

# TI.6.II.

## Rapport sur la mise à jour de la climatologie des extrêmes

Région de la Ligurie (ARPAL)

2020



Ce travail a été développé dans le cadre de l'activité A6 "Climatologie des extrêmes" du projet PROTERINA-3Évolution

## Index

1. Introduction.....	4
2. Évaluation locale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà	4
3. Évaluation locale du régime des précipitations intenses avec durée infra-horaire .....	5
4. Analyse spatiale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà	7

## 1. Introduction

L'activité de recherche, externalisée au Département d'ingénierie civile, chimique et environnementale DICCA de l'Université de Gênes, avait pour objectif l'analyse des extrêmes de précipitations à l'échelle régionale en s'appuyant sur la base de données détenue par ARPAL pour l'ensemble du territoire régional et en complétant les informations, le cas échéant, par les observations des stations de mesure situées dans des régions limitrophes et fournies par ARPAL (notamment en Toscane et au Piémont).

Aux fins de la caractérisation des extrêmes pluviométriques, la présente étude a utilisé la procédure méthodologique d'analyse des extrêmes de précipitations contenue dans l'annexe II des lignes directrices "Critères et orientations techniques pour la vérification et l'évaluation des débits et des hydrogrammes de crue par des études hydrologiques de détail dans les bassins hydrographiques ligures" DGR 359/2008 de la Région Ligurie. Cependant, au vu des spécificités de la base de données régionale actualisée, une intégration de l'approche méthodologique actuelle a été proposée afin d'améliorer la caractérisation des extrêmes pluviométriques, y compris dans les sous-bassins pour lesquels la base de données est insuffisante pour effectuer une analyse locale et dans les sites dépourvus d'observations pluviométriques.

Cela étant dit, il est proposé d'articuler l'activité de recherche en trois phases différentes :

1. Évaluation locale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà ;
2. Évaluation locale du régime des précipitations intenses avec durée infra-horaire ;
3. Analyse spatiale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà.

## 2. Évaluation locale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà

Dans cette phase, une analyse locale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà a été effectuée en utilisant la base de données des extrêmes de précipitations de durée déterminée (1, 3, 6, 12 et 24 h) fournie et validée par ARPAL. Plus particulièrement, au niveau local, il a été décidé de réaliser l'évaluation pour chaque station pluviométrique disposant d'un ensemble de données validées sur 20 ans ou plus. Il faut noter qu'aussi bien les stations pluviométriques encore en service que les stations qui

aujourd'hui ne sont plus en activité ont été prises en compte afin de maximiser la distribution spatiale des informations disponibles à l'échelle locale.

Les paramètres pour la construction locale des courbes intensité-durée des précipitations ont été estimés pour les 103 stations de la base de données validée, caractérisées par un nombre d'observations égal ou supérieur à 20 ans.

Les courbes intensité-durée des précipitations pour des durées d'une heure et au-delà ont été déterminées en utilisant la forme monomiale dans l'hypothèse d'un modèle probabiliste à invariance d'échelle :

$$hT(d)=a1w_Tdn \quad (1)$$

où  $a1$  [mm/hn] représente le coefficient d'échelle des courbes ID et est égal à la valeur attendue de la pluie annuelle maximale pour la durée de référence considérée d'une heure (indice de pluie),  $w_T$  est le facteur de croissance et  $dn$  représente l'exposant d'échelle adimensionnelle avec lequel la variabilité du phénomène se transmet de l'échelle de référence aux autres échelles temporelles.

Le facteur de croissance, c'est-à-dire le quantile normalisé de la courbe de croissance, est évalué au niveau local dans l'hypothèse d'une distribution de type GEV (Generalized Extreme Value) :

$$w_T=\varepsilon+\alpha/k\{1-[\ln(T(T-1))]k\} \quad (2)$$

où  $T$  représente la période de retour [années] ; et  $\varepsilon$ ,  $\alpha$  et  $k$  indiquent respectivement les paramètres de position, d'échelle et de forme de la distribution.

