



REGIONE SICILIA



Comune di Assoro
Provincia di Enna



Comune di Raddusa
Provincia di Catania



Comune di Enna

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

in agro dei Comuni di Assoro (EN), Raddusa (CT), Enna

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE



CAPOBIANCO s.r.l.

Corso Giacomo Matteotti, 1
20121 Milano
P.IVA e C.F. 12684270965
C.C.I.A. Milano - REA MI-2678645
srl.capobianco@pec.it

PROGETTAZIONE



BIOS IS s.r.l.

Via La Marmora, 51
50121 Firenze
P.IVA e C.F. 06393070484
C.C.I.A. Firenze - REA FI-624950
bios-is@pec.it

DIRETTORE TECNICO

ing. Giuliano Trentini

TITOLO ELABORATO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

NUMERO ELABORATO

03.09

FOGLIO

FORMATO

ODT

SCALA

IL TECNICO

ing. Giuliano Trentini

COLLABORATORI

0	26-01-2024	Emesso per progettazione definitiva		TRENTINI	TRENTINI
Revisione	Data	Descrizione		Preparato	Verificato
				TRENTINI	Approvato

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

SOMMARIO

1 Premessa	5
2 Quadro conoscitivo	5
2.1 Inquadramento territoriale	5
2.2 Inquadramento geologico	7
2.3 Inquadramento geomorfologico	8
2.4 Demanio Acque pubbliche	9
2.5 Pianificazione di bacino	10
3 Autorizzazione idraulica unica	12
4 Valutazione della compatibilità	13
5 Stima delle portate di progetto	15
5.1 Metodologia	15
5.2 Definizione della curva di possibilità pluviometrica	19
5.3 Applicazioni del modello e risultati	20
6 Dimensionamento del manufatto	21

1 PREMESSA

Le aree di intervento ricadono all'interno del territorio di competenze dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il PAI provvede alla mappatura e normazione del rischio geomorfologico, nelle tavole 02.06.01 *Carta della pericolosità idraulica*, 02.06.02 *Carta del rischio idraulico*, 02.06.03 *Carta dei dissesti*, 02.06.04 *Carta della pericolosità geomorfologica*, 02.06.05 *Carta del rischio geomorfologico*, vengono riprodotti i corrispondenti tematismi del PAI nell'area di intervento. Nella presente relazione si provvede ad indagare più in dettaglio il livello di interazione tra gli interventi progettati lungo il reticolo idrografico e le situazioni di pericolosità (tenendo anche in conto di come le mappe del PAI hanno un dettaglio di rappresentazione compatibile con una scala di rappresentazione di 1:10.000), la coerenza con gli indirizzi di piano e la compatibilità con le Norme di Attuazione.

2 QUADRO CONOSCITIVO

2.1 Inquadramento territoriale

L'area d'intervento è ubicata nella Sicilia orientale e ricade prevalentemente nel territorio del Comune di Assoro (EN) ed in parte nel territorio del Comune di Raddusa (CT) e Enna. Tali aree sono comprese interamente nella tavola I.G.M. 269 IV SO e nei fogli 632060 e 632070 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000.

L'area di intervento si situa nel cuore agricolo della provincia di Enna, sottoposta dalla metà del secolo scorso alla riforma agraria che ne ha definito l'attuale articolazione fondiaria. In generale l'aspetto orografico della provincia di Enna è di tipo collinare, fatta eccezione per le vette dell'Altesina e di Enna che si elevano a mille metri e oltre, rappresentando di fatto la dorsale degli Erei. La presenza di pendii dolci e facilmente accessibili ha lasciato spazio a un più ampio e incisivo intervento antropico che ha accentuato alcuni processi di degradazione del territorio. La specifica area di intervento è invece strettamente collinare, con quote che si estendono dai 220-260 m del fondo valle del Fiume Dittaino alla massima elevazione di 475 m in prossimità di Masseria Prato in Comune di Assoro. La morfologia del territorio è complessa e articolata con un ininterrotto susseguirsi di morbidi crinali avvallamenti solcati da impluvi con evidenti segni di erosione.

Un uso antico di quest'area legato da millenni all'economia dell'agricoltura e della pastorizia ha reso il paesaggio omogeneo e piuttosto povero dal punto di vista vegetale. Su tutti, domina la monocoltura estensiva. Il latifondo continua a connotarsi come elemento distintivo, sottoponendo il territorio a uno sfruttamento ampio e continuo e caratterizzandone l'aspetto morfologico e paesaggistico: ampie distese di campi arati coltivati a grano. I pochi relitti di vegetazione naturaliforme, ancorché degradata, sono relegati agli impluvi e a scarpate e porzioni di superfici agricole per vario motivo da più lungo tempo abbandonate. Le formazioni boschive più prossime sono i boschi ripariali lungo le sponde del Fiume Dittaino.

Particolare non trascurabile in questo panorama di impronta agraria è l'estesa urbanizzazione sul fondo valle connessa all'area industriale Dittaino, alla quale si associano lo svincolo dell'A19 e il Sicilia Outlet Village.

Il fondovalle del fiume Dittaino vede la compresenza dei tre principali assi viari dell'area, ovvero l'A19, la SS n. 192, la linea ferroviaria, è poi in corso di costruzione la linea ferroviaria ad alta velocità Palermo-Catania. L'ampia area all'interno della quale si situa l'impianto agrivoltaico in progetto è delimitata a sud dalla SP n. 8, in molti punti dissestata e poco trafficata. Questa è poi collegata alla SS n. 192 dalla SP n. 20iii che serve per raggiungere Raddusa e la Strada Vicinale Volta di Monaca che nella porzione più settentrionale è stata in passato strutturata con una carreggiata asfaltata a doppia corsia di 6m di larghezza, ma che in più punti di intersezione con gli impluvi è dissestata, ma nella più estesa porzione meridionale è poco più di una pista settrata e in alcuni punti pure si perde.

Nell'area esiste un edificato sparso costituito per lo più da edifici abbandonati e diroccati, tra i quali antiche masserie e coloniche risalenti alla riforma agraria, e alcuni pochi edifici abitati e per lo più sede di aziende agricole.

2.2 Inquadramento geologico

Le formazioni geologiche costituenti l'area di intervento appartengono all'elemento strutturale denominato "Bacino di Caltanissetta", sono esclusivamente di origine sedimentaria sia marina che continentale, depositatesi in un arco di tempo che va dal Tortoniano all' Olocene.

I terreni cronologicamente più antichi dell'area studiata sono le Argille marnoso-sabbiose Tortoniane, note in letteratura anche come "Formazione Terravecchia".

