



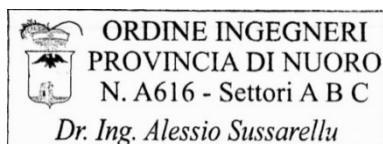
REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
ASSESSORADU DE SOS TRABALLOS PÚBLICOS  
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI



COMMISSARIO STRAORDINARIO  
DELEGATO PER LA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI  
DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

*Accordo di programma sottoscritto tra la Regione Sardegna ed il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (23 dicembre 2010)*

Codice Intervento CA006C/10-6	
<b>Sistemazione Idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini ed altre frazioni</b>	
<b>Nuovo attraversamento presso il lago Poggio dei Pini</b>	
CUP E41B09000330002	
<b>CONCORSO DI PROGETTAZIONE</b>	
<b>B</b>	<b>Relazione tecnica</b>
Rev. del dicembre 2016	
<b>Gruppo di progettazione</b>	
<b>Ing. Giovanni A. Mura</b>	Coordinatore progetto, responsabile delle integrazioni specialistiche
<b>Arc. Antonio Sebastiano Gaia</b>	Progetto architettonico e di paesaggio
<b>Ing. Alessio Sussarellu</b>	Progetto strutturale
<b>Ing. Andrea Morittu</b>	Giovane professionista, Progetto strutturale
<b>Arc. Gianfranco Tedeschi</b>	Inserimento ambientale
<b>Ing. Massimo Nunzi</b>	Reti infrastrutturali e mobilità
<b>Ing. Stefano Simonini</b>	Aspetti idraulici
<b>Geol. Pietro Accolti Gil</b>	Geologia e geotecnica
<b>Archeol. Barbara Panico</b>	Aspetti archeologici



**Dott.ssa Archeol.  
Barbara Panico**

## **CONCORSO DI PROGETTAZIONE**

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

# **RELAZIONE TECNICA**

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

### INDICE

1.	PREMESSA.....	4
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN ROGETTO.....	5
3.	ASPETTI VIABILISTICI IN PROGETTO.....	9
3.1.	Il nuovo assetto viario.....	9
3.2.	Sezione tipo.....	9
3.3.	Aspetti geometrici.....	10
3.4.	La sovrastruttura stradale.....	12
3.4.1.	Caratteristiche del sottofondo stradale.....	12
3.4.2.	Verifica della sovrastruttura con il metodo di Biroulia - Ivanov.....	12
3.4.3.	Condizioni climatiche di riferimento.....	12
3.4.4.	Analisi dello stato tenso-deformativo con il multistrato elastico.....	13
3.4.5.	I risultati della verifica.....	15
4.	LE OPERE D'ARTE.....	17
4. 1.	Introduzione.....	17
4. 2.	Normative di riferimento.....	17
4. 3.	Materiali e prestazioni attese.....	17
4. 4.	Predimensionamento strutturale.....	19
4. 4.1	Ponte rio San Girolamo.....	19
4. 4.2.	Ponti minori.....	20
4. 4.3.	Paratia di micropali.....	20
4. 5.	Carichi.....	20
4. 5.1.	Ponti.....	20
4. 5.2.	Paratia di micropali.....	21
4. 6.	Criteri di calcolo.....	21
4. 7.	Verifiche.....	21
4. 8.	Modalità costruttive.....	22
4. 8.1.	Ponte rio San Girolamo.....	22
4. 8.2.	Ponti minori.....	22
4. 8.3.	Paratia di micropali.....	22
4. 9.	Demolizione esistente sulla strada 26.....	22
5.	ASPETTI IDRAULICI.....	23
5.1.	Assetto idrologico.....	23
6.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI.....	24
6.1.	Inquadramento geomorfologico, geologico, idrogeologico e pedologico.....	24
6.1.1.	Geomorfologia e geologia.....	24
6.1.2.	Idrogeologia.....	25
6.1.3.	Pedologia.....	25
6.2.	Inquadramento geotecnico delle unità litologiche.....	26
6.2.1.	Depositi quaternari recenti dell'Olocene - Pleistocene.....	26
6.2.2.	Formazioni magmatiche leucomonzogranitiche biotitiche del Carbonifero sup. - Permiano.....	26
7.	ASPETTI AGRONOMICI.....	27
7.1.	Premessa.....	27
7.1.1	La copertura del suolo.....	28
7.2.	Analisi degli aspetti ambientali.....	28
7.2.1.	Il clima.....	28
7.2.2.	La temperatura.....	28
7.2.3.	Le precipitazioni.....	29
7.2.4.	Il vento.....	31
7.2.5.	L'umidità.....	31
7.2.6.	Inquadramento fitoclimatico.....	31
7.2.7.	Studio della flora nella macroarea.....	31
7.2.8.	Analisi floristica secondo le serie di vegetazione.....	33
7.3.	Stato attuale dell'area di progetto.....	34
7.4.	Approfondimenti di tipo agronomico degli interventi in progetto.....	36

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

7.5.	Conclusioni.....	39
8.	ASPETTI IMPIANTISTICI.....	40
8.1.	Riferimenti normativi.....	41
8.2.	Cavi utilizzati.....	41
8.3.	Elementi progettuali.....	43
8.3.1.	Corpi illuminanti rotatoria e strade oggetto di intervento.....	44
8.3.2.	Corpi illuminanti parchi.....	44
8.3.3.	Corpi illuminanti radenti illuminazione tratto pedonale ponte.....	45
8.3.4.	Palo illuminazione pubblica in vetroresina.....	45
8.3.5.	Plinto portapalo.....	46
8.4.	Calcoli illuminotecnici.....	46
8.4.1.	Scelta delle sorgenti luminose.....	48

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

### 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica accompagna il progetto per *"la sistemazione idraulica del rio San Girolamo – Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini ed altre frazioni - nuovo attraversamento presso il lago Poggio dei Pini"* – comune di Capoterra.

L'area è situata nella porzione centro-meridionale della Sardegna al bordo occidentale del Campidano di Cagliari, cartograficamente è compresa nel foglio n° 565 "Capoterra" della Carta d'Italia dell' I.G.M. (Sc. 1:50.000) e precisamente nella Sezione 565 sez. I "Capoterra" (Sc. 1:25.000). In riferimento alla Carta tecnica della Sardegna (Reg. Aut. Sardegna - Ass. LL. PP. - Sc. 1: 10.000) l'area è compresa nelle sezioni 565080 e 565040.

L'area oggetto di intervento e di analisi, è rappresentata dal punto di confluenza tra gli affluenti Santa Barbara, Poggio dei Pini e l'asta principale del rio San Girolamo a monte della diga in terra.



Figura 1: Vista aerea dell'area oggetto di intervento

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITÀ POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

### 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere in progetto, in accordo con quanto richiesto dal bando di gara e dal disciplinare, prevedono di:

- realizzare un nuovo attraversamento stradale del Rio San Girolamo che colleghi la parte alta della frazione di Capoterra, in località Poggio dei Pini, con la parte bassa della stessa frazione, e quest'ultima con la S.S. 195;
- ricucire la viabilità convergente e collegata all'attraversamento di cui sopra;
- effettuare la sistemazione idraulica del Rio San Girolamo e dei rii minori affluenti, per un breve tratto a monte e a valle dell'attraversamento.

Al fine della mitigazione del rischio idrogeologico nell'area interessata, in relazione all'esigenza di garantire la tutela delle vite umane, degli insediamenti abitativi e produttivi e delle infrastrutture, dagli effetti di eventi alluvionali di carattere eccezionale.

Il progetto è strettamente legato ad una esigenza fondamentale: il rispetto del franco di sicurezza, che comporta la realizzazione di un'opera d'arte con altezza molto più elevata rispetto a quella oggi esistente e che, necessariamente condiziona tutto quello che sarà il nuovo assetto viario del nostro sistema.

L'opera d'arte di maggior rilievo è il nuovo attraversamento stradale del Rio San Girolamo che prevede un ponte a tre campate aventi luce netta di 40,00 m, con sezione trasversale di categoria F2 (ai sensi del D.M. 05.11.2001), con corsie di 3,25 m, banchine di 1,00 m; il suo sviluppo è accompagnato da due marciapiedi, uno per lato, della larghezza di 1,50 m ciascuno.

Nei tratti esterni alle opere d'arte troveranno collocazione le barriere stradali: a bordo rilevato saranno del tipo N2, in legno e acciaio e, a bordo ponte, del tipo H2 disposte in corrispondenza del marciapiede. I parapetti saranno in acciaio.

L'impalcato del ponte sarà realizzato secondo la tipologia a cassone, con una sezione chiusa.

Le pile e le spalle sono state dimensionate e progettate in modo tale da opporre la minima resistenza rispetto al deflusso idraulico.

I muri andatori accompagnano le scarpate in rilevato sino a terra e ne proteggono il piede dall'erosione.

Sono previsti due attraversamenti su rii minori (rio Santa Barbara e rio Poggio dei Pini) aventi luce netta di 12,00 m, con impalcato realizzato mediante travi prefabbricate accostate, poggianti su spalle in c.a..

Considerata la necessità di assicurare il franco idraulico nell'attraversamento del Rio S. Girolamo e negli attraversamenti minori, è stato necessario progettare una nuova viabilità di connessione: la ricucitura delle nuove reti viarie avviene attraverso l'inserimento di uno svincolo a rotatoria costituito da quattro rami e una corona giratoria a due corsie; l'isola centrale sarà sollevata, sistemata mediante un rivestimento in pietra, mentre la parte sormontabile è prevista in bitume colorato; i cordoli, sia della rotatoria che delle isole divisionali, saranno realizzati mediante un conglomerato ecologico a base di *Soil Sement*.

Le opere di sistemazione del sistema spondale e dell'alveo interessano due parti distinte del bacino: le pendici dove cadono le acque di pioggia e l'asta del torrente dove si raccolgono queste acque. Sulla base di tale distinzione è possibile classificare, peraltro in maniera molto schematica, le opere nelle due seguenti categorie: opere estensive; opere intensive.

Le prime, che riguardano il bacino di raccolta, sono rivolte per lo più a consolidare i terreni instabili e a ridurre l'erosione del suolo. Le opere intensive sono di natura prevalentemente idraulica e constano di manufatti progettati e dimensionati con i criteri e i metodi dell'ingegneria civile; la loro finalità principale è quella di sistemare gli alvei dei corsi d'acqua correggendo le pendenze, proteggendo le sponde.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

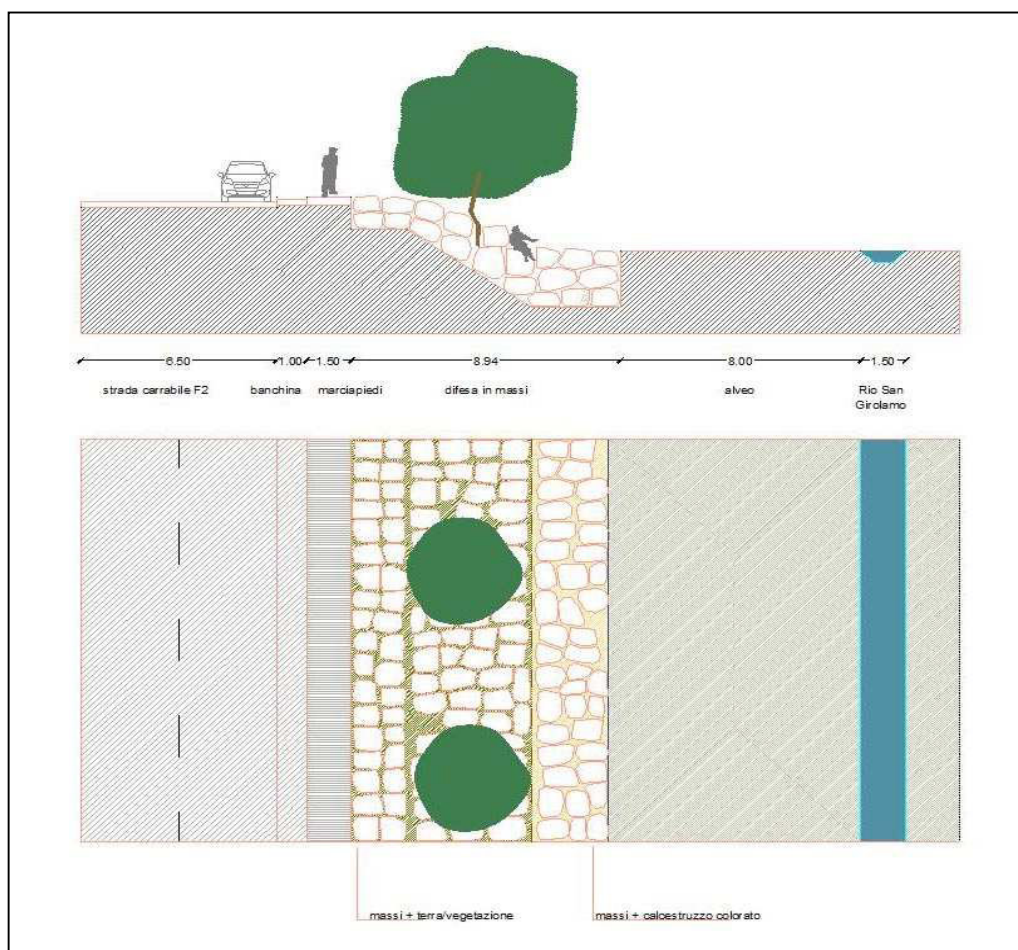
Regione Autonoma della Sardegna

Gli interventi di sistemazione e difesa sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- opere di ingegneria naturalistica o sistemazione idraulico-forestale;
- difesa spondale;
- consolidamento delle scarpate;
- opere di riqualificazione delle strutture viarie con elementi di verde urbano con la messa a dimora dei nuovi esemplari.
- elementi di arredo urbano e opera d'arte sulla rotatoria.

Si prevede la realizzazione di elementi di difesa spondale sia lungo le sponde del San Girolamo, sia del Santa Barbara e del Tintonis, in prossimità dei nuovi ponti stradali.

Le opere di difesa spondale saranno realizzate mediante una struttura appositamente pensata, ispirata alla difesa spondale con massicciata a scogliera. La soluzione è stata dimensionata su un tempo di ritorno pari a 200 anni.



**Figura 2: Opere pensate per la difesa spondale: massicciata a scogliera**

Le massicciate o scogliere sono opere di difesa spondale; saranno realizzate con massi ciclopici di cava di diverse dimensioni; gli interstizi tra essi saranno riempiti in modo differente a seconda dell'altezza di contatto con l'acqua: quelli posti più in basso, con una maggior possibilità di essere a contatto con l'acqua, saranno prima liberi e successivamente occlusi con calcestruzzo ad alta durabilità, capace di assicurare il massimo risalto al paesaggio. Nelle parti più alte della massicciata gli interstizi saranno colmati con terra vegetale, consentono sia una più facile colonizzazione delle specie naturali, ma nello stesso tempo, sfruttando i vuoti maggiori ospiteranno esemplari arborei ed arbustivi adulti appartenenti

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

alla flora locale, assicurando sia la presenza della componente verde di buona qualità e sia contribuendo alla riduzione dell'impatto creato dall'opera rispetto al paesaggio circostante. Le porzioni sommerse, alla base delle scogliere, avendo gli interstizi liberi, costituiscono delle zone di rifugio per l'idrofauna, tanto più efficaci quanto più numerosi ed ampi sono gli interstizi stessi.

Questo intervento coinvolge una fascia più o meno larga ma non di dimensione fissa, valutata puntualmente, come chiaramente rappresentata nei grafici di progetto. Ogni aspetto realizzativo di quest'opera è puntualmente descritto in un apposito capitolo della presente relazione tecnica.

Le opere di sistemazione idraulico-forestale costituiscono una parte sostanziale della presente proposta progettuale ma, in seguito ad attente valutazioni, si è ritenuto necessario assicurare la dovuta attenzione anche al sistema di scarpate che si verranno a creare in seguito alla costruzione delle opere viarie.

Questa casistica, nello specifico, riguarda il tratto declivio posto sotto l'attuale strada 39: valutati i dislivelli, si verrà a creare un compluvio naturale seppur di ridotte dimensioni. Tale situazione renderà necessaria la realizzazione di un fosso di guardia appositamente studiato e dimensionato, che porterà l'acqua che in esso affluisce all'alveo naturale più vicino dopo aver attraversato uno dei rami della rotatoria mediante un tubolare avente diametro di 1000 mm. Le scarpate che saranno costruite, seppur sapientemente sagomate con angoli di basso impatto, richiederanno un intervento di consolidamento mediante soluzioni tecniche più adatte da valutare all'uopo; si prevede l'utilizzo della tecnica dei "Prati Armati", questa tecnica in linea con i dettami dell'ingegneria naturalistica consente di bloccare l'erosione e rinaturalizzare litotipi complessi, sterili ed incoerenti, come possono essere quelli di una scarpata stradale. La tecnica dei prati armati non sfugge dall'utilizzo delle specie arbustive locali, capaci di una rapida colonizzazione e stabilizzazione del versante, ma crea i presupposti affinché il substrato sia stabilizzato e possa così ospitare le specie arbustive.

Tale sistemazione costituirà un elemento di maggior difesa contro ogni forma di erosione laminare dovuta allo scorrimento superficiale dell'acqua; inoltre la presenza del canale scolmatore, sarà in grado di eliminare ogni possibile forma di erosione del piede.

Alla luce delle soluzioni esposte si può affermare che la realizzazione delle opere di contenimento dei fenomeni di piena e di controllo dell'erosione come pensate, sono in grado di mitigare i possibili effetti negativi sugli ecosistemi fluviali. Come si evince le opere pensate sono il risultato di un utilizzo promiscuo delle tecniche di ingegneria tradizionale ben amalgamate con quelle di ingegneria naturalistica: sarebbe sbagliato prevedere sempre e comunque solo una delle due tecniche.

Sotto il profilo metodologico il progetto stradale, il progetto idraulico e il progetto ambientale sono stati condensati in una proposta unitaria omogenea caratterizzata da una forte valenza sia funzionale che urbanistico-ambientale.

