



ESTUDIO OTTO VICENTE



Estudio Otto Vicente  
Obligado 1145 apto 805  
Montevideo, Uruguay  
Tel/fax (598)27065685  
[www.ottovicente.com](http://www.ottovicente.com)

Cliente	:	UTE
Edificio	:	Palacio la Luz
Ubicación	:	Montevideo
Sistema	:	
Contrato	:	
Archivo De Datos	:	CH-03 -Nivel 11.WXF

## **MEMORIA EXPLICATIVA DE CALCULOS HIDRAULICOS SISTEMAS DE COMBATE DE INCENDIOS**

### **1. Objeto**

La presente Memoria describe el procedimiento de cálculos hidráulicos realizados por el Estudio Otto Vicente, para determinar las condiciones de operación de los sistemas hidráulicos de combate de incendio de acuerdo con lo indicado por las Normas de la National Fire Protection Association (NFPA) y las Instrucciones Técnicas de la Dirección Nacional de Bomberos (DNB).

Para realizar los cálculos se utiliza el programa Hydracad Versión 50-52, realizado por Hydratec Inc. El mismo utiliza como base la fórmula de Hazen-Williams

### **2. Procedimiento y Programa Usado**

El procedimiento de cálculo sigue los siguientes pasos:

- Determinación de Cargas de fuego y necesidades hidráulicas del riesgo
- Determinación de las zonas hidráulicamente más desfavorables
- Creación de un diagrama Isométrico, planos de planta, y de ser necesarios cortes, donde se indican:
  - Nodos
  - Tramos de cañerías con sus características de construcción, e indicación de longitud, y accesorios instalados
  - Posición y características de la bomba(s) supuesta(s)
- En plano de planta se cargan los datos de cañerías, alturas, tipo de rociadores y estaciones de control, en caso de que haya.
- Se cargan las condiciones de curva caudal presión de la bomba

- El programa realiza el diseño básico de la instalación, calcula en la zona hidráulicamente más desfavorable previamente establecidas y establece dimensiones, tipos de elementos, etc.
- Se realiza el cálculo a la demanda, imponiendo la densidad y/o presión mínima de agua para el área hidráulicamente más desfavorable, y obteniéndose caudales de trabajo y margen de seguridad de presión.
- De acuerdo a resultados se ajustan, secciones de caños, caudales y presiones de bomba y de ser necesario se re-calcula

### 3. Resultados

El programa de cálculo hidráulico genera el documentos de resultados por cada área de cálculo seleccionada.

- Gráfico caudal contra presión, mostrando la curva de descarga de la bomba y la de la instalación.
- Resumen de los accesorios utilizados
- Una hoja indicando los nodos del cálculo, presión, caudal, nivel respecto al punto más bajo de la instalación (level), factor de descarga (K), área de cobertura en caso de rociadores, y densidad de descarga (density).
- Una hoja indicando los tramos de cañería, nodo de comienzo (begin node) , nodo de fin (end node), caudal (flow), diámetro (diameter), tipo de caño (type) tipo de accesorios (fittings), valor C (C value), longitudes (real, equivalente de accesorios y total), pérdidas por fricción (fric loss), pérdidas por variación de altura (Elev loss), y velocidad en el tramo (velocity).

### 4. Glosario traducido

#### *Tipos de caño*

P3 = Plastiducto SDR-11  
10 = Schedule 10  
40 = Schedule 40

Caño PEAD P100 SRD11  
Caño de acero ERW Sch 10 grado B o equiv.  
Caño de acero ERW Sch 40 grado B o equiv.

