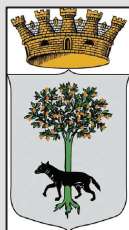


Comune di Lecce



*Finanziamento CIPE  
Programma Opere Minori e Interventi finalizzati  
al supporto dei servizi di trasporto nel Mezzogiorno*

**LAVORI di RISTRUTTURAZIONE  
della Fontana di Piazza Indipendenza  
al QUARTIERE S. ROSA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Progettazione:**

**Settore LL. PP. - Area manutenzione Impianti**

dott. geom. Luigi Di Sabato  
per. eltr. Marcello Astro  
per. ind. Lorenzo Bergamo

**Responsabile Unico del Procedimento:**

dott. geom. Luigi Di Sabato

**Il Dirigente del Settore LL.PP.:**

ing. Giovanni Puce



**RELAZIONE GENERALE - SPECIALISTICA  
E QUADRO ECONOMICO**

**L'Assessore ai LL. PP.**  
ing. Alessandro Delli Noci  
**Il Sindaco**  
dott. Carlo Salvemini

**AII. A**

aggiornamento:  
agosto 2018

## **INDICE**

### **1. PREMESSA - FINANZIAMENTO**

### **2. CENNI STORICI**

#### *2.1 Il Piano "INA-CASA" – "Piano Fanfani"*

### **3. LA PROGETTAZIONE**

#### *3.1 Mission*

#### *3.2 Le criticità progettuali*

#### *3.3 Riflessioni progettuali*

### **4. L'IMPIANTO IDRICO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE**

#### *4.1 Confort impiantistico – Norme di riferimento*

#### *4.2 Valutazioni idrauliche*

#### *4.3 Affidabilità*

#### *4.4 Flessibilità degli impianti*

#### *4.5 Management dei costi - Efficientamento*

### **5. IMPIANTO ELETTRICO E DI ILLUMINAZIONE**

#### *5.1 L'illuminazione delle vasche*

#### *5.2 Impianto elettrico*

#### *5.3 Rete di terra collegamenti equipotenziali*

#### *5.4 Quadro elettrico di comando e protezione*

#### *5.5 Protezione dal sovraccarico, corto circuito e contatti accidentali*

### **6. IMPORTO DEL PROGETTO – QUADRO ECONOMICO**

### **7. ELABORATI DI PROGETTO**

## 1. PREMESSA - FINANZIAMENTO

In data 25.05.2011 veniva sottoscritto il protocollo d'intesa tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Provveditorato Interregionale alle OO.PP per la Puglia e la Basilicata ed il Comune di Lecce, per il finanziamento, a totale carico del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, giuste delibere CIPE del 06.11.2009 n. 83 e 103, di opere da realizzarsi mediante autonomi interventi funzionali, per un totale di € 12.017.093,00.

In particolare, il protocollo d'intesa, veniva stipulato per la concessione di una prima tranche del finanziamento pari ad € 2.920.400,00 e di due tranche successive, pari rispettivamente ad € 6.410.693,00 ed € 2.686.000,00.

A seguito di sottoscrizione del **I° atto aggiuntivo al Protocollo d'Intesa n. 5170 del 25.05.2011**, per la concessione di una seconda tranche di finanziamento, con **deliberazione n. 3/2015 del CIPE**, venivano riprogrammati gli interventi inseriti nel *Programma Opere Minori ed interventi finalizzati al supporto sei servizi di trasporto nelle Regioni Puglia e Basilicata* ed al loro finanziamento.

In conseguenza di ciò, in data 18.05.2016 veniva sottoscritto il **II° atto aggiuntivo n. 4855 al Protocollo d'Intesa n. 5170 del 25.05.2001**, per la concessione di un'ulteriore tranche di finanziamento di lavori, in cui rientra anche l'intervento relativo alla **“Ristrutturazione della fontana di Piazza Indipendenza”** dell'importo complessivo di **€ 150.000,00**.

Il suddetto intervento è stato quindi inserito dall'Amministrazione Comunale di Lecce nel **piano annuale delle OO.PP. 2016**, quale parte integrante del **programma triennale OO.PP. 2016-2018**, allegato al bilancio di previsione, approvato con deliberazione di C.C. n. 57 del 03.06.2016 al Cap. 4422;

Al fine di non procrastinare l'intervento programmato, in sintonia con le prescrizioni di cui al predetto Protocollo d'Intesa n. 5170 del 25.05.2001 ed al II° atto aggiuntivo n. 4855, è stato pertanto dato incarico al Settore LL.PP. del Comune per la redazione della progettazione esecutiva dell'intervento di cui alla presente relazione.

## 2. CENNI STORICI

### 2.1 Il Piano “INA-CASA” – “Piano Fanfani”

Con la Legge 28 febbraio 1949 nr. 43 il Parlamento italiano approvò il progetto di legge: *“Provvedimenti per incrementare l'occupazione operaia”*, agevolando la costruzione di case per lavoratori; programma con il quale si sarebbe dato avvio a un piano per la realizzazione di alloggi economici, noto come piano “INA-Casa” o “Piano Fanfani” (dal nome dell'allora Ministro del Lavoro).

I quattordici anni di attività del suddetto piano rappresentano non soltanto una fase significativa della politica economica del dopoguerra, ma certamente anche una delle più





Consegnato alla città negli anni 60', è stato per anni il quartiere dove il prestigio e la popolarità hanno convissuto: da una parte le abitazioni popolari, dall'altra i suoi portici con diverse attività commerciali ed il suo verde.

Il “quartiere giardino”, come era definito, con aiuole rigogliose, una chiesa ed una sontuosa ed artistica fontana zampillante, l'emblema di un passato che è stato e non è più.



*Il quartiere “Giardino”*

### **3. LA PROGETTAZIONE**

#### **3.1 La Mission**

Sulla base di questa ineludibile realtà, il Comune di Lecce, sensibile al “recupero” delle aree già sub-urbane, ha rivolto il proprio sguardo alle periferie pensando alla città nel suo aspetto più globale.

