Il tracciamento del reticolo idrografico nell'ambito della redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia

Antonio Rosario Di Santo, Domenico Denora,
Roberto Limongelli, Nicola Palumbo, Daniele Sgaramella

Autorità di Bacino della Puglia, c/o Innovapuglia s.p.a. – S.P. per Casamassima Km 3, 70010 Valenzano (BA).
Tel.: 080/4670352, Fax: 080/4670376, e-mail: segreteria@adb.puglia.it

Riassunto
Nell'ambito della redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, l'Autorità di Bacino della Puglia ha provveduto alla individuazione del reticolo idrografico regionale. Tale attività, oltre a costituire un perfezionamento del quadro di conoscenze generali del territorio, è di fondamentale importanza ai fini della salvaguardia dei corsi d'acqua e per consentire il libero deflusso delle acque e la conseguente limitazione del rischio idraulico.
Il territorio della Regione Puglia presenta un aspetto idrogeomorfologico fortemente eterogeneo, caratterizzato dalla presenza di pochi corsi d'acqua a carattere perenne o effimero e di numerosi solchi erosivi di origine fluvio-carsica ("lame" e "gravine") o reticoli di drenaggio di difficile determinazione, che solo in seguito ad eventi pluviometrici di eccezionale intensità danno origine ad un deflusso superficiale concentrato, il cui recapito finale è rappresentato dal mare (bacini esoreici) o da depressioni carsiche (doline, voragini, inghiottitoi, ecc.) ovvero antropiche (cave, vasche di raccolta), che rappresentano i punti di recapito finale dei bacini endoreici.
La caratterizzazione del reticolo idrografico ha avuto anche, come obiettivo ultimo, quello di porre le basi per la pianificazione futura dell'assetto del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonchè della programmazione degli interventi di mitigazione del rischio idraulico attualmente esistente.

Abstract
The River Basin Authority of Apulia Region has characterized the apulian hydrographical network within the works of the new regional Hydrogeomorphological Map. Such activity, besides to constitute an improvement of the general knowledges of the territory, is of fundamental importance for the safeguard of the water course, in order to concur the free waters outflow and the consequent limitation of the hydraulic risk.
The territory of the Apulia Region shows an heterogenous hydrogeomorphological aspect, characterized by the presence of a little perennial or ephemeral streams and a lot of erosive tracks of fluvial-karstic origin ("lame" and "gravine") or drainage netwok of difficult determination, that only after strong rainfall events originate a concentrated superficial outflow, whose final delivery is represented by the sea (esoreic river basins) or from karstic (doline, sinkhole, ponor, etc) or anthropic depressions (quarry, reservoir), that represent the final delivery of the endoreic river basins.
The main aim of the characterization of hydrographical network is to place the bases for the future planning of the territory of competence of the River Basin Authority of Apulia Region, and as well as to program the mitigation action to prevent the currently existing hydraulic risk.

Caratteristiche idrografiche del territorio pugliese

Nell'ambito della redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia si è provveduto alla individuazione del reticolo idrografico regionale (Figura 1). La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha infatti, tra i suoi obiettivi, anche quello di inquadrare ed illustrare la natura, la consistenza e lo sviluppo della rete idrografica superficiale che, in ragione delle specifiche peculiarità di carattere geologico, morfologico e strutturale del substrato territoriale, caratterizzano estesamente il paesaggio del territorio pugliese.

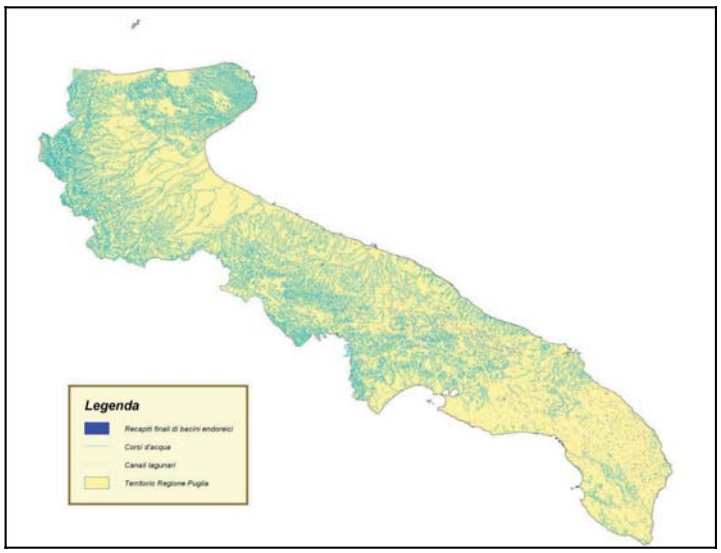

Figura 1 - Il reticolo idrografico della Regione Puglia.

