

River Candelaro, Italy

Location

The River Candelaro is located in southern Italy. The main river course has a length of about 70 km and its most important tributaries are the Celone, Salsola and Triolo streams. It flows into the Adriatic Sea. The basin is characterised by a mean elevation of 300m a.s.l.



Catchment description

The Candelaro river basin is characterised by a calcareous and calcareous-dolomitic framework that has moved vertically along faults. The main economic activity is intensive agriculture in the flat part of the basin while, in the mountainous part, forest lands and pasture are frequent. The basin contains 24 towns with an average inhabitant density of 300 people/km². The main town is Foggia.



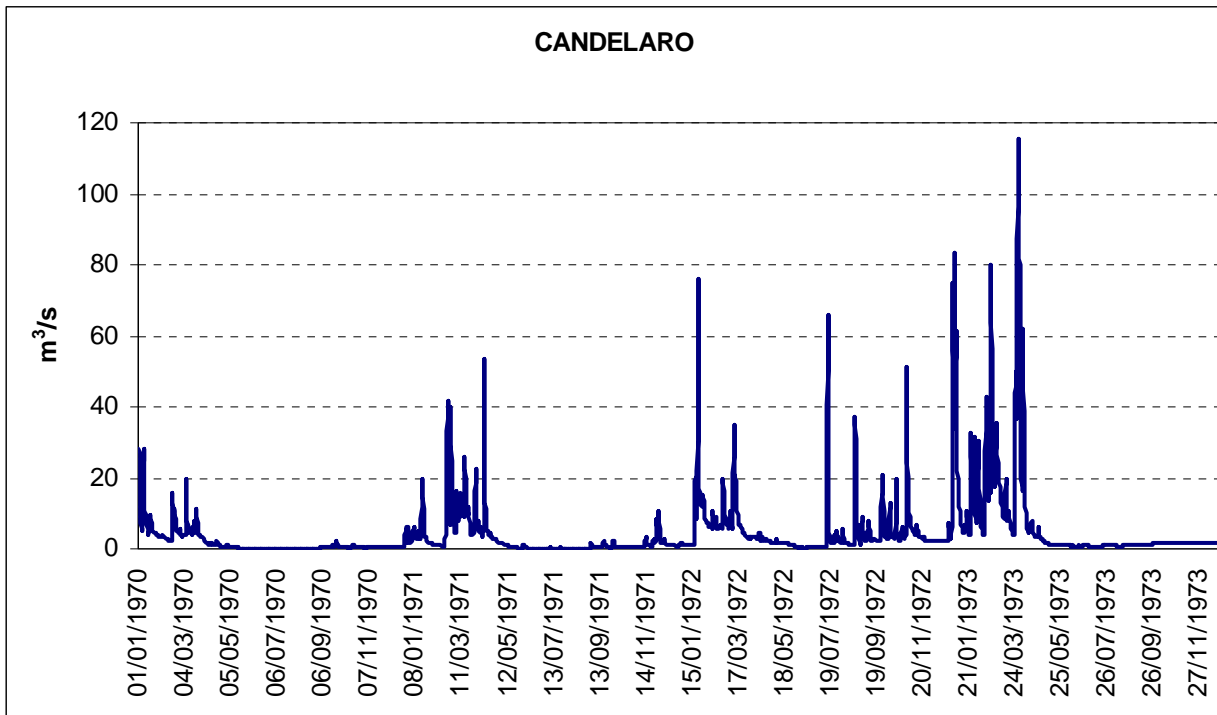
Key descriptors:

Catchment Area	2330 km ²
Level of Station	10 m a.s.l.
Maximum Altitude	1142 m a.s.l.
Mean flow	8.66 m ³ s ⁻¹
95% exceedance (Q95)	0.08 m ³ s ⁻¹
10% exceedance (Q10)	8.8 m ³ s ⁻¹
1986-2001 Average Annual Rainfall	579 mm

Hydrological summary

The streamflow regime changes rapidly and closely follows precipitations patterns. It has typical Mediterranean semi-arid features with a seasonal pattern of a drought period and flash floods. Analysis of daily streamflow measurements taken at Candelaro gauging station (outlet) indicates that the highest flows tend to occur in February and March, while the lowest flows tend to occur in July and August, when the zero flow condition is frequently recorded. The Celone stream is the most important tributary of the Candelaro. In the figure below, a time series of flow data for the period 1970/1973 is shown.