### *Accesorios*

T = Tee (flow turned 90 degrees)	T con flujo girando a 90°
E = 90 degree standard elbow	Codo 90° radio corto
EE = 45 degree standard elbow	Codo 45°
CV = Swing check valve	Válvula de retención a clapeta con resorte
GV = Gate valve	Válvula tipo exclusiva
BV = Butterfly valve	Válvula tipo mariposa

### *Otros términos*

Pressure	Presión
Flow	Caudal
Level	Punto más bajo de la instalación
Density	densidad de descarga
Begin node	nodo de comienzo
End node	nodo de fin
Diameter	diámetro
Type	tipo de caño
Fittings	tipo de accesorios
C value	valor C
K factor	factor K de rociador (lpm/bar <sup>1/2</sup> )
Fric loss	pérdidas por fricción
Elev loss	pérdidas por variación de altura
Velocity	velocidad en el tramo
Path	tramo
Pump	Bomba
JMP	Salto (cambio de nivel)

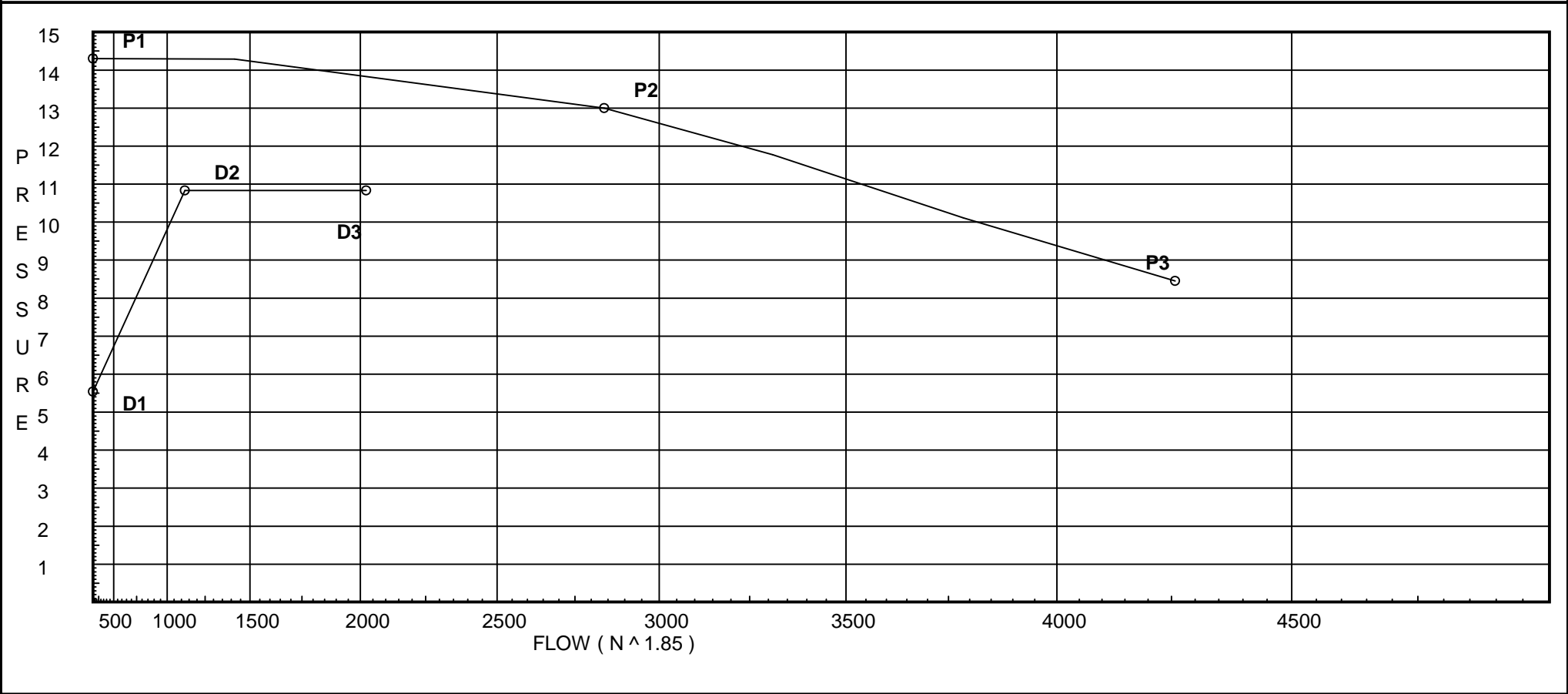


**Ing Otto Vicente**  
**Ingeniero Mecánico Industrial**  
**RUT: 160128230010**

Curva de Suministro de Agua C

Datos de la bomba:  
P1 - Presion Descarga Cerrada : 14.3  
P2 - Presión nominal de la Bomba : 13  
P2 - Flujo nominal de la Bomba : 2839  
P3 - Bomba de presión @ Flow Max : 8.45  
P3 - Flujo Max.de la Bomba : 4258

