

APÉNDICE-8

PLAN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

CONTENIDO

	<u>Página</u>
APÉNDICE-8.1 PLAN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	
.....	AP8-1
1. GENERALIDADES	AP8-1
2. BASES DEL DISEÑO DE ALCANTARILLA	AP8-1
3. TASAS DEL CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES	AP8-1
4. ALCANTARILLAS BAJO EL PROYECTO PRIMERA ETAPA	AP8-2
4.1 DISTRITO DE ALCANTARILLADO SANITARIO RAFEY	AP8-2
4.2 DISTRITO DE ALCANTARILLADO LOS SALADOS	AP8-3
4.3 DISTRITO DE ALCANTARILLADO ZONA SUR	AP8-4
4.4 DISTRITO DE ALCANTARILLADO CIENFUEGOS	AP8-5
4.5 DISTRITO DE ALCANTARILLADO EMBRUJO	AP8-5
5. TABLAS DE COMPUTACIÓN /PERFILES DE ALCANTARILLAS PARA LAS ALCANTARILLAS PRINCIPALES POR DISTRITO DE ALCANTARILLADO	AP8-6
5.1 TABLAS DE COMPUTACIÓN DE ALCANTARILLAS	AP8-6
5.2 PERFILES LONGITUDINALES DE LAS PRINCIPALES ALCANTARILLAS	AP8-6
APÉNDICE-8.2 INSTALACIÓN DE ALCANTARILLAS EN LECHOS RÍOS	AP8-61
1. INTRODUCCIÓN	AP8-61
2. INSTALACIÓN EN CAMINOS VERSUS. INSTALACIÓN EN LECHOS DE RÍOS ...	AP8-61
3. SECCIONES DE INSTALACIONES CRUZADAS TÍPICAS EN LECHOS DE RÍOS ...	AP8-64
3.1 CURSOS ANCHOS DE AGUA (RECOLECTOR 10 Y CAUDAL AGUAS ABAJO DE LOS SALADOS)	AP8-64
3.2 CURSOS ESTRECHOS DE AGUA (DISTRITOS URBANOS EN LOS SALADOS Y ZONA SUR)	AP8-65
4. MATERIALES DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLAS	AP8-65
5. COMPARACIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA DE LOS MÉTODOS ALTERNATIVOS ...	AP8-65
5.1 RUTAS ALTERNATIVAS	AP8-65
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	AP8-68

APÉNDICE- 8.1

PLAN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

1. GENERALIDADES

La determinación del diámetro de la alcantarilla en “tamaño en pulgadas” es aplicada debido a que las alcantarillas han sido predominantemente designadas y construidas basadas en los estándares de los EU. Para el diseño preliminar de ingeniería, las inclinaciones de las alcantarilla han sido determinadas de modo que la mínima velocidad del caudal de las aguas residuales en las alcantarillas de 0.6 m /segundo sea mantenida al caudal máximo para prevenir el asentamiento de los obstáculos en el alcantarillado en el fondo de la alcantarilla.

Las tolerancias para la capacidad del caudal de la alcantarilla son: 100% para tamaño pequeño, y 30% para alcantarillas de tamaño grande, a la tasa del caudal máximo. Estas tolerancias no son solamente para cargas hidráulicas inesperadas sino también para mantener la suficiente ventilación en la alcantarilla de modo que la generación del gas de sulfuro de hidrógeno pueda ser minimizada.

2. BASES DEL DISEÑO DE ALCANTARILLA

Las inclinaciones de la alcantarilla estándares, velocidad del flujo, y tasas de caudal por tamaño de la alcantarilla se muestran debajo:

Diámetro pulgada	m	Area m ²	Inclinación °	velocidad m/s	cantidad m ³ /s	tolerancia %	tasa caudal m ³ /s	m ³ /d 人
8	0.203	0.0324	3.5	0.6243	0.02024	100	0.01012	874
12	0.305	0.0729	3.0	0.7574	0.05524	100	0.02762	2,386
15	0.381	0.1140	3.0	0.8789	0.10015	100	0.05007	4,326
18	0.457	0.1641	2.5	0.9060	0.14866	50	0.09911	8,563
21	0.533	0.2233	2.5	1.0040	0.22424	50	0.14950	12,917
24	0.610	0.2917	2.0	0.9816	0.28636	50	0.19091	16,494
30	0.762	0.4558	2.0	1.1391	0.51919	50	0.34613	29,906
36	0.914	0.6564	1.5	1.1139	0.73115	50	0.48743	42,114
42	1.067	0.8934	1.5	1.2345	1.10287	50	0.73525	63,525
48	1.219	1.1669	1.0	1.1018	1.28564	30	0.98896	85,446
60	1.524	1.8232	1.0	1.2785	2.33099	30	1.79307	154,921
70	1.778	2.4816	1.0	1.4169	3.51610	30	2.70469	233,685

3. TASAS DEL CAUDAL DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las tasas de caudal del diseño de aguas residuales son estimados basados en las áreas de servicio de alcantarillas y en las tasas de caudal máximo por hora. En las estimaciones, las industrias a gran escala descargan más de 1,000m³/día de aguas residuales industriales, como se muestra debajo, se asumen para descargar a las alcantarillas públicas:

Categorías	Max.diario m ³ /día	Max hora	
		m ³ /día	m ³ /s
Santiago-I FZIE	3,340	6,680	0.077
Santiago-II FZIE	950	1,900	0.022
Santiago-III FZIE	1,570	3,140	0.036
Hospital Arturo Grullón	2,680	5,360	0.062
Hospital Ma.Cabral Y Báez	3,290	6,580	0.076
Total	11,830	23,660	0.274

4. ALCANTARILLAS BAJO EL PROYECTO PRIMERA ETAPA

Debido a que CORAASAN tiene su propia filosofía y reglas para la planeación de alcantarilla, diseño y construcción, y hasta ahora el proyecto del alcantarillado de Santiago ha sido implementado basado en estos principios, estos son bienvenidos en este diseño preliminar de ingeniería.

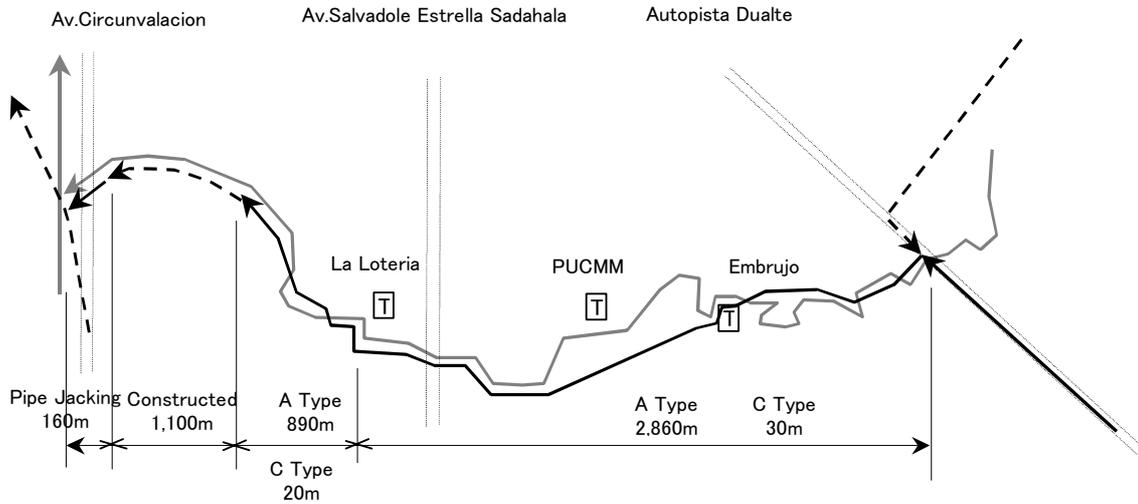
Para el diseño ingeniería preliminar, las alcantarillas que son requeridas más urgentemente han sido seleccionadas junto a las facilidades de alta prioridad. CORAASAN ha planeado que algunas porciones del Recolector 10 en el Distrito de Rafey, y la alcantarilla principal en los Distritos de alcantarillado de Los Salados y Zona Sur se van a instalar en los lechos de los ríos existentes, y como estos están tendidos en los caminos públicos es física y técnicamente difícil. *(Estos son discutidos con más lujo de detalles en el Apéndice 8-2).*

4.1 DISTRITO DE ALCANTARILLADO SANITARIO RAFEY

El tamaño, longitud y profundidad de las alcantarillas principales en el Distrito de Alcantarillado de Rafey y la distribución esquemática están mostrados en lo siguiente *(para los tipos de estructuras de alcantarilla referidos en el Apéndice 8-2)*:

Sistema de Recolección en el Distrito de Alcantarillado de Rafey

Tubería No	Diámetro (pulgada)	Longitud (m)	Profundidad	Comentarios
9b	18	700	Profundidad<3m	
9b	18	500	Profundidad>3m	
9c	21	480	Profundidad<3m	
9-12bb	48	2,860	Tipo A	Recolector 10
9-12bb	48	30	Tipo C	Recolector 10
12be-12bf	48	890	Tipo A	Recolector 10
12be-12bf	48	20	Tipo C	Recolector 10
12bh	48	160	Tubería Inclinada	Recolector 10
6ba	12	960	Profundidad<3m	
Total		6,600		



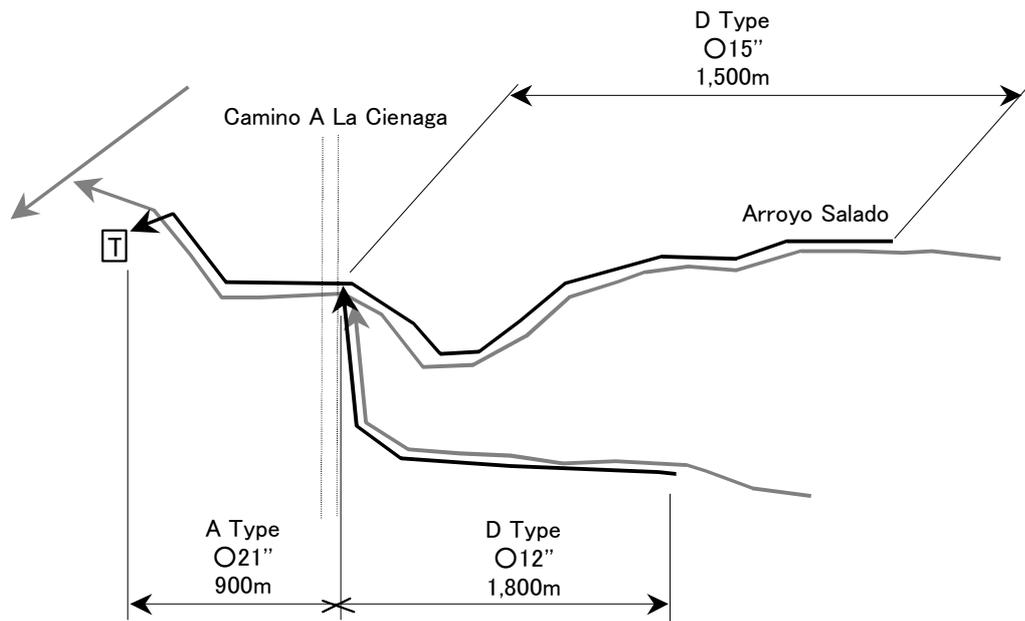
4.2 DISTRITO DE ALCANTARILLADO LOS SALADOS

En la mayoría de las áreas del caudal de aguas abajo en este distrito, las alcantarillas principales han sido instaladas en los cursos de agua. Bajo estas circunstancias, las alcantarillas principales para ser construidas bajo el Programa Primera Etapa deberían ser instalada en los cursos de agua para un uso efectivo de las alcantarillas existentes en el caudal aguas abajo (referir al plan de distribución esquemática a continuación).

Instalando estas alcantarillas en los cursos de agua, las aguas residuales desde las áreas de baja altura en los bancos-de-río opuestos y otras áreas junto a los caudales que no pueden ser drenados por las tuberías existentes, podrán ser recolectados. Las alcantarillas principales en el Distrito de Alcantarillado sanitario Los Salados se muestran a continuación:

Sistema de Recolección en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Los Salados

Tubería No	Diámetro (pulgada)	Longitud (m)	Profundidad	Comentarios
11	12	1,800	Tipo D:	
12a	15	1,500	Tipo D:	
12	21	900	Tipo A	
Total		4,200		

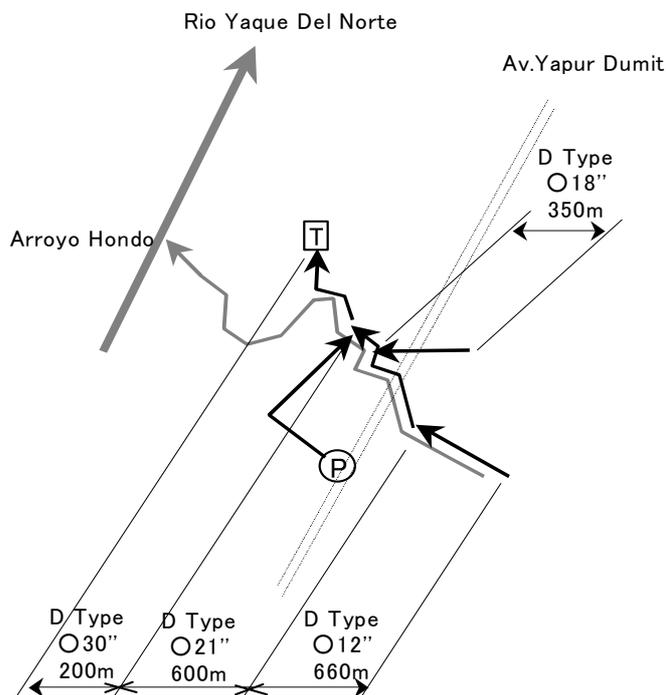


4.3 DISTRITO DE ALCANTARILLADO ZONA SUR

Las alcantarillas bajo el Proyecto Primera Etapa en este distrito incluyen éstas a ser desarrolladas en Arroyo Hondo, y éstas que transportarán las aguas residuales desde las estaciones de bombeo a las nuevas WWTPs como se muestra en el siguiente esquema. Las principales alcantarillas en este distrito comprende:

Sistema de Recolección en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Zona Sur

Tubería No.	Diámetro (pulgada)	Longitud (m)	Profundidad	Comentarios
4b	15	500	Profundidad < 3m	
4c	18	500	Profundidad < 3m	
4-1	12	660	Tipo D:	
4-2	21	600	Tipo D:	
4-2	18	350	Tipo D:	
4	30	200	Tipo D:	
Total		2,810		



4.4 DISTRITO DE ALCANTARILLADO CIENFUEGOS

Las alcantarillas principales para ser implementadas en La Primera Etapa en el Distrito de Alcantarillado sanitario comprende:

Sistema de Recolección en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Cienfuegos

Tubería No.	Diámetro (pulgada)	Longitud (m)	Profundidad	Comentarios
13a	18	600	Profundidad<3m	
Total		600		

4.5 DISTRITO DE ALCANTARILLADO EMBRUJO

El Proyecto Primera Etapa comprende las nuevas alcantarillas que serán conectadas a las alcantarillas existentes las cuales actualmente descargan sus aguas residuales a las vías de agua aledañas, y envían sus aguas residuales a las WWTPs, incluyendo:

Sistema de Recolección en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Embrujo

Tubería No.	Diámetro (pulgada)	Longitud (m)	Profundidad	Comentarios
4	24	400	Profundidad<3m	
Total		400		

5. TABLAS DE COMPUTACIÓN / PERFILES DE ALCANTARILLADO PARA LAS ALCANTARILLAS PRINCIPALES POR DISTRITO DE ALCANTARILLADO

5.1 TABLAS DE COMPUTACIÓN DE ALCANTARILLAS

Basados en el planeamiento /bases de diseño de arriba, las tasas del caudal de las aguas residuales por hectárea según distrito de alcantarillado son calculados, como se resume en las tablas siguientes:

- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Rafey
- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Embrujó
- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Los Salados
- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Cienfuegos
- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Zona Sur
- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Herradura
- Hoja de Computación de Alcantarillas para el Distrito de Alcantarillado de Licey

5.2 PERFILES LONGITUDINALES DE LAS PRINCIPALES ALCANTARILLAS

Los perfiles de las alcantarillas longitudinales de las alcantarillas principales revisadas para los propósitos de planeamiento maestro incluyen lo siguiente:

- Perfil de Alcantarilla en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Rafey
- Perfil de Alcantarilla en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Embrujó
- Perfil de Alcantarilla en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Cienfuegos
- Perfil de Alcantarilla en el Distrito de Alcantarillado Sanitario Sur

Sewerage Computation Sheet

Rajeev Sewerage District		Circular Pipe (Full)												Manning Formula												n=0.013 (Hume pipe) 0.010 (vinyl pipe)											
Unit Sewerage Flow Per ha (x10 ⁻⁴) m ³ /s/ha		94				695				483				111				existing p.d.p.s				allowance ratio 8-15 : 100% 18-42 : 50% 42~ : 30%				designed pipe				Remark							
No of Sewer	Increment Area	Increment Area				Completed Area				Designed Flow				Sewerage area				Sewer				Ground				n											
		High	Middle	Low	Total	High	Middle	Low	Total	Indus	Domestic	Industrial	Total	Diameter	Slope	Velocity	Quantity	Capacity	Leak	Elevation	Begin	End	Begin	End	Begin		End										
ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	incl	%	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m	m											
1	93	93			93					0.045				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	120								.013									
2	11	77	88		11	170				0.090				15	381	5.0	1.13	0.129	0.065	760								.013									
3	76	87	170		87	170				0.143	0.076			21	533	9.0	1.90	0.425	0.283	1000								.013									
4	24	111	170		111	170				0.159	0.076			24	610	6.0	1.70	0.497	0.331	210								.013									
5	3	3			3					0.002				15	381	4.0	1.01	0.116	0.058	160								.013									
5	44	44			44					0.033				18	457	3.5	1.07	0.176	0.117	1230								.013									
5	158	170			158	170				0.192	0.076			30	762	2.0	1.14	0.519	0.346	100								.013									
6	39	95	134		39	95				0.073				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	900								.013									
6	26	27	53		26	27				0.031				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	950								.013									
6	20	85	122		20	85	122			0.118				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	700								.013									
6	41	87	122		41	87	122			0.158				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	400								.013									
6	5	245	292		5	245	292			0.355	0.076			30	762	2.0	1.14	0.519	0.346	210								.013									
7	17	63	245	292	17	63	245	292		0.371	0.076			24	610	14.0	2.60	0.759	0.506	440								.013									
8	34	97	245	292	34	97	245	292		0.403	0.076			30	762	4.5	1.71	0.779	0.519	660								.013									
9	4	101	245	292	4	101	245	292		0.407	0.076			36	914	1.5	1.11	0.731	0.487	250								.013									
10	13	87	100	13	87	100	13	87		0.073				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	200								.013									
10	46	59	87		46	59	87			0.116				21	533	3.0	1.10	0.245	0.163	650								.013									
10	20	20			20					0.019				12	305	5.0	0.98	0.071	0.036	1000								.013									
10	18	97	87		18	97	87			0.152				24	610	3.0	1.20	0.351	0.234	850								.013									
10	198	332	292		198	332	292			0.559	0.076			42	1067	3.0	1.75	1.561	1.041	150								.013									
11	40	40			40					0.038				21	533	3.0	1.10	0.245	0.162	1100								.013									
11	30	70			30	70				0.066				24	610	3.0	1.20	0.351	0.234	500								.013									
11	12	82			12	82				0.077				30	762	2.0	1.14	0.519	0.346	650								.013									
11	280	332	292		280	332	292			0.636	0.076			42	1067	2.0	1.43	1.275	0.850	30								.013									
12	18	18			18					0.013				21	533	5.0	1.42	0.317	0.211	1690								.013									

Sewerage Computation Sheet

Raichy Sewerage District																								
Manning Formula $n=0.013$ (rubb pipe) 0.010 (viny pipe)																								
allowance ratio 8-15: 100% 18-42: 50% 42- - 30%																								
Circular Pipe (Full)																								
existing p.lanning																								
designed pipe																								
No of Sewer	Incremental Area				Cumulated Area				Designated Flow				designed pipe			Remarks								
	High	Middle	Low	Total	High	Middle	Low	Total	Inlet	Diameter	Slope	Velocity	Quantity	Capacity	Length		Sewer Elevation	Ground Elevation	Earth Cover					
ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m/s	m	%	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m	Begin	End	Begin	End	Begin	End	m		
12									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	450								0.13	A-(640, 1870)
ba																								Embargo
12																							0.13	
bba	70			70				70	0.034	0.034	2.5	0.91	0.149	0.099	350								0.13	
12																							0.13	
bb									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	100								0.13	
12																							0.13	
bca	184			184				184	0.089	0.089	2.5	0.91	0.149	0.099	100								0.13	
12																							0.13	
bc									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	250								0.13	
12																							0.13	
bda	41			41				41	0.020	0.020	3.0	0.76	0.055	0.028	120								0.13	
12																							0.13	
bd									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	870								0.13	
12																							0.13	
bca	35			35				35	0.074	0.074	3.0	0.88	0.100	0.050	550								0.13	
12																							0.13	
bc									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	140								0.13	
12																							0.13	
bfa	31	25		56				56	0.034	0.034	3.0	0.88	0.100	0.050	100								0.13	
12																							0.13	
bf									0.200	0.200	0.9	1.050	1.220	0.938	770								0.13	
12																							0.13	
bga	38			38				38	0.026	0.026	3.0	0.880	0.100	0.050	330								0.13	
12																							0.13	
bg									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	200								0.13	
12																							0.13	
bba	95			95				95	0.066	0.066	2.5	0.91	0.149	0.099	500								0.13	
12																							0.13	
bh	16			16				16	0.304	0.304	0.9	1.05	1.220	0.938	1060								0.13	
12																							0.13	
bi	18			18				18	0.013	0.013	5.0	0.98	0.071	0.036	900								0.13	
12																							0.13	
b									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	200								0.13	
12																							0.13	
c									0.517	0.517	0.9	1.05	1.220	0.938	130								0.13	
12																							0.13	
da	95			95				95	0.046	0.046	2.0	0.72	0.082	0.041	1040								0.13	
12																							0.13	
db	102			102				102	0.095	0.095	2.0	0.72	0.082	0.041	1070								0.13	
12																							0.13	
dc	431			431				431	0.303	0.303	2.0	0.90	0.200	0.133	1620								0.13	
12																							0.13	
dda	33			33				33	0.016	0.016	3.0	0.76	0.055	0.028	1500								0.13	
12																							0.13	
dd	21			21				21	0.329	0.329	2.0	0.90	0.200	0.133	620								0.13	
12																							0.13	
d									0.517	0.517	0.9	1.10	1.286	0.989	260								0.13	
12																							0.13	
ca	48			48				48	0.023	0.023	2.0	0.72	0.082	0.041	2220								0.13	

Rajcy Sewerage District		Circular Pipe (Full)										Manning Formula										n=0.013 (Open pipe) 0.010 (Rivl pipe)									
Unit Sewerage Flow Per ha (x10-6) m ³ /ha		existing p.panning										allowance ratio 8-15 : 100% 18-42 : 50% 42~ : 30%																			
		Designated Flow										designed pipe																			
No of Sewer	Incremental Area			Cumulative Area			Inflow Domestic	Inflow -trial	Inflow Total	Sewer Diameter	Sewer Slope	Sewer Velocity	Sewer Capacity	Sewer Length	Sewer Elevation		Ground Elevation		Earth Cover		Remark										
	High	Middle	Low	High	Middle	Low									Begin	End	Begin	End	Begin	End		Begin	End								
ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	incl	%	m/s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m											
16	13			13	13	90	0.075	0.075	0.075	15	3.0	0.88	0.100	700																	
16	6	10	31	47	6	10	0.099	0.099	0.177	12	3.0	0.76	0.055	1250								Santiago - I, II									
16	9	41		53	9	14	0.039	0.044	0.083	12	3.0	0.76	0.055	1400								34 Embotelladora Dominicana									
16				15	54	31	0.067	0.143	0.210	12	3.0	0.76	0.055	50																	
16				28	144	31	0.141	0.143	0.284	15	3.0	0.88	0.100	100																	
17	13			13	400	950	1.970	0.281	2.768	70	1.0	1.42	3.518	610																	
17	95			95		95	0.046		0.046	15	3.0	0.88	0.100	750																	
17				400	950	300	2.016	0.281	2.814	70	1.0	1.42	3.518	180																	
21	91			91		91	0.036	0.044	0.080	18	4.57	2.5	0.91	0.099	630								to WTP Santiago-III								
22	60	410	470	561	151	410	0.118	0.096	0.154	24	610	2.0	0.98	0.191	660								to WTP								

Sewerage Computation Sheet

Embralo Sewerage District										Circular Pipe (Full)										Manning Formula									
Unit Sewerage Flow Per ha (x 10 ⁻⁶) m ³ /s/ha										Sewerage Pipe										allowance ratio 8-15 : 100% 18-42 : 50% 42- : 30%									
										Existing										designed pipe									
No of Sewer	Incremental Area			Cumulated Area			Designed Flow			Sewer			Sewer Invertl			Ground			Earth Cover			Remark							
	High	Middle	Low	High	Middle	Low	Index	Domestic	Industrial	Total	Diameter	Slope	Velocity	Quantity	Capacity	Length	Begin	End	Begin	End	Begin		End						
ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ² /s	m ² /s	m ² /s	m ² /s	inch	%	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m	m	m	m	m	m	m							
1	41	58	102	44	58	102	0.025	0.025		0.025	8	3.0	0.58	0.019	0.010	550							0						
2	77	77	77	121	58	179	0.055	0.055		0.055	18	2.5	0.91	0.149	0.099	750							0.13						
3	52	52	52	52	52	52	0.021	0.021		0.021	12	3.0	0.76	0.055	0.028	1200							0.13						
4	156	132	288	329	190	519	0.155	0.155		0.155	24	2.0	0.98	0.287	0.191	800							0.13						
5	38	38	38	38	38	38	0.015	0.015		0.015	12	6.0	1.07	0.078	0.039	1000							0.13						
6	33	33	33	71	71	71	0.078	0.078		0.078	18	2.5	0.91	0.149	0.099	650							0.13						
7				400	190	590	0.183	0.183		0.183	24	2.0	0.98	0.287	0.191	400							0.13						
Total	400	190	590	400	190	590	0.183	0.183		0.183																			

