

## **ALLEGATO 1**



### **INDIVIDUAZIONE DELLA RETE REGIONALE DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI**

#### **Relazione tecnica**

Dott.ssa Francesca Romana Pittaluga  
Ing. Enzo Di Carlo  
Dott. Geol. Fernando Manzella  
Dott. Geol. Alessandro Santucci  
Dott. Geol. Luca Pisani  
Dott. Giancarmine Trotta

Pisa, settembre 2010

## INDICE

<b>1. INQUADRAMENTO NORMATIVO</b> .....	3
<b>2. FINALITA' ED OBIETTIVI</b> .....	5
<b>3. ATTUALI RETI DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI</b> .....	7
<b>4. INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI CHE VANNO A COMPORRE LA RETE REGIONALE PER IL RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI – METODOLOGIA</b> .....	9
<b>4.1. Ricognizione sulla consistenza della rete di monitoraggio esistente</b> .....	9
<b>4.2. Densità spaziale delle stazioni di rilevamento meteorologiche e costruzione delle “zone geografiche”</b> .....	12
4.2.1. Sovrapposizione tra la griglia di riferimento e la rete esistente.....	13
4.2.2. Analisi delle celle con più stazioni ed individuazione delle stazioni prescelte.....	15
4.2.3. Analisi delle celle scoperte.....	18
<b>4.3. Rilevamento dei dati idrometrici</b> .....	19
<b>5. INDIVIDUAZIONE DELLA RETE REGIONALE DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI E DELLE SUE COMPONENTI</b> .....	20
<b>5.1. Descrizione della rete e delle sue componenti</b> .....	20
5.1.1. Le stazioni in telemisura: stazioni con doppio sistema di trasmissione dati (radio + GPRS) e stazioni a modalità singola (radio).....	24
5.1.2. Le stazioni tradizionali in memoria locale .....	24
<b>6. ADEGUAMENTO E AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO DELLE RETI ESISTENTI</b> .....	25
<b>6.1. Indizione di gara di appalto ad evidenza pubblica</b> .....	25
<b>6.2. Obiettivi e contenuti</b> .....	25
<b>6.3. Quadro economico</b> .....	27

## 1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il presente progetto trova riferimento normativo nel decreto legge 11/06/1998 n. 180, convertito nella legge 3/08/1998 n. 267, con cui viene avviato il potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometrico da parte delle Regioni e Province autonome sulla base di direttive e finanziamenti statali, con l'obiettivo di migliorare la capacità nazionale di previsione e gestione delle catastrofi idrogeologiche e, di conseguenza, anche l'efficacia degli interventi di protezione civile. Nello specifico, l'art. 1 della legge 267/1998 ("Piani stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e misure di prevenzione per le aree a rischio") e l'art. 2 ("Potenziamento delle strutture tecniche per la difesa del suolo e la protezione dell'ambiente") prevedono un programma per il potenziamento delle reti di monitoraggio meteoidropluviometrico, mirato alla realizzazione di una copertura omogenea del territorio nazionale. Tale programma prevede che dette reti di monitoraggio assicurino l'unitarietà, a livello di bacino idrografico, dell'elaborazione in tempo reale dei dati rilevati dai sistemi di monitoraggio, nonché un sistema automatico atto a garantire le funzioni di preallarme e allarme ai fini di protezione civile.

Con il D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112 relativo al conferimento di funzioni dello Stato alle Regioni in attuazione della legge n. 59/1997, sono stati disciplinati importanti riordini di strutture anche in ambito di Difesa del Suolo, ed in particolare per quanto riguarda gli Uffici Periferici del Servizio Idrografico (fino ad allora titolari della proprietà e della gestione delle reti di monitoraggio) che "...sono trasferiti alle Regioni ed incorporati nelle strutture operative regionali competenti in materia ..." (art. 92 comma 4).

Il DPCM 15/12/1998, in attuazione dell'articolo 1 della legge 267/1998, ha successivamente approvato il programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico razionalizzando l'organizzazione dei Centri Funzionali e destinandoli a centri unitari di raccolta e riferimento dei dati delle diverse reti di monitoraggio per la diffusione degli allarmi idrologici ai fini di protezione civile.

Il sistema di monitoraggio meteoidropluviometrico è stato quindi gestito dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento dei servizi tecnici nazionali – Servizio idrografico e mareografico, fino al 24/07/2002, e da tale data è stato preso in carico dal Servizio Idrologico Regionale della Direzione Generale Politiche Territoriali e Ambientali (DGRT n. 1153 del 30/10/2000), che tutt'ora provvede al suo funzionamento e manutenzione.

Tale Settore regionale è stato individuato con delibera della Giunta n. 1003/2001 quale struttura competente per la gestione del Centro Funzionale Regionale, il cui progetto è stato approvato nella seduta del 15/01/2002 dal Comitato Tecnico istituito ai sensi della legge 267/1998, e del medesimo la Giunta ha preso atto con delibera n. 368/2002.

La Direttiva PCM 27/02/2004 ("Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile"), ha disciplinato, nell'ambito della gestione del sistema di allerta, l'organizzazione della rete dei Centri Funzionali per fornire un servizio continuativo di supporto alle decisioni delle autorità competenti per le allerte e per la gestione dell'emergenza, nonché per le necessità operative dei sistemi di protezione civile; tale Direttiva stabilisce inoltre che le Regioni accentrino presso il proprio Centro Funzionale i dati rilevati dalle reti di monitoraggio ricadenti nel proprio territorio, comprese quelle ad esse trasferite ai sensi del DPCM 24 luglio 2002 (Uffici periferici del Dipartimento dei servizi tecnici nazionali - Servizio idrografico e mareografico - Trasferimento alle Regioni), nonché quelle gestite da altri soggetti;

Il Centro Funzionale della Regione Toscana è stato dichiarato operativo con delibera della Giunta n. 637/2005 dal 1/09/2005 e da tale data è subentrato al Dipartimento della Protezione Civile nella emissione degli Avvisi di condizioni meteo avverse e degli Avvisi di criticità previsti dalla citata Direttiva PCM 27/02/2004.

Da evidenziare infine che l'individuazione della “Rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici” rappresenta oggi una priorità per l'amministrazione regionale e rientra nel più complessivo riordino della difesa del suolo, la cui riforma costituisce un impegno di questa amministrazione entro il 31/12/2011, come previsto nell'articolo 1 della L.R. 5/08/2010 n. 47.

## **2. FINALITA' ED OBIETTIVI**

La finalità che si intende perseguire con una prima individuazione della “Rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici”, in attesa della definizione della proposta di legge inerente il riordino della disciplina della difesa del suolo, riguarda l'esigenza dell'ottimizzazione dell'attuale sistema, che, seppur in grado fino ad oggi di rispondere a requisiti di sicurezza e di buona copertura del territorio regionale, presenta numerosi elementi di criticità sotto vari aspetti che comportano la riprogettazione della rete per soddisfare le esigenze di:

- ricondurre ad unitarietà ed omogeneità il sistema esistente che risulta essere frammentario, sia in termini di soggetti proprietari/gestori, che di distribuzione areale delle sue componenti;
- consentire interventi di adeguamento e aggiornamento tecnologico delle varie componenti della rete esistente, che risultano per lo più obsolete, interventi possibili solo nell'ambito di un progetto unitario di ottimizzazione e riqualificazione complessiva del sistema;
- conversione del sistema da “sistema proprietario” a “sistema aperto” al fine di superare gli attuali limiti derivanti dai diritti di privativa accampati da parte delle diverse ditte che operano nel settore per l'adeguamento e la manutenzione della rete, con conseguente razionalizzazione dei costi di gestione;
- certezza nella programmazione ed ottimizzazione delle risorse finanziarie necessarie per investimenti e manutenzione.

L'attuale rete di rilevamento dei dati idro-meteorologici gestita dal Servizio Idrologico Regionale, ai sensi della Delibera G.R. 1153 del 30.10.2000 (inerente la costituzione dell'Area per il monitoraggio idro-pluviometrico e mareografico all'interno del Dipartimento Ambiente della Regione Toscana), è rappresentata dalla rete regionale di monitoraggio (costituita complessivamente da 440 stazioni) progettata, implementata e gestita fino al 24.07.2002 dal Servizio Idrografico e Mareografico Ufficio di Pisa, alle dipendenze della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionale, trasferita alla regione ai sensi della L. 59/1997 (legge “Bassanini”).

Le informazioni provenienti dalla rete in carico al Servizio Idrologico Regionale sono inoltre integrate con i dati di 133 stazioni in telemisura della rete agrometeorologica di proprietà ARSIA, gestita e mantenuta direttamente da questa Agenzia regionale anche attraverso cofinanziamenti annuali garantiti dello scrivente Servizio Idrologico Regionale.

L'insieme delle reti su indicate, che non derivano dalla realizzazione di un unico progetto e che hanno finalità non sempre coincidenti, non porta ad avere una distribuzione areale delle stazioni di rilevamento dati (idrometri, pluviometri, termometri, anemometri, ecc.), in termini di densità per unità territoriale, omogenea su tutto il territorio regionale, penalizzando le aree geografiche meridionali in favore di quelle poste a settentrione.

La stessa distribuzione areale non risponde inoltre in molti casi ad esigenze di interesse regionale, privilegiando esigenze a carattere locale, che, se assecondate, rischiano di portare alla proliferazione del numero di stazioni da gestire a carico della regione con conseguenti costi, sia in termini di costi di investimento che di spesa corrente, difficilmente sostenibili.

L'attuale sistema risulta infine obsoleto, in quanto quasi tutte le componenti risalgono a circa 20 anni fa, poco performante (infatti il ritardo nella disponibilità del dato è di circa 30 minuti), non flessibile né modulare ed in generale poco gestibile da remoto. Di conseguenza la rete attuale non è facilmente implementabile né con nuovi sensori, né con nuove stazioni (essendo costituita da tre sotto-reti non omogenee), se non con interventi “pesanti” sulla configurazione della rete, possibili solo con azioni realizzate dalla ditta che detiene il servizio di manutenzione accampando diritti di privativa.

Tale analisi delle criticità, i limiti dell'attuale sistema di monitoraggio e la coscienza di dover fornire, attraverso la rete di rilevamento dati, risposte sempre più complete e performanti per i diversi scopi, porta all'individuazione di una "Rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici" che traguardi i seguenti obiettivi nell'ambito delle su indicate finalità:

- individuazione delle componenti della rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici, valorizzando il patrimonio delle stazioni esistenti che forniscono dati meteo-idrologici con serie storiche significative ed ottimizzandone la distribuzione areale in termini di significatività a scala regionale dei fenomeni da monitorare;
- la gestione unitaria da parte del Servizio Idrologico Regionale di tutte le componenti della rete regionale;
- realizzazione di un sistema automatico di trasmissione dati "robusto" che assicuri un'ottima funzionalità, anche e soprattutto in condizioni ambientali avverse;
- abbattimento dei costi di manutenzione nella situazione a regime.

