

COMUNE DI VICENZA



PARCO DELLA PACE PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

RSID.1 IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

GIUGNO 2017

Rev.00 26.06.2017 EMISSIONE
Rev.01 15.09.2017 VALIDAZIONE

redatto	ITS-ADP
verificato	ITS-GM
approvato	PAN-GS/BS

ATI - registrata a Milano l'11-12-2015 n°44454 serie IT • Capogruppo : PAN ASSOCIATI srl



PAN ASSOCIATI srl • c.f./p.IVA 13352030152
Milano: via don Carlo Porro 6 Cap. 20128 • tel. 022578982 • fax 022579836 • studio@panassociati.it
progettisti: dott. for. Benedetto Selleri, arch. Gaetano Selleri



ITS SRL • c.f./p.IVA 02146140260
Pieve di Soligo (TV): via Corte delle Caneve n. 11
Cap. 31053 • tel. 043882082 • fax 0438980622
info@its-engineering.com
progettisti: ing. Giustino Moro



FRANCO ZAGARI • p.IVA 07044480585
Roma: via Giuseppe Andreoli n. 2 Cap. 00195
tel. 0668801702 • fax 0668808073
info@francozagari.it
progettisti: arch. Franco Zagari



ESTUDI MARTI FRANCH ARQUITECTURA DEL
PAISATGE SL • c.f./p.IVA ESB55218754
Girona (Spagna): C/Joaquim Vayreda, 63 13-Cap.17001
tel. +34 972214846 • fax +34 972214846 • emf@emf.cat
progettisti: dott. Martí Franch

GINO LUCCHETTA • p.IVA 02005760265
Pieve di Soligo (TV): via Rivette n. 9/2 Cap. 31053
tel. 0438842312 • fax 0438842312
ginolucchetta@libero.it
progettisti: dott. Gino Lucchetta

consulenti



ASPROSTUDIO
Contrà S.Ambrogio 19 , 36100 (Vicenza)
tel: +390444545786 • info@asprostudio.it
responsabile del servizio:
Claudio Bertorelli, arch. Francesco Dal Toso

Victor Tenez,
Riccardo Gini,
Miriam Garcia,
Massimo Venturi Ferriolo.

Al Progetto Definitivo–Esecutivo si allega la presente relazione idrologica idraulica del Progetto di fattibilità tecnico economica.

Si precisa che, nel recepimento degli accordi e prescrizioni della CONFERENZA DEI SERVIZI DEL 18.01.2017, si conferma che lo scarico delle acque meteoriche dal PARCO DELLA PACE avverrà attraverso unico regolatore di portata posizionato nel margine Sud del parco.

La portata allo scarico di 70 l/s sarà recapita dapprima nel fosso lungo il lato Est di via Ferrarin e quindi nella nuova cassa di laminazione n.4 a nord di viale Diaz. Nell'ambito della progettazione esecutiva e appalto dell'opera di laminazione dovrà essere richiesto, alla superiore Direzione Difesa del Suolo della Regione Veneto, il potenziamento dell'impianto di sollevamento previsto nei pressi di viale Ferrarin.

1. PREMESSE

Il Parco della Pace è situato nella metà orientale dell'ex aeroporto militare "Dal Molin", ed ha estensione di circa 60 ettari. L'orografia del terreno è costituita da una pianura degradante in direzione Nord-Sud circa, con pendenza del terreno di circa 0,1%, ed in presenza di una falda sospesa superficiale.

Ad ovest il confine è costituito dalla recinzione della base USA, mentre il restante perimetro è protetto da insediamenti e alberature, tale da rendere lo spazio molto ben definito.

L'accesso principale è da via Sant'Antonino, sul lato est, mentre altri due accessi sono disposti rispettivamente a sud, su via Ferrarin, e a nord dall'argine in sinistra del Bacchiglione.

Tra l'idea di Pace che muove ed ispira gli elementi compositivi fondanti del parco, l'acqua, qui affiorante, è tema di riflessione nel suo rapporto con la topografia, definendo un sistema di micro paesaggi fatto di vasche di laminazione, bacini, stagni e canali.

Il parco è pensato come una GRANDE PIANURA, modellata da un paesaggio di acqua e rilievi, boschi e praterie. Questo vasto sistema estensivo, è disegnato per la gran parte da topografia, acqua e vegetazione, e si declina in questi elementi:

- zone umide
- prati, boschi, frutteti inselvaticiti
- un'area wilderness
- un'area adibita ad agricoltura urbana e vivaio
- zone sportive e per eventi (tra cui Stadium e Skatepark)
- un "tracciato blu" di canali
- mercato
- l' Esplanade di Le Notre – la fascia inedificabile di confine con la base militare americana.

L'intervento di progetto, non costituisce variante urbanistica, e lascia sostanzialmente invariata l'impermeabilità del suolo; pertanto **non è soggetto alla normativa in materia di compatibilità idraulica, DGRV 1322/2006 e ss.mm.ii..**

La normativa regionale sarà tuttavia presa a riferimento per i metodi e gli approcci impiegati nelle analisi e nelle valutazioni.

L'obiettivo delle analisi idrologiche-idrauliche di seguito condotte è quello di, **individuare le criticità e le condizioni al contorno dell'area, valutare e definire le opere di natura idraulica necessarie a garantire la compatibilità dell'intervento con l'ambiente e l'idrografia del**

territorio, mitigando il rischio idraulico residuo al fine di permettere la giusta fruibilità delle aree, compatibilmente con la nuova destinazione.

La necessità della progettazione preliminare specialistica delle opere idrauliche, nasce dal fatto che, come meglio descritto nei seguenti capitoli, i documenti e studi messi a disposizione dalla Stazione Appaltante, pur dando informazioni certamente utili per la progettazione idraulica, non rispondono e non possono sostituire i contenuti di una progettazione preliminare specialistica, necessaria a sostenere le altre componenti del progetto a cominciare da quella paesaggistica. Questo perché: Relazioni, Linee Guida e quant'altro sono antecedenti al CONCEPT nel quale la componente "acqua" ha assunto un'importanza forse non immaginabile in fase di stesura del bando;

Le risposte di contenuto del progetto preliminare riguardano:

- la individuazione del punto e della modalità di scarico al Bacchiglione;
- la determinazione certa dei volumi necessari alla laminazione delle precipitazioni, verificata sull'effettivo bacino scolante, in relazione alla sua estensione e alle sue caratteristiche idrologiche;

Il progetto preliminare specialistico ha il compito, tra l'altro, di selezionare le informazioni disponibili, organizzandole ed elaborandole, con lo scopo di metterle a risultato

Nei successivi capitoli e paragrafi si farà spesso riferimento alle LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE (03.12.2014 – Ing. Paolo Martini), in quanto riferimento tecnico per la progettazione delle opere idrauliche. Tuttavia, alcune assunzioni ed ipotesi, saranno riconsiderate in quanto non più verosimilmente realizzabili, in conseguenza delle successive azioni antropiche.

2. STUDI ED INDAGINI PRELIMINARI ALLA PROGETTAZIONE

Nel presente capitolo sono rappresentati i rilievi, le indagini e gli studi condotti preliminarmente all'affidamento del presente incarico, e messi a disposizione dell'R.T.P. per lo svolgimento dell'incarico.

- a) INDAGINE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA NELL'AREA DELL'EX-AEROPORTO "DAL MOLIN"

Relazione tecnica (15.09.2014 - dott. Lorenzo Altissimo): relazione conclusiva e riepilogativa delle indagini e studi svolti tra il 28 gennaio 2013 e il 3 dicembre 2014

- b) Allegato 1 - SULLA PRESENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE NELL'AREA "DAL MOLIN" E SUI DANNI ARRECATI ALLA RETE STESSA (25.03.2015 – dott. Lorenzo Altissimo): relazione ed indagine storica e conoscitiva della rete di drenaggio dell'aeroporto Dal Molin.

- c) Allegato 2 - CONSIDERAZIONI in merito al "RAPPORTO GEOTECNICO E INDAGINE SUL SUOLO (2006, Geotechna Srl): indagini preliminari per valutare le condizioni generali del sottosuolo" (27.05.2014 – dott. Lorenzo Altissimo)

- d) Allegato 3 - Relazione di sopralluogo e rilievi effettuati l'8 e 21 luglio 2014 per verificare la presenza di strutture sepolte e di sottoservizi nell'area del Parco della Pace (10.09.2014)

- e) Allegato 4 - LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE (03.12.2014 – Ing. Paolo Martini) Documento di studio e di fattibilità delle opere idrauliche di drenaggio e laminazione interne al Parco della Pace.

Per maggiore chiarezza si riporta di seguito un riepilogo di quanto contenuto nei documenti su elencati: tuttavia per i dettagli degli studi ed indagini condotti, si rinvia ai documenti medesimi che sono allegati integralmente in appendice.

2.1. Rete di drenaggio nell'area ex Aeroporto "Dal Molin"

In data 28 gennaio 2013 il Comune di Vicenza ha affidato al Centro Idrico Novoledo srl un incarico avente ad oggetto:

- i). *l'esecuzione di alcune indagini geognostiche, atte a ricostruire, con un buon grado di dettaglio e con un numero adeguato di profili stratigrafici, la conformazione geostrutturale del sottosuolo dell'area dove sarà realizzato il Parco della Pace, fino alla profondità di 20 m circa;*
- ii). *la posa di tubi piezometrici all'interno dei sondaggi, che permettano di tracciare una carta delle freatimetrie e, previa installazione di sonde ad acquisizione continua, di registrare le fluttuazioni della falda correlandole agli eventi piovosi e al regime idrico del fiume;*
- iii). *la ricostruzione del tracciato della rete dei drenaggi (rete principale e secondaria);*

- iv). *la verifica dello stato attuale e della funzionalità della rete di drenaggio, di cui al precedente punto 3;*
- v). *il dimensionamento di massima delle opere idrauliche necessarie a restituire la piena funzionalità alla parte residuale della rete di drenaggio in modo da garantire, anche a fronte di eventi piovosi di particolare intensità, un rapido smaltimento delle acque meteoriche.*

Per la ricostruzione dei tracciati di cui al punto 3 dell'incarico del 28.01.2013, le conclusioni possono essere così sintetizzate:

- a) *le acque raccolte nell'area dell'ex-aeroporto "Dal Molin" facevano riferimento ad almeno tre sotto- bacini che, a loro volta, scaricavano in tre punti diversi: a nord, a valle della traversa sul Bacchiglione a Rettorgole; ad ovest, attraverso il manufatto di forma ovoidale realizzato negli anni '30 in corrispondenza dell'ansa del f. Bacchiglione in fondo a Viale Ferrarin; a sud-ovest, nel fossato ad ovest di Viale Ferrarin che confluisce nel cosiddetto "Scolo aeroporto";*
- b) *seguito della costruzione della nuova base USA l'originaria rete di drenaggio è stata interrotta, parzialmente ostruita o completamente distrutta in numerosi punti (che sono indicati nella nota con relativa la documentazione fotografica) rendendo impossibile il drenaggio e l'allontanamento delle acque meteoriche e di falda presenti nella zona nord e in gran parte della zona centrale dell'area del futuro Parco della Pace;*
- c) *la costante presenza di elevati livelli d'acqua nel canale in cemento ancora presente a fianco della pista di volo, i numerosissimi e frequenti affioramenti d'acqua in più punti dell'area verde sono fenomeni che non erano mai stati osservati in modo così evidente da quanti frequentano, da decenni, l'area "Dal Molin" (soci dell'Aeroclub, frequentatori del Museo dell'Aviazione e dei campi da rugby);*
- d) *nella progettazione della nuova base USA non si è assolutamente tenuta in considerazione l'esistenza della rete di drenaggio e non sono state previste le opere necessarie a conservarne l'efficienza anche sul lato est dell'area "Dal Molin", area destinata al "Parco della Pace" che si trova sopra gradiente idraulico rispetto alla base USA.*



Figura 1: rete di drenaggio interna all'aeroporto.

A seguito della realizzazione della base USA, la storica rete di drenaggio del parco ha perso di funzionalità. Di conseguenza, in caso di precipitazioni, i volumi d'acqua non vengono più ordinariamente raccolti e smaltiti, ma vanno a saturare il suolo, innalzamento la falda freatica superficiale, ed allagando estese superfici interne al parco.



Figura 2: livello della falda in condizioni non drenante a seguito della realizzazione della base USA – estratto pag.14 dell'Allegato 1 - SULLA PRESENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE NELL'AREA "DAL MOLIN" E SUI DANNI ARRECATI ALLA RETE STESSA

L'otturazione del collettore principale della rete di drenaggio, che, tagliando l'area parco in direzione E-W scaricava nel f. Bacchiglione, causa fenomeni di rigurgito ed allagamenti delle aree di via Sant'Antonino, in prossimità dell'ingresso Est, drenate precedentemente attraverso un fosso e tombino collegato al predetto collettore principale.



Figura 3: imbocco del condotto sotterraneo in Via Cresolella (sinistra) e tratto del condotto tra il distributoree i campi da tennis in V. S. Antonino – estratto pag.15 dell'Allegato 1 - SULLA PRESENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE NELL'AREA "DAL MOLIN" E SUI DANNI ARRECATI ALLA RETE STESSA

Nel corso dell'indagine degli ordigni bellici inesplosi, l'impresa appaltatrice ha realizzato uno scolo che attraversa l'area parco in direzione N-S, che in parte raccoglie e convoglia i deflussi superficiali verso la rete di fossi di via Ferranin.



Figura 4: foto aerea con individuato fosso di drenaggio realizzato durante le attività di bonifica bellica.



Figura 5: Fossi e scoli realizzati dall'impresa esecutrice della bonifica bellica per il drenaggio delle acque prima dello scarico su via Ferrarin (foto sx) ed in corrispondenza della bussola della pista (fosto sx) – 28.04.2015

2.2. Linee guida idrauliche per la progettazione del Parco della Pace

Le linee guida alla progettazione idraulica del Parco della Pace, redatte dall'Ing. Paolo Martini di IN.PRO.GEST. Srl, riprendono le considerazioni e le conclusioni delle indagini e valutazioni fatte dal centro Studi Novoledo Srl – Dott. Lorenzo Altissimo, possono essere così sintetizzate:

[...] le cause dell'innalzamento delle piezometrie nell'area del futuro Parco, che hanno originato l'emersione della falda e numerosi ristagni d'acqua (a luglio a quota 37 m s.m.m., i.e. 50 cm sotto p.c. all'altezza della bussola sud della pista dell'ex aeroporto) e le difficoltà di scarico di alcune aree ad est di via S. Antonino sono riconducibili al fatto che, con la costruzione del complesso immobiliare USA:

- a) si è impermeabilizzato il terreno di fondazione nell'area ad ovest del Parco impedendo la circolazione di falda in quella direzione;*
- b) è stata compromessa/intercettata sia la rete di drenaggio minuta (tubi sub superficiali da 400 mm in cls, riempiti di ghiaia e posati 1 m sotto il p.c. - cfr. relazioni CIN), sia i collettori principali di raccolta e scarico, in particolare quello che raccoglieva le acque dalla parte centrale dell'area e da via S. Antonino. Questo collettore è stato individuato nel punto in cui attraversa via S. Antonino con un DN 600 (foto CIN) e nel punto in cui una colata di cemento nei pressi della recinzione USA lo ha interrotto (scatolare 100x100 circa), alcune decine di metri a nord della bussola sud della pista.*



Figura 6: interruzione con getto in cls dei canali esistenti – estratto pag. 15 dell'Allegato 1 - SULLA PRESENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE NELL'AREA "DAL MOLIN" E SUI DANNI ARRECATI ALLA RETE STESSA

Nelle linee guida, oltre a dare delle indicazioni sulle modalità con cui realizzare le opere di compensazione idraulica e mitigazione del rischio, il professionista incaricato ha definito alcuni parametri caratteristici della progettazione che di seguito riepiloghiamo, e che saranno di utile confronto con gli esiti delle analisi idrologiche che nella presente relazione saranno condotte:

- **estensione del bacino scolante:** 80 ha di superficie, di cui 20 presumibilmente derivanti dal campo da rugby e via Sant'Antonino;

- **perdite idrologiche:** valutate con il metodo CN-SCS e rappresentabili da un coefficiente di afflusso medio pari a 70%;
- **precipitazioni critiche di progetto:** tempi di ritorno di 20 e 50 anni, durate della precipitazione pari a 12 e 24 ore.
- **porta ammissibile allo scarico:** 300 l/s, pari ad un coefficiente udometrico di progetto di 5 l/s ha, e possibilità di scarico attraverso il fosso di guardia lungo via Ferrarin.

Dalle predette assunzioni, ne deriva che il volume necessario alla laminazione previsto dalle linee guida è di circa 400 mc/ha, da realizzare all'interno dell'area parco mediante canali e rete di drenaggio interne, laghetti, depressioni di laminazione e manufatti regolatori e di sfioro per controllo dei tiranti e delle portate allo scarico.

Tra le ipotesi assunte nelle linee guida, la possibilità di scaricare su via Ferrarin una portata di 300 l/s non è ad oggi attuabile, causa le interferenze con le progettualità in atto e le opere realizzate lungo la via stessa, come di seguito meglio descritte, con rilevanti conseguenze sulla valutazione dei volumi necessari alla laminazione delle precipitazioni.

Le LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE non potevano inoltre tenere in considerazione che l'acqua, e la sua presenza, fossero uno degli attori principali nella progettazione paesaggistica del parco.

3. PROGETTUALITÀ E CONDIZIONI AL CONTORNO

3.1. Opera d'invaso sul f. Bacchiglione a monte di viale Diaz

La Regione Veneto – Dipartimento Difesa del Suolo e Foreste, Sezione Difesa del Suolo, ha pubblicato nel 2015 la gara per l'affidamento della progettazione esecutiva ed esecuzione dei lavori di realizzazione del “PROGETTO DELL'INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DI UN'OPERA DI INVASO SUL FIUME BACCHIGLIONE A MONTE DI VIALE DIAZ DEL COMUNE DI VICENZA – (ID PIANO 456)” con importo a base d'asta di Euro 9.559.748,68 (IVA esclusa).

Il Progetto Definitivo a base di gara prevede la realizzazione di 4 casse di espansione, in corrispondenza della confluenza Orolo-Bacchiglione a Nord di Viale Diaz, e più nel dettaglio:

- La cassa n.ro 1 si colloca nella porzione nord-ovest della confluenza Bacchiglione-Orolo e prevede un manufatto di sfioro subito a valle del ponte su strada Lobia e presenta una capacità di invaso dell'ordine di 75.000 mc.
- La cassa n.ro 2 si colloca in destra idrografica del fiume Bacchiglione e risulta la seconda in termini di estensione con una capacità di invaso di circa 380.000 mc. Il manufatto di sfioro è previsto subito a valle della confluenza Bacchiglione-Orolo.
- La cassa n.ro 3 si colloca in sinistra idrografica del fiume Bacchiglione coprendo una superficie paragonabile a quella della cassa n.ro 1, con una capacità di invaso di circa 195.000,0 mc. Il manufatto di sfioro è previsto subito a valle della confluenza del Bacchiglione-Orolo. Rispetto alla cassa n.ro 1 il maggiore invaso è dovuto all'abbassamento del fondo per recupero del materiale necessario alla formazione degli argini
- La cassa n.ro 4 si colloca in sinistra idrografica del fiume Bacchiglione e risulta la prima in termini di estensione coprendo una superficie di circa 24 ha, con una capacità di invaso di circa 500.000,0 mc. Il manufatto di sfioro è previsto subito a valle delle abitazioni che dividono la cassa n.ro 3 dalla cassa n.ro 4.
- La cassa n.ro 5 si colloca a monte della confluenza del f. Bacchiglione con il T. Orolo e garantisce una capacità di invaso di circa 40.000,0 mc.

La realizzazione delle casse di espansione non ha effetti diretti sulle aree dell'ambito del PARCO DELLA PACE, tuttavia coinvolge gli scarichi e la rete idraulica minore presente su via Ferrarin e che scarica in sinistra Bacchiglione. Rete ricettrice individuata come possibile scarico all'interno delle LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE.



Figura 7: Planimetria generale degli interventi - pag. 67 della Relazione Generale di Progetto Definitivo
 “REALIZZAZIONE DI UN’OPERA DI INVASO SUL FIUME BACCHIGLIONE A MONTE DI VIALE DIAZ DEL COMUNE DI VICENZA”

Più precisamente, lungo il perimetro della cassa n.ro 4 (lato Est) l'argine di progetto intercetta e taglia due scoli di trasporto e allontanamento delle acque meteoriche (chiamato anche scolo Aeroporto). **In caso di piena del Bacchiglione e attivazione della cassa stessa, il sistema a gravità viene disconnesso mediante valvole a clapet posizionate sui fossati esistenti.** Al fine di garantire lo scarico delle acque meteoriche il Progetto Definitivo prevede **la realizzazione di un nuovo fossato perimetrale lungo la parte esterna del nuovo argine, e convogliamento delle acque ad un impianto di sollevamento** (come rappresentato nella figura seguente).



*Figura 8: Inquadramento dell'area di ubicazione dell'impianto - pag. 79 della Relazione Generale di Progetto Definitivo
"REALIZZAZIONE DI UN'OPERA DI INVASO SUL FIUME BACCHIGLIONE A MONTE DI VIALE DIAZ DEL COMUNE
DI VICENZA"*

Il dimensionamento delle pompe è stato fatto con riferimento all'estensione del bacino, ad Ovest di via Ferrarin, considerando un coefficiente udometrico di 10 l/s ha e 10 ettari di superficie, per una portata nominale di 100 l/s suddivisa su due pompe.

