



Ingenieros Geotécnicos, S.A.

APARTADO POSTAL 0823-04232 Panamá
Tels. 279-0014/0366/0413, Fax. 279-0365, Web Site: http://www.ingeotec.net

Proyecto: **Villas del Naranjal
Pedregal, Panamá
Sistema de Acueducto**

Calculado: **Francisco L. Carrasco T**
Revisado: _____
Fecha: **28-Mar-07**
Hoja: **1** DE: **1**

Caudal de Diseño, Tamaño de Tuberías y Cálculo de Presiones

Parámetros de diseño

Presión de diseño (lb/plg²) 25
Elevación de entrada SN (m) 47.600
C de Hazen-Williams 150
Factor máximo horario 1
Consumo GPPD 100
Densidad. (personas/hectárea) 5
velocidad de diseño (m/seg) 2 (La Velocidad Máxima Permisible para Tubos de PVC es de 3.35 m/s - Norma IDAAN Marzo 06)

Fórmulas de diseño

$Q_{GPD} = No. personas * Densidad * F. máx * Consumo$

$$Pérdida = 1,733 \left(\frac{Q_{plg}}{C} \right)^{1.85} \frac{L_m}{\phi^{4.87}}$$

$$Altura Motriz = \frac{P}{\gamma} + Z$$

Línea	Del nudo #	Elevación (m)	al nudo #	Elevación (m)	Longitud (m)	Demanda en la Línea (lt/seg)	Q sin máxima (lt/seg)	Q de diseño (lt/seg)	ϕ calculado (plg)	ϕ de diseño (plg)	Pérdida hf (m)	Pendiente S(%)	G.hidr. (m)	Altura (H) (m)	Presión lb/plg ²
1	R-1	47.650	N-1	47.600	10.000	0.000	8.109	8.10890	2.82870	4	0.091744	0.917439	17.497	65.147	24.870
2	N-1	47.600	N-2	47.650	2.450	0.110	7.999	7.99940	2.80953	4	0.021919	0.894651	17.425	64.075	24.767
3	N-2	47.650	N-3	46.650	32.400	0.416	7.583	7.58320	2.73547	4	0.262585	0.810447	18.163	63.213	25.815
4	N-3	46.650	N-4	45.050	32.400	0.482	7.101	7.10130	2.64712	4	0.232551	0.717749	19.530	62.930	27.759
5	N-4	45.050	N-5	43.400	32.400	1.008	6.094	6.09360	2.5212	4	0.175210	0.540772	21.005	62.805	29.855
6	N-5	43.400	N-6	41.800	37.050	0.920	5.174	5.17350	2.25942	4	0.148009	0.399483	22.457	62.657	31.919
7	N-6	41.800	N-7	40.200	37.050	0.880	4.294	4.29370	2.05836	4	0.104839	0.282967	23.952	62.502	34.044
8	N-7	40.200	N-8	38.550	32.400	0.964	3.330	3.32980	1.81265	4	0.057282	0.176795	25.545	62.495	36.308
9	N-8	38.550	N-9	36.950	32.400	1.052	2.278	2.27830	1.49938	4	0.028387	0.087615	27.117	62.417	38.542
10	N-9	36.950	N-10	35.300	32.400	1.095	1.183	1.18300	1.08043	4	0.008444	0.026063	28.758	63.208	40.875
10	N-10	35.300	N-11	34.450	17.850	1.095	0.088	0.08770	0.29417	4	0.000038	0.000212	29.608	29.608	42.083

Analysis Results

Scenario: Base

Steady State Analysis

Title: El_Naranjal
 Project Engineer: Francisco L. Carrasco T.
 Project Date: 03/26/07 02:55:08 p.m.
 Comments:

Scenario Summary

Scenario	Base
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Physical Alternative	Base-Physical
Demand Alternative	Base-Demand
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Liquid Characteristics

Liquid	Water at 20C(68F)	Specific Gravity	1.00
Kinematic Viscosity	1.0037e-6 m ² /s		

Network Inventory

Pressure Pipes	12	Number of Tanks	0
Number of Reservoirs	1	- Constant Area:	0
Number of Pressure Junctions	12	- Variable Area:	0
Number of Pumps	0	Number of Valves	0
- Constant Power:	0	- FCV's:	0
- One Point (Design Point):	0	- PBV's:	0
- Standard (3 Point):	0	- PRV's:	0
- Standard Extended:	0	- PSV's:	0
- Custom Extended:	0	- TCV's:	0
- Multiple Point:	0	- GPV's:	0
Number of Spot Elevations	0		

Pressure Pipes Inventory

4.00 in	310.15 m
Total Length	310.15 m

Pressure Junctions @ 0.00 hr

Label	Calculated Pressure Hydraulic Grade (psi)	Pressure Demand Head (Calculated) (m)	Pressure Demand (l/s)
N-1	65.11 24.781	17.46	0.1095
N-2	65.09 24.750	17.44	0.4162
N-3	64.82 25.797	18.17	0.4819
N-3A	64.82 25.939	18.27	0.0000
N-4	64.59 27.738	19.54	1.0077

Analysis Results
Scenario: Base
Steady State Analysis

Pressure Junctions @ 0.00 hr

Label	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (psi)	Pressure Head (m)	Demand (l/s)
N-5	64.42	29.831	21.02	0.9201
N-6	64.27	31.893	22.47	0.8798
N-7	64.16	34.015	23.96	0.9639
N-8	64.11	36.276	25.56	1.0515
N-9	64.08	38.507	27.13	1.0953
N-10	64.07	40.837	28.77	1.0953
N-11	64.07	42.044	29.62	0.0876

Reservoirs @ 0.00 hr

Label	Calculated Hydraulic Grade (m)	Inflow (l/s)	Outflow (l/s)
R-1	65.20	8.1089	8.1089

Pressure Pipes @ 0.00 hr

Label	Control Status	Discharge (l/s)	Velocity (m/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Calculated Friction Headloss (m)	Calculated Minor Headloss (m)	Pressure Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
T-1	Open	8.1089	1.00	65.20	65.11	0.09	0.00	0.09	9.18
T-2	Open	7.9993	0.99	65.11	65.09	0.02	0.00	0.02	8.95
T-3	Open	7.5831	0.94	65.09	64.82	0.26	0.00	0.26	8.11
T-3A	Open	0.0000	0.00	64.82	64.82	0.00	0.00	0.00	0.00
T-4	Open	7.1012	0.88	64.82	64.59	0.23	0.00	0.23	7.18
T-5	Open	6.0935	0.75	64.59	64.42	0.18	0.00	0.18	5.41
T-6	Open	5.1734	0.64	64.42	64.27	0.15	0.00	0.15	3.99
T-7	Open	4.2936	0.53	64.27	64.16	0.10	0.00	0.10	2.83
T-8	Open	3.3298	0.41	64.16	64.11	0.06	0.00	0.06	1.77
T-9	Open	2.2783	0.28	64.11	64.08	0.03	0.00	0.03	0.87
T-10	Open	1.1829	0.15	64.08	64.07	0.01	0.00	0.01	0.26
T-11	Open	0.0876	0.01	64.07	64.07	0.00	0.00	0.00	0.00