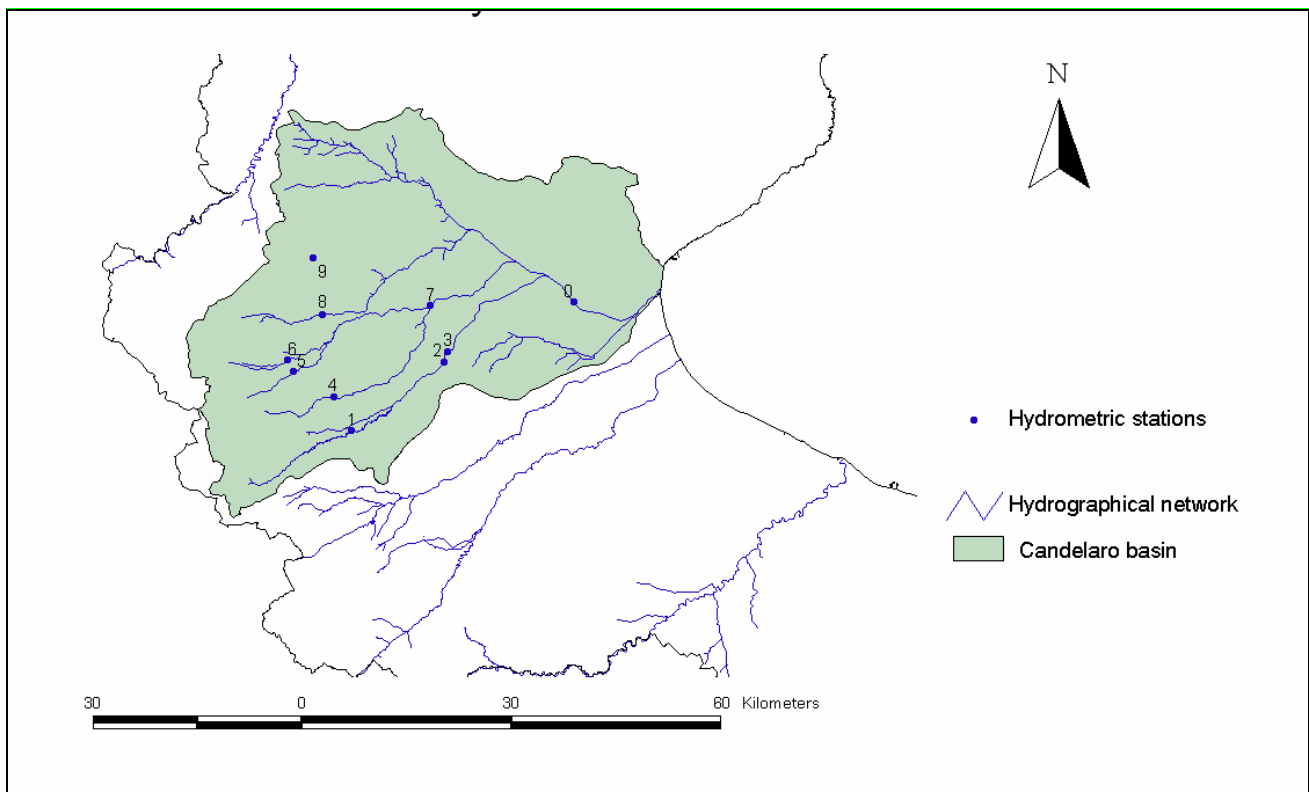
Hydrological Observatory description



Data availability

Flow data are measured at a network of gauging stations of the Hydrographic Services of Land Protection Department. Daily mean flow data are available from the archive of the Land Protection Department. The data series range from 1956 to 1995. Information describing these sites are shown in the table and figure below. Data can be downloaded from <http://193.206.192.243/annali/>.

