

Nuovo polo della salute di Padova san Lazzaro

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER LA REDAZIONE DELLA VARIANTE URBANISTICA

Sommario

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | PREMESSA..... | 1 |
| 1.1 | Allagamenti..... | 1 |
| 2 | AREA SAN LAZZARO | 2 |
| 2.1 | Area di trasformazione | 2 |
| 2.2 | Area interessata..... | 2 |
| 2.3 | Aree allagabili | 4 |
| 2.3.1 | Piani di settore..... | 5 |
| 2.3.2 | PGRA..... | 6 |
| 3 | IDRAULICA AREA SAN LAZZARO | 7 |
| 3.1 | Parametri dimensionanti..... | 7 |
| 3.2 | Allagamenti..... | 8 |
| 3.3 | Soggiacenza della falda al piano campagna | 9 |
| 3.4 | Ipotesi di sistemazione morfologica | 10 |
| 3.4.1 | PODIO | 10 |
| 3.4.2 | CORONA..... | 11 |
| 3.5 | Invarianza idraulica Area San Lazzaro: riepilogo | 12 |
| 4 | AREA ZONA OSPEDALIERA GIUSTINANE0 | 15 |
| 5 | ALLEGATO A: MODELLO DEGLI ALLAGAMENTI A SAN LAZZARO | 16 |
| 5.1 | Definizione del modello idraulico..... | 17 |
| 5.1.1 | Descrizione del modello monodimensionale | 17 |
| 5.1.2 | Geometria della rete modellata | 19 |
| 5.1.3 | Applicazione delle condizioni al contorno..... | 22 |
| 5.1.4 | Descrizione del modello bidimensionale..... | 24 |
| 5.1.5 | Generazione della batimetria..... | 26 |
| 5.2 | Risultati della modellazione | 28 |
| 5.2.1 | SCENARIO A1: Stato attuale, TR 100 anni..... | 29 |
| 5.2.2 | SCENARIO A2: Stato attuale, TR 300 anni..... | 31 |
| 5.2.3 | SCENARIO B: stato di progetto | 33 |
| 5.2.4 | SCENARIO B1: Stato di progetto, TR 100 anni..... | 34 |
| 5.2.5 | SCENARIO B2: Stato di progetto, TR 300 anni | 36 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5.3 | Sintesi dei risultati | 38 |
| 6 | ALLEGATO B: INTEGRAZIONE ACCESSIBILITÀ VIARIA | 40 |
| 6.1 | Viabilità..... | 40 |
| 6.2 | Studio di Compatibilità Idraulica 2019 | 41 |
| 6.3 | PGRA | 43 |

1 PREMESSA

L’Azienda Ospedaliera di Padova, nell’ambito del procedimento: Accordo di programma per la realizzazione del nuovo Polo della salute - Ospedale policlinico di Padova - ex art.32 LR35/01, ha affidato a RTP Terre-ing. De Stavola l’incarico del servizio relativo alle attività tecniche previste nella procedura di variante urbanistica delle aree di san Lazzaro e della zona ospedaliera Giustiniano. Nell’ambito di tale procedura è previsto di acquisire il parere di compatibilità idraulica relativamente alle variazioni indotte dalla trasformazione del suolo.

La normativa di riferimento è fornita dalla DGR 1322 del 10.5.2006, integrata con la Del. GR 1841 19.6.2007 e 2948 6.10.2009. Lo studio per la valutazione della compatibilità idraulica individua le misure da realizzare al fine di garantire il principio dell’invarianza idraulica.

Le nuove costruzioni, ricostruzioni ed ampliamenti in queste aree si attuano con le modalità dell’Accordo di Programma e dovranno rispettare i parametri previsti per la zona territoriale F) del D.M.1444/68 e dalle progettazioni, che verranno sviluppate successivamente. Le utilizzazioni ammesse nelle due aree sono:

- sanitarie e servizi complementari;
- università area medico-sanitaria e servizi collaterali per gli studenti.

Si dovrà prevedere una particolare attenzione:

- per l’area “S. Lazzaro” alle caratteristiche paesaggistico-ambientali del sito;
- per l’area “Giustiniano” al contesto di valore culturale di cui l’area è parte.

1.1 Allagamenti

Gli elementi di valutazione della pericolosità idraulica, riportati nel Piano Generale Rischio Alluvioni PGRA, evidenziano che l’area è allagabile con l’evento Tr100 e Tr300. La localizzazione del nuovo Polo sanitario in area esondabile introduce misure di prevenzione e di protezione, indipendentemente dall’adeguamento cartografico e normativo del PAI.

La vulnerabilità viene azzerata ponendo gli edifici, i servizi e la viabilità a quota superiore a quella di allagamento. Questo richiede la condivisione con gli Enti regolatori dell’assetto idrologico ed idraulico del comparto e del territorio, nonché del relativo monitoraggio.

A scala di sottobacino idraulico è previsto un sistema di difesa idraulica, calibrato in modo da garantire la capacità di laminazione e da non aggravare la sommersione delle aree contermini, in coerenza con lo stato di rischio rappresentato nelle mappe del PRGA.

2 AREA SAN LAZZARO

2.1 Area di trasformazione

L'area del comparto pubblico era in parte di proprietà del comune e in parte privata: il PUA "san Lazzaro IR2", limitrofo, ha ceduto al Comune un comparto pari a circa il 50% dell'area IR2.

| | area |
|-------------------------|-------------------|
| ambito totale | 563'442.50 |
| privati | 127'605.70 |
| ambito pubblico 43.5 ha | 435'836.80 |

Di questo ambito il comune ha trattenuto una fascia per viabilità e nuova stazione RFI di san Lazzaro, per cui 39 ha circa sono riservati al nuovo Polo della salute. In questa nota si valutano disponibili **circa 38 ha**, in ragione del fatto che il contorno del comparto è alquanto sfrangiato.

2.2 Area interessata

La competenza della rete scolante è del Consorzio di bonifica Bacchiglione-Brenta. I corsi d'acqua interessati sono il fosso Palasport e il fosso Torre; il recapito è il Fossetta, sottobacino Fossetta.

La falda è tra 0.5 e 1 m dal piano campagna (cfr. paragrafo 3.3).



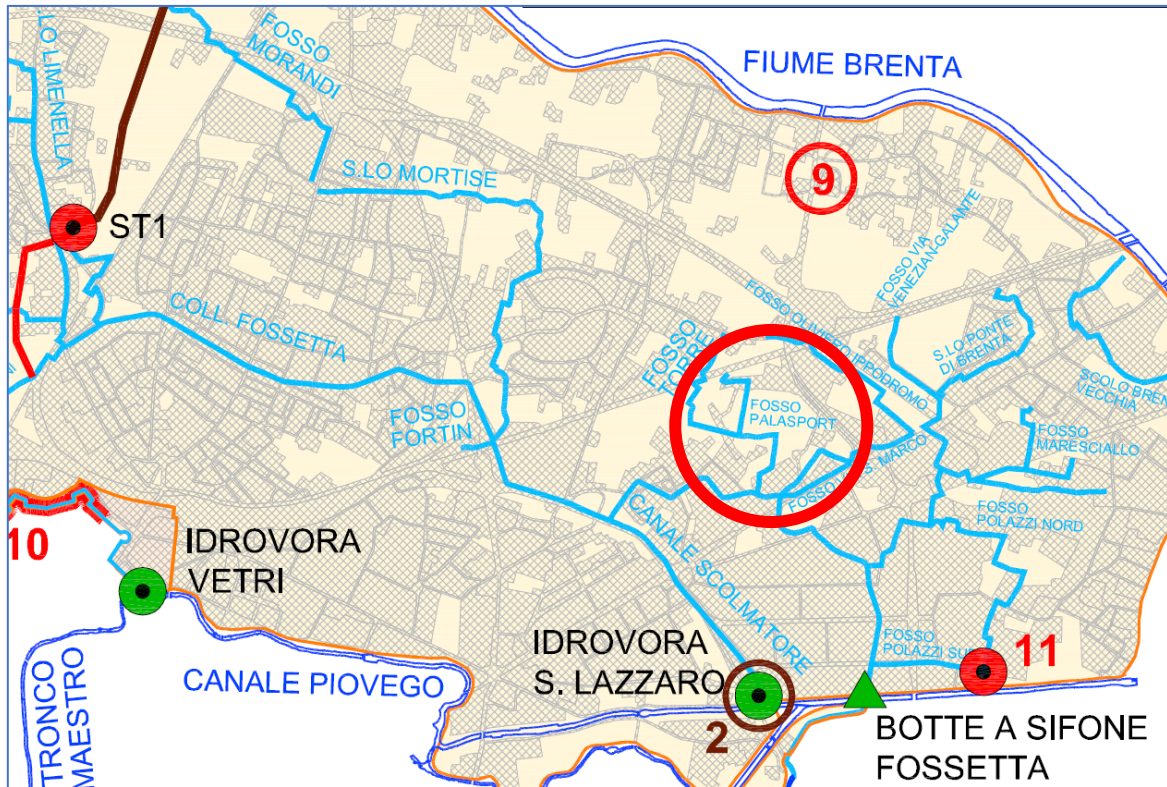


Figura 2.1 – bacino Montà Portello – Consorzio Bacchiglione luglio 2010

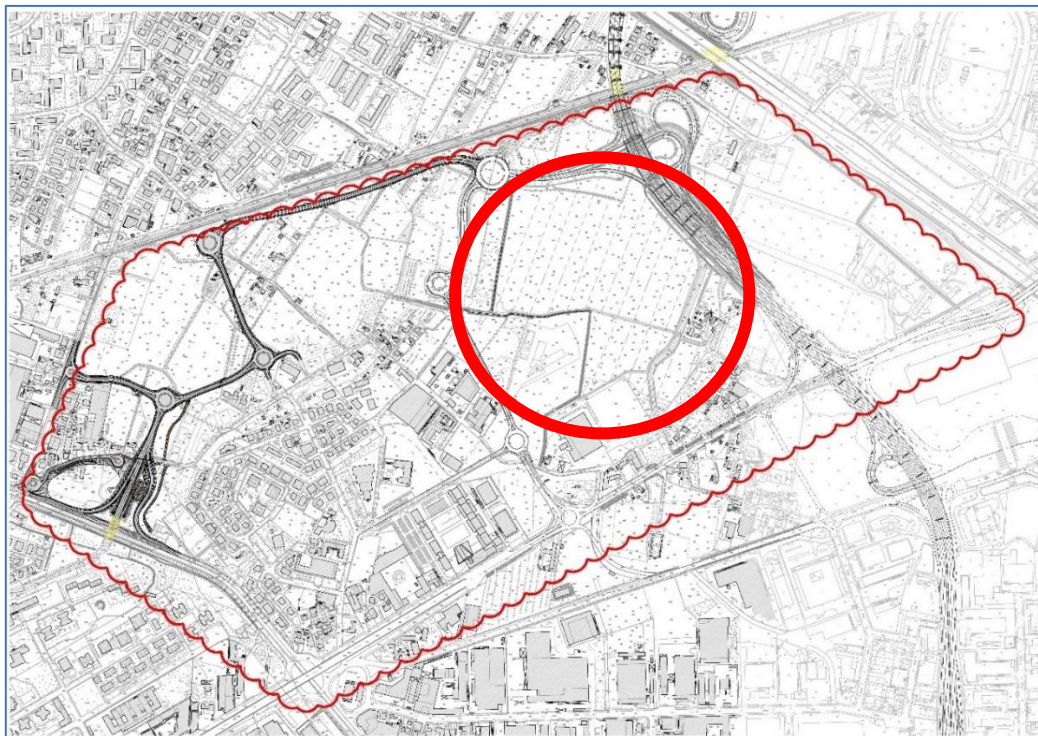


Figura 2.2 – assetto attuale compresa viabilità in costruzione (viabilità "Arco di Giano" Maroncelli-SR308)

2.3 Aree allagabili

Il territorio padovano è esposto al rischio di alluvioni, particolarmente gravi quando si manifestano con rotte o sormonti arginali dei fiumi maggiori, come si verificò in occasione delle grandi piene recenti, 1882 e 1966.

Gli eventi di piena dei fiumi possono comportare rischi e pericoli importanti per l'area, dato anche che negli anni i bacini scolanti sono stati impermeabilizzati dalle nuove edificazioni.



Figura 2.3 – evento 1882



Figura 2.4 – evento 1966

Si stima che, in occasione della piena del 1966, il cui tempo di ritorno è stimato nell'ordine di 100 anni, le portate al colmo per:

- il Brenta - a Limena raggiunse $2'200 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre a valle di Padova l'alveo smaltisce $1'500\text{-}1'600 \text{ m}^3/\text{s}$. Il rincollo del Piovego causato dai livelli del Brenta può produrre danni di estrema gravità;
- il Bacchiglione - a Montegaldella raggiunse $600\text{-}650 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre a Voltabarozzo può far defluire solo $500 \text{ m}^3/\text{s}$.

A fronte di tali elementi emerge l'impossibilità di gestire eventi di tale rilevanza in modo attivo, con manovre ai nodi idraulici. Peraltro il Brenta e il Bacchiglione nel 1966 ruppero gli argini a monte: sono di grande interesse perciò i modelli che stimano i relativi allagamenti in assenza di rotte (vedi Figura 2.5).



5. Modello matematico bidimensionale. Allagamenti nella zona di Padova prodotti dal Brenta per una piena comparabile con l'evento del 1966.

Figura 2.5 – estratta da: "i rischi di inondazione nella provincia di Padova – L. D'Alpaos 2006"

2.3.1 Piani di settore

I piani di settore non segnalano il rischio (vedi Figura 2.6), con l'eccezione del più recente:

- Il piano di assetto del territorio intercomunale PATI 2008-2009, sub valutazione della compatibilità idraulica – relazione con allegati grafici –, non segnala problemi idraulici derivanti da situazioni locali (pericolosità idraulica legata alla rete di bonifica e di drenaggio urbano).
- La Segreteria tecnica dell'Autorità di bacino nel 2014 non segnala pericolosità idraulica dell'area: vedi piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione (PAI tavola 74).
- Il Distretto Idrografico della Alpi orientali, nell'ambito della direttiva alluvioni 2007, pubblica (22-12-15) il piano di gestione del rischio alluvioni PRGA 2015-2021. **In tale cartografia l'impronta del polo sanitario risulta allagabile dal sormonto arginale del Piovego con altezze d'acqua di 0-1 m con Tr100 (vedi Figura 2.7) e in modo più esteso con Tr300.**

Peraltro nel 2012 l'Autorità di bacino, nella relazione tecnica del PAI 2012, a pag.160 segnala: " ... *il canale san Gregorio-Piovego, in caso di piena cinquantenaria del Brenta e per effetto del rigurgito del livello idrico che si registra nel Brenta stesso a Strà, manifesta una generale riduzione del franco arginale; l'evento centennale provocherebbe, invece, sormonti ed esondazioni estese a quasi tutto il canale ... è quanto del resto si verificò durante l'evento del 1966, in occasione del quale si ebbero lungo l'argine destro del Piovego rotte arginali che contribuirono all'allagamento della vasta area compresa tra Piovego, Bacchiglione e Brenta.*"

Per il tema in oggetto tale previsione di rischio di allagamento, quantificata dal PRGA, è sostanziale, e il livello raggiunto dagli allagamenti viene ritenuto come condizione a base della progettazione. La velocità dell'acqua, invece, non viene ritenuta dimensionante.

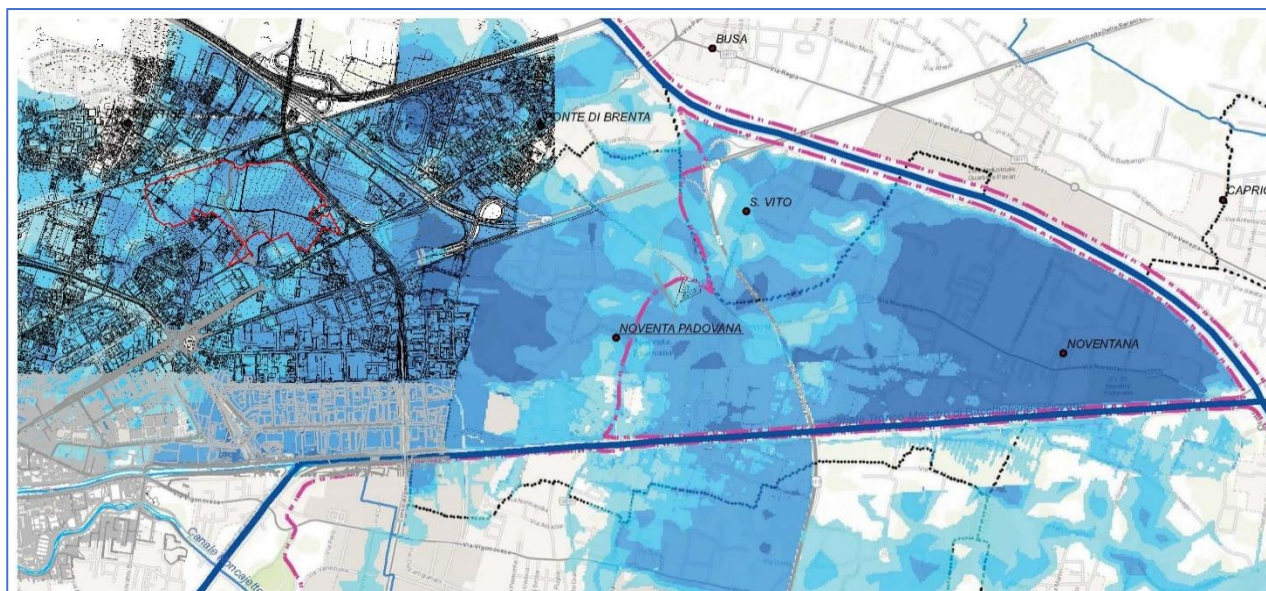


Figura 2.6 – nei piani di settore prima del 2015 veniva segnalata solo un'area con problemi idraulici a cavallo dell'intersezione Ferrovia-via Maroncelli, il PRGA evidenzia allagamenti

2.3.2 PGRA

A far data dal 17 febbraio 2017 ha preso avvio la fase di subentro dell’Autorità di bacino distrettuale in tutti i rapporti attivi e passivi delle Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali ricadenti nel distretto delle Alpi Orientali.

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), aggiornato ogni 6 anni, è caratterizzato da scenari di allagabilità e di rischio idraulico su tre differenti tempi di ritorno (30, 100, 300 anni). La mitigazione del rischio è stata affrontata interessando, ai vari livelli amministrativi, le competenze proprie sia della Difesa del Suolo (pianificazione territoriale, opere idrauliche e interventi strutturali, programmi di manutenzioni dei corsi d’acqua), sia della Protezione Civile (monitoraggio, presidio, gestione evento e post evento).

