

La gjestion sostignibile des aghis di ploie: analisi de zone industriâl di Buje-Osôf (Ud)

MATTEO TRIGATTI* E DANIELE GOI**

Ristret. Lis aghis di ploie no rapresentin dome un probleme par vie de cuantitât di licuit che al è di scjariâ tes fognaduris, ma si à di stâ atents ancje ae cualitât di chestis aghis che, lavant lis superficiis impermeabilis, a puartin cun lôr grandis concentracions di sostancis incuinantis. L'obietîf di chest studi al è chel di valutâ lis pussibilitâts di calcul che al furnis il program EPA SWMM 5.0 par modelâ il fenomen dal *first foul flush*, che tradot al vûl dî che tes primis aghis che a rivin tai depuradôrs al è contignût dut il sporc depositât sui asfalts, sui plaçai dai parchegjos o des fabrichis. Prime di tacâ a modelâ al è stât une vore util capî cualis che a son lis metodologjiis in ûs in dî di vuê e su ce principis che si fondin. In sostanza si à cirût di studiâ il probleme des aghis di ploie in maniere slargjate doprant basis teorichis, esperiencis praticis e modei numerics.

Il câs che al è stât cjalât di dongje al è chel dal CIPAF (Consorzio per lo Sviluppo Industriale ed Economico della Zona Pedemontana Alto Friuli). In cheste zone industriâl il dilavament dai plaçai di lavorazion al è pardabon un probleme impuartant, parcè che lis produzions des ditis a puartin cuantitâts no trascurabilis di materiâi tal implant di depurazione, che al va in crisi cuant che al plûf. Cence lâ a esaminâ tal detai lis carateristichis dal depuradôr, il studi al à cirût di meti jù un model che al descriedi il traspuart des sostancis di lavorazion dentri tes fognaduris, provant a capî in ce maniere che chestis sostancis a rivin, cun rispiet ai pics di puartade, tal depuradôr. A chest pro al è stât doprât un model di ploie za tarât daûr des cuantitâts, zontant resonaments e considerazions par simulâ il moviment des sostancis incuinantis dai plaçai o dai tets, dentri de rêd di coletôrs dal consorzi industriâl.

Peraulis clâf. Aghis di ploie, depurazione, simulazions dinamicis.

* Universitât dal Friûl, Udin, Italie. E-mail: matteo.trigatti@gmail.com

** Dipartiment di Siencis e Tecnologjiis Chimichis, Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: goi@uniud.it

1. Introduzion. La variabilitât des manifestazions climatichis intai ultins agns e la sensibilitât simpri plui grande des comissions tecnicis viers des tematichis ambientâls a àn puartât il teme de sostignibilitât dal ûs des aghis su lis pagjinis de atualitât.

Te esperience taliane no son tancj i esemplis virtuôs, ma alc si sta movint te direzion juste in particulâr par ce che e rivuarde il tornâ a doprâ lis aghis dai tets o il sempliç sparagn de aghe di cjase.

Il probleme gjenerâl de sostignibilitât des aghis al è spiegât dai concets di invariance idrauliche e idrologjiche. Il prin concet al sta a dî che nol è pussibil continuâ a diminuî lis superficiis permeabilis cuvierzintlis cun asfalt o ciment armât, cence preocupâsi des ondis di plene che a se guissin a une plote. I professioniscj che a intindin fâ intervents tant che, par esempli, areis di parchegjo o lotizazions gnovis a scugnin scuintrâsi, di fat, cu la necessitât di mantignî i pics des ondis di plene. La invariance idrologjiche invezite e ponte a mantignî i volums de onde di plene prime e dopo des impermeabilizazions. Inte Figure 1 si pues vê une idee di come che a funzionin grafichementri i doi concets.

