

**FORNITURA DI UN SISTEMA FOTOVOLTAICO GALLEGGIANTE  
SPERIMENTALE**

**Programma di Cooperazione Italia Tunisia 2014/2020  
Progetto *EauSIRIS*. CUP E65F21002690005**

**SPECIFICHE TECNICHE**

**Il progettista**

Prof. Ing. R. Lanzafame



ROSARIO  
LANZAFAME  
22.03.2023  
16:21:35  
GMT+00:00

**Il RUP**

Ing. A. Lo Faro



ALESSANDRO  
EMANUELE  
SANTI LO  
FARO  
22.03.2023  
13:19:53  
GMT+01:00

**Progetto realizzazione e collaudo di un sistema sperimentale di conversione fotovoltaica modulare galleggiante su uno specchio d'acqua di un bacino idrico a servizio dell'alimentazione di una elettropompa sommersa della potenza di almeno 5,0 kW da installarsi in contrada Arizza, Scicli (RG), presso un sito di proprietà del Consorzio di Bonifica Di Ragusa**

## **Premessa**

La crisi energetica e ambientale sta generando effetti molto gravi anche nel settore agricolo per la concomitante scarsità delle precipitazioni meteoriche (siccità) e l'insostenibile incremento del costo dell'energia elettrica per l'alimentazione delle macchine operatrici per il pompaggio delle acque finalizzate agli usi irrigui.

In tale contesto il **progetto pilota innovativo** si propone di dimostrare la fattibilità di un impianto sperimentale dimostrativo per la generazione di energia elettrica da conversione fotovoltaica. Ciascun elemento di conversione, supportato da una struttura elastica, corredata da speciali supporti galleggianti, tra loro opportunamente interconnessi, produce un campo fotovoltaico galleggiante sullo specchio d'acqua individuato. Data la particolare configurazione l'impianto sarà equipaggiato da una serie di strumenti **per la misura, il monitoraggio e il controllo del sistema energetico innovativo di produzione dell'energia elettrica a servizio dell'alimentazione di una elettropompa sommersa.**

L'innovazione del progetto, rispetto alla tecnologia tradizionale, consente di conseguire ben quattro differenti ed importanti vantaggi:

- a) Non impegnare suolo sottraendolo agli usi agricoli;
- b) Installare i pannelli per la conversione fotovoltaica su piattaforma di sostegno galleggiante che consente di conseguire una **elevata efficienza di conversione del dispositivo** che non risente della deriva termica grazie all'effetto refrigerante naturale generato dalla dissipazione del calore accumulato, nel liquido sottostante;
- c) Ridurre quasi a zero **l'evaporazione dello specchio d'acqua** del bacino ove è installata la piattaforma galleggiante sulla quale sono assicurati i moduli fotovoltaici e dispositivi inverter;
- d) Realizzare una campagna di prove che permetta di acquisire dati sperimentali per l'implementazione di un **modello di calcolo della termofluidodinamica del processo di scambio termico** delle superficie esposte, al fine di poter **migliorare l'efficienza di conversione del dispositivo al crescere dell'irraggiamento al suolo** (concentratori di Fresnel), ottenendo come risultato la massimizzazione delle performance dell'impianto di generazione ( $kWh_e/kW_p$ )<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Sono già stati evidenziati, mediante trattazione teorica, gli effetti fortemente positivi sulla produzione dell'energia elettrica specifica ( $kWh_e/kW_p$ ), dovuti alle proprietà fisiche di rifrazione dell'acqua, atteso che, grazie alla capacità riflettenti dello specchio d'acqua, viene a realizzarsi una **amplificazione della luce solare irradiata** e ciò permette di ottenere una **maggiore capacità di captazione** cui corrisponde una **più elevato fattore di conversione** (rispetto alle stesse superfici esposte, sul terreno, si stima una maggiore produzione di energia elettrica valutata in oltre il 10% - 12% in termini di  $kWh_e/kW_p$  installato).

### Dispositivi e apparecchi principali:

- 1) Struttura funzionale al galleggiamento della piattaforma;
- 2) Piattaforma di sostegno integrata dei moduli fotovoltaici per **oltre 5,5 kW<sub>p</sub>**;
- 3) Dispositivi di interconnessione corredati dei relativi connettori ed inverter di opportuna taglia di potenza e adeguato livello di isolamento;
- 4) Apparecchi, dispositivi e sistemi ausiliari di collegamento e trasmissione dell'energia per il vettoriamento alla rete elettrica a servizio dell'alimentazione della **specifica macchina operatrice sommersa**;
- 5) Quadro elettrico generale (Power Center) e quadro elettrico di azionamento, misura, monitoraggio e controllo dei principali parametri .