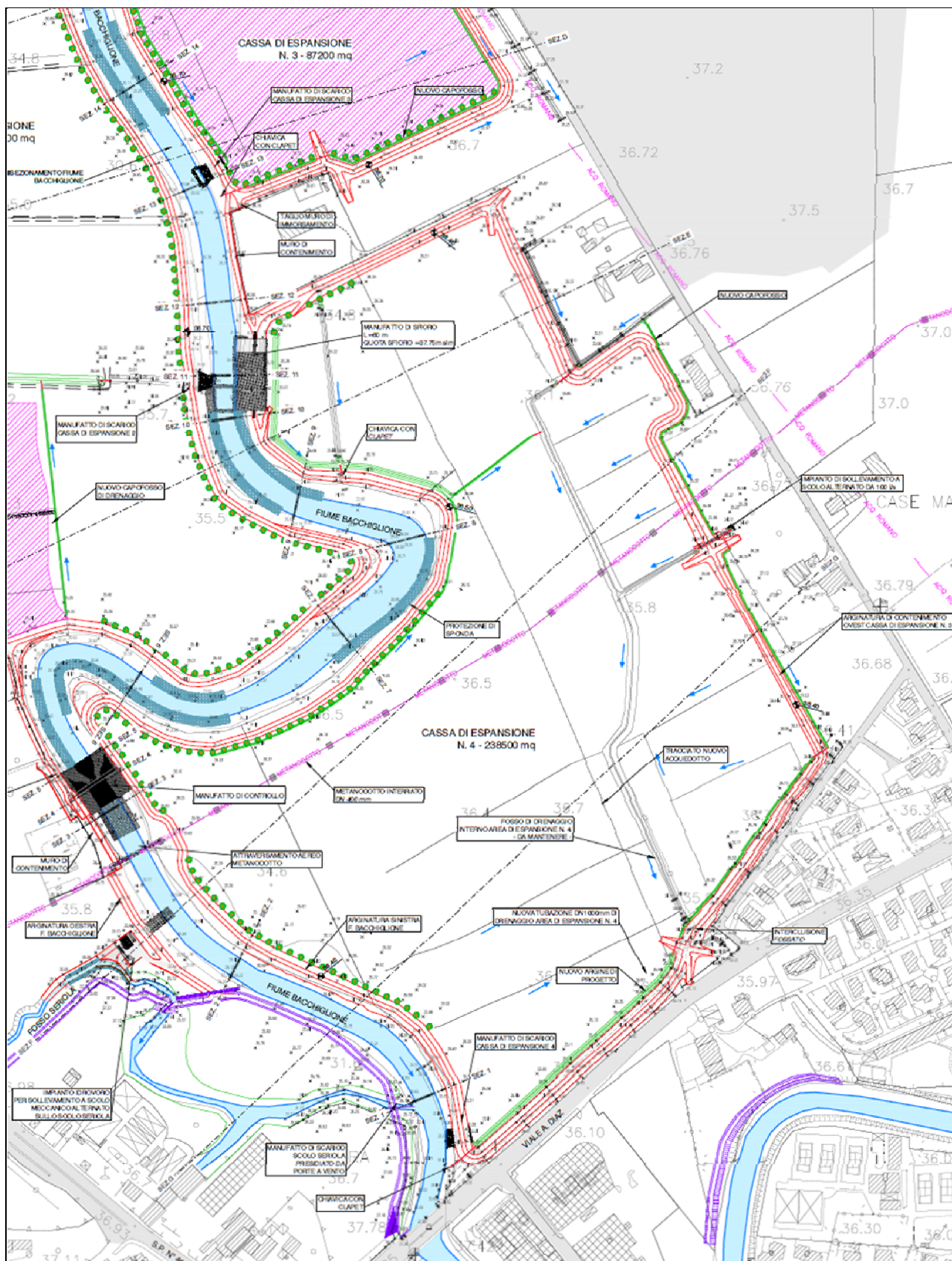


Figura 9: estratto planimetrico Tav.4 "Planimetria generale degli interventi - Progetto Definitivo "REALIZZAZIONE DI UN'OPERA DI INVASO SUL FIUME BACCHIGLIONE A MONTE DI VIALE DIAZ DEL COMUNE DI VICENZA"

Ad oggi, l'appalto della progettazione esecutiva e dell'esecuzione dei lavori non è ancora stato aggiudicato in via definitiva, pertanto le progettualità a cui ci si può riferire sono esclusivamente quelle approvate e contenute nel Progetto Definitivo a base di gara.

In relazione a ciò, l'ipotesi di poter scaricare su via Ferrarin una portata di 300 l/s, ipotizzata nelle LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE, non è percorribile. La soluzione di potenziare l'impianto di sollevamento considerando la portata allo scarico del Parco della Pace, ed integrare l'impianto con corrispondente numero e tipologia di pompe, porterebbe ad immettere nelle casse di espansione un volume d'acqua per cui le casse non sono state progettate. Inoltre tale possibilità necessiterebbe il coordinamento esecutivo ed amministrativo del potenziamento dell'impianto, tra Comune di Vicenza e Regione Veneto.

Si segnala inoltre che, lungo viale Alberico Ambricci e Viale Diaz, fino al ponte sul Bacchiglione, con intervento del 2012 è stata realizzata una arginatura a monte di Viale Diaz avente lo scopo di evitare l'aggiramento del ponte e lo scavalco della sede stradale come accaduto in passato, nell'alluvione del 2010. Tale arginatura (altezza media 37,80 m s.m.m.) verrà ulteriormente potenziata con i lavori di realizzazione dell'invaso di viale Diaz.

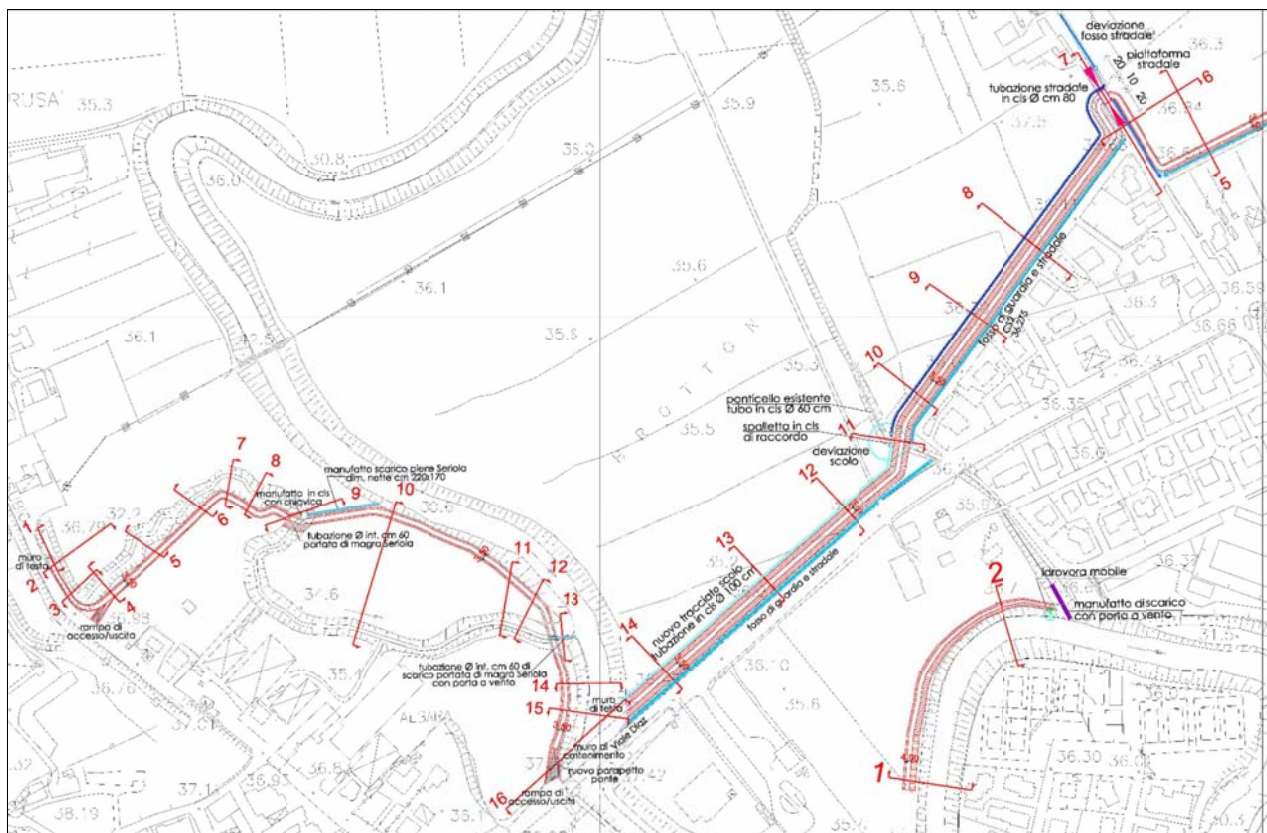
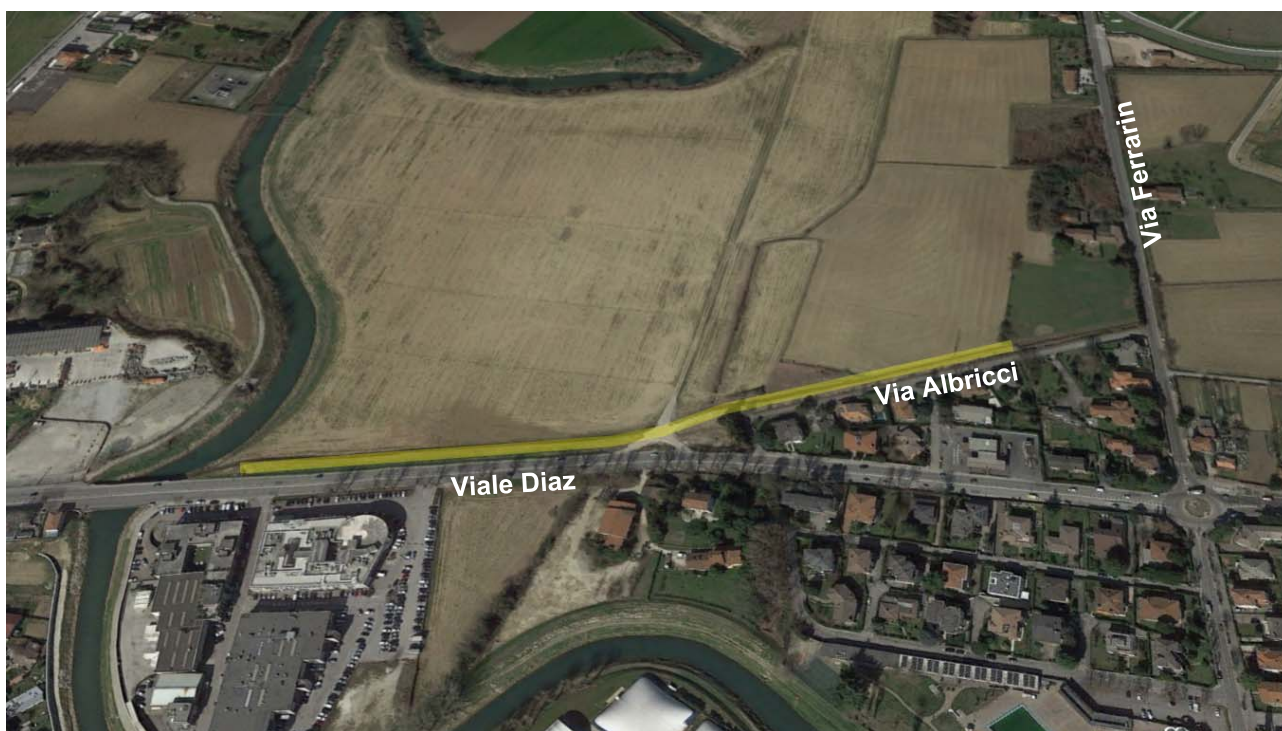


Figura 10: estratto planimetrico Tav.4 "Planimetria generale degli interventi - Progetto Definitivo "REALIZZAZIONE DI UN'OPERA DI INVASO SUL FIUME BACCHIGLIONE A MONTE DI VIALE DIAZ DEL COMUNE DI VICENZA"

Tale arginatura ha interrotto lo Scolo Aeroporto, che attualmente, nel tratto a Sud di Viale Ferrarin non è più collegato idraulicamente con la rete a monte.

Al piede dell'argine, lungo il tratto su viale Diaz è stato realizzato un fosso di guardia a lato della strada; lo stesso non è stato fatto lungo viale Albricci.



*Figura 11: foto aereo con evidenziato argine realizzato dal genio Civile di VI
fonte Google Earth*

3.2. Rete meteo di via Ferrarin

Lungo il lato Est di via Ferrarin, tra la base USA e viale Diaz, non sono presenti le condizioni descritte nelle LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE; il fosso di guardia è stato interessato dai lavori di realizzazione di una pista ciclabile, che ne ha ridotto la dimensione idraulica libera (vedi foto seguenti).



*Figura 12: scarico dell'Aeroporto lungo la carreggiata est di V.le Ferrarin. vista verso sud prima dell'attraversamento stradale con tubo DN 600 e prima della realizzazione della pista ciclabile
fonte LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE*



*Figura 13: scarico dell'Aeroporto lungo la carreggiata est di V.le Ferrarin.
Foto della pista ciclabile realizzata (sinistra) e attuale sezione idraulica del fosso (destra)*

Attualmente il fosso è stato di molto ridimensionato e per alcuni tratti è stato tombinato con tubazione in PVC DN400. Come nella configurazione precedente lo scarico avviene parzialmente con l'attraversamento stradale segnalato nelle LINEE GUIDA ALLA PROGETTAZIONE, ma tuttavia non è percorribile per le motivazioni di cui al precedente paragrafo.



Figura 14: (sinistra) tombino di attraversamento DN600 con recapito nel vecchio scolo aeroporto interessato dai lavori delle casse di espansione, (sinistra) tubazione DN400 che prosegue sul lato Est di via Ferrarin verso viale Diaz. Le foto sono state scattate nel medesimo noto idraulico.

In parte le acque vengono smaltite attraverso una tubazione DN400 che prosegue su via Ferrarin, e si immette in una condotta DN500-600 in PVC che attraversa la rotatoria su viale Diaz e prosegue a Sud di quest'ultima su via Ferrarin verso il centro urbano.

Dalle indagini condotte, la tubazione su via Ferrarin, nel tratto a Sud di via Diaz, è già sottodimensionata per gli effettivi carichi della rete di drenaggio urbano, e quindi non idonea per l'immissione dell'ulteriore scarico veicolato dal PARCO DELLA PACE.

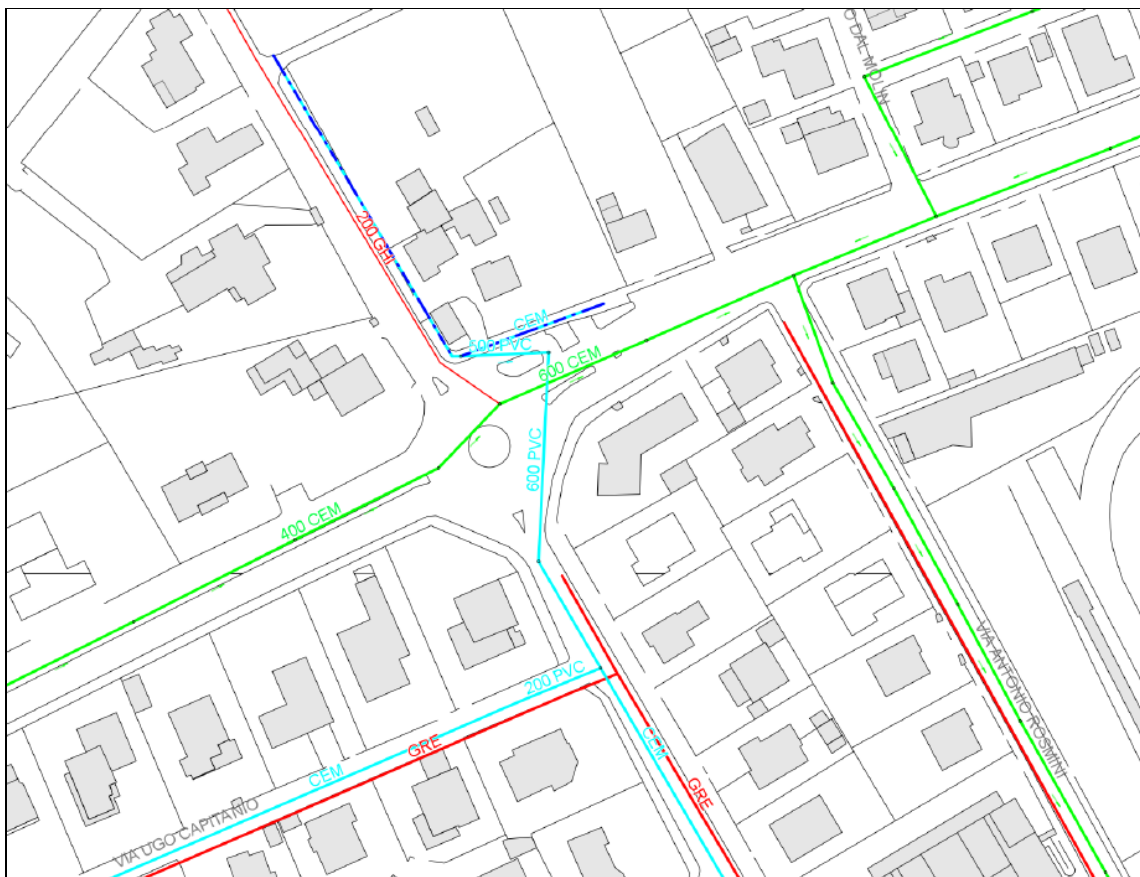


Figura 15: schema idraulico su mappa catastale fornito da ACQUE VICENTINE e riguardanti le reti idrauliche (meteoriche e fogn. nera) esistenti su via Ferrarin a Sud di viale Diaz.

3.3. Progetto generale degli interventi di difesa idraulica della città di Vicenza

Nei giorni dal 31 ottobre al 2 novembre 2010 la Regione Veneto è stata interessata da forti precipitazioni che hanno causato allagamenti su tutto il territorio afferente al bacino del fiume Bacchiglione, particolarmente colpito è stato anche il centro della città di Vicenza e nello specifico la zona nord compresa tra Viale Diaz e Santa Croce.

A seguito degli eventi alluvionali la Regione Veneto si è attivata per l'individuazione degli interventi necessari per garantire il transito controllato delle piene del fiume Bacchiglione. Si tratta di interventi volti sia alla creazione di volumi di invaso (casce di espansione), sia all'adeguamento delle quote arginali nei tratti interessati da tracimazioni.

Il rialzo degli argini del fiume Bacchiglione, operato tramite creazione di sovralti arginali e di costruzione di muri di sponda, nel tratto compreso fra viale Diaz e il ponte di viale D'Alviano è stato completato nel dicembre 2013.

A questi interventi deve necessariamente seguire l'esecuzione di opere complementari sulla rete fognaria, perché gli scarichi a fiume della fognatura costituiscono un punto di risalita delle acque di piena del Bacchiglione.

L'alluvione del 2010 ha dimostrato che le piene critiche del Bacchiglione causano rigurgito sulle reti minori che scaricano in esso, allagando quindi le aree in prossimità dell'asta fluviale.

Il Comune di Vicenza ha conseguentemente incaricato lo studio di Ingegneria 2P&Associati srl dell'analisi del sistema di fognatura bianca e mista dell'area interessata dagli allagamenti con lo scopo di:

- individuare le criticità del sistema di smaltimento delle acque meteoriche in occasione di concomitanti piene del Bacchiglione;
- definire gli interventi necessari per la risoluzione delle criticità riscontrate.

Lo studio: **“Analisi delle problematiche di scolo delle acque bianche e miste delle aree afferenti al fiume Bacchiglione nelle tratte oggetto di lavori di messa in sicurezza a sud di viale Diaz – Studio di Fattibilità” – Giugno 2012** ha individuato la necessità di realizzare una serie di interventi strutturali che consentano lo scarico delle acque meteoriche anche per alti livelli del fiume Bacchiglione, tra i quali, con Progetto Definitivo-Esecutivo redatto da B&M Ingegneria – Ing. Andrea Mori, il **“Sistema di sollevamento delle acque bianche in sinistra idraulica del fiume Bacchiglione tra il ponte di viale Diaz e la passerella piscine – interventi vie Capitanio e Forlanini”**, di cui si riporta il seguente estratto:

Da via divisione Folgore, procedendo verso est, verso la zona delle piscine, si incontra una piccola area agricola e, quindi, un'area residenziale delimitata da viale Diaz, viale Ferrarin e dalle piscine comunali. Tale area ha come collettore principale un fossato, già denominato “Scolo aeroporto” in quanto un tempo drenaggio delle acque provenienti dall'ex aeroporto “Dal Molin” e dall'area agricola a monte di viale Diaz. Nel 2012 la realizzazione di un argine parallelo a viale Diaz, anticipazione delle opere previste per la creazione dell'invaso a monte di Viale Diaz (opera di competenza della Regione Veneto), ha portato alla deviazione delle acque della parte a nord di viale Diaz verso Ovest, direttamente nel fiume Bacchiglione, a mezzo di una condotta interrata.

Attualmente lo “Scolo Aeroporto” riceve principalmente le acque della zona a valle di viale Diaz, il cui apporto più cospicuo è costituito dalla fognatura acque meteoriche di via Capitanio.

La fognatura meteorica di Via Forlanini afferisce invece alla rete fognaria di viale Ferrarin nord con recapito in corrispondenza delle piscine, laddove nel dicembre 2015 è stata ultimata la realizzazione di un impianto di sollevamento da 750 l/s. Viene dunque esclusa dalle considerazioni del presente progetto.

Si puntualizza che, attualmente, lo Scolo Aeroporto, a monte di viale Diaz e via Albricci è stato deviato ed interrotto dalla realizzazione di un argine, opera appaltata dal Genio Civile di Vicenza.



Figura 16: Vista aerea dell'area in sinistra idraulica del fiume Bacchiglione a valle di viale Diaz

Fonte relazione generale prog. Def-Esecutivo Ing. A. Mori

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di sollevamento che, prelevando le acque dal fossato denominato “scolo aeroporto” (cfr. Figura 1 pagina 6) consenta di mantenere in sicurezza idraulica le aree limitrofe al fossato, in particolare l'abitato che insiste su via Capitanio (la cui fognatura recapita nel suddetto fossato) e via Forlanini, oltre alle abitazioni in destra idraulica del fossato.

Il progetto preliminare prevedeva la realizzazione dell'impianto di sollevamento in destra idraulica del fossato, in area privata. Per fruire di una maggiore accessibilità dalla viabilità pubblica, oltre che per evitare un procedimento di esproprio, si è stabilito, d'accordo con l'Amministrazione comunale, di ubicare l'impianto in sinistra idraulica del fossato, a margine di via Forlanini, in un'area attualmente parte del complesso delle piscine comunali, ma con funzione marginale. La nuova ubicazione richiede lo spostamento dell'attuale recinzione dell'area piscine ed il successivo rifacimento.

