

REGIONE SICILIA
Provincia di Trapani
COMUNI DI SALEMI E CASTELVETRANO

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI - CASTELVETRANO



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



PROGETTISTA:



Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy



OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA

| CODICE PROGETTISTA | DATA | SCALA | FOGLIO | FORMATO | CODICE DOCUMENTO | | | | |
|--------------------|------------|-------|---------|---------|------------------|-------|-----------|-------|------|
| | | | | | IMP.. | DISC. | TIPO DOC. | PROG. | REV. |
| | 20/07/2018 | / | 1 di 40 | A4 | SAL | ENG | REL | 0037 | 00 |

NOME FILE: SAL-ENG-REL-0037_00.docx

ERG Wind Sicilia 6 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 2 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

Storia delle revisioni del documento

| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|-----------------------|---------|------------|-----------|
| 00 | 20/07/2018 | PRIMA EMISSIONE | FG | VF | MG |
| | | | | | |
| | | | | | |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 3 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 4 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 5 |
| 3 | INQUADRAMENTO IDROGRAFICO | 8 |
| 3.1 | ANALISI IDROGRAFICA NELL'AREA DELL'IMPIANTO | 8 |
| 3.2 | INTERAZIONE TRA LA VIABILITÀ ED I BACINI SCOLANTI | 11 |
| 3.3 | INTERAZIONE TRA LE OPERE IN PROGETTO E IL RETICOLO IDROGRAFICO | 12 |
| 3.4 | CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI INTERESSATI | 13 |
| 3.4.1 | <i>Bacino del fiume Birgi</i> | 13 |
| 3.4.2 | <i>Bacino del fiume Arena</i> | 15 |
| 3.4.3 | <i>Bacino del fiume Mazzoaro</i> | 17 |
| 4 | INFORMAZIONE IDROLOGICA | 21 |
| 1.1. | METODO TCEV SICILIA | 21 |
| 1.2. | CALCOLO DELLA C.P.P. | 25 |
| 1.3. | PIOGGE BREVI | 27 |
| 1.4. | SUPERFICI DI INFLUENZA | 27 |
| 5 | ALLEGATI | 28 |
| 5.1 | ALLEGATO 1: RETICOLO IDROGRAFICO SU ORTOFOTO | 29 |
| 5.2 | ALLEGATO 2 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO: UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO CON RIFERIMENTO AI BACINI IDROGRAFICI PRINCIPALI | 30 |
| 5.3 | ALLEGATO 3: PERIMETRAZIONE DEI BACINI SCOLANTI INTERCETTATI DALLA VIABILITÀ DEL PARCO. | 31 |

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 4 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

1 PREMESSA

La società *Hydro Engineering s.s.* è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico (allo stato attuale composto da n°30 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza complessiva di 25,5 MW), ubicato nei Comuni di Salemi (10 aerogeneratori da 0.85 MW) e Castelvetroano (20 aerogeneratori da 0.85 MW), in Provincia di Trapani.

L'impianto esistente è attualmente in esercizio, giuste Concessioni edilizie rilasciate dai Comuni predetti.

Il progetto definitivo consiste nella sostituzione di 30 aerogeneratori da 0.85 MW con 12 aerogeneratori da 4.5 MW nel comune di Castelvetroano e 6 aerogeneratori da 3.9 MW nel comune di Salemi per una potenza massima installabile di 77.4 MW.

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la riduzione del numero di torri eoliche, dalle 30 esistenti alle 18 proposte, riducendo l'effetto selva e dunque l'impatto visivo.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine previste rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media.

La produzione di energia sarà incrementata di circa quattro volte quella attuale, e con la medesima proporzione avverrà l'abbattimento di produzione di CO₂ equivalente.

La **presente relazione** ha come obiettivo (i) l'analisi dell'interazione tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico esistente e (ii) la redazione dello studio idrologico propedeutico alla progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico Salemi-Castelvetroano.

La relazione in oggetto, oltre il presente capitolo, è composta da ulteriori n°4 capitoli, di cui di seguito un breve riepilogo:

- *Capitolo 2 – Inquadramento territoriale:* vengono riportate le informazioni necessarie per l'individuazione cartografica del sito.
- *Capitolo 3 – Inquadramento idrografico:* illustra la posizione del parco rispetto ai bacini idrografici esistenti e le caratteristiche principali di tali bacini.
- *Capitolo 4 – Informazione idrologica:* analisi dei dati esistenti per la stima della curva di probabilità pluviometrica di progetto.
- *Capitolo 5 – Allegati.*

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 5 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il nuovo impianto insisterà nei territori dei Comuni di Salemi e Castelvetro. In particolare,

- nel Comune di Salemi saranno installati nuovi n°6 aerogeneratori da 3.9 MW, aventi le seguenti sigle, R-SA01, R-SA02, R-SA03, R-SA04 R-SAR05, R-SA06;
- nel Comune di Castelvetro saranno installati n°12 nuovi aerogeneratori da 4.5 MW, aventi le seguenti sigle, R-CV01, R-CV02, R-CV03, R-CV04, R-CV05, R-CV06, R-CV07, R-CV08, R-CV09, R-CV10, R-CV11 e R-CV12.

Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono in agro dei Comuni di Castelvetro, Salemi e Vita, in provincia di Trapani, all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche “257_I_SE-Calatafimi; 257_I_SO-Vita; 257_II_NE-S. Ninfa, 257_II_NO-Salemi, 257_II_SE-Partanna, 257_II_SO-Castelvetro”.
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° 606090, n° 606100, n°606110, n°606130, n°606140, n°606150, n°618010, n°618020, n°618030, n°618050 e n°618070.
- Fogli di mappa catastale del *Comune di Salemi* n°42, 43, 44, 45, 31, 25, 32, 33, 34, 26, 20, 35, 36, 51, 52, 50, 65, 85, 86, 87, 88, 67, 89, 68, 54, 37, 105, 103, 104, 122, 138, 121, 120, 135, 119, 134, 135, 152, 153, 161 e 160.
- Foglio di mappa catastale del *Comune di Vita* n° 8.
- Fogli di mappa catastale del *Comune di Castelvetro* n°4, 5, 7, 3 e 11.
- Fogli di mappa catastale del *Comune di S. Ninfa* n°50, 52 e 53.

Di seguito sono riportate un'immagine di inquadramento territoriale (fig. 2.1) ed il layout dell'impianto in progetto su ortofoto (fig. 2.2-2.4).

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 6 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |



Figura 2.1: Inquadramento generale del territorio oggetto delle opere in progetto.

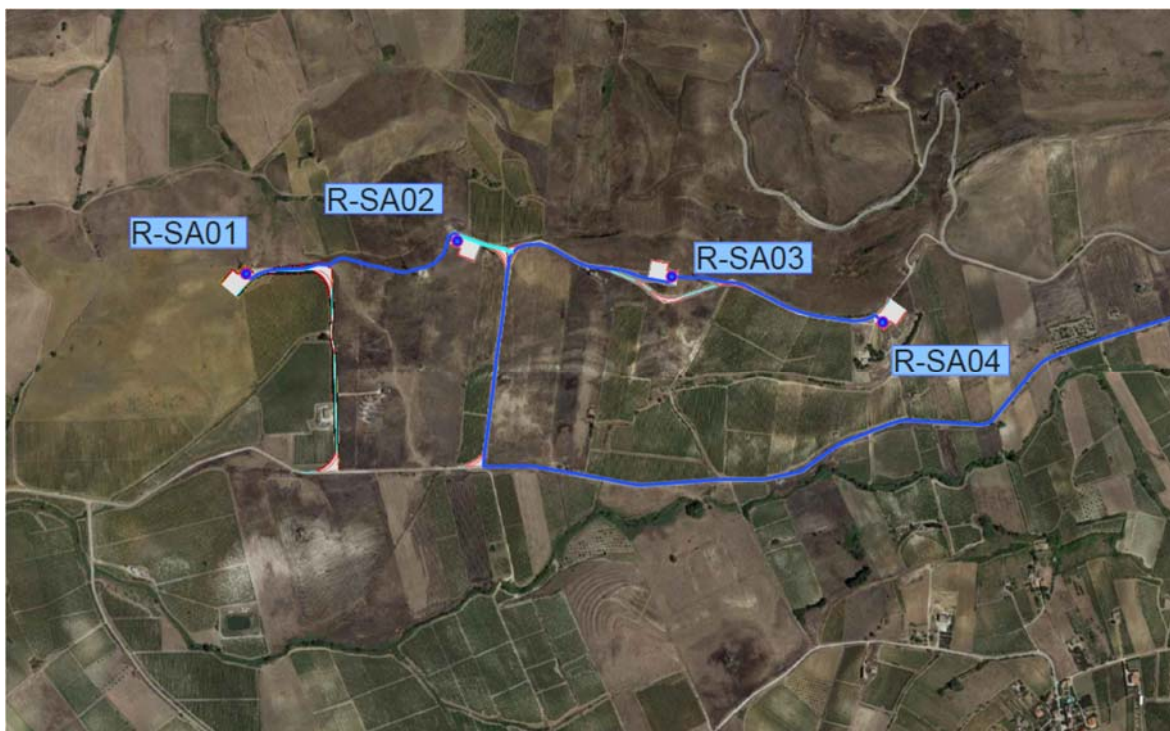


Figura 2.2: Inquadramento impianto Salemi Ovest su ortofoto

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 7 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

