



INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"

CUP: D51B21003550001

Soggetto Proponente | AdSPMI

Autorità del Sistema Portuale del Mar Ionio

Presidente: Avv. Sergio **PRETE**

Porto mercantile Molo S. Cataldo - 74123 Taranto

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Gaetano **INTERNO'**

Porto mercantile Molo S. Cataldo - 74123 Taranto

Progettista | ASSET

Agenzia regionale Strategica per lo Sviluppo Ecosostenibile del Territorio

Direttore Generale: Ing. Raffaele **SANNICANDRO**

Talab | Laboratorio Urbano di Taranto

Via Dante Alighieri n. 63 - 74123 Taranto

Progettista Responsabile della integrazione delle prestazioni specialistiche:

Ing. Michele **LUISI**

Coordinatori TALAB:

Arch. Lorenzo **PIETROPAOLO**

Ing. Antonio **GALATI**

Gruppo di lavoro ASSET | TALAB:

Ing. Maria Giovanna **ALTIERI**

Arch. Davide **BERTUGNO**

Ing. Carmine **ELEFANTE**

Dott.ssa Olga **GUARNIERI**

Ing. Ada Cristina **RANIERI**

Dott.ssa Francesca Paola **RAZZATO**

Ing. Giuliana **SCORZA**

Arch. Renée **SOLETI**

Arch. Valentina **SPATARO**

Arch. Roberta **STORELLI**

Collaboratori ASSET:

Dott. Geol. Mario **ALFINO**

Dott. Antonio **D'ANDRIA**

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

RELATIVA AGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA - 1° COLATORE BELLAVISTA

DATA ELABORATO: Giugno 2022



Autorità del Sistema Portuale del Mar Ionio



REGIONE PUGLIA



asset



talab

REVISIONI

1 Maggio 2023

2

3

4

FASE DI PROGETTAZIONE

Fattibilità



Definitiva



Esecutiva



Costruttiva



SCALA

CODICE ELABORATO

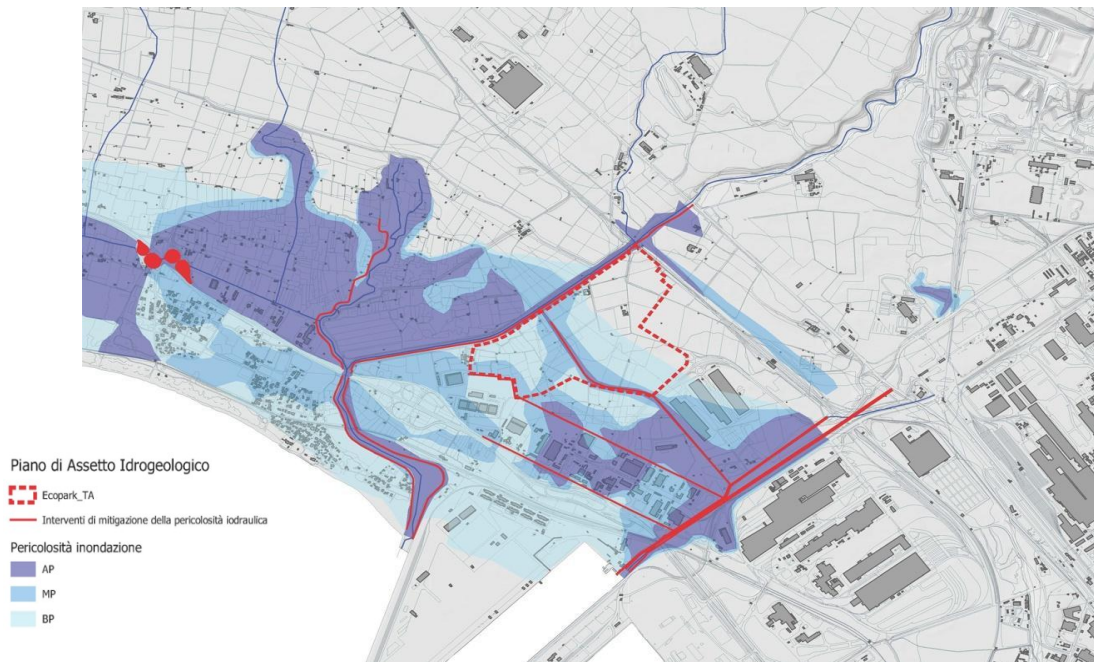
1 LEIP.IDR.PRO1

SOMMARIO

PREMESSA	1
1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2 PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE	7
2.1 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (P.P.T.R.)	7
2.2 Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)	7
2.3 Siti di interesse nazionale di Taranto (SIN)	9
3 STATO DEI LUOGHI	12
4 PIANO ORGANICO DI INTERVENTI	21
5 DESCRIZIONE DELLE OPERE	22
5.1 STALCIO 1: Adeguamento delle arginature del Fiume Tara e del Canale Stornara	22
5.2 STRALCIO 2, 3 e 4: Regimentazione del Canale Fiumetto, relativi colatori e del 2° Canale ILVA	23
7 ANALISI TOPOGRAFICA	26
8 ANALISI IDROLOGICA	27
8.1 Analisi morfometrica	27
8.2 Curve di possibilità pluviometrica	30
9 ANALISI IDRAULICA	36
9.1 Massimizzazione delle portate col metodo SCS	36
9.2 Dimensionamento in moto permanente	47
9.3 Verifica in moto vario	50
10 QUADRO ECONOMICO	53

PREMESSA

Il presente studio riguarda l'analisi e le verifiche relative all'intervento di mitigazione della pericolosità idraulica delle aree ricadenti all'interno del perimetro dell' Eco Industrial Park la cui classificazione riportata nel Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) mostra un'alta incidenza di aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica, che comporta importanti risvolti anche di carattere economico sul possibile revamping o ripristino ambientale di quella porzione di territorio prospiciente il porto e delimitato a nord dalla S.S. 7 Appia, attualmente utilizzato a fini produttivi e di intermodalità logistica e di trasporto.



Stralcio PAI con individuazione interventi di progetto per la mitigazione della pericolosità idraulica

La realizzazione e la messa in esercizio dell'Eco Industrial Park presuppone l'attuazione di interventi atti a risolvere le criticità di natura idraulica e idrogeologica rilevate nella più ampia area retroportuale posta tra il fiume Tara, il quartiere di Lido Azzurro, la zona industriale tra Ex ILVA e Raffineria ENI, tra le SS 100 e SS 106. Ai fini della presente Relazione tali interventi sono individuati come segue:

- **Intervento 1: Adeguamento delle arginature del Fiume Tara e del Canale Stornara.**
innalzamento dell'argine di destra e sinistra idraulica del Tara e in sinistra del Canale Stornara.
- **Intervento 2: Regimentazione di Canale Fiumetto (Canale Bellavista) e del 2° Canale ILVA.**
risagomatura in cls del Canale Fiumetto e il miglioramento della capacità di intercettazione delle acque del 2° Canale ILVA mediante l'apertura del tratto tombato tra la linea Ferroviaria Taranto-Bari e la SS Appia 7.
- **Intervento 3: Regimentazione dei Colatori afferenti Canale Fiumetto (Canale Bellavista)**
risagomatura in cls del 1° Colatore sino al limite con l'area Eco Park, del 2° Colatore e del Canale Padula.
- **Intervento 4: Regimentazione del 1° Colatore nel tratto Eco Park**
ridefinizione del tracciato del 2° Colatore nel tratto di competenza Eco Park e la risagomatura in cls. L'intervento prevede anche la realizzazione ex novo di due attraversamenti stradali con scatolari in c.a. gettato in opera, secondo la viabilità di piano.

Limitatamente alle opere previste nel I stralcio funzionale (PNRR) del presente progetto, è prevista la realizzazione del solo Intervento 4: Regimentazione del 1° Colatore nel tratto Eco Park.

A seguito dell'esecuzione di tali interventi l'intera area retroportuale posta tra il fiume Tara, il quartiere di Lido Azzurro, la zona industriale tra Ex ILVA e Raffineria ENI, tra le SS 100 e SS 106 potrà essere ripermetrata, essendo state rimosse le condizioni di pericolosità idraulica.

Come è noto, gli interventi relativi al contrasto del dissesto idrogeologico nella regione Puglia sono di competenza del Commissario di Governo per il contrasto del Dissesto Idrogeologico nella regione Puglia, in forza del comma 1 dell'art. 36 ter della legge n. 108 del 2021.

Nell'ambito degli interventi di cui all'Allegato 1 alla nota del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, prot. n. DIP/54975 del 18 dicembre 2021, come aggiornato dall'elenco di cui alla nota prot. n. 736 del 08 aprile 2022, da finanziare a valere sulle risorse della missione 2, componente 4, del PNRR, nel limite di € 50.639.316,27, **il Commissario di Governo ha ottenuto un finanziamento pari a € 4.000.000,00 (CUP H51J22000070001) per l'intervento 1 denominato "INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA NELL'AREA IDROGRAFICA DEL FIUME TARA E CANALE FIUMETTO". Tale finanziamento prevede la progettazione e la realizzazione delle opere relative all' "intervento 1" (adeguamento delle arginature del Fiume Tara e del Canale Stornara).**

La più circoscritta area destinata alla realizzazione dell'Eco Industrial Park (presente intervento), è interessata in caso di eventi meteorici a carattere straordinario, dai seguenti due aspetti critici:

- a) a monte dalle potenziali esondazioni del Canale della Stornara (prolungamento della Gravina Gennarini);
- b) a valle dalla non adeguatezza della sezione idraulica del Canale Bellavista.

Il suddetto "intervento 1" attuato dal Commissario di Governo per il contrasto del Dissesto Idrogeologico ("INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA NELL'AREA IDROGRAFICA DEL FIUME TARA E CANALE FIUMETTO") risolverà la prima delle due precedenti criticità, quella a monte.

Nel presente progetto, per le prime valutazioni degli aspetti idraulici dell'area Ecopark, si è fatta l'ipotesi di considerare risolta la prima questione relativa all'esondazione del Canale della Stornara, immaginando concluso e collaudato, nel momento di realizzazione del successivo "Il Stralcio Ecopark" (completamento dell'area logistico-produttiva), l'intervento di "..... MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA NELL'AREA IDROGRAFICA DEL FIUME TARA E CANALE FIUMETTO" in quanto anch'esso finanziato con fondi PNRR.

Per ciò che riguarda la criticità a valle, sono stati valutati gli effetti in termini di invarianza idraulica, senza al momento considerare gli effetti attesi delle opere di mitigazione del Canale Bellavista (intervento 2).

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica



Inquadramento dell'area di studio con il reticolo idrografico censito

1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio oggetto del presente studio ricade nel Comune di Taranto ed interessa la fascia dei terreni che si affaccia sullo specchio del mare Jonio compresa tra il Molo Polisetoriale e il limite amministrativo occidentale. Detto territorio è delimitato a nord dalla "S.S. 7 Appia".

Cartograficamente è posto nelle Tavole IGM 1:25000 202 I SO, 202 II NO, 202 III NE e 202 IV SE come riportato in figura 1.

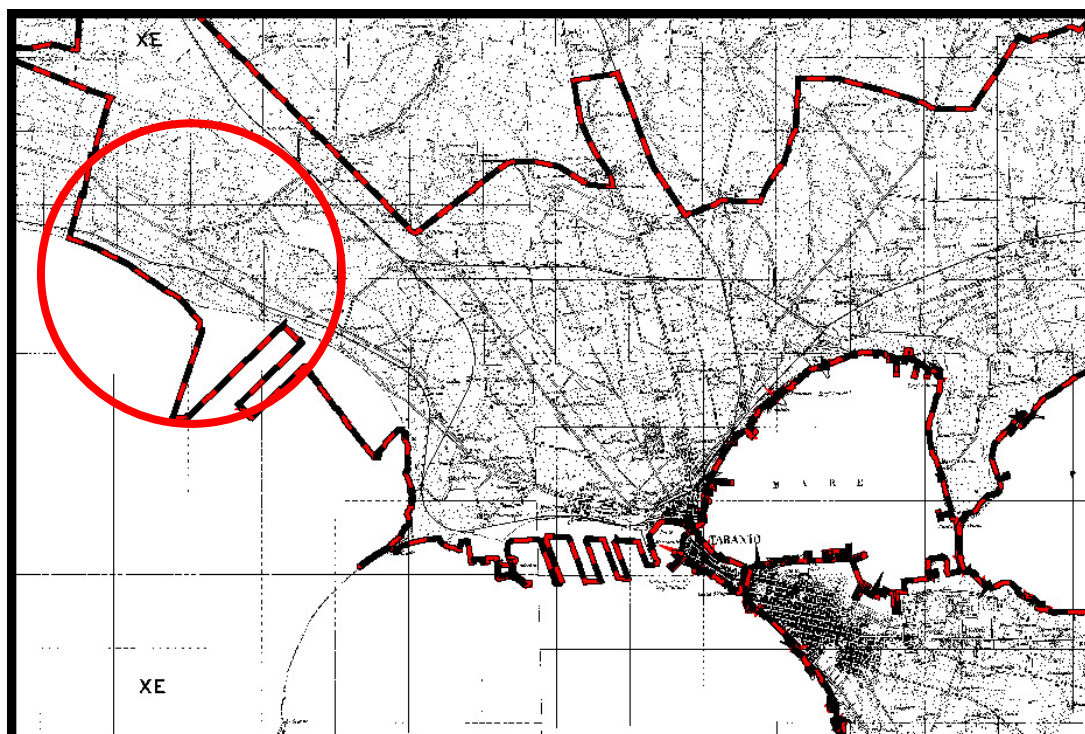


Figura 1 - Ubicazione area oggetto di studio su IGM serie 25v

Per quanto riguarda l'attività di studio in parola, si è proceduto preliminarmente alla **individuazione e catalogazione** dei canali e dei corsi d'acqua afferenti l'area di interesse partendo dallo studio fornito dalla Direzione Lavori Pubblici – Servizio Idrico Integrato del Comune di Taranto avente per oggetto *“Studio dei canali e dei corsi d'acqua ricadenti sul territorio comunale di Taranto, finalizzato ad individuare le criticità e i livelli di manutenzione (straordinaria e ordinari) che il singolo canale necessita”* ultimato nel marzo 2014.

Quest'ultimo è stato **ripreso ed integrato** dallo scrivente nell'ambito dell' *“Attività di studio connesse all'analisi ed alla modellazione idraulica dei corsi d'acqua dell'Area di Crisi Ambientale di Taranto nonché alla implementazione di azioni della mitigazione del rischio idraulico ed il risanamento dei suddetti corsi d'acqua”* su incarico del Commissario Straordinario per gli interventi urgenti di bonifica e ambientalizzazione e riqualificazione di Taranto (contrato R.A.P. n. 101 del 25.09.2017).

L'individuazione e la catalogazione dei canali e dei corsi d'acqua è avvenuta preliminarmente attraverso una ricognizione cartografica degli stessi e successivamente analizzando la corrispondenza tra le diverse banche dati esistenti (Acque Pubbliche, AdB Puglia, PPTR, Consorzi di Bonifica, ecc.).

Ogni corso d'acqua e/o canale principale è stato contrassegnato da un codice numerico identificativo (ID), integrato da una lettera qualora si trattasse di affluente; con lo stesso criterio di assegnazione sono stati censiti puntualmente tutti gli attraversamenti stradali distinti per classe di appartenenza (stradale, provinciale, comunale, attraversamento ferroviario) e collegati alla rispettiva rete idrografica mediante una relazione tra identificativi appartenenti a classi diverse.