L'impianto idrovoro sarà realizzato nell'area delle piscine, costruendo un manufatto interrato ricorrendo all'infissione di manufatti prefabbricati con la tecnica dell'autoaffondamento. Per l'aspirazione dal fiume è necessaria la posa di una condotta di aspirazione dal fossato con relativo manufatto di presa. L'impianto si completa di condotta premente verso il Bacchiglione.

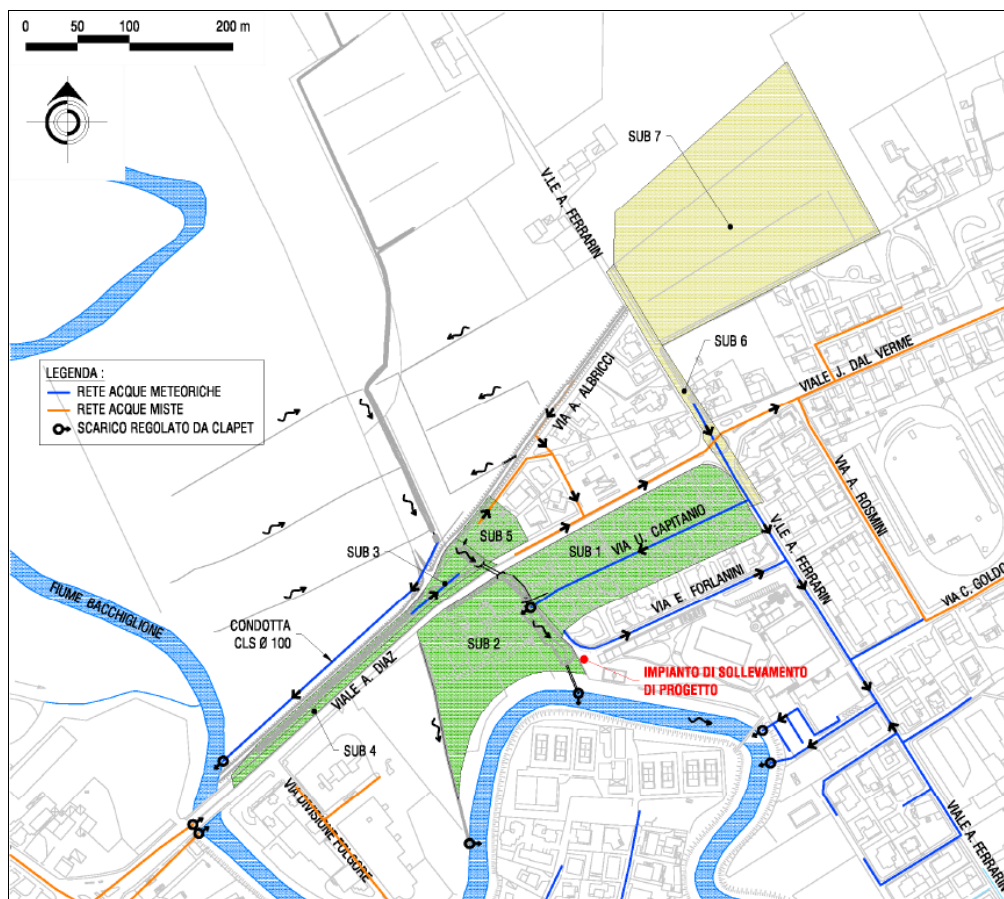


Figura 17: Vista aerea dell'area in sinistra idraulica del fiume Bacchiglione a valle di viale Diaz

Fonte relazione generale prog. Def-Esecutivo Ing. A. Mori

3.4. Reti in via S. Antonino

Tra gli approfondimenti condotti nella presente fase di progettazione preliminare, si segnala che è stata rilevata l'assenza della fognatura nera lungo via Sant'Antonino, con possibili conseguenze sulla qualità delle acque raccolte dai fossi di guardia a seguito di intensi eventi meteorici, e veicolate verso il Parco delle Pace.

Dai contatti avuti nel maggio 2016, la società Acque Vicentine SpA, ente gestore del servizio idrico integrato della città di Vicenza, ha comunicato che nell'agosto 2015 è stato redatto lo Studio di Fattibilità denominato: **“Estensione della rete fognaria in strada Sant'Antonino e in strada della Cresolella, Vicenza”**, al fine di sistemare l'attuale situazione presente per lo scarico dei residenti sulle predette vie.

Nello specifico, all'interno della relazione illustrativa dello Studio di fattibilità, si riepiloga l'attuale stato degli scarichi:

Le abitazioni di Strada S. Antonino, nel tratto che va da Via della Polveriera fino a Ponte del Marchese, e di Strada della Cresolella recapitano la propria fognatura, sia bianca che nera, nei fossi tombinati presenti a lato delle strade che raccolgono anche le acque meteoriche delle stesse strade; tale sistema di fossati recapita quindi con una condotta

nell'area dell'ex-aeroporto "Dal Molin", percorrendola da est a ovest, che scaricava in Bacchiglione nello scarico presente in corrispondenza dell'ansa del fiume nei pressi dell'ingresso dell'ex-aeroporto militare.

Infatti oggi tale punto di scarico risulta essere stato intercettato a monte della nuova base "USA" e dedicato esclusivamente allo smaltimento delle acque meteoriche della stessa.

Pertanto in questo momento le abitazioni citate (si tratta di circa 110 famiglie e 250 abitanti) recapitano la propria fognatura, bianca e nera, in un sistema di drenaggio interrotto che non ne permette lo scarico rendendo necessario realizzare una nuova rete dedicata alla fognatura nera in Via S. Antonino e Strada della Cresolella al fine di garantire lo smaltimento dei reflui fognari di tali abitazioni a norma di legge.

Per procedere con la realizzazione del parco e delle opere idrauliche ad esso connesse, si rende necessaria la realizzazione delle opere previste dal predetto Studio di fattibilità di Acque Vicentine Spa, senza le quali, sarebbero veicolate verso il parco, per essere fruite nella rete di canali e di specchi d'acqua interni, acque nere mescolate con acque di falda e/o precipitazione meteorica.

Si segnala inoltre che, via Sant'Antonino è collegata alla rete di drenaggio interna all'ex aeroporto "Dal Molin", oggi area parco, attraverso un collettore che si immette nell'ambito d'intervento, all'altezza dell'ingresso Est, con direzione NE-SW, nel "collettore principale" (come definito a pag. 4 della Relazione Conclusiva – INDAGINE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA NELL'AREA DELL'EX-AEROPORTO "DAL MOLIN") che attraversa l'area parco ma che risulta interrotto in corrispondenza del confine Est della nuova base "Dal Din", perdendo quindi funzione di scarico e recapito finale nel Bacchiglione. Via Sant'Antonino inoltre risulta sprovvista di una rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, l'unico recapito individuato è appunto il collettore che si immette nel parco.



Figura 18: Individuazione di Sottozone Omogenee per il consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta

Conseguentemente a ciò, nei bilanci idrologici dell'area parco, dovranno considerarsi anche gli eventuali apporti meteorici di coorivazione dai sottobacini che gravitano su via Sant'Antonino.



Figura 19: pozzetto lungo via Sant'Antonino, lungo il confine tra tennis club e distributore

4. SCARICO DI RECAPITO FINALE

Originariamente il drenaggio delle acque dal terreno dell'aeroporto avveniva mediante una specifica rete, **con 3 punti di scarico nel Bacchiglione in sponda sinistra**.

Come documentato negli studi e indagini svolti in contemporanea e successivamente alla realizzazione della base "Dal Din", tale rete ha perso la propria funzionalità. Tant'è che, prima dell'esecuzione della bonifica bellica, l'acqua non riusciva a drenare, e ristagnava per lunghi periodi nell'aerea a seguito degli eventi pluviometrici.

Con l'esecuzione della bonifica bellica, al fine anche di permettere l'esecuzione delle attività di indagine, sono stati realizzati dei fossi a cielo aperto per drenare le acque all'interno dell'area parco, regimando le acque di corrivazione verso l'ingresso Sud della base "Dal Din" – via Ferrarin. Ad oggi, il drenaggio e smaltimento delle acque dell'area d'ambito avviene tramite un fosso ricavato lungo il lato Est della pista di atterraggio, e collegato al fosso presente lungo via Ferrarin.

L'individuazione delle possibilità di scarico, in termini quantitativi e di posizione geografica, è di fondamentale importanza per il dimensionamento della rete e dei volumi d'invaso interni. Allo scopo le ipotesi indagate sono:

a) recapito verso il vecchio scarico posto nel margine Nord dell'ex aeroporto "Dal Molin"

L'ipotesi, dal punto di vista idraulico, non è efficace, in quanto tale recapito è posto nella parte più settentrionale del parco, con quota altimetrica maggiore rispetto all'intero ambito, con necessità quindi di indirizzare le pendenze, seppur ridotte, dei canali in direzione contraria a quella della pendenza naturale del piano campagna. Il recapito Nord, verificate le condizioni idrauliche, ed eventualmente eseguita una video ispezione con idropulizia, può essere impiegato come scarico di emergenza o di troppo pieno per la parte settentrionale del Parco.

Si evidenzia, che il tratto terminale del collettore, ricade all'interno della nuova base "Dal Din".



Figura 20: Foto aerea e foto ravvicinata del manufatto di scarico (nord) sul Bacchiglione.

Fonte "Sulla presenza della rete di drenaggio delle acque nell'area "Dal Molin" e sui danni arrecati alla stessa rete"

(CENTRO IDRICO NOVOLEDO Srl – 2013)

b) Recapito su via San Antonino

Via Sant'Antonino è sprovvista di una rete per lo smaltimento delle acque meteoriche, eventuali anche nuove canalizzazioni o condotte da prevedere andrebbero comunque a gravare verso il centro urbano della città di Vicenza, incrementando criticità già in essere.

c) Dispersione nel suolo

La geologia e la stratigrafia dell'ambito d'intervento non sono tali da permettere lo smaltimento dei deflussi superficiali tramite sistemi disperdenti (pozzi e trincee disperdenti) in quanto il terreno è caratterizzato da una bassa permeabilità e da una falda sospesa molto superficiale.

d) Recapito verso via Ferrarin e scolo dell'Aeroporto

Tra le possibilità di scarico indagate, quella indicata nelle LINEE GUIDA ALLA PROGETTAZIONE è perseguibile solo parzialmente, e consiste nello smaltimento delle acque interne al parco attraverso il fosso denominato "Scolo Aeroporto".

La fattibilità di tale soluzione è però limitata da alcune condizioni al contorno:

- Progetto di realizzazione della CASSA DI ESPANSIONE n.4 a monte di viale Diaz che, in parte, comprende al suo interno anche lo scolo aeroporto e che per tale interferenza prevede la realizzazione di un sollevamento da 100 l/s
- realizzazione della pista ciclabile lungo via Ferrarin e riduzione della sezione idraulica del fosso di guardia;
- realizzazione di un argine lungo viale Diaz e via Albricci;
- realizzazione del sollevamento in corrispondenza dello scarico dello "Scolo Aeroporto" sul Bacchiglione, per lo smaltimento delle acque di via Capitano e via Forlanini, con portata nominale di 100 l/s.

Considerata l'ipotesi d) appena descritta, e viste le LINEE GUIDA IDRAULICHE ALLA PROGETTAZIONE, il recapito finale delle acque si prevede possa avvenire nel modo successivamente illustrato:

- 1) la rete interna del parco sarà munita allo scarico di una bocca tarata posta nel limite Sud-Ovest dell'ambito del parco e avrà recapito nel fosso/scolo posto lungo il confine con la base militare USA, per poi scaricare nel fosso di guardia a lato della pista ciclabile di via Ferrarin.

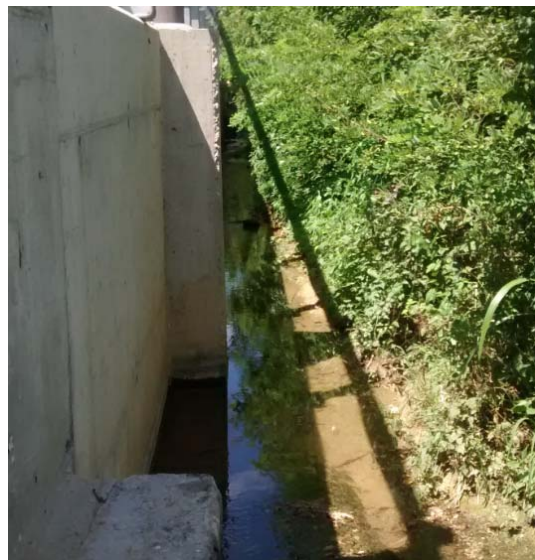


Figura 21: Foto aerea e foto ravvicinata del manufatto di scarico (nord) sul Bacchiglione.

- 2) Il fosso di guardia, in parte tombinato con condotte in PVC DN400 continua fino all'incrocio con via Albricci. In corrispondenza all'intersezione è necessario creare un nuovo collegamento idraulico verso la parte terminale dello "Scolo Aeroporto", mediante attraversamento di Via Ferrarin e prolungamento della nuova condotta lungo tutta via Albricci fino allo scarico nel tratto terminale dello "Scolo Aeroporto".

Una tubazione DN400 in materiale plastico con pendenza 0,1%, consente il transito di una portata di 80 l/s e riempimento del 75%, e portata massima di circa 90 l/s.



Figura 22: incrocio tra via Ferrarin e via Albricci con individuato attraversamento da realizzare.



Figura 23: Foto via Albricci con individuato nuova condotta da realizzare, lunghezza totale della nuova condotta DN500 pari a circa 300m

Al fine di rendere compatibile lo scarico dall'area parco con l'idrografia dell'area, considerate le ridotte dimensioni dei fossi di guardia esistenti, la necessità dell'impianto di una nuova condotta di collegamento lungo via Albricci ed infine per limitare le potenze e dimensioni dell'impianto di sollevamento previsto per via Capitanio e via Forlanini, **si prevede di limitare la portata allo scarico del Parco della Pace a circa 70 l/s**, pari a circa un coefficiente udometrico di 1 l/s ha, su 60 ha di area parco.

Tale portata è veicolabile da una condotta in cls DN500, con pendenza 0,1% e riempimento del 55%.

Dati di calcolo			
D	<input type="text" value="0.5"/>	m	= Diametro interno del canale
w	<input type="text" value="55"/>	%	= Livello percentuale riempimento del canale
i	<input type="text" value="0.001"/>	m/m	= Pendenza del canale
k	<input type="text" value="80"/>		= Coefficiente di scabrezza
<input type="button" value="Calcola"/> <input type="button" value="Reset"/>			
Q	<input type="text" value="0.072734971047843"/>	m³/s	= Portata della condotta

Figura 24: verifica condotta DN500 con portata 70 l/s

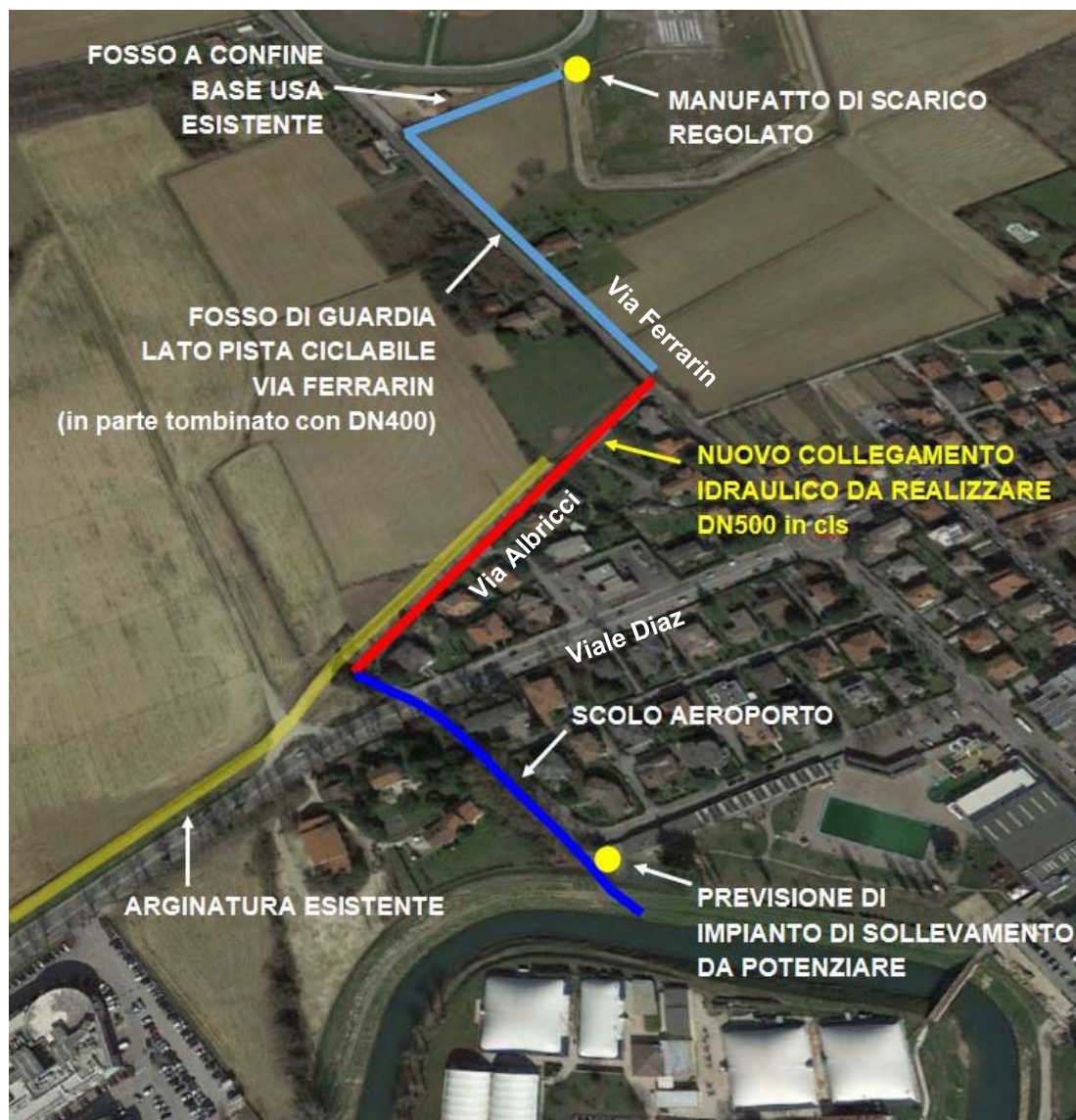


Figura 25: Foto aerea con rappresentazione del sistema di scarico tra area Parco della Pace e Bacchiglione, con in rosso il nuovo tratto di condotta DN500 da realizzare L=300m.

5. GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Di seguito si riportano i contenuti della relazione geologica a firma del geol. Gino Lucchetta, di interesse per le valutazioni e analisi idrologiche e idrauliche condotte in questa relazione.

Aspetti geolitologici e stratigrafici:

Il materasso alluvionale nell'intorno dell'area in oggetto è costituito da due tipologie di unità appartenenti alla media Pianura Veneta: zone di pianura consolidata e zone delle alluvioni recenti dei Fiumi Bacchiglione, Astichello, Tesina, Retrone. [...]

I materiali che costituiscono la pianura consolidata sono riferibili ad una serie sedimentaria alluvionale, costituita da una potente successione di limi ed argille prevalenti, all'interno della quale si intercalano in profondità orizzonti e lenti più grossolane sabbioso-ghiaiose.[...]

Prendendo come riferimento i sondaggi eseguiti lungo il f. Bachiglione per la realizzazione del bacino di laminazione di Viale Diaz, la successione stratigrafica può essere schematizzata come segue:

- *da piano campagna e fino a profondità di 4,5 m di media si trovano terreni limoso-sabbiosi sciolti con intercalazioni di argille limose consistenti; il colore è bruno-rossastro.*
- *Tra 4,5 e 10,5 m di profondità sono presenti sabbie limose bruno-rossastre con una frazione ghiaiosa nei primi tre metri; la consistenza è mediamente densa.*
- *Da 10,5 a 25 m di profondità si trova una fitta alternanza di livelli argilloso-limosi e sabbioso limosi; i livelli argillososo-limosi sono prevalenti; essi hanno colore grigio chiaro e contengono talvolta strati torbosi con spessore fino ad un metro. Gli strati sabbiosi e sabbioso limosi hanno consistenza da sciolta a mediamente densa e contengono, a volte, dei livelli ghiaiosi.*

Situazione stratigrafica del sito

Per l'area interna all'ex aeroporto "Dal Molin" i soli dati che è stato possibile reperire sono quelli del "Preliminary investigations to evaluate the general subsurface conditions Geotechnical report" (2006) a cura di Geothecna srl a firma del dott. geol. Andrea Baldracchi.

Nell'ambito di tale indagine erano stati eseguiti 21 sondaggi a carotaggio continuo a 20 m con SPT in foro e prelievo di campioni indisturbati oltre alla posa di 8 piezometri a tubo aperto.

