

Informazioni sul progetto: Offerta archivio e reanalisi Datameteo		
NOME DEL PROGETTO	DATA	NUMERO DI OFFERTA
Archivio dati Datameteo		
SOMMARIO:		
Archivio Dati Datameteo		

Informazioni sul documento	
Codice documento	Archivio_datameteosenzaprezzo.pdf
Numero di pagine	8
Tipo distribuzione	PUBBLICA

Storia delle revisioni (*)				
Rev#	Item	Nome/Funzione	Firma/Sigla	Data
	Redatto	Simone Vesentini (MA/LRC)	VS	14/10/2011
	Verificato	Gabriele Ghibaudo (TM/LRC)	GG	14/10/2011
	Approvato	Paolo Caraccio (TM/LRC)	PC	14/10/2011

Indice

1.1	Introduzione	Pag 2
1.2	Il modello WRF	Pag 2
1.3	Archivi Meteo Validati da Modello di Previsione	Pag 3
1.3.1	Parametri Disponibili	Pag 4
1.3.2	Periodo d'archiviazione	Pag 4
1.4	Archivi Meteo da Reanalisi	Pag 4
1.4.1	Parametri disponibili	Pag 5
1.4.2	Periodo d'archiviazione	Pag 5
1.5	Posizionamento del sito estrazione dati	Pag 6
1.6	Formati disponibili	Pag 6
1.6.1	Trasferimento dei dati	Pag 6
1.7	Grafici & Analisi	Pag 7
1.8	Uso degli archivi e reanalisi	Pag 7
1.9	Verifica del dato numerico di archivio e reanalisi	Pag 8
2.0	Tecnologie (MOS-Neurali) di miglioramento del dato	Pag 9

1.1 Introduzione

La disponibilità di dato meteorologico in previsione e rilevato, su una o più zone, diventa ogni giorno più importante per soddisfare le esigenze quotidiane di vita, lavoro, business. Obiettivi da perseguire sono precisione ed affidabilità, mantenendo al contempo un giusto costo di produzione e commercializzazione. L'approccio tradizionale ai prodotti meteorologici è basato sulla trattazione di serie storiche atmosferiche derivate da misurazioni, sovente insufficienti e soggette a limitazioni e problematiche di varia natura.

La disponibilità di modelli di previsione ad alta risoluzione, a coprire tutta Europa e gran parte del pianeta, ci consente di superare queste limitazioni, archiviando dato meteorologico per tutti i continenti. Tutto i flussi generati dal modello, prima di essere archiviati, sono verificati attraverso linee di controllo operative sulle condizioni meteorologiche rilevate attraverso le più moderne tecnologie d'osservazione quali sistemi satellitari, reti radar etc. Studi sulla qualità del dato prodotto ed archiviato in tutta Europa sono inoltre condotti a frequenza annuale.

Visti gli innumerevoli impieghi operativi del dato meteo, nello sviluppo di ognuna delle nostre soluzioni è data particolare importanza a portabilità ed efficienza del codice prodotto con lo scopo di renderlo già in partenza fruibile da altri applicativi, algoritmi d'analisi e software di terze parti.

1.2 Il modello WRF (Weather Research Forecast)

Attualmente lo stato dell'arte della simulazione atmosferica ad area limitata è rappresentato dal modello Weather Reseach and Forecasting model (WRF). Frutto di una vasta collaborazione tra enti ed università statunitensi, WRF si presta per innumerevoli applicazioni sia previsionali che di analisi storica meteorologica, su porzioni di territorio estese da pochi metri fino a migliaia di chilometri. LRC srl, in collaborazione con MeteoArena snc, elabora ed archivia previsioni numeriche ad alta risoluzione tramite il modello WRF nelle versioni NMM ed EMM (inizializzato con i dati del modello globale GFS (Global forecasting System) sfruttando di ognuno i punti di forza e correggendone le derive, tramite l'integrazione di algoritmi e benchmark proprietari del dato.

