

---

**ANNEX 6**  
**Càlcul de la xarxa de sanejament**

## **Càlcul de la xarxa de plujanes**

El present projecte defineix la xarxa de recollida d'aigües plujanes a l'àmbit d'actuació. La totalitat de la xarxa està definida als plànols de planta del projecte.

### **Descripció de la xarxa projectada**

Treballs corresponents a la xarxa separativa de plujanes consistents en l'excavació de rases i pous aïllats, col·locació de claveguera amb tub de PVC o PE de diàmetre designat al plànol corresponent, rebliment i piconatge de rases, formació de pous de registre, col·locació de caixes d'embornals i claveguerons de connexió i escomeses a totes les parcel·les.

S'ha optat per conduccions de PVC o PE, donat que el comportament del material plàstic, amb un coeficient de rugositat molt baix, és millor que el comportament d'altres materials més utilitzats com ara és el formigó. Tanmateix la estandardització i estanqueïtat de les unions entre tubs millora el funcionament de les xarxes en qüestió. D'altres raons es podrien resumir en el bon comportament a llarg termini a l'aixafament i el gruix de material de les seves parets, així com a igual diàmetre major secció de desguàs.

Per a diàmetres superiors a 1000 mm es canvia el material i es disposa de conduccions de formigó armat normalitzat, per la millora qualitat-preu així com de les prestacions hidràuliques i mecàniques dels esmentats conductes.

Les connexions dels baixants de cobertes i escomeses de plujanes, embornals i d'altres elements singulars de la xarxa general es realitzaran a través dels pous de registre, sempre que sigui possible. En el cas que les connexions no es puguin realitzar a pous s'aplicaran els següents criteris:

- Si els tubs són de PVC la connexió es realitzarà amb peces especials prefabricades (tipus Clip).

S'estableix una limitació superior i inferior de velocitats de circulació de les aigües per les clavegueres a fi d'aconseguir un millor funcionament del sistema i procurar allargar la seva vida útil. La limitació de velocitats màxima de circulació de l'aigua ve determinada per l'erosió que puguin causar les sorres o altres sòlids que transporti. La limitació de la velocitat mínima ve determinada per la necessitat d'evitar la sedimentació dels sòlids que transporten les aigües plujanes. Les plujanes no han de fluir a través dels conductes a velocitats superiors a 6,5 m/s. Les velocitats mínimes de circulació s'estableixen en un valor aproximatiu de 0,6 m/s.

El pendent de les clavegueres ha de ser tal que les velocitats màximes i mínimes es mantinguin dins els marges esmentats.

## AIGÜES PLUJANES

Per al seu càlcul s'ha emprat el "mètode racional". Aquest mètode es detalla en la documentació següent i és el que s'ha d'aplicar segons les recomanacions dictades per l'Agència Catalana de l'Aigua de la Generalitat de Catalunya.

### Mètode racional

El mètode racional calcula el cabal màxim  $Q_p$  d'escorrentiu superficial d'una pluja d'intensitat  $I$  que cau sobre una conca amb una superfície  $S$ , que comença de manera instantània i és constant durant un temps mínim igual al temps de concentració de la conca  $T_c$ .

La formula bàsica del model :

$$Q_p = K * \frac{C * I * S}{3,6}$$

$Q_p$  = cabal punta (m<sup>3</sup>/s)

$C$  = coeficient d'escorrentiu (adimensional)

$I$  = intensitat de pluja (mm/h)

$S$  = superfície de la conca (km<sup>2</sup>)

$K$  = coeficient d'uniformitat.

El coeficient d'uniformitat es calcula:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

Temps de concentració.

Temps que transcorre entre la finalització de la precipitació i la sortida de la darrera gota d'escorrentiu superficial. (per el punt de desguàs). A efectes pràctics es considera que  $T_c$  es el temps que triga una gota de pluja neta caiguda a l'extrem superior del curs principal a sortir pel punt de sortida.

Per el càlcul d'aquest temps s'utilitza la fórmula proposada per J.R.Témez, completada amb un coeficient reductor que distingeix les conques urbanes de les no urbanes.

Es considera una conca urbana i s'aplica la formula següent:

$$T_c = \frac{1}{1 + 3\sqrt{\mu(2 - \mu)}} * 0,3 * \left(\frac{L}{j^{0,25}}\right)^{0,76}$$

Tc= temps de concentració en hores.

