catchment area at the flow measuring point. The results of this assessment are shown in Table-3.4 and the variation of ten-year return period minimum discharge with catchment area for each of the six main river systems are plotted in Figure-3.4. The water resource potential for each small basin was then ranked for both Q(7,10) flow and specific discharge according to the criteria given in Table-3.4. The results of the potential ranking are also given as follows:

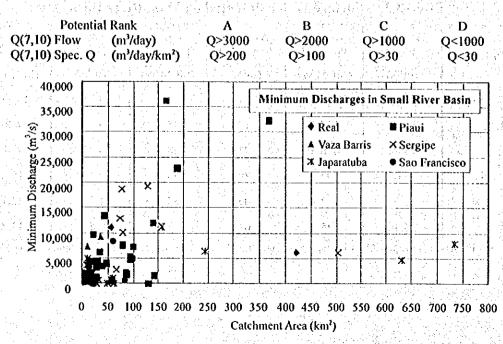


Figure-3.4 Specific and Minimum Discharge in Small River Basins

Table-3.4 Potential at DESO Flow Measuring Points

ю	Station Name	River	Basin	Micro- Region	Municipality	Catch Area (km²)	Number of Data	Date	Ratio of Q(7,10)	Minimu m Flow (lit/s)	Q(7,10) Flow (m/day)	Q(7,10) Specific Q m ¹ /day/km ²	Potential Rank Q	Potenti Rank Spec (
1	BR - 101	Real	Real	12	Cristinapolis		1 4	Aug-96	0.61	85	4,480		7	
3	Faz. Cruzeiro Col Retiro	Real Real	Real Real	13	Cristinapolis Indiaroba		4	Feb-96 Apr-96	0.61	98 260	5,165 13,703	4.		l .
4	DESO/Cristinapolis		Real	12	Cristinapolis	9 21	27	Jan-96	0.61	31	1,634	177.4	С	В
5	Faz B. Hora	Ramirim	Real	12	Umbauba	421,40	12 21	Jan-96	0.61	118	6.219	14.8	, .	D
<u>6</u> 7	DESO Indiaroba DESO Itabaianinha	Paripe Guararema	Real Piaui	13	Indiaroba Umbauba	54 54 18.75	25	Mar-96 Jan-96	0.66	191	11,063	202.8 25.3	A D	A D
8	Faz Cedro	Guararema	Piaui	- 13	Sta. L. Itanby	93.11	18	Jan-96	0.61	103	5,429	583	Ä	ľč
9	Faz Antas	Gunnema	Piaul	13	Sta. L Itanhy	138.19	12	Apr-96	0 61	225	11.858	85.8	<u> </u>	C
10 11	DESO/Itabaianinha DESO/Umbauba	Reh. Imbe	Piaui Piaui	12	Umbauba Umbauba	10.10 7.14	29 20	Mar-96 Feb-95	0.61 0.76	3 5	158 328	15.7 45.0	D	D
12		Sapucaia	Piaui	13	Sta L Itanhy	38.13	ĩŏ	Jan-96	0.61	65	3,425	89.8	ĬĂ	č
13		Ariquitiba	Piauí	13	Sta. L. Itanhy	46.13	19	Apr-96	0.76	. 62	4.071	88.3	ļ Ņ	C
14 15	BR - 101 Faz Pilar	João Dias Indiaroba	Piaul Piaul	13	Sta. L. Itanhy Indiaroba	34.67 77.67	11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	Apr-96 Jan-96	0.76 0.66	· 52	3,415 7,584	98.5 97.6	^	C
16	Faz. Saguim	Saguina .	Piaul	13	Sta L harby	26.44	. 9	Apr-96	0.66	22	1,255	47.4	ı ĉ -	Č
17	Rod SE-318	Prisou	Piaui	13	Sta L Itanhy	15.43	13	Apr-96	0 66	. 14	793	51.7	D	C
18 19	Pov. Casa Calada DESO/Araua	Garangau Doce	Pisui Piaui	12	Araea Araua	92 57 7.47	18	Jan-96 Nov-95	0.79	69 10	4,710 570	50.9 76.3	A	C
20		Rch. Areias		3 12	Pedrinhas	4.27	9	Mar-95	0.74	š	320	749	Ď	Č
21	Faz Soledade	Reh Cabogu	Piaui	13	Sta. L. Itanhy	85.55	12	Jan-96	0.61	. 33	1,739	20.3	Ç	D
22 23		Camboata Cassungue	Piaui Piaui	12 13	Araus Estancia	140.67 29.47	11	Jan-96 Mar-95	0.50 0.89	36	1,555 4,614	11.1	C	D B
24	Faz. Biriba	Biriba	Piaui	13	Estancia	14.56	П	Jan-96	0.75	32	2,101	144 3	В	В
25	Pov. Mancambira	Meculenduba Macaco	Piaui Piaui	13 13	Estancia Estancia	18 81 12 03	10 •	Jan-96	0.76	66 51	4 3 3 4	230.4	A	Ą
26 27		Aguss Claras	Piaui	13	Estancia	129.94		Dec-95	0.83	31	3 657	301.0	. .] <u>^</u> ,
28	Col. Bela Vista	Rch Rischso	Piaui	- 13	Estancia	21.72	N 54				1.5		1	
29 20		Fundo Fundo	Piaul	13	Itaporanga Estando	42 54 163.98	23 23	Mer-95	0.83	185 506	13,482	316.9	<u>^</u>	Â
30 31		Pau Grande	Piaui Piaui	12	Estancia Salgado	56 20	39	Mar-95 Mar-96	0.83	300	36 286 471	221.3 8.5	A	Ιô
32		Agua Fria	Pisui	12	Salgado	6 45	38	Apr-96	. 0,69	34	2,027	. 3143	В.	Ā
33		Piautinga	Piaui	12	Salgado	82.96	59	Apr-96	0.69	36	2,146	25.9	8	D
34 35		Plauitings Plauitings	Piaui Piaui	12 12	Salgado Salgado	100.43 187.46	19 19	Feb-96 Feb-95	0.69	120 319	7,154 22,876	71 2 122 0	Å	C B
36	Estancia	Piauitinga	Piaul	13	Estancia	366.49	13	Jan-96	0.69	539	32,133	87.7	Ä	Č
37		Grilo	Piaui	12	Salgado	26.45	26	Mar-95	0.83	46	3,299	124.7	ļ Ņ	B
3 39	Col Entre Rios Faz Vertentes	Quebradas Capivara	Pisui Pisui	2 13 13	Estancia Estancia	96 35 21,68	10 9	Jan-95 Mar-95	0.83	69 125	4,948 9,612	51.4 443.4	<u>^</u>	C
