CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (CICYT)

ESTUDIO Y DISEÑO HIDROSANITARIO DEL PROYECTO PUERTO SANTA ANA - GUAYAQUIL

Remberto Alvarado Gorozabel[1], Byron Erazo Vargas[2]

1 Egresado de la Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra 2005

2 Director de Tesis de Grado, Ingeniero Civil Sanitario Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Civil 1981, Profesor en la Universidad Católica de Guayaquil (1986-1994), Profesor en la ESPOL desde 2001

RESUMEN

El diseño hidrosanitario de una ciudad o una urbanización garantiza el confort y la salud de las personas que los habitan. Con Puerto Santa Ana mejorarán las condiciones sanitarias desde el Barrio Las Peñas hasta el colegio Domingo Santistevan en un área total de 9.8 Ha. en la ciudad de Guayaquil, lo cual contribuirá al desarrollo socio económico del sector, a través del turismo y el comercio creando nuevas fuentes de trabajo temporales y permanentes. Esta es la razón para elaborar este proyecto en base de la experiencia local.

El presente trabajo se refiere a un documento que sirva como un manual de procedimiento para el diseño y cálculo del Sistema Hidro-Sanitario para Puerto Santa Ana, desde la normativa a aplicar, hasta el cálculo por tablas, pasando por la explicación de los conceptos básicos para el cálculo aritmético.

ABSTRACT

The hidrosanitary design of a city or an urbanization guarantees comfort and health to those who inhabit it. With Puerto Santa Ana will improve the sanitary conditions from the ward “Las Peñas” to the “Domingo Santistevan” Highschool into an area of 9.8 Ha in the Guayaquil city, what will contribute to the development social and economic of the sector, this is the main reason to elaborate this project based in local experience.

The present work refers to a document that is useful as procedure manual for the design and calculation of the Hidrosanitary System for Puerto Santa Ana, from the normative to apply, until the calculation using charts, going by the explanation of the basic concepts for the arithmetic calculation.

INTRODUCCION

Puerto Santa Ana producirá un mejoramiento socioeconómico integral, no sólo por las plazas de trabajo temporal generadas durante el período de la construcción que durará aproximadamente 3 años, sino también por los puestos de trabajo fijo que se generarán una vez inaugurado el proyecto. Además de constituir un indudable atractivo turístico para nacionales y extranjeros se puede decir que Puerto Santa Ana es uno de los proyectos urbanísticos de mayor importancia para la ciudad de Guayaquil.

Por tal motivo este trabajo propone diseñar un sistema Hidrosanitario conforme a les exigencias dadas por la Municipalidad de Guayaquil.

ANTECEDENTES

Puerto Santa Ana es la continuación del Master Plan para la regeneración Urbana del Malecón de la ciudad de Guayaquil, hay que recordar también que Puerto Santa Ana estará ubicado en las antiguas instalaciones de la Compañía de Cervezas Nacionales.

CONTENIDO

1.1.-SISTEMA DE AGUA POTABLE

1.1.1.-CONSUMOS

Descripción	Área (HA)	Densidad (Hab/Ha)	Población (Hab)	Dotación (l/d)	Consumo (l/d)
Etapa 1A	1.0	1200	1200	200	240000
Etapa 1B	2.6	1200	3120	200	624000
Etapa 2	6.2	1200	7440	200	1488000
Total	9.8		11760		2352000