Sewerage Computation Sheet

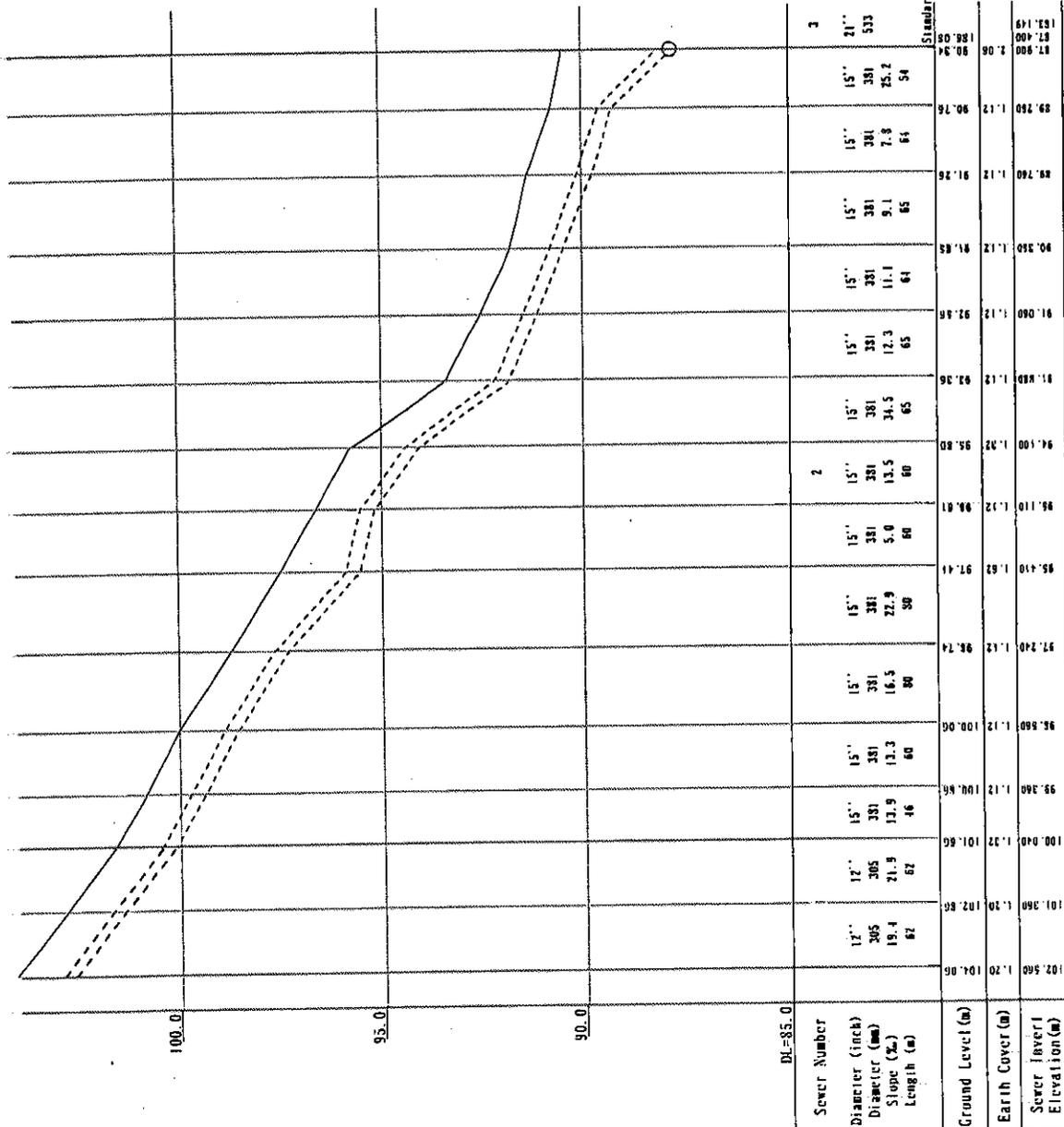
Circular Pipe (Full)															Manning Formula														
Unit: Sewerage Flow Per ha (x10 ⁻⁶) m ³ /s/ha															allowance ratio 8-15 : 100% 18-42 : 50% 42~ : 30%														
691 401																													
Cienfuegos Sewerage District															n=0.013 (concrete pipe) 0.010 (vinyl pipe)														
No of Sewer	Increment Area			Sewerage area			Cumulated Area			Desigined Flow			existing p-planning			desigined pipe			Ground			Remark							
	High	Middle	Low	High	Middle	Low	High	Middle	Low	Indus	Domestic	Total	Sewer Diameter	Slope	Velocity	Capacity	Length	Sewer Elevation	Earth Cover										
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	inch	%	m/s	m ³ /s	m	Begin	End	Begin	End	m							
1	17			17			17			0.012	0.012	0.024	15	3.0	0.88	0.100	500					.013							
2		54		54			54			0.037	0.037	0.037	15	3.0	0.88	0.100	1700					.013							
2			71	71			71			0.049	0.049	0.049	21	2.0	0.90	0.200	200					.013							
3			22	22			22			0.015	0.015	0.015	12	3.0	0.76	0.055	300					.013							
3			93	93			93			0.064	0.064	0.064	21	2.0	0.90	0.200	100					.013							
4			34	34			34			0.014	0.014	0.014	15	3.0	0.88	0.100	450					.013							
4			15	15			15			0.084	0.084	0.084	21	1.0	0.63	0.142	570					.013							
5			93	93			93			0.084	0.084	0.084	21	1.0	0.63	0.142	1140					.013							
6			119	119			119			0.048	0.048	0.048	12	2.0	0.82	0.045	1450					.013							
6			168	168			168			0.132	0.132	0.132	21	1.0	0.63	0.142	500					.013							
11		47	58	105			105			0.056	0.056	0.056	15	1.0	0.51	0.058	700					.013							
12		35	35	47			47			0.070	0.070	0.070	21	1.0	0.63	0.142	800					.013							
13		56	56	56			56			0.022	0.022	0.022	18	2.0	0.81	0.133	600					.013							
13		83	83	83			83			0.126	0.126	0.126	21	1.0	0.63	0.142	700					.013							
Pumping Station																													
14				47			47			0.126	0.126	0.126	15	3.0	0.88	0.100	400					.013							
Total																													
										0.257											0.257								

Sewerage Computation Sheet

Leevy Sewerage District																										
Circular Pipe(Full) Manning Formula																										
allowance ratio 8-15 : 100% 18-42 : 50% 42 ~ : 30%																										
e: existing, p: planning designed pipe																										
No of Sewer	Increment Area						Cumulated Area						Designed Flow					Sewer				Ground		Remark		
	High		Middle		Total		High		Middle		Total		Indus	Total	Sewer Diameter	Sewer Velocity	Capacity	Length	Elevation	Elevation	Begin	End	Begin		End	n
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ² /s														
1					17	17							0.000	0.000	8	203	4.0	0.67	0.022	0.011	650					0.13
2					47	64						0.003	0.003	15	381	1.2	0.56	0.063	0.032	1210						0.13
3					8	72						0.004	0.004	18	457	1.2	0.63	0.103	0.069	490						0.13
4					14	86						0.003	0.003	8	203	4.0	0.67	0.022	0.011	440						0.13
5					14	100						0.011	0.011	18	457	1.5	0.70	0.115	0.077	430						0.13
6					14	114						0.014	0.014	21	533	5.0	1.42	0.317	0.211	300						0.13
7					11	111						0.003	0.003	8	203	4.0	0.67	0.022	0.011	550						0.13
8					55	180						0.030	0.030	21	533	1.2	0.70	0.155	0.103	300						0.13
9					43	223						0.031	0.031	30	762	6.0	1.97	0.900	0.600	400						0.13
10					20	20						0.000	0.000	8	203	4.0	0.67	0.022	0.011	400						0.13
11					13	255						0.032	0.032	30	762	6.0	1.97	0.900	0.600	500						0.13
12					55	311						0.033	0.033	30	762	6.6	0.62	0.284	0.189	1600						0.13
13					53	373						0.001	0.001	8	203	4.0	0.67	0.022	0.011	1510						0.13
14					9	382						0.034	0.034	30	762	6.6	0.62	0.281	0.189	450						0.13
15					31	413						0.001	0.001	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	830						0.13
16					13	426						0.000	0.000	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	250						0.13
17					32	458						0.002	0.002	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	970						0.13
18					22	480						0.002	0.002	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	780						0.13
19					39	519						0.001	0.001	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	800						0.13
20					22	541						0.000	0.000	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	240						0.13
21					15	556						0.002	0.002	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	520						0.13
22					16	572						0.000	0.000	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	460						0.13
23					32	604						0.003	0.003	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	710						0.13
24					6	610						0.005	0.005	12	305	3.0	0.76	0.055	0.028	300						0.13
25					13	623						0.000	0.000	8	203	3.5	0.62	0.070	0.010	480						0.13