Il raggiungimento di tali obiettivi potrà consentire al Servizio Idrologico Regionale di svolgere al meglio il ruolo di coordinamento, gestione e sviluppo delle reti di monitoraggio quantitativo su tutto il territorio della Regione Toscana per la raccolta dei dati idrografici e meteo-pluviometrici, le attività di certificazione e pubblicazione dei dati così raccolti e della contestuale distribuzione agli altri enti pubblici ed ai soggetti privati.

L'ottimizzazione del sistema di trasmissione dei dati in telemisura (h24) porterà infine ad avere significativi vantaggi nell'alimentare applicazioni modellistiche di tipo idrologico, idrogeologico e climatico, con l'obiettivo di disporre di sempre più puntuali analisi utili all'elaborazione e alla emissione dei bollettini meteo regionali e degli avvisi di criticità.

Tale attività si configura nell'ambito del ruolo di Centro Funzionale Regionale assegnato al Servizio Idrologico (ai sensi della DGRT 1003/2001 "D.L. 11.06.1998 n. 180 convertito in Legge n. 267/1998 – *Realizzazione Centro Funzionale Regionale – Determinazioni*"), che costituisce la struttura tecnica scientifica di riferimento e di supporto per la gestione delle emergenze ambientali (non solo idrogeologico), attraverso la definizione del complesso ed articolato sistema di allertamento regionale ed ha il preciso compito di far confluire, concentrare ed integrare tra loro i dati qualitativi e quantitativi rilevati dalle reti meteo-idrologiche sopra descritte, dalla rete radarmeteorologica nazionale e dalle diverse piattaforme satellitari disponibili per l'osservazione della terra (DPCM 27.02.2004).

### 3. ATTUALI RETI DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI

Ad oggi la rete di monitoraggio idropluviometrica gestita dal Servizio Idrologico Regionale è costituita da due grandi tipologie, la principale sviluppata con sensori automatici ed in telecontrollo, la seconda formata da stazioni tradizionali meccaniche con registrazione su supporto cartaceo.

La rete automatica in telemisura, costruita a partire dai primi anni '90, è formata da tre tipologie complementari dal punto di vista della copertura territoriale:

- la rete di stazioni di marca CAE, in numero pari a **259**, che comprende, le reti di monitoraggio denominate convenzionalmente “Arno” (anno 1992) e “Serchio” (anno 1996). Di fatto la prima include oltre al bacino del fiume Arno, anche il bacino del Fiume Cornia, parte del litorale della provincia di Livorno, e, con 23 stazioni il bacino del F. Cecina, e poche altre nel territorio Grossetano. Analogamente, l’impianto “Serchio” comprende anche le reti di sensori dislocate nei bacini del litorale della Versilia e del Padule di Massaciuccoli; (all’interno di tale ambito territoriale, al di fuori di tale rete, insistono anche altre **4** stazioni di marca ETG installate in Valtiberina con trasmissione dati via GPRS);
- la rete di stazioni di marca SIAP, in numero pari a **49** (32 pluviometri, 16 idrometri, 1 stazione ripetitrice), che copre principalmente la provincia di Grosseto ed in parte quella di Siena;
- la rete di stazioni di marca MTX, in numero pari a **19**, che copre il bacino del fiume Magra per quanto ricadente in territorio regionale (provincia di Massa-Carrara).

Le prime due delle suddette reti sono state progettate per trasmettere dati in telemisura attraverso ponti radio in banda UHF, mentre la terza, di più recente concezione, sfrutta la tecnologia trasmissiva via GPRS.

Nel corso degli ultimi anni, sulle reti esistenti, è stata sperimentata l’introduzione della nuova tecnologia trasmissiva in GPRS in grado di ridurre i tempi di interrogazione dei dati meteoroidropluviometrici delle stazioni esistenti. Tale tecnologia, che appare complessivamente un ottimo vettore trasmissivo per garantire lo scarico dei dati al centro mantenendo un *Quality Level* medio pari al 95%, mostra tuttavia momenti di “buio” che possono durare alcune ore e che non sono compatibili con il monitoraggio di eventi meteorologici avversi in caso di allerta idrogeologica. Pertanto il GPRS da solo può risultare accettabile solo ai fini di una rete di telerilevamento ambientale pur risultando un ottimo sistema di backup in caso di fault della parte radio del sistema, anche dal punto di vista dei costi di gestione e mantenimento.

La rete in telemisura attualmente gestita dal Servizio Idrologico regionale è quindi costituita da **252** stazioni dotate almeno di pluviometro (comprese le stazioni idro-pluviometriche) e da ulteriori **79** stazioni solo idrometriche, per un totale quindi di **331** stazioni.

Alle suindicate stazioni in telemisura si aggiungono 112 stazioni termo-pluviometriche attive di tipo tradizionale (termografi e pluviografi), anch’esse gestite dal Servizio Idrologico con il supporto di osservatori che operano localmente.

Tale rete tradizionale, istituita e funzionante fin dai primi anni del XX secolo, è costituita da una serie di stazioni di tipo meccanico in cui la registrazione del dato rilevato avviene su carta diagrammatica; un simile congegno ha il vantaggio di poter registrare in continuo i valori di pioggia e di temperatura e di poter estrarre, per le precipitazioni, i valori di massima intensità entro intervalli di tempo prefissati, nonché gli eventi intensi e di breve durata. Tuttavia la trasformazione e l’acquisizione di questa preziosa e notevole mole di dati in forma numerica presenta considerevoli svantaggi dovuti alla laboriosità delle operazioni da eseguire.

Le suddette reti di monitoraggio in carico al Servizio Idrologico sono integrate con i dati provenienti da altre reti minori, la principale afferente l'Arsia, le altre gestite dalle Regioni limitrofe al territorio toscano (Liguria, Emilia Romagna, Umbria, Lazio).

La rete agro-meteorologica di rilevamento dell'A.R.S.I.A., la cui costituzione è iniziata nel 1989, è composta attualmente da 133 *stazioni agro-meteorologiche* di tipo elettronico-automatico collegate via radio e via radio e GSM (5 stazioni) alla sede del Centro operativo del Servizio Agrometeorologico di Pisa. Tali stazioni sono state fornite integralmente dalla Ditta ETG Srl.

Lo scopo iniziale per cui è stata progettata la rete è stato quello di rilevare sul territorio regionale dati di tipo fisico, al fine di gestire programmi di assistenza tecnica in ambito agricolo e forestale; con successivi interventi il sistema è stato adeguato al fine di poter rispondere alle richieste provenienti da parte di un'utenza plurima.

Nel corso dei primi anni 2000, in concomitanza con l'avvio della costituzione della rete regionale di monitoraggio integrata e successivamente con la istituzione del Centro Funzionale della Regione Toscana, è stato avviato un processo di aggiornamento del sistema di monitoraggio in collaborazione con l'Ufficio Idrologico della Regione Toscana, al fine di uniformare e standardizzare le caratteristiche delle stazioni e di conformare la modalità di gestione delle medesime a quanto previsto nell'istituendo Centro Funzionale medesimo.

La dotazione strumentale delle stazioni è costituita da sensori per la misura di diversi parametri meteorologici (temperatura dell'aria a più livelli, umidità relativa, pioggia, radiazione solare, vento e pressione atmosferica) e di tipo agrometeorologico (temperatura del suolo a più livelli, Evaporazione, bagnatura fogliare). Negli ultimi mesi sono state attivate tre stazioni con funzionalità di misura della neve che dispongono tra l'altro di pluviometri riscaldati, di misuratori di livello neve, di sensori di misura della temperatura del corpo nevoso.

In tabella 1 si riporta il riepilogo delle reti esistenti suddivise per soggetto proprietario/gestore e tipologia di trasmissione.

Tipo	STAZIONI						
	Tot	SIR	ARSIA	Liguria	Umbria	Lazio	EmR
St. auto telemisura - Trasm. GPRS + Radio	35	20	15	0	0	0	0
St. auto telemisura - Trasm. Radio	429	289	117	3	2	3	15
St. auto telemisura - Trasm. GPRS	23	22	1	0	0	0	0
St. tradizionali-meccaniche	112	112	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>599</b>	<b>443</b>	<b>133</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>15</b>

Tabella 1 – Consistenza della rete attuale

Preme infine evidenziare in merito alla suddetta sottorete denominata "Serchio" (costituita da 72 stazioni) che parte della stessa, per un totale di n. 52 stazioni, è di proprietà dell'Autorità sperimentale del bacino del fiume Serchio e che, in quanto gestita in comodato d'uso dal Servizio Idrologico, non è stata indicata come altra rete in tabella 1, ma ricompresa all'interno della rete del SIR.

#### 4. INDIVIDUAZIONE DELLE STAZIONI CHE VANNO A COMPORRE LA RETE REGIONALE PER IL RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI – METODOLOGIA

##### **4.1. Ricognizione sulla consistenza della rete di monitoraggio esistente**

Ai sensi del citato DPCM 27.02.2004 che stabilisce che le Regioni accentrino presso il proprio Centro Funzionale i dati rilevati dalle reti di monitoraggio ricadenti nel proprio territorio, comprese quelle ad esse trasferite ai sensi del DPCM 24 luglio 2002, nonché quelle gestite da altri soggetti, per l'identificazione delle reti ottimali e significative a scala regionale, è stata svolta un'accurata e dettagliata ricognizione sulle reti esistenti, che ha portato a considerare i seguenti impianti:

- le stazioni di monitoraggio direttamente gestite dal Servizio Idrologico Regionale;
- la rete di monitoraggio del Serchio di proprietà dell'Autorità di Bacino sperimentale del fiume Serchio e oggetto di specifico accordo di comodato d'uso gratuito in favore del Servizio Idrologico Regionale;
- le stazioni agrometeorologiche di proprietà Arsia e da loro gestite;
- le stazioni ricadenti ai margini del territorio regionale, ma afferenti le reti di monitoraggio delle regioni limitrofe (quindi non in carico alla regione Toscana).

L'analisi condotta sul complessivo di dette stazioni ha così permesso di effettuare uno studio ottimizzato sull'intero territorio regionale anche in funzione di un futuro risparmio delle risorse economiche necessarie per il mantenimento di una rete di monitoraggio ottimale e significativa a scala regionale nell'ottica di una gestione unitaria della stessa.

Le elaborazioni di cui sopra, condotte in collaborazione con Arsia, Consorzio Lamma e Settore di Protezione Civile della Regione Toscana, sono state effettuate, per quanto riguarda le stazioni meteorologiche, mediante l'uso intensivo di software GIS, ed hanno permesso di individuare zone con maggiore densità di stazioni e maggiore dotazione sensoristica (molte stazioni, infatti, oltre al sensore pluviometrico dispongono anche di sensori anemometrici, igrometrici, termometrici, barometrici e per la misura della radiazione solare) ed altre a minore densità, definendo con precisione lo stato di fatto della rete attuale.

Per quanto riguarda le stazioni idrometriche esistenti queste possono essere distinte in stazioni dove annualmente vengono elaborate ed aggiornate le relative scale di deflusso in grado di fornire, quindi, oltre al livello idrometrico anche la portata liquida e stazioni con sola misura del livello idrometrico.

