



**VCC Energia Licata Srl**

**REGIONE SICILIANA**

PROVINCIA DI AGRIGENTO  
COMUNE DI LICATA



PROVINCIA DI CALTANISSETTA  
COMUNE DI BUTERA



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA  
POTENZA DI 93,5 MW**

**"AGRABONA"**

**REL.04**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Committente:  
VCC Energia Licata Srl  
Via Oreste Ranelletti, 281 - 67043 -  
Celano (AQ)  
P.IVA e C.F.: 02114010669

VCC Energia Licata Srl  
Il Rappresentante Legale

**PROGETTO DEFINITIVO**

Data: 10/11/2021

Rev.01

PROGETTO REDATTO DA: VCC Trapani Srl  
Il geologo:  
Dott. Calogero G. Amato



*Calogero G. Amato*

I progettisti per presa visione:  
Ing. Giuseppe Morgante



Ing. Eugenio Oreto



Ing. Antonio Bartolozzi



## **1. PREMESSA**

Su incarico della VCC energia S.p.a, è stato eseguito uno studio di carattere geologico e geomorfologico su di un'area sulla quale si intende realizzare un progetto per la costruzione di un impianto eolico costituito per la produzione di energia elettrica alternativa.

La finalità del presente studio è quella di:

- rilevare ed analizzare, in dettaglio, i caratteri litologici e giaciture dei terreni affioranti e i loro rapporti stratigrafici e strutturali;
- descrivere ed analizzare le caratteristiche geomorfologiche della zona di progetto, con particolare riguardo ai fattori di dissesto in atto e potenziali, ai fenomeni di degradazione del suolo e all'equilibrio complessivo dell'area;

Lo studio geologico si è articolato in fasi distinte:

1. Rilevamento di campagna eseguito in scala 1: 10.000;
2. Osservazione e interpretazione delle foto aeree;
3. Verifiche di campagna;
4. Redazione della cartografia generale e di dettaglio;
5. Redazione della relazione di sintesi

Dello studio geologico fanno parte integrante i seguenti elaborati:

1. Corografia;
2. Carta geologica in scala 1: 10.000;
3. Sezioni geologiche in scala 1: 10.000;
4. Carta geomorfologica in scala 1: 10.000;
5. Carta della pericolosità in scala 1: 10.000;
6. Stralcio del Piano per l'assetto idrogeologico carta delle pericolosità scala 1: 10.000;
7. Stralcio del Piano per l'assetto idrogeologico carta dei dissesti scala 1: 10.000;

## **2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

La zona oggetto del presente studio è ubicata a nord del territorio comunale di Licata.

Dal punto di vista cartografico, l'area studiata ricade nelle Tavolette: III NO "Castello di Falconara" del Foglio 272 della Carta d'Italia dell'I.G.M. ed è compresa tra i paralleli chilometrici 11 e 14 e i meridiani chilometrici 7 e 15;  
II NE "Licata" del Foglio 271 della Carta d'Italia dell'I.G.M. ed è compresa tra i paralleli chilometrici 06 e 07 e i meridiani chilometrici 10 e 12.

### 3. GEOLOGIA

Per la determinazione delle caratteristiche dei terreni interessati dall'area di progetto, è stato eseguito uno studio di carattere geologico, basato sul rilevamento, in scala 1: 10.000.

Dalle osservazioni dirette di campagna e dalle successive interpretazioni è stato possibile riconoscere, come da carta geologica allegata, una successione costituita, dal basso verso l'alto, dalle seguenti unità:

- *Formazione Terravecchia (miocene sup);*
- *Tripoli( Miocene sup.);*
- *Serie Gessoso – Solfifera (Miocene sup.);*
- *Trubi (Pliocene inf.);*
- *Argille marnose (Pleistocene inferiore);*
- *Depositi alluvionali terrazzati (pleistocene sup.);*
- *Depositi alluvionali (Olocene).*
- *Depositi detritici (Olocene.).*

#### **ARGILLE MARNOSE (FORMAZIONE TERRAVECCHIA)**

Affiorano estesamente alla base del rilievo su cui è ubicata l'area di progetto. Si tratta di argille marnose, prive di stratificazione, con livelli sabbiosi discontinui, intercalati irregolarmente. Esse contengono cristalli di gesso e piccole lenti di zolfo; hanno un colore che va dal bruno al marrone e si presentano a volte molto compatte con frattura concoide.

#### **TRIPOLI**

Il Tripoli è presente in affioramenti limitati e discontinui. E' costituito da marne diatomitiche sottilmente laminate, di colore bianco, ben stratificate.

Il contatto con le sottostanti argille della formazione Terravecchia è graduale con intercalazioni di argille scure che, verso l'alto, diventano più marnose.

#### **SERIE GESSOSO – SOLFIFERA.**

Si tratta di una successione evaporitica depositatasi nel Mediterraneo, a causa di una crisi di salinità, durante il Miocene superiore. In queste condizioni di deficit ideologico, si vennero così a depositare, in ordine inverso alla loro solubilità, i sali disciolti in queste acque evaporate. Essa affiora estesamente nell'area in esame ed è costituita dal calcare di base e dal gesso selenitico.

#### CALCARE DI BASE

Il calcare di base affiora estesamente nella zona di interesse e rappresenta il litotipo predominante.

Il calcare si presenta ben stratificato in grossi banchi di notevole spessore, separati da strati di spessore decimetrico di natura marnosa e tripolacea, detti *partimenti*. I partimenti, a loro volta, presentano delle laminazioni calcaree millimetriche.