- Si osserva:
- con del. 1/2015 il Comitato istituzionale di Distretto ha stabilito che il PGRA non costituisce automatica variante dei PAI, che continuano provvisoriamente a costituire riferimento per gli strumenti urbanistici di pianificazione e gestione del territorio;
- le modifiche dei PAI costituiscono elementi di aggiornamento periodico della cartografia del Piano di gestione, laddove l’Autorità di bacino ne riscontri la coerenza tecnica;
- gli enti territorialmente interessati si conformano al Piano di gestione predisponendo o adeguando, nella loro veste di organi di protezione civile, per quanto di competenza, i piani urgenti di emergenza.

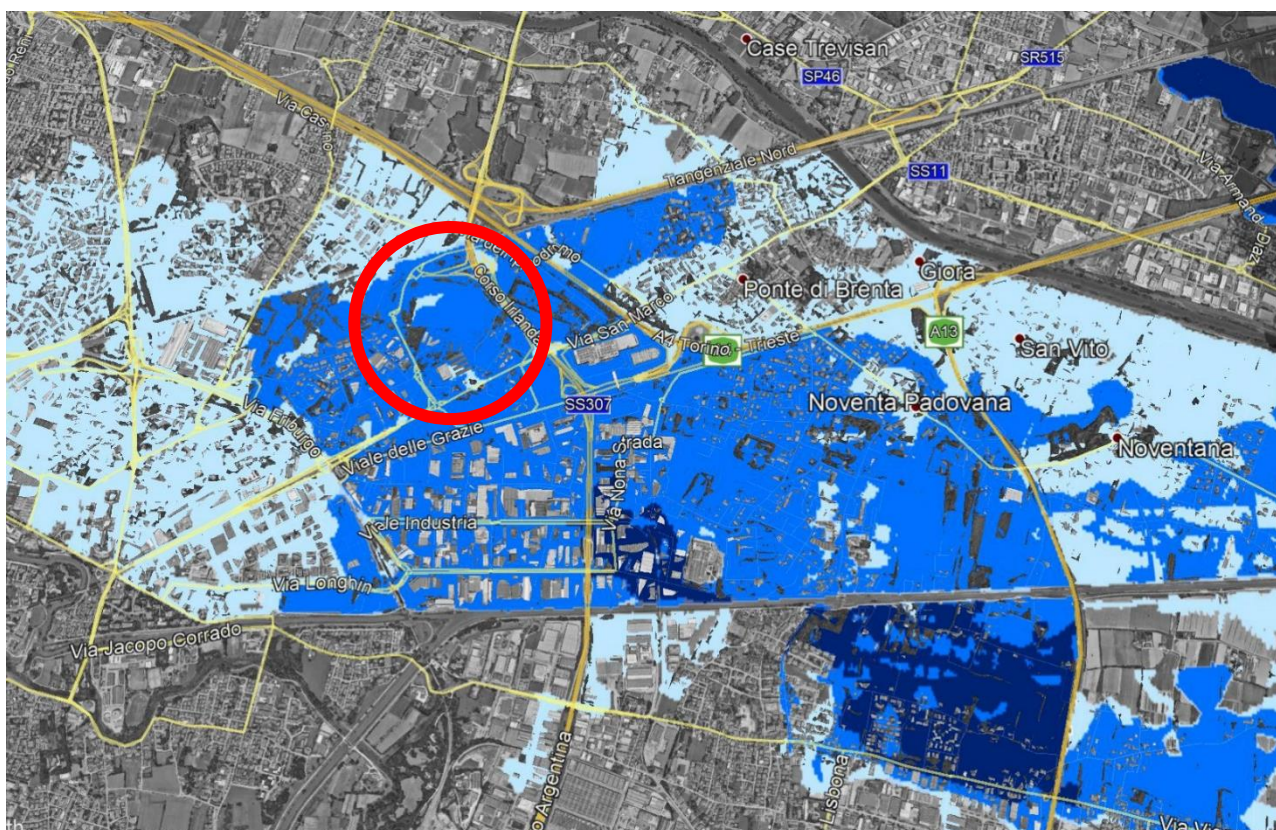


Figura 2.7 - mosaicatura ISPRA delle aree a pericolosità idraulica redatte dalle Autorità di Bacino (ora Autorità di Bacino Distrettuali) elaborazione 4.0 dicembre 2017

Nel seguito si considera dimensionante la previsione PRGA, anche se non ancora recepita in PATI e in PI.

3 IDRAULICA AREA SAN LAZZARO

3.1 Parametri dimensionanti

Sulla base di casi analoghi per estensione e prossimi, e a favore di sicurezza, si assume:

- **la pioggia critica di durata 10 ore**, cui corrisponde **l'altezza di pioggia di 159 mm** (Tr200);
- **il deflusso** che si può consegnare ai recapiti è limitato a **5 l/s,ha (190 l/s per 38 ha)**. Il deflusso è regolato da bocche tarate e recapita nello scolo Fossetta;
- in mancanza di un disegno planivolumetrico consolidato del Polo sanitario si assume qui che **i tetti dei nuovi edifici abbiano area 10 ha**;
- **per tenere conto degli annessi** (strade, marciapiedi, edifici di servizio, cunette, ecc.) **si assume che l'area posta a quota superiore agli allagamenti sia pari a 13 ha**.

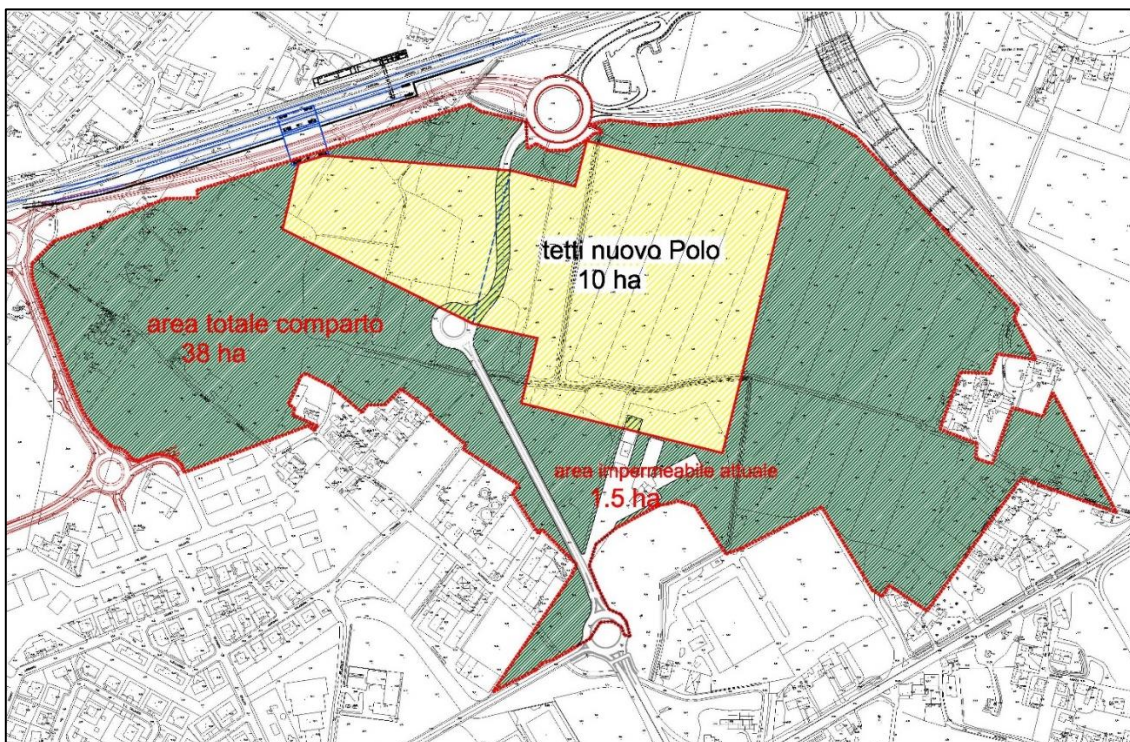


Figura 3.1 - Aree considerate nel bilancio di invarianza

Con riferimento inoltre all'altimetria del piano campagna dell'area oggetto di analisi, ed in considerazione dei dati a disposizione per l'attuale fase di progettazione, le quote di stato di fatto possono essere ricondotte a due fonti principali:

1. Carta Tecnica Regionale Numerica della Regione Veneto
2. Modello Digitale del Terreno (DTM) con celle di 10 metri di lato messo a disposizione dall'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali con nota 3374/1.11 del 21.06.2019, utilizzato per lo sviluppo del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.

Ciò premesso, per omogeneità di trattazione, nel presente studio sarà utilizzato quale piano quotato di riferimento il Modello Digitale del Terreno del PGRA, di cui al precedente punto 2.

La morfologia dei luoghi espone l'area ad allagamento. Nel caso dell'area in questione la vulnerabilità e il danno potenziale attuali sono bassi, mentre diventano molto elevati dopo la realizzazione del Polo sanitario, per cui nella presente nota si ipotizzano strutture per la protezione dagli allagamenti.

3.2 Allagamenti

Quale riferimento per la valutazione delle condizioni di rischio idraulico potenziale per l'area in esame, si considera il parere espresso dalla competente Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione con nota prot. 3226/URB del 8 Novembre 2016.

Sulla base delle prescrizioni contenute nella nota sopra citata, la progettazione della struttura ospedaliera dovrà essere impostata:

- nel rispetto del contesto idraulico individuato dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, il quale evidenzia:
 - nel caso si verifichi un evento con TR 100 anni, la presenza di allagamenti, per sormonto arginale, con tiranti inferiori al metro e quota della lama d'acqua a **10.95 m s.l.m.**;
 - al verificarsi di evento di piena con TR 300 anni, il raggiungimento di una quota di allagamento nell'area di interesse pari a **11.60 m s.l.m.**.
- nel rispetto dei principi generali e delle disposizioni di cui all'art. 8 del Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione.

Al fine di non incrementare le condizioni di rischio nelle aree fluviali e in quelle pericolose, saranno quindi previsti per l'area interventi tali da:

- a) mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica o migliorarle;
- b) non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa;
- c) *non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi d'invarianza idraulica e favorire, se possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione.*

Per quanto riportato al punto c), per il dimensionamento dei volumi invasabili viene utilizzato quale scenario di riferimento l'evento di piena con Tempo di Ritorno pari a **100 anni**. L'evento TR100 comporta, come già detto, l'accumulo nel comparto di una lama d'acqua a quota 10.95 m.

Tabella 1 - stima del volume invasato sul comparto nel caso di allagamento TR100

| | | | | |
|------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------|----------------|
| ambito polo sanitario | totale | 380'000 | m ² | |
| | alluvione attuale | di cui strade-tetti | 15'400 | m ² |
| | | allagabile | 364'600 | m ² |
| | piano camp. medio | 10.45 | m s.m. | |
| | quota allagamento | 10.95 | m s.m. | |
| | tirante medio | 0.50 | m | |
| | volume di allagamento | 182'300 | m ³ | |

Questo valore comprende il volume di pioggia caduto sul comparto, a meno di quello defluito, ed è quindi rilevante per i bilanci di invarianza di cui nel seguito (vedi paragrafo 3.4.2).

3.3 Soggiacenza della falda al piano campagna

Secondo PAT 2009 – VAS - Rapporto ambientale e relazione geologica il comparto si trova in un'area in cui la profondità della falda è compresa tra 1 e 1.5 m dal piano campagna.

Misure ARPAV indicano la direzione della falda superficiale, di modesta portata, è WNW-ESE, compresa tra quota 9 e 9.70 m s.m. Si assumono quindi questi valori, più elevati, a favore di sicurezza della capacità di invaso.

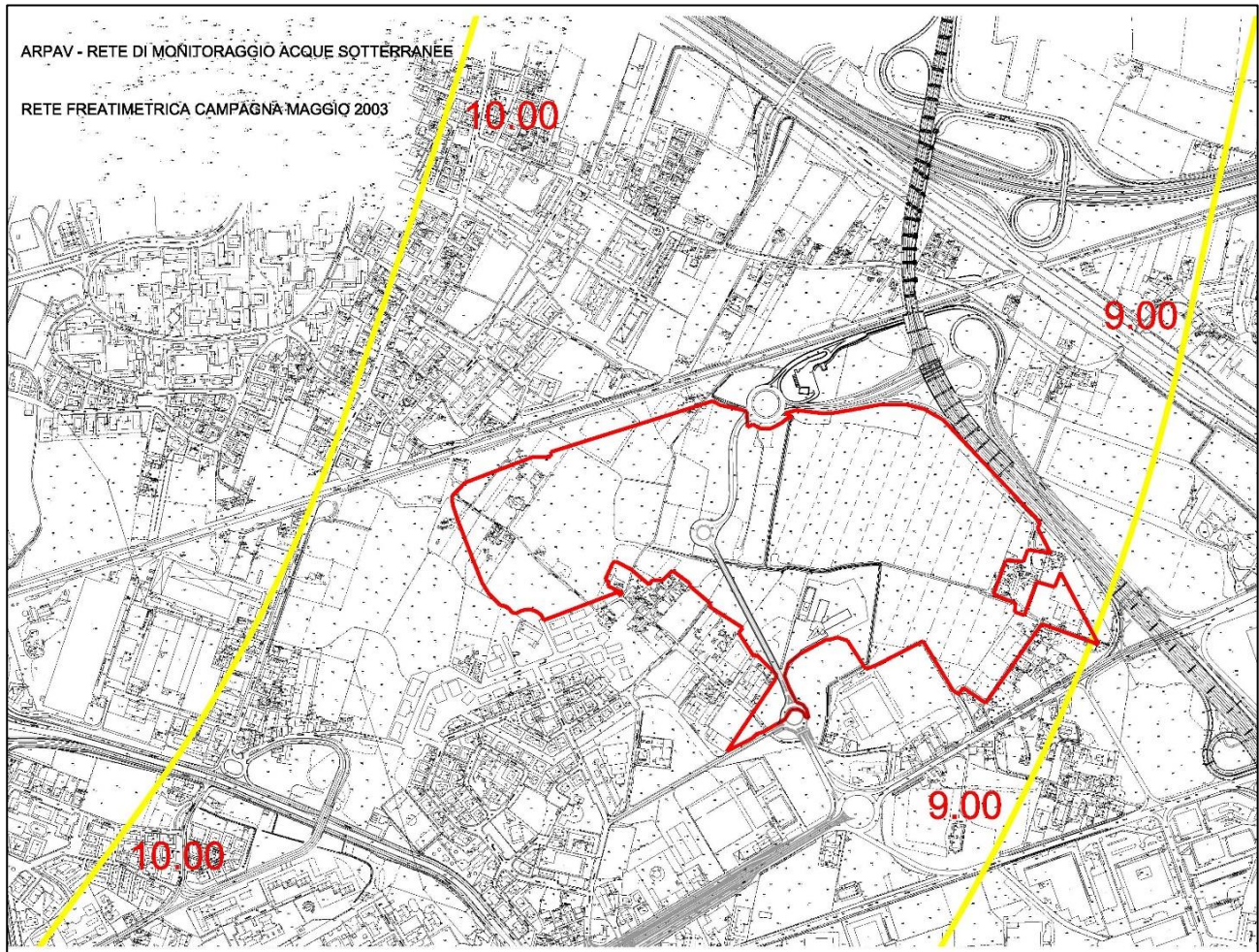


Figura 3.2 - quote di falda

3.4 Ipotesi di sistemazione morfologica

Con riferimento all'attuale piano campagna ed alle quote di allagamento precedentemente riportate al paragrafo 3.2, lo scenario che viene ipotizzato è il seguente:

- **settore 1 PODIO** - 13 ha sovralzati a quota 12.30 m s.l.m. - viene realizzato il podio (piano terra) sul quale impostare le opere edilizie e infrastrutturali, tale da garantire un franco di sicurezza di 70 cm per l'evento con TR300 anni; all'interno del podio, su 1 ha, viene realizzato il volume della relativa invarianza idraulica;
- **settore 2 CORONA ESTERNA** - Splatemento (mediamente circa 0.5 m)/rimodellamento dell'area di corona esterna al podio di 25 ha, invasabile per mantenere l'invarianza idraulica nei confronti degli allagamenti provenienti da esondazioni fluviali (senza alterarne le quote massime).

3.4.1 PODIO

Il podio è caratterizzato da un sovrizzo di 1.85 m sul piano campagna esistente ed ha area pari a 13 ha, pari all'area dei tetti (10 ha) cui si aggiungono aree contermini (2 ha) dedicate a viabilità e servizi e bacino di invaso specifico. Infatti un'area di 1 ha, compresa nel podio, è dedicata all'invaso per laminare la portata riversata all'esterno ai fini dell'invarianza idraulica del podio stesso. Questo, a favore di sicurezza, con il volume corrispondente alla pioggia di 10 ore Tr200.

| tempo di pioggia | | 10 ore | | |
|----------------------------------|------|--------|-------|------------|
| curva segnalatrice a 3 parametri | | | | |
| | a | b | c | h (mm) |
| Tr100 | 42.4 | 15.2 | 0.808 | 142 |
| Tr200 | 45 | 15.9 | 0.799 | 159 |

Il tirante d'acqua che si forma nell'invaso è di 1.65 m, cui corrisponde un franco di 65 cm rispetto alla quota minima di sistemazione del podio.

Si noti che si è assunto un inusuale coefficiente di deflusso medio 1 per l'area di invaso, pur essendo sistemata a verde, dato che in caso di pioggia essa è uno specchio d'acqua.

| invarianza idraulica settore 1 | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------|--------------------|
| deflussi | podio | S | fi | fi*S |
| | area invaso | 10'000 | 1.0 | 10'000 |
| | area impermeabili | 120'000 | 0.9 | 108'000 |
| | AREA PODIO | 130'000 | | 118'000 |
| | deflusso alla rete | | | |
| | specifico l/s/ha | totale l/s | evento m3 | durata |
| | 5 | 65 | 2'340 | 10 ore |
| | afflusso pioggia | 18'812 | m3 (h*fi*S) | h 159 mm |
| podio | volume invasato m3 | 16'472 | 10 ore | 1'267 m3/ha |
| | quota fondo | 10.00 | SPLATEAMENTO PODIO | |
| | quota MIN. podio | 12.30 | | |
| | tirante invaso | 1.65 | | |
| | quota max INVASO | 11.65 | OK | |
| | | | | |

3.4.2 CORONA

A fronte di 25 ha disponibili esternamente al Podio, si realizza in circa 20 ha uno splateamento profondo mediamente 50 cm, per creare un invaso che, in caso di allagamento, mantiene all'interno del comparto il volume che inonda attualmente l'area, che comprende la pioggia caduta sul comparto.