Lis gnovis teoriis de progjetazion, duncje, a scugnin vignî incuintri a chestis filosofiis di mantigniment dai mûts naturâi che l'ambient al à pe gjection des plenis. In cont di chest, la planificazion dai intervents sul teritori e je fondamentâl par evitâ che si creedin situazions li che no si à il

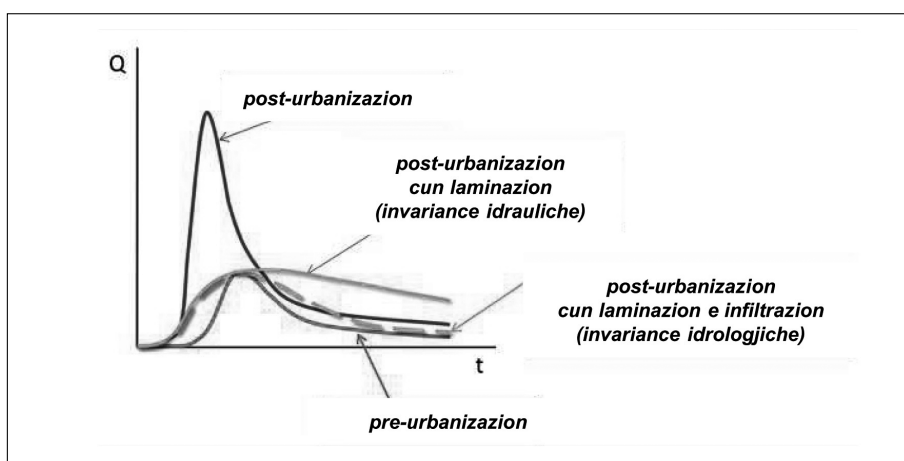


Figure 1. Invariance idrauliche e idrologjiche.

control di trope aghe, e di ce cualitât, che e rive tes rêts di drenament, e di cemût che si compuarte il flum di consequence. Al cjape pît simpri di plui, alore, un ciert standard di eficiencia des fognaduris e di laminazion (e ancje depurazion) slargjate sul teritori, in contrast cu lis teoriis di centralizazion dai implants o des vascjis: intervignî sul teritori in sens areâl al vûl dî impegnâ ducj par risolvî il probleme des aghis di ploie intun mût coletîf.

Dentri des aghis di ploie a son disfatis sostancis incuinantis, che a scugnin sei tratadis in maniere slargjate a lôr volte: purtrop l'incuinament si cjate pardut, e la ploie, lavant aiar e tiere, lu traspuarte creant no pôcs problemis. Tal studi che al ven daspò si à cirût di dâ une base fisiche e matematiche pe comprension dai fenomens, e par capî in ce maniere che si pues frontâ chest probleme.

2. Lis aghis di ploie: aspiets cualitatîfs e cuantitatîfs. Cuant che la ploie e cole suntune superficie impermeabile, la aghe e scor plui o mancul di corse lant a finî tai coletôrs: chest procès si clame *runoff*. Tant plui bas che al è il grât di permeabilitât dal teren e tant plui alte che e sarâ la cuantitât di aghe che e rive tes fognaduris.

Il probleme però nol è dome cuantitatîf: il prin contat cu lis sostancis incuinantis al è cul passaç de ploie te atmosfere, che e conten un grum di elements in suspension di origjin sei industriâl che naturâl. In cheste maniere i incuinants a rivin par tiere, dulà che si zontin a chês sostancis che a son za depositadis sui plaçai o sui tets. Une volte par tiere la ploie e lave dut e e puarte in fognadure aghe sporcje e cjariade di un numar une vore grant di sostancis. Lis sostancis a puedin sei organichis o inorganichis, ma lis cualitâts a son pardabon tantis. In particolâr la EPA (1993) e à prontât une tabele par definî cualis che a son lis categoriis plui impuartantis di incuinants intun ambient urban, e chestis si cjatin te Tabele 1. Simpri te Tabele 1 a son ripuartadis lis origjins des variis tipologjiis di incuinants e cuâi che a son i efets relatîfs ae lôr presince.