La realizzazione della protezione spondale dell'alveo del rio Santa Barbara e San Girolamo è diventata elemento di contorno e ricucitura dell'intero intervento; le scarpate dei rilevati sono rese parte integrante di un parco urbano fruibile ed attrezzato che concorre a dare significato e servizi alla popolazione di Poggio dei Pini e dell'hinterland.

Il progetto ambientale, con le piantumazioni e le sistemazioni a verde delle scarpate e degli ambiti circostanti, concorre a rinaturalizzare lo spazio, calando anche le opere viarie all'interno di un contesto unitario dalla forte caratterizzazione formale, esercitata dai grossi massi delle arginature che, in corrispondenza delle opere d'arte, risalgono le scarpate e le proteggono.

I percorsi pedonali dell'area di intervento sono stati realizzati mediante marciapiedi della larghezza di 1,50 m che si snodano parallelamente alle strade e rappresentano una prima soluzione di transito a un livello urbano; un ulteriore reticolo pedonale avviene a quote inferiori a quella delle strade, lungo le scarpate e le difese spondali, accompagnando le persone all'interno di un parco attrezzato dalle forti peculiarità ambientali; i percorsi previsti garantiranno un collegamento con alcune strutture pre-esistenti nella zona, consentendo una ricucitura complessiva non solo carrabile ma anche pedonale.

I percorsi viari e le passeggiate saranno adeguatamente illuminati: sistemi illuminanti a LED sono pensati nei tratti viari, contapassi e punti luce bassi nei tratti pedonali.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

Un ulteriore intervento di tipo puntuale è dedicato alla protezione di un edificio che, a seguito della vicinanza con il rio San Girolamo, ha subito una forte azione erosiva dell'area di sedime, con conseguente compromissione della stabilità strutturale.

Per questo edificio si prevede la realizzazione di una paratia di micropali che andranno a proteggere perimetralmente le fondazioni della casa, ripristinandone le condizioni di sicurezza.



**Fiura 3: Edificio per il quale si prevede la protezione con paratia di micropali**

Il progetto nel suo complesso oltre a soddisfare i requisiti propri del bando di gara concorre alla creazione di un nuovo spazio verde attrezzato che costituisce un elemento di ritrovo, aggregazione e ricreazione per i residenti dell'area. La soluzione proposta prevede l'uso di materiali, allestimenti e soluzioni ecocompatibili e di grande durabilità.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

### 3. ASPETTI VIABILISTICI IN PROGETTO

#### 3.1. Il nuovo assetto viario

La soluzione progettuale, in accordo con quanto richiesto dal bando di gara e dal disciplinare, prevede la realizzazione di un nuovo attraversamento stradale del Rio San Girolamo che colleghi la parte alta della frazione di Capoterra, in località Poggio dei Pini, con la parte bassa della stessa frazione, e quest'ultima con la S.S. 195 e contemporanea ricucitura della viabilità

Le scelte sono state condizionate dalla necessaria mitigazione del rischio idrogeologico in relazione all'esigenza di garantire la tutela delle vite umane, degli insediamenti abitativi e produttivi e delle infrastrutture, dagli effetti di eventi alluvionali di carattere eccezionale.

Considerata la necessità di assicurare il franco idraulico nell'attraversamento del Rio S. Girolamo e negli attraversamenti minori, è stato necessario progettare una nuova viabilità di connessione.

Allo scopo di fluidificare e rendere scorrevole il traffico veicolare si è realizzata la ricucitura delle nuove reti viarie attraverso l'inserimento di uno svincolo a rotatoria costituito da quattro rami e una corona giratoria a due corsie.

Si è reso necessario pensare alla demolizione di una serie di strade che oggi gravitano sull'alveo del S. Girolamo, con il loro conseguente spostamento a bordo dello stesso.

La continuità veicolare tra le due sponde del rio durante le fasi di cantiere sarà comunque garantita mediante una bretella provvisoria, da demolire al termine dei lavori. Detta bretella conterrà quattro tubolari di diametro 2000 mm affiancati che consentiranno il deflusso idrico durante la vita utile della bretella.

#### 3.2 Sezione tipo

Le sezioni tipo adottate, conformi alla categoria F2 locali extraurbane ai sensi del D.M 05/11/2001, presentano una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 8,50 m (organizzata secondo la fig.4); la sezione stradale sarà allargata da entrambi i lati per via dell'inserimento dei percorsi pedonali, ciascuno della larghezza di 1,50 m.

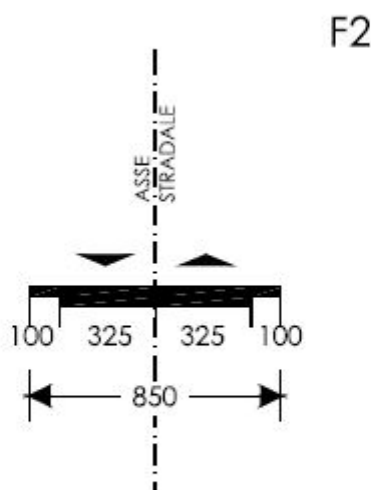


Figura 4: Sezione stradale tipo F2

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

Di seguito sono riportati in dettaglio i diversi elementi caratteristici della sezione tipo per l'intervento in oggetto, in particolare:

- banchine in sinistra e destra da 1,00 m;
- n°2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,25 m;
- cordinata in cls e nei tratti in scavo cunetta alla francese;
- marciapiede a sinistra e destra da 1,50 m;

### 3.3. Aspetti geometrici

Per la redazione del progetto stradale sono state seguite le indicazioni e le seguenti disposizioni legislative:

- **D.L.30 aprile 1992, n.285 “Nuovo Codice della Strada “ - (G.U. n.114 del 18 maggio 1992)**
- **D.L. 16 Dicembre 1992, n.495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada” (supplemento G.U. n.303 del 28 Dicembre 1992) e sue modificazioni.**
- **D.L. 10/09/1993 n. 360 – (Modifica ed Integrazioni al Nuovo Codice della Strada)**
- **CNR - Catalogo delle pavimentazioni stradali Boll. Uff. A. XXIX - N. 178 – 15 settembre 1995.**
- **D.M. LL.PP. del 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.**
- **Documento a carattere pre-normativo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti “Norme sulle caratteristiche e geometriche delle intersezioni stradali”**
- **D.del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 giugno 2004 “Aggiornamento delle Istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”.**
- **D.M. 19/04/2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali**
- **Norma per interventi di adeguamento delle strade esistenti 21/03/2006, in ottemperanza al D.M 22/04/2004**

Con il D.M. Infrastrutture e trasporti del 5 novembre 2001 (Supp. Ord. alla G.U. 04.01.2002, n. 3) è stato recepito il documento denominato “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, già approvato in data 13.11.1998 dalla “Commissione di studio per le norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade” costituita con Decreto del Presidente del CNR n. 13465 del 11 settembre 1995.

Le suddette norme sono in vigore dal 19.01.2002 e sostituiscono, per la determinazione delle caratteristiche geometriche delle strade, il Bollettino Ufficiale del CNR n. 78 –1980.

Le nuove norme introducono criteri di progettazione differenti rispetto alla normativa CNR n. 78, sulla base dell'evoluzione degli studi in materia di progettazione stradale.

Si è prevista una sezione stradale di categoria F2 composta come segue:

- Intervallo di velocità di progetto compreso tra 40 e 100 Km/h
- Larghezza delle corsie 3.25 m;
- Larghezza delle banchine 1.00 m.

Di seguito si riporta una rapida descrizione dei principali contenuti normativi relativi alla viabilità in progetto.

Le norme stabiliscono per la categoria F2 un'ampiezza dell'intervallo delle velocità di progetto (40-100 km/h) maggiore rispetto alle vecchie (40-60 km/h): questo garantisce una maggiore flessibilità nella progettazione, potendo

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

dimensionare gli elementi geometrici per una velocità di progetto minore nei tratti in cui si presentino situazioni difficili dal punto di vista orografico e utilizzare il limite superiore quando l'orografia non dia impedimento alcuno.

L'ampiezza totale della piattaforma della nuova tipologia F2 è maggiore rispetto all'attuale tipo VI° CNR, di 0.50 mt.

La geometria dell'asse nell'ambito extraurbano deve garantire la distanza di arresto nei tratti in cui non è consentito il sorpasso e la distanza di visibilità completa per il sorpasso nei tratti in cui esso è consentito.

Le norme fissano inoltre dei limiti entro i quali devono essere contenute le caratteristiche plonoaltimetriche dell'asse:

- *Raggio planimetrico minimo* ( $V=40$  km/h)  $R = 45$  m
- *Pendenza trasversale massima*  $It_{max} = 7\%$
- *Pendenza trasversale minima*  $It_{min} = 2.5\%$
- *Pendenza longitudinale max*  $P=10\%$
- *Pendenza geodetica max*  $J=\sqrt{It^2+P^2}$   $J=12\%$

Il valore dei raggi altimetrici (oltre che dalla velocità di progetto assunta per quel tratto di strada) è funzione delle pendenze delle livellette da raccordare e del tipo di raccordo concavo o convesso per i quali bisogna garantire differenti visuali libere.

Ulteriori prescrizioni riguardano la lunghezza massima dei rettifili che deve essere inferiore a ventidue volte il limite superiore della velocità di progetto. Vengono inoltre definite le lunghezze minime che devono avere i rettifili per poter essere percepiti dall'utente: questo valore varia in funzione della velocità di progetto, da un minimo di 30 mt per una velocità di progetto di 40 km/h a 150 mt per una velocità di 100 km/h.

Per quanto riguarda i raccordi planimetrici circolari le norme prescrivono che, per una corretta percezione del tracciato, la curva deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di 2,5 secondi, valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva.

Il raccordo tra due elementi a raggio costante, siano essi curve circolari o rettifili, deve essere sempre realizzato con curve a raggio variabile (clotoidi). La caratteristica geometrica che descrive compiutamente la clotoide è il suo parametro "A" che dipende dal raggio della curva circolare, dalla velocità di progetto e dalla velocità di rotazione ammissibile per la piattaforma in senso trasversale. In pratica il parametro della clotoide deve rispettare sostanzialmente i tre criteri di progettazione riportati nel paragrafo 5.2.5 delle norme (limitazione del contraccolpo, sovrappendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata, criterio ottico).

Per garantire l'omogeneità del tracciato e fare in modo che la differenza di velocità di progetto tra due elementi contigui sia, come consigliato dalle norme, inferiore ai 10 km/h i rettifili e le curve che compongono l'asse stradale devono rispettare le seguenti condizioni:

- il rapporto tra i raggi di due curve circolari che si succedono lungo il tracciato deve collocarsi nella "zona buona" dell'abaco 5.2.2.a delle norme;

- tra un rettifilo di lunghezza  $L_r$  ed il raggio  $R$  più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettifilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la seguente relazione :

$$R > L_r \quad \text{per} \quad L_r < 300 \text{ m}$$

$$R = 400 \text{ m} \quad \text{per} \quad L_r = 300 \text{ m}$$

L'intervento progettuale è riconducibile all'adeguamento di un tracciato esistente, pertanto può andare in deroga rispetto al D.M. 5.11.2001. In particolare il tracciato in progetto rispetta pienamente gli elementi normativi del sopracitato Decreto, ad eccezione dello sviluppo di alcune curve circolari, e la lunghezza minima di un rettifilo.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

Considerato che l'intervento in oggetto si configura come un adeguamento della viabilità esistente, fortemente condizionato da una serie di vincoli fisici, si è cercato, per quanto possibile, di rispettare le indicazioni normative del D.M. 05/11/2001.

In particolare sono stati inseriti raggi di curvatura di misura pari o superiore ai 45 m, la pendenza longitudinale è stata tenuta al di sotto del 10%; si è cercato, per quanto possibile, di rispettare il coordinamento planaltimetrico.

### 3.4. La sovrastruttura stradale

Considerato che le strade interessate dal presente progetto sono secondarie e non saranno interessate da un traffico pesante significativo, si propone una sovrastruttura flessibile analoga alla precedente.

La sovrastruttura stradale si compone dei seguenti strati, dal più esterno:

- **strato di usura** in conglomerato bituminoso a masse chiuse (3 cm): ha il compito di garantire sicurezza, confort e resistenza;
- **strato di collegamento** o *binder*, in conglomerato bituminoso a masse semichiusse (7 cm);
- **strato di base** in misto bitumato (15 cm);
- **strato di fondazione** in misto granulare, la cui funzione principale è quella di ripartire i carichi al sottofondo (30 cm)

I marciapiedi si compongono in successione, dal più esterno al più interno, dei seguenti materiali:

- **levocell** (6 cm);
- **massetto** in calcestruzzo Rck 20 (10 cm) con rete elettrosaldata maglia 10 x 10 cm, spessore 6 mm;
- **strato di fondazione** in misto granulare (20 cm).

#### 3.4.1. Caratteristiche del sottofondo stradale

Dalla caratterizzazione eseguita sulle terre d'impasto della sovrastruttura è risultato che trattasi di buon materiale per sottofondo stradale. L'indice di portanza C.B.R. è in via cautelativa è stato assunto pari al 4 %.

Di seguito si procede alla verifica della sovrastruttura stradale assumendo un C.B.R. minimo pari a 4 secondo il metodo, il metodo di Biroulia – Ivanov.

#### 3.4.2. Verifica della sovrastruttura con il metodo di Biroulia - Ivanov

Noto il California Bearing Ratio è possibile determinare il modulo elastico del sottofondo con la seguente espressione:  $E = 65 \text{ CBR}^{0.65}$  dalla quale si determina un modulo elastico pari a 160 Kg/cm<sup>2</sup>.

Il primo strato della sovrastruttura da analizzare è il sottofondo, costituito generalmente dai terreni che si trovano in situ. Esso ha il compito di esaurire le residue sollecitazioni pressoflessionali indotte dai carichi. Il materiale presente in situ ha una capacità portante stimata in 160 kg/cm<sup>2</sup>, pertanto con una media capacità portante. La fondazione e lo strato di base hanno il compito di sopportare le sollecitazioni pressoflessionali. Lo strato di fondazione è costituito generalmente da materiali litici di grossa pezzatura di natura granulare. La funzione strutturale più gravosa viene assolta dallo strato di base, che nel caso di sovrastruttura flessibile come quella proposta nel progetto, è realizzato con inerti selezionati di adeguato assortimento granulometrico legati con bitume (misto bitumato). Gli strati al di sopra dello strato di base hanno il compito di resistere alle azioni tangenziali trasmesse dai veicoli, ma partecipano in misura ridotta nel sopportare le azioni pressoflessionali.

#### 3.4.3. Condizioni climatiche di riferimento

Il conglomerato bituminoso è un materiale visco-elastico le cui caratteristiche meccaniche risultano notevolmente influenzate dalle condizioni termiche, è perciò opportuno mettere in relazione le proprietà reologiche del bitume con lo studio della variazione termica negli strati della pavimentazione in relazione al regime di temperatura esterna. Occorre dunque conoscere l'andamento delle temperature esterne durante l'anno, così da poter scegliere la temperatura da assumersi nel periodo estivo e in quello invernale. In sintesi, per i parametri di riferimento che descrivono le condizioni

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

climatiche, si sono assunti i valori riportati in tabella, desunti dal Catalogo CNR delle Pavimentazioni Stradali validi per le condizioni climatiche media dell'Italia meridionale.

Da questi si sono dedotti i moduli degli strati bitumati in base alle curve maestre e alla temperatura di esercizio di riferimento.

	ESTATE	PRIMAVERA	INVERNO	AUTUNNO
Temperatura media stagionale dell'aria °C	22,0	11,5	4,5	14,0
Media stagionale escursione termica giornaliera in °C	20,6	7,5	6,0	8,1

**Parametri climatici di progetto – Catalogo Italiano delle Sovrastrutture – CNR – Italia centrale altitudini Minori di 1000 m s.l.m.**

### 3.4.4. Analisi dello stato tenso-deformativo con il multistrato elastico

Il metodo impiegato per la verifica delle sovrastrutture è quello degli strati di Biroulia - Ivanov o anche metodo della massima deflessione. Esso si è dimostrato, sufficientemente attendibile, fornendo deformazioni superficiali con scarti ridotti rispetto a quelle riscontrate nella realtà. Inoltre, per la sua semplicità e immediatezza di risultati ben si presta all'utilizzo in sede di progetto della sovrastruttura o di confronto tra diverse soluzioni alternative.

Nell'ipotesi che la superficie d'impronta sia circolare di raggio  $a$ , la formulazione originaria Boussinesq fornisce per i punti sull'asse di sollecitazione a profondità  $z$  le seguenti espressioni:

$$\sigma_z = p[1 - [1/(1 + (a/z)^2)]^{3/2}];$$

$$\sigma_x = p/2[(1 + 2\vartheta) - 2z(1 + \vartheta)/(a^2 + z^2) + z^3/[(a^2 + z^2)]^{3/2}]$$

Lo sforzo massimo di taglio vale:  $\tau_{\max} = (\sigma_z - \sigma_x)/2$

Noto lo stato di sforzo in un punto è possibile determinare lo stato di deformazione attraverso il legame costitutivo. Generalmente la deformazione che interessa è la  $\epsilon_v$  da cui per integrazione di  $f$  può facilmente ricavare il cedimento verticale  $f$ .