Il tirante d'acqua dell'allagamento, nel PGRA valutato circa 50 cm sopra il piano campagna per l'evento con TR 100 anni, diventa di circa 1.00 m in corrispondenza dello splateamento. Anche qui il coefficiente di deflusso dello specchio d'acqua viene assunto pari a 1.

Sulla base della morfologia qui tratteggiata, risultano disponibili ancora circa 7 ha per modellare zone filtro.

| invarianza alluvione settore 2 | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------|--------|
| deflussi | corona | S | fi | fi*S | |
| AREA CORONA ESTERNA | | 250'000 | 1.0 | 250'000 | |
| pioggia | deflusso alla rete | | | | |
| | specifico l/s/ha | totale l/s | evento m3 | | |
| | 5 | 125 | 4'500 | | 10 ore |
| | afflusso pioggia | 39'855 | m3 (h*fi*S) | | |
| | volume invasato m3 | 35'355 | 10 ore | 1'414 | m3/ha |
| | quota fondo | 9.95 | SPLATEAMENTO corona | | |
| | quota max invaso | 10.95 | m s.m. | | |
| | tirante tipico invaso | 1.00 | m | | |
| | allagamento (Tabella 1) | 182'300 | m ³ | | |
| | area richiesta invaso | 182'300 | m ² | | |
| area ancora disponibile | 67'700 | modellazioni, varie | | | |

3.5 Invarianza idraulica Area San Lazzaro: riepilogo

E' stato inquadrato l'ordine di grandezza del problema di invarianza idraulica dell'ambito del Polo della salute, esteso 38 ettari, oggi occupato solo per 1.5 ha da strade/edifici.

Il pre-dimensionamento adotta una strategia innovativa e ipotizza una nuova morfologia dell'area, finalizzata all'invarianza idraulica: l'area del comparto viene suddivisa (vedi Figura 3.3):

- settore 1 PODIO – 13 ettari - contenente gli edifici, gestito ad isola;
- settore 2 CORONA – 25 ettari - esterno al precedente, in comunicazione con le esondazioni fluviali, ma comunque con il fondo posto sopra il livello di falda.

Il deflusso dalle aree invasabili, da ipotizzare normalmente asciutte, avviene a gravità dopo la fine dell'evento, comunque con portata limitata a 190 l/s, corrispondente a 5 l/s,ha. In figura viene schematizzata la rete di drenaggio e il recapito nel collettore Fossetta. Si noti che:

- le depressioni sono ipotizzate come vasi comunicanti; nelle successive fasi progettuali si potrà affinare/modificare lo schema di riempimento/svuotamento;
- il deflusso è previsto a gravità, fino al completo svuotamento delle depressioni;
- il fondo delle depressioni è posto ampiamente sopra la quota falda.

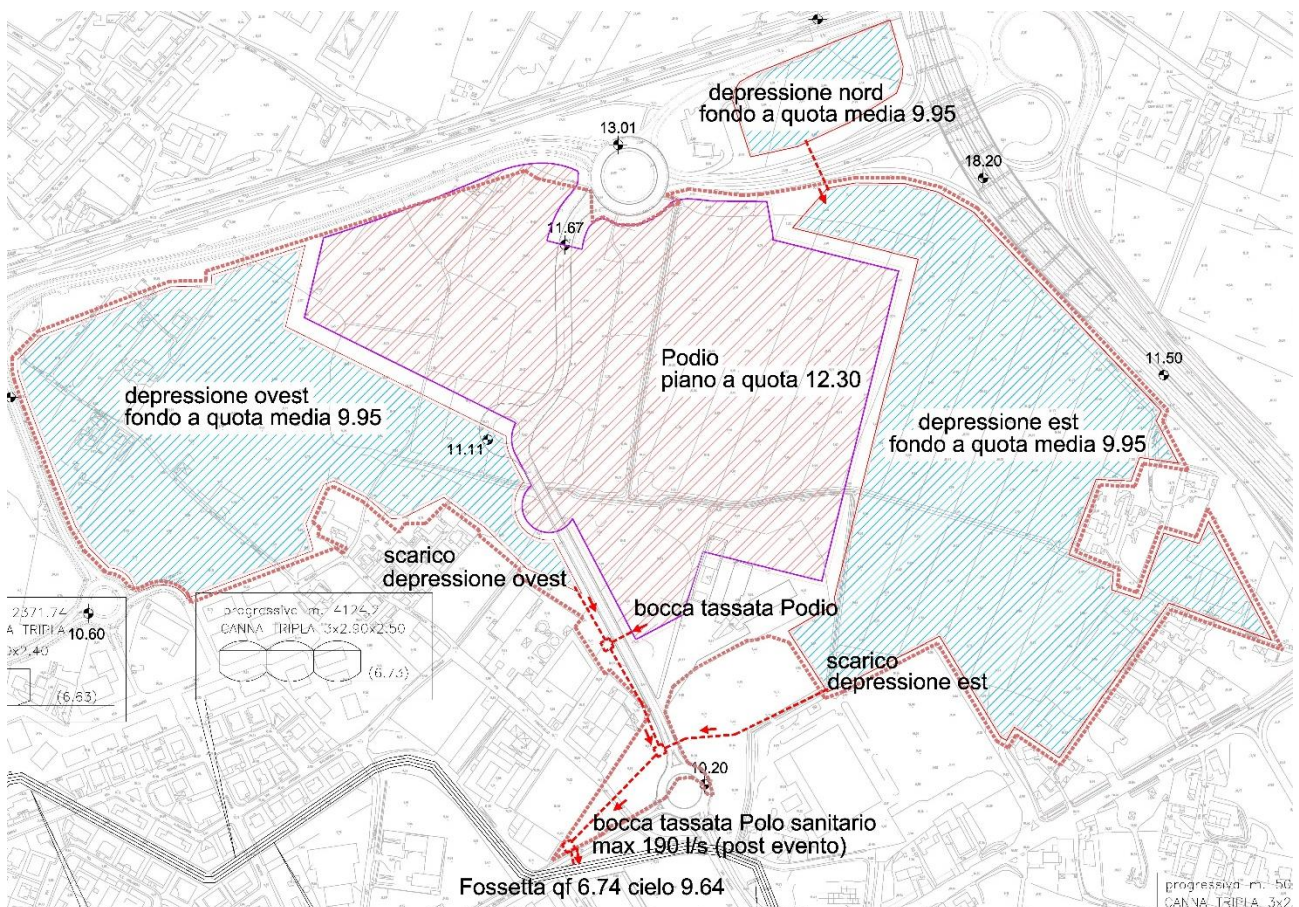


Figura 3.4 - Schema della rete di deflusso con recapito finale in scolo Fossetta

Si ottiene:

- a) **INVASO DEI DRENAGGI DI PIOGGIA** - La superficie antropizzata del Podio (coperture, pavimentazioni, impermeabilizzazioni, strade) è pari a 13 ha, e da questo nasce l'esigenza di invasare 16'500 m³ nel settore 1, pari a oltre 1'250 m³/ettaro. Questo viene ottenuto approfondendo un settore (1 m, 1 ha) del nuovo piano campagna del Podio;
- b) **COMPENSAZIONE DELLA SOTTRAZIONE DI VOLUME ALLAGABILE** – in caso di esondazione fluviale l'abbassamento del piano campagna nel settore 2 compensa la sottrazione di impronta soggetta a sommersione, a seguito del riporto di terreno nel settore 1.

Si nota che:

- questa configurazione è prevista per rendere l'insediamento "invariante" a fronte del rischio di sormonto arginale dei fiumi. Quando questo rischio venisse ridotto, per esempio con la realizzazione di uno scolmatore del Brenta, le aree della corona si libererebbero dal vincolo idraulico;
- comunque le aree della corona risultano destinabili a verde; esse possono essere modellate ai fini paesaggistici, dato che la conterminazione di Figura 3.1 permette di ipotizzare fasce di transizione tra i settori 1 e 2 e tra settore 2 e l'esterno.

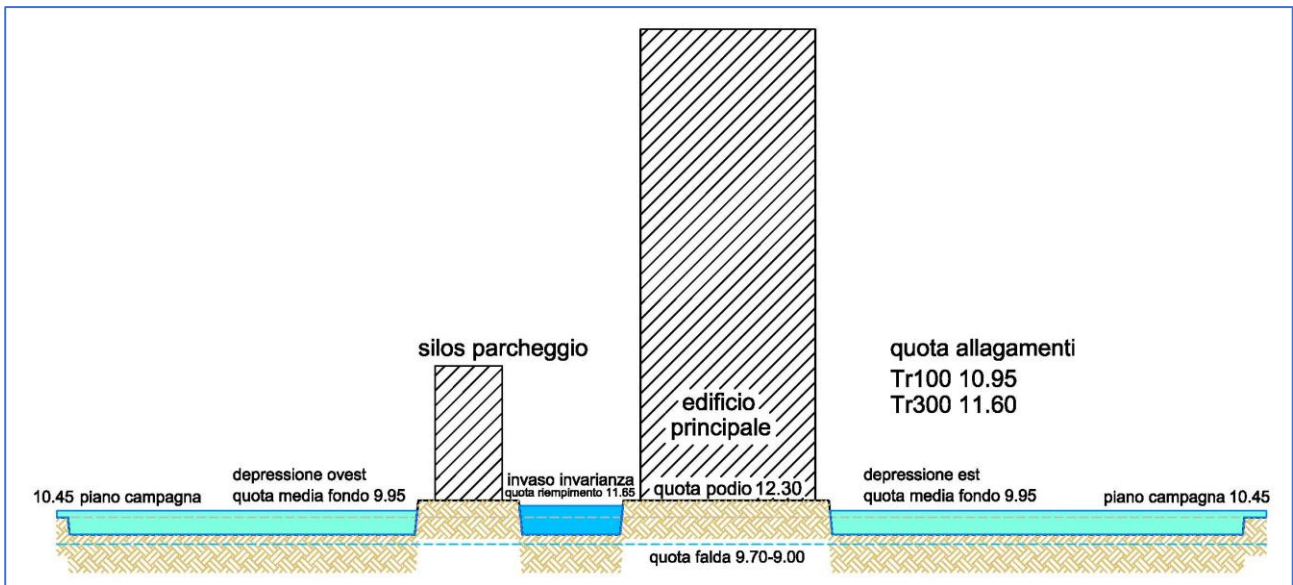


Figura 3.5 – profilo schematico deformato 1:10 della morfologia finale. Vengono evidenziati gli invasi e le loro quote di riempimento.

Tabella 2 - sinottico

| | | settore 1 PODIO | settore 2 CORONA |
|---------------|--------------------|--|--|
| area | destinazione | edifici, strade, bacino | verde allagabile |
| | piano campagna | 12.30 m s.l.m. | 10.45 m s.l.m. |
| | totale | 13 ha | 25 ha |
| | impermeabile | 13 ha (tetti 10 ha, strade, bacino di detenzione 1 ha) | 18 ha (bacino di allagamento), 7 ha modellazione morfologica |
| | a verde | non rilevante | 25 ha |
| invasi | destinazione | invarianza idraulica | invarianza quota allagamento |
| | quota fondo | 10.00 m s.l.m. | 9.95 m s.l.m. (media) |
| | quota riempimento | 11.65 m s.m. | 10.95 m s.l.m. |
| | allagamento/franco | -0.65 m (franco) | +0.50 m (sommersione) |
| | volume invasato | 16'472 m ³ | 182'300 m ³ |

4 AREA ZONA OSPEDALIERA GIUSTINANEO

Al fine di rendere coerenti le destinazioni urbanistiche dell'area con la classificazione delle Zone territoriali omogenee definite dal D.M. 1444/1968 viene modificata la classificazione vigente per l'area dell'ospedale "Giustiniano": da "zona A" a "zona F".

Tale classificazione è il riconoscimento di una situazione di fatto esistente, dato che i parametri della "zona A Centro Storico" non sono coerenti con la realtà dell'area.

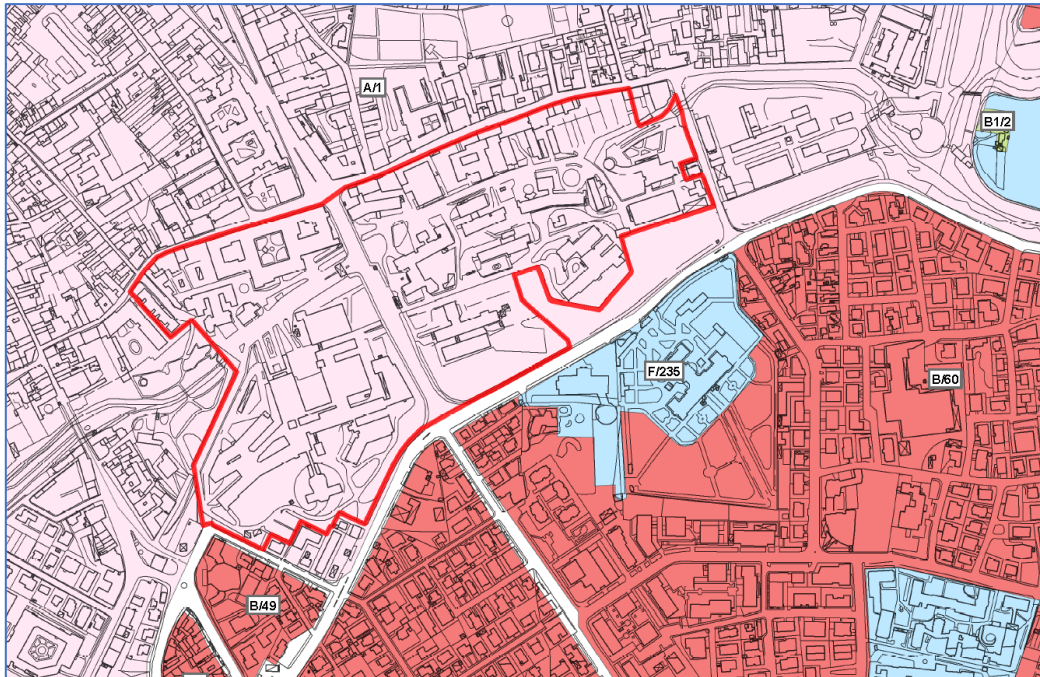


Figura 4.1 - in rosso perimetro della variante

Nell'area oggetto di variante sono possibili gli interventi che vengono inquadrati nelle misure riepilogate in Tabella 3. Eventuali nuovi edifici rientrano nel caso di demolizione totale e ricostruzione.

Tabella 3: Misure di invarianza idraulica ipotizzate per gli interventi edilizi.

| | |
|--|---|
| demolizione parziale e ricostruzione | |
| con mantenimento della superficie coperta | non sono richieste misure di invarianza idraulica. |
| con aumento della superficie coperta | le superfici da mitigare sono solamente quelle in aggiunta al fabbricato già esistente |
| demolizione totale e ricostruzione | |
| con mantenimento della superficie coperta | potranno essere inseriti volumi di invaso di compensazione dell'ordine di $300 \text{ m}^3/\text{ha}$, riferiti alla superficie interessata dall'intervento |
| con aumento della superficie coperta | superfici esistenti da compensare con volumi di invaso dell'ordine di $300 \text{ m}^3/\text{ha}$, oltre a misure di invarianza idraulica calcolate per la superficie aggiuntiva |
| manutenzione ordinaria e straordinaria | non sono richieste misure di invarianza idraulica |

Ai fini del rilascio del titolo abilitativo, la verifica deve essere sottoposta all'esame del Consorzio di Bonifica competente.

5 ALLEGATO A: MODELLO DEGLI ALLAGAMENTI A SAN LAZZARO

Come già riportato nel precedente paragrafo 2.3, la consultazione delle mappe di allagabilità del PGRA, e nello specifico per l'ambito in esame la tavola P07, evidenzia per l'area San Lazzaro la presenza di altezze idriche di 0-1 m per TR 100 anni ed in modo più esteso per TR300 anni.

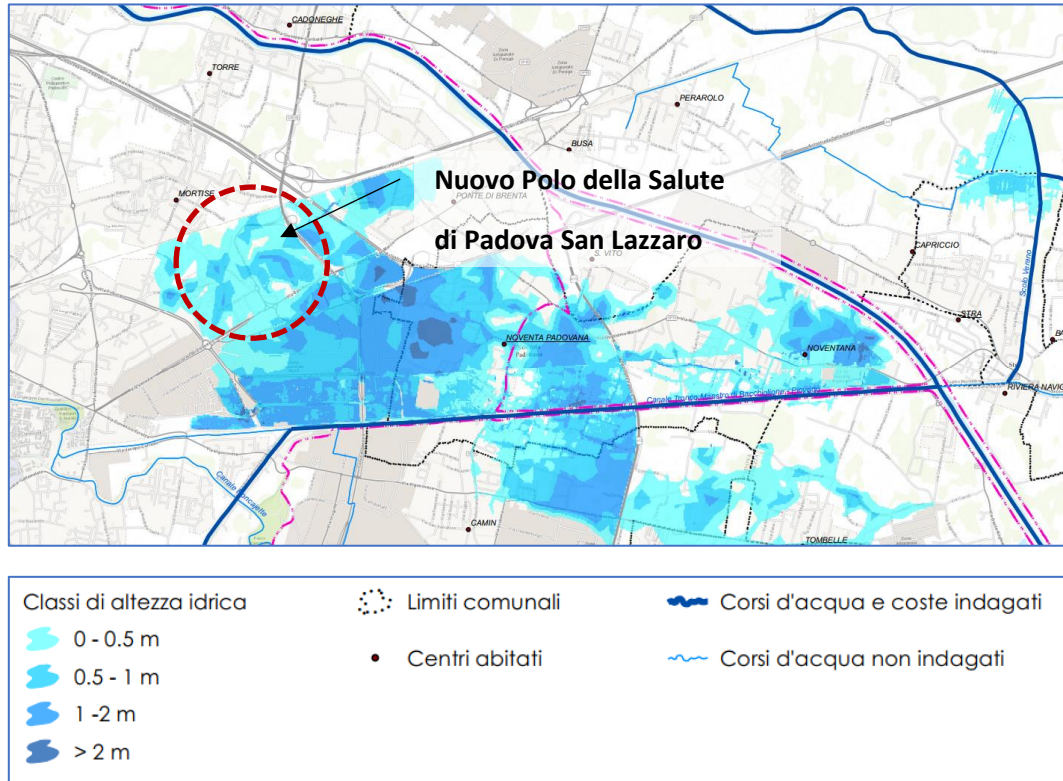


Figura 5.1 - PGRA del Distretto Alpi Orientali: estratto tav. P07-HMP-WH, altezze idriche scenario di media probabilità (TR 100 anni).

Sulla base di quanto riportato nella sopra citata cartografia, l'impronta del polo sanitario risulta allagabile dal sormonto arginale del Piovego.