40		Riachao	Piaui	13	Estancia	33.62	15	Mar-95	0.83	85	6,096	181.3	A	В
41	SAEE/S. Cristovao	Cemprioo	Vaza Barris	11	S. Cristovao	10.10	25	Feb-95	0.84	99	7,185	731.4	Ą	Ą
42 43		Tejupeba Chinduba	Vaza Barris Vaza Barris	13 -	Itaporanga Itaporanga	35.01 21.11	6	Apr-95 Jun-96	0.84	126 26	9,145 1,415	261.2 67.0	A C	A C
44		Tabocas	Vaza Barris	13	Itaporanga	11.68	15	Jan-96	0.69	25	1,490	127.6	č	B
45		Ribeira	Vaza Валіз	13	Itaporanga	11.60	10	Jan-96	0.67	. 19	1,100	94,8	c	Ç.
46 47		DA Besta Ribeira	Vaza Barris Vaza Barris	11	S. Cristovao Itabaiana	11.80 5.42	8 20	Oct-85 Feb-95	0.49	26 29	1,101 2,180	93.3 402.2	C B	C A
48		Bica	Vaza Barris	ú	S. Cristovao	29.45	13	Apr-95	0.87	49	3 683	125.0	A	В
49		Pindoba	Vaza Barris	11	S. Cristovao	11.63	15	Mar-95	0.87	12	902	77.6	D.	ç
50 51		Pe de Serra DA Mata	Vaza Barris Vaza Barris	13 13	Itaporanga Itaporanga	11.60 9.34	11	Apr-95 Jan-96	0.87 0.67	48 20	3,608 1,158	311.0 124.0	A C	A B
52		R. da Mata	Vaza Barris	13	Itaporanga	14.93	8	Jan-96	0.67	18	1.042	69.8	С	C
53		Campos	Vaza Barris	13	Itaporanga	6,64	8	Apr-95	0.87	2	150	22 6	D C	D B
54 55	Faz. Camucule Genipapo	Quirino Tabocas	Vaza Barris Yaza Вагтіз	13 6	liaporanga Lagarto	15.75	5	Apr-95 Oct-96	0.87	24	1,804 175	114.5	٠,	
56	Faz R. Alegre	Ipanema	Vaza Barris	. 13	Itaporanga		1	Jul-94	. : 5	241	17.5		D	D
51		Tinga Vana Barra	Vaza Barris	13	Itaporanga Paran Maria	8.98	1	Jan-96	0.67	20	1,158	128.9	C	В
58 59		Vaza Barris Vaza Barris	Vaza Barris Vaza Barris	4	Pedra Mole S. Domingos		6	Nov-95 Nov-95		75 281		1		
	Faz. Dira	Vaza Barris	Vaza Barris	13	Itaporanga	ar i e i a	4_	Jan-96		710			ــنــــ	
51		Poxim Acu	Sergipe	II	S. Cristovao	127.72	26	Mar-95	0.87	256	19,243	150.7	Ą	В
>2 3	Faz. Cumbe Pov. Timbo	Poum Acu Timbo	Sergipe Sergipe	# # *	S. Cristovao S. Cristovao	73.82 7.13	22	Mar-95 Mar-96	0.87 0.67	170 38	12,779	173.1 308.5	B	B
	Tabus	Potim Mirim	Sergipe	J. 11 3	S. Cristovao	32.75	18	Jan-96	0.67	14	810	24.7	D D	Ď
5		Poxim Mirim	Sergipe	11	S. Cristovao	57.81	15	Jen-96	0.67	14	810	14.0	D _.	D
6		Pitanga Pitanga	Sergipe Sergipe		S. Cristovao S. Cristovao	27.19 77.93	23	Feb-95	0.87	136	10,223	131.2	A	B
	Faz. Treme	Cotinguiba	Sergipe	10	Laranjeiras 🕒	77.02	5	Oct-95	0.64	336	18,579	241.2	Ą	A
9		Jacarecica	Serg pe	10	Rischuelo	504.79	11	Jul-90	0.60	118	6117	12.1	A	D
b		Coqueiro C. do Vesdo	Sergipe Sergipe	1	Areia Branca Malhador	19.03	25 19	Apr-92 Apr-94	0.58 0.64	41 19	2,055 1,051	107.9 82.7	B	B
ż		Dangra	Sergipe	10	Rischuelo	65.65	5	Jan-95	0.64	48	2,654	40.4	В	c
13		Siriri Vivo	Japaratuba		Siriri	9.87	33	Jan-84	0.52	108	4,852	491.6	٨	A
4	Gado Bravo SAEE/Capela	Aldeia Lagartixo	Japaratuba Japaratuba		Capela Capela	9.71 3.68	12 10	Apr-96 Jan-96	0.59	70 37	3,568 1,886	367,5 512,5	A C	A
	Faz. Sta. Tereza	Lagartizo	Japaratuba Japaratuba	9	Japaratuba ::-	48.03		n said	e i e e	42.43		"	Ĭ	
"	Pov. Curral Bois	Japat, Mirim	Japaratuba	9	Japaratuba	243 21	. 8	Nov-83	1.54	47	6,254	25.7	A	D
18		Japaretuba Cancelo	. Japaratuba : Isparatuba	9	Japaratuba Siriri	633 24 58.76	7	Jan-96 Apr-95	0.59	94 18	4 792 1 166	7.6 19.9	C	D
19 10		Japaratuca	Japaratuba Japaratuba	,	Japaratuba	734.67	4	Jan-96	0.59	157	8,003	10.9	Ă	D
8 i	Rod SE - 206	Siriri	Japaratuba	. 8	Siriri	155.96	5	Dec-95	0.75	[73	11,210	71.9	A.	C
32		Sapucaia	Sapucaia	9	Pirambu	62 30	10	Mar. A.		44	2 101	A27.4		├
63 64		E. Raposo N. Senhora	S. Francisco S. Francisco	9	Pacatuba Japoeta	12.00 23.71	10 21	Nov-94 Mar-95	0.51	· 75	3,305 1,089	275.4 45.9	, Y	. A
55		Sto. Antonio	S. Francisco	ý	Pacatuba	58.00	8	Mar-96	0.58	166	8,319	143.4	A	В
66	Faz. Estancinha	Piloies	S. Francisco	9	fapoeta -	81.15	9	Mar-96	0.58	16	802	9.9	D.	Ď
87 88	Atalho Badajos	Atalho Papagaio	S. Francisco S. Francisco	9	Pacatuba Japaratuba	. / L	3	Jan-96	0.66	20	1,140	N. Oak	1 280	
	Faz Papagaio	Papagaio	S. Francisco	9.	Japaratuba		· ` 1	Nov-95	0.87	224	16,838		100	