Il complesso delle stazioni analizzate ha interessato 518 stazioni dotate almeno di pluviometro, comprese quindi le stazioni idro-pluviometriche, le 133 stazioni plurisensori Arsia e le 23 stazioni delle regioni limitrofe, oltre le 79 stazioni solo idrometriche. Su tali stazioni sono attualmente installati oltre 1200 sensori per il rilevamento dei principali fenomeni meteo-climatici (pioggia, temperatura, vento, radiazione solare, ecc.).

In tabella 2 viene riepilogata la consistenza della rete attuale suddivisa per tipologia di sensore installato sulle varie stazioni. In Figura 1 si riporta la distribuzione spaziale di dette stazioni installate sul territorio regionale e in Figura 2 la serie storica dei dati rilevati associata ad ogni stazione.

TIPO	P	I	A	B	T	Ra	Ig
St. auto telemisura - Trasm. GPRS + Radio	29	8	13	6	29	9	25
St. auto telemisura - Trasm. Radio	357	122	98	41	170	85	140
St. auto telemisura - Trasm. GPRS	20	6	1	1	15	1	1
St. tradizionali-meccaniche	112	0	0	0	20	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>518</b>	<b>136</b>	<b>112</b>	<b>48</b>	<b>234</b>	<b>95</b>	<b>166</b>

**Tabella 2** – Consistenza della rete attuale suddivisa per sensori



CENTRO FUNZIONALE  
SERVIZIO IDROLOGICO REGIONALE

## RETE REGIONALE DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI IN TELEMISURA

**- RETE ATTUALE -**

### LEGENDA

- St. auto - Trasm. Radio + GPRS (35)
- St. auto - Trasm. Radio (429)
- St. auto - Trasm. GPRS (23)
- ▲ St. trad. - Memoria locale (112)

— Idrografia

Sensori installati su singola stazione

P=Pluviometro  
I=Idrometro  
T=Termometro  
Ig=Igorometro  
A=Anemometro  
B=Barometro  
Ra=Radiometro  
Ev=Evaporimetro



0 20 40 80 Km

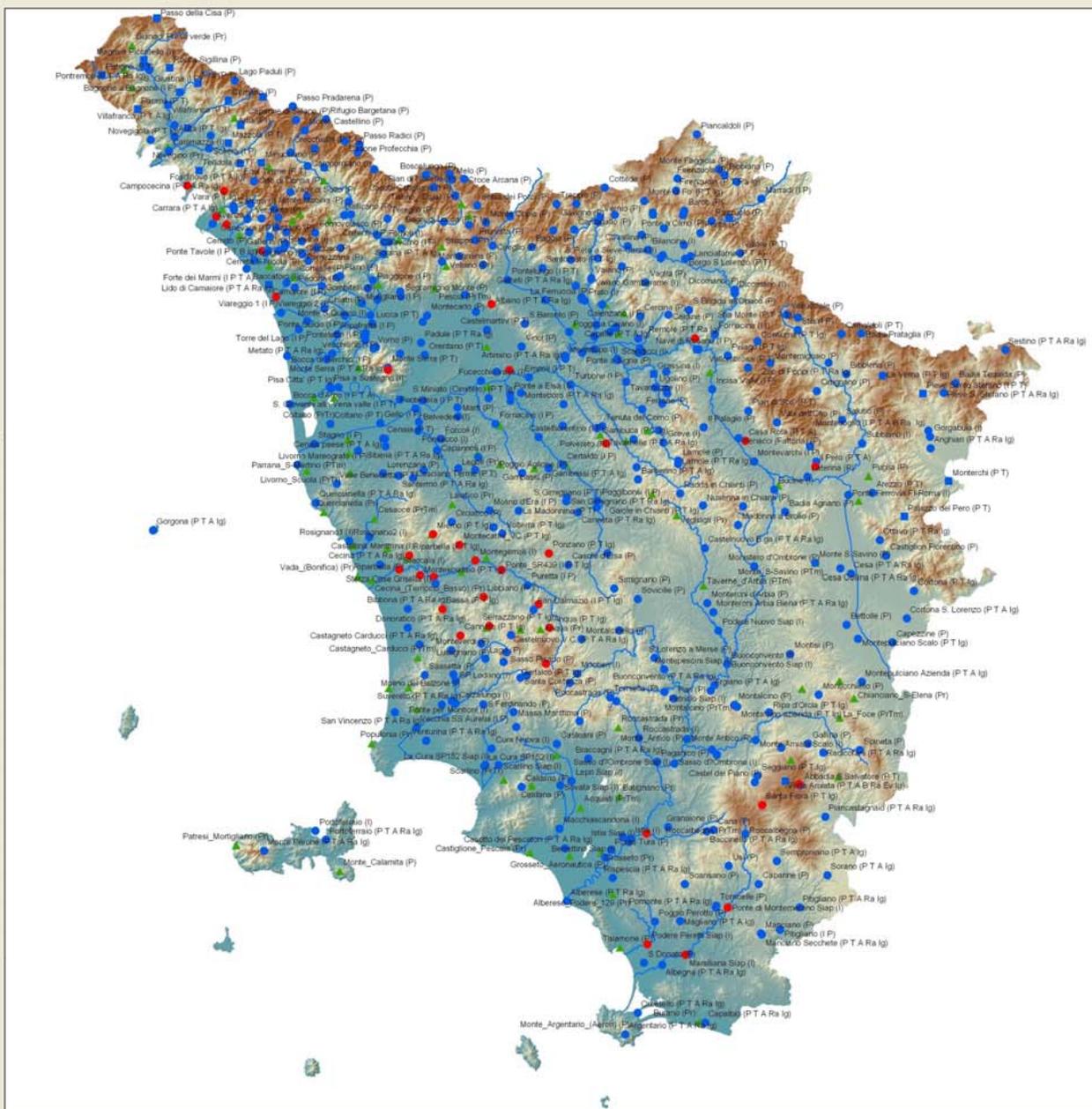


Figura 1 – La rete di monitoraggio attuale



CENTRO FUNZIONALE  
SERVIZIO IDROLOGICO REGIONALE

### RETE REGIONALE DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI IN TELEMISURA **- RETE ATTUALE -**

#### LEGENDA

- St. auto - Serie st. < 20 anni
- St. auto - Serie st. 21 - 50 anni
- ▲ St. trad. - Serie st. < 20 anni
- St. trad. - Serie st. 21 - 50 anni
- ▲ St. trad. - Serie st. 51 - 70 anni
- ▲ St. trad. - Serie st. 71 - 90 anni

— Idrografia

Sensori installati su singola stazione

P=Pluviometro  
I=Idrometro  
T=Termometro  
Ig=Ilgometro  
A=Anemometro  
B=Barometro  
Ra=Radiometro  
Ev=Evaporimetro



0 20 40 80 Km

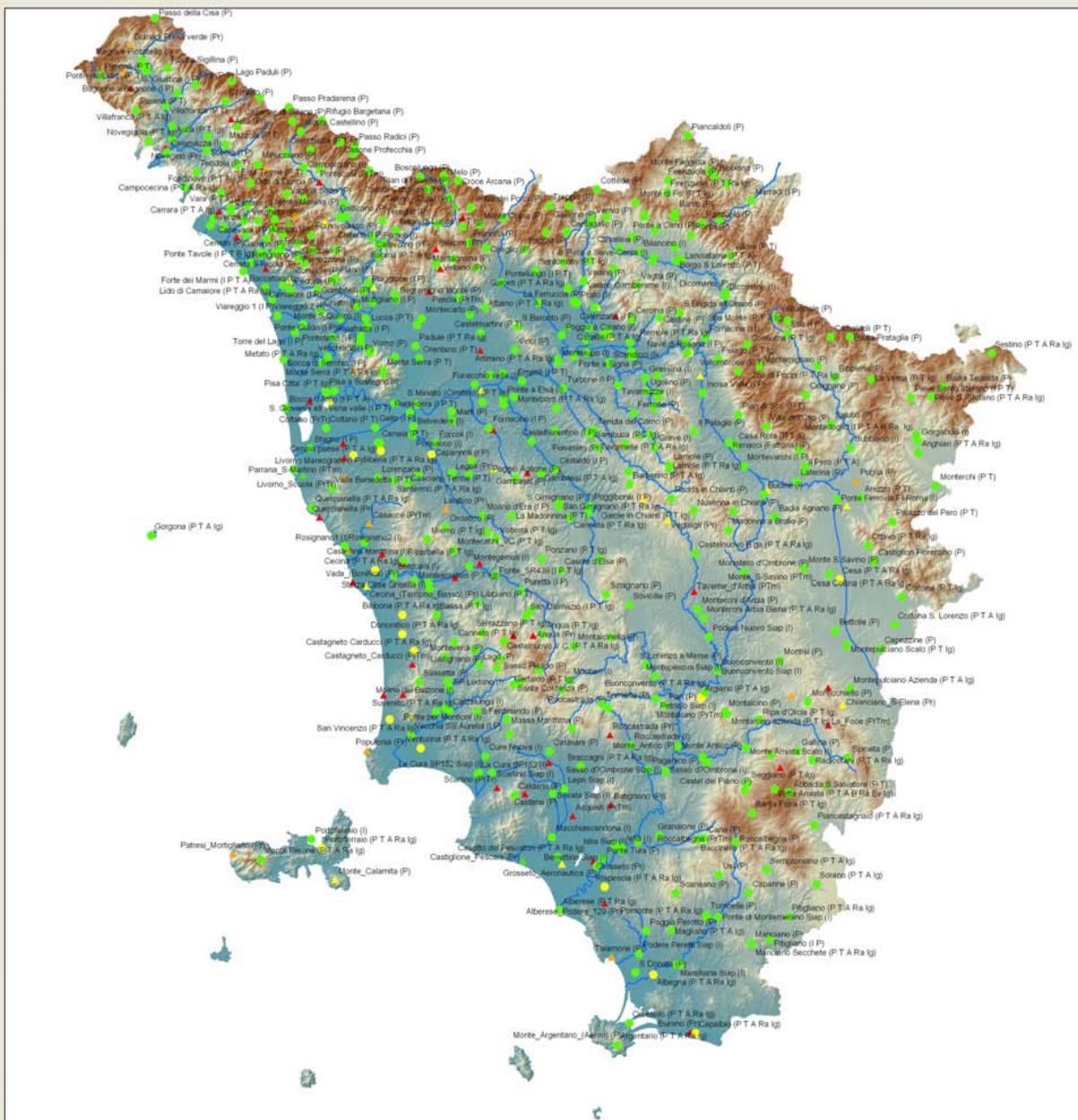


Figura 2 - Serie storiche dei dati rilevati associate alle stazioni di monitoraggio

#### 4.2. Densità spaziale delle stazioni di rilevamento meteorologiche e costruzione delle “zone geografiche”

La distribuzione delle stazioni di monitoraggio in una determinata regione è particolarmente importante, poiché dal loro numero e dalla loro ripartizione geografica deriva la rappresentatività delle misure nei confronti dell'afflusso globale delle precipitazioni sulla zona stessa (“Guida delle pratiche idrologiche” pubbl. WMO n. 168).