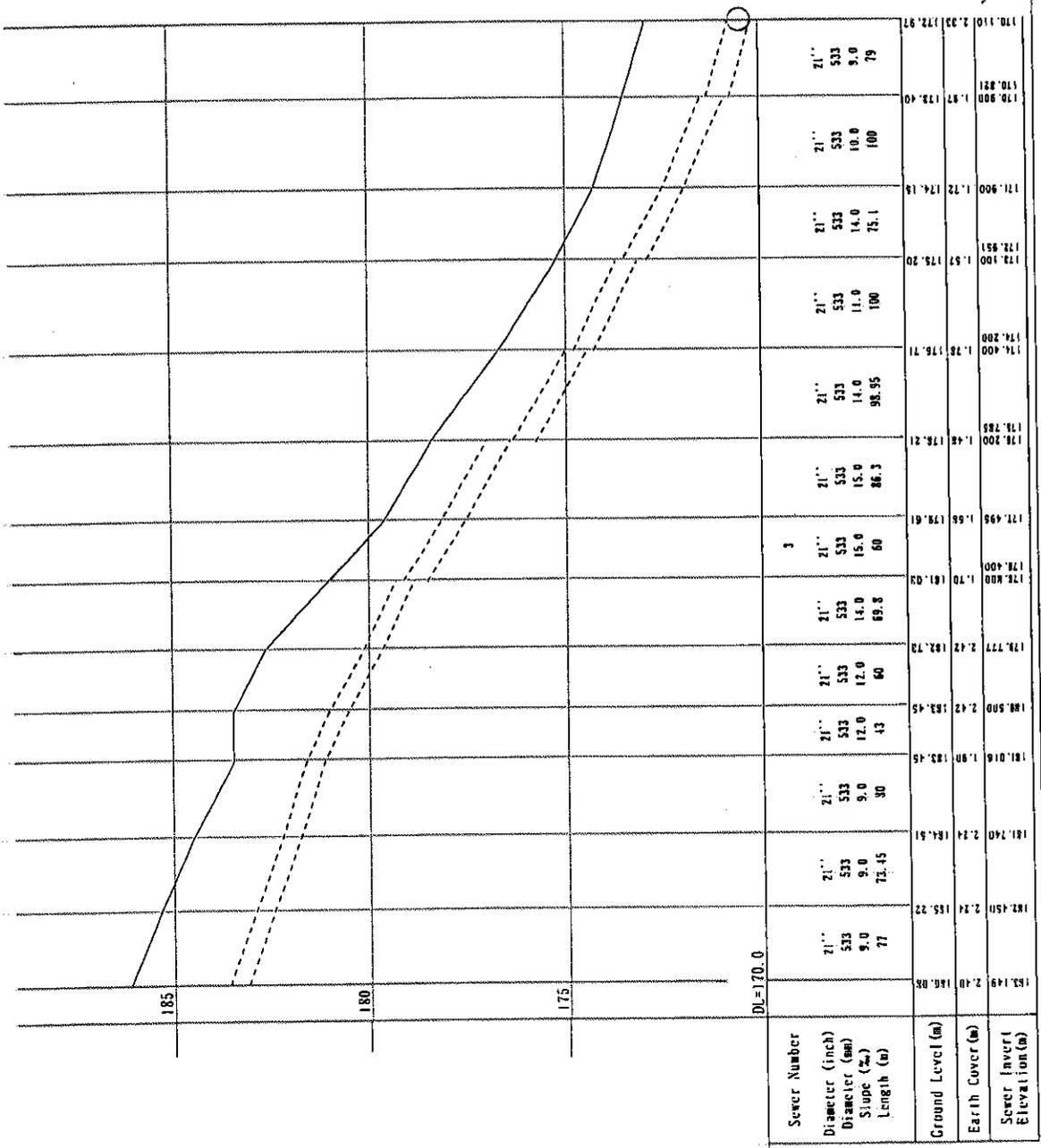
Rafey Treatment Area

Rafey

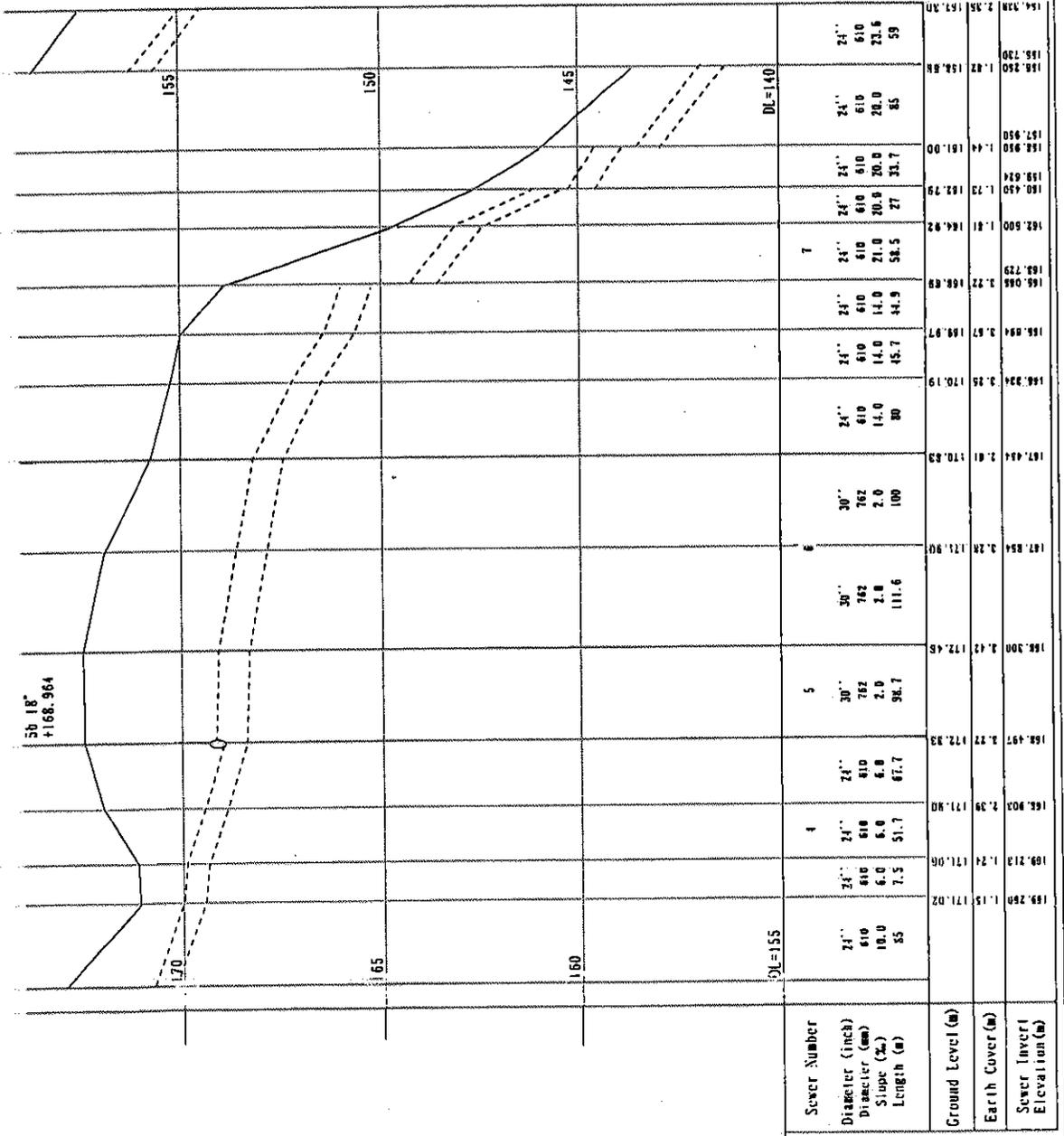


Standard is different between No. 2 and No. 3

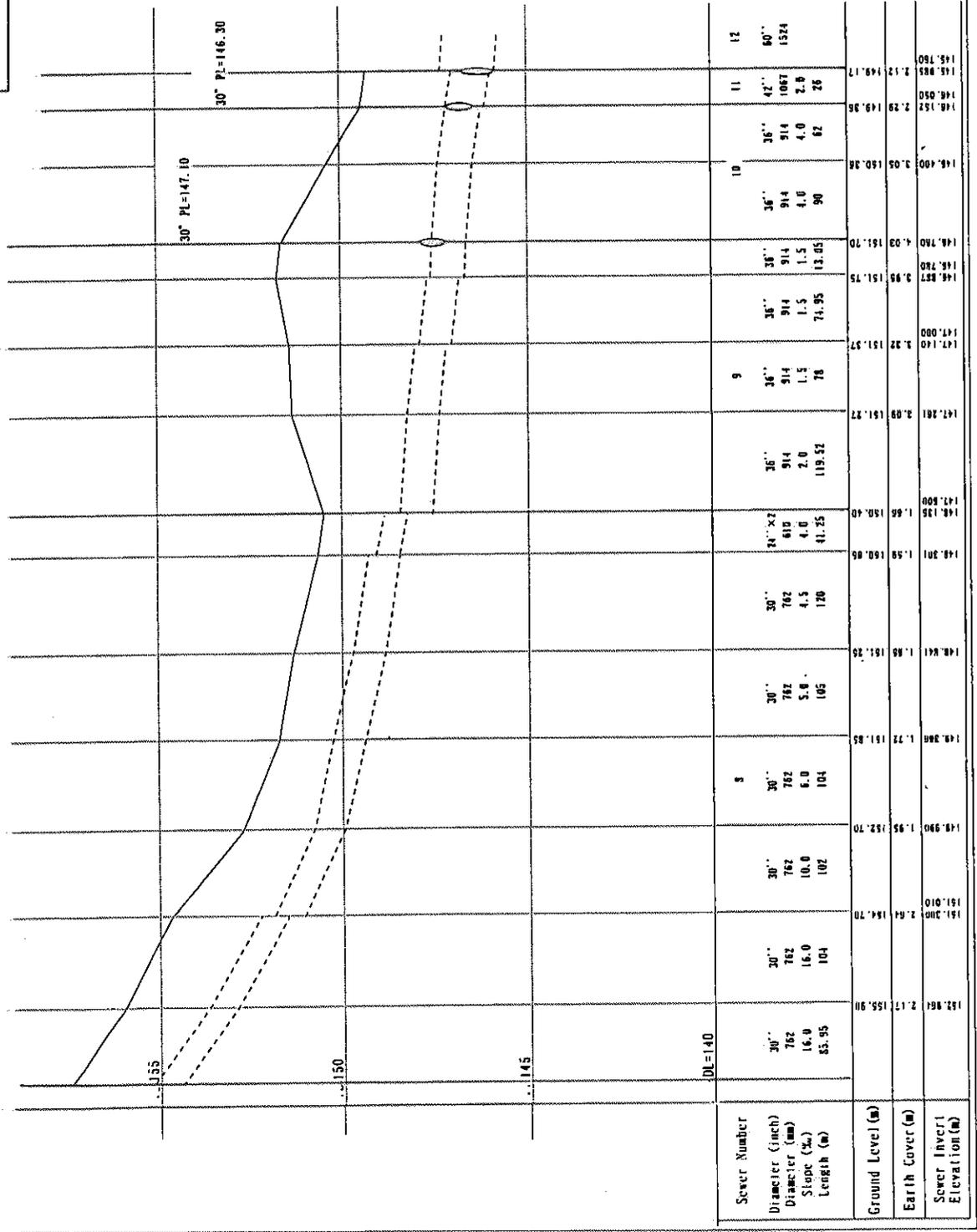
Rafey



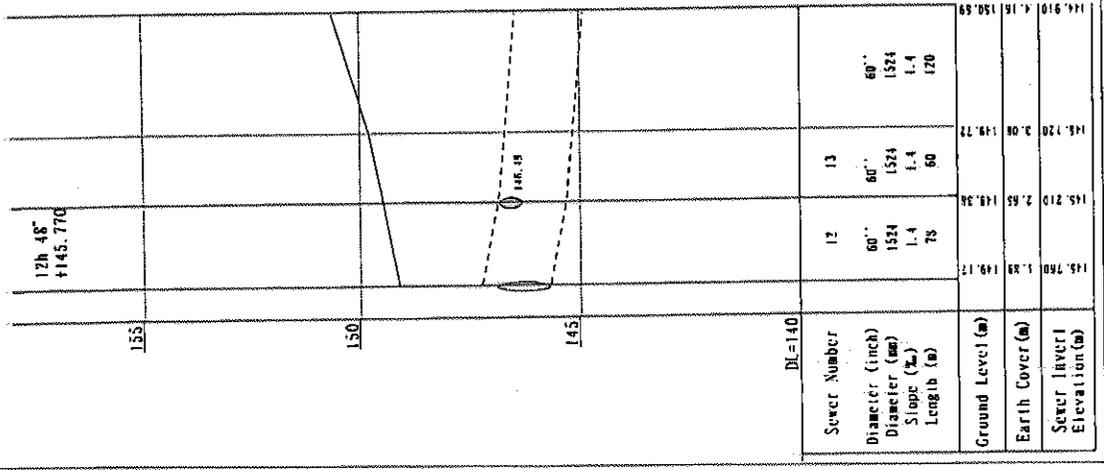
Rafey

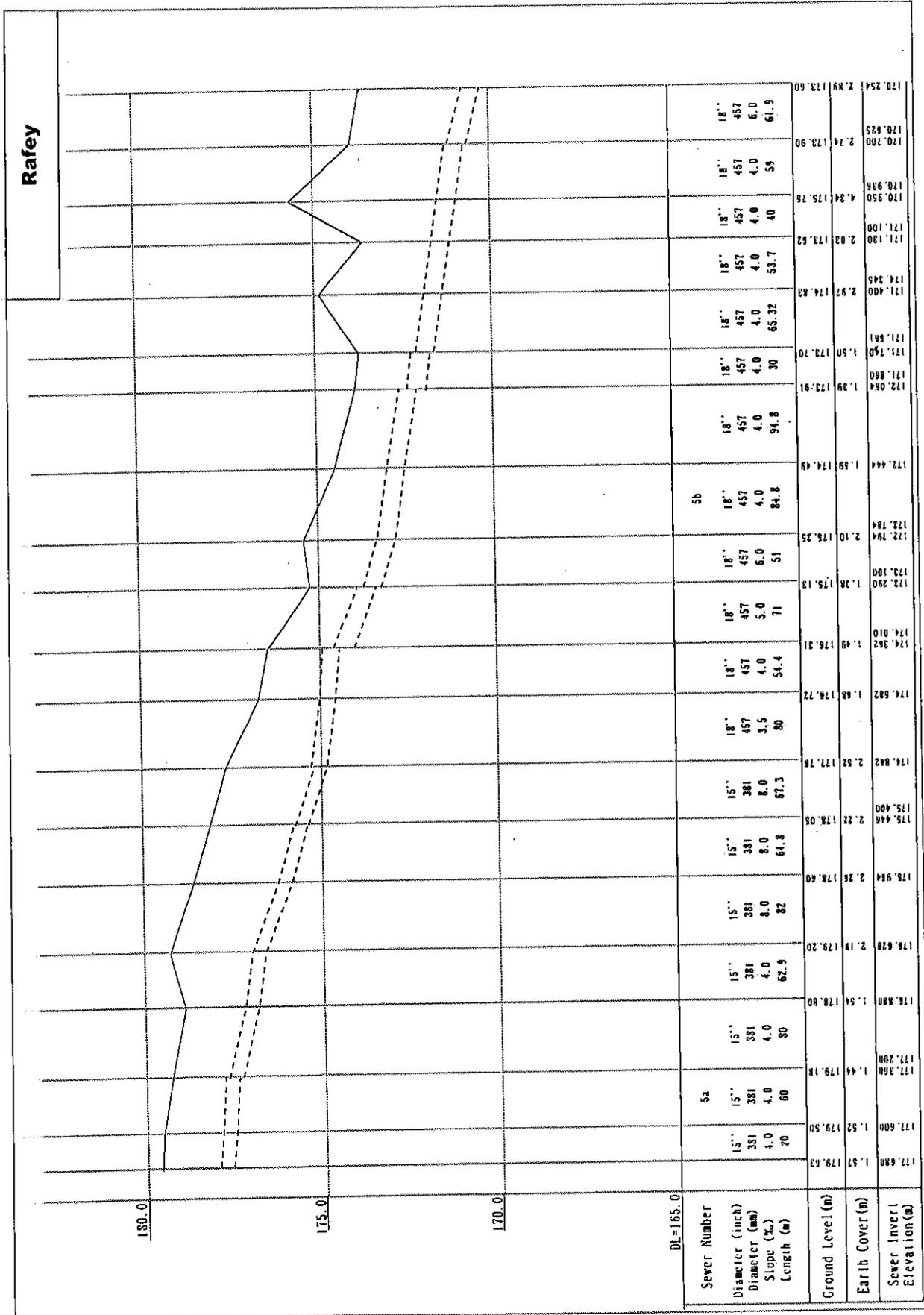


Rafey

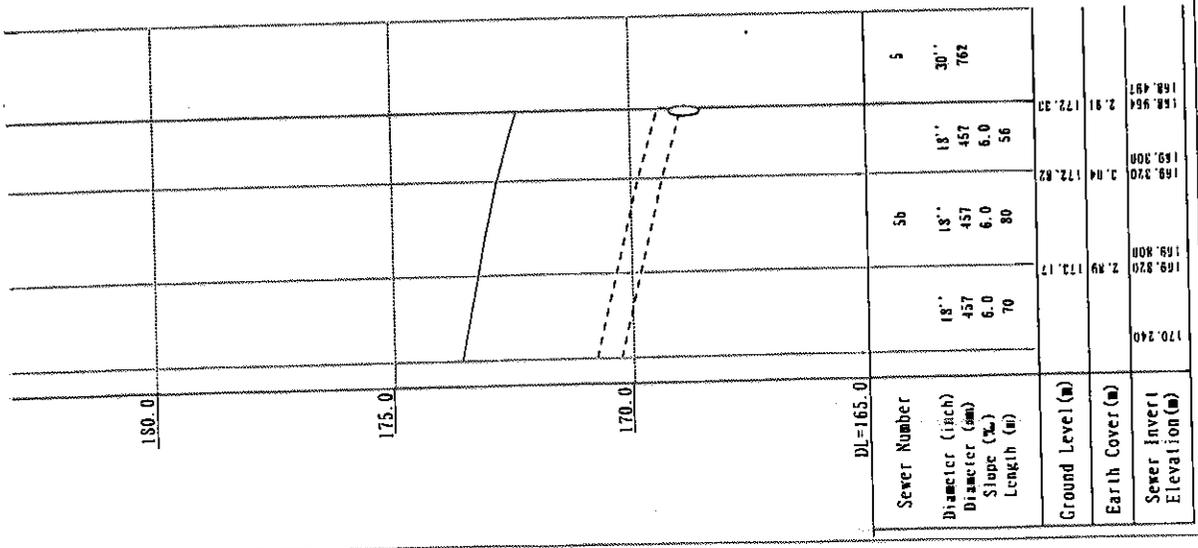


Rafey

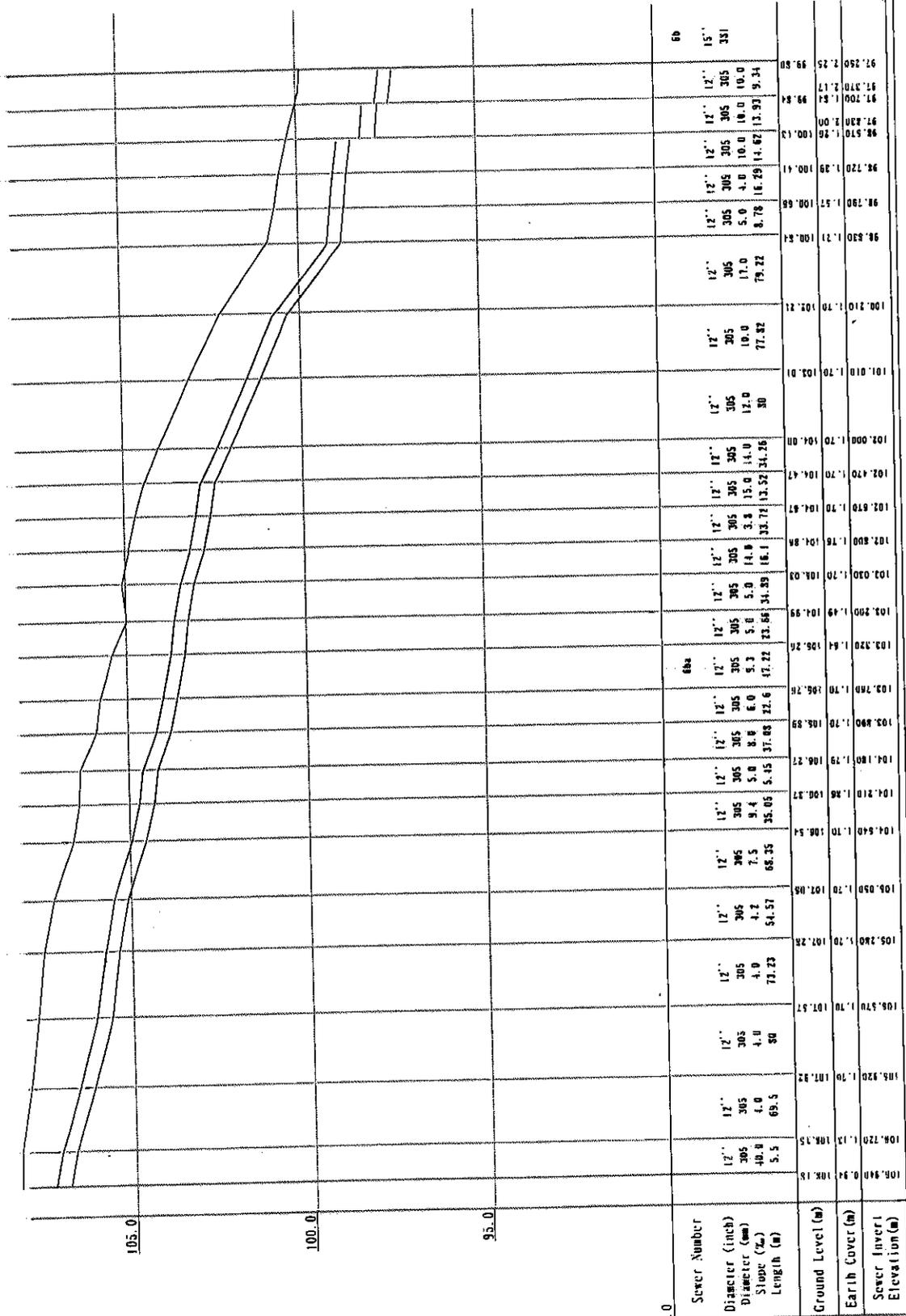




Rafey



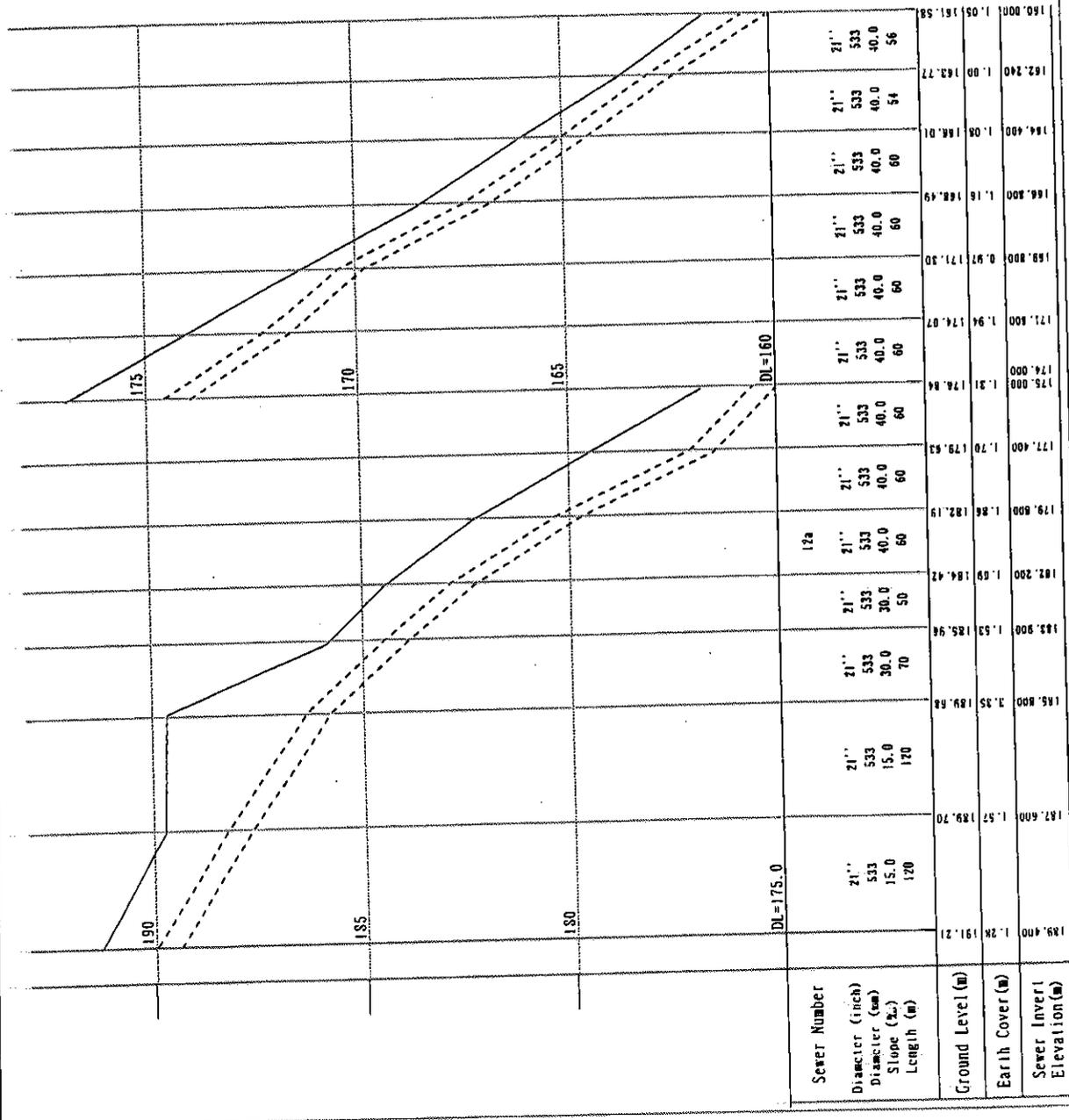
Rafey



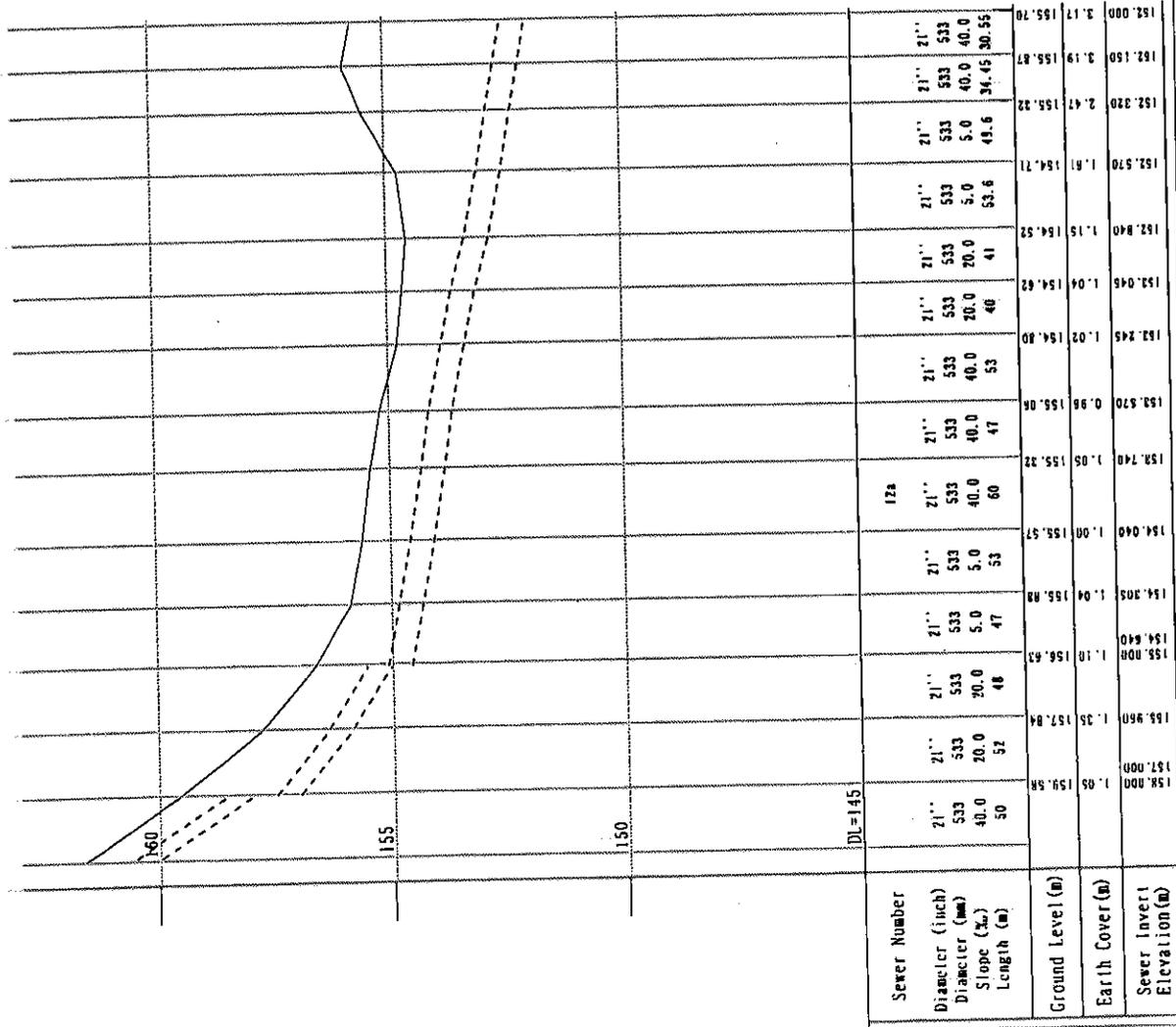
DL=90.0

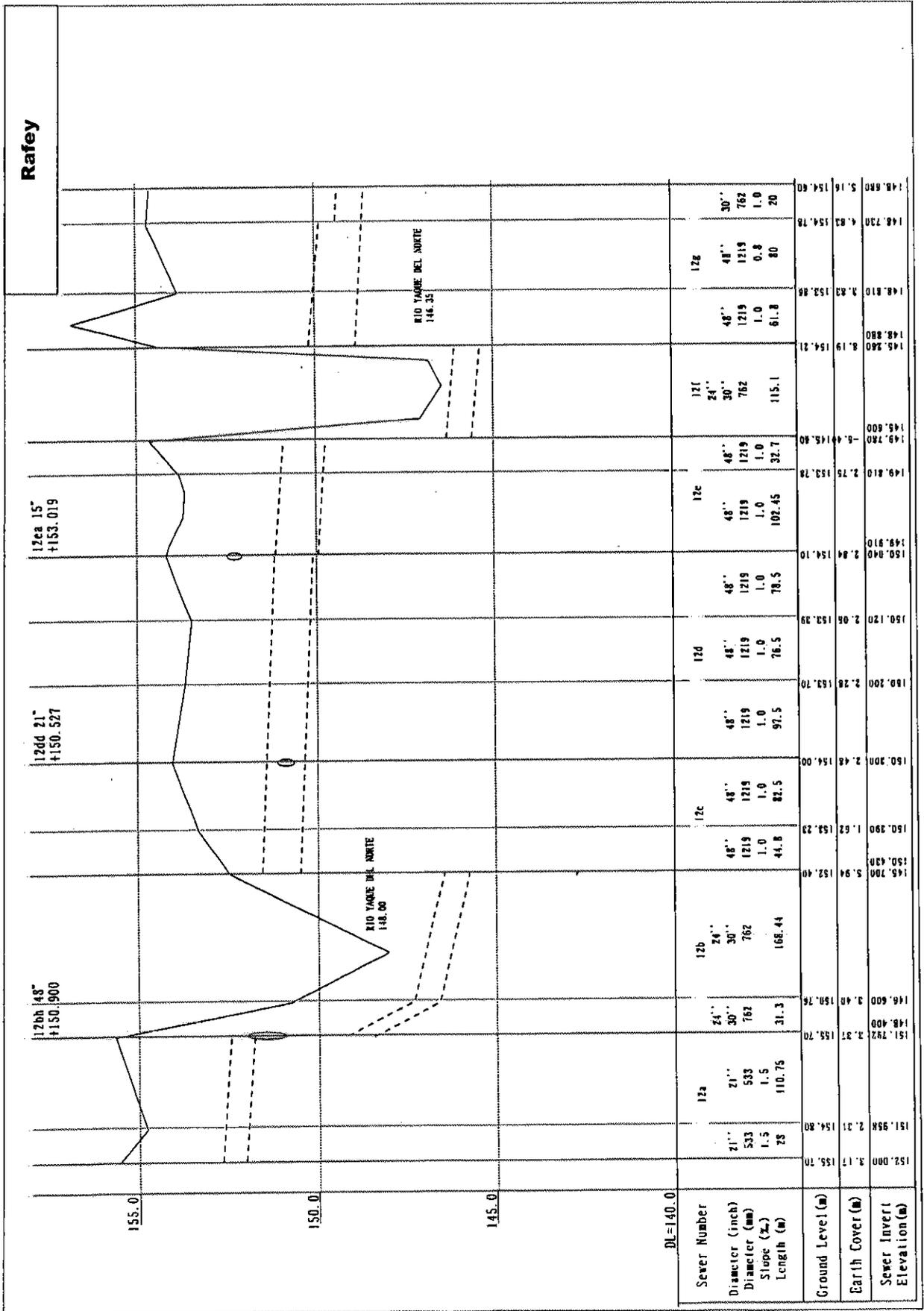
Station	Ground Level (ft)	Earth Cover (ft)	Sewer Invert Elevation (ft)	Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (ft)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
105.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	104.5	0.5	104.0
104.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	104.5	0.5	104.0
104.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	104.0	0.5	104.0
103.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	103.5	0.5	104.0
103.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	103.0	0.5	104.0
102.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	102.5	0.5	104.0
102.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	102.0	0.5	104.0
101.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	101.5	0.5	104.0
101.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	101.0	0.5	104.0
100.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	100.5	0.5	104.0
100.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	100.0	0.5	104.0
99.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	99.5	0.5	104.0
99.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	99.0	0.5	104.0
98.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	98.5	0.5	104.0
98.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	98.0	0.5	104.0
97.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	97.5	0.5	104.0
97.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	97.0	0.5	104.0
96.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	96.5	0.5	104.0
96.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	96.0	0.5	104.0
95.5	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	95.5	0.5	104.0
95.0	104.5	0.5	104.0	12"	305	7.6	0.01	0.0	95.0	0.5	104.0

Rafey



Rafey

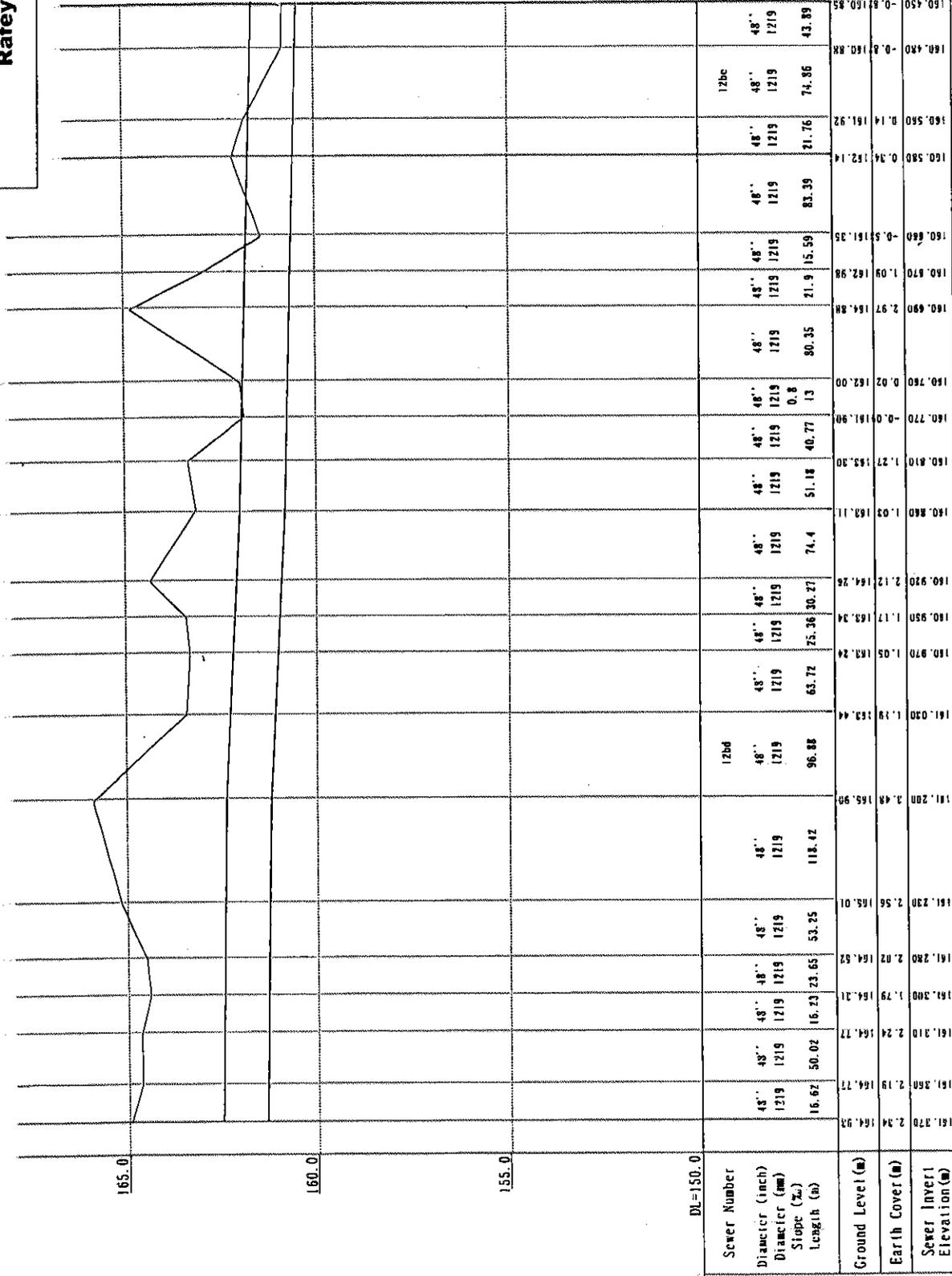




Rafey

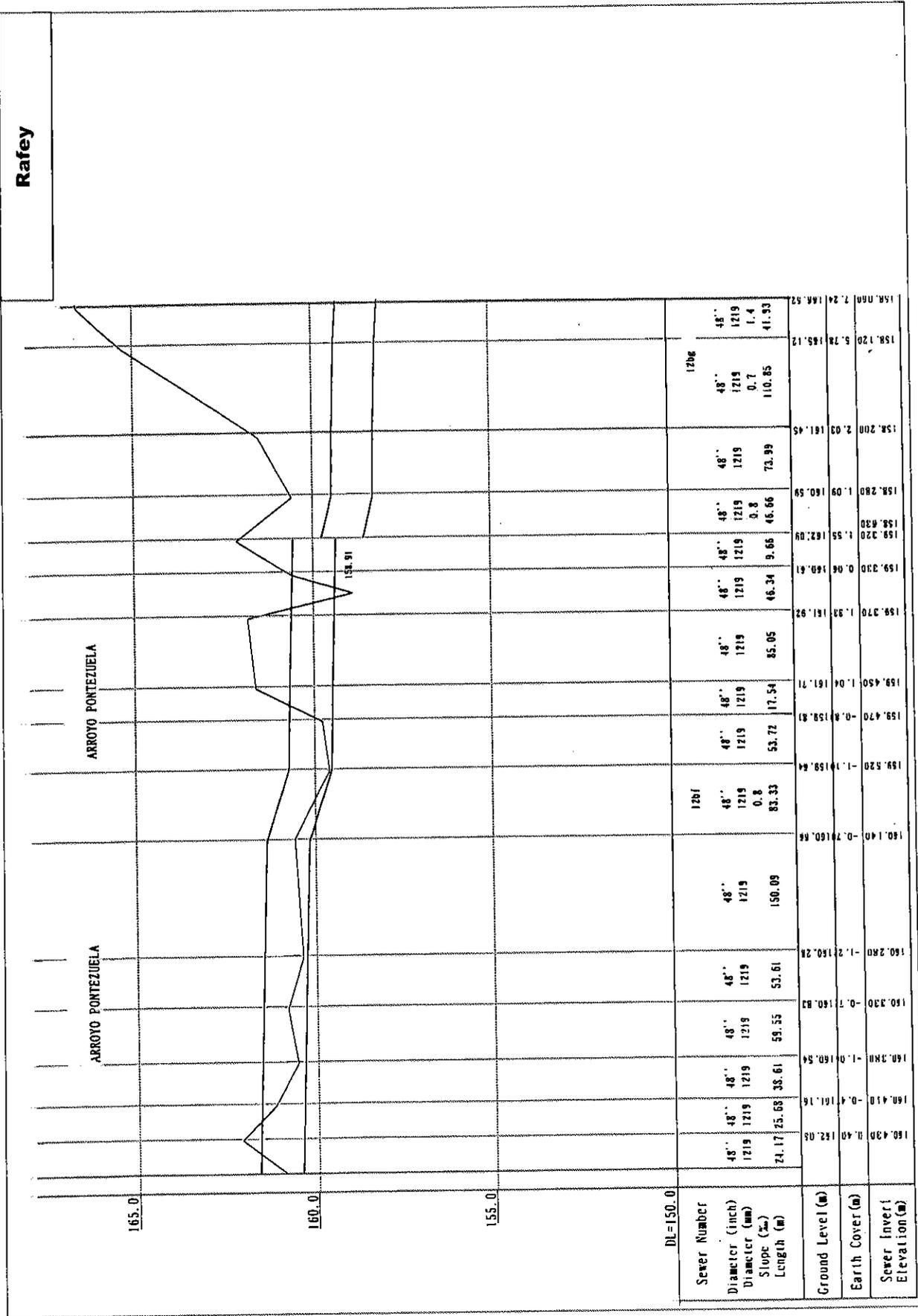
DL=140.0		148.000		147.870		147.910		147.730		147.470		147.280		147.120		146.980															
Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)	Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)								
126	48"	1219	1.0	85	153.27	153.97	154.87	126	48"	1219	1.0	85	153.27	153.97	154.87	126	48"	1219	1.0	85	153.27	153.97	154.87	126	48"	1219	1.0	85	153.27	153.97	154.87
	48"	1219	1.0	80	153.77	154.87	154.87		48"	1219	1.0	80	153.77	154.87	154.87		48"	1219	1.0	80	153.77	154.87	154.87		48"	1219	1.0	80	153.77	154.87	154.87
	48"	1219	1.0	60	153.97	154.87	154.87		48"	1219	1.0	60	153.97	154.87	154.87		48"	1219	1.0	60	153.97	154.87	154.87		48"	1219	1.0	60	153.97	154.87	154.87
	48"	1219	1.0	184.9	152.87	152.87	152.87		48"	1219	1.0	184.9	152.87	152.87	152.87		48"	1219	1.0	184.9	152.87	152.87	152.87		48"	1219	1.0	184.9	152.87	152.87	152.87
	48"	1219	1.0	157	152.52	152.52	152.52		48"	1219	1.0	157	152.52	152.52	152.52		48"	1219	1.0	157	152.52	152.52	152.52		48"	1219	1.0	157	152.52	152.52	152.52
	48"	1219	1.0	157	152.22	152.22	152.22		48"	1219	1.0	157	152.22	152.22	152.22		48"	1219	1.0	157	152.22	152.22	152.22		48"	1219	1.0	157	152.22	152.22	152.22

Rafey

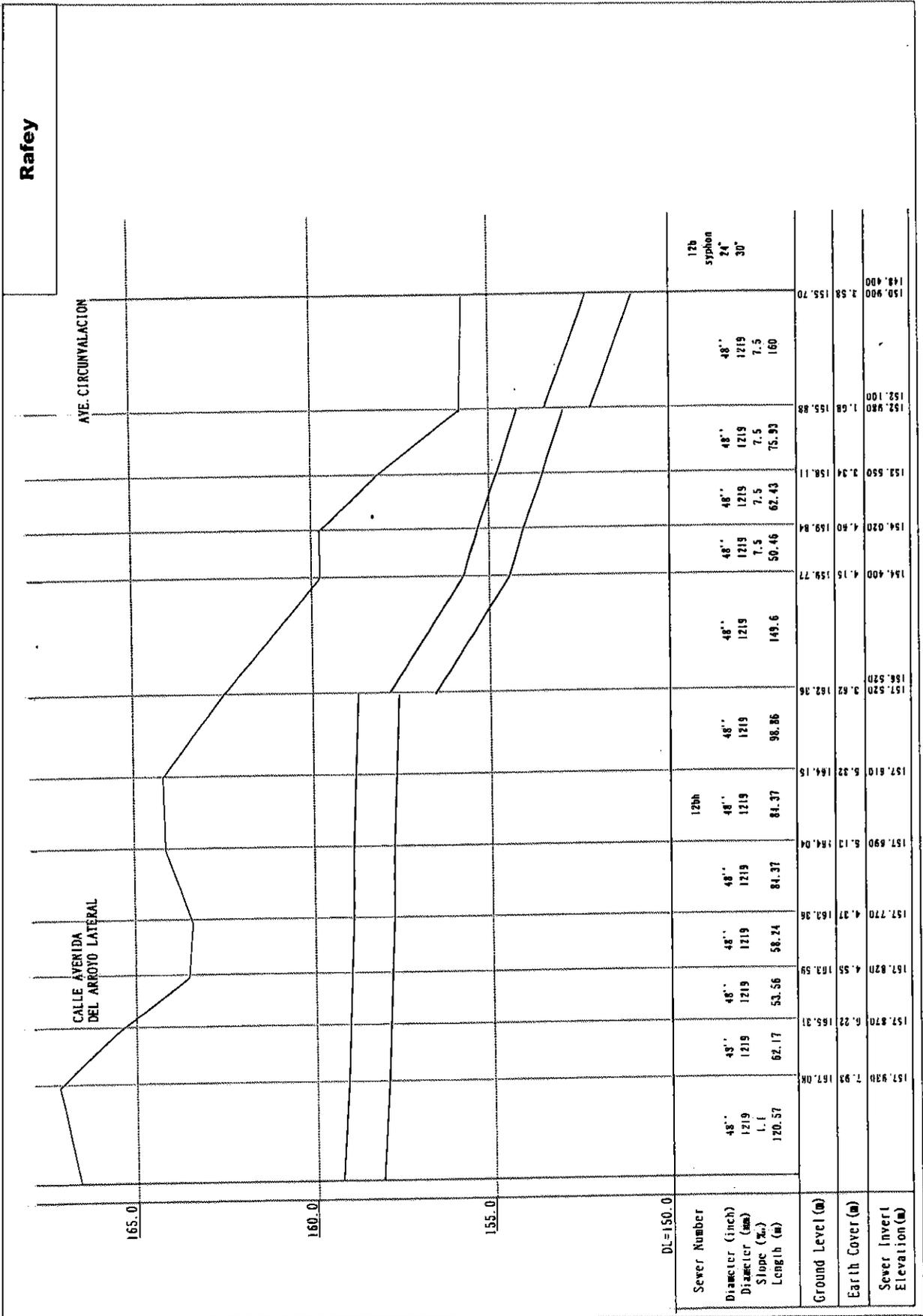


DL=150.0					Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
Sewer Number	48"	48"	48"	48"	161.270	2.34	164.93
Diameter (inch)	48"	48"	48"	48"	161.310	2.24	164.77
Diameter (mm)	1219	1219	1219	1219	161.200	1.79	164.21
Slope (%)	0.8	0.8	0.8	0.8	161.280	2.02	164.52
Length (ft)	15.67	50.02	16.23	23.65	161.230	2.56	165.01
					161.200	3.48	165.90
					161.030	1.19	163.44
					160.970	1.05	163.24
					160.950	1.17	163.34
					160.920	2.12	164.26
					160.860	1.03	163.11
					160.810	1.27	163.30
					160.720	-0.01	161.90
					160.760	0.02	162.00
					160.690	2.97	164.88
					160.670	1.09	162.98
					160.660	-0.53	161.35
					160.580	0.93	162.14
					160.560	0.14	161.92
					160.480	-0.28	160.88
					160.450	-0.61	160.85