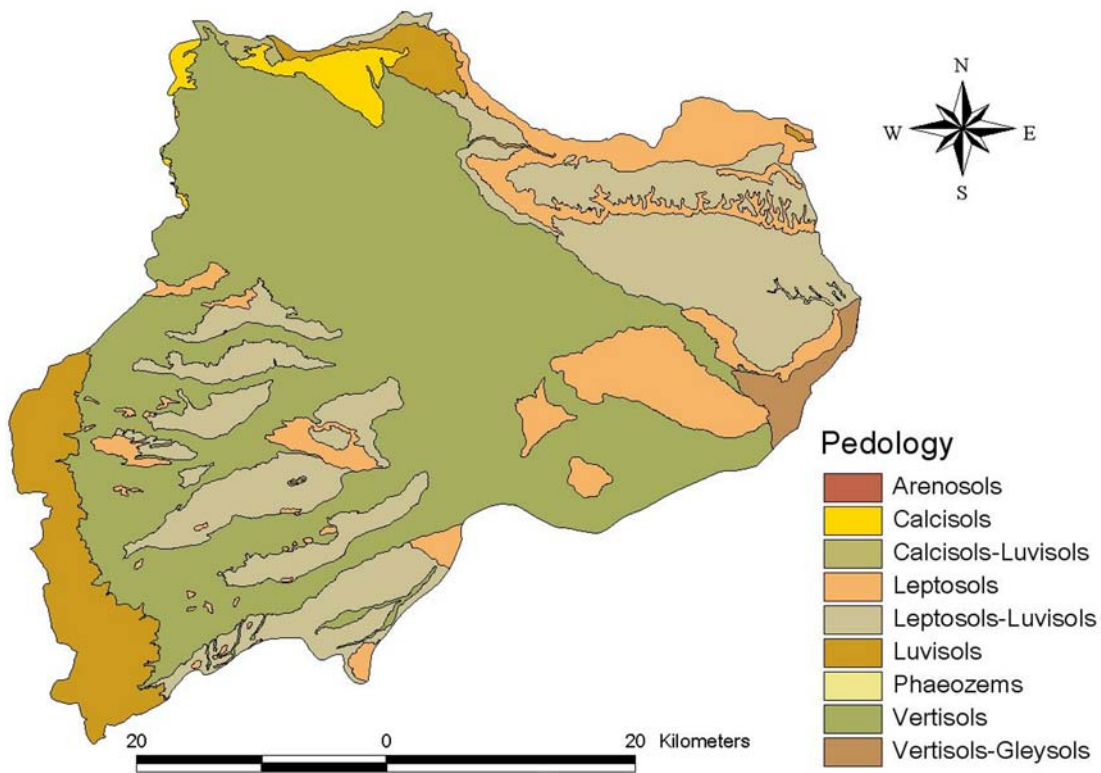
Supporting data are also available in form of maps: e.g. pedological, lithological maps.