Si sviluppa quindi un approfondimento progettuale mediante modellazione idrodinamica che consenta di analizzare l'interazione tra i nuovi interventi di progetto e la diffusione degli allagamenti per sormonto arginale, con riferimento agli eventi con Tempo di Ritorno pari a 100 e 300 anni.

Per il tema in oggetto, quindi, tale previsione di rischio allagamento è sostanziale e il livello raggiunto dagli allagamenti viene ritenuto come condizione alla base della progettazione.

5.1 Definizione del modello idraulico

Il modello idraulico che gestisce la simulazione degli eventi di piena è stato sviluppato mediante l'utilizzo della piattaforma software MIKE FLOOD, sviluppata dal Danish Hydraulics Institute (DHI) e composta da due moduli: MIKE11, per l'analisi monodimensionale, e MIKE21 per la modellazione bidimensionale, i quali possono peraltro essere debitamente accoppiati tra loro in funzione della tipologia di fenomeno da analizzare.

Il modello accoppiato è basato su uno schema numerico alle differenze finite che risolve le equazioni differenziali che governano il moto a superficie libera di onde lunghe su bassi fondali in condizioni di moto vario, in cui la corrente è caratterizzata da dissipazioni di energia dovute all'attrito sul fondo. Le equazioni sono formulate in modo tale da poter essere applicate anche ad aree parzialmente asciutte, che possono essere allagate o prosciugate durante l'evoluzione del fenomeno simulato.

Viste le dimensioni caratteristiche degli scoli oggetto di studio, l'alveo dei corsi d'acqua e gli elementi che influiscono localmente sulle condizioni del moto al suo interno (principalmente ponti e tratti tombinati) sono stati implementati unicamente nel modello monodimensionale.

La simulazione delle conseguenze di eventuali fenomeni di esondazione delle acque verso il territorio circostante, nei casi in cui i colmi di piena non siano contenibili entro le difese o le sponde naturali esistenti, viene quindi attuata accoppiando il modello bidimensionale per simulare la propagazione della portata sfiorata nelle aree di esondazione laddove si verifica il superamento degli argini. L'accoppiamento dei due modelli avviene attraverso particolari strutture, che fungono da soglie sfioranti e trasferiscono il flusso che supera la sommità dei cigli alle celle della mesh del modello bidimensionale.

5.1.1 Descrizione del modello monodimensionale

Il modello propagatorio monodimensionale della rete superficiale è stato implementato mediante l'utilizzo del software MIKE HYDRO del Danish Hydraulic Institute (DHI), il quale utilizza uno schema implicito alle differenze finite per il calcolo dei flussi a moto vario nei corsi d'acqua superficiali. Il modulo può descrivere correnti subcritiche e supercritiche attraverso un sistema numerico che si adatta in funzione alle condizioni di flusso locali (nel tempo e nello spazio).

Il modulo consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali ed artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori, paratoie, ecc...) eventualmente presenti nel sistema. Sia canali singoli che reti di canali naturali od artificiali, chiuse od aperte, possono essere modellati. Profili di corrente lenta, veloce e di tipo "misto" possono essere integrati dal modello. Sono inoltre inclusi moduli computazionali avanzati per la descrizione del flusso su opere idrauliche regolabili.

Il modello idrodinamico simula il flusso descrivibile attraverso i diversi approcci dell'"onda cinematica", dell'"onda diffusiva" e dell'"onda dinamica", considerando i seguenti fenomeni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenze).

Il modulo risolve le equazioni della quantità di moto e di continuità (De Saint Venant) sulla base delle seguenti ipotesi:

- fluido incomprimibile ed omogeneo, con variazione trascurabile di densità
- pendenza del fondo ridotta
- onde lunghe in acque basse (questo assicura che il flusso ovunque può essere considerato come con direzione parallela al fondo, cioè vengono trascurate le accelerazioni verticali e si assume una variazione idrostatica della pressione sulla verticale)
- il flusso subcritico (corrente lenta)

Le equazioni risolte dal modello sono quelle di De Saint Venant:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_f = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(VQ)}{\partial x} + gA\left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f\right) = 0$$

dove:

A è l'area liquida [m²]

S è il volume liquido [m³]

t è il tempo [s]

Q è la portata [m³/s]

x è la distanza progressiva lungo il canale [m]

q_f è la portata lateralmente affluente per unità di lunghezza [m²/s]

V è la velocità [m/s]

g è l'accelerazione di gravità [m²/s]

z è l'elevazione del fondo del canale rispetto ad un prefissato riferimento [m]

S_f è la pendenza della linea dell'energia [-].

L'effetto di eventuali strutture (ponti, ecc...) sul profilo di moto è descritto introducendo in corrispondenza di esse una perdita di carico localizzata dipendente dalle caratteristiche geometriche del manufatto e dalle grandezze del moto (tirante e velocità) in corrispondenza ad esso.

La soluzione delle equazioni di continuità e della quantità di moto è utilizzata su una griglia computazionale che alterna punti Q (di portata) e punti h (di livello), illustrata nella figura seguente.

La griglia computazionale è generata automaticamente sulla base della geometria implementata. I punti Q punti sono posizionati a metà dei tratti tra due punti h e sulle strutture. I punti si trovano sulle sezioni. Il flusso, per convenzione, è definito positivo lungo la direzione x positiva.

5.1.2 Geometria della rete modellata

Ponendosi la modellazione l'obiettivo di ricostruire la piena del canale Piovego ed il conseguente sormonto arginale, lo scheletro del modello 1D è costituito unicamente dai canali San Gregorio e Piovego, da valle dello scaricatore di Voltabarozzo all'immissione in fiume Brenta all'altezza di Stra.

La geometria dei corsi d'acqua è stata ricostruita sulla base dei dati a disposizione; nello specifico:

- per il canale San Gregorio, le sezioni rilevate nell'ambito dei "Rilievi d'Alveo nella zona di Padova. Canale San Gregorio e tratto del Canale Piovego controsostegno San Gregorio e la sua immissione in Brenta" (Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, luglio 2005), fornite dall'Autorità di Bacino Distrettuale Alpi Orientali con nota prot. n. 3374/1.11 del 21.06.2019;
- per il canale Piovego, le sezioni rilevate nell'ambito dei "Rilievi topografici del canale Piovego dal controsostegno di S. Gregorio in comune di Padova alla confluenza con il fiume Brenta nei comuni di Vigonovo (VE) e Noventa Padovana (PD)" (Unità di Progetto Genio Civile di Padova, ottobre-novembre 2011), fornite dall'Autorità di Bacino Distrettuale Alpi Orientali con nota prot. n. 3374/1.11 del 21.06.2019.

È stato quindi implementato un sistema fisico composto da:

- reticolo idrografico georeferenziato (network), rappresentante i tratti dei canali San Gregorio e Piovego all'interno del dominio schematizzato;
- sezioni trasversali dei corsi d'acqua (cross section) e manufatti (structures), rilevati con topografica classica.

Un parametro fondamentale definito per ciascuna sezione è la posizione del ciglio destro, del ciglio sinistro e del fondo, punti che definiscono l'estensione della sezione che sarà poi utilizzata per le operazioni di calcolo, ed in particolare per la generazione dei "link" che permettono l'accoppiamento del modello 1D MIKE HYDRO al dominio 2D.

Le campagne di rilievi condotte hanno consentito, inoltre, di ricostruire le geometrie dei manufatti idraulici presenti lungo la rete idrografica modellata e la conseguente schematizzazione degli stessi all'interno del modello HYDRO 1D.

Per l'inserimento di tali manufatti si è reso necessario l'utilizzo di elementi di tipo "Structure" ed in particolare sono stati utilizzati elementi "culvert".



Figura 5.2 – Ponte Autostrada A13 sul canale Piovego a Noventa Padovana.

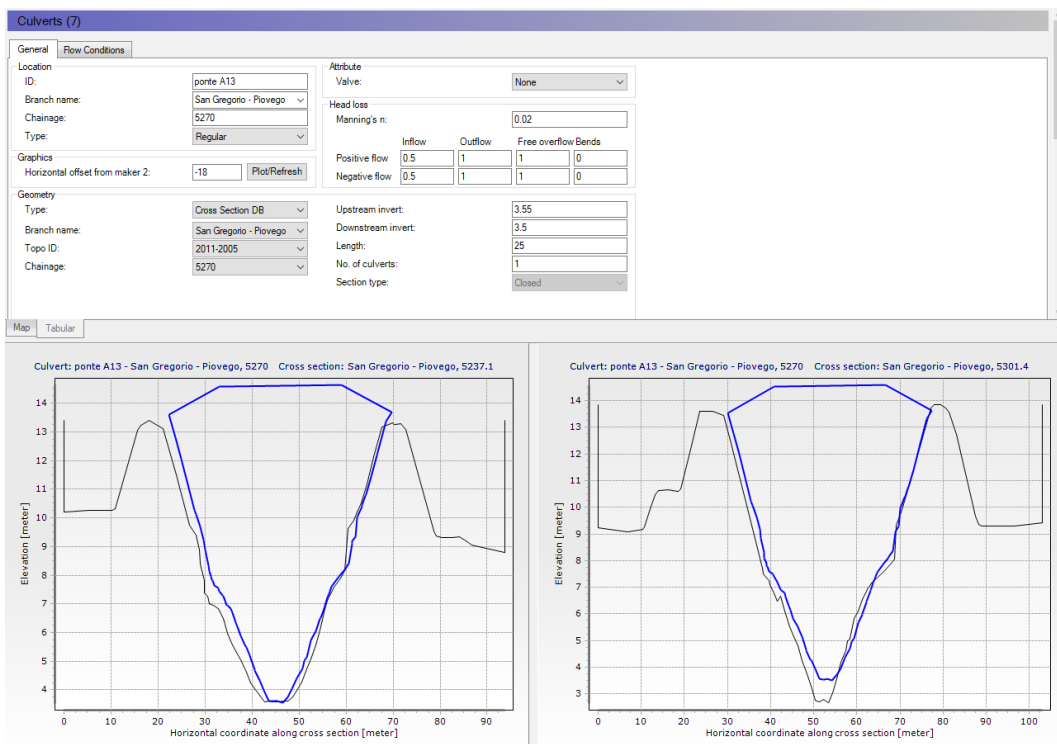


Figura 5.3 - Esempio schematizzazione elemento tipo "culvert": ponte autostrada A13 a Noventa Padovana.

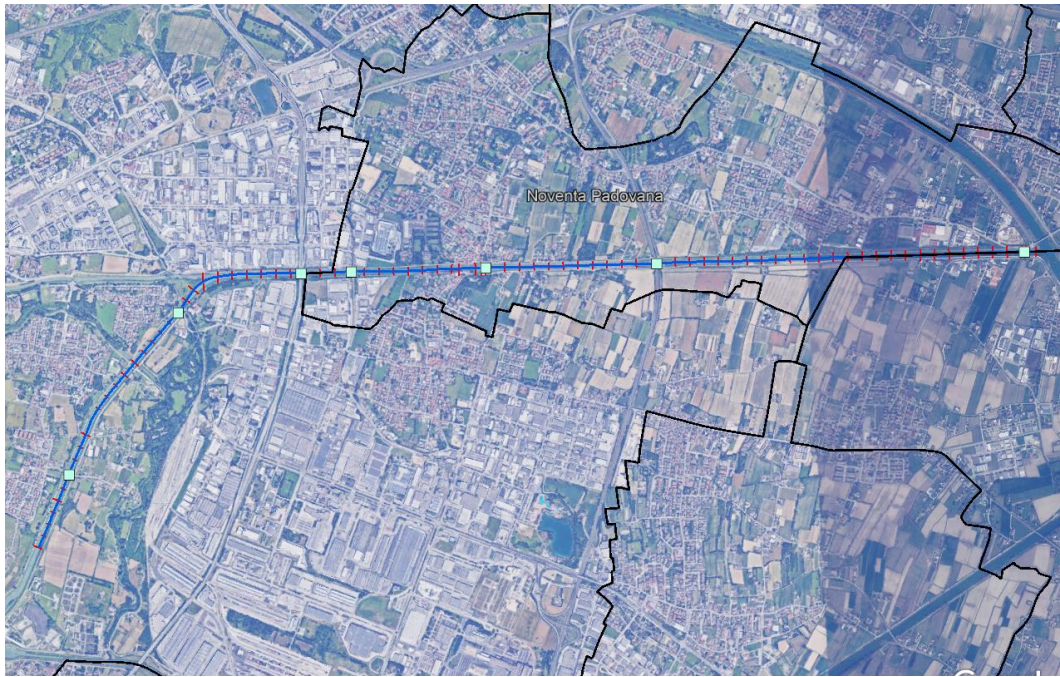


Figura 5.4 – Modello idraulico implementato per la ridefinizione delle aree a pericolosità. Lungo le aste dei collettori, in rosso sono indicate le sezioni trasversali inserite (cross-section) ed in ciano i manufatti (culverts).

Con riferimento alla schematizzazione dei manufatti, la rappresentazione di pile o manufatti in alveo è stata implementata in modo semplificato mediante l'adozione e la taratura di scabrezze equivalenti per tenere conto della resistenza al moto indotta dalle opere.

Quale ulteriore parametro caratteristico per la definizione del modello, è stata considerata per l'alveo una scabrezza di letteratura pari a $K_s=28 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

5.1.3 Applicazione delle condizioni al contorno

Al dominio di calcolo definito sono stati applicati, quali condizioni al contorno:

- l'idrogramma di piena del canale San Gregorio estratto subito a valle dello scaricatore di Voltabarozzo, utilizzato nel modello idraulico sviluppato nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, corrispondente ad eventi con tempo di ritorno pari a 100 e 300 anni (trasmessi dall'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali con nota prot. n. 3374/1.11 del 21.06.2019 e n. 4038/2019 del 29.07.2019);
- quale condizione di valle, i livelli del fiume Brenta a valle della confluenza con il Piovego e subito a monte della briglia di Stra, per TR 100 e 300 anni, coerentemente con le condizioni al contorno assunte nel PGRA (trasmessi dall'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali con nota prot. n. 3374/1.11 del 21.06.2019 e n. 4038/2019 del 29.07.2019).

Gli idrogrammi di portata ed i livelli trasmessi sono frutto di analisi ed elaborazioni numeriche svolte presso l'Autorità di Distretto nell'ambito della redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni. In particolare, essi rappresentano le condizioni al contorno utilizzate per la generazione delle mappe di allagabilità del PGRA con TR 100 e 300 anni derivanti da possibili esondazioni del canale San Gregorio-Piovego.

Nello specifico, i dati trasmessi derivano da analisi modellistiche connesse ad uno scenario in cui:

1. non viene presa in considerazione l'eventualità che lungo il corso del fiume Brenta possa verificarsi un collasso delle strutture arginali;
2. il sostegno di Stra è stato considerato completamente aperto, la derivazione Brenta-Naviglio ed il controsostegno di San Gregorio chiusi;
3. non viene contemplato l'effetto di manovre errate nella gestione dei manufatti regolatori del nodo idraulico in esame.

Nell'ottica dell'analisi dei tiranti di allagamento derivanti dal sormonto arginale del Piovego, non sono stati inoltre ritenuti significativi i contributi derivanti dalle portate scaricate dalle idrovore San Lazzaro e Valli di Camin.

Quali ulteriori parametri caratteristici per la definizione del modello, sono state ipotizzate infine condizioni iniziali di moto uniforme.

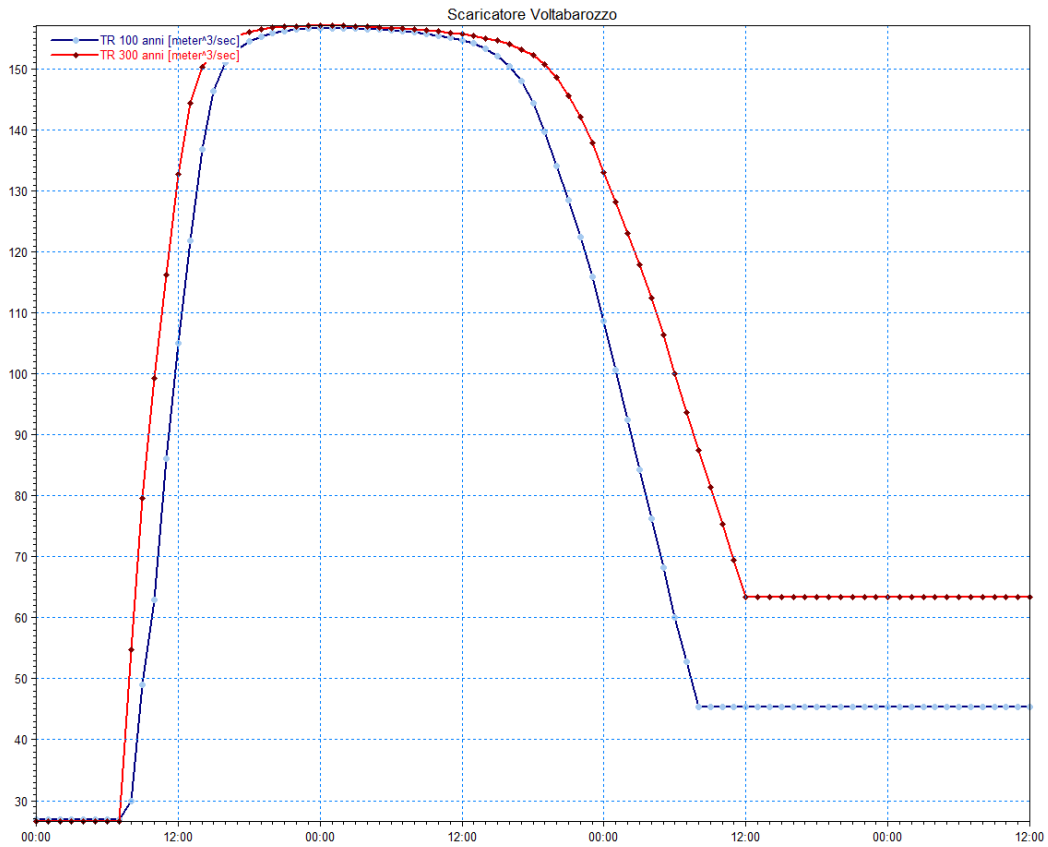


Figura 5.5 – Idrogramma di piena in ingresso al canale Piovego immediatamente a valle dello scaricatore di Voltabarozzo –TR 100 e 300 anni-

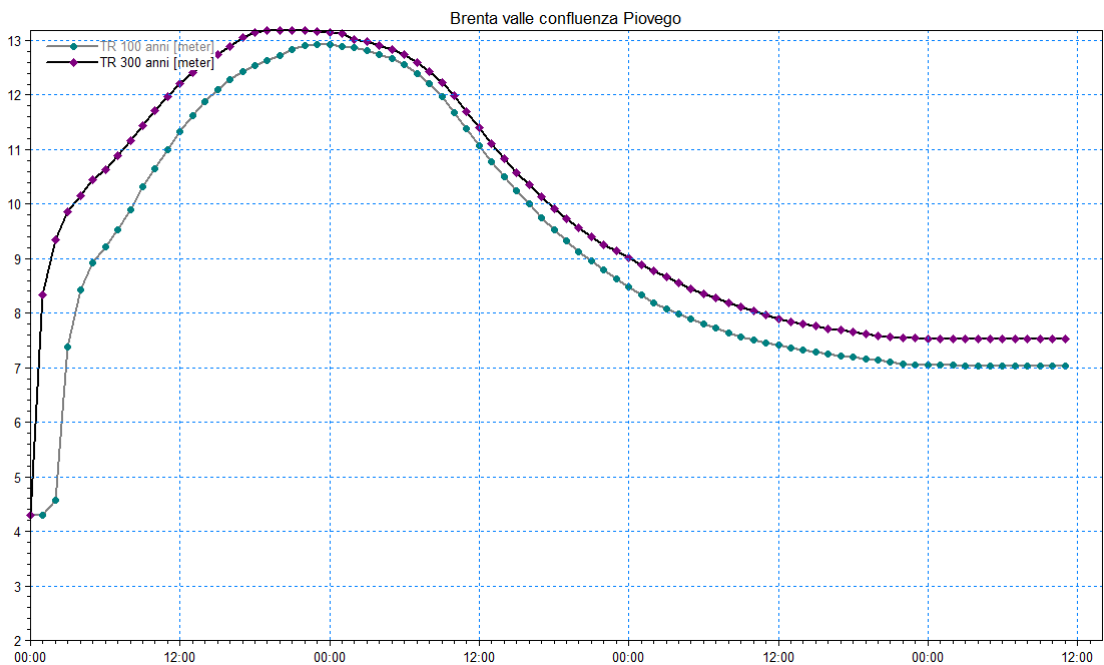


Figura 5.6 – Livelli in fiume Brenta a monte della briglia di Stra –TR 100 e 300 anni-

5.1.4 Descrizione del modello bidimensionale

Il modello è basato su uno schema numerico alle differenze finite che risolve le equazioni differenziali che governano il moto a superficie libera di onde lunghe su bassi fondali in condizioni di moto vario, in cui la corrente è caratterizzata da dissipazioni di energia dovute all'attrito sul fondo. Le equazioni sono formulate in modo tale da poter essere applicate anche ad aree parzialmente asciutte, che possono essere allagate o prosciugate durante l'evoluzione del fenomeno simulato.