Di seguito si riportano gli stralci di cartografia utilizzati per gli studi presenti, con evidenziato il reticolo di interesse, oggetto di studio idrologico ed idraulico.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

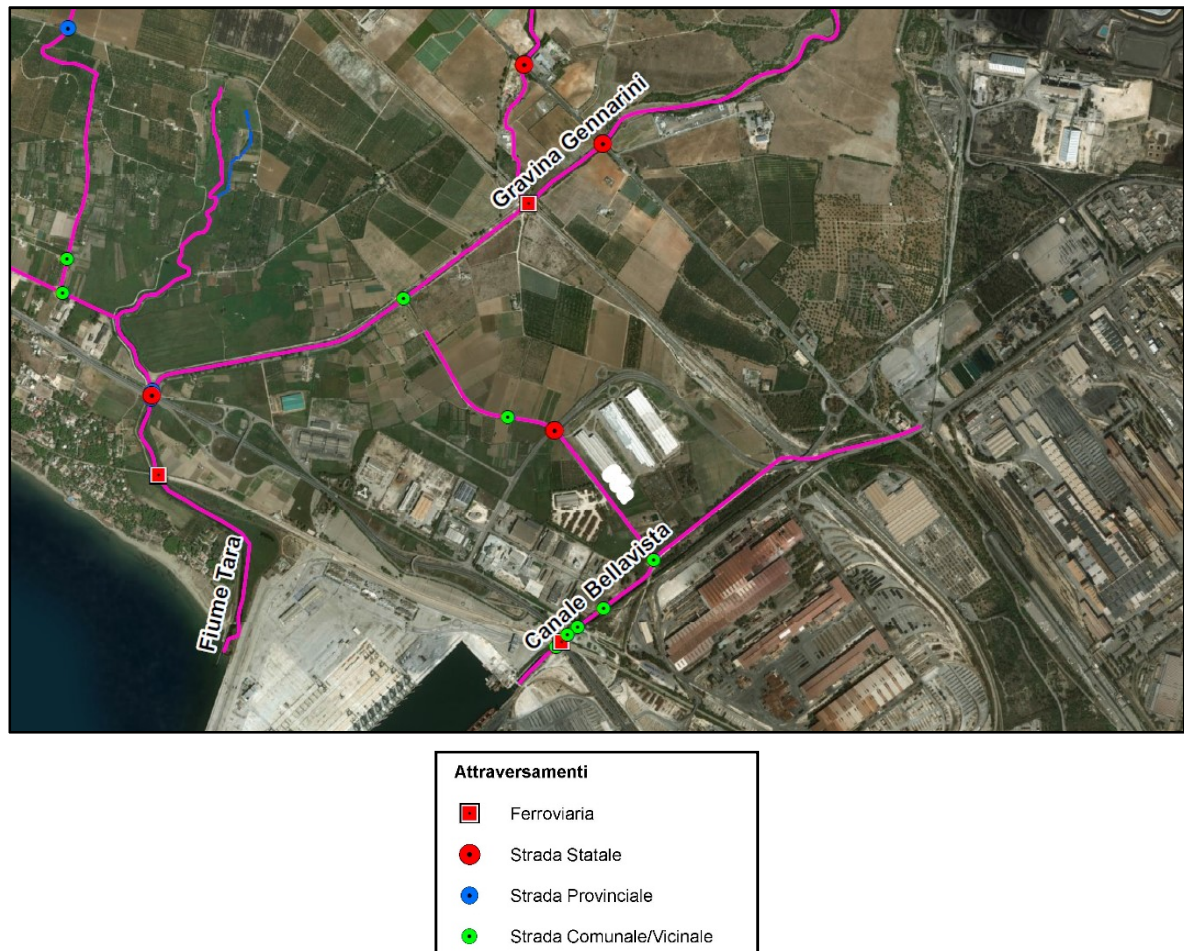


Figura 2 - Inquadramento dell'area di studio con il reticolo idrografico censito

Nello specifico l'area risulta essere quella compresa tra il Canale Fiumetto e il Fiume Tara, così come mostrato negli elaborati grafici e nell'immagini che seguono.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

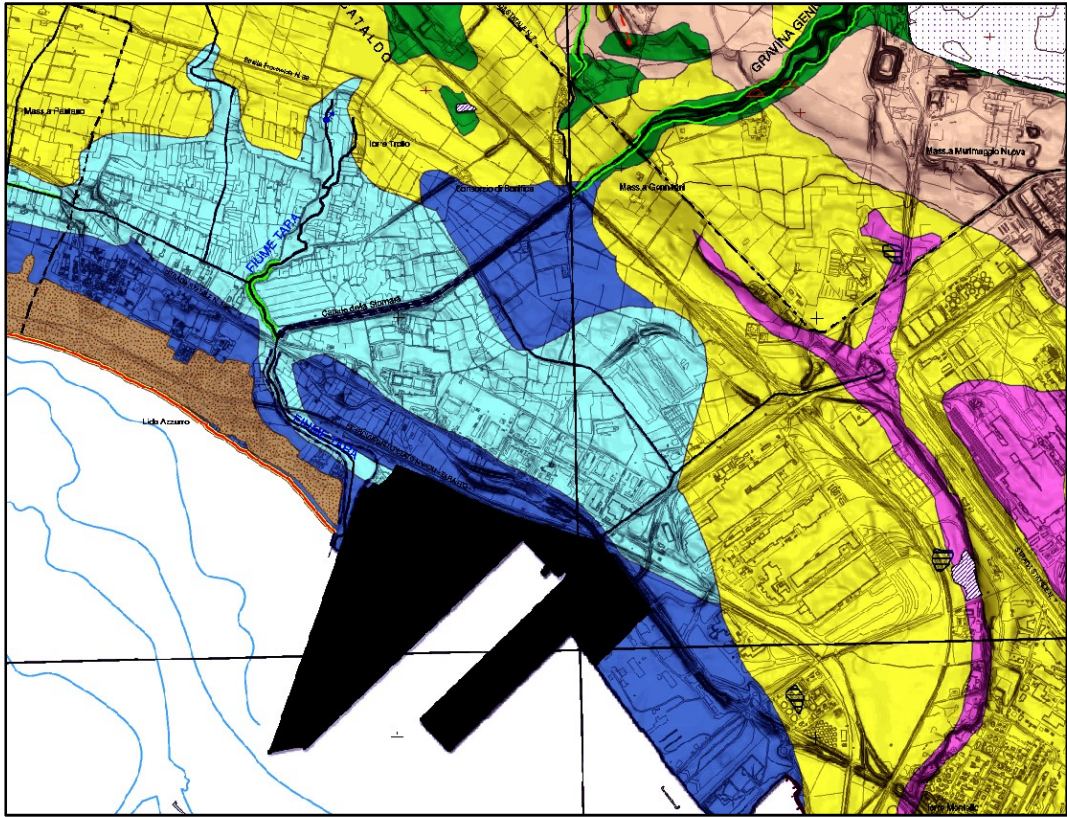


Figura 3 - Estratto della Carta Idrogeomorfologica - Foglio 493 Taranto

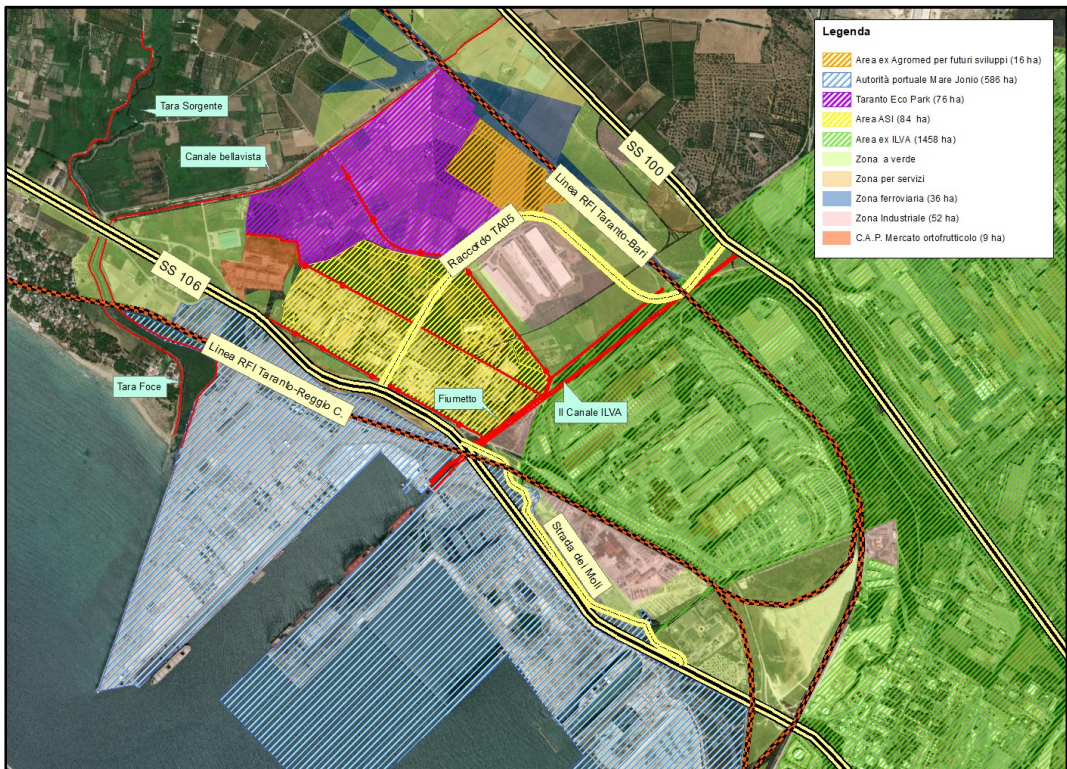


Figura 4 - Quadro di Unione dell'area industriale 106 Ionica

2 PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

Nel presente paragrafo, ai sensi dell'art. 20 del DPR 207/2010, viene valutato il progetto in relazione alla tipologia, categoria e all'entità dell'intervento e allo scopo di ricercare le condizioni che consentano la salvaguardia nonché un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale.

2.1 Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (P.P.T.R.)

Dall'analisi delle perimetrazioni proposte dal PPTR, l'area interessata dal progetto ricade nei seguenti livelli di tutela:

- Componenti Idrologiche:
 - BP - Territori costieri (300 m)
 - BP - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150m);
 - UCP - Aree soggette a vincolo idrogeologico.
- Componenti Botanico-Vegetazionali:
 - BP - Boschi;
 - UCP - Formazioni arbustive in evoluzione naturale;
 - UCP - Aree di rispetto dei boschi (100m - 50m - 20m).
- Componenti Culturali e Insediative:
 - BP – Aree appartenenti alla rete dei tratturi;
 - UCP – Aree di rispetto alla rete dei tratturi.
- Componenti dei valori percettivi:
 - UCP – Strade a valenza paesaggistica.

Pertanto, in fase di progettazione definitiva, sensi dell'art.146, comma 3, del D.Lgs del 22 gennaio 2004, recante il Codice dei beni culturali e del paesaggio, verrà prodotta **istanza di autorizzazione paesaggistica** di cui agli art.159, comma 1 e 146, comma 2, del Codice (art.1 del decreto).

Per i dettagli sull'inquadramento territoriale si rimanda all'allegato T02 – Analisi vincolistica.

2.2 Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)

L'Autorità di Bacino regionale della Puglia ha adottato con Deliberazione n. 25 del Comitato Istituzionale del 15 dicembre 2004 il Piano di bacino della Puglia, stralcio "Assetto Idrogeologico" e relative Norme Tecniche di Attuazione.

Il PAI, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo attraverso il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo ricedente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

All'interno del territorio di propria competenza, il PAI individua e perimetra:

- aree a pericolosità idraulica;
- aree a pericolosità geomorfologica;
- aree a rischio.

Gli interventi in progetto ricadono in aree ad Alta, Media e Bassa Pericolosità Idraulica e pertanto soggetti alle prescrizioni previste dalle Norme Tecniche di Attuazione e, nello specifico alle prescrizioni di cui agli art. 5), 7), 8) e 9).

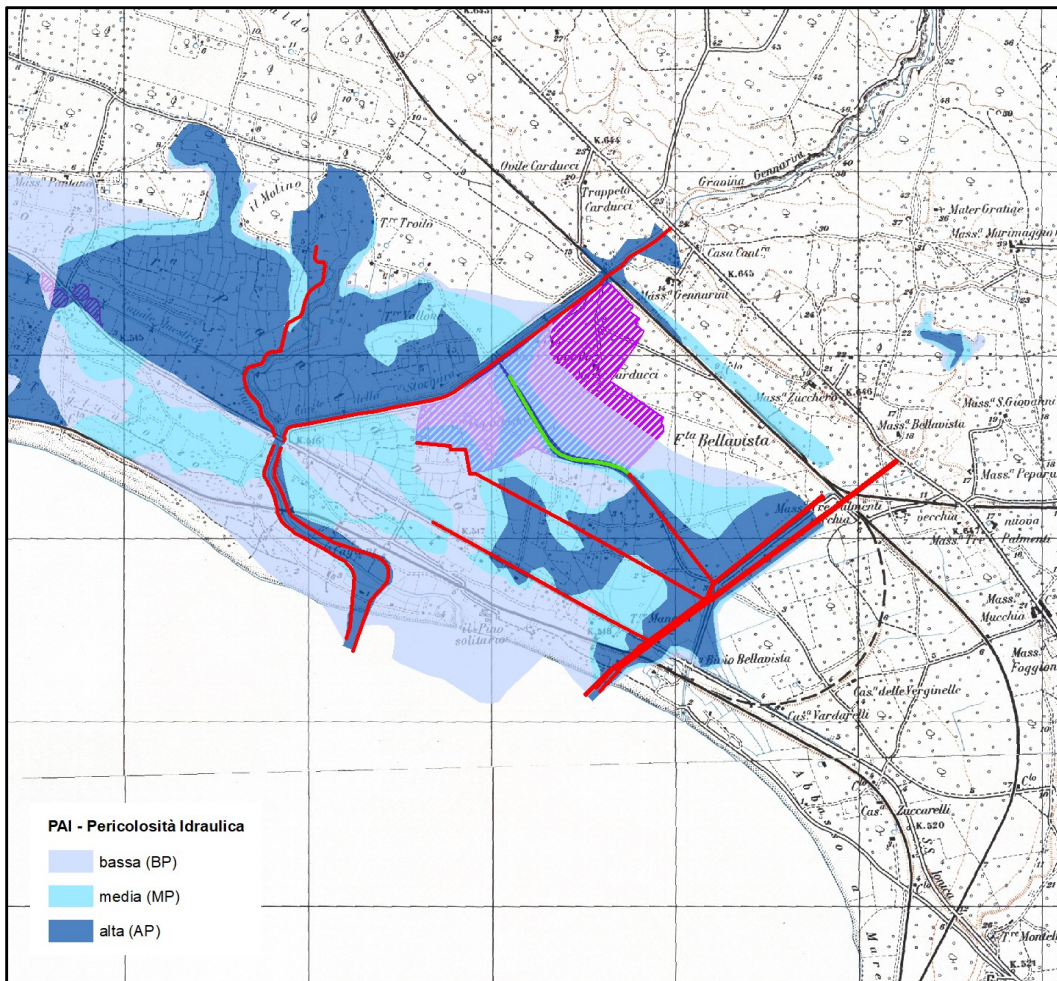


Figura 5 - Previsioni del Piano di Assetto Idrogeologico

Ai sensi dell’art. 5, “Nelle aree di cui agli artt., 7, 8, 9 e 10 sono consentiti:

- a) gli interventi idraulici e le opere idrauliche per la messa in sicurezza delle aree e per la riduzione o l’eliminazione della pericolosità;
- b) gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale, che favoriscano tra l’altro la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali, il riassetto delle cenosi di vegetazione riparia, la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona. Tra tali interventi sono compresi i tagli di piante stabiliti dall’autorità forestale o idraulica competente per territorio per assicurare il regolare deflusso delle acque, tenuto conto di quanto disposto dal decreto del Presidente della Repubblica 14 aprile 1993;
- c) gli interventi di somma urgenza per la salvaguardia di persone e beni a fronte di eventi pericolosi o situazioni di rischio eccezionali.”

Infine, ai sensi dell’art. 7 delle NTA, “nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti interventi di sistemazione idraulica approvati dall’autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell’Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI”.

Le opere di progetto risultano compatibili e in linea con gli interventi di cui ai suddetti articoli. Le previste lavorazioni mirano, infatti, alla mitigazione del rischio idrogeologico del territorio di Crispiano.

2.3 Siti di interesse nazionale di Taranto (SIN)

L'istituzione delle "aree ad elevato rischio di crisi ambientale" risale al 1986, con la Legge n.349 dell'8 Luglio, che ne dà facoltà al Consiglio dei Ministri su proposta del Ministro dell'Ambiente. Con tale dichiarazione, si identificano ambiti territoriali e tratti marittimi caratterizzati da gravi alterazioni negli equilibri ambientali. La legge detta le direttive per la definizione di un piano che individui le misure urgenti atte a rimuovere le situazioni di rischio per il ripristino ambientale dell'area.

Il territorio dichiarato "area ad elevato rischio di crisi ambientale", comprendente i comuni di Taranto, Crispiano, Massafra, Montemosola e Statte, ha un'estensione di circa 564 Km², con una popolazione residente di circa 280.000 abitanti ed una estensione costiera di circa 35 Km.

Nell'area sono presenti insediamenti industriali di rilevante dimensione che influenzano in modo importante sia il quadro socioeconomico che quello ambientale e paesaggistico; l'elevata antropizzazione, talvolta incontrollata e poco supportata da infrastrutture adeguate, rappresenta un ulteriore aspetto di pericolo per gli ecosistemi.

All'interno del territorio considerato come "area ad elevato rischio ambientale" si trovano zone che possiedono caratteristiche di notevole interesse ai fini della conservazione del patrimonio naturale.

Numerosi provvedimenti legislativi nazionali e regionali, disposizioni comunitarie ed accordi internazionali ne promuovono la tutela ed identificano le zone di maggiore interesse.

I biotopi presenti comprendono zone umide, aree rupestri e boschive, tratti di corsi d'acqua, isole e tratti di costa sia di natura sabbiosa che rocciosa; di particolare interesse sono le aree del Mar Piccolo, le saline, le isole Cheradi e la zona delle gravine.

I siti di Interesse Nazionale (Aree del territorio nazionale, classificate e riconosciute dallo Stato Italiano, che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari) sono stati definiti in Italia con il decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 e con la legge n.426 del 9 dicembre 1998.

Con Decreto del 10 gennaio 2000, il Ministero dell'ambiente ha approvato il perimetro del sito di interesse nazionale di Taranto e ne ha pubblicato la cartografica.

Il sito di Taranto, compreso all'interno dell'area dichiarata ad "elevato rischio di crisi ambientale", interessa una vasta area pianeggiante, prospiciente il golfo di Taranto, ove gli insediamenti industriali presenti influenzano pesantemente il quadro socioeconomico, ambientale e paesaggistico.

L'area perimetrata comprende:

- Un polo industriale di rilevanti dimensioni, con grandi insediamenti produttivi, e differenti tipologie di aree;
- Lo specchio di mare antistante l'area industriale comprensiva dell'area portuale (Mar Grande);
- Alcune discariche;
- Lo specchio marino rappresentato dal Mar Piccolo;
- La Salina Grande;
- Cave dismesse.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

Le interferenze con l'ambiente prodotte dalle attività industriali sono di cospicua entità ed interessano tutti i comparti ambientali; le principali fonti di inquinamento sono rappresentate dalle industrie siderurgiche, petrolifere e cementiere nonché dall'Arsenale Militare.

Il comparto industriale è difatti caratterizzato dal più grande polo siderurgico italiano, l'ILVA, dalla raffineria ENI, dalla industria cementiera CEMENTIR e da industrie manifatturiere (situate prevalentemente nel comune di Taranto) di dimensioni medio-piccole.

Il porto di Taranto, che movimentava da 30 a 40 milioni di tonnellate di merci, ed i cantieri militari e civili presenti nell'area, costituisce un'attività industriale primaria, anch'essa a rilevante impatto ambientale.

Gli interventi inseriti nel Programma Nazionale di Bonifica dei siti inquinati di interesse nazionale, approvato con il D.M. 468 del 18 Settembre 2001 riguardano la bonifica ed il ripristino ambientale di aree industriali, di specchi marini (Mar Piccolo) e salmastri (Salina grande).

