

OGGETTO: Proposta di intervento per la realizzazione di un piano particolareggiato di iniziativa privata, nel proprio terreno incluso nell'ambito classificato come ANS2(10) in Via Viola, Longastrino (FE)

COMMITTENTI: Sig. GUERRINI QUARTO Via Viola n.8 Longastrino (FE)
Sig.ra GUERRINI ROSANNA Via Viola n.8 Longastrino (FE)

TAV. n. 22

PROGETTO
RELAZIONE IDRAULICA

RISERVATO AL COMUNE

Allegato alla delibera di Giunta Unione Valli e Delizie n. 47 del 23.05.2019 "APPROVAZIONE PUA scheda intervento ANS2(10)-1"

COPIA CONFORME ai sensi dell'art.23, comma 1 del D.Lgs. n.82/2005 dell'originale sottoscritto con firma digitale e memorizzato digitalmente su banca dati dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie (FE).

Il Segretario Generale
D.ssa Rita Crivellari

IL PROGETTISTA

Ing. Federico Pirazzini
Via Buscaroli 3, 48017
Conselice (RA)

DATA: 25-09-2017
ARGENTA

DATA INTEGRAZIONE: 20-11-2018
ARGENTA

INDICE

1. PREMESSE	2
2. RETE DI DRENAGGIO SUPERFICIALE	3
2.1. Metodologia di calcolo della rete di drenaggio delle acque meteoriche.....	3
2.1.1 Calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica.....	4
2.1. 2 Dimensionamento dei principali collettori fognari.....	7
2.2 Dimensionamento dell'invaso di laminazione.....	8
2.3 Dimensionamento della bocca a battente del pozzetto di scarico al recapito...	10
3. DIMENSIONAMENTO FOGNATURA NERA.....	11

ALLEGATI

Verifiche idrauliche dei collettori fognari – rete acque meteoriche

1. PREMESSE

La presente relazione tratta il dimensionamento della rete di drenaggio, dell'invaso di laminazione destinato a realizzare il principio dell'invarianza idraulica e della rete di collettamento delle acque nere nell'ambito di un intervento di urbanizzazione in via Viola a Longastrino (FE).



Figura 1 – Inquadramento area di intervento su catastale

Vi saranno quindi due reti separate, una per le acque meteoriche che saranno inviate al corpo idrico ricettore previo passaggio nell'invaso di laminazione, l'altra per le acque nere, che saranno recapitate nella rete fognaria comunale.

L'invaso di laminazione, opportunamente dimensionato per garantire l'abbattimento delle portate di piena a protezione del corpo idrico ricettore, scaricherà nel fosso perimetrale al comparto, di competenza del Consorzio di Bonifica del Comune di Ferrara fino a raggiungere lo scolo Consorziale Nord.

2. RETE DI DRENAGGIO SUPERFICIALE

Tutte le precipitazioni sottese alle aree di nuova realizzazione saranno raccolte e convogliate da una idonea rete di drenaggio costituita da collettori in PVC rigido conforme alle norme UNI EN 1401, aventi classe di rigidità pari a SN4; lo schema della rete è rappresentato nelle tavole di progetto e richiamato come allegato alla presente relazione.

La raccolta superficiale dei deflussi sarà garantita da pozzetti a caditoia dotati di griglia in ghisa carrabile di classe D400 secondo UNI EN 124, delle dimensioni di metri 0,50x0,50, posti in corrispondenza della banchina stradale o dei piazzali interni, ad interasse non superiore a 30 metri; la rete di drenaggio sarà dotata di idonei pozzetti di ispezione delle dimensioni di metri 0,50x0,50, 0,60x0,60, 0,80x0,80 ed 1,00x1,00, in relazione alla dimensione del collettore.

Al fine di realizzare il principio dell'invarianza idraulica i collettori terminali della rete di drenaggio recapiteranno le portate di pioggia dell'intera superficie di intervento ad un'area allagabile realizzata mediante riprofilatura del terreno naturale, ad un'estremità di quest'area sarà realizzato un pozzetto con bocca tarata che consentirà il passaggio della portata "ante operam", accumulando nell'invaso la portata eccedente.