Al è clâr che se al è di fâ un studi par areis particolârs, come che al pues sei pal CIPAF, si scugne fâ une vore plui di atenzion par capî ben cualis che a son lis sostancis che a puedin rivâ jù tal depuradôr; la Tabele 1 e je, se no altri, indicative. A ogni mût in ambit urban le fasin di paron i materiâi sedimentabii, sâi e idrocarbûrs prodots dai scarics des machinis.

Tabele 1. Incuinants principâi in ambit urban lavâts vie des superficiis di bande de ploie.

<i>Categorie</i>	<i>Parametri</i>	<i>Font</i>	<i>Efiets</i>
Sediments	TSS, turbidece, solits disfats	Ativitât di estrazion, edilizie, ploie sui cjamps o sui zardins urbans, scarics di plene, discjariis	Alterazions dal habitat naturâl, traspuart di incuinants, erosion des spuindis dal flum
Sostancis nutrientis	Nitrâts, nitrîts, amoniache, azôt organic, fosfâts, fosfar totâl	<i>Runoff</i> di cjamps agricui, discjariis, erosion, scarics di plene, deposits atmosferics, erosion	Incuinament des aghis superficialis, alighis
Agjents patogjens	Coliformis totâi, coliformis fecâi, streptococs, virus, Escherichia Coli, Enterococcus	Scarics abusîfs, scarics di plene, animâi di cjase o salvadis	Infezions tal intestin e tes orelis, pierdite di valôr dal flum
Materie organiche	BOD, COD, TOC, ossigjen disfat	Scarics abusîfs, scarics di plene, animâi di cjase o salvadis, discjariis, <i>runoff</i> di cjamps agricui	Consum di ossigjen, odôrs, muart di pes
Sostancis tossichis	Metai pesants, sostancis chimichis organichis	<i>Runoff</i> di cjamps agricui, refudons pericolôs no cuvierts, trafic di machinis, sîts industriâi	Jentrade te cjadene alimentâr che e pues rivâ fint al om
Sâi	Clorûr di sodi, sâi antiglace	<i>Runoff</i> in unvier di areis urbanis, glace disfate	Corosion di machinis, contaminazion di aghe di rubinet, dams aes plantis

Par controlâ in maniere slargjade sei l'incuinament che la cuantitât di aghe che a corin pes fognaduris, al è di fâ i conts ancje cu lis puartadis che a derivin di une plote, e alore il probleme al va studiât dal pont di viste idraulic. Lis dôs robis, incuinament e puartade, no puedin cori su stradis diviersis, ve alore che si tabaie di control cuali-cuantitatîf des aghis di ploie. Par controlâ chest procès a son diviersis pussibilitâts: la metodologjie plui doprade tai agns e jere centralizade e e previodeve dome scarics di plene, vascjis di laminazion (in câs une vore particolârs) e vascjis di prime plote. Come dite prin, li che al è pussibil al è di preferî invezite un resonament moderni slargjât su dut il teritori, in maniere di fâ rivâ tal depuradôr, e tal flum, aghis di fogne za pre-tratadis; te Figure