L = longitud del curs principal expressat en km

j= pendent mitjà del curs principal expressat en tant per u.

μ= grau d'urbanització de la conca expressat en tant per u.

El temps de concentració mínim que s'ha considerat a efectes de càlcul ha estat de 12 minuts.

Per poder determinar el cabal punta s'obté de l'aplicació de la fórmula bàsica del model:

$$Q_p = K * \frac{C * I * S}{3,6}$$

Pels coeficients d'escorrentia en diferents superfícies es prenen els següents valors:

c = 0.90 per als vials.

c = 0.50 en zona aparcament verd.

c = 0.15 en zones verdes, superfície lliure de parcel·la i paviments de sauló.

En el quadre que s'adjunta es calculen els coeficients d'escorrentia mitjans (Cm), corresponents a cadascuna de les conques vessants. El coeficient d'escorrentia mitjà es determina com la suma de productes de els diferents superfícies pel seu coeficient, dividida per la superfície total de la conca.

### **Recomanacions sobre Mètodes de Càlcul d'avingudes Màximes” de l'Agència Catalana de l'Aigua.**

Segons la publicació “Delimitació de zones inundables per a la redacció de l'INUNCAT: Conques internes de Catalunya, Volum: Càlcul Hidrològic i determinació dels cabals d'avinguda”, de l'ACA, (juny-2001), segons la Taula 9 de precipitacions màximes en 24 h, per la llera del Riu Onyar, i per diferents períodes de retorn s'obtenen els següents valors:

T (anys)	Pd (mm)
5	114
<b>10</b>	<b>139</b>
25	174
50	203
100	234
500	311

El dimensionat dels conductes s'ha efectuat de la forma següent:

La fórmula per determinar el cabal és la de Manning, essent la velocitat:

$$V = K R_h^{2/3} J^{1/2}$$

$$Q = V S$$

$R_h$  = radi hidràulic: relació entre superfície mullada i perímetre mullat per el cabal circulant i dimensions de longitud ( $m^2/m = m$ )

$J$  = pendent unitari del conducte

$K$  = rugositat del material; 100 per plàstic; 70 per formigó; 65 per maçoneria; 50 llits rocosos i sòl natural.

La capacitat del conducte serà el producte de la velocitat per la secció del conducte

Així a cada secció hidràulica li correspon una velocitat i per tant, un cabal, amb la qual cosa en forma iterativa es determinen les dimensions hidràuliques per al cabal de càlcul en una canalització segons les altures que adopti l'aigua en el conducte.

Existeixen àbacs que permeten determinar l'altura i la velocitat per qualsevol cabal inferior a la secció plena, permetent determinar les velocitats de circulació dels cabals mitjans d'aigües residuals.

El procediment de càlcul d'una xarxa es base en establir pendents i diàmetres per lligar les condicions de cabal i velocitat (màxima en aigües de pluges, i mínima per les residuals)

Procés de càlcul:

Determinar el cabal màxim d'aportació amb les superfícies i coeficient d'escorrentia.

Estimació inicial de diàmetres i pendents dels conductes es determina el cabal a secció plena.

Proporció entre cabal total a desguassar i cabal de secció plena. En funció de la relació anterior es determina la velocitat real a partir de la velocitat de la secció plena

El diàmetre mínim de les canonades s'ha establert en 300 mm.

En el quadre de dimensionat de la xarxa s'indiquen els cabals residuals corresponents a cada tram de la xarxa.