La superficie interessata dagli interventi di bonifica e ripristino ambientale è pari a circa 22 km² (aree private), 10 km² (aree pubbliche), 22,0 km² (Mar Piccolo), 51,1 km² (Mar Grande), 9,8 km² (Salina Grande). Lo sviluppo costiero è di circa 17 km.

L'area di Taranto, con Decreto Legge 129/2012 è infine stata riconosciuta quale area in situazione di crisi industriale complessa (ai fini dell'applicazione delle disposizioni di cui all'articolo 27 del decreto-legge n. 83/2012).

Di seguito una rappresentazione dei SIN dell'area di intervento.

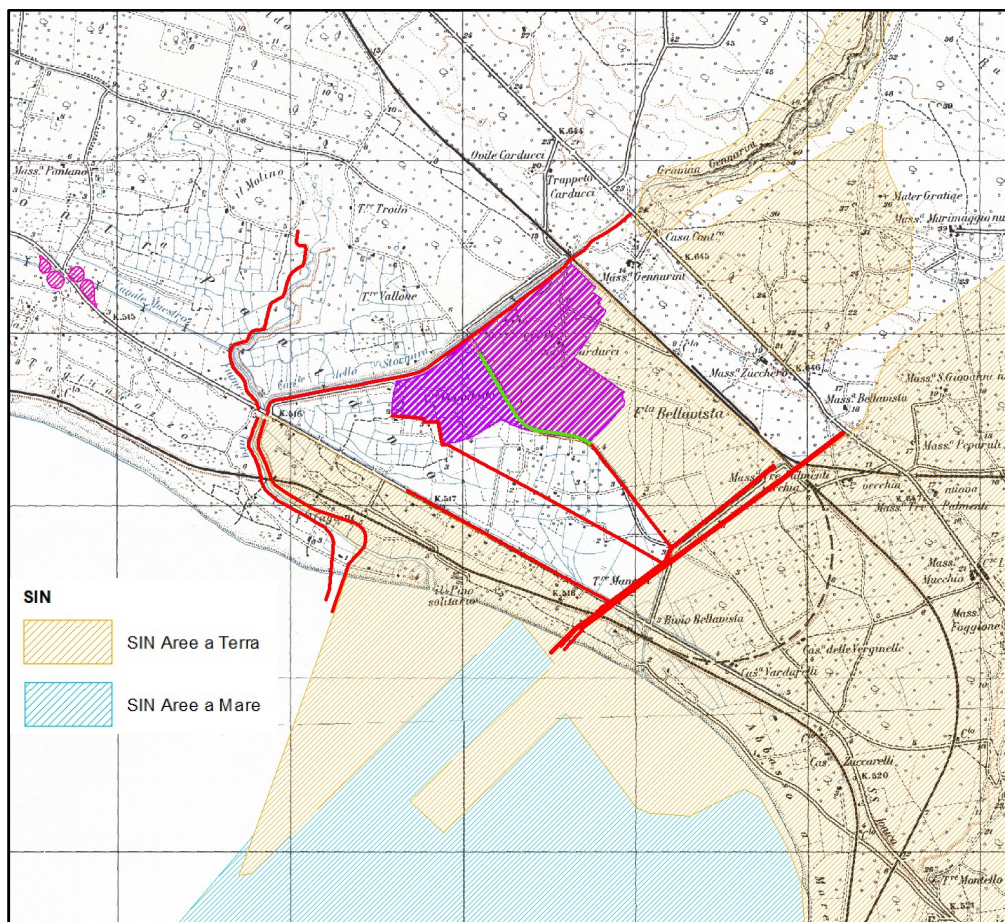


Figura 6 – SIN Taranto

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica

3 STATO DEI LUOGHI

La Corografia dell'Istituto Topografico Militare (ora IGM), con rilievo del 1874, mostra come l'intera area fosse caratterizzata, prima delle bonifiche, da ampie zone paludose. La bonifica, eseguita durante il periodo fascista (anni '20 - '30) per iniziativa dell'Opera Nazionale Combattenti, proprietaria e concessionaria di benefici statali, aveva l'obiettivo di riguadagnare all'agricoltura terreni intrinsecamente fertili e produttivi e di dare lavoro ai reduci. I criteri informativi dell'attività dell'O.N.C. furono quelli classici della bonifica integrale ma con particolare riguardo ai problemi più urgenti del risanamento idraulico ed igienico del territorio e della difesa dei terreni pianeggianti dalle ricorrenti inondazioni e dagli straripamenti.

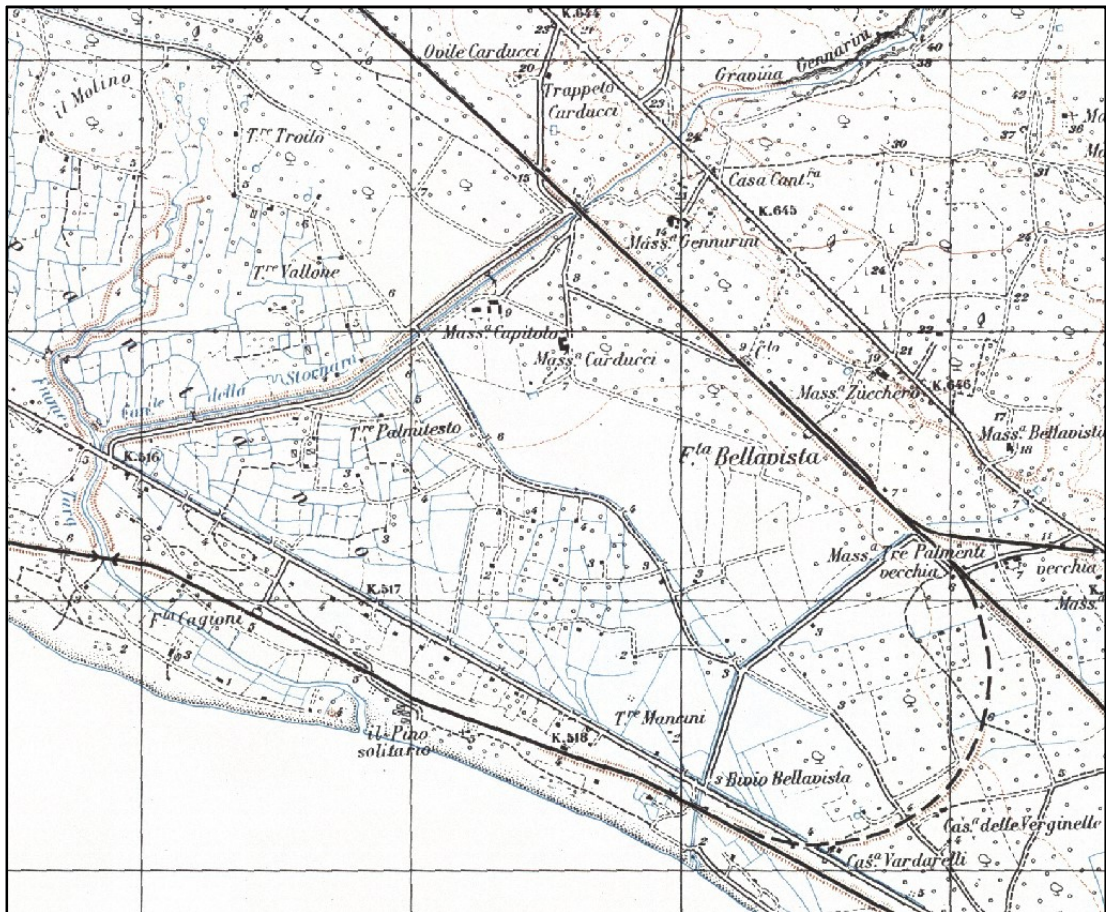


Figura 7 – Stralcio della corografia IGM Serie 25v del 1947

Successivamente le sistemazioni idrauliche del Consorzio di Bonifica Sturnara e Tara hanno intensificato e razionalizzato lo schema idraulico studiato e realizzato dall'Opera Nazionale Combattenti, secondo il principio di separare le acque alte da quelle meteoriche e di sorgente delle zone vallive, basse e di golena.

Tra le località Molino e Torre Troilo è presente, infatti, una cospicua manifestazione sorgentizia (variabile da 2.5 e 4.5 m³/s), costituita da numerose *polle* provenienti da scaturigini in prevalenza ubicate lungo il percorso di un alveo naturale che, per il carattere perenne della ragguardevole massa d'acqua fluente, assume le caratteristiche di un fiume - **Fiume Tara** - lungo circa 3 km prima di sfociare nel Mar Jonio. Il tratto terminale dell'alveo del Fiume Tara è stato modificato e sistemato negli anni '90, allorquando è stata terminata la realizzazione delle opere di completamento del Molo Polisettoriale.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica

In presenza di eventi meteorici di particolare intensità alla portata proveniente dalle sorgenti si somma quella di deflusso superficiale proveniente dal bacino idrografico del corso d'acqua, la cui estensione si può assumere pari a circa 4.5 km². Subito a monte dei ponti della "S.S. 106 Jonica", si ha l'immissione nel Tara del tratto terminale della **GravinaGennarini-Leucaspid**e, con bacino idrografico sotteso di circa 86 Km².

La Gravina Leucaspid-Gennarini, che rappresenta l'elemento fisiografico di maggior rilievo, a valle della "S.S. 7 Appia" prende il nome di **Canale di Stornara** fino all'immissione ne Fiume Tarapoco a monte della S.S.106.



Figura 8 – Confluenza in sinistra idraulica del Tara con Canale Stornara, tratto terminale Gennarini-Leucaspid



Figura 9 – Attraversamento ferroviario Taranto-Reggio Calabria

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica



Figura 10 – Attraversamento Strada Statale 106 Jonica e sue complanari.

Ad Est del sistema idrografico del Tara si rileva la presenza di due Canali di cui uno "naturale" denominato **Fiumetto** e l'altro "artificiale", denominato **2° Canale ILVA**.



Figura 11 – Veduta aerea del canale "fiumetto" e del 2° canale ILVA

Il bacino del Canale Fiumetto, di superficie pari a circa 3.30 km², è delimitato ad ovest dal canale Stornara, a nord dalla linea ferroviaria in corrispondenza della fermata Bellavista, ad est dal 2° Canale ILVA, a sud dalla SS 106 Jonica.

Il Fiumetto raccoglie le acque di una rete idrografica oggetto di sistemazioni idrauliche da parte del Consorzio di Bonifica costituita principalmente dal canale Bellavista (prolungamento "artificiale" dello stesso), dai suoi colatori

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

(denominati 1° e 2° colatore nel presente progetto) e dal canale Padula che corre a monte della SS106 e raccoglie le acque sorgentizie emergenti in località Torre Mancini.

L'acqua delle sorgenti veniva prelevata (sino alla rinuncia del 2010) dallo Stabilimento ILVA nella misura di circa 550 m³/h attraverso un impianto Idroforo realizzato da Consorzio di Bonifica Stornara e Tara. L'impianto idroforo Fiumetto comprende una sala pompe con relative idrovore collegate con una condotta di mandata allo Stabilimento, una cabina con relativo impianto elettrico per idroforo, con annesso fabbricato di servizio.



Figura 12 – Vista del Canale Bellavista a monte dell'Idroforo Fiumetto

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica



Figura 13 – Idrovora fiumetto e relativa vasca canale



Figura 14 – Attraversamento di recente realizzazione della Strada dei Moli a valle dell'Idrovora Fiumetto

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica



Figura 15 – Tombino ferroviario a valle dell'attraversamento della Strada dei Moli



Figura 16 – Scarico a mare del Canale Fiumetto (tubazione a sx) e del 2° Canale ILVA (scogliera a dx)

Il secondo Canale ILVA possiede un prevalente bacino antropizzato dall'ILVA, piuttosto ampio, di superficie pari a $9,00 \text{ km}^2$ che si spinge fino alla località Rubabuoi a 4 km di distanza dal mare. Questo canale garantisce il deflusso

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

delle acque industriali dell'ILVA, valutate in oltre 10 m³/sec, e delle acque meteoriche provenienti da piazzali, coperture ed aree non antropizzate. I due canali suddetti sfociano nella darsena esistente fra il V° sporgente ed il Molo Polisetoriale.



Figura 17 – Vista del 2° Canale ILVA in corrispondenza dell'Idrovora Fiumetto

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica



Figura 18 – Vista del 2° Canale ILVA in corrispondenza tratto terminale



Figura 19 – Vista dalla SS 106 2° Canale ILVA in corrispondenza dell'idrovora di Fiumetto

Come mostra la ripresa da Google Earth il comprensorio di Studio è completamente infrastrutturato ed utilizzato a fini industriali.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica



Figura 20 - Vista area ASI



Figura 21 – Vista area industriale dalla SS.106

Dalle riprese fotografiche appare chiaro che le aree del comprensorio studiato sono intensamente utilizzate a fini produttivi e a fini di logistica integrata con il porto industriale e nodo ferroviario.

4 PIANO ORGANICO DI INTERVENTI

Al fine di costruire i modelli geometrici alla base della modellistica idraulica, sono stati acquisiti e processati rilievi topografici di tipo LIDAR e SARP, nonché realizzate delle battute topografiche con GPS delle opere principali di attraversamento idraulico esistenti sulle infrastrutture stradali, ferroviarie, portuali ed industriali. Tali opere, come dimostrato nello studio, rappresentano i nodi principali su cui è necessario intervenire per assicurare la continuità idraulica alla rete idrografica esistente e, quindi, assicurare lo smaltimento delle portate relative al modello idraulico determinato.

Quindi, sulla base delle analisi idrologiche e dei modelli geometrici realizzati, mediante l'utilizzo di schematismi idraulici monodimensionali e bidimensionali sono state determinate le grandezze idrodinamiche, come i tiranti e le velocità della corrente nel reticolo idrografico ed i provvedimenti di tipo strutturale, a scala di bacino, atti a risolvere le criticità riscontrate.

Inoltre, a completamento dello studio preliminare condotto, sono state acquisite ed integrate all'interno del presente lavoro le progettazioni esistenti nelle aree in parola, catalogate in funzione dell'iter autorizzativo raggiunto, ovviamente per gli aspetti che concorrono alla mitigazione della pericolosità idraulica.

Si riporta di seguito sinteticamente il riepilogo degli interventi con la relativa suddivisione in Stralci Funzionali.

▪ **Intervento 1: *Adeguamento delle arginature del Fiume Tara e del Canale Stornara.***

Questo Stralcio, redatto a livello di Preliminare (art. 17 del DPR 207/10) dall'Amministrazione Comunale di Taranto, è stato approvato con D.G.C. n. 124 del 31.05.2019 ed ha acquistato il parere di Compatibilità Idraulica dell'Autorità di Bacino n. 20631 del 20.10.2020, il progetto prevede l'innalzamento dell'argine in destra e sinistra idraulica del Tara e in sinistra del Canale Stornara.

▪ **Intervento 2: *Regimentazione di Canale Fiumetto e del 2° Canale ILVA.***

Questo Stralcio prevede la risagomatura in cls del Canale Fiumetto e il miglioramento della capacità di intercettazione delle acque del 2° Canale ILVA mediante l'apertura del tratto tombato tra la linea Ferroviaria Taranto-Bari e la SS Appia 7.

▪ **Intervento 3: *Regimentazione dei Colatori afferenti Canale Fiumetto***

Questo Stralcio prevede la risagomatura in cls del 1° Colatore sino al limite con l'area Eco Park, del 2° Colatore e del Canale Padula.

▪ **Intervento 4 : *Regimentazione del 1° Colatore nel tratto Eco Park***

Questo Stralcio prevede la ridefinizione del tracciato del 2° Colatore nel tratto di competenza Eco Park e la risagomatura in cls. L'intervento prevede anche la realizzazione ex novo di due attraversamenti stradali con scolari in c.a. gettato in opera, secondo la viabilità di piano.

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

5.1 STALCIO 1: Adeguamento delle arginature del Fiume Tara e del Canale Stornara

L'Autorità di Bacino della Puglia nello "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico pugliese, con particolare riferimento alle aree del Gargano, delle Coste Joniche e Salentine della Regione Puglia" redatto nell'ambito del PPA dell'Asse II del PO FESR 2007 – 2013, afferma che "la portata alla foce del bacino idrografico del Fiume Tara, assunto quale riferimento un tempo di ritorno di 200 anni, è pari a circa $165 \text{ m}^3/\text{s}$ ".

Le analisi svolte nel presente lavoro riportano valori di portata, per un tempo di ritorno di 200 anni, pari a circa $265 \text{ m}^3/\text{s}$ per la Foce del Tara e $225 \text{ m}^3/\text{s}$ per lo Stornara. Questi valori sono in linea con quelli della stessa Autorità di Bacino comunicati con nota prot. n. 8753 del 05.07.2010 nell'ambito dello "Studio idrogeologico finalizzato all'adeguamento del Piano di Assetto idrogeologico nelle località di Lido Azzurro e Tamburi" che ha portato alle vigenti perimetrazioni.

Adottando cautelativamente questi valori, salvo diverse indicazioni da parte dell'Autorità stessa, gli argini del Tara e dello Stornara sono in alcuni punti insufficienti a contenere la piena duecentennale mentre il franco di sicurezza di 1 m non è verificato praticamente ovunque.

La presente proposta progettuale prevede, pertanto, al fine di garantire la quota di sicurezza idraulica imposta dal franco di 1 m sul tirante duecentennale, i seguenti interventi:

- innalzamento dell'argine in destra e sinistra idraulica del tratto a valle della S.S. 106 Jonica, denominato "Tara Foce", per una lunghezza di circa 1340 m (dx) e 1510 m (sx);
- innalzamento dell'argine destro del tratto a monte della SS 106, denominato "Tara Sorgente", per una lunghezza di circa 1330 m;
- innalzamento dell'argine sinistro del tratto a monte della SS 106 Jonica sino alla SS 7 Appia, denominato "Canale Stornara" per una lunghezza di circa 2450 m

L'intervento consiste sostanzialmente in un "ingrosso arginale" che si estende mediamente di circa 3 metri oltre l'attuale piede conservando la forma trapezoidale e l'inclinazione esistente del paramento interno ed esterno pari a $3/2$.

