

---

PROGETTO DI RESTAURO  
DEL COMPLESSO MONUMENTALE  
DELLA FONTANA DEL NETTUNO

---

**Impianto idraulico  
e sistema di ricircolo  
Seconda integrazione  
alla prima relazione**

Relazione a cura di:  
**Prof. Giovanni Naldi  
Ing. Cristiana Bragalli**

Bologna, 06/10/2016



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE,  
CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

## INDICE

### Premessa

1. Caratteristiche complessive dell'impianto idraulico esistente nel tratto finale di alimentazione degli ugelli
  - 1.1 Tubazioni in piombo
    - 1.1.1 Diagnostica
    - 1.1.2 Linee guida progettuali
  
2. Sistema delle Vasche poste sui lati del Castellum
  - 2.1 Linee guida progettuali
  
3. Linee di alimentazione degli ugelli
  - 3.1 Complesso L2\_DELFINI e L2\_SIRENE
    - 3.1.1 Diagnostica
    - 3.1.2 Linee guida progettuali
  - 3.2 L2\_LEONE
    - 3.2.1 Diagnostica
    - 3.2.2 Linee guida progettuali
  - 3.3 Complesso L2\_CARTIGLIO CON MASCHERONE – VASCA – L2\_CONCHIGLIA CON MASCHERONE
    - 3.3.1 Diagnostica
    - 3.3.2 Linee guida progettuali
  - 3.4 Complesso L3\_PUTTI CON DELFINI e L2\_CONCHIGLIA
    - 3.4.1 Diagnostica
    - 3.4.2 Linee guida progettuali
  - 3.5 Complesso L3\_VENTI e L4\_DELFINO NETTUNO
    - 3.5.1 Diagnostica
    - 3.5.2 Linee guida progettuali
  
4. Vasca principale e sistema di sfioro dell'acqua
  - 4.1 Diagnostica
  - 4.2 Linee guida progettuali

## PRINCIPALI ASPETTI EMERSI DALL'APPROFONDIMENTO DELLE INDAGINI EFFETTUATE NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO IDRAULICO

### Premessa

Per completare la fase di diagnostica è stata necessaria un'integrazione alle precedenti indagini mediante videoispezioni con sonda endoscopica delle superfici interne delle tubazioni in piombo. Le ispezioni sono state realizzate in collaborazione con ISCR ed è stato possibile trarre utili indicazioni sullo stato di conservazione e sulla funzionalità dell'impianto idraulico nell'ultima parte che alimenta gli ugelli.

La fase di diagnostica e le linee progettuali dell'impianto idraulico che ne conseguono, sono vincolate dal non avere completa accessibilità alle tubazioni esistenti. Tale condizione deriva dalle scelte di opportunità effettuate circa il restauro dei bronzi ed implica quindi di non poter effettuare una completa sostituzione delle tubazioni in piombo presenti nel tratto che va dall'interno del Castellum fino agli ugelli.

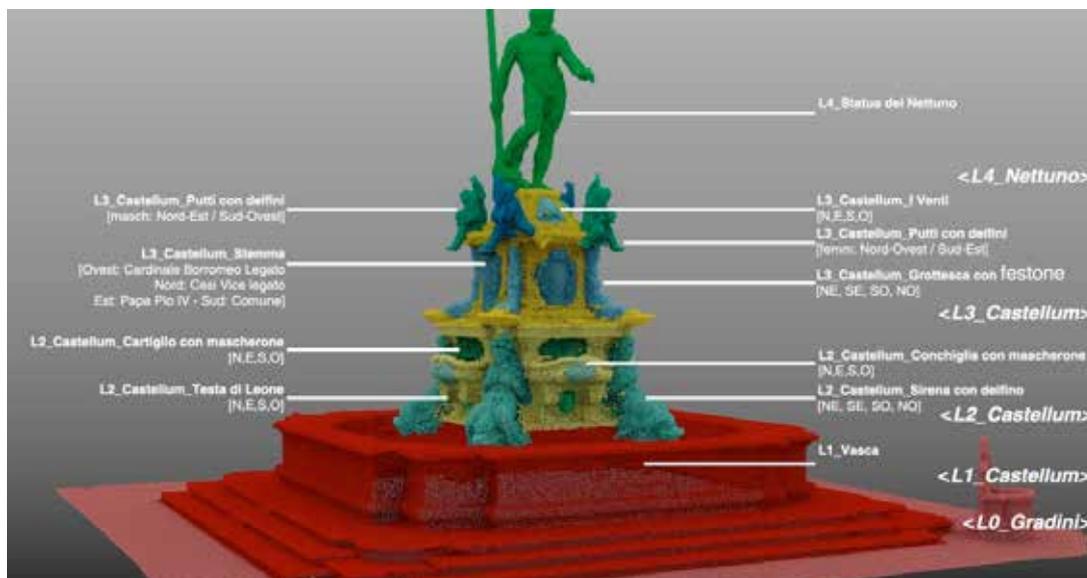
Le videoispezioni, volte a verificare lo stato delle tubazioni, si affiancano a quanto emerso dal rilievo fotogrammetrico dell'interno del Castellum che consente di collocare le tubazioni in piombo rispetto alla posizione esterna degli ugelli, di stabilirne quindi il tracciato all'interno del Castellum e di valutare lo stato di degrado della superficie esterna e di vincolo delle tubazioni stesse.

