

Modelistiche numeriche pe valutazion e gjestion de cualitât dal aiar

DANIELE GOI*, DARIO B. GIAIOTTI** E FULVIO STEL**

Ristret. La cualitât dal aiar, al di di vuê, e je une des plui gruessis cuestions ambientâls sei par vie dai siei efjets su la salût umane sei par vie dal so impat sul climate globâl. La filosofie par fâi cuintri a chest probleme e je chê che e ven clamade “pense globâl ma fâs tal locâl”, stant che in chescj agns al è vignût fûr in maniere clare che une vore di emissions dîretis e indiretis a son leadis a ativitâts locâls, come i traspuarts e la gjestion des cjasis. Chest scjamâ di scjalis al prodûs fuartis limitazions ai struments pe gjestion dal teritori, che a devin tal stes timp jessi bogns di sei doprâts su scjale continentâl ma ancje puartâ indenant misuris che a rivin a produci i efjets desiderâts a nivel locâl.

Un valit jutori par cheste vore intrigose al è rapresentât de modelistiche numeriche. In fats, doprant situazions numerichis al è pussibil provâ *in silico* i efjets des misuris pussibilis par pesâ i lôr coscj e beneficis cussì come lis lôr magagnis. In plui che pes valutazions, i modei numerics a puedin sei un strument fundamentâl par cognossi prime dal timp i events che a puedin diventâ un pericol, judant a meti in cjamp daurman lis azions di doprâ tal curt par ridusi il riscjo.

Peraulis clâf. Cualitât dal aiar, incuinament atmosferic, modei numerics.

1. Introduzion. La cualitât dal aiar, di sigûr, no je un pinsîr nome dai dîs di vuê. Za Seneca, te sô “Letare a Lucili”, al tabaiave dal “gravior aer” di Rome che lu faseve stâ mâl sei di salût che di voie. In ogni câs, ancje se l’incuinament de atmosfere al è probabilmèntri tant antic come la umanitât, e je ancje vere che i episodis di incuinament a son diventâts une vore plui frequents dopo de prime e seconde rivoluzion industriâl. La

* Dipartiment di Fistiche, Chimiche e Ambient, Universitât dal Friûl, Udin. E-mail: goi@uniud.it

** Arpa FVG - CRMA, vie Cairoli 14, 33057 Palme. E-mail: dario.giaiotti@arpa.fvg.it; fulvio.stel@arpa.fvg.it

consapevolece dai efjets dal incuinament de atmosfere e jere madure za tal XIX secul, cuant che a àn scomençât a vignî buridis fûr leçs locâls e nazionâls par regolâ la costruzion di fabbrichis e i sistemis di riscjaldament (Stel et al. 2012). Une legjislazion articolade in chest setôr e je diventade obligatorie cu la fin dal XX secul, almancul te nestre part di mont, par podê conciliâ il svilup de economie e de societât cu lis cuestions ambientâls in chel che al ven clamât “svilup sostignibil”. Cheste bisugne, une vore gnove pe umanitât che fintremaî cumò e je simpri stade usade a consumâ dutis lis risorsis di un puest par dopo bandonâlu o puartâ vie di altris puescj lis risorsis che a mancjavin, no pues sei frontade cence gnûfs struments concetuâi e operatîfs, tant che la modelistiche numeriche. Doprant i modei, in fats, al è pussibil valutâ i impats di gnûfs implants industriâi o centrâls eletrichis su di une zone prime che a vignedin costruîts, cussì come suddividi i valôrs dal incuinament tes diviersis tipologjiis di sorzints. In chest mût, al è pussibil pesâ i efjets des misuris sielzudis par ridusi i nivei di incuinament cence dispierdi i finanziaments e cence puartâ pressions in plui te societât, come che simpri al capite cuant che si cîr di introdusi cambiaments. Ma i modei numerics a puedin sei doprâts ancje intune maniere plui estreme, ven a stâi par previodi i moments di grant incuinament par vie dal nivel o de persistence di sostancis tal aiar. In chest mût, cul jutori dai modei numerics, al sarès pussibil meti in vore azions miradis par ridusi i efjets negatîfs prime che a sucedin.