3.2 Groundwater Potential

Groundwater exists in whole Sergipe State, though its quantity and quality is different in each site. Groundwater development is possible in any place in Sergipe State depending on groundwater development potential of each place. Groundwater development potential is dominated by three factors shown below:

1) Groundwater recharge 2) Well capacity 3) Groundwater quality

3.2.1 Groundwater Recharge

Groundwater recharge is analyzed using two methods of; 1) Method-(I): Analysis of groundwater level fluctuation and 2) Method-(II): Numerical simulation.

(1) Method-(I): Analysis of groundwater level fluctuation

< Principle of Method-(I) >

Principle of Method-(I) is shown in Figure-3.5. Groundwater recharge can be calculated by following formula:

 $R = u \times dh \times F$

Where, R: Annual groundwater recharge (m³/year) u: Specific yield of aquifer dh: Annual groundwater level fluctuation (m) F: Area of aquifer (m²)

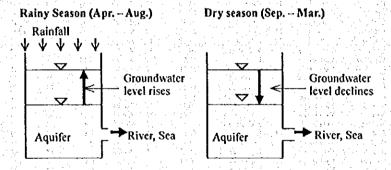


Figure-3.5 Principle of Method-(I)

< Specific yield (u) >

There are no data showing representative values of specific yield in the Study area. Therefore, the values are assumed using general values by each geology, and the result is shown in Table-3.5.

Aquifer	Specific yield	Aquifer	Specific yield
Alluvium covering Sergipe	0.15 - 0.20	Maranco Domain	0.005 - 0.01
Alluvium covering Craton	0.10 - 0.20	Macurure Domain	0.005 - 0.01
Tucano	0.05 - 0.10	Vaza-Barris Domain	0.03 - 0.05
Sergipe covered by Barreiras	0.05 - 0.15	Estancia Domain	0.01 - 0.02
Sergipe outcropping	0.10 - 0.15	Craton covered by Barreiras	0.05 - 0.15
Caninde Domain	0.005 - 0.01	Sao Francisco Craton outcropping	0.03 = 0.05
Poco Redondo Domain	0.005 - 0.01	Itabaiana Dome	0.03 - 0.05

Table-3.5 Specific Yield of Aquifer

< Annual groundwater level fluctuation (dh) >

Annual groundwater level fluctuation (dh) is estimated using result of groundwater level survey carried out by the Study Team. However, groundwater level fluctuation was

observed for only 3 month between September and November 1998. Therefore, the observed groundwater level fluctuation was modified in order to obtain annual groundwater level fluctuation. Annual groundwater level fluctuation was assumed as shown in Table-3.6.

Table-3.6 Assumed Annual Groundwater Level Fluctuation

Hydrogeological Unit	Observed groundwater level fluctuation during Sep. to Nov.	Assumed annual groundwater level fluctuation			
Sedimentary Rock Area	0.7m	1.4m - 2.1m			
Crystalline Rock Area	0.8m	1.6m – 2.4m			

< Result of Analysis by Method-(I)>

Based on the deep well data-base established by SRH, hydrogeological classification for the Master Plan formulation was made, taking account of effective utilization of the data-base. Annual groundwater recharge was analyzed, and the result is shown in Table-3.7.

Table-3.7 Annual Groundwater Recharge by Method-(I)

Hydrogeological Unit	Area	Rainfall	. ₹1 - 11 '	Annual I	Recharge	
	km²	mm/yea	mm/y	lit/s/km²	m³/s	% of annual rainfall
Alluvium covering Sergipe	1,061	1,398	210 - 420	6.7 - 13.3	7.1 - 14.1	15.0 - 30.1
Alluvium covering Craton	434	1,672	140 - 420	4.4 - 13.3	1.9 - 5.8	8.4 - 25.1
Tucano Basin	310	613	70 - 210	2.2 - 6.7	0.7 - 2.1	11.4 - 34.3
Sergipe covered by Barreiras	2,688	1,271	70 - 315	2.2 - 9.9	6.0 - 26.8	5.5 - 24.8
Sergipe outcropping	962	1,160	140 - 315	4.4 - 9.9	4.3 - 9.6	12.1 - 27.2
Caninde Domain	854	521	8 - 24	0.25 - 0.76	0.2 - 0.6	1.5 - 4.6
Poco Redondo Domain	1,050	570	8 - 24	0.25 - 0.76	0.3 - 0.8	1.4 - 4.2
Maranco Domain	569	639	8 - 24	0.25 - 0.76	0.1 - 0.4	1.3 - 3.8
Macurure Domain	4,909	785	8 - 24	0.25 - 0.76	1.2 - 3.7	1.0 - 3.1
Vaza-Barris Domain	2,656	972	48 - 120	1.52 - 3.81	4.0 - 10.1	4.9 - 12.3
Estancia Domain	2,391	921	16 - 48	0,51 - 1.52	1.2 - 3.6	1.7 - 5.2
Craton covered by Barreiras	2,092	1,425	70 - 315	2.2 - 9.9	4.6 - 20.9	4.9 - 22.1
Craton outcropping	1,435	1,205	48 - 120	1.52 - 3.81	2.2 - 5.5	4.0 - 10.0
Itabaiana Dome	639	1,082	48 - 120	1.52 - 3.81	1.0 - 2.4	4.4 - 11.1
Total	22,050	1,015			34.8 - 107	4.9 - 15.0