In continuità di sedimentazione sulle argille marnoso-sabbiose del Tortoniano, giace la Serie Gessoso Solfifera costituita essenzialmente da quattro termini: Tripoli, Calcarea di base, Gessi e Trubi. Intercalate a questi quattro termini si possono trovare discontinue lenti di Argille Brecciate di spessore variabile.

Sui Trubi, trasgressivi sulla Serie Gessoso-Solfifera, giacciono le marne argilloso-sabbiose di colore grigio-azzurro, note in letteratura col termine "Marne di Enna", alle quali in continuità di sedimentazione, seguono diversi banconi calcarenitici intercalati a sabbie marnose, indicate in letteratura "Calcareniti di Capodarso", che costituiscono l'evento regressivo del ciclo pliocenico.

Tuttavia nell'area oggetto di studio i terreni cronologicamente più antichi sono quelli attribuibili al Flysch Numidico (Oligo-miocene), che come falda di sovrascorrimento risultano seppur più antichi posti alle sommità delle formazioni più recenti, in questo caso risultano per contatto tettonico poste in discordanza sopra le argille tortoniane.

La dinamica morfologica recente è responsabile di gran parte dell'instabilità dei versanti e dei processi erosivi in atto, i cui effetti sono amplificati sia dai fattori litologici spesso scadenti, per l'elevata deformazione dei terreni, che dall'azione antropica con impatto, spesso negativo sull'ambiente. L'area di intervento presenta una morfologia più acclive laddove affiorano i termini della serie gessoso solfifera e una più dolce dove affiorano i termini strettamente argillosi.

Durante il rilievo geo-morfologico, sono stati osservati alcuni dissesti, pertanto sarà opportuno escludere dal progetto le aree già in dissesto.

Per una trattazione di maggior dettaglio si veda *03.03.01 Relazione geologica* e gli annessi elaborati cartografici.

2.3 Inquadramento geomorfologico

Le aree di intervento sono solcate da numerosi impluvi che hanno una rilevanza unicamente locale e che non hanno una autonoma consistenza catastale e non afferiscono al demanio acque pubbliche. Gli alvei riconoscibili, frutto dell'incisione all'interno del piano campagna operata dai deflussi meteorici è frutto per lo più di una non buona gestione delle superficie agrarie circostanti che ha portato in modo particolare alla pressoché totale scomparsa della vegetazione lungo di essi in effetti, più che alvei di corsi d'acqua, si tratta di solchi di erosione.

La DSG n. 187 del 23.06.2022 del Segretario Generale dell'AdBD Sicilia "Autorizzazione Idraulica Unica" stabilisce:

Si intende per reticolo idrografico l'insieme dei canali di deflusso di diversa natura (fiumi, torrenti e corsi d'acqua in generale), dimensione e portata che solca il territorio del bacino idrografico e ne drena le acque superficiali, aventi quindi natura di corso d'acqua pubblica e per i quali è possibile identificare a monte un bacino di alimentazione di sufficiente estensione, indipendentemente dalla iscrizione di tali corsi d'acqua negli elenchi ufficiali delle acque pubbliche e/o nelle mappe catastali.

Il reticolo idrografico mappato dalla CTR si estende a tutti gli elementi del paesaggio che in foto interpretazione possono essere genericamente identificabili come alvei, a prescindere dalla loro effettiva natura data dai processi geomorfologici che li caratterizzano. Tenuto conto di ciò, questo reticolo è stato analizzato ed interpretato, al fine di distinguere i rami che vanno considerati come semplici impluvi o solchi di erosione, e come tali esclusi dalla Autorizzazione Idraulica Unica. Il criterio adottato è il seguente:

- è solco di erosione/impluvio e non corso d'acqua ogni tratto che drena meno di 5ha di superficie;
- è solco di erosione e non corso d'acqua ogni apparente alveo che non ha continuità verso valle.

Per condurre questa analisi è stato estratto dal DTM 5x5 (derivato dal DTM 2x2 del 2013 della Regione Sicilia) il reticolo idrografico mettendo come soglia di inizio dello stesso proprio il raggiungimento di una superficie drenata cumulata di 5ha. In generale il reticolo estratto dal

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

DTM concorda bene con quanto rilevato nella CTR e quanto visibile dalla ortofoto di riferimento ad elevata risoluzione del 2013. La presenza di un corso d'acqua poi non dipende solo dalla superficie cumulata ma anche dalla pendenza e dalla forma della valle che determinano se i deflussi pur concentrandosi nell'impluvio raggiungono una forza tale per cui riesco a mantenere permanentemente un alveo.