2. I risolutôrs termodinamics e chimics. Ancje se l'incuinament al è une consequence des emissions antropogjenichis, l'andament tal an e tai mês de cualitât dal aiar al è modelât di chei che a son clamâts “deteminants meteorologjics”, rapresentâts de altece di messedament, dal traspuart orizzontâl e de energjie termoradiative, che cumbinantsi tra di lôr a produsin l'andament che si osserve tes concentrazions dai incuinants. Par chest motîf, ogni tentatîf di riprodusi il nivel di vuê o di doman de cualitât dal aiar cun simulazions numerichis al devi sei poiât su modei meteorologjics une vore afidabii. Chest nol è un desideri sempliç, par vie che i modei meteorologjics che si puedin vê a disposizion al di di vuê a son tarâts par ridusi il nivel di inciertece des variabilis atmosferichis clasichis come la ploie e la temperadure. Pocje atenzion, almancul fin cumò, je stade dade a chês altris variabilis come la altece di messedament, la ra-

diazion direte dal soreli o ancje la velocitât orizontâl dal aiar, che a son i cancars cuant che si à a ce fâ cu la trasformazion e dispersion dai incuinants. Si che duncje, il prin pas par podê rivâ a une buine simulazion de cualitât dal aiar e je la calibrazion di un risolutôr dinamic e termodinamic bon di riprodusi i parametris micrometeorologjics che a son tipics dal puest li che o sin interessâts a lavorâ, cul lôr just andament tal timp e tal spazi.

Ma la meteorologjie di bessole no baste par descrivi il compuartament dal incuinament, par vie che al covente ancje un risolutôr fotochimic, bon di riprodusi la gran part des reazions chimichis che a capitin te atmosfere. Tai sistemis fotochimics di plui gnove gjenerazion, i risolutôrs dynamics e chimics a puedin sei dal dut cubiâts e in chest mût lis reazions chimichis a puedin cambiâ la dinamiche e termodinamiche (par es. i aerosols a judin la formazion dai nûi, di chi l'albedo de Tiere, di chi il disfredament de Tiere, di chi i gradients di pression). Chest cubiament a dôs viis dai risolutôrs dynamics e chimics al è di sigûr chel plui dongje dal vêr compuartament de atmosfere, ma la cjame di calcui e je masse grande se metode dongje dai beneficis che e pues mediamentri puartâ. Par chest motîf, te gran part des situazions si considere plui convenient doprâ i modei "fûr linie", che in linie di principi a son mancual vêrs, ma che a puedin fâ i conts in mancual timp.

Une volte che la cjadene dai risolutôrs dynamics e chimics e je calibrade, e devi sei alimentade cu lis cundizions di partence e tal ôr sei pe meteorologjie che pe chimiche. Lis cundizions tal ôr, in particolâr, a son fundamentâls vint a ce fâ cu la cualitât dal aiar a nivel regionâl. Lis cundizions tal ôr, in fats, a dan lis informazions su ce che al sta sucedint o che al sucedarà fûr de region li che o vin il nestri interès. Al è clâr che la impuartance des cundizions tal ôr e cres tant di plui tant che e devente piçule la region di nestri interès, par vie che ce che al sucêt fûr di une piçule aree al pues lavâ vie ce che al sucêt dentri. A diference di ce che al sucêt pe part dinamiche, lis cundizions di partence e tal ôr de chimiche a son une vore dificilis di cognossi par tancj motîfs. La plui impuartante e je la debolece dal sisteme di scambi des informazions. Tant par fâ un esempli, in fats, nome di pôc la Comission Europeane e à decidût di sburtâ plui fuart bande dal scambi di dâts cuasi-daurman (Comission Europeane 2011) e la realizazion di sistemis numerics globâi e ven fate

ancjemò nome in programs sperimentâi come il GMES (Union Europeane 2011).