Seguono le specifiche tecniche del sistema fotovoltaico galleggiante e delle attrezzature ad esso connesse.

#### a) **STRUTTURA GALLEGGIANTE**

La crisi energetica e ambientale ha generato effetti molto gravi anche nel settore agricolo per la concomitante scarsità delle precipitazioni meteoriche (siccità) e l'insostenibile incremento del costo dell'energia elettrica per l'alimentazione delle macchine operatrici per il pompaggio delle acque finalizzate agli usi irrigui. Poter generare laddove viene impegnata energia elettrica per l'alimentazione di una elettropompa sommersa rappresenta un obiettivo strategico che attraverso un sistema energetico innovativo ha la finalità di implementare una attività di ricerca con l'obiettivo di fornire al settore agricolo, una portata idraulica **superiore a 12-15 (l/s)** in maniera totalmente sostenibile perché generata da FER evitando l'impegno di energia elettrica proveniente da fonte fossile e dunque senza emissioni di GHG.

Il progetto sperimentale ha lo scopo di realizzare un'**isola galleggiante** sullo specchio d'acqua di un bacino di raccolta idrica, costituita da pannelli per la conversione fotovoltaica per una **estensione netta superiore a 30 m<sup>2</sup>** ed una **superficie totale di ingombro superiore a circa 70 m<sup>2</sup>**.

Il sistema modulare galleggiante dovrà ospitare un numero di pannelli fotovoltaici idoneo alla generazione della **potenza di picco superiore a 5,5 kW**.

Il sistema di galleggiamento che ospita i dispositivi fotovoltaici è costituito da parallelepipedi, "single float" delle dimensioni, in pianta, di mm (1.000 x 500), alti 400 mm, realizzati in **polietilene ad alta densità**, resistenti agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti, idonei per lo specifico utilizzo su bacini di acque dolci. È richiesto che il sistema di galleggiamento, nella sua interezza, sia fornito e posato in opera, corredato da idonei ormeggi che consentano, all'isola galleggiante, di rimanere ancorata alla superficie dello specchio d'acqua, in maniera stabile, anche in presenza della spinta del vento in condizioni atmosferiche particolarmente avverse.

La fornitura dovrà comprendere la posa in opera di una struttura metallica in acciaio inox AISI 304 idonea a collegare gli elementi galleggianti e a supportare i pannelli fotovoltaici, con funzione di assemblaggio e di irrigidimento dell'intera isola, permettendo in ogni caso di poter esercitare la flessibilità necessaria, per far fronte alle sollecitazioni esterne indotte dal vento.

Dovranno inoltre essere forniti i necessari accessori per le connessioni tra elementi galleggianti (connettori, boccole, ancoraggi, corrimano, passerelle isola) e sarà compreso ogni onere relativo al trasporto, assemblaggio, varo e posizionamento nell'ambito del bacino idrico.

Si specifica che le strutture galleggianti non hanno bisogno di ancoraggi ma soltanto di zavorre perimetrali. Saranno ancorate nella parte destra del perimetro onde evitare l'interazione con i getti d'acqua in ingresso alla stessa.

La superficie occupata complessivamente dall'impianto galleggiante non potrà essere superiore a 150 m<sup>2</sup>.

Sul perimetro destro della vasca saranno attestati i cavi elettrici delle stringhe che attraverso cavidotti esistenti transiteranno su uno specifico quadro elettrico/inverter dell'impianto, che sarà realizzato come interfaccia con i quadri elettrici esistenti, e sarà ubicato all'interno dell'attiguo locale che ospita la "Centrale di Gestione"

#### **b) PANNELLO per la conversione FOTOVOLTAICA**

Saranno forniti pannelli fotovoltaici europei, realizzati con celle ad alta potenza ed efficienza in silicio monocristallino. I moduli fotovoltaici devono essere realizzati in materiale speciale e condizioni di isolamento tali da poter operare nelle specifiche condizioni di umidità e, vieppiù, ambientali ed atmosferiche particolarmente severe.

Sono compresi nella fornitura i collegamenti a stringa realizzati con cavi elettrici ad elevata flessibilità per cablaggio e collegamento, tipo PV1-F 0,6/1 kVAC – 1,8 kVDC classe 5,0 in rame elettrolitico stagnato, conforme alle norme CEI 20-29, IEC 60228, capitolato TUV.