Se con  $E$  si indica il modulo di elasticità, il cedimento al centro della superficie circolare, nel caso di piastra rigida, vale:

$$f = \int_0^\infty [\sigma_z/E dz] = \pi/2 (p \cdot a)/E(1 - \vartheta^2)$$

Nell'ipotesi che  $\vartheta = 0.5$  si ha:  $f = 1.19 p a/E$

Il modulo  $E$  può perciò essere ricavato da una prova con piastra rigida, circolare di raggio  $a$ , in base alla conoscenza del cedimento  $f$  provocato da una determinata pressione  $p$ . Da tale trattazione sono derivati molti differenti criteri. Quello proposto da Ivanov si basa sulla limitazione della massima deflessione ammissibile nella sovrastruttura alla fine della vita utile. Ivanov sviluppa il metodo semplificando le espressioni proposte da Boussinesq, arrestando al primo termine il loro sviluppo in serie. In particolare per le tensioni verticali si ha:

$$\sigma_z = p/(1 + 8/(3(z/2a)^2))$$

Il massimo cedimento al centro della piastra vale:  $f = \int_0^\infty (\sigma_z/E dz) = \pi p a/E (8/3)^{1/2}$   
e posto  $(\pi/2)^2 = 8/3$  risulta  $f = 2 p a/E$

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITÀ POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

Questo valore della freccia differisce da quello prima calcolato per la determinazione del modulo E, perché rappresenta la massima freccia per un carico non trasmesso da piastra rigida. Il cedimento totale in un doppio strato sarà la somma di quello dovuto allo strato di spessore  $s_1$  e di quello dell'ammasso semi-infinito.

$$f = f_1 + f_0 = \int_0^{s_1} \frac{\sigma_1}{E_1} dz + \int_{ns_1}^{\infty} \frac{\sigma_0}{E_0} dz$$

con

$$\sigma_z = \frac{P}{1 + \frac{8}{3} \left( \frac{nz}{2a} \right)^2}$$

Il parametro  $n$  rappresenta un fattore di equivalenza tra il modulo  $E_0$  dell'ammasso e il modulo  $E_1$  dello strato 1 di spessore  $s_1$ . In altri termini il problema sarebbe ricondotto al caso di un ammasso semi-infinito, se fosse possibile sostituire allo strato 1 di modulo  $E_1$  uno strato di spessore  $n \cdot s_1$  di modulo  $E_0$ , con gli stessi cedimenti totali. Si tratta di porre in eguaglianza i due cedimenti nelle due differenti situazioni.

Sulla base della teoria dell'elasticità è stata ottenuta per  $n$  la seguente relazione:

$n_1 = (E_1/E_0)^{1/3}$  In genere, a favore della sicurezza, si è diffusa per  $n$  la seguente relazione:

$$n_1 = (E_1/E_0)^{(1/2,5)}$$

Svolgendo le integrazioni e sommando si ottiene:

$$f = \frac{2pa}{E_0 \sqrt{\frac{8}{3}}} \left[ \frac{\pi}{2} - \left( 1 - \frac{1}{n^{3,5}} \right) \arctan \left( \frac{ns_1}{2a} \sqrt{\frac{8}{3}} \right) \right]$$

Il metodo procede con il calcolo del cosiddetto modulo equivalente, ossia la determinazione del modulo di uno strato semi-infinito  $E_e$  caratterizzato dallo stesso cedimento di uno strato  $s_1$ , di modulo  $E_1$  poggiante su un mezzo semi-infinito di modulo  $E_0$ . Ossia:

$$f(E_0, a)_{\text{strato seminfinito}} = f(E_0, E_1, s_1, a, n)_{\text{doppio strato}}$$

La risoluzione di tale equazione consente di scrivere:

$$E_e = E_0 / \left( 1 - \left( \frac{2}{\pi} \right) \cdot \left( 1 - \frac{1}{n^{3,5}} \right) \cdot \arctan \left( n \cdot \frac{s_1}{2a} \left( \frac{8}{3} \right)^{0,5} \right) \right)$$

Da questa espressione deriva la definizione del modulo di elasticità di un ammasso indefinito fittizio equivalente all'insieme del sottofondo e dello strato di spessore  $s_1$ .

Il metodo è suscettibile di iterazione, consentendo così di sostituire ad un insieme di più strati un ammasso ideale indefinito. Si procede dal basso verso l'alto trasformando lo strato più profondo ( $s_1$ ,  $E_1$ ) e l'ammasso sottostante ( $E_0$ ) in un

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

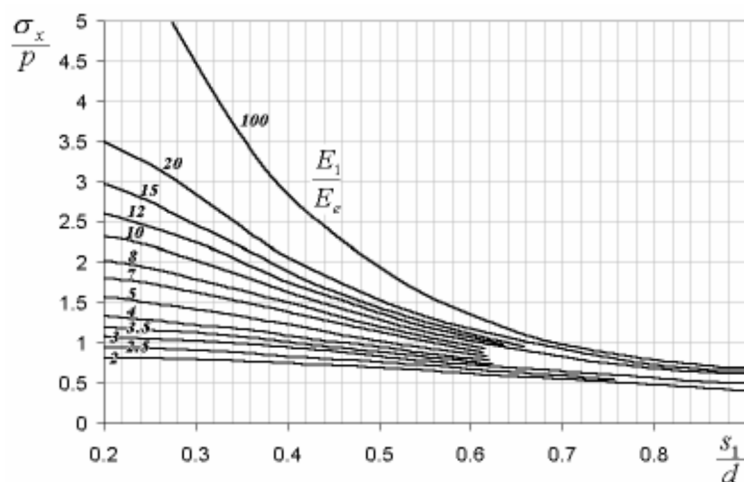
SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

ammasso indefinito equivalente ( $E_e$ ). Questo poi verrà combinato con il penultimo strato ( $s_2, E_2$ ), e così via fino all'ultimo strato.

Quanto illustrato è valido nell'ipotesi che il carico per ciascun bistrato sia distribuito su un'area circolare di diametro  $d$ .

Per quanto concerne lo stato tensionale esistono una molteplicità di formulazioni analitiche espresse in forma chiusa che consentono di valutare spostamenti, deformazioni e sollecitazioni all'interno di un multistrato elastico. Il diagramma successivo consente di ricavare la massima tensione di trazione per flessione alla base di uno strato di spessore  $s_1$  e modulo  $E_1$ , nell'ipotesi che poggia su un piano di posa di modulo  $E_e$ . Dopo aver determinato il modulo  $E_e$  tra sottofondo e fondazione, come già illustrato, è possibile valutare il valore di  $\sigma_x/p$  nello strato di base, all'interfaccia con la fondazione, in funzione del rapporto di  $s_1/d$ .



**Massimo sforzo di trazione  $\sigma_x$  per flessione all'intradosso di uno strato bitumato.**

### 3.4.5. I risultati della verifica

Di seguito si riporta la tabella di sintesi della verifica della sovrastruttura secondo il metodo della massima deflessione (Biroulia-Ivanov).

SOVRASTRUTTURA	Spessore	Modulo di elasticità	$N_1$	Modulo equivalente
	cm	kg/cmq		kg/cmq
USURA	3	15 000	2,121	2 612
BINDER	7	12 000	2,219	2 290
MISTO BITUMATO	15	12 000	3,378	1 636
MISTO GRANULARE DI CAVA	30	1 500	2,448	572
SOTTOFONDO		160		160

a
15

Modulo elastico equivalente	2612 [kg/cmq]
-----------------------------	---------------

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

<b>Tipo di traffico</b>	<b>veic/giorno</b>	<b>Ep [kg/cm<sup>2</sup>]</b>
Pesante limitato	<300	1500
Pesante medio	300-1000	2000
Pesante elevato	1000-3000	2500
Pesante notevole	>3000	3000

Non avendo a disposizione i valori circa i flussi di traffico per la viabilità in progetto non è possibile eseguire una verifica diretta della sovrastruttura ma semplicemente pervenire al modulo elastico equivalente e verificare a quale classe di volume di traffico è riconducibile la strada in esame. Seguendo detto approccio si rileva come il modulo elastico equivalente corrisponde a una viabilità caratterizzata da un traffico pesante elevato che è pienamente compatibile con la tipologia delle strade in esame.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

### 4. LE OPERE D'ARTE

#### 4.1. Introduzione

Le strutture presenti all'interno dei lavori oggetto di concorso sono opere relative alla sistemazione idraulica del Rio San Girolamo ed in particolare l'attraversamento stradale in località Poggio dei Pini. Conformemente alla soluzione progettuale proposta, le opere d'arte presenti sono un ponte della luce totale di 124.80 metri per lo scavalco del Rio San Girolamo lungo la Strada 26 nelle immediate vicinanze del laghetto, due ponti minori della luce netta di 12 metri per l'attraversamento da parte della viabilità in progetto di due aste fluviali affluenti di destra del bacino (rio S. Barbara e rio Poggio dei Pini) e una paratia di micropali a protezione del terreno di fondazione di una civile abitazione edificata nell'area golenale sinistra del Rio San Girolamo circa 120 metri a monte del ponte esistente. La presente relazione si propone di inquadrare le succitate opere dal punto di vista strutturale, esponendo le criticità di natura normativa, funzionale e idraulica, che hanno giustificato la scelta delle tipologie proposte in termini tecnologici e dimensionali. Pare opportuno inoltre definire sin da questa fase l'impostazione del calcolo strutturale per le fasi successive mediante l'esposizione dei criteri di calcolo, dei carichi di normativa e delle verifiche da espletarsi.

#### 4.2. Normative di riferimento

La normativa utilizzata come guida per la presente relazione e da utilizzarsi per la progettazione strutturale delle successive fasi è quella italiana delle NTC 14/01/2008, accompagnata dalla Circolare del 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni'. Per i punti non trattati dalla succitata normativa si utilizza invece la normativa europea riportata negli Eurocodici. Di seguito un prospetto delle normative di pertinenza:

- *Struttura*

#### **Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008**

Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 14 gennaio 2008:

**UNI EN 1990: 2004 - Eurocodice 1** – Criteri generali di progettazione strutturale.

**UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1.5 ; UNI ENV 1991-2-4: 1997** - Azioni sulla struttura.

**Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.

**UNI ENV 1992-1-1** - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.

**UNI EN 206-1/2001** - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici – “Linee Guida sul calcestruzzo strutturale” –

- *Carichi e sovraccarichi*

#### **Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008**

- *Terreni e fondazioni*

#### **Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/01/2008**

#### 4.3. Materiali e prestazioni attese

Le prestazioni della struttura e le condizioni per la sua sicurezza dovranno essere individuate in base alle prescrizioni della normativa vigente. A tal fine è stata posta attenzione al tipo della struttura, al suo uso e alle possibili conseguenze delle azioni di progetto. Per quanto riguarda la durabilità dovranno essere presi tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture, in considerazione dell'ambiente in cui le opere dovranno vivere e dei cicli di carico a cui saranno sottoposte, con la consapevolezza che tutte le prestazioni attese potranno essere adeguatamente ottenute solo mediante opportune procedure da seguire non solo in fase di progettazione, ma anche di costruzione, manutenzione e gestione dell'opera. Pertanto la qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi devono essere scelti coerentemente con tali obiettivi.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

In fase di costruzione saranno attuate severe procedure di controllo sulla qualità, in particolare per quanto riguarda materiali, componenti, lavorazione, metodi costruttivi.

Ai riguardi delle prestazioni da ottenere le NTC del 2008 dividono le strutture in base alla loro vita nominale e alla tipologia di utilizzo. Nel caso in oggetto le strutture rientrano nei ponti e strutture ordinarie di non rilevanza strategica e ricadono pertanto nella tipologia 2 (vita nominale di 50 anni) e in classe d'uso II. In base a questa classificazione vengono definiti i parametri che la struttura deve garantire in termini di durabilità e sicurezza per tutti gli stati limite da verificare.

Per ciò che concerne la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato quali sono quelle in esame, parametri fondamentali da determinare sono la classe del calcestruzzo e il valore del copriferro in quanto il pericolo maggiore è dato dalla corrosione delle armature metalliche. Tali scelte vengono fatte in funzione delle prestazioni attese dalla struttura e delle condizioni ambientali esistenti. Le caratteristiche della miscela di calcestruzzo in termini di massimo rapporto acqua/cemento, resistenza caratteristica minima e contenuto minimo di cemento vengono determinati dalle linee guida sul calcestruzzo strutturale (UNI EN 206-1/2001) in funzione del tipo di ambiente, dei fattori di rischio per la corrosione e dell'elemento strutturale considerato. Nel caso in esame il rischio di corrosione è determinato dalla carbonatazione del calcestruzzo, pertanto si riporta l'estratto della tabella delle norme inerente:

Classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	Rck min.	Dos. Min. Cem. KG.
--------	---------------------------	--	----------	---------	----------	--------------------

### 2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nota – Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro e nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante, in questi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo ed il suo ambiente.

<b>XC1</b>	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua	2a	0,60	30	300
<b>XC2</b>	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300
<b>XC3</b>	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia o in interni con umidità da moderata ad alta	5a	0,55	35	320
<b>XC4</b>	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani.	4a, 5b	0,50	40	340

All'interno della terza colonna si possono riconoscere gli elementi strutturali caratterizzanti le strutture del presente progetto ed in particolare:

- Impalcato: classe di esposizione XC3, Rck minimo 35 N/mm<sup>2</sup>
- Pile e spalle: classe di esposizione XC4, Rck minimo 40 N/mm<sup>2</sup>
- Fondazioni: classe di esposizione XC2, Rck minimo 30 N/mm<sup>2</sup>

In funzione della classe di esposizione, le NTC 2008 definiscono alla tabella 4.1.III la tipologia di condizione ambientale. A quest'ultima si affianca la tabella C4.1.IV della circolare applicativa delle NTC, che indica i valori dei copriferri minimi in funzione dell'ambiente e dell'elemento strutturale, sia esso in c.a. o in c.a.p.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

**Tabella C4.1.IV** Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Dalla tabella sopra esposta si ottengono i valori minimi del copriferro da utilizzare:

- Impalcato (protezione di cavi da c.a.p. in elementi a piastra): copriferro minimo 25 mm + 10 mm tolleranza
- Pile e spalle (protezione di barre da c.a.): copriferro minimo 30 mm + 10 mm tolleranza
- Fondazioni (protezione di barre da c.a. in elementi a piastra): copriferro minimo 20 mm + 10 mm tolleranza

Per ciò che riguarda le barre di armatura e i trefoli da precompressione valgono sempre le prescrizioni delle NTC 2008 al paragrafo 4.1 o di altra normativa tecnica di comprovata validità.

### 4. 4. Predimensionamento strutturale

#### 4. 4.1. Ponte rio San Girolamo

La scelta della tipologia strutturale per l'attraversamento sul Rio San Girolamo e le sue caratteristiche geometriche sono state dettate da vincoli di natura idraulica e normativa. Le quote di progetto dell'asse stradale derivano dallo studio plano-altimetrico del tracciato, tenendo presente il vincolo di natura idraulica dato dal livello di piena del fiume con tempo di ritorno di 200 anni che, come imposto dalle N.T.C. 2008 al par. 5.1.2.4, deve essere garantito rispettando il franco idraulico di progetto. Allo stesso paragrafo le N.T.C. 2008 prescrivono una distanza minima tra le pile e le spalle di 40 metri, qualora esse siano realizzate in alveo. E' proprio questo il caso del corso d'acqua in esame per il quale la portata di 200 anni non è in grado di transitare all'interno delle sponde normali causando l'allagamento delle aree golenali come si vede dall'elaborato E6 rappresentante i profili di progetto. Risulta dunque mandatario attraversare la vallata del rio alle quote indicate nel profilo stradale sopra indicato mediante un ponte a tre campate della luce netta di 40 metri, per un totale di 124.8 metri di attraversamento. Si tratta di campate di 'media luce', per le quali le tipologie di impalcato compatibili ricadono nell'ambito delle travate a cassone in calcestruzzo armato precompresso o con sezione composta in acciaio e calcestruzzo. Tra le due si è optato per la tipologia a cassone in calcestruzzo armato precompresso, la quale risulta più economica e dalle più morbide forme architettoniche. Lo schema statico è quello della trave continua su quattro appoggi il quale consente un maggiore sfruttamento del materiale e conseguentemente un'altezza di sezione più sottile rispetto a quello di trave semplicemente appoggiata.

Successivamente alla scelta delle luci in gioco, dello schema statico e della tipologia di impalcato si è potuti passare ad un predimensionamento della sezione, ottenuto mediante formule di comprovata esperienza. Ne risulta un impalcato di altezza netta di 1,40 metri in campata e nelle sezioni di estremità e di 2,30 metri sugli appoggi intermedi.

Per ciò che riguarda le sottostrutture, la loro altezza viene determinata in modo che vadano circa 1,30 metri sotto il livello del terreno, in modo da evitare fenomeni di scalzamento delle strutture di fondazione, per un'altezza totale di 3,50 metri. La forma della sezione delle pile è quella di un'ellisse con l'asse maggiore disposto lungo il senso della corrente, in maniera di limitare il più possibile l'effetto della loro presenza sul regime della corrente. Le spalle invece vengono proposte nella loro classica configurazione di elementi di contenimento e sostegno.

Le opere di fondazione vengono predimensionate tenendo conto degli aspetti evidenziati nella relazione geologica e geotecnica (elaborato C4), optando per una platea di fondazione poggiante su pali, tipologia maggiormente indicata per gli attraversamenti in alveo. La lunghezza dei pali sarà tale da raggiungere strati di terreno di adeguate proprietà meccaniche. La platea così definita funge anche da fondazione per i muri d'ala adiacenti alle spalle.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

Il calcolo e la verifica della sezione dovrà essere eseguito per ogni STEP di esecuzione dell'opera. Queste fasi potranno variare in ragione della modalità costruttiva, anche se si ritiene sin da ora che non ci siano particolari ostacoli ad un getto in un'unica fase, il che richiederebbe la verifica della sezione soggetta al solo peso proprio oltre a quella sulla configurazione finale dei carichi.

### 4.4.2. Ponti minori

Per ciò che riguarda i ponti minori le problematiche idrauliche sono molto inferiori rispetto al ponte sul rio San Girolamo, date le portate notevolmente ridotte. Si è optato allora per una tipologia strutturale più semplice con travi a T rovescia in cemento armato precompresso affiancate e semplicemente appoggiate sulle spalle poste a distanza di 12 metri. Per ciò che riguarda le fondazioni valgono le stesse considerazioni fatte per il ponte sul Rio San Girolamo.

### 4.4.3. Paratia di micropali

Avendo la paratia l'unica funzione di garantire l'isolamento idraulico del terreno di fondazione dell'abitazione posta sulla sponda sinistra, è importante in questa fase che i pali che la costituiranno dovranno avere lunghezza tale da raggiungere gli strati profondi di materiale dalle adeguate caratteristiche meccaniche. Si ipotizza un predimensionamento con una lunghezza totale di 10 metri.