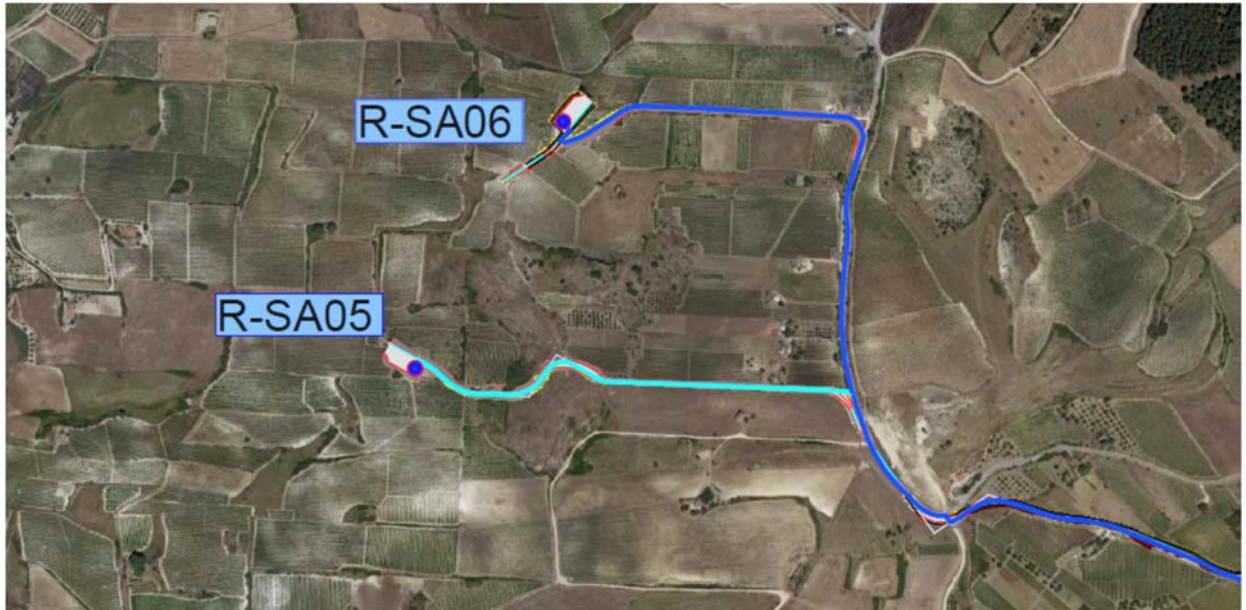


Figura 2.3: Inquadramento impianto Salemi Est su ortofoto



Figura 2.4: Inquadramento impianto Castelvetrano su ortofoto

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 8 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

3.1 ANALISI IDROGRAFICA NELL'AREA DELL'IMPIANTO

Da un punto di vista idrografico, l'impianto eolico *Salemi-Castelvetrano* interessa tre aree distinte (fig. 3.1): le prime due riguardano il gruppo di aerogeneratori ubicati nel Comune di Salemi (R-SA01, R-SA02, R-SA03, R-SA04 e R-SAR05, R-SA06) e la terza interessa gli aerogeneratori che insistono nel territorio del Comune di Castelvetrano (R-CV01, R-CV02, R-CV03, R-CV04, R-CV05, R-CV06, R-CV07, R-CV08, R-CV09, R-CV10, R-CV11 e R-CV12).

Gli aerogeneratori **R-SA01/R-SA04** si sviluppano prevalentemente in corrispondenza dello spartiacque superficiale tra i bacini dei fiumi *Birgi* e *Mazzone*.

A valle di tale gruppo di aerogeneratori (versante nord) il territorio si presenta inciso da diversi impluvi che convogliano le acque verso torrenti affluenti del *Fiume Balata*. Tali incisioni hanno caratteristiche “*mistè*”, con pendenze elevate (almeno nei tratti iniziali) e sezioni fluviali incise, sebbene non molto regolari.

In corrispondenza del versante sud sono presenti impluvi (pendenze elevate e sezioni fluviali piccole), aventi uno sviluppo modesto (200-500 m) che recapitano i deflussi presso il *Fosso Ronchibilotto*, affluente del *Fiume Mazzone*.

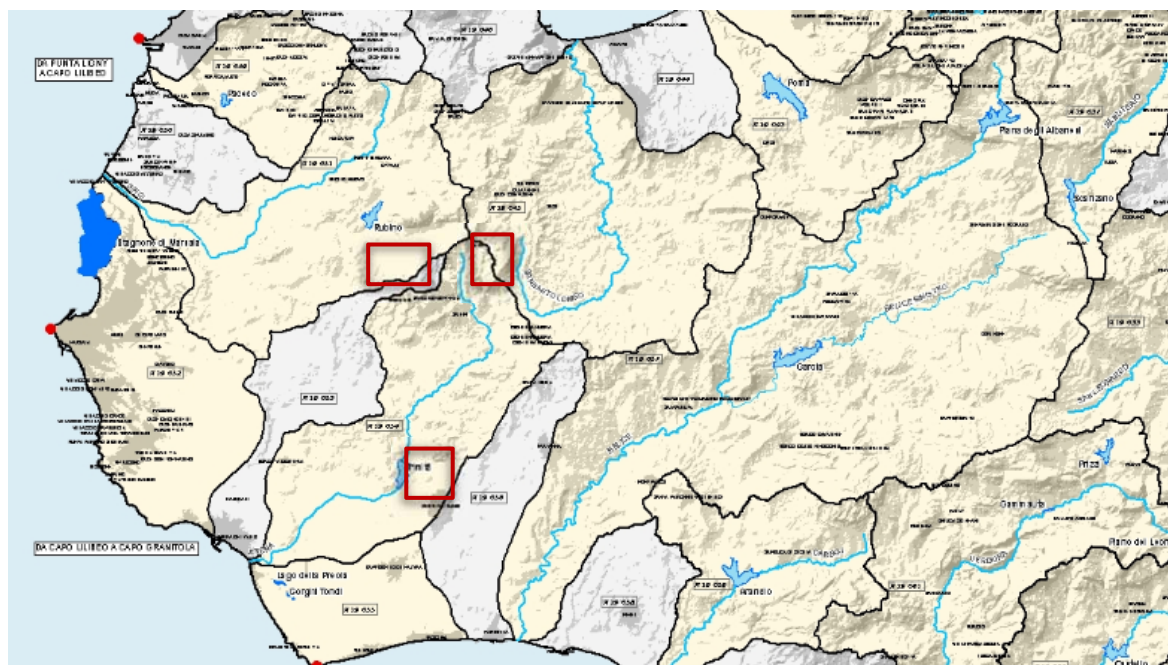


Figura 3.1: Stralcio dell'allegato A.1.1 al Piano di Tutela delle Acque, con l'individuazione dei bacini idrografici nell'area della Sicilia occidentale. In rosso le tre aree di ubicazione delle opere in progetto.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 9 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

Gli **aerogeneratori R-SA05 e R-SA06** si sviluppano in corrispondenza dello spartiacque superficiale tra i bacini dei fiumi *Arena e San Bartolomeo*.

Anche a valle degli aerogeneratori ovest R-SA05 e R-SA06 (versante ovest) il territorio si presenta inciso da diversi impluvi, che convogliano le acque verso il *Vallone Butera*, affluente del *fosso Torello* a valle del centro abitato di Gibellina nuova.

Gli **aerogeneratori R-CV01/R-CV12** si sviluppano invece prevalentemente su dorsali all'interno del bacino del *fiume Arena*. A valle del gruppo di WTG R-CV01-R-CV05, il territorio si presenta inciso da un denso reticolo di impluvi e canali (fig. 3.2), che convogliano le acque verso il *Canale Torretta* ed il *Fosso della Montagna*, affluenti dell'invaso *Trinità*.

A valle del gruppo di WTG R-CV06-R-CV08 (versante sud), parallelamente al crinale, si sviluppa il *Vallone Besi Sud*, affluente anch'esso dell'invaso *Trinità*.



Figura 3.2: *Fosso della Montagna, a valle del gruppo di WTG R-CV01-R-CV05*

Il reticolo idrografico – in uno con le opere in progetto - è riportato su ortofoto in Allegato 1. Nelle immagini in fig.3.3-3.5, per ciascuna area dell'impianto, è individuato il reticolo idrografico su CTR. La planimetria con l'ubicazione delle opere in progetto in relazione ai *bacini idrografici* è riportata in Allegato 2.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 10 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

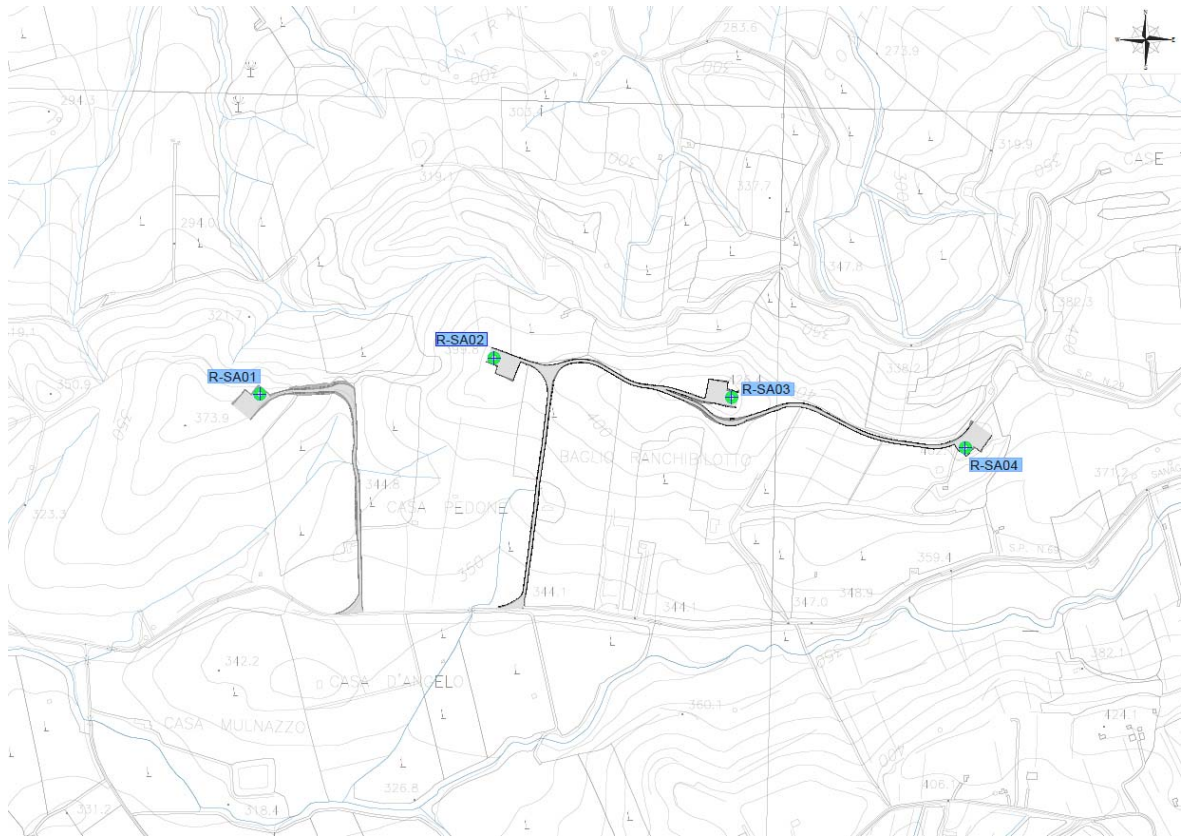


Figura 3.3: Reticolo idrografico su CTR, con riferimento alle opere oggetto di progettazione definitiva (Salemi).