Tali indagini avevano portato all'identificazione di due tipi di terreno presenti nel sottosuolo oltre ad uno strato di riporto superficiale:

- *Riporto superficiale: ha spessore variabile da 1 a 2 m ed è costituito da terreni eterogenei, in prevalenza limoso-sabbiosi, spesso con materiale estraneo (frammenti di laterizio o calcestruzzo, ghiaia di fiume, ecc.);*

- *Argille e argille limose: è costituito da argille limose grigie, spesso con contenuto organico e strati di torba bruna. La consistenza è molto variabile: da molto molle a solida con una media di plastica.*
- *Sabbie limose e limi sabbiosi: si tratta di livelli discontinui e lenti di sabbie più o meno limose, talvolta con elementi ghiaiosi. Dal punto di vista dell'addensamento si va da sabbie poco addensate a mediamente addensate.*

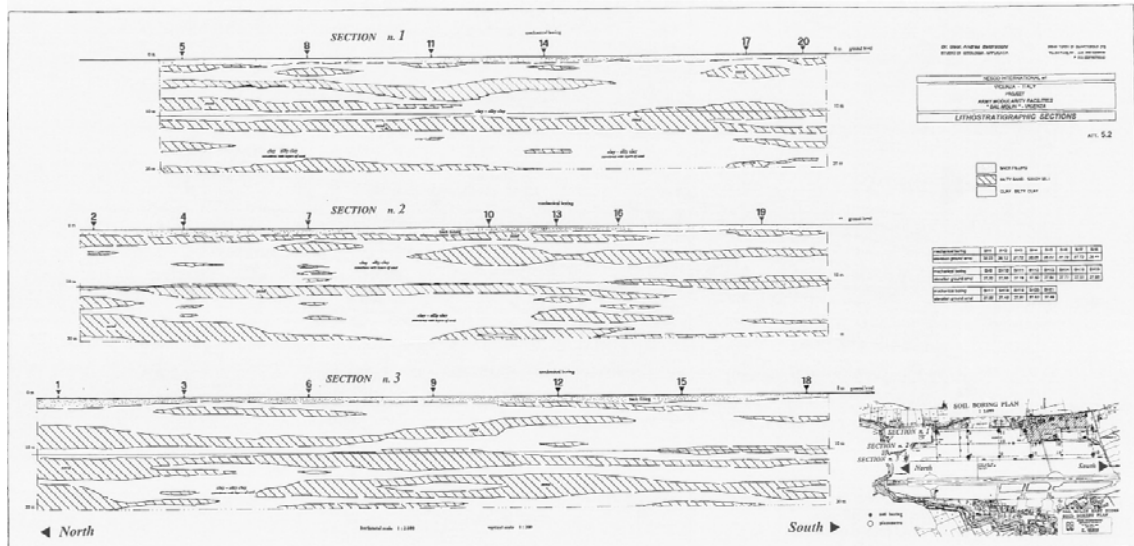


Figura 26: ricostruzione dell'andamento nel sottosuolo delle tre litologie
(puntinato = riporto; bianco = argille; barrato diagonale = sabbie)

Aspetti idrogeologici del sito

L'elemento idraulico più importante dell'area oggetto di studio è costituito dal Fiume Bacchiglione che defluisce a Ovest, a Nord e a Est della zona di intervento. [...]

Il complesso idrogeologico della pianura appare piuttosto articolato: dalle ricostruzioni litologiche del sottosuolo, fatte utilizzando le stratigrafie di alcuni pozzi per acqua, risulta che il materasso alluvionale è notevolmente differenziato, sia in senso laterale che verticale, con formazione di acquiferi multistrato. [...]

La fascia di pianura vicentina in esame si colloca a valle della fascia delle risorgive e quindi la struttura idrogeologica di riferimento è quella della bassa pianura.

Il modello idrogeologico che viene normalmente assunto per descrivere la distribuzione e l'andamento degli acquiferi sotterranei nella bassa pianura, prevede una falda superficiale detta "freatica" e varie falde profonde in pressione. Lasciando stare le falde profonde, di cui si è detto in un paragrafo precedente, la falda superficiale può essere:

- 1. freatica a pelo libero, se ospitata in terreni permeabili che si estendono fino al piano campagna;*
- 2. freatica in pressione (risaliente), se l'acquifero permeabile è confinato superiormente da un livello impermeabile contro il quale esercita delle sottopressioni.*

Nel nostro caso è presente una falda freatica libera in quanto i terreni limoso-sabbiosi superficiali non confinano l'acqua contenuta nei sottostanti livelli sabbiosi.

L'andamento generale vede una direzione di deflusso da NNW verso SSE a seguire le principali direttrici di scorrimento delle acque superficiali, in particolare l'asse del f. Bachiglione, come già descritto nella carta idrogeologica del PAT.

A scala locale dell'ambito di intervento, invece, la situazione è fortemente condizionata dalla fitta rete di drenaggi sotterranei realizzati per rendere idonea l'area all'uso come aerostazione. [...]

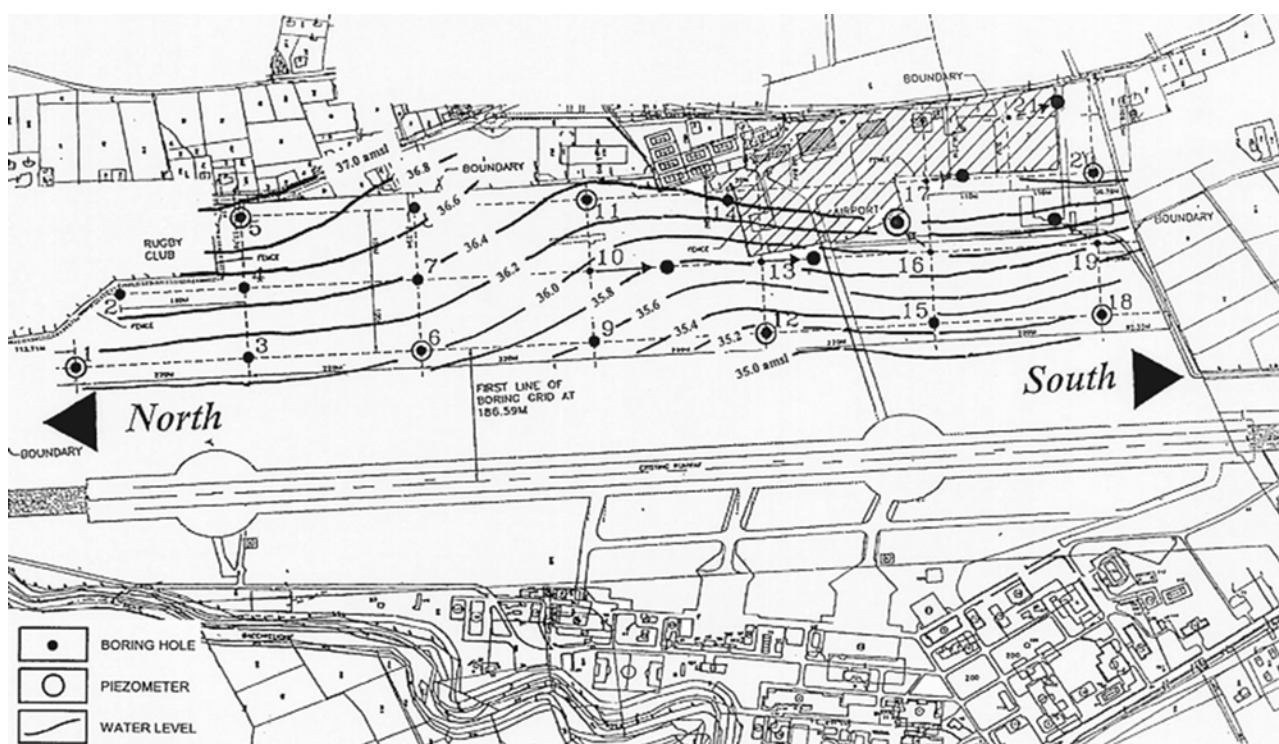


Figura 27: isofreatimetriche ricostruite nel documento Preliminary investigations to evaluate the general subsurface conditions Geotechnical report (2006)

Tornando all'andamento locale della tavola d'acqua freatica, la sua morfologia è stata ricostruita nel report (2006) a cura di Geothecna srl a firma del dott. geol. Andrea Baldracchi a partire dai 21 sondaggi a carotaggio continuo e agli 8 piezometri a tubo aperto.

Dalla mappa seguente è ben evidente il ruolo attrattivo per le acque operato dal canale principale di drenaggio che corre lungo il tratto residuo dell'ex pista di volo e al quale afferisce l'intera rete dei drenaggi presenti nell'area.

La profondità della tavola d'acqua varia da poco meno di un metro nella fascia più prossima a via Sant'Antonino, a circa 2-2,5 m nella zona più a Sud, a ridosso della ex pista di volo; la profondità media è attorno a 1,5 m. Il gradiente medio della falda è attorno allo 0,5-0,8% ed è quindi superiore del gradiente topografico che invece si attesta attorno

allo 0,1%. In questo modo lo spessore dell'insaturo aumenta procedendo da Nord a Sud e da Est verso Ovest.

Con i lavori di costruzione della nuova base USA e con le operazioni di bonifica bellica la funzionalità della rete dei drenaggi è stata però fortemente compromessa tant'è che, nel settore di SW, la tavola d'acqua si è alzata di circa un metro come ben visibile nei vari fossati a giorno.

Oggi, pur non essendoci una rete di controllo piezometrico con rilevazioni periodiche, si può affermare, senza timore di commettere grandi errori, che la quota di saturazione si è portata ad un andamento circa parallelo a quello della superficie topografica. In altre parole:

- nel settore orientale, lungo via Sant'Antonino, la quota di falda è rimasta sostanzialmente invariata rispetto a quando i dreni erano funzionali ed efficienti e quindi con quota di saturazione attorno al metro di profondità o poco più;*
- nel settore occidentale verso la vecchia pista di volo la quota di falda si è alzata fino a circa un metro di profondità, o poco meno.*
- Nel settore di SW si hanno condizioni sature attorno a 0,6-0,7 m di profondità con possibilità di risalita fino a 0,5-0,6 m.*

Rimane comunque un leggerissimo gradiente da NE verso SW, per cui l'acqua tende lentamente a defluire in direzione di Viale Diaz e f. Bacchiglione.

Per una più completa trattazione e descrizione dei contenuti geologici ed idrogeologici si rimanda alla specifica relazione allegata al progetto preliminare.

6. RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA

Di seguito si riporta la cartografia tematica rappresentativa del rischio idraulico che caratterizza l'ambito d'intervento.

La cartografia riguarda nello specifico:

- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – PTCP;
- mappatura allagamenti, evento novembre 2010;
- mappatura allagamenti, evento novembre 2012;
- mappatura allagamenti, evento maggio 2013.

Dalla carta del Rischio Idraulico allegata al P.T.C.P. della Provincia di Vicenza, approvato con Deliberazione di Giunta della Regione del Veneto n. 708 del 02/05/2012, l'area oggetto d'intervento non è classificata a rischio idraulico.

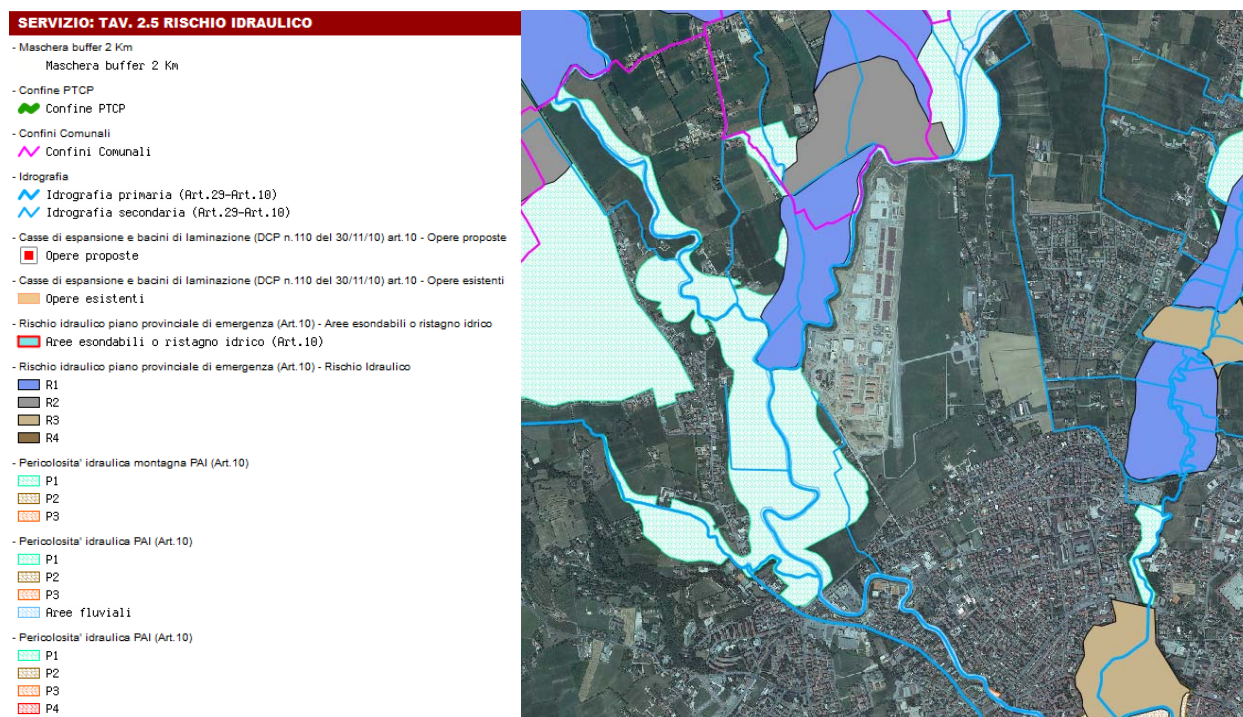


Figura 28: P.T.C.P. della provincia di Vicenza – estratto tav. 2.5 Rischio idraulico

fonte <http://geoportale.provincia.vicenza.it>

A conferma di quanto rappresentato nel PTCP, anche per gli eventi alluvionali del 2010, 2012 e 2013, la mappatura delle aree allagate non comprende l'area PARCO DELLA PACE.

Da rilevare, che, per l'evento del 2010 (successivo all'inizio dei lavori di realizzazione della base USA) e del 2013, sono state mappate delle aree allagate in prossimità dell'ingresso Est lungo via Sant'Antonino; questo probabilmente causate dalla perdita di funzionalità della rete di drenaggio e smaltimento interne al parco.

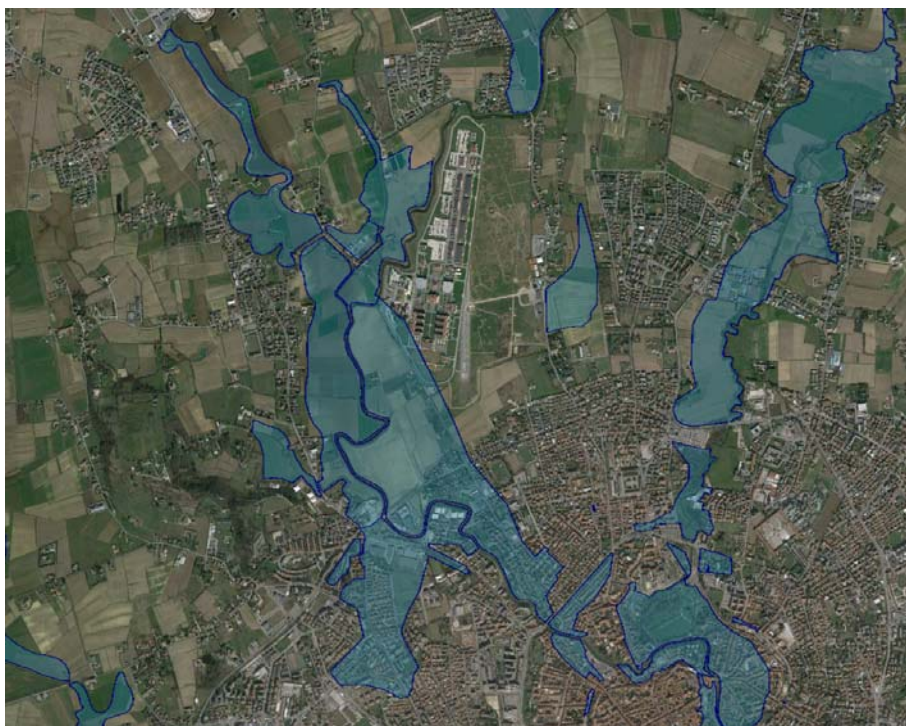


Figura 29: mappatura allagamenti evento del novembre 2010 – fonte SIT Comune di Vicenza



Figura 30: mappatura allagamenti evento del novembre 2012 – fonte SIT Comune di Vicenza



Figura 31: mappatura allagamenti evento del maggio 2013 – fonte SIT Comune di Vicenza

In conclusione, considerati gli effetti sull'area determinati dagli eventi critici degli ultimi anni, gli interventi di riduzione di rischio idraulico in programma lungo l'asta del f.Bacchiglione, (casce di espansione di viale Diaz e di Caldogno), e le progettualità in atto incaricate dal comune di Vicenza per drenare e risolvere le criticità manifeste nelle aree in prossimità e a sud di viale Diaz, **il rischio idraulico nell'ambito d'intervento correlato al regime idrometrico del f.Bacchiglione non è rilevante ai fini delle successive analisi e valutazioni.**



Figura 32: foto aerea del ponte di viale Diaz (vista da N-W), evento alluvionale novembre 2010

7. OPERE DI PROGETTO

Nel presente paragrafo si descrivono le opere idrauliche previste per il progetto PARCO DELLA PACE. Come anticipato nelle premesse, le opere di seguito descritte avranno duplice valenza: idraulica, in quanto necessarie a garantire il drenaggio e la laminazione delle precipitazioni di progetto; paesaggistica, in quanto componente significativa nel tema del parco.

Le opere che caratterizzano la progettazione idraulica possono essere suddivise in:

- **laghi e specchi d'acqua stabili:** sono aree scavate e perennemente allagate, grazie alla quota a cui è presente la falda superficiale. Per garantire l'allagamento e l'emersione dell'acqua è previsto lo scavo fino alla profondità di 200 cm, garantendo così una profondità dell'invaso variabile tra 50 e 150 cm, variabili in funzione della stagionalità. L'estensione totale dei laghi è pari a circa 5,2 ettari, circa il 9% dell'intera estensione dell'ambito "parco". In condizioni ordinarie, si prevede che il livello dell'acqua sia ad una quota variabile tra 60 e 100 cm al di sotto del piano campagna, dislivello disponibile come volume d'invaso per la laminazione. Nei calcoli dei volumi d'invaso disponibile per la laminazione si considera cautelativamente un'altezza di 60 cm.



Figura 33: sezione area parco con rappresentazione di un lago



Figura 34: foto rappresentativa di un lago-area umida

- **bosco igrofilo e aree umide**

I boschi igrofili ripariali rappresentano delle formazioni vegetali che si distribuiscono parallelamente alle sponde dei corsi d'acqua e degli specchi lacustri e aree umide. La loro

presenza risulta essere motivata dalla quota a cui si manifesta la falda freatica e dal ristagno idrico possibile.

Dal punto di vista idraulico, anche tali aree, assolvono alla funzione di invaso e laminazione delle precipitazioni. Nella quantificazione dei volumi valgono le stesse considerazioni fatte precedentemente per i laghi e specchi d'acqua, tuttavia, nei calcoli si considera la superficie in pianta ridotta del 40%, in quanto queste zone sono caratterizzate da un'alternanza di depressioni e rilevati (materiale di scavo delle depressioni), di cui le prime sono appunto il 60% in pianta della superficie totale.

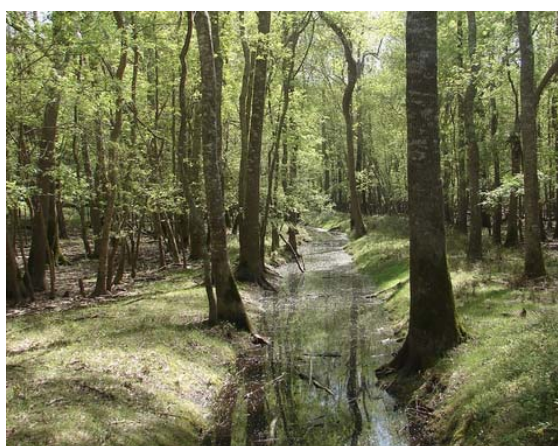


Figura 35: foto rappresentativa di un lago-area umida

- **canali e fossi di guardia**

La raccolta delle acque di corrivazione e il collegamento idraulico tra specchi d'acqua e aree umide, avviene mediante la realizzazione di canali e fossi di guardia.

I canali saranno caratterizzati da 3 tipologie di sezioni: 01-grande, 02-media, 03-piccola e fossi di guardia, come meglio rappresentati nelle tavole di progetto allegate.

La contabilizzazione dei volumi d'invaso disponibili viene eseguita, come per i laghetti, considerando il franco disponibile tra lo specchio d'acqua e l'attuale piano campagna, considerando un'altezza media di circa 60 cm.



Figura 36: sezione area parco con rappresentati i canali

- **drenaggi**

per garantire un migliore e più veloce drenaggio dello strato di suolo superficiale, nelle aree a più significativa frequentazione, o un adeguato franco di bonifica per le colture, si prevede, ove possibile, di riutilizzare i drenaggi storici esistenti, eventualmente integrandoli con nuovi drenaggi costituiti da tubazioni microforate, ed usualmente impiegate nella bonifica agraria.



Figura 37: sezione area parco con rappresentati i canali

- **soglie e regolatori di portata**

L'ambito d'intervento ha dimensione di circa 60 ha, con terreno che degrada in direzione Nord-Sud e pendenza media del 0,1% che, sui circa 1850 metri di lunghezza, corrisponde ad un dislivello di circa 2 metri. In considerazione di ciò, non è possibile utilizzare al massimo i volumi disponibili senza creare dei salti di quota tra i vari specchi d'acqua/tiranti.

La portata allo scarico prevista (circa 70 l/s) è tale da rendere insignificanti le perdite di carico nei canali, è quindi plausibile pensare che la cadente sia nulla, ovvero che la superficie del pelo libero sia orizzontale.

In considerazione di ciò, per massimizzare l'invaso in relazione ai volumi disponibili, si rende necessaria la creazione di soglie lungo il percorso dell'acqua, e quindi sostenere lungo la rete i profili idraulici, compensando con tali presidi i circa due metri di dislivello presenti tra Nord e Sud del parco.

La più precisa definizione di tali presidi idraulici verrà definita nella successiva fase progettuale Definitiva-Esecutiva.

Lungo il percorso, ed in particolare nei punti di collegamento idraulico dei diversi sottobacini interni e relative reti idrauliche, verranno realizzati dei regolatori di portata, costituiti da una bocca tarata opportunamente dimensionata, al fine di massimizzare la capacità d'invaso all'interno dell'intero ambito del parco.

Le sponde degli argini dei canali e laghetti sono realizzate con pendenza del 50% (scarpa 1/2), al fine di renderne più stabile la superficie e mitigare l'inserimento paesaggistico dell'opera.