Il principio della sostenibilità, l'esigenza di prestare attenzione, con più forza, a questioni come la densificazione, la crescita o decrescita urbana, la cura dei luoghi diventa obiettivo principale dell'azione politico/amministrativa.



*La fontana ornamentale*

Mentre alcune parti del territorio urbano crescono smisuratamente, altre vengono abbandonate o non adeguatamente mano-tenute; sorge quindi spontanea la relazione tra

forma urbana e sviluppo, l'idea della manutenzione come attenzione e pratiche costanti per una concreta qualità di vita e delle relazioni che si danno nei luoghi.

In tale prospettiva, sulla base di opportune, mirate considerazioni ed analisi, sono state quindi scelte le linee guida, le metodologie, gli obiettivi progettuali cui si ispira l'intervento di "Ristrutturazione della Fontana di Piazza Indipendenza".

Ciò ha avviato un complesso procedimento attraverso il quale, le riflessioni tecniche condotte hanno dato luogo alle valutazioni ed alle scelte necessarie per far fronte agli interventi di manutenzione della fontana del Quartiere "S. Rosa" in un quadro di coerenza scientifica e culturale attraverso un approccio multidisciplinare che deve essere orientato a preservare il valore e l'autenticità del bene (sotto il profilo architettonico) nello spirito di un accurato recupero funzionale/impiantistico.

Gli interventi sulla fontana sono stati valutati nel quadro generale della conservazione e restauro della costruzione nell'insieme di tutti i suoi valori, tenendo conto della sua complessa storia.

### **3.2 Le criticità progettuali**

L'attività progettuale è stata tesa alla puntuale organizzazione di studi tutti orientati sulla preliminare ricerca dei dati e delle informazioni in grado di evidenziare le cause del degrado in essere, per fornire, conseguentemente, una puntuale gamma degli interventi da realizzare senza comunque tralasciare il puntuale controllo dell'efficacia dei risultati attesi.

Difatti, nessun intervento di ristrutturazione impiantistica e/o edile, potrebbe essere intrapreso senza aver preventivamente accertato i benefici che possono con esso conseguirsi, il loro impatto sugli elementi distintivi storici e gli eventuali effetti collaterali, anche a lungo termine.

Tale oculato orientamento ha quindi consentito di individuare le fondamentali criticità incombenti sulla fontana, criticità prevalentemente legate alla sua ubicazione, alla trasformazione ed accrescimento del contesto urbanistico/edilizio circostante, proprio del quartiere, nonché alle "primitive" scelte costruttive impiantistiche.

L'attenta disamina delle menzionate problematiche, ha quindi evidenziato:

- la posizione particolarmente sfavorevole della vasca più bassa della fontana, attesa la conformazione altimetrica delle livellette delle sedi stradali adiacenti la struttura fontanile (punto di massimo compluvio di Piazza Indipendenza);
- ciclici e ripetuti allagamenti delle sedi stradali di Piazza Indipendenza e conseguentemente della centrale idrica della fontana, essenzialmente dipendenti da una inefficiente risposata della rete di fognatura pluviale cittadina. Fenomeni, questi cui si aggiunge la naturale crescita delle superfici impermeabilizzate (sia edificate, che bitumate e/o trasformate dal

punto di vista edilizio), che hanno incrementato esponenzialmente la portata del naturale “bacino imbrifero” dell’area in questione;

- scelte progettuali inidonee allo stato dell’arte, verosimilmente superate da più calzanti ed attuali soluzioni tese all’utilizzazione di più moderne tecnologie e materiali appropriati a resistere nel tempo.

### 3.3 Riflessioni progettuali

Per effetto delle criticità sopra evidenziate, si è preliminarmente proceduto ad un puntuale rilievo plano-altimetrico dello stato dei luoghi constatando che l’attuale pavimentazione adiacente la vasca terminale della fontana, posta più in basso, risulta sottoposta di circa 0,65 mt. rispetto al circostante piano stradale di Piazza Indipendenza.

Tale altimetria, anche per effetto dei due varchi di accesso all’area pedonale contornanti la fontana, contrapposti alle bordure di Pitosfori, costituiscono il percorso naturale/principale attraverso il quale le meteoriche determinano i sistematici allagamenti della vasca in parola.

La circostanza, è peraltro aggravata dall’insufficiente capacità del sistema pluviale di recepire la moltitudine di meteoriche che, frammiste anche ad “acque nere” (a causa della interferenza delle reti bianche e nere) mandano in pressione l’impianto cittadino determinando lungo le sedi viarie l’innalzamento del livello delle acque che, attraverso i condotti di aerazione a “bocca di lupo” della centrale idrica sottostante la fontana ornamentale, tracimano irrimediabilmente nell’interno della stessa, inondandola rovinosamente.

Le valutazioni acclarate hanno pertanto indotto a:

- Valutare la modifica dell’attuale orografia dei camminamenti intorno alla fontana, optando per un eventuale innalzamento del lato nord degli stessi fino ad una quota di sicurezza (piano calpestio porticati lato SUD) oltre la quale, testimonianze assunte in loco, dichiarano che le meteoriche non abbiano mai raggiunto tale livello di piena.

La soluzione progettuale prescelta, consentirebbe, altresì, di creare lungo il predetto camminamento NORD una lunga rampa per l’abbattimento delle barriere architettoniche assicurando ai soggetti diversamente abili di godere appieno della bellezza della fontana;

- sollevare, conseguentemente, la struttura muraria della vasca più bassa, conservando le linee architettoniche e gli ingombri geometrici originari delle pareti di spinta sormontati dalle attuali copertine di Travertino;
- ridurre l’altezza interna di ogni vasca attraverso il sollevamento degli attuali piani di fondo a mezzo di idonee tecniche di riempimento con materiali alleggeriti, diminuendo in tal modo la quantità di acqua da movimentare e da trattare, salvaguardando nel

contempo il preminente effetto “artistico” generato dai giochi d’acqua e non già quello della profondità che potrebbe peraltro risultare “critico” o “pericoloso”;