Demanda:  
D1 - Elevación : 5.539  
D2 - Flujo del sistema : 1123.46  
D2 - Presión del sist. : 10.833  
BIE (Demanda) : 900  
D3 - La demanda del sist. : 2023.46  
Margen De Seg. : 2.998



Resumen Accesorios Usado

Estudio Otto Vicente  
UTE

		15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	24
Avc	Estacion de Control y Alarma	0	0	0	0	0.914	2.743	2.438	5.182	0	6.401	0	6.706	15.24	0	0	0	0	0	0	0
E	NFPA 13 90' Standard Elbow	0	0.61	0.61	0.91	1.22	1.52	1.83	2.13	2.44	3.05	3.66	4.27	5.49	6.71	8.23	0	0	0	0	0
T	NFPA 13 90' Flow thru Tee	0	0.91	1.52	1.83	2.44	3.05	3.66	4.57	5.18	6.1	7.62	9.14	10.67	15.24	18.29	0	0	0	0	0
Xah	EN-12845 Globe Valve	0	0	0	10.0	12.0	16.0	21.0	26.0	30.0	34.0	48.0	64.0	84.0							

Unidades Resumen

Unidades Diámetro	Millimeters
Unidades de longitud	Meters
Unidades de Flujo	Liters per Minute
Unidades de presión	Bars

Nota: Leyenda de Montaje ofrece longitudes de tubería equivalente de accesorios como diferentes tipos de diámetros.  
Longitudes equivalentes mostrados son estándar para diámetros reales de Sched 40 tubería y Factor Rugosidad C de 120 excepto como se indica con \*. Los accesorios marcados con un \* muestralas longitudes equivalentes de valores suministradas por los fabricantes basados en diámetros y Factor Rugosidad C de tuberías específicas y que no requieren ajuste. Todos los valores de los accesorios no están marcados con un \* se ajustarán en el cálculo

# Pressure / Flow Summary - STANDARD

Estudio Otto Vicente  
UTE

Página 3  
Fecha 2016.05.10

Nodo No.	Elevación	K-Fact	pt Real	Pn	Flujo Real	Densidad	Area	Presión Req.
70	54.04	80.72	1.13	na	85.69	4.1	20.9	0.5
71	54.24		1.14	na				
72	54.24		1.3	na				
73	54.24		1.4	na				
74	54.0		1.67	na				
75	54.0		1.76	na				
76	54.0		2.51	na				
77	54.0		2.59	na				
78	54.0		3.01	na				
79	51.94		4.61	na				
JMP2	51.94		5.15	na				
JMP1	47.4		5.59	na				
PUMP	-2.5		10.83	na				
80	54.04	80.72	1.25	na	90.3	4.1	20.9	0.5
81	54.04	80.72	1.34	na	93.46	4.1	20.9	0.5
82	53.14	80.72	1.25	na	90.25	4.1	20.9	0.5
83	52.94		1.3	na				
84	54.24		1.42	na				
85	54.0		1.78	na				
86	54.04	80.72	1.36	na	94.22	4.1	20.9	0.5
87	54.04	80.72	1.18	na	87.69	4.1	20.9	0.5
88	54.24		1.19	na				
90	54.04	80.72	1.27	na	90.91	4.1	20.9	0.5
91	54.24		1.28	na				
89	54.24		1.36	na				
92	54.0		1.64	na				
93	54.04	80.72	1.45	na	97.09	4.1	20.9	0.5
94	54.24		1.46	na				
95	54.24		1.53	na				
96	54.0		1.64	na				
97	54.0		1.64	na				
98	54.0		1.65	na				
99	54.0		1.69	na				
100	54.04	80.72	1.45	na	97.17	4.1	20.9	0.5
101	54.24		1.47	na				
102	54.24		1.54	na				
103	54.04	80.72	1.46	na	97.57	4.1	20.9	0.5
104	54.24		1.48	na				
105	54.24		1.55	na				
106	54.04	80.72	1.49	na	98.49	4.1	20.9	0.5
107	54.24		1.51	na				
108	54.24		1.58	na				
109	54.04	80.72	1.55	na	100.62	4.1	20.9	0.5
110	54.24		1.57	na				
111	54.24		1.65	na				
BI30	52.64		4.08	na	300.0			
112	53.9		4.18	na				
68	53.9		4.26	na				
BI13	52.64		4.13	na	300.0			
JP22	56.0		3.95	na				
67	53.9		4.18	na				
69	53.9		4.18	na				
BI14	52.64		4.13	na	300.0			
JP21	56.0		3.95	na				
11	49.9		1.53	na				
12	49.9		1.53	na				
13	49.9		1.53	na				
14	49.9		1.53	na				
VRP	47.4		5.59	na				
113	1.8		6.25	na				
114	1.8		6.25	na				