SISTEMA DE ACUEDUCTO

“Villas del Naranjal”

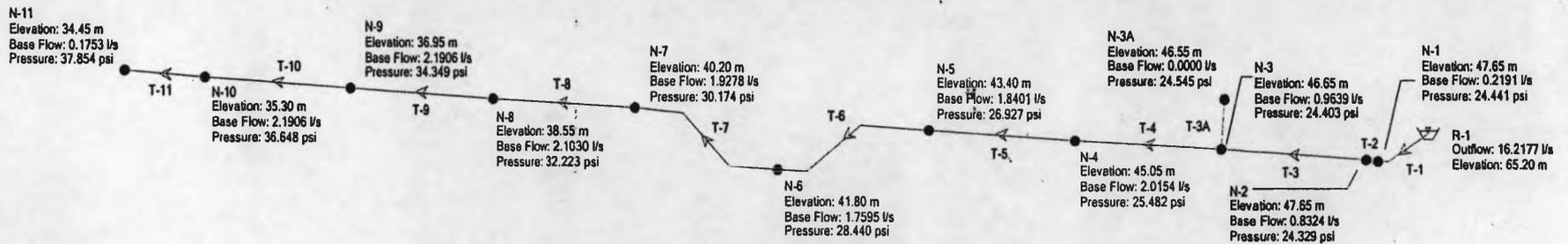
**“ESQUEMAS DE DISTRIBUCION Y CALCULOS CON F.H.M.=2.0”
(VERIFICACION DE PRESIONES > 20 PSI : OK)**

Scenario: Factor Hora Máxima = 2.0

RESULTADOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO - VILLAS EL NARANJAL

Color Coding Legend	
Link: Diameter (in)	
	<= 3.00
	<= 4.00

Color Coding Legend	
Node: Pressure (psi)	
	<= 25.000
	<= 35.000
	<= 55.000





Proyecto: Villas del Naranjal
Pedregal, Panamá
Sistema de Acueducto

Calculado: Francisco L Carrasco T
Revisado: _____
Fecha: 28-Mar-07
Hoja: 1 DE: 1

Caudal de Diseño, Tamaño de Tuberías y Cálculo de Presiones

Parámetros de diseño

Presión de diseño (lb/plg²) 25
Elevación de entrada SN (m) 47.600
C de Hazen-Williams 150
Factor máximo horario 2
Consumo GPPD 100
Densidad (personas/hectárea) 5
velocidad de diseño (m/seg) 2 (La Velocidad Máxima Permisible para Tubos de PVC es de 3.35 m/s - Norma IDAAN Marzo 06)

Fórmulas de diseño

$Q_{GPD} = \text{No. personas} * \text{Densidad} * F_{\text{máx}} * \text{Consumo}$

$$\text{Pérdida} = 1,733 \left(\frac{Q_{\text{h/mg}}}{C} \right)^{1.85} \frac{L_m}{\phi^{4.87}}$$

$$\text{Altura Motriz} = \frac{P}{\gamma} + Z$$

Línea #	Del nudo #	Elevación (m)	al nudo #	Elevación (m)	Longitud (m)	Demanda en la Línea (lts/seg)	Q sin máxima (lts/seg)	Q de diseño (lt/seg)	φ calculado (plg)	φ de diseño (plg)	Pérdida hf (m)	Pendiente S(%)	G. híd. (m)	Altura (H) (m)	Presión lb/plg ²
1	R-1	47.650	N-1	47.600	10.000	0.000	8.109	16.21780	4.00038	4	0.330737	3.307369	17.258	64.908	24.530
2	N-1	47.600	N-2	47.650	2.450	0.110	7.999	15.99880	3.97328	4	0.079018	3.225220	17.129	63.779	24.347
3	N-2	47.650	N-3	46.650	32.400	0.416	7.583	15.16640	3.86854	4	0.946619	2.921664	17.183	62.233	24.422
4	N-3	46.650	N-4	45.050	32.400	0.482	7.101	14.20260	3.74360	4	0.838346	2.587487	17.944	61.344	25.505
5	N-4	45.050	N-5	43.400	32.400	1.008	6.094	12.18720	3.46783	4	0.631633	1.949485	18.963	60.763	26.952
6	N-5	43.400	N-6	41.800	37.050	0.920	5.174	10.34700	3.19531	4	0.533571	1.440139	20.029	60.229	28.468
7	N-6	41.800	N-7	40.200	37.050	0.880	4.294	8.58740	2.91096	4	0.377946	1.020098	21.251	59.801	30.205
8	N-7	40.200	N-8	38.550	32.400	0.964	3.330	6.65960	2.56348	4	0.206501	0.637348	22.695	59.645	32.257
9	N-8	38.550	N-9	36.950	32.400	1.052	2.278	4.55660	2.12044	4	0.102336	0.315852	24.192	59.492	34.385
10	N-9	36.950	N-10	35.300	32.400	1.095	1.183	2.36600	1.52796	4	0.030442	0.093956	25.812	60.262	36.687
10	N-10	35.300	N-11	34.450	17.850	1.095	0.088	0.17540	0.41603	4	0.000136	0.000763	26.662	26.662	37.895

Analysis Results
Scenario: Factor Hora Máxima = 2.0
Steady State Analysis

Note:
The input data may have been modified since the last calculation was performed.
The calculated results may be outdated.