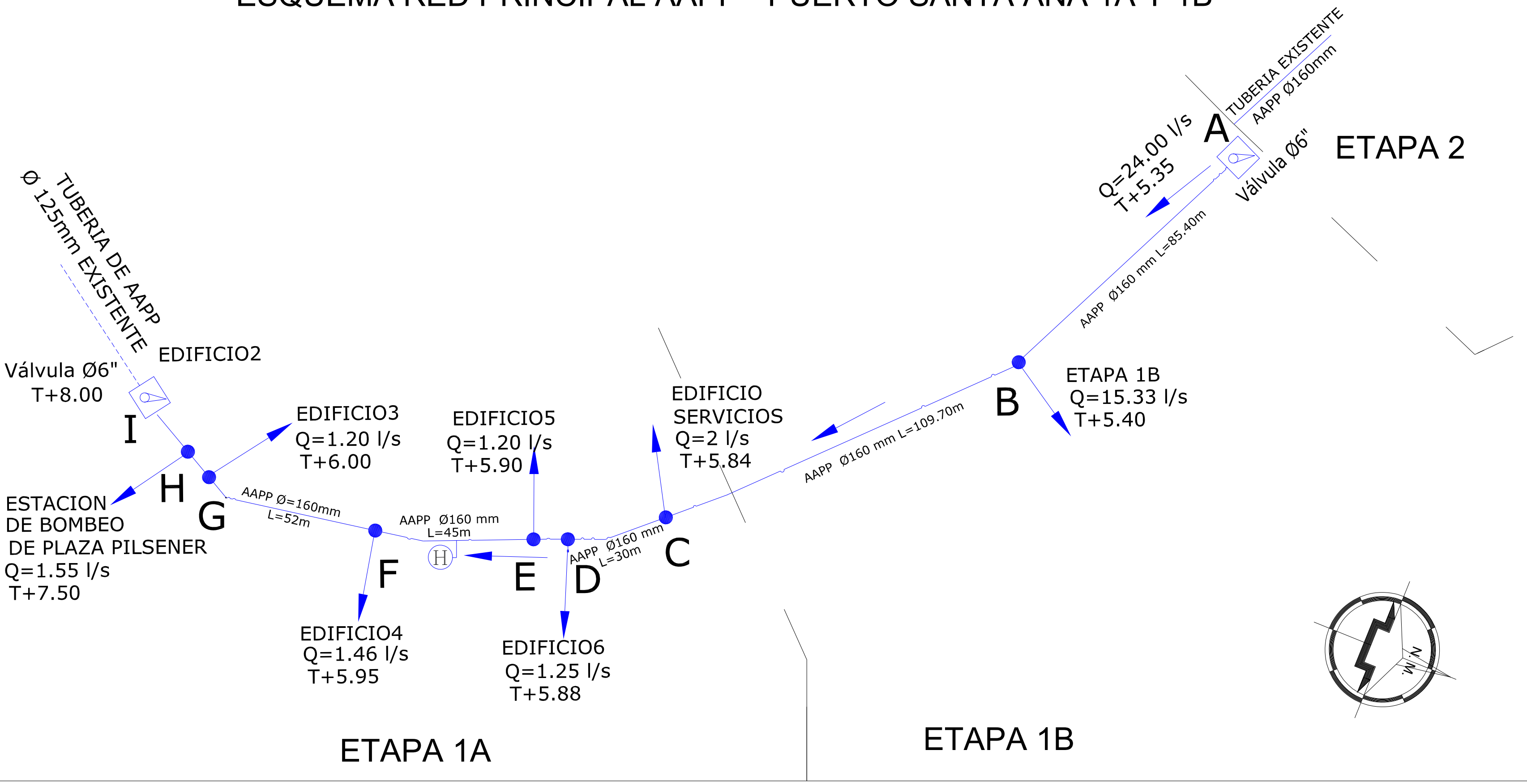
1.3.2.-TRAZADOS DE L A RED

La red de distribución que se propone para las Etapas 1A y 1B es el método de distribución ramificada y para la Etapa 2 se establecen 2 circuitos cerrados.

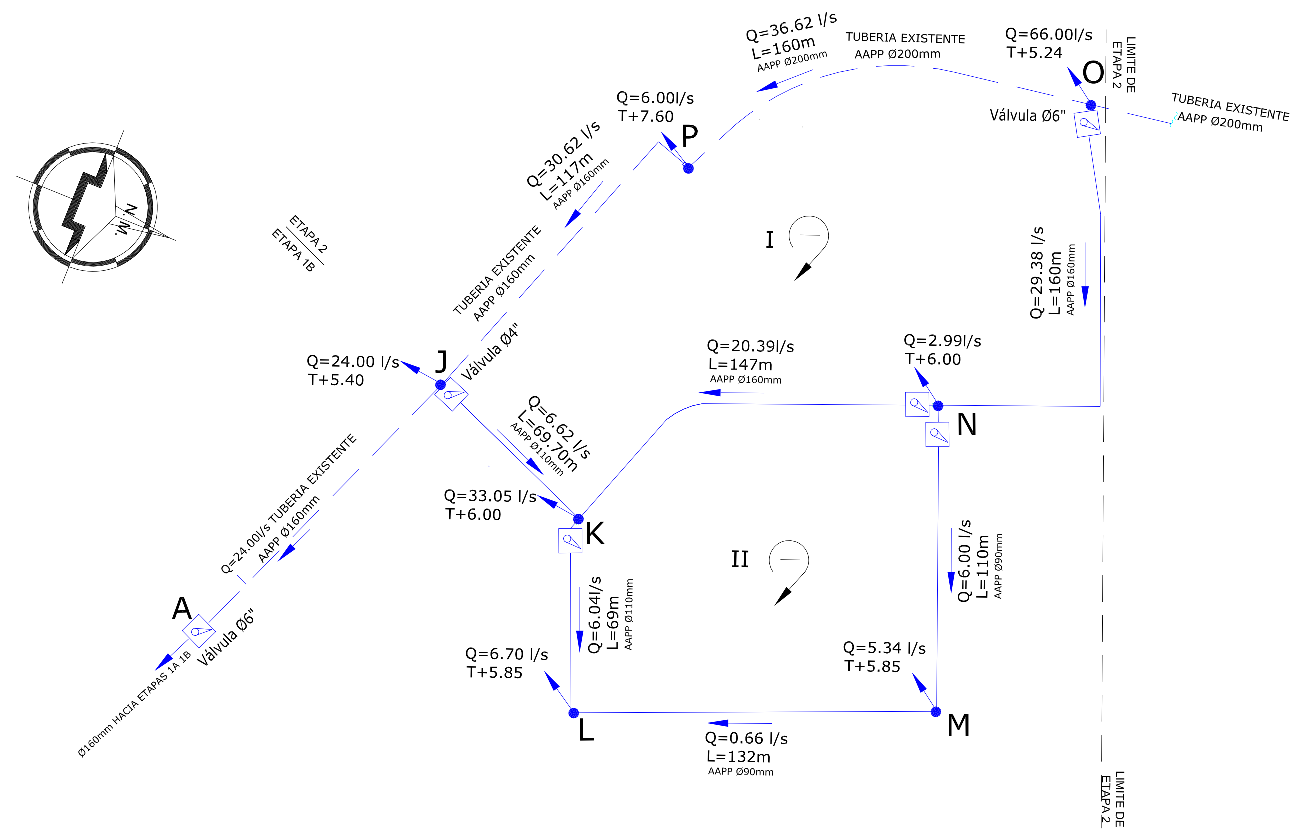
El método de distribución ramificada consiste en una tubería principal o arteria maestra de la que se derivan arterias secundarias, de las que a su vez parten otras de tercero o cuarto orden, cada vez menores y en forma análoga a los nervios de una hoja.

Para realizar el cálculo en este tipo de red, se asume que cada punto recibe agua sólo por un camino, siendo en consecuencia los diámetros cada vez más reducidos, a medida que las tuberías se alejan de las arterias principales.