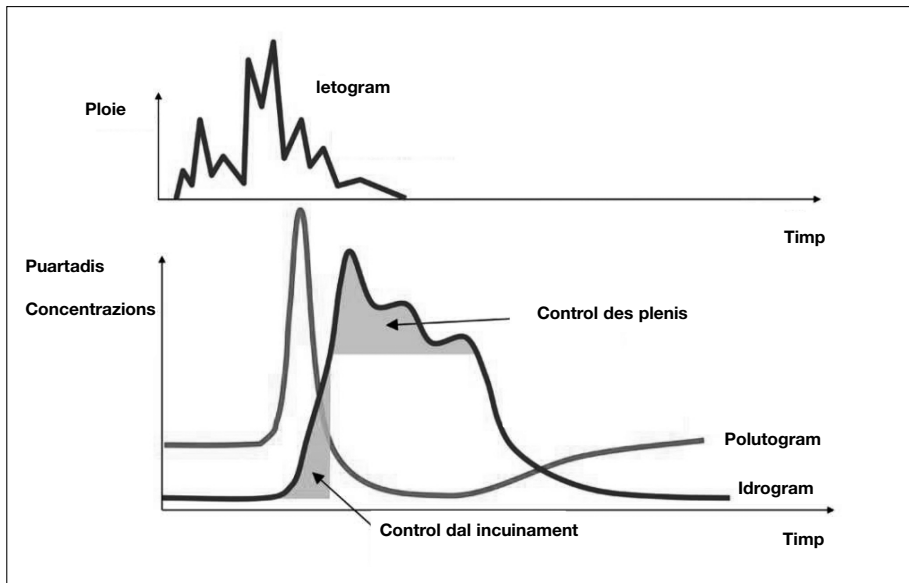


Figure 2. Parts dal idrogram di plene di controlâ par risolti il probleme cuali-cuantitatîf des aghis di ploie.

2 si viôt come che si presente il probleme cuali-cuantitatîf e cemût che si puedin controlâ puartadis e incuinament.

3. Il *first flush*. Ta chest articul si sin ocupâts dal probleme des aghis di dilavament tes superficiis impermeabilis e di cemût che si pues frontâ il discors cun modei di simulazion. Tes teoriis di une volte si dopravin lis vascjis di prime plote dimensionadis cun criteris une vore aprossimatîfs: in particulâr si usavin dai coefficients basâts su lis areis impermeabilis. Par esempli un dai criteris plui doprâts al jere chel di scjariâ te vascje di prime plote i prins 5 mm di ploie, tignint cont, pal calcul de puartade, che a colassin in 15 minûts. Il fenomen dal *first flush* al è une vore plui complès par ridusilu a un calcul cussì semplificât. La Realtât e je pardabon complicade e e domande di studiâ ben il teritori li che si aplichin ciertis semplificazions, parcè che se no si riscje di soredimensionâ o sotdimensionâ il pericol dal incuinament des aghis di prime plote, e duncje lis vascjis.

Lis normativis a son une vore indaûr par ce che e rivuarde il teme des aghis di prime plote: tai ultins timps a son stâts fats mioraments, ma do-

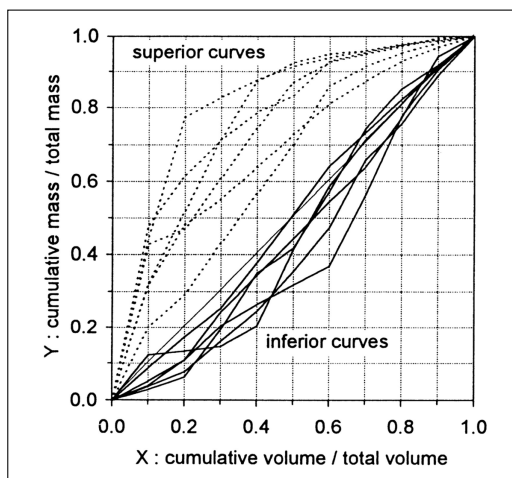


Figure 3. Esempis di curvis $M(V)$ pe analisi dal fenomen dal *first flush*.

me in ciertis regions de Italie, e e je anjemò tante strade di fâ. I esemplis pluî impuartants a son di cirî in Lombardie, tal Venit e in Emilie-Romagne, dulà che lis normativis su lis aghis di ploie a son une vore rigorosis e modernis. In chest articul però no si à voie di studiâ il probleme dal pont di viste juridic, ma tecnic: si à la necessitât di capî come che si pues modelâ il fenomen dal dilavament des sostancis depositadis su lis superficiis impermeabilis e duncje viodi cemût che a rivin tal implant di depurazion.

In prin lûc il fenomen dal *first flush* al è influençât de estension de zone e de ativitât che si fâs parsore. Stabilidis lis sostancis che a derivin di une cierte tipologjie di ativitât al è util doprâ lis curvis $M(V)$, clamadis masse-volum. Cun chestis curvis al è pussibil visualizâ daurman se tal pont di rivade, vâl a dî tal depuradôr, il fenomen dal *first flush* al è pluî o mancûl di considerâ par chê determinade sostance. Te Figure 3 si pues viodi un esemplis di curvis $M(V)$.