I grossi banchi non presentano al loro interno particolari strutture deposizionali poiché sono costituiti in prevalenza da una breccia sedimentaria di frammenti calcarei, ma a volte, è possibile intravedere una blanda laminazione, dovuta a livelli algali ormai calcitizzati. I banchi raramente sono compatti. In tutta l'area essi si presentano vacuolari con diffuse cavernosità. Inoltre, essi sono caratterizzati da un sistema principale di fratture distensive, ortogonali alla stratificazione e da una brecciatura associata alle frequenti deformazioni. Il fitto sistema di fratturazioni fa sì che l'ammasso calcareo si presenti formato da una serie di blocchi accostati e di volume variabile. Nonostante ciò, si tratta di una roccia compatta con elevate caratteristiche di consistenza.

## GESSE

Sui Calcari di Base poggiano i gessi. Essi affiorano estesamente in *Contrada Agrabona e Piano Lettiga* e dove oltre al gesso selenitico è presente un altro tipo di gesso, il balatino.

Il gesso selenitico si presenta stratificato in grossi banchi costituiti da cristalli, geminati a “coda di rondine”, lunghi da pochi millimetri a qualche decimetro, a cui spesso si alternano in successione ritmica livelli di gesso balatino.

Talvolta, non è possibile individuare alcuna forma di stratificazione, mentre altre volte, la stratificazione è ben visibile.

Le caratteristiche di consistenza dei gessi sono nell’insieme elevate, trattandosi di rocce in prevalenze competenti, seppur con locali intercalazioni di termini pseudocoerenti. La predisposizione alla erodibilità e alla dissestabilità sono in generale basse.

## **TRUBI**

Essi sono costituiti da una successione ritmica di marne, marne calcaree e calcari marnosi a frattura concoide. Hanno un colore bianco-crema e si presentano ben stratificati, con livelli di 20-30 cm. I trubi sono caratterizzati da un’intensa fratturazione normale alle superfici di stratificazione. Lungo le fratture si osservano patine di alterazione che talora simulano la stratificazione.

I trubi sono costituiti prevalentemente da microfossili, Globigerine e Orbuline. La loro età è Pliocene inferiore.

Le caratteristiche di consistenza e l’erodibilità sono strettamente legate al contenuto in carbonato di calcio.

I Trubi sono localizzati in *Contrada Agrabona e la Comara* e poggiano sia sui gessi che direttamente sul calcare di base.

## **ARGILLE MARNOSE**

Affiorano estesamente nell’area in studio. Si tratta di argille marnose, prive di stratificazione, in cui sono evidenti delle intercalazioni sabbiose ed arenitiche

dello spessore centimetrico. Questi depositi ricoprono trasgressivamente i depositi Pliocenici e alla sommità sono troncati da potenti sedimenti alluvionali antichi.

La loro età è Pleistocene medio superiore.

#### **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI**

Affiorano estesamente a nord di *Piano Lettiga* e alla base di *Monte Agrabona* e in *Contrada Mola Cotogno*. Si tratta di un deposito molto eterogeneo di natura alluvionale.

A causa dei processi di sedimentazione tipici dei corsi d'acqua, si hanno delle variazioni litologiche laterali e verticali che lo rendono eterogeneo. Nell'area di progetto la componente ghiaiosa è nettamente superiore alle altre.

I depositi alluvionali poggiano in discontinuità sulle argille marnose sottostanti.

Una parte dell'area di progetto ricade su un'ampia superficie terrazzata costituita da tali depositi. La genesi di questi depositi, avvenuta durante il Pleistocene superiore, è legata all'evoluzione della rete fluviale.

#### **DEPOSITI DETRITICO -ELUVIALI**

Si tratta di depositi di origine continentale e di età recente. Essi affiorano alla base dei rilievi calcareo. Derivano dall'alterazione e dallo smantellamento della roccia in posto. Essi sono costituiti da una matrice limo-argillosa, talvolta argillosa, e da uno scheletro rudittico-arenitico i cui elementi sono eterometrici ed eterogenei. La morfologia degli elementi di maggiori dimensioni è generalmente spigolosa, ad indicare un lieve trasporto dalla zona di provenienza a quella di accumulo.

#### **DEPOSITI ALLUVIONALI**

Rappresentano i depositi più diffusi nella zona e ricoprono quasi totalmente tutta l'area della piana di Licata.

Si tratta di un deposito d'origine fluviale molto variabile, verticalmente e lateralmente, sia dal punto di vista compositivo che nelle strutture deposizionali. Esso è caratterizzato sostanzialmente da sabbie, sabbie argillose e siltose.

#### 4. TETTONICA

Dal punto di vista strutturale, l'area in studio è interessata da una tettonica recente che esercita una notevole influenza sull'evoluzione del paesaggio.

In particolare la zona sotto osservazione è stata coinvolta da una tettonica compressiva, avvenuta in due periodi differenti, *Messiniano* e *Pliocene*, che ha provocato il piegamento delle formazioni geologiche, e da una successiva tettonica distensiva che ha provocato la dislocazione delle unità precedentemente deposte.

Lo stile strutturale dominante è quello plicativo complicato da faglie che s'intersecano tra loro. Infatti, è possibile osservare una successione di anticlinali e sinclinali, molto strette, i cui assi hanno una direzione NO-SE. Le suddette strutture costituiscono un sistema di pieghe di ordine inferiore a uno più grande caratterizzato dall'ampia sinclinale che si sviluppa, da *Monte Aratato* fino a *Monte Agrabona*, sempre con asse avente direzione NO-SE.