- eliminare le attuali vasche di compenso poste nella centrale idrica interrata, ottimizzandone quindi gli spazi liberi, realizzando la nuova componente impiantistica al piede della vasca ornamentale più bassa della fontana ed assicurando, attraverso il collegamento idraulico diretto con tubazione a pendenza adeguata con la vasca piccola diametralmente contrapposta, il ricircolo del circuito idraulico;
- sostituire l’attuale impianto idraulico di spinta e ricircolo in tubazioni di PVC e collettori in ferro, ancorato a parete o intradosso della centrale idrica, a mezzo di nuove tubazioni in polietilene ad alta densità, termo-saldate, stese nelle vasche della fontana, nello spessore da colmare per effetto dell’innalzamento del fondo come sopra evidenziato. I collettori, diversamente, saranno tutti in PVC e verranno allocati nella centrale idrica;
- sostituire gli esistenti gruppi di spinta (irrimediabilmente riparabili) attraverso l’adozione di nuove pompe di mandata e ricircolo opportunamente dimensione per portata idrica/potenza/prevalenza, in relazione ai nuovi e ridotti volumi di acqua della fontana;
- rigenerare di due dei tre esistenti filtri laminati a sabbia con valvole seletttrici a servizio del sistema di filtrazione dell’acqua;
- realizzare il nuovo impianto di addolcimento al fine di ridurre il grado di durezza dell’acqua in vasca. L’addolcimento avverrà per scambio ionico tra le resine e l’acqua da trattare, utilizzando per la rigenerazione delle resine una soluzione di Cloruro di Sodio (sale di cucina);
- realizzare il nuovo impianto di illuminazione delle vasche e dei giochi d’acqua attraverso l’installazione di nuovi fari subacquei a LED con stesura delle tubazioni per l’infilaggio dei conduttori elettrici nello spessore del cls. alleggerito da usare per l’innalzamento del fondo delle vasche della fontana;
- eliminare le due esistenti bocche di aerazione della centrale idrica, ribaltando sulla soletta di copertura del relativo cavedio l’aerazione verso l’alto.

#### **4. L’IMPIANTO IDRICO DI SPINTA E TRATTAMENTO DELLE ACQUE**

La rete idrica di adduzione per i giochi d’acqua, sia per il circuito di mandata/ricircolo che per l’impianto di filtrazione ed addolcimento, sarà eseguita interamente in tubazioni di polietilene ad alta densità di vari diametri con una resistenza a pressione nominale interna max. di 12,5 bar, termo-saldate, dotati di bassissimo grado di tossicità, resistenza chimica, basso assorbimento igroscopico, autolubrificazione, basso coefficiente di attrito, buona resistenza all’usura, largo intervallo di temperature d’impiego.

I collettori, saranno invece in polivinile cloruro ad una o più vie a seconda dei circuiti idrici da collegare, della pressione nominale di 16 bar.



Ciascuno dei collettori, sarà altresì dotato su ogni ingresso di mandata ed uscita, di apposita valvola a sfera d'arresto.

Le tubazioni, chiuderanno ciascun circuito idraulico dei giochi d'acqua al fine di assicurare equilibrio di pressione idrostatica a carico di ogni ugello dei giochi.

Soltanto le uscite di aggancio da ogni collettore dei differenti ugelli, verranno realizzate con tubazione in acciaio INOX filettato.

Sempre in acciaio INOX saranno realizzati i quattro collettori a due a due contrapposti, del  $\varnothing$  di 50 mm., da incassare a parete nella vasca ornamentale centrale, sui quali verranno filettate tredici uscite ciascuna da 6 mm., anch'esse in acciaio, sulle quali saranno avvitati gli ugelli "cometa" da 6mm. da recuperare.

Nella vasca centrale, sono confermati i tre ugelli a "schiumogeno" o "spumeggiante" del  $\varnothing$  di 75 mm., oltre alle esistenti 12 "lame d'acqua" da 120 mm, tutte da recuperare con idoneo intervento di lavaggio in acido.

L'acqua movimentata nella vasca principale precipiterà di quota per "tracimazione" nella tre vasche sottostanti, superando il livello di "bordo sfioro" realizzato con apposita lamiera in acciaio INOX AISI 316 opportunamente fissata a parete, dando luogo ad altrettante pittoresche "lame d'acqua".

#### **4.1 Comfort impiantistico – Norme di riferimento**

Un argomento particolarmente importante, sotto l'aspetto progettuale è quello delle cosiddette "acque scenografiche", cioè dell'acqua che sarà utilizzata per la realizzazione dei "giochi" con i differenti ugelli esistenti.

L'obiettivo che si vuole pertanto raggiungere con la ristrutturazione in progetto è altresì quello di utilizzare, anche visivamente, una buona qualità dell'acqua attraverso idoneo sistema filtrante e di trattamento chimico salvaguardando la salute degli utenti, che comunque possono venire a contatto con l'acqua e non devono subire danni di alcun genere.

In proposito, sono stati presi in esame i disposti normativi del:

- *Dlgs 31/2001 sui requisiti delle acque potabili;*
- *l'Allegato 1 dell'Accordo Stato-Regioni 2003 sulle piscine;*
- *D.lgs. 116/2008 (e D.M. 30 marzo 2010) sulle acque balneabili.*

Il primo inquadramento, cioè quello che uniforma le acque scenografiche a quelle potabili, appare senza dubbio peccare di eccessiva tutela, oltre a risultare molto difficilmente realizzabile.

Il mantenimento delle caratteristiche di potabilità in un'acqua sottoposta a notevole stress ed esposta a continuo inquinamento da parte dell'ambiente (ricordiamo che la fontana è situata su una strada pubblica), risulta davvero impossibile.

Le modalità di contatto con l'acqua da parte degli utenti sono di gran lunga meno rischiose di quelle regolate dalle disposizioni successive, cioè quelle relative alle acque di piscina ed a quelle balneabili.

In una fontana ornamentale, ad eccezione di quelle a pavimento, non ci si immerge, né si entra direttamente a contatto con l'acqua.