(2) Method-(II): Numerical Simulation

< Principal of Method-(II) >

Simplified hydrogeological model was formulated for the whole Sergipe State, and boundary condition was given to this model. Simulation was repeated with different groundwater recharge until simulated groundwater level fitted with observed data. Simulation program used for this analysis is three dimensional simulation model, namely USGS-MODFLOW. Procedure of the simulation is flow-charted as follows;

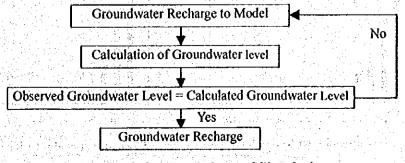


Figure-3.6 Procedure of Simulation

< Aquifer Model >

Groundwater aquifer was modeled as shown in Table-3.8.

Table-3.8 Simplified Aquifer Model

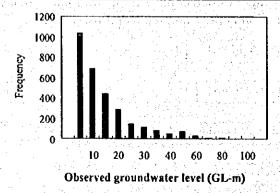
Item	Content
Aquifer model	4 layer model: Permeability of layers gradually reduces from the 1st layer to the 4th layer.
Boundary condition	There are three types of boundary conditions Sea : Constant groundwater level boundary - Water shed : No groundwater flow boundary - River : Groundwater discharge boundary
Conductivity	Conductivity is examined for each aquifer from transsimisivity of existing boreholes using borehole data-base which stores 4,000 borehole data

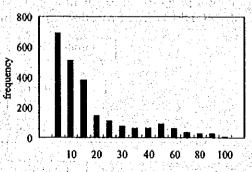
< Result of Method-(II) >

The simulation was completed when simulated groundwater level fitted with observed one, and groundwater recharge at this time was considered to be the most likely groundwater recharge, which is shown in Table-3.9. Histogram of observed groundwater levels and simulated ones is shown in Figure-3.7. Both of the histograms look to correspond enough to each other. Histogram of observed groundwater level is obtained from borehole database which shows actual groundwater level during drilling.

Table-3.9 Groundwater Recharge by Method-(II)

Hydrogeological Unit	Area	Rainfall	98.8813	Annual	groundwat	er recharge
Trydrogeological Olit	km²	mm/yea	mm/y	lit/s/km²	m³/s	% of Annual Rainfall
Alluvium covering Sergipe	1,061	1,398	360	11.42	12.11	25.8
Alluvium covering Craton	434	1,672	170	5.39	2.34	10.2
Tucano Basin	310	613	110	3.49	1.08	18.0
Sergipe covered by Barreiras	2,688	1,271	250	7.93	21.31	19.7
Sergipe outcropping	962	1,160	280	8.88	8.54	24.1
Caninde Domain	854	521	10	0.32	0.27	1.9
Poco Redondo Domain	1,050	570	10	0.32	0.33	1.8
Maranco Domain	569	639	10	0.32	0.18	1.6
Macurure Domain	4,909	785	15	0.48	2.34	1.9
Vaza-Barris Domain	2,656	972	60	1.90	5.05	6.2
Estancia Domain	2,391	921	30	0.95	2.27	3.3
Craton covered by Barreiras	2,092	1,425	90	2.85	5.97	6.3
Craton outcropping	1,435	1,205	60	1.90	2.73	5.0
Itabaiana Dome Craton	639	1,082	80	2.54	1.62	7.4
Total	22,050	1,015	95	3.00	66.15	9.3





Calculated groundwater level (GL-m)

Figure-3.7 Histogram of Groundwater Level

(3) Examination of Groundwater Recharge

Groundwater recharge was estimated by two methods as explained before. The result of the method-(I) shows a wide range of values, the annual groundwater recharge of 34.8m³/s – 107.0 m³/s with the average of 70.9m³/s, as shown in Table-3.7. On the other hand, the result of the method-(II) has a single value, the annual groundwater recharge of 66.15 m³/s, as shown in Table-3.9. Comparing the two results, the method-(I) result is, if its average is taken, almost the same as the method-(II) result with negligible difference between them. Consequently, the method-(II) result is finally applied as the value of groundwater recharge, though the actual groundwater recharge is considered to be between 34.8m³/s – 107.0 m³/s.

3.2.2 Well Capacity and Water Quality

Well capacity and water quality were analyzed using the existing data-base. The result is shown in Table-3.10.

Table-3.10 Well Capacity and Water Quality by Aquifer

Hydrogeological Unit	Expected yield (m³/day)	Specific capacity (m³/day/m)	Success rate (%)	Rate of fresh water (%)
Alluvium covering Sergipe Basin Alluvium covering Craton Basin	600	140	95	100
Tucano Basin	100	4	60	60
Sergipe Basin covered by Barreiras Sergipe Basin outcropping	140 140	17 13	80 70	85 60
Caninde Domain	40	2	45	10
Poco Redondo Domain	40	2	45	10 C
Maranco Domain	40	2	45	10
Macurure Domain	40	2	60	15
Vaza-Barris Domain	80	4	75	40
Estancia Domain	50	1 3 A.L.	70	50
Craton covered by Barreiras	70	4	85	90
Sao Francisco Craton outcropping	40	2	75	30
Itabaiana Dome	70	4 1	75	35

Note: [Fresh water] means chlorine (CI) is less than 250 ppm.