Il sistema a pieghe sopra descritto è complicato da due sistemi principali di faglie. Il primo, come si può osservare in *Contrada Comara*, ha un andamento parallelo agli assi delle pieghe ed è il risultato della sovrapposizione di più eventi compressivi, che hanno esasperato le deformazioni già preesistenti, e, in molti casi, ha provocato la rottura delle strutture, lungo zone di debolezza come i fianchi delle pieghe.

Il secondo ordine di faglie si sviluppa con un andamento NE-SO ed è il risultato di una fase distensiva, iniziata nel Pliocene superiore e non ancora conclusasi, che ha provocato la dislocazione, con movimenti di tipo verticale, delle unità precedentemente deposte.

## 5. GEOMORFOLOGIA

Lo studio geomorfologico trova la sua sintesi nella Carta geomorfologica che raffigura le forme del paesaggio, ne interpreta l'origine e ne stabilisce la sequenza cronologica.

La carta geomorfologica, parte integrante dello studio, è stata redatta a sintesi di due fasi di lavoro distinte:

- Studio aerofotogrammetrico;
- Verifica diretta di campagna.

Nella carta geomorfologica è possibile distinguere:

- **Elementi geologici**, considerati in funzione delle loro risposte agli agenti geomorfici.
- **Forme di versante**, generate dalla gravità, che riguardano il modellamento dei versanti stessi.
- **Forme d'erosione**, connesse prevalentemente all'azione delle acque superficiali incanalate e ruscellanti.
- **Forme carsiche**, legati ai fenomeni di dissoluzione chimica delle evaporiti messiniane.

In generale nelle aree in studio, il paesaggio ha un aspetto vario ed articolato sia in relazione ai diversi litotipi di substrato sia principalmente agli eventi tettonici regionali che hanno originato le attuali strutture geologiche.

Gli effetti tettonici sono ben visibili nei terreni "rigidi" della serie gessoso solfifera.

Gli affioramenti delle S.G.S. e in particolare dei calcari, con la loro morfologia accentuata, si contrappongono all'andamento pressoché uniforme dei versanti caratterizzati da litotipi plastici (Trubi e argille). Infatti, l'acclività particolarmente alta in corrispondenza dei rilievi rigidi, decresce in prossimità dei versanti dove affiorano i trubi. Il passaggio tra litotipi rigidi e plastici è segnato da un'evidente rottura di pendio concava.

### ***FORME DI VERSANTE.***

Come già detto, i rilievi principali coincidono con gli affioramenti delle rocce “rigide” della serie evaporitica. Infatti, è possibile osservare una serie di creste calcaree aventi un andamento NO-SE, che costituiscono le zone topograficamente più elevate dell’area con una quota massima di 380 m s.l.m.

Esse sono caratterizzate da forme nette, quali cornici e scarpate, d’origine spesso strutturale.

Le forme di versante, legate alla gravità, sono per lo più localizzate in corrispondenza delle creste calcaree e in particolar modo in *Contrada Monte Pizzuto, Monte Aratato del Muro, La Comara, e Monte Agrabona*. Dalle osservazioni eseguite in campagna, è stato possibile osservare che il calcare di base, che costituisce i rilievi, è interessato da una serie di fratture formatesi a causa di movimenti distensivi connessi con l’ultimo evento tettonico. Le fratture intersecandosi isolano blocchi di roccia calcarea che, successivamente, anche a causa dei processi di ruscellamento e infiltrazione a cui sono connessi anche fenomeni di dissoluzione, si staccano provocando dei crolli anche d’entità rilevante.

Le altre forme di versante, presenti nel territorio in esame, sono rappresentate da una serie di gradini, creste e scarpate connesse principalmente con la giacitura degli strati e impostate soprattutto sui calcari le cui caratteristiche meccaniche permettono una maggiore resistenza agli agenti esogeni e di conseguenza la conservazione di queste forme.

Gli elementi predominanti legati alla gravità sono delle frane localizzate in diverse parti del territorio.

Grazie all’osservazione delle foto aeree e alle osservazioni dirette sul terreno è stato possibile cartografare e interpretare un tipo di fenomeno franoso: (Varnes 1978):

*Frane di crollo.*

Le frane di crollo sono caratterizzate dallo spostamento di materiale in caduta libera e dal successivo movimento irregolare dei frammenti litici. Tale fenomeno, nelle zone in studio, interessa esclusivamente versanti rocciosi di *Contrada Monte Pizzuto, Monte Aratato del Muro, La Comara, e Monte Agrabona*, in cui l'acclività è molto elevata e gli strati rocciosi sono molto fratturati.

#### **PROCESSI E FORME CARSICHE**

Connesse alla litologia stessa e ben osservabili nell'intero territorio in esame sono le forme carsiche. Si tratta d'elementi dovuti all'azione di dissoluzione delle acque sia meteoriche che d'infiltrazione. Esse sono molto più sviluppate nei gessi che nei calcari.

Nell'area in esame sono stati individuate per lo più forme minori come i karren e le vaschette.

#### **FORME DI EROSIONE**

L'erosione dei versanti si manifesta prevalentemente su quelli di natura plastica. L'agente morfogenetico principale è dato dalle acque meteoriche. In occasione delle precipitazioni meteoriche è possibile distinguere tre momenti che conducono all'erosione. Essa si manifesta in una prima fase solo per l'azione d'urto delle gocce d'acqua al suolo. Successivamente, questo tipo di erosione evolve in una vera e propria azione di dilavamento e trascinamento dei materiali superficiali verso valle. E' un processo che nel tempo provoca l'arretramento generale del versante e la creazione di scarpate d'erosione.

La terza fase comporta la concentrazione dei filetti fluidi e la creazione di linee di drenaggio via via maggiori.