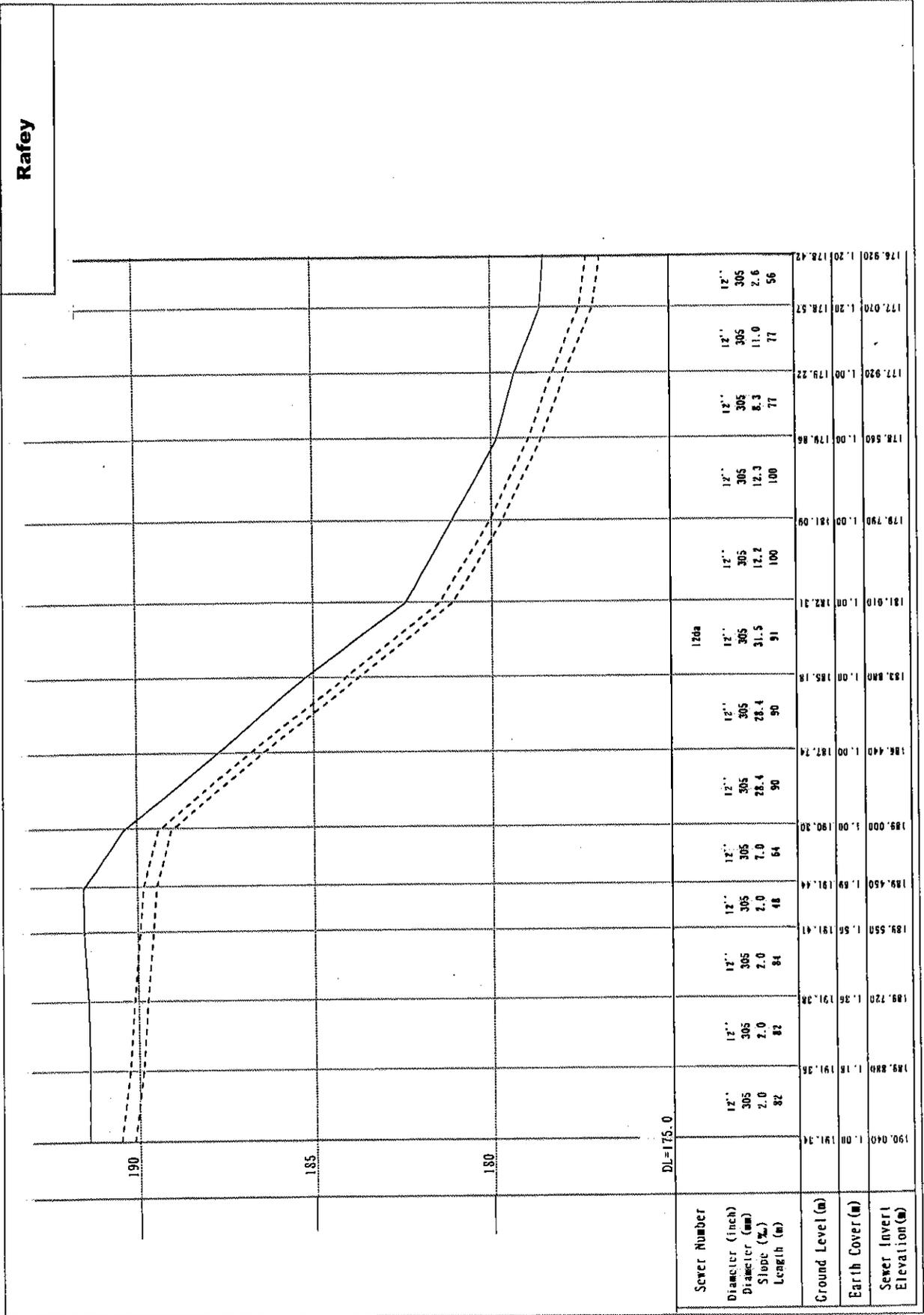
Rafey



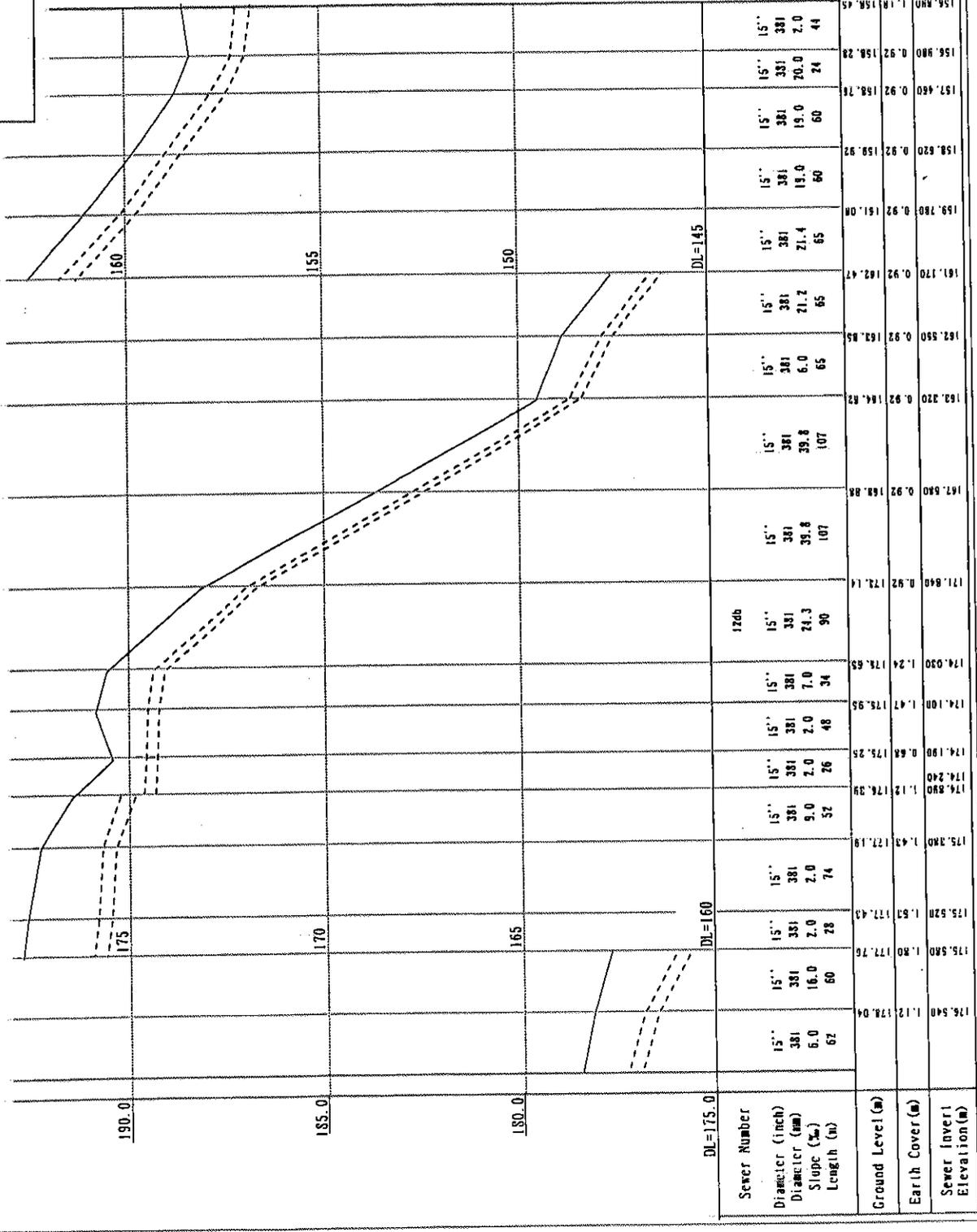
Rafey



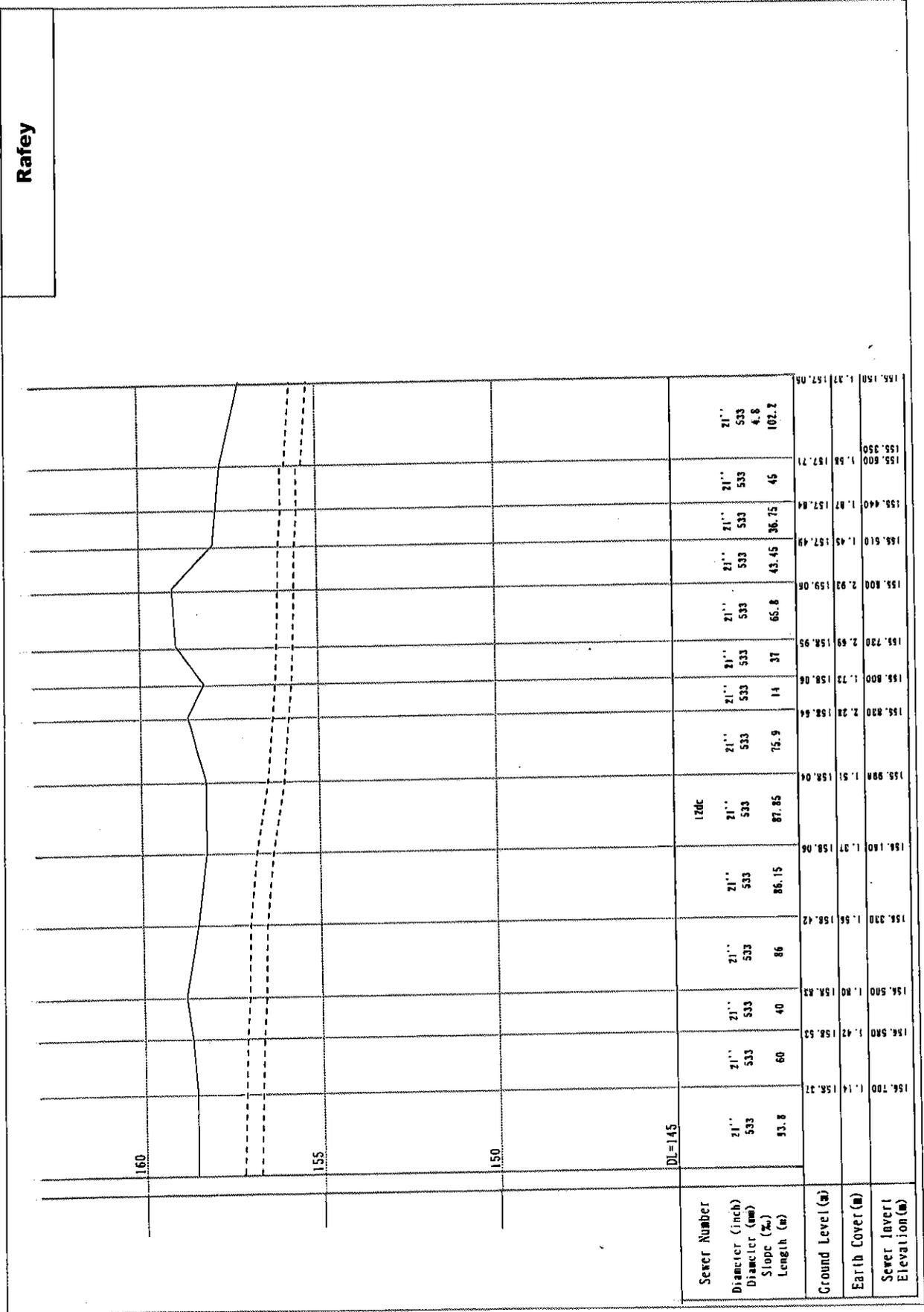
Rafey



Rafey

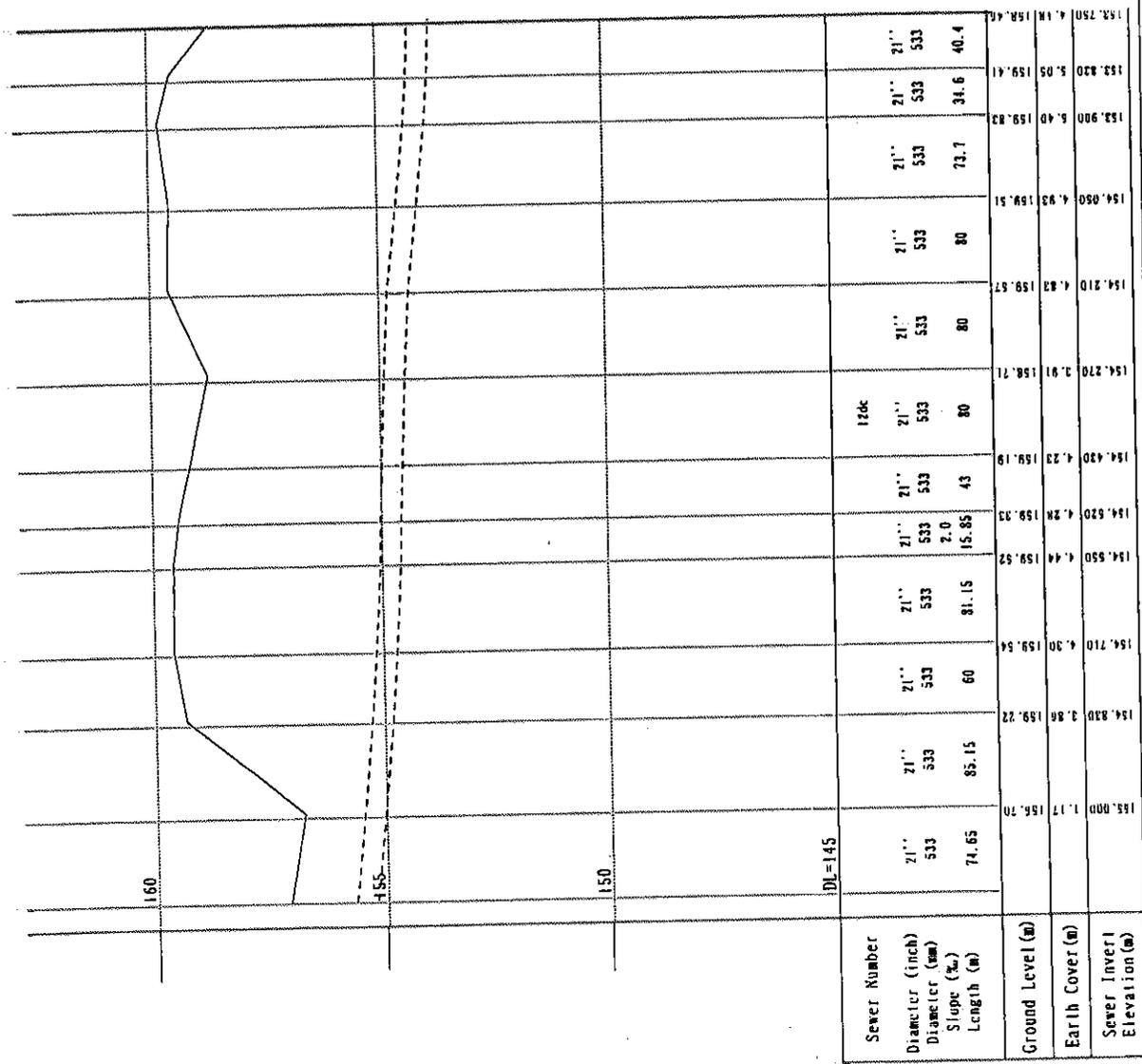


Rafey



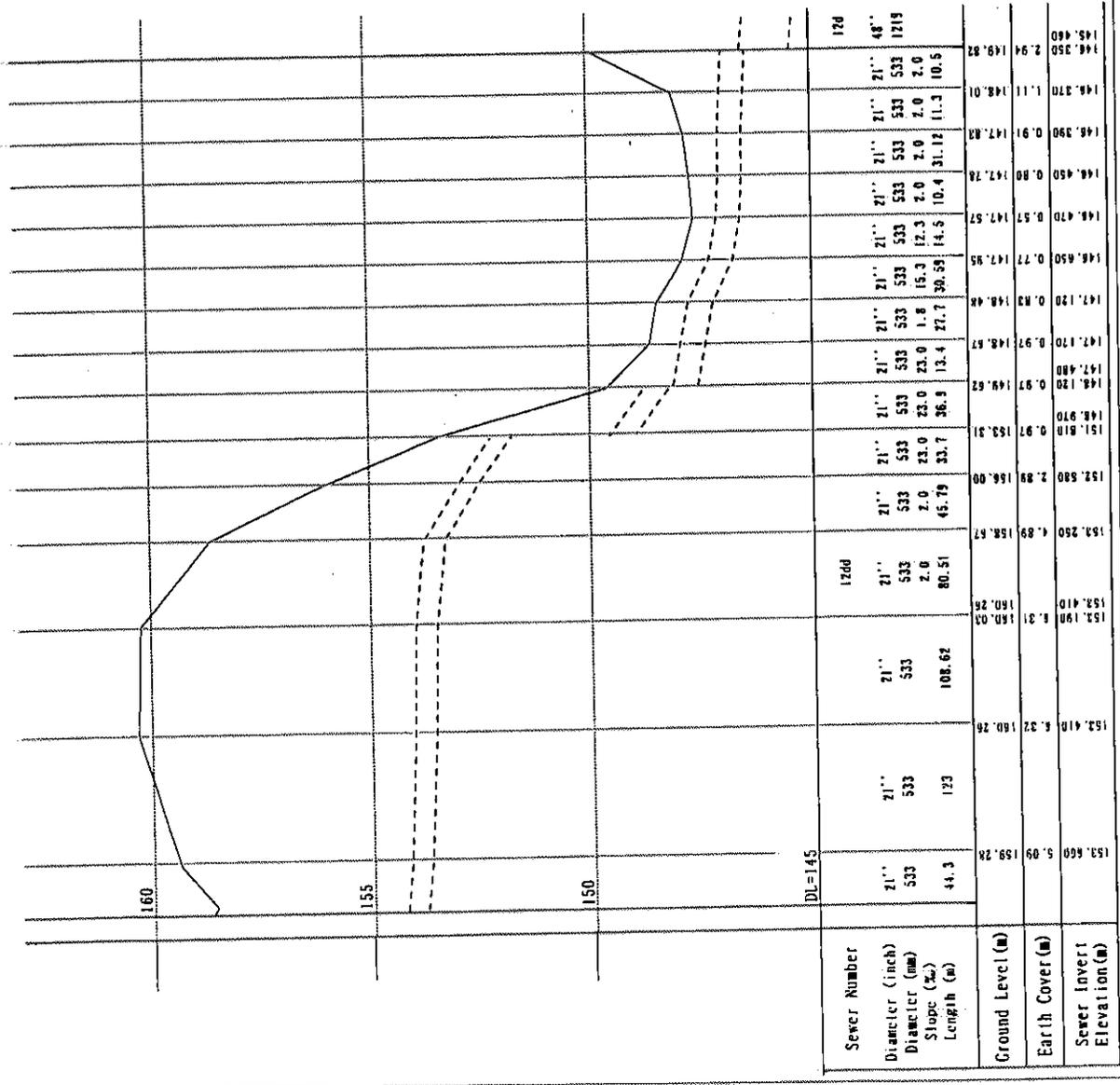
Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
DL=145	21"	533	53.8	60	158.31	158.31	156.700
	21"	533	60	40	158.53	158.53	156.580
	21"	533	86	86	158.83	158.83	156.500
	21"	533	86.15	86.15	158.42	158.42	156.330
	21"	533	87.85	87.85	158.06	158.06	156.160
	21"	533	87.85	87.85	158.04	158.04	156.980
	21"	533	75.9	75.9	158.64	158.64	156.830
	21"	533	14	14	158.06	158.06	156.800
	21"	533	37	37	158.95	158.95	156.720
	21"	533	65.8	65.8	159.06	159.06	156.600
	21"	533	43.45	43.45	157.49	157.49	156.610
	21"	533	36.75	36.75	157.84	157.84	156.440
	21"	533	45	45	157.71	157.71	156.600
	21"	533	4.8	4.8	157.71	157.71	156.350
	21"	533	102.2	102.2	157.05	157.05	155.150

Rafey

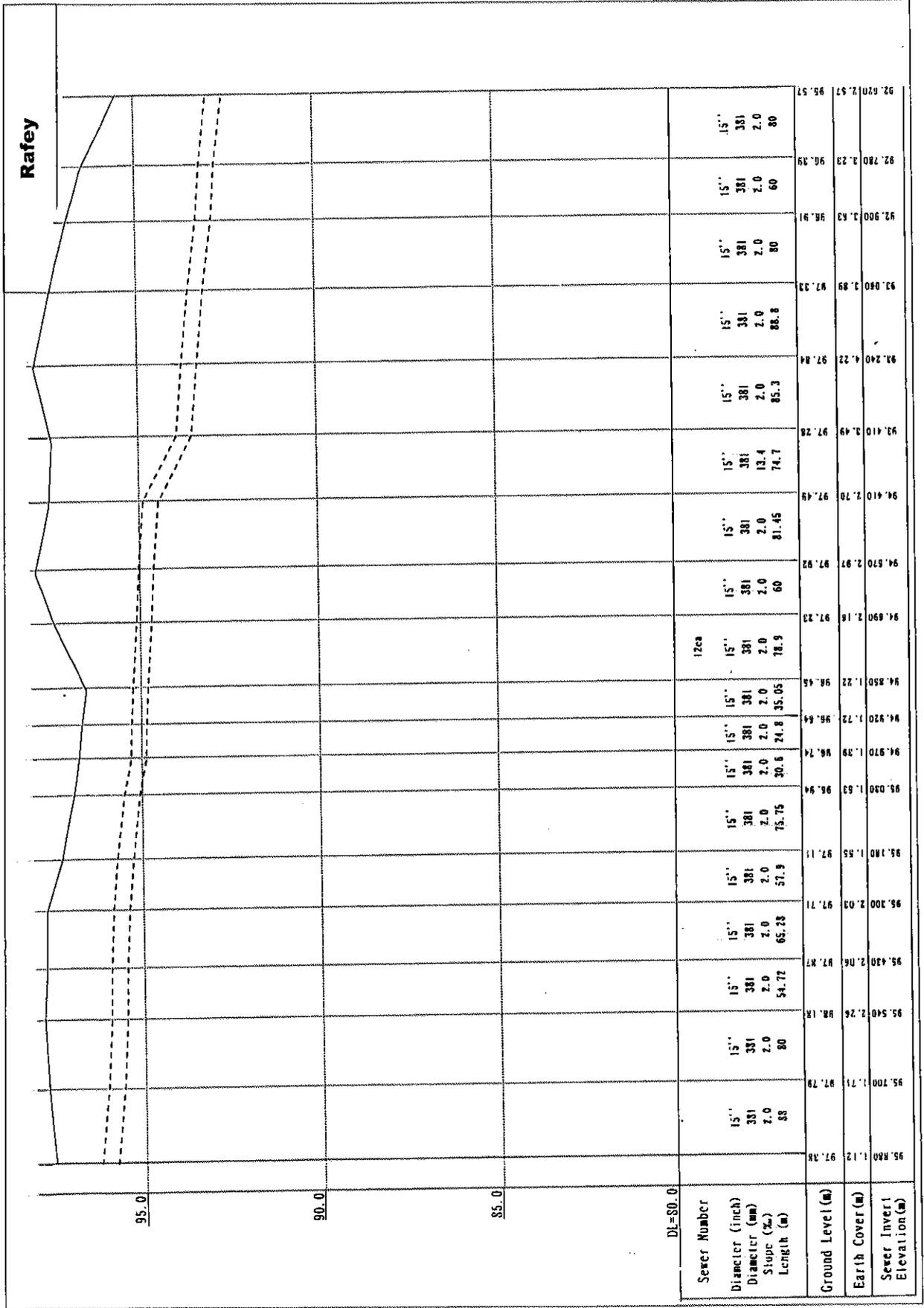


Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
DL=145	21"	533	74.65		155.70	1.17	156.70
	21"	533	85.15	60	154.830	3.86	159.72
	21"	533		60	154.710	4.30	159.54
	21"	533	81.15	81.15	154.550	4.44	159.52
	21"	533	2.0	15.85	154.520	4.28	159.33
	21"	533	43	43	154.430	4.23	159.19
12dc	21"	533	80	80	154.270	3.91	158.71
	21"	533	80	80	154.210	4.83	159.57
	21"	533	80	80	154.050	4.93	159.51
	21"	533	73.7	73.7	153.900	5.40	159.83
	21"	533	34.6	34.6	153.820	5.05	159.41
	21"	533	40.4	40.4	153.750	4.18	159.40

