Progetto di Interesse Strategico NEXTDATA

Rendicontazione scientifica
per il periodo di riferimento 01-01-2014 / 31-12-2014

WP 2.6 Studi pilota di utilizzo dei dati

Responsabile: Elisa Palazzi
CNR ISAC, Torino

Gli autori sono indicati nella descrizione dei diversi Studi Pilota

1. Attività prevista e risultati attesi

Il WP 2.6 è dedicato agli Studi Pilota di utilizzo dei dati raccolti nel corso del Progetto, tramite l'utilizzo degli archivi tematici e del Portale Generale. Gli Studi Pilota saranno descritti con dettaglio nelle singole schede e riguardano i seguenti aspetti:

- stima dei cambiamenti del ciclo idrologico in aree montane, con particolare riferimento ai cambiamenti nella copertura nevosa, nella precipitazione e nella disponibilità, corrente e futura, di risorse idriche; le regioni oggetto di studio sono le Alpi e la catena del Karakorum/Himalaya in Asia.
- Definizione degli effetti degli aerosol in aree montane, considerando sia gli effetti diretti di tipo radiativo, sia gli effetti indiretti di tipo termodinamico e di microfisica della precipitazione.
- Stima della distribuzione spaziale, ad alta risoluzione, dei valori normali mensili di temperatura e precipitazione nelle aree alpine d'alta quota.
- Ricostruzioni del clima del passato da carote glaciali, marine e lacustri, da dati pollinici, da dati dendroclimatici e da altri dati proxy e interpretazione delle fluttuazioni climatiche negli ultimi due millenni nel territorio italiano. L'analisi dei dati sarà completata da un insieme di simulazioni globali multi-secolari eventualmente completate da simulazioni regionali per specifici periodi di interesse. **Con queste attività il WP 2.6 contribuisce alla Grand Challenge Italy-2k di NextData, dedicata alla caratterizzazione del clima sul territorio italiano negli ultimi 2000 anni.**
- Stima della risposta del Mar Mediterraneo alle forzanti climatiche, mediante la ricostruzione climatica negli ultimi cento anni basata sulla realizzazione di una rianalisi ad alta risoluzione per il bacino del Mediterraneo.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

D2.6.3: Relazioni sui risultati degli Studi Pilota nel terzo anno.

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

Sono continuate le attività di ricerca nell'ambito degli Studi Pilota (a) "Risorse idriche nella zona Himalaya-Karakorum e interazione fra monsone e perturbazioni delle medie latitudini" e (c) "Stima dei cambiamenti della copertura nevosa e del ciclo idrologico in aree montane", quelle dello Studio Pilota (e) "Simulazione del clima mediterraneo negli ultimi secoli e confronto con i dati paleoclimatici, per definire l'evoluzione climatologica in Italia negli ultimi mille anni" iniziato alla fine del primo anno e si sono chiuse le attività dello Studio Pilota (b) relativo allo studio degli effetti degli aerosol atmosferici in aree montane. Sono continuate le attività degli Studi Pilota (f, g, h) associati ai Progetti Speciali avviati nel secondo anno e sono state avviate le attività di cinque nuovi Progetti Speciali. Per una descrizione dettagliata delle attività di ricerca effettuate nei singoli Studi Pilota si rimanda ai report individuali riportati in Appendice.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

Sono stati ottenuti sviluppi tecnologici e numerici, come riportato più in dettaglio nel report del WP2.5, per permettere la realizzazione degli Studi Pilota descritti in questo documento. Le singole ricerche hanno tratto vantaggio dalla disponibilità degli output delle simulazioni modellistiche, sia globali sia regionali, prodotte nell'ambito del Progetto durante il terzo anno, come pure degli altri archivi di dati basati sulle osservazioni.

3.3 Attività di formazione

Nel terzo anno del Progetto, sulle specifiche attività di ricerca degli Studi Pilota, sono stati rinnovati assegni di ricerca e borse di studio. Si sta inoltre svolgendo una tesi di Dottorato di Ricerca sulle tematiche relative allo studio pilota a) e una di Laurea Magistrale su temi legati allo Studio Pilota e). Si è conclusa una tesi di Laurea Magistrale su temi relativi allo Studio Pilota c).

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione

Il Progetto di Interesse NextData è stato presentato in occasione di diversi incontri scientifici e di fronte al pubblico generico. In particolare, il Progetto è stato presentato a:

Elevation Dependent Warming EXPERT MEETING, Payerbach, Austria, 22-25 aprile, 2014.

Scoping Workshop della Collaborative Research Action (CRA) "Mountains as Sentinels of Change" del *Belmont Forum*, Ceresole Reale, giugno 2014.

IGFA-Belmont Forum, Pechino, ottobre 2014.

3.5 Partecipazione a conferenze

Le attività degli Studi Pilota sono state presentate a diverse conferenze, come illustrato nelle schede specifiche.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Gli Studi Pilota hanno prodotto importanti risultati, descritti in dettaglio nelle schede specifiche.

4.2 Pubblicazioni

Le pubblicazioni su riviste internazionali sono indicate nelle schede specifiche per gli Studi Pilota.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)
Descritto nelle schede specifiche per gli Studi Pilota.

4.4 Deliverables completati
D2.6.3: Risultati degli Studi Pilota nel terzo anno.

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Non sono stati riscontrati particolari ritardi o problemi nello svolgimento delle attività degli Studi Pilota previsti per il terzo anno.

6. Attività previste per il periodo successivo

Continuazione degli Studi Pilota a), c) ed e) e degli Studi Pilota legati ai Progetti Speciali, come descritto nelle singole schede in Appendice

Appendice
Risultati degli Studi Pilota

Studi Pilota e relativi autori:

2.6a: Risorse idriche nella zona Himalaya-Karakorum e interazione fra monsone e perturbazioni delle medie latitudini
Autore: Elisa Palazzi (CNR-ISAC, Torino).
Contributi: S. Terzago, L. Filippi, J. von Hardenberg (CNR-ISAC); A. Provenzale (CNR-IGG).

2.6c: Stima dei cambiamenti della copertura nevosa e del ciclo idrologico in aree montane
Autore: Silvia Terzago (CNR-ISAC, Torino).
Contributi: E. Palazzi, J. von Hardenberg (CNR-ISAC); A. Provenzale (CNR-IGG); C. Cassardo (Univ. Torino, Dip. Fisica); U. Morra di Cella, E. Cremonese (ARPA-VdA).

2.6d: Effetto degli aerosol in zone d'alta quota
Autore: Jost von Hardenberg (CNR-ISAC, Torino).
Contributi: E. Palazzi, S. Terzago (CNR-ISAC).

2.6e: Simulazione del clima mediterraneo negli ultimi secoli e confronto con i dati paleoclimatici, per definire l'evoluzione climatologica in Italia negli ultimi mille anni
Autore: Elisa Palazzi (CNR-ISAC Torino).
Contributi: J. von Hardenberg (CNR-ISAC), A. Cuccu (University of Torino).

2.6f (Progetto Speciale P2): NextSnow - Measurement and analysis of precipitation in high-elevation regions
Autore: Vincenzo Levizzani (CNR-ISAC Bologna).
Contributi: S. Laviola, E. Cattani (CNR-ISAC); U. Morra Di Cella, E. Cremonese (ARPA-VdA); R. Rudari, S. Gabellani (CIMA Foundation); P. Claps, F. Laio, P. Allamano, A. Libertino (Politecnico di Torino – DIATI); S. Ferraris, D. Canone, M. Previati (Politecnico e Università di Torino – DIST); C. Cassardo, S. Ferrarese (Università di Torino – Dip. Fisica); S. Fratianni, F. Acquaotta, D. Garzena, L. Perotti (Università di Torino – Dip. Scienze della Terra).

2.6g (Progetto Speciale P3): Database for reconstructing the spatial-temporal evolution of the Glacial Resource in the Italian ALPs over the last 100 years in the Framework of the NextData Project (DATAGRALP)
Autore: Marta Chiarle (CNR-IRPI, Torino).
Contributi: C. Baroni, A. Carton, M. Chiarle, M. Giardino, G.Mortara, G. Nigrelli, L. Perotti, M. C. Salvatore (CNR-IRPI, CGI).

2.6h (Progetto Speciale P7): High Resolution Climate Information for Mountain Areas (HR-CIMA)
Autore: Michele Brunetti (CNR-ISAC, Bologna).
Contributi: A. Bertolini, M.Brunetti, C. Simolo (CNR-ISAC); M. Maugeri (Dipartimento di Fisica – Università di Milano).

2.6j: (Progetto speciale / Studio Pilota): RelationsHips between meteo-climAtic paraMeters and ground surface deforMation time sEries in mountain enviRonments (HAMMER)

Autore: Francesca Ardizzone: CNR-IRPI

2.6a: Risorse idriche nella zona Himalaya-Karakorum (HKKH) e interazione fra monsone e perturbazioni delle medie latitudini

Responsabile: Elisa Palazzi
CNR-ISAC

1. Attività prevista e risultati attesi

Durante il terzo anno di attività nell'ambito dello Studio Pilota su "Risorse idriche nella zona Himalaya-Karakorum (HKKH) e interazione fra monsone e perturbazioni delle medie latitudini" ci siamo focalizzati sullo studio dei processi, su scala sinottica, che influenzano la precipitazione nella regione occidentale dell'HKKH (Karakorum) dove l'apporto di precipitazione durante l'inverno rappresenta il principale nutrimento per i ghiacciai della regione e, quindi, una fondamentale riserva idrica per la stagione secca e per le aree a valle.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

Contributo al Deliverable D2.6.3 relativo al WP2.6, con i risultati dello Studio Pilota conseguiti durante il terzo anno (identificato con 2.6.3a nel Deliverable). Il contributo descrive l'attività legata allo studio dei meccanismi su scala sinottica che originano e influenzano la precipitazione nella regione del Karakorum. In particolare, è stata effettuata un'analisi della correlazione tra la North Atlantic Oscillation (NAO), l'evaporazione dalle principali sorgenti di umidità, i venti in quota e superficiali, il trasporto umido dalle sorgenti verso la regione del Karakorum, le temperature marine superficiali e la precipitazione invernale (dicembre-marzo) in Karakorum.

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

Nel seguito verrà riassunta l'attività scientifica svolta nel corso del terzo anno nell'ambito di questo Studio Pilota. Si rimanda al Deliverable D2.6.3 (2.6.3a) per la descrizione esaustiva della ricerca e dei risultati ottenuti, nonchè per la bibliografia citata nel seguito.

La regione Hindu-Kush Karakorum (HKK) è situata nella parte più occidentale della catena Himalayana. Nel suo complesso, la regione Himalayana (di qui in avanti HKKH) è esposta a due principali pattern di circolazione: il monsone indiano e i venti occidentali (Western Weather Patterns, WWP, Syed et al., 2006; Yadav et al., 2012). Questi sistemi di circolazione hanno un effetto anche sulla distribuzione spaziale e sulla climatologia della precipitazione. La porzione più occidentale della regione (HKK) riceve abbondanti precipitazioni, soprattutto sotto forma di neve durante l'inverno/inizio primavera, trasportate dai venti occidentali e ricevono un contributo al ciclo annuale di precipitazione anche in estate per effetto del monsone, benchè in misura minore e limitatamente alla porzione sud-orientale della regione. Ne risulta una distribuzione annuale di pioggia bimodale (Palazzi et al., 2013), molto diversa da quella che caratterizza la regione Himalayana orientale (che si presenta unimodale, caratterizzata da pioggia da giugno a settembre e quasi assenza di pioggia nei restanti mesi).
I WWP sono i principali responsabili dell'accumulo stagionale di neve nella regione del Karakorum e quindi rappresentano una riserva di acqua fondamentale per i bacini fluviali e in generale per le regioni a valle che da queste risorse traggono sostentamento (Archer and Fowler, 2004). La "North Atlantic Oscillation (NAO)", uno dei principali pattern atmosferici di

teleconnessione, è stata identificata come uno dei fattori che hanno un effetto importante sulla precipitazione invernale e primaverile nell'area del Karakorum (Syed et al., 2006; Yadav et al., 2009). Diversi studi hanno mostrato che, in questa regione, la precipitazione invernale e la NAO sono correlate, dando luogo a valori di precipitazione più alti (bassi) della norma durante gli anni di NAO positiva (negativa). Questo è evidente anche dalla Figura 1 (Filippi et al., 2014) che mostra il pattern di correlazione statisticamente significativa tra l'Indice NAO e la precipitazione invernale (da dicembre a marzo) su un'area che si estende dal Settore Atlantico Europeo al Sud-Est asiatico e per il periodo 1958–2002. Per la precipitazione sono stati utilizzati tre datasets grigliati (GPCC, CRU, APHRODITE) e le rianalisi ERA40. Si può notare che, oltre al ben noto settore Europeo, un'altra area che mostra correlazioni positive statisticamente significative per tutti i dataset è quella situata al confine tra il Pakistan nord-orientale e l'India nord-occidentale. Le rianalisi ERA40 mostrano correlazioni estese su un'area più ampia rispetto agli altri dataset, in parte un segnale della sottostima della precipitazione totale nelle osservazioni, che si traduce in una sottostima della significatività della correlazione NAO-precipitazione.