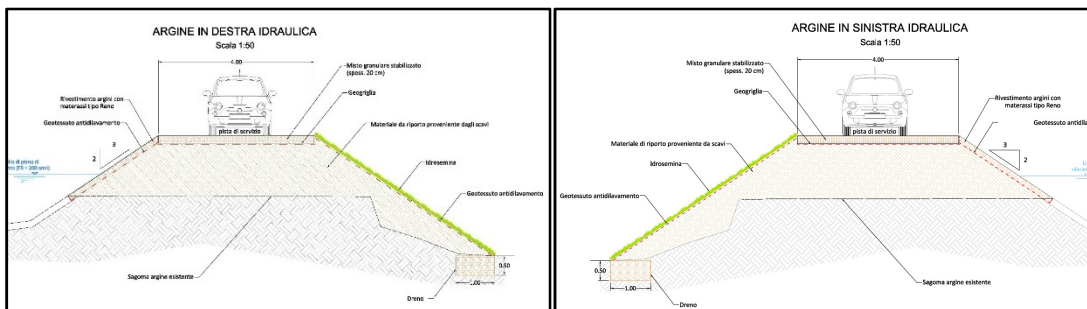


Figura 22 – Particolare di sistemazione dell'argine in destra e sinistra idraulica

Il paramento interno sarà ripristinato con *mantellate in materassi metallici rinverditi*. Le mantellate sono costituite da strutture scatolari realizzate in rete metallica tessuta con filo di ferro galvanizzato a caldo con rivestimento in lega Zinco-Alluminio e/o polimero plastico. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde e ne è stata verificata la stabilità rispetto alle tensioni di trascinamento dovute all'azione della corrente. Esse svolgono funzione di protezione rispetto all'erosione fluviale.

Per inclinazioni fino a $40-45^\circ$ e superfici di posa regolari, come nel nostro caso, saranno utilizzati materassi spessi 23 cm posti in direzione perpendicolare alle linee di massima pendenza. Il materasso viene posato sulla scarpata, fissato con delle chiodature costituite da barre d'acciaio, foderato al suo interno con un geotessile antidilavamento, riempito di terreno, e

ed infine chiuso con un coperchio in rete metallica a doppia torsione. Successivamente si potranno mettere a dimora piantine, talee ed effettuare una idrosemina.

5.2 STRALCIO 2, 3 e 4: Regimentazione del Canale Fiumetto, relativi colatori e del 2° Canale ILVA

Nella presente proposta progettuale, sulla scorta del rilievo topografico di dettaglio e compatibilmente con la quota di scorrimento finale, è stata prevista la **riprofilatura in cls** del canale Fiumetto e dei tre colatori annessi con la demolizione e relativa ricostruzione delle opere di **attraversamento** stradale e poderale compreso quello della tratta ferroviaria Taranto-Reggio Calabria.

Inoltre, è stata prevista la **demolizione** del tratto tombato del 2° Canale ILVA, a monte della tratta ferroviaria Taranto-Bari fino alla SS 7 Appia, con la **ricostruzione** dello stesso **“a cielo aperto”** per una lunghezza complessiva di circa 240 m.

L'intervento completa la salvaguardia delle aree dell'intervento 1 (area industriale definita dal PRG del Comune di Taranto, infrastrutture viarie e ferroviarie di collegamento fra la SS7 Appia, la stazione RFI Bellavista ed il Molo polisettoriale del Porto di Taranto) ed interessa l'area ASI della Z.I 106 jonica.

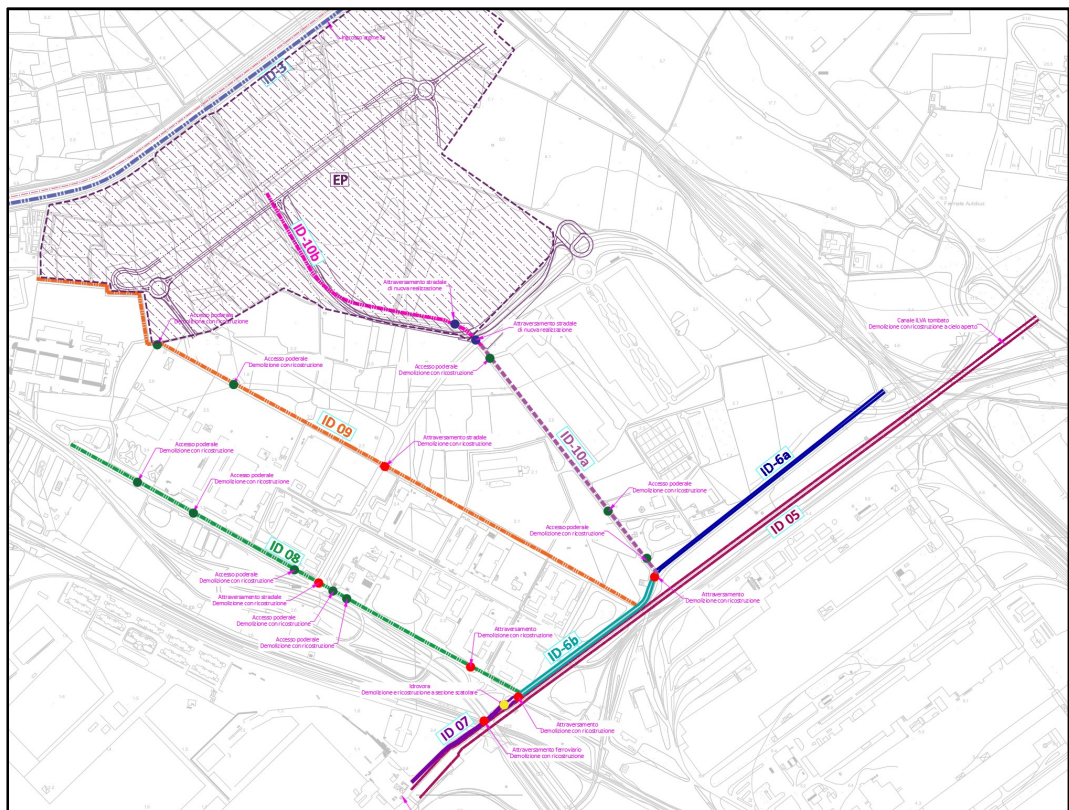


Figura 23 – Planimetria interventi Canale Fiumetto

La nuova configurazione geometrica della rete è stata dimensionata e verificata utilizzando il software di modellazione idraulica monodimensionale HEC-RAS, River Analysis System (versione 4.1.0), sviluppato da *U.S. Army Corps of Engineers*, Hydrologic Engineering Center, in California, USA.

La sezione del canale proposta sarà di **forma trapezia** con inclinazione delle **pareti a 45°** e presenta una base variabile a seconda dei canali considerati. In alcuni tratti saranno necessarie delle **arginature**.

Solo la parte a valle del Canale Bellavista, il tratto denominato Fiumetto, dopo la confluenza con il Colatore 3, presenta una sezione rettangolare di base 6.30 m.

Per il Canale Ilva, a seguito della demolizione del tratto tombato, è stata mantenuta una luce del nuovo canale a cielo aperto di 8,70 m.

Di seguito le dimensioni dei canali in oggetto:

ID	Denominazione	Tipo di sezione	B[m]
05	Canale Ilva	Rettangolare	8.70
06a	Canale Bellavista	Trapezia	2.50
06b		Trapezia	8.00
07	Canale Fiumetto	Rettangolare	6.30
08	Colatore Padula	Trapezia	4.00
09	2° Colatore B.	Trapezia	3.00
10a	1° Colatore B.	Trapezia	4.00
10b	1° Colatore B.	Trapezia	2.00

Tabella 1 – Abaco delle dimensioni

Al fine di ridurre l’impatto ambientale dell’opera, la sezione del canale sarà realizzata con due tipologie di rivestimento.

- sino all’altezza del tirante idrico duecentennale la sezione verrà rivestita mediante materassi tipo “reno” costituiti da una struttura di rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale adeguati al ripristino eco-ambientale e alla difesa di arginature soggette ad erosione causata dall’azione delle acque.
- al di sopra del tirante idrico duecentennale la stabilizzazione della scarpa avviene attraverso una tecnica di ingegneria naturalistica che prevede la posa in opera di geostuoia tridimensionale grimpante in polipropilene pre-seminata.

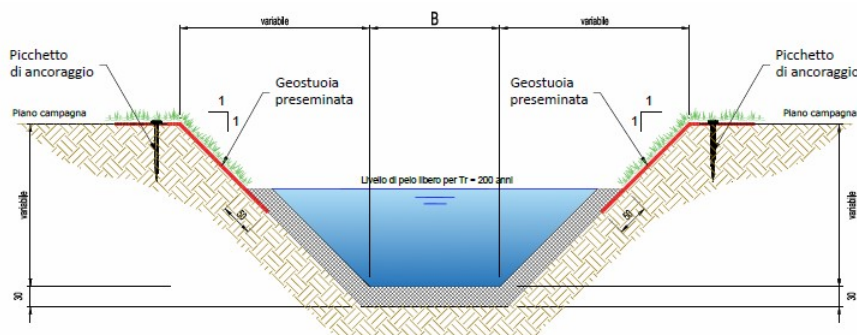


Figura 24 – Sezione trapezia tipo

Inoltre, si prevede la demolizione e ricostruzione di tutti gli attraversamenti poderali e degli attraversamenti stradali esistenti e in particolare dell’attraversamento ferroviario a valle del Canale Bellavista.

I manufatti previsti per gli attraversamenti sono costituiti da struttura scatolare realizzata mediante una piastra di fondazione sulla quale si innesteranno i piedritti costituiti da setti continui in cemento armato a spessore costante e sui quali si realizzerà la soletta di copertura (traverso) costituita da una piastra in calcestruzzo armato gettata in opera, anch’essa a spessore costante.

In ingresso ed in uscita dallo scatolare saranno realizzati dei muri a “C” in cemento armato gettato in opera, costituiti da paramenti verticali ad altezza variabile nella direzione longitudinale da realizzare in corrispondenza dei due piedritti dello scatolare e che fungeranno da contenimento per il terreno situato a monte degli stessi. I due paramenti verticali saranno collegati mediante una fondazione unica a spessore costante in cemento armato.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

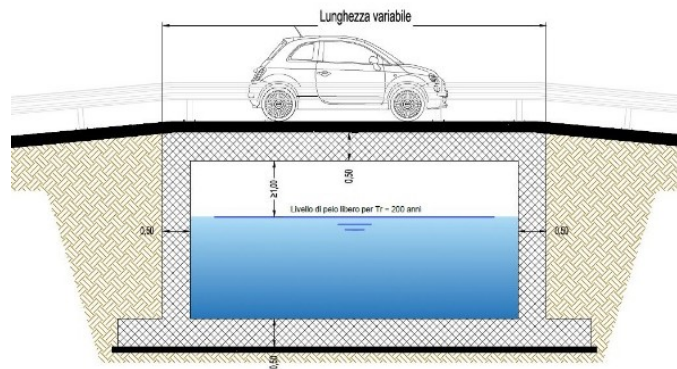


Figura 25 – Tipologico delle opere di attraversamento

Si prevede la separazione tra lo scatolare ed i muri di ingresso ed uscita mediante la realizzazione di un giunto strutturale.

7 ANALISI TOPOGRAFICA

Il DTM della Regione Puglia è stato assunto come base plano-altimetrica per le elaborazioni idrologiche, mentre per le elaborazioni numeriche (simulazione idraulica 1D-2D), il DTM è stato aggiornato con i dati ufficiali Li.D.A.R. messi a disposizione dal *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare* con una risoluzione orizzontale di 1x1 m e verticale centimetrica.

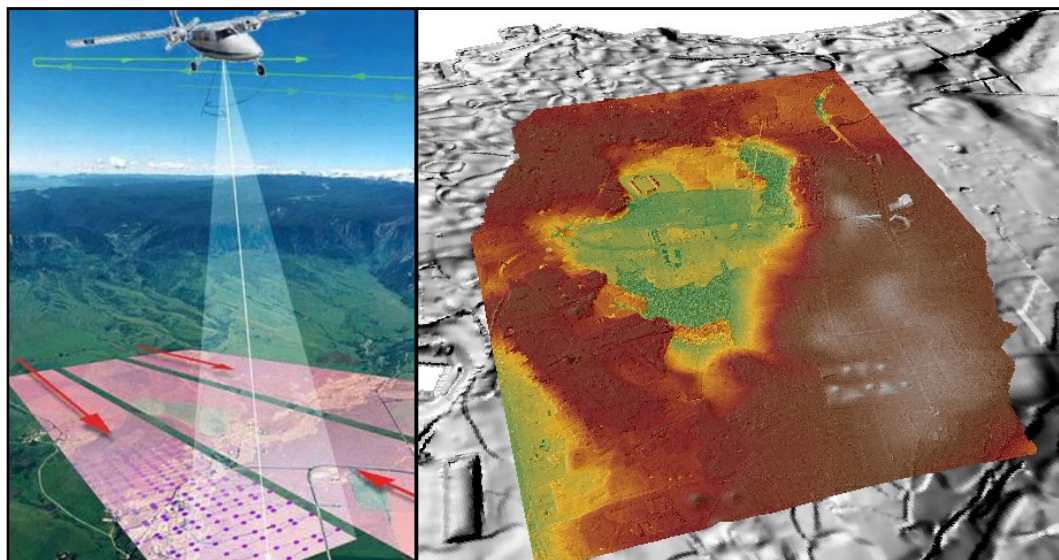


Figura 26 - Schema di esecuzione del rilievo Lidar e risultato dell'elaborazione

Il LIDAR (Light Detection and Ranging; o Laser Imaging Detection and Ranging) è una tecnica di “telerilevamento” che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser. La distanza dell'oggetto è determinata misurando il tempo trascorso fra l'emissione dell'impulso e la ricezione del segnale retrodiffuso. La sorgente di un sistema LIDAR è un laser, ovvero un fascio coerente di luce ad una ben precisa lunghezza d'onda, che viene inviato verso il sistema da osservare.

I principali vantaggi del rilievo Lidar sono: elevata qualità metrica del rilievo, alta densità di campionamento, possibilità di trascurare la vegetazione.

Ciò che si ottiene con un rilievo Lidar è un insieme di punti ad ognuno dei quali è associato un dato relativo alle coordinate geografiche (sistema WGS 84), alla quota (Z) calcolata sulla base della differenza di tempo intercorsa tra il segnale emesso e quello riflesso ed il valore dell'intensità di segnale riflessa (I). Analizzando i punti riflessi si osserva un ritorno multiplo del segnale, ed in presenza di vegetazione (non eccessivamente densa) il Lidar penetra riflettendo punti a vari livelli della fronda e al suolo. Dalla nuvola di punti totali si ottiene un Modello Digitale di Superficie, mentre per elaborazioni successive, che comprendono sia un filtraggio automatico che manuale, si estraggono i soli punti che appartengono al suolo da cui si ottiene un Modello Digitale del Terreno come quello utilizzato in questa sede.

8 ANALISI IDROLOGICA

8.1 Analisi morfometrica

La base necessaria per poter svolgere un'analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici gravanti sull'area oggetto di studio.

Una volta disponibile il DEM, utilizzando la procedura di calcolo descritta nel seguito è possibile ottenere una serie di modelli distribuiti del territorio (dette in seguito griglie o matrici) sui quali vengono applicati particolari algoritmi che consentono di estrapolare le necessarie informazioni idrauliche del territorio.

Uno di questi algoritmi è denominato slope (pendenza) che concettualmente identifica la massima variazione nel valore di una cella della griglia (nel nostro caso il DEM) rispetto alle celle circostanti.

Uno delle possibili risultati di questo calcolo può essere una matrice di valori che esprime la pendenza in percentuale oppure in gradi.

In pratica l'algoritmo esegue una media quadratica della massima variazione di quota nelle quattro direzioni del piano parallele al grigliato considerando le otto celle che contornano la cella in questione.

a	b	c
d	e	f
g	h	i

$$[dz/dx] = ((c + 2f + i) - (a + 2d + g)) / (8 * x_cellsize)$$

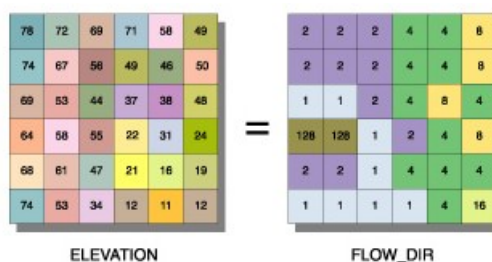
$$[dz/dy] = ((g + 2h + i) - (a + 2b + c)) / (8 * y_cellsize)$$

Dalla matrice così ottenuta un opportuno algoritmo, diffuso in ambiente GIS, elabora la cosiddetta *flow direction* grid (griglia delle direzioni di flusso). Questa griglia contiene in ogni cella il valore codificato della direzione di massima pendenza tra la cella stessa e le celle circostanti.

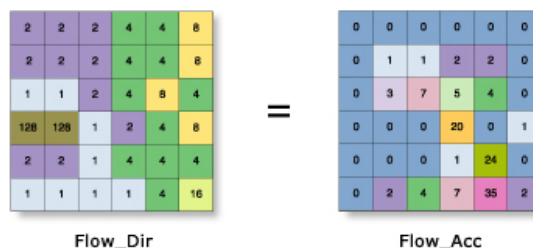
Al numero che compare in ogni cella della griglia è associato univocamente una direzione cartesiana secondo lo schema seguente:

1	Est	2	Sud-Est
4	Sud	8	Sud-Ovest
16	Ovest	32	Nord-Ovest
64	Nord	128	Nord-Est

Di seguito è riportato un esempio di una rappresentazione del passaggio dal DEM ad una griglia costituita dalle direzioni preferenziali dei flussi.



Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo, sempre in ambiente GIS, conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata *flow accumulation* grid (accumuli di flusso) così rappresentata:



Grazie alla generazione della griglia di accumulo è possibile successivamente stabilire un numero minimo di celle tributarie e “marcare” in questo modo la linea di compluvio naturale.

Queste tecniche, come si è anticipato, consentono la perimetrazione di un bacino idrografico oltre che la determinazione di tutti i parametri morfometrici di esso caratteristici. Un bacino idrografico può essere considerato come una porzione di territorio capace di convogliare naturalmente e far defluire attraverso una sezione idraulica comunemente detta “sezione di chiusura” l’acqua precipitata sulla stessa.

La sezione di chiusura è rappresentata dal punto più depresso della linea di drenaggio naturale. Le celle di più griglie di ingresso contenenti le informazioni di quota (DEM), di direzione e di accumulo vengono utilizzate da un algoritmo, in ambiente GIS, per determinare il bacino idrografico relativo ad ogni sezione di chiusura individuata.

La generazione del reticolo idrografico “naturale” da DEM, risente ovviamente delle eventuali modificazioni della rete idrografica dovute alle azioni antropiche, tuttavia la sovrapposizione del reticolo idrografico determinato con il reticolo idrografico “reale” estratto dalle carte tecniche ha consentito di apprezzare una notevole corrispondenza tra i due.

Grazie ai processi di analisi precedentemente esposti è stato possibile perimetrare i bacini idrografici le cui caratteristiche morfometriche sono riportate nella seguente tabella:

<i>nome bacino</i>	<i>area (Km²)</i>	<i>slope</i>	<i>quota media (m slm)</i>	<i>lunghezza aste (Km)</i>
01	4.46	4.02	76.89	6.067
02a	86.08	8.10	323.72	31.800
02b	4.25	3.45	54.05	7.746
03a	8.98	10.22	38.10	10.871
03b	3.32	5.48	3.77	3.609

Tabella 2 - Caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

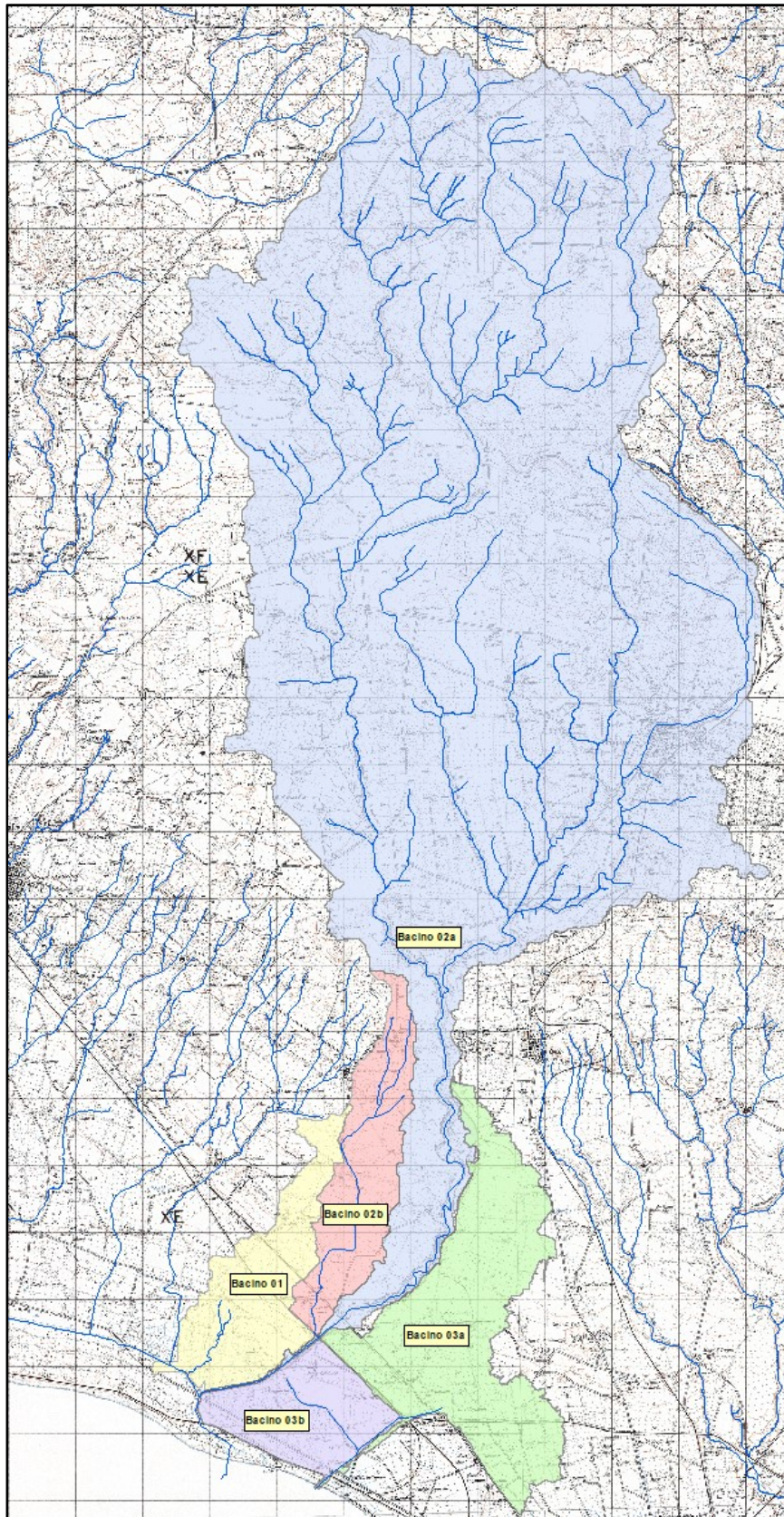


Figura 27 – Bacini idrografici

8.2 Curve di possibilità pluviometrica

La valutazione della massima precipitazione al variare del tempo di ritorno viene svolta, rifacendosi alla metodologia proposta dal Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale".

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al., 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al., 1987).

Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si fa ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

L'utilizzo della TCEV consente di ricostruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, mediante il quale è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni in cui risulta costante anche il coefficiente di variazione (secondo livello di regionalizzazione).

Il valore $P_{d,T}$ del massimo annuale di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una prefissata durata, viene espresso come prodotto tra il suo valore medio X_T ed una quantità K_T , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T , definito dal rapporto:

$$K_T = \frac{P_{d,T}}{X_T}$$

La curva di distribuzione di probabilità data dal precedente rapporto corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV legati al coefficiente di asimmetria e al coefficiente di variazione.

Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea, previamente identificata, al secondo livello di regionalizzazione, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T ed il fattore di crescita K_T , ritenendo trascurabile la sua variabilità con la durata.

Con il terzo livello di regionalizzazione viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione delle serie storiche in relazione a fattori locali; in particolare si ricercano eventuali legami esistenti tra i valori medi dei massimi annuali delle piogge di diversa durata ed i parametri geografici significativi (ad esempio la quota sul livello del mare) delle diverse località, consentendo in definitiva di proporre la stima dei valori medi dei massimi annuali di precipitazione anche in siti sprovvisti di stazioni di misura o con serie storica di lunghezza ridotta.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio X_t dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$X_t = at^n$$

essendo "a" ed "n" i parametri caratteristici della curva di probabilità pluviometrica, variabili da sito a sito.

L'analisi di terzo livello ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

In definitiva il territorio di competenza della regione Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

$$\begin{aligned} \text{Zona 1:} & \quad X(t, z) = 28.66 t^{(0.000503z+0.720 / 3.178)} \\ \text{Zona 2:} & \quad X(t, z) = 22.23 t^{0.247} \\ \text{Zona 3:} & \quad X(t, z) = 25.325 t^{(0.696+0.000531z) / 3.178} \\ \text{Zona 4:} & \quad X(t, z) = 24.70 t^{0.256} \\ \text{Zona 5:} & \quad X(t, z) = 28.2 t^{(0.628+0.0002z) / 3.178} \\ \text{Zona 6:} & \quad X(t, z) = 33.7 t^{(0.488+0.0022z) / 3.178} \end{aligned}$$

dove:

t = durata della precipitazione;

z = quota media del sito.

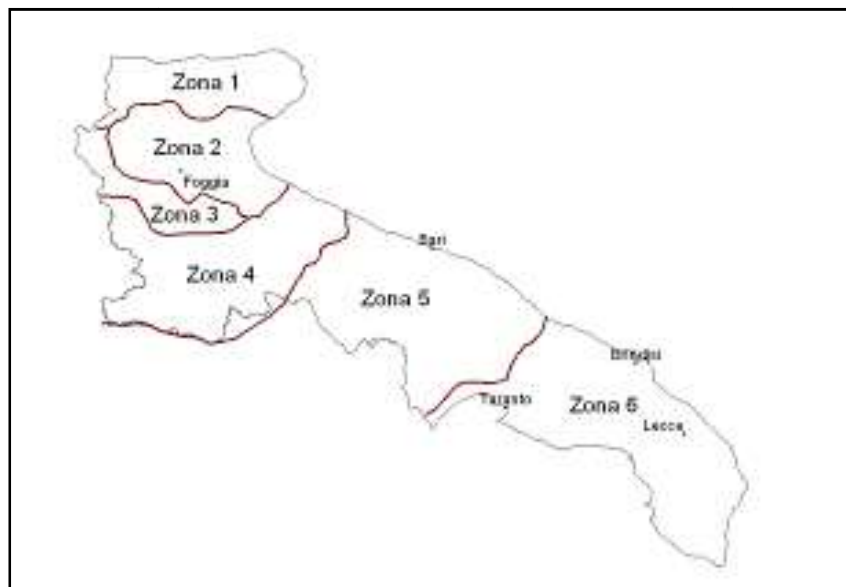


Figura 28 - Regione Puglia zone omogenee al 3° livello

Noto il valore di X_t è possibile ricavare il valore della pioggia massima per prefissato tempo di ritorno a partire dalla conoscenza del fattore probabilistico di crescita K_t .

Per la valutazione del fattore di crescita si è utilizzata la seguente relazione:

$$K_T = a + b \ln T$$

Dove **a** e **b** sono due parametri che variano in funzione della zona considerata e per la Puglia centro-meridionale (zone 5 e 6) assumono i valori riportati nella.

Zona omogenea	a	b

Puglia settentrionale	0.1599	0.5166
-----------------------	--------	--------

Tabella 3- Valori dei parametri a e b

L'applicazione della metodologia Vapi all'area oggetto di studio, determinati tutti i parametri necessari, ha portato alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica.

ZONA 6

CPP 1 – riferita al bacino 01 (Sorgente Tara);;

CPP 2 – riferita al bacino 02a (Gravina Gennarini);

CPP 3 – riferita al bacino 02b (loc. La Colombara);

CPP 4 – riferita al bacino 03a (Canale Ilva);

CPP 5 – riferita al bacino 03b (Canale Bellavista).

I valori assunti dal fattore di crescita calcolati per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni sono riportati nella seguente tabella.

Tempo di ritorno	K_T
30 anni	1.92
200 anni	2.90
500 anni	3.37

Tabella 3: Valori del fattore di crescita

Si riportano nel seguito le rappresentazioni grafiche delle curve di possibilità pluviometrica e le loro equazioni in funzione del tempo di pioggia.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