Tale contatto è solo accidentale, attraverso schizzi, oppure si limita all'immersione di una mano. Ma pensiamo con quanti agenti anche patogeni la mano di un bambino entra in contatto durante una intera giornata!

L'assimilazione delle acque scenografiche a quelle delle piscine potrebbe comportare l'applicazione di una serie di vincoli costruttivi oltre che di rispetto dei parametri igienico-sanitari dell'acqua, vincoli che spesso non sono applicabili e ancora più spesso non avrebbe senso applicare.

Basti pensare alla Norma UNI 10637 sui tempi di ricircolo oppure sul numero di pompe e filtri necessari per l'impianto di trattamento dell'acqua.

Il D.lgs. 116/2008 ed il D.M. 30 marzo 2010 individuano invece solamente indicatori biologici, in particolare enterococchi intestinali ed escherichia coli, secondo la tabella seguente:

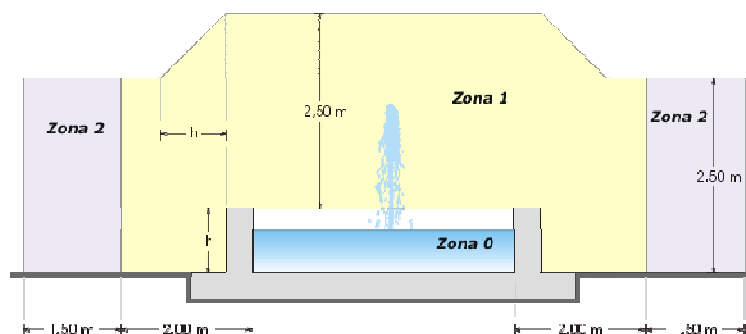
Parametri	Classi di qualità			
	Eccellente	Buona	Sufficiente	Scarsa
MPN O UFC/100 ml				
Enterococchi intestinali	200 (*)	400 (*)	330 (**)	> 330 (**)
Escherichia Coli	500 (*)	1000 (*)	900 (**)	> 900 (**)
(*) Basato sulla valutazione del 95° percentile (**) Basato sulla valutazione del 90° percentile				

Per quanto attiene, invece, la previsione impiantistica elettrica e/o di illuminazione si è fatto riferimento alle norme:

- [CEI 64-8/7 Sezione 702](#) (aggiornamento 06/2003) - Impianti elettrici - Piscine e Fontane;
- [CEI EN 60335-2-41/A1](#) parte 2a - Norme particolari per pompe elettriche;
- [CEI EN 60598-2-18](#) - Apparecchi di illuminazione per piscine e usi simili.

La **CEI 64-8/7 Rif. 702** - Impianti elettrici - Piscine e Fontane specifica le prescrizioni di sicurezza e di installazione degli impianti elettrici definendo le tre zone: la **zona 0**, **zona 1** e **zona 2**.

I limiti di queste zone si sarebbero potuti modificare con la realizzazione di idonei ripari o di diaframmi isolanti fissi interposti; ciò non è stato attuabile attesa la specificità dell'intervento in essere di mera "ristrutturazione"



Come indicato nella norma, nella zona 0 ed 1 è stata adottata la protezione per mezzo di idonei circuiti SELV (Safety Extra Low Voltage) aventi una tensione nominale di esercizio non superiore a 12 V in c.a. e 30 V in c.c., con sorgente di sicurezza situata al di fuori delle Zone 0, 1, e 2 (zona in genere non considerata nelle fontane).

I singoli componenti elettrici adottati avranno gradi di protezione: IP68, nella Zona 0, IP65, nella zona 1, ed IP64, nella Zona 2.

La scelta dei gruppi di spinta, da alloggiare nel vano tecnico interrato, è stata diversamente supportata dalla norma **CEI EN 60335-2-41/A1** parte 2<sup>a</sup> - **Norme particolari per pompe elettriche** per liquidi aventi temperatura non superiore a 35 °C - attinente la sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare, nell' assunto che per "uso domestico e similare" si intendono anche gli apparecchi non destinati all'uso domestico vero e proprio ma che possono costituire una fonte di pericolo per le persone.

## 4.2 Valutazioni idrauliche

In considerazione della evidente riduzione della profondità delle vasche ornamentali, per effetto delle scelte tecniche sopra menzionate, è stato conseguentemente diminuito il volume di acqua da trattare, nonché tutte le portate idriche di ogni singola elettropompa centrifuga.

I differenti ugelli dei "giochi d'acqua" (n.03 "spumeggianti" da 553 l/min, n.12 "lame d'acqua" da 170 l/min. e n.52 "ugelli cometa" da 9,73 l/min.) in riferimento all'altezza dei getti attesi ed alle prevalenze (head) di targa, hanno pertanto permesso di effettuare le relative elaborazioni consentendo anche la scelta di tubazioni a diametro variabile.

Il polietilene AD, PN 12,5, è stato adottato per le condotte di aspirazione e mandata, assunto il principio fondamentale che la perdita di carico diminuisce all'aumentare del diametro, mentre le perdite di attrito sono causate dalla turbolenza dell'acqua di transito.

Prudenzialmente sono state considerate le seguenti velocità del fluido:

- Condotte di mandata:  $V_{max} = 1,4 \text{ m/s}$ ;
- Condotte di aspirazione:  $V_{max} = 1,0 \text{ m/s}$ .

Nella considerazione della interattività dei giochi d'acqua, si è cercato di conservare una velocità del fluido all'ugello di 6,1 m/s in modo da minimizzare la probabilità di lesione agli occhi ed alle orecchie di persone che potrebbero interagire con i giochi stessi.

Nelle condotte di rientro a gravità, è stata inoltre individuata la pendenza critica per il flusso dell'acqua (pari al 1,2%) inducendo alla scelta di diametri idonei ( $\varnothing$  160 mm.) per consentire lo smaltimento della portata in circolo nella fontana.

Nelle due vasche di testata, è prevista la realizzazione di un setto (bordo/sfioro) oltre il quale verrà creato idonea vasca di "tramoggia" simil "skymmer" per la vagliature dei corpi estranei grossolani eventualmente presenti nel fluido.