In particolare, la descrizione delle variazioni in termini di portata e livello è regolata dal principio di conservazione della massa e della quantità di moto integrato lungo la verticale.

Il modulo MIKE21 HD (HydroDinamic) è disponibile in 4 versioni, che si differenziano in base alla schematizzazione geometrica adottata:

- griglia classica o "regular grid" (griglia rettangolare, uniforme in tutto il dominio di calcolo);
- griglia multipla o "nested grid" (griglia classica con possibilità di innestare nel dominio griglie a risoluzione crescente nelle aree ove sia richiesto un maggiore dettaglio);
- volumi finiti o "flexible mesh" (elementi triangolari, utile per adottare una risoluzione spaziale variabile);
- maglia curvilinea (per applicazioni di morfologia fluviale).

Per l'applicazione in esame è stata adottata una schematizzazione del primo tipo, a griglia classica o "REGULAR GRID". Il modello, pertanto, risolve le equazioni di continuità e di conservazione della quantità di moto usando uno schema implicito alle differenze finite che determina i valori di livello e portata su una maglia a griglia rettangolare che copre l'intera area di interesse.

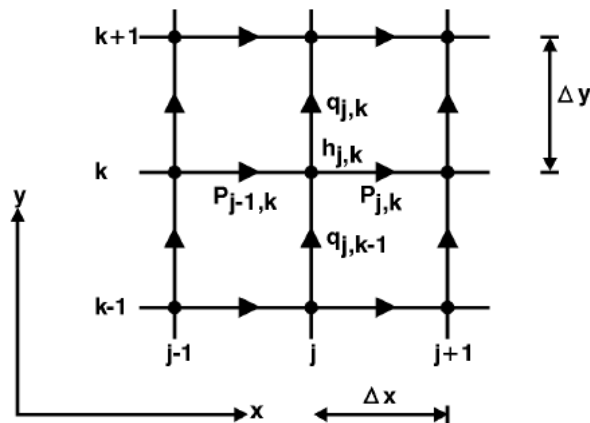


Figura 5.7. Griglia per l'applicazione del metodo alle differenze finite nello spazio x,y .

Vengono quindi di seguito riportate le equazioni di riferimento per la determinazione di livelli e portate, da integrare alle differenze finite come sopra accennato.

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (\text{mass equation})$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) \right] - \Omega q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \quad (\text{x-momentum})$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) \right] - \Omega p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \quad (\text{y-momentum})$$

dove:

- $\zeta(x,y,t)$ è l'elevazione della superficie (m)
- $d(x,y,t)$ è il livello (m)
- $h(x,y,t)$ è il tirante ($h=\zeta-d$, m)
- $p,q(x,y,t)$ sono le portate specifiche nelle direzioni x ed y ($m^3/s,m$)
- $C(x,y)$ è il coefficiente di Chezy ($m^{1/2}/s$)
- g è l'accelerazione gravitazionale (m/s^2)
- $f(V)$ è il fattore dovuto alla resistenza del vento
- $V, V_x, V_y(x,y,t)$ sono la velocità e le sue componenti lungo le direzioni x ed y (m/s)
- $\Omega(x,y)$ è il coefficiente di Coriolis, variabile in funzione della latitudine (s^{-1})
- p_a è la pressione atmosferica ($kg/m/s^2$)
- ρ_w è la densità dell'acqua (kg/m^3)
- x,y sono le coordinate spaziali (m)
- t è il tempo (s)
- T_{xx}, T_{yy}, T_{xy} sono le componenti dell'attrito.

5.1.5 Generazione della batimetria

Per lo studio idraulico in esame, la geometria del modello 2D, o batimetria, rappresenta unicamente le aree di espansione sulle quali i contributi esondati dalla rete 1D si propagheranno (obiettivo: definizione e perimetrazione delle aree allagate).

Il modello del terreno non riproduce, pertanto, l'andamento dell'alveo dei corsi d'acqua modellati; per la definizione della batimetria è stato quindi principalmente utilizzato il modello digitale del terreno (DTM) con celle di 10 metri di lato messo a disposizione dall'Autorità di Bacino Distrettuale delle Alpi Orientali con nota 3374/1.11 del 21.06.2019.

La batimetria è stata quindi schematizzata come un dominio chiuso di forma rettangolare ed estensione di circa 2'400 ha, confinato in modo tale che l'area oggetto di analisi sia sufficientemente distante dai bordi allo scopo di evitare che l'effetto di tale chiusura non interferisca con quanto accade in ambito e quindi con l'attendibilità dei risultati.

Lungo le aste dei corsi d'acqua già modellati in MIKE HYDRO, al fine di evitare che all'interno delle celle corrispondenti venga implementato alcun calcolo (riducendo così l'onere computazionale ed incrementando stabilità ed accuratezza), è stato imposto un "land value" di 30 m s.l.m., come illustrato in Figura 5.8.

Per la corretta rappresentazione dell'ambito oggetto di studio, in parallelo alla costruzione della batimetria è necessaria la definizione dei principali parametri caratteristici richiesti dalle equazioni che governano il modello, ed in particolare:

- **Transitorio asciutto-bagnato**

Consente di definire l'altezza d'acqua per la quale una cella si assume asciutta o "di non-flusso" e, conseguentemente, l'altezza d'acqua per la quale una cella si considera bagnata o attiva; pari a **0.08-0.15 m**.

- **Eddy viscosity**

Stabilisce la viscosità turbolenta del fluido; pari a **1 m²/s**.

- **Scabrezza del suolo**

L'assegnazione dei coefficienti K_s , per il modello in esame, è stata inizialmente effettuata mediante la generazione di griglia regolare a maglia quadrata, analogamente a quanto visto per la batimetria, all'interno della quale sono stati definiti i valori del coefficiente di scabrezza per il dominio modellato.

Premettendo che i valori di scabrezza per una modellazione bidimensionale tengono conto solo dell'attrito del fondo o "bed friction" e non includono gli effetti legati alla presenza di ostacoli o pareti ed in mancanza di dati relativi ad eventi osservati che consentissero la definizione di una fase di taratura del modello, i coefficienti di Strickler K_s sono stati principalmente assegnati sulla base dell'esperienza ed associati a ciascuna delle classi d'uso del suolo individuate all'interno del dominio (fonte: Banca Dati della copertura del suolo della Regione Veneto, aggiornamento 2012).

Tuttavia, al termine delle analisi effettuate ed in considerazione del range ristretto di valori individuati, la scabrezza del suolo è stata cautelativamente imposta costante su tutto l'ambito oggetto di studio, assegnando un valore pari a **10 m^{1/3}/s**.

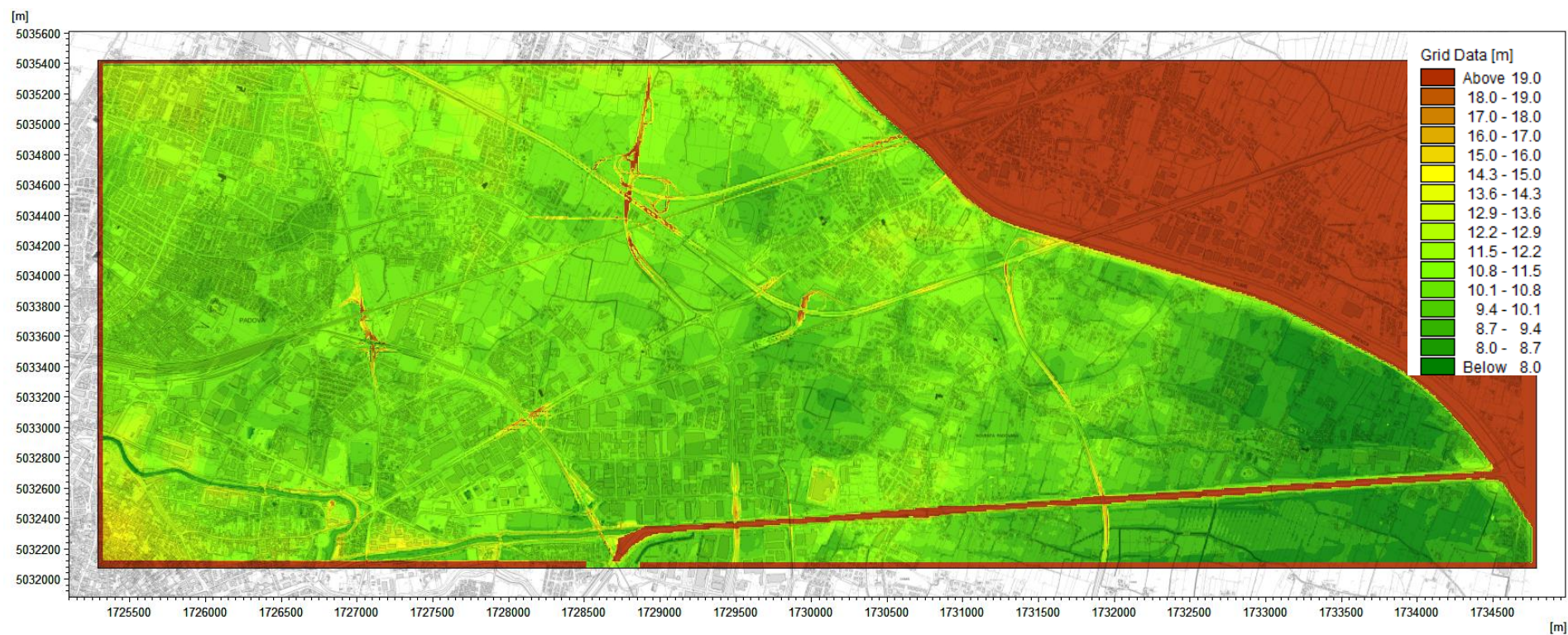


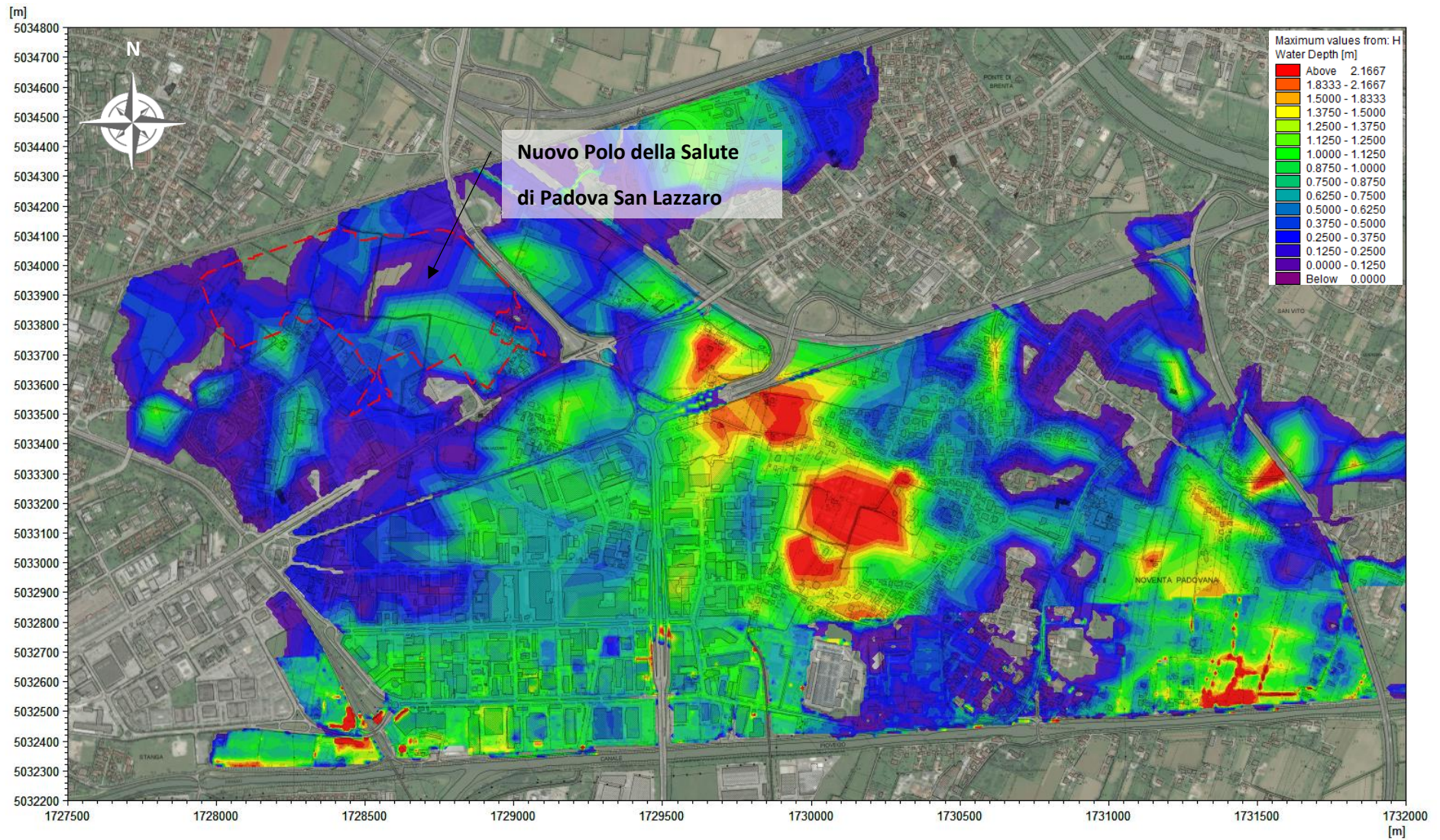
Figura 5.8 - Batimetria del modello idraulico 2D sviluppato.

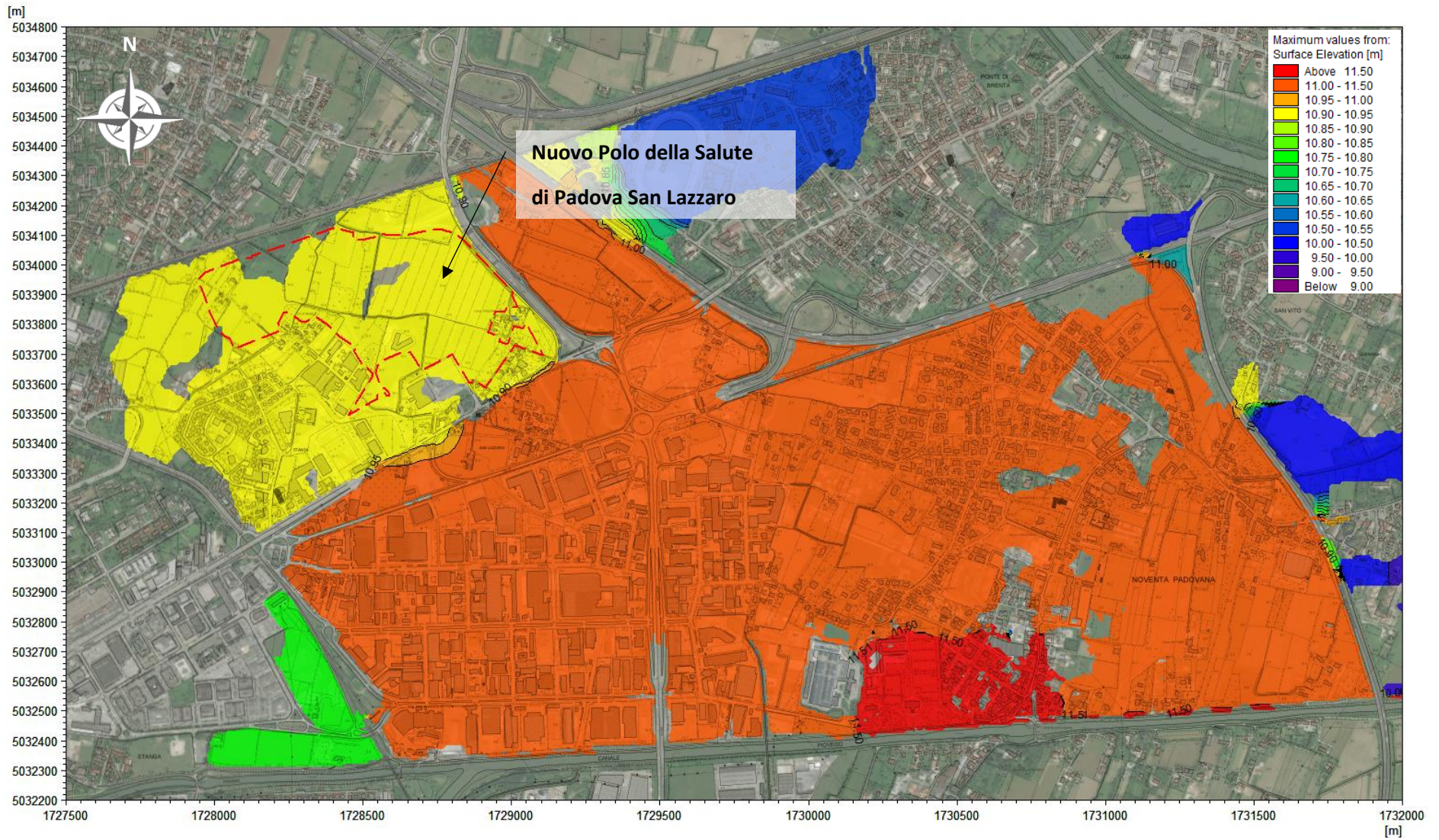
5.2 Risultati della modellazione

Nel presente capitolo saranno illustrati i principali risultati ottenuti a seguito delle simulazioni effettuate utilizzando il modello idraulico accoppiato mono-bidimensionale, illustrato nei precedenti paragrafi.