## 4.5. Carichi

### 4.5.1. Ponti

I carichi da applicare alle strutture da ponte sono elencati dalle NTC del 2008 al par. 5.1.3, in cui in base alle tipologie di traffico ammesse al transito vengono suddivise tre categorie diverse per tipologia ed entità di carico. Tutte le strutture da ponte previste dovranno sostenere una carreggiata di tipologia F2 (D.M. 05/11/2001), per la quale non si prevedono limitazioni alle categorie veicolare e pertanto sono da ascrivere ai ponti di 1° categoria.

Per tale categoria sono previste le aliquote di carico massimo, e le varie tipologie di seguito riassunte:

*Carichi permanenti e pesi propri:*

- Peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali g1
- Carichi permanenti portati g2 (pavimentazione stradale, marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili)
- Altre azioni permanenti g3 (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.).

*Deformazioni impresse:*

- Distorsioni e presollecitazioni di progetto e1
- Effetti reologici ritiro e viscosità e2
- Variazioni termiche e3
- Cedimenti vincolari e4

I cedimenti vincolari dovranno considerarsi quando, sulla base delle indagini e delle valutazioni geotecniche, questi risultino significativi per le strutture.

*Azioni Variabili da Traffico:*

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli schemi di carico descritti nel paragrafo 5.1.3.3.3 delle NTC disposti su corsie convenzionali di dimensioni stabilite al par. 5.1.3.3.2. Gli schemi di carico previsti, sono dati da forze concentrate simulanti gli assi dei veicoli convenzionali (cosiddetto carico tandem), da altre forze distribuite e concentrate per un totale di 6 schemi. La disposizione di tali schemi sulla carreggiata è quella che di volta in volta determina le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per l'elemento strutturale considerato.

*Strutture Secondarie di Impalcato:*

Al fine di verificare le strutture secondarie di impalcato (solette e marciapiedi) i carichi sono da considerarsi diffusi a partire dalla loro impronta di carico con un angolo di diffusione di 45° fino a metà altezza della soletta.

*Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturali q2*

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITÀ POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

*Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q3*

*Azione centrifuga q4*

*Azioni di Neve, Vento q5*

*Azioni sismiche q6*

Il sito in oggetto ricade in zona sismica 4, per la quale possono essere utilizzate le semplificazioni previste nel Cap. 7, ovvero con analisi statica equivalente. Anche la spinta del terreno deve essere opportunamente incrementata anche con l'uso di metodi pseudo-statici come quello di Mononobe-Okabe.

*Resistenze passive dei vincoli q7*

*Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio q8*

*Altre azioni variabili (azioni idrauliche, urto di un veicolo) q9*

Nel caso in esame è molto importante valutare l'entità della forza trasmessa sulle pile dall'azione della corrente del Rio San Girolamo per la portata di progetto (duecentennale).

Le tipologie di carico sopradescritte vanno considerate nelle combinazioni definite dalle NTC al par. 2.5.3, diverse a seconda del tipo di verifica e dello stato limite da verificare ed utilizzando i coefficienti di combinazione riportati nella tabella 5.1.V delle stesse norme.

### 4. 5.2. Paratia di micropali

La paratia ha la sola funzione di isolamento idraulico del terreno fondale della casa situata sulla sponda sinistra del rio, pertanto dopo la sua infissione i carichi derivanti dalla spinta dei terreni si autoequilibrano. L'unico carico orizzontale da considerare rimane quello del sisma. Altri carichi permanenti e variabili derivano dalla presenza dell'edificio adiacente che potranno eventualmente essere trascurati qualora si dimostri che esso si trovi a distanza sufficiente da non influenzare lo stato tensionale del terreno a ridosso della paratia.

### 4. 6. Criteri di calcolo

La modellazione degli elementi strutturali per il calcolo delle sollecitazioni può essere diversa a seconda dell'elemento considerato. Per le travi di impalcato dei ponti può essere condotta un'analisi di tipo monodimensionale con vincoli esterni di tipo rigido che simulino lo schema strutturale che si vuole ottenere. Le reazioni vincolari ottenute dal calcolo possono essere utilizzate come scarichi su pile e spalle. Anche le pile possono essere viste come elementi monodimensionali, mentre le spalle hanno due dimensioni prevalenti rispetto alle altre e possono dunque essere analizzate nel piano. L'analisi delle pile come delle spalle deve essere condotta insieme agli apparati di fondazione tenendo conto dell'interazione della struttura col terreno anche con modelli 'alla Winkler'. Nel caso dei pali di fondazione occorre tener conto anche di una costante elastica orizzontale.

Per ciò che riguarda la paratia anche essa può essere analizzata nel piano così come le spalle dei ponti.

Il calcolo delle sollecitazioni avverrà con analisi elastica lineare tenendo conto degli effetti del II ordine.

### 4. 7. Verifiche

Le verifiche saranno da attuarsi per tutte le combinazioni di carico definite, anche quelle transitorie per le varie fasi costruttive. Esse avverranno considerando le sezioni in campo elastico o eventualmente tenendo conto delle risorse plastiche dei materiali. Conformemente alla normativa in vigore si effettueranno le verifiche per i vari stati limite:

- SLU di resistenza e stabilità

- SLE previsti per le strutture in calcestruzzo armato sulla fessurazione, sulla deformazione e sulle tensioni in esercizio

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

### 4. 8. Modalità cotruttive

#### 4. 8.1. Ponte rio San Girolamo

La realizzazione degli apparati fondali, delle sottostrutture e dell'impalcato non dovrebbe presentare ostacoli derivanti dalle caratteristiche morfologiche e geologiche dell'area. Infatti la facile accessibilità della stessa e i dislivelli non eccessivi tra le quote del terreno e quelle di progetto consentono di pensare al getto delle strutture mediante pompaggio dal basso, il che permette una rapida esecuzione del processo.

L'esecuzione delle fondazioni profonde sarà da realizzarsi in condizioni asciutte, pertanto preferibilmente nel periodo estivo. Qualora invece l'esecuzione avvenga durante il periodo in cui il Rio San Girolamo presenta un battente significativo, potrebbe essere necessario isolare idraulicamente lo scavo mediante la formazione di una paratia di pali trivellati.

L'esecuzione del getto di pile e spalle non presenta particolari problemi.

Per ciò che riguarda l'impalcato, la necessità di ridurre i tempi di esecuzione porta a pensare ad un getto in un'unica fase con la contemporanea centinatura di tutte le campate. La struttura di casseratura dovrà essere adeguata a sostenere il notevole peso del getto, con l'eventuale utilizzo di pile temporanee intermedie.

#### 4. 8.2. Ponti minori

Sono valide le indicazioni fornite per il Ponte sul Rio San Girolamo, con la differenza che in questo caso si utilizzeranno travi prefabbricate in C.A.P. il cui varo può essere eseguito per sollevamento dal basso con apposite gru.

#### 4. 8.3. Paratia di micropali

La paratia di micropali prevista a protezione del terreno fondale dell'abitazione posta sulla sponda sinistra del Rio San Girolamo verrà eseguita mediante perforazione con trivella, eventuale rivestimento con fanghi bentonitici, posa del tubolare di armatura e getto della malta dal basso.

### 4. 9. Demolizione esistente sulla strada 26

Il ponticello esistente sulla strada 26 è realizzato mediante struttura in calcestruzzo armato ordinario gettato in opera; essa è costituita da una soletta dell'altezza di 30 cm in regime di semplice appoggio sulle spalle con una luce di 5 metri. L'assenza di altre strutture o infrastrutture nelle vicinanze non pone particolari problemi alla demolizione, che potrà eseguirsi con l'uso di mezzi meccanici a percussione. Tuttavia occorre prestare particolare attenzione alla progettazione della demolizione in ordine al rispetto dei requisiti di sicurezza imposti dal D.Lgs. 81/08.

Gli articoli di riferimento in materia di demolizioni del D.Lgs 81/08 sono il 150-151-151-152-153 e 154 che sostanzialmente riprendono i concetti di sicurezza dei Decreti legislativi degli anni '50. Nello specifico l'art. 151 impone che:

- *I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti;*
- *La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.*

Pertanto gli oneri della pianificazione della demolizione ricadono in prima battuta sul Coordinatore per la Sicurezza in progettazione che nel Piano di Sicurezza e Coordinamento deve stabilire l'ordine e la metodologia da adottarsi nelle varie fasi della demolizione. Al Coordinatore per la Sicurezza in Esecuzione compete invece l'onere di aggiornare al Piano di Sicurezza sulla base del Programma di Demolizione che l'impresa specializzata propone, in relazione alla sua organizzazione, nel Piano Operativo di Sicurezza (POS).

In quest'ottica il Piano di Sicurezza e Coordinamento conterrà un capitolo specifico dedicato alle operazioni di demolizione del vecchio ponte stradale con particolare riferimento ai rischi ricorrenti in questa specifica fase lavorativa:

- Collasso o ribaltamento di parti strutturali;

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

- Urti con detriti provenienti dall'alto;
- Schiacciamento o contatto da macchine in movimento.

## 5. ASPETTI IDRAULICI

### 5.1. Assetto idrologico

L'area oggetto di intervento, secondo la classificazione dei bacini sardi riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico, è inclusa nel Sub – Bacino n° 7 Flumendosa – Campidano – Cixerri. Le acque del settore non si immettono però in alcuno dei bacini idrografici delle aste principali ma, all'interno dell'area, sono presenti diversi bacini montani che drenano le acque direttamente verso il tratto costiero antistante. All'interno del territorio di Capoterra possono essere individuati i seguenti bacini idrografici secondari:

- Bacino idrografico dello Stagno di Cagliari;
- Bacino idrografico del Rio Santa Lucia;
- Bacino Idrografico del Rio San Girolamo;
- Bacino Idrografico del Rio Masoni Ollastu;
- Bacino Idrografico del Monte Nieddu.

Il bacino idrografico del Rio San Girolamo comprende attualmente anche quello del Rio Masoni Ollastu e presenta sviluppo areale con sezione di chiusura alla foce pari a 25.6 Km<sup>2</sup>.

L'intera area conta numerosi terrazzi alluvionali che delimitano l'alveo di piena del Rio San Girolamo, caratterizzati sia da un'infrastrutturazione diffusa sia da aree agricole. Il tratto montano presenta un'acclività medio-elevata ed è soggetto a forti erosioni. Gran parte delle aree detritiche sono localizzate in seno agli affluenti secondari che provengono dalle zone sommitali.

Il pericolo di erosione dei suoli può essere considerato elevato. I principali affluenti del Rio San Girolamo sono il *S'Arriu de Sa Figu* ed il *Canale S. Antoni* in sinistra idrografica; in destra idrografica il *riu de Sa Scabitzada*, il canale Santa Barbara, il *riu Is Tintionis* e il *riu de Malamorti*. Il pattern è di tipo dendritico per effetto della presenza di vaste aree impermeabili; l'asta principale è rivolta dapprima N-S e, per effetto delle lineazioni tettoniche, tende successivamente a disporsi E-W e NNW-SSE sino alla foce.

Importanti modificazioni dell'assetto idrografico nel bacino sono avvenute sia a seguito della realizzazione degli sbarramenti nel settore di Poggio dei Pini (costruito intorno al 1960), sia per la costruzione di numerosi invasi di accumulo ad uso agricolo, spesso alimentati con canali di derivazione dal corpo idrico principale oppure costruiti in prossimità di tratti di alveo abbandonati, in cui hanno direttamente intercettato la falda freatica sottostante.

A seguito delle urbanizzazioni, anche gli affluenti secondari sono stati spesso interessati da opere varie di bonifica e deviazione.

Per i dettagli si rimanda alla specifica relazione idrologica e idraulica e allo studio di compatibilità idraulica.

## 6. ASPETTI GEOLOGICI E GEOTECNICI

### 6.1. Inquadramento geomorfologico, geologico, idrogeologico e pedologico

#### 6.1.1. Geomorfologia e geologia

Da un punto di vista morfologico, l'area in esame si presenta con una altitudine compresa tra circa 72 e 50 m s.l.m., una pendenza compresa tra 0 - 8 % e possiede le tipiche forme di piana originata da cicli alluvionali olocenici e pleistocenici, risalenti quindi al Quaternario e caratterizzanti, per la maggior parte, tutto il Campidano meridionale e il Sulcis orientale. Sono presenti, inoltre, i depositi di versante dell'Olocene costituiti da detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati.

L'area oggetto d'intervento, viene individuata inoltre alla base, a circa 3000 m di distanza, dei rilievi paleozoici di *S'Arcu de is Sennoras* - Punta su *Aingiu Mannu* - *S'Arcu su Linnarbu* - Punta *is Postas* (612 m s.l.m.). I suddetti rilievi fanno parte di un sistema collinare - montuoso caratterizzante l'intera parte occidentale, posta in prossimità dell'abitato del comune di Capoterra (CA) e della frazione di Poggio dei Pini.

Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico di riferimento è quello appartenente al Rio San Girolamo. Il principale affluente di quest'ultimo, presente in prossimità dell'area in studio, è il *Rio Arriu de Masoni Ollastu*.

Sono presenti inoltre diversi affluenti di importanza secondaria a carattere stagionale, sia in sinistra che destra idrografica.

L'assetto morfologico dell'intera zona è caratterizzato da un'unica unità di paesaggio dominante: una piana caratterizzata da estesi terrazzi alluvionali ed incisi, risalenti al Quaternario, compresi nella parte sud del graben del Campidano e interessati da un reticolo idrografico molto sviluppato. Tale reticolo ha trasmesso all'intera area un aspetto particolare, definito, in letteratura geomorfologica, "maturo".

Oltre ai sistemi morfologici naturali e ai conseguenti processi geomorfici agenti, sui quali non ci soffermeremo oltre, si evidenziano in tutto il settore, frequenti modificazioni del paesaggio, indotte dall'azione antropica, quest'ultima in continua evoluzione.

Per quanto concerne l'inquadramento geologico, l'area è costituita da diverse formazioni geologiche in affioramento, riferibili principalmente al Quaternario e al Paleozoico.

Il territorio, infatti, è costituito da:

- depositi sedimentari quaternari pleistocenici ed olocenici;
- depositi magmatici leucomonzograniti biotitici a grana media o medio-fine rosati, da equigranulari e moderatamente inequigranulari, tessitura isotropa - *Facies Punta de Peis de Pruna* (UNITÀ INTRUSIVA DI VILLACIDRO). (Carbonifero sup. – Permiano).

L'area in esame è compresa nella Piana di Capoterra, situata nel settore sud – occidentale della Sardegna, che fa parte della più ampia Piana del Campidano di Cagliari. Corrisponde ad una struttura semi – graben derivata da faglie trascorrenti destre (probabilmente oligo – aquitaniane), riattivate durante il Miocene medio ed il Plio - Quaternario. Al suo interno si sono depositati materiali alluvionali estremamente eterogenei, per effetto del manifestarsi ciclico di ambienti di sedimentazione diversificati.

Il Quaternario, che ricopre la quasi totalità del territorio in esame, è rappresentato da depositi alluvionali olocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti continui e di notevole potenza. Gli apporti alluvionali sono costituiti principalmente da materiale clastico, prevalentemente derivante da rocce paleozoiche. Tali apporti hanno dato origine ad una serie alluvionale terrazzata molto evidente di colore marrone - giallo e a composizione principale ciottoloso - sabbioso - argillosa. Il colore ed il grado di costipamento variano a seconda dell'età: normalmente le alluvioni più antiche risultano maggiormente costipate.

Sono inoltre presenti, depositi sedimentari dell'Olocene rappresentati da coltri eluvio-colluviali, costituiti da depositi grossolani immersi in una matrice sabbioso siltosa, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti e arricchiti in frazione organica.

Il Paleozoico, invece, è rappresentato dal complesso magmatico intrusivo leucomonzogranitico. Questi litotipi presenti nella parte nord – nord ovest rispetto all'abitato di Capoterra e Poggio dei Pini, occupano le parti topograficamente più elevate di quest'area, con depositi che, nelle aree più depresse, sono stati ricoperti da alluvioni più recenti.

Il leucomonzogranito è il litotipo prevalente a ridosso della zona di indagine, come testimoniato dalle falde detritiche costituite per la totalità da un sabbione ghiaioso inglobante ciottoli spigolosi e trovanti anche di dimensioni metriche. Lo spessore di tali accumuli varia da metrico a decametrico ma non è sempre facilmente valutabile a causa della morfologia tormentata unita ad una notevole variabilità latero-verticale del grado di alterazione, tipica del substrato di origine granitica.

### 6.1.2. Idrogeologia

Le considerazioni idrogeologiche del settore in esame sono basate sull'analisi dei fattori che influenzano la dinamica della circolazione idrica sotterranea e superficiale. Esse sono la geologia, la struttura e la giacitura delle varie litologie affioranti, nonché la morfologia, la climatologia e la vegetazione. Anche le opere antropiche possono influenzare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo o facilitarne lo scorrimento superficiale.

Da un punto di vista idrogeologico, possiamo raggruppare le formazioni geologiche di tipo sedimentario precedentemente descritte, in un unico complesso alluvionale plio – pleistocenico di notevole spessore, caratterizzato nella parte superiore da una falda freatica, e nella parte inferiore da una o più falde in pressione sovrapposte (falda multistrato). Nell'insieme, queste falde costituiscono un acquifero di buone potenzialità.

Per quanto riguarda invece, l'unità idrogeologica impostata sulla formazione paleozoica magmatica intrusiva (leucomonzograniti biotitici), si può affermare che la circolazione delle acque al loro interno avviene esclusivamente tramite le fratture presenti e la conducibilità idraulica  $K$ , possiede dei valori medio - alti, tipici delle formazioni granitiche.

L'andamento del deflusso sotterraneo coincide con quello delle aste fluviali superficiali, ad indicare che nelle aree coperte da alluvioni, la falda alimenta il corso d'acqua nella stagione secca. L'area di alimentazione può essere localizzata al contatto fra la piana alluvionale e i rilievi granitici.