**AIGÜES PLUVIALS**  
**DIMENSIONAT CONDUCTES DE PLUJANES**

Precipitació màxima 24 h T10 ( Pd' ) = 139,0000 mm/h

CARRER	CONCA VERTENT	TRAM DEL POU DE REGISTRE	AL POU DE REGISTRE	LONGITUD DEL TRAM L(m)	SUPERFICIE CONCA VERTIENT DEL TRAM AS (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA MITJÀ DE LA CONCA Cm	Temps d'escorrentia de càlcul (min)	Temps d'escorrentia mínim (min)	Temps de recorregut estimat Tv' (min)	Temps de concentració estimat Tc (min)	Temps de concentració de càlcul Tc (h)	Intensitat de precipitació (mm/h)	Coefficient d'uniformitat K	Cabdal (m3/s)	PENDIENT CLAVEGUERA (unitari)	DIÀMETRE NOMINAL Ø (mm)	DIÀMETRE INTERIOR Ø (mm)	CABAL A SECCIÓ PLENA Qsll (m3/seg.)	Qc / Qsll (-)	Vc / Vsll (-)	VELOCITAT SECCIÓ PLENA Vsll (m/seg.)	VELOCITAT AMB EL CABAL DE CÀLCUL V (m/seg.)	Material (n) (coef.Manning)	Rh secció plena (D/4 circular)	Velocitat secció plena (MANNING)
VIAL PROJECTAT	P01	P02		15	10268	0,34	0,45558	12	0,049254	12,04925	0,200821	156,5885	1,009511	0,154909	<b>0,045</b>	PVC315	<b>287</b>	0,34	<b>0,46</b>	0,97	5,23	<b>5,08</b>	0,007	0,07175	5,23
	P02	CONNEXIÓ		12	10455	0,35	0,70567	12	0,039404	12,0394	0,200657	156,6546	1,009502	0,160257	<b>0,045</b>	PVC315	<b>287</b>	0,34	<b>0,47</b>	0,97	5,23	<b>5,08</b>	0,007	0,07175	5,23
	P08	CONNEXIÓ		11	16000	0,45	2,38385	12	0,031006	12,03101	0,200517	156,7111	1,009493	0,319633	<b>0,045</b>	PVC315	<b>287</b>	0,34	<b>0,94</b>	1,13	5,23	<b>5,91</b>	0,007	0,07175	5,23
	P07	P08		62	2560	0,53	2,76415	12	0,481509	12,48151	0,208025	153,7591	1,009935	0,058534	<b>0,010</b>	PVC315	<b>287</b>	0,16	<b>0,37</b>	0,87	2,47	<b>2,15</b>	0,007	0,07175	2,47
	P06	P07		56	1536	0,53	1,56917	12	0,472966	12,47297	0,207883	153,8137	1,009927	0,03512	<b>0,010</b>	PVC315	<b>287</b>	0,16	<b>0,22</b>	0,80	2,47	<b>1,97</b>	0,007	0,07175	2,47
	P05	P08		20	11641	0,43	2,16057	12	0,059535	12,05953	0,200992	156,5195	1,009521	0,218823	<b>0,045</b>	PVC315	<b>287</b>	0,34	<b>0,65</b>	1,07	5,23	<b>5,60</b>	0,007	0,07175	5,23
	P04	P05		55	7606	0,44	2,49426	12	0,328864	12,32886	0,205481	154,7422	1,009785	0,146841	<b>0,010</b>	PVC315	<b>287</b>	0,16	<b>0,82</b>	1,13	2,47	<b>2,79</b>	0,007	0,07175	2,47
	P04	P03		60	1160	0,90	1,27235	12	0,476941	12,47694	0,207949	153,7883	1,009931	0,045042	<b>0,010</b>	PVC315	<b>287</b>	0,16	<b>0,28</b>	0,85	2,47	<b>2,10</b>	0,007	0,07175	2,47

**CALCUL D'ESCORRENTIES**

CONCA VERTENT	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE VIAL (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE ESPAIS LLURES I ZONA VERDA (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE RUSTIC AGRICOLA (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE RUSTIC FORESTAL (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE PARCEL·LA NO EDIFICADA PAVIMENT (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE PARCEL·LA VERD (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE EDIFICADA (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA C	SUPERFICIE AFARCAMENT VERD (m2)	COEFICIENT D'ESCORRENTIA Cn	SUPERFICIE TOTAL (m2)	Superficie impermeable	Suma de superfícies impermeables	Suma de superfícies totals	grau d'urbanització	Promiig de CM
P01---P02	0,90	511	0,15	296	0,15	1911	0,05	0	0,90	0	0,15	5662,5	1,00	1887,5	0,50	0	0,34	10268	2398,5	2398,5	10268	0,234	0,343574698
P02---connexió	0,90	634	0,15	360	0,15	1911	0,05	0	0,90	0	0,15	5662,5	1,00	1887,5	0,50	0	0,35	10455	2521,5	2521,5	10455	0,241	0,348935916
P8---connexió	0,90	2973	0,15	596	0,15	1911	0,05	0	0,90	0	0,15	5662,5	1,00	1887,5	0,50	2970	0,45	16000	4860,5	4860,5	16000	0,304	0,454601563
P07---P08	0,90	714	0,15	596	0,15	0	0,05	0	0,90	0	0,15	0	1,00	0	0,50	1250	0,53	2560	714	714	2560	0,279	0,530078125
P06---P07	0,90	428	0,15	358	0,15	0	0,05	0	0,90	0	0,15	0	1,00	0	0,50	750	0,53	1536	428	428	1536	0,279	0,529882813
P05---P08	0,90	2180	0,15	0	0,15	1911	0,05	0	0,90	0	0,15	5662,5	1,00	1887,5	0,50	0	0,43	11641	4067,5	4067,5	11641	0,349	0,428272915
P04---P05	0,90	1920	0,15	0	0,15	1911	0,05	0	0,90	0	0,15	2831,3	1,00	943,8	0,50	0	0,44	7606,0	2863,8	2863,8	7606,0	0,377	0,444791941
P04---P03	0,90	1160	0,15	0	0,15	0	0,05	0	0,90	0	0,15	0	1,00	0	0,50	0	0,90	1160	1160	1160	1160	1,000	0,9