Nella scelta del diametro dei collettori, tutti in PVC Pn 16 bar, è stato rispettato il rapporto di 3 a 1 tra la larghezza del collettore e quello delle sue diramazioni, adottando schemi ad "anello" con pressochè uguali lunghezze delle diramazioni stesse per un ottimale bilanciamento delle pressioni idrostatiche di spinta.

Le singole diramazioni dei circuiti saliranno dalla parte superiore dei collettori per consentire all'aria presente nell'acqua di uscire più velocemente.

A valle di ciascun circuito, in uscita dai collettori, sono state previste differenti valvole a sfera, ottimali per interruzione ed isolamento, anche al fine di consentire la regolazione dei getti d'acqua.

Poiché la presenza delle valvole, gomiti e tees generano "turbolenza", gli ugelli, sono stati posizionati ad una distanza  $>$  di 5-8 diametri delle valvole e della suddetta raccorderia per assicurare getti puliti evitando l'installazione di uno stabilizzatore di flusso.

Ai fini delle determinazione della portata complessiva dei "giochi d'acqua", i valori riferiti a ciascun ugello prescelto sono stati rilevati dalle singole schede tecniche di targa.

Per quanto innanzi nella tabella che segue si riportano i valori delle varie portate:

N. Ord.	UGELLO/GIOCO ACQUA	QUANTITA'	PREVALENZA m	PORTATA l/m	PORTATA Tot.
1	Lame d'acqua ml.2,34	2	=	400	1.872,00 l.
2	Schiumogeni $\varnothing$ 75 mm.	3	5,3	553	1.659,00 l.
3	Ugelli "Cometa" $\varnothing$ 6 mm.	52	2,42	11,33	589,16 l.
4	Ugelli "Lama" $\varnothing$ 120 mm.	12	1,23	170	2.040,00 l.
		<b>Complessivamente</b>			6.160,16 l.

Si è quindi valutata la perdita di carico **J** per unità di lunghezza **L** delle condotte nell'assunto di un fluido incompressibile in moto permanente, con riferimento all'espressione più generale di **Darcy-Weisbach**:

$$J = \frac{\lambda v^2}{2g D}$$

avendo indicato con  $D$  diametro della condotta,  $V$  la velocità media della corrente,  $g$  l'accelerazione di gravità e  $\lambda$  un coefficiente adimensionale di resistenza funzione della scabrezza relativa del tubo e del numero di Reynolds:

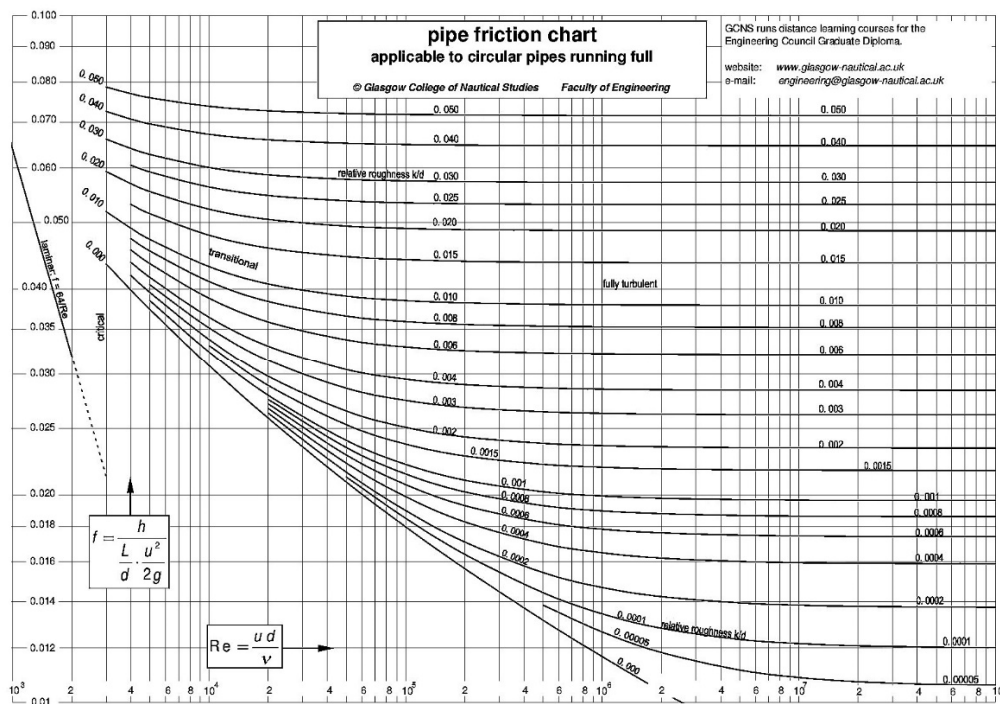
$$Re = \rho v D / \mu$$

In cui  $\rho$  = densità e  $\mu$  = viscosità dinamica del fluido.

Per il calcolo di  $\lambda$  è utilizzabile la formula di **Colebrook-White**:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\epsilon/D}{3.71} \right)$$

Di fatto l'uso di questa formula avviene attraverso la sua rappresentazione nel diagramma logaritmico di Moody (abaco di Moody o delle perdite di carico) in cui il numero di Reynolds è rappresentato tramite un fascio di curve caratterizzate dalle scabrezze relative  $\epsilon / D = \text{cost.}$



Per semplificare l'utilizzazione del numero di Reynolds, in relazione alle difficoltà di verifica (calcolo della portata), si è fatto anche riferimento all'espressione più nota come **Formula di Cao** (o formula di verifica):



$$Q = -\frac{\pi D^2}{2} \sqrt{2g D J} \log \left( \frac{\varepsilon}{3.71 D} + \frac{2.51 \nu}{D^{3/2} \sqrt{2g J}} \right)$$

In relazione alle riflessioni di calcolo ed a valutazioni basate sulla pratica progettuale, per un ottimale funzionamento del circuito di spinta, si è quindi optato per l'installazione di elettropompe centrifughe "base/giunto, montate a basamento, al di sotto del battente d'acqua, con corpo in ghisa e girante in acciaio INOX Aisi 316 con motori TRIFASE, quattro poli con grado di protezione IP55 ed isolamento in classe "F", con bocche di aspirazione flangiate con portate e prevalenza scelte in relazione alle portate idriche di circuito ed alla curva "caratteristica" fornita dal produttore della pompa, tale che si possa posizionare al centro della curva stessa per un corretto funzionamento del gruppo.