Chestis curvis a permetin di rigjavâ ancje la masse totâl des sostancis disfatis tes aghis di ploie. Dut chest discors, naturalmentri, al à di sei judât di misuris une vore metodichis tal timp. La procedure miôr e sarès chê di studiâ lis concentrazions par almancul un an, in maniere di rivâ a capî ben cemût che si compuarte un bacin urban in tiermins di sostancis disfatis tes fognaduris. In chest mût al è pussibil valutâ in ce forme otimizâ la depurazion e la ritignude des aghis di prime plote.

4. Il caso di studio: la zona industriale di Buje-Osôf. La storia del Consorzio Industriale dal CIPAF è partita dal 1966; tal tempo la zona si è allargata fin a cappar dentro, in di di vuê, 44 soggetti consorziats. Il CIPAF si cja-te te pedemontane udinese tra i comuns di Buje e Osôf, cun a Ovest il Tiliment. Lis fognaduris a son fatis come segnât te Figure 4 e a scjariin dutis tal implant di depurazione che si cja-te in Vie Saletti. Unico scarico di pieno diretto al è chel dal colettore Est.

I fastidiosi più grandi di rete di drenaggio a son collegâts ae presince di materiale lavât jù des aghis di pioggia che al rive tal depuradôr e si impache, fasint in maniere che il funzionament nol sedi otimâl. Duncje une modellazion e podarès judâ a capî in ce maniere che a rivin lis sostancis e cemût che si davuelç il fenomen dal dilavament.

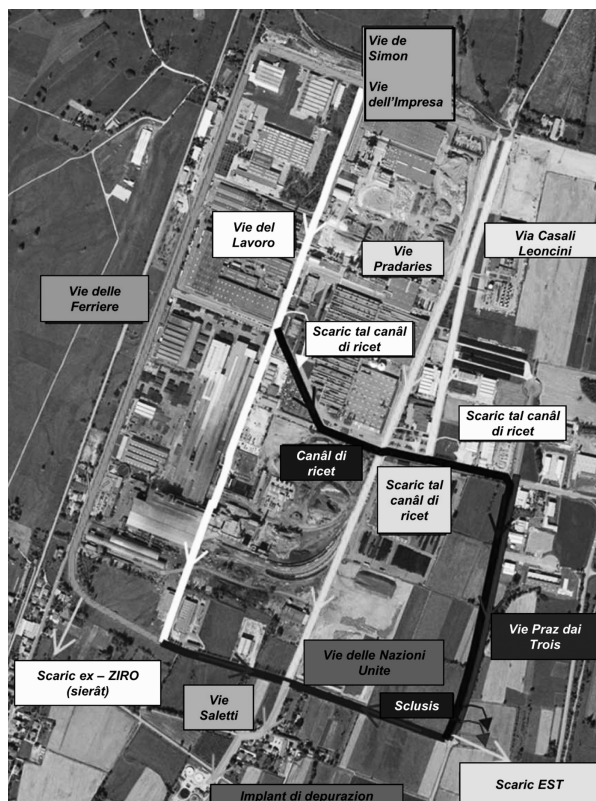


Figure 4. Schema des fognaduris dal CIPAF intal 2011.

5. Il software EPA SWMM e la modelazion dal CIPAF. Par fâ la modelazion dal dilavament e dal *first flush* si à fat riferiment a un model di rêt di drenament za tarât e svilupât di bande di Cabai (2011) cul software EPA SWMM, di produzion americane. Chest model al previôt la trasformazion de ploie in puartade tai coletôrs de rêt fognarie. Al è fât di doi modui: il modul idrologjic si ocupe di tradusi la ploie in input pai coletôrs, invezite il modul idraulic al risolf lis ecuazions di traspuart de aghe fin ae seziun di sierade dal bacin di drenament.