Per le specifiche condizioni operative dell'impianto, l'isolamento deve essere realizzato in mescola poliolefinica reticolata e guaina in gomma termoplastica reticolata, con proprietà autoestinguenti per non propagare la fiamma, prive di alogeni e ad elevata stabilità termica e resistenza all'ozono ed ai raggi ultravioletti.

Il pannello infine deve possedere caratteristiche idonee per mantenere le sue proprietà meccaniche anche ad elevate temperature esterne ed essere corredato di terminali di collegamento, compresi tutti gli oneri di cablaggio e di montaggio.

Si richiede inoltre che detto pannello si possa posizionare ad una distanza che sia modulabile rispetto al pelo libero dello specchio d'acqua, al fine di ottimizzare il processo di scambio termico nelle diverse configurazioni derivanti dall'insolazione al suolo.

Si precisa che l'energia elettrica che sarà generata attraverso il sistema galleggiante sperimentale, fluirà SULLA MEDESIMA LINEA ELETTRICA AEREA ESISTENTE che attualmente consente di poter vettoriare l'energia elettrica da fonte fossile per l'alimentazione della pompa sommersa.

#### **c) INVERTER**

Fornitura di inverter della potenza, di tipo trifase con uscita tensione di 380,00 V o superiore con un massimo del livello di tensione pari a 999,00 V, a ventilazione naturale per evitare surriscaldamenti che potrebbero, se ripetuti generare guasti nel funzionamento di tale importante componente dell'impianto.

L'inverter dovendo operare in ambiente particolarmente aggressivo, dal punto di vista ambientale, dovrà presentare un **livello di isolamento speciale** idoneo a garantire un funzionamento continuo ed affidabile.

Per le particolari condizioni di utilizzo, trattandosi di sviluppo di apparati sperimentali inseriti nell'ambito di una più ampia attività di ricerca di sistemi energetici a FER, l'inverter dovrà essere equipaggiato con **interfaccia dati per comunicazione** in grado di sviluppare registrazione e

stoccaggio dati di funzionamento, tracciamento della curva di potenza elettrica giornaliera, andamento dell'energia elettrica prodotta nel ciclo giornaliero.

Sono compresi nella fornitura tutti gli oneri ed accessori di cablaggio e montaggio.

#### **d) COLLEGAMENTI**

I collegamenti tra le diverse sezioni dei componenti dell'impianto saranno realizzati o mediante linea aerea o in cavo interrato, in funzione delle indicazioni provenienti dall'Ente (Committente) proprietario dell'immobile.

#### **e) CONDUTTORI ELETTRICI**

Fornitura e posa in opera di cavi per collegamenti elettrici di tipo sottomarino RG 7 OEFE – 0,6/ 1kV – MARINE norme CEI 20-13 e IEC 60502. Conduttori elettrici in rame della sezione 3 x 10 mm<sup>2</sup> più conduttore di neutro e conduttore di terra , isolati in gomma reticolata HEPR qualità G7. Guaina interna ed esterna in polietilene . Armatura a corona di acciaio zincato , comprese le teste cavo i collegamenti gli accessori di cablaggio ed ogni altro magistero tecnico per dare il manufatto installato e perfettamente funzionante per il collegamento dagli inverter a bordo dell'isola galleggiante fino ad arrivare al quadro elettrico generale installato sulla terraferma in apposito locale controllato, ove lo stesso è affiancato dal quadro elettrico dei servizi contenente l'interfaccia utente per la rilevazione digitale dei parametri elettrici funzionali e i dati di produzione ed impegno energetico giornalieri, settimanali e mensili nonché la retroazione sull'alimentazione dell'elettropompa idraulica di servizio.