Le forme d'erosione ad opera delle acque meteoriche predominano nelle aree in cui affiorano litotipi di natura plastica ed impermeabili, come le argille, mentre

non sono molto rappresentate nelle aree caratterizzate dall'affioramento dei calcari a causa della loro natura molto permeabile.

Nell'area in esame, la rete idrografica è sviluppata principalmente nelle aree caratterizzate dall'affioramento dei terreni argillosi e marnosi ed è rappresentata da un reticolo di tipo dentritico per niente evoluto dove impluvi di primo ordine confluiscono in aste gerarchicamente di ordine molto più elevato.

Nella parte di territorio in cui affiorano i litotipi di natura permeabile sono presenti solo rare incisioni molto approfondite impostate per lo più su direttrici strutturali.

Un particolare forma di erosione è rappresentata dai calanchi. Si tratta di una forma d'erosione accelerata caratterizzata da ripide vallecole, con versanti dirupati e privi di vegetazione. La loro genesi è legata alla velocità e alla quantità di scorrimento in superficie dell'acqua, a loro volta connesse con la struttura impermeabile delle argille e l'acclività dei solchi.

I calanchi sono presenti alla base di *Poggio Marcato Agnone*.

## 6. IDROGEOLOGIA

Sulla base dei dati raccolti in campagna e dalle informazioni sulle formazioni geologiche è stata redatta una carta della permeabilità dove le varie formazioni sono state suddivise in relazione alla loro grado di permeabilità.

Le varie rocce affioranti sono raggruppabili in tre diverse categorie:

1. rocce a permeabilità elevata;
2. rocce a permeabilità buona;
3. rocce a permeabilità media;
4. rocce impermeabili o a permeabilità modesta.

### 1. Rocce a permeabilità elevata

In questa classe sono comprese le formazioni calcaree, della serie evaporitica, caratterizzate da permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo. La permeabilità è compresa tra  $10^{-3}$  -  $10^{-2}$  M/s mentre il C.I.P. ha un valore compreso tra il 70% e il 90%.

### 2. Rocce a permeabilità buona

In questa classe sono comprese tutte le formazioni caratterizzate da permeabilità primaria come i depositi alluvionali e i depositi alluvionali terrazzati. Il coefficiente di permeabilità di tali litotipi è compreso nell'intervallo da  $10^{-4}$  a  $10^{-3}$  m/s mentre il C.I.P. ha un valore intorno al 95%.

### 3. Rocce a permeabilità media

Questa classe comprende i calcari marnosi (trubi), che pur avendo una permeabilità primaria classificabile tra media e bassa, quella effettiva risulta variabile e limitata in funzione della intensità e della distribuzione delle fratture.

Il coefficiente di permeabilità di tale litotipo è compreso nell'intervallo  $10^{-7}$  -  $10^{-5}$  M/s. Il C.I.P. ha un valore intorno al 40%.

#### **4.Rocce impermeabili**

Sono inseriti in questa classe i terreni della Formazione Terravecchia e della Formazione marnoso-arenacea caratterizzati da circolazione idrica molto modesta o praticamente nulla ad eccezione dei settori ricoperti da coltri superficiali alterate.

I valori di conducibilità idraulica sono molto bassi e rientrano nel range  $10^{-9}$ -  $10^{-7}$ . M/s. Il C.I.P. Ha un valore del 20%. Essi sono caratterizzati da alti indici di deflusso superficiale.

## **7. IDROLOGIA**

Per quanto concerne l'aspetto idrologico legato al bacino del fiume Imera, sono stati presi in esame I dati contenuti nella relazione allegata al Piano per l'assetto idrogeologico di cui si riportano alcune parti.

Il Fiume Imera Meridionale, lungo circa 132 Km, nasce a Portella Mandarinì (1500 m) sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centro-meridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell'abitato di Licata, in provincia di Agrigento. Nella parte montana, denominato all'inizio Torrente Mandarinì e poi Fiume di Petralia, mostra un andamento a tratti rettilineo e a tratti sinuoso, con modesti tributari di limitato sviluppo in lunghezza ad esclusione del Torrente Alberi -

S.Giorgio e del Fiume Vaccarizzo, quest'ultimo alimentato dal Torrente della Cava. L'asta principale, che presenta nella parte mediana un andamento generalmente sinuoso con locali meandri, scorre in senso N-S sebbene siano presenti due variazioni di direzione: la prima verso Ovest alla confluenza del Fiume Torcicoda e la seconda, più a valle, verso Sud in corrispondenza della confluenza del Vallone Furiana. Il sistema di drenaggio è qui più sviluppato rispetto al tratto montano, pur conservando ancora una fisionomia di scarsa maturità. Nella parte terminale, già nel tratto a Sud del centro abitato di Ravanusa, i meandri diventano più ampi e frequenti, sebbene il grado di maturità del sistema idrografico risulti tuttavia ancora modesto; qui il corso d'acqua attraversa alluvioni recenti e terrazze che si raccordano con i depositi alluvionali della Piana di Licata dove il fiume presenta il suo massimo sviluppo meandriforme.

La Tabella riporta i dati relativi ai dissesti censiti all'interno del Bacino del F. Imera Meridionale evidenziando il numero e la superficie distinti per tipologia e stato di attività. In totale sono stati censiti n° 3306 fenomeni franosi che ricoprono complessivamente una superficie di circa 123,04 Km<sup>2</sup> e

con un indice di franosità pari a circa 6,08%. Si tratta per la maggior parte di dissesti attivi di cui il 48% si origina per effetto dell'erosione accelerata e circa il 15% è riconducibile a movimenti lenti dei terreni, assimilabili a soliflusso della porzione alterata superficiale. Numerosi sono, inoltre, le aree a franosità diffusa ed i processi calanchivi più o meno accentuati, distribuiti in tutto il territorio. Tali dati evidenziano il prevalere delle dinamiche superficiali di riassetto delle coperture prevalentemente argillose, litotipo, questo, più diffuso nel bacino analizzato.