Per quanto concerne la densità spaziale ottimale delle stazioni di monitoraggio, secondo quanto indicato nelle “Norme tecniche per la raccolta e l’elaborazione dei dati idro-meteorologici” (Parte I), questa può variare da una stazione ogni 100 kmq per le zone di pianura fino a una stazione ogni 50 kmq per le zone di collina e di montagna. Tali considerazioni, tuttavia, non possono ritenersi assolute ma soggette ad una certa flessibilità, a seconda delle diverse condizioni meteorologiche, ambientali e di rischio; in particolare la complessità morfologica del territorio della Regione Toscana, le condizioni ambientali locali, diverse da area ad area, la variabilità micro e topo climatica, confermano una necessaria flessibilità rispetto a quanto indicato dal WMO. Al fine quindi di giungere ad una più precisa e specifica suddivisione del territorio regionale in funzione delle suddette peculiarità, questo è stato suddiviso in celle quadrate aventi superfici diverse in base alle caratteristiche morfologiche e climatiche delle zone che ogni cella ricopre che, comunque, vengono prese come riferimento e non come regola assoluta.

La disposizione topologica a maglie quadrate è quella che meglio consente di ricostruire la distribuzione spaziale di una grandezza di interesse (nel caso in esame, la pioggia). L’influenza della densità della rete di osservazione sulla precisione delle misure è particolarmente importante nel caso di osservazione pluviometriche. In effetti, l’esattezza delle misure di altezza di pioggia su una determinata regione dipende in gran parte dalla densità della rete dei pluviometri. La precisione delle misure dipende anche dalla variabilità naturale delle altezze di pioggia: più questa variabilità è grande, maggiore deve essere la densità della rete di osservazione per ottenere una precisione ed una affidabilità sufficiente a scala regionale. In particolare, questa variabilità è maggiore in zone montuose o dove sono più frequenti i rovesci temporaleschi, soprattutto durante le stagioni tardo-primaverile, estiva e inizio-autunnale.

Su tale base il territorio toscano è stato suddiviso in maglie a celle quadrate aventi dimensioni di 100 kmq per le zone pianeggianti (0-300 m slm) e di norma di 50 kmq per le zone collinari e montane (> 300 m slm).

Nel caso delle aree meteo, con cui la Regione Toscana è stata suddivisa ai fini della valutazione dei possibili effetti al suolo delle precipitazioni (DGRT 611/2006), denominate A e B (Toscana settentrionale) il territorio è stato suddiviso in maglie di 40 kmq per le zone collinari e montane in quanto queste due zone sono caratterizzate da una morfologia molto accentuata (presenza delle Alpi Apuane, Garfagnana, Lunigiana e Appennino Tosco-Emiliano) e da afflussi pluviometrici tra i più alti in Italia (Tabella 3).

AREA METEO	PIANURA (0-300m)	COLLINA (300-600)	MONTAGNA(> 600)
A	1 ogni 100 kmq	1 ogni 40 kmq	1 ogni 40 kmq
B	1 ogni 100 kmq	1 ogni 40 kmq	1 ogni 40 kmq
C	1 ogni 100 kmq	1 ogni 50 kmq	1 ogni 50 kmq
D	1 ogni 100 kmq	1 ogni 50 kmq	1 ogni 50 kmq
E	1 ogni 100 kmq	1 ogni 50 kmq	1 ogni 50 kmq
F	1 ogni 100 kmq	1 ogni 50 kmq	1 ogni 50 kmq

**Tabella 3** – Definizione del criterio di densità per area meteo (DGRT 611/2006)

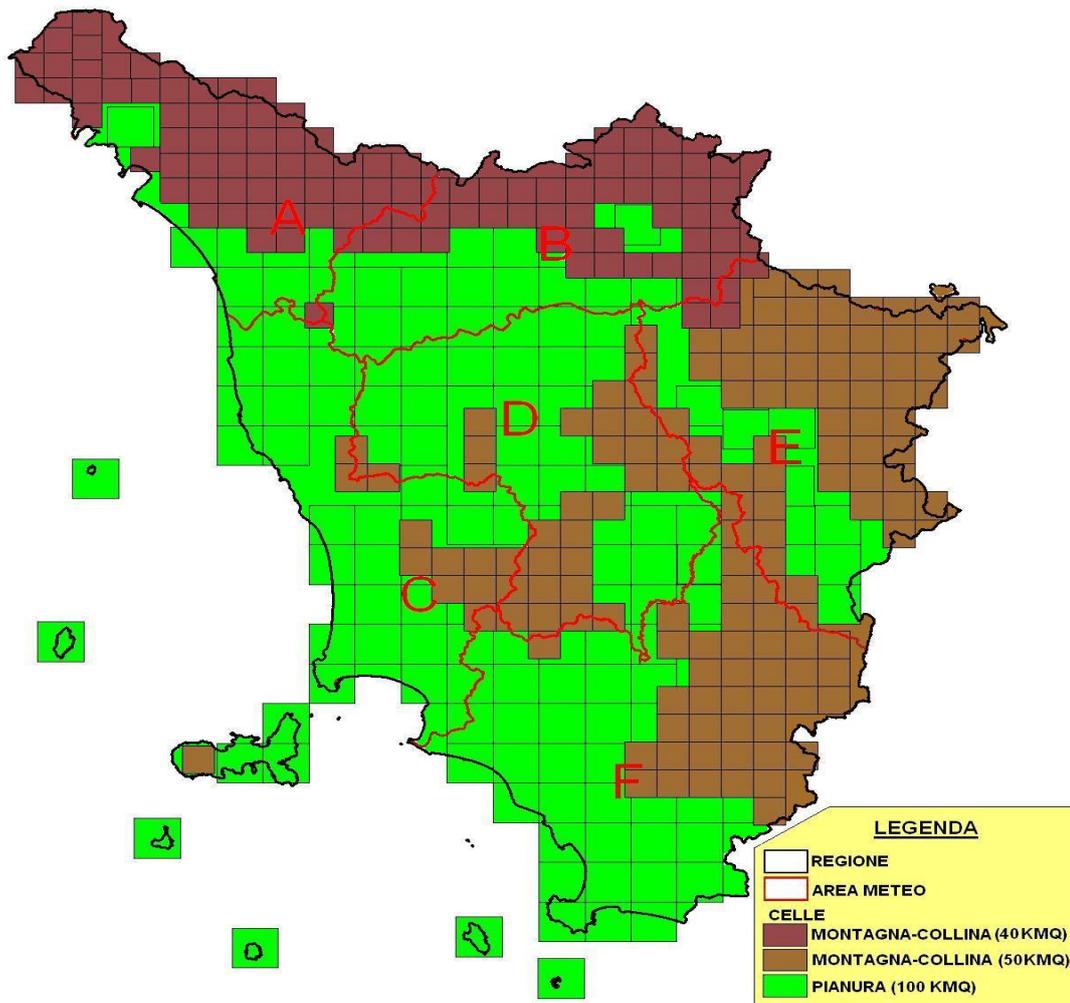
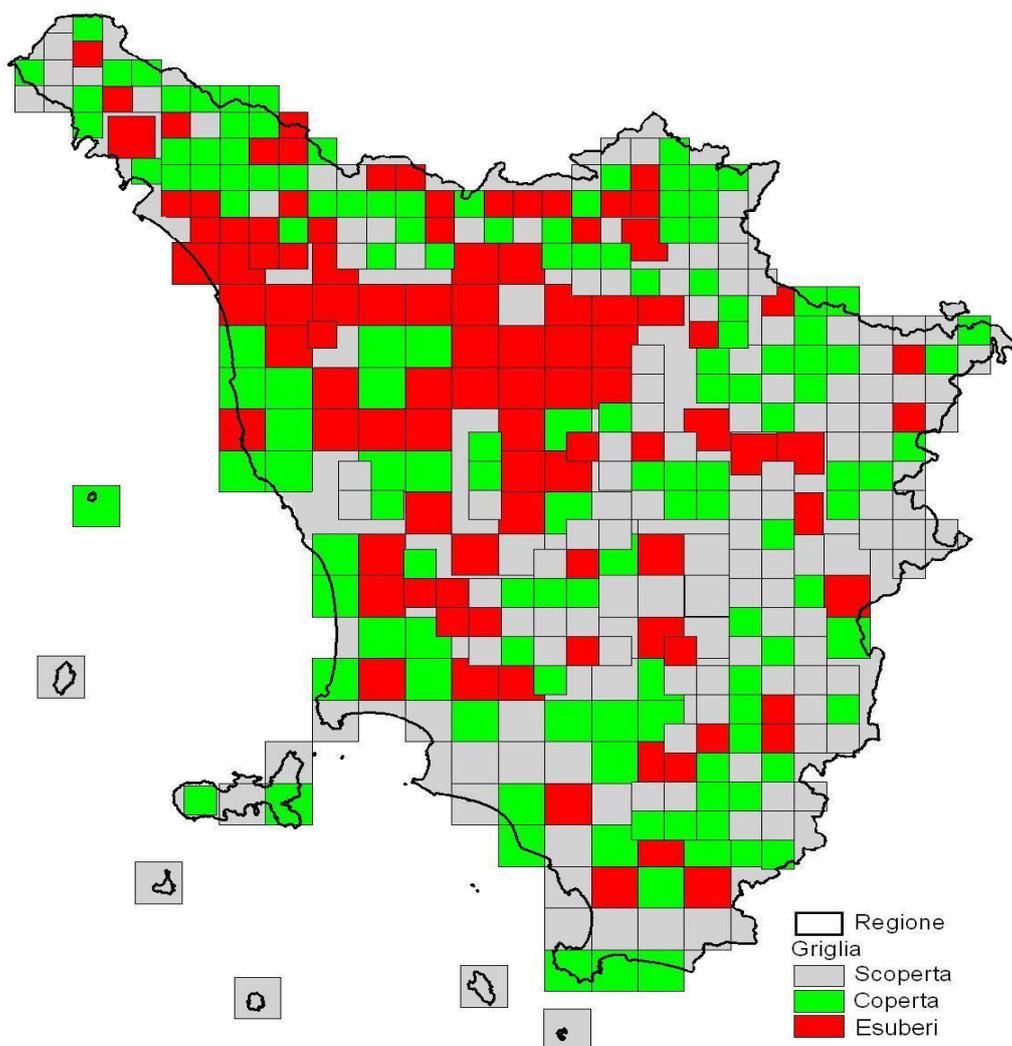


Figura 3 – Suddivisione in celle della Regione Toscana

#### 4.2.1. Sovrapposizione tra la griglia di riferimento e la rete esistente

Dopo aver costruito i 3 set di celle quadrate, di cui al paragrafo precedente, sono state analizzate tutte le stazioni automatiche presenti in ogni maglia (vedi figura 3); dall'analisi sono emersi tre possibili casi generali:

- **Zone coperte:** unicità di presenza all'interno della cella di riferimento, ovvero una stazione per cella
- **Zone scoperte:** nessuna stazione ricade nella cella di riferimento
- **Zone con esuberanti:** celle con numero di stazioni superiore a uno



**Figura 4** – Confronto tra le celle di progetto e la rete esistente

A questo punto l'indagine si è concentrata soltanto sulle celle dove risultano presenti più di una stazione (celle “con esuberi”) e su quelle in cui non insiste nessuna stazione (celle “scoperte”), come riassunto in tabella 4.