#### 4.3 Affidabilità

Le caratteristiche costruttive degli impianti (preferenze tecnico-progettuali) e di tutti i componenti scelti per la loro formazione, sono tese alla costituzione di un impianto idraulico ed elettrico/illuminazione che nella sua semplicità di funzionamento e nella qualità dei componenti incide, sensibilmente, sulla riduzione dei costi di gestione e manutenzione.

L'affidabilità dei componenti elettrici sarà garantita dal Marchio di Qualità, non saranno utilizzati materiali sprovvisti di marchio IMQ e dalla marcatura CE.

#### 4.4 Flessibilità degli impianti

Le previsioni progettuali sono tali da consentire l'attuazione di eventuali, necessarie modifiche di ammodernamento o potenziamento con ridotti costi impiantistici.

Sono infatti state realizzate ed approntate tutte le opere provvisoriale di predisposizione per eventuali futuri arricchimenti della dotazione impiantistica.

Il sistema elettrico di forza motrice prescelto per le elettro-pompe sarà quello "TRIFASE con NEUTRO" con la suddivisione dei carichi sulle tre fasi del sistema.

Limitatamente all'impianto di illuminazione delle vasche ornamentali, si è optato per proiettori da incasso a LED con circuiti di alimentazione SELV come precedentemente argomentato.

Le scelte tecniche di protezione e comando previste nel cablaggio del quadro elettrico, consentiranno, quindi, una ottimale distribuzione dell'energia permettendo, anche in caso di guasto/disservizio, la parzializzazione di funzionamento con il sezionamento dell'impianto sia attraverso il quadro generale di comando che, munito di apposito sistema TLC (Telecontrollo), assicurerà immediatezza d'intervento.

#### **4.5 Management dei costi – Efficientamento**

I criteri progettuali assunti, il vaglio dei materiali più idonei e delle tecnologie meglio confacenti agli impianti oggetto di studio, contribuiranno, percettibilmente, al contenimento dei consumi energetici che risulta uno degli obiettivi fondamentali di una buona progettazione.

Tutti gli impianti presenti nella fontana (idraulici, di trattamento delle acque, elettrici, di illuminazione, ecc.) come descritti, saranno pertanto realizzati al fine di trarne le più efficienti condizioni di utilizzo e sicurezza, nel pieno rispetto delle vigenti normative di settore.

### **5. IMPIANTO ELETTRICO E DI ILLUMINAZIONE**

#### **5.1 L'illuminazione delle vasche**

Per tale intervento, come precedentemente sottolineato, atteso che si procederà al sollevamento della quota di fondo delle vasche, anche al fine di evitare possibili infiltrazioni accidentali conseguenti ad verosimili perdite di resistenza alla pressione dell'acqua dei "pressa-cavo" presenti nei nuovi fari ad immersione, è stata valutata l'opportunità di stendere le nuove tubazioni di infilaggio dei conduttori elettrici direttamente sul fondo vasca.

Le singole diramazioni di circuito, saranno portate all'esterno delle vasche, connesse ad una dorsale in conduttore multipolare entro corrugato a doppia parete  $\varnothing$  63 mm. ad alta resistenza, transitante sul camminamento della fontana, entro appositi pozzetti prefabbricati in cls. cementizio posizionati nelle aree attrezzate a siepe di Pitosforo.

Negli stessi pozzetti verranno quindi alloggiati gli alimentatori dei proiettori a LED, temperando appieno il rispetto della norma CEI 64-8/7 Rif. 702 - Impianti elettrici - Piscine e Fontane in modo tale che nella zona 0 ed 1 possa rispettarsi il criterio dell'adozione di idonee protezioni per mezzo di appositi circuiti SELV (Safety Extra LowVoltage).

#### **5.2 Impianto elettrico**

I conduttori utilizzati per l'alimentazione elettrica degli impianti, tutti infilati nelle tubazioni corrugate da interrate o affogare nel getto di compianamento e sollevamento del fondo delle vasche, solo limitatamente alla centrale idrica, portati in tubazione di PVC a parete o soffitto, saranno del tipo in rame elettrolitico (multipolari e/o unipolari a seconda dei circuiti) isolati in gommaetilen-propilenica di qualità G7 ricoperti con guaina in PVC, tipo FG70-R 0,6/1 KV.

La scelta dei cavi è stata effettuata in relazione alle tensioni d'esercizio, tenendo conto del tipo di alimentazione a corrente alternata trifase, in bassa a 12V, al tipo di posa, alle prescrizioni delle normative CEI, alle condizioni di impiego ed inoltre secondo i criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle tabelle CEI UNEL.

Tutte le sezioni sono state quindi verificate per poi essere leggermente sovradimensionate entro i limiti assentiti dall'esperienza tecnica ed in relazione ad eventuali, future modifiche di potenziamento o ampliamento degli impianti progettati.

La partenza dal quadro di comando, posto nella centrale idrica interrata sottostante la fontana, sarà quindi realizzata con cavo quadri polare, per raggiungere sezioni differenti (bipolari e unipolari) a seconda dei circuiti serviti.

Si avrà cura di alimentare ciascun circuito impiantistico transitando in apposite cassette di derivazione e sezionamento (*avendo l'accortezza di proteggere opportunamente l'ingresso dei cavi elettrici con appositi pressa cavi in presenza di acqua*).

Eventuali ulteriori derivazioni e/o giunzioni elettriche all'esterno della centrale idrica, saranno invece realizzate a mezzo di idonei corredi "SCOTCH-CAST" con muffola esterna e resina isolante colata termoindurente.