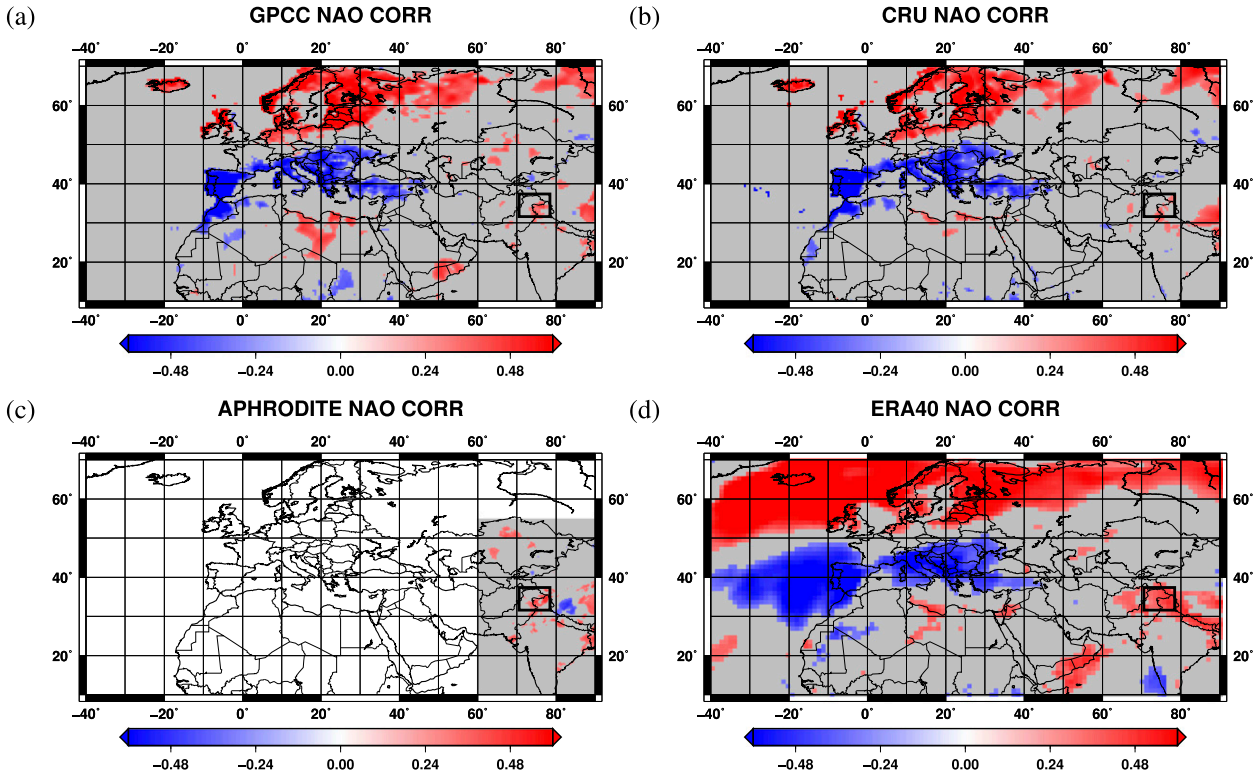

Fig. 1. Coefficienti di correlazione tra l'indice NAO e la precipitazione invernale fornita da (a) GPCC, (b) CRU, (c) APHRODITE e (d) ERA40. Le regioni grigie sono quelle in cui la correlazione non è statisticamente significativa al 95% di confidenza. Il rettangolo nero evidenzia la regione di studio, HKK, che, come si nota, presenta correlazioni positive.

L'obiettivo principale delle attività svolte nel terzo anno è stato identificare quali sono i processi su scala sinottica responsabili della correlazione tra NAO e precipitazione invernale in Karakorum. In particolare abbiamo analizzato se e come la correlazione tra NAO e precipitazione invernale in HKK è cambiata nell'ultimo secolo utilizzando i dati delle rianalisi 20CR (Twentieth Century Reanalysis) disponibili dal 1870 e da cosa tale variabilità dipenda, trovando una forte correlazione tra la serie temporale di tale correlazione e lo spostamento relativo dei centri di azione della NAO stessa.

A tal scopo, è stato utilizzato un indice che descrive lo spostamento dei centri di azione della NAO, già introdotto da altri autori e definito Angle Index (AI), allo scopo di fornire una misura della posizione relativa dei centri di azione della NAO. La Figura 2 mostra la serie temporale

delle correlazioni tra indice NAO e precipitazione invernale nella regione HKK (71°–78N, 32°–37E) ottenuta dai datasets GPCC, CRU, APHRODITE, and ERA-40. La linea tratteggiata indica il livello di significatività al 95%. La linea nera indica la serie temporale dell'Angle Index (AI, Filippi et al., 2014) .

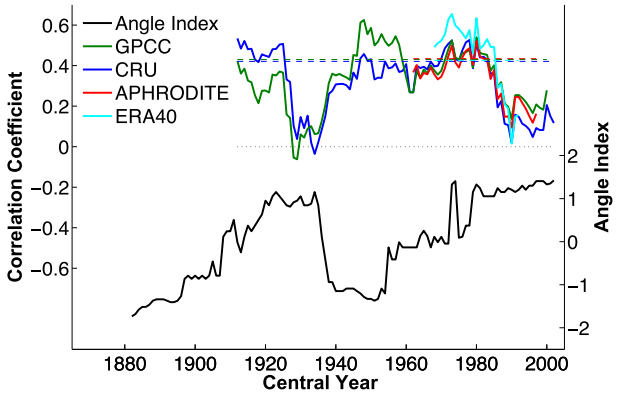

Fig. 2. Serie temporale delle correlazioni tra indice NAO e precipitazione invernale nella regione HKK (71°–78N, 32°–37E) ottenuta dai datasets GPCC (verde), CRU (blu), APHRODITE (rosso), and ERA-40 (ciano). La linea tratteggiata indica il livello di significatività al 95%. La linea nera indica la serie temporale dell'Angle Index (AI).

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

Durante il terzo anno di attività, non abbiamo prodotto nuove simulazioni per la regione HKKH con il modello EC-Earth specificatamente per questo Studio Pilota. Abbiamo invece utilizzato output di datasets grigliati di precipitazione e di rianalisi ERA40 e 20CR.

3.3 Attività di formazione

- Supervisione del lavoro di dottorato del Dr. Luca Filippi sulle tematiche dello Studio Pilota.
- Supervisione della tesi di Laurea Magistrale del Dr. Andrea Cuccu.
- Co-Supervisione della Master Thesis della Dr. Samreen Abdul Hakeem.

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione

Nessuna nel periodo di riferimento

3.5 Partecipazione a conferenze

I principali risultati delle attività scientifiche svolte nel terzo anno di attività inerente a questo Studio Pilota sono stati presentati e discussi in occasione di workshop, conferenze e meeting internazionali:

PALAZZI E., VON HARDENBERG J., TERZAGO S., PROVENZALE A.: The CMIP5 picture of current and future precipitation in the Karakoram-Himalaya (contributo poster). *EGU General Assembly Conference 2014*, Vienna, 27 aprile - 02 maggio 2014

FILIPPI L., PALAZZI E., VON HARDENBERG J., PROVENZALE A.: NAO effect on winter precipitation in the Hindu-Kush Karakoram and its secular variations (presentazione orale). *29th Himalaya-Karakoram-Tibet Workshop*, Lucca, 2-4 settembre, 2014

PALAZZI E., TAHIR A.A., CRISTOFANELLI P., VUILLERMOZ E., PROVENZALE A. (2014): Climatic Characterization of Baltoro Glacier (Karakoram) and Northern Pakistan from in-situ Stations. *IAEG XII Congress Torino 2014 Engineering Geology for Society and Territory*, Torino, 15-19 settembre 2014

PALAZZI E., TERZAGO S., FILIPPI L., VON HARDENBERG J., PROVENZALE A.: Precipitation, snow and atmospheric circulation in the Hindu-Kush Karakoram Himalaya: uncertainties and strengths in observations and global models *HKH Workshop*, Kathmandu, 7 novembre 2014

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Non sono state realizzate specifiche simulazioni in questo studio pilota durante il terzo anno di attività. Abbiamo invece analizzato gli output dei datasets osservativi e delle rianalisi descritti nella sezione 3.1 e calcolato l'indice NAO utilizzando diversi approcci (verificandone la coerenza).

4.2 Pubblicazioni

FILIPPI L., PALAZZI E., VON HARDENBERG J., PROVENZALE A., (2014): Multidecadal variations in the relationship between the NAO and winter precipitation in the Hindu Kush-Karakoram. *Journal of climate*, 27 (20), 7890-7902. DOI: 10.1175/JCLI-D-14-00286.1.

PALAZZI E., VON HARDENBERG J., TERZAGO S., PROVENZALE A. (2014): Precipitation in the Karakoram-Himalaya: a CMIP5 view. *Climate dynamics*. DOI: 10.1007/s00382-014-2341-z.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)
Nessuno nel periodo di riferimento

4.4 Deliverables completati
Contributo al Deliverable D2.6.3 con i risultati dello Studio Pilota nel terzo anno (D2.6.3a).

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Nessuno scostamento dalle attività previste.

6. Attività previste per il periodo successivo

Le attività previste per il 2015 nell'ambito di questo Studio Pilota riguardano un'altra problematica legata allo studio del ciclo idrologico e più in generale del clima nelle regioni di alta quota, in questo caso la regione Himalaya-Karakorum, nota come "Elevation Dependent Warming", ovvero il meccanismo in base al quale le regioni montane d'alta quota sono soggette a un riscaldamento che è spesso più intenso e più rapido di quello delle regioni circostanti.
Partendo dagli output sia storici sia futuri dei modelli CMIP5, analizzeremo il gradiente altitudinale dei trend di temperatura minima e massima nel XX e XXI secolo (o dei cambi di temperatura minima e massima tra la fine e l'inizio del XX e del XXI secolo). Utilizzeremo dati grigliati di temperature osservate per confrontare la risposta fornita dai modelli nel periodo storico. Utilizzeremo i modelli per investigare quali sono i meccanismi principali che possono spiegare il fenomeno dell'*elevation dependent warming* nella regione Himalayana e nel Plateau Tibetano.

2.6c: Stima dei cambiamenti della copertura nevosa e del ciclo idrologico in aree montane

Responsabile: Silvia Terzago
CNR-ISAC

1. Attività prevista e risultati attesi

Le attività previste per questo periodo di riferimento consitono nella valutazione di due modelli di scambio superficie-atmosfera, in particolare della loro accuratezza nel simulare le caratteristiche del manto nevoso in termini di equivalente in acqua, altezza e densità della neve al suolo. L'obiettivo è di verificare quale modello fornisce la stima migliore, anche in relazione alle caratteristiche di risoluzione spaziale/temporale dei dataset usati come forzante.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

Contributo al Deliverable D2.6.3: Relazione sui risultati degli Studi Pilota nel terzo anno (D2.6.3c).

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

L'obiettivo a lungo termine di questo Studio Pilota è di fornire informazioni sui cambiamenti recenti e previsti per il futuro delle risorse nivali e del ciclo idrologico nelle regioni d'alta quota, con particolare attenzione alle Alpi e agli Appennini.
La valutazione dei cambiamenti della distribuzione spaziale e temporale del manto nevoso nelle aree montane richiede una rappresentazione dei processi di scambio alla superficie che risolve le piccole scale, non ancora raggiungibili con gli attuali modelli climatici globali e regionali (GCM, RCM). Recenti studi (ad es. Schmucki et al., 2014; Steger et al., 2013) suggeriscono di utilizzare le variabili atmosferiche prodotte dai modelli climatici globali e regionali, opportunamente disaggregate, per forzare modelli di scambio all'interfaccia superficie-atmosfera in grado di simulare la variabilità temporale delle caratteristiche del manto nevoso a scala locale.
Nel presente studio abbiamo seguito questo approccio, considerando due modelli di scambio all'interfaccia superficie-atmosfera, Hydrology-Tiled ECMWF Scheme for Surface Exchange over Land (HTESSEL) dell'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) e University of TOrino land Process Interaction in Atmosphere (UTOPIA).
Il primo obiettivo è la validazione dei due modelli per determinare quanto siano affidabili nel rappresentare l'evoluzione temporale del manto nevoso in termini di equivalente in acqua, altezza e densità della neve al suolo in condizioni ottimali, ovvero quando i modelli sono forzati con dati affidabili e ad alta risoluzione temporale. In secondo luogo, siccome l'obiettivo è valutare la variabilità delle caratteristiche del manto nevoso a scala regionale, sia per il periodo storico, sia in scenari futuri, abbiamo esplorato la possibilità di forzare i modelli di scambio alla superficie con variabili meteorologiche simulate attraverso modelli climatici e opportunamente disaggregate. A tal fine, si è valutato come varia l'accuratezza dei modelli quando questi sono forzati da misure a bassa risoluzione temporale o da simulazioni modellistiche (rianalisi) con risoluzione spaziale comparabile a quella dei modelli climatici globali/regionali.

Tutte le simulazioni vengono effettuate sull'area corrispondente alla stazione meteorologica di Torgnon. Tale stazione, infatti, fornisce sia misure di variabili meteorologiche di alta affidabilità per forzare i modelli, sia misure di equivalente in acqua, profondità e densità della neve, utili per la validazione delle simulazioni.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

- Due modelli di scambio superficie-atmosfera, UTOPIA, dell'Università di Torino, e HTESSEL, dell'ECMWF, sono ora disponibili presso ISAC-CNR di Torino e possono essere utilizzati per simulare le caratteristiche del manto nevoso.
- Due dataset meteorologici sono stati reperiti e adattati per essere utilizzati come forzante meteorologica dei modelli. Essi sono:
  - Misure delle variabili meteorologiche della stazione di alta quota di Torgnon (45°N, 34°W, 2160 m a.s.l, Valle d'Aosta, Alpi Occidentali). Esse includono tutte le variabili necessarie in input ai modelli, misurate ad alta risoluzione temporale e con elevata accuratezza. Periodo di disponibilità: 01 giugno 2012 – 31 luglio 2014.
  - Rianalisi ERA-Interim, un prodotto a scala globale con risoluzione spaziale di 0.75° e risoluzione temporale 3 ore. Di questo prodotto sono state considerate le simulazioni nel punto griglia più vicino alla stazione meteorologica di Torgnon.

3.3 Attività di formazione

Partecipazione alla summer school *Dynamics, stochastics and predictability of the climate system*, tenutasi in Valsavarenche, Valle d'Aosta, 9-18 giugno, 2014 (50 ore di lezione).

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione
Nessuna in questo periodo di riferimento.

3.5 Partecipazione a conferenze

I risultati di questo Studio Pilota sono stati presentati alle seguenti conferenze e workshop tenutisi nel periodo di riferimento:

TERZAGO S., PALAZZI E., VON HARDENBERG J., PROVENZALE A.: Perspectives on snow in the Third Pole and the Alps (presentazione orale). *Arctic Science Committee workshop. Arctic snow cover changes and their consequences*. Copenhagen, Danimarca, 16-17 ottobre 2014.

TERZAGO S., PALAZZI E., VON HARDENBERG J., PROVENZALE A.: Precipitation and snow resources in the Hindu-Kush Karakoram Himalaya mountains: current picture and expected changes (presentazione orale). *29th Himalaya, Karakoram and Tibet Workshop,* Lucca, 2-4 September 2014**.**

TERZAGO S., VON HARDENBERG J., PALAZZI E., PROVENZALE A.: Current status and future projections of the snow depth in the Third Pole from CMIP5 Global Climate Models (contributo poster). *IAEG XII Congress Torino 2014 Engineering Geology for Society and Territory*, Torino, 15-19 settembre 2014.