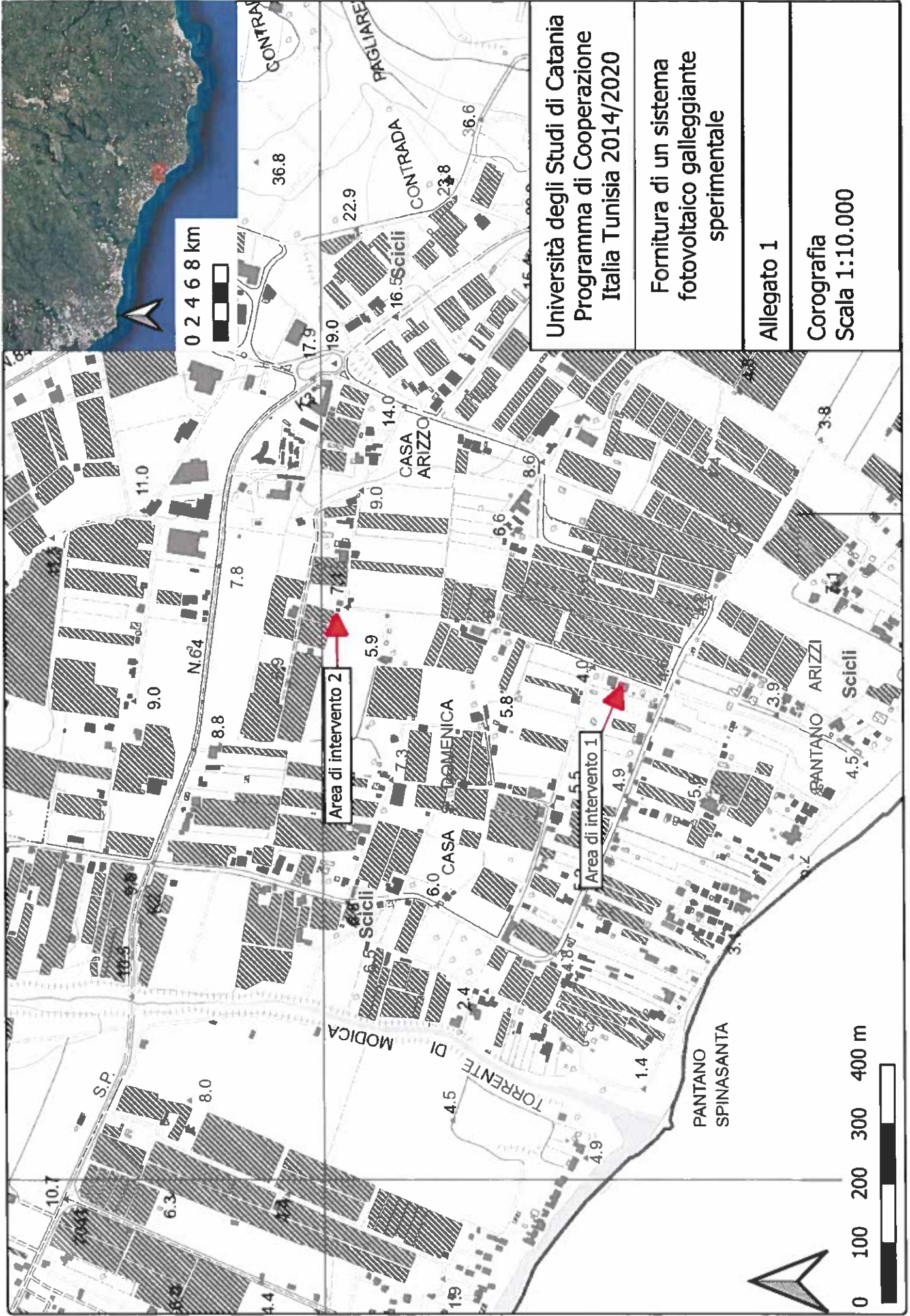
#### **f) QUADRO ELETTRICO GENERALE e Quadro Elettrico di piano a servizio dell'alimentazione dell'elettropompa sommersa**

Fornitura e posa in opera di quadro elettrico generale "Power Center" e di collettore cavi b.t. del tipo a scomparti da installarsi presso il locale a tal uopo designato. I cavi elettrici provenienti dai dispositivi dell'impianto ed in particolare dal gruppo inverter saranno attestati ai relativi sezionatori di arrivo e protezione di tipo normalizzato , dotati di sezionamento rotativo, interruttore di protezione, protezione di tipo normalizzato, collegamenti di terra interbloccati ed interruttore generale. Il quadro sarà interconnesso con il quadro elettrico di azionamento e controllo dell'alimentazione dell'elettropompa ubicata all'interno del locale ove risiede il pozzo e sarà completo di tutti gli accessori apparecchi di misura meccanici elettrici ad interfaccia digitale onde poter consentire l'attuazione di un monitoraggio continuo delle condizioni operative e la possibilità di intervento interattivo da remoto.