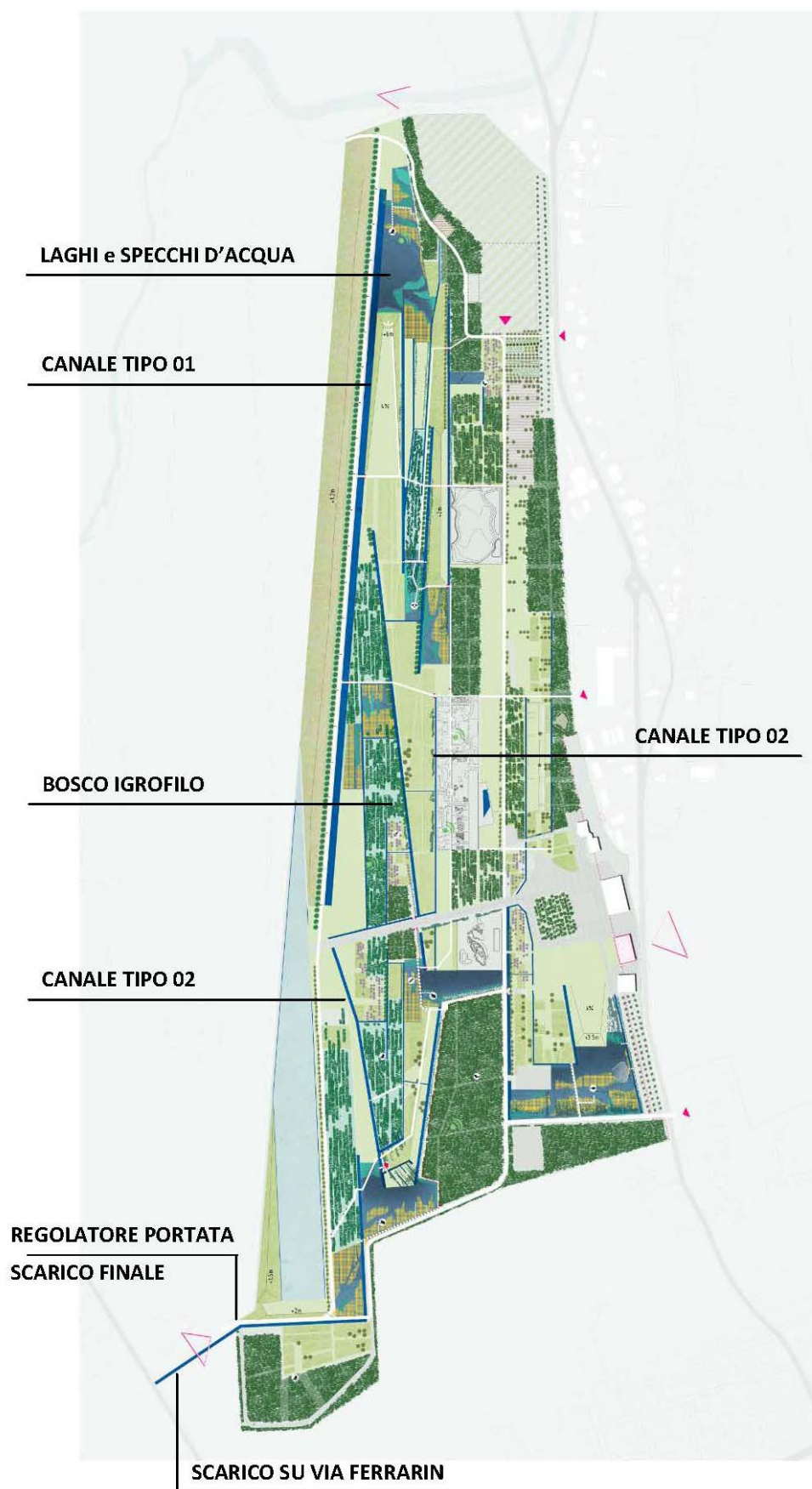


Figura 38: masterplan opere idrauliche Parco della Pace

8. IDROLOGIA

8.1. Precipitazioni critiche di progetto

La definizione delle curve di possibilità pluviometrica di progetto, necessarie alla progettazione delle opere di compensazione idraulica interne al parco, parte dagli esiti dell' "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento (2009)", incaricata dall' Unione Veneta Bonifiche come estensione, su tutto il territorio dei consorzi di bonifica del Veneto, dell'analisi già svolta nel 2008 su incarico del ex commissario delegato Ing. Mariano Carraro.

L'analisi regionalizzata è stata eseguita sulla base dei dati disponibili per la rete di misura del Centro Meteorologico di Teolo – CMT. Per ogni stazione sono stati considerati i valori massimi annui misurati su intervalli temporali di 5, 10, 15, 30, 45 minuti consecutivi, di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive e di 1, 2, 3, 4, 5, giorni consecutivi.

I valori sono forniti dal CMT a partire da serie validate, eliminando i valori relativi ad eventuali anni in cui il funzionamento della strumentazione fosse stato inferiore al 95% del totale teorico da oltre 105000 letture annue ogni 5 minuti.

Per la città di Vicenza, le precipitazioni sono misurate dall'omonima stazione.

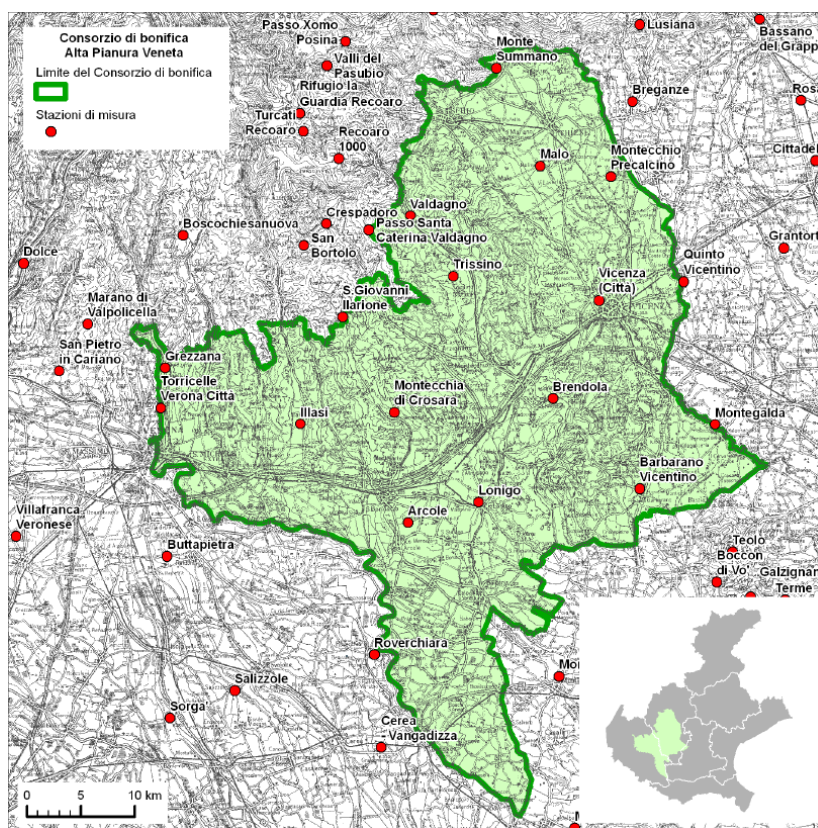


Figura 39: Corografia del comprensorio del Consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta.

In via del tutto generale si può affermare che le curve segnalatrici calcolate nel predetto studio porgono per lo più altezze di precipitazione superiori a quelle stimate sui dati 1920-1980. Gli incrementi variano in misura rilevante da stazione a stazione, risultando in alcuni casi superiori anche al 40%.

Si riporta di seguito il confronto svolto per la stazione di Vicenza.

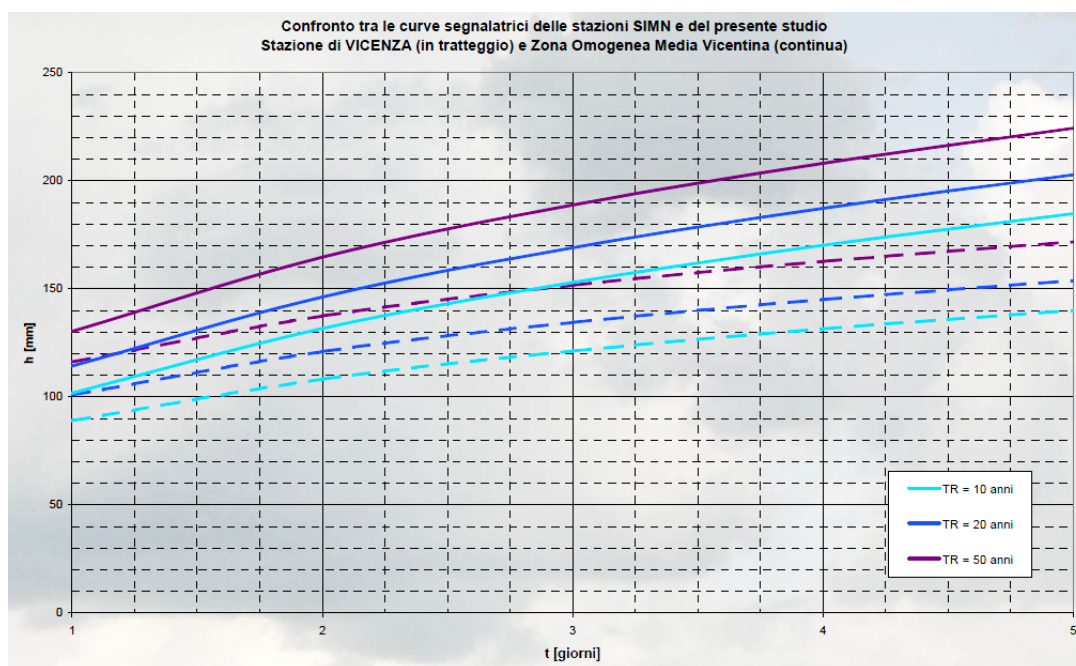


Figura 40: Confronto tra le curve segnalatrici per precipitazioni di durata giornaliera delle stazioni SIMN e del presente studio: Stazione di Vicenza (in tratteggio) e Zona Omogenea Media Vicentina (continua) per tempo di ritorno pari a 10, 20 e 50 anni.

L'analisi regionalizzata, suddivide il territorio consortile in 7 sottozone omogenee, ovvero aree su cui insistono stazioni di misura che siano contemporaneamente omogenee su tutte le durate di precipitazione.

L'area d'intervento, ex Aeroporto "Dal Molin", ricade nella sottozona "Media Vicentina".

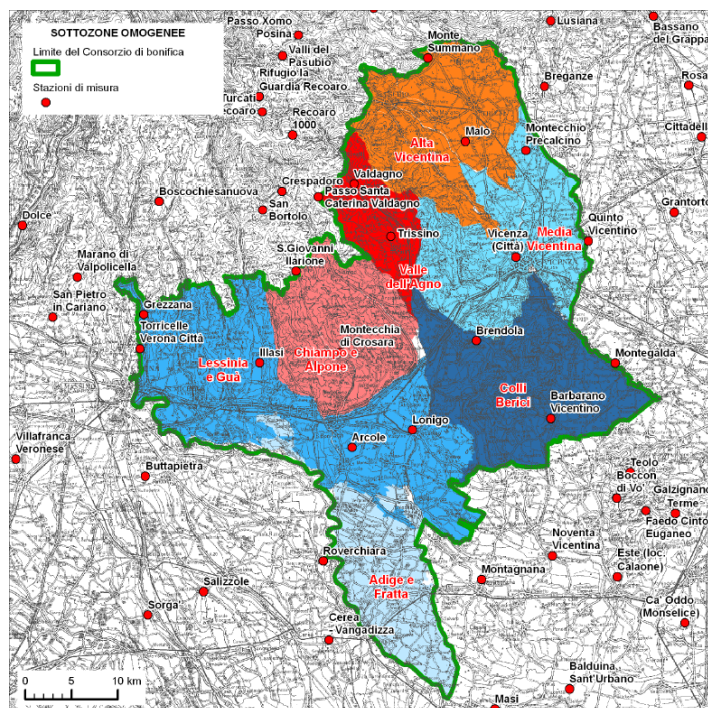


Figura 41: Individuazione di Sottozone Omogenee per il consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta

Le precipitazioni che caratterizzano la sottozona vengono riportate nelle forme di curve di possibilità pluviometrica (c.p.p.):

- a tre parametri per durate di precipitazione variabile tra 5 minuti e 24 ore (ma estrapolabile fino a 48 ore), con t espresso in minuti e h in millimetri.

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

Tr	t [min]									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9,7	15,8	19,1	25,5	30	32,5	41,1	50,2	62,7	77,3
5	12,2	19,9	24,4	33,7	39,8	43,3	54,4	65,4	81,3	99,5
10	13,8	22,5	27,8	39	46,1	50,4	63,1	75,6	93,9	113,6
20	15,2	24,8	30,9	43,9	52	57,1	71,4	85,6	106,2	126,8
30	16	26,1	32,6	46,7	55,3	60,9	76,2	91,4	113,4	134,2
50	17	27,7	34,8	50,2	59,3	65,7	82,1	98,7	122,5	143,3
100	18,3	29,8	37,6	54,7	64,6	72	90,1	108,7	134,9	155,3
200	19,5	31,7	40,3	59,1	69,8	78,2	98,1	118,8	147,5	166,9

Tabella 1: altezza cumulate di precipitazione regolarizzate per i vari tempi di ritorno e durate, fino alla durata di 24 ore

Tr	a	b	c
2	13,10	6,80	0,762
5	18,80	8,40	0,777
10	22,70	9,40	0,784
20	26,40	10,20	0,789
30	28,60	10,70	0,791
50	31,40	11,20	0,794
100	35,10	11,90	0,797
200	38,90	12,70	0,800

Tabella 2: c.p.p. a tre parametri

- a due parametri, valida per durate tra 1 e 5 giorni, nella quale t va espresso in giorni e h in millimetri.

$$h = a t^n$$

Tr	t [giorni]				
	1	2	3	4	5
2	69,6	89,2	107,6	122,6	131
5	88,8	112,7	136,3	154,1	163,5
10	101,8	128,1	155,2	173,1	182,4
20	114,3	142,7	173,3	190,2	198,7
30	121,4	151	183,7	199,5	207,5
50	130,3	161,3	196,6	210,7	217,7
100	142,2	175,1	214,1	224,9	230,4
200	154	188,7	231,5	238,2	241,9

Tabella 3: altezza cumulate di precipitazione regolarizzate per i vari tempi di ritorno e durate, fino alla durata di 5 giorni

Tr	a	n
2	69,0	0,403
5	88,8	0,384
10	101,8	0,370
20	114,3	0,356
30	121,4	0,348
50	130,3	0,338
100	142,2	0,324
200	154,0	0,310

Tabella 4: c.p.p. a due parametri

I valori di precipitazione evidenziati in azzurro corrispondono a quelli considerati e adottati nel documento “LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE”.

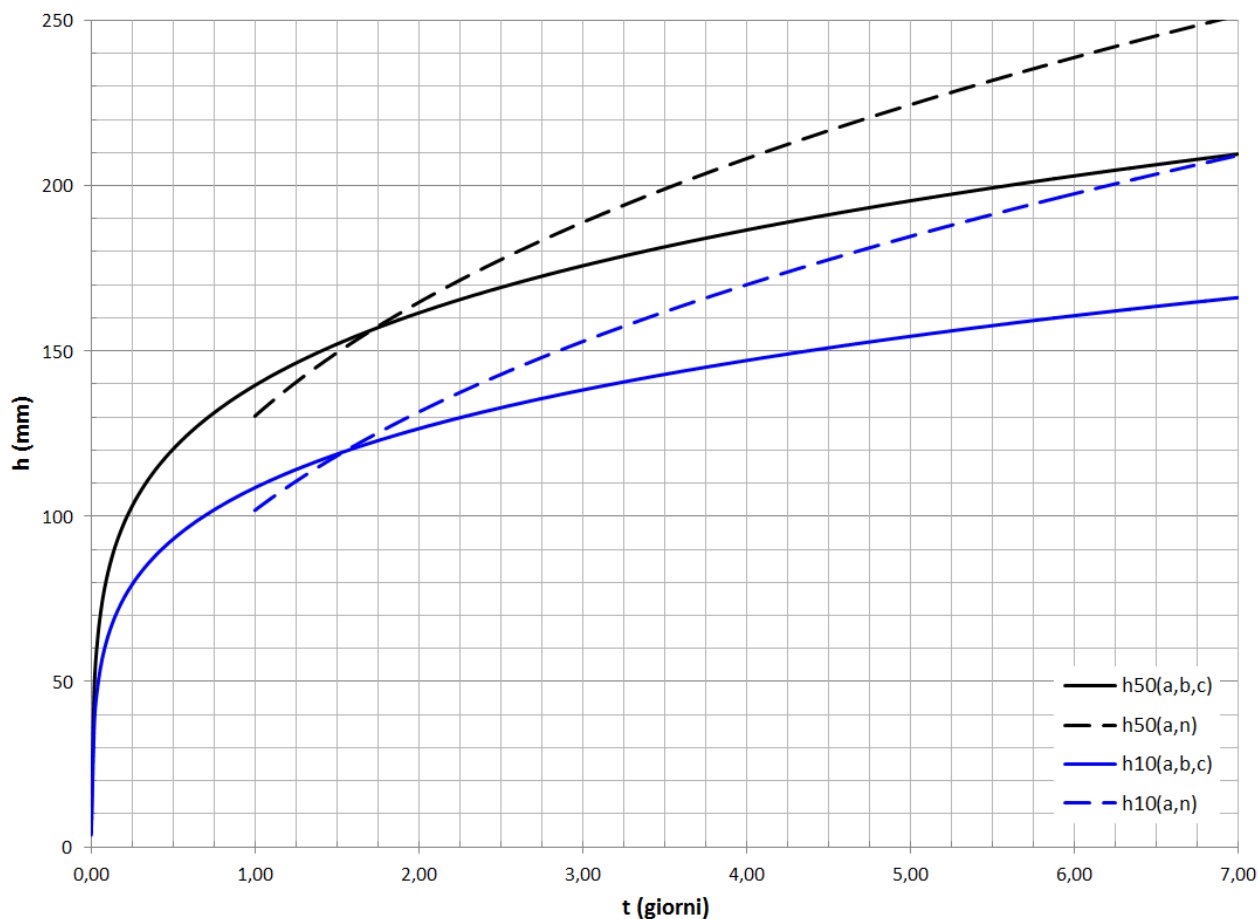


Figura 42: sovrapposizione delle c.p.p. a due e tre parametri per tempi di ritorno di 10 e 50 anni

Considerati gli andamenti delle curve a tre e due parametri, per le valutazioni idrologiche si considerano le prime fino alle precipitazioni di 40 ore e le seconde dalle 40 in poi.

Facciamo di seguito un confronto tra le precipitazioni di progetto, e l'evento del novembre 2010.

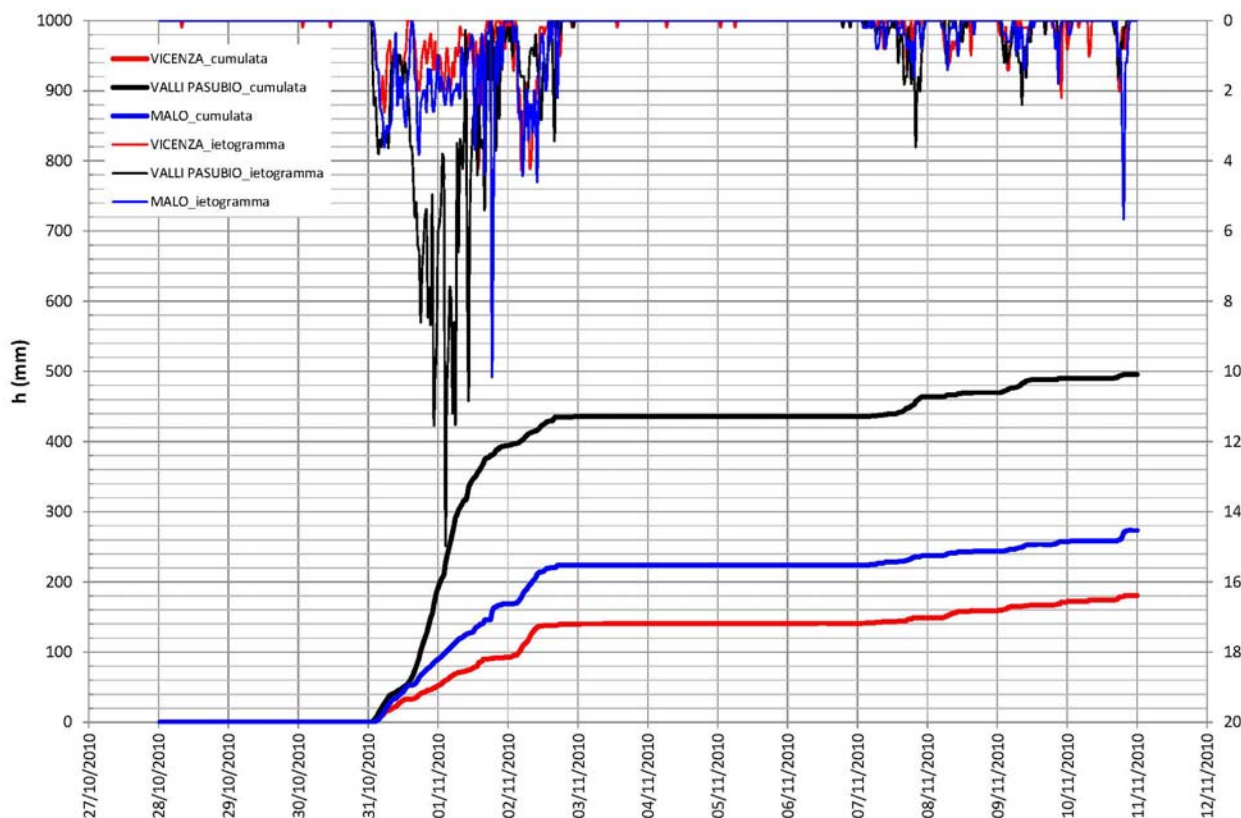


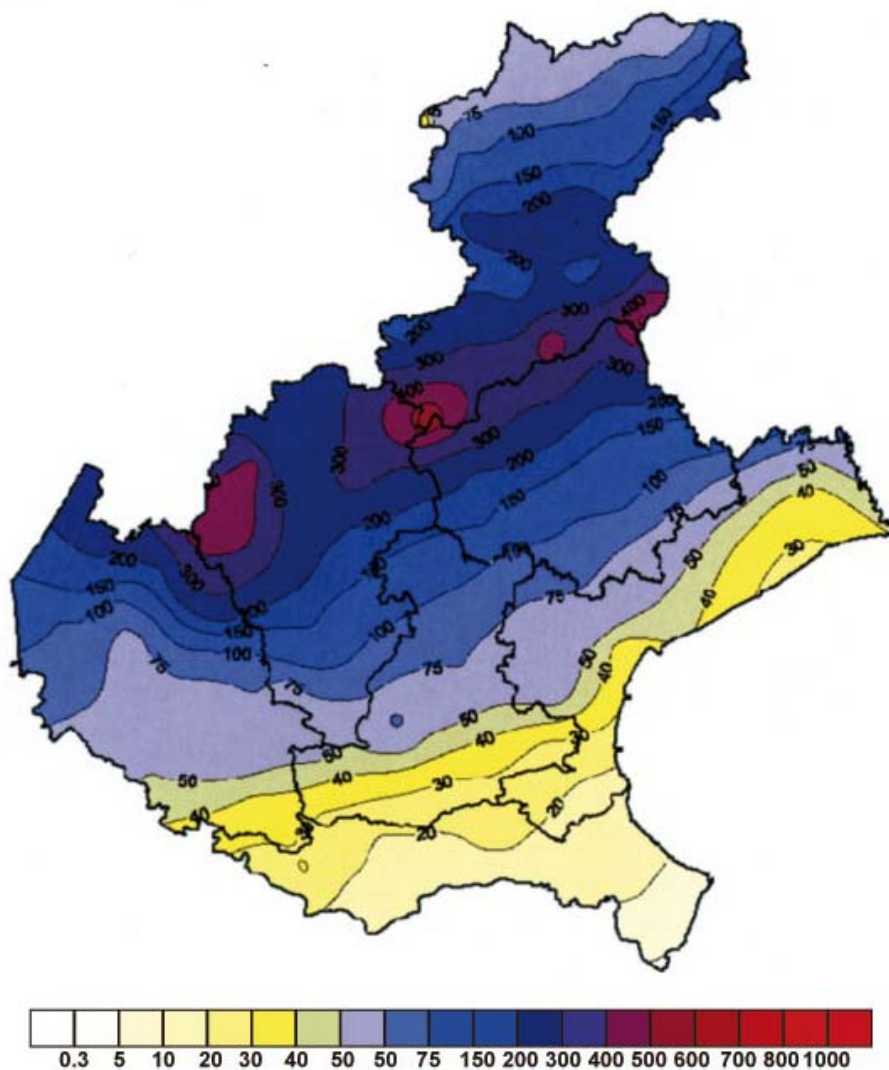
Figura 43: Precipitazione cumulata nel Veneto tra il 31 ottobre e il 2 novembre

fonte <http://www.arpa.veneto.it/arpav/pagine-generiche/emergenze-ambientali/storico-emergenze-ambientale/dati-alluvione>