### 6.1.3. Pedologia

Gli aspetti pedologici della zona, come sempre accade, sono da ricondursi alla varietà litologica presente, alle dinamiche intervenute e responsabili dell'assetto attuale dell'area, nonché alla morfologia peculiare presente. E' noto infatti che i processi di pedogenizzazione si originano sempre in funzione del tipo litologico. Nel territorio comunale di Capoterra, dunque, essendo presenti principalmente caratteristiche litologiche relative a depositi sedimentari olocenici - pleistocenici e a formazioni di origine granitiche, i suoli potranno essere diversi tra loro (classificazione U.S.D.A. Soil Taxonomy).

In tale studio risulta di notevole importanza l'influenza degli orizzonti pedologici sulla circolazione delle acque sia nello strato non saturo che in quello saturo.

I suoli rappresentanti gli orizzonti pedogenetici riscontrati nell'area interessata dal progetto e derivanti da sedimenti alluvionali del Pleistocene e Olocene, appartengono alla classe dei Thypic - Aquic - Ultic Palexeralfs e subordinatamente alla classe dei Xerofluvent, Ochraqualfs.

I suddetti suoli, con profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, sono associati ad aree da pianeggianti a sub - pianeggianti con un'utilizzo del suolo rappresentato da terreno agricolo. Si presentano con spessori notevoli, permeabilità da media a bassa, tessitura da franco – sabbiosa a franco – sabbioso - argillosa in superficie e da franco – sabbioso - argillosa a argillosa in profondità. Il contenuto in scheletro si presenta a tratti eccessivo. La struttura risulta essere poliedrica angolare e subangolare. Questi suoli, molto diffusi e tipici di aree pianeggianti con substrati quaternari antichi pleistocenici, pur presentando una cospicua frazione limo - argillosa, garantiscono, in caso di allagamento, un sufficiente, seppur molto lento, drenaggio superficiale. Per quanto concerne le limitazioni d'uso si riscontra un moderato pericolo di erosione ed un eccesso di scheletro.

## **6.2. Inquadramento geotecnico delle unità litologiche**

Sulla base del rilevamento geologico realizzato, dell'analisi dei fronti di scavo, dei tagli stradali presenti e dalla consultazione di dati bibliografici tipici delle suddette litologie, si possono individuare, all'interno delle formazioni caratterizzanti l'area di intervento, due termini formati da terreni classificabili come terre incoerenti o pseudocoerenti e rocce sane e fratturate. Siamo in presenza di a) depositi quaternari recenti e coltri di alterazione e b) formazioni magmatiche leucomonzogranitiche fratturate/sane.

Considerando l'incidenza che eserciteranno le opere in progetto, si rende necessario in fase di progetto definitivo-esecutivo, realizzare un piano di programma prove geotecniche, di laboratorio e da eseguirsi in situ, per la determinazione dello stato fisico, della consistenza dei terreni di sedime e dei parametri geotecnici generali.

Gli interventi in progetto prevedono la sistemazione idraulica del Rio San Girolamo - Masone Ollastu e la ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nella località di Poggio dei Pini, all'interno del comun di Capoterra (CA).

Viene resa una caratterizzazione geotecnica delle due suddette litologie riscontrate in campo e caratterizzanti l'area di intervento subito a monte del lago Poggio dei Pini.

### **6.2.1. Depositi quaternari recenti dell'Olocene - Pleistocene**

In tale classe vengono raggruppati tutti i depositi alluvionali e detritici, eluviali - colluviali di pendio (eterometrici), in genere ricchi in frazione sabbiosa, derivanti dall'alterazione delle formazioni magmatiche appartenenti al basamento paleozoico ercinico. Tale litologia, caratterizzante l'intera area oggetto d'intervento, si presenta con spessori variabili.

Tali depositi alluvionali e coltri eluviali - colluviali marcatamente sabbiose - ghiaiose possono talvolta, in presenza di materiale argilloso, avere comportamento plastico. Questi depositi, anche se arricchiti di frazione grossolana, mostrano spesso, ad una scala più piccola, un comportamento plastico.

Se contengono un'elevata frazione limo-argillosa, sono poco permeabili e caratterizzati da drenaggio da lento a molto lento o impedito. I terreni che ricadono in questa classe mostrano, in genere parametri geotecnici mediocri. Le caratteristiche geotecniche sono buone nel caso dei versanti drenati. La potenza di tali depositi di pendio può raggiungere, nel caso di parti a valle, i due - tre metri di spessore, mentre, per le parti a monte, siamo in presenza di spessori minimi, circa 0,50 – 1,00 m.

Per quanto concerne i depositi alluvionali, questi si presentano con spessori nettamente maggiori, che variano dai 5 a 15 m di profondità.

I parametri geotecnici individuati per tali litologie sabbiose e sabbiose - limose, presentano dei valori dell'angolo di attrito interno  $\phi$  compresi tra  $30^\circ$  e  $35^\circ$ , mentre, per quanto concerne la coesione  $C$  (KPa), risulta compresa tra 15 e 20 KPa. In presenza di sabbia asciutta o completamente satura, la coesione raggiunge valori prossimi allo 0. In base ai suddetti parametri geotecnici si può attribuire un  $Q_{amm}$  del terreno pari a 2 kg/cm<sup>2</sup>.

### **6.2.2. Formazioni magmatiche leucomonzogranitiche biotitiche del Carbonifero sup. - Permiano**

Siamo in presenza di materiale sano o fratturato di origine magmatica intrusiva, appartenente alla famiglia dei leucomonzograniti biotitici.

Gli affioramenti, presenti nell'area oggetto d'intervento, risultano essere sporadici e limitati superficialmente. Viene invece data per certa la loro presenza al di sotto della copertura alluvionale e detritica di alterazione.

Presentano caratteristiche geotecniche da buone a localmente mediocri in relazione alla presenza di roccia affiorante sana o alla ridotta alterazione superficiale con presenza di fratture.

Gli affioramenti di grossi trovanti di origine magmatica sono generalmente classificabili come rippabili.

Per quanto concerne l'area nella quale verranno realizzati gli scavi superficiali - profondi previsti per le opere in progetto, ci si troverà in presenza della suddetta formazione magmatica, solo una volta superato il notevole spessore della coltre di alterazione superficiale - depositi alluvionali.

Quindi, gli scavi in progetto, andranno indubbiamente ad interessare la suddetta litologia appartenente alla famiglia dei graniti (leucomonzograniti biotitici).

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

Viene resa una caratterizzazione geotecnica, attribuendo quindi, in base a dati bibliografici, un valore di carico ammissibile (denominata anche pressione di esercizio):  $Q_{amm} = 6 \text{ kg/cm}^2$

## 7. ASPETTI AGRONOMICI

### 7.1. Premessa

Con la presente relazione si descrivono gli aspetti di natura agronomico – forestale inerenti gli interventi di sistemazione idraulica del “Rio San Girolamo – Masone Ollastru” e la ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini ed altre frazioni – nuovo attraversamento presso il lago “Poggio dei Pini” - Comune di Capoterra, previsti dal concorso di progettazione.

Nell'intervento per esecuzione delle opere succitate, i termini sistemazione e ricostruzione contribuiscono a realizzare un processo complesso, ma suggestivo per le molteplici implicazioni a cui sottende, si raccorda felicemente con alcune recenti iniziative sugli ambiti sensibili, già realizzate dopo l'evento calamitoso del 22 Ottobre 2008.

L'area di riferimento progettuale è strettamente legata ad un territorio ben delimitato, un tratto del compendio amministrativo del comune di Capoterra, nello specifico della frazione di “Poggio dei Pini”, che oggi, si presenta fortemente sfibrato dai processi d'uso, resistenti all'integrazione ed alla partecipazione ad un sistema economico organico.

La difesa del suolo rappresenta un elemento fondamentale in tutti i paesi del mondo per la salvaguardia degli insediamenti umani, per la difesa del territorio agro-silvo-pastorale e per la conservazione dell'ambiente. Essa rappresenta un elemento tanto più cruciale quanto più stretta è la relazione tra i processi di degradazione fisica del suolo e le attività umane. In buona parte del territorio Italiano ad eccezione di pochi casi localizzati soprattutto nelle regioni nord-orientali, la situazione della difesa dal dissesto idrogeologico sembra, di fatto, tornata ad essere quella di oltre un secolo fa quando un gruppo di ingegneri del Genio Civile (Tormani et al., 1894) scriveva:

— Fin dal tempo antico si sono eseguiti lavori di difesa lungo i torrenti, ma il carattere di essi era quello di pure difese locali nei punti più minacciati senza mai costituire un complesso organico di opere, che risalendo alle radici del canale, ottenesse l'estinzione completa del torrente, cioè quello stato del suo regime, in cui le acque scorrendo tranquille e chiare come in un ruscello, non arrecano più alcun danno alle sponde.

Le motivazioni di una tale situazione sono ovviamente numerose e di origine non recente. Frequentemente si punta il dito contro la sostanziale mancanza di finanziamenti destinati alla manutenzione ordinaria dei territori e dei corsi d'acqua, oppure l'intermittenza nell'erogazione dei fondi, che è perlopiù legata al verificarsi di eventi catastrofici.

La presente proposta progettuale prevede la ristrutturazione dell'asse viario esistente mediante la realizzazione di un nuovo ponte ed una rotatoria appositamente dimensionata, in grado di svolgere le funzioni di snodo e di raccordo che il territorio richiede; nello stesso tempo saranno realizzate tutta una serie di strutture atte alla sistemazione idraulica degli alvei interessati. Il progetto nel complesso risulta essere ben armonizzato con il territorio circostante capace di garantire con un'unica struttura, sia il collegamento viario e sia il godimento del paesaggio, grazie anche agli appositi spazi appositamente pensati (aree pedonali alberate con panchine, ecc.). L'idea progettuale nasce da un disegno unitario capace di connettere le diverse funzioni e di costruire un'immagine omogenea assicurando contemporaneamente la viabilità, la sistemazione delle aste fluviali ed il godimento del paesaggio.

La proposta inoltre al fine di conservare e potenziare l'intera area riqualificata, ritiene sia utile che venga considerata “area parco” ed intitolarla “Parco 22 Ottobre”, in un'ottica di valorizzazione e ricordo del tragico evento che ha segnato il territorio ed i suoi abitanti. Un luogo inoltre che simboleggia l'apertura fisica della città che cambia, un luogo, che presenta tanti legami ai simboli stabili nel tempo della comunità. Tutte queste considerazioni ci hanno spinto a pensare che si tratti davvero di un'intitolazione opportuna.

#### 7.1.1. La copertura del suolo

In sistema geografico e cartografico Regionale negli anni ha prodotto un'ampia serie di carte, soprattutto con l'affermarsi della tecnologia digitale, queste permettono agli specialisti di eseguire dettagliate considerazioni sugli elementi

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

del territorio, come nel caso dell'analisi dell'uso del suolo. Con l'ausilio della carta dell'uso del suolo, è stata effettuata un'analisi sulle variazioni di uso del suolo avvenute tra il 1968 e il 2006 all'interno del bacino del Rio San Gerolamo.

Uno studio di questo tipo permette di valutare come le modificazioni all'uso del suolo possano incidere sugli aspetti idrografici. L'analisi è stata condotta confrontando le ortofoto degli anni precedenti ('54, '77, '00, '03 e '06) con l'attuale carta dell'uso del suolo (2008), mediante software GIS.

Dalle osservazioni emerge che negli anni '70 il settore montano del bacino del Rio San Gerolamo appariva prevalentemente coperto da boschi di latifoglie, da macchia e da aree che probabilmente venivano utilizzate per pascolo naturale. Il settore di valle era quasi interamente interessato da seminativi e oliveti e ancora non si riscontrava presenza di insediamenti urbani.

Nel 2003 e soprattutto nel 2006 appare evidente che le tipologie di uso e copertura del suolo sono cambiate. Nel settore montano del bacino aumentano consistentemente gli insediamenti residenziali e la degradazione del bosco e della macchia mediterranea; a valle aumentano e si infittiscono gli insediamenti residenziali e turistici, specialmente lungo la costa.

I cambiamenti dell'uso del suolo nell'intervallo considerato sono stati principalmente di due ordini:

- limitata degradazione della vegetazione a monte;
- urbanizzazione generale di zone prima occupate da attività agricole.

I fenomeni di urbanizzazione a monte degli ultimi 40 anni hanno provocato una frammentazione del territorio che provoca diminuzione della densità di vegetazione. Si rileva inoltre un aumento dei periodi di siccità, cui si associano eventi meteorici concentrati di notevole intensità.

Queste condizioni, se accompagnate da sovrapascolamento e/o incendi, favoriscono i fenomeni di erosione del suolo e il conseguente degrado della copertura vegetale. Ciò porta a un peggioramento delle condizioni ecologiche necessarie alle specie presenti per rigenerarsi e sopravvivere.

## **7.2. Analisi degli aspetti ambientali**

### **7.2.1. Il clima**

Gli elementi del clima che maggiormente influenzano la vita delle piante e interagiscono sia con gli altri fattori ambientali, certamente sono la temperatura e le precipitazioni, così la flora in senso lato è strettamente correlata alle caratteristiche climatiche, che ne condizionano la vita e la distribuzione di questi organismi.

### **7.2.2. La temperatura**

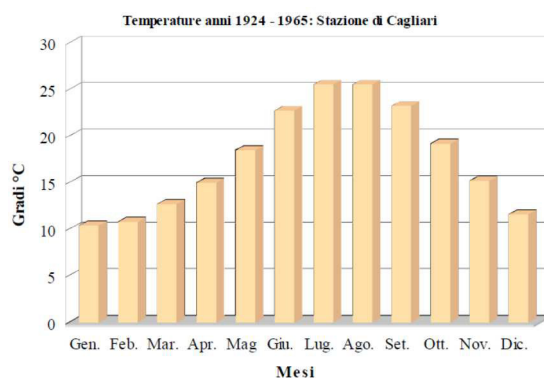
L'andamento annuo della temperatura non presenta caratteristiche particolari rispetto alle altre zone della Sardegna Meridionale. Non essendoci una stazione termometrica nel comune di Capoterra, sono stati riportati i valori medi riferiti al quarantennio 1924 - 1965 della stazione termometrica di Cagliari e i valori medi riferiti al periodo 1951 - 1965 della stazione termometrica di Uta; le stazioni prescelte sono le più vicine al territorio comunale di Capoterra e sono localizzate in aree che presentano discrete similitudini con il territorio oggetto di studio.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

STAZIONE	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Cagliari	10,4	10,8	12,7	15,0	18,5	22,7	25,5	25,5	23,2	19,2	15,2	11,6



STAZIONE	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Uta	9,3	9,6	11,8	13,8	17,8	22,4	25,0	25,3	22,6	18,2	14,0	11,1

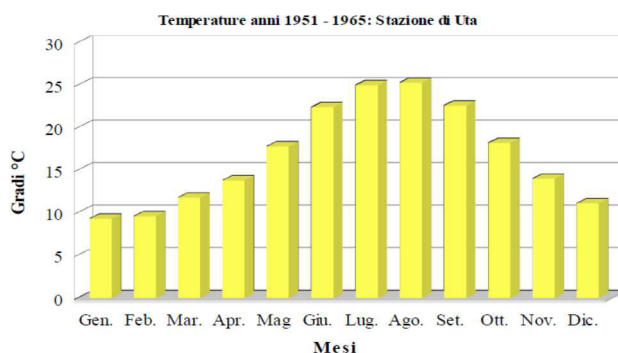


Figura 5 a, b: Analisi termometrica riferita alle due stazioni prescelte;

Come si può osservare dalla tabella e dal grafico, il mare esercita una forte azione moderatrice della temperatura, tanto che la media più bassa spetta ai mesi di gennaio e febbraio ed è compresa tra i 9°C e gli 11°C e la temperatura media nel corso dell'anno è di 17,5°C (16,7°C a Uta), con un'escursione tra il mese più caldo e il mese più freddo di soli 15,1°C (16°C a Uta). I valori rilevati nella stazione termometrica di Uta saranno utilizzati successivamente per l'elaborazione del termoudogramma elaborato secondo la metodologia di Walter e Lieth.

### 7.2.3. Le precipitazioni

Le precipitazioni sono un fenomeno molto variabile nel tempo e nello spazio. La piovosità è il parametro che presenta la maggiore variabilità dei valori, con notevoli scarti dalla media nei singoli totali annui, un elevato indice di intensità di pioggia e una irregolare distribuzione stagionale.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

Presso la stazione pluviometrica di Capoterra sono stati rilevati i seguenti valori medi riferiti a 37 anni di osservazione:

STAZIONE	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Anno
Capoterra	69	59	60	44	37	13	3	9	36	69	90	74	563

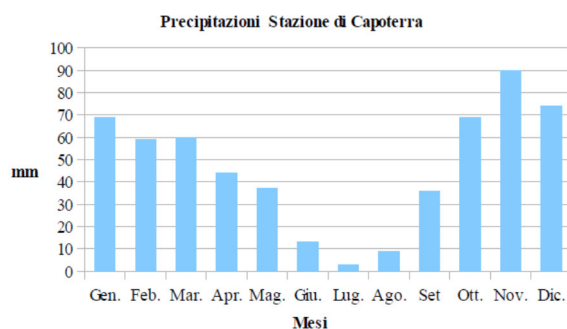


Figura 6: Analisi pluviometrica riferita alla stazione di Capoterra;

Analizzando i dati pluviometrici è possibile osservare che le precipitazioni sono concentrate principalmente fra l'autunno e l'inverno (Ottobre – Gennaio) e il mese più piovoso è Novembre. La stagione estiva coincide invece con il periodo di deficit idrico dal momento che si hanno scarse precipitazioni associate a temperature elevate.

Sulla base dei dati appena citati è stato elaborato il termoudogramma elaborato secondo la metodica di Walter–Lieth. Questa rappresentazione, si basa sul metodo Gaussen, oltre a dare precise informazioni sui valori annui della temperatura e delle precipitazioni, evidenzia graficamente i periodi di aridità. Secondo Gaussen, infatti si ha aridità quando il totale delle precipitazioni espresse in millimetri è inferiore al doppio della temperatura media espressa in gradi centigradi.

Graficamente, quando la curva ombrica si abbassa intersecando la curva termica, si determina un'area che è proporzionale alla durata ed all'intensità del periodo secco.