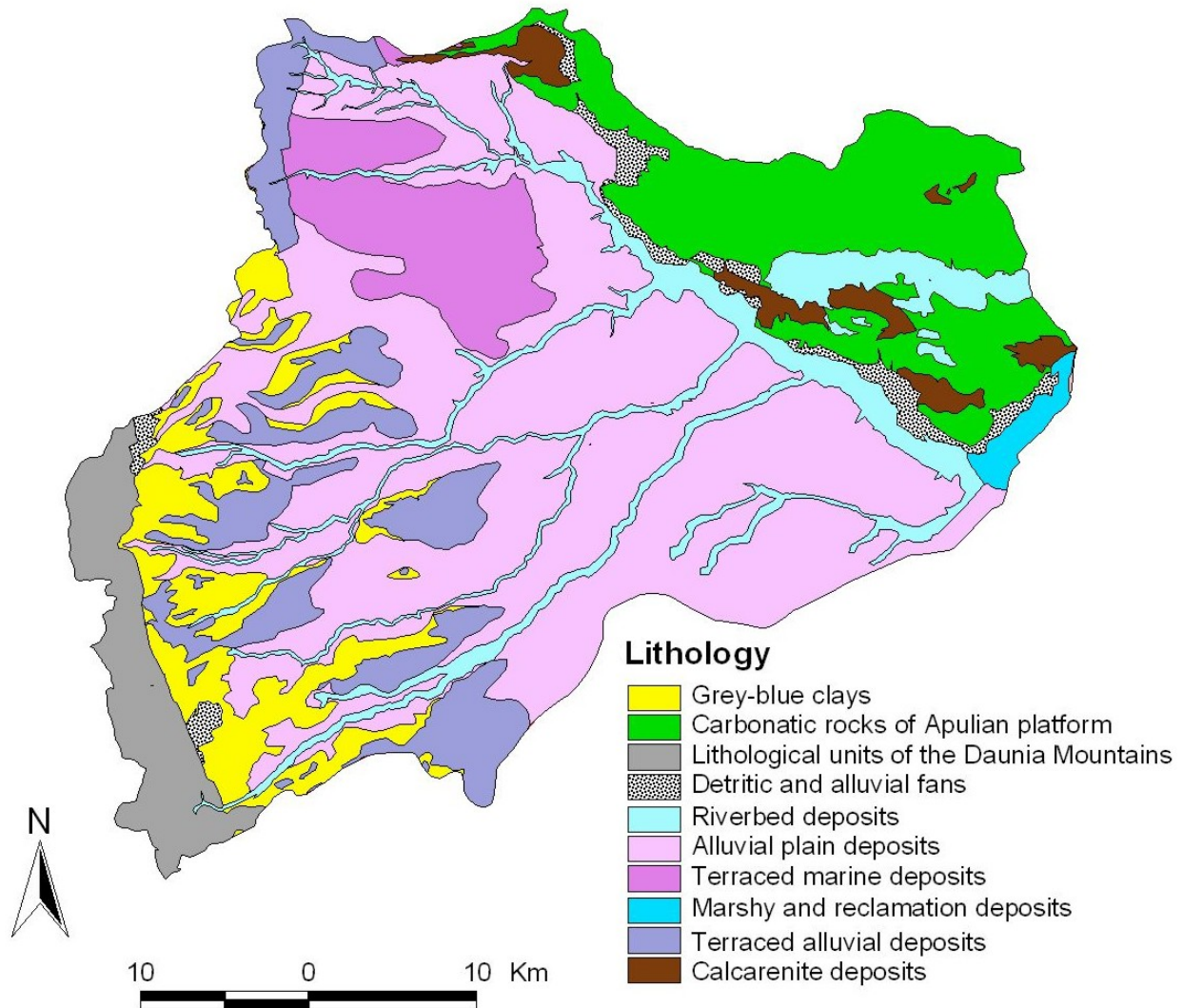
Hydrological Observatory description

Table: list of all the gauging station of Hydrometric monitoring network

Station Name	Latitude (dg)	Longitude (dg)	Elevation (m a.s.l.)
Candelaro a ponte 13 luci	41.568000	15.746930	10
Celone a ponte S.Vincenzo	41.403389	15.364694	193
Torrente Vulgano a ponte Troia	41.448333	15.333722	173
Torrente Triolo a ponte Lucera	41.554194	15.315472	114
S.Maria a ponte Lucera	41.62676	15.298840	85
Torrente Salsola a ponte Foggia	41.563639	15.500250	142
Casanova a ponte Lucera	41.495639	15.255611	178
Torrente Salsola a Casanova	41.480667	15.264639	185
Celone ponte Foggia	41.492389	15.522472	63



Hydrological Observatory description



Research Activity and Outputs

- Sediment and nutrient dynamics
- Water quality assessment at basin scale
- River basin management plan
- Hydrological water balance at basin scale
- Models: SWAT, DREAM, MODFLOW

Facilities

Because of the long running research activity in the Candelaro catchment, IRSA can provide access to many field sites through established relationships with environmental agencies and land-owners.

IRSA manages within the Candelaro catchment a gauging station at Contrada Cuparoni: SS 160 Lucera-Troia. This station is equipped with an instantaneous flow gauge. Candelaro basin

Hydrological Observatory description

comprises three candidate Sites of Community importance (cSCI): Monte Cornacchia – Bosco Faeto, Monte Calvo – Piana di Montenero, Bosco Jancuglia – Monte Castello and two Special Protection Areas (SPA) among which Palude Frattarolo – an old marsh zone subsequently reclaimed and considered as coastal wetlands. Moreover, part of the basin area is in the National Gargano Park.

The flow is monitored by means of mechanic hydrometers.

Institutional support

The Candelaro river basin was subject of intense studies still in progress. These studies were funded by Puglia region and EU projects.

Here is a list of the most significant projects involving the catchment:

- EU project SCENES;
- EU project CIRCE, where Candelaro river basin is one of the rural case studies;
- EU project MIRAGE;
- Project WETLANDS (concluded in 2008).

Value to network

The River Candelaro is located in a region of low rainfall and high water (and groundwater) demand leading to pressures on the available water resources, a typical case of a Mediterranean catchment. Predicted impacts of climate change will exacerbate this situation.

The Candelaro Observatory provides data for hydrological conditions that are common in its region but which are quite different from those monitored by many other observatories in the network. Some important distinguishing features of the Candelaro catchment in the European context are: flash floods, short periods without flow, and intensive agricultural abstraction.