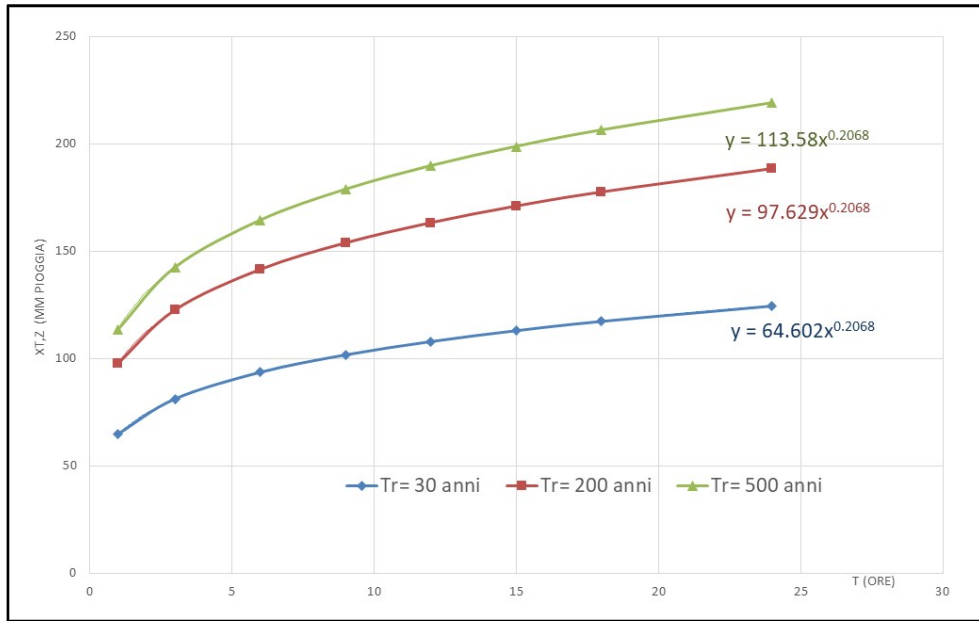


Figura 29: CPP 1 curve di possibilità pluviometrica VAPI – Bacino 01

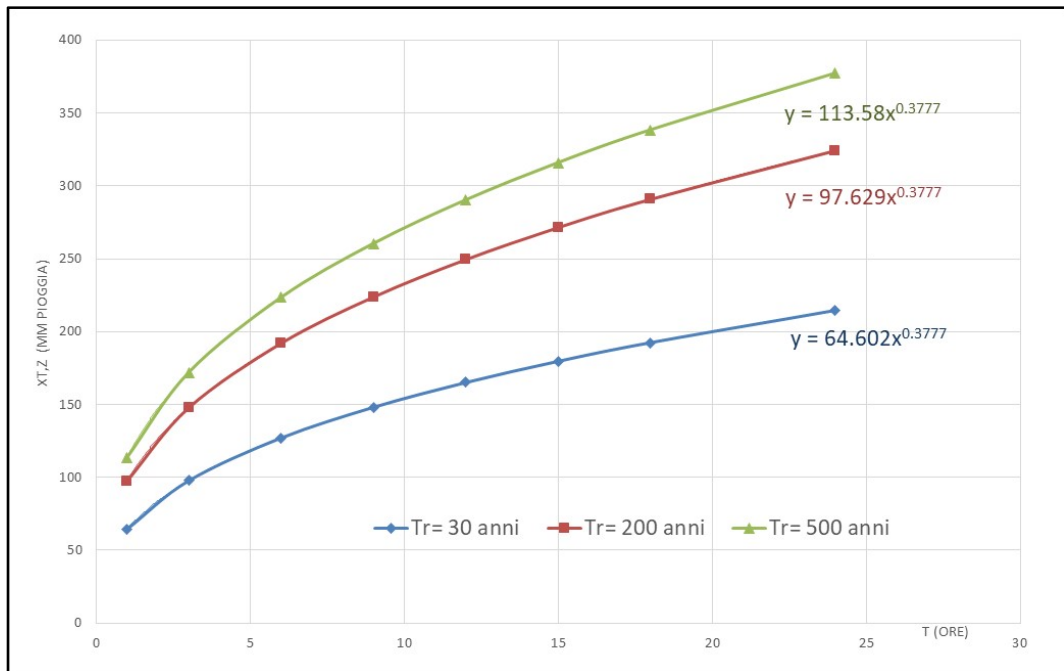


Figura 30: CPP 2 curve di possibilità pluviometrica VAPI – Bacino 02a

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

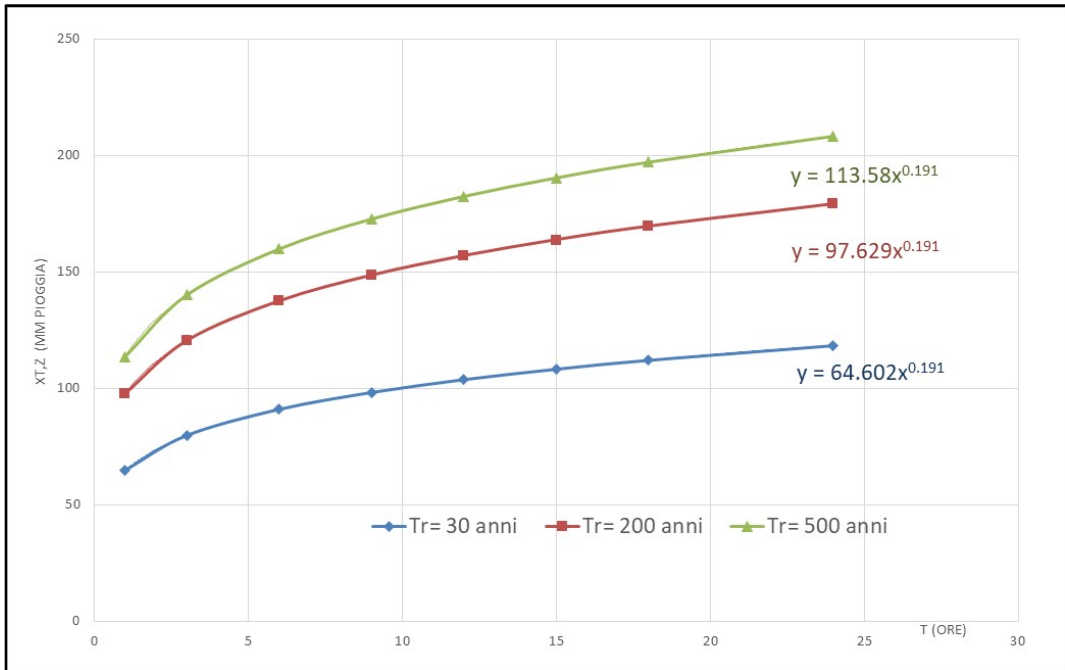


Figura 31: CPP 3 curve di possibilità pluviometrica VAPI – Bacino 02b

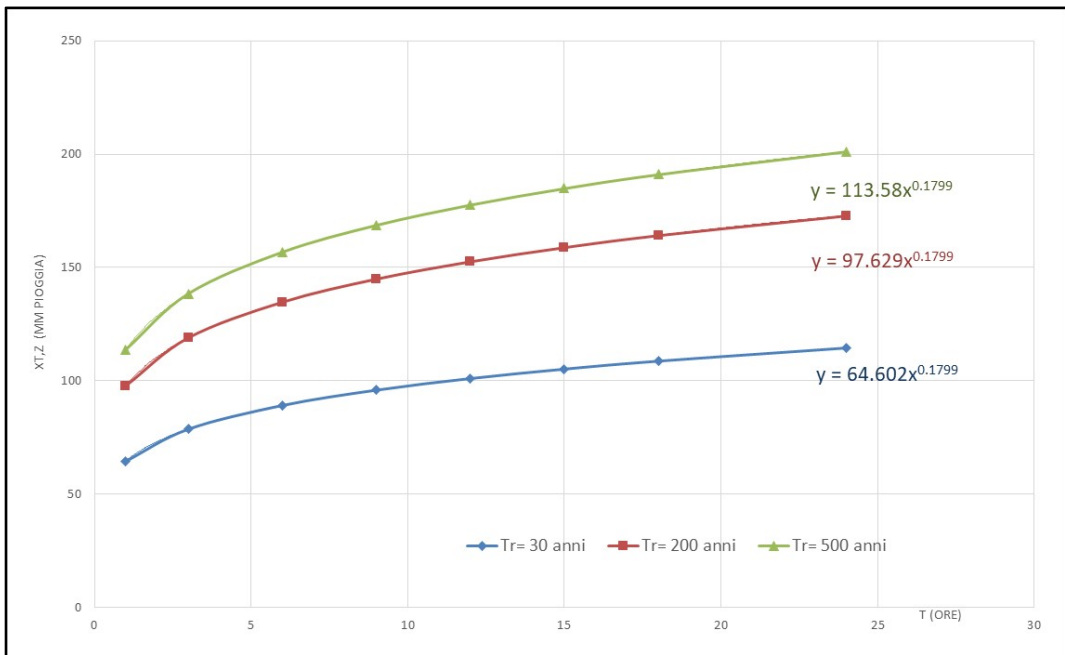


Figura 32: CPP 4 curve di possibilità pluviometrica VAPI – Bacino 03a

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

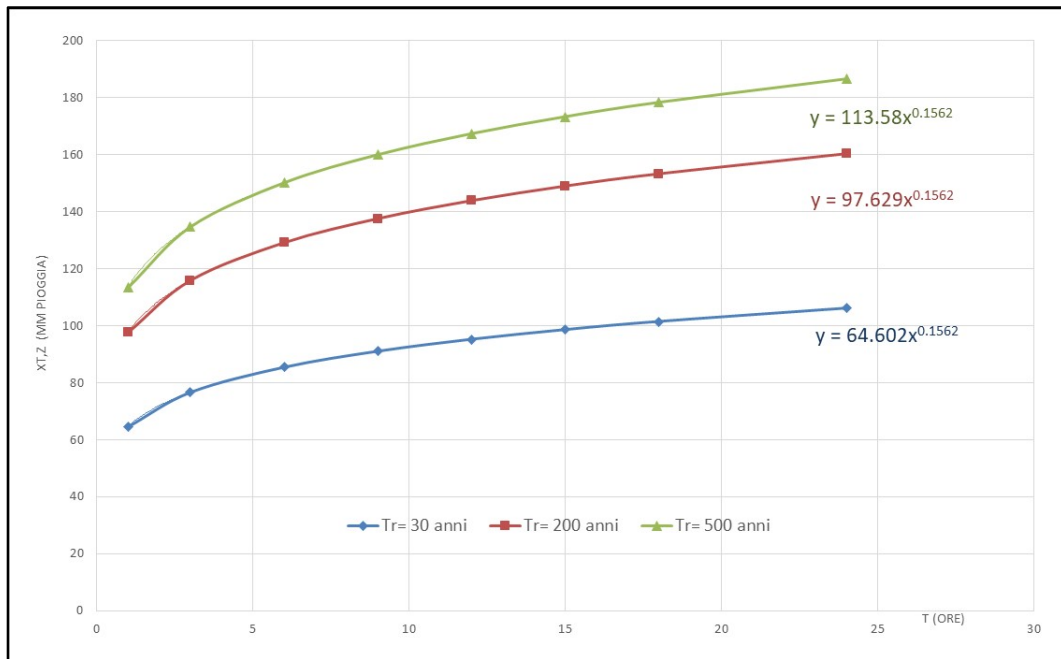


Figura 33: CPP 5 curve di possibilità pluviometrica VAPI – Bacino 03b

9 ANALISI IDRAULICA

9.1 Massimizzazione delle portate col metodo SCS

Per la determinazione degli eventi di piena si applicano modelli idrologici afflussi–deflussi basati sulle caratteristiche del bacino in forma globale.

In particolare l'analisi degli eventi critici viene affrontata applicando il **Metodo SCS** (Ferro V., 2006).

Il metodo del Soil Conservation Service da la possibilità sia della determinazione del volume della piena o della sua portata al colmo sia della completa ricostruzione dell'idrogramma di piena.

Per la determinazione del volume di piena il metodo si fonda sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione:

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

in cui i termini sono espressi in millimetri e si è indicato con V il volume di deflusso, con P_n la precipitazione netta, con W l'invaso del suolo, cioè il volume idrico effettivamente immagazzinato nel suolo, e con S il valore massimo del suddetto invaso.

La precipitazione netta si ottiene sottraendo alla precipitazione totale P le perdite iniziali I_a dovute all'immagazzinamento superficiale, imputabile alla presenza sulla superficie del bacino di zone che, per la loro morfologia, consentono l'accumulo dei volumi idrici; all'intercettazione ad opera della copertura vegetale presente; ed all'infiltrazione prima della formazione del deflusso:

$$P_n = P - I_a$$

Tenendo conto che le perdite iniziali possono essere correlate all'invaso massimo del suolo mediante la seguente relazione:

$$I_a = 0.2S$$

e che la precipitazione netta P_n si ripartisce completamente tra il volume di deflusso superficiale e l'invaso del suolo:

$$P_n = V + W$$

sostituendo il valore di W ricavato da quest'ultima nella prima relazione, tenendo conto dell'espressione della pioggia netta e del valore delle perdite iniziali, si perviene alla seguente relazione:

$$V = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

L'applicazione di tale relazione presuppone, oltre alla conoscenza della precipitazione totale P , la stima del massimo invaso S del suolo che, teoricamente, può assumere tutti i valori positivi compresi tra zero (suolo perfettamente impermeabile) e infinito (nessuna formazione di deflusso).

La valutazione di S viene condotta mediante la seguente relazione:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN_{III}} - 10 \right)$$

in cui figura in parametro CN, denominato curve number, che assume valori compresi tra 100 e 0.

Il CN rappresenta l'attitudine del bacino esaminato a formare deflusso ed è stato stimato, per i bacini considerati, sulla base dei valori riportati, in relazione alle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale presente nel bacino.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dei suoli, l' SCS ha effettuato una distinzione in quattro classi:

1. CLASSE A: permeabilità alta (capacità di infiltrazione molto elevata, scarsa potenzialità di deflusso).
2. CLASSE B: permeabilità media (elevata capacità di infiltrazione, moderata potenzialità di deflusso).
3. CLASSE C: permeabilità bassa (scarsa capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso moderatamente alta).
4. CLASSE D: permeabilità nulla (scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso molto elevata; pressoché impermeabili).

Il metodo tiene conto delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (Antecedent Moisture Conditions, AMC) e a tal fine va precisato che i valori di CN riportati in tabella 5 si riferiscono a condizioni medie del parametro AMC denominato per questo AMCII.

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Tabella 4 - Valori del coefficiente CN per la condizione AMC II

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica

La stima del CN presuppone, inizialmente, la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo ricadente all'interno del bacino e, all'interno di ciascun gruppo, l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica.

A ciascuna area omogenea, di nota superficie, viene attribuito l'appropriato CN sulla base di quelli riportati nella tabella 3; il valore di CN dell'intero bacino si ottiene come media pesata, con peso la superficie, dei valori stimati per le singole aree omogenee.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica

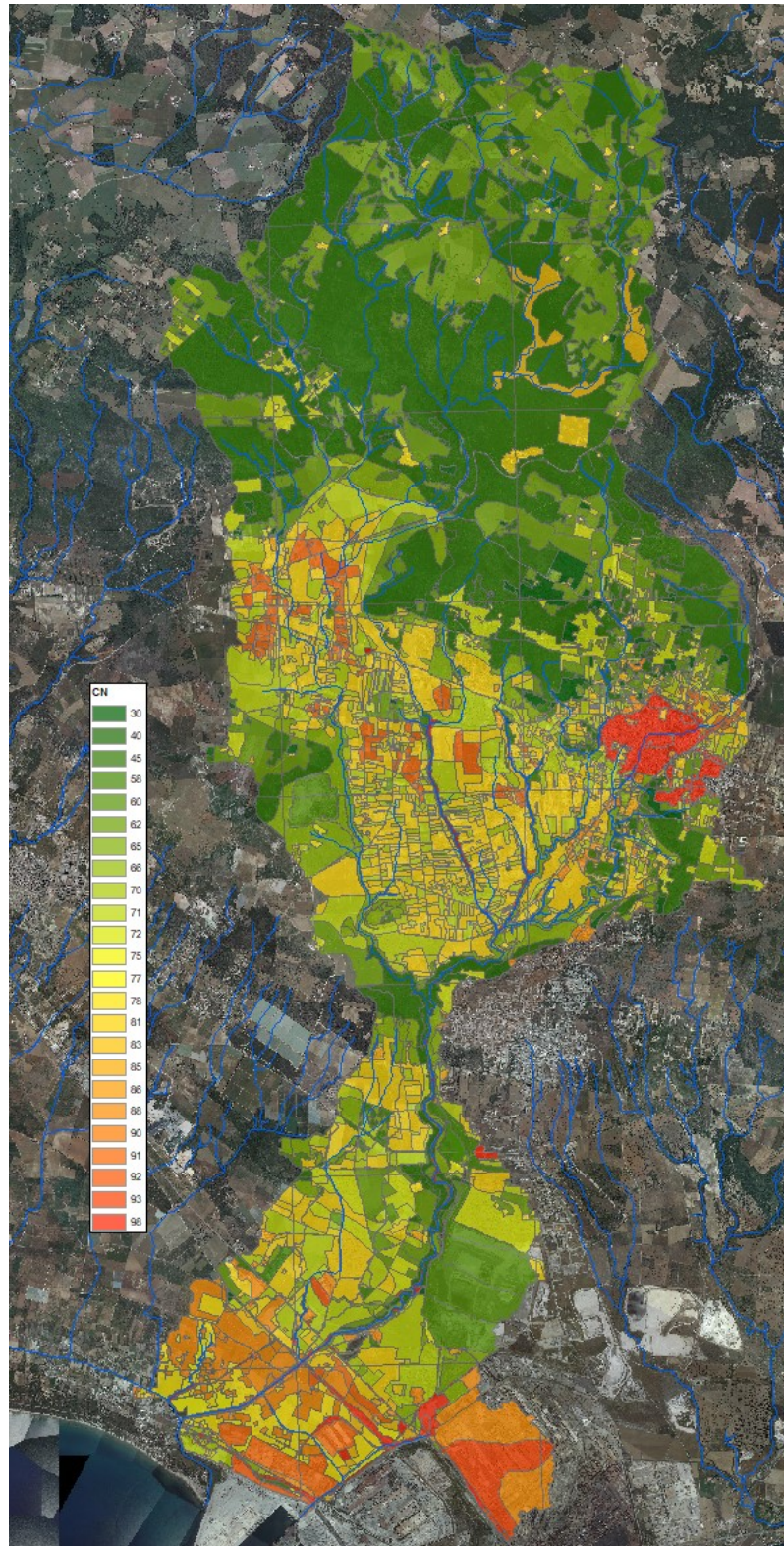


Figura 34 – Curve Number

L'individuazione, delle aree omogenee per destinazione d'uso e condizione idrica è stata svolta in ambiente GIS, intersecando gli shapefile di uso del suolo e permeabilità dell'area oggetto di studio.

Il Curve Number è un parametro adimensionale che oltre a dipendere dall'uso del suolo e dalla litologia affiorante, dipende anche dal grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition) : molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm).

Nel caso in oggetto, i valori di CN così calcolati, rappresentativi del gruppo AMC II, sono stati corretti con il fattore della condizione umida attraverso la formula che segue:

$$CN_{III} = 3.4212 - 1.1999 \log (CN_{II})$$

Il valore di CN adottato nel calcolo della portata, corrispondente alla classe AMC-tipo II (CNII), è riportato nella seguente tabella.

ID BACINO	CNIII
01	86.33
02a	76.71
02b	87.76
03a	85.62
03b	89.01

Tabella 5 – Riepilogo CN

La portata al colmo di piena corrisponde alla massima portata generata da una precipitazione di durata critica tale da mettere in crisi la rete idrografica e dipende fortemente dall'estensione del bacino. Questa circostanza è una logica conseguenza del fenomeno di trasferimento che impone che ogni particella liquida che cade in un punto del bacino deve seguire un suo percorso per giungere alla sezione di chiusura, impiegando, a parità di velocità di trasferimento, un tempo tanto maggiore quanto più lungo è il percorso da effettuare.

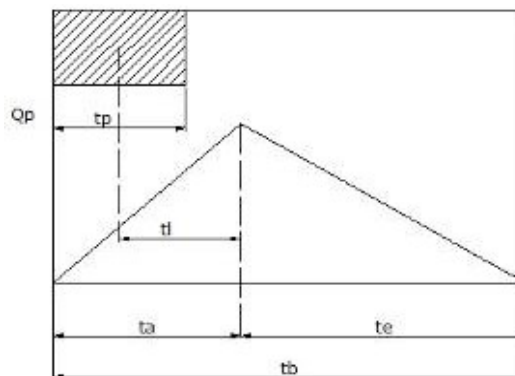


Grafico 1- Idrogramma di Mockus

Per il calcolo della portata al colmo Q_p [m^3/s] con il metodo SCS, si è considerato un idrogramma approssimato di forma triangolare (Mockus), che ha una fase crescente di durata t_a ed una fase di esaurimento di durata t_e e il cui volume, espresso in m^3 , ha la seguente espressione:

$$Vol = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2} \quad (*)$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma di piena defluisce un volume idrico pari al 35.7% del volume totale V di deflusso, è possibile stabilire la relazione che lega t_a a t_b dalla seguente:

$$0.375 \frac{Q_p}{2}(t_b) = \frac{Q_p}{2}(t_a)$$

e cioè:

$$t_b = 2.67t_a$$

Sostituendo quest'ultima nella espressione che lega il volume a t_b (*), esprimendo il volume di deflusso V (porzione di precipitazione netta che defluisce dalla sezione di controllo) in millimetri, l'area del bacino in chilometri quadrati e il tempo t_a in ore; si ottiene:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a} \text{ [m}^3 \text{ / s]}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p e indicando con t_L il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello istogramma e il picco dell'idrogramma triangolare), si effettua con la semplice relazione:

$$t_a = 0,5t_p + t_L$$

Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la **formula di Mockus**:

$$t_L = 0,342 \frac{L^{0,8}}{s^{0,5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in %, L è la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla dispiuviale espressa in km e CN è il "curve number" medio del bacino (Ferro V., 2006).

Poiché la precipitazione critica per il bacino è quella avente una durata pari al tempo di corrivazione (t_c), la durata dell'evento meteorico di riferimento t_p viene imposta pari a t_c :

$$t_p = t_c$$

Il tempo di corrivazione è correlato al tempo di ritardo attraverso la seguente relazione:

$$\frac{t_L}{t_c} = 0,6$$

L'applicazione della procedura precedentemente esposta ai bacini individuati ha condotto alla determinazione delle portate al colmo per il tempo di ritorno di 200 anni, di seguito riportati.