Vous trouverez en annexe à ce rapport le tableau des paramètres des courbes intensité-durée des précipitations pour des durées d'une heure et au-delà, avec l'indication pour chaque station du nom du lieu, des coordonnées géographiques, du nombre d'observations et des paramètres (exposant d'échelle  $n[-]$  ; indice de pluie  $a1$ [mm/hn] ; paramètres pour l'évaluation du facteur de croissance  $k, \alpha, \varepsilon$ ).

### 3. Évaluation locale du régime des précipitations intenses avec durée infra-horaire

Dans cette deuxième phase, une analyse du régime des précipitations intenses, incluant les observations disponibles à une échelle infra-horaire, a été réalisée. À la différence de la méthodologie adoptée dans la première phase, il a fallu vérifier tout d'abord l'existence d'un

processus à invariance d'échelle, c'est-à-dire l'identification d'une "rupture d'échelle" éventuelle qui définit une variation de comportement dans la courbe de croissance des hauteurs maximales des précipitations. Le choix du modèle probabiliste le plus approprié pour décrire la tendance de la croissance dans la série des extrêmes de précipitation, incluant les données infra-horaires, a été effectué pour chaque station pluviométrique étudiée. La sélection des stations pluviométriques a été faite parmi celles sélectionnées lors de la première phase de la présente étude et a été effectuée pour toutes les stations pour lesquelles au moins 10 années d'observations infra-horaires sont disponibles.

Les paramètres pour la construction locale des courbes intensité-durée des précipitations de courte durée ont été estimés pour 51 stations de la base de données validée, caractérisées par un nombre d'observations infra-horaires égal ou supérieur à 10 ans.

À la différence des durées d'une heure et au-delà (ci-après dénommées durées habituelles, de manière abrégée), afin de décrire l'évolution de la courbe intensité-durée des précipitations pour les courtes durées, il a été fait référence à une courbe à 3 paramètres qui permet de définir une valeur limite d'intensité de précipitation pour des durées infinitésimales. En même temps, en continuité avec les courbes relatives aux durées habituelles, le modèle probabiliste à invariance d'échelle a été considéré comme étant valable également pour les durées infra-horaires.

Sur la base des considérations ci-dessus, les courbes intensité-durée des précipitations pour les durées infra-horaires ont été décrites à l'aide de la formule analytique suivante :

$$hT(d)=(i_0d)/(1+Bd)^\beta *w_T \quad (3)$$

où  $i_0$  [mm/h] représente la valeur limite de l'intensité de précipitation,  $B$  [h<sup>-1</sup>] détermine le taux de croissance de la hauteur de précipitation pour les courtes durées,  $\beta$  représente l'exposant d'échelle adimensionnelle et  $w_T$  le facteur de croissance évalué au niveau local dans l'hypothèse d'une distribution GEV (Generalized Extreme Value), de la même manière qu'il a été évalué pour les courbes intensité-durée des durées habituelles.

Étant donné l'extension temporelle limitée des séries d'observations des précipitations infra-horaires, les paramètres locaux estimés à partir des séries habituelles sont considérés comme valables. Par conséquent, les courbes de croissance normalisées estimées au niveau local pour les durées habituelles sont appliquées aussi aux durées infra-horaires.

Le tableau des paramètres des courbes intensité-durée des précipitations pour les durées infra-horaires est joint à ce travail. Pour chaque station figurent le nom du lieu, les coordonnées géographiques, le nombre d'observations et les paramètres (valeur limite de

l'intensité de précipitation  $i_0$  [mm/h] ; taux de croissance de la hauteur de précipitation pour les courtes durées  $B$  [h<sup>-1</sup>] ; exposant d'échelle  $\beta$  [-] ; paramètres pour l'évaluation du facteur de croissance  $k, \alpha, \varepsilon$ ).