Dal grafico, rappresentante gli eventi pluviometrici del novembre 2010, si evince come Vicenza non sia stata colpita da precipitazioni particolarmente rare, ma che queste abbiano investito la pedemontana e il bacino idrografico del Bacchiglione.

Gli eventi considerati hanno avuto sostanzialmente durata di 11 giorni, ma già dopo il 3° si è raggiunto circa l'80% della cumulata.

Alla stazione di Vicenza, tra il 31 ottobre e il 2 novembre, sono caduti circa 138 mm di pioggia, paragonabili ad una precipitazione, della zona omogenea Media Vicentina, con tempo di ritorno di circa 10 anni.



Fonte: Elaborazioni Regione Veneto - Arpav

Figura 44: mappatura precipitazione cumulata nel veneto tra il 31 ottobre e il 2 novembre

Fonte ARPAV

8.2. Idrografia superficiale e sottobacini scolanti

L'individuazione dei bacini sottobacini scolanti, viene eseguita sulla base di:

- ambito d'intervento
- reti drenaggio/bonifica e corsi d'acqua superficiali
- orografia del territorio

Come prima assunzione, si considera che l'area corrispondente alla base militare "Dal Din" sia idraulicamente isolata dalle aree limitrofe, e che abbia una propria rete di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche che scarica direttamente nel f. Bacchiglione, conseguentemente non si considerano immissioni nell'ambito d'intervento da Ovest.

Nel margine settentrionale, l'area d'ambito è delimitato dall'argine del fiume Bacchiglione, dal quale, anche in occasione dell'evento di piena del 2010 non si riscontrano esondazioni dirette nell'area parco.

In considerazione dell'orografia del territorio, non sono prevedibili esondazioni e/o deflussi superficiali da Sud, se non dovuti a possibili rigurgiti dell'idrografia minore, prodotti dall'innalzamento del livello idrometrico del Bacchiglione. Tuttavia, le progettualità in atto, ovvero impianti di sollevamento in corrispondenza della CASSA DI ESPANSIONE n.4 e a Sud di Viale Diaz, per lo scarico dello "Scolo Aeroporto", sono tali da smaltire i deflussi superficiali dell'area a Sud dell'ambito d'intervento nel caso di piena del Bacchiglione.

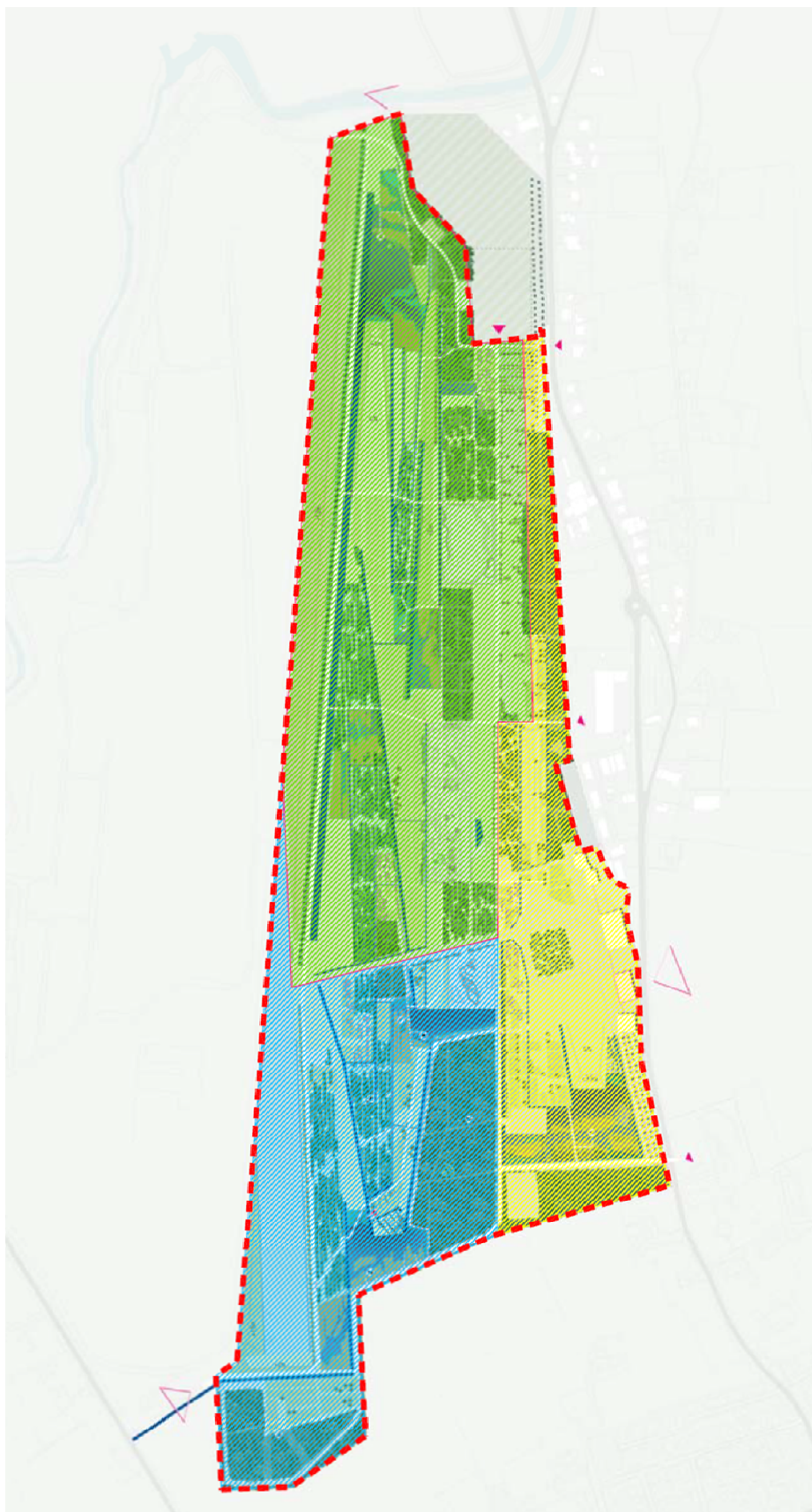
Oltre alle aree interne al parco, altri sottobacini scolanti da considerare, e che trovano recapito nelle reti del parco, sono:

- campo da rugby e aree di pertinenza;
- area residenziale lungo via Sant'Antonino.

Quest'ultima è collegata alla rete di drenaggio interna all'ex aeroporto "Dal Molin" attraverso un collettore che si immette nell'ambito d'intervento, all'altezza dell'ingresso Est, con direzione NE-SW, nel "collettore principale" (come contenuto a pag. 4 della Relazione Conclusiva – INDAGINE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA NELL'AREA DELL'EX-AEROPORTO "DAL MOLIN").

Sulla base della progettazione paesaggistica, al fine di frazionare la rete di drenaggio interna al parco e per rendere più efficace la laminazione, si considerano per le valutazioni idrologiche, i seguenti sottobacini scolanti interni all'ambito d'intervento.

- S01 - Sottobacino Nord
- S02 - Sottobacino Sud-Est
- S03 – Sottobacino Sud-Ovest



*Figura 45: suddivisione dell'ambito d'intervento in sottobacini
S01 Nord (verde) S02 Sud-Est (giallo) S03 Sud-ovest (azzurro)*

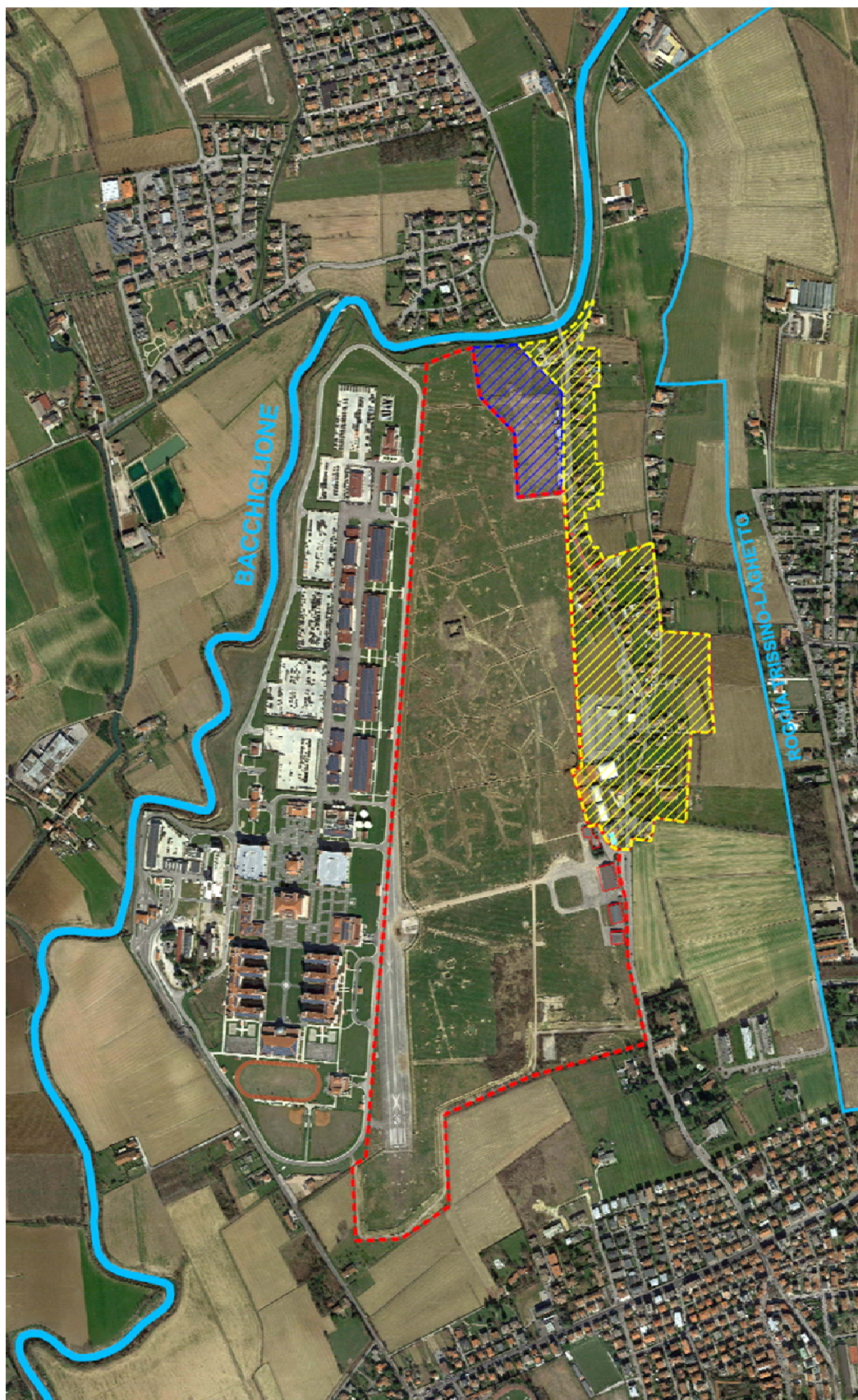


Figura 46: Individuazione dei sottobacini fuori ambito
E01 campo da rugby (azzurro) E02 Sant'Antonino (giallo)

Nel calcolo dei volumi di laminazione dei singoli sottobacini, il sottobacino E01 - “campo da rugby” graviterà sul sottobacino interno all’ambito S01 – area Nord, mentre il contributo del sottobacino di via Sant’Antonino verrà laminato nel sottobacino S02 – area Sud-Est.

Di seguito le tabelle riepilogative delle grandezze e superfici che caratterizzano ciascun sottobacino e utili al calcolo delle perdite idrologiche ai seguenti paragrafi.

Uso del suolo	Sottobacino S01 [mq]	Sottobacino S02 [mq]	Sottobacino S03 [mq]
verde	252 357	71 117	123 007
ex pista atterraggio	-	-	32 300
percorsi asfaltati e piazzali	550	31 485	7 305
coperture edifici	-	4 110	-
specchi d'acqua	21 829	13 550	15 027
canali	19 434	1 418	5 011
totale	294 170	121 680	182 650

Tabella 5: suddivisione delle superfici dei sottobacini per le varie destinazione d'uso

Per i sottobacini esterni all’ambito non è stata fatta una misurazione particolareggiata delle diverse superfici e destinazioni d'uso, in quanto: il sottobacino “campo da rugby” ha destinazione d'uso omogenea, prato/verde, e l'area di via Sant’Antonino è stato considerato come un’area mediamente urbanizzata e impermeabilizzata, per cui vengono già definiti e tabellate le perdite idrologiche.

Per una più dettagliata definizione delle aree riportate in tabella precedente, si rimanda alla tavola delle opere idrauliche allegata alla presente, ed elaborato del Progetto Preliminare.

8.3. Perdite idrologiche – modello CN-SCS

La particolarità delle caratteristiche idrogeologiche del territorio, e la significativa presenza di falda freatica superficiale, rende necessaria la determinazione delle perdite idrologiche attraverso modelli che rappresentino al meglio la fisica del fenomeno. L'applicazione semplicistica dei coefficiente di deflusso previsti da normativa regionale (0.1 ÷ 0.2 per aree agricole e verdi – DGRV 1322/06) comporterebbe una sovrastima delle effettive perdite idrologiche, e conseguente sottostima delle opere di compensazione, soprattutto per le precipitazioni di lunga durata, nel corso delle quali la variazione delle perdite è più significativa.

L'approccio su cui si basa il metodo del SCS - Curve Number prevede il calcolo del deflusso superficiale come differenza tra precipitazione e perdite per infiltrazione, includendo in un unico termine anche gli altri fattori concorrenti.

Il metodo del CN stima la precipitazione netta cumulata (mm) come funzione della precipitazione lorda cumulata antecedente, della copertura ed uso del suolo e delle condizioni iniziali di umidità del suolo, e quindi le perdite sono funzione del tempo e di altri fattori caratteristici del terreno.

Il Curve Number si basa su una semplice equazione di bilancio tra i valori cumulati nel tempo, durante un determinato evento, dell'afflusso I , del deflusso superficiale P , delle perdite iniziali I_w e di quelle successive F .

$$I = P + I_w + F$$

La grandezza che caratterizza le perdite idrologiche e che quindi rappresenta il suolo, è il parametro CN (Curve Number).

Il limite inferiore del CN, teoricamente pari a zero, corrispondente a terreno completamente permeabile, mentre il limite superiore è 100 a cui corrisponde nessuna infiltrazione e quindi afflussi uguali ai deflussi.

Il parametro adimensionale CN viene tabulato in funzione del tipo di suolo, che viene suddiviso in quattro classi idrologiche fondamentali (A,B,C,D), e in funzione dell'uso del suolo, a sua volta classificato in un numero molto elevato di classi, dipendenti dai tipi colturali, dal livello di antropizzazione, etc. .

Il metodo del Curve Number consente anche di considerare lo stato iniziale di umidità del terreno e a tale scopo vengono valutati tre diversi stati dell'indice AMC (Antecedent Moisture Condition I, II, III):

- $AMC - I$, potenziale di scorrimento superficiale minimo
- $AMC - II$, condizione media
- $AMC - III$, potenziale di scorrimento superficiale massimo (il bacino è stato praticamente saturato dalle piogge precedenti)

<i>Classe AMC</i>	<i>Pioggia totale nei 5 giorni antecedenti l'evento</i>	
	<i>Stagione di riposo vegetativo</i>	<i>Stagione di crescita</i>
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 ÷ 28 mm	36 ÷ 53 mm
III	> 28 mm	> 53 mm

Tabella 6: classificazione AMC del suolo, in funzione dello stato di saturazione

Solitamente i dati tabellari fanno riferimento alla situazione intermedia (CN-II). Tramite l'applicazione di equazioni opportunamente semplificate, una volta stabilita la condizione iniziale di umidità del suolo, può essere ricavato il CN relativo.

Quindi data una condizione AMC, il valore CN dipende dalle caratteristiche idrologiche di suolo che possono essere ottenute sia mediante l'analisi geologica e pedologica delle aree interessate, sia mediante i metodi degli autori sopra citati. Sulla base dell'incrocio tra i tipi idrologici di suolo e la sua copertura vegetale si ottengono i parametri CN per la condizione AMC considerata.

Ulteriore fattore che va ad influire sul CN è la pendenza del terreno.

Il metodo CN viene applicato a tutti i sottobacini considerati nella progettazione idraulica, ovvero l'ambito interno, l'area campo da rugby e via Sant'Antonino.

Soil group

Considerata la geologia del terreno nella zona si considera, per la modellazione delle perdite, un suolo di classe C – poco permeabile, con capacità di infiltrazione: $0.13 \div 3.8 \text{ cm h}^{-1}$, costituito da terreno fine con strato permeabile.

La stessa classificazione è stata adottata nelle LINEE GUIDA IDRAULICHE.

Curve Number

Il valore CN che caratterizza l'area verde del parco viene assegnato sulla base dei valori riportati in tabella 1.9 del *DOCUMENTO PROPEDEUTICO AI PIANI GENERALI DI BONIFICA E TUTELA DEL TERRITORIO DEI CONSORZI DI BONIFICA DEL VENETO – Caratteri climatici dei comprensori di bonifica del Veneto*.

Nello specifico il valore di CN per aree verdi o prato stabile, nelle condizioni AMC-II, possono variare tra valori di:

CN_{II} 71 prati stabili

CN_{II} 74 aree verdi urbane

CN_{II} 77 aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione

ai fini dei calcoli delle perdite per le aree verdi del parco, si assume un valore medio CN_{II} 74.

Nel caso di condizione del terreno di tipo AMC-III, il valore corrispondente diventa pari a CN_{III} 86.75.

Allo stesso modo per le altre destinazioni d'uso del suolo si considerano i seguenti valori di CN.

Destinazione d'uso	CN_{II}	CN_{III}
Aree verdi	74	86,75
Specchi e corsi d'acqua	98	98
Pavimentazioni stradali	98	98
Seminativi in aree non irrigue	83	91,82
Tessuto urbano discontinuo	83	91,82

Tabella 7: valori di CN medio in condizioni AMC-II e AMC-III

Correzione in funzione della pendenza

I valori di CN delle aree interne al parco non vengono ridotti, considerato che il progetto parco prevede la realizzazione di punti panoramici costituiti da rilevati e scarpate con pendenze dell'ordine del 4÷6%, per cui l'esito ad opere ultimate sarà quello di un'area contraddistinta da una notevole variabilità delle pendenze del terreno.

Approccio diverso invece si può avere per le aree fuori ambito nelle quali il terreno ha pendenze prossime allo 0,1%, paragonabili a terreni di bonifica per i quali è possibile ridurre il valore di CN di qualche punto.