ESQUEMA RED PRINCIPAL AAPP - PUERTO SANTA ANA 1A Y 1B



ESQUEMA RED PRINCIPAL AAPP - PUERTO SANTA ANA ETAPA 2



1.3.3.-CALCULOS Y RESULTADOS
ETAPAS 1A Y 1B

Tabla1.-Cuadro de pérdidas de carga en tubería principal

TRAMO		Longitud m	Caudal Lts/seg	Diámetro mm	Velocidad m/seg.	J % m/100 m	Pérdida de carga (m)
A			24,00	160			0,014
A	B	85,4	24,00	160	1,19	0,847	0,724
B	C	109,7	8,67	160	0,43	0,129	0,141
C	D	30	6,67	160	0,33	0,079	0,024
D	E	10	5,42	160	0,27	0,054	0,005
E	F	45	4,22	160	0,21	0,034	0,015
F	G	52	2,76	160	0,14	0,015	0,008
G	H	10	1,56	160	0,08	0,005	0,001
H	I	20	0,01	160	0,00	0,000	0,000
I			0,01	160			0,014
							0,946

Tabla 2.-Cálculo de presión remanente

NUDO	Cota del Terreno m	Presión. Disponible m	Pérdidas de Carga m	Presión Remanente m
A	5,35	17,50	0,014	17,49
B	5,84	17,01	0,738	16,27
C	5,88	16,97	0,761	16,21
D	5,90	16,95	0,767	16,18
E	5,95	16,90	0,782	16,12
F	6,00	16,85	0,790	16,06
G	7,50	15,35	0,791	14,56
H	8,00	14,85	0,791	14,06

ETAPA 2

Tabla 3.- METODO HARDY CROSS

(1) TRAMO		(2) LONGITUD m	(3) CAUDAL Q (l/s)	(4) CAUDAL Q (m3/seg)	(5) DIAMETRO mm	D^2 m	(6) VELOCIDAD m/seg.	(7) J % m/ m	(8) PERDIDA/CARGA h (m)	(9) h/ Q	(10) ΔQ	(11) Q+ΔQ
CIRUITO I												
O	N	160	29.38	0.029	160	0.0256	1.46	0.011	-1.736	0.109	0.00146	29.38
N	K	147	20.39	0.020	160	0.0256	1.01	0.006	-0.811	0.074	0.00146	20.39
O	P	160	36.62	0.037	200	0.04	1.17	0.006	0.880	0.044	-0.00146	36.62
P	J	117	30.62	0.031	160	0.0256	1.52	0.012	1.370	0.083	-0.00146	30.62
J	K	69.7	6.62	0.007	110	0.0121	0.70	0.004	0.297	0.083	-0.00146	6.62
									0.000	0.284		
CIRUITO II												
N	M	110	6.00	0.006	90	0.0081	0.94	0.009	-1.037	0.320	0.00070	6.00
M	L	132	0.66	0.001	90	0.0081	0.10	0.000	-0.021	0.059	0.00070	0.66
N	K	147	20.39	0.020	160	0.0256	1.01	0.006	0.811	0.074	-0.00070	20.39
K	L	69	6.04	0.006	110	0.0121	0.64	0.004	0.248	0.076	-0.00070	6.04
									0.000	0.528		

Tabla 5.-Cálculo de presión remanente

NUDO	Cota del Terreno m	Presión. Disponible m	Pérdidas de Carga m	Presión Remanente m
J	5.40	19.84	2.250	17.59
K	6.00	19.24	2.547	16.69
L	5.85	19.39	2.795	16.60
M	5.85	19.39	2.773	16.62
N	6.00	19.24	1.736	17.50
O	5.24	20.00		20.00
P	7.60	17.64	0.880	16.76

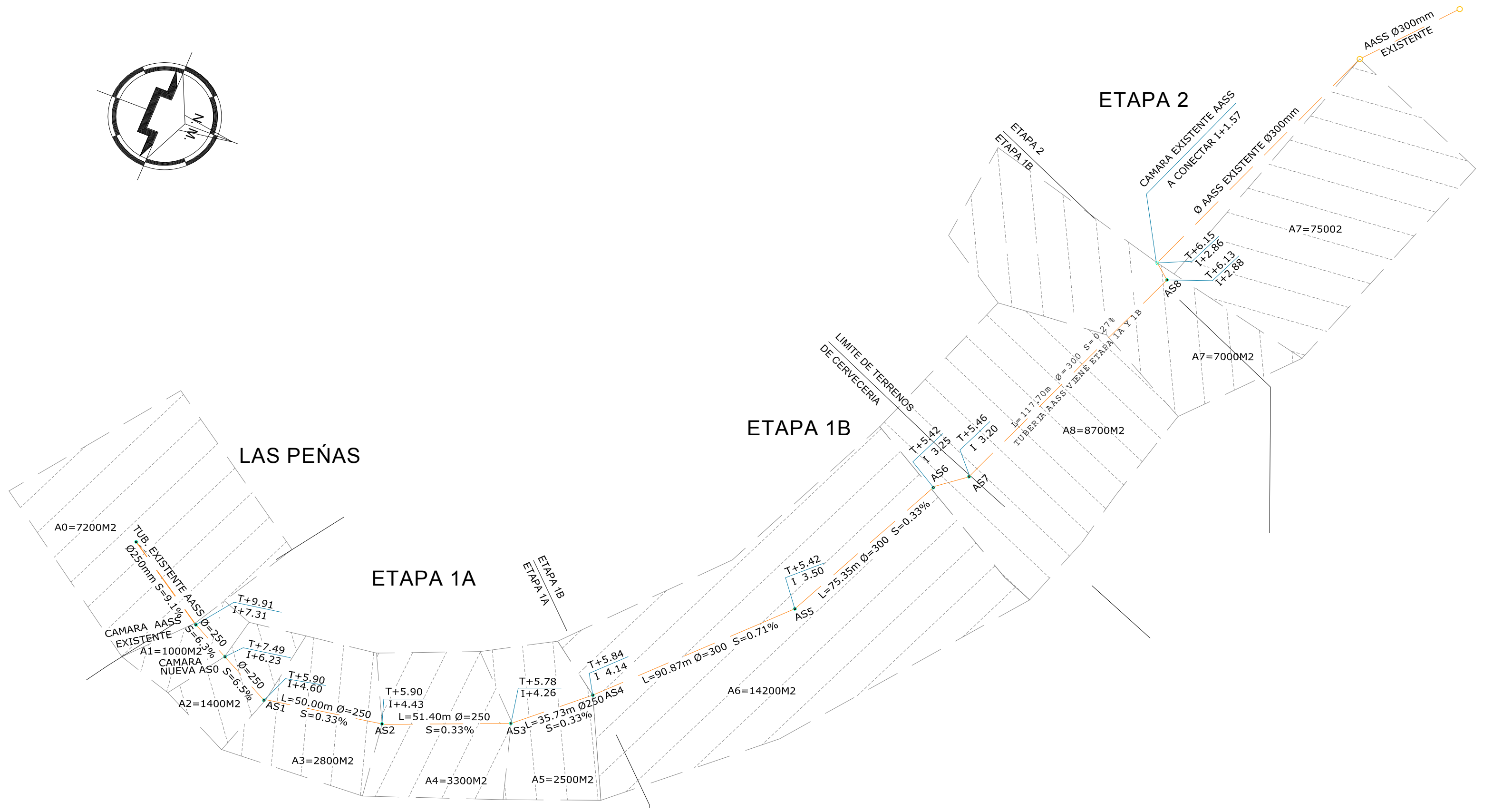
1.4.-SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS