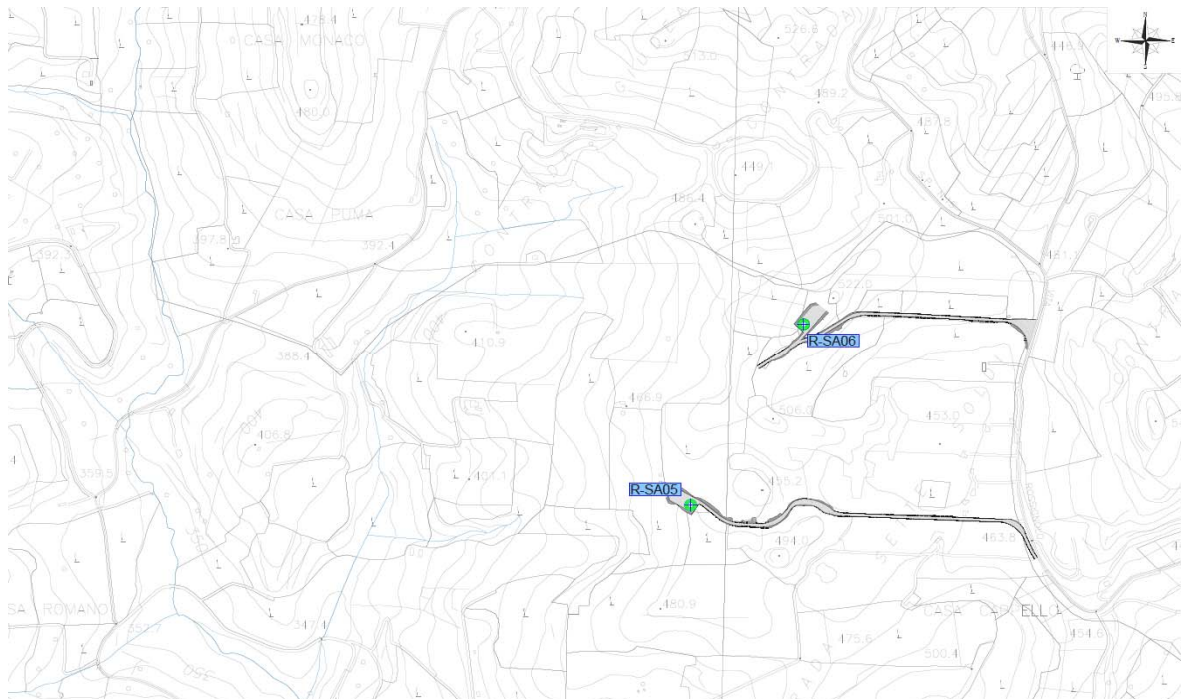


Figura 3.4: Reticolo idrografico su CTR, con riferimento alle opere oggetto di progettazione definitiva (Salemi).

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|-----|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 11 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

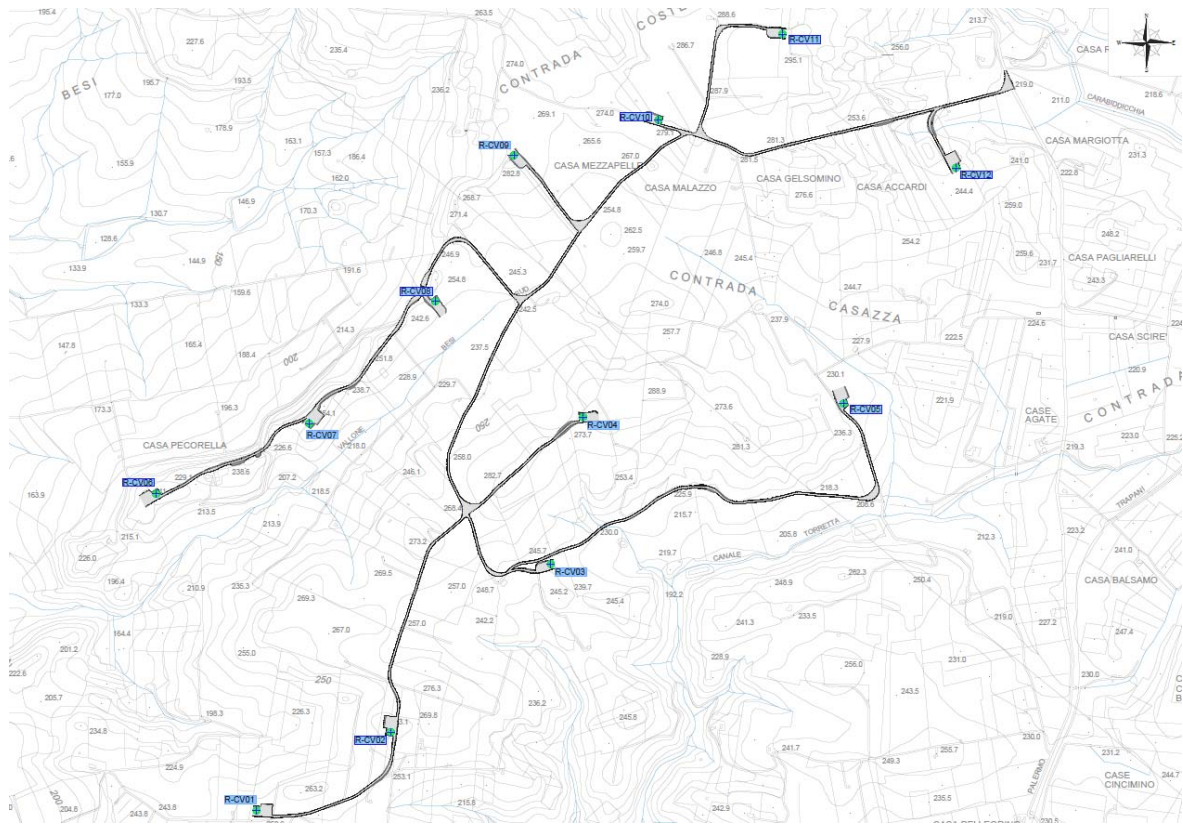


Figura 3.5: Reticolo idrografico su CTR, con riferimento alle opere oggetto di progettazione definitiva (Castelvetrano).

3.2 INTERAZIONE TRA LA VIABILITÀ ED I BACINI SCOLANTI

La parte dell'impianto ricadente nel Comune di Salemi, come detto nel paragrafo precedente, si sviluppa prevalentemente lungo le dorsali di separazione tra (i) il bacino idrografico del fiume *Arena* ed il bacino del fiume *San Bartolomeo* e tra (ii) il bacino idrografico del fiume *Birgi* ed il bacino del fiume *Màzzaro*.

Tale posizionamento implica che i bacini scolanti “intercettati” dalla viabilità risultano di modesta estensione, con percorsi di corrivazione spesso dipendenti dal percorso dei fossi di guardia.

La parte ubicata nel Comune di Castelvetrano, invece, si trova interamente all'interno del bacino del *Fiume Arena*.

Gli aerogeneratori nel territorio di Castelvetrano, come detto, si sviluppano prevalentemente lungo displuviali. Alcuni assi viari di collegamento (soprattutto quelli relativi ai WTG R-CV08/CV12 e R-CV03/CV05), tuttavia, sono tali che i bacini scolanti “intercettati” dalla viabilità (esistente ed in progetto) risultano di estensione variabile in un significativo *range*, con percorsi di corrivazione -di frequente- dipendenti dalla morfologia dei bacini intercettati.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 12 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

In allegato 3 è riportata, per ciascuna area d’impianto, una planimetria con la perimetrazione dei bacini scolanti sottesi alla viabilità del parco, il cui deflusso superficiale deve essere “smaltito” ed allontanato dalle opere idrauliche in progetto.

Tali bacini hanno una dimensione variabile in un *range* compreso tra 0,002 km² e 0,18 km².

3.3 INTERAZIONE TRA LE OPERE IN PROGETTO E IL RETICOLO IDROGRAFICO

La realizzazione del nuovo impianto e il suo esercizio (così come l’esercizio di quello esistente) non inficiano le caratteristiche dei corpi idrici superficiali, né tantomeno quello dei corpi idrici sotterranei.

Con riferimento alla possibile interferenza tra le opere in progetto e i corpi idrici superficiali si osserva che la maggior parte di aerogeneratori, piazzole e viabilità è prevista nei pressi delle linee di displuvio che delimitano i bacini idrografici individuati: pertanto, non si rilevano significative interferenze con le reti idrografiche delle zone in esame.

Sarà necessario prevedere n°3 attraversamenti di piccola dimensione (in corrispondenza della viabilità di accesso ai WTG R-SA01, R-CV12 e R-CV03/CV05), al fine di garantire la continuità dei percorsi di deflusso preesistenti al potenziamento dell’impianto.

Le soluzioni progettuali implementate, a tal uopo, garantiranno l’invarianza idraulica dei territori oggetto di intervento.

La viabilità esistente (come meglio esplicitato nell’elaborato “*Relazione idraulica*” SAL-ENG-REL-0038) sarà oggetto di opportune opere di adeguamento per la realizzazione del nuovo impianto e sarà dotata di opere di intercettazione e allontanamento delle acque meteoriche presso gli impluvi più vicini.

In modo analogo, le opere idrauliche saranno previste per la viabilità di nuova realizzazione che, comunque, avrà sviluppo limitato rispetto a quella esistente da adeguare. In particolare, lo sviluppo complessivo degli assi stradali è pari a 15.624 m, di cui l’87% riguarda gli assi stradali esistenti dei parchi e/o adeguamenti di viabilità esistente di *Erg Sicilia Wind 6*; soltanto il 13% del totale riguarda la realizzazione di nuove strade sterrate.

Sarà pertanto posta particolare cura alla realizzazione delle opere di scarico delle acque intercettate dalla viabilità, prediligendo la realizzazione di punti di scarico compatibili con il regime idrico superficiale esistente (opere ad “*impatto zero*”).

Anche la posa dei cavi MT di potenza non interferirà con il reticolo idrografico, in quanto i cavi correranno al di sotto della viabilità di servizio che, come ricordato, trova propria ubicazione nelle immediate adiacenze delle linee di displuvio di confine tra i Bacini Idrografici.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 13 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

3.4 CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI INTERESSATI

3.4.1 Bacino del fiume Birgi

3.4.1.1 Analisi territoriale

Il bacino idrografico del Fiume Birgi ricade interamente nel territorio della provincia di Trapani ed è compreso nei fogli n° 593 *Castellamare del Golfo*, 605 *Paceco*, n° 606 *Alcamo* e n°617 *Marsala*, della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M.

I bacini confinanti con quello del *Fiume Birgi* sono il Bacino del *Fiume Lenzi* a Nord ed il Bacino del *F. Mazzo* a Sud-Est. A Nord-Est il Bacino è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del *Fiume Lenzi Baiata* mentre a SO è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del *Fiume Mazzo*.