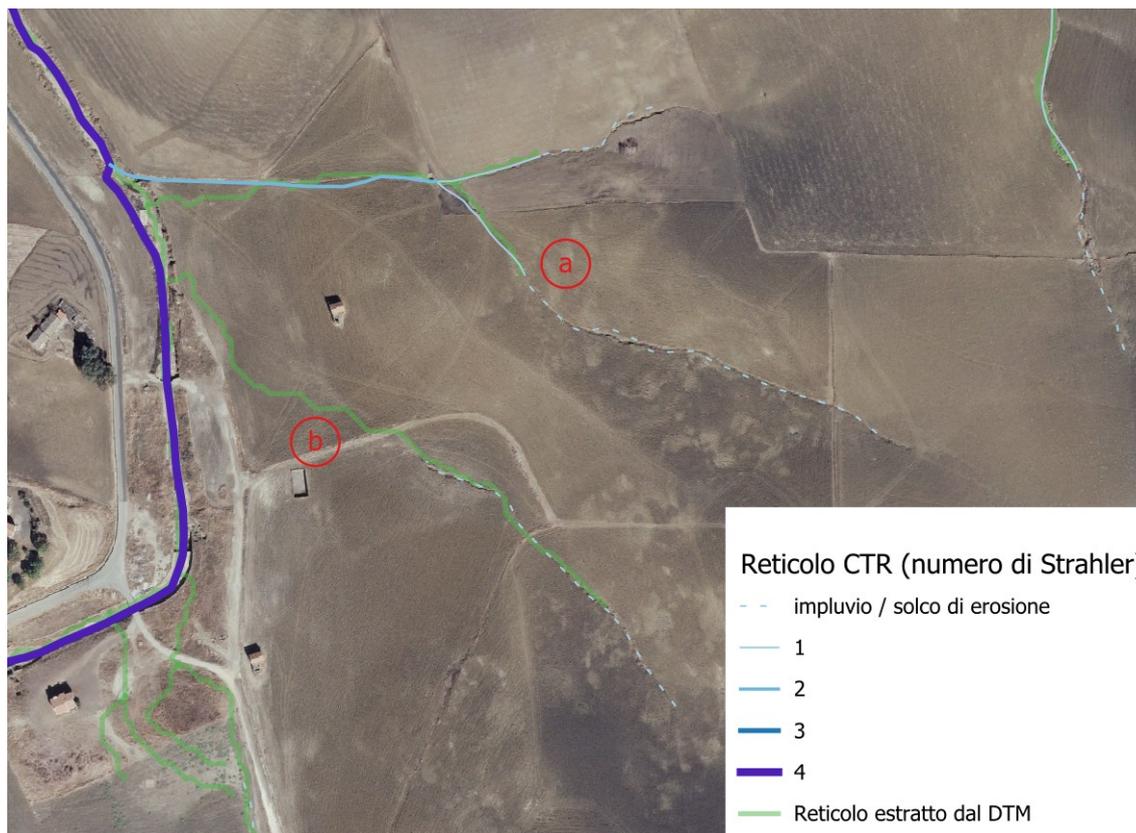


Figura 1: Esempi di interpretazione del reticolo idrografico CTR: a) i tratti più a monte sottendono superfici inferiori a 5ha e sono stati considerati impluvi; b) c'è un evidente solco di incisione che poi arrivato nel fondo valle si perde, pertanto non è un corso d'acqua.

Questa analisi e una successiva classificazione secondo Strahler è stata condotta per tutti i sottobacini in cui ricadono le aree di intervento ed è riportata nella tavola 02.06.01 Carta del reticolo idrografico.

2.4 Demanio Acque pubbliche

La quasi totalità del reticolo idrografico nell'ambito di intervento si sviluppa su proprietà private e non afferisce al Demanio Acque Pubbliche. Oltre il Fiume Dittaino e il suo principale affluente

nell'area Torrente Calderari (sul cui fondo valle si trova l'area industriale Dittaino) solo due piccoli torrenti all'estremità ovest dell'area di intervento sono in parte demaniali.

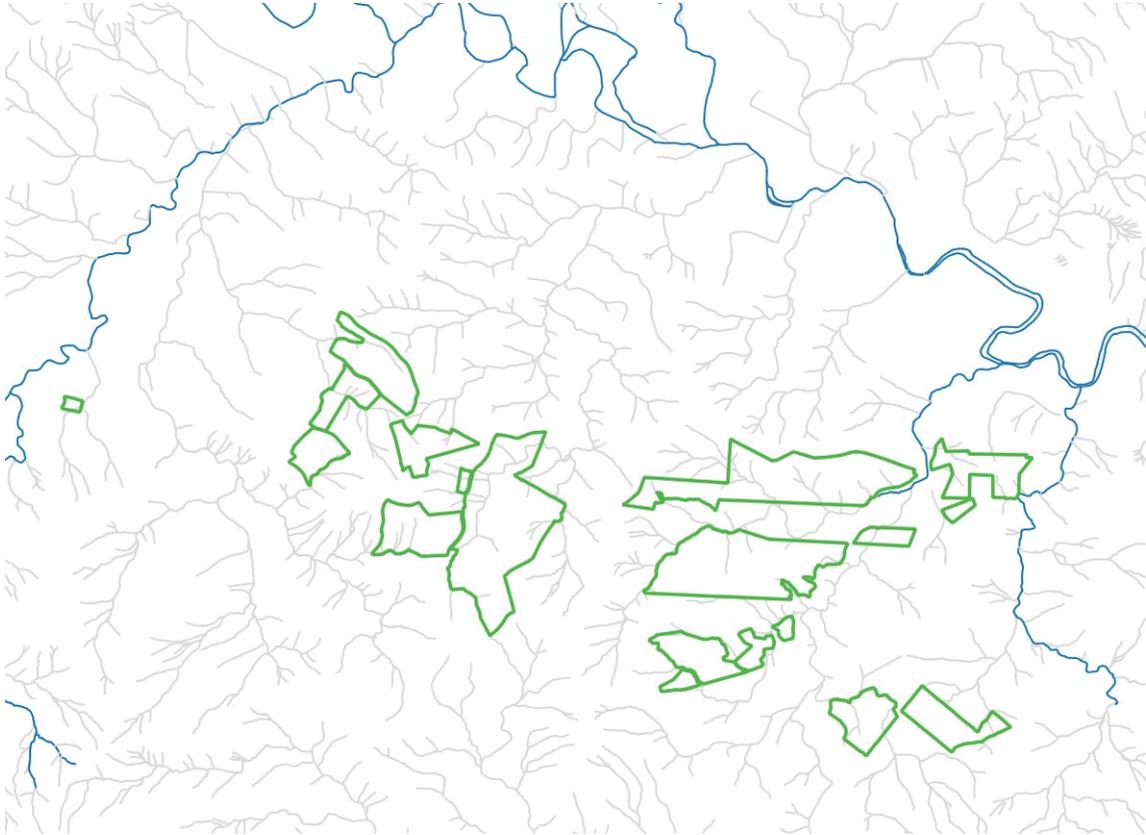


Figura 2: In blu sono messi in evidenza le porzioni di reticolo idrografico afferenti al demanio acque pubbliche, in verde l'impianto.

2.5 Pianificazione di bacino

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PA.I), redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio siciliano. In base all'art. 11 delle NdA del PAI (aggiornate dal DP 09/ADB del) la mappatura di pericolosità e rischio alluvioni è comune e coordinata con quella del vigente Piano di gestione del rischio alluvioni (2° ciclo di pianificazione 2021-2027), ma mentre al PGRA spetta il compito di definire le strategie

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

complessive di gestione del rischio alluvioni al PAI spetta la normazione delle aree a rischio e dell'uso del territorio lungo i corsi d'acqua. L'ambito di intervento è esterno alle aree a pericolosità e rischio alluvioni (si vedano le tavole 02.06.02 *Carta della pericolosità idraulica* e 02.06.03 *Carta del rischio idraulico*) che si limitano al solo fondo valle del Fiume Dittaino.