1.4.1.-GENERALIDADES

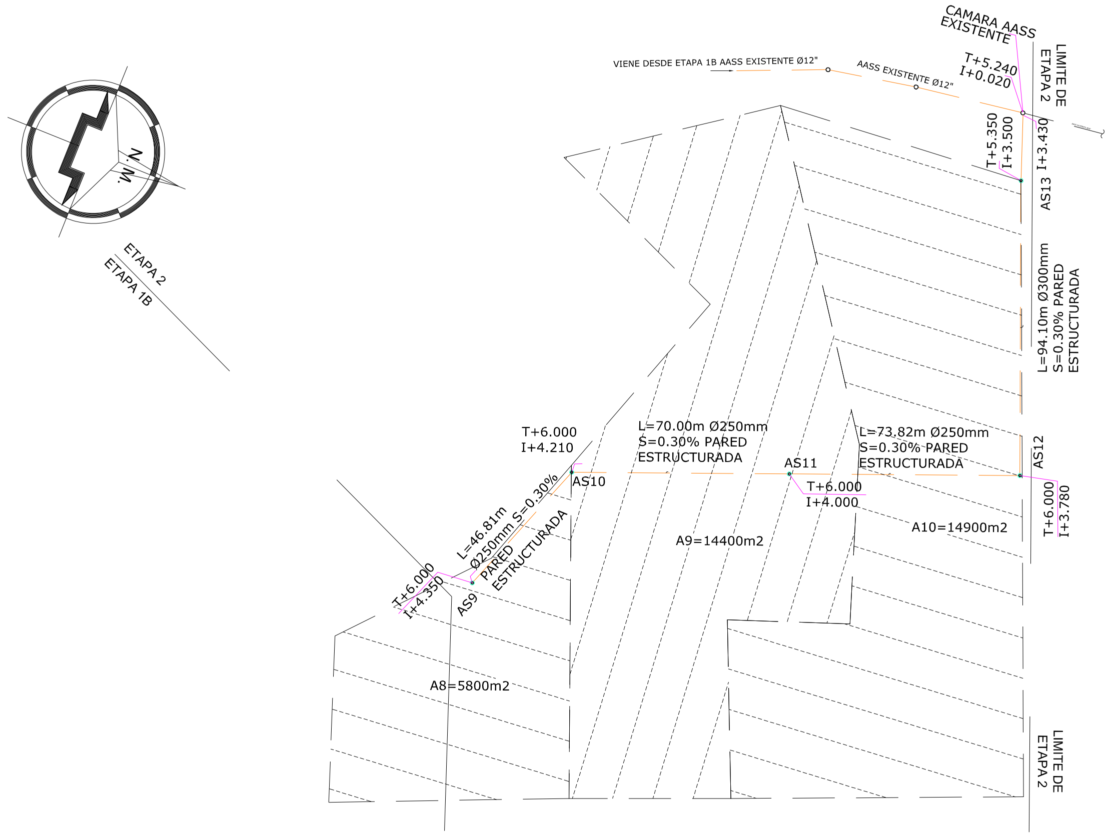
- Estudios preliminares existentes (Topografía, Redes, Colectores y Cámaras existentes).
- Parámetros hidráulicos (Consumo, población, factor de mayoración y velocidad).
- Normativas y recomendaciones locales que al igual que para los otros sistemas sanitarios son emitidas por la empresa Interagua.
- Viabilidad técnica y económica de las soluciones propuestas.