In conformità all'art.66 del D.P.R. n.495 del 1992 "Reg.to di attuazione del Nuovo Codice della Strada", la "profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento" delle condutture interrate non potrà essere inferiore a mt.1,00.

Sarà possibile derogare per pose sui camminamenti o zone non carrabili e, comunque, fino ad una profondità minima di mt.0,50 in conformità a quanto stabilito dalle norme CEI 64-8.

È comunque consentita la posa a qualsivoglia profondità a condizione che il cavo abbia opportuna protezione meccanica.

### **5.3 Rete di terra – Collegamenti equipotenziali**

La rete di terra, nonostante tutti i componenti dell'impianto siano stati scelti di classe di isolamento II, sarà comunque ottenuta attraverso l'interconnessione con quella esistente, qualora idonea, mediante la posa in opera di corda in rame nudo elettrolitico CU della sezione di 35 mmq. ed a mezzo di apposite cordine butiliche "giallo/verdi" di adeguata sezione del conduttore in rame.

I collegamenti equipotenziali principali (EQP) saranno realizzati in conformità delle norme di settore. Oltre a questi, saranno predisposti i collegamenti equipotenziali supplementari (EQS) collegando ad un nodo equipotenziale tutte le masse estranee delle Zone 0, 1 e 2 con i conduttori di protezione di tutte le masse collocate in queste zone, (ovvero: condutture con guaina o rivestimento metallico, tubazioni metalliche (acqua), parapetti metallici, ferri d'armatura delle strutture, la griglia metallica elettrosaldata, gli accessori della vasca quali le scalette di accesso alla vasca, ecc.).

Il dimensionamento del conduttore di terra è stato verificato tenendo conto della corrente massima che lo può percorrere. La sezione in tal caso è stata determinata in base quando stabilito dalla formula

$$S_E = \sqrt{\frac{I^2 t}{K_c^2}}$$

dove:

- **S<sub>E</sub>** è la sezione del conduttore (mm<sup>2</sup>);
- **I** è la corrente che lo percorre (A);
- **t** è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- **K<sub>c</sub>** è un coefficiente caratteristico del materiale e della temperatura massima sopportabile dall'isolante.

#### 5.4 Quadro elettrico – Comando e protezione

La realizzazione dei nuovi impianti elettrici/illuminazione a servizio della fontana, saranno interconnessi al nuovo quadro di comando e protezione alloggiato a parete nel vano centrale idrica sottostante la struttura, raggiungibile attraverso la botola con griglia a ribalta, a pavimento, del camminamento esterno a mezzo di apposita scala di servizio.

L'alimentazione dell'energia elettrica sarà quindi derivata dalla stessa fornitura TRIFASE più Neutro da 20,00 KW (N.C. 734 578 762) di cui al gruppo di misura ENEL presente nell'armadietto a colonnina – tipo Conchiglia – già utilizzato per la fontana (posto all'esterno sul marciapiede di via Indipendenza).

Il Nuovo quadro sarà cablato assicurando la protezione dai contatti diretti ed indiretti anche per effetto di sovraccarico, corto circuito o sovracorrenti così come dettagliato nello schema unifilare di cui alla **Tav. 05**.

Costituito in carpenteria di lamiera metallica verniciata a fuoco, spess. min. 12/10, avente grado di protezione IP55 costituita da elementi componibili pre-forati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello in lamiera, serratura a chiave di chiusura, sarà conforme alla norma EN 60439 e alla nuova EN 61439.

Tutti gli interruttori di protezione e comando sono stati prescelti in funzione del carico elettrico gravante sui singoli circuiti e della sezione dei relativi conduttori, analizzando:

- selettività: la capacità del sistema di protezioni di intervenire solo dove c'è il guasto e per il guasto specificato;
- sensibilità: la capacità di rilevare variazioni delle grandezze che interessano il sistema elettrico;
- sicurezza di funzionamento: il grado di affidabilità delle protezioni, che occorre sia elevato per garantire l'efficacia delle protezioni nell'istante in cui si verifica il guasto;
- tempestività di intervento: la capacità di intervenire al momento giusto;
- protezione di riserva: una protezione aggiuntiva che è chiamata ad intervenire in caso di deficit della protezione principale;

- assenza di punti ciechi: è la caratteristica che devono avere le protezioni in modo da non lasciare punti non protetti nell'impianto elettrico.

Per una ottimale attività di programmazione e controllo dei diversi circuiti ed apparati elettrici ed elettromeccanici, è stato installato idoneo PLC o Controllore a Logica Programmabile.

L'alimentazione elettrica garantirà la distribuzione dell'energia elettrica verso tutti gli organi di potenza e di controllo in modo tale da poter essere interrotta e protetta conformemente alle norme d'installazione elettrica e ed a quelle di sicurezza sui motori/macchine.

Il comando di potenza assicura il controllo dei carichi elettrici attraverso appositi ordini emessi dal sistema di automazione. Un teleruttore assicura il comando di un carico in ON/OFF, mentre un variatore elettronico consentirà il comando progressivo di un motore o di una resistenza di riscaldamento.

L'interfaccia elettronica permette di fornire gli ordini e di visualizzare lo stato dei differenti processi. Il comando della strumentazione è garantito da pulsanti, tastiere e schermi tattili.

La parte logica dell'automazione consentirà, a partire dagli ordini emessi dall'operatore e dalle rilevazioni sullo stato del processo, di comandare i pre-azionatori e di fornire le informazioni necessarie al controllo delle pompe, dei salvamotori, dell'impianto di illuminazione a LED, alla centralina di controllo delle sonde di livello nella vasca di compenso, ecc.

### **5.5 Protezione delle linee da Sovraccarico, Corto Circuito e dai Contatti accidentali**

La protezione contro i sovraccarichi, corto circuito e dai contatti accidentali con parti degli impianti posti sotto tensione per difetto di isolamento o per altra causa di ogni linea, verrà attuata mediante messa terra generale delle masse degli involucri metallici attraverso i conduttori di protezione delle linee e distacco automatico dell'alimentazione con opportuni dispositivi.