Il bacino "Birgi", con la sua superficie di circa 331 Km², è il 19° per dimensioni fra quelli contenenti corpi idrici significativi, qui costituiti dal fiume omonimo e dal lago artificiale Rubino.

Il fiume Birgi nasce sotto il nome di fiume di *Fittasi* nel territorio del Comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa per quasi 38 Km ricevendo, nel tratto centrale, in sinistra idrografica, gli apporti del *torrente della Cuddia*, caratterizzato da un bacino imbrifero di oltre 100 Km².



Figura 3.6. Bacino del fiume Birgi.

3.4.1.2 Morfologia

Il territorio interessato dal bacino idrografico del Fiume Birgi e dall'Area territoriale contigua è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con pendenze blande, anche se non mancano paesaggi aspri e accidentati, nella zona montana, né ampie pianure costiere, spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 14 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

Un aspetto morfologico rilevante è la presenza delle saline di Trapani e Paceco, specchi di mare a bassissima profondità, che si trovano in un'antica piana alluvionale invasa dalle acque marine. Il sito, che si estende tra la foce del vecchio corso del Fiume Birgi e quella del Fiume Lenzi Baiata, costituisce una delle più importanti aree umide costiere della Sicilia occidentale, occupato in gran parte da saline coltivate in maniera tradizionale, con pantani e campi coltivati in aree marginali

Tra i principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio si individuano i terrazzi marini di età quaternaria, che interessano soprattutto l'area territoriale, sviluppandosi, con pendenze molto blande, dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote massime di circa 140 m s.l.m.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato. Lungo tali versanti, il principale processo morfodinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate.

Laddove affiorano i terreni lapidei costituiti dalle calcilutiti del Cretaceo-Oligocene, la morfologia è rappresentata da rilievi modesti (la quota massima è di 751 m s.l.m. di Montagna Grande) ma dai versanti acclivi, a volte associati a fasce detritiche; i principali processi geomorfologici che interessano questi terreni sono la disgregazione fisica e l'erosione delle masse litoidi, con conseguenti frane di crollo e ribaltamento

3.4.1.3 Idrografia

Nella zona di monte il *Fiume Birgi* consta di due rami; il ramo settentrionale, che nasce dai rilievi collinari di *M. Murfi* (510 m s.l.m.) e Piano Neve, dopo il primo tratto in cui prende il nome di *F. Fittasi*, prosegue con il nome di *Fiume Bordino*.

Il ramo meridionale, che nasce dal complesso di Montagna Grande, è interessato nel suo percorso dal serbatoio Rubino. Da monte verso valle comprende due tratti: il primo, denominato *T. Fastaiia*, è incassato tra Montagna Grande ed i rilievi di c.da Baglietto e le sue acque defluiscono quasi interamente nell'invaso, a valle dello sbarramento resta infatti solo un tratto, inferiore ad un chilometro, che confluisce nel *F. della Cuddia*; il secondo tratto, costituito dal *F. della Cuddia*, scorre in direzione E-O fra i rilievi di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borrania a Sud e quelli di Timpone di Fittasi e c.da Tammareddara a Nord.

Il *F. della Cuddia* confluisce con il ramo settentrionale del Birgi denominato *F. di Bordino*, proseguendo, sempre con direzione E-O, con il nome di *F. di Borrania* prima e *F. della Marcanzotta* poi.

L'asta prosegue ancora, con un'incollezione artificiale ad andamento rettilineo che esclude

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 15 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

l'ultimo tratto del vecchio corso del Birgi, sotto il nome di F. *Chinisia*. Del vecchio corso del F. *Birgi* resta, pertanto, soltanto la vecchia foce, alimentata da pochi e brevi tributari.

Il bacino imbrifero del *Fiume Birgi* nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili. In particolare, in corrispondenza dei calcarenitici, affioranti soprattutto nell'Area

3.4.1.4 Pluviometria e climatologia

Dall'analisi dei valori medi annuali delle temperature si riscontra una temperatura media annua di 18°-19° C. L'escursione termica annua è compresa mediamente tra i 13,5° C e i 15,5° C nella zona costiera e arriva a 15°- 16,5° C in collina, per via dell'azione mitigatrice del mare.

Le T° minime delle aree marittime nei mesi invernali non scendono mai sotto gli 8°, mentre nelle aree di collina le temperature si fanno più rigide. Il mese più caldo è di norma agosto.

Per quanto riguarda le precipitazioni, la fascia costiera presenta valori medi annuali tra 450 e 500 mm mentre nelle parti interne la piovosità media oscilla tra i e i 600 mm annui.

Per quanto riguarda le intensità massime di precipitazioni queste oscillano nell'intervallo di un'ora tra un massimo di 112 mm e un minimo di 36 mm. I mesi che presentano eventi così intensi sono quelli di settembre e ottobre, generalmente interessati da fenomeni temporaleschi.

3.4.2 Bacino del fiume Arena

3.4.2.1 Analisi territoriale

Il bacino idrografico del *Fiume Arena* è localizzato nella porzione occidentale della Sicilia settentrionale ed occupa una superficie complessiva di 316 km².



Figura 3.7: Bacino del fiume Arena.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 16 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

Il bacino in esame ha una forma allungata in direzione NE – SW e i bacini con i quali confina sono, procedendo in senso orario, i seguenti: (i) Nord-Est - Bacino del *Fiume San Bartolomeo*; (ii) Est - Bacino del *Fiume Modione* e *Area fra F. Arena e F. Modione*; (iii) Ovest - Bacino del *Fiume Mázaro*.

Dal punto di vista amministrativo, il bacino del F. Arena ricade interamente nella provincia di Trapani e comprende un totale di otto territori comunali; di questi soltanto cinque centri abitati ricadono totalmente o parzialmente all'interno del bacino.

All'interno del bacino, in particolare nel territorio comunale di Castelvetro, ricade l'invaso del Lago della Trinità, derivante dallo sbarramento del Fiume Arena.

3.4.2.2 Morfologia

L'area del bacino del Fiume Arena è caratterizzata da un assetto geomorfologico che dipende principalmente dai tipi litologici presenti, dal modello tettonico delle strutture geologiche dell'area e dalla differente azione degli agenti erosivi sulle diverse litologie.

I paesaggi dominanti sono due: uno prevalentemente collinare che caratterizza il bacino nella sua porzione settentrionale (le colline di Vita, Salemi e Santa Ninfa), ove il maggiore presente è quello di Monte Polizzo (713 m s.l.m.), seguito da *Monte San Giuseppe* (677 m.s.l.m.), *Monte di Pietralunga* (519 m. s.l.m.) e *M. Caemici* (548 m.s.l.m.) ed i rilievi che costituiscono gli spartiacque orientale e settentrionale del bacino.

A questo paesaggio collinare segue, procedendo verso la costa, quello tipicamente pianeggiante dell'area di Mazara del Vallo. La morfologia pianeggiante, dell'area prossima alla costa, è il risultato delle oscillazioni, sollevamenti e abbassamenti, che si sono verificati durante il Pleistocene.



La morfologia della piana costiera e la maturità fluviale dei corsi d'acqua hanno determinato il caratteristico andamento meandriforme degli impluvi. I corsi d'acqua presenti nel bacino hanno un orientamento prevalente N-W e N-E e si presentano relativamente sinuosi.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 17 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

3.4.2.3 Idrografia

La rete idrografica si presenta con andamento “*pinnato*” nella porzione nord-orientale del bacino, ove si imposta su versanti caratterizzati da vallecicole a V, poi evolve con andamento dendritico nelle aree caratterizzate da litologie a comportamento incoerente.

Nell’area centrale del bacino il reticolo assume un andamento sub-dendritico, poiché alle basse pendenze dei versanti si associano litologie a permeabilità differente minano diverso grado di erosione ad opera delle acque dilavanti. Affluenti principali del F. Arena sono, in destra orografica, il *torrente Mendola* il *torrente Giardinazzo* ed il *torrente Gazzera*, in sinistra orografica il *torrente Dotto* ed il *torrente Torello di Corleo*. Il corso d’acqua è denominato *F.Grande* nel suo tratto di monte, *F.Delia* nel tratto centrale e *F.Arena* nel tratto finale.

L’asta principale, lunga circa 48 km, si presenta a meandri incassati, con due distinti gradi di maturità evolutiva: uno stadio più maturo nella parte terminale, dopo lo sbarramento, ed uno stadio meno maturo a monte del Lago della Trinità, dove il fondo vallivo non è minimamente calibrato.

3.4.2.4 Pluviometria e climatologia

Dall’analisi dei valori medi annuali delle temperature si riscontra una temperatura media annua di 18°-19° C. L’escursione termica annua è compresa mediamente tra i 13,5° C e i 15,5° C nella zona costiera e arriva a 15°- 16,5° C in collina, per via dell’azione mitigatrice del mare.

Le temperature minime delle aree marittime nei mesi invernali non scendono mai sotto gli 8°, mentre nelle aree di collina le temperature si fanno più rigide. Il mese più caldo è di norma agosto.

Per quanto riguarda le precipitazioni, la fascia costiera presenta valori medi annuali tra 450 e 500 mm mentre nelle parti interne la piovosità media oscilla tra i e i 680 mm annui.

Per quanto riguarda le intensità massime di precipitazioni queste oscillano nell’intervallo di un’ora tra un massimo di 112 mm e un minimo di 36 mm. I mesi che presentano eventi così intensi sono quelli di settembre e ottobre, generalmente interessati da fenomeni temporaleschi.

3.4.3 Bacino del fiume Mazzo

3.4.3.1 Analisi territoriale

Il bacino idrografico del *Fiume Mazzo* e l’area territoriale tra il bacino del *Fiume Mazzo* e il bacino del *Fiume Arena* si localizzano nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupano una superficie complessiva di circa 130 km².

L’area in esame ha una forma allungata in direzione NNE-SSW e presenta una porzione più allargata nella parte centrale; i bacini e le aree territoriali con i quali confina sono, procedendo

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 18 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

in senso orario, i seguenti: nel settore orientale *Bacino del F. Arena*; nel settore occidentale *Area tra il bacino del Fiume Birgi e il bacino del Fiume Mazzo* e *Bacino del Fiume Birgi*.

Nel settore meridionale l'area in esame è delimitata dalla costa del Mar Mediterraneo.



Figura 3.8: Bacino del fiume Mazzo.

Il territorio in studio si sviluppa nell'estrema porzione occidentale della Sicilia, in un'area caratterizzata essenzialmente da una vasta piana costiera, interessando, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di tre Comuni (Marsala, Mazara del Vallo, Salemi).