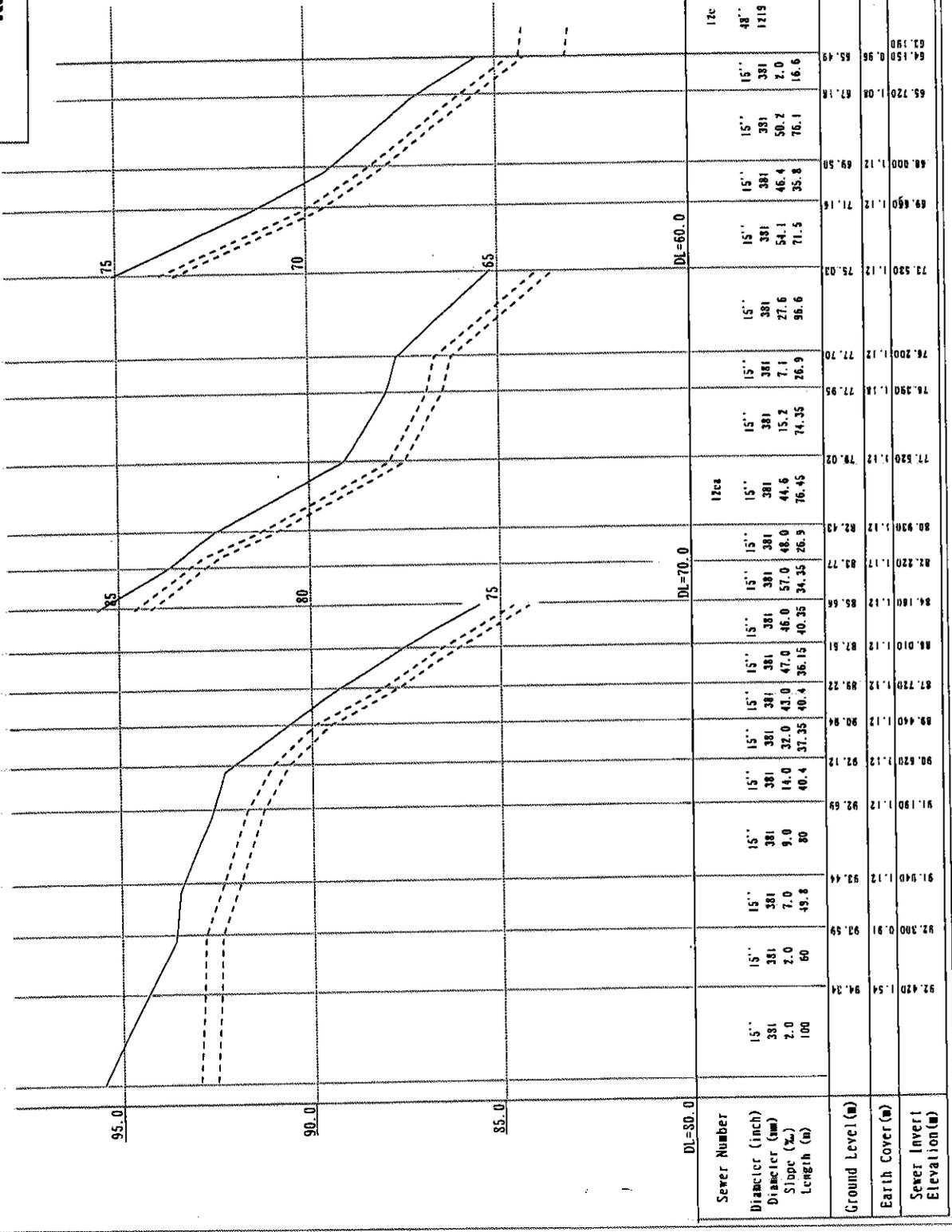
Rafey



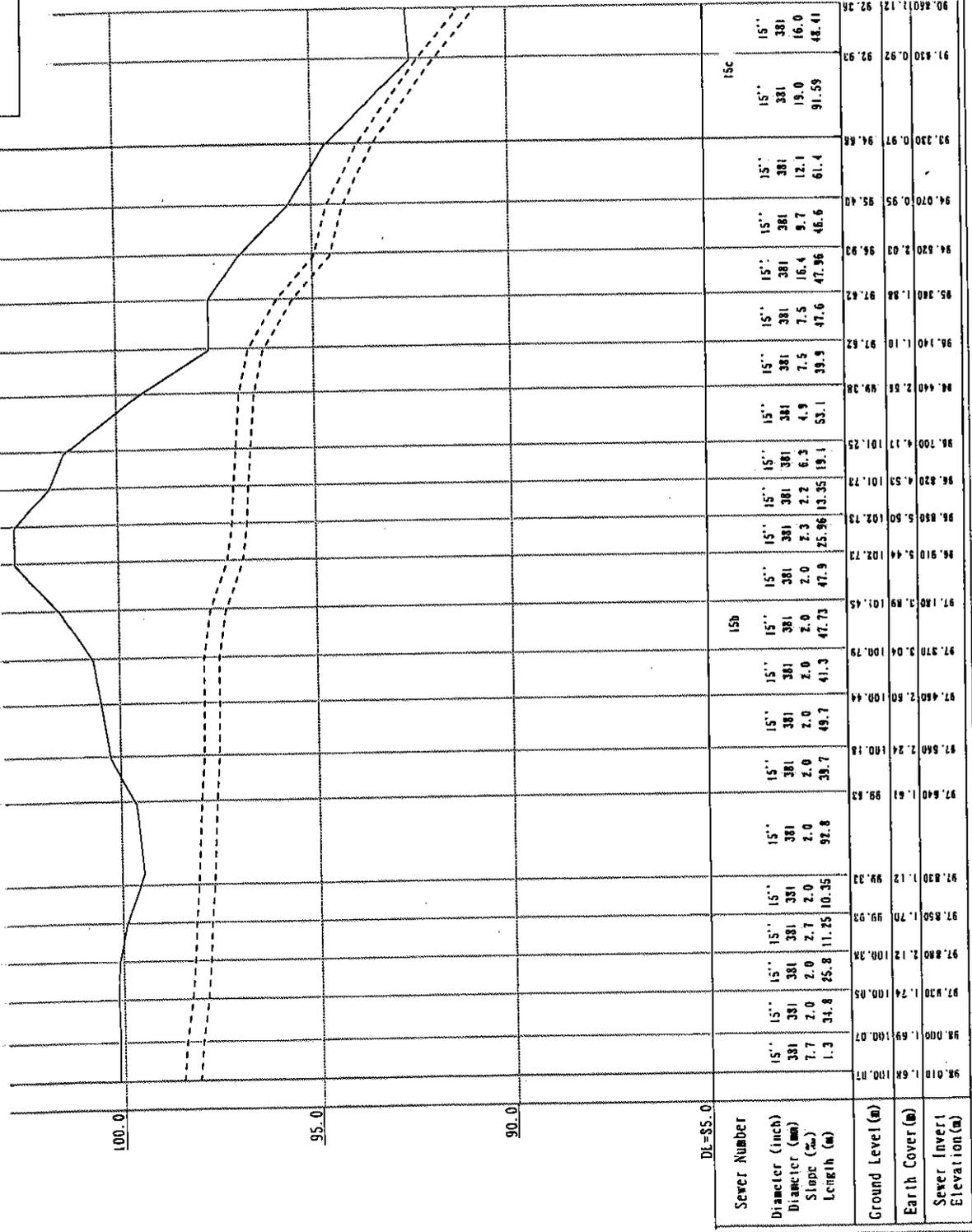
Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
DL=145	21"	533	44.3	108.62	153.418	5.32	153.418
	21"	533	2.0	80.51	150.03	150.03	153.418
	21"	533	2.0	45.79	158.67	4.69	153.250
	21"	533	23.0	33.7	156.00	2.89	152.588
	21"	533	23.0	33.0	149.62	0.97	148.918
	21"	533	23.0	23.0	147.480	0.97	147.480
	21"	533	27.7	30.59	148.67	0.97	147.170
	21"	533	1.8	15.3	148.48	0.83	147.120
	21"	533	14.5	31.12	147.95	0.77	146.650
	21"	533	10.4	31.12	147.57	0.57	146.470
	21"	533	2.0	2.0	147.78	0.88	146.450
	21"	533	2.0	2.0	147.83	0.91	146.390
	21"	533	11.3	10.5	148.01	1.11	146.370
	21"	533	2.0	2.0	148.01	2.94	145.480



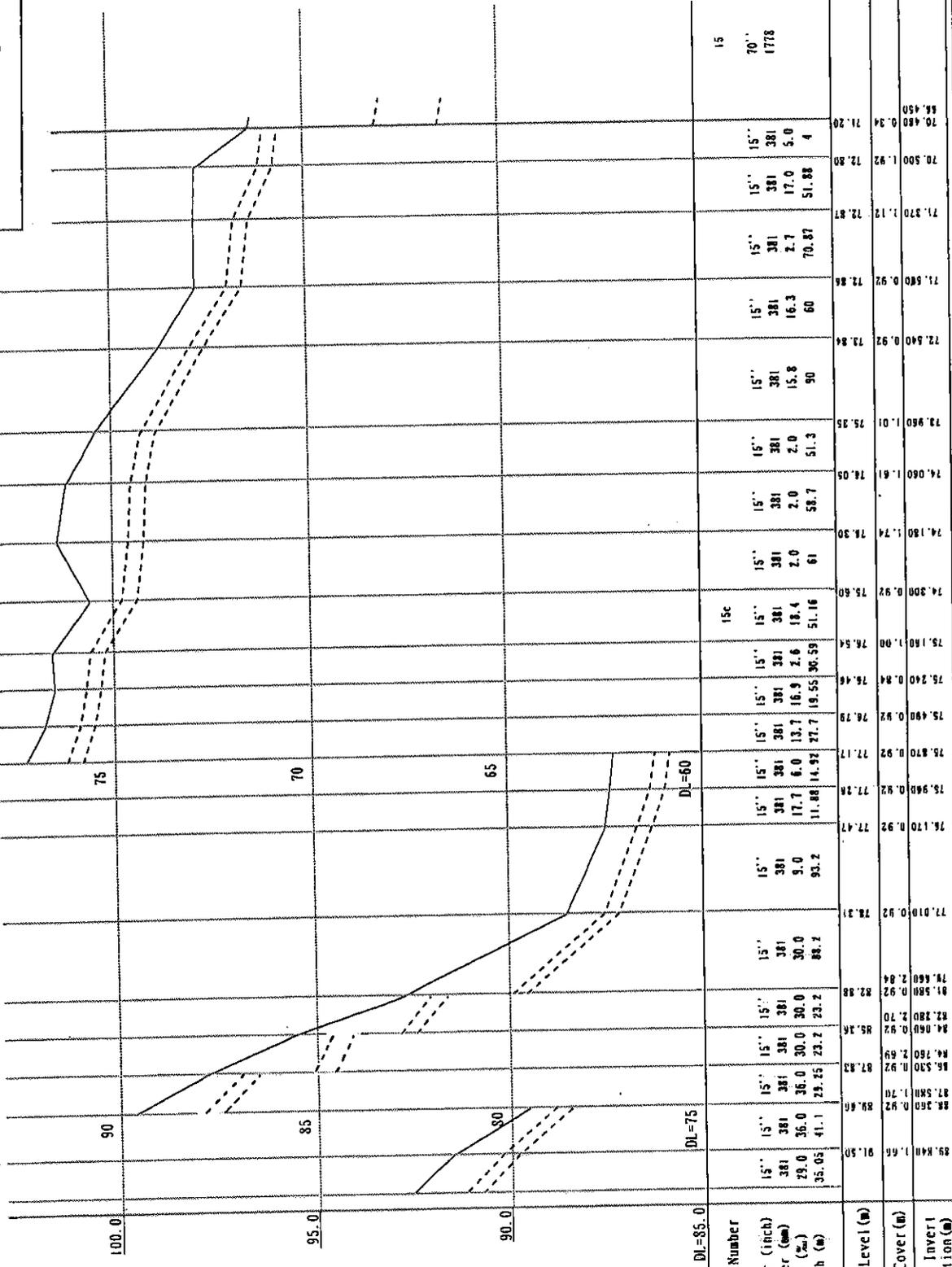
Rafey



Rafey

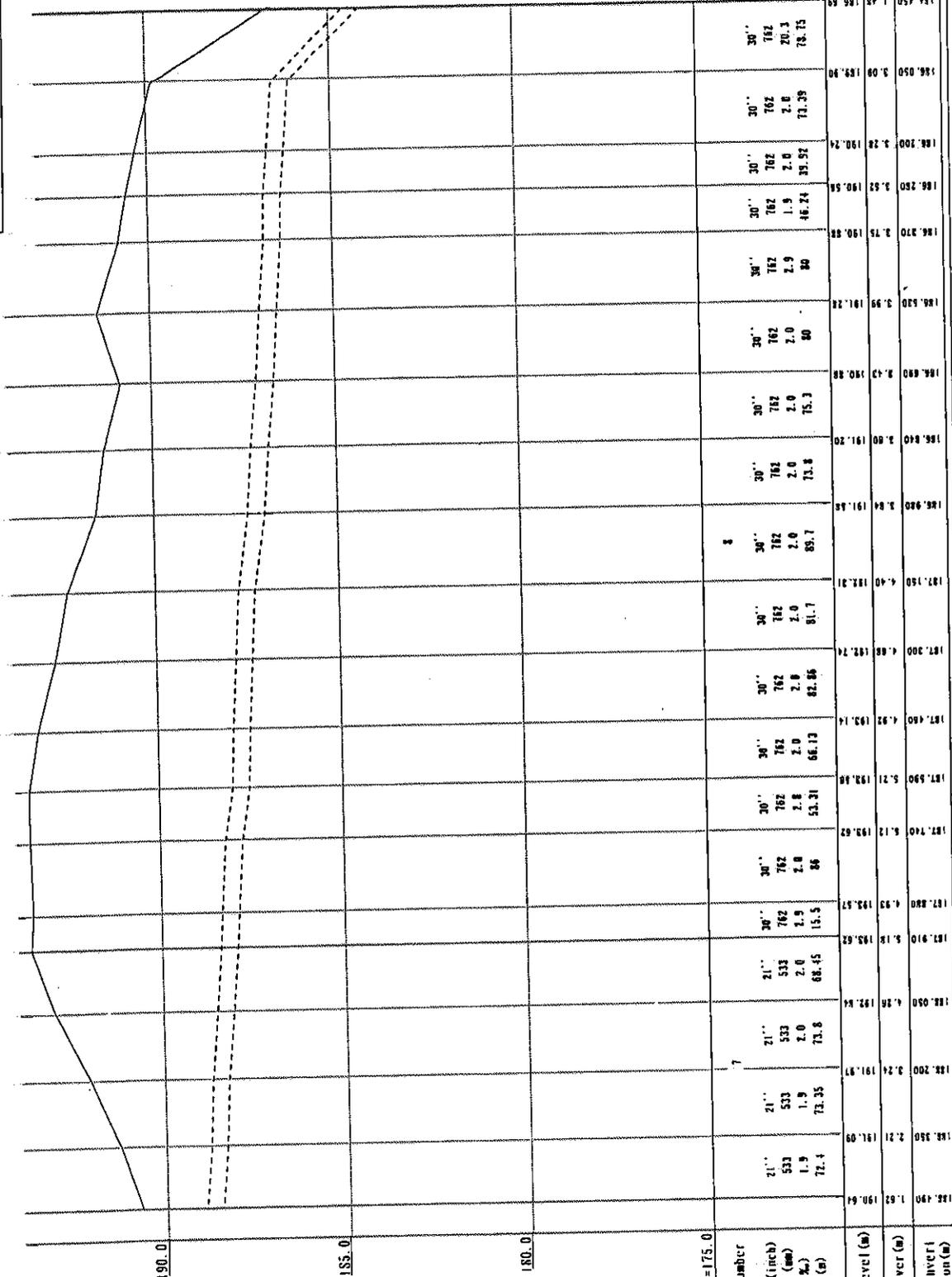


Rafey



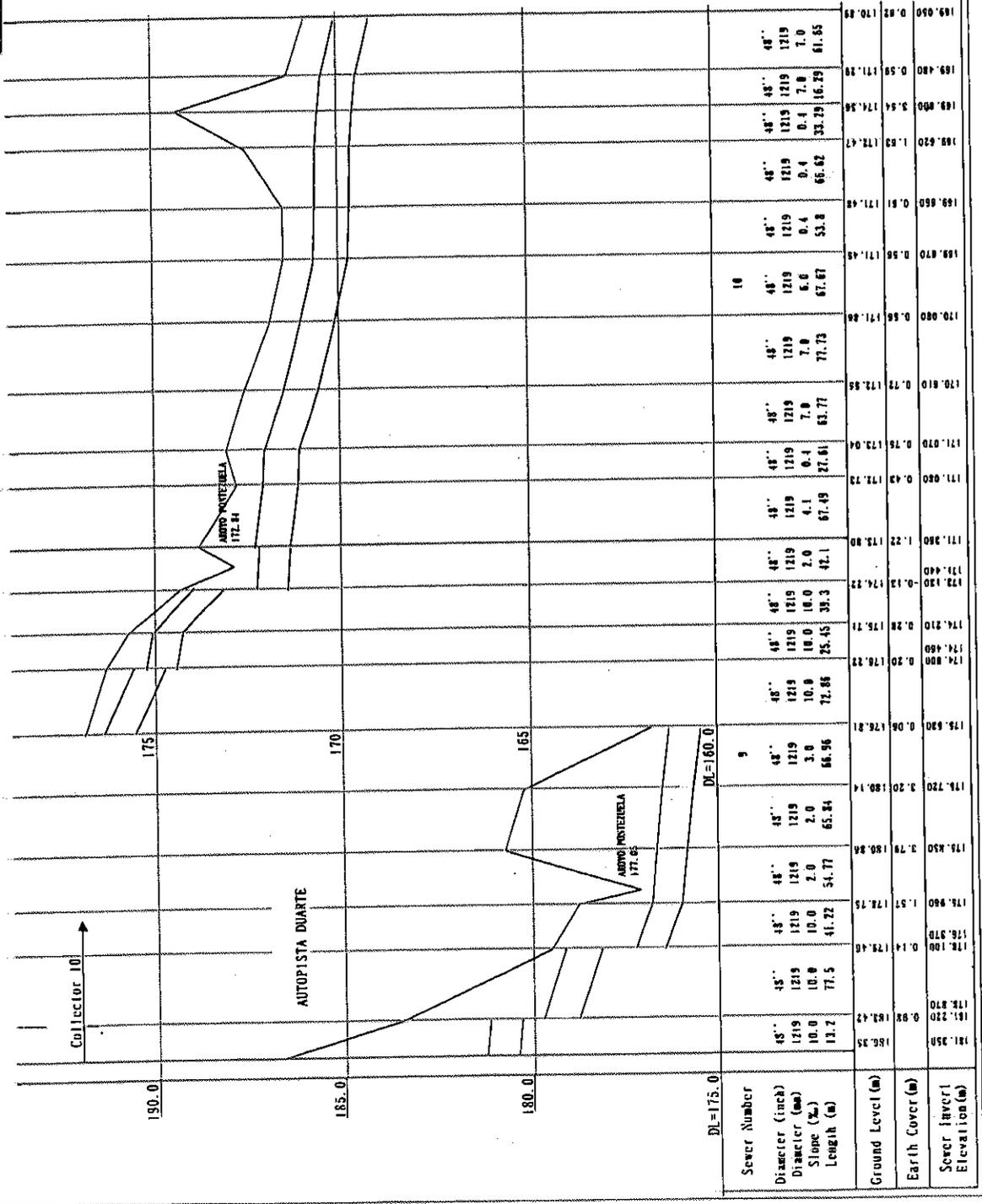
Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (ft)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
DL=85.0	15"	381	29.0	35.05	89.84	1.66	91.50
	15"	381	36.0	29.25	87.83	2.69	89.66
	15"	381	30.0	23.2	84.06	2.70	86.53
	15"	381	30.0	23.2	82.38	2.84	84.06
	15"	381	30.0	88.7	77.01	0.92	78.31
	15"	381	17.7	11.88	76.17	0.92	77.47
	15"	381	6.0	17.1	75.98	0.92	77.16
	15"	381	13.7	16.9	75.49	0.92	74.79
	15"	381	16.9	16.9	75.24	0.84	74.46
	15"	381	2.6	90.59	75.18	1.00	76.54
15c	15"	381	18.4	51.16	74.90	0.92	75.60
	15"	381	2.0	61	74.18	1.74	72.30
	15"	381	2.0	58.7	74.06	1.61	72.05
	15"	381	2.0	51.3	73.96	1.01	75.35
	15"	381	2.0	90	73.54	0.92	73.84
	15"	381	15.8	16.3	72.54	0.92	72.84
	15"	381	60	70.87	71.68	0.92	72.88
	15"	381	2.7	17.0	71.37	1.12	72.87
	15"	381	51.88	4	70.50	1.92	72.80
	15"	381	5.0	4	70.50	1.92	72.80
	70"	1778			68.45	0.34	70.48

Rafey



Station	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (ft)	Ground Level (ft)	Earth Cover (ft)	Sewer Invert Elevation (ft)
187+000	30"	762	2.0	82.86	187.000	4.88	182.12
187+150	30"	762	2.0	85.7	187.150	4.40	182.75
187+300	30"	762	2.0	81.7	187.300	3.84	183.46
187+450	30"	762	2.0	75.3	187.450	3.28	184.17
187+600	30"	762	2.0	80	187.600	2.72	184.88
187+750	30"	762	2.0	80	187.750	2.16	185.59
187+900	21"	533	2.0	68.45	187.900	1.60	186.30
188+050	21"	533	2.0	73.8	188.050	1.04	187.01
188+200	30"	762	2.0	89.7	188.200	0.48	187.72
188+350	30"	762	2.0	80	188.350	-0.08	188.43
188+500	30"	762	2.0	80	188.500	-0.64	189.14
188+650	30"	762	2.0	80	188.650	-1.20	189.85
188+800	30"	762	2.0	80	188.800	-1.76	190.56
188+950	30"	762	2.0	80	188.950	-2.32	191.27
189+100	30"	762	2.0	80	189.100	-2.88	191.98
189+250	30"	762	2.0	80	189.250	-3.44	192.69
189+400	30"	762	2.0	80	189.400	-4.00	193.40
189+550	30"	762	2.0	80	189.550	-4.56	194.11
189+700	30"	762	2.0	80	189.700	-5.12	194.82
189+850	30"	762	2.0	80	189.850	-5.68	195.53
190+000	30"	762	2.0	80	190.000	-6.24	196.24

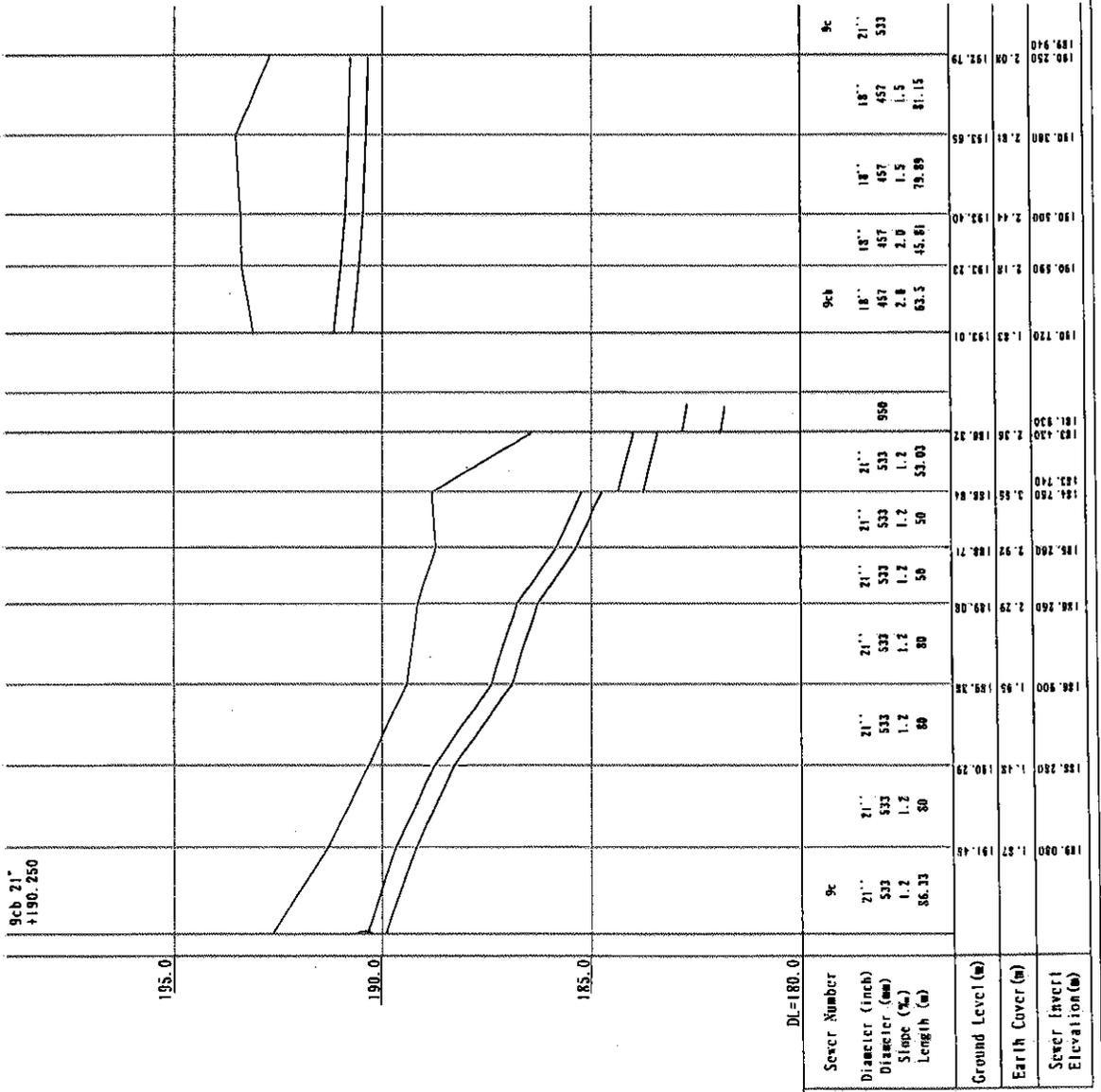
Rafey



Rafey



Rafey



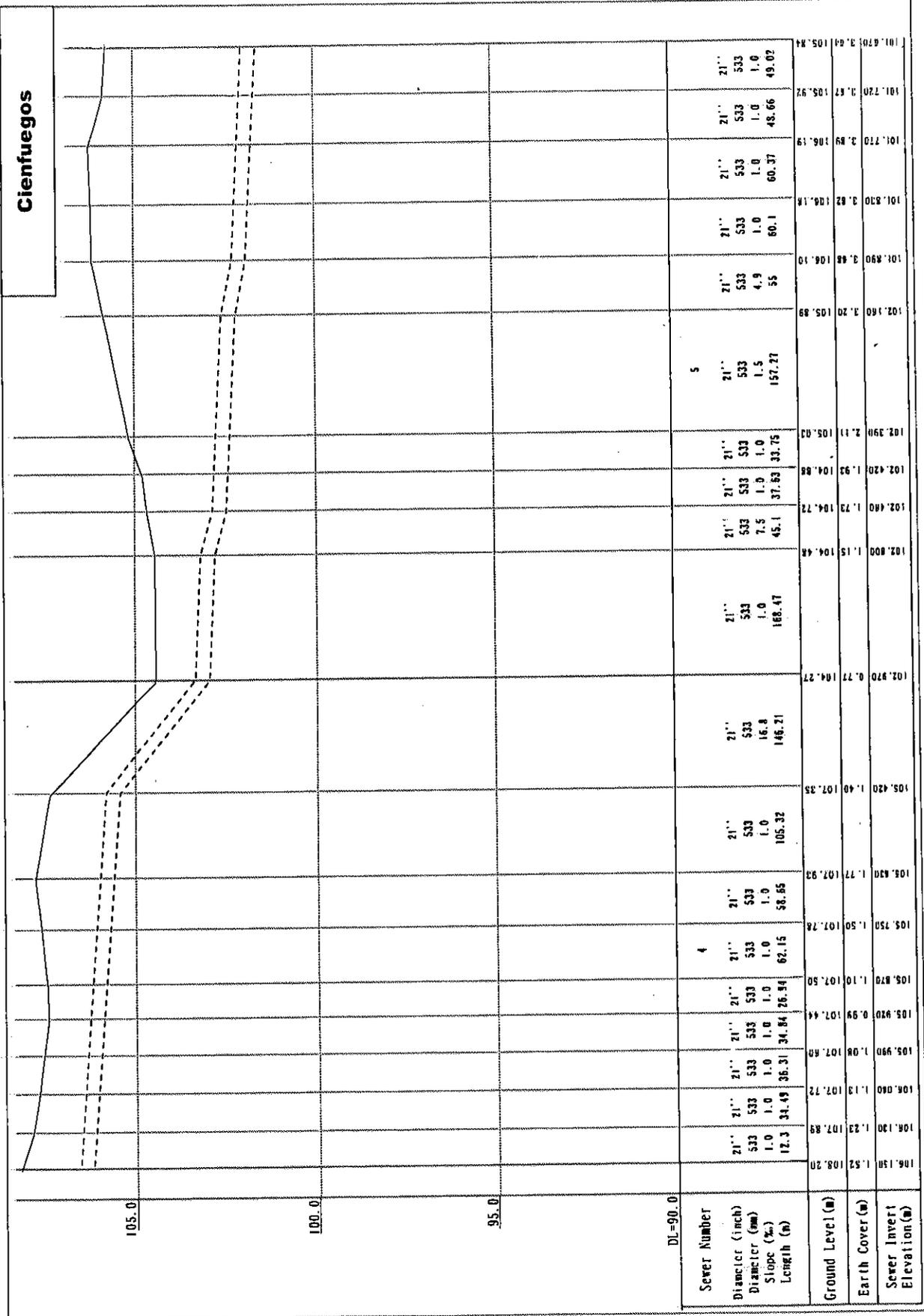
9c1 21"
+190.250

Station	Ground Level (ft)	Earth Cover (ft)	Sewer Invert Elevation (ft)
189.080	191.48	1.87	191.48
189.280	191.48	1.90	190.29
189.480	191.48	1.95	189.78
189.680	191.48	2.29	189.08
189.880	191.48	2.92	188.71
190.080	191.48	3.68	188.84
190.280	191.48	4.38	189.32
190.480	191.48	5.18	190.01
190.680	191.48	5.98	190.73
190.880	191.48	6.78	191.40
191.080	191.48	7.58	192.05
191.280	191.48	8.38	192.79