Contact for further information:

Giuseppe Passarella, Water Research Institute – National Research Council (IRSA-CNR), Bari, Italy, giuseppe.passarella@ba.irsacnr.it

References

- 1) Breber P., 1996. Il restauro dell'ecosistema del fiume Candelaro (Foggia): una proposta. Genio Rurale n° 11/1996.
- 2) Cotecchia V., 1956. Gli Aspetti Idrologici Del Tavoliere Delle Puglie. L'acqua, 1956.
- 3) Maggiore M., Masciale R., Massari R., Pappagallo G., Passarella G., Vurro M., 2004. Caratteri idrostrutturali del Tavoliere di Puglia ed elaborazione di una carta geolitologica a finalità
- 4) idrogeologiche Geologi e Territorio. Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n.2/2004.
- 5) Pagano S.G., 2004. Indagine conoscitiva sulla bonifica idraulica nel bacino del Candelaro.
- 6) Rotella G., 1984. Cinquant'anni di bonifica nel Tavoliere. Bastogi, Foggia, 1984.

Hydrological Observatory description

- 7) Squinobal S., 1996. La bonifica delle valli del Candelaro e del Cervaro in provincia di Foggia. Bonifica n. 1/1996.
- 8) Viparelli C., Viparelli M., 1957. Relazione studio idrologico bacino del Candelabro. Consorzio per la Bonifica della Capitanata, Foggia, 1957. Archivi del Consorzio per la Bonifica della Capitanata di Foggia.
- 9) Bandaragoda C., Tarboton D.G., Woods R., 2004. Application of TOPNET in the distributed model intercomparison project, *Journal of Hydrology* 2004.
- 10) Beven K. J., Kirkby M. J., 1979. A physically-based variable contributing area model of basin hydrology. *Hydral. Sc. Bull.*, 24 (1), pp. 43-69, 1979.
- 11) Bonelli R., 2004. Utilizzo di un DEM acquisito con tecnologia satellitare per la caratterizzazione idrologica e morfologica di un bacino idrografico.
- 12) Breber P., 1996. Il restauro dell'ecosistema del fiume Candelaro (Foggia): una proposta. *Genio Rurale* n° 11/1996.
- 13) Farr T.G., M. Kobrick, 2000. Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data. *Amer. Geophys. Union Eos*, v. 81, p. 583-585.
- 14) Horton R. E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative geomorphology, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 56, 275370, 1945.
- 15) Molossi D., Santovito L., 1973. Relazione studio idrologico bacino del Candelabro, Consorzio per la bonifica della Capitanata, Foggia, 1973.
- 16) Onagro G., 1958. Il calcolo delle reti idrauliche di bonifica. Edizioni Agricole Bologna, 1958.
- 17) Pagano S.G., 2004. Indagine conoscitiva sulla bonifica idraulica nel bacino del Candelaro.
- 18) Rotella G., 1984, Cinquant'anni di bonifica nel Tavoliere, Bastogi, Foggia, 1984.
- 19) Squinobal S., 1996. La bonifica delle valli del Candelaro e del Cervaro in provincia di Foggia. Bonifica n. 1/1996.
- 20) Tarboton, 1997. A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models, *Water Resources* 1997.
- 21) Viparelli C., Viparelli M., 1957. Relazione studio idrologico bacino del Candelaro, Consorzio per la Bonifica della Capitanata, Foggia, 1957.
- 22) Viparelli C., Viparelli M., 1957. Relazione progetto di massima bacino del Candelaro, Consorzio per la Bonifica della Capitanata, Foggia, 1957.
- 23) Western A. W., Grayson R. B., Blöschl G., Willgoose G.R. and McMahon T. A., 1999. Observed spatial organization of soil moisture and its relation to terrain indices, *Water Resour. Res.* Vol. 35 , No. 3 , pp. 797-810, 1999.
- 24) Wittenberg H., Sivapalan M., 1999. Watershed groundwater balance estimation using streamflow recession analysis and baseflow separation, *Journal of Hydrology* 219, 20-33, 1999.
- 25) ACLA 2, 2001. Caratterizzazione agroecologica della Regione Puglia in funzione della potenzialità produttiva. Annesso II -Analisi Pedologica.
- 26) Cassano D., De Tommaso B., Esposito A., Monaco M.T., Saturno D., Uricchio V.F., Lopez N., Falagarò A. Aspetti ambientali e pianificazione di massima per la tutela del Bacino del Torrente Candelaro (Puglia). IRSA-CNR.
- 27) Ferronato A., Lionello M., Ostoich M., Sanavio G. Elementi di identificazione delle acque di transizione. ANPA.
- 28) Pagano S. G., 2004. Indagine conoscitiva sulla bonifica idraulica nel bacino del Candelaro. www.sinanet.anpa.it
- 29) Buffagni A., Pagnotta R., Erba S., 2004. Monitoraggio biologico e classificazione di qualità dei fiumi Mediterranei: i quadri italiano ed europeo di riferimento. In: *Classificazione ecologica e carattere lenticolo-lotico in fiumi mediterranei* istituto di ricerca sulle acque. Istituto di Ricerca Sulla Acque del Consiglio Nazionale Delle Ricerche. Quaderni 122, 2004
- 30) COMMISSIONE EUROPEA 2000. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. *Gazzetta ufficiale della Comunità Europea* L 327, 22.12.2000, 1-72.