<b>GRIGLIA</b>	<b>Scoperte</b>	<b>OK</b>	<b>Esuberi</b>	<b>TOTALE</b>
<b>40 kmq</b>	28	51	28	<b>107</b>
<b>50 kmq</b>	76	48	16	<b>140</b>
<b>100 kmq</b>	31	39	54	<b>124</b>
<b>Totale</b>	135	138	98	<b>371</b>

**Tabella 4** – Confronto tra la rete attuale e le celle proposte

#### 4.2.2. Analisi delle celle con più stazioni ed individuazione delle stazioni prescelte

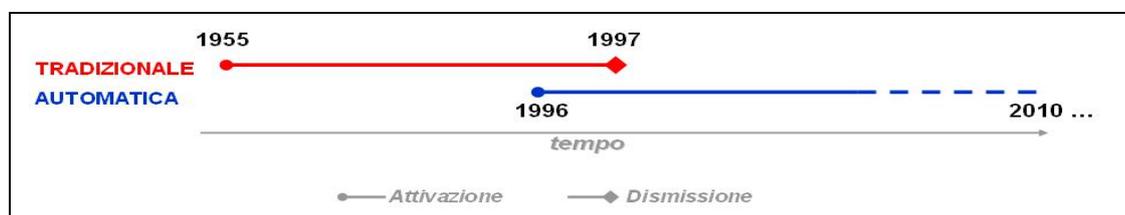
Premesso che per raggiungere gli obiettivi che il progetto si prefigge non è necessariamente indispensabile ricoprire ogni singola cella con una stazione, così come potrebbe accadere che su alcune celle debbano insistere più stazioni, in considerazione della complessità e della eterogeneità della consistente rete esistente, delle già indicate condizioni ambientali locali, diverse da area ad area, della variabilità micro e topo climatica, al fine di individuare le stazioni della rete di progetto si è proceduto alle analisi di seguito riportate.

Per le celle dove risultano presenti più stazioni contemporaneamente, le cosiddette celle con esuberi (98), è stata fatta un'accurata analisi di confronto tra dette stazioni al fine dell'identificazione della stazione più significativa afferente il territorio ricoperto dalla cella; tale analisi è stata condotta in funzione dei seguenti criteri con peso decrescente considerati complessivamente:

1. Stazione con presenza anche di idrometro automatico;
2. Posizione della stazione all'interno del bacino idrografico;
3. Stazione con importante serie storica dei dati, anche tramite correlazione con stazione tradizionale limitrofa (come di seguito descritto);
4. Numero di sensori installati oltre al pluviometro;
5. Presenza ulteriore di sistema di trasmissione dati GPRS oltre al sistema radio;
6. Grado di affidabilità, in termini tecnico-strutturali e di efficienza, della trasmissione dei dati.

Laddove non è stato possibile identificare una sola stazione per cella, sono state identificate anche due o più stazioni per singola cella, in funzione sia della fondamentale importanza delle serie storiche dei dati ad oggi acquisiti da alcune stazioni, sia della posizione strategica di alcune stazioni ricadenti all'interno di un bacino, sia infine della tipologia di sensoristica in dotazione ad alcune stazioni.

Per verificare se una serie storica importante di una stazione tradizionale, ovvero una disponibilità di dati registrati almeno cinquantennale e senza interruzioni, potesse essere associata ad una stazione automatica, sono state selezionate tutte le stazioni automatiche ubicate nelle vicinanze di stazioni tradizionali (attive e/o dismesse) costituite da pluviografi registratori (in larga parte) e da termografi. Per tali analisi sono state considerate anche alcune stazioni tradizionali dismesse, ma utili all'individuazione di tale continuità spazio-temporale; infatti, la dismissione di una certa stazione tradizionale può essere avvenuta in un periodo in cui era già stata installata una stazione automatica in telemisura nelle sue vicinanze (figura 5).



**Figura 5** – Relazione temporale tra stazione automatica e stazione tradizionale

Per determinare con esattezza l'ubicazione delle stazioni da inserire nella rete di progetto, risulta di fondamentale importanza selezionare tra le stazioni "storiche" (di tipo tradizionale) quelle che hanno una serie storica lunga; a tali stazioni, sulla base dell'esperienza maturata nel corso degli

anni da parte dei tecnici del Servizio Idrologico Regionale, sono state affiancate stazioni automatiche in telemisura aventi condizioni “geo-morfologiche” simili.

L’analisi di prossimità spaziale tra le stazioni tradizionali e le stazioni in telemisura è stata affrontata sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico. Infatti la correlabilità tra una stazione in telemisura ed una tradizionale è stata identificata ogniqualvolta le due stazioni risultano ad una distanza planimetrica massima di 3000 m e con un dislivello in quota massimo di 100 m.

Con tali condizioni sono state individuate 34 stazioni tradizionali correlabili ad altrettante stazioni in telemisura; successivamente, per le sole stazioni ricadenti in pianura, è stato ritenuto opportuno aumentare la suddetta soglia di corrispondenza planimetrica: aumentando la distanza da 3 a 5 km, sono state individuate altre 15 stazioni tradizionali correlabili a stazioni in telemisura, portando così il numero totale di stazioni tradizionali da dismettere da 34 a 49 unità.

Vale la pena di rimarcare come la stazione o, in alcuni casi, le stazioni scelte come le più rappresentative tra quelle presenti nella stessa cella, caratterizzino effettivamente la pioggia che cade nella porzione di territorio ricompreso nella cella in esame. Infatti, sono state condotte specifiche analisi sugli afflussi meteorici annuali per ciascuna delle stazioni ricadenti nella stessa cella per individuare la correlazione tra la stazione prescelta (la più caratteristica) e le altre; in tal modo si garantisce anche la continuità storica dei dati, laddove siano verificate le condizioni geografico-morfologiche precedentemente descritte.

L’analisi condotta su un campione significativo di stazioni (tradizionali e automatiche), ha infatti evidenziato una stretta correlazione con le stazioni vicine, ed in particolare con quelle ricomprese all’interno di 3 Km di distanza. Il calcolo è stato effettuato prendendo in considerazione la pioggia cumulata annua registrata su un certo numero di anni consecutivi, sia nelle stazioni tradizionali sia in quelle vicine in telemisura. Dal confronto di questi valori si è potuti risalire ad una differenza media percentuale tra le piogge registrate in corrispondenza di dette stazioni vicine, variabile intorno al 10%, valore che evidenzia l’esistenza di una stretta correlazione tra le stazioni analizzate. Si evidenzia che tale correlazione risulta tanto maggiore quanto minore è la differenza di quota tra le due stazioni in analisi.

L’applicazione dei criteri elencati ha portato ad escludere dalla nuova Rete un totale di 89 stazioni automatiche (delle quali 49 gestite dal Servizio Idrologico, 36 dall’ARSIA e 4 di proprietà di altri Enti); tra le 49 stazioni del Servizio Idrologico, ne sono state individuate 34 (elenco in Tabella 5 e Tabella 8, per gli idrometri) da ricollocare nei nuovi siti proposti.

Si evidenzia, nel merito, che l’esclusione delle suddette stazioni dalla rete di progetto non pregiudica la perdita di nessuna serie storica, in quanto per ognuna delle stazioni in esubero escluse dalla rete è stata identificata, con la procedura precedentemente descritta, una specifica associazione con una stazione automatica nelle vicinanze, quale garanzia di un ideale trasferimento di tutti i dati fino ad oggi registrati dalle stazioni in esubero verso queste stazioni automatiche incluse nella rete di progetto. In tale modo viene mantenuta la continuità di tutte le serie storiche dei dati registrati.

IDSTAZIONE	NOME	SENSORI
TOS01002309	Sasso Pisano	P
TOS01000799	Laterina	P
TOS01000925	Marcoiano	P T Ig
TOS01001095	Firenze Genio Civile	P
TOS01001115	Lamole	P
TOS01001136	Ugolino	P

IDSTAZIONE	NOME	SENSORI
TOS01001141	Antella	P T
TOS01001147	S.Colombano	P T A Ba Ra Ig
TOS01001212	Capalle	P T A Ig
TOS01001249	Cireglio	P
TOS01001291	S.Donato in Poggio	P T
TOS01001311	Tenuta del Corno	P
TOS01001391	Casole d'Elsa	P
TOS01001491	S.Miniato (Cimitero)	P T Ig
TOS01001521	Marti	P
TOS01001751	Ghizzano di Peccioli	P T
TOS01001781	Casciana Terme	P T
TOS01001801	Monte Serra	P T
TOS01001849	Segromigno Monte	P
TOS01001861	Montecarlo	P
TOS01001916	Cenaia	P T
TOS01001921	Lorenzana	P
TOS01002104	Montecastelli_P	P T Ig
TOS01002201	Montescudaio	P T Ig
TOS02000228	Alpe S. Pellegrino	P
TOS01002331	Serrazzano	P T Ig
TOS02000237	Monte Macina	P
TOS02000106	Pedona	P
TOS02000085	Cerreta S. Nicola	P
TOS02000381	Pian di Novello	P

**Tabella 5** – Elenco delle 30 stazioni da spostare

È opportuno precisare che alcune delle stazioni non ricomprese nella rete di rilevamento (34 unità, cfr. tabelle 5 e 8) saranno smontate e ricollocate nei nuovi siti già individuati (tabelle 6 e 7) all'interno delle celle scoperte; le stazioni da spostare sono state individuate, tra quelle in esubero, privilegiando le stazioni di proprietà del Servizio Idrologico Regionale, per un totale di 29 unità, e secondariamente le stazioni di proprietà dell'Autorità di Bacino del Serchio, per un totale di 5 unità.

Queste ultime stazioni, così come già descritto al paragrafo 4.1., sono attualmente gestite dal Servizio Idrologico Regionale sulla base di uno specifico accordo di comodato d'uso gratuito stipulato con la stessa Autorità di Bacino del Serchio.

Le stazioni di proprietà Arsia incluse nella rete di rilevamento saranno in una fase successiva adeguate agli standard tecnologici previsti dal presente progetto sulla base di quanto concordato con tale soggetto proprietario; per quanto concerne le stazioni incluse nella rete di progetto e di proprietà di altri Enti preme sottolineare che queste saranno oggetto di specifici accordi con gli Enti interessati al fine di un adeguamento delle singole stazioni agli stessi standard previsti per le altre stazioni ricomprese nella rete di progetto.

### 4.2.3. Analisi delle celle scoperte

Nel caso delle celle scoperte sono state eseguite valutazioni più approfondite per verificare quelle in cui c'è effettivo bisogno di almeno una stazione e quelle che possono rimanere scoperte; infatti, tra queste ultime, vi sono alcune celle di bordo, in particolare nella zona di confine tra la Toscana e le regioni limitrofe, in cui non c'è alcuna necessità impellente della presenza di una nuova stazione, sia per la loro posizione geografica marginale sia per le caratteristiche climatiche della zona stessa.