3.4.3.2 Morfologia

Il territorio interessato dal bacino del *Fiume Mazzo* e dall'area territoriale tra il *bacino idrografico del Fiume Mazzo* e il *bacino del Fiume Arena* è caratterizzato da lineamenti morfologici pressoché costanti e regolari, tipici delle ampie pianure costiere modellate e spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario.

Tali superfici pianeggianti, soltanto nelle aree più interne, lasciano il posto a morfologie di tipo collinare, ma sempre con rilievi molto modesti e con pendenze molto blande.

La morfologia è caratterizzata da un andamento sub-pianeggiante, debolmente ondulato, che degrada dolcemente in direzione della linea di costa; tale regolarità morfologica è interrotta, localmente, soltanto dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e dalle rare incisioni fluviali.

Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio. Si tratta di cave a fossa, a cielo aperto, e di cave sotterranee, a gallerie e pilastri, ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 19 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato.

Le quote più elevate, comprese tra i 500 e i 712 metri s.l.m. della vetta di M. Polizzo, si rinvencono lungo lo spartiacque settentrionale.

All'interno dell'area in esame, invece, si raggiungono quote meno elevate in corrispondenza delle strutture morfologiche, tipiche dell'area trapanese e marsalese, denominate “*Timponi*”; in generale si tratta di modesti rilievi di natura calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, che si ergono di alcuni metri rispetto alle superfici terrazzate circostanti, e che sono riconducibili a strutture morfologiche formatesi in ambiente deposizionale di spiaggia e di dune costiere. Tra i più rilevanti si ricordano la struttura di *Timpone Torretta*, *Timpone del Gesso* e *Timpone Vanidotti*, localizzati lungo lo spartiacque orientale, che raggiungono quote comprese tra i 220 e i 270 metri s.l.m.

3.4.3.3 Idrografia

Il bacino del *Fiume Mazzo* e l'area territoriale tra il bacino del *Fiume Mazzo* e il bacino del *Fiume Arena* presentano una forma allungata in direzione NNE-SSW, con una porzione più allargata nella parte centrale. La quota massima di 712 metri s.l.m. è raggiunta lungo lo spartiacque nord-orientale.

Il *Fiume Mazzo* presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda lungo un percorso di circa 34,5 km, orientato inizialmente in direzione ENE – WSW.

Il Fiume Mazzo nasce dalle pendici di Monte Polizzo (712 m s.l.m.), in territorio comunale di Salemi, e inizialmente assume la denominazione di *Fosso Ranchibilotto*. Nei pressi di Timpone Monaco, in territorio comunale di Marsala, assume la denominazione di *Torrente Iudeo* e varia leggermente direzione, proseguendo il suo corso prima con orientamento NNE – SSW e poi N–S.

Alla confluenza, in sinistra idraulica, con il *Torrente Bucari*, in territorio comunale di Mazara del Vallo, continua il suo percorso con andamento NE – SW e assume la denominazione definitiva di *Fiumara Mazzo*. Sfocia nel Mar Mediterraneo nei pressi del Porto Canale di Mazara del Vallo.

Il *Fiume Mazzo* è caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico, discretamente gerarchizzato, maggiormente sviluppato in sinistra idraulica, dove il territorio presenta una morfologia meno pianeggiante per la presenza di piccoli rilievi isolati, i cosiddetti *Timponi*. L'affluente principale del *Fiume Mazzo*, in sinistra idraulica, è il *Torrente Bucari*, caratterizzato anch'esso da un reticolo di tipo dendritico maggiormente sviluppato in sinistra idraulica.

3.4.3.4 Pluviometria e climatologia

L'analisi dei dati, condotta nell'ambito della redazione del PAI Sicilia, mostra che nei mesi più

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 20 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

caldi (luglio e agosto) si raggiungono temperature massime di oltre 42°C; invece, nel mese più freddo (gennaio) le temperature minime non scendono mai al disotto dello zero (T min. ass. - 0.3 ° C, stazione di Calatafimi).

Dai dati pluviometrici raccolti è stato possibile evidenziare come la precipitazione media annua dell'intero bacino, nel periodo di osservazione trentennale, è di 501,1 mm.

Le variazioni riscontrate rientrano nell'andamento climatico di tipo semiarido, caratterizzato da precipitazioni concentrate nel periodo autunnale-invernale e quasi assenti in quello estivo.

Inoltre, nel periodo considerato, gli anni più piovosi sono stati il 1976 e il 1969, quando alla stazione di Castelvetro si sono registrati rispettivamente 1104,8 mm e 1037,8 mm di pioggia; l'anno meno piovoso, invece, è stato il 1977, con 256 mm di pioggia (stazione di Borgo Fazio).

Gli elementi climatici esaminati influiscono direttamente sul regime delle acque sotterranee ed, essendo le piogge concentrate in pochi mesi, assumono particolare interesse i fenomeni di ruscellamento superficiale, di infiltrazione e di evaporazione.

L'evaporazione è sempre modesta nei mesi freddi in special modo nelle zone di affioramento dei termini litoidi di natura calcarenitica, ciò a causa dell'elevata permeabilità (per porosità e fessurazione) di tali litotipi, che favorisce l'infiltrazione delle acque ruscellanti.

La ricarica degli acquiferi dell'area in esame avviene quindi sostanzialmente nel periodo piovoso ottobre-aprile mentre durante l'estate, caratterizzata da lunghi periodi di siccità ed elevate temperature, si verificano condizioni di deficit di umidità negli strati più superficiali del terreno.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 21 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

4 INFORMAZIONE IDROLOGICA

Il presente capitolo ha l'obiettivo di definire la curva di probabilità pluviometrica necessaria alla progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico *Salemi-Castelvetrano*.

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni metereologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

Nel caso in esame, la risposta idrologica dei bacini è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata. La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

Nel caso in oggetto, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco eolico "*Salemi-Castelvetrano*".

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

1.1. METODO TCEV SICILIA

Il modello TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI¹.

¹ Il Progetto VAPI (VALutazione PIene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del *Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche*, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 22 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata *componente base*, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (*componente straordinaria*) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica).

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI Sicilia (*Ferro e Cannarozzo*, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da *Conti et al.*, 2007.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni statistici.

Nel *primo livello di regionalizzazione* si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico G_t delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia. La Sicilia si può pertanto ritenere una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri $\Theta^* = 2.24$ e $\Lambda^* = 0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

Il *secondo livello di regionalizzazione* riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in n°5 sottozone pluviometriche omogenee: $Z_0 - Z_5$, Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 (fig. 4.1).

A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo Λ_1 (tabella 4.1), che risulta indipendente dalla durata. Le sottozone Z_0 e Z_5 , possono anche essere "unite" e considerate come una sottozona unica, visti i valori pressoché identici del parametro Λ_1 .

In ogni sottozona la variabile adimensionale $h'_{t,T} = h_t/\mu$ (valore dell'altezza di pioggia di fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media μ della legge TCEV) assume la seguente espressione:

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 23 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

$$h'_{t,T} = K_T = a \cdot \ln(T) + b$$

In tale relazione i coefficienti a e b sono stati tarati in funzione della particolare sottozona (tabella 4.2).

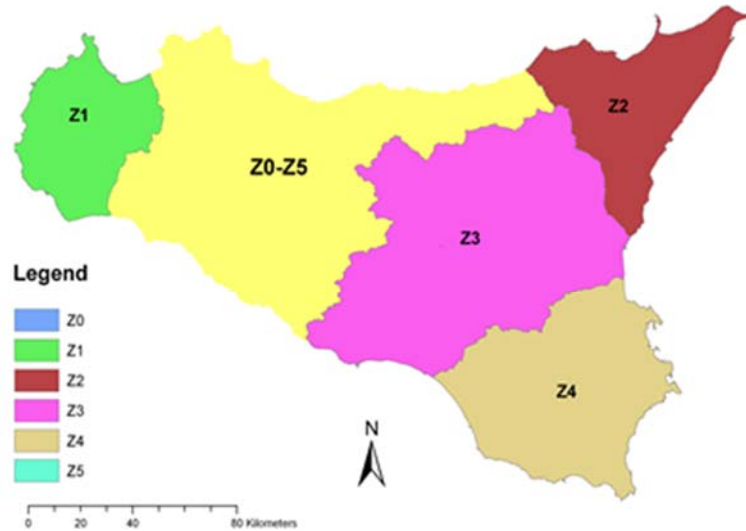


Figura 4.1: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

K_T è definito *fattore di crescita* e misura la variabilità relativa degli eventi estremi alle diverse frequenze. Esso è dunque indipendente dalla durata della precipitazione e funzione della collocazione geografica del sito per il quale si vogliono calcolare le altezze di pioggia (a mezzo dei coefficienti a e b) e del tempo di ritorno T dell'evento meteorico.

| Sottozona Parametro | Z ₀ | Z ₁ | Z ₂ | Z ₃ | Z ₄ | Z ₅ |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Λ_1 | 24,429 | 19,58 | 17,669 | 14,517 | 15,397 | 24,402 |

Tabella 4.1: Valore del parametro Λ_1 per ogni sottozona in cui è stata suddivisa la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

| Sottozona Parametro | Z ₀ -Z ₅ | Z ₁ | Z ₂ | Z ₃ | Z ₄ |
|------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| a | 0.4485 | 0.4695 | 0.4799 | 0.5011 | 0.4946 |
| b | 0.5117 | 0.4889 | 0.4776 | 0.4545 | 0.4616 |

Tabella 4.2: Valori, per la regione Sicilia, dei coefficienti a e b per la definizione del fattore di crescita (Lo Conti et al, 2007).

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 24 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

Il *terzo livello di regionalizzazione* prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze - prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico) - relative al sito di misura.

Pertanto, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$$h_{t,T} = K_T \cdot \mu(t)$$

in cui $h_{t,T}$ è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T .