Section	Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (ft)
9c	21"	533	1368	1.2	86.33
9c1	18"	457	1160	1.5	79.89
9c	21"	533	1368	1.2	53.03

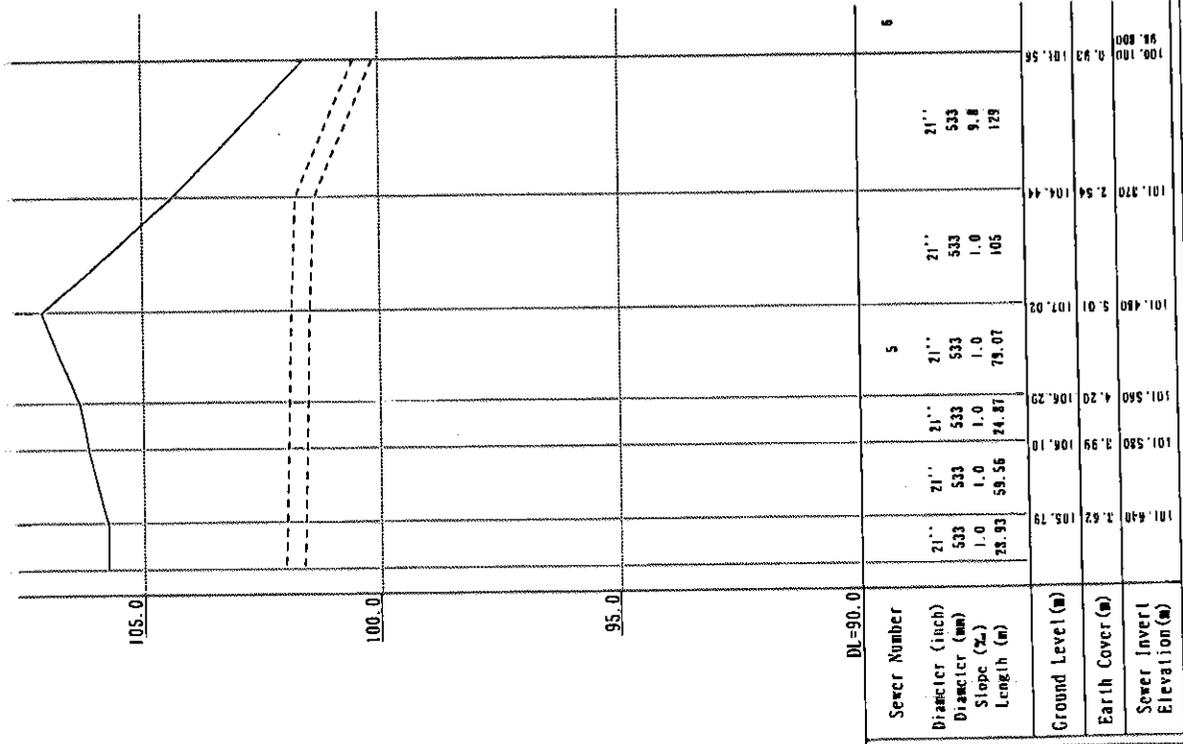
Cienfuegos Treatment Area

Cienfuegos



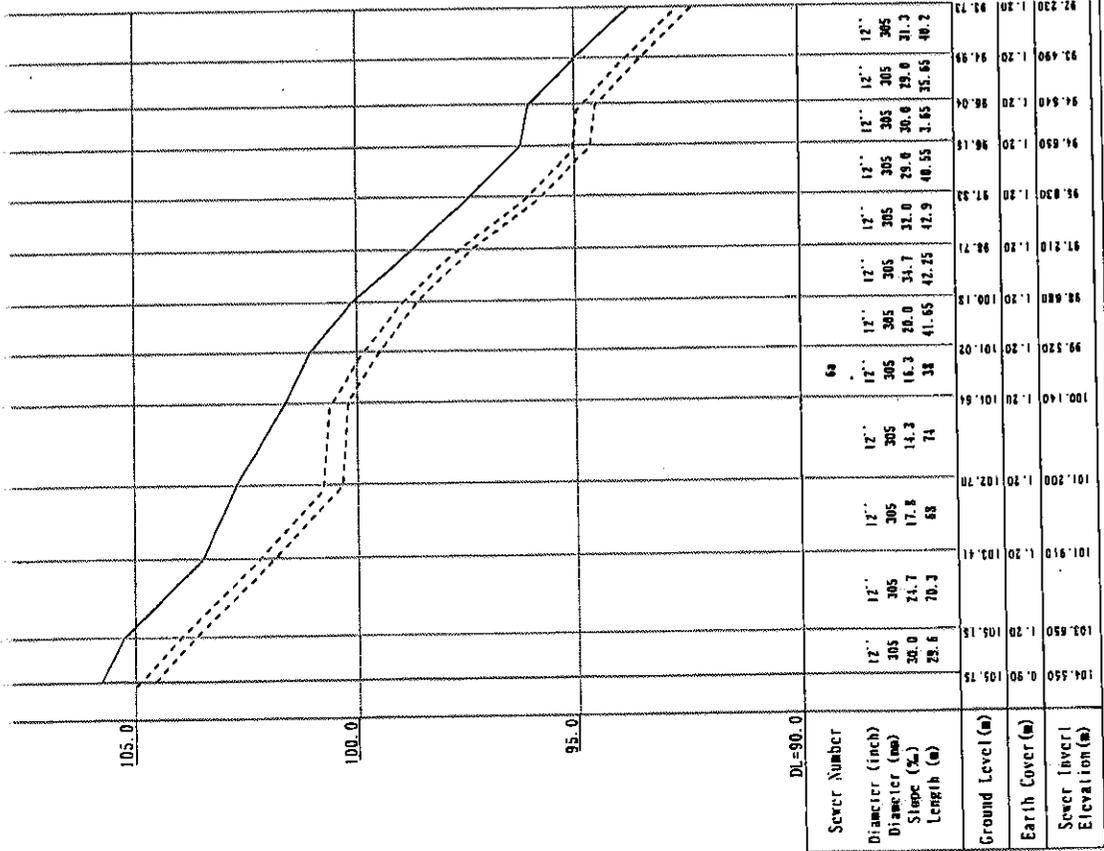
DL=90.0		4		5		
Sewer Number						
Diameter (inch)	21"	21"	21"	21"	21"	
Diameter (mm)	533	533	533	533	533	
Slope (%)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Length (m)	12.3	34.49	36.31	34.84	26.34	
Ground Level (m)	106.130	1.52	108.20	102.800	1.15	104.48
Earth Cover (m)	104.130	1.23	107.89	102.480	1.73	104.72
Sewer Invert Elevation (m)	104.000	1.13	107.72	102.420	1.93	104.88
	105.990	1.08	107.68	102.390	2.11	105.03
	105.870	1.10	107.50	102.480	1.93	104.88
	105.750	1.50	107.78	102.480	1.93	104.88
	105.420	1.40	107.35	102.480	1.93	104.88
	102.970	0.77	104.27	102.480	1.93	104.88
	102.800	1.15	104.48	102.480	1.93	104.88
	102.160	1.20	105.89	102.480	1.93	104.88
	101.890	3.88	104.10	102.480	1.93	104.88
	101.830	3.82	104.18	102.480	1.93	104.88
	101.710	3.89	106.19	102.480	1.93	104.88
	101.720	3.87	105.97	102.480	1.93	104.88
	101.670	3.64	105.84	102.480	1.93	104.88

Cienfuegos

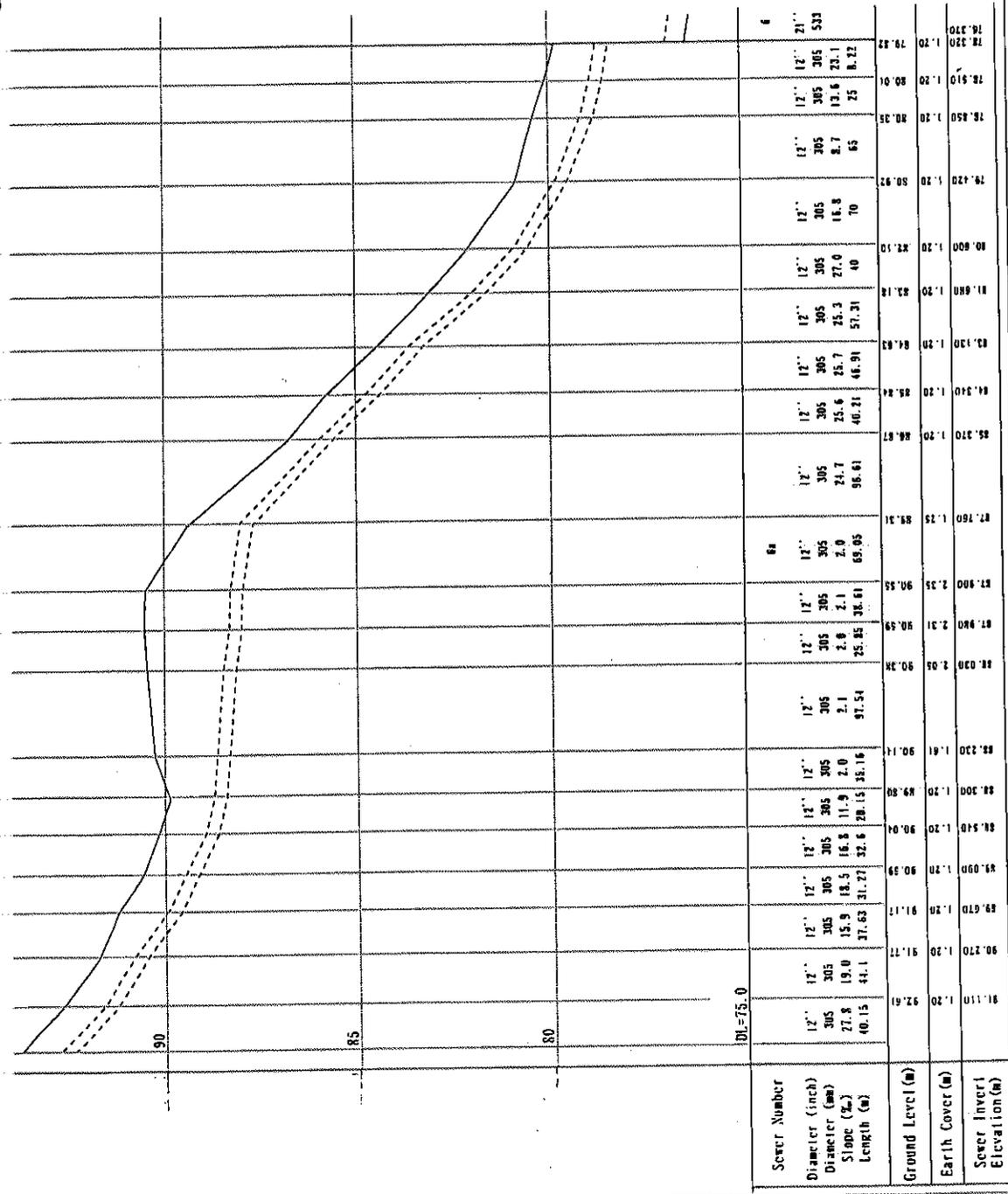


DL=90.0				5				6						
Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)
	21"	533	1.0	28.93		21"	533	1.0	79.07		21"	533	1.0	129
	21"	533	1.0	59.56		21"	533	1.0	74.87		21"	533	1.0	105

Cienfuegos



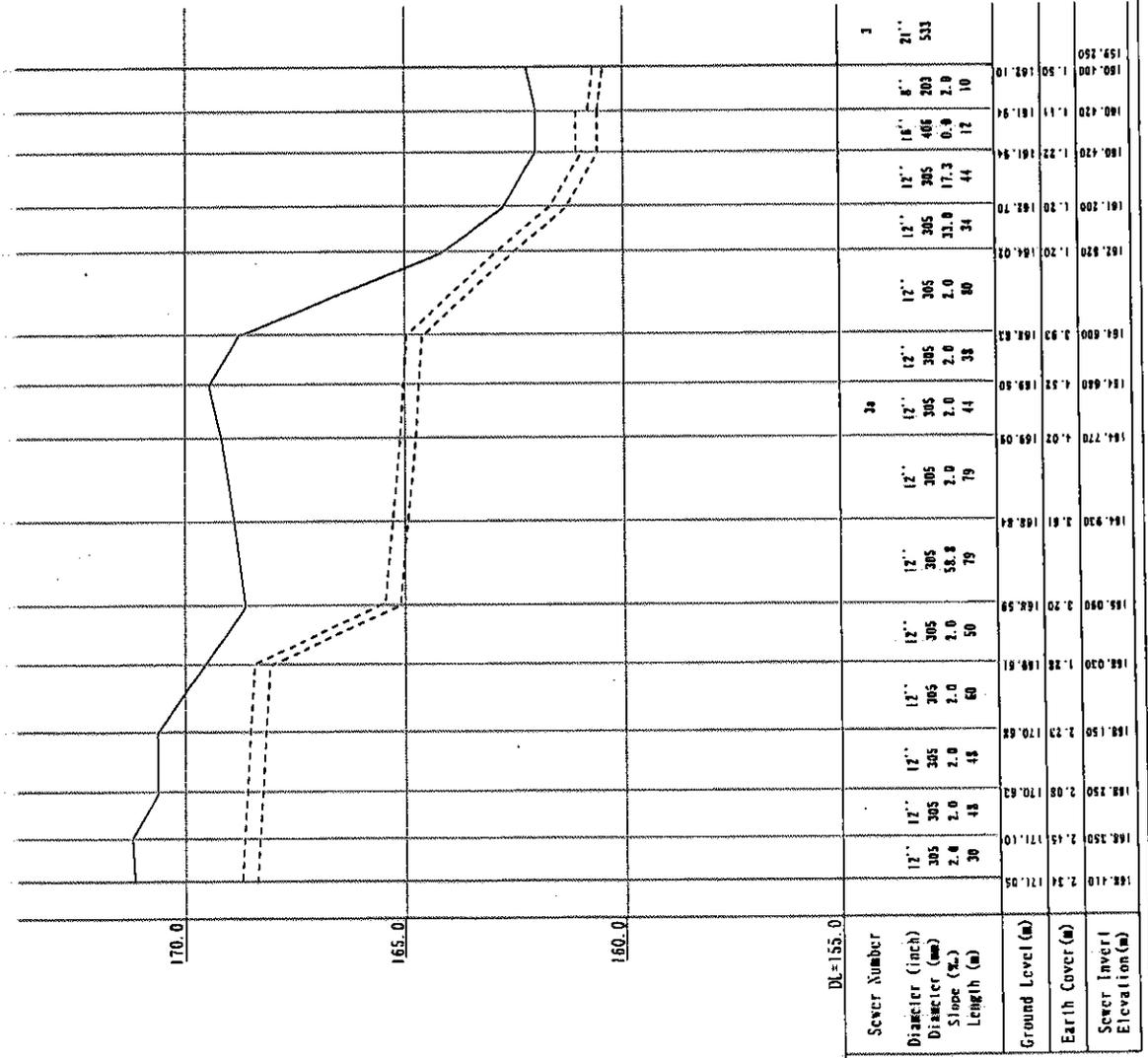
Cienfuegos



Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (cm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
6	12"	30.5	2.1	40.15	92.61	1.20	91.11
6	12"	30.5	2.1	37.63	91.17	1.20	90.27
6	12"	30.5	2.1	31.27	91.17	1.20	89.67
6	12"	30.5	2.1	28.15	90.99	1.20	89.59
6	12"	30.5	2.1	26.85	90.99	2.31	88.98
6	12"	30.5	2.1	25.95	90.59	2.35	87.99
6	12"	30.5	2.1	24.7	89.31	1.15	87.60
6	12"	30.5	2.1	23.7	88.67	1.20	85.37
6	12"	30.5	2.1	23.1	88.67	1.20	84.94
6	12"	30.5	2.1	22.5	88.67	1.20	84.83
6	12"	30.5	2.1	21.7	84.83	1.20	83.18
6	12"	30.5	2.1	21.0	83.18	1.20	81.80
6	12"	30.5	2.1	20.3	81.80	1.20	80.80
6	12"	30.5	2.1	19.6	80.80	1.20	79.42
6	12"	30.5	2.1	18.8	80.92	1.20	78.50
6	12"	30.5	2.1	18.3	80.35	1.20	78.91
6	12"	30.5	2.1	17.7	80.01	1.20	78.32
6	12"	30.5	2.1	17.1	78.32	1.20	76.37
6	12"	30.5	2.1	16.5	76.37	1.20	74.97
6	12"	30.5	2.1	15.9	74.97	1.20	73.57
6	12"	30.5	2.1	15.3	73.57	1.20	72.17
6	12"	30.5	2.1	14.7	72.17	1.20	70.77
6	12"	30.5	2.1	14.1	70.77	1.20	69.37
6	12"	30.5	2.1	13.5	69.37	1.20	67.97
6	12"	30.5	2.1	12.9	67.97	1.20	66.57
6	12"	30.5	2.1	12.3	66.57	1.20	65.17
6	12"	30.5	2.1	11.7	65.17	1.20	63.77
6	12"	30.5	2.1	11.1	63.77	1.20	62.37
6	12"	30.5	2.1	10.5	62.37	1.20	60.97
6	12"	30.5	2.1	9.9	60.97	1.20	59.57
6	12"	30.5	2.1	9.3	59.57	1.20	58.17
6	12"	30.5	2.1	8.7	58.17	1.20	56.77
6	12"	30.5	2.1	8.1	56.77	1.20	55.37
6	12"	30.5	2.1	7.5	55.37	1.20	53.97
6	12"	30.5	2.1	6.9	53.97	1.20	52.57
6	12"	30.5	2.1	6.3	52.57	1.20	51.17
6	12"	30.5	2.1	5.7	51.17	1.20	49.77
6	12"	30.5	2.1	5.1	49.77	1.20	48.37
6	12"	30.5	2.1	4.5	48.37	1.20	46.97
6	12"	30.5	2.1	3.9	46.97	1.20	45.57
6	12"	30.5	2.1	3.3	45.57	1.20	44.17
6	12"	30.5	2.1	2.7	44.17	1.20	42.77
6	12"	30.5	2.1	2.1	42.77	1.20	41.37
6	12"	30.5	2.1	1.5	41.37	1.20	39.97
6	12"	30.5	2.1	0.9	39.97	1.20	38.57
6	12"	30.5	2.1	0.3	38.57	1.20	37.17

Los Salados Treatment Area

Los Salados

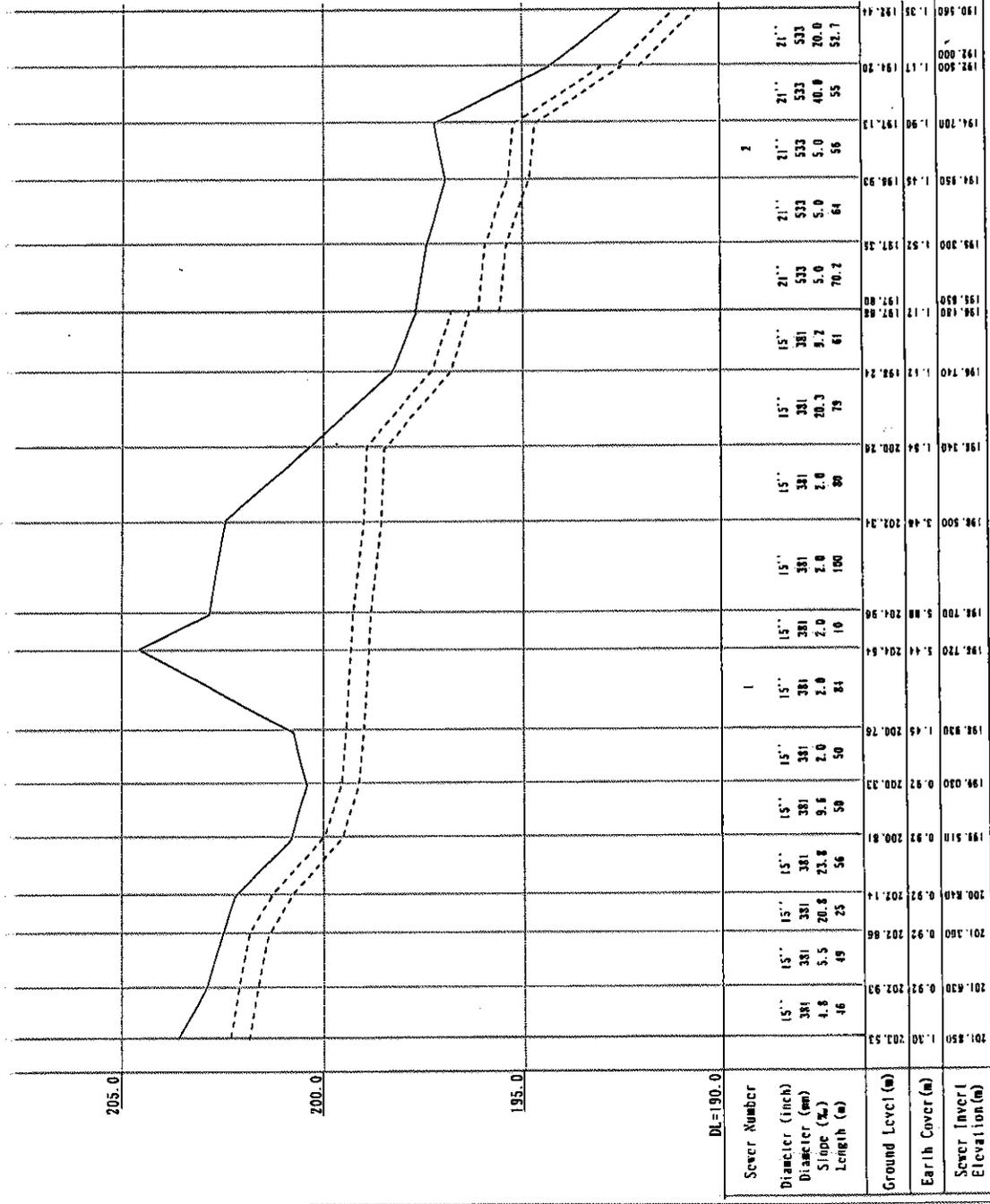


DL=153.0

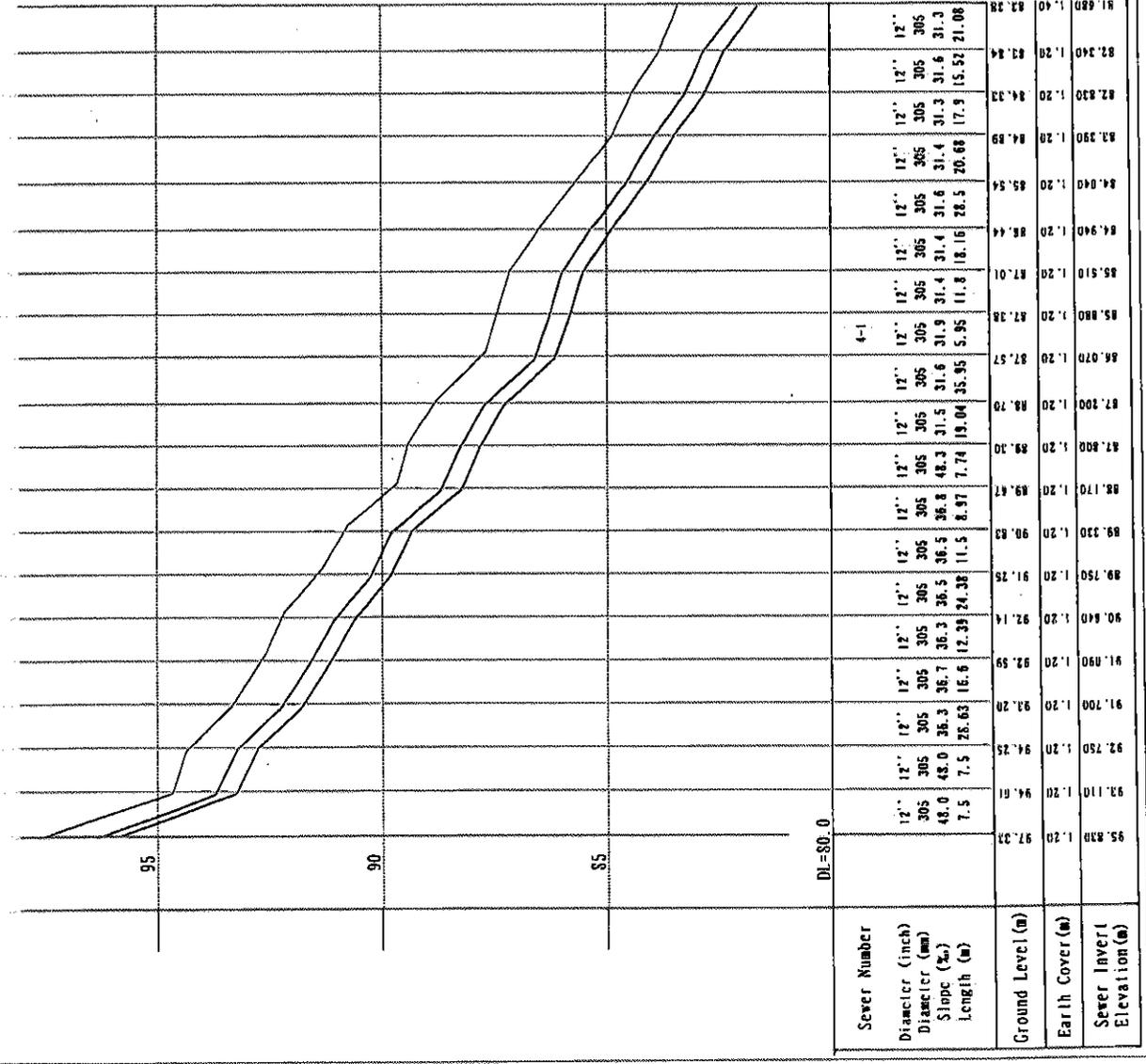
Sewer Number	3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
Diameter (inch)	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	8"	21"
Diameter (mm)	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305	203	533
Slope (%)	2.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Length (m)	30	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	12	10
Ground Level (m)	168.10	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.10
Earth Cover (m)	2.34	2.45	2.08	2.23	1.98	1.98	2.10	1.98	1.98	2.10	1.98	1.98	2.10	1.98	2.10	1.98
Sewer Invert Elevation (m)	168.10	168.25	168.30	168.15	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.15	168.20	168.30	168.10