Title: El_Naranjal
Project Engineer: Francisco L. Carrasco T.
Project Date: 03/26/07 02:55:08 p.m.
Comments:

Scenario Summary

Scenario	Factor Hora Máxima = 2.0
Active Topology Alternative	Base-Active Topology
Physical Alternative	Base-Physical
Demand Alternative	FHM=2.0-Demand
Initial Settings Alternative	Base-Initial Settings
Operational Alternative	Base-Operational
Age Alternative	Base-Age Alternative
Constituent Alternative	Base-Constituent
Trace Alternative	Base-Trace Alternative
Fire Flow Alternative	Base-Fire Flow
Capital Cost Alternative	Base-Capital Cost
Energy Cost Alternative	Base-Energy Cost
User Data Alternative	Base-User Data

Liquid Characteristics

Liquid	Water at 20C(68F)	Specific Gravity	1.00
Kinematic Viscosity	1.0037e-6 m ² /s		

Network Inventory

Pressure Pipes	12	Number of Tanks	0
Number of Reservoirs	1	- Constant Area:	0
Number of Pressure Junctions	12	- Variable Area:	0
Number of Pumps	0	Number of Valves	0
- Constant Power:	0	- FCV's:	0
- One Point (Design Point):	0	- PBV's:	0
- Standard (3 Point):	0	- PRV's:	0
- Standard Extended:	0	- PSV's:	0
- Custom Extended:	0	- TCV's:	0
- Multiple Point	0	- GPV's:	0
Number of Spot Elevations	0		

Pressure Pipes Inventory

4.00 in	310.15 m
Total Length	310.15 m

Pressure Junctions @ 0.00 hr

Label	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (psi)	Pressure Head (m)	Demand (l/s)
N-1	64.87	24.441	17.22	0.2191

Analysis Results
Scenario: Factor Hora Máxima = 2.0
Steady State Analysis

Pressure Junctions @ 0.00 hr

Label	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (psi)	Pressure Head (m)	Demand (l/s)
N-2	64.79	24.329	17.14	0.8324
N-3	63.84	24.403	17.19	0.9639
N-3A	63.84	24.545	17.29	0.0000
N-4	63.00	25.482	17.95	2.0154
N-5	62.37	26.927	18.97	1.8401
N-6	61.84	28.440	20.04	1.7595
N-7	61.46	30.174	21.26	1.9278
N-8	61.25	32.223	22.70	2.1030
N-9	61.15	34.349	24.20	2.1906
N-10	61.12	36.648	25.82	2.1906
N-11	61.12	37.854	26.67	0.1753

Reservoirs @ 0.00 hr

Label	Calculated Hydraulic Grade (m)	Inflow (l/s)	Outflow (l/s)
R-1	65.20	16.2177	6.2177

Pressure Pipes @ 0.00 hr

Label	Control Status	Discharge (l/s)	Velocity (m/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Calculated Friction Headloss (m)	Calculated Minor Headloss (m)	Pressure Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
T-1	Open	16.2177	2.00	65.20	64.87	0.33	0.00	0.33	33.13
T-2	Open	15.9986	1.97	64.87	64.79	0.08	0.00	0.08	32.31
T-3	Open	15.1662	1.87	64.79	63.84	0.95	0.00	0.95	29.26
T-3A	Open	0.0000	0.00	63.84	63.84	0.00	0.00	0.00	0.00
T-4	Open	14.2023	1.75	63.84	63.00	0.84	0.00	0.84	25.91
T-5	Open	12.1869	1.50	63.00	62.37	0.63	0.00	0.63	19.52
T-6	Open	10.3468	1.28	62.37	61.84	0.53	0.00	0.53	14.41
T-7	Open	8.5873	1.06	61.84	61.46	0.38	0.00	0.38	10.21
T-8	Open	6.6595	0.82	61.46	61.25	0.21	0.00	0.21	6.37
T-9	Open	4.5565	0.56	61.25	61.15	0.10	0.00	0.10	3.16
T-10	Open	2.3659	0.29	61.15	61.12	0.03	0.00	0.03	0.94
T-11	Open	0.1753	0.02	61.12	61.12	0.00	0.00	0.00	0.01

ANEXO

“Villas del Naranjal”

“Prueba de Presión”

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

PROYECTO: ESTUDIO PARA ESTABLECER LOS NIVELES DE
TERRACERÍA PARA EL PROYECTO CONJUNTO
RESIDENCIAL VILLAS DEL NARANJAL.

RICARDO R. VALDES CARLES
INGENIERO CIVIL
LICENCIA Nº 79-006-044

Ricardo R. Valdes Carles

FIRMA
LEY 18 DEL 26 DE ENERO DE 1952
COMUNIDAD TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ABRIL, 2007

A - ESTUDIO HIDROLÓGICO

RICARDO R. VALDES CARLES

INGENIERO CIVIL

LICENCIA. Nº 79-006-044

Ricardo R. Valdes Carles

FIRMA

LEY 13 DEL 26 DE ENERO DE 1968

JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

INTRODUCCIÓN

Tal y como lo plantea Gideon Golany en su libro Planificación de Nuevas Ciudades "el desarrollo de terrenos para que el hombre los habite interfiere con su equilibrio físico natural. El medio ambiente físico es el producto de un gran número de elementos que han logrado establecer su equilibrio, de manera que al interferir directamente en el proceso de cualquier elemento individual, se pueden tener repercusiones indirectas sobre otros elementos y por lo tanto sobre todo el sistema".

Es importante que se identifiquen los factores que podrían ser positivos y negativos al desarrollar un proyecto. Dichos factores son los vinculados con el medio físico, como el viento, temperatura, precipitaciones pluviales, u otras condiciones climáticas, erosión y deslizamientos de tierra. Las amenazas naturales, van ligadas con la vulnerabilidad provocada por la acción del hombre debido a los constantes desarrollos, lo que conlleva a un deterioro progresivo del medio ambiente.

En la región centroamericana, Panamá es quizás el país en el que los fenómenos físicos climáticos ocurren con menor intensidad. Sin embargo, los huracanes que afectan el Caribe y el Pacífico, en ocasiones dejan sentir sus efectos en nuestro país, porque activan la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI) intensificando las lluvias.

RICARDO R. VALDES CARLES
R. Valdes C.
R. Valdes C.

Afortunadamente Panamá se ubica fuera de la ruta que generalmente siguen estos fenómenos meteorológicos.

GENERALIDADES

La ubicación geográfica de Panamá, su tamaño, su forma, orientación y relieve determinan la distribución temporal y espacial de la lluvia y, por ende, de los caudales.

Hay una marcada diferencia en la distribución temporal de los caudales entre las dos vertientes. La del Atlántico presenta una mayor regulación natural con 20% a 30% del caudal en los meses de enero a abril y de 70% a 80% del escurrimiento en la estación lluviosa de mayo a diciembre.

En la vertiente del Pacífico sólo el 7% al 15% del aporte anual se da entre los meses de enero y abril y del 85% al 93% restante en la estación lluviosa de mayo a diciembre. Se observa además, que la variación de los caudales mes a mes en la región del Atlántico es mucho menor que en la región del Pacífico; en esta última, el caudal del mes más seco puede ser sólo un décimo del caudal del mes con el mayor aporte.