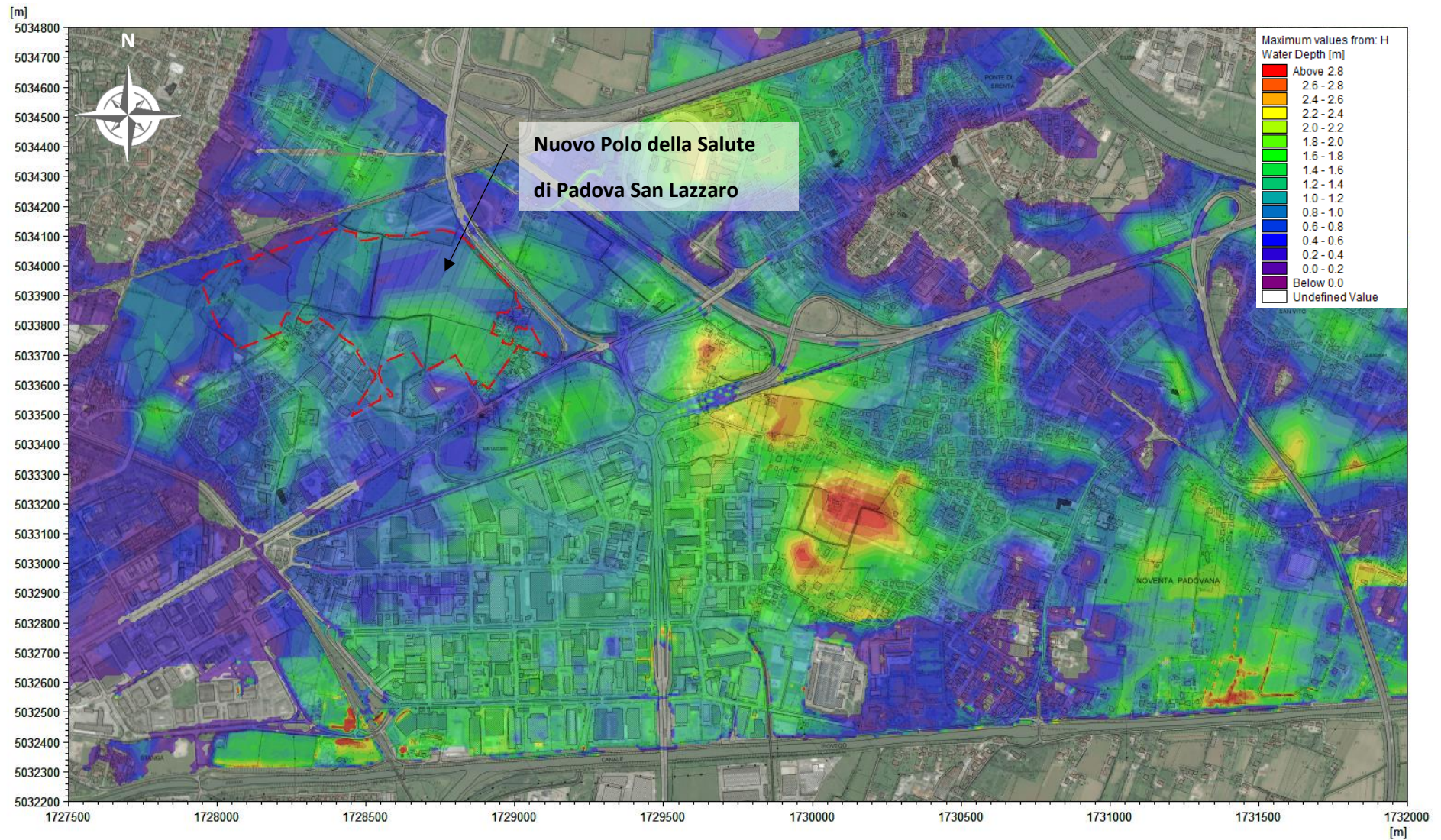
In particolare, l'attenzione sarà focalizzata sull'analisi dell'espansione dei contributi esondati dal reticolo idrografico modellato e conseguente definizione delle aree allagate nell'ambito di interesse oggetto del presente studio.

5.2.1 SCENARIO A1: Stato attuale, TR 100 anni





5.2.2 SCENARIO A2: Stato attuale, TR 300 anni



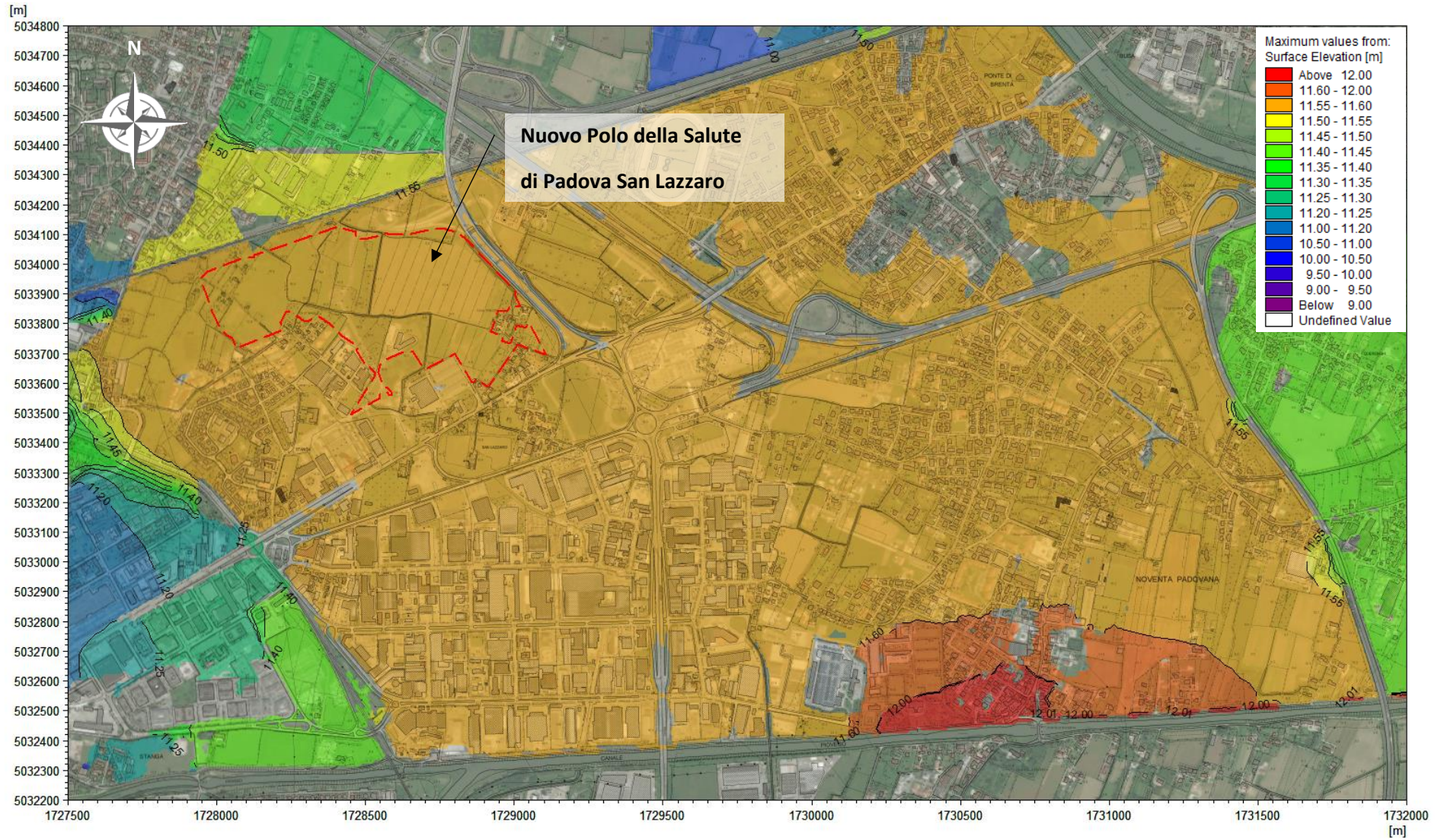


Figura 5.12 – STATO ATTUALE | TR300: massimi livelli raggiunti dall'allagamento nel corso della simulazione effettuata.

5.2.3 SCENARIO B: stato di progetto

La seconda tipologia di scenari modellati recepisce la configurazione di progetto del polo sanitario oggetto di studio, rappresentando conseguentemente l'ipotetico stato futuro ad interventi realizzati, con particolare riferimento alle opere di mitigazione idraulica già descritte precedentemente.

Al fine di ottenere quanto sopra esposto, si è reso necessario apportare adeguate modifiche alla batimetria dello stato di fatto precedentemente sviluppata, imponendo:

- quota +12.30 m s.l.m. all'area interessata dalla realizzazione del podio;
- un abbassamento medio di 0.5 m in corrispondenza delle depressioni o corona esterna.

In questa fase lo scenario in esame schematizza anche l'ingombro plano-altimetrico della viabilità di accesso/uscita dalla nuova struttura ospedaliera, la quale risulta organizzata su 3 direttrici:

- da sud - via san Marco-via Einaudi;
- da ovest - via Maroncelli "Arco di Giano", di recente realizzazione;
- da est - corso Irlanda (SR308 del Santo) -via Einaudi, che collega anche la tangenziale nord.

In particolare, per consentire l'esodo in condizioni di sicurezza idraulica negli scenari previsti dal PGRA, compatibilmente con le quote delle direttrici principali esistenti e circostanti l'area oggetto di studio, lo stato di progetto in esame comprende:

- il tracciato dell'"Arco di Giano", con piano stradale imposto a quota 11.30 m s.l.m. al fine di garantire l'esodo al verificarsi di evento con TR 100 anni;
- il raccordo via Einaudi-corso Irlanda, con quote del piano stradale superiori a 13.00 m s.l.m., che consente l'allontanamento in sicurezza per entrambi gli scenari (TR 100 e 300 anni).

Al fine, inoltre, di garantire che la viabilità non si ponga quale ostacolo al naturale espandimento delle acque, al modello bidimensionale che calcola e definisce l'espandimento dei contributi esondati dallo scheletro 1D sono stati aggiunti elementi tipo "culvert" che simulano la presenza ed il contributo al deflusso di sottopassi/manufatti di attraversamento, tipo elementi scatolari 5.00x2.50 m.



Figura 5.13 – Zoom batimetria del modello idraulico; in evidenza, la configurazione di progetto inserita (quote del terreno in m s.l.m.).

5.2.4 SCENARIO B1: Stato di progetto, TR 100 anni

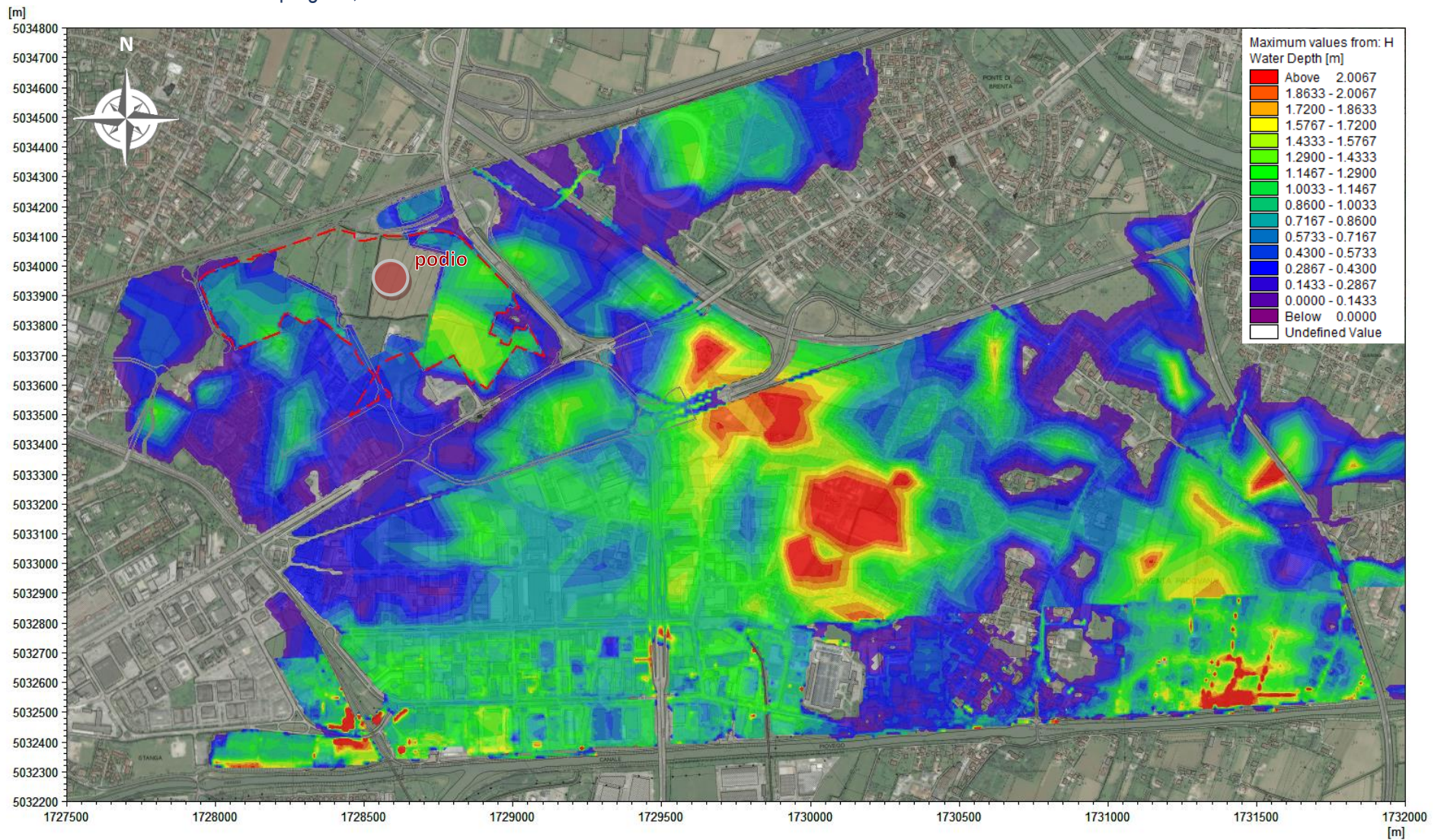


Figura 5.14 - STATO di PROGETTO|TR100: involuppo dei massimi tiranti raggiunti nel corso della simulazione effettuata.

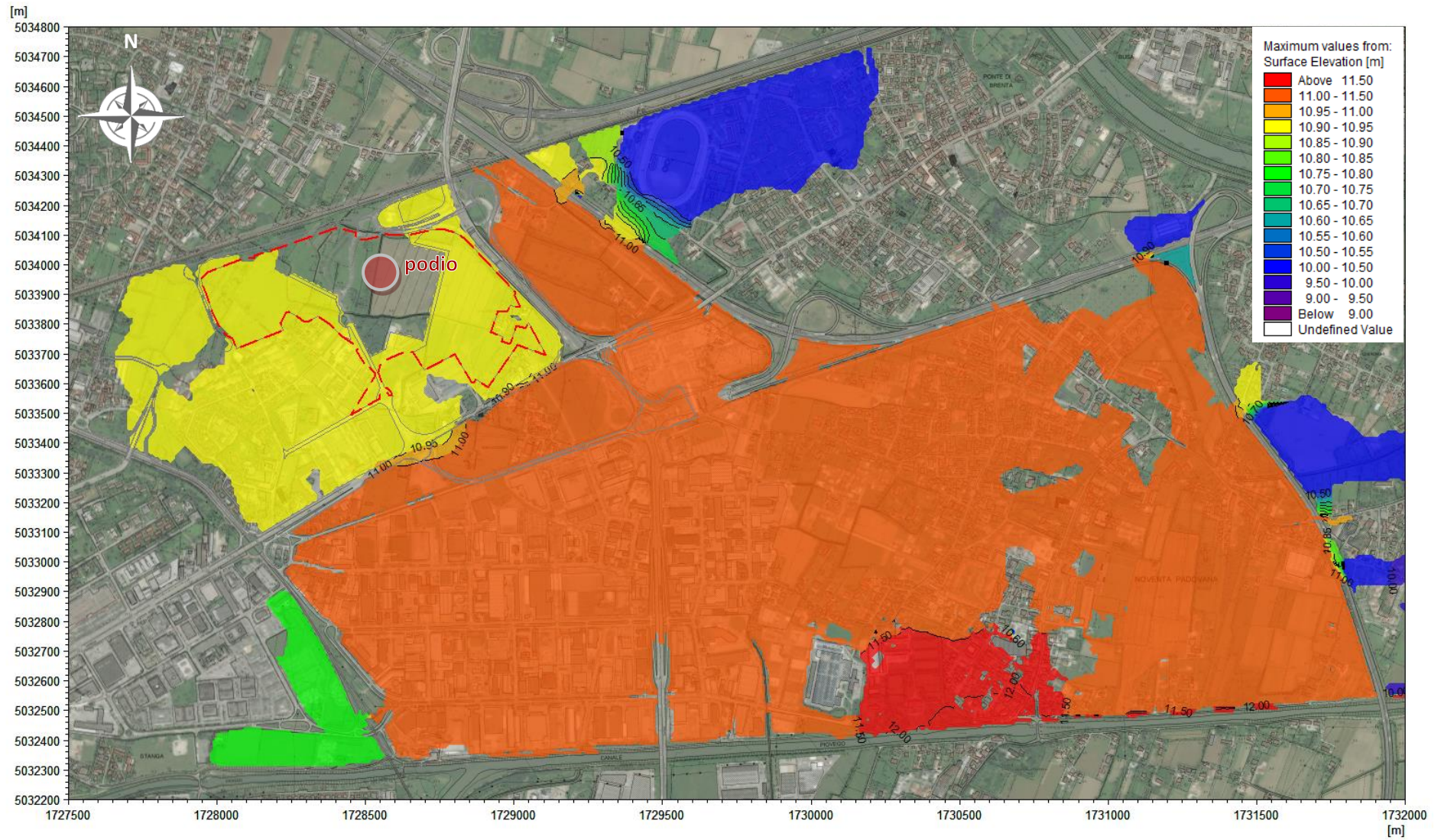


Figura 5.15 - STATO di PROGETTO|TR 100: massimi livelli raggiunti dall'allagamento nel corso della simulazione effettuata.