L'elevatissima risoluzione spaziale raggiunta dai modelli in linea (**1.1/3/12/18 Km**), la microfisica delle nubi e gli schemi topografici evoluti (fino a 100m di risoluzione nel modello base) ci consentono di operare con successo in zone dalla topografia accidentata (Alpi, coste etc) così come sulle superfici urbane o nei bacini fluviali La nostra modellistica risolve inoltre la convenzione in maniera esplicita, questo significa che possiamo individuare correnti particolarmente violente ad esempio in discesa da un temporale.

Per le previsioni operative sul territorio italiano viene utilizzata una risoluzione di 1.1 km EMM mentre la strutturazione degli archivi è basata su corse del modello nella versione NMM a garanzia di continuità, consistenza, precisione delle serie storiche .

1.3 Archivi meteo validati da modello di previsione

Dati e parametri elaborati dal modello sono archiviati una volta al giorno, a partire da **Febbraio 2007** permettendo una ricostruzione storica prevista per tutte le località all'interno del nostri domini di elaborazione. Avete capito bene, per ogni località ed in pochissimo tempo. Archiviamo i principali parametri meteorologici per più di **5.000.000 locations nel mondo**, disponibili al cliente direttamente indicando **latitudine e longitudine** e le variabili meteo d'interesse all'interno della griglia di calcolo dei modelli Per motivi di spazio sono archiviati un numero limitato di parametri e solo per le prime 36 ore di simulazione.

Archivio Datameteo	Datameteo.com by LRC SERVIZI Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca (CN) PIVA 03358090045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it	MeteoArena s.n.c Via Satiro 11 37121 Verona PIVA 03806830232 e-mail info@meteoarena.com
Datameteo.com Meteoarena.com© LRC, 2011		Pagina 2 di 9

Il dataset fornito al cliente viene compilato con i dati più validi disponibili per il periodo richiesto, estratti da tutte le corse modellistiche disponibili, raggruppando le migliori correlazioni tra le due emissioni modellistiche giornaliere ed il migliore timestep del modello (tra le 12 e le 36 ore di previsione in avanti) a maggior garanzia della qualità del dato. Usando questi archivi ad alta risoluzione Datameteo vi fornisce soluzioni su misura progressive e modulari, dall'entry a top level, per i mercati dell' eolico, fotovoltaico, idroelettrico, energetico etc..

Risoluzione dati di archivio:

- Europa 3 Km (un punto di misurazione virtuale ogni 3km!)
- Stati Uniti 12 Km,
- Sud America 18 Km,
- Parte Africa Centro-Sud 18 Km, Asia 18 Km

Questi i plus del servizio:

- Copertura di tutta **Europa , Stati Uniti, Sud America, Parte dell'Africa, Parte dell'Asia**
- Alta precisione grazie al dato ad alta risoluzione, serie storica completa, pochissimi vuoti nei dati
- Pochissime informazioni richieste al cliente, velocità di elaborazione e consegna dell'informazione
- Prodotto erogato nel formato e modalità richiesta, subito disponibile per ulteriori impieghi
- Possibilità d'integrazione con una nota d'analisi del meteorologo

1.3.1 Parametri Disponibili

	Parametro a frequenza oraria	Unità e Caratteristiche
1	Temperatura dell'aria (2 m.s.l.m)	°C Media ora precedente
2	Punto di rugiada (2 m.s.l.m)	°C Media ora precedente
3	Totale precipitazioni	mm Media ora precedente
4	Totale precipitazioni convettive	mm Media ora precedente
5	Frazione Precipitazione Nevosa	mm Media ora precedente
6	Velocità del vento (componente u) a 10 m nativo	m/s Media ora precedente
7	Velocità del vento (componente v) a 10 m nativo	m/s Media ora precedente
8	Radiazione solare	W/m ² Media ora precedente
9	Pressione atmosferica	hPa Media ora precedente

Sopra: tabella dei parametri disponibili. Gli archivi iniziano da Febbraio 2007. In rosso quelli più utilizzati