## **Càlcul de la xarxa de sanejament**

El present projecte defineix la xarxa de clavegueram a l'àmbit d'actuació. La totalitat de la xarxa està definida als plànols de planta del projecte.

S'utilitzaran les seccions de tubs, pous de registre que es descriuen en els corresponents plànols de detalls.

La xarxa s'ha projectat amb un sistema separatiu i dependent de la xarxa residual on vessa les aigües en un col·lector existent de la xarxa municipal.

### **Descripció de la xarxa projectada**

Treballs corresponents a la xarxa separativa de recollida d'aigües negres i plujanes consistents en l'excavació de rases i pous aïllats, col·locació de claveguera amb tub de PVC o PE de diàmetre designat al plànol corresponent, rebliment i piconatge de rases, formació de pous de registre, col·locació de caixes d'embornals i claveguerons de connexió i escameses a totes les parcel·les.

S'ha optat per conduccions de PVC o PE, donat que el comportament del material plàstic, amb un coeficient de rugositat molt baix, és millor que el comportament d'altres materials més utilitzats com ara és el formigó. Tanmateix la estandardització i estanqueïtat de les unions entre tubs millora el funcionament de les xarxes en qüestió. D'altres raons es podrien resumir en el bon comportament a llarg termini a l'aixafament i el gruix de material de les seves parets, així com a igual diàmetre major secció de desguàs.

Les connexions de les parcel·les (naus industrials o habitatges existents), embornals i d'altres elements singulars de la xarxa general es realitzaran a través dels pous de registre, sempre que sigui possible. En el cas que les connexions no es puguin realitzar a pous s'aplicaran els següents criteris:

- Si els tubs són de PVC o PE la connexió es realitzarà amb peces especials prefabricades (tipus Clip).

S'estableix una limitació superior i inferior de velocitats de circulació de les aigües per les clavegueres a fi d'aconseguir un millor funcionament del sistema i procurar allargar la seva vida útil. La limitació de velocitats màxima de circulació de l'aigua ve determinada per l'erosió que puguin causar les sorres o altres sòlids que transporti. La limitació de la velocitat mínima ve determinada per la necessitat d'evitar la sedimentació dels sòlids que transporten les aigües residuals. Les aigües residuals no han de fluir a través dels conductes a velocitats superiors a 3.00 m/s. Les velocitats mínimes de circulació s'estableixen en un valor aproximatiu de 0,6 m/s.

El pendent de les clavegueres ha de ser tal que les velocitats màximes i mínimes es mantinguin dins els marges esmentats.

## AIGÜES RESIDUALS

La xarxa d'evacuació d'aigües residuals és el sistema d'instal·lacions que serveix per canalitzar aquestes aigües produïdes per les diferents activitats urbanes, partint de la base de disposar d'un sistema separatiu entre les aigües residuals i les aigües pluvials o netes.

Les aigües residuals es diferencien entre domèstiques o urbanes i industrials. En el nostre cas totes les aigües són domèstiques, considerant la parcel·la d'equipament públic.

La xarxa es dimensiona per una dotació o aportació de 0,55 litres / s hectària i dia. Aquest valor es considera mitjà i per tal d'obtenir el cabal punta s'apliquen uns coeficients, en el nostre cas 3.

Per les zones destinades a equipaments s'han considerat una dotació de 0.55 l seg/Ha, de la qual resulta:

$$Q_r = 0.55 \times H \text{ l/s}$$

on:

H = Superfície en hectàrees corresponent a la parcel·la d'equipament per cada tram de la xarxa.