2.1. Metodologia di calcolo della rete di drenaggio delle acque meteoriche

La verifica dei collettori principali viene eseguita tramite il metodo cinematico lineare o metodo della corrivazione, la portata al colmo della piena critica sarà pertanto valutata con la classica formula razionale:

$$Q = \frac{\varphi \cdot I_{cr} \cdot S}{360}$$

dove:

Q : portata al colmo di piena in m³/s;

φ : coefficiente di afflusso medio del bacino;

I_{cr} : intensità media della pioggia di durata pari al tempo di concentrazione, t_c,
in mm/h;

S : superficie del bacino in ha.

L'intensità critica di precipitazione, per il tempo di ritorno adottato, vale:

$$I_{cr} = a \cdot t_c^{n-1}$$

dove:

a,n: coefficiente ed esponente della curva di possibilità pluviometrica;

t_c: tempo di concentrazione del bacino;

Il tempo di concentrazione, t_c, viene determinato facendo riferimento al percorso idraulicamente più lungo della rete fognaria sino alla sezione di chiusura verificata ed è dato dalla somma del tempo di accesso, t_a, e del tempo di transito nel collettore, t_r:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove t_a è il tempo di accesso alla rete ed è di incerta determinazione, variando con la pendenza e la natura dell'area, la presenza e tipologia dei drenaggi minori presenti in essa nonché con l'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Normalmente nella progettazione si tiene in conto di un valore compreso tra 5 e 15 minuti dove i valori più bassi sono riferiti alle aree di minore estensione, più attrezzate idraulicamente e con maggiore pendenza; per il caso in esame si assume cautelativamente un valore di 5 minuti.

Il tempo di rete, t_r, è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

dove:

L_i: lunghezza della singola canalizzazione;

V_{ui}: velocità di moto uniforme che assume la portata di piena nella singola canalizzazione.

2.1.1 Calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica

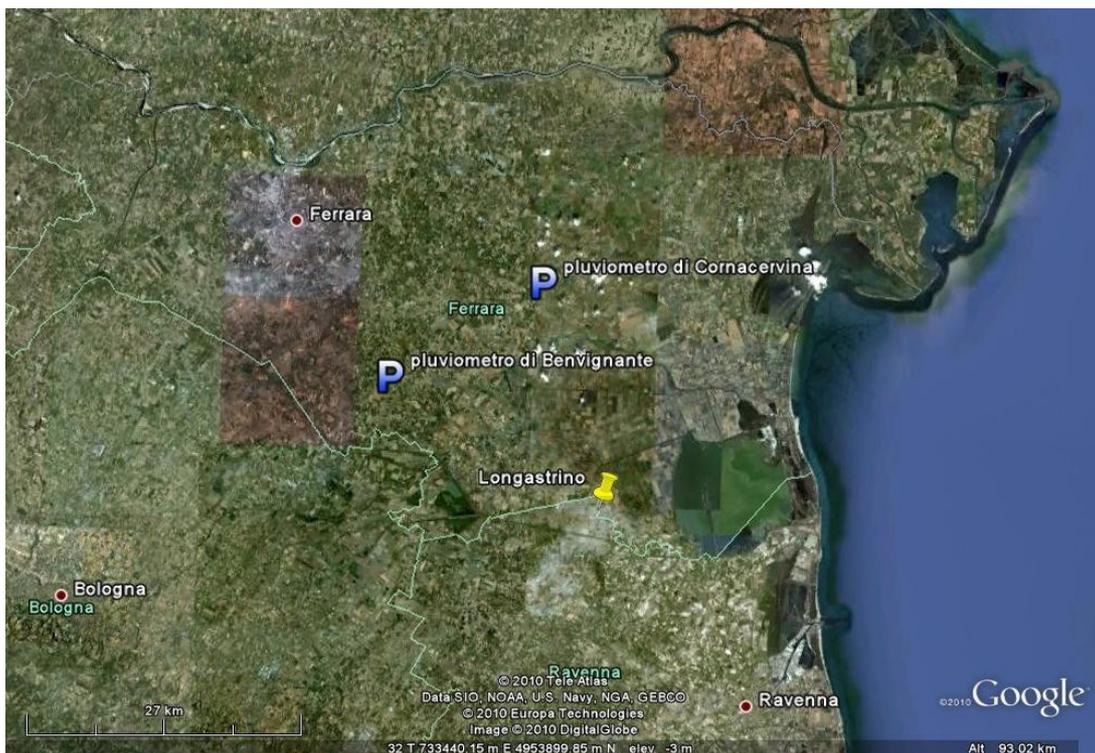
I parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica sono stati determinati analizzando i dati del pluviometro di Benvignante, situato a meno di 20 km dall'area di intervento e quindi ben rappresentativo delle condizioni climatiche di Longastrino (vedi figura 2).