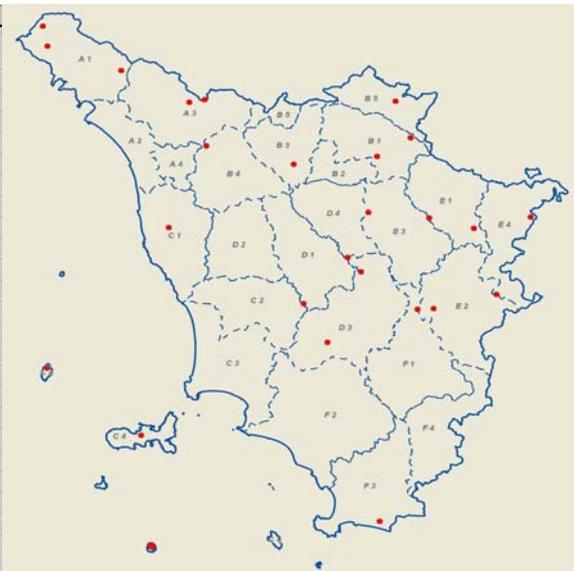
Per il gruppo di celle scoperte (30 unità) sulle quali è prevista l'installazione di una nuova stazione meteorologica, sono state individuate alcune stazioni di tipo tradizionale (8 unità) per le quali si programma la loro trasformazione in stazione automatica in telemisura e completa dal punto di vista della dotazione di sensori (v. elenco tabella 6); in tal modo, sfruttando il sito, si garantisce anche una continuità temporale dei dati storici.

IDCELLA	ID	TIPO	IDSTAZIONE	NOME	Quota	serie storica
82_10	82	10	TOS10002970	Alberese_Podere_129	20	1937
84_10	84	10	TOS10002570	Batignano	163	1927
303_7	303	7	TOS10000690	Montepulciano	607	1925
211_10	211	10	TOS10002620	Monte_Oliveto	401	1934
44_7	44	7	TOS10002015	Castellina_Marittima	339	1921
45_7	45	7	TOS10002000	S-Luce	200	1921
96_6	96	6	TOS10001550	Stiappa	627	1926
120_6	120	6	TOS10001240	Piteccio	235	1921

**Tabella 6** – Elenco delle stazioni tradizionali da trasformare in automatiche (in arancio le stazioni dismesse)

Per le rimanenti 22 celle scoperte (v. elenco tabella 7), è stata progettata l'installazione di una nuova stazione in specifiche località individuate all'interno di ogni cella, prediligendo, ove possibile, la zona di alimentazione dei vari sottobacini idrografici.

IDCELLA	TIPO	LOCALITA'
6	6	Cervara
86	6	Pizzorne
79	6	Renaio
89	6	Foce a Giovo
166	6	Monte Giovi
5	6	Pietra Piccata
39	6	S. Vic. Fungara
182	6	Castagneto
270	7	Serre di Rapolano
289	7	Rigomagno
358	7	La Villa
208	7	Vagliagli
187	7	Castellina in Chianti
160	7	Monticiano
140	7	Mensano
327	7	Montecchio
338	7	Alta S. Egidio
212	7	Poggio alla Croce
295	7	CimaBottigliana
6	10	S. Martino
5	10	Montecristo
1	10	Capraia Isola
		F. Chiarone
		Ponte de' Baldi
		T. Tora
		F. Santerno



**Tabella 7** – Elenco e mappa delle 26 località dove installare nuove stazioni automatiche

Come già descritto nel paragrafo precedente, le stazioni da installare nei 34 nuovi siti individuati saranno recuperate tramite ricollocamento dalle stazioni in esubero (vedi elenco riportato in tabella 6) che non fanno parte della rete di progetto.

### 4.3. Rilevamento dei dati idrometrici

La rete di rilevamento dei dati idrometrici fornisce informazioni indispensabili sia in termini di monitoraggio dei livelli idrometrici, con riferimento, ad esempio, alle attività in materia di difesa del suolo, polizia idraulica, servizio di piena e di pronto intervento idraulico ai sensi della LR 91/98, sia in termini di monitoraggio dei deflussi liquidi superficiali utili alla definizione della disponibilità della risorsa idrica.

Per quanto riguarda la consistenza attuale della rete di rilevamento dei dati idrometrici essa deriva dall'attuazione, avvenuta nel corso dell'ultimo decennio, del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico di cui al DPCM 15/12/1998, ai sensi dell'articolo 1 della legge 267/1998. Tale programma aveva tra i suoi punti nodali, per quel che riguarda il monitoraggio idrometrico, la conoscenza dei livelli in tempo reale nei principali corsi d'acqua allo scopo di ottenere un *“miglioramento della capacità nazionale di previsione e gestione delle catastrofi idrogeologiche, con l'obiettivo prioritario di migliorare l'efficacia degli interventi di Protezione Civile”*.

Con DGRT 100/2010, la Regione Toscana, ha individuato inoltre, in attuazione al D.M. 56/2009, nell'ambito delle stazioni idrometriche già esistenti, i nodi significativi del reticolo idrografico dove rendere disponibili oltre ai livelli idrometrici i dati quantitativi in termini di portate liquide.

Nell'ambito del processo di ottimizzazione e razionalizzazione della rete di rilevamento dati idro-meteorologici in atto su tutto il territorio regionale è stata condotta una dettagliata analisi a scala di bacino idrografico che, tenuto conto anche delle serie storiche delle singole stazioni, ha permesso di individuare eventuali punti di criticità dell'attuale sistema o ulteriori necessità in relazione alle attività di cui sopra .

Tali criticità si sono tradotte nella necessità di procedere allo spostamento di alcune stazioni (vedi tabella 8) da corsi idrici nei quali erano presenti stazioni idrometriche che facevano riferimento allo stesso tratto funzionale (idrometri coincidenti o posti a pochi chilometri di distanza sullo stesso corso d'acqua) a corpi idrici superficiali che, al contrario, ne risultavano completamente scoperti o con tratti idraulici troppo estesi per essere rappresentati da un unico punto di misura.

A queste prime necessità seguiranno, nell'ambito della legge di riordino in materia di difesa del suolo, opportuni approfondimenti in termini, ad esempio, del rischio idraulico presente sul territorio, della suddivisione in tronchi funzionali, della classificazione degli stessi, che dovranno tenere in considerazione in maniera organica dell'insieme delle risposte che deve fornire la rete in telemisura idrometrica a scala regionale.

IDSTAZIONE	NOME	SENSORI
TOS01005671	Buonconvento Siap	I
TOS01005792	Sasso d'OmbroneSiap	I
TOS03005821	Istia Siap	I
TOS01005345	Rosignano 1	I

**Tabella 8** – Elenco dei 4 idrometri da spostare

## 5. INDIVIDUAZIONE DELLA RETE REGIONALE DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI E DELLE SUE COMPONENTI

### 5.1. Descrizione della rete e delle sue componenti

Le analisi condotte e descritte nel paragrafo precedente hanno portato ad individuare “La rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici” ed i suoi singoli elementi costitutivi da sottoporre ad approvazione con atto della Giunta Regionale.

La rete nel suo complesso e le singole componenti sono rappresentate in figura 4.

Al fine di ottimizzare le attività di prevenzione e previsione a supporto della Protezione Civile e contenere allo stesso tempo i costi di investimento e di spesa corrente, sono state differenziate su più livelli le modalità trasmissive dei dati delle singole stazioni:

- stazioni con doppio sistema di trasmissione (radio + GPRS);
- stazioni a modalità singola (radio);
- stazioni in memoria locale.

Nella tabella seguente (tabella 9) è riportata la consistenza della rete di progetto, con la suddivisione delle stazioni in funzione degli attuali gestori:

Tipo	STAZIONI						
	Tot	SIR	ARSIA	Liguria	Umbria	Lazio	EmR
St. auto telemisura - Trasm Radio+GPRS	240	183	46	2	1	2	6
St. auto telemisura - Trasm Radio	192	131	51	1	1	0	6
St. tradizionali con memoria locale	63	63	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>495</b>	<b>377</b>	<b>97</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>12</b>

Tabella 9 – Consistenza della costituenda Rete Regionale

Per quanto riguarda la dotazione dei sensori di ogni singola stazione in figura 6 sono riportati i sensori attualmente installati; con l'attuazione del progetto, a regime, si prevede che almeno le stazioni con doppio sistema di trasmissione, a supporto della protezione civile, siano implementate con i sensori più significativi in funzione della loro ubicazione geografica. Tale progetto riguarderà una fase successiva in relazione alle disponibilità economiche future.

Si evidenzia che le stazioni incluse nella rete regionale di progetto saranno dotate di sistemi di acquisizione dei dati, di apparecchiature hardware e software per il loro trattamento e sistemi di trasmissione (radio e GPRS) totalmente aperti (non proprietari) e dotati di ampia flessibilità, che permetteranno da un lato la facilitazione degli interventi da remoto per il ripristino in caso di eventuale malfunzionamento, dall'altro la possibilità (ad oggi non disponibile) di interrogare singole stazioni o sottogruppi di stazioni anche al di fuori del programmato ciclo di interrogazione dell'intero sistema, al fine di ottenere informazioni in tempo reale in caso necessità (es. emergenze meteo-idrologiche).

Si riportano infine in tabella 10 le stazioni che non rientreranno nella Rete di progetto suddivise in base agli attuali gestori.

Tipo	STAZIONI						
	Tot	SIR	ARSIA	Liguria	Umbria	Lazio	EmR
St. in esubero (auto)	55	15	36	0	0	1	3
St. in esubero (trad)	49	49	0	0	0	0	0
St. da spostare	34	34	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>138</b>	<b>98</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

Tabella 10 – Elenco delle stazioni in esubero

Con riferimento a quest'ultima tabella 10, per quanto riguarda le stazioni in esubero di proprietà di altri Enti (Arsia e altre Regioni) sarà cura del soggetto proprietario la scelta del mantenimento o della dismissione di tali stazioni in funzione delle proprie esigenze. In caso di interesse da parte di detti Enti, tali stazioni continueranno pertanto a svolgere il loro servizio nello stesso sito e con gli stessi sensori attualmente installati.