Per le stazioni pluviografiche siciliane la media teorica μ risulta coincidente con quella campionaria; per ciascuna delle 172 stazioni siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata t :

$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti a ed n sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso- a e delle iso- n (Cannarozzo et al, 1995). Nelle figg. (4.2) e (4.3) è possibile vedere la variazione dei coefficienti a ed n per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

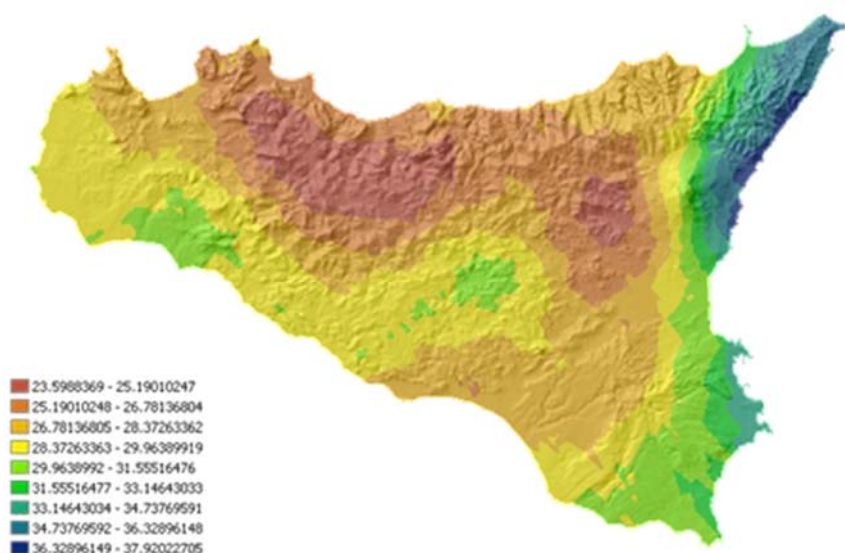


Figura 4.2: Valori dei coefficienti a per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007)

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 25 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

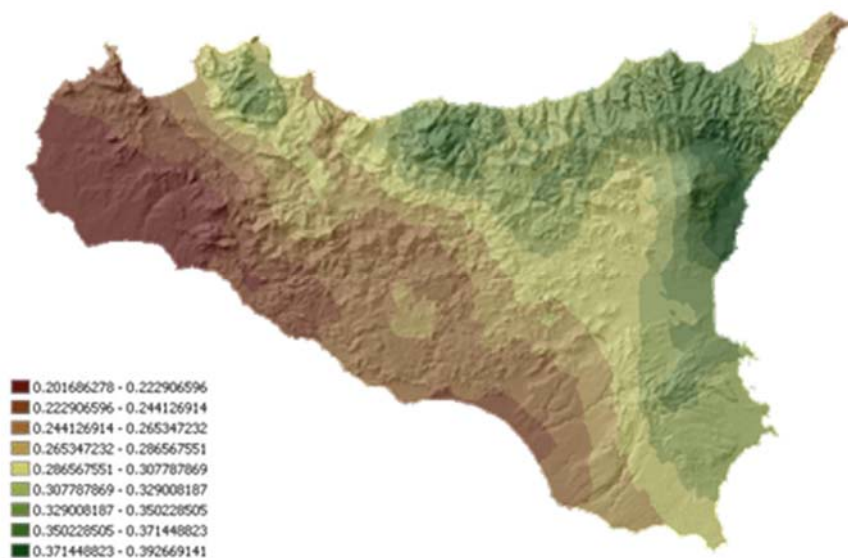


Figura 4.3: Valori dei coefficienti n per il territorio siciliano (Lo Conti et al, 2007).

Sono quindi stati calcolati, per il tempo di ritorno di interesse $T = 25$ anni e per ciascuna stazione considerata, i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata $h_{t,T}$ e le leggi di probabilità pluviometrica.

1.2. CALCOLO DELLA C.P.P.

I bacini oggetto del presente studio si trovano nella sottozona pluviometrica omogenea Z_1 : il fattore di crescita è calcolato attraverso la seguente espressione, utilizzando gli appropriati valori dei coefficienti a e b (in base ai valori della tabella 4.2):

$$K_T = 0.4485 \ln(T) + 0.5117$$

Fissato il tempo di ritorno della sollecitazione meteorica di progetto - pari a 25 anni - ed individuate le stazioni pluviometriche più vicine alle aree in esame, è quindi possibile calcolare le altezze di pioggia di data frequenza di accadimento e di fissata durata. La stazione pluviometrica di riferimento per i bacini ricadenti nel territorio di Salemi è la seguente:

- **Salemi**

Anni di funzionamento: 30

Sensori presenti: Pluviometro

Altitudine: 340 m.s.l.m.

Per essa, come per le restanti stazioni pluviometriche siciliane, i valori di a ed n risultano tabellati. Per tale stazione sono individuati i seguenti valori: $a = 31,422$ ed $n = 0,184$.

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|-------|-----------|--------|------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV. | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 26 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

La stazione di riferimento per i bacini ricadenti nel territorio di Castelvetro è invece la seguente (per la quale sono tabellati i valori: $a = 30,053$ ed $n = 0,214$).

o **Trinità (diga)**

Anni di funzionamento: 16

Sensori presenti: Pluviometro

Altitudine: 71 m.s.l.m.

E' quindi possibile individuare le curve di probabilità pluviometrica per le due diverse aree in esame, corrispondenti ad un tempo di ritorno $T=25$ anni.

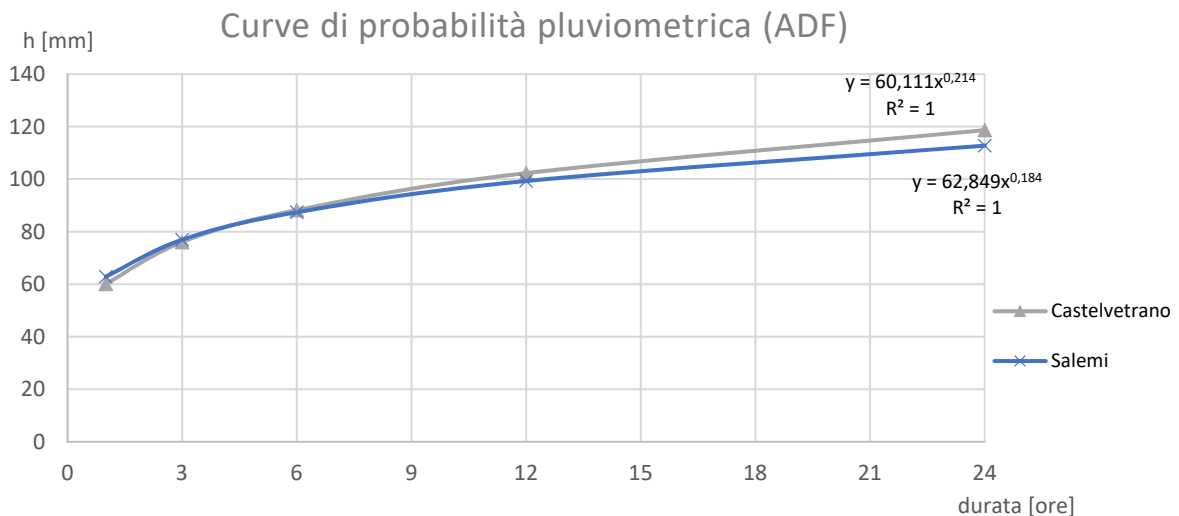
Valori $h_{t,T}$ [mm]

| t [ore] | T=25 anni (Salemi) | T=25 anni (Castelvetro) |
|-----------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | 62.85 | 60.11 |
| 3 | 76.93 | 76.04 |
| 6 | 87.39 | 88.20 |
| 12 | 99.28 | 102.31 |
| 24 | 112.79 | 118.66 |

L'espressione analitica delle leggi di probabilità pluviometrica è la seguente:

T = 25 anni $h(t) = 62,85 \cdot t^{0.184}$ (Salemi)

T = 25 anni $h(t) = 60,21 \cdot t^{0.214}$ (Castelvetro)



| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 27 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

1.3. PIOGGE BREVI

È necessario inoltre osservare che poiché gli eventi di pioggia brevi e quelli lunghi seguono differenti dinamiche meteorologiche, dai campioni di altezze h_t aventi durate $1 \div 2 \text{ ore} \leq t \leq 24$ non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi.

La curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore, non può essere pertanto estrapolata per valori della durata t inferiore ad un'ora. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata t espressa in minuti. Il legame funzionale, per la regione Sicilia, può essere pertanto espresso nella forma seguente, utilizzando la formula di Ferreri-Ferro, in cui il coefficiente s è stato opportunamente calibrato da Ferro e Bagarello (*"Rainfall depth-duration relationship for South Italy"*, 1996).

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$$

1.4. SUPERFICI DI INFLUENZA

La principale caratteristica delle misure di precipitazione è di essere *puntuali*, cioè di riferirsi al punto in cui è posizionato lo strumento. La quantità di precipitazione che affluisce in un fissato intervallo di tempo in una data *area* deve essere valutata, in linea di principio, a partire dalle misure puntuali effettuate dalle stazioni di misura ricadenti nell'area o in essa limitrofe.

Tuttavia, data la vicinanza delle stazioni considerate ai bacini scolanti e le ridotte dimensioni di tali bacini, non si individuano le superfici di influenza nell'ipotesi che le caratteristiche di precipitazione all'interno dei bacini siano legate esclusivamente a quelle delle stazioni pluviometriche "*Salemi*" e "*Trinità*".

Inoltre, date le ridotte dimensioni dei bacini ($S < 10 \text{ km}^2$), non verrà effettuato il ragguglio spaziale delle precipitazioni (ARF=1).

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|--------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 28 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

5 ALLEGATI

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|--------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 29 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

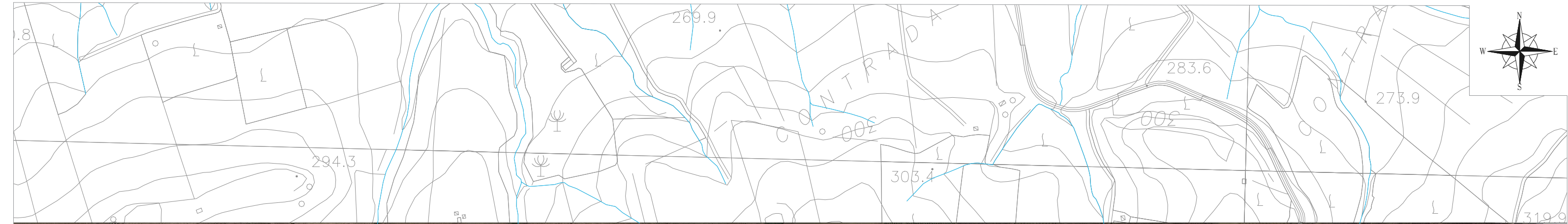
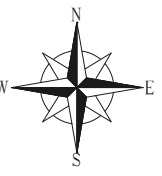
5.1 ALLEGATO 1: RETICOLO IDROGRAFICO SU ORTOFOTO

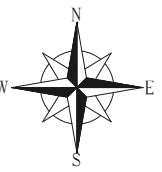
| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|--------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 30 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