En general, el mes de mayor caudal es el de octubre, aunque algunas estaciones del sector del Atlántico registran el máximo en noviembre o

Ricardo R. Valdés

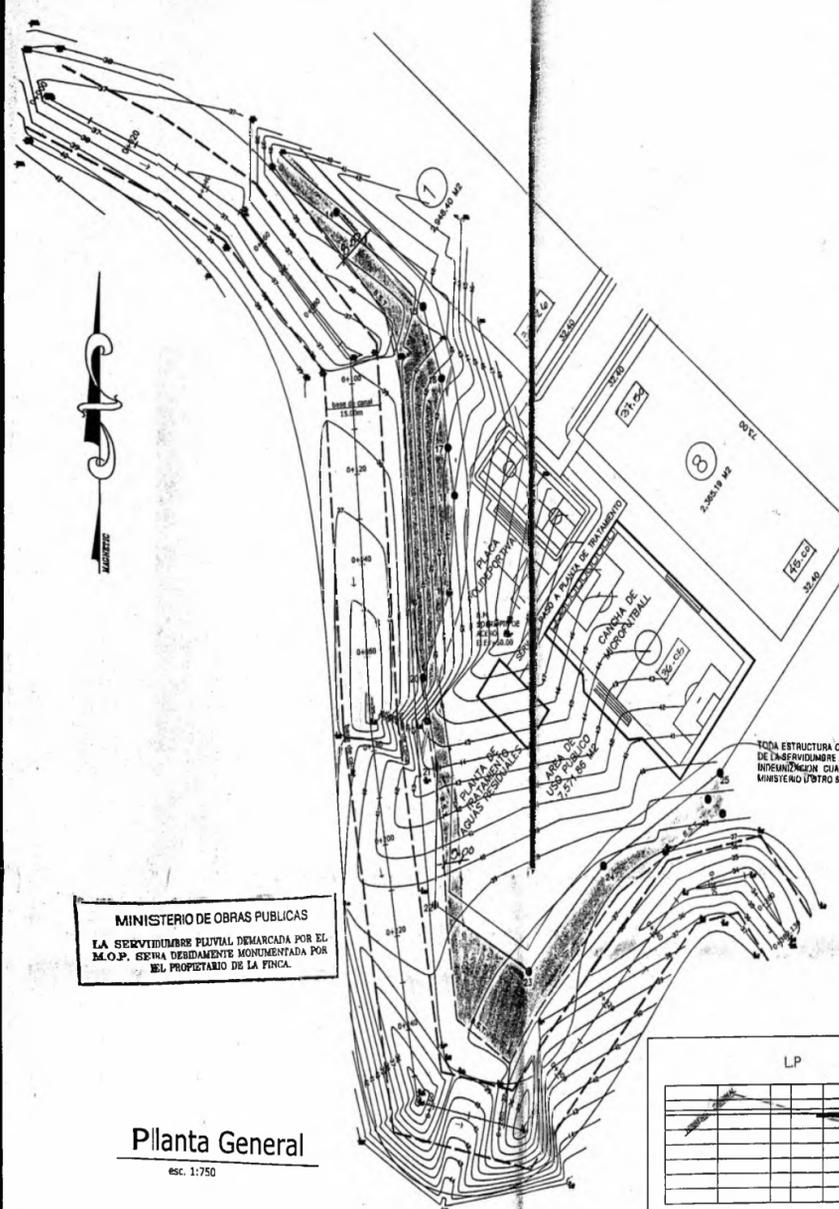
diciembre. Las cuencas de la región oriental, de Darién a Mamoní, registran el máximo caudal medio mensual en noviembre.

Muchas obras de ingeniería civil son profundamente influenciadas por factores climáticos, entre los que se destaca por su importancia las precipitaciones pluviales. En efecto, un correcto dimensionamiento del drenaje garantiza la vida útil de una carretera, un aeropuerto, etc.

El conocimiento de las lluvias intensas, de corta duración, es muy importante para dimensionar el drenaje urbano y así evitar inundaciones en los centros poblados.

La intensidad de la lluvia y la duración de la lluvia son dos características de las precipitaciones y están asociadas. Para un mismo periodo de retomo, al aumentarse la duración de la lluvia disminuye su intensidad media, la formulación de esta dependencia es empírica y se determina caso por caso, con base en datos observados directamente en el sitio estudiado o en otros sitios vecinos con las mismas características orográficas.





MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
LA SERVIDUMBRE PUVIAL DEMARCADA POR EL M.O.P. SERA DEBIDAMENTE MONITOREADA POR EL PROPIETARIO DE LA FINCA.

Pilanta General
esc. 1:750

NOTA:
PARA DETERMINAR ELEVACION VERDADERA REESTAR 21.00 m. AL B.M. (Elev. 80.00m) ASUMIDO SOBRE PIN DE ACERO.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION EJECUTIVA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS
DEPARTAMENTO DE REVISION DE PLANOS
M.O.P. SE RESERVA EL DERECHO DE CONSTRUIR, MANTENER, MANEJAR Y REPARAR EN EL AREA DE SERVIDUMBRE PUVIAL. Ley 35 del 30 de Junio de 1978.