3.2.3 Groundwater Development Potential

Groundwater development potential is shown in brief by basin in Table-3.11, and in detail by municipality in Table-3.12.

Table-3.11 Groundwater Potential by River Basin

Basin	Area				vith water quality (Cl<250mg/L)
	(km²)	mm/year	mil m³/year	mm/year	mil m³/year
Sao Francisco	7,276.3	84	202 611 17 17	61 77	444
Japaratuba	1,722.0	152	262	113	195
Sergipe	3,673.0	, 131 may	481	91	334
Vaza Barris	2,559.0	99	253	64	164
Piaui	4,262.0	80	341 🥯 🐇	56	239
Real 1994 474	2,558.0	海 祭 54 日華	138	30	77
Total Control	22,050.3	95	2,086	66	1,453

Table-3.12 Groundwater Development Potential by Municipality

· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				· · · · ·			oy Man			
100			Avan		nual	Expected	Specific	Success	Rate of	D . 1
Code	Municipality	Main aquifer	Area		dwater large	Yield	Capacity	Rate	Fresh Water	Rank
3: 5			(km2)	(mm/y)	(lit/s)	(m'/day)	(m²/day/m)	(%)	(%)	
01-0120	CANIDE DO SÃO SANCISCO	Caninde	908	27	776	10	3	50	15	D
01-0220	FEIRA NOVA	Macurure	189	15	92	40	2	60	15	Ď
01-0240	GARARU	Macurure	640	15	313	35	2	- 60	15	D
01-0260 01-0310	GRACCHO CARDOSO ITABI	Macurure	236 202	15	115	10	2	60	15	D
01.0310	MONTE ALEGRE	Macurure Macurure	418	15 15	99 204	40 40	2 2	60 60	15 15	D
01.0150	NOSSA SENHORA DA GLÓRIA	Macurure	745	15	364	40	2	60	15	ЬĎ
01-0540	POÇO REDONDO	Poco Redondo	1,220	14	533	40	2	45	10	ō
01-0560	PORTO DA FOLHA	Poco Redondo		20	555	40	3	50	10	D
02-0140	CARIRA FREI PAULO	Macurure	634	32	642	50	4	60	20	D
02-0230	NOSSA SENHORA	Vara-Barris	406	67	860	75	8	75	35	С
02-0445	APARECIDA	Macurure	347	39	430	60	5	70	25	D
02-0500	PEDRA MOLE	Vaza-Barris	79	62	154	80	7	.75 - ∴	. 40	С
02-0520	PINHAO	Vaza-Barcis	152	62	298	80	7	75	40	Ċ
02-0600	RIBEIROPOLIS AQUIDABA	Vaza-Barris	263	61	507	75	7	75	40	<u>C</u>
03-0190	CUMBE	Macurure Macurure	370 131	15 15	181 61	40 40	2 2	60 60	15 15	D D
03-0380	MALHADA DOS BOIS	Macurure	59	70	132	60	4	65	25	D
03-0430	MURIBECA	Sergipe	82	150	369	9ŏ	9	65	40	č
03-0460	NOSSA SENHORA DAS	Macurure	482	32	489	50	4	65	25	D
	DORES		14.5				44.45			
04-0050	SÃO MIGUEL DO ALEIXO AREIA BRANCA	Vaza-Barris Vaza-Barris	143 129	45 209	206 857	65 150	5 17	70	30	D
04-0100	CAMPO DO BRITO	Dome	200	- 75	476	70	17 5	75 75	65 35	A-B C
04-0290	ITABAIANA	Dome	338	80	854	70	5	75	35	č
01-0370	MACAMBIRA	Vaza-Barris	137	65	285	75	6	75	40	С
	MALHADOR	Vaza Barris	102	95	308	85	9	75	45	Ç
	MOITA BONITA SÃO DOMINGOS	Dome Vaza-Barris	95 102	74 75	223 243	70 75	5	75	35	Č
	POCO VERDE	Tucano	380	81	982	60	<u> </u>	80 65	50 55	C
05-0710		Vaza-Barris	560	55	978	70	ő	75	40	Ď
05-0740		Estançia	1119	33	1,170	50	3	70	50 50	Ď
06-0350		Estancia	962	57	1,740	60	4	75	55	C.
	RIACHÃO DO DANTAS	Estancia	528	46	776	45	3	75	40	D
07-0010	AMPARO DE SAO FRANCISCO BREJO GRANDE	Macúrure Q/S	39 149	15 369	19 1,747	40 600	90	60	15	Ď
07-0110	CANHOBA	Macurure	165	15	81	40	30	95 60	100 15	A
07-0160	CEDRO DE SÃO JOÃO	Macurure	73	89	207	65	l ő	65	25	Ď
07-0270	ILHA DAS FLORES	Q/S	57	369	675	600	90	95	100	Ã
07-0140	NEOPOLIS	Sergipe	249	288	2,281	250	34	80	85	A B
07-0170	NOSSA SENHORA DE LOURDES	Macurure	80	15	39	40	2	60	15	D
07-0570	PROPRIÁ	Sergipe	95	262	794	300	42	75	65	A·B
07-0730	TELHA	Macurure	56	37	67	45	4	60	15	D
07-0999	SANTANA DO SAO	Sergipe	47	273	406	180	23	80	85	A-B
	FRANCISCO		I							
08-0130 08-0200	CAPELA DIVINA PASTORA	Macurure Sergipe	431 93	45 273	615 806	50 170	19 19	60	20	Ď
03-0650	SANTA ROSA DE LIMA	Vaza-Barris	66	122	256	95	10	: 75 75	70 50	A-B C
08-0720	SIRIRI	Sergipe	167	238	1.262	175	23	80	80	A-B
09-0330	JAPARATUBA	Sergipe	374	278	3,299	215	29	80	85	A
09-0340	JAPOATA	Sergipe	397		3,391	160	19 :	80	80	A-B
09-0490	PACATUBA PIRAMBU	Sergipe Sergipe	407 199	323 317	4,167 2,000	405 385	59	90	90	Ą
	SÃO FRANCISCO	Sergipe Sergipe	86	275	758	385 140	56 15	85 75	90 70	A A-B
10-0150	CARMOPOLIS	Sergipe	40	305	386	295	41	80	85	A-D
10-0250	GENERAL MAYNARD	Sergipe	18	289	166	180	21	75	170	À
10-0360	LARANJEIRAS	Sergipe	163	302	1.564	235	30 🗆	75	70	· A
10-0400 10-0590	MARUIM RIACHUBLO	Sergipe	95	292	882	195	23	75	70	A-B
10-0590	ROSARIO DO CATETÉ	Sergipe Sergipe	78 103	293 302	731 993	180 260	20 34	75 80	65 75	· A·B
10-0660	SANTO AMARO DAS BROTAS	Sergipe	237	323	2,434	395	57	85	75 90	A-B A
11-0030	ARACAJU	Sergipe	181	339	1.904	440	65	90	95	Â
11-0060	BARRA DOS COQUEIROS	Q/S	87	369	1,030	600	90	95	100	A
11-0480	NOSSA SENHORA DO SOCORRO	Sergipe	157	305	1,518	285	39	80	80	A-B
11-0670	SÃO CRISTOVÃO	Sergipe	432	276	3,790	215	29	80		100
12-0040	ARAUA	Craton	194	72	444	50	3	80	85 50	C
12-0067	BOQUIM	Craton	213	76	514	50	3	80	60	č
12-0170	CRISTINAPOLIS	Craton	251	71	564	60	3	\$ 0	60	С
12-0300 12-0510	ITABAIANINHA PROBINHAS	Craton	480	65	991	45	2	80	40	. C
12-0510	PEDRINHAS SALGADO	Craton Craton	39 255	82 88	103 716	60 65	3	80	70	В
	TOMAR DO GERU	Estancia	337	50	535	45	3)	80 75	85 45	B D
12-0760	UMBAÚBA_	Craton	124	81	319	55	3	80	70	В
	ESTÂNCIA	Craton	649	114	2,347	70	9 -	80	85	В
	INDIAROBA	Craton	311	108	1,067	70	8	80	80	В
	ITAPORANGA D' AJUDA SANTA LUZIA DO ITANHY	Craton Craton	757 336	110 110	2,638	75 70	9	80	85 85	В
Note:	1) Main aquifer: O/S, Quatern				1,172	of frách	8	80	85	В