CENTRO FUNZIONALE  
SERVIZIO IDROLOGICO REGIONALE

## RETE REGIONALE DI RILEVAMENTO DEI DATI IDRO-METEOROLOGICI IN TELEMISURA

**- RETE DI PROGETTO -**

### LEGENDA

- St. auto - Trasm. Radio+GPRS (240)
- St. auto - Trasm. Radio (190)
- St. auto ricollocata
- ▲ St. trad. - Memoria locale (63)
- Idrografia

### Sensori installati su singola stazione

P=Pluviometro  
I=Idrometro  
T=Termometro  
Ig=Ilgrometro  
A=Anemometro  
B=Barometro  
Ra=Radiometro  
Ev=Evaporimetro



0 20 40 80 Km

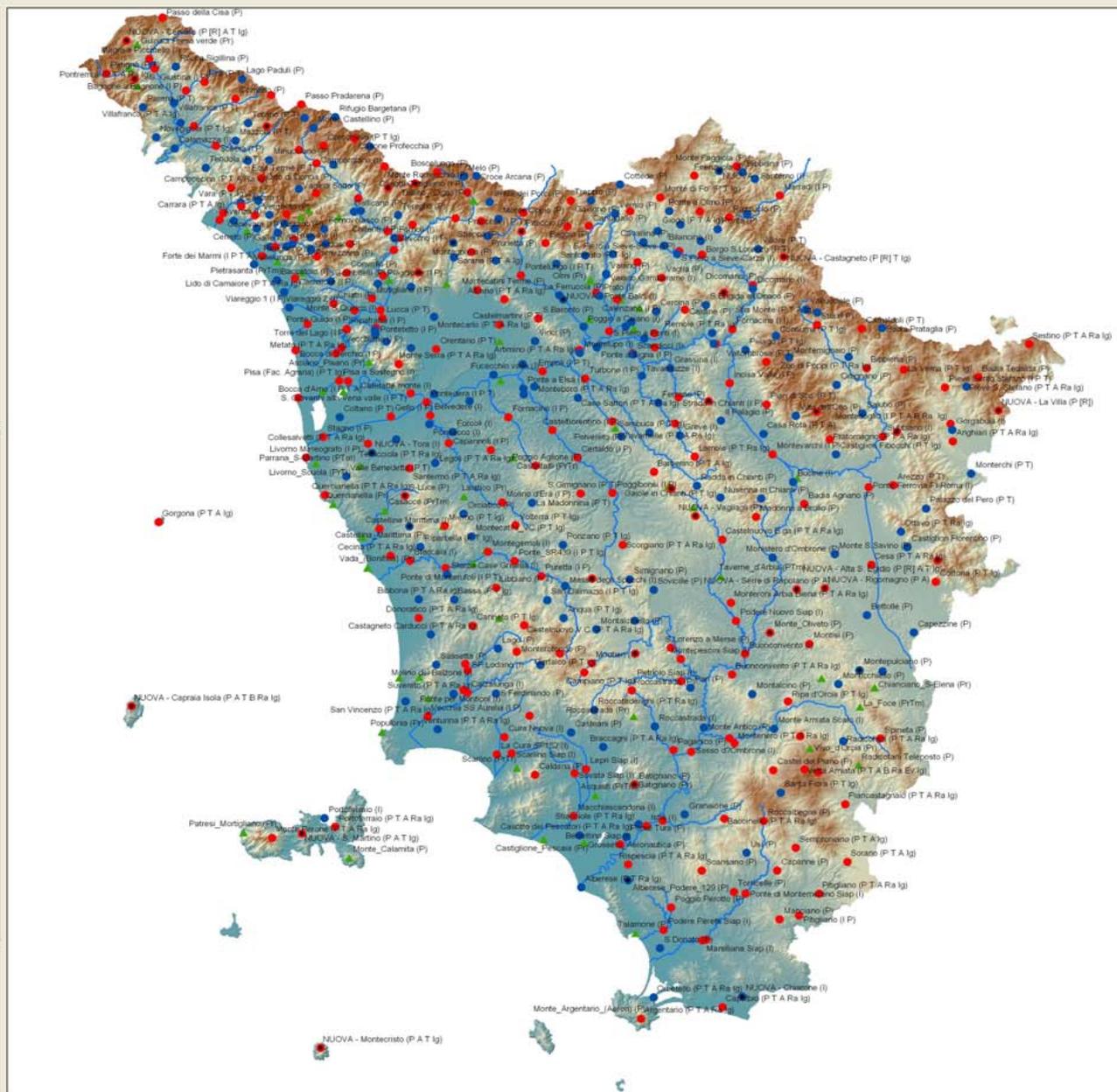


Figura 6 – Progetto della rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici



RETE REGIONALE  
DI RILEVAMENTO DEI DATI  
IDRO-METEOROLOGICI  
IN TELEMISURA

**- RETE DI PROGETTO -**

**LEGENDA**

- St. auto - Serie st. < 20 anni
- St. auto - Serie st. 21 - 50 anni
- St. auto - Serie st. 51 - 70 anni
- St. auto - Serie st. 71 - 90 anni
- St. trad. - Memoria locale**
- ▲ St. trad. - Serie st. < 20 anni
- ▲ St. trad. - Serie st. 21 - 50 anni
- ▲ St. trad. - Serie st. 51 - 70 anni
- ▲ St. trad. - Serie st. 71 - 90 anni
- ▲ St. auto ricollocata
- ★ Serie storica derivata da correlazione con St. Trad.

— Idrografia

Sensori installati su singola stazione

P=Pluviometro

I=Idrometro

T=Termometro

Ig=Igmometro

A=Anemometro

B=Barometro

Ra=Radiometro

Ev=Evaporimetro

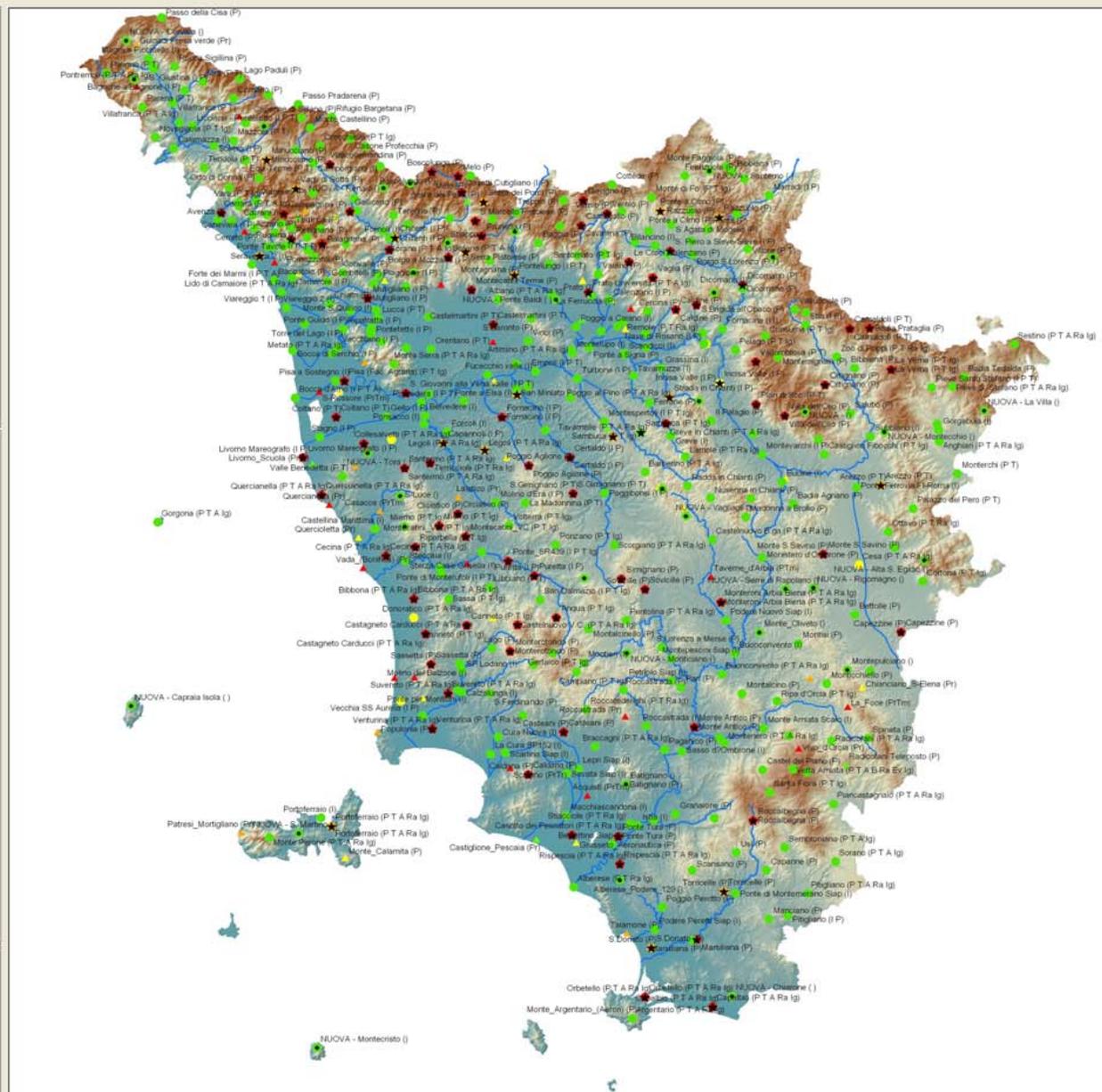


Figura 7 - Serie storiche dei dati rilevati dalle stazioni o derivanti da correlazioni tra stazioni automatiche e tradizionali

### **5.1.1. Le stazioni in telemisura: stazioni con doppio sistema di trasmissione dati (radio + GPRS) e stazioni a modalità singola (radio)**

Per assicurare un'ottima funzionalità del sistema, anche e soprattutto in condizioni ambientali avverse, sono stati previsti sistemi di ridondanza dei vettori trasmissivi e degli elementi nodali della rete in telemisura.

A tale scopo, per un gruppo di stazioni ritenute più significative incluse nella costituenda rete di progetto primaria, è prevista l'installazione sia di apparecchiatura GPRS (General Packet Radio Service) che di sistemi radio con conseguente doppia modalità di trasmissione dei dati rilevati.

Tali stazioni, 240 (di cui 19 gestite da altre regioni) su 432 stazioni totali automatiche, sono state individuate basandosi su criteri di omogeneità territoriale, in funzione della presenza di serie storiche per singola stazione e in relazione all'ubicazione della stazione all'interno del bacino idrografico. In base a quest'ultimo criterio, sono state prese in maggior considerazione le stazioni ricadenti nella parte alta di ogni bacino idrografico, rappresentando questa la zona di maggior alimentazione del sistema idrografico. In particolare, sono state considerate le 25 zone di allerta omogenee con cui la Regione Toscana è stata suddivisa ai fini della valutazione dei possibili effetti al suolo (DGRT 611/2006): in ogni zona sono state individuate almeno 7-8 stazioni aventi tutte le caratteristiche di "idoneità" sopra elencate al fine dell'installazione del doppio vettore di trasmissione dei dati (GPRS + radio).

In tutti gli altri casi le stazioni avranno modalità di trasmissione singola via radio.

### **5.1.2. Le stazioni tradizionali in memoria locale**

In conseguenza di tale riorganizzazione della rete, è stato possibile progettare la dismissione di 49 stazioni tradizionali correlabili con stazioni automatiche incluse nella Rete di progetto; in tale modo viene garantita la continuità temporale della serie storica che sarà appunto mantenuta attraverso l'acquisizione dei dati termo-pluviometrici da parte delle suddette stazioni automatiche come descritto al punto 4.3.1.