#### **g) Elettropompa idraulica sommersa**

Fornitura ed installazione, in situ, di elettropompa sommersa **della potenza complessiva di almeno 5,0 kW**, funzionante in condizioni di massimo rendimento e capace di erogare a bocca pozzo **la portata volumetrica superiore a 12-15 (l/s)** ad una profondità di installazione di 10 – 15 m. L'elettropompa dovrà essere corredata da strumenti atti alla misura, controllo e monitoraggio dei

principali parametri elettro/idraulici che consentiranno di poter modificare il punto di lavoro nelle diverse condizioni di matching, al fine di ottenere il massimo rendimento della pompa medesima.

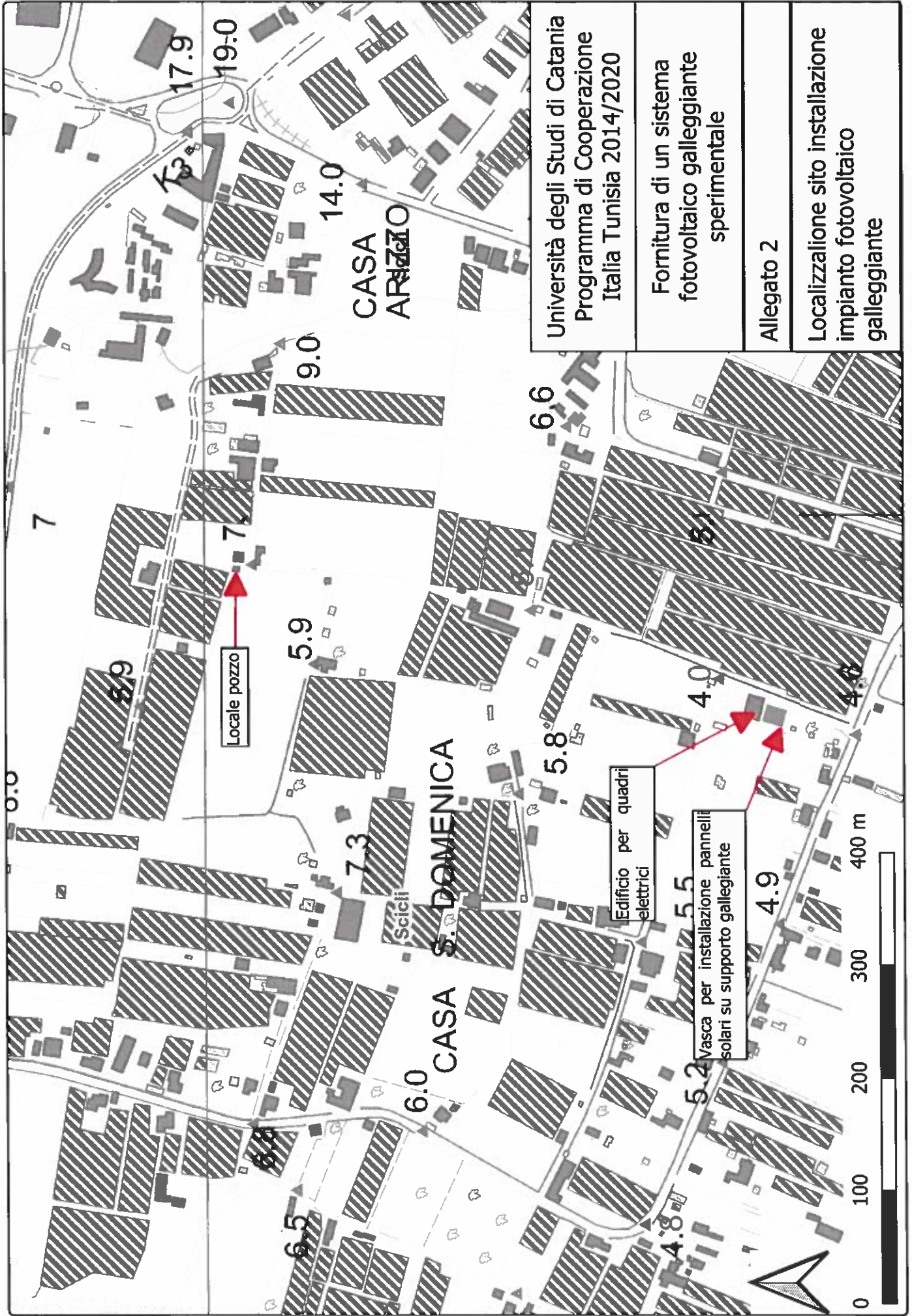


Università degli Studi di Catania  
 Programma di Cooperazione  
 Italia Tunisia 2014/2020