**Tabella 2.3** - Numero e superficie dei dissesti nel bacino idrografico distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	203	250,90					7	5,52	210	256,42
Colamento rapido			7	13,02					7	13,02
Sprofondamento	6	0,72							6	0,72
Scorrimento	38	39,57	23	48,97	18	65,21			79	153,75
Frana complessa	60	156,01	29	105,08	74	345,87	31	331,06	194	938,02
Espansione laterale DGPV	1	33,51							1	33,51
Colamento lento	228	406,46	109	276,35	112	474,29	8	46,52	457	1.203,62
Area a franosità diffusa	284	2.846,11							284	2.846,11
Deformazioni superficiali lente (creep)	430	2.044,85							430	2.044,85
Calanchi	264	1.085,74							264	1.085,74
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	1.374	3.728,85							1.374	3.728,85
<b>TOTALE</b>	<b>2.888</b>	<b>10.592,72</b>	<b>168</b>	<b>443,42</b>	<b>204</b>	<b>885,37</b>	<b>46</b>	<b>383,10</b>	<b>3.306</b>	<b>12.304,61</b>

Il territorio comunale di Licata, esteso circa 179 km<sup>2</sup>, ricade per circa 2/3 della sua superficie complessiva all'interno del bacino idrografico dell'Imera Meridionale, la cui foce è ubicata proprio nell'area costiera lungo la quale sorge il centro abitato; inoltre, circa 59 km<sup>2</sup> del territorio comunale ricadono all'interno dell'Area Territoriale 071 esaminata in questa sede.

La restante porzione del territorio comunale appartiene a bacini idrografici minori, sviluppati lungo la fascia costiera a Est della foce dell'Imera Meridionale. Il contesto è fortemente condizionato dall'elemento morfologico predominante rappresentato dal corso d'acqua: infatti, nell'ambito della porzione di territorio comunale ricadente nel bacino, il settore settentrionale presenta un assetto prevalentemente collinare, mentre la zona meridionale è caratterizzata da un'estesa piana alluvionale.

**Tabella 2.12** - Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di Licata ricadente all'interno del bacino del Fiume Imera Meridionale (Area 072) distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	9	14,94							9	14,94
Colamento rapido										
Sprofondamento										
Scorrimento					1	3,92			1	3,92
Frana complessa										
Espansione laterale DGPV										
Colamento lento	12	22,96	4	33,71	7	110,58			23	167,25
Area a franosità diffusa	14	162,53							14	162,53
Deformazioni superficiali lente (creep)	6	15,36							6	15,36
Calanchi	3	8,53							3	8,53
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	18	90,62							18	90,62
<b>TOTALE</b>	<b>62</b>	<b>314,94</b>	<b>4</b>	<b>33,71</b>	<b>8</b>	<b>114,50</b>			<b>74</b>	<b>463,15</b>

Nell'ambito della porzione di territorio comunale di Licata ricadente all'interno dell'Area Territoriale 071 si individuano numerosi dissesti che interessano principalmente i versanti prospicienti la fascia costiera. In questo contesto, infatti, dove si riconosce il contatto litologico fra i terreni argillosi tortoniani e gli affioramenti lapidei scomposti del Calcarea di base e dei gessi, si verificano diversi fenomeni franosi superficiali e complessi, agevolati dai processi di erosione costiera.

**Tabella 2.13** - Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di Licata ricadente all'interno del bacino dell'Area Territoriale distinti per tipologia e stato di attività.

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	12	13,85							12	13,85
Colamento rapido										
Sprofondamento										
Scorrimento			1	5,37					1	5,37
Frana complessa			3	6,18	1	23,91			4	30,09
Espansione laterale DGPV										
Colamento lento	1	11,75	2	7,97	3	12,70			6	32,42
Area a franosità diffusa										
Deformazioni superficiali lente (creep)	6	27,66							6	27,66
Calanchi	3	11,52							3	11,52
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	11	23,56							11	23,56
<b>TOTALE</b>	<b>33</b>	<b>88,34</b>	<b>6</b>	<b>19,52</b>	<b>4</b>	<b>36,61</b>			<b>42</b>	<b>144,47</b>

Alla luce di quanto su esposto sono state considerate tutte le cartografie allegare al PAI per valutare eventuali interferenze tra le opere da realizzare e la vulnerabilità dell'area sia dal punto di vista geomorfologico che idraulico (si allegano le relative planimetrie del PAI). Nell'area in esame ricade qualche dissesto, ma quest'ultimo non interagisce con la posizione degli aerogeneratori. Per quanto concerne il rischio idraulico le aree di progetto, aventi quote elevate, non potranno essere interessate da fenomeni di sondazione o di piene.

La stabilità delle aree su cui verranno ubicati i manufatti risulta ottima in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla natura degli stessi ed alle loro caratteristiche fisico-meccaniche. A tal proposito, è opportuno sottolineare che sono state attenzionate le carte presenti all'interno del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) emanato dall'A.R.T.A Sicilia. Per il caso in esame l'analisi di dettaglio non ha evidenziato aree di intervento ricadenti in zone a rischio PAI.

## 8. PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

La carta delle pericolosità geomorfologica, che rappresenta un elaborato di sintesi, dove sono state evidenziate le aree e le zone soggette a particolari fenomeni e rischi geologici.