Il PAI non norma gli interventi lungo il reticolo minore, ma si possono comunque prendere a riferimento le norme generali di cui al comma 1, art. 25 Aspetti generali, Parte III Assetto idraulico:

Tutte le nuove attività, opere e sistemazioni, e tutti i nuovi interventi consentiti dalla normativa vigente nelle aree a pericolosità idraulica devono essere tali da:

a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica ed assicurare il deflusso della piena di riferimento;

b) garantire il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo;

c) salvaguardare da qualsiasi forma di inquinamento gli ambienti naturali interni all'alveo e quelli prossimi all'alveo;

d) favorire l'evoluzione naturale del corso d'acqua in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese idrauliche delle opere d'arte, rendendo le sponde più stabili, limitando la velocità della corrente, evitando che i materiali di deriva creino ostacolo al deflusso delle acque;

e) salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione delle piene, al fine di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità d'invaso e laminazione delle piene delle aree predette;

f) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica, né localmente né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;

g) non arrecare pregiudizio alle sistemazioni idrauliche esistenti né alla realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;

h) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque o un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;

i) limitare l'impermeabilizzazione del suolo e del sottosuolo privilegiando il recupero o la sostituzione degli edifici esistenti e delle superfici artificiali esistenti;

l) impiegare tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque, anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;

m) rispettare il principio di invarianza idraulica e idrologica specificato nell'Appendice C;

n) impiegare ove possibile tecniche a basso impatto ambientale, facendo prioritariamente ricorso a misure di gestione naturale delle piene;

o) salvaguardare la risorsa acqua in funzione del minimo deflusso vitale o della potenzialità della falda secondo quanto definito dall'Autorità competente.

Il combinato disposto tra le lettere f), i), m) porta a definire come indirizzo progettuale il fatto che tra interventi sulle superfici ora agrarie e interventi sugli impluvi non si deve determinare un aggravio di volumi e portate nei territori a valle.

L'onere dell'invarianza idrologica e idraulica, come specificato nel paragrafo C.5.4 dall'allegato C alle NdA riguarda le sole aree perimetrate dal PAI.

3 AUTORIZZAZIONE IDRAULICA UNICA

Secondo la DSG n. 187 del 23.06.2022 sul reticolo idrografico definito al paragrafo 2.3 l'Autorizzazione Idraulica Unica:

È il provvedimento che viene rilasciato a seguito di qualunque istanza venga inoltrata per la realizzazione di opere e/o per l'esecuzione di attività che interferiscono con il reticolo idrografico interessando alvei di corsi d'acqua pubblica e/o pertinenze degli stessi e/o aree del demanio idrico fluviale e, per l'ottenimento di concessioni/sdemanializzazioni di suolo demaniale fluviale.

Con riferimento alle fattispecie di cui al capitolo 4) della DSG n. 187/2022 l'intervento in esame prevede:

[...]

3) Realizzazione di opere di attraversamento di corsi d'acqua mediante ponti (stradali, ferroviari, ponti-tubo, ecc.) o tombini;

9) Attraversamento di corsi d'acqua con linee tecnologiche o con infrastrutture lineari a rete²:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

9.a) *in subalveo con scavo;*

[...]

9.d) *con collocazione su manufatti esistenti;*

[...]

10) *Opere di difesa a tutela esclusiva dei beni dei frontisti e a carico dei frontisti stessi, da realizzare all'interno delle aree di pertinenza fluviale, quali nuovi argini, rivestimento di scarpate con funzioni di miglioramento delle condizioni di stabilità o di protezione dai fenomeni di erosione, opere di difesa radente (impostate cioè senza restringimento della sezione d'alveo e a quota non superiore al piano campagna).*

[...]

Più specificatamente il progetto in oggetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- Installazione su estese superfici di pannelli solari e relative strutture di servizio nell'ambito di un impianto agrivoltaico avanzato (tipologia 1) ai sensi delle *Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici* di emanate dal Mi.T.E il 27 giugno 2022.
- Realizzazione di attraversamenti lungo il reticolo minuto, non demaniale, non acqua pubblica, funzionali a dare piena accessibilità ai mezzi agricoli e ai mezzi per la manutenzione a tutte le aree dell'impianto agrivoltaico.
- Attraversamento del reticolo idrografico in subalveo con elettrodotti da 30kV e 380kV.
- Interventi di riqualificazione e rivegetazione del reticolo minuto.

4 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ

Ad eccezione della porzione di campo E2 ad est della SP 20iii è attraversato dal Vallone Capobianco che a quel punto ha drenato 700ha, del previsto impianto di serre acquaponiche e della porzione più a ovest del campo F che è dapprima attraversato e poi delimitato a nord dal Vallona Capobianco Cugno che drena un'area di 211ha, tutti i corsi d'acqua che attraversano e delimitano l'impianto agrivoltaico e più in generale le altre aree agricole coinvolte nel complementare progetto di valorizzazione agricola (vedi *04.01.02.03 Relazione tecnica*

agronomica) drenano sottobacini di estensione abbondantemente inferiore ai 200ha (chiusura del campo D, del campo E2, del campo E3) con alvei che scorrono sul fondo di vallecole poco ampie, senza alcun bene esposto se non l'attività agricola e qualche pista di servizio, e per lo più totalmente all'interno delle aree convenzionate. In un contesto come questo non ha senso e sarebbe **controproducente porsi il problema di contenere le piene entro l'alveo inciso**, perché significherebbe trasferire i picchi di piena nei territori a valle, in primo luogo agli attraversamenti con la SP20iii, la SS192 e la viabilità comunale. Gli interventi su questo reticolo minuto sono infatti stati concepiti da un punto di vista idraulico per bloccare i diffusi processi erosivi in atto e da un punto di vista ecologico per creare corridoi ecologici e habitat (vedi *04.01.02.02 Relazione tecnica sistemazioni ambientali e paesaggistiche*, *04.02.01.02 Planimetria di dettaglio di progetto*, *04.02.03 Sistemazioni paesaggistiche – tipologici di intervento*). Pertanto questo tipo di verifica non verrà condotta.

Per i vari attraversamenti previsti in progetto, da realizzare tramite la posa di uno scatolare, tutti realizzati all'interno dell'impianto, c'è la necessità di assicurarne la funzionalità idraulica per tempi di ritorno sufficienti ad assicurare l'accessibilità a tutte le parti di impianto per una maggiore funzionalità anche in tempo di pioggia, considerando che l'eventuale sormonto può essere causa di erosioni localizzate che necessiteranno poi di riparazioni ad opera del proprietario dell'impianto. Non si tratta però di infrastrutture critiche per le quali si debba assicurare la funzionalità per elevati tempi di ritorno ed è ammissibile che durante taluni eventi meteorici per qualche ora l'attraversamento non sia possibile, tenendo anche presente l'obiettivo di minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico di queste opere si ritiene pertanto che il riferimento per la verifica di dettaglio in fase esecutiva possa essere di 30 anni e non oltre.