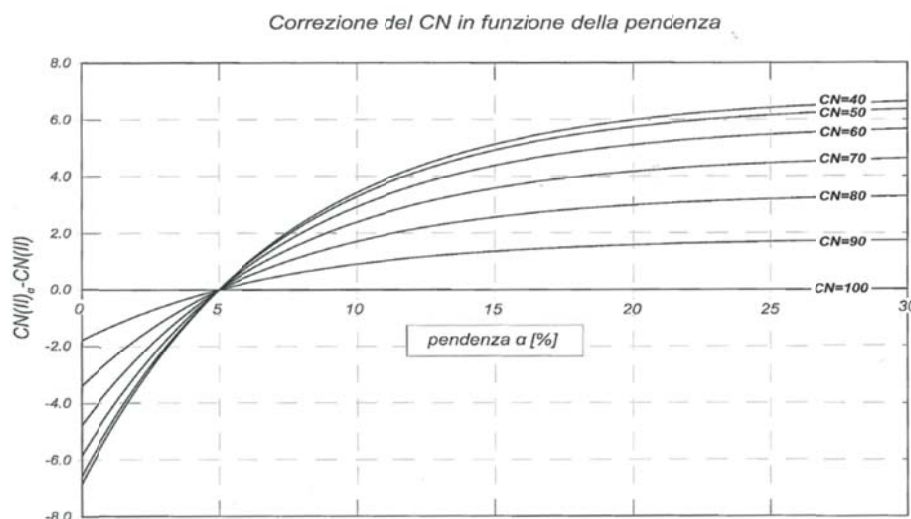


Figura 47: Andamento del valore di CN in funzione della pendenza del terreno

Nello specifico il valore di CN assunti per i sottobacini extra ambito saranno ridotti di 4 punti.

In considerazione di ciò, i valori medi di CN considerati sono quelli di seguito riportati, evidenziando in azzurro quelli ridotti per la pendenza del terreno.

ID	Descrizione sottobacino	area [ha]	CN_{II}	CN_{III}
S01	sottobacino Nord	29,42	77,4	88,3
S02	sottobacino ingresso Est	12,17	82,9	90,6
S03	sottobacino Sud-Ovest	18,26	81,8	90,4
E01	campi da rugby	3,73	70,0	82,75
E02	via Sant'Antonino	16,60	79,0	87,92

Tabella 6: valori di CN medio assegnati ai sottobacini, in azzurro quelli ridotti per la pendenza del terreno

9. OPERE DI COMPENSAZIONE – VOLUMI DI LAMINAZIONE

Nella fase attuale di progettazione preliminare è di primaria importanza determinare i volumi d'invaso necessari alla laminazione dei deflussi superficiali, messi in relazione alla portata massima allo scarico. Allo scopo si applica il **“metodo delle sole piogge”**, descritto nel testo: **“Sistemi di Fognatura – manuale di progettazione” (CSDU – HOEPLI, Milano, 1997) e ripreso nelle Linee Guida per la valutazione della Compatibilità idraulica dell' ex Commissario allagamenti, Ing. Mariano Carraro.**

Di seguito verrà sviluppato il calcolo specifico dei volumi di laminazione per i tre sottobacini corrispondenti all'ambito d'intervento, e per precipitazioni con tempo di ritorno di 50 anni, in analogia a quanto previsto dalla normativa regionale (DGRV 1322/06 e ss.mm.ii.).

Per gli altri sottobacini e tempi di ritorno, saranno invece riportati i risultati in forma tabellare e su diagrammi.

La scelta di considerare come modello afflussi-deflussi il metodo “delle Sole Piogge”, deriva dal fatto che il fenomeno è principalmente caratterizzato da un funzionamento ad invaso, inoltre le stesse Linee Guida per la valutazione della Compatibilità idraulica prevedono l'applicazione di questo metodo per interventi classificati come **“Significativa impermeabilizzazione potenziale”, ovvero per interventi su superfici con estensione oltre i 10 ettari e superficie impermeabilizzata inferiore al 30%.**

Considerata la superficie del terreno, avente pendenze bassissime (medie pari allo 0.1%), l'assenza nelle aree fuori ambito di una reale rete di drenaggio/bonifica che possa essere rappresentata da modelli simili al canale lineare, la previsione progettuale di raccogliere e laminare le acque di corrivazione mediante invasi diffusi interni al parco, (costituiti da canali, depressione allagabili e specchi d'acqua), nonché la bassissima portata rilasciata allo scarico dall'ambito d'intervento (pari ad un coefficiente udometrico di 1 l/s per ettaro), l'applicazione del metodo “delle sole piogge” rappresenta verosimilmente i fenomeni che si possono verificare nel territorio indagato, e certamente non ne sottostima i volumi di laminazione necessari.

Tale metodo infatti trascura completamente il ritardo dovuto alla corrivazione superficiale delle precipitazioni, considerando invece istantaneamente l'apporto nell'invaso.

Nel metodo delle sole piogge, le perdite idrologiche vengono considerate mediante l'applicazione del coefficiente di deflusso, da considerarsi costante per qualsiasi durata di precipitazione.

Tale assunzione, nel caso specifico, considerata l'estensione dei sottobacini e la durata delle precipitazioni critiche per la laminazione, non è certamente rappresentativa della variabilità nel tempo delle perdite idrologiche.

In considerazione a questo, il metodo è stato applicato determinando le piogge efficaci in due diversi modi, ovvero:

- assumendo un coefficiente di deflusso costante (valore mediato sulla base delle perdite determinate con il metodo CN-SCS),
- determinando le perdite mediante il metodo CN-SCS, con discretizzazione oraria.

Ciò considerato si riporta l'andamento dei valori delle perdite applicati per la determinazione dei volumi d'invaso, nell'intervallo di tempo pari a 10 giorni.

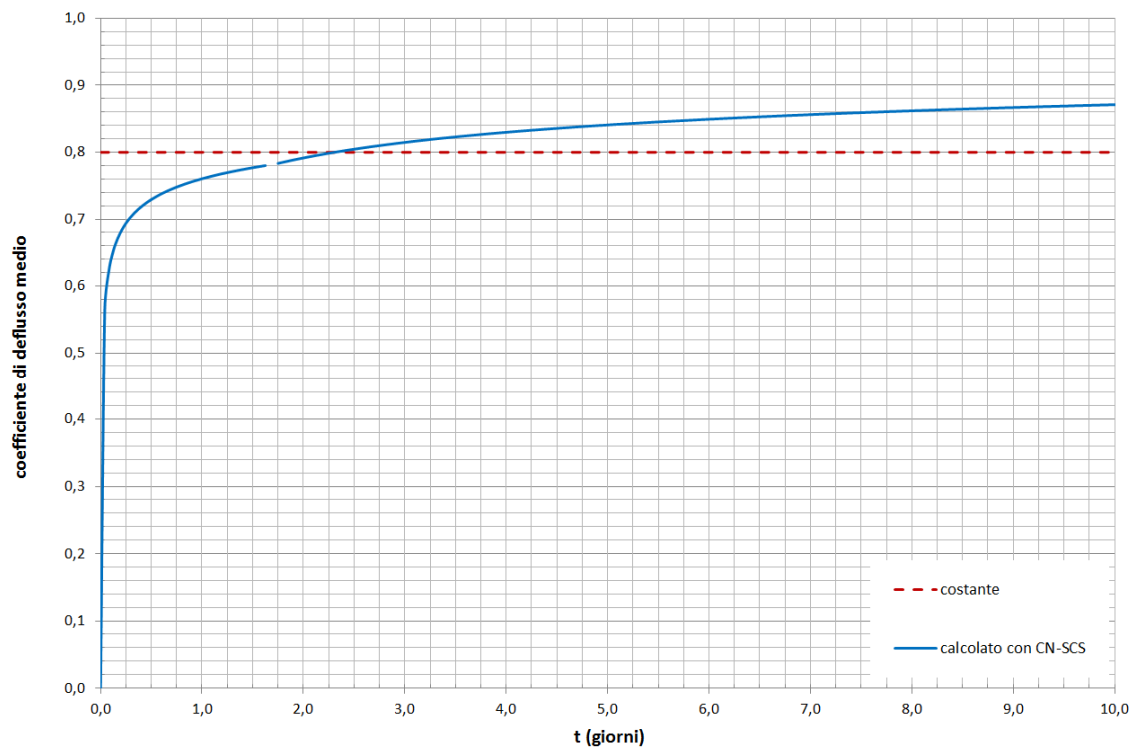


Figura 48: esempio di andamento dei coefficienti di afflusso, costante e variabile determinato mediante metodo CN-SCS.

Esempio riferito al sottobacino S01 Nord, Tr 50anni , AMC(III)

Si vede come i valore di deflusso, parte da un valore nullo per poi stabilizzarsi su un asintoto orizzontale rappresentativo delle perdite idrologiche a lungo termine.

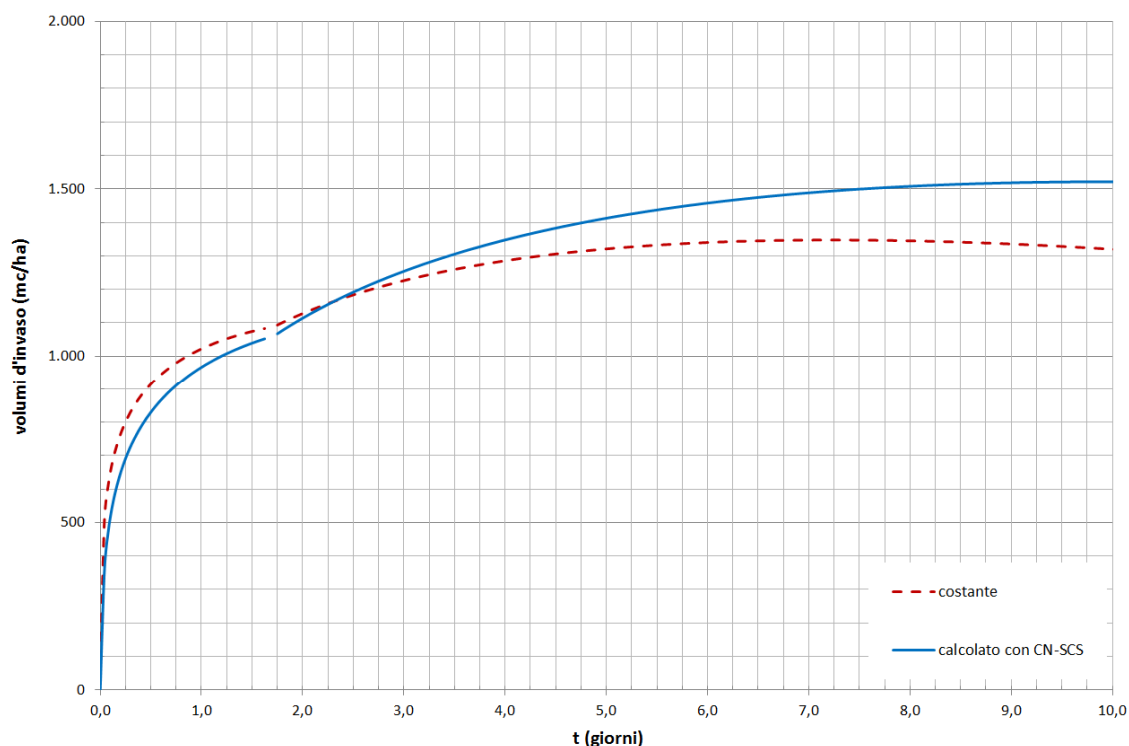


Figura 49: curve rappresentative del volume necessario alla laminazione per il sottobacino S01 – Nord, piogge con $Tr=50$ anni e condizione idrologica del terreno AMC(III)

Dai grafici si vede come il volume massimo d'invaso necessario, venga massimizzato considerando le perdite variabili nel tempo, mediante l'applicazione del metodo CN-SCS.

Nella determinazione finale dei volumi d'invaso per i singoli sottobacini si considererà la variazione nel tempo delle perdite idrologiche, come determinate con il metodo CN-SCS. La discontinuità nelle curve riportate nel grafico è il punto di passaggio tra c.p.p. a tre parametri e a due parametri.

Condizione al contorno assunta per la determinazione dei volumi necessari a laminare le precipitazioni efficaci, è quella di considerare un coefficiente udometrico di progetto pari a 1.1 l/s ha , ovvero una portata finale allo scarico di circa 70 l/s .

La scelta del valore 1.1 l/s ha , e non un valore approssimato all'unità, deriva dalla necessità di convergenza del modello di calcolo. L'applicazione infatti di un valore pari all'unità non permette la convergenza del metodo "delle sole piogge" per i sottobacini interni all'ambito. Di fatto la scelta è puramente di carattere numerico, senza conseguenze significative sullo scarico finale, il quale varia di circa 7 l/s , un 10% sui 70 l/s ipotizzati allo scarico.

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative dei volumi massimi (specifici) necessari per la laminazione delle precipitazioni con tempo di ritorno di 50 anni, nelle condizioni AMC(II) e AMC(III)

		S [ha]	$\bar{\varphi}$	CN(II)	W [mc/ha]
S01	ambito intervento - parte Nord	29,42	0,69	77,4	1159
S02	ambito intervento - parte Sud-Est	12,17	0,77	82,9	1342
S03	ambito intervento - parte Sud-Ovest	18,26	0,75	81,8	1307
E01	campi rugby	3,73	0,65	74,0	1042
E02	via Sant'Antonino	16,60	0,71	79,0	1212

Tabella 7: perdite idrologiche e volume specifico d'invaso per Tr 50 anni e CN(II)

		S [ha]	$\bar{\varphi}$	CN(III)	W [mc/ha]
S01	ambito intervento - parte Nord	29,42	0,86	88,3	1521
S02	ambito intervento - parte Sud-Est	12,17	0,89	90,6	1594
S03	ambito intervento - parte Sud-Ovest	18,26	0,89	90,4	1588
E01	campi rugby	3,73	0,85	86,75	1469
E02	via Sant'Antonino	16,60	0,86	87,9	1507

Tabella 8: perdite idrologiche e volume specifico d'invaso per Tr 50 anni e CN(III)

Nelle tabelle sono riportati i volumi specifici di laminazione, per ettaro di bacino scolante, al fine di poterli rapportare ai valori che normalmente vengono applicati nella pratica progettuale e nelle valutazioni di compatibilità idraulica.

ID	sottobacino	S [ha]	Tr [anni]			
			5	10	20	50
S01	ambito intervento - parte N	29,42	542	744	932	1159
S02	ambito intervento - parte S-E	12,17	700	913	1108	1342
S03	ambito intervento - parte S-O	18,26	669	881	1075	1307
E01	campi rugby	3,73	447	640	822	1042
E02	via Sant'Antonino	16,60	588	793	983	1212

Tabella 9: volume specifico d'invaso CN(II)

ID	sottobacino	S [ha]	Tr [anni]			
			5	10	20	50
S01	ambito intervento - parte N	29,42	861	1082	1282	1521
S02	ambito intervento - parte S-E	12,17	929	1152	1354	1594
S03	ambito intervento - parte S-O	18,26	923	1146	1348	1588
E01	campi rugby	3,73	814	1032	1231	1469
E02	via Sant'Antonino	16,60	848	1069	1269	1507

Tabella 10: volume specifico d'invaso CN(III)

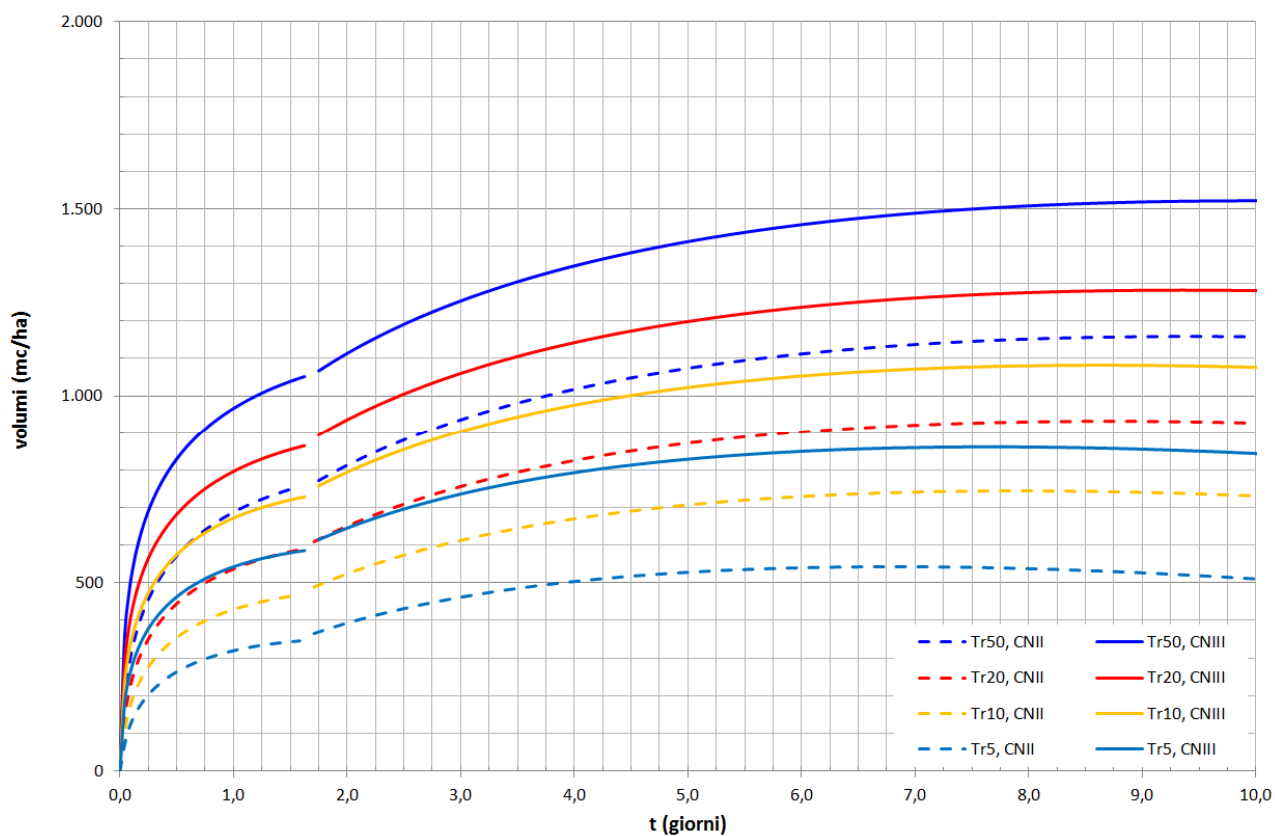


Figura 50: andamento del volume d'invaso in funzione della precipitazione – sottobacino S01

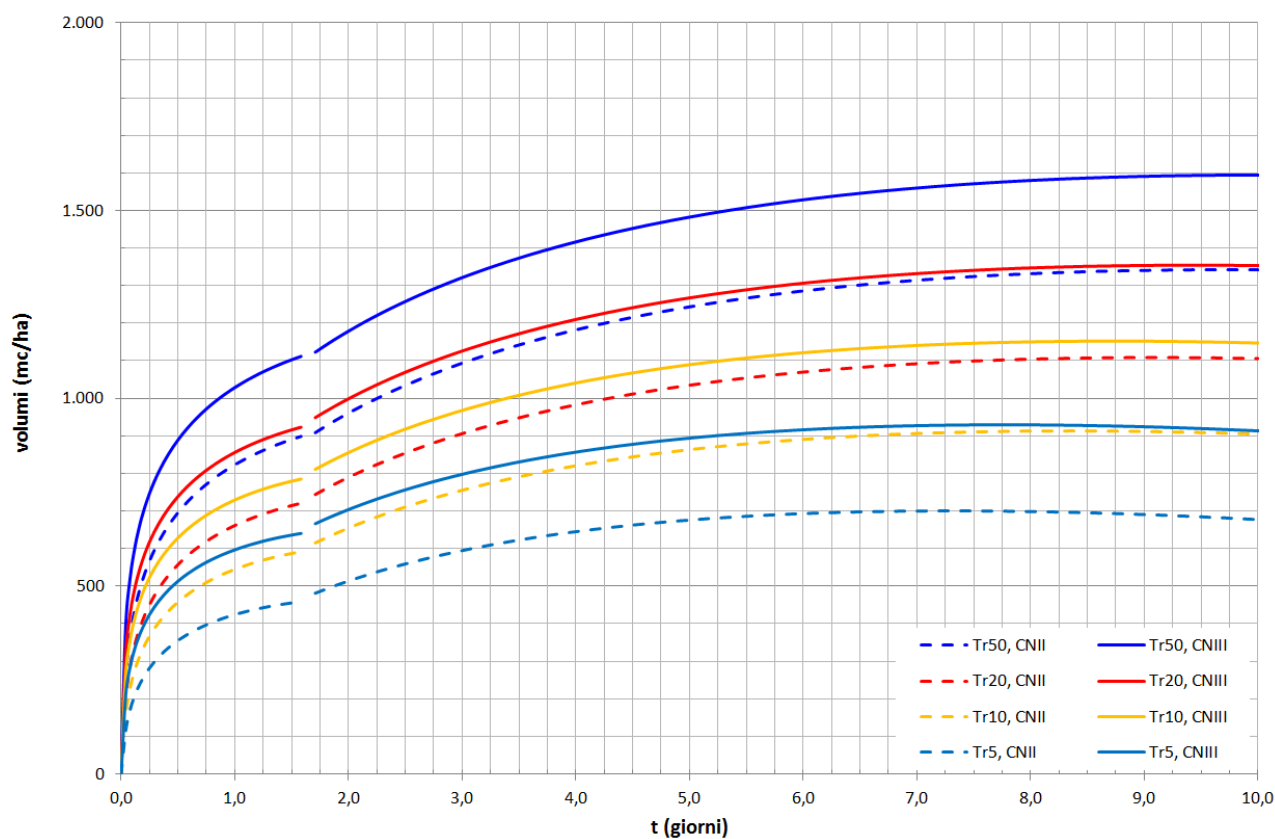


Figura 51: andamento del volume d'invaso in funzione della precipitazione – sottobacino S02