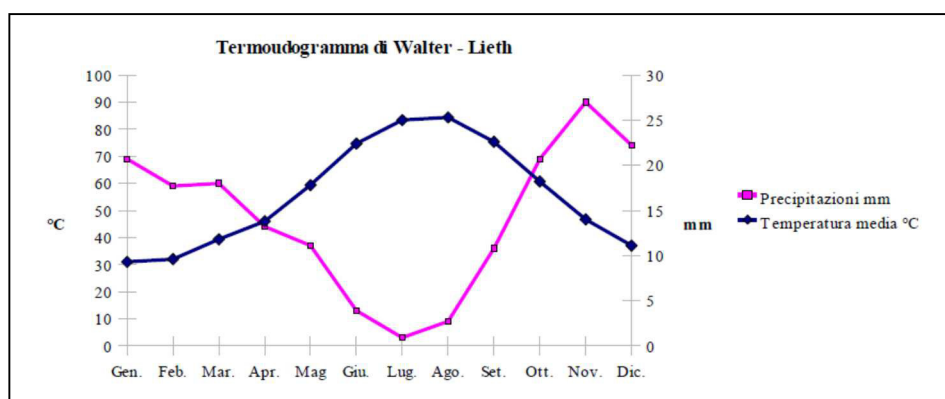


Figura 7, Termoudogramma elaborato secondo la metodica di Walter–Lieth;

Il periodo di aridità nella città di Capoterra ha quindi una durata di circa sei mesi, da aprile a ottobre. Il regime udometrico è perciò tipicamente mediterraneo con piogge massime invernali e minime estive, modello A.I.P.E.

#### **7.2.4. Il vento**

Si tratta di un fattore climatico che in Sardegna riveste una notevole importanza; il vento, soffiando in prevalenza da nord-ovest (maestrale) ed a seguire da sud est (scirocco), accentua l'influenza negativa delle basse temperature d'inverno (maestrale e tramontana), mentre apporta umidità in primavera ed aggrava la siccità nei mesi caldi (scirocco), agendo sulla traspirazione delle piante e sull'evaporazione dal suolo e dagli specchi d'acqua.

I rilievi montuosi di Capoterra influiscono sulla direzione locale dei venti; così le correnti, soprattutto quelle occidentali cambiano spesso direzione.

In genere prevalgono i venti del IV° quadrante (maestrale), sia durante l'inverno sia durante la primavera, con frequenza che varia mediamente dai 150 ai 170 giorni all'anno.

#### **7.2.5. L'umidità**

L'umidità relativa è determinata dal rapporto tra la quantità di vapore e la temperatura alla quale questa si trova. I valori più elevati si hanno in corrispondenza della maggiore quantità di precipitazioni, raggiungendo il 79-80%. Grazie a questo basso indice di umidità e la notevole frequenza del vento, nel territorio di Capoterra si ha una bassa probabilità che si verifichino le nebbie.

#### **7.2.6. Inquadramento fitoclimatico**

Il territorio comunale di Capoterra ricade secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, che si basa su tre valori medi di temperatura (media annua, media del mese più freddo, media dei minimi annuali) e sull'andamento pluviometrico, il territorio di Capoterra è ascrivibile alla sottozona calda del Lauretum.

Il Thornthwaite, tenendo conto di fattori termici e di umidità e delle loro variazioni durante l'anno, classifica invece lo stesso territorio nell'ambito del carattere climatico mesotermico semiarido con ampio deficit idrico estivo, piccolo surplus idrico invernale, per la parte a valle e mesotermico secco - subumido con moderato surplus idrico invernale, per la parte collinare e montana.

Secondo Arrigoni, la stessa area ricade nel climax termoxerofilo delle foreste miste di sclerofille e delle macchie costiere; se si percorre un itinerario che dalla valle arriva alle cime più alte del comune, è possibile individuare entrambi gli orizzonti che caratterizzano questo climax e nello specifico, l'orizzonte delle boscaglie e delle macchie termoxerofile litoranee e l'orizzonte delle foreste miste di sclerofille sempreverdi termoxerofile.

L'orizzonte caratterizzante il territorio di Capoterra è del resto facilmente identificabile attraverso la presenza di specie termofile, come puntualmente analizzato nel capitolo dedicato allo studio della vegetazione.

#### **7.2.7. Studio della flora nella macroarea**

La componente vegetale del paesaggio che insiste intorno all'area di progetto è posto tra aree lagunari ed entroterra, è correlata alla presenza di ecosistemi complessi legati indubbiamente all'impatto antropico sul territorio. La fisionomia del paesaggio vegetale, può essere ascritta come classica degli ambienti o habitat forestali, caratterizzati prevalentemente dalle foreste mediterranee di leccio, dalle foreste di quercia da sughero, di olivastro e carrubo, dai matorral arborescenti di ginepri, dagli arbusteti termo-mediterranei e pre-steppici, dalle foreste di agrifoglio nelle zone più alte e dalle foreste a galleria di salici e pioppi in prossimità dei corsi d'acqua. In questi ambienti che si sviluppano sotto la pressione antropica, le piante vivono e danno vita a cenosi peculiari.

L'analisi vegetazionale ha interessato il territorio ricadente nell'area di progetto ed il paesaggio circostante, descrivendo dapprima la vegetazione potenziale ed a seguire quella reale, la natura e la tipologia delle stesse e gli eventuali rapporti fitosociologici presenti. Lo studio è stato centrato ad esaminare la vegetazione presente, benché sia palese che le comunità biotiche presenti derivano da una rinaturalizzazione spontanea del territorio in seguito a perturbazioni importanti dello status ecologico, da qui si rileva la buona resilienza che caratterizza le specie spontanee.

Per l'analisi documentale della vegetazione potenziale è stato consultato il P.F.A.R. (Piano Forestale Ambientale Regionale, RAS 2006).

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE NELLE LOCALITÀ POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

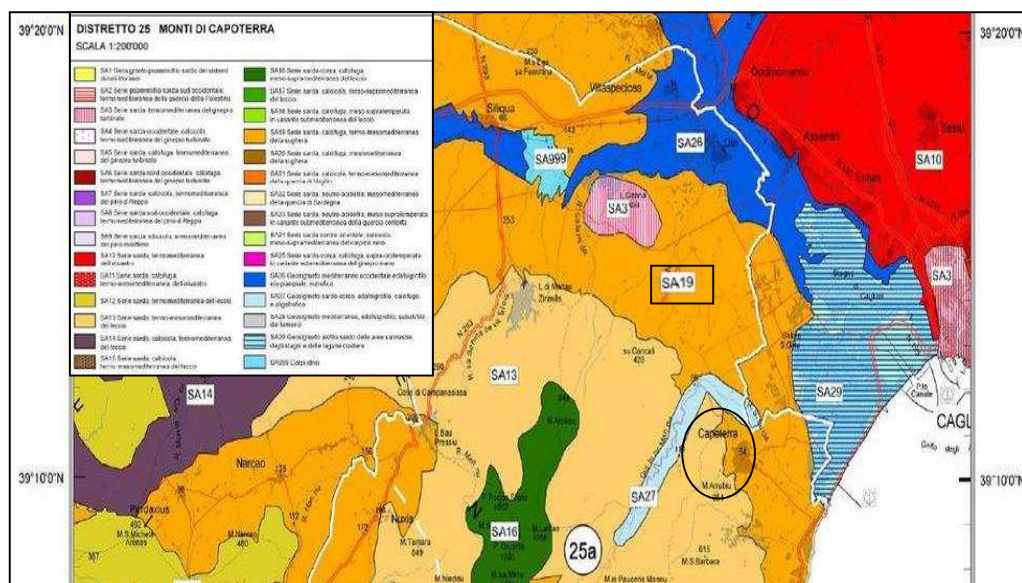


Figura 8: Rappresentazione della carta delle serie di vegetazione (estratta da P.F.A.R., 2006);

Il clima della Sardegna, a questa latitudine, è caratterizzato da inverni miti e umidi ed estati calde e asciutte. Le nevicate sono un evento poco frequente e limitato ai rilievi più alti, con pochissimi eventi l'anno. Sugli stessi rilievi la piovosità annua è elevata, anche se concentrata nei mesi invernali. Ne consegue che l'unico limite opposto alla vegetazione è rappresentato dalla siccità estiva e dalle condizioni pedologiche.

Nell'intero territorio montano e collinare del Sulcis le condizioni pedologiche e climatiche sono favorevoli allo sviluppo di una vegetazione termofila, mentre negli ambienti più aridi, termoxerofila. Le specie botaniche che compongono la vegetazione di questa macroarea sono pertanto quelle tipiche della sottozona calda del Lauretum anche sui rilievi più alti, con la presenza di alcune specie insolite in condizioni microambientali particolari intorno ai 1000 metri di altitudine.

Le associazioni botaniche tipiche sono rappresentate dall'Oleo-ceratonion siliquae nei siti più aridi e soleggiati, dalla macchia mediterranea a erica e corbezzolo e dalla macchia - foresta in evoluzione verso la foresta mediterranea sempreverde. Lungo i corsi d'acqua s'insedia invece la vegetazione riparia, in cui spiccano l'oleandro, i salici e nelle zone di maggior quota l'ontano nero.

Fra le specie arboree più rappresentative alle quote più basse si citano il carrubo, il ginepro rosso ed il fenicio, ecc.; A quote più alte diventano invece comuni il leccio, la fillirea, la sughera e il corbezzolo a portamento arboreo.

Fra le specie arbustive sono abbondantemente rappresentate quasi tutte le essenze tipiche della macchia e della macchia termoxerofila: i ginepri, l'erica, il corbezzolo, la fillirea, i cisti, le ginestre, il lentisco, il mirto. Nelle stazioni più termofile ed quote medio - basse è molto presente l'olivastro e in quelle più fresche il biancospino. Poco frequente è invece l'euforbia arborea.

Fra le specie fruticose, erbacee e lianose sono abbondantemente rappresentate le graminacee, le bulbose (scilla spp., allium ssp., ecc.), il rosmarino, la betonica fetida, la lavanda selvatica, il ciclamino, il caprifoglio, lo smilax aspera L., il tamaro, la felce aquilina, le orchidee, l'asparago, il rovo, le clematidi, ecc..

La vegetazione riparia è rappresentata in particolare dai numerosissimi oleandri, dai salici e più raramente dagli ontani, associati ad elementi tipici della macchia termofila (mirto, lentisco, carrubo, cisto, ecc.).

### 7.2.8. Analisi floristica secondo le serie di vegetazione

Lo studio della vegetazione potenziale è stato sviluppato secondo quanto già definito dal Piano Forestale Ambientale Regionale (RAS, 2006), per il quale l'area di progetto rientra nel distretto biogeografico n. 25 – Monti di Capoterra.

Il distretto, estendendosi per buona parte del sottosettore biogeografico Sulcitano (settore Sulcitano-Iglesiente), è caratterizzato da una prevalenza di cenosi forestali a sclerofille, dove le specie arboree principali sono rappresentate dal leccio e dalla sughera.

Sulla base delle ampie corrispondenze esistenti tra i substrati geolitologici, le caratteristiche floristiche e le serie di vegetazione, è possibile delineare all'interno del Distretto Forestale n. 25 due sub-distretti.

Il 25a – Sub-distretto orientale, è contraddistinto dalla dominanza di litologie di tipo siliceo, includenti principalmente graniti, metamorfiti, basalti, andesiti, rioliti e relativi depositi colluviali e alluvionali, mentre il 25b - Sub-distretto occidentale, è costituito da substrati di tipo metacalcareo dei principali rilievi (Punta Sebera, Punta sa Cresia e Monte Padenteddu), specialmente nelle aree cacuminali, è presente la serie sarda calcicola meso-supramediterranea del leccio (rif. serie n. 17), con l'associazione *Aceri monspessulani-Quercetum ilicis* quale testa della serie.

L'area di progetto ricade all'interno del sub-distretto 25a, come si denota dalla figura 16, pertanto saranno citate solamente le serie di vegetazione direttamente coinvolte (SA13 e SA19).

Nell'area è ampiamente presente la serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (rif. serie n. 13) con l'associazione *Prasio majoris-Quercetum ilicis* che si sviluppa in condizioni bioclimatiche di tipo termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore. Si tratta di boschi climatofili a *Quercus ilex*, con *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. phoenicea* subsp. *turbinata* e *Olea europaea* var. *sylvestris* e può essere distinta in due differenti sub-associazioni.

La sub-associazione *phillyreetosum angustifoliae* silicicola e pertanto più comune a livello di distretto, si sviluppa soprattutto su graniti e metamorfiti, ma anche su altre litologie, ad altitudini tra 20 e 160 m s.l.m., in corrispondenza dei piani bioclimatici termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore, con ombrotipi variabili dal secco superiore al subumido inferiore. Nello strato arbustivo sono presenti *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo*. Sono abbondanti le lianose come *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Tamus communis*.

La sub-associazione tipica *quercetosum ilicis*, è ben rappresentata nel sub-distretto ad altitudini comprese tra 160 e 740 m s.l.m. Si sviluppa anch'essa in corrispondenza dei piani bioclimatici termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore con ombrotipi variabili dal secco superiore al subumido inferiore.

Nel sub-distretto sono molto estese le cenosi di sostituzione, rappresentate dalla macchia alta dell'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis*. Su substrati acidi le comunità arbustive sono riferibili all'associazione *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae*, mentre su substrati più alcalini all'associazione *Clematido cirrhosae-Pistacietum lentisci*. Per ulteriore degradazione si hanno le garighe a *Cistus monspeliensis* (*Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis*), tipiche delle aree ripetutamente percorse da incendio, fino ai prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e le comunità terofitiche della classe *Tuberarietea guttatae*.

Relativamente alle sugherete, queste sono presenti nel sub-distretto con la serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (rif. serie n. 19: *Galio scabri-Quercetum suberis*), con esempi di notevole interesse nelle foreste demaniali di Gutturu Mannu e Pantaleo, ad altitudini comprese tra 200 e 550 m s.l.m..

Sui substrati granitici è riconoscibile la sub-associazione tipica *quercetosum suberis*, mentre sulle metamorfiti si ha la sub-associazione *ramnetosum alaterni*. Entrambe edificano mesoboschi sempre in ambito bioclimatico mediterraneo pluvistagionale oceanico, con condizioni termo ed ombrotipiche variabili dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al meso-mediterraneo inferiore subumido superiore, con presenza di specie arboree ed arbustive quali *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

Lo strato erbaceo è prevalentemente caratterizzato da *Galium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*. Le fasi evolutive della serie, generalmente per degradazione della stessa, sono rappresentate da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erico arboreae*-*Arbutetum unedonis* e per il ripetuto passaggio del fuoco, da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salviifolius*, a cui seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e prati terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*, derivanti dall'ulteriore degradazione delle formazioni erbacee ed erosione dei substrati.

Per meglio chiarire quanto esposto a riguardo delle serie di vegetazione, si rimanda alla consultazione parallela dell'allegato D10 – Carta esplicativa delle serie di vegetazione.

### 7.3. Stato attuale dell'area di progetto

L'analisi che segue è frutto di un attento sopralluogo mirato ad analizzare lo stato di fatto della componente verde ed ogni criticità ad essa collegata. Per meglio poter contestualizzare lo stato di fatto si rimanda alla consultazione dell'allegato fotografico.

L'esame della vegetazione attuale nell'area oggetto della presente proposta progettuale, ha interessato ogni aspetto delle cenosi presenti, l'esplorazione è stata facilitata vista l'orografia della zona. Le associazioni vegetali rilevate ben si inseriscono nell'analisi della vegetazione potenziale fatta nell'apposito capitolo, si denota per alcuni aspetti una maggior frequenza dell'*Olea europaea* var. *sylvestris*, presumibilmente grazie alla capacità di insediarsi e riaffermarsi rapidamente anche dopo forti perturbazioni a carico dell'ecosistema.

Dall'osservazione del paesaggio e dalla lettura dei segni in esso incisi, si palesa che la stazione è stata fortemente perturbata, infatti, in prossimità dell'alveo del rio San Girolamo, si rilevano tutta una serie di specie erbaceo-arbustive riconducibili ad una recente ricolonizzazione vegetale (*Inula viscosa* (L.) Aiton, *Cistus* ssp., *Arundo donax* L.); inoltre, sia nelle sponde e sia nelle aree intorno ad esse si rileva di frequente la presenza di specie aliene come *Eucalipto* ssp. e *Acacia saligna* ssp., in diversi stadi di sviluppo, occupando ed intralciando il regolare deflusso delle acque quando si trovano all'interno delle geometrie dell'alveo. Le aree ad esso più prospicienti presentano una lenta ricolonizzazione, soprattutto laddove i movimenti di terra hanno esposto orizzonti poco fertili di sabbie incoerenti.

L'alveo del San Girolamo, in riferimento al tratto di asta esplorato, presenta un alto tasso di ciottoli delle dimensioni più varie, frutto del trasporto solido molto elevato caratteristico per questa tipologia di corsi d'acqua. L'alveo attuale risulta risagomato meccanicamente in tempi recenti, manca l'effetto ascrivibile alla corruzione dell'acqua, visti i volumi attuali piuttosto bassi o nulli.