L'impianto agrivoltaico avanzato come quello in esame non è causa di impermeabilizzazione del suolo. L'atteso miglioramento delle condizioni del suolo conseguente all'applicazione del programma di conduzione agronomica dei campi definito in *04.01.02.03 Relazione tecnica agronomica* nonché la capillare diffusione delle tare prative, con uno sviluppo lineare complessivo di 300km ed areale di 30 ha, sono tutti elementi che fanno presagire un miglioramento della risposta idrologica dei terreni coinvolti del progetto, come conseguenza di una maggiore capacità di infiltrazione e maggiore capacità di campo. Complessivamente si ritiene pertanto che il progetto in esame sia benefico per i territori a valle nella prospettiva dell'invarianza idologica ed idraulica.

5 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

5.1 Metodologia

Data la piccola dimensione del bacino e l'assenza di una seppur minima serie storica di portate registrate, si ha una elevata incertezza nell'applicazione dei modelli afflussi–deflussi.

Fra le metodologie disponibili si è deciso di ricorrere ad un modello concettuale basato sull'idrogramma unitario, in particolare si è deciso di utilizzare la formulazione di Snyder.

L'applicazione dell'idrogramma unitario di Snyder, nella sua versione standard, si basa sulla stima di due parametri: il tempo di ritardo e il coefficiente di picco.

Il tempo di ritardo è fisicamente basato e può essere credibilmente stimato anche in assenza di tarature, in quanto è dato dal tempo che la pioggia impiega ad accedere e poi attraversare il reticolo di drenaggio lungo il percorso temporalmente più lungo

$$t_{rit} = t_a + t_r$$

Nel caso specifico, data la piccola dimensione del bacino, il reticolo idrografico è estremamente semplificato e il trasferimento delle portate attraverso di esso verrà espressamente descritto attraverso il modello idrologico, ne consegue che il tempo di ritardo in ogni sottobacino corrisponde al solo tempo di accesso alla rete, che viene stimato (in ore) ricorrendo alla formulazione dell'SCS

$$t_a = \frac{0,091 (N \cdot L)^{0,8}}{P_2^{0,5} \cdot I_f^{0,4}}$$

dove N è il parametro di scabrezza per flussi laminari sulla superficie del terreno, L la lunghezza del percorso, P2 l'altezza di pioggia di durata 24 ore con tempo di ritorno 2 anni, if la pendenza del versante.

Il coefficiente di picco, in letteratura viene presentato come usualmente variabile tra 0,4 e 0,8 (con il valore più alto a determinare picchi di piena più elevati a parità di volume dell'idrogramma) ma è intrinsecamente legato alle caratteristiche idrologiche dei bacini (morfologia, risposta idrologica dei suoli,...) e viene stimato su base statistica per specifiche aree omogenee. Al momento non sono noti studi che abbiano mirato a stimare il coefficiente di

picco per i bacini italiani, si fa però riferimento ad uno studio condotto dal Consorzio di Bonifica delle Colline del Chianti che, sulla base di alcuni eventi reali ha provveduto a tarare l'idrogramma unitario di Snyder ed altri su un sottobacino della Pesa. Tra tutte le metodologie testate (UH di Clark, UH dell'SCS, cinematico) l'idrogramma unitario di Snyder è risultato essere quello che meglio descriveva il picco della piena, con un valore del coefficiente di picco che è stato valutato pari a 0,82. L'indicazione derivante da questo studio viene recepita perché, visto il range abituale del parametro può essere considerata una stima a favore di sicurezza, anche se non può essere considerata una vera e propria stima generalizzabile, essendo basata sullo studio di soli due eventi e di un solo bacino.

La pioggia efficace viene calcolata utilizzando la metodologia del Curve Number dell'SCS.

Come idrogramma di progetto viene impiegato un idrogramma di altezza uniforme.

L'idrogramma viene applicato ad ogni sottobacino, e viene calcolato il trasferimento dell'onda di piena così generata attraverso il reticolo più a valle attraverso la risoluzione delle equazioni dell'onda cinematica.

La metodologia descritta viene applicata con l'ausilio del noto software HEC-HMS 4.21.

Stima dei parametri del modello

Il bacino del fosso è stato suddiviso in 2 sottobacini, come rappresentato nella seguente figura.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

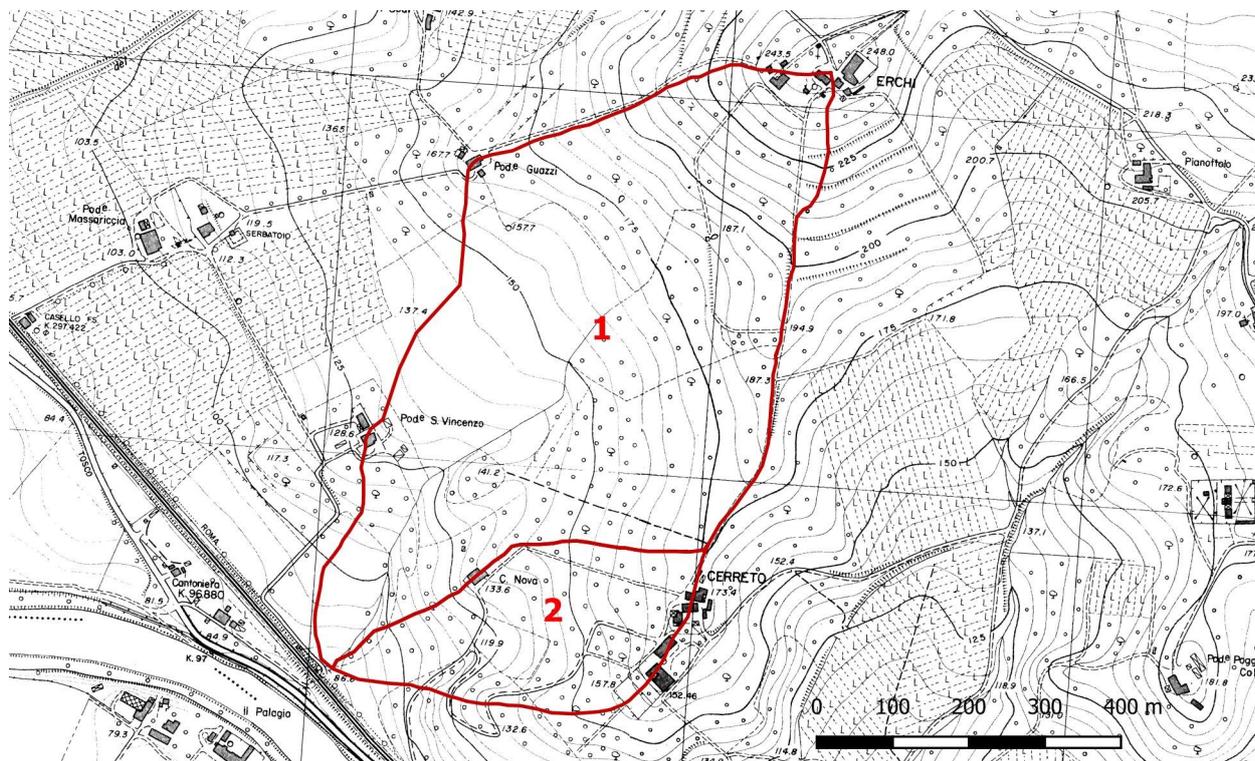


Fig. 1 - Geometria del Bacino, l'intervento di progetto è alla confluenza dei sottobacini 1 e 2.