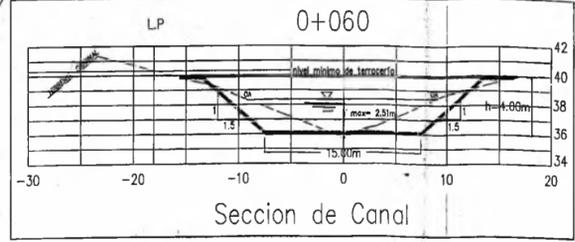


LOCALIZACION REGIONAL

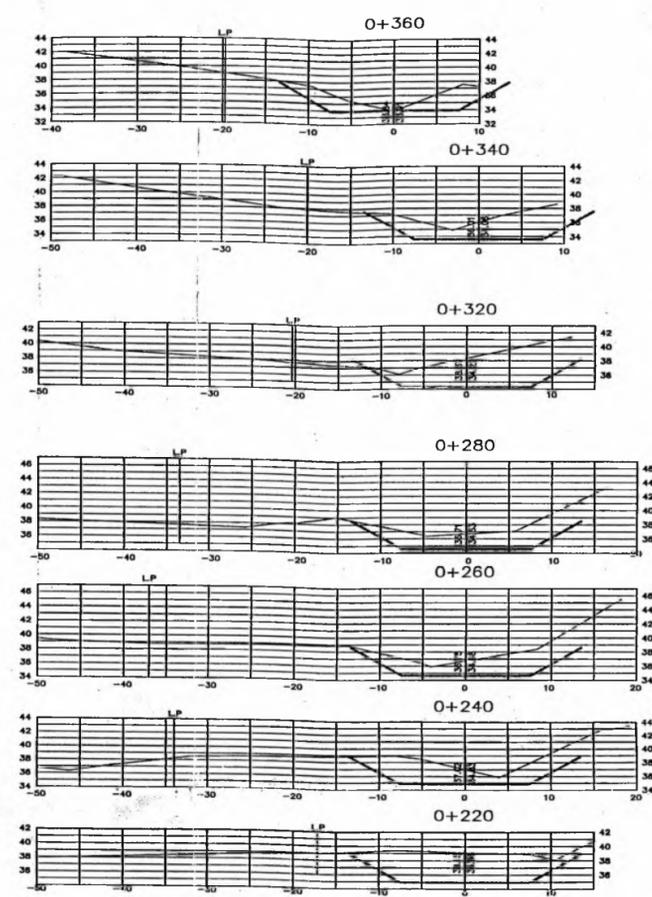
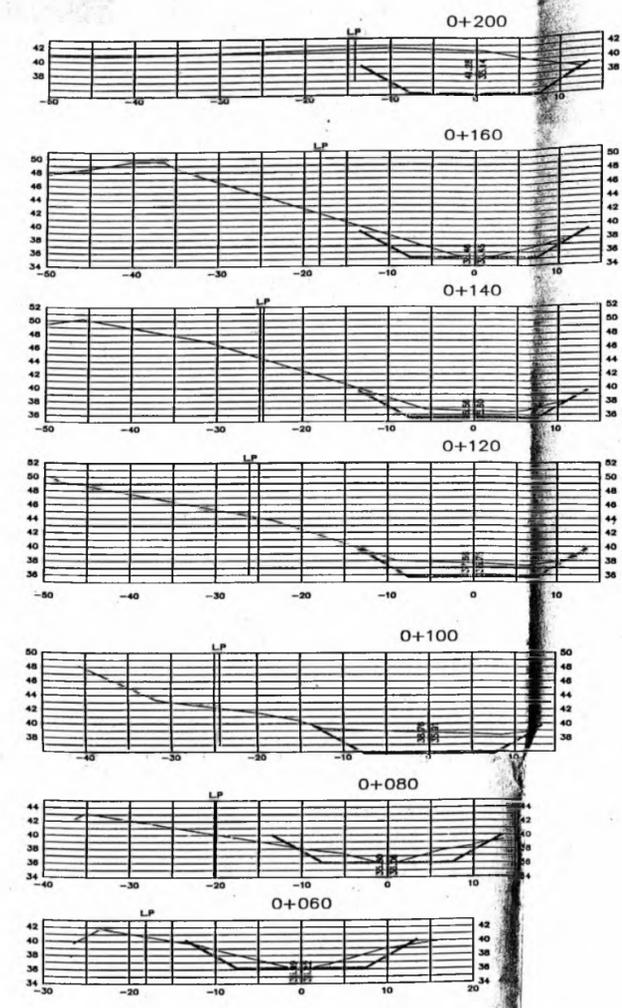
REPUBLICA DE PANAMA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION EJECUTIVA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

1- Se considera la servidumbre puvial de acuerdo a lo establecido en el artículo 10 de la Ley 35 del 30 de Junio de 1978.
2- Toda estructura que se levante dentro de la servidumbre sera aprobada sin indemnización cuando la misma cubra este Ministerio y con servidumbre de la finca.
Firma: [Signature]
Fecha: 3-5-2007
Revisado por: [Signature]
Fecha: 3-5-2007
Nota: Esta revisión no exime de la responsabilidad al creador de los Diseños, al el contratista de la obra integral, la que debiera ajustarse a los planos revisados.
2 La revisión de este plan, implica sujeta a cualquier modificación, siempre que la misma cubra el orden público y el interés general, fundamente Ley 35 del 30 de Junio de 1978.

NOTA: DEMARCACION DE SERVIDUMBRE PUVIAL Y NIVELES DE TERRACERIA PROPUESTO POR EL PROMOTOR. MOP



Seccion de Canal



Secciones Transversales
esc. 1:500

El contratista solicitará la inspección de los trabajos a la Dirección Nacional, de inspección del M.O.P. al iniciar los trabajos.
Ley No. 35 del 30 de Junio de 1978

RIGARDO R. VALDES CABLES
INGENIERO CIVIL
LICENCIA Nº 79-066-044
[Signature]
LEY 18 DEL 20 DE ENERO DE 1975
QUINTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

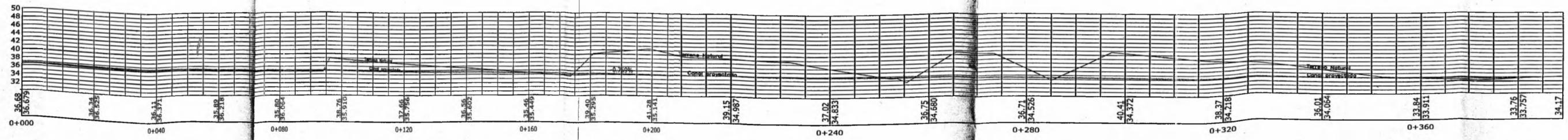
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION EJECUTIVA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS
DEPARTAMENTO DE REVISION DE PLANOS
EL DEPARTAMENTO DE REVISION DE PLANOS ACEPTA LA PRESENTACION DE LOS PLANOS DE ESTE PROYECTO EN VIRTUD DE QUE HAN SIDO ELABORADOS MEDIANTE LA PARTICIPACION RESPONSABLA DE UN PROFESIONAL INGENIERO CIVIL.

Proyecto:
CONJUNTO RESIDENCIAL VILLAS DEL NARANJAL
Ubicación:
Corregimiento: Pedregal
Distrito: Panamá
Provincia: Panamá

Propietario:
LOTES Y URBANISMOS
[Signature]
Representante Legal

Desarrollo:
Contiene:

Niveles de Terraceria de acuerdo al estudio hidrológico e hidráulico Rio Naranjal
Dibujo: L.O.Z.
Escala: INDICADAS
Fecha: Abril 2007



esc. 1:500

1- CLIMATOLOGÍA DEL ÁREA DE LAS CUENCAS EN ESTUDIO:

1.1 EL CLIMA

El clima del área en estudio está influenciado por la migración anual de la zona de convergencia intertropical (ZCI), la cual divide los vientos alisios del noroeste y sureste de los hemisferios sur y norte, respectivamente.