Figura 2– localizzazione del pluviometro di Benvignante e di Longastrino su foto satellitare

A tal proposito sono stati analizzati i dati dal 1991 al 2008, riportati nella seguente tabella:

pluviometro di	BENVIGNANTE							
	piogge di durata < 1h (mm)				piogge di durata > 1h (mm)			
	anno	15'	30'	45'	1h	3h	6h	12h
1991	21,6	26,2	27,6	28,6	29,6	39,4	52,0	61,4
1992	17,4	23,2	28,2	30,8	35,2	35,8	35,8	42,8
1993	10,8	15,0	19,2	28,8	33,6	33,8	37,6	37,8
1994	12,2	15,8	19,2	24,4	28,6	28,6	29,6	36,2
1995	10,2	14,6	18,6	20,2	40,4	45,4	85,8	98,8
1996	8,0	12,6	16,2	19,6	37,6	50,2	80,8	118,2
1997	5,0	8,4	11,4	12,0	19,8	28,0	31,2	37,6
1998	19,4	34,6	38,6	41,4	42,6	42,6	45,2	49,0
1999	11,6	13,4	16,0	17,2	23,4	31,2	47,6	64,4
2000	14,0	19,6	23,8	28,8	43,2	45,0	48,8	57,4
2001	18,2	29,0	46,0	57,8	98,8	105,6	105,6	105,6
2002	10,2	12,4	15,8	18,0	18,0	20,8	32,4	35,8
2003*	15,0	28,2	36,6	45,0	68,2	76,8	77,4	77,4
2005*	17,0	29,0	40,6	52,4	66,8	67,4	67,4	68,0
2006	4,6	8,4	11,8	13,0	20,6	28,6	34,0	37,2
2007	13,0	15,4	20,6	22,6	27,8	28,0	32,2	52,0
2008	14,2	20,6	23,8	27,0	34,2	41,6	45,6	=

Tali dati sono stati analizzati utilizzando la distribuzione di valori estremi di Gumbel, e sono state così ottenuti, per i tempi di ritorno sottoindicati da 5 a 50 anni, i seguenti coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica per periodi di pioggia minori e maggiori di 1 ora:



Tr	5							
h	16,53	24,88	31,87	38,24	54,38	59,47	68,73	80,25
min	15	30	45	60	180	360	720	1440
ore	0,25	0,5	0,75	1	3	6	12	24
ln(h)	2,80	3,21	3,46	3,64	4,00	4,09	4,23	4,39
ln(min)	2,71	3,40	3,81	4,09	5,19	5,89	6,58	7,27
ln(ore)	-1,39	-0,69	-0,29	0,00	1,10	1,79	2,48	3,18

Regressione Lineare	T < 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,60	3,63	37,76

	T > 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,22	3,68	39,55

Tr	10							
h	19,32	29,51	37,98	46,02	66,63	72	82,09	95,73
min	15	30	45	60	180	360	720	1440
ore	0,25	0,5	0,75	1	3	6	12	24
ln(h)	2,96	3,38	3,64	3,83	4,20	4,28	4,41	4,56
ln(min)	2,71	3,40	3,81	4,09	5,19	5,89	6,58	7,27
ln(ore)	-1,39	-0,69	-0,29	0,00	1,10	1,79	2,48	3,18

Regressione Lineare	T < 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,61	3,81	45,27

	T > 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,22	3,87	47,99

Tr	20							
h	22,01	33,94	43,85	53,48	78,39	84,03	94,91	110,57
min	15	30	45	60	180	360	720	1440
ore	0,25	0,5	0,75	1	3	6	12	24
ln(h)	3,09	3,52	3,78	3,98	4,36	4,43	4,55	4,71
ln(min)	2,71	3,40	3,81	4,09	5,19	5,89	6,58	7,27
ln(ore)	-1,39	-0,69	-0,29	0,00	1,10	1,79	2,48	3,18