I parametri dimensionali del bacino e dei suoi sottobacini sono riportati nella tabella seguente.

Sotto bacino	Superficie				canale	
	ha	cumulata ha	Lungh. vers m	pendenza %	lunghezza m	pendenza %
1	30,19	30,19	450	19,11	621	11,8
2	7,15	37,37	365	15,89	147	19,7

Tabella 1 - Parametri geometrici dei sottobacini in cui è stato diviso l'impluvio.

Per la separazione delle piogge efficaci e l'applicazione del CN va in primo luogo riconosciuta la classe di suolo delle superfici del bacino. Come risulta dalle carte geologiche della regione Toscana (disponibili su GEOSCOPIO) il bacino ha senza dubbio natura variabile da mediamente a poco poco drenante, ma a favore di sicurezza si sono sempre considerati suoli di tipo C, ovvero molto poco drenanti. Conseguentemente è stata operata la seguente attribuzione di CN alle categorie di uso del suolo riconosciute nel bacino.

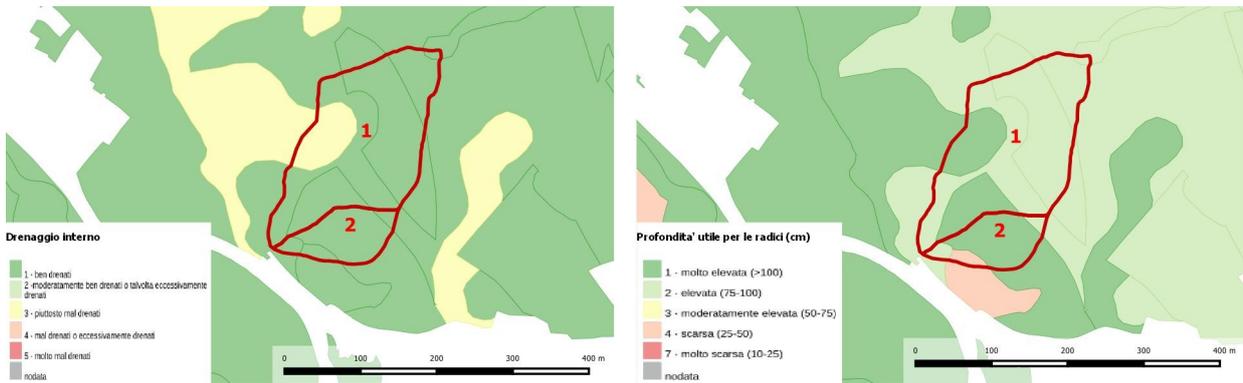


Fig. 2 - Profondità del suolo e capacità di drenaggio interna al bacino secondo le carte pedologiche della Regione Toscana.

Uso suolo	CN	N
Bosco	70	0,400
Colture arboree	84	0,170
Seminativo	84	0,060
Urbanizzato	82	0,170

Tabella 2 - Indicazione dei valori di CN e N utilizzati a seconda delle differenti categorie di suolo.

Sotto bacino	Ritardo fuori rete
	ore
1	0,73
2	0,94

Tabella 3 - Tempo di accesso alla rete per ogni sottobacino.

Sotto bacino	Uso	Superficie	Bosco	Colture arboree	Seminativo	Urbanizzato
1	urbanizzato	0,83				82
1	Colture arboree	19,89		84		
1	Seminativo	8,4			84	
1	Bosco	1,67	70			
				Sup. totale	1	30,19
					CN medio	83,17
2	urbanizzato	0,40				82
2	Colture arboree	4,11		84		
2	Seminativo	0,39			84	
2	Bosco	2,25	70			
				Sup. totale	2	7,15
					CN medio	79,48

Tabella 4 - Uso del suolo nei sottobacini e relativa valutazione del CN medio sulla superficie di ognuno.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

Assumendo, come appare credibile dall'esperienza e dal confronto con la bibliografia consultata, che la scabrezza dell'alveo sia molto elevata potendo quindi assumere un kS pari a $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. La geometria degli alvei è assunta per entrambe i sotto bacini di tipo triangolare. Nel modello idrologico i deflussi in uscita da ogni sottobacino sono stati immessi in testa al ramo di reticolo idrografico di competenza.

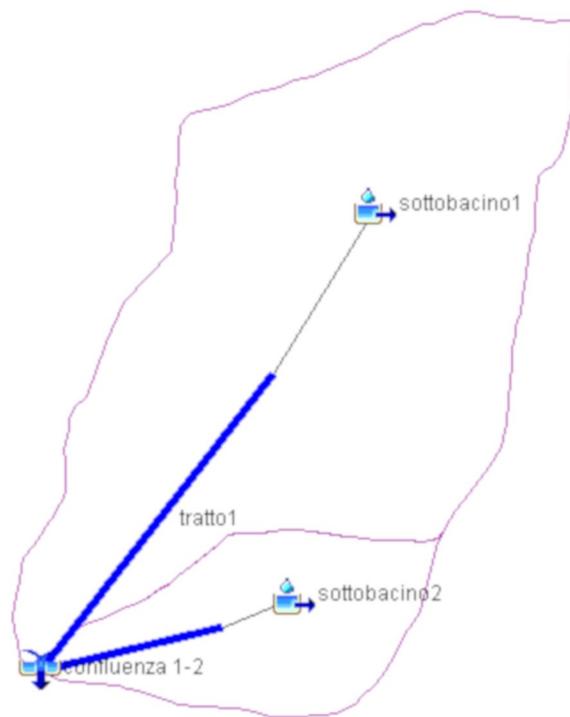


Fig. 3 - Schema concettuale del modello idrologico implementato.

5.2 Definizione della curva di possibilità pluviometrica

Data la piccola dimensione del bacino sotteso è lecito considerare che il tempo di ritorno della portata in alveo sia sostanzialmente coincidente con il tempo di ritorno della pioggia che l'ha generata.