## 4. Analyse spatiale du régime des précipitations intenses avec durée d'une heure et au-delà

Une analyse spatiale des paramètres des courbes intensité-durée des précipitations pour des durées d'une heure et au-delà a été réalisée pour évaluer le régime des pluies intenses dans les sites dépourvus d'observations pluviométriques. L'analyse spatiale a été réalisée à l'aide de techniques géostatistiques en ce qui concerne le coefficient d'échelle  $a_1$  [mm/hn] et l'exposant d'échelle  $n$  [-], tandis qu'en ce qui concerne le coefficient de croissance  $w_1$  [-], une seule courbe a été évaluée pour l'ensemble du territoire régional.

A partir de l'estimation précise des paramètres des courbes intensité-durée évalués dans chacun des 103 sites équipés, une spatialisation de l'information pluviométrique a été réalisée afin d'obtenir une carte de l'ensemble du territoire ligurien pour le coefficient d'échelle  $a_1$  [mm/hn] et l'exposant d'échelle  $n$  [-]. La spatialisation a été réalisée en utilisant le modèle géostatistique du krigeage ordinaire se référant à l'algorithme implémenté nativement dans le logiciel SAGA (v.7.3.0).

La procédure de modélisation adoptée pour l'application du krigeage ordinaire est basée sur les étapes suivantes :

- évaluation du variogramme de l'échantillon ;
- détermination du variogramme type ;
- définition de la grille d'interpolation du domaine d'étude ;
- calcul des valeurs des paramètres spatialisés pour chaque point appartenant au domaine ;
- validation croisée des résultats.

Le variogramme type a été déterminé en se référant à des variogrammes linéaires avec palier et/ou gaussiens qui se sont avérés mieux capables d'interpréter la variabilité spatiale des deux paramètres considérés. Pour les deux paramètres, le variogramme type a été saturé à la variance du champ.

La grille d'interpolation a un maillage carré de 1000 m de côté, se compose de 238 colonnes et 129 lignes et a les sommets suivants, exprimés en coordonnées cartographiques (UTM 32N) dans le système de référence ED50 :

- Nord : 4960100 m,
- Sud : 4832100 m,
- Est : 366600 m, – Ouest : 603600 m.

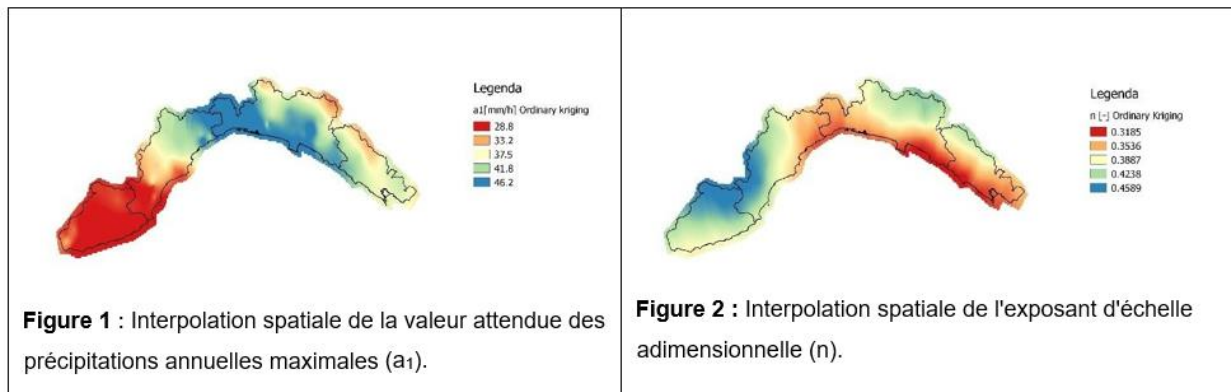
La procédure de validation croisée adoptée est celle du leave-one-out et les indices de performance estimés sur les résidus sont l'erreur relative moyenne en valeur absolue et la racine de l'écart quadratique moyen.