Il rio San Girolamo nell'area d'interesse risulta attraversato da un ponte stradale, certamente sottodimensionato al traffico veicolare della zona. Questa struttura durante l'evento calamitoso del 22 ottobre 2008, ha favorito certamente l'esondazione delle acque. Allo stato attuale si ravvisa la presenza di sottoservizi che attraversano la strada "appesi" al ponte stesso (figura 9 a, b), questi non possono che accentuare la formazione di barriere naturali costituite dal materiale trasportato dallo stesso, facilitandone così l'esondazione. Si rileva l'assenza di strutture di sistemazione idraulica per la difesa spondale, soprattutto vista la vicinanza di alcuni edifici residenziali e sportivi.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

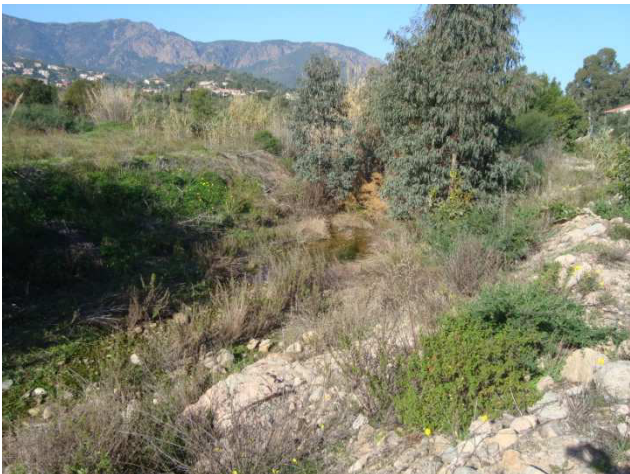
SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna



**Figura 9 a, b: Riprese dello stato attuale: a) ponte sul rio San Girolamo; b) ponte sul rio Santa Barbara**

Condizioni simili a quanto già argomentato sono state rilevate a breve distanza dal San Girolamo, dove passa il rio Santa Barbara. Sempre per quanto concerne il tratto di asta esplorato, si possono rilevare numerose specie riparie (salici, pioppi) oltre alle già citate specie aliene. Quest'alveo si presenta privo di segni dello scorrere dell'acqua, di fatto abbonda la presenza di sabbia; è innegabile che il rio Santa Barbara possieda un regime idraulico totalmente diverso dal San Girolamo. Per l'effetto della scarsa corrivazione, la vegetazione erbacea, arbustiva e più raramente arborea sta colonizzando l'alveo. Come per il San Girolamo mancano strutture di sistemazione idraulica per la difesa sponale, fatto salvo per un breve tratto delle sponde del San Girolamo, prossime al ponte sulla strada 26, dove si rileva una massicciata sagomata con mezzo meccanico ma con materiale lapideo di ridotte dimensioni (figura 10 a, b).



**Figura 10 a, b: Riprese dello stato attuale: alveo del rio San Girolamo;**

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna



**Figura 11a, b: Riprese dello stato attuale: alveo del rio Santa Barbara;**

Di tutt'altra natura è la vegetazione che ricopre la scarpata posta oltre la strada 51 sul lato destro idraulico, sottostante alla strada 39 e ad un nucleo residenziale. Il versante è completamente ricoperto di vegetazione termomediterranea caratterizzata da *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo* per la componente arbustiva, mentre in quella arborea rispecchia l'associazione già descritta della sughera.

In prossimità della strada 39, lungo il crinale, si rileva un discreto numero di esemplari appartenenti al genere *Pinus* ssp.; piante della medesima specie si rinvenivano in modo sparso o in piccoli gruppi su tutto il territorio osservato, tali formazioni possono essere ricondotte a elementi maturi di vecchi impianti, infatti la zona non rientra tra quelle stazioni ove alcune specie del genere *Pinus* sono spontanee.

### **7.4. Approfondimenti di tipo agronomico degli interventi in progetto**

L'intervento proposto è frutto delle molteplici analisi multidisciplinari effettuate, partendo da quanto proposto dalla progettazione a corredo del bando di concorso, di cui si recepiscono le linee guida e su cui si poggiano le proposte di carattere migliorativo. Il presente elaborato sarà dedicato all'analisi esclusiva degli interventi in progetto a carico della componente verde e delle strutture ad essa affini, come le sistemazioni spondali, consolidamento e sistemazione delle scarpate, riqualificazione delle strutture viarie con elementi di verde urbano della futura area "parco 22 ottobre".

Nei territori particolarmente soggetti, per svariate cause, a dissesto idrogeologico appare evidente la necessità di predisporre gli strumenti necessari alla difesa del suolo e delle aree urbanizzate, specialmente nelle zone montane e collinari dove l'azione erosiva risulta essere più intensa e distruttiva. Le opere di sistemazione idraulico-forestale si prefiggono lo scopo di ridurre il degrado della montagna provocato dall'erosione e tutti i fenomeni ad essa connessi, più precisamente si possono individuare due obiettivi principali inerenti le sistemazioni idraulico-forestali: salvaguardia dei bacini; miglioramento delle condizioni idrauliche dei tratti in pianura.

E' stato chiarito in precedenza che le opere di sistemazione interessano due parti distinte del bacino: le pendici dove cadono le acque di pioggia e l'asta del torrente dove queste si raccolgono. Sulla base di tale distinzione è possibile classificare, peraltro in maniera molto schematica, le opere nelle due seguenti categorie: opere estensive e opere intensive.

Le prime, che riguardano il bacino di raccolta, sono rivolte per lo più a consolidare i terreni instabili e a ridurre l'erosione del suolo. Le opere intensive sono di natura prevalentemente idraulica e constano di manufatti progettati e dimensionati con i criteri ed i metodi dell'ingegneria civile a cui si possono affiancare le tecniche della naturalistica; la loro finalità principale è quella di sistemare gli alvei dei corsi d'acqua correggendo le pendenze e proteggendo le sponde.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

### **Analisi delle scelte progettuali**

- Opere di ingegneria naturalistica o sistemazione idraulico-forestale.
- Opere di verde urbano: messa a dimora dei nuovi esemplari e rinaturalizzazione delle vegetazione esistente.

La presente proposta progettuale si compone di opere a carattere viario (ponte stradale, rotatoria e tratti di collegamento) e di interventi volti alla sistemazione idraulico-forestale, infatti, alla luce degli eventi dell'ottobre 2008 e valutati i danni arrecati, è impensabile non mettere in sicurezza l'asta del rio San Girolamo soprattutto nel tratto in cui saranno costruite le nuove strutture viarie.

Le soluzioni adottate, come si evince dalla consultazione degli elaborati grafici di progetto, prevedono la realizzazione di elementi di difesa sia lungo le sponde del San Girolamo e sia del Santa Barbara, in prossimità del nuovo ponte stradale. Non è certamente superfluo ribadire che la proposta progettuale non ha dimensionato le opere di sistemazione idraulica solo come supporto alla costruzione viaria, ma è andata ben oltre, infatti, il pensiero è che vengano sistemate le sponde delle due aste fluviali ben oltre rispetto a quanto previsto, se tutto ciò non rientrasse nel presente progetto, si auspica che l'idea sia coltivata affinché si possa creare una soluzione di continuità capace di ridurre la possibilità di esondazione.

La presente proposta progettuale prevede inoltre la sistemazione delle aree a verde del "parco 22 Ottobre"; mediante interventi atti a valorizzare la vegetazione naturale e/o incrementarla laddove carente, affinché si possa avere un'area pubblica di ampia fruizione, in sintonia con il paesaggio naturale circostante. Le opere a verde accompagneranno quelle viarie e di sistemazione idraulico-forestali, creando percorsi ispirati a "ponti" immaginari capaci di unire i luoghi dello sport e della cultura (piscina e biblioteca di poggio dei pini) con il restante tessuto urbano.

### **Descrizione degli interventi: difesa spondale**

Le opere di difesa spondale saranno realizzate mediante gabbioni impilati in modo preciso e calcolato, "riproducendo" così una grossa gradinata. Questa struttura sarà utilizzata laddove si hanno altezze pari a circa tre metri, venutesi a creare in seguito alla realizzazione del ponte stradale; mentre le altezze minori saranno sistemate mediante una struttura appositamente pensata, ispirata alla difesa spondale con massicciata a scogliera. Entrambe le soluzioni sono state dimensionate su un tempo di ritorno pari a 200 anni.

I gabbioni sono opere di difesa spondale costituite dalla giustapposizione di gabbie di rete metallica colmate con materiale lapideo a granulometria variabile. Presentano numerosi interstizi di varia dimensione che facilitano la colonizzazione da parte dei vegetali. Il vasto impiego dei gabbioni in interventi di sistemazione spondale in ambito fluviale è dovuto essenzialmente alla loro enorme capacità di tollerare assorbendo piccoli cedimenti differenziali dovuti a fenomeni erosivi provocati dall'azione idrica della corrente, senza che ne venga compromessa la stabilità e la funzionalità.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

Le massicciate o scogliere saranno realizzate con massi ciclopici di cava di diverse dimensioni; gli interstizi tra essi saranno riempiti in modo differente: quelli posti più in basso con una maggior possibilità di essere a contatto con l'acqua saranno prima liberi e successivamente occlusi con cemento calcestruzzo ad alta durabilità colorato e dilavato, capace di assicurare il massimo risalto al paesaggio. Nelle parti più alte della massicciata gli interstizi aumenteranno grazie ad un'attenta e precisa disposizione dei massi, affinché si creino spazi utili ad ospitare esemplari vegetali, per questo saranno colmati di terra; saranno riempiti di terra anche gli interstizi di media o piccola dimensione, consentono una più facile colonizzazione delle specie naturali. La messa a dimora di esemplari arborei ed arbustivi adulti appartenenti alla flora locale, assicurerà sia la presenza della componente verde di buona qualità e sia contribuirà alla riduzione dell'impatto creato dall'opera rispetto al paesaggio circostante. Le porzioni sommerse, alla base delle scogliere, avendo gli interstizi liberi, costituiscono delle zone di rifugio per l'idrofauna, tanto più efficaci quanto più numerosi ed ampi sono gli interstizi stessi.

Questo intervento coinvolge una fasce più o meno larga ma non di dimensione fissa, valutata puntualmente, come chiaramente rappresentata nei grafici di progetto. Ogni aspetto realizzativo dell'opera di carattere ingegneristico e architettonico è puntualmente descritto nella relazione tecnica.

### **Descrizione degli interventi: consolidamento delle scarpate**

Le opere di sistemazione idraulico-forestale costituiscono una parte sostanziale nella presente proposta progettuale, in seguito ad attente valutazioni, è stato ritenuto necessario che interessino anche le scarpate che si verranno a creare in seguito alla costruzione delle opere viarie.

Questa casistica nello specifico riguarda il tratto declivio posto sotto l'attuale strada 39, infatti, valutati i dislivelli, si verrà a creare un compluvio naturale seppur di ridotte dimensioni. Tale situazione renderà necessaria la realizzazione di un canale scolmatore appositamente studiato e dimensionato, che porterà l'acqua che in esso affluisce all'alveo naturale più vicino. Le scarpate di nuova realizzazione, seppur sapientemente sagomate con angoli di basso impatto, richiederanno un intervento di consolidamento mediante soluzioni tecniche mirate; si prevede l'utilizzo della tecnica dei "Prati Armati", questa metodica in linea con i dettami dell'ingegneria naturalistica consente di bloccare l'erosione e rinaturalizzare litotipi complessi, sterili ed incoerenti, come possono essere quelli di una scarpata stradale. La tecnica dei prati armati non sfugge dall'utilizzo delle specie arbustive locali, capaci di una rapida colonizzazione e stabilizzazione del versante, ma crea i presupposti affinché il substrato sia stabilizzato dapprima con un manto erboso saldo, questo favorirà la creazione delle condizioni ecologiche utili ad ospitare successivamente specie arbustive.

Tale sistemazione costituirà un elemento di maggior difesa contro ogni forma di erosione laminare dovuta allo scorrimento superficiale dell'acqua, inoltre la presenza del canale scolmatore, sarà in grado di eliminare ogni possibile forma di erosione del piede delle scarpate stradali.

Alla luce delle soluzioni esposte si può affermare che la realizzazione delle opere di contenimento dei fenomeni di piena e di controllo dell'erosione come pensate, sono in grado di mitigare i possibili effetti negativi sugli ecosistemi fluviali. Come si evince, le opere in progetto sono il risultato di un utilizzo promiscuo delle tecniche di ingegneria tradizionale ben amalgamate con quelle di ingegneria naturalistica, sarebbe sbagliato prevedere sempre e comunque solo una delle due tecniche.

### **Descrizione degli interventi: opere di verde urbano**

La presente proposta progettuale prevede la sistemazione delle aree a verde del "parco 22 Ottobre";

Il progetto della sistemazione degli spazi pubblici a verde persegue l'obiettivo di valorizzare sotto il profilo ambientale tutti gli spazi di uso pubblico, oltre alle ragioni già esposte, si vuole:

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

- ridurre l'impatto acustico determinato dall'asse viario;
- qualificare l'intera area mediante la realizzazione di percorsi ed aree ludiche attrezzate;
- realizzare un'area verde efficace sotto il profilo ambientale, paesaggistico e di ottima fruibilità;

L'intervento proposto è volto essenzialmente alla riqualificazione e rinaturalizzazione di uno spazio pubblico, ripercuotendosi così sull'intero tessuto urbano della zona, attraverso la realizzazione di opere in grado di incidere positivamente sulla trasformazione paesaggistica di un'area a forte valenza ambientale. Le opere previste sono state pertanto concepite considerando prioritariamente la tutela del paesaggio nonché la compatibilità ecologica delle stesse, perseguendo la funzione naturalistica dell'intervento, introducendo opere ecocompatibili in termini di materiali e perfettamente integrabili dal punto di vista paesaggistico.

L'intervento si compone essenzialmente delle seguenti opere:

- pulizia generale di tutta l'area con l'ausilio di mezzi meccanici per il pareggiamento delle superfici con l'estirpazione degli esemplari arborei ed arbustivi appartenenti alle specie aliene, salvaguardando le piante autoctone da conservare e valorizzare;
- realizzazione di percorsi pedonali sia in terra naturale stabilizzata e sia in pietrame, facilmente e comodamente percorribili per ogni attività ludico e/o sportiva, oltre alle aree di svago arredate con panchine, cestini portarifiuti, ecc.;
- predisposizione dell'impianto di illuminazione secondo un preciso schema, affinché sia amplificata la fruibilità dell'area;
- la vegetazione esistente di specie termo mediterranee sarà rinaturalizzata secondo le migliori tecniche della selvicoltura urbana, laddove la vegetazione esistente è rada sarà realizzato un impianto con sesto naturaliforme.

### 7.5. Conclusioni

Alla luce di quanto esposto rimane da sintetizzare tutto quello che è già stato evidenziato nella presente relazione, fissando gli obiettivi futuri necessari a ottenere il massimo risultato in termini di durabilità delle opere di riqualificazione dell'area, fatto salvo che la perfetta esecuzione delle stesse garantisce un solido punto di partenza:

- Adeguata pianificazione e gestione degli interventi di sistemazione idraulico-forestale che nel futuro dovranno necessariamente interessare altre porzioni del bacino idrografico del Rio San Girolamo, questo consentirà la riduzione dell'erosione con conseguente trasporto solido da monte verso valle, riducendo gli effetti drastici e spesso tragici che si hanno in corrispondenza di forti piogge;
- Predisposizione di un piano di monitoraggio di tipo idrogeologico a durata pluriennale, atto a prevenire eventuali manifestazioni di debolezza del bacino idrografico e dell'alveo, affinché una pronta sistemazione dello stesso possa limitare i possibili danni.
- Il progetto è stato sviluppato seguendo le linee guida dettate dagli elaborati preliminari, conservandone gli indirizzi generali ma apportando alcune varianti, tutte opportunamente giustificate, soprattutto per quanto concerne la sistemazione dell'aspetto viario, la disposizione e la scelta delle opere di sistemazione idraulico-forestale.

In tempi recenti sulla spinta della rivalutazione ambientale sono andate diffondendosi ed affermandosi, accanto ai metodi classici e tradizionali dell'ingegneria, le cosiddette tecniche di ingegneria naturalistica o bioingegneria. Le tecniche

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

dell'ingegneria naturalistica si avvalgono di materiali vegetali viventi spesso in unione con altri materiali quali legname, pietrame, acciaio. L'approccio attuale consta nel riuscire a pervenire all'integrazione ottimale delle tecniche tradizionali e di quelle naturalistiche, capace in buona parte di garantire l'ambiente ed il paesaggio senza mettere a repentaglio la sicurezza dei territori interessati.

E' utile a tal proposito evidenziare la necessità di un profondo grado di integrazione delle diverse tecniche con le caratteristiche fisico-ambientali e geomorfologiche delle aree da sistemare. Ovviamente la scelta delle sistemazioni naturalistiche deve avvenire in completa sintonia con l'ambiente circostante non modificando e non alterando le aree omogenee dal punto di vista biologico.

Le opere di sistemazione idraulico – forestale presenti nella presente proposta progettuale, sono il frutto di un attento lavoro di studio multidisciplinare, infatti fanno parte di un più ampia idea di interventi a carico del paesaggio attuale, piuttosto scarno ed a tratti monotono, su cui gravano ancora le ferite della calamità naturale dell'ottobre 2008.

La presente proposta progettuale è costituita da un insieme di opere che attentamente valutate sono capaci di assolvere al meglio alle rispettive funzioni, in un contesto paesaggistico suggestivo e complesso. L'idea progettuale deriva da una visione globale del paesaggio, dove in esso si inseriscono gli elementi infrastrutturali per un'area bisognosa di queste opere, ma nello stesso tempo sono stati pensati elementi funzionali fruibili dalla collettività, atti a soddisfare le esigenze ricreative e di svago del territorio afferente, creando una nuova area parco.

Queste ultime sono costituite da marciapiedi ampi e ben protetti dal flusso veicolare, arricchiti di numerosi elementi di arredo verde (alberi e arbusti di specie locali) e di strutture per la sosta e lo svago dei fruitori (panchine, ecc.). Le opere così pensate contribuiscono a rendere un paesaggio ricco di elementi apprezzabili, all'osservazione, mitigando al meglio le strutture viarie che nell'ordinarietà rappresentano solamente elementi di impatto negativo seppur svolgano al meglio la loro funzione principe.

Occorre porre in evidenza come il raggiungimento degli obiettivi attesi in termini paesaggistici dalle opere a verde previste dal progetto, potranno essere apprezzati già da subito, infatti, i nuovi esemplari che saranno messi a dimora, avranno già una grandezza adeguata tale da garantire un buon effetto sulla vista delle parti prossime all'alveo; ma a distanza di qualche anno, quando si sarà affermato ogni elemento, il risultato sarà tangibile, tanto dipenderà dall'impronta della gestione che le sarà data nel periodo post intervento, dovrà prevedere precise cure agronomiche di tipo ordinario e straordinario di altissima specializzazione, frequenza adeguata e massima puntualità esecutiva.