Archivio Datameteo	Datameteo.com by LRC SERVIZI Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca (CN) PIVA 03358090045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it	MeteoArena s.n.c Via Satiro 11 37121 Verona PIVA 03806830232 e-mail info@meteoarena.com
	Datameteo.com Meteoarena.com© LRC, 2011	Pagina 3 di 9

1.3.2 Periodo d'archiviazione

Lo standard d'archiviazione dei dati dal modello include le previsioni per l'intervallo 12-35 ore dopo l'inizializzazione. Le previsioni del modello sono infatti statisticamente più accurate tra le 12 e le 35 ore. Altre possibilità richiedono accordi specifici. L'archivio è validato con continui confronti tra previsione e misure di circa 2800 stazioni meteo e risulta una consistenza della previsione del 90%.

1.4 Archivi Meteo da Reanalisi

Una "reanalisi", ovvero una "elaborazione" all'indietro del modello di previsione meteorologica WRF consiste in una retrospettiva dei dati meteorologici ottenuta utilizzando complesse routine algoritmiche in grado di estrarre dati puntuali o mediati da archivi storici ad altissima risoluzione. La piattaforma sviluppata da Datameteo integra soluzioni algoritmiche personalizzate in grado di "aprire" una finestra ad elevata risoluzione sul territorio oggetto della reanalisi, simulando l'andamento dei vari parametri meteorologici estratti in forma di dato **puntuale** o **aerolare** (su aree di calcolo). Obiettivo della reanalisi è fornire parametri meteorologici ad alta risoluzione sfruttando una lunga serie storica di previsioni del modello NCAR/NCEP..

Queste moderne tecnologie, da anni utilizzate nel mondo scientifico ma ancora poco note al mercato degli operatori economici, ci permettono di ricostruire "fedelmente" i principali parametri meteorologici storici (vento, temperatura, radiazione) su di un'area o punto utilizzando classi di complessità orografica e microfisica del modello molto avanzate. Questo assicura l'accuratezza dei dati in uscita al prezzo di un'ingente potenza di calcolo richiesta.

La reanalisi dati meteorologici o retrospettive dati rappresentano una nuova frontiera della simulazione meteorologica a fini commerciali, in grado, allo stesso modo degli archivi, di fornire un **ottimo supporto dati** sia di confronto con eventuali campagne di misurazione, sia come inizializzazione a studi di fattibilità eolica, fotovoltaica, energetica in genere o come base per la ricostruzione di serie meteorologiche storiche, in zone ove non sono presenti stazioni meteorologiche. L'accuratezza raggiunta permette ad esempio di valutare correttamente, se settata alle risoluzioni opportune ad esempio il potenziale eolico di una località.

Rispetto all'archivio meteo, i cui dati sono prontamente disponibili le reanalisi hanno un tempo di computazione variabile con l'area oggetto della retrospettiva e la risoluzione utilizzata.

Datameteo elabora tre differenti metodologie di reanalisi:

- **Reanalisi macro_aerolare** con l'aggiornamento del dato su "centroidi" con centro il passo di griglia applicato. Il vantaggio di questa reanalisi risiede in tempi di computazione snelli, indicata per lo scouting preliminare.
- **Reanalisi aerolare** implica una maggiore risoluzione spaziale, in quanto il dato aggiornato è del tipo ad estrazione puntuale, interpolato sul punto di griglia più prossimo, indicata per una valutazione preliminare del potenziale eolico.
- **Reanalisi micro_aerolare** grazie all'altissima risoluzione raggiunta è usata per lo studio di alto profilo quali la distribuzione dei venti come valutazione finale e degli inquinanti all'interno delle micro-circolazioni su aree molto ristrette.

Aumentando la classe di complessità orografica (risoluzione) ed il tipo di microfisica utilizzata in costante relazione al campionamento di estrazione dati per il calcolo (fundamental time step) o al forcing variazionale ottenuto con dati rilevati di archivio meteo o satellitari, aumenta in modo esponenziale la potenza e il tempo di calcolo per ottenere l'output richiesto. Usando queste reanalisi ad alta risoluzione è possibile fornire la migliore soluzione al costo più competitivo.