Questo compito sarà affidato ad un unico apparecchio tale da rispondere contemporaneamente alle esigenze dei tre tipi di protezione.

Le caratteristiche saranno proprie di un idoneo interruttore magnetotermico differenziale. La scelta di tale apparecchiatura è stata effettuata in base alla corrente di impiego " $I_b$ " massima ipotizzabile per ogni tipo di linea, dopo aver valutato opportunamente il carico della linea secondo il procedimento sopra descritto.

Le altre condizioni fondamentali rispettate per l'idonea scelta del dispositivo di protezione dal sovraccarico sono state la Norma CEI 64-8 art. 433.2 secondo la quale:

- $I_b \leq I_n \leq I_k$  ;



–  **$I \leq 1,45 I_z$**

$I_z$  rappresenta la corrente d'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

In altre parole è stato verificato che: la portata della conduttura sarà sempre o quantomeno uguale alla corrente di impiego ( $I \leq I_z$ ); il dispositivo posto a protezione della linea avrà una corrente nominale tale da lasciare passare perennemente la corrente normale di funzionamento dei carichi ( $I_n \leq I_n$ ); il dispositivo di protezione interverrà per correnti superiori alla portata del cavo ( $I_n \leq I_z$ ).

Per gli interruttori rispondenti alle norme CEI 23-3 IV edizione, il rapporto  $I/I_n$  è stato ritenuto costante per tutte le tarature, pari **1,45**.

Per gli apparecchi industriali rispondenti alle norme CEI 17-5 e IEC 947, il rapporto  $I/I_n$  è variabile in funzione del valore della corrente nominale ma comunque inferiore o uguale a **1,45**, ne deriva che per qualunque interruttore costruito secondo le norme sarà sempre soddisfatta la relazione:

$$I \leq 1,45 I_z$$

La seconda condizione di protezione imposta per le condutture, è quella di interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e al rischio di innesco di incendio nei materiali vicini alle condutture stesse.

Le condizioni imposte per la protezione dal **corto circuito** sono sostanzialmente le seguenti:

- *l'apparecchio deve essere installato all'inizio della conduttura protetta, con tolleranza di 3 m dal punto di origine;*
- *l'apparecchio non deve avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego;*
- *l'apparecchio di protezione deve avere potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito nel punto ove l'apparecchio stesso è installato;*
- *l'apparecchio deve intervenire in caso di corto circuito che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, con la necessaria tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.*

In conclusione sarà il dispositivo differenziale montato in blocco e/o in accoppiamento con l'interruttore magnetotermico, che costituirà l'elemento di sicurezza per l'impianto elettrico e per le persone.

Il dispositivo sarà in grado di rilevare correnti di dispersione che possono richiudersi verso terra attraverso il corpo umano, o per altro percorso non elettrico, anche di poche decine di milliampere agendo sui dispositivi di apertura in tempi estremamente rapidi (entro i 40 millisecondi), garantendo l'incolumità delle persone.

A completamento del quadro elettrico è prevista l'installazione di apposito controllore logico programmabile (PLC) modulare, equipaggiato per 16 ingressi digitali, 12 uscite a relè in grado di sovrintendere al funzionamento degli impianti elettromeccanici e di illuminazione.

## 6. IMPORTO PROGETTUALE – QUADRO TECNICO-ECONOMICO

Come si evince dal computo metrico estimativo (**All. E**) l'importo complessivo del presente progetto ammonta ad **€ 150.000,00=** dettagliati nel quadro tecnico-economico che segue:

QUADRO TECNICO-ECONOMICO				
<b>A)</b>	<b>LAVORI</b>			
	<b>a.1</b>	Importo lavori a misura come da computo metrico	€	128626,05
	<b>a.2</b>	Oneri della sicurezza diretti non soggetti a ribasso	€	1791,25
	<b>a.3</b>	Oneri della sicurezza indiretti non soggetti a ribasso	€	4604,36
	<b>SOMMANO A)</b>			<b>€ 133230,41</b>
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>			
	<b>b.1</b>	Arrotondamento	€	199,42
	<b>b.2</b>	Spese tecniche per progettazione, attività preliminari, coord. della sicurezza in fase di progettazione, conferenze di servizi, direzione lavori, coord. sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità, ass.ne ai dipendenti. Spese tecniche art.113, c.2 D. Lgs. 18/04/2016, n.50	€	2664,61
	<b>b.3</b>	Spese per pubblicità di gara	€	0,00
	<b>b.4</b>	Art. 205 D. Lgs. 18/04/2016, n.50	€	0,00
	<b>b.5</b>	Contributo Stazioni Appaltanti	€	30,00
	<b>b.6</b>	I.V.A. in ragione del 10% su a.1 + a.2	€	12862,61
	<b>b.3</b>	I.V.A. in ragione del 22 % su a.3	€	1012,96
	<b>SOMMANO B)</b>			<b>€ 16769,59</b>
	<b>IMPORTO COMPLESSIVO DI PROGETTO</b>			<b>€ 150000,00</b>

## **6.1 Elaborati di progetto**

- **All. A** – Relazione generale – specialistica e quadro economico;
- **All. B** – Capitolato speciale d'appalto;
- **All. C** – Elenco prezzi unitari;
- **All. D** – Analisi dei prezzi
- **All. E** – Computo metrico e stima;
- **All. F** – Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- **All. G** – Piano di sicurezza e coordinamento;
- **All. H** – Quadro di incidenza della manodopera;
- **All. I** – Cronoprogramma;
- **All. L** – Schema di contratto;

### ELEMENTI TECNICI

- **TAV. 01** – Stato di fatto;
- **TAV. 02** – Previsione progettuale architettonica;
- **TAV. 03** – Impianto idrico – Distribuzione reti di spinta e ricircolo – Particolari costruttivi;
- **TAV. 04** – Impianto illuminazione vasche;
- **TAV. 05** – Quadro elettrico di distribuzione – Schema unifilare;