Si evidenzia che l'esclusione di tali stazioni tradizionali dalla rete di progetto non pregiudica la perdita di nessuna serie storica, in quanto l'associazione stazione automatica – stazione tradizionale descritta precedentemente, garantisce un ideale trasferimento di tutti i dati fino ad oggi registrati dagli strumenti meccanici tradizionali verso le stazioni automatiche correlate e quindi una continuità della serie storica.

Per le rimanenti stazioni tradizionali non dismissibili, per un totale di n. 63 unità, al fine del mantenimento delle serie storiche pregresse nonché per garantire la copertura omogenea del territorio sotto il profilo pluviometrico, è stato progettato il loro adeguamento tecnologico a stazioni automatiche a registrazione locale, senza cioè l'apparato trasmissivo dei dati acquisiti.

## **6. ADEGUAMENTO E AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO DELLE RETI ESISTENTI**

### **6.1. Indizione di gara di appalto ad evidenza pubblica**

Il Servizio Idrologico sta procedendo alla predisposizione degli atti per l'indizione di una gara di appalto ad evidenza pubblica che riguarda le stazioni gestite direttamente dal servizio stesso e che comprenda sia gli interventi volti all'ottimizzazione ed all'adeguamento tecnologico delle stazioni e dell'intera infrastruttura informatica-trasmissiva esistenti, sia il relativo servizio di manutenzione e gestione della rete.

Tale gara avrà una forte valenza anche per il futuro adeguamento tecnologico della porzione di rete agrometeorologica gestita attualmente dall'Arsia e che dovrà essere dotata degli stessi standard della rete regionale per poter far parte della rete regionale stessa. Infatti la stessa sarà predisposta nella forma di appalto di interesse generale (ai sensi dell'art. 42 della L.R. 38/2007) al fine di consentire la possibilità di adesione alle condizioni contrattuali risultanti dall'aggiudicazione della stessa da parte di Enti, Aziende, Agenzie Regionali ed Enti Locali toscani.

Al fine di raggiungere l'obiettivo di convertire il sistema di monitoraggio da "sistema proprietario" a "sistema aperto" e avere a disposizione una rete che possa essere "modulare" e al tempo stesso "intercambiabile", facilmente adeguabile ed aggiornabile, sono state esaminate più soluzioni, anche in collaborazione con il Settore Contratti della Regione.

A conclusione delle diverse considerazioni effettuate si ritiene che la soluzione ottimale, e che in tale ambito si prospetta, sia quella che prevede da un lato l'indizione di una gara di appalto di durata triennale con adeguamenti strumentali in lotti successivi e relativa manutenzione sulla nuova rete, e dall'altro la gestione, al di fuori della gara, della fase transitoria attraverso la manutenzione del vecchio sistema verso l'assetto a regime nel triennio.

Tale approccio è l'unico in grado di garantire l'applicazione del principio di reale concorrenza fra le ditte partecipanti, attraverso la previsione sia di risorse per interventi di adeguamento ed aggiornamento della rete nell'ambito della gara, sia di risorse per la gestione della fase transitoria per la quale si procede ad affidamento diretto, al di fuori della gara, della manutenzione dei lotti non ancora adeguati.

In questo modo si riescono a coniugare le diverse esigenze ed a contenere la spesa di investimento che viene dilazionata su tre annualità.

Viene ad essere infine scongiurato il rischio di interruzione nella registrazione dei dati e vi sono certezze nei tempi di messa a regime del sistema con garanzia operativa nella gestione della fase transitoria di passaggio dall'attuale al nuovo sistema.

### **6.2. Obiettivi e contenuti**

Per realizzare una prima "Rete regionale di rilevamento dei dati idro-meteorologici", in attesa della definizione della proposta di legge relativa al riordino della disciplina della difesa del suolo, al fine di disporre di una rete che a livello regionale risponda a precisi requisiti tecnici e di copertura omogenea sul territorio, si rendono necessari interventi volti all'ottimizzazione ed all'adeguamento tecnologico delle stazioni e dell'intera infrastruttura informatica-trasmissiva esistenti.

Tale progetto di adeguamento tecnologico si pone i seguenti obiettivi:

- mantenimento del sistema al più alto livello prestazionale di efficienza ed aggiornamento tecnologico delle varie componenti del sistema in gran parte risalenti a circa 20 anni fa;

- capacità di ridurre al minimo i tempi di trasmissione dei dati (tempo di risposta del sistema) passando dagli attuali circa 30 minuti di ritardo ad un ritardo previsto al di sotto dei 5 minuti.
- capacità di ridurre al minimo i tempi di intervento sul sistema stesso in caso di eventuale fuori servizio con potenziamento della possibilità di gestione degli apparati da remoto;
- sostituzione e/o adeguamento delle attuali attrezzature e dei relativi protocolli di trasmissione, gestione e archiviazione dei dati rilevati (sia “a bordo” di ogni singola stazione sia in centrale di ricezione e accentrimento dei dati stessi), con analoghi apparati dotati di protocolli standard, e quindi corredati di adeguata e nota documentazione tecnica e perciò non più proprietari della ditta fornitrice;
- flessibilità ed apertura dei sistemi di acquisizione e comunicazione con conseguente facilità di gestione della rete e fruibilità del dato in ogni istante da parte della centrale primaria e di tutti i centri secondari;
- limitare il numero dei software e firmware da utilizzare per il trattamento e la visualizzazione dei dati acquisiti per i quali è necessaria apposita licenza d’uso attraverso lo sviluppo e l’utilizzo di applicativi open source;
- assicurare l’effettiva disponibilità delle parti di ricambio utilizzate garantendo un approvvigionamento completamente compatibile con quanto offerto dal mercato indipendentemente dai diritti proprietari dovuti a copyright senza pregiudicare la funzionalità del sistema;

Al fine di traguardare i suddetti obiettivi il progetto si compone dei seguenti punti nodali:

- A. forniture, installazioni, manodopera e servizi, acquisizione di permessi e pagamento di oneri vari per l’aggiornamento della rete strumentale (compresi gli spostamenti e l’adeguamento delle stazioni tradizionali) e del sistema di acquisizione dei dati;
- B. assistenza tecnica e manutenzione della rete strumentale e del nuovo sistema di acquisizione dati.

Indicativamente i lavori potranno essere realizzati secondo i seguenti lotti:

- lotto “*Toscana Nord*” che comprende le stazioni ricadenti nei bacini che vanno dal Serchio al Magra compresi,
- lotto “*Toscana Centro*” comprendente l’intero bacino dell’Arno e dei suoi affluenti,
- lotto “*Toscana Sud-Costa*” comprendente i bacini dell’Ombrone Grossetano a sud e quelli che si affacciano sulla costa tra l’Arno e l’Ombrone stesso (Cecina, Cornia ecc.).

Mentre le attività di cui al punto B. sono riconducibili alla gestione e manutenzione del sistema, il punto A. si suddivide nelle seguenti attività principali:

- A.1) ottimizzazione del sistema di trasmissione dei dati e dei flussi di informazioni basati sia su apparati radio in banda UHF sia in telefonia mobile con apparati GPRS; tali sistemi dovranno provvedere al trasferimento dei dati al server ftp del Servizio Idrologico Regionale (SIRT). La nuova struttura di trasmissione dati dovrà contemplare l’utilizzo, secondo uno schema di ottimizzazione complessiva sia di sistemi GPRS sia di sistemi radio operanti in banda UHF con canalizzazione a 12.5 kHz. Entrambi i sistemi dovranno provvedere al trasferimento dei dati al server ftp di SIRT utilizzando obbligatoriamente protocolli standard documentati. I sistemi trasmissivi radio e GPRS dovranno garantire analoghe prestazioni ed essere utilizzati in ridondanza sulle stazioni primarie (STAZ PRIM) prioritarie ai fini di protezione civile garantendo il funzionamento efficace del monitoraggio anche in situazioni di emergenza;

- A.2) sostituzione della sensoristica non più compatibile col nuovo sistema, obsoleta o non adeguata agli standard di rilevazione a campo e di acquisizione richiesti;
- A.3) sostituzione di tutti i data logger attualmente esistenti con nuovi data logger che dovranno necessariamente essere di unica tipologia su tutte le unità periferiche e funzionalmente collegabili sia al modem radio UHF sia al modem GPRS sia ad entrambi i modem;
- A.4) progettazione e fornitura hardware e software del sistema informatico di ricezione e di supervisione dei dati, nonché di gestione della rete attraverso applicativi open-source;
- A.5) ottimizzazione dell'attuale rete di monitoraggio tramite opportuni spostamenti e ricollocazioni delle stazioni esistenti in funzione dell'individuazione della rete regionale di progetto;
- A.6) semi-automazione delle stazioni tradizionali meccaniche significative e dismissione di quelle relazionabili plano-altrimentricamente con stazioni automatiche.

Gli interventi di cui sopra, volti a dotare il sistema nelle diverse componenti di apparati standard, completamente intercambiabili e facilmente configurabili e sostituibili, assicureranno, dal punto di vista tecnico, oltre a quanto già detto, una maggiore sicurezza di acquisizione dei dati per le stazioni significative ai fini di protezione civile, prevedendo il backup del sistema radio per mezzo della connettività GPRS, l'intensificazione della frequenza di acquisizione dati, con la possibilità di disporre dei dati ad intervalli di rilevamento configurabili da remoto a seconda delle esigenze e dei fenomeni in atto da monitorare oltre che la riduzione dei tempi di ritardo nella trasmissione dei dati sia per il modulo radio che per quello GPRS avendo apparati molto performanti.

Inoltre attraverso tali interventi si potrà disporre di una rete completamente omogenea sull'intero territorio regionale, in luogo delle attuali tre diverse reti presenti sul territorio della regione, con evidenti vantaggi e facilitazioni nella configurazione di tutti i parametri per la gestione della rete, attività di interrogazione e ricezione dati connesse, nonché nell'archiviazione dei dati stessi grazie alla presenza di un unico formato non proprietario.

### **6.3. Quadro economico**

Le specifiche tecniche relative all'aggiornamento ed adeguamento tecnologico della rete in telemisura sono dettagliate nel Capitolato Speciale d'Appalto predisposto per la gara. Come già precedentemente indicato gli interventi saranno suddivisi in tre lotti funzionali nel corso del triennio 2011-2013 e comprenderanno anche il relativo servizio di manutenzione.

I costi stimati per l'adeguamento dell'intera rete ammontano ad euro 2.250.000,00 da suddividere in tre lotti funzionali da euro 750.000,00.

La stima delle risorse necessarie per la gestione e manutenzione dell'intero sistema a regime (stazioni, ripetitori, centri di ricezione dati ecc.) è di euro 850.000,00 che a fronte degli attuali costi porta ad un risparmio, senza considerare gli eventuali ribassi sui prezzi posti a base d'asta, di oltre 250.000,00 euro con una riduzione in percentuale attesa di almeno il 25% interrompendo, così, il trend registrato negli ultimi anni in continua crescita delle spese correnti necessarie.

La Dirigente  
Dott.ssa Francesca Romana Pittaluga