S'ha consultat el consum d'aigua considerat en la construcció d'un centre d'educació primària amb 2 línies, amb una superfície construïda de 3875 m<sup>2</sup>, resultant un valor de cabal instantani de 1,22 l/s. A aquest valor també hi aplicarem el coeficient de punta de 3.

Per tant s'adoptarà el cabal major respecte les dues formes de preveure el cabal d'aportació de la parcel·la d'equipaments.

La fórmula per determinar el cabal és la de Manning, essent la velocitat:

$$V = K R_h^{2/3} J^{1/2}$$

R<sub>h</sub>=radi hidràulic: relació entre superfície mullada i perímetre mullat per el cabal circulant i dimensions de longitud ( m<sup>2</sup>/m = m)

J= pendent unitari del conducte

K= rugositat del material; 100 per plàstic; 80 per formigó; 65 per maçoneria; 50 llits rocosos i sòl natural.

La capacitat del conducte serà el producte de la velocitat per la secció del conducte.

Així a cada secció hidràulica li correspon una velocitat i per tant, un cabal, amb la qual cosa en forma iterativa es determinen les dimensions hidràuliques per al

cabal de càlcul en una canalització segons les altures que adopti l'aigua en el conducte.

Existeixen àbacs que permeten determinar l'altura i la velocitat per qualsevol cabal inferior a la secció plena, permetent determinar les velocitats de circulació dels cabals mitjans d'aigües residuals.

El procediment de càlcul d'una xarxa es base en establir pendents i diàmetres per lligar les condicions de cabal i velocitat (màxima en aigües de pluges, i mínima per les residuals)

Procés de càlcul:

Determinar el cabal màxim d'aportació amb les superfícies i coeu. d'escorrentia.

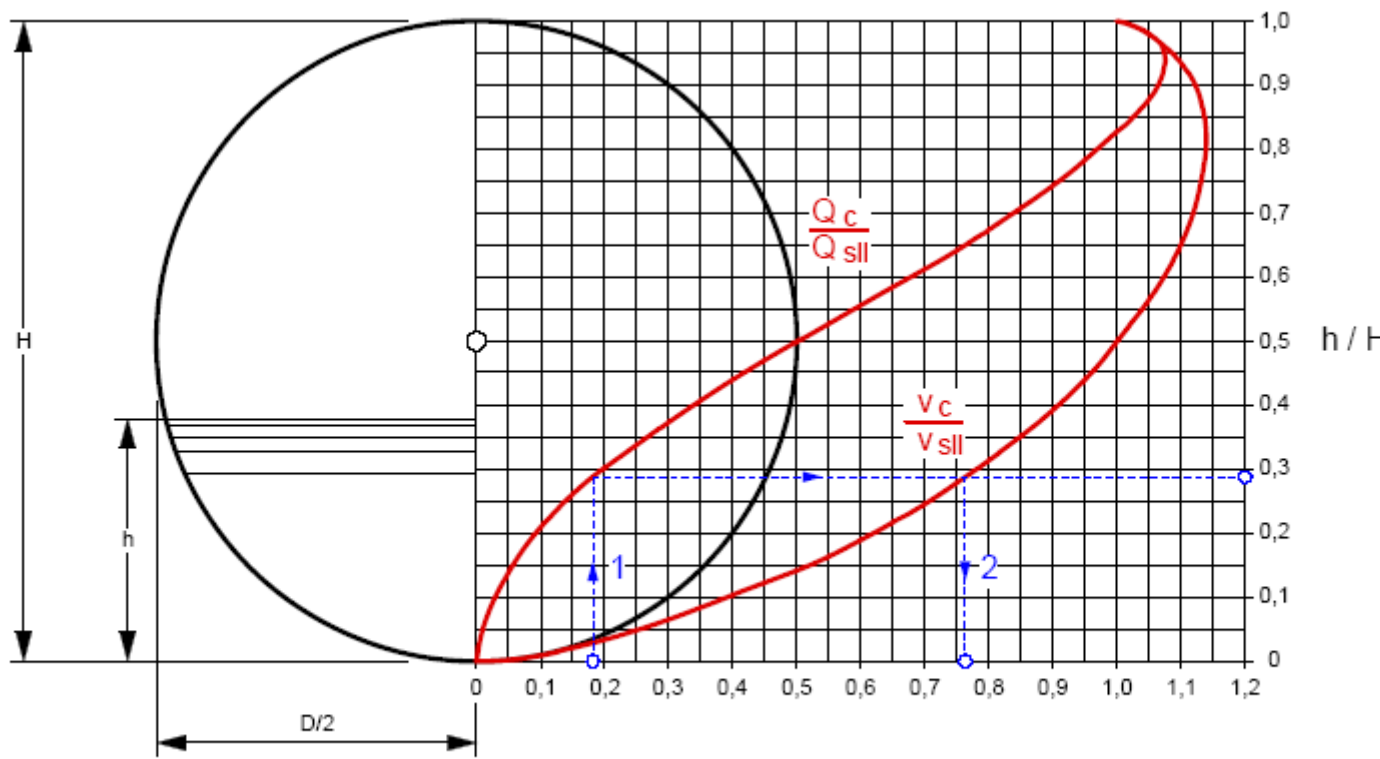
Estimació inicial de diàmetres i pendents dels conductes es determina el cabal a secció plena.