Archivio Datameteo	Datameteo.com by LRC SERVIZI Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca (CN) PIVA 03358090045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it	MeteoArena s.n.c Via Satiro 11 37121 Verona PIVA 03806830232 e-mail info@meteoarena.com
	Datameteo.com Meteoarena.com© LRC, 2011	Pagina 4 di 9

Risoluzione spaziale dati reanalisi:

Risoluzione	Tipo retrospettiva	Target applicazione (esempi)
12 Km -1Km	Macro_aerolare	Analisi meteorologica, scouting di primo livello
1Km-200 m	Aerolare	Aassessment preliminare, reanalisi puntuali
200 m o inferiori	Micro_aerolare	Microcircolazioni e distribuzione inquinanti

Questi i plus del servizio di reanalisi:

- Copertura di tutta **Europa, a richiesta ogni altro continente**
- Altissima precisione grazie al dato ad alta risoluzione o altissima risoluzione
- Risoluzione variabile per i differenti step di progetto, serie storica completa, pochissimi vuoti nei dati
- Prodotto erogato nel formato e modalità richiesta
- Integrazione di parametri e grandezze specifiche per usi eolici e fotovoltaici
- Possibilità d'integrazione con una nota d'analisi del meteorologo

1.4.1 Parametri Disponibili

	Parametro a frequenza oraria	Unità e Caratteristiche
1	Temperatura dell'aria (2 m.s.l.m)	°C step richiesto
2	Punto di rugiada (2 m.s.l.m)	°C step richiesto
3	Totale precipitazioni	mm step richiesto
4	Totale precipitazioni convettive	mm step richiesto
5	Frazione Precipitazione Nevosa	mm step richiesto
6	Velocità del vento alla quota estrazione	m/s step richiesto
7	Direzione del Vento alla quota di estrazione	° step richiesto
8	Radiazione solare	W/m ² step richiesto
9	Pressione atmosferica	hPa step richiesto

Sopra: tabella dei parametri disponibili da reanalisi. *In rosso quelli più utilizzati*

1.4.2 Periodo d'archiviazione

Tutti i parametri vengono calcolati in "modo esplicito" vincolando il modello matematico che gira a ritroso a passare per archivi meteorologici storici. La serie così ottenuta alla risoluzione oggetto della retrospettiva viene interamente salvata ed archiviata

1.5. Posizionamento del sito di estrazione dati di archivio

Per attivare l'estrazione di punti dall'archivio o reanalisi sono richiesti al cliente le coordinate delle località richieste in formato WGS84 o compatibili. Possono essere comunque implementati diversi sistemi di coordinate. Un sistema alternativo è fornire immagini aeree o mappe digitali con evidenziati i punti di analisi.

1.6 Formati Disponibili

L'estrazione dell'archivio è effettuata su ogni punto richiesto dal cliente con specificata latitudine e longitudine. Gli outputs sono erogati in **formato pdf, i dati come xml, csv. o altro standard concordato con il cliente**. I **metadati** contenenti posizione, elevazione e tipo di superficie del punto d'estrazione sono forniti in un dataset separato.

1.6.1 Trasferimento dei dati:

Differenti modalità di invio sono settate a seconda delle esigenze specifiche del cliente e dalle dimensioni del flusso. Datameteo configura lo scaricamento web sicuro e fruibile dal cliente.

1.7 Grafici ed analisi

Forniamo la disponibilità di graficare il dato d'archivio o reanalisi attraverso una vasta a professionale libreria grafica, secondo esigenze ed obiettivi di progetto, aggiungendo valore all'estrazione dati. Il pacchetto grafico, particolarmente utile per fini eolici e fotovoltaici, può inoltre essere integrato da una **nota o uno studio completo d'analisi** a cura di un meteorologo professionista contenente valutazioni e considerazioni specifiche.