Zona Sur Treatment Area

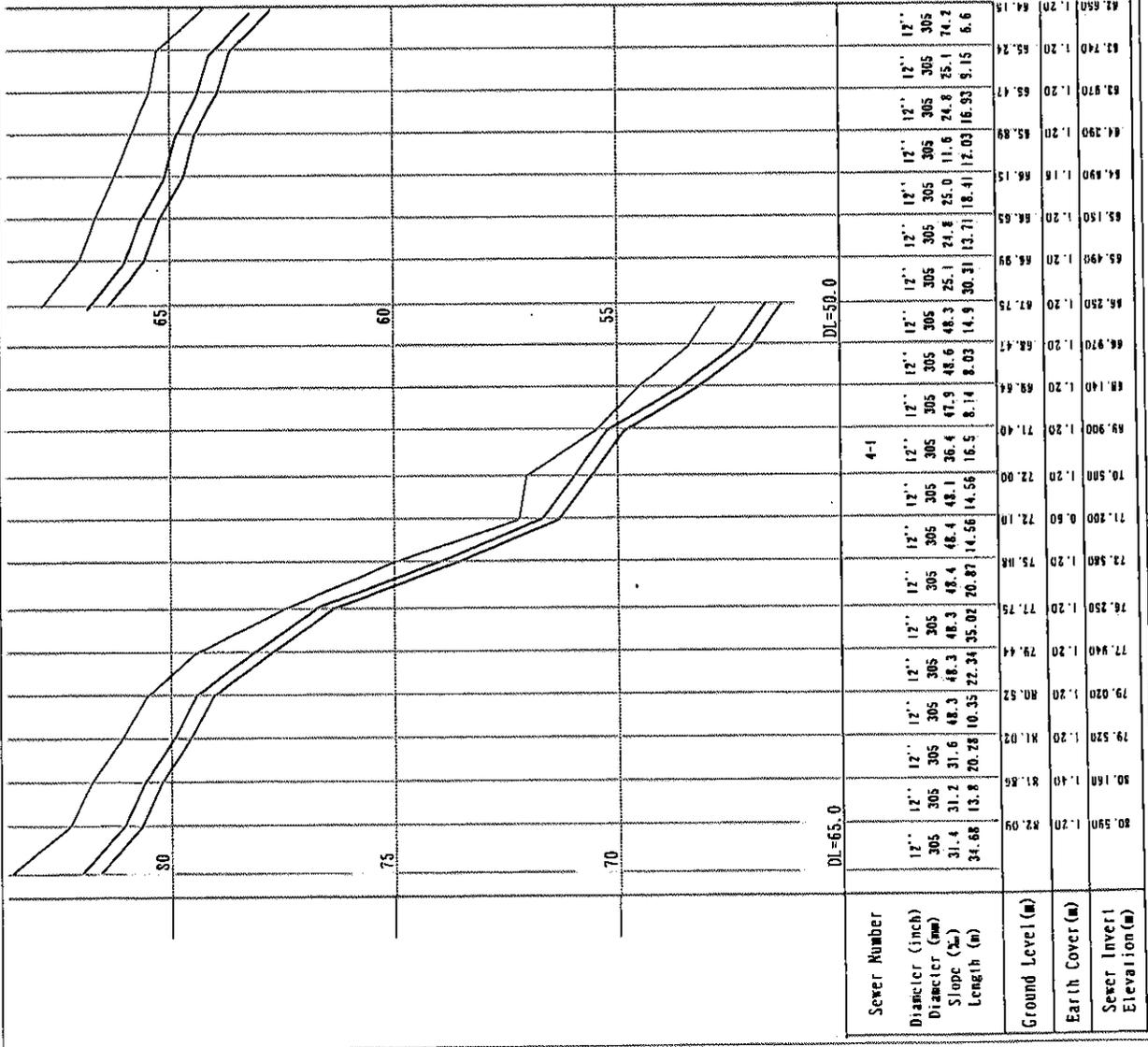
Zona Sur



Zona Sur



Zona Sur



Sewer Number	Diameter (inch)	Diameter (mm)	Slope (%)	Length (m)	Ground Level (m)	Earth Cover (m)	Sewer Invert Elevation (m)
	12"	305	31.2	34.68	82.09	1.20	80.590
	12"	305	31.6	31.4	81.86	1.40	80.160
	12"	305	48.3	22.34	79.44	1.20	79.020
	12"	305	48.3	20.87	75.18	1.20	73.580
	12"	305	48.4	14.56	72.10	0.60	71.200
	12"	305	48.1	16.5	72.00	1.20	70.500
	12"	305	47.9	8.14	71.40	1.20	69.900
	12"	305	48.6	8.03	69.64	1.20	68.140
	12"	305	48.3	14.3	68.47	1.20	66.970
	12"	305	25.1	30.31	67.75	1.20	66.250
	12"	305	24.8	13.71	65.99	1.20	65.490
	12"	305	25.0	18.41	65.15	1.18	64.890
	12"	305	11.6	12.03	65.89	1.20	64.290
	12"	305	24.8	16.33	65.47	1.20	64.970
	12"	305	25.1	9.15	65.24	1.20	63.740
	12"	305	25.1	5.6	64.15	1.20	62.650

APÉNDICE-8.2

INSTALACIÓN DE ALCANTARILLAS EN LECHOS DE RÍOS

1. INTRODUCCIÓN

CORAASAN tiene un plan para instalar varias alcantarillas principales en las reservas de los ríos (lechos de ríos), principalmente en los tributarios del Río Yaque del Norte. Este método de instalación de alcantarillas ha sido aplicado por mucho tiempo en la República Dominicana y otros países de América Latina donde la construcción de alcantarillas principales es difícil ya sea por razones físicas o económicas.

Generalmente, las autoridades del manejo de ríos no motivan estos métodos de construcción debido a que la estructura de alcantarilla en los lechos de ríos pueden obstruir el caudal de las aguas del río, y también hacen los trabajos de mantenimiento del río y de la alcantarilla más difíciles.

Geográficamente, los caudales de los ríos en el Area de Santiago son formados por la erosión del suelo teniendo generalmente profundos lechos de ríos debido a las características del suelo que prevalecen en esta región.

En el sistema de alcantarillado sanitario de Santiago, el método de instalación de alcantarillas en lechos de ríos ha sido practicado en las alcantarillas principales en algunas localizaciones donde este tipo de construcción era inevitable debido principalmente a razones físicas.

El método de instalación de alcantarilla en lechos de ríos tienen algunas ventajas incluyendo:

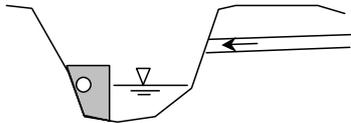
- Topográficamente, los lechos de ríos son generalmente localizados en la partes más bajas del área, de modo que las aguas residuales que bajan desde ambos lados del río pueden ser fácilmente recolectadas por gravedad, y
- Las alcantarillas pueden ser instaladas superficialmente siguiendo las inclinaciones de lechos de ríos, consecuentemente, las construcciones de alcantarillas profundas pueden ser evitadas.

2. INSTALACIÓN EN CAMINOS VERSUS INSTALACIÓN EN LECHOS DE RÍOS

Las alcantarillas son normalmente instaladas en las inmediaciones públicas. Las características topográficas particulares del área son que las inclinaciones de las superficies de los caminos públicos no necesariamente siguen las direcciones naturales del caudal de los ríos, con superficies del camino con ondulaciones marcadas. Bajo estas circunstancias, las alcantarillas principales han sido instaladas profundamente de manera frecuente, o requieren ser provistas de estaciones de bombeo. Estas situaciones son particularmente verdaderas para las alcantarillas principales en los Distritos de alcantarillado de Rafey (Recolector 10) y Los Salados.

Las ventajas y desventajas de las construcciones de alcantarillado en los lechos de río y en los caminos pueden ser resumidas a continuación:

Comparación entre Métodos Alternativos

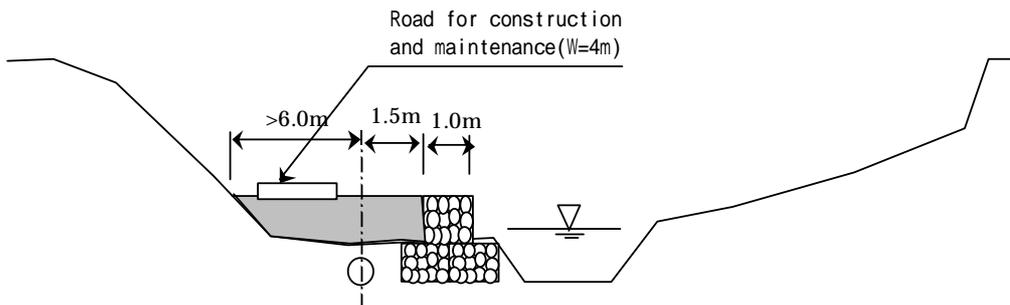
Artículos	Caso-A (Instalación en Lecho de Ríos por CORAASAN)	Caso-B (en inmediaciones públicas)
1. Método de instalación	Instalación de alcantarillas en lechos de ríos	Instalación de alcantarillas en inmediaciones públicas disponibles actuales
2. Recolección de Aguas Residuales	1) Aguas residuales desde ambos lados del río 2) Aguas residuales desde áreas de bajos ingresos junto a ríos	1) Las aguas residuales de un lado del camino (cuando las aguas residuales van a ser recolectadas de ambos lados dos tubos de alcantarilla son requeridos) 2) Debido a que algunos los habitantes de bajos ingresos residen en áreas bajas junto a los ríos, el bombeo debe ser requerido.
3. Elevaciones de tuberías instaladas	Relativamente poca elevación, dentro de $\pm 2m$ del lecho del río. 	Generalmente instalados a mayor elevación que el Caso A, a menos que las alcantarillas sean requeridas para instalarse más abajo de las estructuras cruzadas bajo tierra, como drenajes y tuberías de suministro de agua. 
4. Construcción	Debido a que los cursos de agua permanecen sin tocar y son dejados en sus condiciones naturales, trabajos de preparación significativos son obligatorios para la construcción de alcantarillas, por ej. Drenajes temporales, vías de acceso, etc. La viabilidad involucra la selección de apropiados métodos de construcción, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> ● Transportación de pesados equipos de trabajo hacia el lecho del río. ● Transportación de materiales de tubería hacia los sitios de instalación de las tuberías. Estos problemas pueden ser resueltos proveyendo apropiadas vías de acceso al sitio.	Debido a que los caminos tienen significativos desniveles, las alcantarillas cubiertas por tierra estarán más altas en algunas localizaciones. Excavaciones abiertas no serán posibles para estas alcantarillas tan profundas por razones físicas y económicas, por esto serán necesarios, ya sean construcciones de tubería elevadas, o levantamiento por bombas.

3 SECCIONES DE INSTALACIONES CRUZADAS TÍPICAS EN LECHOS DE RÍOS

3.1 CURSOS ANCHOS DE AGUA (RECOLECTOR 10 Y CAUDAL AGUAS ABAJO DE LOS SALADOS)

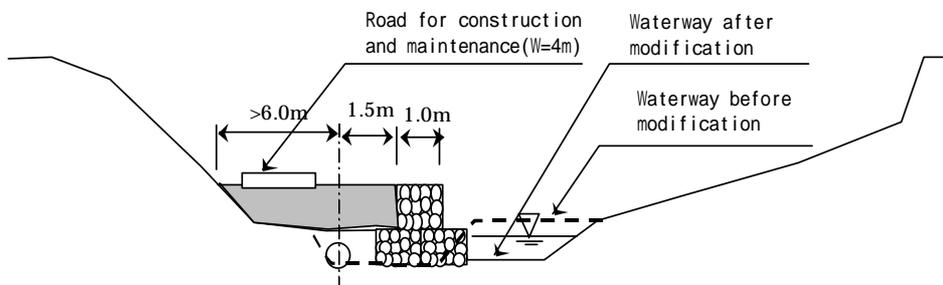
Tipo-A: La alcantarilla es instalada fuera de los cursos de agua

Las tuberías pueden ser instaladas sin muchas modificaciones al contorno del lecho del río.

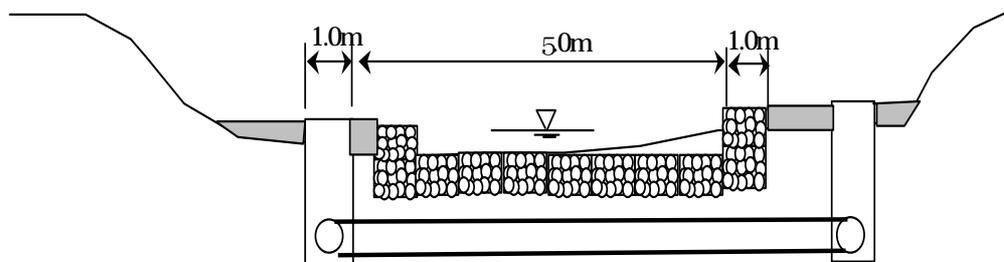


Tipo-B: La alcantarilla es instalada ya sea cerca o en el curso del agua.

El espacio de instalación de la alcantarilla puede ser asegurado moviendo el curso del agua.

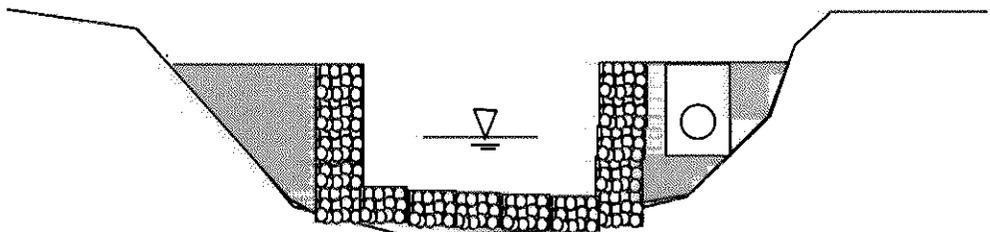


Tipo-C: Cruzando el curso del agua



3.2 CURSOS ESTRECHOS DE AGUA (DISTRITOS URBANOS EN LOS SALADOS Y ZONA SUR)

Tipo-D:



4. MATERIALES DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLAS

Las tuberías de alcantarillado en los lechos de los ríos son algunas veces instalados bajo las elevaciones del nivel del agua, es posible que las tuberías sean ocasionalmente sumergidas cuando llueva. Bajo estas circunstancias, es apropiado que las tuberías de polietileno a prueba de agua o PVC puedan ser utilizadas para prevenir la infiltración del agua.

Aunque el costo de las tuberías de polietileno es mayor que el de las tuberías de concreto, las tuberías de polietileno tienen la ventaja de que son más fáciles de manejar por ser más ligeras.

5. COMPARACIÓN FÍSICA Y ECONÓMICA DE LOS MÉTODOS ALTERNATIVOS

Para propósitos de comparación de los dos métodos alternativos, el Recolector 10 ha sido seleccionado como área representativa, y totalmente estudiado tomando en cuenta las ventajas y desventajas cuantificables y no cuantificables acumuladas a cada método, incluyendo costos y otras condiciones físicas.

5.1 RECOLECTOR 10

5.1.1 RUTAS ALTERNATIVAS

Las condiciones topográficas junto a las rutas del Recolector 10 indican que las inclinaciones de las superficies del terreno de los caminos actuales y planeados son marcados en relación a ondulaciones, siendo la máxima diferencia de elevación del terreno de casi 35 m. Esta condición hace difícil fluir las aguas residuales durante todo el trayecto vía gravedad, en caso de que las alcantarillas sean construidas en los caminos. En particular, en la Ave. Penetración el camino sube y baja sustancialmente, de modo que la elevación de las aguas residuales por medio de una bomba se hace necesario.

Existe un plan de desarrollo de caminos de modo que la Av. Penetración cruce la Av. Salvador Estrella Sadhalá y más adelante extenderse junto a Arroyo Nibaje en el futuro. En concordancia, un plan alternativo puede ser que las alcantarillas avanzarán cruzando la Av. Salvador Estrella Sadhalá junto a la Av. Penetración, y construyendo nuevas tuberías de alcantarillado ya sea con elevaciones

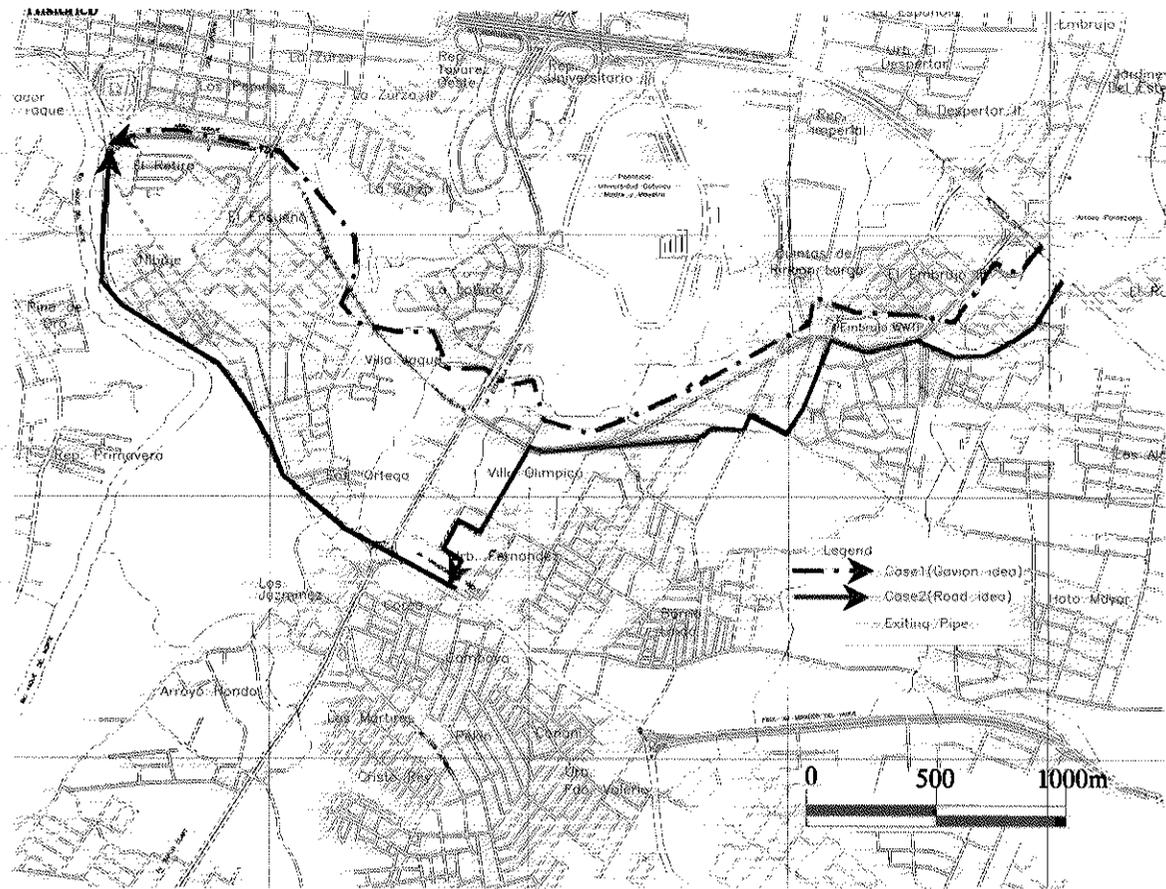
de tubería o con el método de túnel acorazado (cajón).

Esta ruta alternativa tiene sin embargo una desventaja técnica crítica. Después de cruzar la Av. Sadhalá las alcantarillas deben pasar a través de las áreas de baja altura en Villa Jagua. Debido a los terrenos de baja elevación, una estructura de alcantarillado especial que está instalada en la superficie del terreno tiene que estar empleada para mantener la energía potencial de aguas residuales ingresando. También, esta alternativa deberá instalar las alcantarillas considerablemente profundas si todas las aguas residuales son para ser drenadas por gravedad. En vista de esto, este plan fue puesto a un lado desde un principio para estudios posteriores.

En vista de estas condiciones y los resultados de las encuestas topográficas, los perfiles de alcantarillas en estos caminos son desarrollados, y la ruta alternativa (en caminos) más posible para el Recolector 10 es finalmente seleccionado para análisis, como se muestra en el mapa de la localización que se muestra adjunto. Los perfiles de alcantarilla del plan alternativo son mostrados en la figuras anexada al final de este apéndice (para detalles de la encuesta referir al Apéndice-3 Encuesta Topográfica).

Debe de ser notado que la capacidad de WWTP del Embrujo no ha permitido recibir ningún caudal adicional de aguas residuales, y por esto, la idea de traspasar una parte de las aguas residuales al Distrito de Alcantarillado Sanitario del Embrujo no es una solución práctica a menos que la WWTP sea rehabilitada y una adicional capacidad de tratamiento se haga disponible.

Mapa de Localización de Alcantarillas Principales en el Distrito de Alcantarillado Sanitario del Embrujo



5.1.2 COSTOS DE CAPITAL

Los costos de capital son estimados basados en las siguientes condiciones:

- Alcantarillas- costo de construcción unitario (US\$/m, por dos casos, 3.00 m ó menos y más de 3.00 m de profundidad multiplicado por la longitud del alcantarillado;
- Registros- tres tipos diferentes de registros son considerados, con 15m a 30m de espaciamiento de registro; y
- Estaciones de bombeo-según la función de costo desarrollado para las condiciones locales.

Los costos de capital estimados, consecuentemente con lo anterior, se resumen en la tabla siguiente:

Comparación de Casos

Ruta	Caso-1(Lecho del Río)	Caso-2 (Caminos)
Caudal	Caudal por Gravedad	Caudal de gravedad + Caudal de presión
Diámetro (pulgada)	48 pulgadas(RC)	Tubería de Caudal por gravedad : 48 pulgadas (RC) Tubería de Caudal por presión: 30 pulgadas, 36 pulgadas (DCIP)
Longitud (m)	3,780.0m	Tubería de Caudal por gravedad:4,179.0m Tubería de Caudal por presión:1,175.5m Total: 5,354.5m
Costo General (US\$)	-Costo por acceso al camino 3,780m x US\$169/m= US\$638,800 -Costo por eliminación de vegetación 3,780m x US\$9/m= US\$34,000 -Costo de Desagüe &Cimientos TipoA:3,750m x US\$132/m= US\$495,000 Tipo C: 30m x US\$215/m= US\$6,500 -Costo de Gavión TipoA:3,750m x US\$251/m= US\$941,300 TipoC: 30m x US\$308/m= US\$9,200 -Costo de Material de tubería(RC48") 3,780m x US\$ 393/m = US\$638,800 -Costo de Instalación de tubería 3,780m x US\$292/m= US\$1,103,800 -Costo de Registro de tubería 3,780m x US\$273/m= US\$1,103,800 Subtotal= US\$5,746,000 -Costo Indirecto (Subtotal x 30%) 5,746,000 x 30%= US\$1,723,800 <u>TOTAL= US\$7,469,800</u>	- Costo Construcción de Estación Bombeo No.1 Costo Trabajo civil= US\$1,854,900 Costo de Equipo= US\$2,702,700 - Costo Construcción de Estación Bombeo No.2 Costo Trabajo civil = US\$2,123,600 Costo de Equipo = US\$3,145,900 -Costo de Material de Tubería RC48": 4179.0m x133US\$/m= US\$555,800 DCIP30":273.5m x1,086US\$/m= US\$297,000 DCIP36":902.0mx1,326US\$/m= US\$1,196,100 Costo Indirecto (30%)= US\$614,700 -Costo de Instalación Tubería RC48": 4179m x US\$214/m= US\$894,300 DCIP30":273.5m x453US\$/m= US\$123,900 DCIP36":902.0m x539US\$/m= US\$486,200 Costo Indirecto (30%)= US\$451,300 -Costo de Registro de Tubería RC48": 4179.0m x273US\$/m= US\$1,140,900 Costo Indirecto (30%)= US\$342,300 <u>TOTAL= US\$15,929,500</u>

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como puede verse de la tabla de arriba, los costos de capital para el Caso-2 (instalación de alcantarilla en las inmediaciones) es más del doble del Caso-1, debido al alto costo requerido para las estaciones de bombeo. La provisión de estaciones de bombeo fueron consideradas debido a que los caminos tienen ondulaciones marcadas de elevaciones de terreno, lo cual requerirá probablemente alto costo y métodos de construcción complicados técnicamente, como elevaciones de tubería, túneles acorazados (cajón), etc.