ID BACINO	TR = 200	
	Q	V

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

	[m ³ /s]	[mm]
01	20.97	89.01
02a	225.16	260.98
02b	17.28	95.12
03a	43.65	87.14

Tabella 6 – Riepilogo portate e volumi di deflusso

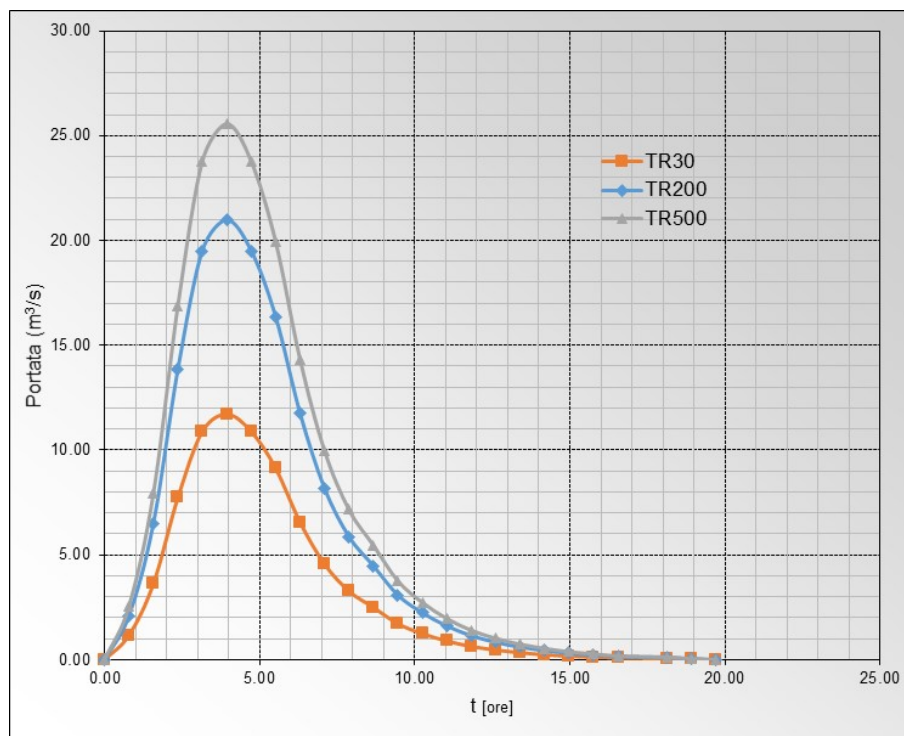


Grafico 2 - Idrogrammi di piena Bacino 01

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

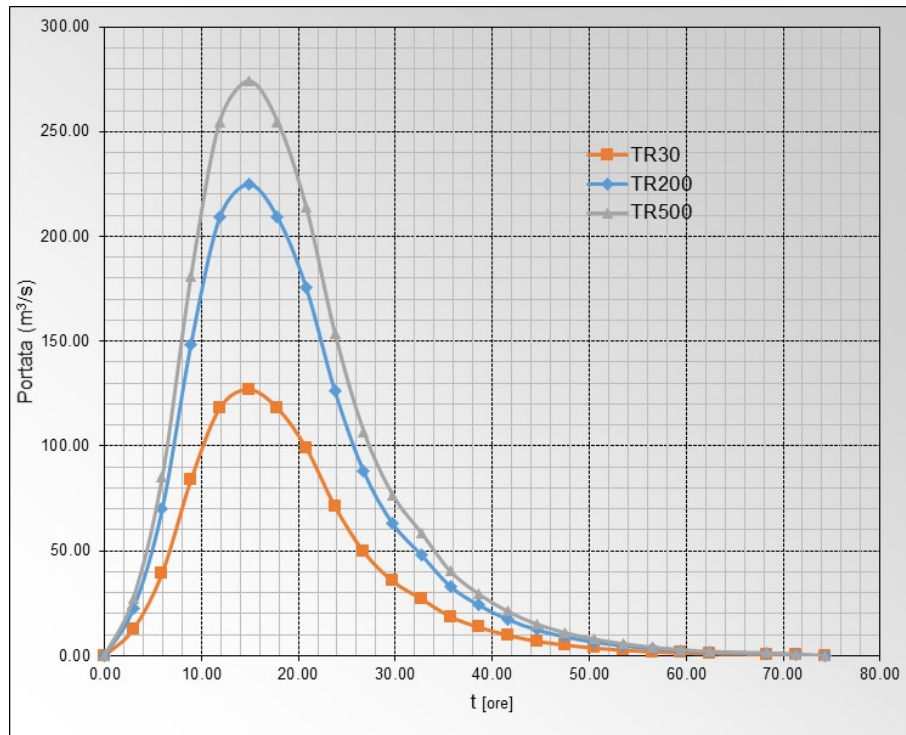


Grafico 3 - Idrogrammi di piena Bacino 02a

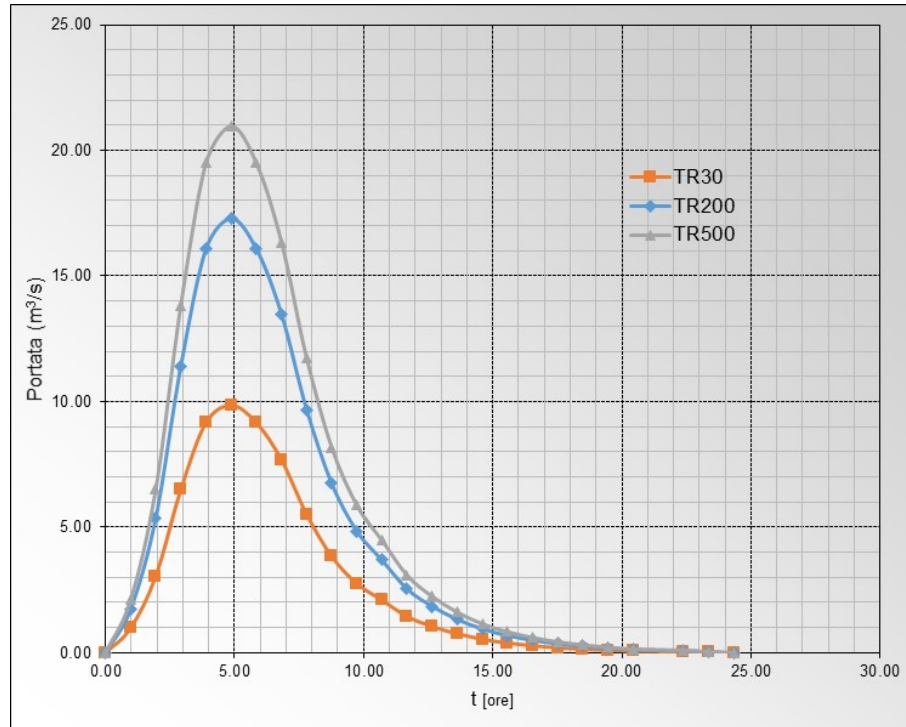


Grafico 4 - Idrogrammi di piena Bacino 02b

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

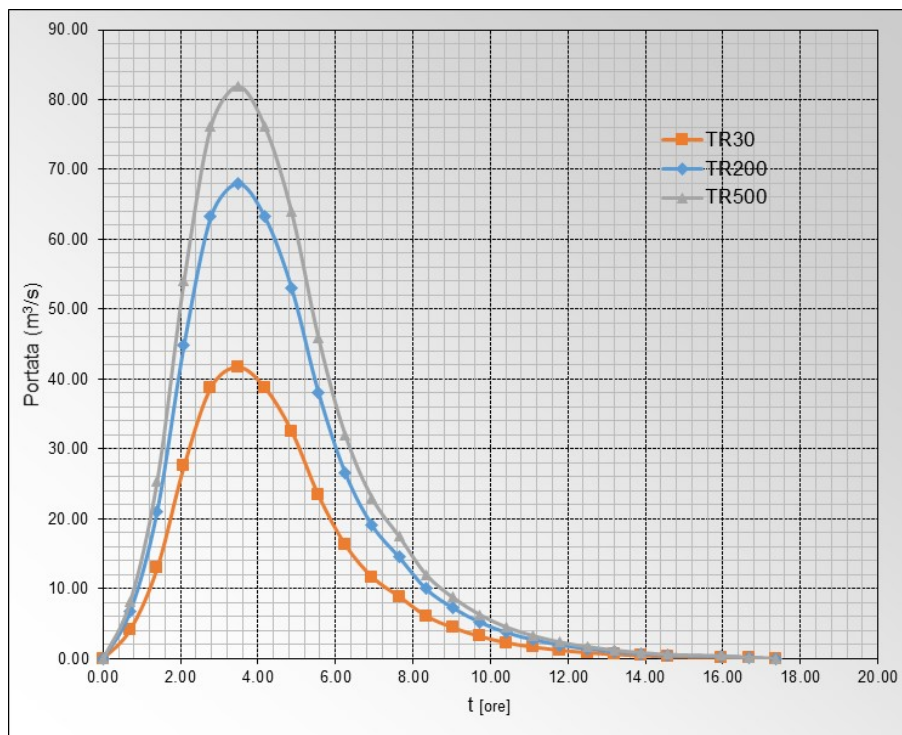


Grafico 5 - Idrogrammi di piena Bacino 03a

Per il bacino del Canale Fiumetto (Bacino 3b), la determinazione delle portate idrologiche è stata condotta in regime di moto vario attraverso il software Hec Ras 6.1 sviluppato da *U.S. Army Corps of Engineers*, Hydrologic Engineering Center, in California, USA.

È stata eseguita una simulazione a parametri distribuiti con eventi di pioggia di assegnato tempo di ritorno pari 200 anni e sono stati analizzati i risultati relativi alla morfologia della rete di deflusso e alle aree interessate da fenomeni di allagamento.

Dalla curva di Possibilità Climatica è stato possibile ricavare la quantità massima di pioggia prevista in base a prefissate durate dell'evento piovoso. In particolare è stato scelto l'evento di pioggia di durata pari al tempo di corrivazione del bacino di riferimento di 1.61 h per il tempo di ritorno pari a 200 anni ed è stato costruito lo idrogramma rettangolare avente come superficie sottesa proprio il volume di pioggia in mm ricavato dalle curve di possibilità climatica.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

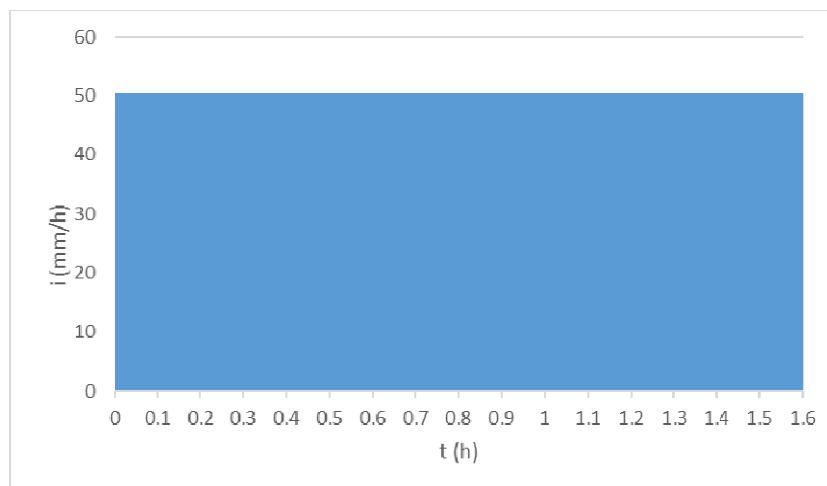


Grafico 6 – Ietogrammi per Tr 200 anni di durata 1.61 h

Nel software di calcolo InfoWorks in corrispondenza dei colatori e del canale Fiumetto sono stati inseriti dei tratti fluviali, che permettono di ricostruire l'idrogramma che attraversa una sezione specifica.

I risultati di output disponibili per ogni sezione sono:

- Carico totale sezione (m)
- Livello sezione
- Numero froude sezione
- Portata sezione
- Tirante sezione
- Velocità sezione

Nella tabella seguente si riportano i valori di picco delle portate entranti nel Canale Fiumetto e nei tre colatori individuati per Tr 200 anni, considerando una pioggia distribuita di durata pari a 1.61 h, pari al tempo di corrivazione del bacino afferente all'area di intervento.

ID Bacino	ID Canali	Denominazioni Canali	Q_{TR200} [m ³ /s]
03b	06a	Canale Bellavista	2.70
	06b		13.31
	07	Canale Fiumetto	16.54
	08	Canale Padula	3.37
	09	2° Colatore B.	4.10
	10a	1° Colatore B.	8.20
	10b	1° Colatore B.	8.00

Tabella 7 – Valori di portata degli impluvi principali individuati

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

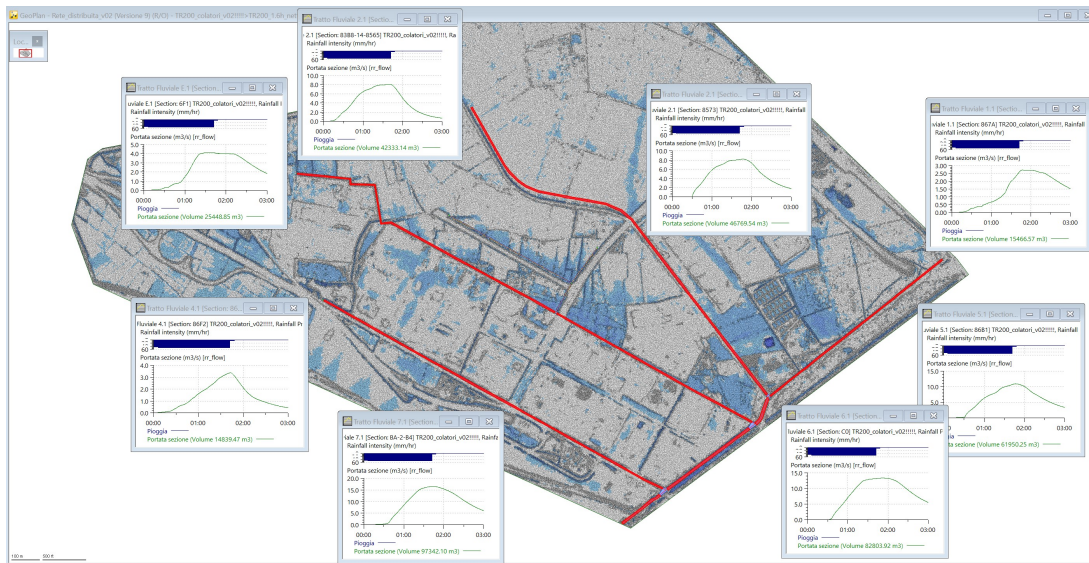


Figura 35 – Portate in uscita dalle sezioni

I valori ottenuti derivano dallo studio idrologico svolto per caratterizzare il bacino idrografico in esame e dipendono completamente dalla scelta del metodo per la stima delle precipitazioni (procedura di analisi regionale prevista dal progetto Va.Pi, in accordo con quanto previsto da AdB Puglia) e dalle ipotesi cautelative considerate per il grado di umidità del terreno prima dell'evento, della permeabilità, del tipo e dell'uso del suolo.

L'area considerata nella modellazione bidimensionale è pari all'area del bacino effettivamente contribuente alla formazione degli eventi di piena nel canale Fiumetto, Bellavista e per i tre colatori, a seguito delle regimentazioni del Canale Stornara e del 2° Canale Ilva.

Si evidenzia che la presente analisi è stata condotta in condizioni ante operam e pertanto, per i colatori posti più a sud (Colatore 2 e 3) risulta vantaggio di sicurezza. Infatti il volume meteorico che attraversa una Result Line, se non adeguatamente inalveato, continua a propagarsi e ad interessare i colatori posti più a valle.

9.2 Dimensionamento in moto permanente

Il dimensionamento delle sezioni dei canali e delle arginature è stata condotta in moto permanente implementando un modello di propagazione della piena di tipo mono-dimensionale attraverso il software HEC-RAS (versione 6.1.0), sviluppato da U.S.Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, in California, USA.

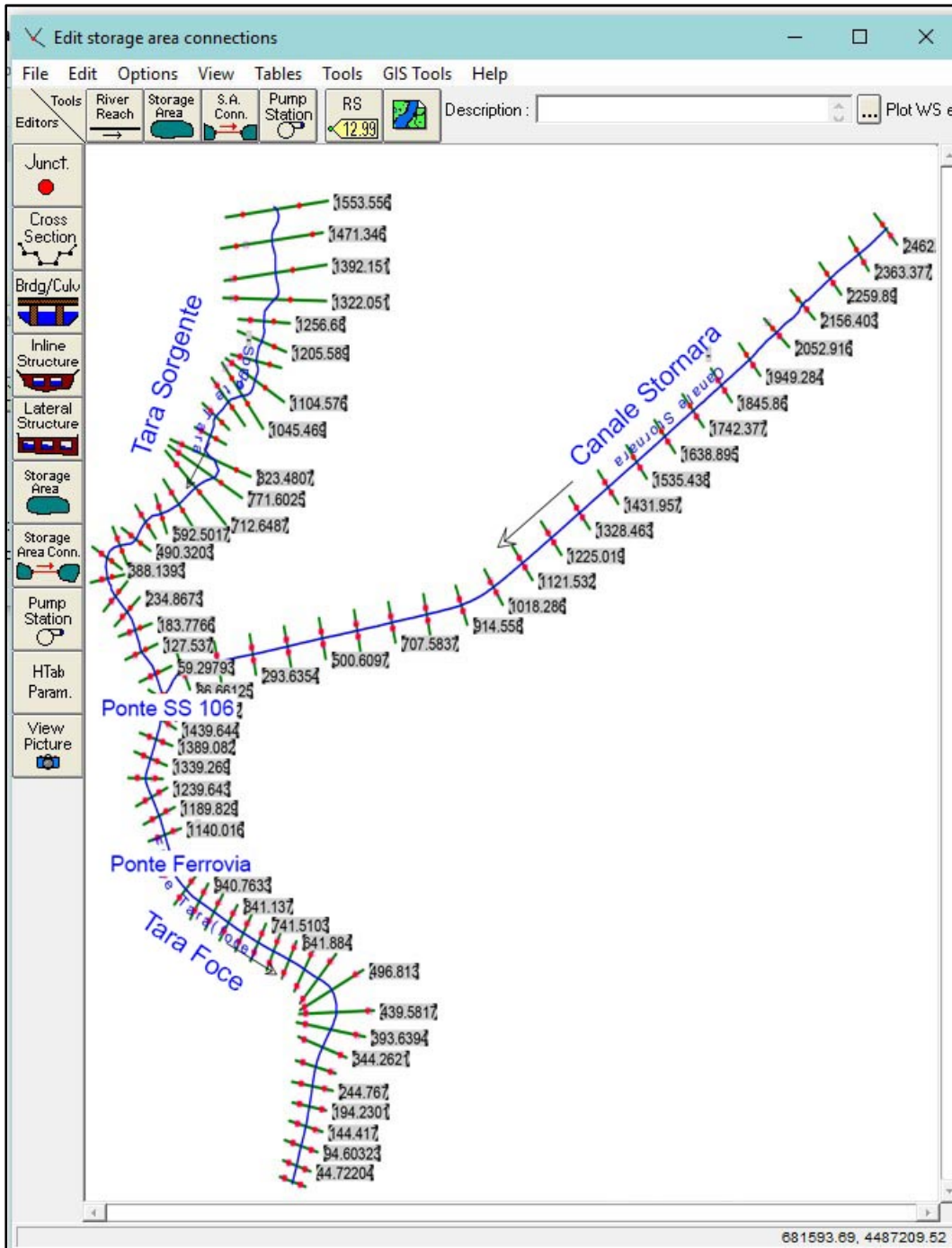


Figura 36- Schema planimetrico della rete - Fiume Tara e CanaleStornara

Il codice di calcolo adottato fornisce come risultato l'altezza del pelo libero, calcolata sotto l'ipotesi di moto permanente, oltre a valutare gli effetti della corrente dovuti all'interazione con ponti, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

Il software permette l'inserimento dei dati in ambiente Windows attraverso numerose finestre di dialogo. In primo luogo sono state fornite le informazioni relative alla geometria del corso d'acqua in un'apposita sezione (*geometric data*), all'interno della quale si devono definire il corso del fiume (*reach*), la geometria delle sezioni (*cross section geometry*), la distanza fra le sezioni (*reach length*) e il coefficiente di scabrezza, rappresentativo delle perdite di carico, secondo la formulazione di Manning.