Fornitura di un sistema  
 fotovoltaico galleggiante  
 sperimentale

Allegato 1

Corografia  
 Scala 1:10.000

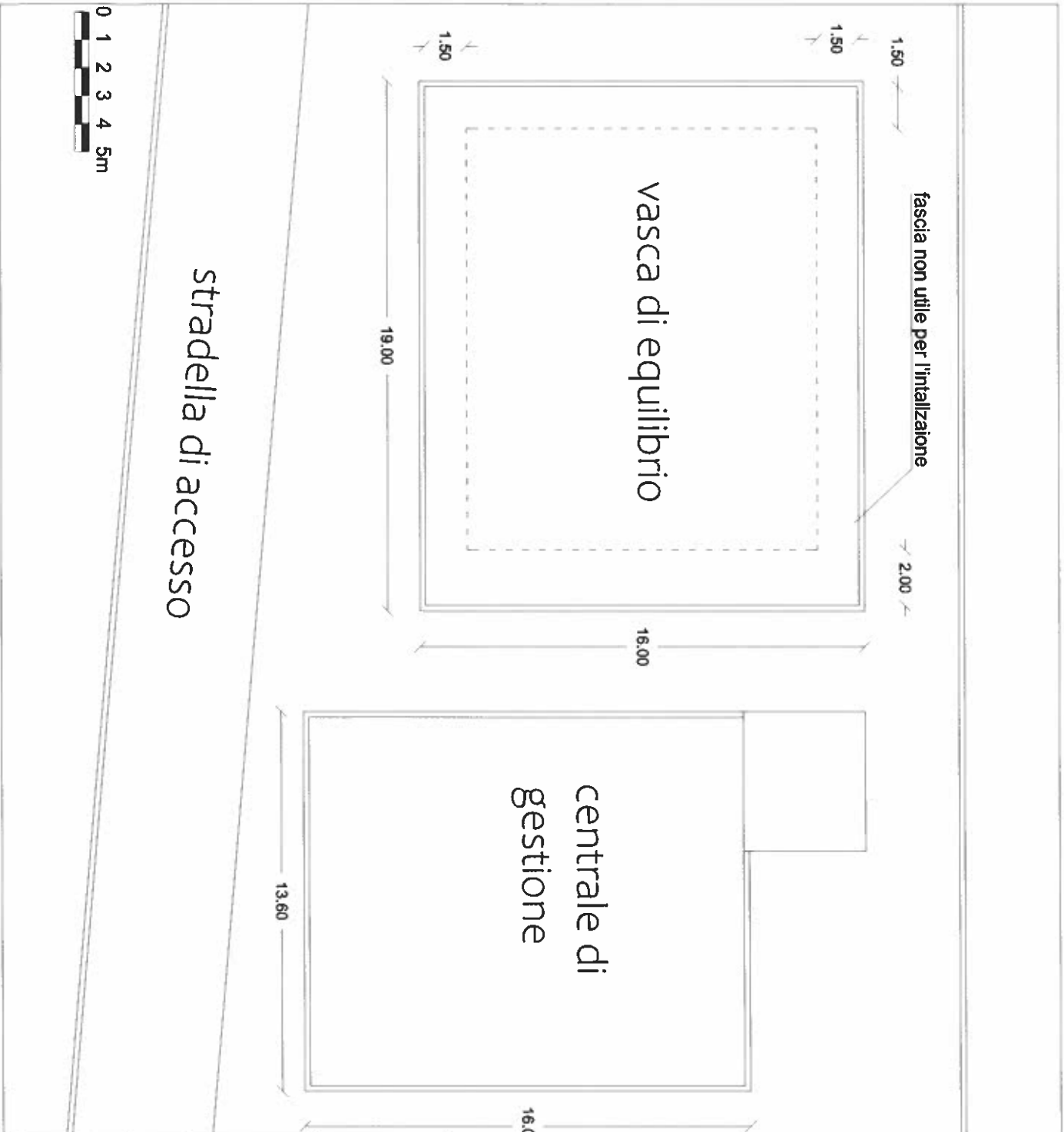


Università degli Studi di Catania  
 Programma di Cooperazione  
 Italia Tunisia 2014/2020

Fornitura di un sistema  
 fotovoltaico galleggiante  
 sperimentale

Allegato 2

Localizzazione sito installazione  
 impianto fotovoltaico  
 galleggiante



Università degli Studi di Catania  
 Programma di Cooperazione Italia  
 Tunisia 2014/2020

Fornitura di un sistema fotovoltaico  
 galleggiante sperimentale

Allegato 3

Planimetria della vasca