Hydrological Observatory description

- 31) Mazzoni M. La Direttiva 2000/60/CE: Nuova domanda nuovi modelli organizzativi. Agenzia Regionale per la protezione Ambientale della Toscana (ARPAT).
- 32) ANPA, 2003. I.F.F. Indice di funzionalità fluviale. Manuale ANPA, 2° edizione, giugno 2003.
- 33) APAT. Sperimentazione di modelli valutativi per la definizione della qualità ambientale: Metodo per lo screening delle risorse ecosistemiche delle fasce fluviali a supporto della pianificazione. NEB-T-RAP-03-17.
- 34) APPA. Monitoraggio per il controllo della qualità dell'acqua del torrente VARONE. APPA, Provincia autonoma di Trento.
- 35) Braioni M.G., Penna G., 1998. I Nuovi Indici Ambientali sintetici di valutazione della qualità delle rive e delle aree riparie: Wild State Index, Buffer Strip Index, Environmental Landscape Indices: il metodo. *Biologia Ambientale* n°6.
- 36) Breber P. L'indice di Lesina applicato alle lagune ed agli stagni costieri in Puglia. Proposta di estensione agli ambienti paralici. APAT.
- 37) Buffagni, A. 2004. Classificazione ecologica e carattere lenticolo-lotico in fiumi mediterranei. Quaderni 122 (ISSN 0390-6329).
- 38) Buffagni, A. And J. L. Kemp, (2002). Looking beyond the shores of the United Kingdom: addenda for the application of River Habitat Survey in South European rivers. *J. Limnol.* 61 (2): 199-214.
- 39) Environment Agency. 1997. River Habitat Survey, 1997 field survey guidance manual. Environment Agency.
- 40) Environment Agency. 2003. River Habitat Survey In Britain And Ireland-Field Survey Guidance Manual: 2003 Version. Warrington, Cheshire WA4 1HG.
- 41) Ferronato A., Lionello M., Ostoich M., Sanavio G. Elementi di identificazione delle acque di transizione. ANPA.
- 42) Hauer F.R., Lamberti G.A. *Methods in Stream Ecology*. ACADEMIC PRESS.
- 43) Raven P.J., Holmes T.H., Dawson F.Jh. Fox P.J.A., Everard M., Fozzard I.R. And Rouen K.J. 1998. River Habitat Survey, the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. River Habitat Survey No. 2, May 1998. The Environment Agency, Bristol, 86 pp.
- 44) Raven P. J., N. T. H. Holmes, M. Naura And F. H. Dawson. 2000. Using river habitat survey for environmental assessment and catchment plan in the U.K. *Hydrobiologia*, 422/423: 359-367.
- 45) www.arpa.emr.it/modena/download/10 Natura e Biodiversità B_A 2004.pdf
- 46) Ajami N., Gupta H., Wagener T., Sorooshian S., 2004. Calibration of a semi-distributed hydrologic model for streamflow estimation along a river system. *Journal of Hydrology*, 2004.
- 47) Beven K., 2000. Flood frequency estimation by continuous simulation (with likelihood based uncertainty estimation). *Hydrology and Earth System Sciences*, 2000.
- 48) Camping P., Gobin A., Beven K. and Feyen J., 2002. Rainfall-runoff modelling of a humid tropical catchment: the TOPMODEL approach. *Hydrological processes*. 16, 231-253 (2002).
- 49) Ciarapica L., Todini E.. TOPKAPI, 2002. A model for representation of the rainfall-runoff processes at different scale. *Hydrological processes*. 16, 207-229 (2002).
- 50) Farmer D., Sivapalan M., Jothityangkoon C., 2000. Climate, soil and vegetation controls upon the variability of water balance in temperate and semi-arid landscapes. *Water Resources Research* 2000.
- 51) Manfreda S., Fiorentino M., Iacobellis V., 2005. D.R.E.A.M. a distributed model for run-off, evapotranspiration and antecedent soil moisture simulation. *Advanced in Geosciences*, 2, 32-39, 2005.
- 52) Moisello U., 1985. Grandezze e fenomeni idrologici. La Goliardica Pavese, 1985, Pavia.
- 53) Rodhe A., Seibert. J., 1999. A wetland occurrence in relation to topography: a test of topographic indices as moisture indicators. *Agricultural and forest Meteorology* 98-99 (1999).
- 54) Bradley C., 2002. Simulation of the annual water table dynamics of a floodplain wetland, Narborough. UK *Journal of Hydrology* 261 (2002).