Regressione Lineare	T < 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,63	3,96	52,48

	T > 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,22	4,03	56,08

Tr	50							
h	25,49	39,68	51,44	63,13	93,6	99,6	111,5	129,78
min	15	30	45	60	180	360	720	1440
ore	0,25	0,5	0,75	1	3	6	12	24
ln(h)	3,24	3,68	3,94	4,15	4,54	4,60	4,71	4,87
ln(min)	2,71	3,40	3,81	4,09	5,19	5,89	6,58	7,27
ln(ore)	-1,39	-0,69	-0,29	0,00	1,10	1,79	2,48	3,18

Regressione Lineare	T < 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,64	4,12	61,81

	T > 1h		
	m=n-1	b=ln(a)	a
			[mm/h]
	0,21	4,20	66,55

Considerando un tempo di ritorno di progetto pari a 20 anni, quindi, si ottengono, i seguenti parametri:

$$t < 1 \text{ ora: } a = 52,48; n=0,63$$

$$t > 1 \text{ ora: } a = 56,08; n=0,22$$

2.1. 2 Dimensionamento dei principali collettori fognari

La massima portata di colmo di piena è stata calcolata procedendo da monte verso valle, per ogni sezione di progetto, tramite una procedura iterativa di facile implementazione su modello matematico che può essere riassunta nei punti di seguito esposti.

1. Si è adottata la curva di possibilità pluviometrica ricavata dai dati dagli annali idrologici per il pluviometro di Benvignante per un tempo di ritorno di 20 anni.
2. Per ogni sezione di verifica si è determinata la superficie sottesa, S ed il suo coefficiente d'afflusso, φ .
3. Ad ogni ramo periferico della rete di drenaggio si è assegnato il tempo di accesso, t_a pari a 300 secondi (5 minuti).
4. Si è calcolato il tempo di rete, t_r per ogni condotto, assumendo in prima approssimazione una velocità pari a 1,5 m/s.
5. Si è calcolato il tempo di concentrazione, t_c assumendolo pari alla somma dei tratti confluenti a monte del ramo considerato più il tempo di percorrenza del ramo stesso; ad esclusione dei rami iniziali della rete per i quali il tempo di concentrazione è stato assunto pari alla somma tra il tempo di accesso e quello di percorrenza.
6. Noto il tempo di concentrazione si è determinata l'intensità media di precipitazione di durata pari al tempo di concentrazione e la relativa portata al colmo di piena.
7. In base alla nota formula di Gauckler-Strickler, assumendo un coefficiente di scabrezza di $80 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ si è dimensionato il diametro della condotta ed in funzione della scala di deflusso delle portate si è ricavata la velocità.
8. Si è poi reiterato il calcolo adottando questo valore di velocità per la determinazione del tempo di percorrenza e ricalcolando il tempo di concentrazione, l'intensità di precipitazione e la portata al colmo di piena sino ad ottenere la coincidenza delle velocità.
9. Infine si è calcolato il tirante idrico nella sezione verificata e si è passati al calcolo della sezione successiva di valle.

Dai calcoli effettuati per tempo di ritorno di 25 anni, si evince quanto segue:

- l'intera rete fognaria verificata risulta avere funzionamento a pelo libero;
- le velocità in rete sono comprese tra circa 0,7 m/s e 1,9 m/s.
- i tiranti idrici risultanti sono sempre inferiori all' 80% e garantiscono minimi franchi di sicurezza anche nei confronti di precipitazioni più intense rispetto quella di progetto.

In allegato alla presente relazione è riportato il calcolo dei coefficienti di afflusso e degli spechi fognari mediante l'applicazione del metodo esposto.

Nella tabella seguente sono riassunti le portate ed i diametri dei principali collettori:

ramo	Portata (l/s)	Pendenza di fondo (%)	Diametro (mm)
1a	185,3	0,15	400 / 500
1b	291,8	0,15	630
1c	376,4	0,5	630
1-1	104,5	0,15	400
1-2	66,9	0,15	400
1-3	86,8	0,15	400

2.2 Dimensionamento dell'invaso di laminazione

La necessità di un invaso di laminazione della portata di piena si ha quando la portata massima del sistema fognario in corrispondenza dello scarico nel corpo idrico ricettore è superiore alla portata massima che quest'ultimo può ricevere.