In essa sono state distinte:

- ***Aree caratterizzate da rischio geologico legato alla presenza di processi geomorfologici attivi***

Esse comprendono:

- Aree caratterizzate dalla presenza di corpi di frana.
  - Aree in erosione accelerata presenti in *Contrada Monte Agrabona e Piano Lettiga*
  - Aree caratterizzate dall'affioramento di terreni argillosi interessate da processi di ruscellamento diffuso e da movimenti di masse superficiali. Si tratta di aree che si distinguono per la presenza in superficie di materiali di copertura argilloso-limosi di origine eluvio-colluviale a comportamento pseudocoerente, dotati di scadenti qualità geotecniche, spesso saturi e plastici ed altamente deformabili.
  - Aree soggette a fenomeni di distacco e caduta massi. Localizzate lungo le principali scarpate rocciose, *Contrada Monte Pizzuto, Monte Aratato del Muro, La Comara, e Monte Agrabona*, dove si osservano fenomeni di instabilizzazione di blocchi rocciosi anche di notevoli dimensioni.
- ***Aree caratterizzate da rischio geologico legato all'assetto morfologico***

In questa classe sono state inserite quelle aree caratterizzate da valori di acclività superiori al 35%, difficilmente sfruttabili a causa della loro acclività. Risultano localizzate lungo le scarpate rocciose e le incisioni molto approfondite.

- ***Aree caratterizzate da rischio geologico legato alla presenza di terreni altamente deformabili***

In questa classe sono inserite le aree con acclività inferiore al 10% caratterizzate dalla presenza di terreni argillosi di scadente qualità, a comportamento pseudocoerente, altamente deformabili e plastici, con bassi valori di resistenza. Il rischio geologico è pertanto legato alle scadenti qualità geotecniche ed all'alta deformabilità dei terreni di copertura.

- ***Aree caratterizzate dalla presenza di terreni con caratteristiche di resistenza mediocri***

Comprendono quelle fasce di terreni caratterizzate dalla presenza di depositi detritici eluviali. Si tratta di terreni da pseudocoerenti a coerenti, con comportamento granulare con permeabilità medio alta e caratteristiche di resistenza mediocri, il cui utilizzo tecnico, non pone in genere particolari problemi.

- ***Aree caratterizzate dalla presenza di terreni in assetto geostatico buono e caratteristiche di resistenza da mediocri a buoni***

Esse comprendono:

- Quelle aree caratterizzate dall'affioramento di marne calcaree e calcari marnosi (Trubi). Si tratta di terreni da pseudocoerenti a coerenti, semipermeabili, con stato di addensamento e caratteristiche di resistenza buoni, il cui utilizzo tecnico, con le dovute cautele, non pone in genere particolari problemi;

➤ Le aree caratterizzate dall'affioramento di depositi alluvionali terrazzati. Si tratta di terreni da pseudocoerenti a coerenti, permeabili, con stato di addensamento e caratteristiche di resistenza buoni, il cui utilizzo tecnico non pone in genere particolari problemi.

- ***Aree caratterizzate dalla presenza di rocce lapidee poco deformabili con valori di resistenza medio-alti ed un buon assetto geostatico***

Esse comprendono quelle aree caratterizzate dall'affioramento diretto di rocce a comportamento litoide più o meno fratturate (Calcere di base, Gessi). In tali zone l'assetto geostrutturale delle formazioni ed il loro stato di fratturazione non permettono l'instaurazione di processi gravitativi che coinvolgano grandi volumi di roccia. I processi di instabilizzazione sono localizzati lungo le scarpate più acclivi e rappresentati da distacchi di massi o blocchi litoidi di limitate dimensioni.

- ***Aree caratterizzate dalla presenza di direttrici strutturali***

All'interno di questa classe sono state inserite le fasce di terreni su cui ricadono le principali direttrici strutturali (Faglie). Si tratta di zone ove si riscontra o un marcato decremento delle caratteristiche di resistenza dei materiali, dovuto ai fenomeni di fratturazione che accompagnano la formazione di faglie e dislocazioni tettoniche, o l'insorgere di cedimenti differenziali causati dalla giustapposizione di materiali con differenti caratteristiche litologiche e di resistenza. Nel caso di eventi sismici, inoltre, le zone di faglia possono rappresentare fasce di amplificazione e focalizzazione delle onde sismiche.

## 9. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nella stesura dei calcoli strutturali e per le verifiche geotecniche si terrà conto dell'azione sismica attraverso la realizzazione di prospezioni sismiche che permetteranno di caratterizzare il sito di progetto. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. In base al D.M. 17/01/2018, l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). La pericolosità sismica in un generico sito è valutata: in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale; in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km); per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi. L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri: -  $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno; -  $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; -  $T^*C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di

superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare: - la vita di riferimento VR della costruzione, ottenuto dal prodotto della vita nominale dell'opera VN per il coefficiente d'uso CU il quale dipende dalla classe d'uso secondo la tabella 2.4.II,

le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

## **10. OPERE IN PROGETTO**

L'impianto eolico è essenzialmente costituito dall'insieme degli aerogeneratori installati su torri tubolari, opportunamente disposte sul sito interessato, di altezza pari a circa 100 m, e dall'impianto elettrico necessario al funzionamento degli stessi. Il parco eolico viene, inoltre, dotato della necessaria rete di viabilità in modo da assicurare l'accesso al trasporto di ogni aerogeneratore.

Per la realizzazione dell'impianto eolico sono da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- opere provvisionali;
- opere civili di fondazione;
- opere di viabilità;
- cavidotti.