A questo riguardo, è opportuno premettere che il territorio pugliese è dominato da un reticolo idrografico essenzialmente di tipo carsico, ad eccezione delle zone pedegarganica, del Subappennino dauno e del Tavoliere, ove una minore permeabilità dei terreni di copertura consente la formazione di diversi corsi d'acqua a prevalente regime torrentizio. In questi ultimi ambienti, infatti, si sviluppano i principali fiumi della regione, di cui il più importante è l'Ofanto, che nasce in Irpinia e dopo 165 km (di cui circa la metà in Puglia), sfocia nel litorale adriatico. Anche il Fiume Fortore e i torrenti Candelaro, Cervaro e Carapelle, che scaturiscono nella porzione nord-occidentale della regione (in prossimità del confine con il Molise, la Campania e la Basilicata), sono da annoverare tra i maggiori corsi d'acqua che solcano il territorio regionale, ed il Tavoliere in particolare, sia per estensione della rete fluviale che per significatività dei deflussi.

Nella restante parte del territorio regionale, la struttura geologica del substrato regionale (presenza di rocce calcaree altamente permeabili per carsismo, estese nel sottosuolo per migliaia di metri), insieme a quella morfologica (alti strutturali bordati ai margini da terrazzi, scarpate o coperture recenti impermeabili) ed alle caratteristiche climatologiche (precipitazioni concentrate nei mesi invernali e accentuata aridità nei mesi estivi), hanno condizionato in modo determinante la natura e l'assetto della rete idrografica superficiale. Nello specifico, ad uno scarso sviluppo di corsi d'acqua, in termini di ambienti fluviali propriamente detti, si contrappone un complesso e variegato sviluppo del reticolo di drenaggio inteso come particolare struttura morfologica del territorio capace, all'occorrenza, di condizionare la raccolta e il convogliamento delle acque superficiali di origine meteorica. Infatti questa più o meno estesa rete di drenaggio di natura fluvio-carsica è costituita essenzialmente da incisioni morfologiche variamente incassate nel substrato, talvolta discontinue e spesso senza una evidente gerarchizzazione, generalmente prive di qualunque deflusso idrico,

interessate dal transito di piene consistenti e a luoghi "violente" solo in occasione del superamento di determinate soglie di intensità e durata della piovosità.
Le denominazioni locali usate per definire i tratti di questa rete di drenaggio, che poi sono entrate nel gergo comune per indicare e classificare corsi d'acqua di siffatte peculiari caratteristiche, possono essere diverse. Si usa il termine di "*Lama*", per indicare quei tratti di reticoli fluvio-carsici caratterizzati, di norma ma non sempre, da profili concavi, ampi e svasati, con fondo piatto per accumulo locale di depositi fini sciolti, cigli di versante spesso netti e improvvisi, affioramenti rocciosi messi a nudo lungo i versanti, e da un generalmente basso livello di organizzazione gerarchica della rete. Si parla invece di "*Gravina*" per indicare quelle incisioni in cui i fianchi vallivi risultano caratterizzati da un notevole approfondimento nel substrato calcareo o calcarenitico rispetto alla larghezza delle stesse, dando così origine a pareti fortemente acclivi, spesso verticali, paragonabili nei casi più estremi, a vere e proprie forre. Con il termine gergale di "*Valloni*" o "*Canaloni"*, vengono denominati alcune delle incisioni fluvio-carsiche presenti all'interno del rilievo Garganico, caratterizzate da un elevato rapporto profondità/larghezza, pendenze sempre elevate e spesso significative, e percorso abbastanza rettilineo e poco ramificato, dando origine anche a foci altimetricamente "sospese" rispetto al livello del mare.
Caratteristica peculiare poi della porzione centro-meridionale del territorio pugliese, è la già citata presenza di complessi bacini idrografici endoreici, in cui i recapiti finali sono rappresentati da depressioni interne, di natura strutturale o originate da processi carsici, sovente caratterizzate da aperture significative nel terreno (voragini, inghiottitoi, pozzi carsici, doline, ecc). Particolarmente significativo al riguardo è il Canale dell'Asso (in provincia di Lecce) il cui recapito è costituito da una voragine naturale ("vora Colucci" in territorio di Nardò) e che, per dimensione del bacino scolante (circa 255 Km^2) e lunghezza dell'asta principale (26 km), rappresenta il caso più significativo in Puglia di compartimento endoreico.