Però l'obietf al è chel di viodi cemût che si traspuartin lis sostancis tai coletôrs, e alore al è di capî come che si puedin modelâ i varis incuinants. Par fâ chest bisugne prime definî il *land use*, ven a stâi la tipologjie di ativitât che si previôt suntune determinade superficie. Tal câs dal CIPAF a son stadis individuadis lis ativitâts segnadis te Tabele 2, e a ognidune a son stadis tribuidis lis sostancis (intindudis come parametris dal model in EPA SWMM) che al è plui probabil che si cjatedin sui plaçai o in ogni câs a disposizion de ploie par sei lavadis.

Une volte definîts i incuinants e lis zonis li che si formin, al è impuartant capî cemût che si formin e cemût che a vegnin lavâts. Par fâ chest il software nus da di podê definî lis funksions di *buildup* e di *washoff*. Lis funksions sieltis a son esponenziâls parcè che, daûr des osservazions fatis, a somein chês plui fedêls ae realtât dal probleme fisic.

Tabele 2. Sostancis modeladis tal EPA SWMM.

<i>Tipologjie di plaçâl / zone</i>	<i>Incuinant</i>
Viabilitât	TSS_GENERIC_ROAD
Laminadôr	TSS_INORG_LAMELLA, TSS_INORG_AGHI, TSS_INORG_FINE
Fondarie	TSS_INORG_AGHI, TSS_INORG_FINE
Mobilifici	TSS_ORGANIC_FIBRE, TSS_ORGANIC_FINE
Grums di granulât	TSS_INORG_FINE
Industriis metalmechanichis	TSS_INORG_FINE
Parchegjos	TSS_GENERIC_SQUARE
Tets	TSS_GENERIC_ROAD
Dipuesit legnam	TSS_ORG_FIBRE

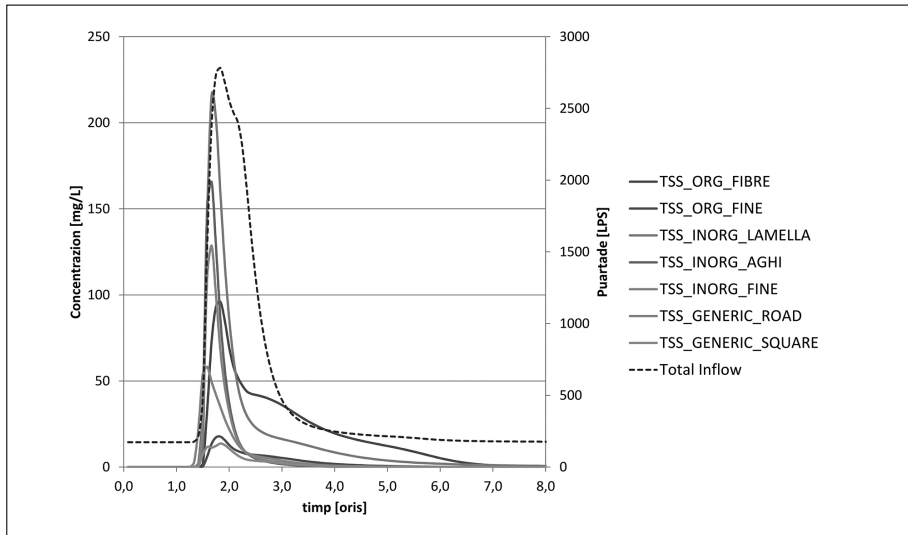


Figure 5. Simulazione di una piogge di 20 mm in mezzogiorno (i risultati si riferiscono alle sezioni di sifone dal depuratore).

Prontato il modello idraulico, e definiti le sue funzioni che a regolano il dilavamento e il dilavamento dei inquinanti, al maneggio di videri come che si comportano il sistema tal che al interesse: quanto che al più. A son stadii fatti diversi simulazioni, per eventi unici, ma il problema al è più gravo quanto che al ven un segnale: tante aghe in pochi minuti. La energia associata alla violenza delle aghe che e rive di bot e permet che si lavano più sostanze che no contengono pioggia fine fine.