Pour la détermination du coefficient de croissance dans les sites non équipés, une analyse de la variabilité des paramètres évalués au niveau local, tant à l'échelle du site individuel qu'à l'échelle de l'ensemble du territoire régional, a été réalisée. Sur la base de ces résultats, il a été décidé de procéder à une analyse statistique à l'échelle régionale en déterminant le facteur de croissance régional à partir de l'analyse statistique des hauteurs de précipitation maximales normalisées, évaluées pour l'ensemble des 103 stations de la base de données validée. L'analyse a été réalisée en considérant une distribution GEV (Generalized Extreme Value) de manière analogue à celle effectuée à l'échelle locale.

Afin de vérifier la représentativité de la courbe de croissance évaluée à l'échelle régionale, les intervalles de confiance de la courbe de croissance régionale ont été calculés, basés sur une génération par la méthode Monte-Carlo. Plus précisément, en ce qui concerne chaque site, les intervalles de confiance de la courbe de croissance régionale ont été générés par une génération synthétique basée sur un nombre d'observations correspondant à la longueur de la série historique du site concerné. Cette procédure a permis de générer des intervalles de confiance cohérents avec la courbe de croissance obtenue à partir de l'analyse à l'échelle locale et donc de vérifier la représentativité de la courbe de croissance régionale.

En ce qui concerne la courbe de croissance (voir l'équation 2), les paramètres  $\varepsilon$ ,  $\alpha$  et  $k$  de la courbe régionale ont été estimés comme suit : 0.804 (paramètre de position) ; 0.288 (paramètre d'échelle) et -0,095 (paramètre de forme).





Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	n [-]	$a_1$ [mm/h <sup>n</sup> ]	K [-]	$\alpha$ [-]	$\varepsilon$ [-]
Airole	110	7.54478	43.87309	59	0.477	28.6	-0.077	0.295	0.806
Alassio	10	8.1693	44.00624	70	0.362	29.6	-0.194	0.273	0.778
Albenga	5	8.21262	44.04899	59	0.407	26.0	-0.126	0.293	0.790
Alto	630	8.00301	44.10795	48	0.458	27.2	-0.224	0.227	0.805
Arlia	385	10.13459	44.26209	62	0.365	34.8	-0.257	0.285	0.739
Balestrino	370	8.16945	44.12362	43	0.416	26.8	-0.029	0.279	0.831
Bestagno	300	8.00035	43.9341	58	0.428	26.8	-0.167	0.275	0.787
Bola di Tresana	400	9.89667	44.23423	54	0.382	39.6	0.014	0.248	0.860
Busalla	362	8.94892	44.5697	33	0.398	44.4	-0.110	0.311	0.783
Cabanne	812	9.35222	44.48333	46	0.477	42.3	-0.137	0.262	0.808
Calice al Cornoviglio	430	9.83881	44.24392	46	0.422	38.3	-0.185	0.273	0.782
Calice Ligure	60	8.29344	44.2031	40	0.367	34.5	-0.127	0.293	0.789
Calvo	57	7.5549	43.82936	25	0.361	35.2	-0.097	0.254	0.827
Carpe	400	8.16522	44.14276	23	0.562	40.8	0.059	0.318	0.834
Cassagna	432	9.47037	44.33996	36	0.393	42.1	-0.104	0.291	0.799
Castelvecchio di R. B.	435	8.11853	44.12951	72	0.461	29.0	-0.108	0.305	0.788
Castiglione Chiavarese	300	9.51734	44.27501	43	0.300	45.3	-0.009	0.333	0.804
Chiavari	5	9.32333	44.31528	72	0.277	47.2	-0.169	0.292	0.774
Chiusola	630	9.70385	44.33708	55	0.426	33.4	-0.088	0.267	0.821
Cichero	480	9.32118	44.41704	35	0.370	51.2	0.041	0.279	0.850
Cisano Sul Neva	52	8.14602	44.08569	28	0.483	26.0	0.024	0.304	0.832
Colle S. Bartolomeo	621	7.952	44.01039	20	0.463	29.9	-0.052	0.305	0.807
Colle Belenda	1357	7.69983	43.98152	54	0.455	25.2	-0.049	0.285	0.821
Colle del Melogno	1000	8.19732	44.23056	55	0.477	34.5	-0.153	0.303	0.771
Colle Melosa	1600	7.68451	43.9895	30	0.461	29.2	-0.128	0.295	0.787
Colle di Nava	930	7.87331	44.08325	40	0.438	30.0	0.015	0.335	0.811
Colonia Arnaldi	560	9.18148	44.4084	47	0.421	44.6	-0.085	0.277	0.815
Crocetta di Orero	470	8.98586	44.52014	49	0.405	41.0	-0.179	0.277	0.781



Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	n [-]	a <sub>1</sub> [mm/h <sup>n</sup> ]	K [-]	α [-]	ε [-]
Davagna	467	9.09539	44.46781	21	0.440	41.9	0.013	0.236	0.867
Diga Val Noci	544	9.03475	44.49291	33	0.391	38.9	-0.080	0.230	0.847
Ellera	78	8.46848	44.36218	38	0.378	42.1	-0.076	0.380	0.750
Equi Terme	300	10.14987	44.16905	52	0.442	32.8	-0.186	0.267	0.786
Feglino	160	8.32505	44.2204	41	0.405	31.0	-0.098	0.324	0.779
Fiorino	290	8.70493	44.46494	54	0.354	60.8	-0.123	0.325	0.768
Genova - Ponte Carrega	30	8.9627	44.43853	54	0.349	51.5	-0.186	0.324	0.740
Genova - Castellaccio	360	8.93448	44.42834	39	0.326	47.9	-0.113	0.328	0.770
Genova - Prato	89	9.01292	44.44908	21	0.359	47.6	0.009	0.217	0.876
Genova - Servizio Idrografico	27	8.94619	44.40081	40	0.313	47.7	-0.133	0.283	0.794
Genova - S. Eusebio	311	8.98836	44.44309	30	0.387	37.4	-0.106	0.283	0.804
Genova - S. Ilario	180	9.06066	44.384	41	0.307	46.8	-0.014	0.312	0.815
Genova - Università'	21	8.92708	44.41561	80	0.339	46.1	-0.201	0.300	0.753
Giacopiane	1009	9.39525	44.46268	84	0.421	41.6	-0.031	0.289	0.824
Guinadi - Presa Verde	371	9.84836	44.41206	48	0.426	35.1	-0.066	0.262	0.831
Iera	494	10.03362	44.33267	36	0.392	36.4	0.087	0.311	0.845
Imperia - Oss. Meteosismico	60	8.01652	43.87957	74	0.354	28.6	-0.152	0.299	0.775
Isola del Cantone	300	8.9586	44.645	42	0.381	33.8	-0.239	0.283	0.750
Albenga - Isolabella	40	8.17985	44.06866	22	0.415	33.8	-0.134	0.289	0.790
Isoverde	270	8.85822	44.53013	80	0.397	49.2	-0.022	0.293	0.824
La Spezia	55	9.82819	44.10703	62	0.312	37.2	0.030	0.287	0.843
Lerca	110	8.64766	44.4035	54	0.317	48.3	-0.056	0.330	0.790
Levanto	6	9.61578	44.17346	56	0.279	42.1	-0.216	0.275	0.768
Loco Carchelli	600	9.28601	44.55604	68	0.412	39.2	-0.180	0.291	0.770
Madonna delle Grazie	145	8.74155	44.43429	45	0.326	46.7	-0.156	0.347	0.737
Madonna della Guardia	797	8.86297	44.48905	34	0.397	49.5	-0.205	0.286	0.763
Manie	297	8.37656	44.19866	41	0.375	29.6	-0.188	0.287	0.769
Matucaso	581	10.16665	44.27157	33	0.337	36.6	-0.144	0.267	0.802

Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	n [-]	a <sub>1</sub> [mm/h <sup>n</sup> ]	K [-]	α [-]	ε [-]
Mele	270	8.73312	44.47419	47	0.361	56.9	0.016	0.349	0.804
Merelli	70	7.84759	43.88137	43	0.381	25.7	-0.028	0.273	0.835
Mignanego	270	8.93975	44.53978	76	0.356	43.3	-0.120	0.287	0.796
Montagna	256	8.37	44.28	48	0.415	39.9	-0.031	0.331	0.799
Montale di Levanto	160	9.6274	44.1883	45	0.290	42.7	-0.127	0.256	0.815
Monte Cappellino	655	8.95687	44.55062	57	0.403	42.9	-0.179	0.262	0.793
Neirone	268	9.18689	44.44588	43	0.397	45.7	0.088	0.264	0.869
Novegino	55	9.94767	44.20308	46	0.359	40.2	-0.240	0.258	0.772
Panesi	25	9.35624	44.34209	69	0.312	40.8	-0.096	0.286	0.805
Parana	695	9.86066	44.28279	44	0.456	40.5	-0.107	0.283	0.804
Piana di Soglio	75	9.25968	44.39573	55	0.364	43.9	0.060	0.325	0.831
Pieve di Teco	240	7.91473	44.04952	39	0.478	31.1	-0.018	0.308	0.816
Pigna	270	7.66162	43.93297	41	0.413	26.9	-0.050	0.292	0.816
Pogli d'Ortovero	93	8.05562	44.05394	63	0.443	29.4	-0.062	0.279	0.821
Pontremoli - S.S. Annunziata	215	9.88597	44.37014	65	0.430	36.3	-0.115	0.266	0.812
Reppia	530	9.45774	44.37488	24	0.398	39.4	0.084	0.246	0.877
Rialto	376	8.26437	44.22664	31	0.332	37.9	-0.112	0.257	0.820
Rocca Sigillina	480	9.95572	44.36652	33	0.390	38.3	-0.122	0.255	0.818
Rocchetta	426	9.84724	44.32652	67	0.457	34.7	0.132	0.284	0.869
Rocchetta Nervina	215	7.60177	43.88859	46	0.393	32.3	-0.227	0.267	0.770
Rovegno	660	9.2825	44.57594	30	0.436	36.5	-0.187	0.309	0.752
Sanda	180	8.5273	44.36189	20	0.306	51.5	-0.001	0.320	0.815
Sanremo - Casino'	9	7.77634	43.81484	41	0.363	26.1	-0.096	0.275	0.813
Sarzana	26	9.964	44.11378	78	0.301	40.2	-0.038	0.275	0.831
Sciarborasca	235	8.61465	44.40117	58	0.339	51.3	-0.021	0.290	0.826
Scoffera	651	9.1185	44.47901	35	0.394	43.2	0.024	0.224	0.876
S. Margherita Vara	180	9.65964	44.2747	62	0.370	41.4	-0.033	0.296	0.819
S. Martino del Monte	309	9.3478	44.36555	20	0.270	43.0	0.011	0.276	0.844



Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	n [-]	$a_1$ [mm/h <sup>n</sup> ]	K [-]	$\alpha$ [-]	$\varepsilon$ [-]
S. Michele	170	9.39401	44.42362	69	0.354	38.5	0.015	0.274	0.846
S. Pietro di Novella	436	9.21077	44.36319	32	0.274	47.4	-0.095	0.296	0.799
S. Stefano d'Aveto	1017	9.45159	44.54724	37	0.420	31.6	-0.007	0.269	0.843
Statale	570	9.48235	44.34761	70	0.395	48.2	-0.052	0.284	0.821
Stella S. Martino	330	8.51543	44.39091	28	0.371	40.5	-0.019	0.291	0.827
Savona - Istituto Nautico	38	8.48305	44.3062	62	0.332	40.0	-0.069	0.282	0.817
Sella di Savona	467	8.34743	44.34548	38	0.420	41.6	-0.189	0.319	0.743
Tavarone	603	9.54859	44.31274	72	0.382	40.1	-0.099	0.276	0.811
Testico	470	8.02774	44.00538	20	0.505	29.9	-0.059	0.277	0.823
Tigliolo	293	9.36156	44.44327	76	0.402	41.6	-0.146	0.265	0.803
Torriglia	769	9.15453	44.51485	38	0.445	44.8	-0.170	0.271	0.789
Triora	780	7.76762	43.99229	41	0.469	28.6	-0.075	0.253	0.834
Valle Tane	1405	7.67756	43.98987	43	0.454	29.8	-0.134	0.288	0.790
Varazze	220	8.57833	44.38306	36	0.321	39.1	-0.025	0.273	0.836
Varese Ligure	386	9.58135	44.38425	55	0.405	37.6	-0.126	0.271	0.805
Ventimiglia	9	7.61211	43.78777	47	0.372	25.5	0.034	0.272	0.852
Verzi Loano	170	8.23647	44.15611	64	0.355	34.2	-0.043	0.293	0.818
Viganego	430	9.06338	44.42855	57	0.393	45.8	-0.103	0.249	0.828
Sero' di Zignago	580	9.73698	44.26434	68	0.379	34.7	-0.141	0.251	0.815

Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	$I_0$ [mm/h]	B [h <sup>-1</sup> ]	$\beta$ [-]	$\kappa$ [-]	$\alpha$ [-]	$\varepsilon$ [-]
Alassio	10	8.1693	44.00624	15	152.9	5.51	0.877	-0.194	0.273	0.778
Albenga	5	8.21262	44.04899	17	138.7	8.13	0.758	-0.126	0.293	0.790
Bestagno	300	8.00035	43.9341	15	118.0	6.90	0.718	-0.167	0.275	0.787
Calice al Cornoviglio	430	9.83881	44.24392	16	671.5	1031.52	0.413	-0.185	0.273	0.782
Calice_Ligure	60	8.29344	44.2031	10	146.1	39.09	0.391	-0.127	0.293	0.789
Castelvecchio di R.B.	435	8.11853	44.12951	14	96.6	3.57	0.793	-0.108	0.305	0.788
Chiavari	5	9.32333	44.31528	16	167.9	7.27	0.600	-0.169	0.292	0.774
Cichero	480	9.32118	44.41704	15	125.2	2.42	0.728	0.041	0.279	0.850
Colle Belenda	1357	7.69983	43.98152	14	91.9	3.57	0.853	-0.049	0.285	0.821
Colle del Melogno	1000	8.19732	44.23056	18	250.7	104.81	0.426	-0.153	0.303	0.771
Colle di Nava	930	7.87331	44.08325	14	117.6	3.78	0.873	0.015	0.335	0.811
Colonia_Arnaldi	560	9.18148	44.4084	11	173.6	69.80	0.319	-0.085	0.277	0.815
Crocetta di Orero	470	8.98586	44.52014	15	169.7	24.33	0.440	-0.179	0.277	0.781
Cuccarello	835	9.69908	44.34967	12	140.7	3.72	0.679	0.043	0.291	0.844
Davagna	467	9.09539	44.46781	14	158.2	8.37	0.594	0.013	0.236	0.867
Ellera	78	8.46848	44.36218	15	123.5	5.11	0.595	-0.076	0.380	0.750
Fiorino	290	8.70493	44.46494	15	153.3	13.00	0.350	-0.123	0.325	0.768
Genova - Ponte Carrega	30	8.9627	44.43853	14	172.8	9.10	0.524	-0.186	0.324	0.740
Genova - Castellaccio	360	8.93448	44.42834	15	158.7	3.78	0.765	-0.113	0.328	0.770
Genova - Servizio Idrografico	27	8.94619	44.40081	14	127.7	2.51	0.784	-0.133	0.283	0.794
Giapopiane	1009	9.39525	44.46268	16	131.8	9.27	0.495	-0.031	0.289	0.824
Imperia - Oss. Meteosismico	60	8.01652	43.87957	17	118.8	8.71	0.626	-0.152	0.299	0.775
Isolabella	40	8.17985	44.06866	14	128.1	8.82	0.583	-0.134	0.289	0.790
Isoverde	270	8.85822	44.53013	17	156.6	8.39	0.517	-0.022	0.293	0.824
LaSpezia	55	9.82819	44.10703	15	124.1	6.27	0.607	0.030	0.287	0.843
Lerca	110	8.64766	44.4035	17	131.8	3.77	0.643	-0.056	0.330	0.790
Levanto	6	9.61578	44.17346	15	224.5	49.80	0.426	-0.216	0.275	0.768
Loco_Carc	600	9.28601	44.55604	17	123.0	4.30	0.686	-0.180	0.291	0.770