Archivio Datameteo	Datameteo.com by LRC SERVIZI Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca (CN) PIVA 03358090045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it	MeteoArena s.n.c Via Satiro 11 37121 Verona PIVA 03806830232 e-mail info@meteoarena.com
	Datameteo.com Meteoarena.com© LRC, 2011	Pagina 6 di 9

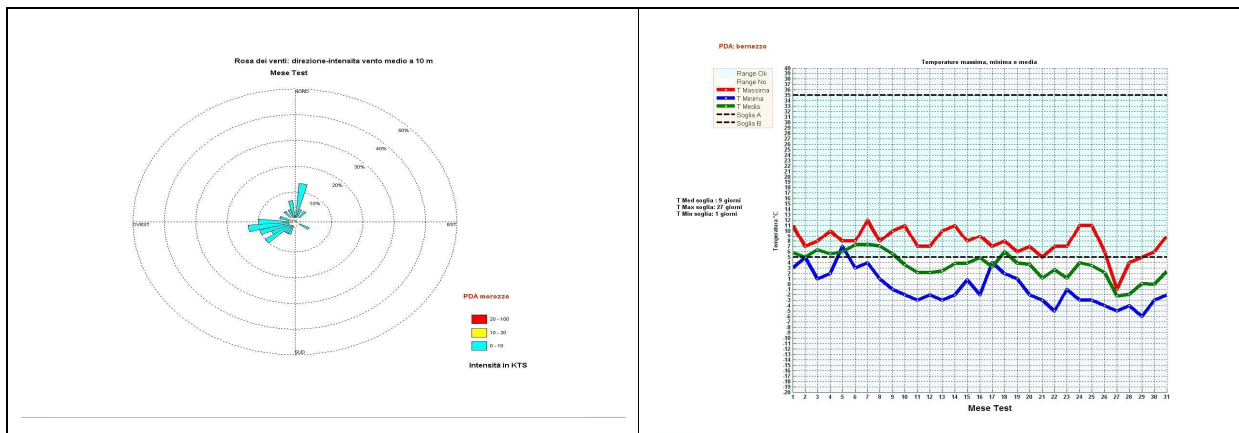


Figura 1 e 2 : Un esempio di grafico sulla distribuzione dei venti a sinistra e delle temperature a destra

1.8 Considerazioni ed esempi uso archivi e reanalisi

Le previsioni numeriche da modello raccolte negli archivi coprono un range temporale di 168 ore dall'emissione e vengono aggiornate 2 volte al giorno, ogni 12 ore. Ciò significa che una "previsione" per una determinata ora viene calcolata 12 volte prima di realizzarsi, ovvero dalla prima corsa modellistica con 168 ore d'anticipo, fino alla corsa modellistica più recente con 12 ore di anticipo che verrà infine archiviata.

Da un punto di vista dei dati archiviati, questo significa "moltiplicare" la valenza di quest'ultimi di un fattore 2.5, poiché si hanno a disposizione molte più "soluzioni" per il vento o la temperatura attesa a una determinata ora. 4 anni d'archivio, quindi, con 12 soluzioni per uno stesso valore/momento, rappresentano, di fatto, 10 anni d'archivio.

Il modello meteorologico infatti, "disegna" degli scenari con molti giorni d'anticipo, ipotesi che sovente non si realizzano, in quanto con l'approssimarsi della data in questione vi sono dei fisiologici "aggiustamenti". Per questo motivo, com'è esperienza comune, una previsione a 7 giorni è meno affidabile di una a 3 giorni o a 1 giorno. Questi scenari "non realizzati" non sono dei semplici errori, bensì delle possibili soluzioni che vengono scartate, non perché irreali, ma semplicemente perché l'intrinseca caoticità della dinamica atmosferica ha determinato dei cambiamenti in itinere.