Le simulazioni che a son stadii fatti a àn permetto di capire come che i picchi di concentrazione a rivano prima dei picchi di portata e come che si potranno intervenire in maniera di risolvere il problema delle aghe di dilavamento, fastidioso per impianti di depurazione. Tal grafico di Figure 5 si può vedere videri come che si distaccano i picchi delle curve.

L'anticipo del rivale delle sostanze tal depuratore rispetto al picco delle aghe al è clamoroso, come dite, *first flush*. Prontati sistemi di telecontrol collegati con sistemi di chiusura mobili al sarò possibile creare una vasca con cisterne aghe e depuratori intanto secondo momento.

Un altro fenomeno che al è stato possibile videri nel modello al è quello del *last flush*: in pratica al succede che, per esempio che e je mette la rete idraulica

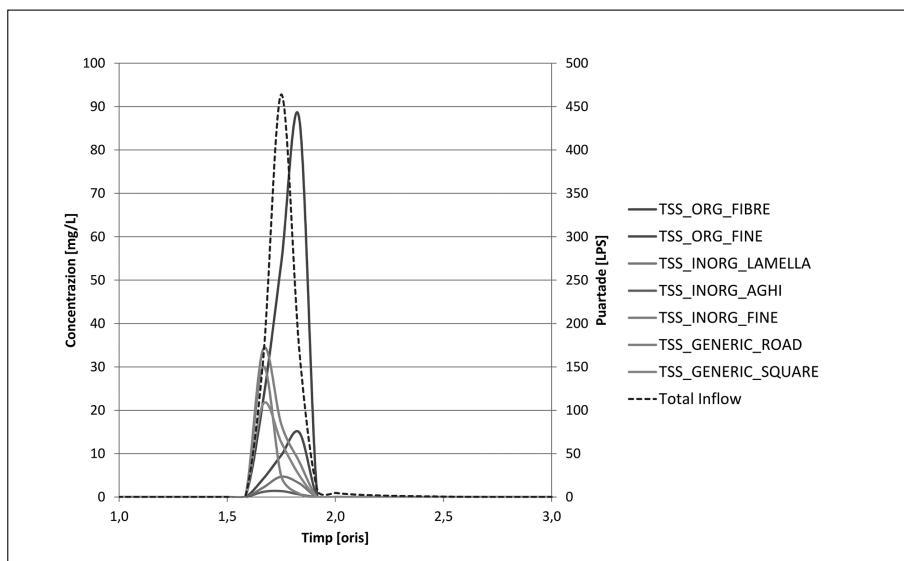


Figure 6. Fenomen dal *last flush* tal scaric di plene Ovest dal compresori pe plote di 20 mm in miezore.

che, a pue din verificâsi ritarts e no anticips di pics di incuinants. Inte Figure 6 si pues viodi come che tal scaric di plene Est de rêt si cjate chest fenomen, soredut pal dilavament des sostancis legnosis de bande alte dal compresori.

6. Conclusions. Il lavôr al à permetût di stabilî, su la fonde des pocjis informazions a disposizion sul compresori, la maniere che si traspuartin lis sostancis incuinantis dentry di une fognadure. Il model che al è stât metût in pîts pal compresori al varès di sei tarât cun misuris e campionaments, in mût di rivâ a studiâ il probleme des quantitâts di sostancis ancje intune otiche economiche, in plui che inzegneristiche. I svilups futûrs di chest model a pue din jessi, in struc, la pussibilitât di progettâ i sistemis di drenament e di depurazion intune maniere deterministiche e justificade di un model fisic che al ricjapedi la disposizion des zonis di studiâ. Dut chest in mût di jentrâ intune mentalitât projetuâl che no si basedi dome su dâts medis o su praticis standard, ma che e fasedi riferiment ancje a risultâts numerics e simulazions che dome un model al pues furnî tai timps e tes formis plui justis pe progettazion.