La velocidad máxima es de 9.59 m/seg. y se produce en la tubería entre los nodos 79 y JMP2

# Cálculos finales - Hazen-Williams

Estudio Otto Vicente  
UTE

Página 4  
Fecha 2016.05.10

Hyd. Ref. Punto	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Acces. or Eqv.	Lg.	Caño Acces. Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Nota	*****
<b>*EQUIVALENT K'S</b>										
<b>*REMOTE HEAD TO SUPPLY</b>										
70 to 71	85.69	26.645 120.0	E	0.61 0.0	0.200 0.610	1.127 -0.020		K Factor = 80.72		
71 to 72	85.69	0.0370		0.0	0.810	0.030		Vel = 2.56		
71 to 72	0.0	26.645 120.0	E	0.61 0.0	3.840 0.610	1.137 0.0				
72 to 73	85.69	0.0371		0.0	4.450	0.165		Vel = 2.56		
72 to 73	90.30	36.63 120.0		0.0 0.0	3.150 0.0	1.302 0.0				
73 to 74	175.99	0.0298		0.0	3.150	0.094		Vel = 2.78		
73 to 74	93.46	36.63 120.0	2E	2.255 0.0	1.600 2.255	1.396 0.024				
74 to 75	269.45	0.0654		0.0	3.855	0.252		Vel = 4.26		
74 to 75	205.14	54.787 120.0		0.0 0.0	3.290 0.0	1.672 0.0				
75 to 76	474.59	0.0261		0.0	3.290	0.086		Vel = 3.36		
75 to 76	100.62	54.787 120.0	T	3.753 0.0	16.400 3.753	1.758 0.0				
76 to 77	575.21	0.0375		0.0	20.153	0.755		Vel = 4.07		
76 to 77	0.0	54.787 120.0		0.0 0.0	2.170 0.0	2.513 0.0				
77 to 78	575.21	0.0373		0.0	2.170	0.081		Vel = 4.07		
77 to 78	0.0	54.787 120.0	T	3.753 0.0	7.350 3.753	2.594 0.0				
78 to 79	575.21	0.0375		0.0	11.103	0.416		Vel = 4.07		
78 to 79	548.25	54.787 120.0	2E T	3.741 3.753	3.360 7.494	3.010 0.202				
79 to JMP2	1123.46	0.1293		0.0	10.854	1.403		Vel = 7.94		
79 to JMP2	900.00	66.929 120.0	Avc	3.347 0.0	0.340 3.347	4.615 0.0				
JMP2 to JMP1	2023.46	0.1448		0.0	3.687	0.534		Vel = 9.59		
JMP2 to JMP1	0.0	161.46 120.0		0.0 0.0	0.100 0.0	5.149 0.445				
JMP1 to PUMP	2023.46	0.0		0.0	0.100	0.0		Vel = 1.65		
JMP1 to PUMP	0.0	161.46 120.0	13E	69.778 0.0	106.240 69.778	5.594 4.889				
PUMP	2023.46	0.0020		0.0	176.018	0.350		Vel = 1.65		
	0.0									
	2023.46					10.833		K Factor = 614.78		
Sistema de presión de la demanda						10.833				
Margen De Seguridad						2.998				
Presión Continua						13.831				
<b>*NEW PATH</b>										
80 to 72	90.30	26.645 120.0	T	1.52 0.0	0.200 1.520	1.252 -0.020		K Factor = 80.72		
72	90.3	0.0407		0.0	1.720	0.070		Vel = 2.70		
	0.0									
	90.30					1.302		K Factor = 79.14		
<b>*NEW PATH</b>										
81 to 73	93.46	26.645 120.0	T	1.52 0.0	0.200 1.520	1.341 -0.020		K Factor = 80.72		
73	93.46	0.0436		0.0	1.720	0.075		Vel = 2.79		