Elementi del reticolo idrografico rappresentati nella nuova Carta Idrogeomorfologica
L'elemento "corso d'acqua", all'interno della nuova Carta Idrogeomorfologica, è stato utilizzato per rappresentare l'insieme dei percorsi lineari dei deflussi concentrati delle acque, che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio.
Detto elemento è stato a sua volta suddiviso in diverse tipologie, in accordo agli indirizzi previsti dal recente D.M. 131/2008 ("Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici"), che definisce le tipologie dei corsi d'acqua distinte in rapporto al regime idrologico caratteristico. Nello specifico, in rapporto alle diverse categorie definite dalla legge, e sulla base dei dati idrologici ufficiali a disposizione, sono state individuate nel territorio pugliese due categorie tra quelle possibili, ovverosia i "*corsi d'acqua*" e i "*corsi d'acqua episodici*", intendendo con questi ultimi tutti quelli temporanei, con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. I corsi d'acqua a carattere episodico (di cui le "lame" e "gravine" pugliesi sono un classico esempio), sono da considerarsi ambienti al limite della naturalità, in cui i popolamenti acquatici sono assenti o scarsamente rappresentati, anche nei periodi di presenza d'acqua.
Tra i corsi d'acqua non episodici riportati nella Carta Idrogeomorfologica, oltre ai principali fiumi e torrenti della Puglia (Ofanto, Fortore, Saccione, Bradano, Candelaro, Cervaro, Carapelle), sono stati inclusi anche quelli presenti a valle di sorgenti perenni aventi portate significative, (sorgenti del Tara, del Chidro e del Galeso).
Particolari tipologie di corsi d'acqua previsti in Carta sono quelli denominati "*corsi d'acqua obliterati*", che rappresentano tratti di reticolo idrografico in cui localmente le evidenze del thalweg sono state cancellate da attività antropiche, e quelli denominati"*corsi d'acqua tombati*", ove lo stesso thalweg è stato interessato dalla costruzione di canali a contorno chiuso.
Ulteriore elemento rappresentato nel tema dei corsi d'acqua è quello dei "*canali lagunari*", che individuano, sempre in modo lineare, le aree che collegano le lagune costiere sia tra loro che con il mare, e che sono di regola interessate da presenza costante di acqua.

In questo tema sono stati anche inseriti i "*recapiti finali di bacini endoreici*", che circoscrivono le aree, aventi per scelta convenzionale estensione massima dell'ordine dei 10000 m^2, che rappresentano le aree di recapito finale di un bacino idrografico privo di foce a mare. Infatti in questa tipologia di bacini, in caso di eventi meteorici significativi, si registra di regola nell'area più depressa un processo di invaso naturale che porta alla formazione di uno specchio d'acqua temporaneo avente estensione areale proporzionale all'intensità e durata dell'evento pluviometrico. L'opportunità di riportare in carta questo elemento scaturisce dalla consapevolezza che le predette aree rivestono un ruolo significativo nel complesso regime idraulico di un territorio, e pertanto da tutelare, sia a motivo della pericolosità idraulica che esse stesse originano, sia perchè mantenendo inalterate le condizioni di naturalità esistenti possono contribuire allo sviluppo di dinamiche ecosistemiche di maggiore pregio.
E' da precisare che questo elemento non è stato individuato con la relativa simbologia nella carta quando, pur in presenza di condizioni che ne portano alla individuazione sulla base dei modelli idrologici applicati, le relative aree sono occupate da forme morfologiche di specifica valenza come le doline e le cave, che oltremodo assolvono al compito di invasare i volumi idrici che in essi possono recapitare.
Infine nel tema in esame sono stati comprese le *sorgenti*, rappresentate in forma puntuale, specificando che le stesse derivano sia da banche dati ufficiali (Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, cartografia IGMI in scala 1:25.000) sia da verifiche dirette in campo.

Tecniche per il tracciamento del reticolo esoreico ed endoreico
Le procedure di individuazione del reticolo idrografico sono state basate sull'analisi approfondita di più fattori di natura morfologica, antropica, storica (cartografie storiche), scientifica (informazioni desunte dalla letteratura disponibile) nonchè attraverso sopralluoghi diretti anche nel corso di eventi meterorici significativi (Figura 2).