Preso un lasso temporale abbastanza ampio, la soluzione proposta dal modello meteorologico per un determinato evento e poi "scartata", andrà effettivamente a verificarsi, in quanto l'atmosfera si comporterà, prima o poi, esattamente come previsto dal modello. **Per questo motivo questi "errori" sono in realtà delle soluzioni corrette già verificate in passato o che si verificheranno in futuro.**

Per il dato estratto da archivio del modello particolare attenzione va poi posta al confronto dei dati, che vi ricordiamo sono medie dell'ora precedente, con altri misurati, ad esempio, come valore istantaneo, media sui 10 o 15 min etc..In linea di massima il dato di archivio viene estratto come valore su di un campionamento del modello ad altissima frequenza ed un buona base di confronto (con attenzione alla variabile considerata) è il campionamento come media giornaliera.

L'archivio meteo è un prodotto entry level , prontamente disponibile per accedere a serie storiche attualizzate con lo stesso standard modellistico e periodicamente validate con confronti con variabili misurate.

La reanalisi è un prodotto con un più ampio spettro di utilizzo a seconda delle risoluzioni applicate, con un ottimo qualità prezzo e risultato attestato da numerosi studi fatti e sintetizzato al punto 1.9

Archivio Datameteo	Datameteo.com by LRC SERVIZI Srl Via Piave 4/c - 12022 Busca (CN) PIVA 03358090045 helpdesk: Tel/fax 0171/943284 e-mail: info@datameteo.it	MeteoArena s.n.c Via Satiro 11 37121 Verona PIVA 03806830232 e-mail info@meteoarena.com
	Datameteo.com Meteoarena.com© LRC, 2011	Pagina 7 di 9

Eccovi degli esempi d'uso del dato in archivio: gli archivi di vento estratti dal modello (componenti della velocità U,V, direzione del vento) e le reanalisi generate con risoluzione specifica sono implementati con particolare attenzione all'individuazione ed analisi preliminare della risorsa eolica disponibile su siti aventi condizioni orografiche semplici o moderatamente complesse ed ovunque si debba integrare le serie di misurazione. In particolare il loro utilizzo risulta appropriato per il minieolico grazie all'eccellente rapporto costo / qualità del dato. Per il settore fotovoltaico il dato della radiazione globale orizzontale può essere un ottimo punto di partenza per studi di fattibilità e/o di gestione della producibilità di un impianto già esistente. A latere dell'estrazione è possibile graficare il flusso dati ed integrarlo con una nota del meteorologo utili, per esempio, a mostrare le variazioni interannuali ed intrastagionali della risorsa eolica.

1.9 La verifica del dato numerico di archivio e di reanalisi

Le moderne tecnologie modellistiche ci permettono di correlare i nostri dati di inizializzazione ed output dei modelli tramite punti d'osservazione a norma WMO sparse sul territorio. Tra di essi stazioni meteorologiche, reti radar e dati d'analisi satellitare. Tutti i modelli in uso vengono annualmente verificati sopra migliaia di stazioni in tutta Europa e centinaia in Italia, garantendoci una correlazione oraria previsto/rilevato elevatissima per tutti i periodi dell'anno ed una consistenza **previsionale su tutta Europa superiore al 90%**.

Un forte accento è posto sulle capacità di far girare il sistema su piattaforme di calcolo parallelo, per incrementare le prestazioni di calcolo ma anche testare eventuali controlli tendenti ad eliminare gli eventuali errori strumentali.

Per le **Reanalisi meteorologiche con dati da archivio**, studi condotti su orografie montane complesse, con una risoluzione intorno 400m, identificano un errore , su base annuale, indicativamente inferiore al **7%** rispetto a valori misurati. Aumentando la risoluzione ed accoppiando la reanalisi a computazioni fluidodinamiche CFD l'errore può scendere **sotto il 3%**.

Un apposito documento validazione_archiviometeo.pdf tratta in materia diffusa ed approfondita con esempi e benchmark le casiste di validazione degli archivi meteo e delle retrospettive o reanalisi.