TERZAGO S., VON HARDENBERG J., PALAZZI E. & PROVENZALE, A.: Present conditions and future projections of the Alpine snow cover (contributo poster). *87° Congresso della Società Geologica Italiana e 90° Congresso della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, Milano, 10-12 settembre 2014.

TERZAGO S., VON HARDENBERG J., PALAZZI E., CASSARDO C., BALSAMO G. and PROVENZALE A.: Sensitivity of snow models to the spatial and temporal resolution of meteorological forcing (contributo

poster). *European Geosciences Union General Assembly 2014*. Vienna, Austria, 27 aprile – 02 maggio 2014.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Le seguenti simulazioni sono state effettuate per testare la sensibilità dei modelli alla risoluzione spaziale e temporale delle forzanti meteorologiche. Esse si riferiscono al periodo 1 giugno 2012 – 31 luglio 2014.

- OBS: le prime simulazioni di controllo vengono eseguite per *validare* i modelli UTOPIA e HTESSEL, quindi vengono effettuate nelle condizioni "ottimali" con forzanti meteorologiche di alta qualità ed elevata risoluzione temporale (30 minuti) misurate presso la stazione meteo Torgnon.
- OBS3, OBS6, OBS12: Questi esperimenti vengono eseguiti utilizzando le forzanti meteorologiche misurate ad intervalli di 3, 6 o 12 ore. I dati vengono interpolati sul passo temporale dei modelli di superficie (30 minuti), utilizzando l'interpolazione lineare per tutte le variabili eccetto per la precipitazione, per la quale l'intensità di precipitazione viene assunta costante nell'intervallo di 3, 6 o 12 ore.
- ERA: Il terzo esperimento viene eseguito forzando i modelli con la rianalisi ERA-Interim, estratta in corrispondenza del punto griglia più vicino alla stazione meteo di Torgnon ed interpolata nel tempo sul passo di integrazione del modello di superficie (30 minuti).
- ERA-LR, ERA-BIAS: Questi esperimenti sono simili al precedente ma la temperatura di ERA-Interim è stata corretta rispetto alla quota del sito di misura. La quota associata al punto-griglia di ERA-Interim più vicino alla stazione meteo di Torgnon è 1480 m s.l.m., cioè 680 m più in basso rispetto alla quota vera. Nell'esperimento ERA-LR i dati di temperatura sono stati corretti per la quota ipotizzando una lapse rate di 6,5° C / km. Nell'esperimento ERA-BIAS, le temperature sono state corrette utilizzando la differenza nelle medie climatologiche tra la temperatura riportata da ERA e quella effettivamente misurata nella stazione di Torgnon. Tale differenza è stata sottratta alla temperatura di ERA-interim ed è stata assunta costante nel tempo.

Tutti gli output modellistici, insieme ai codici in R per l'elaborazione dei dati sono disponibili su richiesta.

4.2 Pubblicazioni

TERZAGO, S., VON HARDENBERG, J., PALAZZI, E., & PROVENZALE, A. (2014): Snowpack Changes in the Hindu Kush–Karakoram–Himalaya from CMIP5 Global Climate Models. *Journal of Hydrometeorology*, 15(6), 2293-2313.

IN PREPARAZIONE:

TERZAGO S., VON HARDENBERG J., CASSARDO C., BALSAMO G., MORRA DI CELLA U. and PROVENZALE A.: Sensitivity of snow models to the spatial and temporal resolution of meteorological forcing.

TERZAGO S., VON HARDENBERG J., PALAZZI E. and PROVENZALE A.: Uncertainty in the representation of snowpack over the Alps in CMIP5 global climate models.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)

4.4 Deliverables completati

Contributo al Deliverable D2.6.3 con i risultati dello Studio Pilota nel terzo anno (D2.6.3c).

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Nessuno scostamento dalle attività previste.

6. Attività previste per il periodo successivo

Nel prossimo periodo è prevista l'analisi della variabilità spaziale e temporale del manto nevoso sulle Alpi, effettuata sia con dati osservativi che con rianalisi e modelli climatici globali CMIP5. L'analisi includerà anche i cambiamenti nella distribuzione dell'innevamento previsti per il Ventunesimo secolo in diversi scenari di cambiamento climatico.

2.6d: Effetto degli aerosol in zone d'alta quota

Responsabile: Jost von Hardenberg
CNR-ISAC

1. Attività prevista e risultati attesi

Le attività del terzo e ultimo anno di questo Studio Pilota sono state dedicate a concludere quelle precedenti ancora in corso e a creare un quadro di insieme sull'effetto degli aerosol nelle regioni di alta quota dell'Hindu-Kush Karakorum e Himalaya. L'analisi si avvale delle climatologie MACC (rianalisi) e MODIS (osservazioni satellitari) che sono state confrontate con l'output del modello regionale di clima RegCM4 (ICTP), fatto girare con e senza la componente interattiva dell'aerosol. L'analisi è stata condotta su scala stagionale e distinguendo tra le regioni Karakoram a ovest e Himalaya a est. In aggiunta, abbiamo analizzato i modelli globali di clima CMIP5 in termini di rappresentazione dell'aerosol atmosferico per vedere l'impatto della stessa sulla climatologia della precipitazione delle regioni di alta quota del Karakorum e dell'Himalaya.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

Contributo al Deliverable D2.6.3: Relazione sui risultati degli Studi Pilota nel terzo anno (D2.6.3d).

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

Questo Studio Pilota è stato inizialmente dedicato all'analisi dell'aerosol optical depth (AOD) nella regione Hindu-Kush Karakorum Himalaya, utilizzando l'output di un modello di clima regionale (RegCM4, ICTP), misure satellitari (MODIS-Terra) e rianalisi fornite dal progetto MACC (Monitoring Atmospheric Composition and Climate).
Le simulazioni RegCM4 si riferiscono a un dominio che include il subcontinente indiano definito per il progetto CORDEX. Sono stati analizzati gli output di due simulazioni, una per il clima corrente (2000-2009) con condizioni al contorno fornite sia dalle rianalisi ERA-Interim sia dal modello globale di clima EC-Earth fatto girare presso ISAC-CNR, e l'altra per il clima futuro nel decennio 2040-2049 effettuata utilizzando come condizioni al contorno le proiezioni del modello globale EC-Earth fatto girare nello scenario di emissioni RCP 4.5.
E' stata valutata la capacità del modello regionale nel riprodurre le distribuzioni spaziali di AOD osservate e la loro stagionalità, attraverso un confronto con le climatologie MACC e MODIS per il periodo 2003-2009, comune a tutti i dataset. Da queste prime indagini abbiamo concluso che RegCM è capace di riprodurre l'ampiezza e la distribuzione spaziale dell'AOD in inverno, con una buona riproduzione di un minimo sul plateau Tibetano e di un massimo a sud del range Himalayano, principalmente associato con sorgenti antropiche. In estate troviamo una buona riproduzione di un massimo di AOD centrato sul confine tra Pakistan e India, anche se la posizione del massimo è situata più a est rispetto ai dataset da satellite e di rianalisi. Esperimenti condotti con lo schema dinamico per il sollevamento di polveri usato nel modello hanno permesso di stabilire l'importanza di un'accurata rappresentazione di emissioni di polveri minerali dalle aree desertiche confinanti, particolarmente il deserto del Thar, al fine di rappresentare correttamente questo massimo durante la stagione monsonica.

Per comprendere come l'inclusione dell'effetto diretto e indiretto degli aerosol solfati nei modelli di clima possa influire sulla rappresentazione di alcuni aspetti del ciclo idrologico

negli stessi, in particolare sulla precipitazione, abbiamo analizzato l'output delle simulazioni storiche (1850-2005) e di scenario (2006-2100) di 32 modelli globali di clima dell'*ensemble* CMIP5. I vari modelli differiscono, tra altre caratteristiche, per risoluzione spaziale, numero di livelli verticali nell'atmosfera, rappresentazione degli effetti indiretti dell'aerosol. E' anche importante sottolineare che non tutti i modelli utilizzati sono del tutto indipendenti gli uni dagli altri; molti di essi condividono caratteristiche comuni poiché sviluppati nello stesso centro di ricerca o perché hanno in comune moduli o parti di modulo (in particolare il modulo atmosferico).

E' noto che una delle principali fonti d'incertezza nella rappresentazione della precipitazione nei modelli globali di clima e degli errori sistematici (bias) che presentano rispetto alle osservazioni è la loro bassa risoluzione spaziale, specialmente nelle regioni caratterizzate da orografia complessa come quella che si sta analizzando in questo Studio Pilota. Nella regione oggetto di studio la precipitazione è anche influenzata dalla presenza di particelle di aerosol che agiscono in maniera diretta e indiretta come forzanti climatiche; ciò è particolarmente vero nelle regioni monsoniche.

In Figura 1 viene mostrato il ciclo annuale medio di precipitazione (media sul periodo 1901-2005) nell'Himalaya (a) e nella regione HKK (b) simulato da tutti i modelli dell'ensemble considerato linee grigie), dalla loro media d'insieme (MMM, linea nera) e, per confronto, da due datasets osservativi, CRU (rosa) e GPCC (verde).

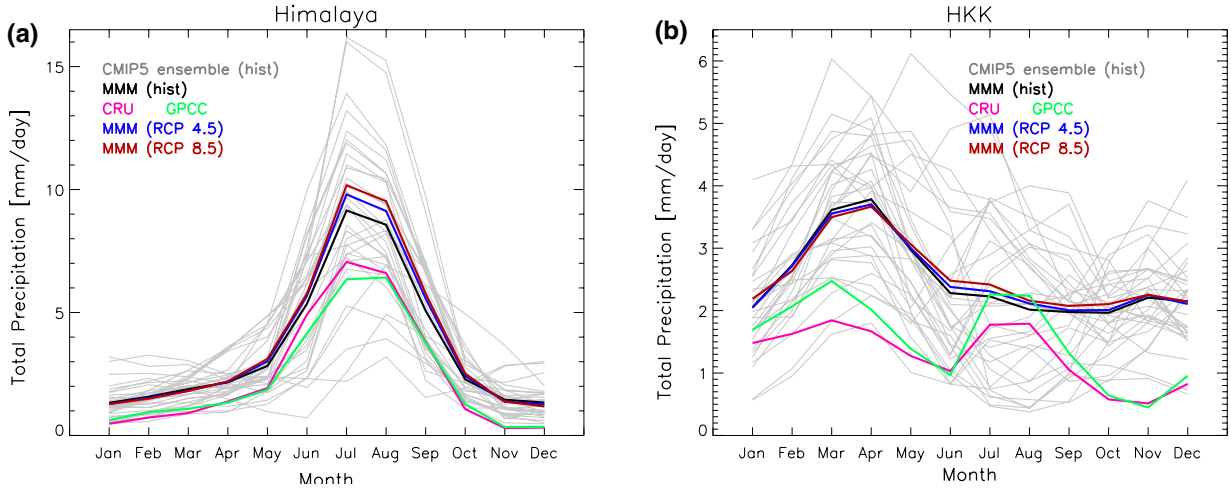

Fig. 1. Ciclo annuale medio di precipitazione in Himalaya (a) e HKK (b), calcolato come media sul periodo 1901-2005 per ogni singolo modello dell'insieme CMIP5 (linee grigie), per la media di insieme (linea nera) e per le osservazioni CRU (rosa) e GPCC (verde). La linea blu (rossa) rappresenta la media di insieme dei modelli nel periodo 2006-2100, nell'ipotesi di scenario emissivo RCP 4.5 (RCP 8.5).

Rispetto ai due datasets osservativi, la media d'insieme dei Modelli CMIP5 mostra un bias positivo lungo tutto l'arco dell'anno sia nella regione Himalayana (a) sia in HKK (b). Ciò è consistente con il bias umido che in generale i modelli globali esibiscono nelle regioni di alta quota, come il Plateau Tibetano, che è stato principalmente imputato alla bassa risoluzione dei modelli. Allo scopo di definire quanti tipi diversi di cicli annuali di precipitazione sono simulati nelle due regioni e quali sono le loro caratteristiche, abbiamo effettuato un'analisi per cluster (utilizzando come misura di distanza la distanza euclidea standard). Abbiamo cioè utilizzato una procedura di clusterizzazione dei modelli basandoci unicamente sul tipo di ciclo annuale di precipitazione che gli stessi riproducono nelle due regioni di interesse. Ne sono risultati 4 cluster di modelli per ciascuna regione, che qui non mostriamo, cui sono associati 4 tipici cicli annuali di precipitazione (Palazzi et al., 2014). E' importante sottolineare però che mentre è stato possibile identificare, per ciascuna regione, un cluster contenente i modelli "migliori", ovvero capaci di riprodurre un ciclo annuale di precipitazione più vicino a quello osservato, non è stato possibile identificare quali sono le caratteristiche dei modelli che

danno luogo alle migliori performances. Pertanto, per meglio esplorare questo aspetto, abbiamo effettuato una ulteriore analisi per cluster ma imponendo a priori un raggruppamento in base alle caratteristiche note dei modelli come alta o bassa risoluzione spaziale (sia orizzontale sia verticale), inclusione o non inclusione dell'effetto indiretto dell'aerosol, inclusione o meno di un modulo di chimica interattivo. I risultati di questa analisi per cluster sono mostrati in Figura 2 per la regione dell'Himalaya (sinistra) e del Karakorum (destra).