1.4.2.-TRAZADO DE LOS COLECTORES DE AGUAS SERVIDAS

ESQUEMA RED PRINCIPAL AASS - PUERTO SANTA ANA ETAPAS 1A Y 1B



ESQUEMA RED PRINCIPAL AASS - PUERTO SANTA ANA ETAPA 2



CALCULO DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS
OBRA: "PUERTO SANTA - ETAPAS 1A y 1B"

UBICACIÓN: Cerro Santa Ana y Calle Numa Pompilio Llona

POZO	Longitud (m)	Población Parcial	Población Acum.	Factor M	Caudal de Aguas Residuales Tributaria Media	Caudal de Aguas Residuales Acumulado (l/seg)	Caudal de Aguas Residuales q	D (mm)	m (o/o)	Tubo Lleno V (m/seg)	Tubo Lleno Q (l/seg)	q/Q	d/D	d (cm)	v/V	v	H (m)	Cotas Terreno	Cotas Proyecto	Corte
COLECTOR AS																				
CAMARA EXISTENTE AASS																		9.91	7.31	2.60
	17.15	1150	1150	2	2.13	2.13	4.26	***250***	***6.30***	3.95	194	0.020	0.10	2.43	0.39	1.55	1.08			
AS0																		7.49	6.23	1.26
	25.07	120	1270	2	0.22	2.35	4.70	***250***	***6.50***	4.02	197	0.020	0.10	2.43	0.39	1.58	1.63			
AS1																		5.90	4.60	1.30
	50.00	168	1438	2	0.31	2.66	5.33	***250***	***0.33***	0.91	45	0.120	0.23	5.85	0.67	0.61	0.17			
AS2																		5.90	4.43	1.47
	51.40	336	1774	2	0.62	3.29	6.57	***250***	***0.33***	0.90	44	0.150	0.26	6.55	0.72	0.65	0.17			
AS3																		5.78	4.26	1.52
	35.73	396	2170	2	0.73	4.02	8.04	***250***	***0.33***	0.91	45	0.180	0.29	7.18	0.76	0.69	0.12			
AS4																		5.84	4.14	1.70
	90.87	300	2470	2	0.56	4.57	9.15	***300***	***0.71***	1.50	106	0.090	0.20	6.09	0.62	0.93	0.65			
AS5																		5.42	3.50	1.92
	77.35	1704	4174	2	3.16	7.73	15.46	***300***	***0.33***	1.01	72	0.220	0.32	9.57	0.80	0.81	0.25			
AS6																		5.42	3.25	2.17
	15.35		4174	2	0.00	7.73	15.46	***300***	***0.33***	1.02	72	0.210	0.31	9.33	0.79	0.81	0.05			
AS7																		5.46	3.20	2.26
	117.70	1296	5470	2	2.40	10.13	20.26	***300***	***0.27***	0.92	65	0.310	0.38	11.46	0.88	0.82	0.32			
AS8																		6.13	2.88	3.25
	8.35	1488	6958	2	2.76	12.89	25.77	***300***	***0.27***	0.92	65	0.390	0.43	13.02	0.94	0.87	0.02			
CAMARA EXISTENTE AASS																		6.15	2.86	3.29

CALCULO DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS
OBRA: "PUERTO SANTA ANA - ETAPA 2

UBICACIÓN: Calle Juan Xavier Marcos y río Guayas

		Población		Factor	Caudal de Aguas Residuales					Tubo								Cotas		
POZO	Longitud	Parcial	Acum.	M	Tributaria	Acumulado		D	m	Lleno		q/Q	d/D	d (cm)	v/V	v	H	Terreno	Proyecto	Corte
	(m)				Media	(l/seg)	q	(mm)	(o/o)	V (m/seg)	Q (l/seg)						(m)			
COLECTOR AS																				
AS9																		6.00	4.35	1.65
	46.81	1275	1275	2	2.36	2.36	4.72	***250***	***0.30***	0.66	33	0.140	0.25	6.33	0.71	0.47	0.14			
AS10																		6.00	4.21	1.79
	70.00		1275	2	0.00	2.36	4.72	***250***	***0.30***	0.66	33	0.140	0.25	6.33	0.71	0.47	0.21			
AS11																		6.00	4.00	2.00
	73.82	1154	2429	2	2.14	4.50	9.00	***250***	***0.30***	0.66	33	0.280	0.36	9.05	0.86	0.57	0.22			
AS12																		6.00	3.78	2.22
	94.10	1154	3583	2	2.14	6.64	13.27	***300***	***0.30***	0.75	53	0.250	0.34	10.23	0.83	0.62	0.28			
AS13																		5.35	3.50	1.85
	20.55	2367	5950	2	4.38	11.02	22.04	***300***	***0.30***	0.75	53	0.420	0.45	13.56	0.96	0.72	0.06			
CAMARA EXISTENTE AASS																		5.24	3.43	1.81

1.5.-SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

1.5.1.-TRAZADO DE LOS COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS

El método a utilizarse será el racional por lo que para su diseño y cálculo se dispone de la Tabla 1 (Ver ítem 5.7) se describirá dicha planilla de la siguiente forma:

1. Pozo o Cámara
2. Longitud del tramo en m
3. Área de influencia para el tramo en estudio en Ha
4. Coeficiente de escorrentía %
5. Área acumulada en Ha
6. Tiempo de concentración acumulado en min
7. Tiempo de concentración parcial en min
8. Escurrimiento (l/seg/Ha)
(2.78*Columna4*0.01*(-27.116*LN(Columna6)+169.16)
9. Escurrimiento Total (l/seg)(Columna5*Columna8)
10. Diámetro de la tubería en mm
11. Pendiente del tramo %
12. Velocidad del fluido a tubo lleno en m/s (determinada según la fórmula de Manning)
13. Caudal en l/seg (Columna 12 * Area de la sección)
14. Relación hidráulica q/Q (Ver tabla en ítem 5.7)
15. Relación hidráulica d/D (Ver tabla en ítem 5.7)
16. Altura de agua d (cm)
17. Relación hidráulica v/V (Ver tabla en ítem 5.7)
18. Velocidad del fluido v(m/seg)
19. DH Desnivel (m) (Columna2*Columna11)
20. Cota del terreno en el Pozo o Cámara
21. Cota del invert del tubo en el Pozo o Cámara
22. Altura de corte del terreno.