3. Inventari des emissions. A diference di ce che al sucêt in meteorologjie, là che l'unic constituent cun poçs e sorzints al è il vapôr di aghe, vint a ce fâ cu la cualitât dal aiar o vin bisugne di tignî di cont ançe une schirie di constituents che pôc a pesin in masse (parts par milion o miliart) che a son emetûts di un continui des ativitâts naturâls o dai oms e che tal stes timp a vegnin pierdûts de atmosfere. Par chest motîf, un pas fondamentâl e fondant pe simulazion de cualitât dal aiar al è chel di fâ un inventari des emissions in atmosfere che al sedi bon di dâ informazions su la cuantitât di incuinants che a vegnin emetûts e, tal stes timp, cun quale distribuzion vie pal dî, te setemane e te stagjon. Cheste vore e je forsît la plui dificile di puartâ indenant, par vie che e pues sei fate nome metint in zûc une vore di esperiencis che a van dai procès industriâi fintremai ae cognossince de fisiologjie des plantis e des bestiis. Cuant che chestis emissions a son stimadis a nivel regionâl, a devin sei distribuidis sul teritori cuntune risolucion spaziâl che e je dal ordin de risolucion des simulazions numerichis di nestri interès. Cheste vore, par solit, e ven fate tignint cont di altris informazions come l'ûs dal teren e lis sôs carateristichis vegetazionâls.

Un altri aspîet impuartant che al devi sei determinât par podê fâ simulazions numerichis de cualitât dal aiar al è chel de periodicitât des emissions. In fats, par esempi, il traspuart su gome nol è distribuît in maniere omogjenie ni vie pal dî ni vie pe setemane o pai mê; il stes al sucêt pes emissions industriâls o pe produzion di energjie. Ducj chescj aspîets a devin sei calibrâts su la aree li che o fasarin lis nestris simulazions, par vie che il compuartament culturâl e sociâl al cambie di puest in puest e che chescj compuartaments a àn impats diferents su la dispersion e trasformazion dai incuinants.

Une atenzion particulâr e devi sei indreçade aes emissions industriâls, par vie che une part impuartante di chestis emissions e je sfuarçade in camins, vâl a dî e je caraterizade di une altece di emission (la altece dal camin), di un flus e di une temperature di emission. Chescj aspîets a son une vore impuartants par vie che a influencin ce che e ven clamade la “montade dal fum”, vâl a dî la sburtade insù dai incuinants rispîet al ni-

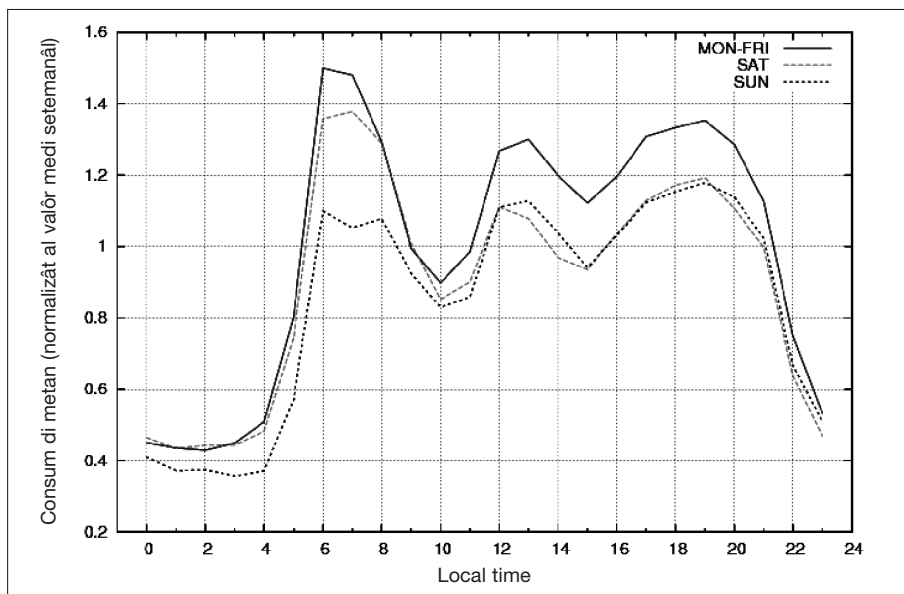


Figure 1. Consum di metan tes cjasis e tai servizis de nestre region, vie pal dì e tes diversis zornadis di une setemane. I valôrs a son normalizâts al consum medi da setemane. Si pense che al sedi resonevul di assumi che i consums dai altris vetôrs energetics a sedin compagns. Cortesie SNAM Rete Gas.

vel dal teren, che al è propit il nivel li che nô o sin interessâts a vê i ne-
 stris risultâts. In altris peraulis, al è diferent se une stesse cuantitât di in-
 cuinants e ven liberade a nivel dal teren e ae temperature dal aiar (par
 esempi lis emissions dal traspuart su strade) o se e jes di un camin alt e

Tabele 1. Emissions di incuinants tal Friûl Vignesie Julie, dividudis pai diferents setôrs de so-
 cietât, esprimudis in toneladis/an e riferidis al an 2007.