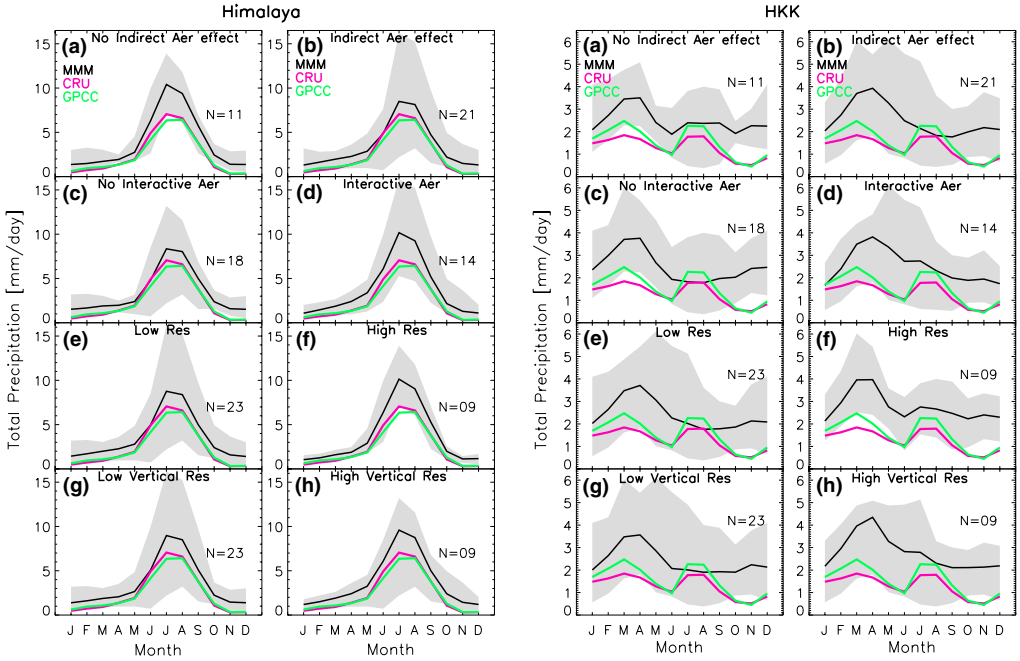

Fig. 2. Ciclo annual medio di precipitazione in Himalaya (pannelli di sinistra) e in HKK (destra) simulato dai modelli che non includono (a)/includono (b) l'effetto indiretto dell'aerosol; non hanno (c)/hanno (d) uno schema di aerosol interattivo; hanno bassa (e)/alta (f) risoluzione orizzontale; hanno bassa (g)/alta (h) risoluzione verticale. Le aree grigie indicano l'intervallo di variabilità dei modelli; la linea nera indica la media di insieme (MMM) e le osservazioni CRU e GPCC sono individuate dalle linee rosa e verde, rispettivamente. Il numero di modelli che contribuiscono a un dato cluster è indicato all'interno dei singoli pannelli.

Soffermandosi sull'aerosol, di interesse per questo Studio Pilota, si è visto ad esempio che, per quanto riguarda la regione Himalayana, modelli che includono gli effetti indiretti degli aerosol solfati e che non includono moduli di chimica interattiva (aerosol prescritti, quindi) riproducono un ciclo annuale di precipitazione più vicino a quello osservato. Nella regione del Karakorum, invece, hanno un comportamento decisamente più vicino alle osservazioni i modelli che includono solo l'effetto diretto degli aerosol solfati.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici
Nulla da riportare.

3.3 Attività di formazione
Nessuna nel periodo di riferimento.

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione
Nessuna nel periodo di riferimento.

3.5 Partecipazione a conferenze
Nessuna inerente le specifiche attività svolte di questo studio pilota. Vedere anche la partecipazione a conferenze relative allo studio pilota 2.6.3a.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Non sono state effettuate nuove specifiche simulazioni con il modello regionale RegCM; sono stati analizzati gli output delle simulazioni CMIP5 focalizzandosi sull'analisi dell'effetto delle diverse rappresentazioni dell'aerosol e caratteristiche.

4.2 Pubblicazioni
Nessuna nel periodo di riferimento.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)

4.4 Deliverables completati
Contributo al Deliverable D2.6.3 con i risultati dello Studio Pilota nel terzo anno (D2.6.3d).

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Nessuno scostamento dalle attività previste.

6. Attività previste per il periodo successivo

Questo Studio Pilota si conclude nel terzo anno di attività.

2.6e: simulazione del clima mediterraneo negli ultimi secoli e confronto con i dati paleoclimatici, per definire l'evoluzione climatologica in Italia negli ultimi mille anni.

Responsabile: Elisa Palazzi
CNR-ISAC

1. Attività prevista e risultati attesi

Il presente report descrive il secondo anno di attività dello Studio Pilota "Simulazione del clima mediterraneo negli ultimi secoli e confronto con i dati paleoclimatici, per definire l'evoluzione climatologica in Italia negli ultimi mille anni". Le attività di questo Studio Pilota hanno riguardato, da un lato, l'individuazione e reperimento di dataset osservativi che saranno poi utilizzati per validare e calibrare dati paleoclimatici, dall'altro studi di tipo modellistico; questa attività, iniziata nel 2013, è continuata anche durante il secondo anno di svolgimento dello Studio Pilota. Le attività modellistiche, invece, hanno riguardato l'uso di un modello di clima a complessità intermedia (PlaSim) che, per le sue caratteristiche e come noto da letteratura, si presta particolarmente bene ad essere usato per studi di simulazione del paleoclima. Il modello è stato utilizzato per verificare i cambiamenti nel clima dovuti a variazioni di parametri orbitali e nell'input di energia proveniente dal sole.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

Contributo al Deliverable D2.6.3 con i risultati di questo Studio Pilota (2.6.3e). Il contributo descrive principalmente le attività di simulazione modellistica effettuate con il modello a complessità intermedia PlaSim.

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

Nell'ambito di questo studio pilota, iniziato il secondo anno, abbiamo condotto principalmente due attività. Da un lato, abbiamo effettuato un certo numero simulazioni climatiche con un modello globale a complessità intermedia, chiamato "Planet Simulator" (PlaSim) al fine di testarne le diverse opzioni e configurazioni. In particolare durante il secondo anno di attività di questo studio pilota abbiamo iniziato ad utilizzare il modello per studi di tipo paleoclimatico, come verrà dettagliato meglio nel seguito. Dall'altro abbiamo continuato a identificare, scaricare e analizzare alcuni dataset climatici (principalmente di temperatura e precipitazione) che saranno utilizzati per la calibrazione/validazione dei dati paleoclimatici, a supporto alle attività svolte nei WP1.4 e WP1.6 dedicati alle ricostruzioni paleoclimatiche da archivi di dati montani (carote di ghiaccio alpine) e sedimenti lacustri. Le attività di ricerca condotte in questo studio pilota sono riassunte nel seguito; per una descrizione più completa si rimanda al Deliverable D2.6.3e.

3.1 Attività di ricerca

a) Simulazioni paleoclimatiche con PlaSim

Planet Simulator (PlaSim) è un modello climatico globale a complessità intermedia, sviluppato presso l'Istituto di Meteorologia dell'Università di Amburgo in grado di effettuare simulazioni paleoclimatiche su scale temporali molto lunghe senza richiedere eccessivi costi computazionali.

In confronto ad altri modelli a complessità intermedia (Claussen, 2002), PlaSim ha un modello atmosferico più complesso (il "Portable University Model of the Atmosphere", PUMA) basato sulle equazioni primitive fondamentali di conservazione della quantità di moto, massa di aria

e di acqua, ed energia, e include, come i modelli generali di circolazione allo stato tutti i principali processi atmosferici anche se utilizzando parametrizzazioni meno sofisticate (Fraedrich et al., 2005).
Il modello atmosferico, PUMA, può essere forzato da temperature superficiali marine climatologiche oppure essere accoppiato a due diversi modelli di oceano: un "mixed-layer (ML)" oppure un modello geostrofico a grande scala ("Large-Scale Geostrophic ocean, LSG, Maier-Reimer et al., 1993). E' possibile anche accoppiare altre componenti del sistema climatico, tra cui un modello di "land surface" che include la rappresentazione della biosfera terrestre e un modello di ghiacci marini. Per una descrizione completa di come avviene l'accoppiamento tra le singole componenti in PlaSim si rimanda al manuale di utilizzo del modello stesso, scaricabile sul sito dell'Università di Amburgo (http://www.mi.uni-hamburg.de/fileadmin/files/forschung/theomet/planet_simulator/downloads/PS_UsersGuide.pdf).
Sono stati effettuati primi esperimenti con PlaSim, in cui la componente atmosferica (PUMA) è stata accoppiata al modello di oceano (LSG) e di ghiaccio marino dinamici. Simulazioni plurisecolari sono state effettuate variando il valore della costante solare, diminuendola fino a un 10% del valore attuale. E' stata effettuata l'analisi delle variabili in uscita da queste simulazioni, in particolare temperatura superficiale, precipitazione, temperatura della superficie dell'oceano, stato della criosfera e albedo.

Bibliografia

CLAUSSEN M., MYSAK L. A., J. WEAVER A., CRUCIFIX M., FICHEFET T., LOUTRE M.-F., WEBER S. L., ALCAMO J., ALEXEEV V. A., BERGER A., CALOV R., GANOPOLSKI A., GOOSE H., LOHMANN G., LUNKEIT F., MOKHOV I. I., PETOUKHOV V., STONE P., WANG Z., 2002: Earth system models of intermediate complexity: closing the gap in the spectrum of climate system models. *Climate Dyn.*, 18, 579–586.

MAIER-REIMER E., MIKOLAJEWICZ U., and HASSELMANN K., 1993: Mean circulation of the Hamburg LSG OGCM and its sensitivity to the thermohaline surface forcing. *J. Phys. Oceanogr.,* 23, 731–757.

FRAEDRICH K., KIRK E., LUKSCH U., and LUNKEIT F., 2005: The Portable University Model of the Atmosphere (PUMA): Storm track dynamics and low frequency variability. *Meteorol. Zeitschrift,* 14, 735-745.

HAZELEGER W., WANG X., SEVERIJNS C., STEFAˇNESCU S., BINTANJA R., STERL A., WYSER K., SEMMLER T., YANG S., VAN DEN HURK B., VAN NOIJE T., VAN DER LINDEN E., VAN DER WIEL K., 2012: Ec-earth v2.2: Description and validation of a new seamless earth system prediction model. *Clim Dyn* 39, 2611–2629, DOI 10.1007/s00382-011-1228-5.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

Il modello a complessità intermedia PlaSim è stato installato sulle macchine disponibili presso ISAC-TO e fatto girare, producendo una notevole quantità di dati messi a disposizione su archivi dedicati per il successivo post-processamento.

3.3 Attività di formazione

Supervisione di una tesi di Laurea Magistrale (presso l'Università degli Studi di Torino) intitolata: "Sensitivity of an Earth System Model of Intermediate Complexity to Climate Forcing Parameters".

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione
Nessuna nel periodo di riferimento

3.5 Partecipazione a conferenze

Climate variability in Italy during the last two millennia – Italy2k, Roma, 1-2 dicembre 2014.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Simulazioni numeriche con il modello a complessità intermedia PlaSim, fatto girare a diverse risoluzioni spaziali e diverse configurazioni oceaniche e di ghiaccio marino. Sono stati effettuati run plurisecolari per investigare gli stati di equilibrio del sistema.

4.2 Pubblicazioni
Nessuna nel periodo di riferimento.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)

Disponibilità degli output delle simulazioni effettuate con PlaSim, sotto forma di file in formato NetCDF.

4.4 Deliverables completati
Contributo al Deliverable D2.6.3 con i risultati dello studio pilota nel secondo anno (D2.6.3e).

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Non sono stati riscontrati particolari scostamenti rispetto a quanto inizialmente previsto.

6. Attività previste per il periodo successivo

Partendo dall'esito degli esperimenti precedentemente condotti con il modello a complessità intermedia PlaSim, questo modello sarà utilizzato per effettuare simulazioni di paleoclima che fungono da supporto modellistico alla Grand Challenge Italy-2k di NextData.

2.6f: Stima delle risorse nivali e dei loro cambiamenti sulle Alpi (NextSnow)

Responsabile: Vincenzo Levizzani
CNR-ISAC

Report preparato col contributo di:
S. Laviola, E. Cattani, S. Terzago (CNR-ISAC)
U. Morra Di Cella, E. Cremonese (ARPA-VdA)
R. Rudari, S. Gabellani (CIMA Foundation)
P. Claps, F. Laio, P. Allamano, A. Libertino (Politecnico di Torino – DIATI)
S. Ferraris, D. Canone, M. Previati (Politecnico e Università di Torino – DIST)
C. Cassardo, S. Ferrarese (Università di Torino – Dipartimento di Fisica)
S. Fratianni, F. Acquaotta, D. Garzena, L. Perotti (Università di Torino – Dipartimento di Scienze della Terra)

1. Attività prevista e risultati attesi (come indicato sul Piano Esecutivo, inclusi i Milestone) da parte delle Unità di Ricerca (UR)

1.1 UR1 - CNR-ISAC: sviluppo dell'algoritmo di stima della copertura nevosa e della precipitazione solida utilizzando i sensori a microonde cross-track a bordo dei satelliti NOAA ed EUMETSAT. Milestone: 31 dicembre 2014.
Dataset di precipitazione e copertura nevosa. Milestone: continua produzione, 31 dicembre 2014.

1.2 UR2 – ARPA-VdA: produzione di database regionale di misure puntuali di snow depth (HS) (dal 2004), di mappe di stima regionale di Snow Water Equivalent (SWE) da novembre a maggio (dal 2007) e di mappe da satellite del prodotto MODIS MOD10A2 riproiettate (dal 2000) sulla Valle d'Aosta.
Milestone: 1 gennaio 2014.

1.3 UR3 – CIMA Foundation: dati satellitari di estensione della copertura nevosa e SWE. Prodotti MODIS di Snow Cover Area (SCA) mosaicati con georeferenziazione sull'intero arco alpino dal 2009 e sulla Valle d'Aosta dal 2000. Prodotti MODIS:
- MOD10A2 prodotto ed elaborato dalla UR2;
- MODIS SCA prodotto sull'Italia (2009 - presente) e realizzato con l'algoritmo Decision Tree Classifier–Optimum Threshold (DTC-OT).

Prodotto di neve SN-OBS1 di H-SAF ritagliato sulla regione di interesse dal 2009.
Milestone: 31 dicembre 2014.

1.4 UR4 - Politecnico di Torino – DIATI: organizzazione e validazione delle misure manuali di profondità e densità della neve fresca. Modellazione matematica della relazione tra SWE della neve fresca e le variabili ancillari (con incertezze). Prima parte della ricostruzione di SWE per stazioni automatiche e della costruzione del database di misure storiche di SWE di neve fresca per le Alpi Occidentali.
Milestone: 31 dicembre 2014.

1.5 UR5 – Politecnico e Università di Torino – DIST: produzione continuativa di dati al suolo nelle aree di misura sull'intera durata del Progetto:
- SWE e umidità del terreno sul transetto di 12 km centrato su Aosta. Milestone: 31 dicembre 2014.
- Monitoraggio dei flussi presso il sito di eddy covariance di Cogne Gimillan (2011-2012). Milestone: 31 dicembre 2014.