I parametri della curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno di 200 anni sono stati estratti dallo studio "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme - LSPP - Aggiornamento al 2012", i cui risultati sono resi disponibili sul sito del SIR all'indirizzo

<http://www.sir.toscana.it/lsp-2012>.

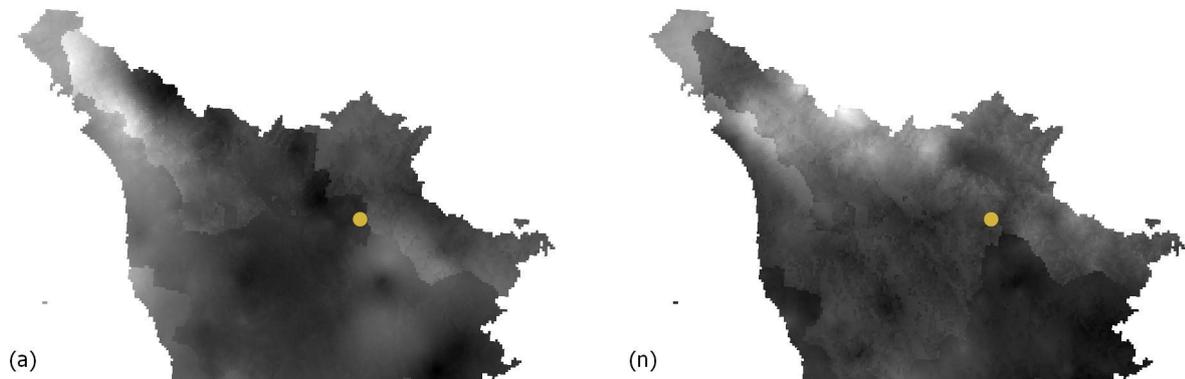


Fig. 4 - Mappe della regionalizzazione dei parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica monomia per $Tr=200$ anni, il punto giallo indica il baricentro del bacino sotteso all'area di intervento.

La curva di possibilità per Tr 200 anni è quindi:

$$h(t) = 70,9 \cdot t^{0,298}$$

con durata della pioggia espressa in ore.

Trattandosi di un bacino di piccola estensione (minore di 1 km²) non si procede a alcun ragguaglio dell'altezza di pioggia sull'area.

5.3 Applicazioni del modello e risultati

Si è provveduto a calcolare le portate in uscita dal bacino per diverse durate fino a trovare quella che massimizza la portata di picco.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

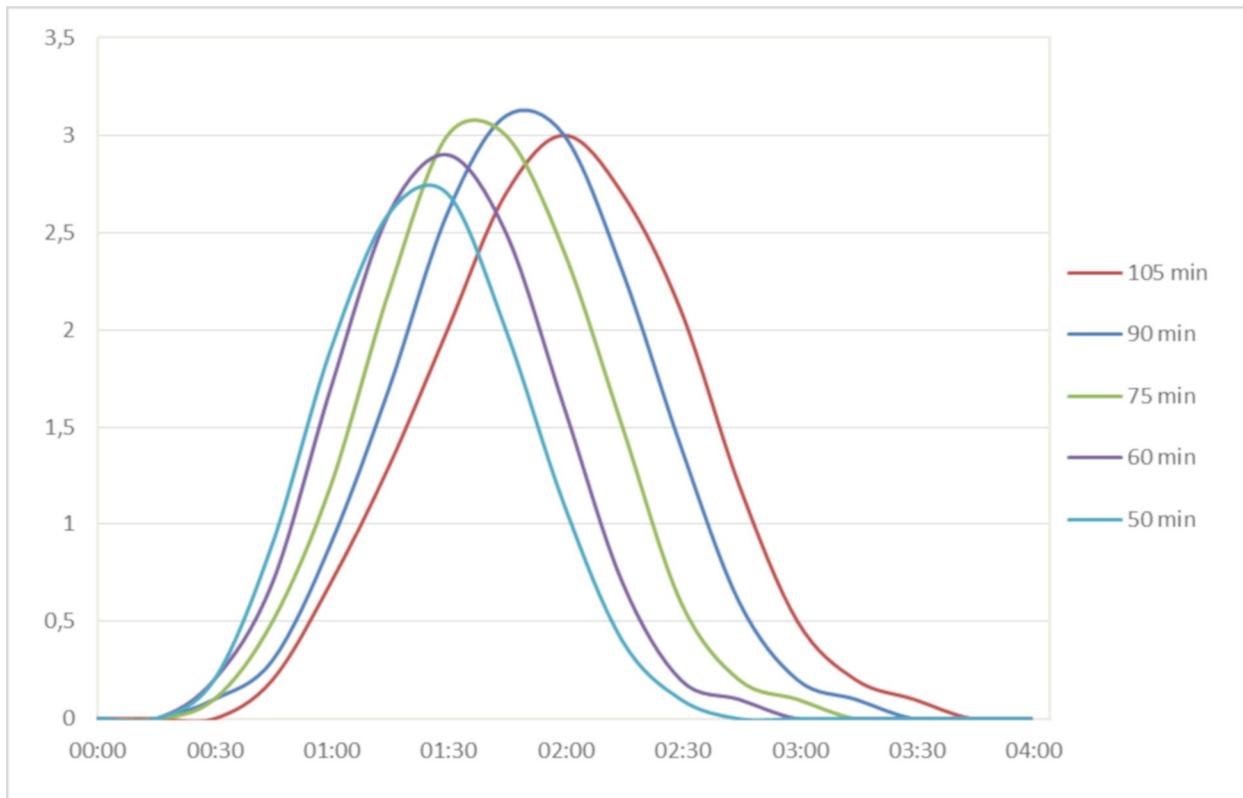


Fig. 5 - Idrogrammi di piena alla sezione di confluenza per differenti durate di pioggia sollecitante.

Per piogge con tempo di ritorno pari a 200 anni la portata di picco più gravosa alla confluenza dei due sotto bacini è pari a 3,1 mc/s.

6 DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO

L'alveo in esame presenta una sezione trapezoidale di base b pari a 1,12 m, sponde con pendenza media 1/2 e pendenza del fondo alveo pari al 4,3%. La sezione si presenta uniforme per un lungo tratto, non sono presenti cambi di livelletta, e la corrente in condizioni di piena è supercritica, quindi influenzata da monte.