CALCULO DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	L	AREA (Ha.)			T. cocent. (min)		Escurrimiento q(l/seg)		D	s	LLENA		q/Q	d/D	d	v/V	v	DH	COTAS		
											V	Q									
POZO	m	Propia	% imper.	Total	de llegada	de esc.	por Ha.	Total	mm	%	m/seg	l/seg			(cm)		m/s	(m)	Terreno	Proyecto	Corte

CALCULO DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS
OBRA: "PUERTO SANTA ANA - ETAPA 1A"

UBICACIÓN: Cerro Santa Ana y Calle Numa Pompilio Llona

POZO O	Longitud	AREA (Ha.)			T. cocent. (min)		Escurrimiento q (l/se		D	s	LLENA		q/Q	d/D	d (cm)	v/V	v	DH	COTAS		
PUNTO	m	Propia	% imper.	Total	de llegada	de esc.	por Ha.	Total	mm	%	V m/seg	Q l/seg					m/seg	(m)	Terreno	Proyecto	CORTE
COLECTOR AL0 - D1																					
AL0																			7.89	6.92	0.97
	23.02	0.290	90	0.290	5.00	0.08	314	91	***400***	***9.50***	5.11	642	0.14	0.253	10.12	0.71	3.63	2.19			
AL 1																			6.05	4.73	1.32
	17.15	0.130	90	0.420	5.08	0.19	313	131	***400***	***0.80***	1.48	186	0.70	0.617	24.68	1.08	1.60	0.14			
D1 Río Guayas																			5.85	4.59	1.26
COLECTOR AL2 - D2																					
AL2																			5.90	4.40	1.50
	23.83	0.500	90	0.500	5.00	0.24	314	157	***400***	***1.00***	1.66	209	0.75	0.646	25.84	1.10	1.83	0.24			
D2 Río Guayas																			5.90	4.16	1.74
COLECTOR AL3 - AL5																					
AL3																			5.78	4.40	1.38
	29.40	0.370	90	0.370	5.00	0.33	314	116	***400***	***0.80***	1.48	186	0.62	0.570	22.80	1.05	1.55	0.24			
AL4																			5.78	4.16	1.62
	25.80	0.140	90	0.510	5.33	0.29	310	158	***400***	***0.80***	1.48	186	0.85	0.708	28.32	1.12	1.66	0.21			
AL5																			5.42	3.95	1.47
(En Etapa 1B)																					

CALCULO DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS
OBRA: "PUERTO SANTA ANA - ETAPA 1B"

UBICACIÓN: Cerro Santa Ana y Calle Numa Pompilio Llona

	L	AREA (Ha.)			T. cocent. (min)		Escurrimiento q(l/seg)		D	s	LLENA		q/Q	d/D	d	v/V	v	DH	COTAS		
											V	Q									
POZO	m	Propia	% imper.	Total	de llegada	de esc.	por Ha.	Total	mm	%	m/seg	l/seg			(cm)		m/s	(m)	Terreno	Proyecto	Corte
COLECTOR AL5 - AL7																					
AL5 Recibe Etapa 1A																			5.420	3.95	1.47
	43.00	0.510	90	0.510	5.62	0.45	306	156	***450***	***0.80***	1.60	254	0.61	0.564	25.38	1.05	1.68	0.34			
AL7																			5.420	3.60	1.82
COLECTOR AL9 - AL7																					
AL9																			5.380	3.98	1.40
	60.60	0.280	90	0.280	5.00	0.73	314	88	***400***	***0.70***	1.39	175	0.50	0.500	20.00	1.00	1.39	0.42			
AL8																			5.375	3.56	1.82
	28.17	0.150	90	0.430	5.73	0.28	305	131	***400***	***1.00***	1.66	209	0.63	0.576	23.04	1.06	1.76	0.28			
AL6																			5.370	3.28	2.09
	21.56	0.270	90	0.700	6.01	0.19	302	211	***500***	***0.60***	1.94	381	0.55	0.529	26.45	1.02	1.98	0.13			
AL7																			5.420	3.15	2.27
COLECTOR AL7 - D3																					
AL7																			5.420	3.15	2.27
	34.00	0.430	90	1.640	12.27	0.23	253	415	***500***	***1.00***	2.50	491	0.85	0.708	35.40	1.12	2.80	0.34			
D3 Río Guayas																			5.000	2.81	2.19