Figura 2 - Accertamento del percorso delle acque durante un evento alluvionale.

Il reticolo è stato tracciato a partire dalle informazioni cartografiche disponibili prendendo come cartografia di riferimento la cartografia IGMI in scala 1:25.000, successivamente rivisitata sulla base delle informazioni della Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5.000 (CTR).
Nello specifico, l'iter procedurale si è basato sulle seguenti fasi operative:

- Implementazione e controllo su cartografia IGMI 1:25.000 dei reticoli idrografici come resi disponibili da studi di settore ovvero da analisi su base cartografica di maggiore dettaglio;
- Individuazione e tipizzazione del reticolo idrografico associato alla nuova Carta Tecnica in scala 1:5.000 della Regione Puglia;

- Analisi di compatibilità di eventuali incisioni presenti su ortofoto 2007, con la morfologia del territorio individuata sia sulla cartografia IGMI 1:25.000 e sia sulla nuova CTR della Puglia;
- Studio della presenza di depressioni di origine carsica (doline o inghiottitoi) e non (cave, recapiti finali di impianti fognari);
- Analisi dei reticoli non continui e definizione delle connessioni idrauliche;
- Verifica di campo delle situazioni più incerte con sopralluoghi mirati;
- Interpretazione e sintesi dei dati acquisiti nelle fasi precedenti e stesura della versione finale del reticolo idrografico;
- Implementazione del DB topografico associato al reticolo idrografico endoreico ed esoreico.

In particolare merita evidenziare come la sovrapposizione dell'ortofoto con il modello digitale del terreno ha permesso il tracciamento accurato delle linee d'impluvio indefinite, che nelle cartografie preesistenti non erano rappresentate e non fornivano al reticolo nel suo insieme la caratteristica fondamentale della continuità idraulica.
Tale scelta metodologica è stata ritenuta fortemente caratterizzante, sulla scorta delle situazioni verificatesi a seguito del transito delle piene nell'ambito di corsi d'acqua discontinui: infatti, in tali circostanze, si è potuto verificare che tratti di reticolo (non collegati tra loro nelle cartografie disponibili) si sono rilevati continui tra loro dopo il passaggio dei deflussi di piena.
A valle dell'esecuzione delle procedure di tracciamento del reticolo idrografico è stata eseguita la correzione topologica finalizzata alla successiva gerarchizzazione secondo il modello "hortoniano" dell'intero reticolo idrografico, consentendo una maggiore snellezza e un rapido popolamento del database in funzione delle operazioni di carattere morfometrico di bacino.
Con riferimento specifico al contesto endoreico, il tracciamento del reticolo ha richiesto un approccio metodologico più complesso che, oltre alle disposizioni generali valide per il contesto esoreico, ha previsto ulteriori passaggi.
Nello specifico, la precisa individuazione dei recapiti finali (o depressioni) dei bacini endoreici è stata ottenuta mediante:

- Valutazione delle depressioni e delle rispettive aree di drenaggio a partire da DTM tramite modellazione con ArcHydro 1.2 per ArcGIS 9.2.
  Questa fase operativa consta delle seguenti 4 operazioni informatiche:
  - Individuazione automatica delle depressioni e delle aree di drenaggio a partire dal DTM;
  - Riempimento (fill) delle depressioni che non rispettano i vincoli imposti per ottenere un nuovo DTM parzialmente riempito (l'area delle depressioni non rilevanti è stata poi considerata contribuente alle depressioni che rispettano i parametri imposti);
  - Individuazione delle depressioni e delle rispettive aree di drenaggio a partire dal DTM parzialmente riempito;
- Localizzazione del punto più basso della depressione con rappresentazione della curva di livello che taglia *1 Ettaro* di superficie in vista planimetrica (Figure 3a e 3b). La scelta di tale elemento di rappresentazione risiede nel fatto che un elemento quadrato di 1 ettaro rappresentato su una cartografia avente scala di riferimento 1:25000 è restituito con un simbolo di 4 mm che non comporta appesantimento della cartografia ed errori di graficismo.