La Zona de Convergencia Intertropical se caracteriza por un área nubosa debido a la convergencia de las corrientes opuestas de aire, la cual genera mayor cantidad de lluvias.

Durante la ausencia de la banda nubosa, la cantidad de lluvia disminuye, situación que da lugar a una pronunciada estación seca, más o menos intensa en la Vertiente Pacífica y ligera en la Atlántica.

Las lluvias en la Vertiente Atlántica presentan un comportamiento diferente al que ocurre en el sector Pacífico; en el Atlántico, especialmente en las regiones central y noroeste del país, por lo general llueve todo el año debido al efecto de la actividad frontal. En la Vertiente Pacífica se producen altas presiones durante la estación lluviosa y muy baja durante la estación seca.

RICARDO R. WALDES CARLES
INGENIERO CIVIL
LICENCIA Nº 79-000-044
Ricardo R. Valdes
FIRMA
LEY 15 DEL 20 DE ENERO DE 1951

De acuerdo a estudios realizados por el antiguo Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), otras de las causas de las lluvias en Panamá la constituyen las tormentas que se forman en las costas pacíficas de Colombia, donde las masas de aire caliente que ascienden por la costa pacífica desde Colombia hacia Panamá

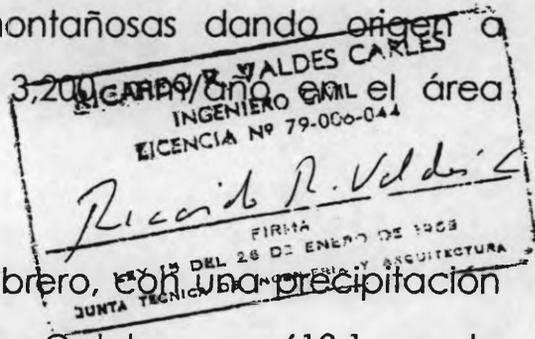
concentran una gran cantidad de humedad sobre la cordillera. Esta concentración de humedad produce las tormentas que ocurren en la Vertiente del Pacífico panameño, las cuales se extienden hasta la cuenca objeto de este estudio.

Según la clasificación de Koppen, el clima de la cuenca del río Tagarete se denomina tropical de sabana, la cual presenta una precipitación anual menor de 2,500 mm, estación seca prolongada, temperatura media del mes menos caluroso, mayor de 18°C y diferencia de temperatura entre los meses más y menos cálido, menor de 5°C.

1.2 PRECIPITACIÓN

Las precipitaciones en el área de estudio generalmente son convectivas y orográficas. Las corrientes marinas con altas temperaturas favorecen el calentamiento y la evaporación. A medida que el aire cargado de humedad se desplaza hacia la tierra, las masas de aire tropiezan con las barreras montañosas dando origen a precipitaciones con valores de hasta 3,200 mm/año en el área capitalina.

El mes con más baja precipitación es Febrero, con una precipitación promedio de 16.2 mm y el más lluvioso es Octubre con 610.1 mm, lo cual representa una diferencia significativa. Como referencia de las lluvias registradas en estas cuencas, el Cuadro A1 presenta la



distribución mensual de lluvia para tres estaciones dentro de la región en estudio.

Cuadro A1: Distribución mensual de las lluvias en las estaciones, Cerro Azul, Las Cumbres y Tocumen.

MES	Precipitación media anual (mm) período: 1971 -1995		
	Cerro Azul	Las Cumbres	Tocumen
Enero	34.3	26.6	27.0
Febrero	16.2	7.3	10.3
Marzo	19.8	10.3	12.8
Abril	147.4	124.5	64.5
Mayo	421.6	249.6	223.1
Junio	362.2	260.3	241.2
Julio	338.8	258.2	167.5
Agosto	356.2	266.9	241.9
Septiembre	499.0	292.1	245.0
Octubre	610.1	331.5	348.4
Noviembre	335.6	236.1	240.4
Diciembre	128.0	103.6	85.1
Total Anual	3269.2	2167.0	1907.2

1.3 TEMPERATURA

La temperatura en el área de estudio se caracteriza por la poca variación estacional, con una diferencia promedio de 2°C. Como

RICARDO R. VALDES CAJLES
 INGENIERO CIVIL
 EJECENCIA Nº 79-006-044
Ricardo R. Valdes
 FIRMA
 COMITÉ DE ENUNCIACIÓN DE 1989
 COMITÉ TÉCNICA DE INGENIERÍA Y A.C.

ilustración se muestran en el Cuadro A2 los registros de temperatura de la estación Tocumen durante el período 1991 – 1993.

Cuadro A2: Temperaturas registradas en la estación de Tocumen.

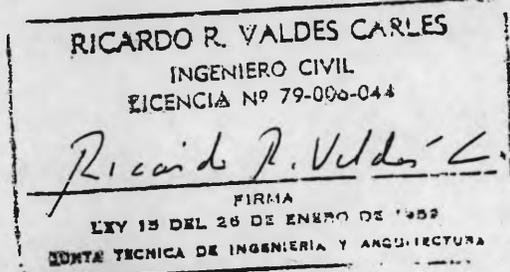
T°C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Promedio	26.2	26.6	27.2	27.6	27.2	26.9	26.7	26.6	26.3	26.1	26.3	26.3	26.7
Mínima	20.8	20.9	21.5	22.2	23.2	23.2	22.8	22.6	22.8	22.6	22.5	21.3	22.2
Máxima	31.8	32.4	33.0	32.9	31.3	30.5	30.7	30.6	30.0	29.7	30.2	31.3	31.2

Según el Cuadro A2 la temperatura promedio mensual máxima es de 27.6°C en el mes de Abril, mientras que la temperatura promedio mensual mínima es de 20.8°C y se da en el mes de Enero; lo que da como resultado una variación de 6.8°C.

1.4 VIENTO

Los registros disponibles de velocidad del viento para el área en estudio sugieren el predominio de los vientos alisios en la estación seca, aún cuando también se presentan los vientos Oeste Sinópticos y Oeste Ecuatoriales.

Durante la estación seca, en la región en estudio, los vientos alisios soplan en el sentido norte a una velocidad promedio de 2.4 m/s a 10 m de altura y de 1.0 m/s a 2.0 m del suelo. Por otro lado, durante la estación lluviosa, la velocidad del viento disminuye; es de 1.6 m/s a 10.0 m de altura y de 0.6 m/s a 2.0 m de la superficie del suelo.