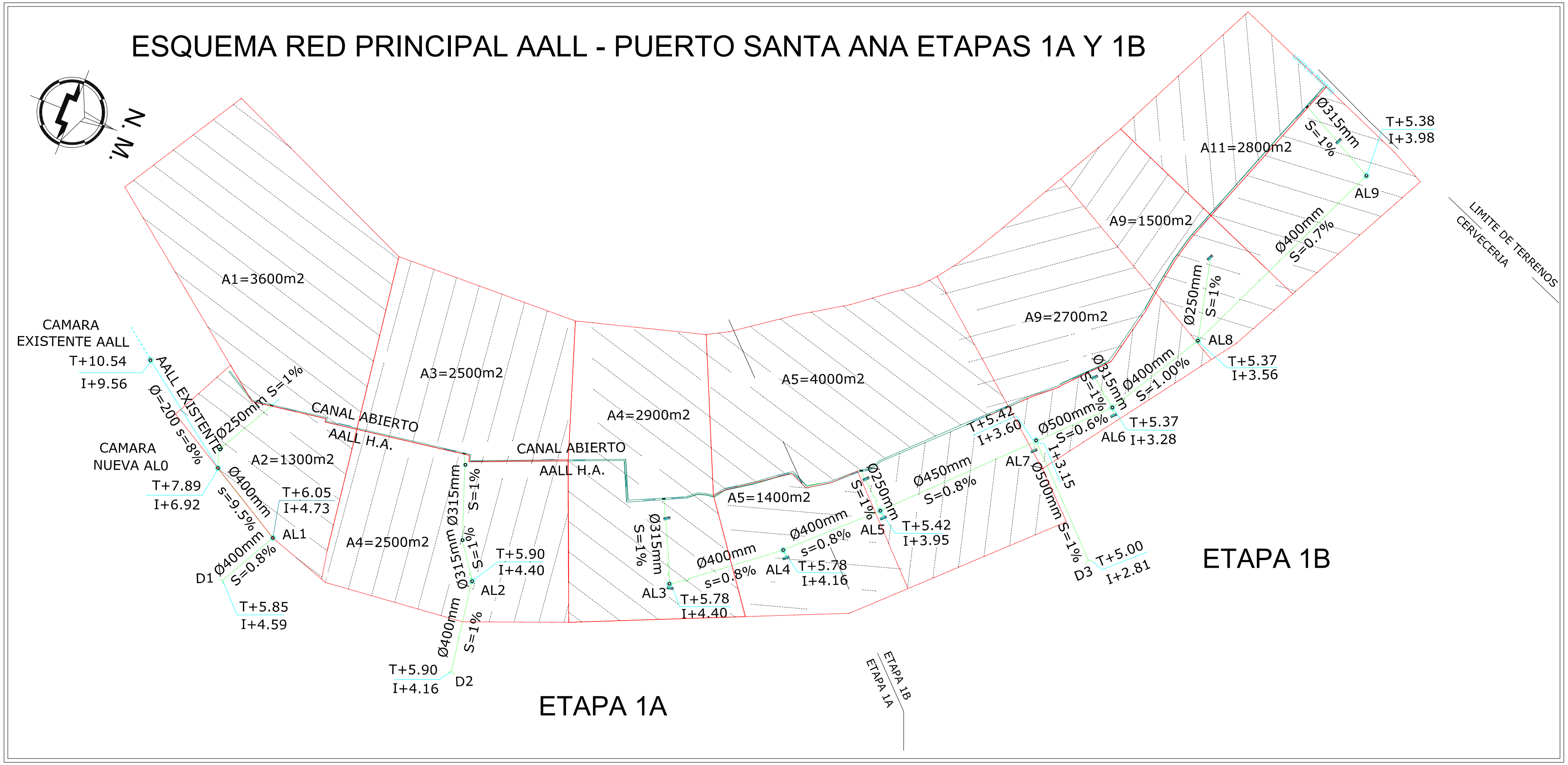
CALCULO DEL ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS

OBRA: "PUERTO SANTA ANA - ETAPA 2"

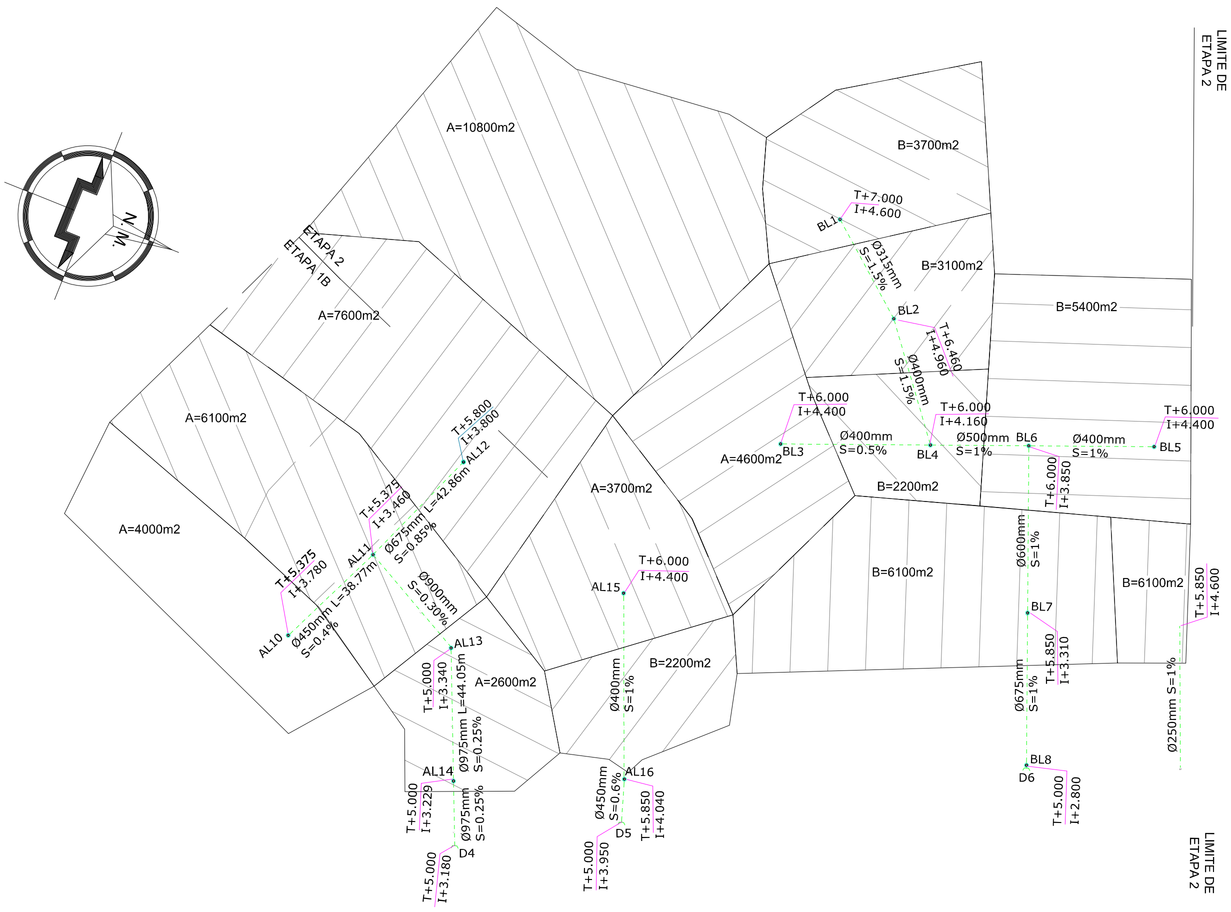
UBICACIÓN: Calle Juan Xavier Marcos y río Guayas