5.2.5 SCENARIO B2: Stato di progetto, TR 300 anni

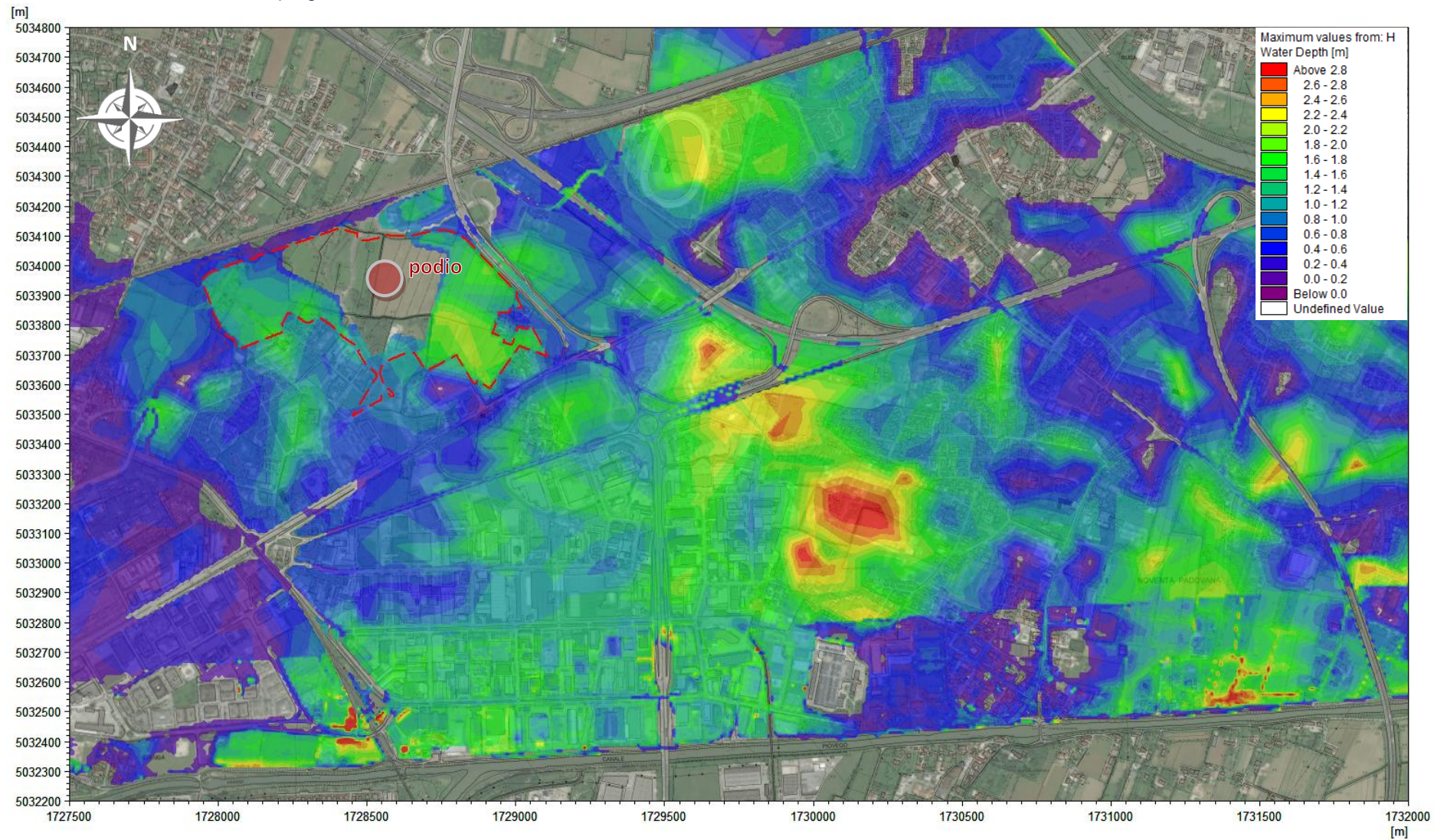


Figura 5.16 - STATO di PROGETTO|TR300: involuppo dei massimi tiranti raggiunti nel corso della simulazione effettuata.

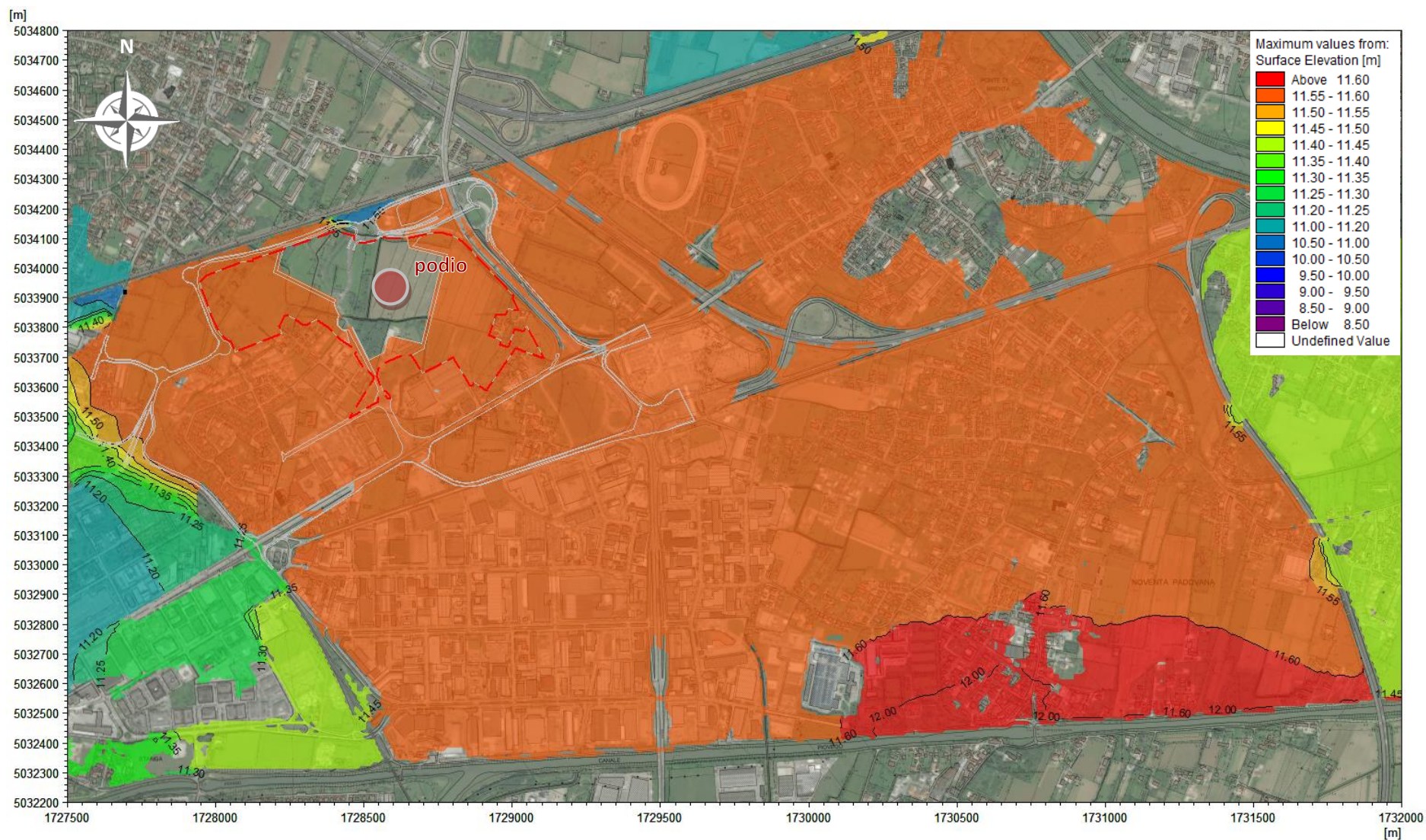


Figura 5.17 - STATO di PROGETTO|TR 300: massimi livelli raggiunti dall'allagamento nel corso della simulazione effettuata.

5.3 Sintesi dei risultati

Nell'ambito delle attività previste nella procedura VIA, VINCA E VCI del Nuovo Polo della Salute di Padova San Lazzaro, il presente studio idraulico si pone quale approfondimento al fine di analizzare l'interazione tra i nuovi interventi di progetto e la diffusione degli allagamenti per sormonto in sinistra arginale del canale Piovego, con riferimento ad eventi con **TR 100 e 300 anni**.

Già la cartografia del vigente **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni** dell'Autorità di Distretto Alpi Orientali evidenzia, infatti, per l'area in oggetto, la presenza di altezze idriche di 0-1 m per TR 100 anni, tale scenario associato al determinarsi delle seguenti condizioni:

- nessun collasso delle strutture arginali lungo il corso del fiume Brenta e del canale Piovego;
- sostegno di Stra completamente aperto, derivazione Brenta-Naviglio e controsostegno di San Gregorio chiusi;
- non è contemplato l'effetto di manovre errate nella gestione dei manufatti regolatori del nodo idraulico in esame.

Lo sviluppo di adeguata modellazione accoppiata mono-bidimensionale del canale San Gregorio-Piovego ha quindi confermato, per le aree in sinistra idraulica ricomprese tra le aste del Brenta e del Piovego, le conclusioni del PGRA a parità di condizioni al contorno, come illustrato in Figura 5.18.

Assunte quindi tali direttive come base progettuale, è stata definita ed implementata nella modellazione la configurazione di progetto del Nuovo Polo di San Lazzaro, la quale prevede:

- realizzazione di PODIO di 13 ha sovralzati a quota 12.30 m s.l.m., sul quale impostare le opere edilizie ed infrastrutturali;
- rimodellamento dei 25 ha disponibili esternamente al podio per definizione di CORONA ESTERNA fonda mediamente 50 cm, al fine di creare aree di invaso che mantengano all'interno del comparto il volume che inonda attualmente l'area;
- viabilità di accesso/uscita con rilevato stradale in sicurezza ma compatibile con l'intorno (presenza di attraversamenti che consentano il libero deflusso, al fine di non privare dell'esistente volume di invaso le aree circostanti)

A seguito delle analisi condotte, è possibile pertanto definire quanto segue:

- a fronte del raggiungimento di un livello massimo di **11.58 m s.l.m.** per l'area in esame, associato ad un evento con **TR 300 anni**, l'apposizione a quota 12.30 m del podio garantisce l'abbattimento del rischio idraulico in corrispondenza del nuovo edificato;
- il volume sottratto dall'impronta del podio viene efficacemente invasato nelle depressioni esterne, le quali contengono i tiranti di allagamento derivanti dal sormonto del canale Piovego, garantendo, per la piena centenaria, il rispetto del principio di invarianza idraulica.

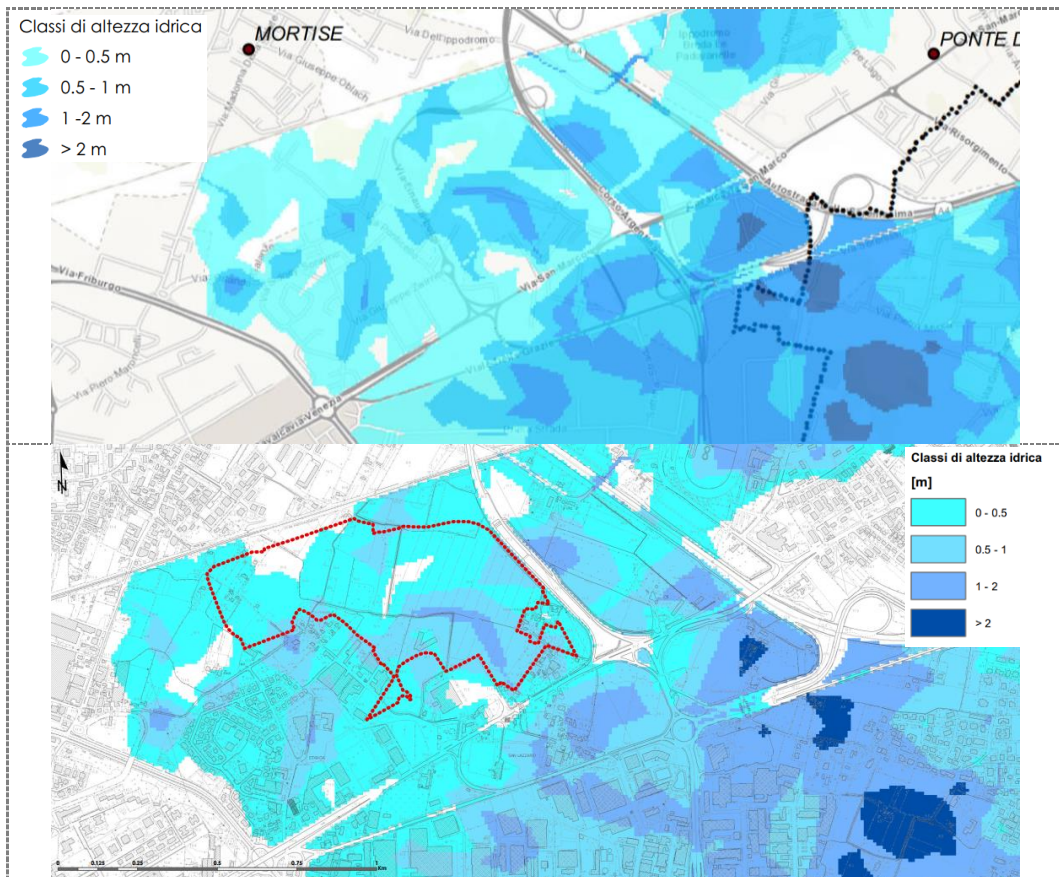


Figura 5.18 – Confronto tra la mappatura PGRA, tav. P07-HMP-WH, ed i risultati dello studio idraulico in esame, scenario allo stato di fatto.

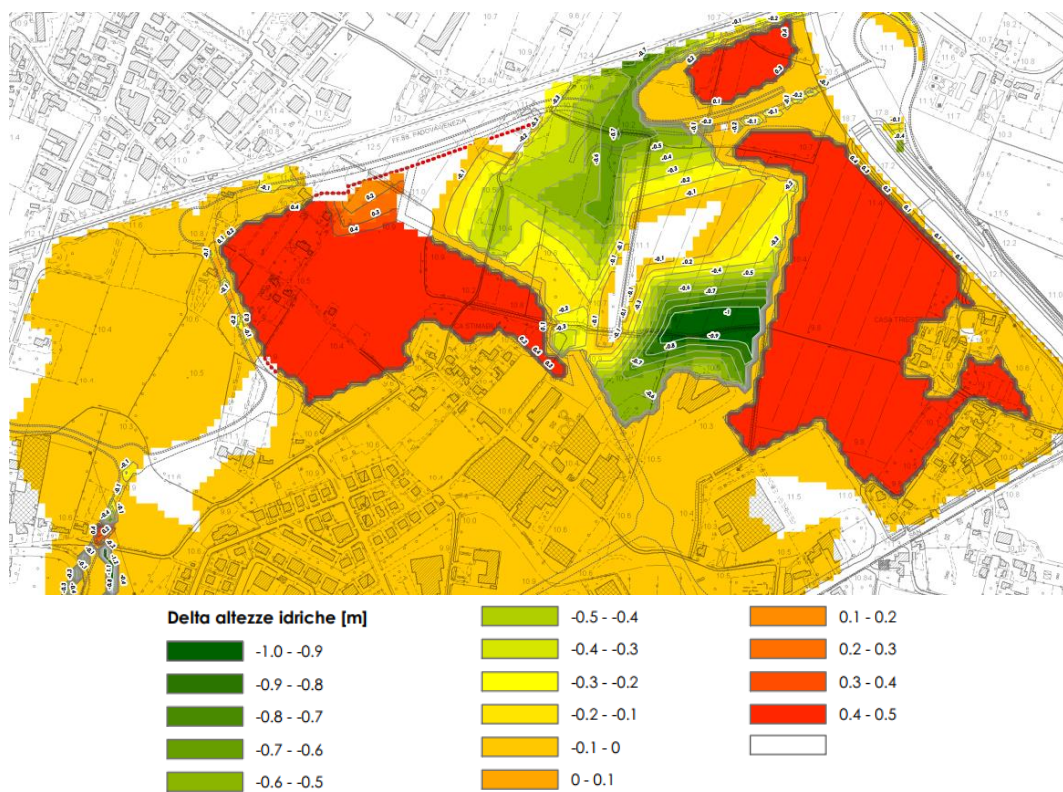


Figura 5.19 – CONFRONTO TIRANTI STATO DI PROGETTO/STATO DI FATTO: tiranti massimi raggiunti (TR 100 anni).

6 ALLEGATO B: INTEGRAZIONE ACCESSIBILITÀ VIARIA

Lo studio di compatibilità idraulica SCI in oggetto è stato inviato il 3 luglio 2019 dall'Azienda Ospedaliera di Padova, con richiesta parere, alla Pianificazione Territoriale ed al Genio Civile PD della Regione, nonché all'Autorità Distrettuale ed al Consorzio di bonifica Bacchiglione.

Questa nota integra le informazioni contenute nello SCI, con riferimento alla prescrizione contenuta nel punto 4. del parere espresso dall'Autorità distrettuale il 8 novembre 2016 in sede variante al PAT: "*al fine di mitigare il rischio residuo, siano programmate le opportune procedure di protezione civile da attivare nel caso di ... sfondamento degli argini. In tale contesto dovrà anche essere garantita, in condizioni di sicurezza nei tre scenari previsti dal PGRA, la viabilità di accesso/uscita dalla nuova struttura ospedaliera.*".