Proporció entre cabal total a desaiguar i cabal de secció plena. En funció de la relació anterior es determina la velocitat real a partir de la velocitat de la secció plena. ( a partir del gràfic que s'adjunta a continuació).

El diàmetre mínim de les canonades s'ha establert en 300 mm.

En el quadre de dimensionat de la xarxa s'indiquen els cabals residuals corresponents a cada tram de la xarxa.

Gràfic que s'adjunta.



SECCIÓN CIRCULAR; Velocidad y Caudal para varias alturas de agua

CLAVEGUERAM		DOTACIÓ MITJANA HABITATGES=		150 L/ HABITANT . DIA		DOTACIÓ MITJANA EQUIPAMENT CEIP=		1,22 L/s																	
DIMENSIONAT CONDUCTES DE NEGRES		DOTACIÓ MITJANA EQUIPAMENT=		0,55 L/ S * HEC		DOTACIÓ MITJANA EQUIPAMENT CEIP=		1,22 L/s																	
		COEFICIENT PUNTA=		3		COEFICIENT PUNTA=		3																	
CARRER	TRAM DEL POU DE REGISTRE	AL POU DE REGISTRE	LONGITUD DEL TRAM L(m)	SUPERFICIE(hec) EQUIPAMENT SITUADES AL TRAM	SUPERFICIE ACUMULADA	HABITATGES SITUATS AL TRAM	HABITANTS DEL TRAM	HABITANTS ACUMULATS	CABAL MITJA ( L /s)	CABAL PUNTA MÀXIM( L /s)	CABAL PUNTA MÀXIM CEIP( L /s )	CABAL PUNTA MÍNIM (L /s)	CABAL DE CÀLCUL MÀXIM (m3/s)	PENDIENT CLAVEGUERA	DIÀMETRE COMERCIAL Ø (mm)	DIÀMETRE INTERIOR Ø (mm)	CABAL A SECCIÓ PLENA Qsll (m3/seg.)	Qc / Qsll ( - )	Vc / Vsll ( - )	VELOCITAT SECCIÓ PLENA Vsll (m/seg)	VELOCITAT AMB EL CABAL DE CÀLCUL MÀXIM V (m/seg.)	Material (n) (coef.Manning)	Rh seccion plena (D/4 circular)	Velocitat seccion plena (MANNING)	
vial projectat	ESCOMESA		10	1,51	1,51	0	0	0	0,8305	2,4915	3,66	0,9059	0,003660000	1,00%	250	PE 250 SN8	216	0,07	0,049	0,35	2,04	0,71	0,007	0,054	2,04
	P01	P02	26	1,51	1,51	0	0	0	0,8305	2,4915	3,66	0,9059	0,003660000	1,00%	315	PE 315 SN8	271	0,14	0,027	0,30	2,37	0,71	0,007	0,06775	2,37
	P02	P03	24	1,51	1,51	0	0	0	0,8305	2,4915	3,66	0,9059	0,003660000	4,50%	315	PE 315 SN8	271	0,29	0,013	0,15	5,04	0,76	0,007	0,06775	5,04
	P03	CONNEXIO	24	1,51	1,51	0	0	0	0,8305	2,4915	3,66	0,9059	0,003660000	4,50%	315	PE 315 SN8	271	0,29	0,013	0,15	5,04	0,76	0,007	0,06775	5,04