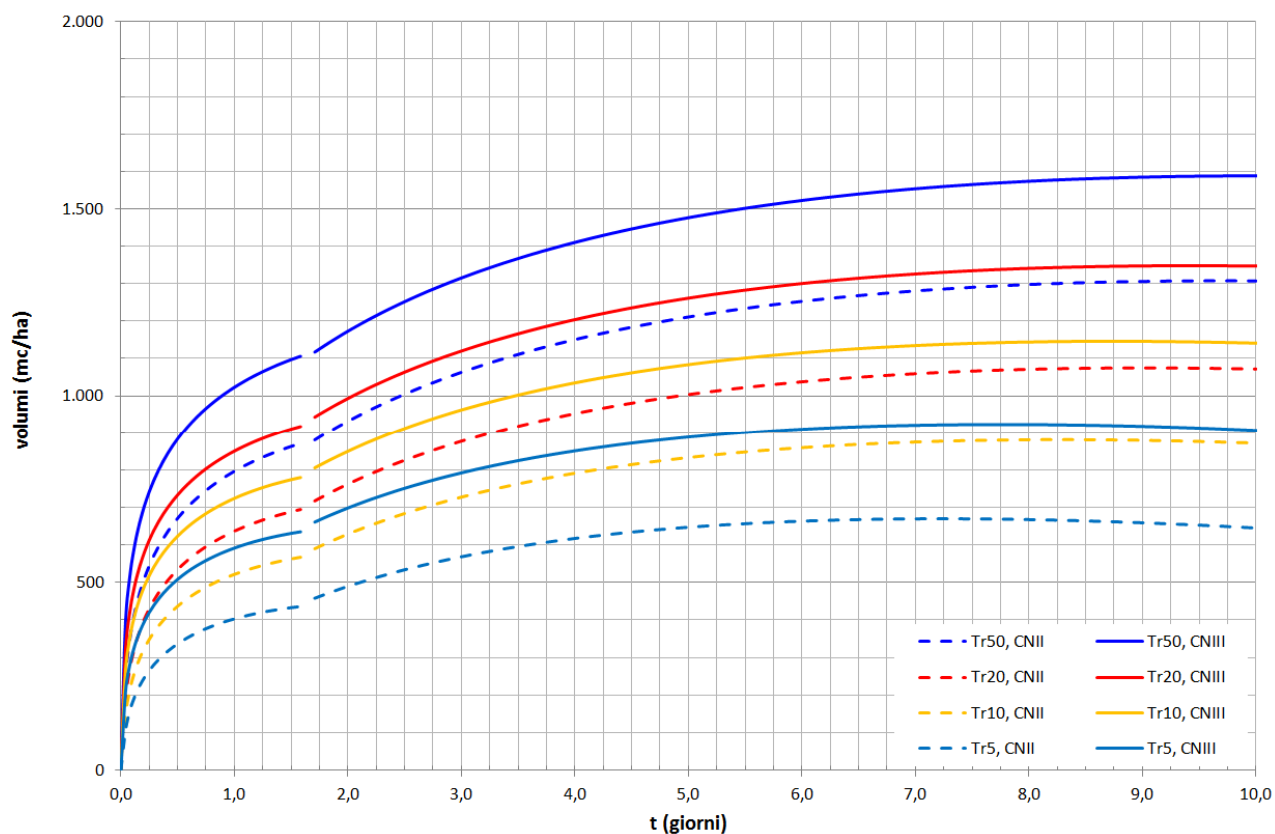


Figura 52: andamento del volume d'invaso in funzione della precipitazione – sottobacino S03

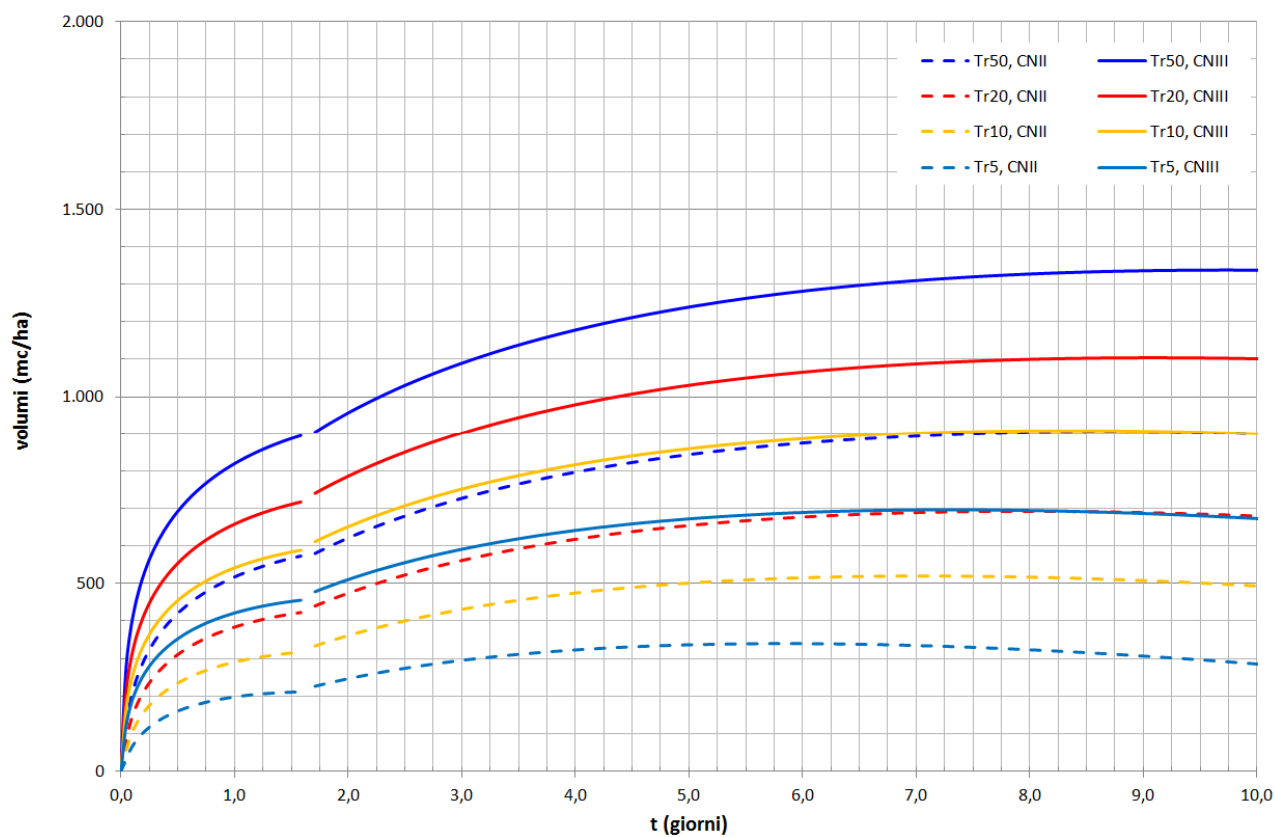


Figura 53: andamento del volume d'invaso in funzione della precipitazione – campo rugby

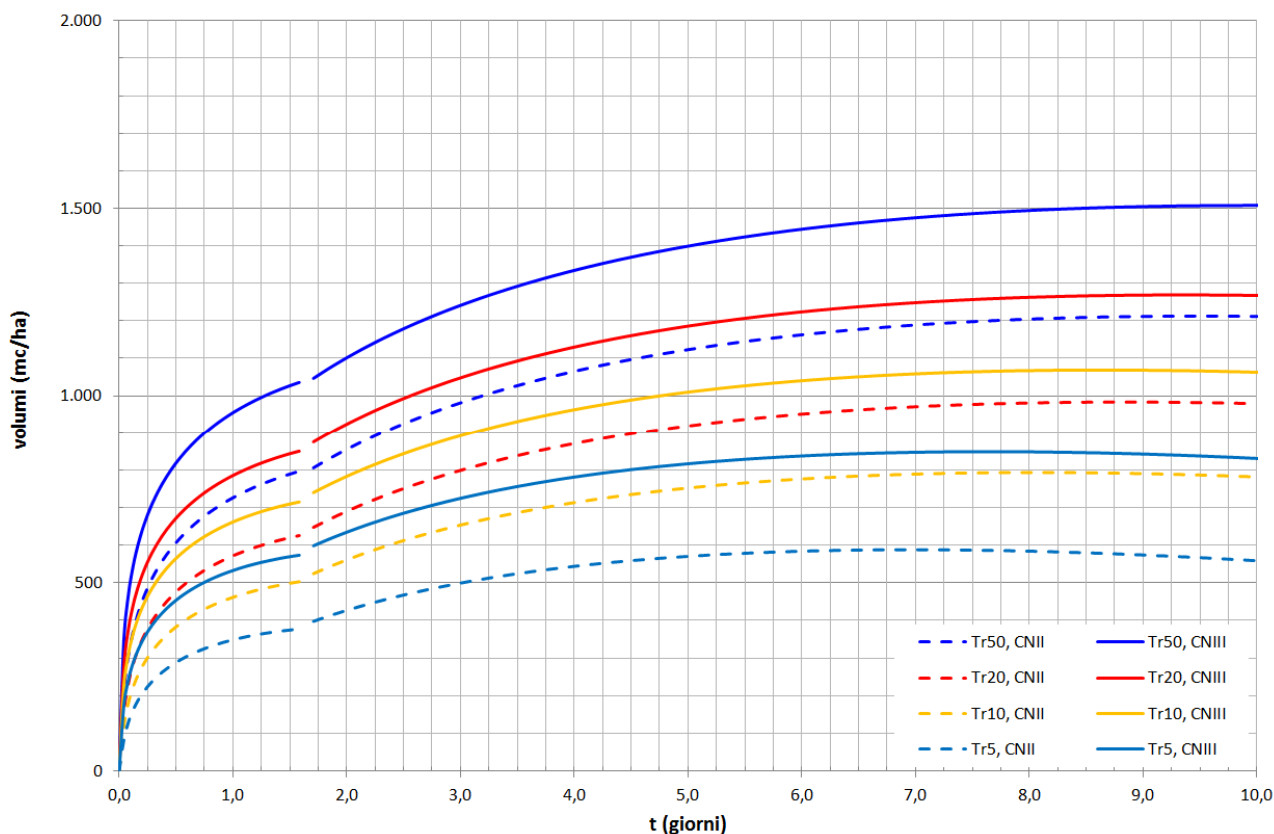


Figura 54: andamento del volume d'invaso in funzione della precipitazione – via Sant'Antonino

Come si può vedere i volumi superano di molto i 1000 mc/ha, fino a quasi 1600 mc/ha nel caso di condizioni idrologiche AMC-III. Le cause che portano a tali risultati sono principalmente:

- il valore ipotizzato allo scarico è pari a circa 1 l/s ha, ovvero dalle 5 alle 10 volte inferiore al valore solitamente assunto nelle valutazioni di compatibilità idrauliche in condizioni ordinarie, ed in particolare 5 volte inferiore a quello considerato nelle LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE – Ing. Paolo Martini (2014).
- Il coefficiente di deflusso medio derivante dalla modellazione CN-SCS, determinato sul lungo periodo critico per la laminazione, si attesta intorno a valori variabili tra il 60÷75% (AMC-II) ed 80÷87% (AMC-III), valori rispettivamente previsti per aree residenziali ad alta densità e zone industriali.

Nelle LINEE GUIDA IDRAULICHE PER LA PROGETTAZIONE DEL PARCO DELLA PACE è stato assunto un coefficiente medio di deflusso pari al 70%.

A titolo di confronto e validazione degli esiti dei calcoli svolti, si riportano di seguito le curve caratteristiche dei volumi specifici d'invaso, determinati per la zona interna N-W (che si estende da Cittadella verso Est) e contenuti nelle LINEE GUIDA - VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA, dell'ex commissario allagamenti Ing. Mariano Carraro.

Come rappresentato nei grafici, per coefficiente idrometrico di 1 l/s ha e coefficiente di afflusso medio pari a 0.70÷0.75, si hanno valori specifici degli invasi pari a circa 1300÷1400 mc/ha.

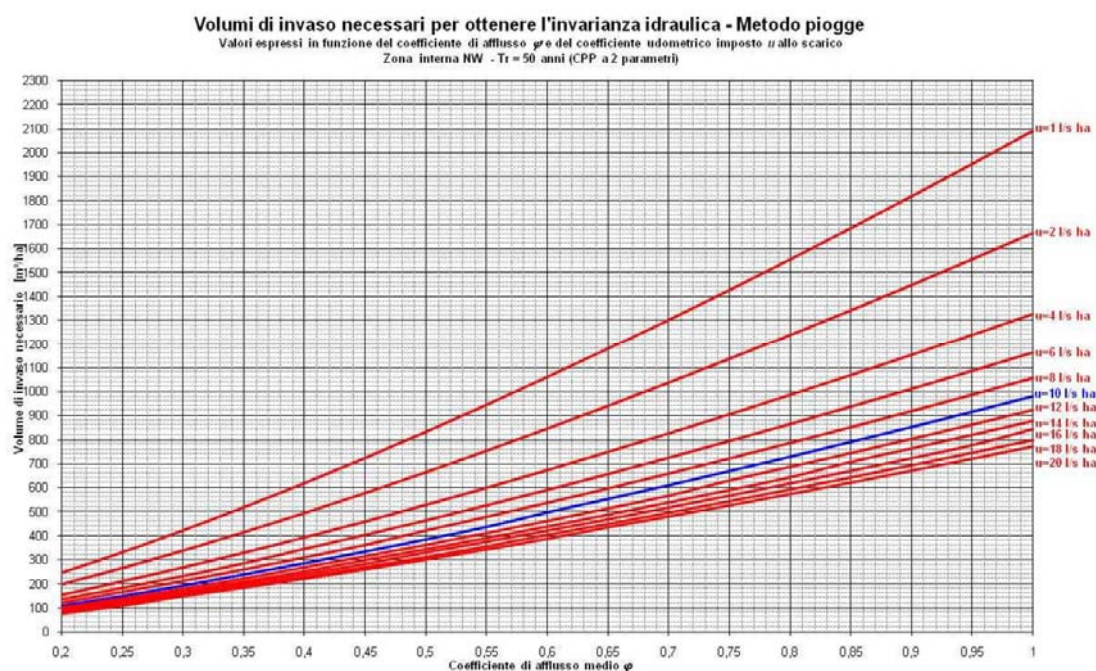


Figura 55: Estratto dalla LINEE GUIDA - VALUTAZIONE COMPATIBILITA' IDRAULICA,
ex commissario allagamenti Ing. Mariano Carraro

Riguardo ai valori ottenuti per le due diverse condizioni idrologiche (AMC), è opportuno analizzare quale possa essere la condizione più verosimile per la corretta modellazione idrologica del suolo, al fine di evitare sovradimensionamenti delle opere di laminazione. Come desumibile dalle tabelle precedenti, applicare i valori derivanti da condizioni AMC-II o AMC-III porta a variazioni dei volumi pari al 20÷30%.

Come descritto ai paragrafi precedenti, la scelta della categoria di AMC viene fatta sulla base dei valori di precipitazione totale nei 5 giorni antecedenti l'evento, considerando la categoria AMC-III quando, in stagione vegetativa, siano precipitati almeno 53 mm nei giorni antecedenti l'evento da simulare.

Considerate le c.p.p. di progetto con tempo di ritorno pari a 50 anni, la precipitazione con 52 mm di pioggia si manifesta già nell'intervallo di circa 30 minuti, per passare ai quasi 220 dopo 5 giorni, con conseguenti effetti sullo stato di saturazione del terreno e sulla valutazione del valore di deflusso P_e .

Si consideri inoltre che il metodo CN-SCS è frequentemente utilizzato nei bilanci idrologici a lungo termine, nella stima del fabbisogno irriguo, ovvero nel quale le precipitazioni hanno valori spesso pari a quelle con tempo di ritorno dell'anno, o per la simulazione di serie storiche, nelle quali i 52 mm precipitati nei 5 giorni antecedenti l'evento da simulare possono essere significativi in relazione a quest'ultimo.

Concludendo:

- l'applicazione dei CN relativi alle condizioni AMC-III, comportano una sovrastima dei volumi necessari alla laminazione delle precipitazioni;
- il metodo “delle sole piogge”, non considerando per nulla gli effetti della corrivazione superficiale, sovrastima i volumi minimi necessari per la laminazione;

In considerazione di quanto sopra, per la progettazione delle opere di laminazione, saranno assunti i volumi derivanti dall'applicazione dei CN (AMC-II).

Di seguito è riportata la tabella riepilogativa dei volumi di laminazione totali, calcolati per ogni sottobacino nella configurazione idrologica AMC-II, e corrispondenti ai diversi tempi di ritorno.

ID	Descrizione	S [ha]	CN(II)	Tr [anni]			
				5	10	20	50
S01	ambito intervento - parte N	29,42	88,3	15946	21888	27419	34098
S02	ambito intervento - parte S-E	12,17	90,6	8519	11111	13484	16332
S03	ambito intervento - parte S-O	18,26	90,4	12216	16087	19630	23866
E01	campi rugby	3,73	86,75	1667	2387	3066	3887
E02	via Sant'Antonino	16,60	90.28	9761	13164	16318	20119

Tabella 11: volume specifico d'invaso CN(II) per ogni sottobacino e tempo di ritorno considerato

10. OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO

Di seguito si riportano i volumi d'invaso disponibili all'interno dell'ambito d'intervento, derivanti dai volumi disponibili nei canali e specchi d'acqua, nonché dalle aree umide e depressioni allagabili.

Nella computazione si considera che tra il livello di falda medio, la superficie degli specchi d'acqua, e l'attuale piano campagna siano disponibili 60 cm di volume libero d'invaso.

Sottobacino S01 – area Nord	L [m]	B [m]	S [mq]	H inv [m]	Wlam [mc]
laghetti e specchi d'acqua	-	-	23260	0,6	13956
canali tipo sez. 01	1000	11,5	-	0,6	6900
canali tipo sez. 02	1950	5,5	-	0,6	6428
canali tipo sez. 03 – fossi di guardia	2127	2,5	-	0,6	3190
Boschi igrofili e aree umide (60% della sup.)	-	-	15055	0,6	9034
Depressioni allagabili					-
totale					39510
volume minimo richiesto (Tr 20 anni)					30485
volume minimo richiesto (Tr 50 anni)					37984

Tabella 12: riepilogo volumi d'invaso – sottobacino S01

Sottobacino S02 – area Sud-Est	L [m]	B [m]	S [mq]	H inv [m]	Wlam [mc]
laghetti e specchi d'acqua			13550	0,6	8130
canali tipo sez. 01			-	0,6	
canali tipo sez. 02	150	5,5	-	0,6	495
canali tipo sez. 03 – fossi di guardia	772	2,5	-	0,6	1158
Boschi igrofili e aree umide			-	0,6	
Depressioni allagabili			-	0,6	
Invasi superficiali diffusi nel sottobacino di Sant'Antonino					1500
totale					11283
volume minimo richiesto (Tr 20 anni)					29802
volume minimo richiesto (Tr 50 anni)					36451

Tabella 13: riepilogo volumi d'invaso – sottobacino S02

Per il sottobacino di via Sant'Antonino, si considera anche un invaso diffuso all'interno del sottobacino, e generato nello specifico da:

- velo idrico per il quale si può assumere un valore compreso tra 10 e 25 mc/ha, (attribuendo il valore maggiore alle superfici irregolari ed a debole pendenza);
- caditoie, pozzetti, rete minori ecc., il cui volume specifico può variare tra i 10 e 35 mc/ha (attribuendo i valori superiori ad aree con elevato coefficiente di deflusso);
- piccoli invasi e fossi di guardia il cui volume specifico può variare da 35 a 45 mc/ha;

per un valore globale d'invaso distribuito pari a 90 mc/ha, corrispondente ad un totale di circa 1500 mc.

Sottobacino S03 – area Sud-Ovest	L [m]	B [m]	S [mq]	H inv [m]	Wlam [mc]
laghetti e specchi d'acqua	-	-	15027	0,6	9016
canali tipo sez. 01	-	-	-	0,6	-
canali tipo sez. 02	-	-	1100	0,6	3633
canali tipo sez. 03 – fossi di guardia	-	-	790	0,6	1185
Boschi igrofili e aree umide	-	-	27680	0,6	9965
Depressioni allagabili	-	-	18000	0,6	10800
totale					34600
volume minimo richiesto (Tr 20 anni)					19630
volume minimo richiesto (Tr 50 anni)					23866

Tabella 14: riepilogo volumi d'invaso – sottobacino S03

A seguire i calcoli svolti, i volumi d'invaso ricavabili considerando la profondità media della falda, rispetto al terreno indisturbato, e le superfici allagate e allagabili, non sono sufficienti a garantire l'invaso per tempi di ritorno di 20 e 50 anni.

Riepilogando, rispetto ai volumi minimi necessari calcolati per tempo di ritorno di 50 anni:

- **sottobacino S01**, area Nord, **eccedenza di 1500 mc** rispetto al volume necessario;
- **sottobacino S02**, area Sud-Est, **mancanza di 25200 mc** rispetto al volume necessario;
- **sottobacino S03**, area Sud-Ovest, , **eccedenza di 10734 mc** rispetto al volume necessario.

Sull'intero ambito, rispetto alle opere di progetto finora considerate e ai relativi volumi determinati ai paragrafi precedenti, sono necessari alla laminazione delle precipitazioni, critiche con tempo di ritorno di 50 anni, ulteriori 13000 mc di invaso, circa.

Considerati i profili altimetrici dei confini d'ambito e delle aree che non verranno rimaneggiate (vedi pista di atterraggio), **si prevede di compensare tale mancanza attraverso la realizzazione di una piccola arginatura, riprofilatura del terreno, nel perimetro della parte Sud dell'ambito, con quota del coronamento pari a 38 m s.l.m.** In questo modo, sarà disponibile **un'ulteriore area allagabile per complessivi 14 ettari circa.**

Questo intervento, consente inoltre di fronteggiare eventi più estremi di quelli considerati garantendo un adeguato grado di sicurezza per l'intero sistema di laminazione.

Per la dimostrazione numerica dell'efficacia della soluzione appena descritta si rimanda alla modellazione bidimensionale condotta e ai relativi esiti, ovvero alla relazione sulla modellazione idraulica allegata alla presente.

Le superfici in pianta dei canali non corrispondono pienamente a quelle considerate per il calcolo del CN medio, in quanto per il calcolo dei volumi di laminazione sono state considerate le aree medie del volume disponibile per l'invaso, e non la superficie dello specchio d'acqua.

Il dettaglio e la precisa definizione dell'intera rete di drenaggio e laminazione interna, con indicazione planoaltimetriche dei bacini e canali, nonché la rappresentazione dei manufatti di completamento e regolazione, è sviluppata negli elaborati di progetto definitivo-esecutivo, ed allegati alla presente.

Il progettista

Ing. Giustino Moro



Collaboratore

Ing. Andrea De Pin