- Verifica di SCA a scala di bacino dal 2007 al termine del Progetto. Milestone: 31 dicembre 2014 per i dati raccolti prima dell'inizio del Progetto.

1.6 UR6 – Università di Torino – Dipartimento di Fisica: preparazione del database dei prodotti di input per i run del modello UTOPIA.
Dataset di input per il modello fisico di simulazione della copertura nevosa. Milestone: 31 dicembre 2014.

1.7 UR7 – Università di Torino – Dipartimento di Scienze della Terra: recupero e analisi di dati nivometrici omogenei provenienti da stazioni manuali e automatiche di lungo periodo (1961-2010). Preparazione di dataset meteorologici provenienti da stazioni manuali e automatiche di alta quota della rete di monitoraggio di ARPA Piemonte. Misura della copertura nevosa anche da dati satellitari. Milestone: varie durante il Progetto.

2. Deliverable previsti per il periodo di riferimento

UR1. Produzione in tempo quasi reale di un dataset satellitare di copertura e precipitazione nevosa per l'utilizzo da parte delle altre UR.

UR2. Dataset vari sulla Valle d'Aosta di SWE e HS.

UR3. Dataset di dati satellitari di copertura nevosa e SWE.

UR4. Ricostruzione di SWE per stazioni di rilevamento automatiche e costruzione del database di misure storiche di SWE per neve fresca per le Alpi Occidentali.

UR5. Dataset di SWE e umidità del terreno sul transetto di 12 km centrato su Aosta; dataset dei flussi presso il sito di eddy correlation di Cogne Gimillan (2011-2012); verifica della copertura nevosa a scala di bacino dal 2007 all'inizio del Progetto.

UR6. Database di input per il modello fisico di copertura nevosa UTOPIA.

UR7. Recupero dei dati nivometrici di lungo periodo in Piemonte.

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

Le attività di ricerca svolte riguardano diversi aspetti del progetto dimostrativo: produzione di dataset, miglioramento degli algoritmi di retrieval e tuning dei modelli numerici.
La UR1 si è dedicata alla modifica dell'algoritmo di retrieval Water vapour Strong Lines at 183 GHz (183-WSL) per la stima da satellite della precipitazione e della copertura nevosa. Il lavoro finora svolto ha riguardato la calibrazione delle soglie di sensibilità dell'attuale versione dell'algoritmo 183-WSL su terreni innevati a orografia complessa. Allo scopo il modulo 183-WSLSF, sviluppato specificamente per il retrieval dei rapporti di precipitazione nevosa, è stato applicato ad alcuni casi di snowstorm sugli USA, utilizzando come verità al suolo la rete radar nazionale NMQ, che è dotata di un flag per l'identificazione della precipitazione nevosa. Come ulteriore parametro di riferimento è stato utilizzato l'algoritmo per la stima della precipitazione nevosa sviluppato alla NOAA e ampiamente validato sul territorio statunitense. La seconda fase dello studio, ancora in corso, consiste nella validazione delle performance del 183-WSLSF sul territorio europeo, impiegando come dati di riferimento al suolo le misure radar della rete NIMROD. Non avendo, in questo caso, un flag di riconoscimento per la snowfall, sono stati selezionati alcuni eventi di intense nevicate dal Nord Europa fino al bacino centrale del Mediterraneo. I risultati finali di questo studio e le successive ricalibrazioni delle soglie di sensibilità dell'algoritmo 183-WSLSF consentiranno di applicare il 183-WSLSF sulla regione alpina di interesse del Progetto, impiegando i database realizzati dalle UR3 e UR4.

La UR1 ha coordinato l'esperimento di confronto dei modelli di neve; in particolare sono stati preparati e messi a disposizione delle UR2, UR3 e UR6 alcuni dei dataset con le forzanti atmosferiche per i modelli e sono stati raccolti, analizzati e confrontati i risultati delle prime simulazioni.
La UR2 ha reso disponibili (con metadati), ad inizio periodo, i dataset previsti al punto 1.2; in particolare sono stati pubblicati, su area riservata del sito NextData, il dataset (2005-2013) di misure di altezza, densità media ponderata e SWE realizzate in Valle d'Aosta (5057 record), i dati meteo e derivanti dalla stazione eddy covariance impiegati per guidare e validare l'esperimento di confronto di modelli di accumulo e fusione della neve, il dataset "SWE gold" costituito dalle mappe relative alla stima, nel periodo novembre-maggio 2002-2013, del valore distribuito di SWE sul territorio regionale. Sulla base dei dataset rilasciati sono state condotte alcune analisi finalizzate a valutare (i) la variabilità spazio-temporale della densità del manto nevoso e la sua relazione con SWE e altezza della neve al suolo e (ii) la climatologia dello SWE a scala regionale nel decennio 2002/2013. Nel corso del periodo di Progetto l'UR2 ha inoltre avviato l'attività di validazione del prodotto MODIS Maximum Snow Extent data (MOD10A2) impiegando misure puntuali di HS. È stata inoltre avviata l'analisi dell'effetto della degradazione progressiva dei dati di input sulla performance di una selezione di modelli empirici e fisicamente basati; nello specifico ARPA Valle d'Aosta si fa carico delle simulazioni con i modelli Amundsen e GEOtop. L'attività di confronto, pianificata per il 2015, consentirà di concludere il confronto e completare il quadro del comportamento dei principali modelli impiegati in modalità operativa nelle aree di interesse. Il coordinamento e l'avanzamento delle attività, garantito dal Coordinatore del Progetto, sono stati l'oggetto del meeting periodico (organizzato a cura dell'UR2) e tenutosi a Saint-Christophe (AO) in data 21 febbraio 2014.
La UR3 ha fornito le simulazioni dei modelli di evoluzione del manto nevoso S3M e ACHABSnow sulla stazione di Torgnon condotte con diverse configurazioni. Tali configurazioni, concordate con UR2 e UR6 e denominate esperimento 0, 0.5, 1, 1.5, 2 e 2.5, hanno lo scopo di valutare l'influenza della descrizione dei processi, delle parametrizzazioni e della risoluzione spaziale e temporale degli input sulle performance del modelli coinvolti nel Progetto. La UR3 ha utilizzato le misure manuali di altezza, densità e SWE appartenenti al dataset denominato "SWE Gold" messo a disposizione dall'UR2 per la validazione del modello S3M evidenziando la capacità del modello di riprodurre in modo efficace l'altezza del manto nevoso e la tendenza a sovrastimare la densità della neve osservata. Inoltre sono state confrontate le simulazioni di S3M sull'intera Regione Valle d'Aosta con le stime quindicinali di SWE fornite da UR2 con la portata osservata alla chiusura del bacino della Dora Baltea a Tavagnasco; tale analisi evidenzia una buona capacità del modello nel riprodurre la quantità d'acqua disponibile al termine della stagione di accumulo.
La UR4 ha avviato le attività di definizione delle relazioni per la ricostruzione dello SWE della neve fresca a partire dalle condizioni meteorologiche rilevate nel corso della nevicata. Il trasferimento delle stesse a punti per i quali siano disponibili il dato nivometrico e termometrico è in corso. La mancanza di finanziamento per l'anno 2014 ha portato tuttavia a un inevitabile rallentamento nella costituzione della base dati così come nella fase di definizione della procedura di analisi.
La UR5 ha migliorato il sito di misura in quota a Cogne (AO) per condurre le misure in corso nella stagione invernale 2014/2015. È stato aggiunto un radiometro a quattro componenti dall'agosto 2014 e sono state condotte tarature dei dati del già installato radiometro netto, sia in presenza che in assenza di neve. Sono stati inoltre installati un sensore Doppler di altezza della neve e una serie di sensori di temperatura all'interfaccia fra terreno e manto nevoso. Continuano le misure eseguite con tecniche TDR (time domain reflectometry, umidità del suolo e densità della neve), TIR (thermal infrared, temperatura del suolo e della neve) ed eddy covariance (flussi di calore sensibile e di vapore). Per quest'ultima apparecchiatura si è

individuata la direzione esatta dei venti catabatici, in modo da ottimizzare le misure dell'anemometro sonico.
La UR6 ha approntato le procedure per l'estrazione di uno speciale dataset dal database Global Land Data Assimilation System (GLDAS) al fine di ottenere gli input necessari per il funzionamento del modello UTOPIA (e degli altri modelli fisici simili, come ad esempio H-Tessel), che verrà utilizzato per i run sulle zone di interesse del progetto in Valle d'Aosta. In particolare, per il momento sono stati estratti e messi a disposizione della comunità i dati relativi alla stazione di Torgnon. Dal momento che il database GLDAS contiene già gli output del modello NOAH, sono stati estratti anche tali dati insieme ai precedenti. La procedura di estrazione di dati da tale database consentirà di verificare le discrepanze di tale dataset rispetto ai dati di stazione e di confrontare gli output modellistici con un altro modello fisico molto usato in letteratura. Parallelamente, è stato ulteriormente portato avanti il discorso della verifica delle parametrizzazioni relative al manto nevoso all'interno del modello UTOPIA, che ha permesso di aggiornare alcune parametrizzazioni, ma questo punto non è ancora stato terminato, per cui non vi è ancora una versione completa e rinnovata del modello UTOPIA.
La UR7 ha svolto il recupero e l'analisi climatica dei dati nivometrici provenienti da stazioni manuali e automatiche di lungo periodo (1961-2010) in Piemonte e Valle d'Aosta. In particolare, l'attività principale ha riguardato il controllo di qualità e l'omogeneizzazione dei dati al fine di ottenere serie affidabili su cui calcolare in modo corretto trend, indici climatici ed eventi estremi.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

La UR2 ha messo a disposizione sul portale NextData, in una pagina dedicata al Progetto NextSnow, gli archivi di dati di spessore, densità ed equivalente in acqua del manto nevoso (osservazioni e mappe spazializzate) relative alla Valle d'Aosta ed il dataset con le misure della stazione di Torgnon, utilizzato per forzare e validare l'esperimento di confronto di modelli di neve. Tali dataset sono per il momento accessibili ai soli partecipanti al progetto, ma in seguito l'accesso sarà libero a tutti.
La UR2 ha completato l'implementazione del modello per la "regional and local estimation of HS and SWE", ora operativo nella sua versione definitiva e stabile con le quattro catene di simulazione attivate, automaticamente, in funzione della maggiore o minore disponibilità di dati di densità in near real time.

3.3 Attività di formazione

Nulla da segnalare.

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione

Il Progetto NextSnow è stato inserito nel Regional Hydroclimatology Project (RHP) MOUNTerrain (GEWEX Mountainous Terrain Rainfall project) del Progetto Global Energy and Water Exchanges (GEWEX). Il Progetto comprenderà diversi esperimenti di studio del ciclo dell'acqua in regioni montane: Himalaya, Nuova Zelanda, Ande colombiane, ecc… NextSnow costituirà un Progetto ilota in questo ambito portando in primo piano le problematiche scientifiche dell'ambiente alpino europeo.

3.5 Partecipazione a conferenze

AIC (Association Internationale de Climatologie), Dijon, 1-4 luglio 2014.

IAEG (Enginering Geology for Society and Territory), Torino, 15-19 settembre 2014.

TERZAGO S., VON HARDENBERG J., PALAZZI E., CASSARDO C., BALSAMO G., and PROVENZALE A.: Sensitivity of snow models to the spatial and temporal resolution of meteorological forcing (contributo poster). *European Geosciences Union General Assembly 2014*, Vienna, Austria, 27 aprile – 02 maggio 2014.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, ecc)

La UR3 ha messo a disposizione i risultati dei modelli S3M e ACHABSnow sul sito di Torgnon.

La UR6 ha prodotto il dataset GLDAS di input alternativo per il funzionamento dei modelli UTOPIA e H-Tessel, e gli output del modello NOAH sugli stessi dati di input summenzionati relativamente alle variabili inerenti la neve ed il suolo.

La UR7 ha esteso la raccolta dei dati nivometeorologici anche alla regione Valle d'Aosta. Si è eseguito il controllo di qualità e l'omogeneizzazione sulle serie climatiche.

4.2 Pubblicazioni

ACQUAOTTA F., FRATIANNI S., GARZENA D., (2014): Temperature changes in the North-Western Italian Alps from 1961 to 2010, *Theoretical And Applied Climatology*, DOI: 10.1007/s00704-014-1316-7.

ACQUAOTTA F., COLOMBO N., FRATIANNI S., ROMEO V., BARBERO S., 2014. Preliminary Results of a Comparison Study Between Two Independent Snow Networks in North-Western Italian Alps (Piemonte Region). *Engineering Geology for Society and Territory*, Springer, 1, 113- 116. DOI: 10.1007/978-3-319-09300-0.

BROCCA L., TARPANELLI A., MORAMARCO T., MELONE F., RATTO S.M., CAUDURO M., FERRARIS S., BERNI N., PONZIANI F., WAGNER W., MELZER T., 2013. Soil Moisture Estimation in Alpine Catchments through Modeling and Satellite Observations. *Vadose Zone Journal*, 8-2, 1-10, DOI: 10.2136/vzj2012.0102.

FRATIANNI S., TERZAGO S., ACQUAOTTA F., FALETTO M., GARZENA D., PROLA M.C., BARBERO S., (2014): How Snow and Its Physical Properties Change in a Changing Climate Alpine Context? *Engineering Geology for Society and Territory* Springer, 1, 57- 60. DOI: 10.1007/978-3-319-09300-0.

FRATIANNI S., ACQUAOTTA F., GARZEAN D., (2014): Analyse de températures dans les Alpes occidentales italiennes: interactions entre les variablesclimatiques à l'échelle locale et globale pour l'évaluation du changement climatique. In: *Climat: Systéme & Interactions*, Camberlin P., Richard Y., ISBN: 978-2-907696-20-3, Dijon, pp. 144-150.

GARZENA D., FRATIANNI S., ACQUAOTTA F., (2014): Temperature Analysis on the North-Western Italian Alps Through the Use of Satellite Images and Ground-Based Meteorological Stations, *Engineering Geology for Society and Territory*, Springer, 1, 77- 80. DOI: 10.1007/978-3-319-09300-0.