6.1 Viabilità

La viabilità afferente al Nuovo Polo della salute è organizzata su 3 direttrici:

- **da sud** - via san Marco-via Einaudi
- **da ovest** - via Maroncelli "Arco di Giano", di recente realizzazione
- **da est** - corso Irlanda (SR308 del Santo) -via Einaudi, che collega anche la tangenziale nord



Figura 6.1

Nei paragrafi seguenti vengono commentate le interferenze di tali direttrici con i livelli raggiunti dagli allagamenti.

6.2 Studio di Compatibilità Idraulica 2019

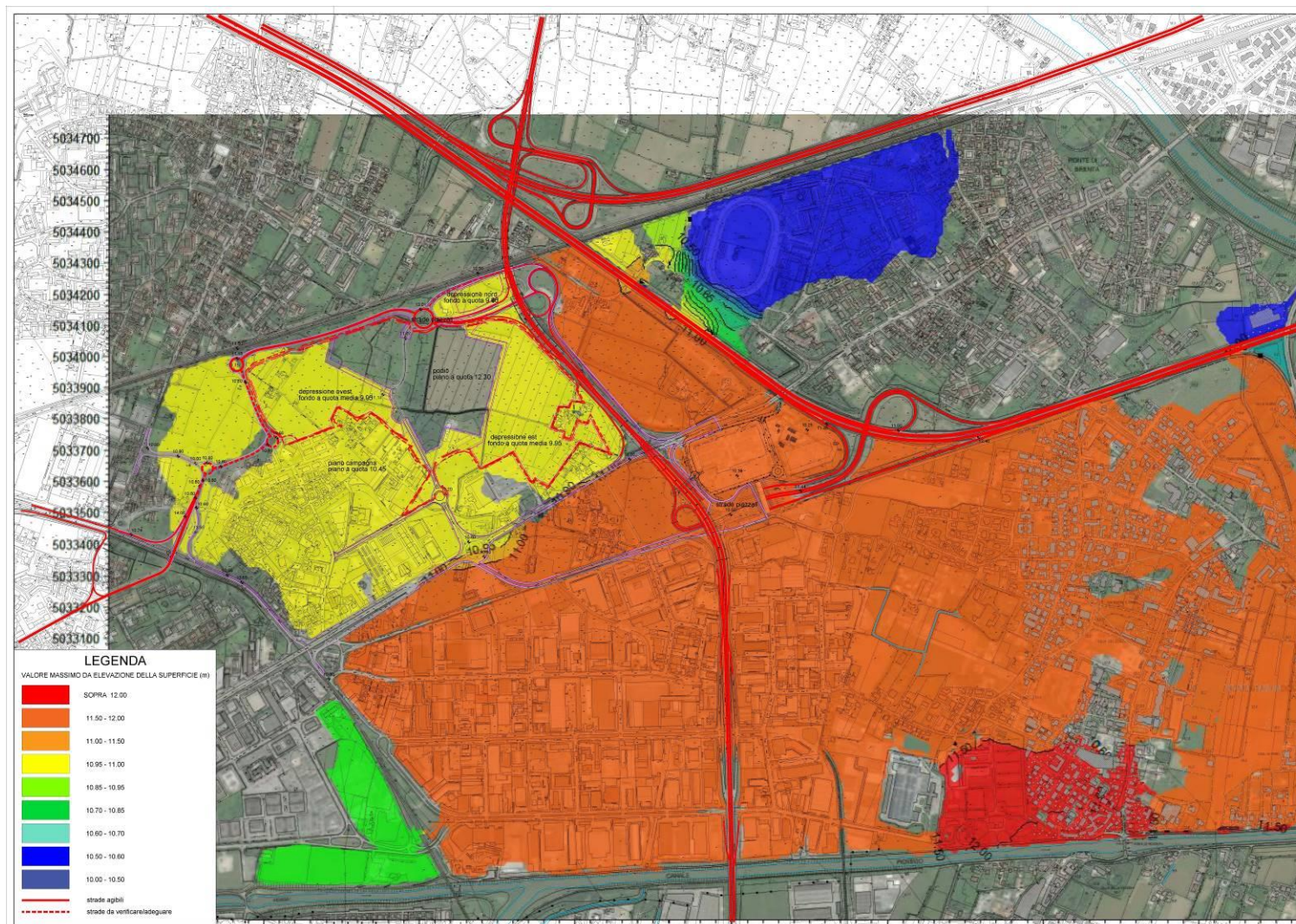


Figura 6.2 - Modellazione degli allagamenti (SCI 2019) ed evidenza dei percorsi stradali agibili Tr100.

Il sormonto arginale che genera l'allagamento del comparto è localizzato in sinistra del canale Piovego, in corrispondenza del ponte di Noventa (via Camin); la sommità arginale in quel settore presenta un abbassamento che viene scavalcato da un flusso stramazzone di altezza massima di circa 40 cm in coincidenza con il permanere di livelli nel fiume superiori a 12.50 m s.m.

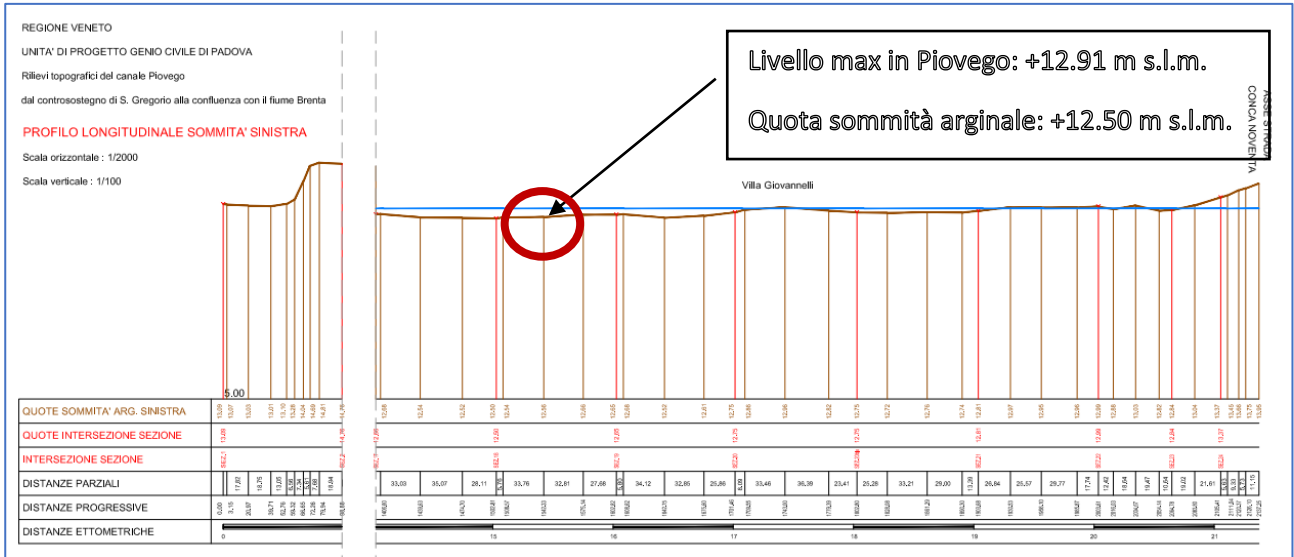


Figura 6.3 - Ricostruzione profilo sommità arginale in sinistra idraulica del Canale Piovego con sovrapposizione dei risultati estratti dal modello in termini di massimo livello raggiunto.

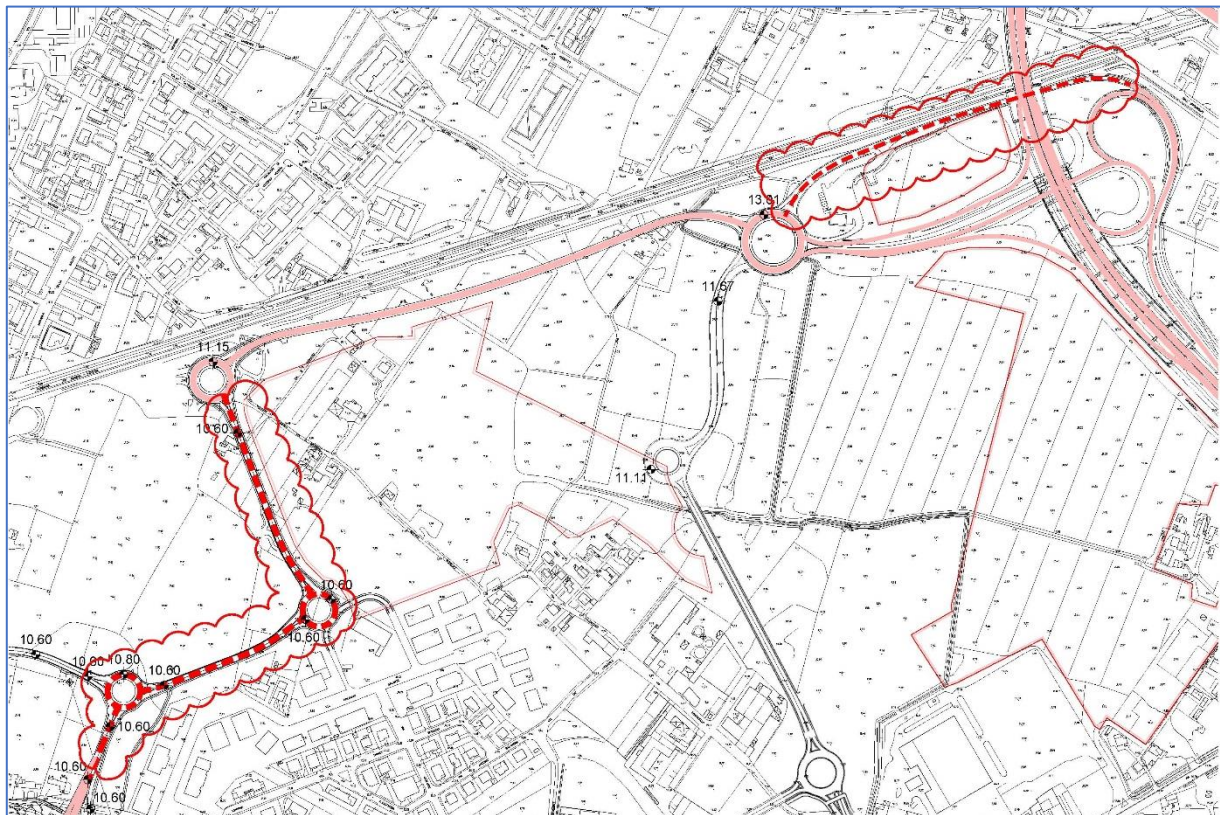


Figura 6.4 - Evidenza delle piattaforme da proteggere/innalzare rispetto ad evento con TR 100 anni.

La direttrice da sud, in particolare via san Marco, viene allagata (vedi Figura 6.2).

L'agibilità per TR 100 anni è assicurata dalle direttrici da ovest e da est.

6.3 PGRA

Le figure seguenti hanno come basi di riferimento planimetrie del PGRA 2015-2021, in particolare le *tavole P07-HxP-WH -aree allagabili - altezze idriche*.

Per lo scenario Tr30 non si segnalano interferenze tra allagamenti e viabilità.

Per lo scenario Tr100 la disponibilità di percorsi stradali è stata dettagliata in Figura 6.2: la modellazione 2019 è considerata sostanzialmente sovrapponibile a quella del PGRA 2015-2021. Per TR100 l'agibilità viabilistica è assicurata sia da est sia da ovest.

Per lo scenario Tr300, invece, la rete viaria di un vasto settore a NE della città, compresa l'autostrada A4, risulta allagata (Figura 6.5, confrontabile con Figura 5.11), rimanendo però agibile il ramo nord della SR308. In tale evento il Polo sanitario - edificato su un piano campagna rialzato denominato Podio posto a quota 12.30 m s.l.m. - rimane agibile solo dall'ingresso est, agganciato alla tangenziale nord e alla SR308 del Santo. Le manovre dei veicoli che consentono accesso e deflusso sono indicate in Figura 6.6 (confrontabile con Figura 5.15 e Figura 5.17).

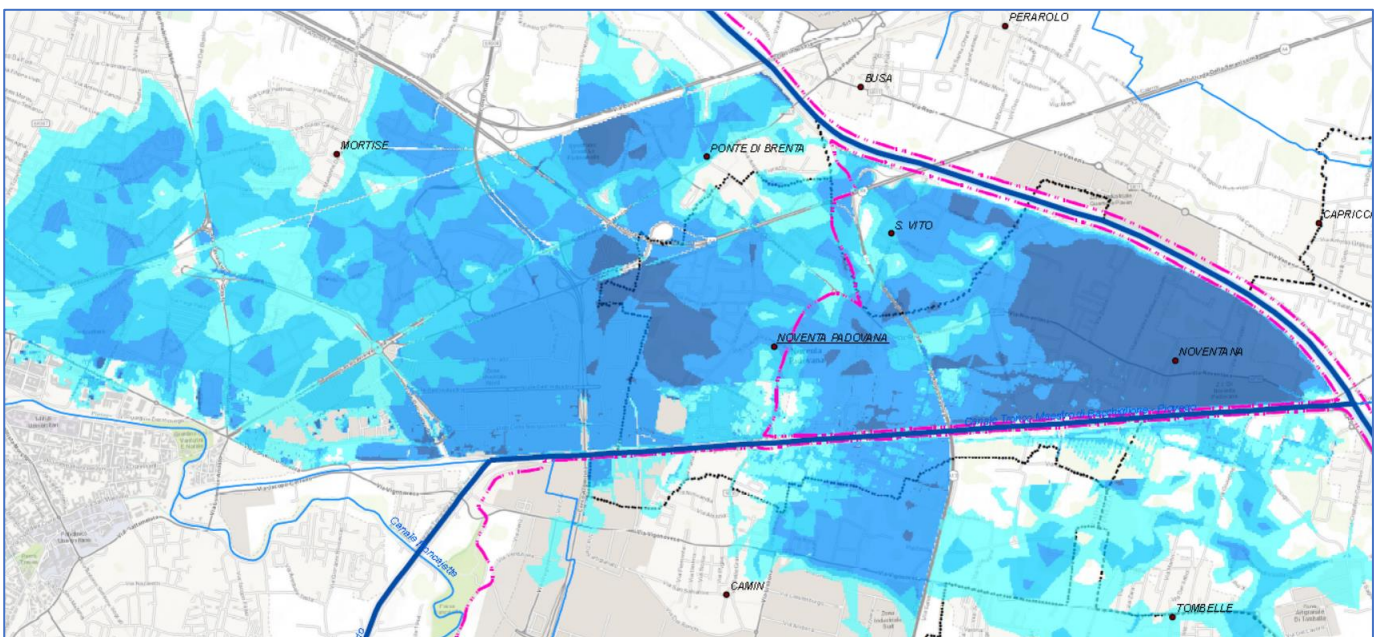


Figura 6.5 - PGRA allagamenti Tr300

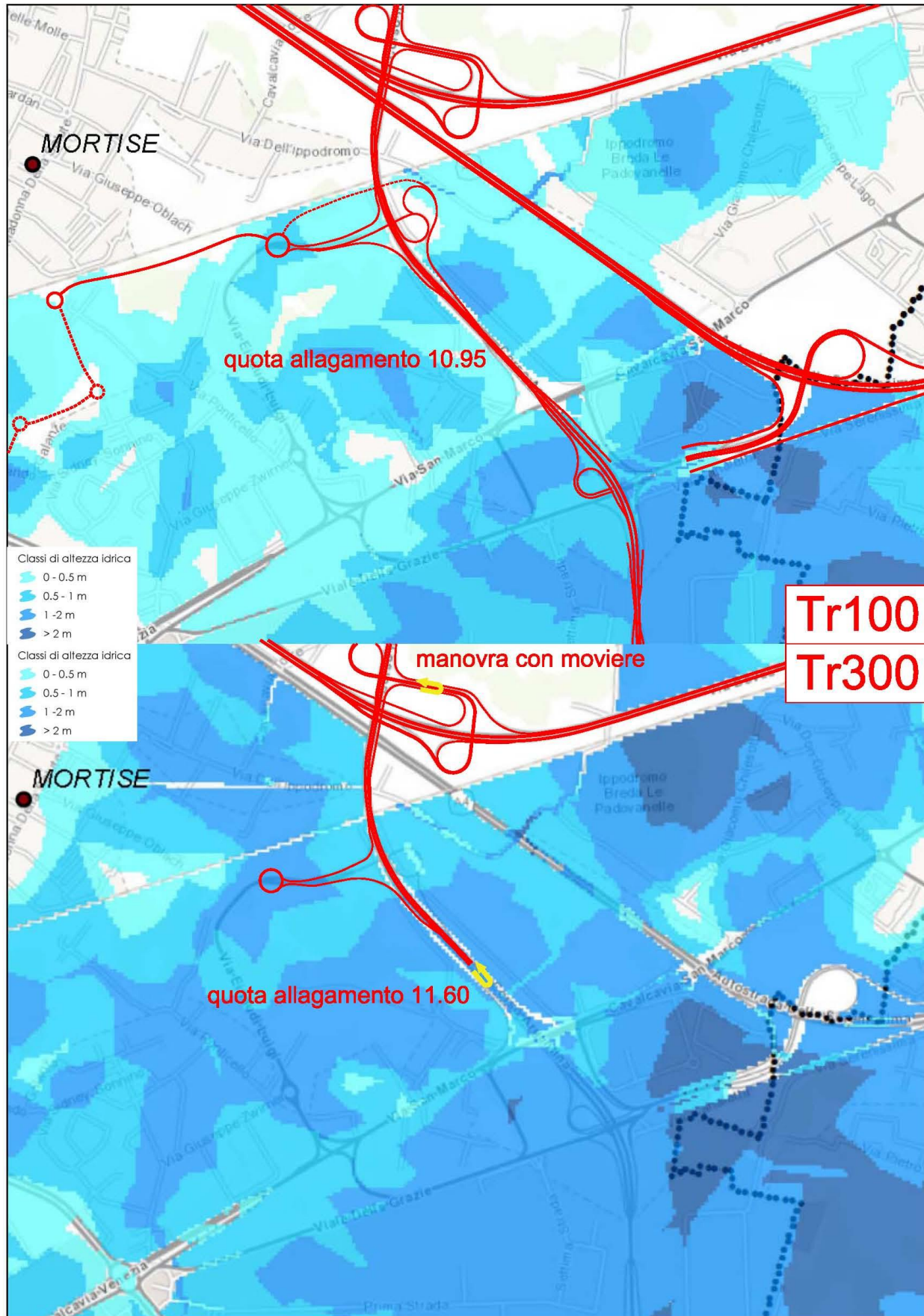


Figura 6.6 - Viabilità di accesso al Polo per scenari Tr100 e Tr300 - allagamenti da PGRA 2015-2021.