In questo lavoro si è cercato di elaborare riflessioni e proposte utili a restituire una visione più organica, dando una lettura integrata del tema del verde che ne esprime la dimensione trasversale e non esclusivamente quella di settore – rispetto alle complesse tematiche ambientali, sociali ed economiche che insieme tessono quell'importante obiettivo politico e culturale che è la sostenibilità locale. Non è un percorso facile, importanti tentativi sono stati fatti in questo senso, occorre capitalizzare le esperienze, metterle in rete, colmare i vuoti conoscitivi e strutturare il tutto in indirizzi operativi chiari e facilmente applicabili.

## 8. ASPETTI IMPIANTISTICI

L'intervento prevede:

- la realizzazione del sistema di illuminazione pubblica a Led in corrispondenza della rotatoria;
- la realizzazione del sistema di illuminazione pubblica a Led in nei tratti di strada oggetto di intervento;
- l'illuminazione radente del ponte con proiettori incassati a pavimento a Led;

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

- l'illuminazione dei parchi con paletti a Led.

Gli interventi previsti saranno, per quanto possibile, in accordo con le **linee guida per la riduzione dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso** approvate dalla R.A.S. ( L.R. 29.05.1997, n. 2 ) che considera ammissibili e specificatamente soggetti a contributo gli interventi di:

- Nuovi corpi illuminanti con apparecchi ad elevate prestazioni illuminotecniche;
- installazione dei sistemi di riduzione del flusso luminoso, centralizzati o punto a punto.

### 8.1. Riferimenti normativi

Tutti gli impianti oggetto dell'intervento in oggetto saranno realizzati secondo le disposizioni delle norme e leggi vigenti in materia, di cui si allegano i principali richiami, ritenendosi comunque incluse tutte le norme pertinenti, anche se non espressamente richiamate.

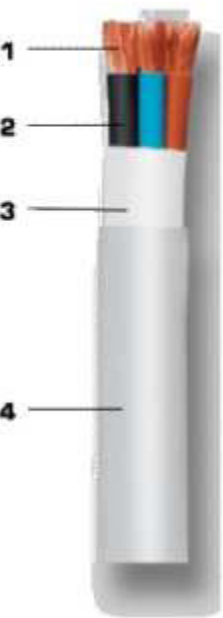
Questo documento è stato elaborato con riferimento in particolare alle seguenti Leggi e Norme:

- Legge 37/2008 e regolamento di attuazione - Norme di sicurezza degli impianti;
- D.Lgs. 81/2008, Testo unico sulla sicurezza;
- Norme CEI e vigenti di riferimento.

### 8.2. Cavi utilizzati

I principali cavi utilizzati saranno i seguenti:

- FG7R 0,6/1kV – Cavo unipolare, isolato in gomma (G7) con guaina in PVC (non propagante l'incendio);
- FG7OR 0,6/1kV – Cavo multipolare, isolato in gomma (G7) con guaina in PVC (non propagante l'incendio).

<b>FG7OR-0,6/1kV NPI</b> 	IEC 60502.1 IEC 332.3 UNEL 35375 CEI 20-13 CEI 20-22 II
	1 Conduttore: Rame rosso a corda flessibile rotonda
	2 Isolante: Gomma HEPR qualità G7 ad alto modulo
	3 Guaina interna (ove richiesta): Riempitivo antifiamma
	4 Guaina esterna: PVC qualità Rz antifiamma - Colore Grigio RAL 7035
	Tensione di Esercizio 0,6 / 1 [KV]
	Tensione di Prova 4 [KV]
	Temp. minima Ambiente: -30[°C] (DC)
	Temp massima di esercizio: +90[°C]
	Temp. minima di Posa: 0[°C]
	Temp. di Corto Circuito 250[°C]
	Min. raggio di curvatura: 4XD (DC)

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

Modalità di posa:

- Posa interrata entro tubi a doppia camera, tipo FU.

CODICE CODE	DIAM. EST. mm EST. DIAM. mm	DIAM. INT. mm MIN. INT. DIAM. mm	Long. Bicchiere max Socket length max	
1 CN3063/M	63	47	63	*
1 CN3080/M	80	60	80	*
1 CN3100/M	100	75	100	*
1 CN3110/M	110	82	110	*
1 CN3125/M	125	94	125	*
1 CN3140/M	140	105	140	*
1 CN3160/M	160	120	160	*
1 CN3200/M	200	150	200	*



POSA INTERRATA SU LETTO DI SABBIA



POZZETTI DI ISPEZIONE E DERIVAZIONE

- La protezione contro i contatti indiretti è garantita dall'utilizzo di componenti in classe II o comunque prive di masse (totalmente isolanti).

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

- La protezione contro le sovracorrenti è garantita da interruttori magnetotermici unipolari (uno per ogni fase). La derivazione alle lampade sarà protetta da fusibile nella morsettiera ed è effettuata con cavo multipolare da 2x2,5 mmq. Il collegamento alla rete dorsale è effettuato tramite muffola.
- La posa del tubo sarà effettuata su "letto" di sabbia o terra vagliata per evitare che parti acuminate del terreno, ciottoli o asperità, possano rovinare il tubo stesso.
- La tubazione interrata deve essere sempre posata ad una profondità non inferiore a 0,5 m e dotata di una protezione meccanica supplementare.
- Gli apparecchi di illuminazione saranno montati su sbracci e i pali saranno montati a 0,60 m dal cordolo del marciapiede.

### 8.3. Elementi progettuali

Il sistema previsto per l'illuminazione, della rotatoria e delle strade oggetto di intervento utilizza corpi illuminanti esclusivamente a LED a doppio isolamento, individuando un'architettura del palo che si adatta al contesto naturale in cui verranno installati.

La distribuzione elettrica, composta dalla quadristica, dalle linee di distribuzione e dai collegamenti elettrici sarà dedicata per l'intervento in oggetto.

I nuovi corpi illuminanti saranno completi di palo dalle caratteristiche uniche e dedicate all'intervento in progetto, inserito in un nuovo plinto prefabbricato o gettato in opera.

Si pone in evidenza che la Regione Sardegna, con delibera n. 48/31 del 29.11.2007 ha approvato le linee guida e modalità tecniche d'attuazione per la riduzione dell'inquinamento luminoso e acustico e il conseguente risparmio energetico (art. 19, comma 1, L.R. 29 maggio 2007, n.2). In base a tale guida i comuni della Sardegna sono tenuti a dotarsi di Piani di Illuminazione Pubblica che disciplinano le nuove installazioni.

Anche in assenza di Piani approvati, tutti gli interventi di nuova realizzazione o ristrutturazione, devono attenersi alle indicazioni impartite, tra le quali si pone accento sulle caratteristiche illuminotecniche delle armature esistenti e quelle da sostituire.

Il tutto sarà realizzato in conformità al:

- rispetto delle norme vigenti;
- miglioramento qualitativo ed estetico del sistema di illuminazione previsto;
- risparmio energetico e gestionale del sistema e riduzione dei consumi energetici complessivi;
- predisposizione di nuovi cavidotti sui quali inserire le reti elettriche e dati esistenti;
- ottimizzazione del numero di armature, garantendo periodi manutentivi maggiormente dilatati e limitati rispetto ai singoli interventi;
- possibilità di riprogrammare il sistema di illuminazione con la semplice sostituzione dell'elettronica dei corpi illuminanti, senza dover sostituire tutta l'armatura, con relativi oneri a carico dell'amministrazione.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

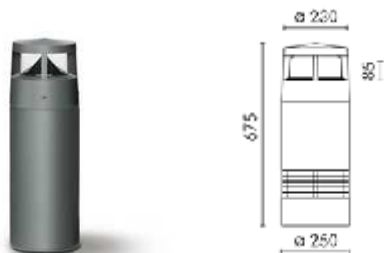
Regione Autonoma della Sardegna

### 8.3.1 Corpi illuminanti rotatoria e strade oggetto di intervento



Armatura stradale tipo **CREE XSP2** doppio modulo, ottica asimmetrica tipo 2 - 10680 lumen, 102W 4000K, compreso supporto per montaggio testa palo, classe di isolamento II, sbraccio massimo 1 metro da concordare con la DL, colorazione a discrezione della DL. Cablaggio: Alimentazione 230V/50Hz con protezione termica. Cavetto flessibile capicordato con puntali in ottone stagnato, isolamento al silicone sezione 1.0 mm<sup>2</sup>. Morsetteria 2P con massima sezione dei conduttori ammessa 2.5 mm<sup>2</sup>. Sistema di regolazione automatica dell'alimentazione e del flusso luminoso (field adjustable output e virtual midnight). Compreso Cavo 2x2.5 mmq a doppio isolamento per il collegamento dell'armatura stradale dal pozzetto posto alla base del palo fino alla morsettiera ed al corpo illuminante.

### 8.3.2 Corpi illuminanti parchi



Paletti tipo **MICROREEF SIMES 360 4 ACCENT LED BIANCO CALDO 3000K 10W 230V**. Struttura in alluminio pressofuso EN AB-47100 ad elevata resistenza all'ossidazione. Riflettore in policarbonato alluminizzato. Diffusore in policarbonato trasparente. Viti a brugola in acciaio INOX A4. Singola entrata cavo di alimentazione con passafilo M20 (Ø 8 12 mm). Guarnizioni in silicone ricotto. Doppia verniciatura extra resistente eseguita in 3 fasi: - pretrattamento chimico di nano particelle ceramiche (Bonderite NT-1); - strato di fondo in polvere epossidica; - strato finale di polvere poliestere ad elevata resistenza ai raggi ultravioletti ed alla corrosione. Lampada fornita con circuito LED. IK10 IP65 CLASSE II. Assorbimento di 10W (compreso Trasformatore) per un flusso di 760lm.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

### 8.3.3 Corpi illuminanti radenti illuminazione tratto pedonale ponte

Il ponte pedonale sarà illuminato utilizzando, su entrambi i lati i seguenti corpi illuminanti a LED con grado di protezione IP66.



**SIMES SPARK**

**LED 3,5W**

### 8.3.4 Palo illuminazione pubblica in vetroresina



Sostegno tronco-conico monolitico tipo "**FIBROVER**", realizzato in vetroresina con la tecnologia filamenti Winding - colore a discrezione della D.L. su base RAL, corredato di foro ingresso cavi e codolo in VTR per innesto armatura testa-palo. Altezza totale 9 metri di cui 8/9 f.t., diametri 185/115 mm, spessore mm 6. In opera compresa la morsettiera di collegamento elettrico in classe II per cavo 2x2.5 mmq, per il collegamento dell'armatura stradale dal pozzetto posto alla base del palo fino alla morsettiera ed al corpo illuminante.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

### 8.3.5 Plinto portapalo



**PLINTO PORTA PALO** di illuminazione per pali fino a 8/9 metri f.t., Pozzetto in calcestruzzo vibrato e armato, atto ad essere utilizzato quale plinto di sostegno di pali per l'illuminazione stradale pubblica e/o privata, dotato di cassetta laterale, aperta nel fondo, per il contenimento dei cavi elettrici, comunicante con il foro del palo e munito di piastra in calcestruzzo a chiusura della cassetta di derivazione. Il pozzetto dovrà essere marchiato con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, prodotto con cemento del tipo 42,5R ad alta resistenza ai solfati e con dosaggio di cemento e rapporto acqua/cemento idoneo all'ambiente d'esposizione secondo UNI EN 206/1, con caratteristica a compressione del calcestruzzo maturo non inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup> ed assorbimento massimo minore del 6%. La struttura del pozzetto andrà posta in opera su platea in calcestruzzo (classe 25 N) armata con rete elettrosaldata (su sottofondo in tout-venant ben compattato) delle dimensioni come da progetto, ed eventuale rinfiacco con materiale e condizioni contenuti nel calcolo statico. La struttura del pozzetto dovrà sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi propri secondo quanto indicato in progetto ed in sede di verifica statica, da parte del produttore dei pozzetti. Sono compresi nella presente lavorazione gli oneri per la realizzazione dello scavo a sezione obbligata con mezzi meccanici e/o manuali, il carico, trasporto e scarico a discarica autorizzata dei materiali di risulta, i costi per il posizionamento in quota del plinto, il basamento di livellamento (S=5cm) e di rinfiacco.

### 8.4. Calcoli illuminotecnici

I valori di illuminamento utilizzati per il calcolo delle interdistanze, delle altezze, delle potenze e delle caratteristiche delle lampade impiegate deriva dalle diverse geometrie e tipologie dei tratti da illuminare. Il calcolo illuminotecnico, viene impostato con metodologia in automatico mediante la quale vengono imposti i parametri fondamentali che prevedono la scelta dell'apparecchiatura e della relativa curva fotometrica, la tipologia della strada da illuminare, l'interdistanza tra i punti luce, la larghezza della carreggiata.

In particolare ci si è riferiti alle seguenti tabelle:

# CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

## CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E AREE URBANE E RELATIVE PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

**Tab. 1 Strade con traffico esclusivamente o prevalentemente motorizzato.**

*Si intendono appartenenti a questa categoria le strade, o le parti di strada (1), in cui le esigenze dei conduttori di automezzi prevalgono su quelle degli altri utenti della strada ai fini della determinazione dei requisiti cui deve rispondere l'impianto di illuminazione.*

Gruppo e classe		Tipo di strada	Zone attraversate	Luminanza media Lcd/m2	Uniformità U0 Uj		Limitazione dell'abbagliamento G TI%	
1	A	Autostrade extraurbane	Qualsiasi	1	> 0,4	> 0,7	≥ 6	≤ 10
2	A	Autostrade urbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 5	≤ 10
			Di campagna	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
2	B	Strade principali extraurbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 5	≤ 10
			Di campagna	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
3	C	Strade secondarie extraurbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 0,5	≤ 20
			Di campagna	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
3	B	Strade di servizio principali extraurbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 0,5	≤ 20
			Di campagna	1	≥ 0,4	≥ 0,7	≥ 6	≤ 10
4	D	Strade di scorrimento principale urbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
5	D	Strade di scorrimento di servizio urbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
			Di campagna	0,5	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 5	≤ 20
5	E	Strade di quartiere urbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
			Di campagna	0,5	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 5	≤ 20
5	F	Strade locali urbane/extraurbane	Cittadine	1	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 4	≤ 20
			Di campagna	0,5	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 5	≤ 20

**(1) Una strada può, ad esempio, essere costituita da una o due carreggiate centrali destinate al traffico veicolare, oltre a due carreggiate adiacenti ai fabbricati e separate dalle precedenti da aiuole generalmente alberate, dove gli automezzi sostano ed è prevalente il movimento di pedoni e ciclisti.**

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

### 8.4.1 Scelta delle sorgenti luminose

Le sorgenti luminose da assegnare alle varie aree pubbliche sono scelte con l'obiettivo di minimizzare i costi d'esercizio dell'impianto, compatibilmente con i requisiti di "qualità" della luce, richiesti per alcune aree particolarmente designate alla vita sociale, come indicato nella seguente tabella.

**Tab. 2 Scelta delle caratteristiche cromatiche delle sorgenti luminose**

Gruppo e classe		Tipo di strada	Gruppo di resa cromatica (Ra)	Temperatura di colore K
10	a, b, c	Strade commerciali	1	$\leq 3.300$
	a, b, c		( $\geq 80$ )	
12	a, b, c	Strade residenziali	1,2	$\leq 3.300$
14	a, b, o	Sentieri, vialetti	( $\geq 60$ )	
20	a	Costruzioni	1,2	In relazione alla tonalità di colore della costruzione e non oltre 4.000 K

Significati dei simboli utilizzati nelle Tabelle 1 e 2

- L Luminanza media mantenuta. Valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto di illuminazione. Per l'illuminazione delle costruzioni (gruppo 20 di tab. 2), è il valore medio mantenuto sulle superfici illuminate dei valori rilevati o calcolati al centro delle maglie previste nei Capitolati.
- Uo Uniformità generale. È il rapporto la luminanza minima dell'insieme dei punti di calcolo o di rilievo, secondo la magliaatura prevista dalla Norma, e la luminanza media.
- Ui Uniformità generale. È il minore dei rapporti fra la luminanza minima e massima calcolate o rilevate al centro delle maglie, fra quelle previste dalla Norma, disposte lungo l'asse di ciascuna corsia.
- G Indice dell'abbagliamento molesto. Abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che dà luogo ad una sensazione fastidiosa, senza necessariamente compromettere la visione.
- TI indice dell'abbagliamento debilitante. Abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.
- EHM Illuminamento orizzontale medio mantenuto. Valore che assume un illuminamento medio del manto stradale, rilevato o calcolato al centro delle maglie previste dalla Norma, nelle condizioni peggiori d'invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- EHmin Illuminamento orizzontale minimo mantenuto. Valore dell'illuminamento minimo riscontrato al centro delle maglie in cui si suddivide la pavimentazione, secondo quanto previsto dalla Norma, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- E illuminamento semicilindrico medio mantenuto. Valore medio degli illuminamenti nei piani verticali che si affacciano in ambedue i sensi di marcia, all'altezza di 1,50 m sul suolo, lungo le principali direttrici di marcia, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto.
- LcA 0,25 Indice dell'abbagliamento impiegato per traffico pedonale e ciclistico. Lc è il valore massimo di luminanza dell'apparecchio visto da una direzione inclinata fra 85° e 90° rispetto la verticale e in direzione parallela all'asse stradale; A è la proiezione della superficie luminosa del centro sul piano perpendicolare all'asse stradale.

## CONCORSO DI PROGETTAZIONE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---

- |    |   |
|----|---|
| EV | Illuminamento verticale medio mantenuto, da riscontrare o calcolare, a livello del terreno, nei vari punti della rampa secondo una magliatura analoga a quella prevista per le strade, nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto. |
| GR | Indice di abbagliamento impiegato per l'illuminazione di grandi aree o di monumenti (v. più avanti).  |

## **CONCORSO DI PROGETTAZIONE**

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SAN GIROLAMO – MASONE OLLASTU E INTERVENTI DI RICOSTRUZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE  
NELLE LOCALITA' POGGIO DEI PINI ED ALTRE FRAZIONI  
- NUOVO ATTRAVERSAMENTO PRESSO IL LAGO POGGIO DEI PINI – COMUNE DI CAPOTERRA

Regione Autonoma della Sardegna

---