POZO	L m	AREA (Ha.) Propia	AREA (Ha.) % imper.	AREA (Ha.) Total	T. cocent. (min) de llegada	T. cocent. (min) de esc.	Escurrimiento q(l/seg) por Ha.	Escurrimiento q(l/seg) Total	D mm	s %	LLENA V m/seg	LLENA Q l/seg	q/Q	d/D	d (cm)	v/V	v m/s	DH (m)	COTAS Terreno	COTAS Proyecto	Corte
COLECTOR BL																					
BL1-BL4																					
BL1																			7.000	***5.500***	1.50
	36.00	0.370	90	0.370	10.00	0.36	267	99	***300***	***1.50***	***1.68***	119	0.83	0.696	20.88	1.12	1.88	0.54			
BL2																			6.460	***4.960***	1.50
	42.10	0.300	90	0.670	10.36	0.35	265	178	***400***	***1.50***	***2.03***	255	0.70	0.617	24.68	1.08	2.19	0.63			
BL4																			6.000	***4.330***	1.67
BL3-BL4																					
BL3																			6.000	***4.400***	1.60
	48.20	0.460	90	0.460	10.00	0.69	267	123	***400***	***0.50***	***1.17***	147	0.84	0.702	28.08	1.12	1.31	0.24			
BL4																			6.000	***4.160***	1.84
BL4-BL6																					
BL4																			6.000	***4.160***	1.84
	31.11	1.350	90	1.350	10.71	0.27	262	354	***500***	***1.00***	***1.92***	377	0.94	0.771	38.55	1.14	2.19	0.31			
BL6																			6.000	***3.850***	2.15
BL5-BL6																					
BL5																			6.000	***4.400***	1.60
	40.10	0.540	90	0.540	10.00	0.40	267	144	***400***	***1.00***	***1.66***	209	0.69	0.611	24.44	1.08	1.79	0.40			
BL6																			6.000	***4.000***	2.00
BL6-D6																					
BL6																			6.000	***3.850***	2.15
	53.85	1.890	90	1.890	10.98	0.41	261	493	***600***	***1.00***	***2.17***	614	0.80	0.677	40.62	1.11	2.41	0.54			
BL7																			5.850	***3.310***	2.54
	49.00	0.610	90	2.500	10.00	0.35	267	668	***675***	***1.00***	***2.35***	841	0.79	0.671	45.29	1.11	2.61	0.49			
BL8																			5.850	***2.820***	3.03
	2.00		90	2.500	10.00	0.01	267	668	***675***	***1.00***	***2.35***	841	0.79	0.671	45.29	1.11	2.61	0.02			
D6																			5.000	***2.800***	2.20

ESQUEMA RED PRINCIPAL AALL - PUERTO SANTA ANA ETAPAS 1A Y 1B



ESQUEMA RED PRINCIPAL AALL - PUERTO SANTA ANA ETAPA 2



1.6.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

- El estudio y diseño hidrosanitario de Puerto Santa Ana satisface totalmente las demandas del área de estudio.
- El estudio y diseño hidrosanitario de Puerto Santa Ana satisface a todas las recomendaciones y sugerencias de la empresa Interagua.
- Los materiales especificados para Puerto Santa Ana son los que mayor tiempo de vida y mejores características técnicas ofrecen en la actualidad; la facilidad y rapidez para la instalación de la tubería de pared estructurada es importante para este tipo de obras en que los tiempos de ejecución son cortos, las tapas de hierro fundido ofrecen una resistencia ideal para el tráfico peatonal y vehicular, además de ser herméticas lo que reduce el caudal de infiltración ofrecen un agradable efecto visual.
- Se ha diseñado un sistema de alcantarillado separado, el Alcantarillado Sanitario descargará en el Sistema existente de aass y el Alcantarillado Pluvial descargará en el río Guayas.
- Con este proyecto se mejorarán las condiciones sanitarias en dicho sector, lo cual contribuirá al desarrollo socio económico del mismo, a través del turismo y el comercio lo cual significará nuevas fuentes de trabajo.
- Se recomienda para este tipo de diseños en donde los espacios para alojar las tuberías es limitado por los edificios existentes y por las demás instalaciones, mantener una constante coordinación con los diferentes Dptos. Técnicos de los promotores de la obra, lo cual permite una conciliación entre todas las instalaciones involucradas para el proyecto y de esta forma se pueda obtener un diseño óptimo para los contratistas constructores.
- Se recomienda que para todas las construcciones previstas a futuro para el uso de locales de comida o similares se diseñen Sistemas de Interceptores de Grasas los cuales realizarán un pre tratamiento a las aguas residuales de este tipo. antes de su descarga al Alcantarillado Sanitario.

1.7.-REFERENCIAS

1. HERNÁNDEZ M. AURELIO, Abastecimiento y Distribución de Agua, Tercera Edición, Editorial Paraninfo S.A.

2. MERRITT – LOFTIN – RICKETTS, Manual del Ingeniero Civil, Cuarta Edición, Tomo III, Editorial Mc. Graw Hill

3. Construcción y Desarrollo, Publicación Técnica de la Cámara de la Construcción de Guayaquil, Febrero del 2004

4. Normas Tentativas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Sistemas de Alcantarillado de la empresa Interagua.

5. Diseño de Alcantarillados de Alta Tecnología, Ing. Juan Saldarriaga, MSc. University of Newcastle upon Tyne, UK

Revisado por.- **BYRON ERAZO VARGAS**
INGENIERO CIVIL - SANITARIO