Di seguito la valutazione delle condizioni di moto uniforme per l'alveo indisturbato:

$$Q = Q \cdot V = A \cdot K_{GS} \cdot R_h^{2/3} \cdot i_f^{1/2} = 3,10 \text{ mc/s}$$

$$K_{GS}=25\text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

$$h=0,54\text{ m}$$

$$A_b=1,23\text{ m}^2$$

$$C_b=3,61\text{ m}$$

$$R_h=0,34\text{ m}$$

$$V=2,53\text{ m/s}$$

$$V^2/2g=0,33\text{ m}$$

$$F_r=1,33$$

L'attraversamento del fosso viene realizzato attraverso un tombino, opera per come definita nelle note al capitolo 5 delle NTC 2018 dalla CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Il tombino viene realizzato attraverso uno scatolare carrabile ad elementi prefabbricati di lunghezza totale 2m avente sezione utile $b \times h$ 200x150cm. Lo scatolare viene posizionato su di un piano orizzontale con un approfondimento medio dal fondo alveo di 30cm. Questo accorgimento risponde a tre funzioni:

- permette al fondo alveo di organizzarsi senza soluzione di continuità della livelletta tra monte e valle, assicurando così la massima uniformità di deflusso;
- mantiene il fondo del tombino al di sotto del fondo alveo proteggendolo da fenomeni abrasivi e minimizzando il disturbo da parte di fenomeni di scavo localizzato;
- assicura la massima permeabilità ecologica al tombino stesso.

In una sezione rettangolare con larghezza 200cm fondo alveo naturale con la medesima scabrezza del resto del canale, le condizioni di moto uniforme si configurano come segue

$$h=0,58\text{ m}$$

$$A_b=1,16\text{ m}^2$$

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

$$C_b = 3,16 m$$

$$R_h = 0,37 m$$

$$V = 2,66 m/s$$

$$V^2/2g = 0,36 m$$

$$F_r = 1,11$$

In relazione quindi ai criteri di dimensionamento per i tombini definiti nelle succitate istruzioni la situazione è la seguente:

- La portata con tempo di ritorno 200 anni è inferiore a 50cm/s.
- Il tombino è perfettamente rettilineo, di estensione di soli 200cm, quindi molto ridotta e costituito da una unica luce;
- La sezione libera di deflusso del tombino è rettangolare avente base 200cm e altezza 150-30=120cm, con una superficie di 2,4 mq, superiore quindi agli 1,5 mq per i quali è richiesta la praticabilità che è effettivamente assicurata considerata la ridotta lunghezza e la possibilità per un uomo adulto di percorrerlo a piedi anche se accovacciato, ogni intervenendo ti pulizia è quindi possibile sia manualmente che attraverso l'uso di piccoli mezzi meccanici che possono infilare il braccio meccanico nel tombino agendo dal fondo alveo;
- Con la portata di progetto il tombino funziona a superficie libera con un tirante di 58cm che è meno di 2/3 dei 120cm di altezza massima, con un franco che è di 62cm quindi superiore ai minimi 50cm richiesti; in aggiunta a quanto richiesto dalle istruzioni si evidenzia che il franco è anche superiore al carico cinetico che è pari a 36cm;
- Le istruzioni per quanto riguarda gli effetti del tombino sulle condizioni di deflusso complessive del canale entro cui esso è inserito presuppongono un deflusso in condizioni di moto lento, mentre nel caso in esame il deflusso nel canale e nel tombino avviene in corrente veloce, nello spirito di tali istruzioni si specifica quanto segue:
 - le condizioni di deflusso nel canale e nel tombino sono molto simili per tirante e sezione idraulica;
 - con l'approfondimento indicato nel tombino il tirante di moto uniforme nel tombino e il

tirante di moto uniforme nel canale sono pressoché allineati, quindi minime sono le perturbazioni che si possono creare sia all'imbocco che allo sbocco e le alterazioni delle condizioni generali di deflusso.

- Il raccordo tra le sponde del canale e il tombino, sia a monte che a valle, viene protetto attraverso una scogliera in massi sciolti.

a) relazione descrittiva e tecnica illustrante l'intervento da eseguire;

b) cartografia catastale aggiornata e aerofotogrammetria con evidenziata l'area dell'intervento opportunamente georeferenziata e con l'individuazione del corso d'acqua interessato dall'intervento indicandone la corretta indicazione del nome così come riportato nell'elenco delle acque pubbliche e/o sulla CTR e/o sulle planimetrie catastali (riportare riferimenti catastali delle aree limitrofe per una esatta individuazione);

c) rilievo topografico dell'area d'intervento con restituzione planimetrica in scala adeguata;

d) planimetrie dello stato di fatto e di progetto, in scala adeguata e debitamente quotate, dalle quali si evinca la posizione delle opere da realizzare o delle attività da porre in essere;

e) sezioni trasversali e profilo rilevati del corso d'acqua, in scala adeguata e debitamente quotate, estesi adeguatamente a monte e a valle dall'area d'intervento, dalle quali si evinca la posizione delle stesse rispetto

all'alveo e si individuino le fasce di pertinenza fluviale di cui all'art. 96, comma f, del R.D. 523/1904,

determinate secondo quanto disposto con Decreto del Segretario Generale di questa Autorità n. 119 del

09/05/2022;

f) documentazione fotografica con planimetria con indicazione dei punti di ripresa;

g) dichiarazione del progettista/tecnico inerente al regime vincolistico dell'area interessata con particolare

riferimento al P.A.I. e alle interferenze con il reticolo idrografico

h) stralcio planimetrico del Piano per l'Assetto Idrogeologico con l'indicazione dell'area in cui ricade

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DA 250MWp "CAPOBIANCO"

l'intervento, con l'individuazione delle eventuali interferenze con aree in dissesto (nell'eventualità citare

codice dissesto, tipologia dissesto geomorfologico e/o idraulico, livello di pericolosità e N.A. che lo

disciplina);

i) attestazione del progettista di avere proceduto alla ricognizione delle interferenze/prossimità con gli

elementi idrici lineari rilevabili nell'area e con quelli riportati nella CTR 2012-13 e che le stesse esauriscono

tutte le interferenze della totalità delle opere con gli elementi idrici come prima rilevati, e, ove necessario,

di averne rilevato nello stato di fatto le caratteristiche delle sezioni idrauliche e ogni altro parametro

necessario ed utilizzato per l'esecuzione delle verifiche idrauliche;

L'opera in esame prevede la seguente tipologia di interventi interferenti ed interagenti con il deflusso delle acque meteoriche e il reticolo idrografico:

- installazione a terra di pannelli fotovoltaici nell'ambito di un impianto agrivoltaico avanzato di tipo 1 ai sensi delle Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) del 27 giugno 2022, nonché le recenti Prassi di riferimento (UNI/PdR 148:2023) dal titolo " Sistemi agrivoltaici - Integrazione di attività agricole e impianti fotovoltaici";
- realizzazione di