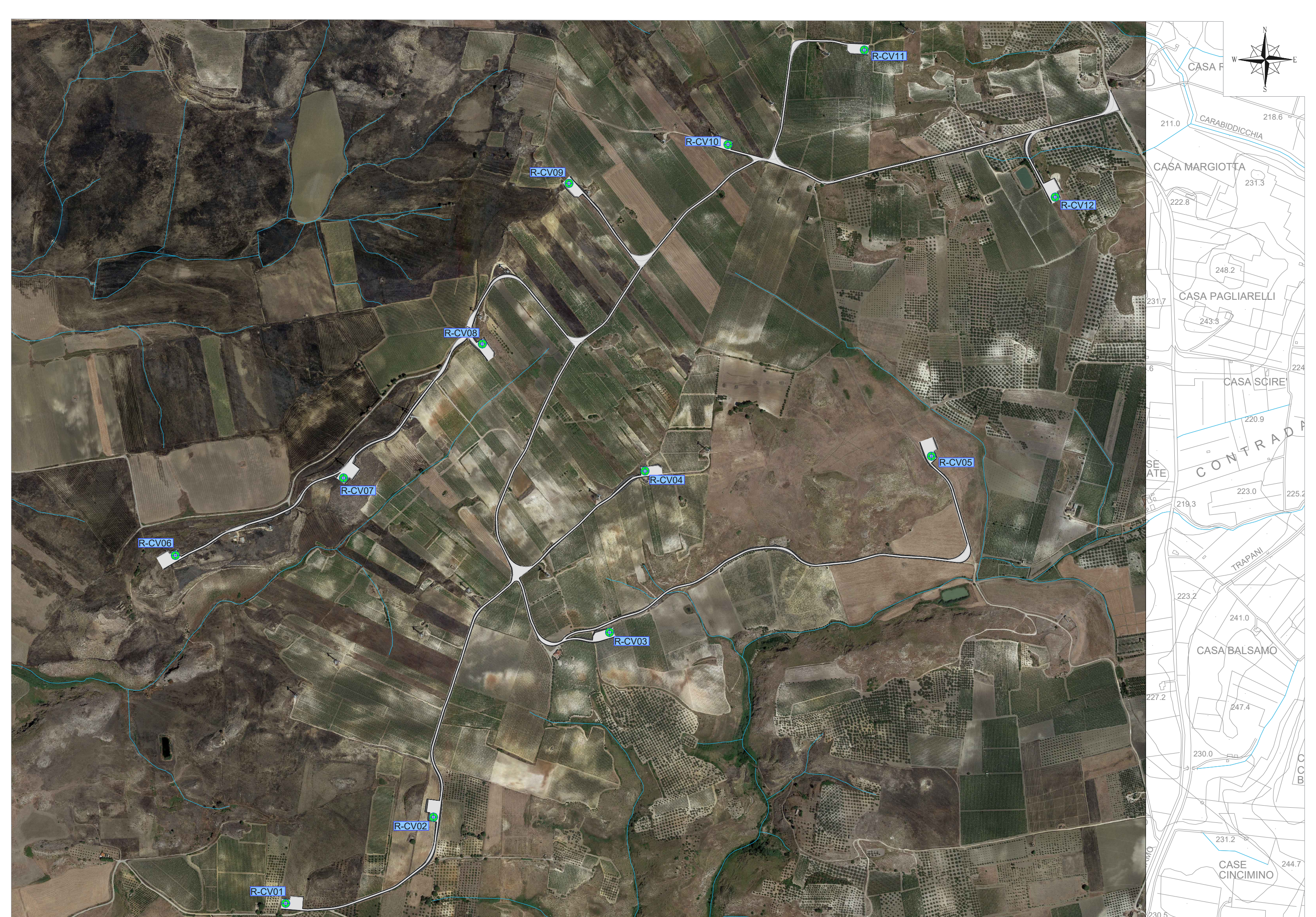
5.2 ALLEGATO 2 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO: UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO CON RIFERIMENTO AI BACINI IDROGRAFICI PRINCIPALI

| CODICE COMMITTENTE | | | | | OGGETTO DELL'ELABORATO | PAGINA |
|--------------------|------------|--------------|-------------|-----------|---|--------|
| IMP. | DISC. | TIPO DOC. | PROGR. | REV | POTENZIAMENTO PARCO EOLICO SALEMI – CASTELVETRANO RELAZIONE IDROLOGICA | 31 |
| SAL | ENG | REL | 0037 | 00 | | |

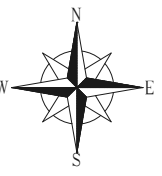
5.3 ALLEGATO 3: PERIMETRAZIONE DEI BACINI SCOLANTI INTERCETTATI DALLA VIABILITÀ DEL PARCO.







Allegato 1: Reticolo idrografico su ortofoto (Castelvetro)



Bacino *Fiume Birgi*

Bacino *Fiume Mazzo*

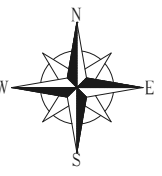
R-SA01

R-SA02

R-SA03

R-SA04

Allegato 2: Inquadramento idrografico: ubicazione delle opere in progetto con riferimento ai bacini idrografici principali (Salemi)



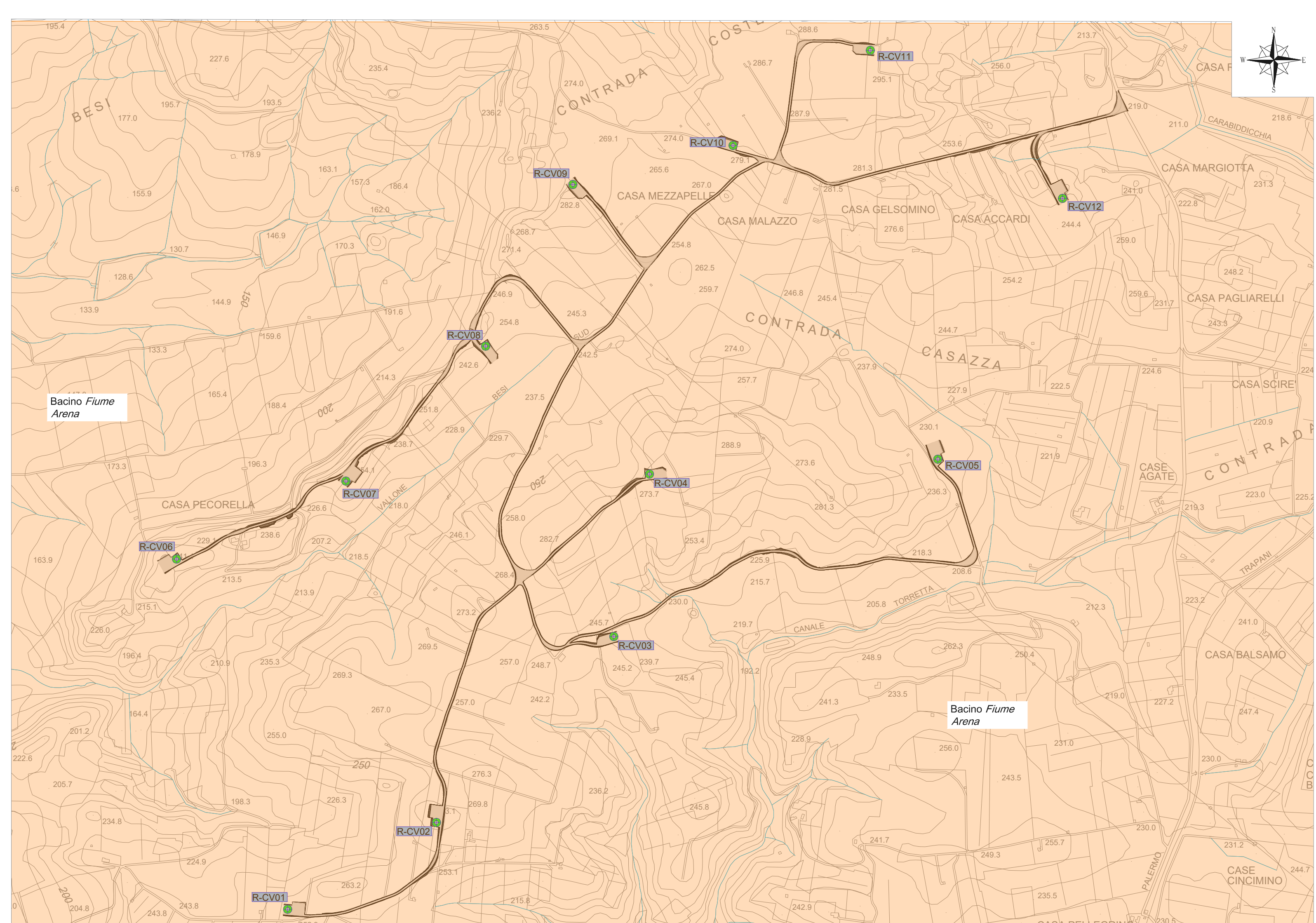
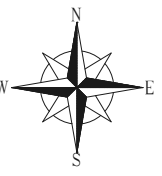
Bacino *Fiume Arena*