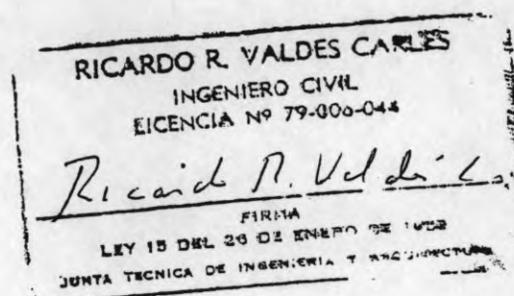
El Cuadro A3 presenta la velocidad promedio medida en 10 m y 2.0 m sobre la superficie del suelo.

Cuadro A3: Velocidad promedio del viento en el área de estudio.

Altura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10.0 m	2.2	2.4	2.4	2.2	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.9	1.9
2.0 m	0.9	1.0	1.0	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7

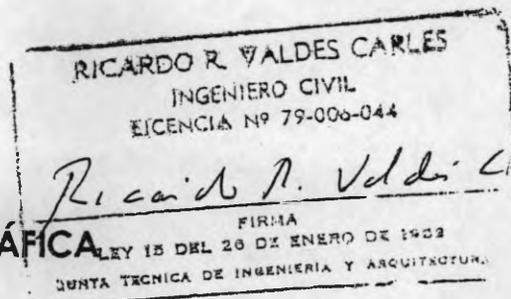
1.5 HUMEDAD RELATIVA

Los valores de humedad relativa son elevados en la región, con un promedio anual de 78.3% y valores máximo y mínimo de 86.5% y 71.6 % respectivamente. El mes con mayor humedad relativa es Octubre.



2- ESTIMACIÓN DE CAUDALES:

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA



La cuenca del río Naranjal está dentro del tramo de la Vertiente del Pacífico que está ubicado entre las cuencas de los ríos Río Abajo y Pacora. La divisoria continental está entre apenas unos 20 y 25 kilómetros de la costa, lo que deja un espacio angosto para la organización de la red hidrográfica, el cual se hace más reducido hacia el Oeste en los corregimientos de Juan Díaz, Río Abajo y Parque Lefevre.

La red hidrográfica del tramo de vertiente ubicada entre los ríos Río Abajo y Pacora se organiza en forma de pequeños cursos paralelos. En cada cuenca, estos ríos principales y sus afluentes forman un sistema dendrítico de avenimiento. Los ríos poseen altos perfiles verticales y sus aguas desembocan rápidamente a otros ríos o al mar.

La Bahía de Panamá, al igual que todo el Océano Pacífico en Centroamérica presenta mareas con rangos cercanos a los tres metros, fenómeno que da lugar, en pleamar y sobre todo durante las mareas excepcionalmente altas, a una fuerte acción del mar sobre las costas. Frente a las formaciones La Boca y Panamá, el mar ataca a playas arenosas o rocosas y, usualmente, a infraestructuras creadas por el hombre. Las bajas acumulaciones cuaternarias del Este, en cambio, son invadidas por las aguas marinas dos veces al día, lo que da lugar a la acumulación de extensos depósitos fluvio-marinos colonizados por los manglares. Las mareas altas, por lo tanto, elevan

considerablemente los niveles de los estuarios y frenan un tanto las corrientes de los ríos.

El río Naranjal es un afluente del río Juan Díaz. La cuenca de este río hasta el punto de control es de aproximadamente 1,090 Ha. ó 10.90 Km² (ver copia de mosaico a escala 1: 50,000 en Anexo). En su parte más alta tiene una elevación de 436 m (Cerro Bandera) y en el punto de control (proyecto) tiene una elevación de 20m. La longitud de la cuenca es de 6,150 m, tiene una pendiente promedio de 6.76% y un ancho promedio de 1,772.358 m.

2.2 CÁLCULO DE CAUDAL PARA PERIODO DE RETORNO DE 1: 50 y 1:100 AÑOS:

Para el cálculo del caudal utilizaremos el Método Regional de Crecidas Máximas, debido a que el área de drenaje de la cuenca es mayor de 250 Ha.

2.2.1 Análisis Regional de Crecidas Máximas:

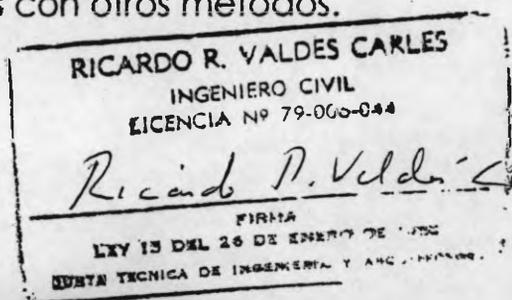
En Octubre de 1986 la empresa Lavalin Internacional presentó en su estudio de Proyectos Hidroeléctricos de Mediana Capacidad un Anexo titulado "Análisis Regional de Crecidas Máximas", en el mismo se establece una metodología que permite estimar la frecuencia de crecidas máximas que pueden ocurrir en un sitio determinado de un río. Su uso es adecuado especialmente para aquellas cuencas no



controladas, ya que sólo se requiere conocer el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio en estudio (punto de control) y su ubicación en el país (región o zona). Este análisis se basó fundamentalmente en la información de 55 estaciones limnigráficas o de registro continuo de nivel, de las cuales 49 eran operadas por el entonces Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) y 6 por la Comisión del Canal de Panamá (ACP).

Para elaborar el mapa de regionalización de crecidas máximas se utilizó la siguiente metodología:

- Recopilación de la información de las crecidas máximas anuales.
- Revisión, extensión y relleno a nivel anual de la información de caudales máximos instantáneos.
- Determinación de las relaciones que definen la crecida media anual y el área de la cuenca.
- Elaboración de las curvas de frecuencia adimensional generalizada.
- Delimitación de las regiones hidrológicamente homogéneas.
- Elaboración del mapa que muestra las distintas regiones.
- Aplicación del Método "Análisis Regional de Crecidas Máximas".
- Comparación de los resultados con otros métodos.