È opportuno sottolineare che in prima analisi le ubicazioni delle depressioni ottenute con la procedura innanzi descritta sono risultate in numero eccessivo e dal punto di vista idraulico poco rilevanti. A tal proposito sono stati successivamente presi in considerazione alcuni parametri utili alla scrematura delle stesse depressioni:

1. Area di drenaggio: ogni depressione deve avere un'area di drenaggio maggiore di 1 km^2;
2. Profondità: ogni depressione deve avere una profondità maggiore di mezzo metro;
3. Superficie della depressione: ogni depressione deve essere più grande di un ettaro;

Se una depressione ha mostrato un'area di drenaggio minore di 1 km^2, ma una profondità maggiore di due metri, la stessa è stata comunque considerata efficace ai fini della cartografia, in quanto un allagamento anche di breve durata può rappresentare un rischio per la sicurezza pubblica.

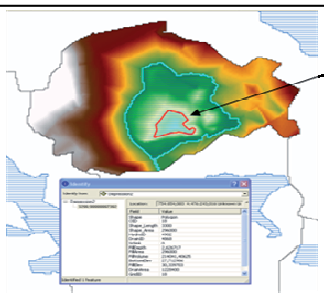

Figura 3a - Vista planimetrica con rappresentazione del recapito endoreico. Nella tabella sono riportate tutte le informazioni relative alla depressione.

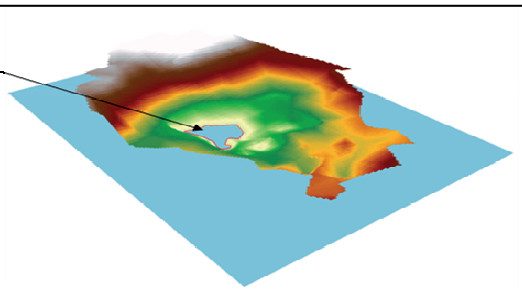

Figura 3b - Rappresentazione 3D dell'intersezione tra il piano utile e il DTM con rappresentazione del recapito finale del bacino endoreico.

Conclusioni

La redazione del reticolo idrografico del territorio della regione Puglia, nell'ambito delle attività connesse alla redazione della nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, oltre a costituire un perfezionamento del quadro di conoscenze generali del territorio, è di fondamentale importanza ai fini della salvaguardia dei corsi d'acqua e per consentire il libero deflusso delle acque e la conseguente limitazione del rischio idraulico.

L'assetto idrologico fortemente eterogeneo della Puglia, caratterizzato dalla presenza di pochi corsi d'acqua a carattere perenne o effimero e di numerosi solchi erosivi di origine fluvio-carsica o reticoli di drenaggio di difficile determinazione, ha originato fino ad oggi notevole complessità nella definizione dei precisi percorsi idraulici delle acque superficiali e di conseguenza anche delle aree da assoggettare a specifiche forme di tutela, sia ai fini della sicurezza idraulica e sia ai fini della tutela dei beni paesaggistici.

Alla luce di ciò il lavoro svolto ha inteso perseguire l'obiettivo di arrivare ad una definizione univoca della rete idrografica del territorio pugliese e a permettere una maggiore coerenza e sinergia tra le diverse norme di tutela dei corsi d'acqua oggi vigenti. L'attività di redazione del reticolo idrografico ha avuto anche, come obiettivo ultimo, quello di porre le basi per la pianificazione futura dell'assetto del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia ai fini dell'aggiornamento del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), nonchè della programmazione degli interventi di mitigazione del rischio idraulico attualmente esistente in Puglia.

Bibliografia

Autorità di Bacino della Puglia (2005), "Piano stralcio di Assetto Idrogeologico". *www.adb.puglia.it.*

Regione Marche e Regione Puglia (2008), "Procedure tecnico-amministrative per la gestione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI). Gemellaggio A.G.I.R.E. - POR - Rapporto conclusivo".

Regione Puglia (2007), "Catasto Grotte". *www.regione.puglia.it.*

Regione Puglia (2007), "Piano Regionale delle Attività Estrattive". *www.regione.puglia.it.*

Regione Puglia (2007), "Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia". *www.regione.puglia.it.*

Regione Puglia, "Piano Paesaggistico Territoriale Regionale" (in corso di redazione). *www.regione.puglia.it.*

Servizio Geologico Nazionale (1994), "Carta Geomorfologica d'Italia - 1:50.000. Guida al rilevamento". *Quaderni Serie III, Volume 4*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Servizio Geologico Nazionale, "Carta Geologica d'Italia - 1:100.000". Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia (2009). "Carta Tecnica". *www.sit.puglia.it.*