In questa sezione sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (*XS Interpolation*), molto utile quando occorre infittire il numero di sezioni, qualora i rilievi originali siano troppo distanti fra loro; inoltre, è possibile definire la quota delle sponde (*left and right elevations*) e degli argini (*levees*) e inserire nella sezione delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (*ineffective flow areas*) e delle coperture (*lids*).

Il codice di calcolo permette anche di fornire la geometria dei ponti in una sezione (*bridge and culvert data*) nella quale è possibile definire per ogni ponte l'impalcato (*deck/roadway*), le pile (*piers*), le spalle (sloping abutments) e le condizioni di calcolo (*bridge modelling approach*).

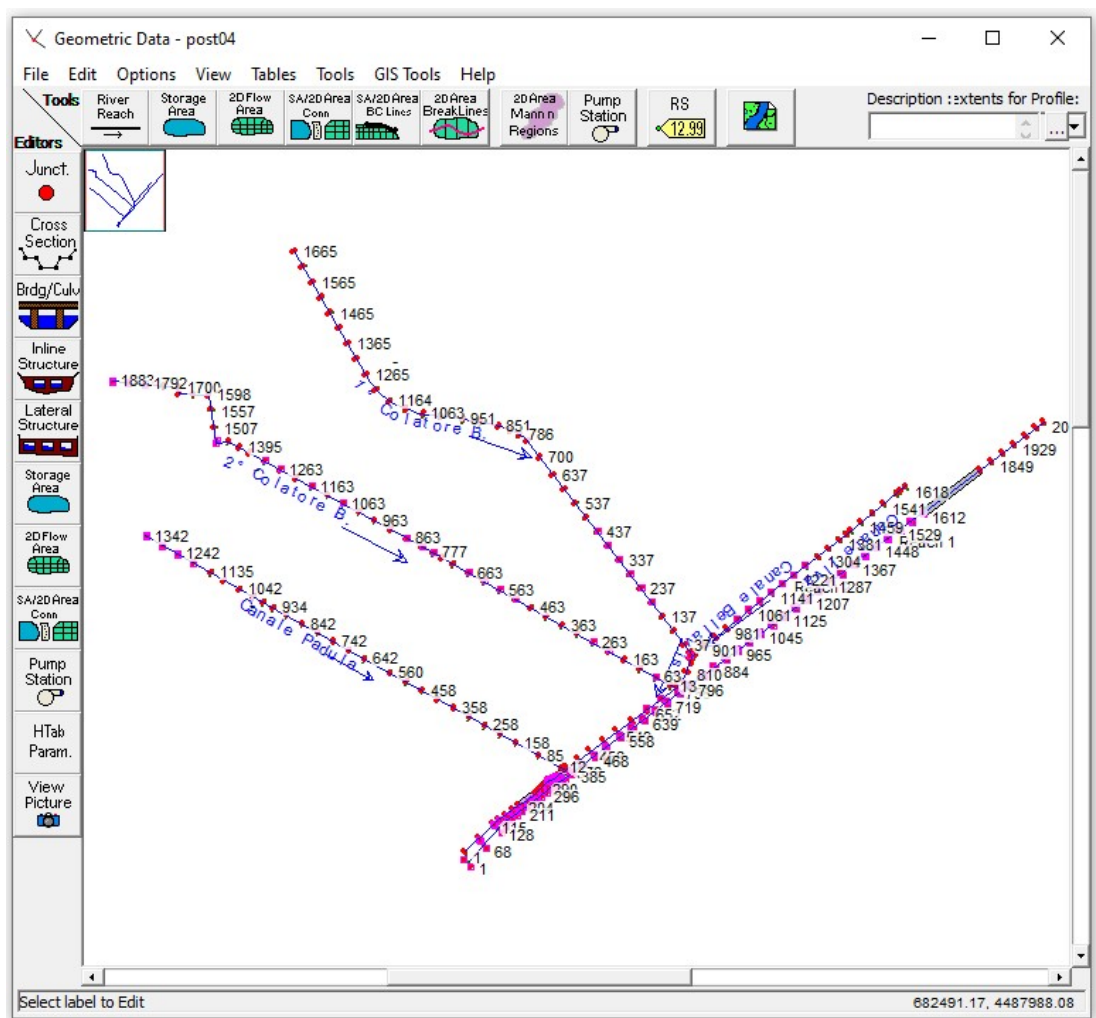


Figura 37- Schema planimetrico della rete - Canale Ilva, Canale Fiumetto e relativi Colatori

Successivamente è stata impostata la sezione relativa alle condizioni di moto (*steady flow data*), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni al contorno (*boundary conditions*). A questo punto il codice di calcolo è pronto per eseguire i calcoli idraulici nella sezione denominata *steady flow analysis*.

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

I risultati delle computazioni idrauliche sono proposti attraverso tabelle riepilogative (*cross-section table e profile table*) e grafici delle sezioni geometriche (*plot cross-section*) e del profilo longitudinale (*plot profile*) e, infine, tramite una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (*x, y, z perspective plot*).

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio.

Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile i_m , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica J , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza. La relazione $i_m = J$ costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto Standard Step Method, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente.

Le equazioni utilizzate dal software sono quelle di continuità, di conservazione della quantità di moto e l'equazione costitutiva di Navier-Stokes, mentre per la descrizione delle perdite energetiche è fatto riferimento al coefficiente di Manning.

Nelle prove la condizione imposta è stata l'altezza critica (tirante idrico iniziale nella sezione in corrispondenza della velocità critica), calcolata automaticamente dal software mediante l'equazione di moto uniforme, noto l'andamento delle pendenze lungo il tratto e la portata che vi fluisce.

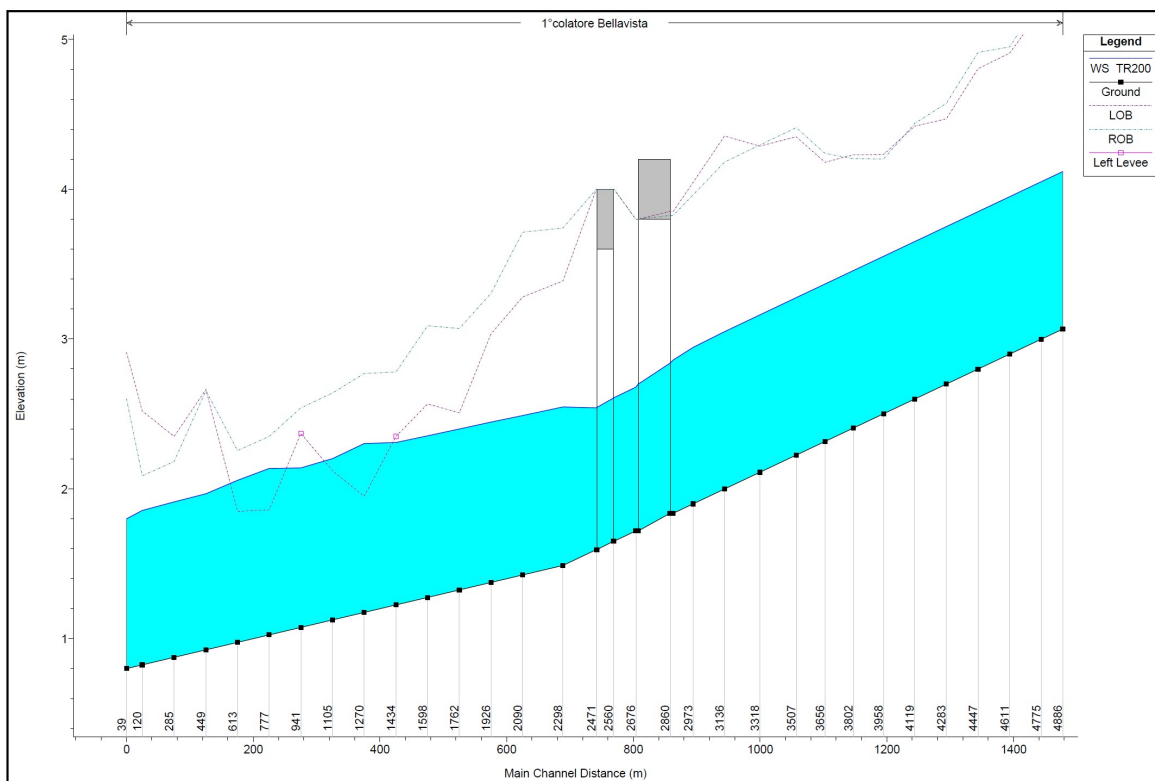


Figura 38 – Profilo longitudinale del tratto di intervento (Eco Park)

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_Relazione Idrologica-Idraulica

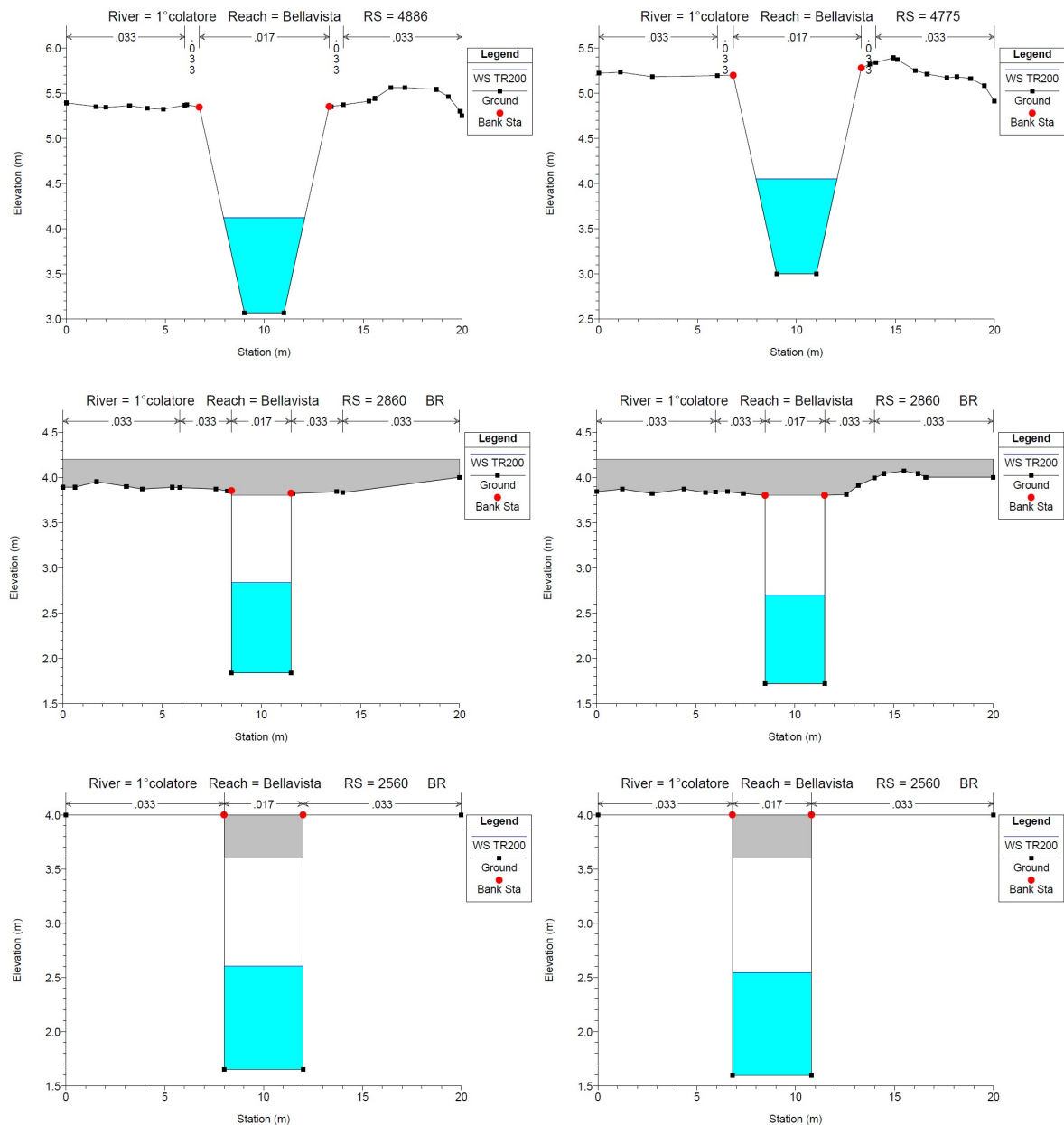


Figura 39 – Sezioni rappresentative del tratto di intervento (Eco Park)

9.3 Verifica in moto vario

La verifica delle sezioni di progetto, predimensionate in moto permanente, è stata condotta utilizzando il software **InfoWorks ICM 9.1**, specializzato nella modellazione **mono e bi-dimensionale** di sistemi idraulici complessi costituiti da reti idrauliche e corsi d'acqua naturali.

La peculiarità di questo software è quella di eseguire simulazioni integrate 1D-2D molto stabili sia per reti intubate che per alvei naturali a cielo aperto, dando la possibilità di inserire manufatti ed elementi lineari o puntuali di diverso tipo.

La prima fase della definizione del modello è stata l'impostazione del dominio di simulazione (dominio 2D). Definita l'estensione dell'oggetto "poligonale" (dominio 2D) all'interno di esso il software genera una "magliatura", cioè un insieme di maglie accoppiate, di forma triangolare, che costituiscono l'unità del calcolo bidimensionale. Le maglie vengono create attraverso un apposito comando in maniera automatica e tengono conto di tutti gli elementi che influenzano il moto bidimensionale all'interno del dominio. Per effettuare il processo di magliatura è stato utilizzato il DTM descritto nel capitolo 2.

Una volta creato il dominio 2D, le impostazioni relative alle maglie vengono definite nella pagina di proprietà del poligono. Tra le principali variabili vi sono:

- Massima Area Triangolo(Maximum Triangle Area): questo valore molto importante definisce la dimensione massima che può assumere ogni singola maglia triangolare durante il processo automatico di magliatura, quindi più il valore è piccolo e più dettagliata sarà la griglia di calcolo. *La maglia utilizzata varia tra una superficie massima di 10 m² e una minima di 1 m² con un valore massimo di variazione in altezza pari ad 0.25m;*
- Condizioni al contorno (Boundary Type): questa proprietà definisce il comportamento che l'acqua deve assumere qualora arrivasse a lambire il confine del poligono durante la simulazione. Nel presente studio è stata utilizzata l'impostazione : "Normal condition" ovvero si assume che la pendenza del terreno bilanci le forze d'attrito (flusso normale o uniforme); l'altezza e la velocità vengono mantenute costanti quando l'acqua raggiunge il confine, in modo che l'acqua possa fluire al di fuori del poligono senza perdite di carico.
- Scabrezza Manning (Roughness): la scabrezza viene attribuita a tutti triangoli creati durante il processo di magliatura. È possibile indicare localmente altri valori di scabrezza, il valore generale indicato in questo campo verrà utilizzato dove non specificato diversamente. *Nel caso in esame il coefficiente di scabrezza "n" è stato posto uguale a 0,033 per la Zona 2D.*

Il modello utilizzato dal software per la rappresentazione matematica del flusso, sia mono che bi-dimensionale è basato sull'equazione dell'acqua superficiale, relativa cioè all'altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu^2 + gh^2/2) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} \\ = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y}(hv^2 + gh^2/2) \\ = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1D} \end{aligned}$$

Dove:

- ✓ h è l'altezza dell'acqua;
- ✓ u e v sono rispettivamente le velocità nelle direzioni x e y ;
- ✓ $S_{0,x}$ e $S_{0,y}$ sono rispettivamente le pendenze dell'alveo nelle direzioni x e y ;
- ✓ $S_{f,x}$ e $S_{f,y}$ sono rispettivamente gli attriti nelle direzioni x e y ;
- ✓ q_{1D} è la portata per unità di area;
- ✓ u_{1D} e v_{1D} sono rispettivamente le componenti di velocità della portata q_{1D} nelle direzioni x e y .

Questa formulazione conservativa dell'equazione dell'acqua superficiale è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito. La tecnica di frazionamento del flusso assicura la proprietà del buon equilibrio

INTERCONNESSIONI AL PORTO DI TARANTO

Infrastrutturazione primaria e accessibilità stradale e ferroviaria area "Eco Industrial Park"
Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica | IDR_ Relazione Idrologica-Idraulica

bilanciando la pendenza con la pressione, termini a riposo. Per gestire la distinzione tra celle bagnate ed asciutte, viene utilizzata una soglia detta h_0 . Durante il calcolo, le celle a cui è associato un tirante idrico inferiore alla soglia sono considerate asciutte, dunque sia il tirante che la velocità vengono posti a zero. Il valore di default per questa profondità di soglia è 1mm.

10 QUADRO ECONOMICO

Per la definizione del quadro economico del presente stralcio si è redatto un computo metrico applicando alle quantità delle lavorazioni i prezzi unitari dedotti dal *"Listino Regionale dei prezzi delle opere pubbliche - Aggiornamento 2022 – approvato con D.G.R. n. 709 del 16 maggio 2022"*.

Gli oneri della sicurezza sono stati calcolati in percentuale sull'importo dei lavori come risultante dal computo metrico estimativo.

Nelle somme a disposizione dell'Amm.ne sono state previste le spese generali, le spese tecniche, gli imprevisti, le spese di esproprio e l'Iva come per legge.