1) Main aquifer: Q/S- Quaternary covering Sergipe Basin, 2) Rate of fresh water: Fresh water means Cl is less than 250mg/L. 3) Success rate is the success rate of well with yield of more than 8 m²/day.

3.2.4 Total Evaluation of Groundwater Development Potential

Groundwater development potential was evaluated based on three factors, groundwater recharge, well capacity and water quality. Taking the three factors into the consideration, rank of groundwater potential by aquifer was evaluated, and the results is shown in Table-3.13 and Figure-3.8. The total evaluation gives important criteria on possibility of new groundwater development in the future.

Table-3.13 Evaluation of Groundwater Potential by Aquifer	Table-3.13	Evaluation	of Groun	dwater Pe	otential by A	l quifer
---	------------	------------	----------	-----------	---------------	-----------------

Hydrogeological Unit	Groundwater Recharge	Well Capacity	Water Quality	Total Evaluation
Alluvium covering Sergipe Alluvium covering Craton	A B	A - B B	A A	Λ - B B
Tucano Basin	В	7 B	В	В
Sergipe covered by Barreiras Sergipe outcropping	A A	A - B A - B	A B	A - B A - B
Caninde Domain	D	D	D	D
Poco Redondo Domain	121.17 D 111.18	D	D D	D
Maranco Domain	D	7 D •	D	san D in a
Macurure Domain	D 31 14 V	D	D	6 0 D 204
Vaza-Barris Domain	C	С	C	С
Estancia Domain	D	D	C	D
Craton covered by Barreiras	C	\mathbf{c}	A	B
Sao Francisco Craton outcropping	C 7	D	\mathbf{C}^{-1}	С
Itabaiana Dome Craton	С	С	C	2 7 · C

Note 1) A - High, B - Medium, C-Low, D-Very low

2) Barreiras Formation is excluded from Table above because of its poor capacity for deep wells

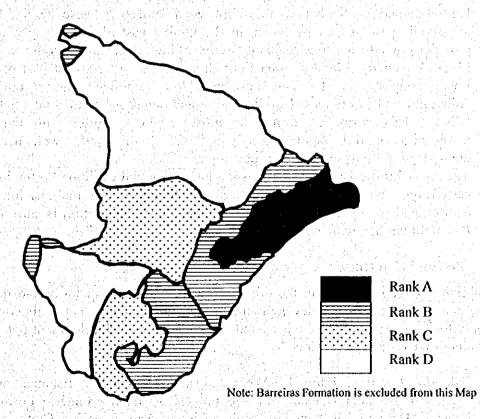


Figure-3.8 Rank of Groundwater Development Potential

3.2.5 Promising Groundwater Development Site

(1) Alluvial Basin Aquifer

Alluvial aquifer is located in the coastal area. This aquifer has high permeability, and great deal of groundwater is possible to be pumped up from this aquifer. As thickness of the Alluvium, however, is not great, over-pumping and consequent sea water intrudes into the aquifer are worried. Therefore, proper well location / yield must be designed.