Nel caso in esame il corpo idrico ricettore è un fosso di scolo interpodereale per il quale l'ente competente secondo la Deliberazione n. 61 del Consorzio di Bonifica di Pianura, ha previsto per le superfici urbanizzate superiori a 1,00 Ha le seguenti quantità:

Volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 350 mc/ha urbanizzato e 500 mc/ha di superficie impermeabilizzato.

Risulta pertanto:

Superficie urbanizzata = 1,52 Ha

$350 \text{ mc/Ha} \times 1,52 \text{ Ha} = 532 \text{ mc}$

Superficie impermeabilizzata = 1,09 Ha

n.b.: nella superficie impermeabilizzata si sono computate anche le superfici dei lotti con la sola esclusione delle aree pubbliche pertanto a favore di sicurezza considerando che i lotti non saranno interamente impermeabilizzati.

$500 \text{ mc/Ha} \times 1,09 \text{ Ha} = 548 \text{ mc}$

Si assume pertanto il valore di 548 mc quale volume da invasare. Avendo la vasca una superficie di fondo, escludendo dal conteggio i rivali, pertanto a favore di sicurezza, di 3.147 mq risulta un'altezza di invaso pari a 18 cm.

2.3 Dimensionamento della strozzatura del pozzetto di scarico al recapito

Nel manufatto di scarico all'uscita dal bacino di laminazione è prevista la realizzazione di una bocca a battente a luce fissa posta alla quota di fondo dell'invaso, in modo tale da poterne garantire il completo svuotamento.

Per il calcolo della bocca a battente si fa riferimento all'equazione di efflusso:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

Q : portata uscente in m³/s;

μ : coefficiente di efflusso;

A : area della bocca di efflusso in m²;

h : carico idrico sulla bocca d'efflusso in m.

Il coefficiente di efflusso dipende dalla contrazione che la vena affluente subisce nell'attraversamento della bocca; esso è quindi legato sia alla geometria della bocca sia al carico idrico su di essa.

Realizzando una bocca circolare, su parete piana con fondo a pari quota del fondo vaso, il coefficiente di efflusso viene assunto pari a 0,60.

Considerando un battente idrico di 80 cm, quindi, dall'equazione di efflusso si ricava che il foro circolare dovrà avere un diametro di 80 mm.

$$Q = \mu \times A \times \sqrt{2 \times g \times h} = 0,60 \times 0,005024 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,80} =$$

$$= 0,0119425 \text{ mc/s} = 11,9425 \text{ l/s} < 12 \text{ l/s}$$

A valle della luce tarata, la portata laminata sarà recapitata al fosso di scarico tramite una condotta in PEAD Ø600 dotata di valvola antiriflusso alloggiata in un apposito pozzetto e sfociante sulla sponda arginale del fosso. La parete di riduzione del flusso ha uno stramazzo che consente in caso di aumento del livello dell'acqua di scaricare nel fosso e non allagare la zona di urbanizzazione.

Intercettando l'intervento alcuni fossi di scolo presenti a nord dell'area (di proprietà della medesima ditta) si prevede la realizzazione di un fosso di raccordo fino allo scolo perimetrale per lo scolo di dette linee come indicato negli elaborati grafici (tav. 11).

3. DIMENSIONAMENTO FOGNATURA NERA

La rete fognaria nera interna all'area considerata è stata dimensionata, partendo dal coefficiente udometrico per le acque nere, non disponendo in questa fase progettuale delle caratteristiche dei singoli apparecchi, e di conseguenza delle rispettive portate di scarico e dei coefficienti di contemporaneità.

Considerando per l'area in esame un coefficiente udometrico pari a 1 l/s ha (dato da valori di letteratura per aree analoghe), si ha una portata nera massima pari a $1 \times 3,71 = 3,71$ l/s.

Si adotteranno tubazioni in PVC di diametro pari a 250mm e pendenza pari allo 0,3%, che confluiranno nella fognatura nera esistente limitrofa al comparto; il diametro adottato permette un deflusso della portata di progetto evitando problematiche di intasamento da depositi solidi che possono verificarsi per diametri più piccoli.