### **9.1 OPERE PROVVISORIALI**

Le opere provvisionali comprendono, principalmente, la predisposizione delle aree da utilizzare durante la fase di cantiere e la predisposizione, con conseguente carico e trasporto del materiale di risulta, delle piazzole per i montaggi meccanici ad opera delle gru. In particolare, si tratta di creare superfici piane di opportuna dimensione e portanza al fine di consentire il lavoro in sicurezza dei mezzi di sollevamento. Per tali piazzole si dovrà effettuare l'eventuale predisposizione dell'area, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e la compattazione della superficie.

In ogni caso, a montaggio ultimato, la superficie occupata dalle piazzole verrà ripristinata come "ante operam", prevedendo il riporto di terreno vegetale, la posa di geostuoia, la semina e l'eventuale piantumazione di cespugli ed essenze tipiche della flora locale. Solamente una limitata area attorno alle macchine verrà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni, prevedendone il solo ricoprimento con uno strato superficiale di stabilizzato di cava; tale area serve a consentire di

effettuare le operazioni di controllo e/o manutenzione degli aerogeneratori.

Eventuali altre opere provvisorie (protezioni, slarghi, adattamenti, piste, ecc.), che si rendessero necessarie per l'esecuzione dei lavori, saranno rimosse al termine degli stessi, ripristinando i luoghi allo stato originario.

## **9.2 OPERE CIVILI DI FONDAZIONE**

La fondazione di ciascuna torre tubolare – aerogeneratore, sarà costituita da un plinto in calcestruzzo di c.a. di forma parallelepipedica con larghezza di 15.00 m avente altezza pari a 1,5 m, sormontato da un dado anch'esso a base quadrata. Nel plinto è annegato il concio di base della torre di sostegno dell'aerogeneratore, al quale verrà unito, tramite un giunto bullonato, il concio successivo della torre stessa.

## **9.3 OPERE DI VIABILITÀ E CAVIDOTTI**

Questa categoria è costituita dalle strade di accesso e di servizio e dagli scavi necessari per la posa dei cavi per il collegamento elettrico delle turbine. Gli interventi di ripristino saranno limitati ad alcune strade vicinali esistenti mentre gli unici percorsi stradali che verranno realizzati ex novo sono rappresentati da quelli di accesso ad alcuni aerogeneratori. Sulla base del censimento e dell'analisi dello stato attuale della viabilità esistente, il progetto riguardante le opere di viabilità prevede quindi il transito degli automezzi su:

- viabilità esistente e già di larghezza adeguata sui quali sono previsti esclusivamente interventi di sistemazione e manutenzione ed una deviazione in prossimità della località "Agrabona";
- viabilità esistente da ripristinare con dei semplici allargamenti;
- nuove strade da realizzare interne all'area del parco di larghezza media pari a m 5.

Verranno, inoltre, ripristinate o realizzate le opere di regimazione e canalizzazione delle acque di superficie, atte a prevenire i danni provocati dal

ruscellamento delle acque piovane ed a canalizzare le medesime verso i compluvi naturali. Tali opere potranno essere: canalette realizzate in terra, in calcestruzzo vibrato prefabbricato, canali semicircolari costituiti da elementi prefabbricati semicircolari in calcestruzzo vibrato, fossi di guardia in canali trapezi per il convogliamento delle acque verso i fossi naturali costituiti da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrato o in elementi in lamiera ondulata in acciaio zincato.

#### **9.4 TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Per quanto riguarda i materiali di risulta, questi, opportunamente selezionati, saranno riutilizzati, per quanto è possibile, nell'ambito dei cantiere per formazione di rilevati, di riempimenti od altro; il rimanente materiale di risulta prodotto dal cantiere e non utilizzato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata.

Si darà priorità, nella scelta delle aree di discarica, a quelle individuate o già predisposte allo scopo ove sarà realizzata l'opera ed in ogni caso a quelle più vicine al cantiere, mantenendo tuttavia una distanza dallo stesso non inferiore ai 200 m.

Trattandosi di un progetto facente parte di un procedimento autorizzativo condizionato da uno Studio di Impatto Ambientale, è necessario procedere con la redazione di un Piano di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti.

Per la redazione del Piano si farà riferimento al Decreto del Presidente della Repubblica, DPR, del 13 giugno 2017, n. 120, dal titolo "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164". Il piano conterrà:

a) descrizione dettagliata delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo; b) inquadramento ambientale del sito (geografico, geomorfologico,

geologico, idrogeologico, destinazione d'uso delle aree attraversate, ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento); c) proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno: 1) numero e caratteristiche dei punti di indagine; 2) numero e modalità dei campionamenti da effettuare; 3) parametri da determinare; d) volumetrie previste delle terre e rocce da scavo; e) modalità e volumetrie previste delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito.

## **10. CONSIDERAZIONI GENERALI**

L'area in studio, così come si evince dalle carte allegare, è sita a nord del comune di Licata.

Le opere in progetto prevedono l'installazione di 17 torri eoliche di potenza massima apri a 5.5 MW.

L'area di progetto ha una estensione di circa 5 Km<sup>2</sup> ed è caratterizzata prevalentemente dall'affioramento di rocce litoidi come i calcari e i trubi e, in minor parte, di argille affioranti per lo più a quote altimetriche inferiori.

Nella Carta della pericolosità è stata effettuata una zonazione in relazione alle condizioni meccaniche delle unità geologiche affioranti e una valutazione delle pericolosità geologiche presenti nell'area in studio, utili per una prima ubicazione dei manufatti.

Come si evince dagli stralci cartografici allegati relativi al Piano Per L'assetto Idrogeologico l'area di progetto non ricade all'interno di zone interessate da fenomeni di dissesto o caratterizzate da pericolosità geomorfologiche. L'area di progetto ricade anche fuori dalle aree sottoposte a vincolo boschi relative alla Legge Regionale 16 del 1996.