<i>Incuinant</i>	<i>Produzion energie</i>	<i>Industrie</i>	<i>Cjasis</i>	<i>Traspuart stradâl</i>
CH ₄	91	367	2.294	321
CO	910	5.896	38.505	26.381
COV	91	683	9.482	3.293
N ₂ O	16	133	251	93
NH ₃	0	47	68	423
NO _x	6.144	7.267	7.627	10.764
PM ₁₀	19	134	1.991	1.064
SO ₂	9.853	5.828	316	94

cuntune alte temperadure. Tal ultin câs, in fats, l'incuinant al varà un grât di diluizion plui alt, ma al podarà vê efjets su di une aree plui grande.

4. La cualitât dal aiar e la spartizion des sorzints. Une volte che la vuidè rapresentade de meteorologjie e je definide, come ancje i confins orografics e lis modalitâts e la tempistiche des emissions, si puedin fâ lis simulazions numerichis veris e propriis. Chestis simulazions numerichis a puedin sei dopradis par descrivi il stât presint de cualitât dal aiar (par esempli par definî lis parts di un teritori dulà che al è il pericol di superâ i limits di leç pe salût des personis) o par stimâ cuâl che al pues sei il pês relatîf des diviersis sorzints (clamât spartizion des sorzints). La prime ativitât e je impuartante par circoscrivi lis areis dulà che a son di meti in vore azions specifichis, la seconde e je invece fondamentâl par prontâ il miôr insiem di azions di mitigazion, minimizant i coscj e massimizant i efjets, tignint sot di un nivel acetabil la solecitazion sociâl che ogni politiche e puarte cun se.

Une des metodichis che a puedin sei dopradis pe spartizion des sorzints e je chê di tornâ a fâ tantis voltis la stesse simulazion, cancelant ogni volte une sorzint o classe di sorzints. In chest mût, calcolant la difference tra la simulazion cun dutis lis sorzints e chês cence une sole o podin vê une misure dal impat de sorzint che e mancje sul nivel carateristic di ogni incuinant. Al è facil di imagjinâ che cheste ativitât e à dibisugne di une vore di risorsis di calcul e di un grum di spazi par salvâ i risultâts des simulazions numerichis. Un aspjet positîf, però, al è che chest lavôr al pues sei paralelizât.

I risultâts cjatâts traviers de spartizion des emissions a son une vore utii par chei che a devin burî fûr politicis, come che si viôt te Figure 2ab, dulà che si mostre il contribût des diviersis classis di emission pal nivel di concentracion dal pulvin (PM10) e dal biossit di azôt (NO₂) tes cuatri plui grandis citâts de nestre region. Di cheste figure al è clâr che la combustion dal len dentri lis cjasis e rapresente une component impuartante pes emissions di pulvin, al contrari il traspuart su strade al rapresente la plui grande component pal biossit di azôt. Une vore di atenzion e devi sei dade, in plui, al traspuart vie mâr e aes emissions che a rivin di fûr de nestre region. L'ultin aspjet al devente une vore impuartant e al merte di sei considerât par vie che al mostre come che dongje dai