(2) Sergipe Basin Aquifer

Sergipe Basin aquifer is the most promising aquifer in State. Although this aquifer expands in large area with high permeability and good water quality, this aquifer has not yet highly developed so far. Therefore, this aquifer is the most promising for new groundwater development. Figure-3.10 shows regional geological section including this aquifer. This aquifer sometimes locates deep in the ground, and drilling length must be 100 to 200m, which is longer than the existing wells. There is a possibility that groundwater discharge by pumping exceeds groundwater recharge, because the aquifer has high permeability. Sergipe Basin aquifer is divided into some formations, and promising ones are described below:

- Penedo Formation and Serraia Formation: Sandstone forms good aquifer in Penedo Formation and Serraia Formation. These aquifers locate in the northern part of Sergipe Basin. Muribeca, Malhada dos Bois and Japoata municipalities are located in this area.
- Sapucari Formation, Angico Formation, Maruim Formation and Agulhada Formation: Limestone of Sapucari Formation, Angico Formation, Maruim Formation and Agulhada Formation form good aquifers. These aquifers locate in the middle part of Sergipe Basin, in the north east of Aracaju city, and now provides groundwater to Aracaju city as one of important water resources.
- Marituba Formation: Marituba Formation locates eastern-most part of Sergipe Basin along the coast. This Formation forms confined aquifer covered by Alluvium, and is composed of limestone and sandstone with total thickness of 500m. This Formation forms the most excellent aquifer with the highest permeability of all the aquifers in Sergipe State. In this aquifer, wells need 100 to 200m depth for new groundwater development.
- Tucano Jatoba Basin: Sao Sebastiao Formation and Curituba Formation locate eastern-most part of Sergipe State. Sandstone of these formations forms good aquifer, and is important water resource because this formation is surrounded by Precambrian rock with low yield.

(3) Precambrian Rock

Precambrian aquifer is inferior to the other aquifers in terms of quantity and quality in Sergipe States, and groundwater development in Precambrian aquifer is possible on a small scale only for rural area. On the other hand, areas with higher development potential are locally identified as described below.

- Salgado, Lagarto, Estancia Area: Salgado, Lagarto and Estancia areas are located in Estancia Domain and Sao Francisco Craton. Lagarto Formation of Estancia Domain has boundary with gneiss of Sao Francisco Craton, and the boundary with many fissures sometimes forms good aquifer. However, Barreiras Formation covers this area wide, and the boundary is usually difficult to be found.

 Itabaiana Dome and Vaza-Barris Area: Gneiss of Itabaiana Dome forms good aquifers, and Frei Paulo Formation and Ribeiropolis Formation of Vaza-Barris Domain also form good aquifers.

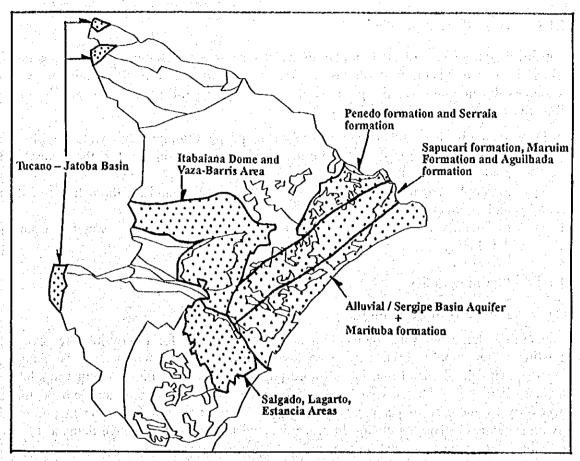


Figure-3.9 Promising Groundwater Development Site

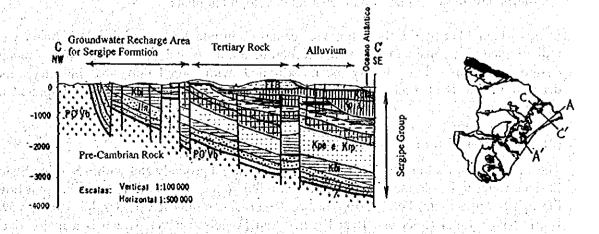


Figure-3.10 Regional Geological Section

CHAPTER 4 WATER RESOURCES DEVELOPMENT PLAN

4.1 Objectives, Policy and Goal

4.1.1 Objectives of the Plan

Toward the target year of 2020, a plan of water resources development and management, which is a state vision from the water sector, is proposed through sustainable water resources development for the purpose of securing stable life of the state people. The objectives of the plan is set as follows:

- 1) to supply clean and enough water for state people through public water supply.
- 2) to supply industrial water through public water supply for the growth of manufacturing industries.
- 3) to supply irrigation water to agriculturally potential land for the achievement of high productivity.
- 4) to maintain environmental quality through sustainable water resources development.

4.1.2 Planning Policy

(1) Future Water Demand

Concerning domestic water demand, the demand required for improving the level of existing water supply services (service level improvement demand) shall be gauged, together with the demand that takes future population increase into account (population increase demand). The service level improvement demand refers to the demand made necessary by increase of per capita consumption and supply rate, resulting in improved living standards. The population increase demand is necessary to gauge demand for the possible cases where population movement from rural areas to the cities continues and urban population concentration reaches a peak.

Industrial water demand and agricultural water demand are strategic water demands concerned with economic vitalization. Since this is demand for water needed to achieve the correction of regional disparities in the state and the mitigation of poverty (important issues in water resources development projects), it is necessary to strike a balance with the long-term development plans and industrial development plans.

In this Mater Plan Study, the "strategic scenario", in which population and industry was redistributed in consideration with decentralization, is adopted, since the Aracaju cosmopolitan area has already been saturated with population and industry, and decentralization is also advisable in the view point of water supply and development in Sergipe State.

(2) Water Resources Development

The water resources to be targeted are surface water and groundwater within Sergipe State. Surface water to be targeted for development refers to the waters of the six rivers that flow through Sergipe State, i.e. Sao Francisco River, Japaratuba River, Sergipe River, Vaza Barris River, Piaui River and Real River. Sao Francisco River, which is a major river flowing through seven states, is the most stable water resource of the said rivers. Water quality, especially saline contamination, shall be taken into account for water resources development.

Although groundwater can not be expected to provide as much water potential as surface water, it is more economical and convenient water source. Groundwater sources could be made use as the domestic water for small and medium towns, and moreover it could complement surface water sources of urban and large rural cities.