Mettendo in relazione le pericolosità geologiche presenti nel territorio con la perimetrazione dell'area di progetto si evince che essa ricade principalmente su una parte del territorio caratterizzata dall'affioramento di terreni con idonee caratteristiche meccaniche ed esclude le aree caratterizzate da processi geomorfologici attivi.

L'ubicazione dei singoli manufatti terrà conto delle condizioni di equilibrio puntuali e di conseguenza verranno escluse quelle aree che in sede di progettazione geologica esecutiva risulteranno non idonee.

Risulta evidente la necessità di eseguire delle indagini geognostiche dirette ed indirette al fine di valutare le seguenti problematiche:

1. Caratterizzazione geotecnica, mediante analisi di laboratorio, dei terreni di fondazione su cui verranno impostati gli aerogeneratori;

2. Caratterizzazione sismica dell'area in progetto attraverso prove in situ;
3. Verifica della stabilità dei terreni di fondazione degli aerogeneratori alla pressione verticale e a quelle tangenziali;
4. Valutazione del sottofondo delle strade di servizio;
5. Entità degli scavi e caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalla messa in opera degli elettrodotti interrati.

Sull'intera area in esame è presente un vincolo idrogeologico imposto ai sensi del R.D. n.3267/1923.

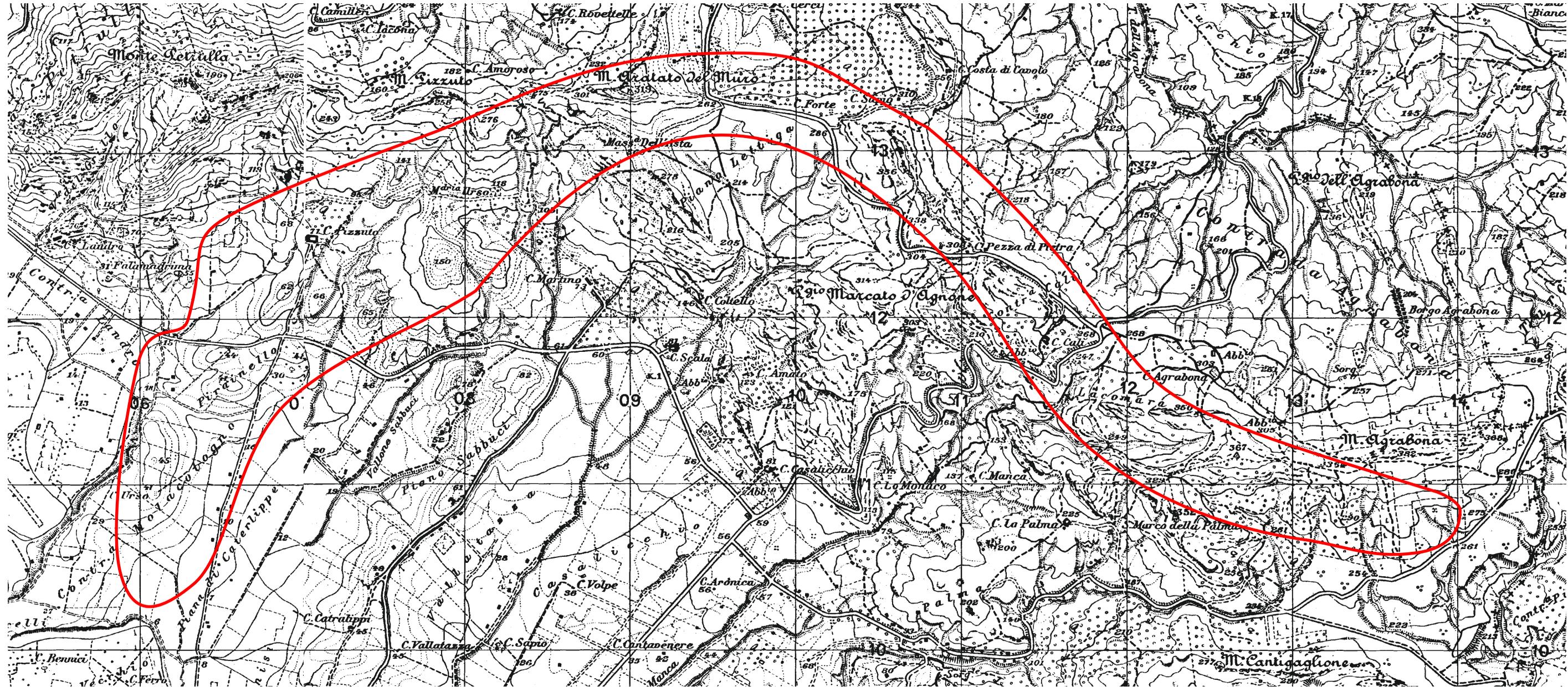
Valutato che le opere da realizzare, trattandosi di aerogeneratori, avranno per lo più uno sviluppo verticale e considerato che per un loro funzionamento efficiente dovranno essere ubicati dal punto di vista topografico in zone esposte ed elevate e, di conseguenza, lontani da linee di deflusso, si ritiene che la realizzazione delle opere in progetto non potrà alterare l'equilibrio idrogeologico esistente nè quello futuro in quanto non andranno ad ostacolare il naturale deflusso delle acque meteoriche.



IL GEOLOGO

Dott. Calogero G. Amato

COROGRAFIA  
SCALA 1:25.000



AREA SU CUI RICADONO LE OPERE IN PROGETTO