GIACCONE E., COLOMBO N., FRATIANNI S., BUFFA G., PARO L., (2014) : Les impacts du changement climatique sur géosphére, cryosphére et biosphére dans un bassin alpin de haute altitude (bassin du Sabbione, Alpes Lepontines, Italie). In: *Climat: Systéme & Interactions*, Camberlin P., Richard Y., ISBN: 978-2-907696-20-3, Dijon, pp. 369- 375.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, ecc)

La UR3 ha messo a disposizione:

- Il dataset di immagini satellitari MODIS per l'identificazione della Snow Cover Area (SCA).
- Il dataset di input per i modelli del manto nevoso ottenuti dall'interpolazione di variabili meteorologiche sulla Regione Valle d'Aosta.

UR6. Database di input GLDAS per i modelli fisici di copertura nevosa UTOPIA e H-Tessel.

4.4 Deliverables completati

UR1. Report sul retrieval della copertura nevosa da satellite nelle microonde (31 dicembre 2013). Dataset del 183-WSL di snowstorm su USA ed Europa (3 dicembre 2014).

UR2. Database regionale di misure puntuali di SWE (dal 2005).

UR2. Database regionale di mappe di SWE distribuite sul territorio regionale nel periodo novembre-maggio (2002-2013).

UR2. Intensive SWE measures (manual and GPR) for the estimation of maximum snow accumulation in specific mountain basins (since 2009). Dataset organizzato e metadatato. Disponibile per le diverse UR su specifica richiesta.

UR2. Analysis of the spatio-temporal variability of snow density at regional scale and testing of predictive models.

UR5. Dataset di dati meteorologici di alta qualità per una stazione ad alta quota (Cogne, Valle d'Aosta, 1730 m a.s.l.).

UR7: Dataset di misure nivo-meteorologiche in Piemonte.

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Il Progetto NextSnow ha assicurato le attività previste nel corso del 2014 nonostante la totale indisponibilità dei fondi previsti per l'annualità. Il coordinatore vuole esprimere la propria gratitudine e il proprio sincero apprezzamento a tutti i colleghi partecipanti al Progetto per la loro disponibilità e alto senso di responsabilità. Tuttavia, ritiene di esprimere l'urgenza di disporre del finanziamento al più presto per garantire il completamento del Progetto.
Il Deliverable "Regional database of punctual HS measures (since 2004)" è definitivamente annullato in quanto si è concordato (cfr. meeting 2014) di non procedere con una specifica raccolta di dati disponibili presso il Centro Funzionale Regionale della Valle d'Aosta non essendo la stessa direttamente funzionale alla realizzazione delle attività del progetto NextSnow.
Il Deliverable "Daily, cropped and reprojected MODIS-derived (MOD10A2) SCA maps (dal 2000)" non prevede la realizzazione di uno specifico dataset essendo il dato di SCA direttamente assimilato nelle mappe di SWE e sufficientemente impiegato in autonomia dalle diverse UR.
La creazione del database di dati meteo-idrologici presso la stazione di Pian dei Corsi è ancora in corso a causa di alcuni problemi riguardanti l'installazione degli stessi in via di soluzione.

6. Attività previste per il periodo successivo

L'attività principale del 2015 prevede la continuazione della raccolta dati dal suolo (stazioni automatiche e campagne di misura specifiche) e da satellite per costruire il database del Progetto. L'utilizzo dei dataset prodotti nel corso del 2013 e del 2014 e la loro integrazione con misure nel frattempo resesi disponibili rappresentano un'ulteriore punto di attenzione. Infine, il tuning e run dei modelli continueranno per giungere a un'attività di comparazione sulle Alpi Occidentali.

Un incontro tra le UR del Progetto è previsto per la primavera 2015 presso la UR2 per coordinare le attività delle UR, sia sperimentali che modellistiche.

Tra le altre, sono previste le seguenti attività delle UR per il 2015:

UR1: sarà condotta un'attività di calibrazione e validazione del modello di retrieval satellitare 183-WSLSF mediante collaborazione tra UR1 e NOAA.

UR3: nel corso dei prossimi mesi l'attività sarà focalizzata al miglioramento dei modelli di evoluzione del manto nevoso ACHABSnow e S3M secondo i risultati emersi dal confronto tra i diversi modelli sul sito di Torgnon e della validazione effettuata utilizzando il database messo a disposizione da UR2.

UR4: le attività previste attengono alla ricostruzione della SWE per stazioni automatiche di misura (dotate di nivometro) e al popolamento di un database di misure di SWE di neve fresca sulle Alpi occidentali.

UR6: conclusione delle procedure di ottimizzazione delle parametrizzazioni del modello UTOPIA riguardo le parametrizzazioni della copertura nevosa (copertura multi-strato, inclinazione del pendio, effetti del vento,…), e verifica sui dati di stazione completi disponibili.

UR7: continuazione dell'attività di recupero e analisi delle serie temporali e dei dataset di copertura nevosa e di precipitazione nevosa sulle Alpi Nord-Occidentali.

2.6g: Database for reconstructing the spatial-temporal evolution of the Glacial Resource in the Italian ALPs over the last 100 years in the Framework of the NextData Project (DATAGRALP)

Partners: CNR-IRPI, CGI

Responsabile: Marta Chiarle, CNR-IRPI
Report preparato col contributo di
Carlo Baroni, Alberto Carton, Marta Chiarle, Marco Giardino, Giovanni Mortara, Guido Nigrelli, Luigi Perotti, Maria Cristina Salvatore, Francesca Alberta Banchieri, Stefania Lucchesi, Cristina Viani, Thomas Zanoner

1. Attività prevista e risultati attesi

L'attività prevista dal Progetto Speciale DATAGRALP per il periodo di riferimento, da svolgersi in parallelo per i tre settori alpini occidentale, centrale ed orientale, consisteva in: a) prosecuzione della fase di informatizzazione in ambiente GIS dei limiti dei ghiacciai italiani aggiornati al 2006-2007, in accordo con la data più recente delle ortofoto relative all'intera area alpina disponibili on line (Geoportale Nazionale, Ministero dell'Ambiente, www.pcn.minambiente.it/GN/), e compilazione della tabella attributi associata, contenente i principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai perimetrati; b) inizio della fase di ricostruzione delle caratteristiche dei ghiacciai italiani negli specifici intervalli temporali considerati (decadi: anni '50 – dal Catasto del GCI, anni '80 – dal World Glacier Inventory); c) avvio della fase di selezione e acquisizione della documentazione significativa, sia iconografica sia testuale, relativa ai ghiacciai d'interesse (relazioni e foto della campagne glaciologiche annuali, foto e carte storiche, pubblicazioni e relazioni inedite, dati inediti a disposizione del CGI). Di tale materiale è prevista la validazione affinché risulti appropriato secondo gli obiettivi del WP 2.6 e l'inserimento nella banca dati DATAGRALP/NextData. Contestualmente saranno inseriti nel database i dati quantitativi contenuti in tali documenti che rappresenteranno la base per ulteriori elaborazioni.
I risultati attesi al termine del periodo di riferimento erano: i) completamento delle prime due tranche di perimetrazione dei ghiacciai aggiornati al 2006-2007, in formato shapefile e della tabella attributi associata, contenente i principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai; ii) completamento delle prime due tranche di acquisizione dei valori dei principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai italiani per gli specifici intervalli di tempo considerati (anni '50 e anni '80); iii) avvio della fase di selezione, acquisizione e inserimento nel database della documentazione significativa, sia iconografica sia testuale, relativa ai ghiacciai d'interesse.
Non erano previste Milestones per il periodo considerato.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

Prime due tranche di consegna dei limiti dei ghiacciai italiani corretti e validati, aggiornati al 2006-2007, in formato vettoriale (shapefile) e della relativa tabella attributi, contenente i principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai considerati.
Prime due tranche di consegna dei data set validati dei principali parametri glaciologici riferiti a specifici intervalli di tempo (anni '50 e anni '80).

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

L'attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento nell'ambito del Progetto DATAGRALP trova riscontro nell'attività prevista per lo stesso periodo e in alcuni casi la supera; più precisamente essa è consistita in:

- completamento dell'attività di perimetrazione dei ghiacciai italiani nell'intervallo temporale 2006-2007, realizzata con un GIS (QGIS) open source e in grado di interfacciarsi con il Portale generale del Progetto NextData e con SHARE-GeoNetwork: la perimetrazione ha riguardato anche le superfici glacializzate coperte da detrito; compilazione della tabella attributi associata, contenente i principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai perimetrati (area, lunghezza, inclinazione, quota massima e minima, esposizione, latitudine e longitudine del centroide del ghiacciaio); controllo e validazione dei file vettoriali (*.shp) e dei data set associati;
- ubicazione dei ghiacciai italiani rappresentati nel catasto CGI-CNR degli anni '50 in ambiente GIS (QGIS), attraverso l'elaborazione di shape file forniti dal CGI e il completamento della tabella di attributi associata contenente i principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai ubicati (area, lunghezza, larghezza, inclinazione, quota massima e minima, esposizione, latitudine e longitudine) in grado di interfacciarsi con il Portale generale del Progetto NextData e con SHARE-GeoNetwork; controllo e validazione dei file vettoriali (*.shp) e dei data set associati;
- avvio della fase di reperimento e di inserimento nel database DATAGRALP dell'informazione glaciologica qualitativa relativa ai ghiacciai italiani (codici e nomi, ubicazione geografica, caratteristiche morfologiche secondo le indicazioni del World Glacier Inventory);
- avvio della fase di selezione, acquisizione e inserimento nel database della documentazione significativa, sia iconografica che testuale, relativa ai ghiacciai d'interesse;
- compilazione dei metadati relativi al Progetto e ai dati DATAGRALP, per la pubblicazione sul sito Geonetwork/NextData (http://geonetwork.nextdataproject.it/);
- analisi preliminare dei dati prodotti nell'ambito del Progetto.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

Sviluppo e test del sistema di gestione delle informazioni, consultabile, previa richiesta di autenticazione, connettendosi al sito http://dbirpi.to.cnr.it/datagralp/index.php

3.3 Attività di formazione

Durante il periodo di riferimento è stata svolta attività di formazione universitaria: in tale contesto sono proseguiti due progetti formativi e di orientamento (stage curricolari) che hanno interessato due studenti iscritti al corso di laurea di I livello in informatica (Sistemi e Reti), per la durata complessiva di 4 mesi/uomo. Il progetto formativo a cui i due studenti hanno aderito ha come titolo "Progettazione e realizzazione di un database server-side per la gestione integrata ed interoperativa di dati riguardanti le risorse glaciali alpine".
Per quanto riguarda l'aspetto più strettamente glaciologico del Progetto, l'attività di formazione ha riguardato in particolare lo svolgimento di 3 borse di studio della durata complessiva di 12 mesi ciascuna, sulla tematica "Acquisizione ed elaborazione di informazioni relative ai ghiacciai del settore alpino: 1) piemontese-valdostano, 2) lombardo, 3) triveneto" e di 1 assegno di ricerca di 12 mesi sulla tematica "Strumenti e metodi per il trattamento di dati glaciologici multitemporali in formato digitale".
Infine, durante il periodo di riferimento, è stata svolta attività di formazione universitaria con l'attivazione di tirocini formativi svolti preso l'Università di Pisa rivolti a studenti del corso di

laurea Triennale in Scienze Geologiche e del corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche, rivolti all'acquisizione delle tecniche di fotointerpretazione dei corpi glaciali, all'informatizzazione dei dati glaciologici in ambiente GIS e alla creazione di database georeferenziati. Presso la Sede del Comitato Glaciologico Italiano a Torino, sono proseguiti i tirocini formativi rivolti a studenti universitari (convenzioni con le università di Torino, Pisa, Milano Statale, Milano Bicocca, Padova) finalizzati all'informatizzazione del patrimonio documentario cartografico e fotografico del CGI e alla creazione di un database contenente i dati relativi alla documentazione di archivio del CGI.

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione

L'attività del progetto DATAGRALP è stata divulgata nelle seguenti circostanze:

Meeting generale del progetto NextData, svoltosi presso la sede del CNR di Roma il 3-4 giugno 2014 (www.nextdataproject.it/sites/default/files/docs/P3_0.pdf).

Riunione annuale del Comitato Glaciologico Italiano (Padova, 19 dicembre 2014);

Interviste di testate giornalistiche e di reti televisive locali e nazionali nel corso dell'*International Symposium* on *The Future of the Glaciers: from the past to the next 100 years* svoltosi a Torino il 18-21 settembre 2014: parte delle attività svolte nell'ambito del Progetto saranno presentate anche all'interno di un servizio che verrà presentato nel programma Leonardo (RAI 3).

Riunione annuale della Cabina di Regia dei Ghiacciai Valdostani (Courmayeur, AO, 03-dicembre 2014).

3.5 Partecipazione a conferenze

L'attività e i risultati ottenuti nell'ambito del Progetto sono stati presentati in occasione dell'*International Symposium on The Future of the Glaciers: from the past to the next 100 years* svoltosi a Torino il 18-21 settembre 2014 sotto il Patrocinio del Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare, della presidenza del CNR e del CAI, della Regione Piemonte e dell'AIGEO. Il simposio ha visto la partecipazione di circa cento persone tra ricercatori, borsisti e studenti, molti dei quali stranieri. I Progetti DATAGRALP e NextData e i risultati scientifici ottenuti, sono stati presentati attraverso comunicazioni orali (C. BARONI) e in quattro distinti poster nei quali sono stati mostrati i risultati ottenuti dai partecipanti al Progetto DATAGRALP. Gli abstract del convegno sono scaricabili dal sito del CGI (http://www.glaciologia.it/turin2014/).