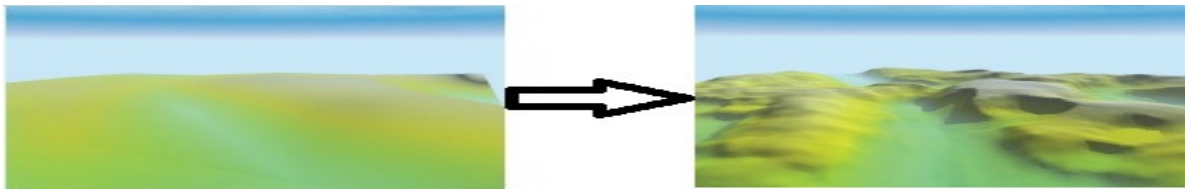
2.0 Tecnologie (MOS-Neurali) di miglioramento dei dati meteo

Le previsioni a media ed alta risoluzione possono essere migliorate su punto o area tramite tecnologie di correlazione tra dato previsto appunto e misure validate eventualmente disponibili in loco. Esistono diverse tipologie di approccio con gradi differenti di difficoltà e target ad iniziare dall'applicare filtri di Kalman, Model Output Statistic o affidare l'affinamento della previsione a tecnologie neurali.

I benefici sono scalari a seconda dell'accuratezza del dato correlato (che può essere in sostituzione di una misura se non disponibile per la località prescelta un input derivato da feed satellitare).Queste tecnologie sono largamente usate nel settore della previsione eolica, fotovoltaica, agrometeorologica etc..

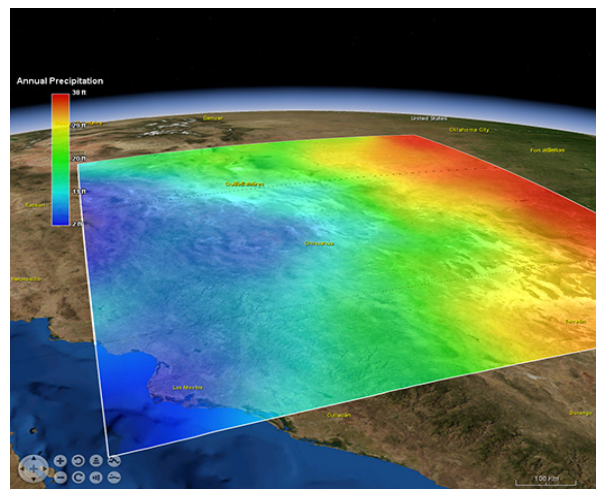
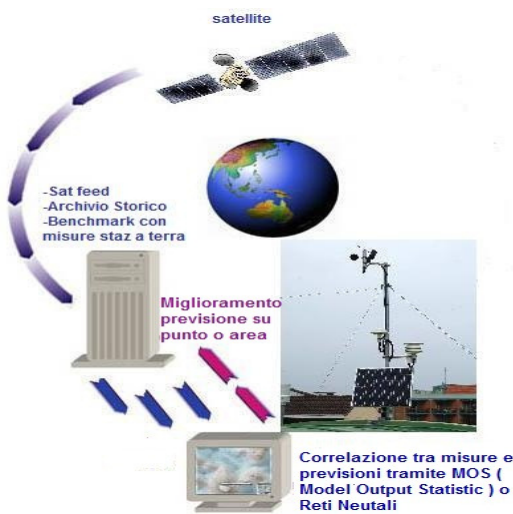
Datameteo è una marchio LRC SERVIZI Srl
Centro elaborazioni dati meteo - Previsioni Alta risoluzione
Applicazioni meteo in campo energetico - Sistemi di allerta

MeteoArena Snc
Il tempo al tuo servizio
Servizi Meteorologici



-La risoluzione definisce cosa un modello "vede"

-La parametrizzazione fisica definisce come un modello "vede"



Nell'esempio sotto una correlazione tramite MOS del dato di temperatura di un modello globale GFS confrontato con un modello ad alta risoluzione NMM. Si noti il netto divario del dato pur migliorato per entrambi **0.9996-0.9999** l'**RMSE** per il modello **GFS**, > di **0.09998** lo score di temperatura per il **modello WRF**.