# Cálculos Finales - Hazen-Williams

Estudio Otto Vicente  
UTE

Página 5  
Fecha 2016.05.10

Hyd. Ref. Punto	Qa  Qt	Dia. "C" Pf/M	Acces. or Eqv.	Lg.	Caño Acces. Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Nota	*****
	0.0 93.46					1.396		K Factor = 79.10		
*NEW PATH										
82 to 83	90.25 90.25	26.645 120.0 0.0407	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.250 0.020 0.033		K Factor = 80.72  Vel = 2.70		
83 to 84	0.0 90.25	26.645 120.0 0.0406	2E	1.22 0.0 0.0	4.760 1.220 5.980	1.303 -0.127 0.243		Vel = 2.70		
84 to 85	94.22 184.47	26.645 120.0 0.1525	2E	1.22 0.0 0.0	0.990 1.220 2.210	1.419 0.024 0.337		Vel = 5.51		
85 to 78	363.78 548.25	54.787 120.0 0.0343	2T	7.506 0.0 0.0	28.370 7.506 35.876	1.780 0.0 1.230		Vel = 3.88		
	0.0 548.25					3.010		K Factor = 316.01		
*NEW PATH										
86 to 84	94.22 94.22	26.645 120.0 0.0442	T	1.52 0.0 0.0	0.200 1.520 1.720	1.363 -0.020 0.076		K Factor = 80.72  Vel = 2.82		
	0.0 94.22					1.419		K Factor = 79.10		
*NEW PATH										
87 to 88	87.69 87.69	26.645 120.0 0.0395	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.180 -0.020 0.032		K Factor = 80.72  Vel = 2.62		
88 to 89	0.0 87.69	26.645 120.0 0.0387	T	1.52 0.0 0.0	2.870 1.520 4.390	1.192 0.0 0.170		Vel = 2.62		
	0.0 87.69					1.362		K Factor = 75.14		
*NEW PATH										
90 to 91	90.91 90.91	26.645 120.0 0.0420	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.268 -0.020 0.034		K Factor = 80.72  Vel = 2.72		
91 to 89	0.0 90.91	26.645 120.0 0.0417	T	1.52 0.0 0.0	0.400 1.520 1.920	1.282 0.0 0.080		Vel = 2.72		
89 to 92	87.69 178.6	26.645 120.0 0.1438	T	1.52 0.0 0.0	0.240 1.520 1.760	1.362 0.024 0.253		Vel = 5.34		
92 to 74	26.54 205.14	54.787 120.0 0.0056	T	3.753 0.0 0.0	2.180 3.753 5.933	1.639 0.0 0.033		Vel = 1.45		
	0.0 205.14					1.672		K Factor = 158.65		
*NEW PATH										
93 to 94	97.09 97.09	26.645 120.0 0.0469	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.447 -0.020 0.038		K Factor = 80.72  Vel = 2.90		