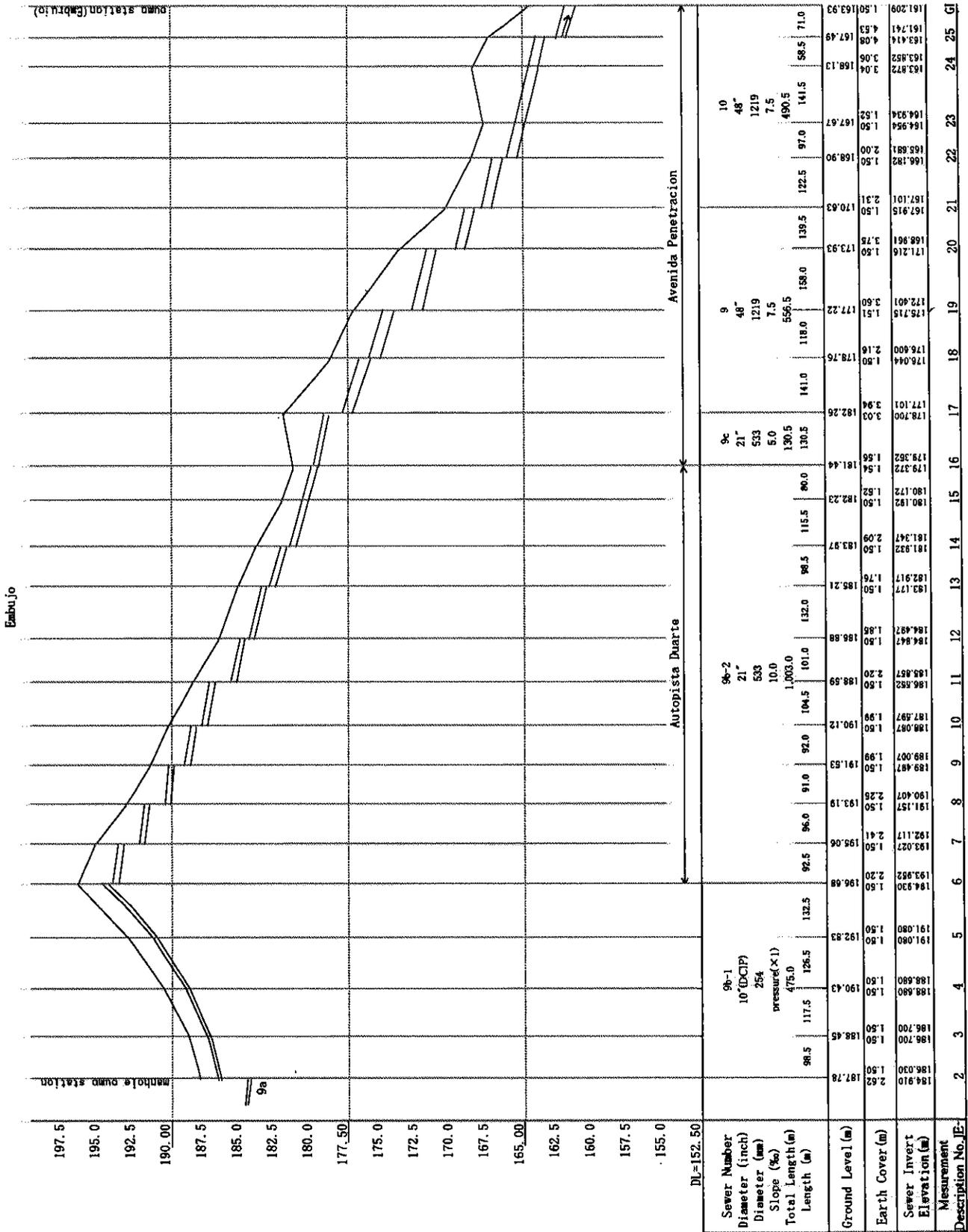
Las estaciones de bombeo con capacidad de 30m³/min. requieren una considerable energía para elevar todo ese caudal de aguas residuales a una altura hasta de 35 m, lo cual va probablemente a agregar costos de O/M a los costos de capital.

De las discusiones de arriba y el resultado de los costos estimados de los planes de alternativas, parece ser que el método del lecho del río es más ventajoso que el de los caminos públicos en este

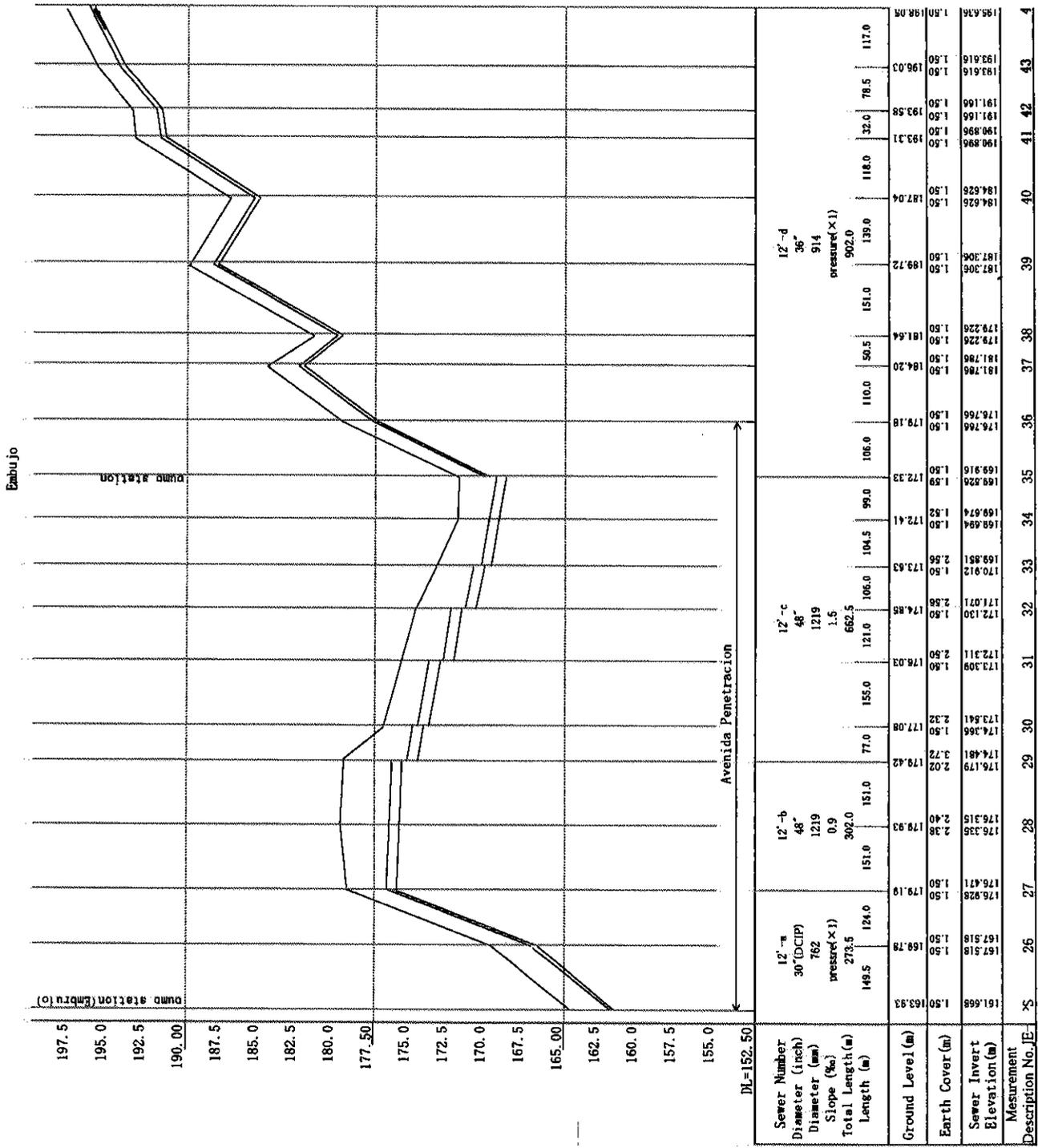
sector, dado que las autoridades de los ríos aprueban este plan y las alcantarillas son apropiadamente diseñadas.

Para la implementación de la construcción de la alcantarilla en el lecho del río debería tomarse en consideración lo siguiente:

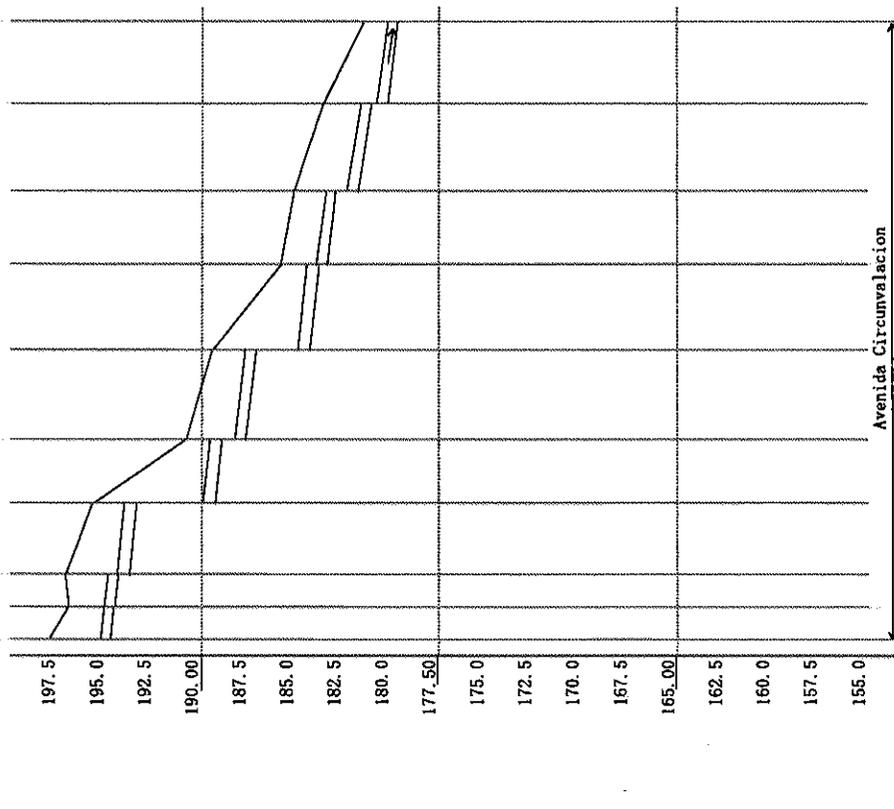
- Asegurar la provisión de apropiados caminos de acceso para el mantenimiento de la tubería;
- Remover periódicamente la maleza y recortes de árboles en las áreas aledañas de las rutas de tubería. Esto prevendrá efectivamente la intrusión de raíces de árboles en las alcantarillas a través de las juntas de tuberías o registros.
- Proveer cercas de seguridad u otras medidas apropiadas, donde el camino público y los niveles de vías de agua son significativamente diferentes, para proteger el personal de mantenimiento/operación;
- Instalar la tubería del alcantarillado tan alta como sea posible en la vía del agua;
- Utilizar alineamiento de curvatura para las alcantarillas donde sea apropiado (particularmente para alcantarillas de gran tamaño), de modo que se reduzca el número de registros);
- Adoptar cubiertas de registro a prueba de agua en las localidades donde los registros se puedan sumergir en el agua durante las lluvias;
- Utilizar cubiertas de registros robustas que no sean fácilmente rompibles;
- Proteger las tuberías de concreto donde sean utilizadas;
- Cubrir las tuberías de alcantarillas y registros con concreto, para prevenir la infiltración y flote de las alcantarillas;
- Obtener aprobación por las autoridades de ríos para la instalación de tuberías en lechos de ríos;
- Tomar acción por el posible asentamiento de los residentes de Villa Jagua y Arroyo Nibaje; y
- Discutir las partidas de costo para las construcciones en los lechos de ríos junto a las autoridades concernientes.



Station	9b-1 10" (DCIP) 254 pressure(x1) 475.0	9b-2 21" 533 10.0 1,000.0	9c 21" 533 5.0 130.5	9 48" 1219 7.5 556.5	10 48" 1219 7.5 490.5
2	187.78				
3	188.45				
4	190.43				
5	192.83				
6	194.90				
7	195.06				
8	193.19				
9	191.57				
10	190.407				
11	189.007				
12	187.597				
13	186.087				
14	184.487				
15	182.917				
16	181.347				
17	179.776				
18	178.206				
19	176.636				
20	175.066				
21	173.496				
22	171.926				
23	170.356				
24	168.786				
25	167.216				
DL=152.50					
Ground Level (m)	187.78	188.45	190.43	192.83	194.90
Earth Cover (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sewer Invert Elevation (m)	186.030	186.700	188.680	190.407	191.157
Measurement Description No. JE	2	3	4	5	6

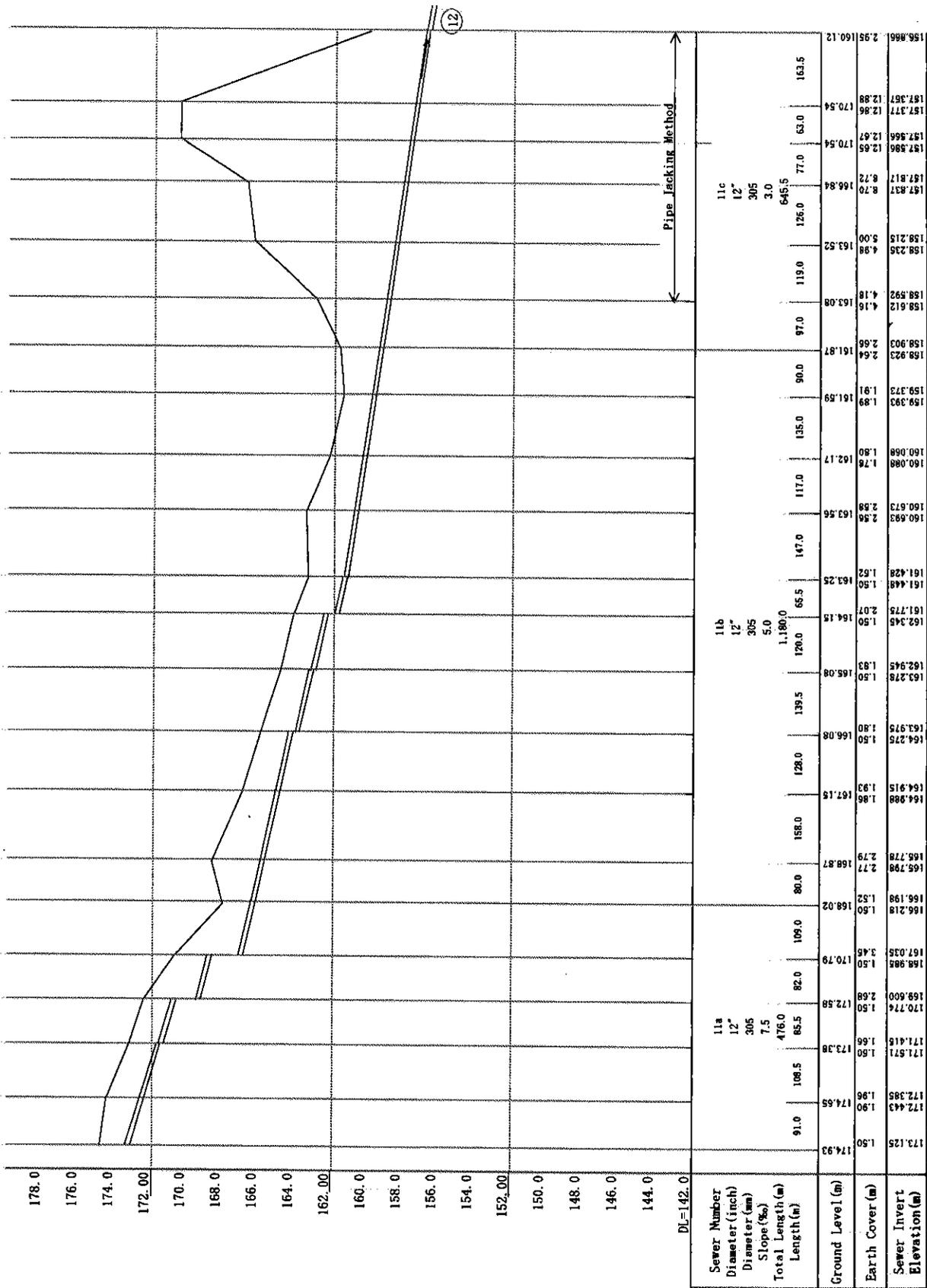


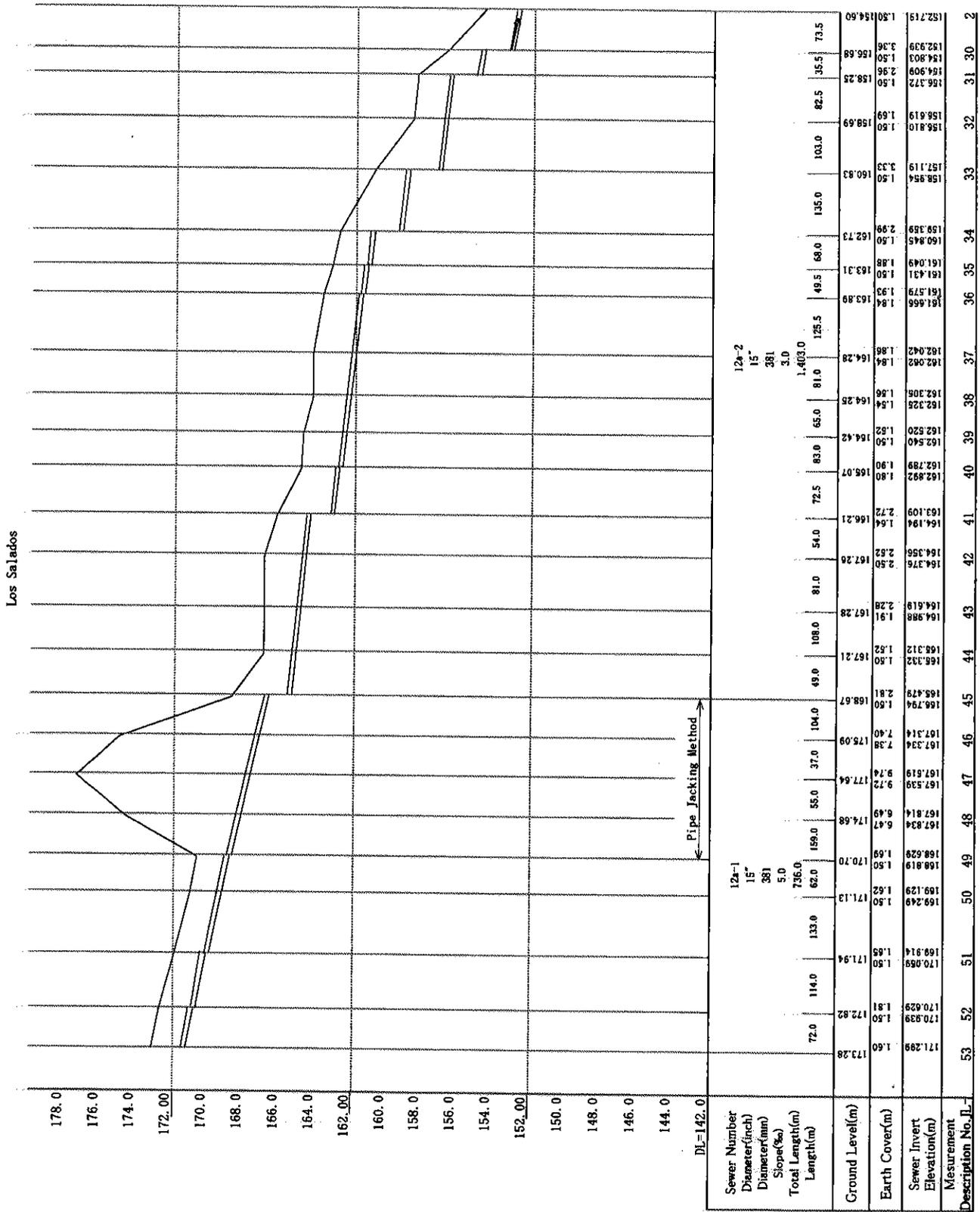
Embojo

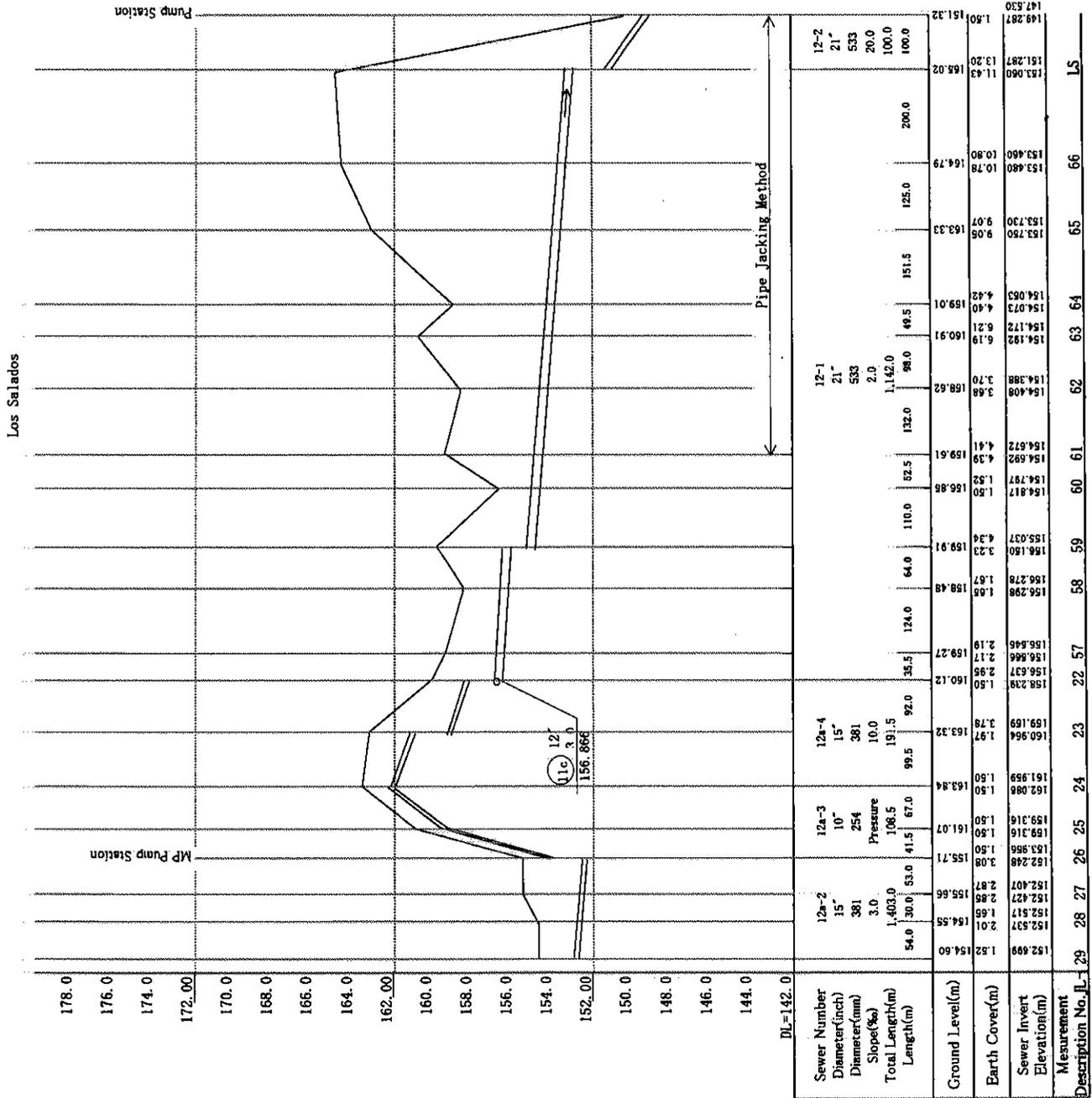


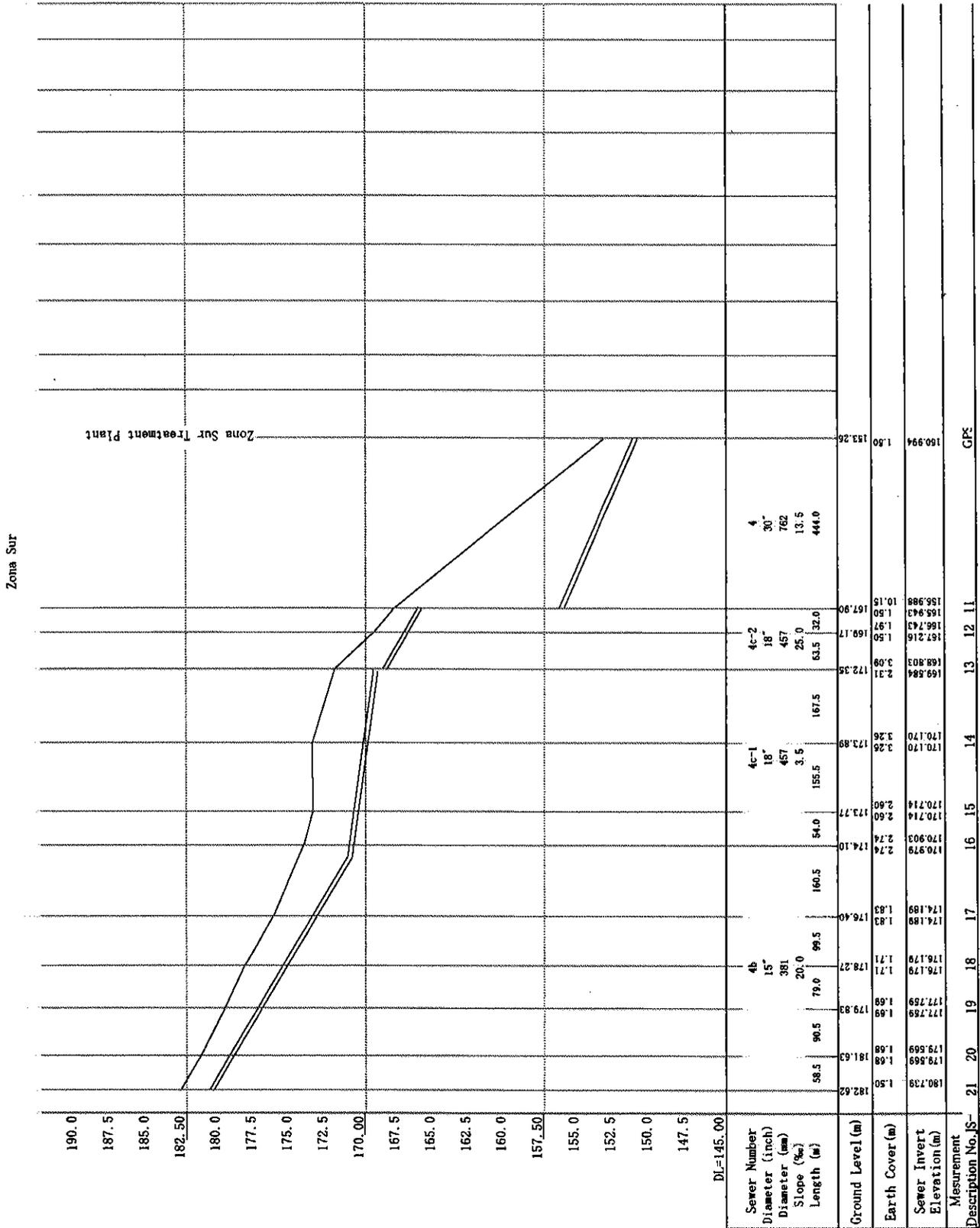
DL=152.50		12" - 48"		140.5	
Sewer Number	1219	143.0	121.5	146.5	140.5
Diameter (inch)	48"	143.0	121.5	146.5	140.5
Diameter (mm)	1219	143.0	121.5	146.5	140.5
Slope (%)	7.5	143.0	121.5	146.5	140.5
Total Length(m)	967.5	143.0	121.5	146.5	140.5
Length (m)	25.5	30.5	111.0	97.0	152.0
Ground Level (m)	194.511	2.32	198.05	195.77	189.37
Earth Cover (m)	194.320	1.80	197.04	191.05	188.34
Sewer Invert Elevation (m)	194.072	2.11	197.40	191.05	187.29
Measurement	193.881	2.30	197.40	189.61	186.61
Description No.	44	45	46	47	48
	49	50	51	52	53

Los Salados









Zona Sur