Hydrological Observatory description

- 55) Bendjoudi H., Weng P., Guerin R., Pastre J.F., 2002. Riparian wetlands of the middle reach of the Seine river (France): historical development, investigation and present hydrologic functioning. A case study. *Journal of Hydrology* 263 (2002) 131-155.
- 56) Cole C. A., Brooks R.P., 2000. A comparison of hydrologic characteristics of natural and created mainstem floodplain wetlands in Pennsylvania. *Ecological Engineering* 14 (2000) 221-231.
- 57) Gilvear D.J., Bradley C., 2000. Hydrological Monitoring and Surveillance for Wetland Conservation and Management: a UK Perspective. *Phys. Chem. Earth (B)*, Vol. 25, No 7-8, pp. 571-588, 2000.
- 58) Stewart L.K., Hudak P.F. and Doyle R. D. Modeling hydrologic alterations to a developing wetland in an abandoned borrow pit. *Journal Of Environmental Management* (1998) 53, 231-239.
- 59) Lo Presti R., Barca E., Passarella G. A methodology for treating missing data applied to daily rainfall data in the Candelaro River Basin (Italy). *Environmental monitoring and assessment* (2008). DOI 10.1007/s10661-008-0653-3.
- 60) De Girolamo A.M., Lo Porto A., Santese G.(2009). Development of an alternative scenario in a small mediterranean basin using the rainfall-runoff SWAT model. *Folia Geographica*, vol. XL pp.45-56.
- 61) Portoghese I., M. Vurro, G. Giuliano, *Uno strumento di pianificazione delle risorse idriche sotterranee sotto l'influenza dei cambiamenti climatici*, in *Clima e cambiamenti climatici: le attività di ricerca del CNR*, n. 23. Editore: ed. Dipartimento Terra e Ambiente del CNR– Roma. ISBN 978-88-8080-075-0, 827-830, 2007.
- 62) Gigante V., Iacobellis V., Manfreda S., Milella P. and Portoghese I., *Influences of Leaf Area Index estimations on water balance modeling in a Mediterranean semi-arid basin* *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 979–991, 2009.
- 63) Masciale R. (2005) " Caratteri idrogeologici del Tavoliere di Puglia e stato ambientale della falda superficiale nell'area compresa tra il F. Fortore e il T. Cervaro". *Geologi e Territorio - Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia*, n. 4.
- 64) Maggiore M., Masciale R., Massari R., Pappagallo G., Passarella G., Vurro M. (2004) Caratteri idrostrutturali del Tavoliere di Puglia ed elaborazione di una carta geolitologica a finalità idrogeologiche. *Geologi e Territorio - Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia* 2, 6-16.
- 65) Masciale R., Maggiore M., Passarella G, Vurro M. (2005) A preliminary assessment of the groundwater environmental state in the shallow aquifer of the "Tavoliere di Puglia" (Southern Italy). 3rd Symposium "Quality and Management of Water Resources". June 16-18, 2005, vol.1, pp. 146-156, ISBN/ISSN: 5-88749-002-0.
- 66) Barca E., Castrignanò A., Masciale R., Passarella G., Sedda L. (2006) "*Uncertainty assessment of groundwater quality index using sequential indicator simulation*". SPATIAL: Spatial Data Methods for Environmental and Ecological Processes, 15 Settembre 2006, Baia delle Zagare, Foggia, Italia.