Bacino *Fiume San Bartolomeo*

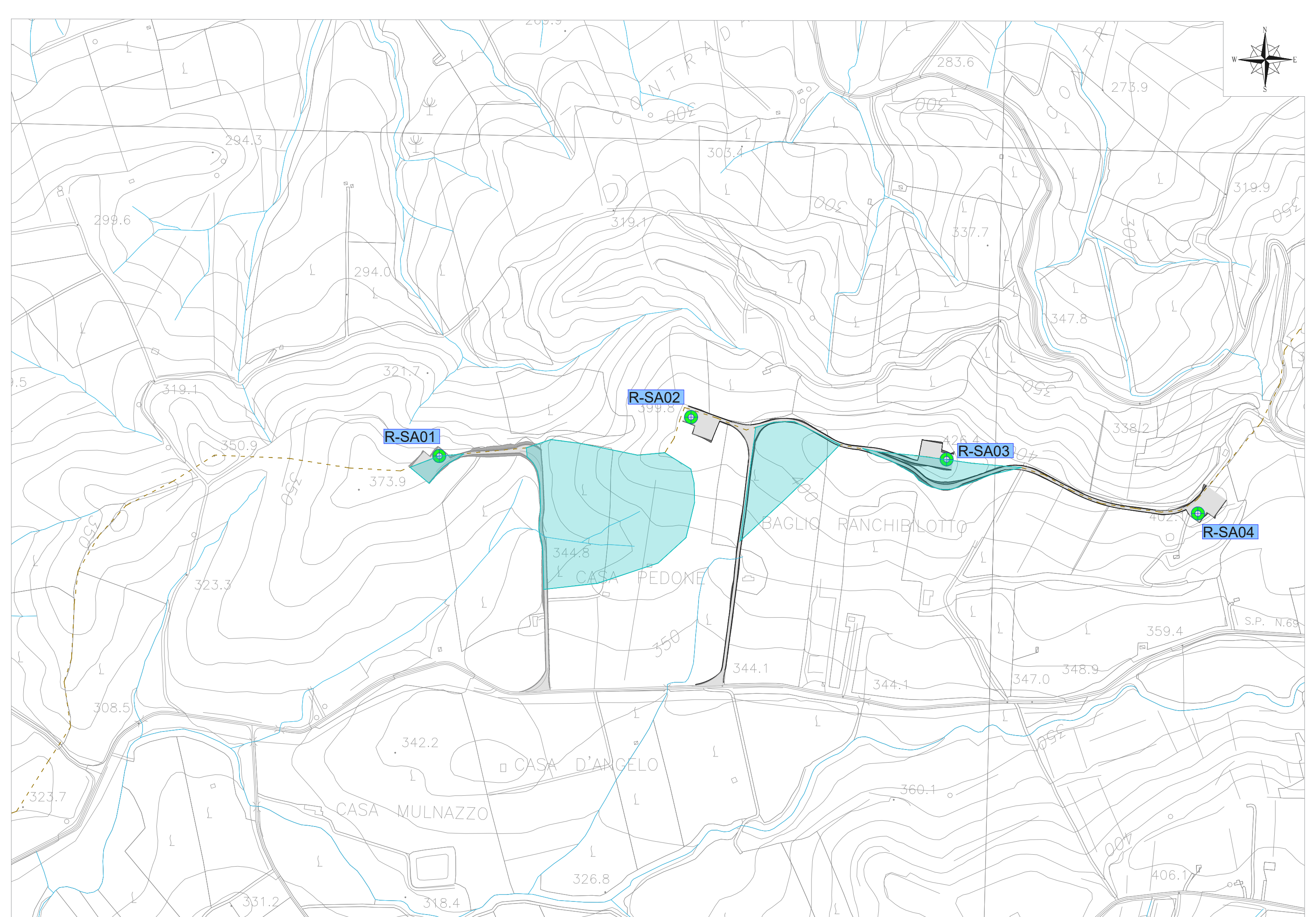
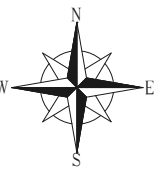
R-SA05

R-SA06

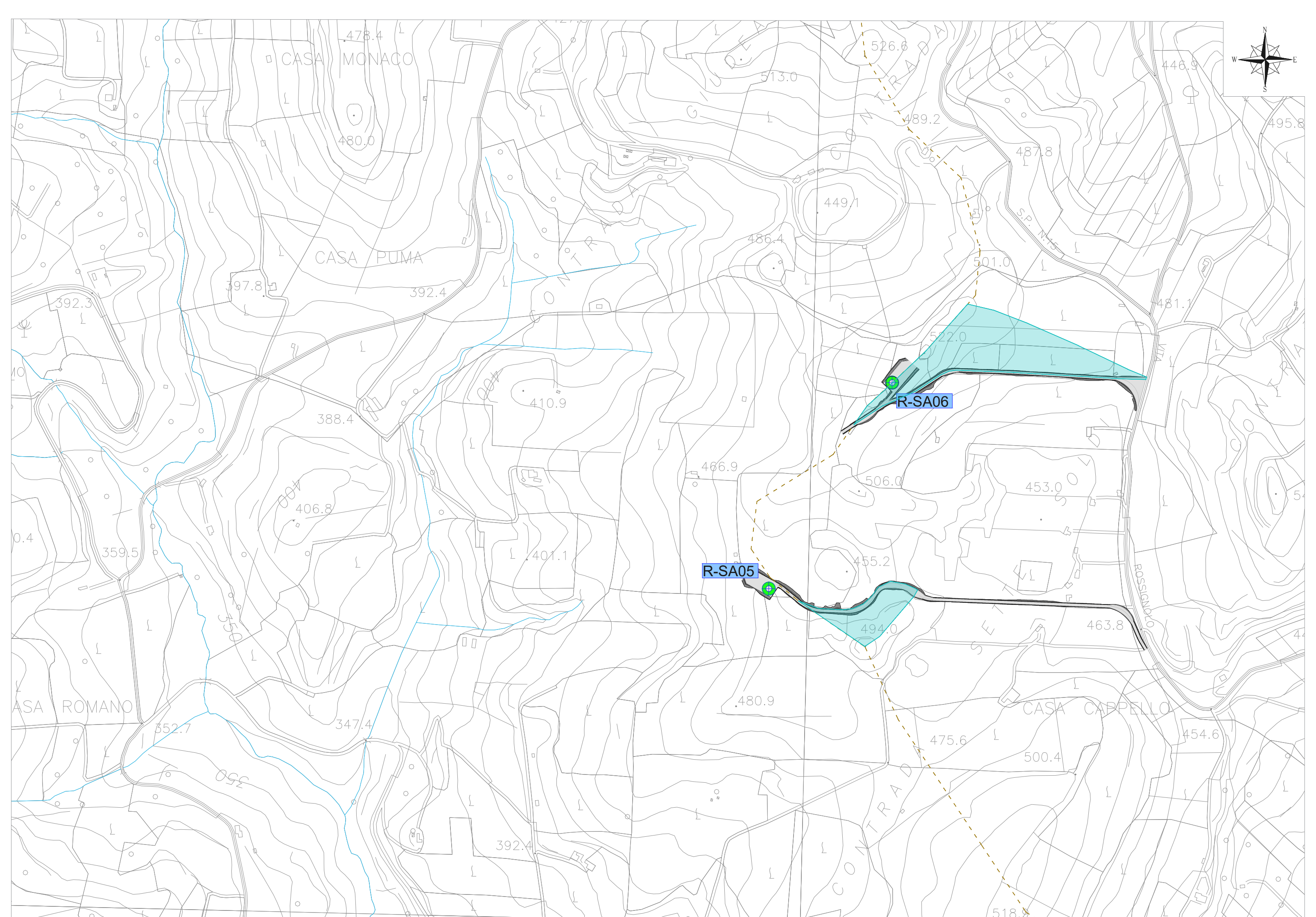
Allegato 2: Inquadramento idrografico: ubicazione delle opere in progetto con riferimento ai bacini idrografici principali (Salemi R-SA05/SA06)



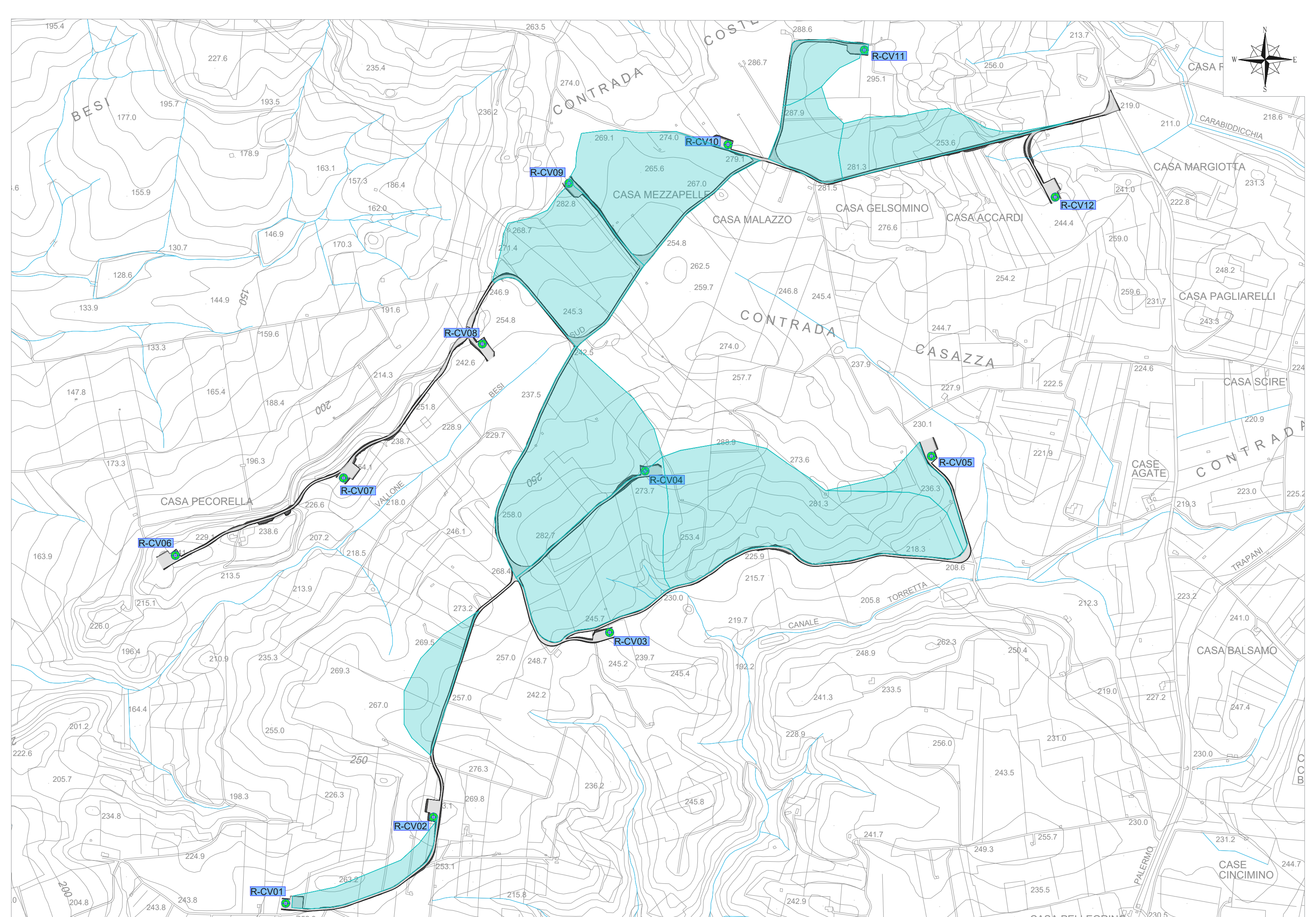
Allegato 2: Inquadramento idrografico: ubicazione delle opere in progetto con riferimento ai bacini idrografici principali (Castelvetrano)



Allegato 3: Perimetrazione dei bacini scolanti intercettati dalla viabilità del parco (Salemi)



Allegato 3: Perimetrazione dei bacini scolanti intercettati dalla viabilità del parco (Salemi R-SA05/SA06)



Allegato 3: Perimetrazione dei bacini scolanti intercettati dalla viabilità del parco (Castelvetrano)