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

I risultati raggiunti nel periodo di riferimento concordano e talora superano quelli attesi e consistono nello specifico in:

- test e validazione del sistema di gestione delle informazioni realizzato in ambito DATAGRALP;
- implementazione del database DATAGRALP con i dati vettoriali (*.shp) e i dati tabellari associati (principali parametri morfometrici quantitativi dei ghiacciai), validati, relativi agli step temporali anni '50 (dato puntuale) e 2006-2007 (dato areale);
- aggiornamento del quadro conoscitivo della risorsa glaciale dell'intero arco alpino distinto nei settori Occidentale, Centrale e Orientale tramite la validazione dei dati glaciologici esistenti e dell'informatizzazione (secondo standard internazionali) dei dati glaciologici attuali (intervallo temporale 2006-2007);

- una prima analisi dei dati ottenuti indica un generale trend di ritiro delle aree glacializzate tra gli anni '50 del XX secolo e il 2006-2007, ma con indicazioni che si diversificano nei diversi settori alpini considerati:
- per quanto riguarda le alpi Occidentali il Catasto CGI-CNR (1959-1962) includeva 322 ghiacciai (363 compresi gli estinti) che coprivano un'area di 238 km2. Il 34% dei ghiacciai esistenti negli anni '50 risultano estinti nel 2006-2007 e quasi un quarto dei ghiacciai si sono smembrati in corpi glaciali di minori dimensioni. Il numero totale di ghiacciai riconosciuti nel 2006-2007 è pertanto di 313 unità che coprono un'area di circa 160 km2. Si è quindi verificata una riduzione superiore al 30% dell'area glacializzata.
- Per quanto riguarda il settore Lombardo delle Alpi Centrali, durante gli anni '50 erano presenti 185 ghiacciai (Catasto dei Ghiacciai Italiani, CGI-CNR 1959-1962), con una superficie complessiva di oltre 100 km2. I dati preliminari ottenuti per il 2006-2007, indicano l'esistenza di circa 245 corpi glaciali per un'estensione di circa 88 km2. Complessivamente i ghiacciai delle Alpi Centrali mostrano una riduzione areale pressappoco del 24%. L'entità della riduzione areale non è omogenea per i diversi gruppi montuosi ma varia dal 7% nelle Alpi Orobie al 54% nel Gruppo Tambò-Stella. Il valore massimo di riduzione glaciale si è avuto nel Gruppo dell'Ortles-Cevedale, dove il confronto con i dati del 1950 evidenziano una perdita di circa 13,5 km2 nel periodo considerato.
- Per quanto riguarda le Alpi Orientali e il Gran Sasso d'Italia, negli anni '50 erano ospitati 330 ghiacciai (342 considerando anche quelli estinti) che coprivano un'area di circa 175 km2. Dati preliminari relativi al 2006-2007 indicano l'esistenza di 411 corpi glaciali che coprivano un'area di circa 134 km2. L'aumento nel numero di ghiacciai dipende dalla contrazione e conseguente frammentazione in corpi glaciali di più piccole dimensioni. Rispetto agli anni '50 si registra una riduzione areale media del 23%, con una notevole variabilità tra le Alpi Giulie, che subiscono riduzioni minime, e le Alpi Dolomitiche che registrano riduzioni areali medie del 37%. La massima riduzione areale in termini assoluti si registra nelle Alpi Venoste, Passirie e Breonie dove sono stati persi circa 17 km2.

In sintesi, per l'intero arco alpino, nel 2006-2007, risultano censiti 969 ghiacciai (oltre 1000 se si conteggiano anche i glacionevati) che coprono un'area di oltre 380 km2, con una riduzione del 25% circa rispetto agli anni '50.

4.2 Pubblicazioni

BARONI C., CHIARLE M., CARTON A., GIARDINO M., SALVATORE M.C., MORTARA G., NIGRELLI G., PEROTTI L., BANCHIERI F., BONDESAN A., LUCCHESI S., PERONA S., VIANI C. and ZANONER T. (2014): DATAGRALP – A new database for reconstructing the spatial-temporal evolution of the glacial resource in the Italian Alps over the last 100 years in the framework of the NextData Project. *International Symposium 'The Future of the Glaciers: From the past to the next 100 years',* Torino, 18 – 21 settembre 2014, p. 4. DOI: 10.4461/GFDQ.2014.37.15.

CARTURAN L., BARONI C., BRUNETTI M., CARTON A., DALLA FONTANA G., SALVATORE M.C., ZANONER T. (2014): Analysis of long-term mass balance series of the glaciers in the Italian Alps. *International Symposium 'The Future of the Glaciers: From the past to the next 100 years',* Torino, 18 - 21 setembre 2014, p. 6. DOI: 10.4461/GFDQ.2014.37.15.

GIARDINO M., MORTARA G., LUIGI PEROTTI L., PERONA S., VIANI C. (2014): DATAGRALP- A new database for reconstructing the spatial-temporal evolution of the glacial resource in the Italian Alps over the last 100 years in the framework of the NextData Project - The Western Italian Alps. *International Symposium, The Future of the Glaciers: From the past to the next 100 years'*, Torino, 18 - 21 settembre 2014, p. 29. DOI: 10.4461/GFDQ.2014.37.15.

SALVATORE M.C., BARONI C., BANCHIERI F.A. (2014): DATAGRALP - A new database for reconstructing the spatial-temporal evolution of the glacial resource in the Italian Alps over

the last 100 years in the framework of the NextData Project - The Central Italian Alps. *International Symposium 'The Future of the Glaciers: From the past to the next 100 years'*, Torino, 18 - 21 settembre 2014, p. 57. DOI: 10.4461/GFDQ.2014.37.15.

ZANONER T. and CARTON A. (2014): DATAGRALP - A new database for reconstructing the spatial-temporal evolution of the Glacial Resource in the Italian Alps over the last 100 years in the framework of the NextData Project - The Eastern Italian Alps. *International Symposium The Future of the Glaciers: From the past to the next 100 years'*, Torino, 18 - 21 settembre 2014, p. 68. DOI: 10.4461/GFDQ.2014.37.15.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)

- File vettoriali (*.shp) georeferenziati, validati, contenenti la perimetrazione dei corpi glaciali nell'intervallo temporale 2006-2007;
- file vettoriali (*.shp) georeferenziati, validati, riferiti all'ubicazione dei ghiacciai italiani rappresentati nel catasto CGI-CNR degli anni '50;
- data set validati relativi ai parametri morfometrici (quantitativi) glaciologici associati in forma tabellare agli shape file sopra citati;
- data base DATAGRALP contenente dataset riferiti ai principali parametri glaciologici, validati, pronti per il trasferimento al Portale generale del Progetto NextData e con SHARE-GeoNetwork;
- Metadati per la pubblicazione sul sito NextData (http://geonetwork.nextdataproject.it/.

4.4 Deliverables completati

Limiti dei ghiacciai italiani corretti e validati, aggiornati al 2006-2007 in formato vettoriale.

Ubicazione dei ghiacciai italiani rappresentati nel catasto CGI-CNR degli anni '50.

Data set validati dei principali parametri glaciologici quantitativi riferiti a specifici intervalli di tempo (anni '50 e 2006-2007).

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

Si segnala uno scostamento in senso positivo tra quanto previsto e quanto effettivamente realizzato: infatti, oltre ad aver rispettato le attività previste dal piano di Progetto, la perimetrazione dei ghiacciai italiani riferiti al periodo 2006-2007 è stata completata prima di quanto previsto dalla scheda progettuale, che prevedeva la chiusura di questa attività nel 2016. Sempre con riferimento al periodo 2006-2007, la perimetrazione ha riguardato anche le superfici glacializzate ricoperte da detrito, distinte da quelle prive di detrito: si è trattato di un'attività aggiuntiva rispetto a quanto previsto dalla scheda progettuale, ma che è stata ritenuta di fondamentale importanza per la comprensione della dinamica glaciale in risposta alle variazioni climatiche.

6. Attività previste per il periodo successivo

Le attività previste per il periodo 01-01-2015 / 31-12-2015 sono le seguenti:

- compilazione del dataset dei valori dei principali parametri morfometrici dei ghiacciai italiani, relativamente allo step temporale anni '80;
- prosecuzione della popolazione del sistema di gestione delle informazioni realizzato, in particolare, con l'informazione qualitativa relativa ai ghiacciai italiani e con la documentazione significativa, sia iconografica che testuale, relativa ai ghiacciai d'interesse;
- trasferimento dell'informazione validata a portale Geonetwork/NextData;

- avvio della fase di analisi delle variazioni spazio-temporali delle fronti glaciali sulla base dei dati della campagne glaciologiche, confrontate ed integrate con i dati acquisiti durante la “fase GIS”;
- avvio della fase di acquisizione dei dati relativi ai bilanci di massa.

2.6 h: High Resolution Climate Information for Mountain Areas (HR-CIMA)

Responsabile: Michele Brunetti
CNR-ISAC

Report preparato col contributo di:
Andrea Bertolini1, Michele Brunetti (1), Maurizio Maugeri (1,2), Claudia Simolo (1), Antonello Angelo Squintu (3,2)
(1) Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima – Consiglio Nazionale delle Ricerche, via Gobetti 1001, 40129 Bologna (Italy)
(2) Dipartimento di Fisica – Università di Milano, via Celoria 16, 20133 Milano (Italy)
(3) Dipartimento di Fisica e Astronomia – Università degli Studi di Bologna, viale Berti Pichat, 6/2, 40127 Bologna (Italy)

1. Attività prevista e risultati attesi

Nonostante il mancato finanziamento previsto per il secondo reporting period, le attività di ricerca sono state svolte come programmato grazie al co-finanziamento del Progetto ECLISE. Tuttavia il Progetto ECLISE si è concluso nella prima metà del 2014 e le attività del Progetto Speciale HR-CIMA non saranno garantite in futuro se le risorse finanziare previste non verranno erogate.
Le attività programmate per il secondo reporting period del Progetto sono focalizzate alla conclusione dell'inventario delle serie mensili di temperature e precipitazioni disponibili in formato digitale per la regione alpina italiana e zone limitrofe. Tra questi dati verranno scelti e recuperati (in base alla lunghezza delle serie e alla loro completezza) quelli relativi alle stazioni che costituiranno la base per la realizzazione delle climatologie a 30 secondi d'arco di risoluzione, riferite al periodo 1961-1990, per la regione delle Alpi italiane al di sopra dei 1500 m di quota e per la costruzione dei data sets mensili (alla medesima risoluzione spaziale) per le tre aree studio (Parco Nazionale del Gran Paradiso, Parco Nazionale dello Stelvio e Parco Nazionale di Paneveggio Pale di San Martino) per gli ultimi decenni.
In questo secondo anno è anche prevista la conclusione della digitalizzazione dei dati dei totalizzatori nivo-pluviometrici dell'ex Servizio Idrografico Nazionale in funzione tra gli anni '20 e '70 del secolo scorso.
Particolare attenzione sarà dedicata al recupero di lunghe serie temporali che verranno utilizzate per la costruzione della component temporale, facendo un merging tra le stazioni del network dell'ex Servizio Idrografico (sfortunatamente abbandonato in molte regioni) con quelle dei nuovi networks regionali al fine di ottenere serie di lunghezza maggiore e aggiornabili periodicamente in futuro.
In questo secondo anno verrà anche avviata l'attività di omogeneizzazione delle lunghe serie temporali che verranno utilizzate per i tre casi studio.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

Contributo al Deliverable D2.6.3 relativo al WP 2.6. "Inventory of monthly temperature and precipitation data available in digital form for the Italian Alpine area and surroundings" has been completed within this second year.

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

L'attività di ricerca svolta durante il secondo anno si è focalizzata sulla conclusione dell'inventario delle serie mensili di temperature e precipitazioni disponibili in formato digitale per la regione alpina italiana e zone limitrofe. Tali dati saranno utili per la realizzazione di una climatologia 1961-1990 a 30 secondi d'arco di risoluzione per il territorio delle Alpi italiane al di sopra dei 1500 m di quota e di data set di serie mensili per gli ultimi decenni per le tre aree studio.
Per l'area esaminata sono state individuate 1930 serie di temperature e 2910 serie di precipitazioni (escludendo per alcune regioni le serie con meno di 10 anni di dati).
Una volta completato l'inventario, è cominciata l'attività di recupero dei dati, principalmente focalizzata sulle serie con almeno dieci anni di dati disponibili e con particolare attenzione per le lunghe serie temporali per le tre aree studio. L'attività di recupero dei dati ha incontrato alcune difficoltà a causa di una scarsa collaborazione di alcuni fornitori di dati. Parallelamente al recupero dei dati, quelli già acquisiti sono stati sottoposti a controlli di qualità (per quanto riguarda i dati meteorologici) e di consistenza per quanto riguarda le loro coordinate. Tale controllo viene effettuato confrontando la quota di ciascun sito con quella di un modello di elevazione digitale a 30 secondi d'arco di risoluzione. Queste verifiche dettagliate, sebbene molto dispendiose in termini di tempo, sono estremamente importanti poiché valori non corretti della quota possono causare errori importanti nella stima della relazione tra la variabile meteorologica e la quota, che rappresenta il punto chiave del modello di stima delle climatologie. Per quanto riguarda le lunghe serie temporali è stata avviata una procedura di omogeneizzazione sulle serie di dati già acquisite. Tale procedura ha lo scopo di correggere le serie temporali da quei segnali non-climatici dovuti, per esempio, alla ricollocazione delle stazioni o/e degli strumenti, ai cambiamenti della strumentazione o delle regole di osservazione, etc. Tutti questi problemi possono produrre segnali a lungo termine la cui entità è confrontabile o superiore al segnale climatico che si vuole studiare.

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

L'attività di ricerca porterà alla creazione di un database al quale verrà applicato l'algoritmo per la stima delle climatologie ad alta risoluzione per la regione delle Alpi italiane che, unitamente all'interpolazione delle anomalie delle lunghe serie (che verranno preventivamente omogeneizzate) permetterà la realizzazione dei data set ad alta risoluzione per le tre aree studio.

3.3 Attività di formazione

È stato concluso in data 19 novembre 2014 il primo anno di contratto di un assegno di ricerca (con decorrenza 20 novembre 2013), rinnovato sfruttando il co-finanziamento del Progetto ECLISE a causa del mancato finanziamento di NextData.
L'assegnatario del contratto ha altresì concluso nel 2014 il primo anno del corso di dottorato in Models and Methods for Material and Environmental Sciences (XXIX ciclo) dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
Uno studente della laurea Magistrale in Fisica del Sistema Terra ha cominciato il lavoro di tesi sviluppando una parte del data set del Progetto.

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione

Per il momento, essendo le attività svolte unicamente rivolte al recupero dati e al controllo di qualità, le uniche attività di disseminazione e divulgazione sono state quelle di presentazione ai *meeting* di *NextData* (Roma, 3-4 giugno 2014; Milano 11 aprile). Inoltre, le metodologie per

la realizzazione dei data set ad alta risoluzione sono state presentate su invito *all'Italy-2k Conference* presso l'Accademia dei Lincei (Roma, 1-2 dicembre 2014).

3.5 Partecipazione a conferenze

NextData Paleodata meeting, Milano 11 aprile 2014.

NextData meeting, Roma 3-4 giugno 2014.