Stazione	Quota [m slm]	Long	Lat	N	$I_0$ [mm/h]	B [h <sup>-1</sup> ]	$\beta$ [-]	$\kappa$ [-]	$\alpha$ [-]	$\epsilon$ [-]
Madonna_Grazie	145	8.74155	44.43429	16	130.4	2.34	0.851	-0.156	0.347	0.737
Mele	270	8.73312	44.47419	15	144.2	6.39	0.464	0.016	0.349	0.804
Mignanego	270	8.93975	44.53978	17	143.3	5.00	0.667	-0.120	0.287	0.796
Monte_Cappellino	655	8.95687	44.55062	17	139.9	6.04	0.606	-0.179	0.262	0.793
Panesi	25	9.35624	44.34209	16	124.0	4.18	0.675	-0.096	0.286	0.805
Pieve di Teco	240	7.91473	44.04952	15	128.8	6.33	0.713	-0.018	0.308	0.816
Pontremoli - S.S. Annunziata	215	9.88597	44.37014	14	183.0	29.33	0.474	-0.115	0.266	0.812
Portovenere	20	9.83414	44.05215	14	121.5	3.46	0.807	0.009	0.323	0.816
Reppia	530	9.45774	44.37488	15	180.6	11.40	0.605	0.084	0.246	0.877
Rocchetta_Nerv	215	7.60177	43.88859	15	107.3	2.77	0.904	-0.227	0.267	0.770
Sanda	180	8.5273	44.36189	17	157.8	4.23	0.676	-0.001	0.320	0.815
Sanremo - Casino'	9	7.77634	43.81484	14	126.2	7.02	0.757	-0.096	0.275	0.813
Sarzana	26	9.964	44.11378	15	141.2	5.67	0.661	-0.038	0.275	0.831
S. Margherita Vara	180	9.65964	44.2747	15	139.8	5.65	0.643	-0.033	0.296	0.819
Savona Istituto Nautico	38	8.48305	44.3062	17	145.7	1.79	1.260	-0.069	0.282	0.817
SV_Sella	467	8.34743	44.34548	17	169.6	18.89	0.470	-0.189	0.319	0.743
Tavarone	603	9.54859	44.31274	15	154.8	6.51	0.669	-0.099	0.276	0.811
Testico	470	8.02774	44.00538	15	135.3	9.77	0.635	-0.059	0.277	0.823
Triora	780	7.76762	43.99229	15	126.6	3.52	0.986	-0.075	0.253	0.834
Varese Ligure	386	9.58135	44.38425	13	100.2	3.80	0.624	-0.126	0.271	0.805
Ventimiglia	9	7.61211	43.78777	15	116.4	9.04	0.659	0.034	0.272	0.852
Viganego	430	9.06338	44.42855	15	160.4	4.28	0.754	-0.103	0.249	0.828
Zignago	580	9.73698	44.26434	15	160.9	17.38	0.527	-0.141	0.251	0.815