ALLEGATI

verifiche idrauliche dei collettori fognari – rete acque meteoriche

num ramo	rami affluenti		ramo in progetto						risultati delle iterazioni						dimensionamento collettore							
	numero	tempo concentrazione (s)	lunghezza ramo (m)	tempo accesso (s)	velocità sistema (m/s)	coefficiente afflusso (ϕ)	area defluente (m ²)	tempo rete (s)	tempo concentrazione (s)	intensità media (mm/h)	coefficiente idrometrico (l/s ha)	portata di progetto (m ³ /s)	diametro interno (m)	coefficiente di scabrezza di Strickler (m ^{1/3} /s)	pendenza di fondo (m/m)	portata a bocca piena (m ³ /s)	tirante idrico (m)	percentuale su Q max (%)	Grado di riempimento (%)	velocità (m/s)	diametro esterno (mm)	
1-1			110,02	300	1,50	0,5	6200	73,35	373,35	121,38	168,58	0,1045	0,3800	100	0,0015	0,105	0,32	99%	85%	1,06	400	
			110,02	300	1,06	0,5	6200	104,17	404,17	117,87	163,71	0,1015	0,3800	100	0,0015	0,105	0,30	96%	80%	1,06	400	
			110,02	300	1,06	0,5	6200	103,9	403,9	117,9	163,75	0,1015	0,3800	100	0,0015	0,105	0,30	96%	80%	1,06	400	
1a	1-1	403,9	95,23	300	1,50	0,5	5500	63,49	467,39	111,7	155,14	0,1868	0,5000	100	0,0015	0,190	0,40	98%	80%	1,10	500	
			95,23	300	1,10	0,5	5500	86,43	490,33	109,74	152,41	0,1853	0,5000	100	0,0015	0,190	0,40	98%	80%	1,10	500	
			95,23	300	1,10	0,5	5500	86,43	490,33	109,74	152,41	0,1853	0,5000	100	0,0015	0,190	0,40	98%	80%	1,10	500	
1b	1a	490,33	123,80	300	1,50	0,55	6800	82,53	572,86	103,6	158,27	0,2930	0,6000	100	0,0015	0,309	0,48	95%	80%	1,25	600	
			123,80	300	1,25	0,55	6800	99,22	589,55	102,5	156,6	0,2918	0,6000	100	0,0015	0,309	0,48	94%	80%	1,25	600	
			123,80	300	1,25	0,55	6800	99,22	589,55	102,5	156,6	0,2918	0,6000	100	0,0015	0,309	0,48	94%	80%	1,25	600	
1-2			54,00	300	1,50	0,7	3000	36	336	126,21	245,4	0,0736	0,3800	100	0,0015	0,105	0,25	70%	65%	0,41	400	
			54,00	300	0,41	0,7	3000	131,88	431,88	115,01	223,63	0,0671	0,3800	100	0,0015	0,105	0,23	64%	60%	0,40	400	
			54,00	300	0,40	0,7	3000	135,2	435,2	114,69	223	0,0669	0,3800	100	0,0015	0,105	0,23	64%	60%	0,40	400	
1-3			117,75	300	1,50	0,6	5100	78,5	378,5	120,77	201,28	0,1027	0,3800	100	0,0015	0,105	0,30	97%	80%	0,42	400	
			117,75	300	0,42	0,6	5100	277,23	577,23	103,31	172,18	0,0878	0,3800	100	0,0015	0,105	0,27	83%	70%	0,40	400	
			117,75	300	0,40	0,6	5100	294,81	594,81	102,17	170,28	0,0868	0,3800	100	0,0015	0,105	0,27	82%	70%	0,40	400	
1c	1b	589,55	131,70	300	1,50	0,46	1400	87,8	677,35	97,37	124,42	0,4630	0,6000	100	0,0050	0,565	0,42	82%	70%	2,24	600	
	1-2	435,2	131,70	300	2,24	0,46	1400	58,85	649,4	98,96	126,44	0,3764	0,6000	100	0,0050	0,565	0,36	67%	60%	2,14	600	
	1-3	594,81	131,70	300	2,14	0,46	1400	61,48	651,03	98,81	126,25	0,3764	0,6000	100	0,0050	0,565	0,36	67%	60%	2,20	600	