Italy-2k Conference, Roma 1-2 dicembre2014.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Il recupero dei dati è ancora in corso e concluderà nel marzo 2015 (mese 22) come previsto dal Deliverable 2.1. Tuttavia ogni nuova serie temporale che diverrà disponibile dopo la conclusione del Deliverable verrà comunque incorporata nel data set. In questo senso l'attività di recupero dati proseguirà fino alla fine del Progetto.

4.2 Pubblicazioni

Le attività previste per i primi mesi sono puramente ricognitive e non produrranno alcuna pubblicazione scientifica.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)
Nessuno nel periodo di riferimento, come previsto

4.3 Deliverables completati

D2.6.3h: Inventory of monthly temperature and precipitation data available in digital form for the Italian Alpine area and surroundings, incluso nel Deliverable D2.6.3 relativo al WP 2.6.

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

A causa del mancato pagamento dei finanziamenti previsti per il secondo anno, non è stato possibile rinnovare l'assegno di ricerca sul Progetto NextData ma, grazie al co-finanziamento del Progetto ECLISE, è stato rinnovato su quest'ultimo. Tuttavia il Progetto ECLISE si è concluso nel 2014 e non sarà pertanto possibile fare affidamento su questo co-finanziamento per il prossimo anno.

6. Attività previste per il periodo successivo

Nel prossimo periodo di rendicontazione verrà completato l'intero task 2.
I dati delle stazioni recuperate verranno organizzati in due data sets: uno comprendente tutte le stazioni con almeno 10 anni di dati utili e uno costituito dalle serie più lunghe (almeno 30 anni e possibilmente più di 50 anni di dati) per le aree dei tre casi studio.
Dal primo data set verranno stimati i valori climatici normali, riferiti al periodo 1961-1990, per ogni stazione. Il secondo data set verrà omogeneizzato e le serie vicine corrispondenti alla medesima località verranno unite per produrre lunghe serie aggiornabili in futuro. Questo merging permetterà di aggiornare le serie dell'ex Servizio Idrografico con quelle dei moderni network regionali.

Le coordinate di tutte le stazioni verranno validate confrontando le loro quote con quella del modello di elevazione digitale GTOPO30 dell'USGS.
Verranno completati i Deliverables 2.1 e 2.2.

2.6 j: Progetto speciale / Studio Pilota
HAMMER - RelationsHips between meteo-climAtic paraMeters and ground surface deforMation time sEries in mountain enviRonments

Responsabile: Francesca Ardizzone
CNR-IRPI

1. Attività prevista e risultati attesi (come indicato sul Piano Esecutivo, inclusi i Milestones)

HAMMER si propone di ricostruire serie temporali di deformazione del terreno in aree di studio situate in ambiente montano e di analizzare la correlazione tra le serie temporali della deformazione del terreno e le serie temporali meteo-climatiche. HAMMER inoltre intende implementare dati e risultati in archivi digitali compatibili con gli archivi del progetto NextData. Il Progetto si focalizza sulle seguenti aree di studio: (i) Alpi occidentali (versante italiano), (ii) Appennino, (iii) Pirenei e (iv) deserto di Atacama nelle Ande.
Le attività previste dal Progetto speciale HAMMER, per il periodo di riferimento, prevedevano:

- raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazione superficiali o sub-superficiali disponibili per aree test nelle Alpi e Appennino da sistemi di monitoraggio in-situ.
- Raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazione del terreno già prodotte con tecniche DinSAR in aree test situate in Appennino, nelle Ande e nei Pirenei.
- Ricerca sistematica di informazioni di deformazione al suolo disponibili attraverso il *Piano di Straordinario di Telerilevamento Ambientale* (http://www.pcn.minambiente.it/viewer/) per aree situate nelle Alpi e nell'Appennino.
- Ricerca sistematica di informazioni di deformazione al suolo disponibili attraverso ricerca bibliografica.
- Raccolta e organizzazione di serie temporali meteorologiche per stazioni di misura nelle aree di studio.

I risultati attesi nel periodo di riferimento erano i seguenti:

- analisi della letteratura tecnico-scientifica per verificare dove sono presenti informazioni quantitative di deformazione del terreno e quali periodi di tempo ricoprono.
- Organizzazione delle serie temporali del terreno superficiali e/o sub-superficiali e dei dati meteorologici nelle aree di test selezionate in Europa, incluse le serie temporali ottenute dal processamento di immagini SAR e da misure inclinometriche e topografiche superficiali/sub-superficiali.

Milestone previste nel periodo di riferimento:
Non sono state previste Milestone nel periodo di riferimento.

2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento

I Deliverables attesi in relazione al periodo di riferimento erano i seguenti:

- raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazione superficiali o sub-superficiali disponibili per aree test nelle Alpi e Appennino da sistemi di monitoraggio in-situ incluso il risultato della ricerca delle informazioni attraverso la letteratura tecnico-scientifica.

- Raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazione del terreno ottenute da processamento di immagini SAR con tecniche DinSAR già prodotte, situate in aree test nelle Appennino, Ande e Pirenei e raccolta di dati meteorologici e climatici.

3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento

3.1 Attività di ricerca

Le attività svolte durante il periodo di riferimento corrispondono a quanto programmato e si sono focalizzate su:

- raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazione del terreno ottenute da monitoraggio in-situ e già disponibili per aree di studio situate nei territori delle Alpi e dell'Appennino. Le aree di studio comprendono le frane di Gardiola, Grange Orgiera e Montaldo di Cosola in Piemonte e la frana di Ivancich in Umbria. Per ogni area sono state prese in considerazione dati di monitoraggio in-situ che includono le misure da stazione totale e da inclinometro. Queste tecnologie sono essenziali per fornire serie temporali di deformazione del terreno con una alta risoluzione temporale e per ricostruire la evoluzione del movimento di una singola frana nel tempo.
- Raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazione del terreno ottenute da tecniche DinSAR e già disponibili per aree di studio situate nel territorio dell'Appennino e nei Pirenei. In particolare, HAMMER ha raccolto le mappe di deformazione e velocità di deformazione del terreno e le serie temporali ad esse associate per la frana di Ivancich (Appennino centrale) e per la frana di Portalet nella Valle del Tena (Pirenei spagnoli centrali). Il dataset relativo alla Valle del Tena è stato acquisito nell'ambito di un accordo denominato "Framework agreement between NextData and TERRAFIRMA for exchange of data and information" (GEMS ESRIN/Contract No. 4000109669/13/I-AM).
- Ricerca e raccolta di dati meteorologici da stazioni di misura vicine alle aree di test. In particolare le aree test in Piemonte i dati meteorologici sono disponibili alla pagina web dell'Arpa Piemonte (http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/annali/meteorologici) e per il test site in Umbria i dati sono disponibili alla pagina web della Regione dell'Umbria (http://www.idrografico.regione.umbria.it/annali/default.aspx). Per l'area test nella Valle del Tena i dati sono disponibili alla pagina web del servizio SAIH Ebro Confederación Hidrográfica del Ebro (Hispagua, Sistema Español de Informacíon sobre el Agua: http://hispagua.cedex.es/).
- Processamento di immagini SAR utilizzando il servizio su richiesta dell' ESA denominato Grid Processing On-Demand G-POD (http://gpod.eo.esa.int/) per produrre carte di deformazione e di velocità di deformazione del terreno e serie temporali associate per due aree test opportunamente selezionate: Grande Orgiera (comune di Sampeyre, Piemonte, nord Italia) e il territorio della regione Valle d'Aosta. Il risultato è stato confrontato con i dati ENVISAT disponibili sul *Piano di Telerilevamento Straordinario*, (http://www.pcn.minambiente.it/viewer/) elaborati con tecnica PSInSAR. I valori delle deformazioni del terreno e delle velocità medie sono risultati comparabili.
- Analisi della letteratura tecnico-scientifica per verificare dove sono presenti informazioni quantitative di deformazione del terreno e quali periodi di tempo ricoprono. A tale scopo abbiamo compilato un database di articoli tecnici e scientifici che consiste in un file Excel che registra 110 voci. Le voci (cioè i documenti bibliografici) sono state classificate sulla base di differenti criteri.
-

3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici

L'implementazione di un database per riunire le serie temporali raccolte è uno degli obiettivi di HAMMER, così come la preparazione ed il trasferimento delle informazioni per il portale di NextData. A tale scopo durante il primo anno sono state intraprese le seguenti azioni:

- preparazione di uno schema per compilare i metadati sotto forma di un file excel rispondente alla direttiva europea INSPIRE (INSPIRE (http://essi-lab.eu/do/view/GIcat/InspireMetadata) in accordo con i differenti tipi di dato (dati in-situ, SAR, meteorologici/climatici) allo scopo di rendere i dati disponibili al Progetto NextData (http://geonetwork.evk2cnr.org). Per ognuna delle aree test abbiamo compilato una corrispondente scheda di metadato che descrive il dataset.
- Preparazione di un sito FTP (host: s1irpito.to.cnr.it, è necessario richiedere l'autenticazione) per raccogliere i dati e i metadati e condividerli. La struttura del sito per ogni area di studio è organizzata come di seguito riportato:
    - DATA: la cartella contiene dati da misure in-situ e i corrispondenti "metadata".
    - METEOROLOGICAL DATA: la cartella contiene i dati meteorologici/climatici disponibili liberamente sui siti regionali. Un criterio specifico è stato adottato per registrare questo tipo di informazione; i dati meteorologici vengono inseriti qualora vengano elaborati, in caso contrario fino alla fase di elaborazione vengono registrate in FTP le informazioni relative al tipo di dato disponibile e all'indirizzo del sito ove è disponibile.
    - ORTOPHOTO: la cartella contiene le ortofocarte come file tiff quando disponibili o il link del portale regionale che pubblica i servizi di Web Map Sercives (WMS).
    - PROJECT: la cartella contiene i file progetto preparati per la produzione di carte digitali utilizzando il sofware QGIS (http://www2.qgis.org/it/site/).
    - SAR: la cartella raccoglie i risultati del processamento Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar (DinSAR) già disponibili per le aree test.
    - SHP: la cartella contiene shape file puntuali, lineari e poligonali dei dati disponibili nelle aree test.
    - TOPOGRAPHY: la cartella contiene le carte topografiche in formato tiff quando disponibili, o il link del portale regionale che pubblica i servizi di Web Map Sercives (WMS).

Per ottenere ulteriori datasets, durante il primo anno è stato sperimentato il servizio, su richiesta dell'ESA, denominato Grid Processing On-Demand G-POD (http://gpod.eo.esa.int/). Questo servizio implementa la catena di processamento Parallel-SBAS e utilizza immagini SAR conservate su un archivio virtuale denominato Archive 4 (http://eo-virtual-archive4.esa.int/, nell' ambito del Supersite programma). G-POD è accessibile tramite un'interfaccia utente su web e permette di selezionare facilmente i parametri di input per il processamento (ovvero la scelta del "temporal range", "baseline", della soglia di coerenza e del punto di riferimento).

3.3 Attività di formazione

Durante il periodo di riferimento non sono state sviluppate attività di formazione nell'ambito del progetto HAMMER.

3.4 Attività di disseminazione e divulgazione

Durante il periodo di riferimento non sono state sviluppate attività di disseminazione nell'ambito del progetto HAMMER.

3.5 Partecipazione a conferenze

Kick-off meeting del Progetto HAMMER, 7 marzo 2014.

NextData general meeting, CNR, Roma, 3-4 giugno 2014.

ALLASIA P., ARDIZZONE F., CIGNETTI M., GIORDANO D., GUZZETTI F., MANCONI A. & MANUNTA M. (2014): Ground deformation analysis exploiting surface and sub-surface displacement measurements (abstract & poster). *.Congresso della Società Geologica Italiana – Società Italiana di Mineralogia e Petrologia (SGI-SIMP)*, Milano 10-12 settembre 2014, sessione S5: Climate change and the Earth System: understanding the past, analysing the present and predicting future scenarios.

4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

I risultati ottenuti corrispondono ai risultati attesi nel periodo di riferimento sono elencati di seguito:

- analisi della letteratura tecnico-scientifica per verificare dove sono presenti informazioni quantitative di deformazione del terreno e quali periodi di tempo ricoprono.
- Raccolta e organizzazione di serie temporali di deformazioni superficiali e/o sub-superficiali e di parametri meteorologici, per le aree test situate in Europa.
- Preparazione di nuove carte della deformazione del terreno e della velocità di deformazione con serie temporali associate per la regione Valle d'Aosta utilizzando immagini satellitari SAR e sfruttando il servizio G-PD ESA service.

4.2 Pubblicazioni

Non ci sono pubblicazioni nel periodo di riferimento.

4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)

I dati non sono ancora disponibili perché sono ancora in fase di acquisizione e validazione.

4.4 Deliverables completati

Il Deliverable comprende: (i) raccolta e organizzazione delle deformazioni del terreno disponibili per le aree test nelle Alpi e in territorio appenninico inclusi i risultati di una sistematica attività di ricerca bibliografica; (ii) la raccolta di dati serie temporali di deformazione del terreno prodotte con tecnica DinSAR e in precedenza processate per le aree test situate in Appennino e nella Valle del Tena (Pirenei); e (iii) raccolta di dati meteorologici per le aree di studio situate in Piemonte e in Umbria.

5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati

L'attività intrapresa nel periodo di riferimento è stata completata e i risultati attesi sono stati raggiunti. L'utilizzo del servizio G-POD dell'ESA non incluso nelle attività del progetto HAMMER è stato avviato per ottenere dati di nuova produzione a scala regionale in un territorio montano quale quello della regione Valle d'Aosta.

6. Attività previste per il periodo successivo

Le attività pianificate per il periodo 01-01-2014 / 31-12-2014 sono:

- aggiornamento della ricerca attraverso il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (http://www.pcn.minambiente.it/viewer/) e tramite fonti di letteratura per aree situate nelle Alpi e in territorio appenninico.
- Aggiornamento della raccolta e organizzazione dei dati meteorologici/climatici.
- Processamento di nuove immagini satellitari per produrre nuove mappe di deformazione del terreno e di velocità di deformazione con le serie temporali associate.
- Implementazione di un database per la conservazione dei dati collezionati, incluso la fase di progettazione, e implementazione del database e, la fase di preparazione e rilascio delle informazioni al portale di NextData.
- Correlazione tra i due tipi di serie temporali che consiste nell'eseguire analisi statistiche di correlazione (o assenza di correlazione) tra i dati di deformazione del terreno e i dati meteorologici climatici e nella loro interpretazione.