In the western and northern semi-arid districts in the state, rainwater is commonly used as water resources by directly collecting and storing rainwater. However, as its reliability is relatively low and water truck must assist to supply water in a dry year, rainwater source is not applied in this plan.

(3) Water Supply

Concerning surface water development facilities, examination shall first be carried out on the plan for water conveyance from Sao Francisco River, which possesses the most stable and abundant potential. Xingo Dam, located in the northern tip of the state, is a promising intake point that allows water to be supplied over the widest possible area. Regarding the other rivers, intakes weirs, dams, reservoirs and other development facilities shall be examined.

In districts which cannot be covered by the above water conveyance plan or intake weir, dam and reservoir plans, the appropriateness of groundwater use shall be ascertained. Concerning groundwater that possesses high salt concentration, the feasibility of using desalination to improve water quality shall be examined.

(4) Implementation of Project

The construction of facilities contained in the Master Plan should be implemented step by step in line with increasing water demand. Facilities for domestic water supply shall be constructed in line with population increase. In the case of industrial water and agricultural water, since plans also exist for the construction of basic infrastructure not related to water supply, facilities shall be constructed in accordance with plans laid down by the state for long-term industrial development. The project for water conveyance from Sao Francisco River should be a multi-purpose project intended to supply municipal and irrigation water to the semi-arid belt and other districts.

(5) Institutional Plan and Operation & Maintenance Plan

An important factor in water resources development and management is the achievement of an appropriate distribution of limited water resources to each consumer sector and the proper operation of the distribution system. In view of this, the following measures are required:

- Setting up of a system for coordinating the interests of each consumer sector (public water supply, power generation, industry, tourism, environment, etc.)
- Cost recovery and demand control through pricing
- Participation of users and residents, and decentralization in the area of water resources management and development
- Institutional development for the implementation of multi-purpose projects

4.1.3 Goal of Water Resources Development and Supply

The goals of water resources development and supply as well as river basin management are set as follows:

(1) Target Year

Target year for the Master Plan was set at the year of 2020.

(2) Domestic Water Supply

(a) Water Supply Rate

The goal of domestic water supply rate is set to provide clean water to urban and rural population in the following manners:

- For urban areas: to continue and achieve complete coverage (100%) in 75 municipality capitals.
- For rural areas: to provide water for 60% of the rural population with the privatetap system and for 25 % with the public-tap system by 2020. Total 85% of rural population will be supplied with clean water.
- Replacing public-tap to private-tap: Half of the present public-tap systems in the small rural areas are to be replaced with the private-tap system by 2020.

Year Urban Water Supply Rate		1997	1998	2000	2005	2010	2015	2020
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Rural Water Supply Rate	Large Rural Area	21%	22.7%	26.1%	34.6%	43.0%	51.5%	60%
	Small Rural Area	14%	14.5%	15.4%	17.8%	20.2%	22.6%	25%
	Total	35%	37.2%	41.5%	52.4%	63.2%	74.4%	85%

Table-4.1 Domestic Water Supply Rate

Note: Rural water supply rate was set by municipalities based on the present supply rate. But the rate in 2020 is same in whole the Sergipe State.

(b) Water Supply Loss Rate

The total supply amount of water required is obtained by adding the margin for losses and leakage to total water demand to be consumed. The margin should cover losses and leakage, which occur at intake, conveyance, treatment, distribution etc. For private-tap system, present water loss rate is set at 42% and the goal of the future improvement program is set at 25% in 2020. For public-tap system, 10% is employed as water loss rate. Thus the design water supply loss rates are set as follows.

Year 1997 1998 2000 2005 2010 2015 2020 Water Private-tap System 42% 41.33% 40.00% 36.25% 32.50% 28.75% 25% 10% Loss Rate Public-tap System 10% 10% 10% 10% 10% 10%

Table-4.2 Water Supply Loss Rate

(3) Industrial Water Supply

Industrial water supply rate is defined to be a ratio of total industrial water demand to public industrial water supply (by private-tap system). The industrial water supply rates were set by micro-regions as shown in Table-4.3, in accordance with the current rate of DESO's water supply to industries, as well as industrial development strategy and water resources potential.

The rest of industrial water to be not supplied by public water supply system, namely private industrial water, shall be obtained individually by means of deep wells development at the near site of factories.

Table-4.3 Industrial Water Supply Rate through Public Water Supply

Year	1997	1998	2000	2005	2010	2015	2020
Sergipe State	5%	5%	5%	10%	15%	20%	28%
01- Sergipana do Sertao do Sao Francisco	9%	9%	. 9%	25%	42%	58%	75%
02- Carira	7%	: 7%	. 7%	3%	53%	77%	100%
03- Nossa Senhora das Dores	≟ 3%	3%	3%	15%	26%	38%	50%
04- Agreste de Itabaiana	10%	10%	1%	14%	26%	38%	50%
05- Tobias Barreto	30%	30%	3%	21%	39%	57%	75%
06- Agreste de Lagarto	0%	0%	0%	13%	25%	38%	50%
07- Propria	2%	2%	2%	8%	14%	19%	25%
08- Cotinguiba	0%	0%	0%	6%	13%	19%	25%
09- Japaratuba	2%	2%	2%	8%	13%	19%	25%
10- Baixo Cotinguiba	0%	0%	0%	6%	13%	19%	25%
11- Aracaju	14%	14%	14%	17%	19%	22%	25%
12- Boquim	3%	3%	3%	15%	26%	38%	50%
13- Estancia	0%	0%	0%	6%	13%	19%	25%

(4) Agricultural Water Supply

Irrigation projects are planned so as to contribute 1 % in the 5 % of projected GRDP growth. Thus water resources development for irrigation is planned to satisfy the water demand of those irrigation projects.

(5) Water Resources Management

Institutional and juridical proposal and plan is made in order to maintain sustainable water resources development and conservation, and to properly implement proposed projects for water resources development and supply.