# Cálculos Finales - Hazen-Williams

Estudio Otto Vicente  
UTE

Página 6  
Fecha 2016.05.10

Hyd. Ref. Punto	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Acces. or Eqv.	Lg.	Caño Acces. Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Nota	*****
94 to 95	0.0 97.09	26.645 120.0 0.0469	E	0.61 0.0 0.0	0.840 0.610 1.450	1.465 0.0 0.068				
								Vel =	2.90	
95 to 96	0.0 97.09	26.645 120.0 0.0460	T	1.52 0.0 0.0	0.240 1.520 1.760	1.533 0.024 0.081				
								Vel =	2.90	
96 to 97	-26.54 70.55	54.787 120.0 0.0009		0.0 0.0 0.0	3.480 0.0 3.480	1.638 0.0 0.003				
								Vel =	0.50	
97 to 98	97.17 167.72	54.787 120.0 0.0037		0.0 0.0 0.0	3.470 0.0 3.470	1.641 0.0 0.013				
								Vel =	1.19	
98 to 99	97.57 265.29	54.787 120.0 0.0089		0.0 0.0 0.0	3.480 0.0 3.480	1.654 0.0 0.031				
								Vel =	1.88	
99 to 85	98.49 363.78	54.787 120.0 0.0160	T	3.753 0.0 0.0	2.170 3.753 5.923	1.685 0.0 0.095				
								Vel =	2.57	
	0.0 363.78					1.780		K Factor =	272.66	
*NEW PATH										
100 to 101	97.17 97.17	26.645 120.0 0.0469	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.449 -0.020 0.038				
								K Factor =	80.72	
								Vel =	2.90	
101 to 102	0.0 97.17	26.645 120.0 0.0469	E	0.61 0.0 0.0	0.840 0.610 1.450	1.467 0.0 0.068				
								Vel =	2.90	
102 to 97	0.0 97.17	26.645 120.0 0.0466	T	1.52 0.0 0.0	0.240 1.520 1.760	1.535 0.024 0.082				
								Vel =	2.90	
	0.0 97.17					1.641		K Factor =	75.85	
*NEW PATH										
103 to 104	97.57 97.57	26.645 120.0 0.0481	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.461 -0.020 0.039				
								K Factor =	80.72	
								Vel =	2.92	
104 to 105	0.0 97.57	26.645 120.0 0.0469	E	0.61 0.0 0.0	0.840 0.610 1.450	1.480 0.0 0.068				
								Vel =	2.92	
105 to 98	0.0 97.57	26.645 120.0 0.0466	T	1.52 0.0 0.0	0.240 1.520 1.760	1.548 0.024 0.082				
								Vel =	2.92	
	0.0 97.57					1.654		K Factor =	75.87	
*NEW PATH										
106 to 107	98.49 98.49	26.645 120.0 0.0481	E	0.61 0.0 0.0	0.200 0.610 0.810	1.489 -0.020 0.039				
								K Factor =	80.72	
								Vel =	2.94	
107 to 108	0.0 98.49	26.645 120.0 0.0476	E	0.61 0.0 0.0	0.840 0.610 1.450	1.508 0.0 0.069				
								Vel =	2.94	