A pesar que este documento establece que el estudio de regionalización de crecidas máximas no incluye la región Este del país por no contar con mapas topográficos adecuados, trataremos de aplicar los conceptos de este estudio para estimar los caudales máximos.

$$Q_{\text{prom.}} = K A^{0.58}$$

En donde:

- $Q_{\text{prom.}}$ = Caudal promedio en m^3 / s
- K = Constante (depende de la región o zona)
- A = Área de drenaje de la cuenca en Km^2

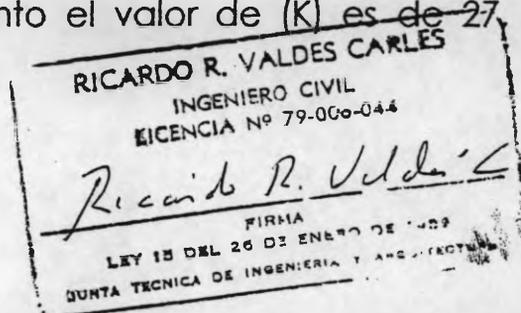
$$Q_{\text{máx.}} = \text{Factor} (Q_{\text{prom.}})$$

En donde:

- $Q_{\text{máx.}}$ = Caudal máximo en m^3 / s
- Factor = Constante (depende del período de retorno)
- $Q_{\text{prom.}}$ = Caudal promedio en m^3 / s

El área en estudio pertenece a la región o zona 3 (ver mapa en Anexo donde se indican las zonas), por lo tanto el valor de (K) es de 27, entonces:

$$Q_{\text{prom.}} = 27 A^{0.58}$$



Los valores de los factores para períodos de retorno de 1: 10, 1:50 y 1:100 años son respectivamente 2.40 y 2.75 (ver Cuadro No. 15 – Tabla # 1 en Anexo).

$$Q_{\text{prom.}} = 27 (10.90 \text{ Km}^2)^{0.58} = 107.912 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{m}^{\text{a}}\text{x.}} = 1.68(107.912 \text{ m}^3/\text{s}) = 181 \text{ m}^3/\text{s} (1: 10 \text{ a}^{\text{n}}\text{os})$$

$$Q_{\text{m}^{\text{a}}\text{x.}} = 2.40(107.912 \text{ m}^3/\text{s}) = 259 \text{ m}^3/\text{s} (1: 50 \text{ a}^{\text{n}}\text{os})$$

$$Q_{\text{m}^{\text{a}}\text{x.}} = 2.75 (107.912 \text{ m}^3/\text{s}) = 297 \text{ m}^3/\text{s} (1: 100 \text{ a}^{\text{n}}\text{os})$$

Cuadro A4: Resumen de caudales para períodos de retorno de 1:10, 1:50 y 1:100 años.

Tr (años)	AD (Km ²)	Qprom. (m ³ /s)	Factor	Qmáx. (m ³ /s)
1:10	10.90	107.912	1.68	181
1:50	10.90	107.912	2.40	259
1:100	10.90	107.912	2.75	297

B- CÁLCULOS HIDRÁULICOS

El análisis hidráulico lo realizaremos utilizando el Método de Manning para el cálculo del nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME), éste servirá de base para recomendar el nivel de terracería mínimo.

Método de Manning:

Para el cálculo de la profundidad de flujo normal utilizaremos la ecuación de Manning para canales abiertos.

$$Q = c/n RH^{2/3} S^{1/2} A$$

En donde:

Q = Caudal en m³/s

c = Coeficiente (depende del sistema de unidades)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (depende del tipo de superficie en contacto con el agua)

RH = Radio hidráulico en metros

S = Pendiente longitudinal del cauce en m/m

A = Área de la sección transversal en m²

c = 1.00 (sistema métrico)

RH = Área / Perímetro mojado

Cálculo de la pendiente longitudinal:

Cuadro No. B1: Valores de las elevaciones de fondo existente en las secciones transversales.

ESTACIÓN	ELEV. DE FONDO (M)	OBSERVACIÓN
OK + 000.00	36.679	Inicio de secciones
OK + 020.00	36.337	
OK + 040.00	36.107	
OK + 060.00	35.889	
OK + 080.00	35.801	
OK + 100.00	38.763	
OK + 120.00	37.661	
OK + 140.00	36.558	
OK + 160.00	35.456	
OK + 180.00	39.399	
OK + 200.00	41.278	
OK + 220.00	39.154	
OK + 240.00	37.018	
OK + 260.00	36.746	
OK + 280.00	36.705	
OK + 300.00	40.410	
OK + 320.00	38.367	
OK + 340.00	36.006	
OK + 360.00	33.841	
OK + 380.00	33.756	Fin de secciones

$$S = (36.679 - 33.756) / 380 = 0.00769 \text{ m/m}$$

Cálculo del área de la sección transversal:

El ancho promedio de acuerdo con las secciones transversales es de 15.00 m. Los taludes propuestos son de 1.5:1 (ver sección transversal en Anexo).

$$A = \frac{1}{2} (1.5Y)Y + 15 (Y) + \frac{1}{2} (1.5Y)Y$$

$$A = 15Y + 1.5Y^2$$

Cálculo del perímetro mojado:

$$P = \sqrt{(1.5Y)^2 + (Y)^2} + 15 + \sqrt{(1.5Y)^2 + Y^2}$$

$$P = 2 \sqrt{3.25} Y + 15$$

B1 Para período de retorno de 1:50 años:

$$259 = 1/0.025 \left(\frac{15Y + 1.5Y^2}{2 \sqrt{3.25} Y + 15} \right)^{2/3} \times \sqrt{0.00769} \times (15Y + 1.5Y^2)$$

Como puede verse esta es una ecuación trascendental, cuya solución requiere de un programa de computadora para resolverlo. En este caso utilizaremos el programa de Newton Raphsom:

$$I = f(y)$$

En donde:

I = representa la ecuación igualada a cero

$f(y)$ = la ecuación trascendental en función de la incógnita
(y)

Introduciendo la ecuación en el programa, obtenemos el valor de $Y = 2.512$ m.

B2 Para un período de retorno de 1:100 años:

$$297 = 1/0.025 \left(\frac{15Y + 1.5Y^2}{2\sqrt{3.25Y + 15}} \right)^{2/3} \times \sqrt{0.00769} \times (15Y + 1.5Y^2)$$

Introduciendo la ecuación en el programa, obtenemos el valor de $Y = 2.716$ m.

Cálculo del nivel de terracería mínimo:

El nivel de terracería mínimo estará a 1.50 m sobre el valor de (Y_n) calculado, es decir, a 4.012m del fondo de la canal para cada sección (ver secciones transversales en plano).

B3 Para un período de retorno de 1:10 años:

$$181 = 1/0.025 \left(\frac{15Y + 1.5Y^2}{2\sqrt{3.25Y + 15}} \right)^{2/3} \times \sqrt{0.00769} \times (15Y + 1.5Y^2)$$

Introduciendo la ecuación en el programa, obtenemos el valor de $Y = 2.045$ m.

Nota: Las descargas pluviales del drenaje interno deberán estar a 2.045m como mínimo del nivel de fondo del cauce para que el sistema trabaje eficientemente.

ANEXO