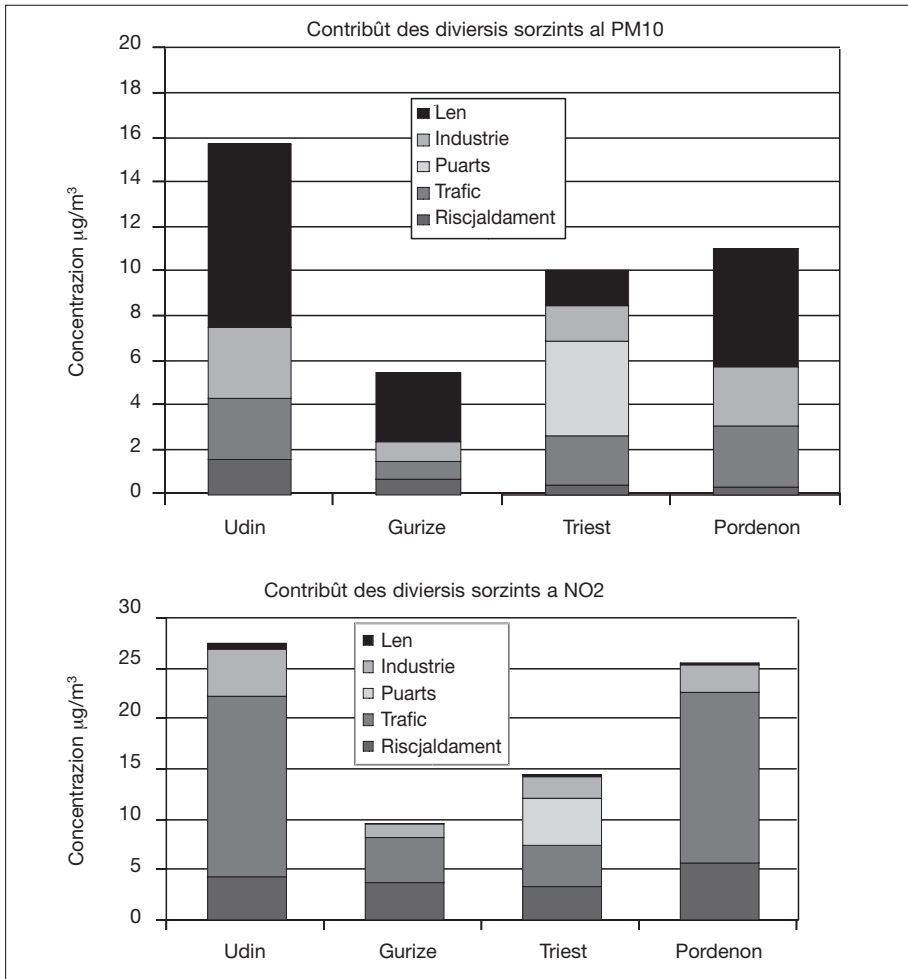


Figure 2ab. Panel di sore, spartizion des sorzints pes concentracions di pulvin (PM10) tes cuatri plui grandis citâts de nestre region. Panel di sot, spartizion des sorzints pes concentracions di biossitt di azôt (NO2) tes cuatri plui grandis citâts de nestre region. Si pues viodi come che il consum di len tes cjasis al rapresenti une part impuartante pal pulvin, cussì come che il traspuart vie strade al rapresente la prime sorzint pal biossitt di azôt. Impuartante e je ancje la sorzint representade dai puartis (Region Friûl Vignesie Julie 2010 e 2012).

confins aministratîfs o par piçulis (dal pont di viste des emissions) regions l'incuinement no pues sei tratât in maniere eficiente suntune scjale nome regionâl.

5. Conclusions e prospetivis pal futûr. Al di di vuê, lis previsions numerichis de cualitât dal aiar a rapresentin pai aministradôrs publics un strument une vore potent par misurâ, in maniere robuste e cun coscj bas, il nivel corint e futûr dal incuinament. In chest mût, la modelistiche numeriche e permet di meti in jessi azions di mitigazion prime che i problemis si fasedin viodi. In plui, chestis azions di mitigazion a puedin sei sielzudis cuntune spartizion sigure des sorzints, che e permetedi di trai fûr chês che a son lis plui eficientis. Lis simulazions numerichis, sì che duncje, a puedin diventâ un strument di guvier par svilupâ e provâ gnovis politichis. Ma ancje lis strategjiis di adatament a puedin trai benefici des simulazions numerichis. Al è in fats resonevul di imagjinâsi che, tal prossim divignê, i mioraments tes stimis des emissions di daurman e cuasi-daurman a podedin incressi il nivel des previsions de cualitât dal aiar. Chescj mioraments a puartaran un clâr benefici soreduet aes categoriis plui debilis de societât (piçui, viei e malâts) in graciis di une plui grande pussibilitât di capî e di proviodi.