# Cálculos Finales - Hazen-Williams

Estudio Otto Vicente  
UTE

Página 7  
Fecha 2016.05.10

Hyd. Ref. Punto	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Acces. or Eqv.	Lg.	Caño Acces. Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Nota	*****
108 to 99	0.0 98.49	26.645 120.0 0.0477	T	1.52 0.0 0.0	0.240 1.520 1.760	1.577 0.024 0.084				
	0.0 98.49					1.685			Vel = 2.94	
									K Factor = 75.87	
*NEW PATH										
109 to 110	100.62	26.645 120.0	E	0.61 0.0	0.200 0.610	1.554 -0.020			K Factor = 80.72	
	100.62	0.0494		0.0	0.810	0.040			Vel = 3.01	
110 to 111	0.0	26.645 120.0	E	0.61 0.0	0.840 0.610	1.574 0.0				
	100.62	0.0503		0.0	1.450	0.073			Vel = 3.01	
111 to 75	0.0	26.645 120.0	T	1.52 0.0	0.240 1.520	1.647 0.024				
	100.62	0.0494		0.0	1.760	0.087			Vel = 3.01	
	0.0 100.62					1.758			K Factor = 75.89	
*NEW PATH										
96 to 92	26.54	54.787 120.0		0.0 0.0	3.400 0.0	1.638 0.0				
	26.54	0.0003		0.0	3.400	0.001			Vel = 0.19	
	0.0 26.54					1.639			K Factor = 20.73	
*NEW PATH										
BI30 to 112	300.00	66.929 120.0	3E T	7.537 5.024	11.300 41.390	4.084 -0.123			Qa = 300	
	300.0	0.0042	Xah	28.829	52.690	0.223			Vel = 1.42	
112 to 68	86.12	82.804 120.0	E	2.863 0.0	27.960 2.863	4.184 0.0				
	386.12	0.0024		0.0	30.823	0.074			Vel = 1.20	
68 to 79	513.88	82.804 120.0	T 2E	6.142 5.725	2.550 11.867	4.258 0.192				
	900.0	0.0114		0.0	14.417	0.165			Vel = 2.79	
	0.0 900.00					4.615			K Factor = 418.94	
*NEW PATH										
BI13 to JP22	300.00	66.929 120.0	2E Xah	5.024 28.829	1.800 33.853	4.126 -0.329			Qa = 300	
	300.0	0.0042		0.0	35.653	0.151			Vel = 1.42	
JP22 to 67	0.0	66.929 120.0	T	5.024 0.0	0.900 5.024	3.948 0.206				
	300.0	0.0042		0.0	5.924	0.025			Vel = 1.42	
67 to 69	-86.12	82.804 120.0		0.0 0.0	7.230 0.0	4.179 0.0				
	213.88	0.0008		0.0	7.230	0.006			Vel = 0.66	
69 to 68	300.00	82.804 120.0	E	2.863 0.0	14.990 2.863	4.185 0.0				
	513.88	0.0041		0.0	17.853	0.073			Vel = 1.59	
	0.0 513.88					4.258			K Factor = 249.03	
*NEW PATH										

# Cálculos Finales - Hazen-Williams

Estudio Otto Vicente  
UTE

Página 8  
Fecha 2016.05.10

Hyd. Ref. Punto	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Acces. or Eqv.	Lg.	Caño Acces. Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Nota	*****
BI14 to JP21	300.00 300.0	66.929 120.0 0.0042	2E Xah	5.024 28.829 0.0	1.790 33.853 35.643	4.132 -0.329 0.151		Qa = 300		
JP21 to 69	0.0 300.0	66.929 120.0 0.0042	T	5.024 0.0 0.0	0.910 5.024 5.934	3.954 0.206 0.025		Vel = 1.42		
	0.0 300.00					4.185		K Factor = 146.65		
*NEW PATH										
112 to 67	-86.11 -86.11	82.804 120.0 -0.0002	2E	5.725 0.0 0.0	24.730 5.725 30.455	4.184 0.0 -0.005		Vel = 0.27		
	0.0 -86.11					4.179		K Factor = -42.12		
*NEW PATH										
11 to 12	0.0 0.0	108.2 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.030 0.0 0.030	1.533 0.0 0.0		Vel = 0		
	0.0 0.0					1.533		K Factor = 0		
*NEW PATH										
13 to 14	0.0 0.0	108.2 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.030 0.0 0.030	1.533 0.0 0.0		Vel = 0		
	0.0 0.0					1.533		K Factor = 0		
*NEW PATH										
VRP to JMP1	0.0 0.0	108.2 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.180 0.0 0.180	5.594 0.0 0.0		Vel = 0		
	0.0 0.0					5.594		K Factor = 0		
*NEW PATH										
113 to 114	0.0 0.0	108.2 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.030 0.0 0.030	6.245 0.0 0.0		Vel = 0		
	0.0 0.0					6.245		K Factor = 0		