Infine la rimozione degli ugelli ha permesso di esaminarne le loro caratteristiche e lo stato di ostruzione, così da orientare al meglio le scelte progettuali.

La presente relazione conclude quindi la fase di diagnostica ed aggiorna le linee guida per la progettazione dell'impianto idraulico sulla base di uno stato conoscitivo completo.

Rimane inalterato il progetto iniziale per la parte che prevede la completa sostituzione del sistema di alimentazione, trattamento delle acque e ricircolo dell'impianto idraulico.

Si riportano di seguito i risultati delle indagini utilizzando la classificazione di Figura 1.



**Figura 1:**  
Classificazione degli ugelli

## 1. CARATTERISTICHE COMPLESSIVE DELL'IMPIANTO IDRAULICO ESISTENTE NEL TRATTO FINALE DI ALIMENTAZIONE DEGLI UGELLI

### 1.1 Tubazioni

#### in piombo

##### 1.1.1 Diagnostica

L'impianto idraulico presente nella Fontana del Nettuno, nel tratto che va dall'interno del Castellum fino agli ugelli, è costituito da tubazioni che sembrano essere tutte in piombo, tranne brevi tratti in rame; per quanto riguarda le dimensioni, con riferimento alle parti accessibili, si è rilevato un diametro esterno di circa 16 mm (filettatura gas 5/8") ed interno di circa 10 mm. In generale, le tubazioni in piombo non appaiono completamente annegate nella malta nel tratto che attraversa il Castellum, ma alloggiato all'interno di un condotto presumibilmente di materiale lapideo e solo in alcuni punti sono fissate con la malta (Figura 2). Questo conferisce alle tubazioni una discreta mobilità che può agevolare il loro sfilamento e successivo inserimento della tubazione nuova oppure il collegamento della tubazione in piombo esistente con il nuovo impianto di alimentazione degli ugelli che andrà a collocarsi all'interno del Castellum.

Le tubazioni in piombo attraversano il Castellum ed emergono all'esterno per inserirsi all'interno delle statue di bronzo per alimentare infine i relativi ugelli. In alcune parti, come in corrispondenza dei putti, la tubazione è visibile e sembra essere in buono stato; in altre parti, come per le sirene e i delfini, la tubazione non è visibile.

L'indagine visiva esterna ed endoscopica interna, hanno evidenziato un sistema di collegamento tra la tubazione in piombo che attraversano il Castellum e la parte di tubazione interna alle statue in bronzo. Questo collegamento consiste nell'inserimento di un tronchetto di rame di diametro inferiore a quello del tubo tra le due parti da unire, con successiva saldatura che appare ben conservata (Figura 3). Il sistema di giunzione implica un restringimento che sistematicamente impedisce alla sonda endoscopica di 5 mm di proseguire la videoispezione fino al collegamento del tubo in piombo con la tubazione in gomma all'interno del Castellum (Figura 4).

Complessivamente le tubazioni in piombo, per la parte che è stato possibile esplorare, sono risultate in buon stato rispetto alla presenza di fessurazioni. Le indagini endoscopiche hanno però mostrato come le superfici interne siano ricoperte da depositi che solo localmente arrivano a ridurre la sezione disponibile al passaggio dell'acqua, ma che in generale, se rimossi, possono ostruire gli ugelli (Figura 5).

I depositi sulle superfici interne delle tubazioni in piombo sono di colore bianco ed il passaggio della sonda lascia una traccia che non lascia pensare ad incrostazioni dure, oppure sono di colore arancione, in questo caso sembrano avere una maggiore consistenza. Questi depositi potrebbero essere indicativi di uno stato di alterazione della superficie in piombo che non ha indotto fenomeni di corrosione.

L'indagine ha consentito di approfondire la conoscenza del punto di passaggio delle tubazioni in piombo attraverso il Castellum.

Tutte le tubazioni dell'impianto idraulico che attraversano il Castellum per alimentare i cartigli con mascheroni delle quattro vasche non risultano murati, visto che da un'analisi visiva si vede la luce esterna, ma inserite nel condotto portatubo.

Il passaggio attraverso la muratura del basamento appare realizzato con un condotto in cotto di diametro di circa 50 mm, all'interno del quale passa la tubazione in piombo.



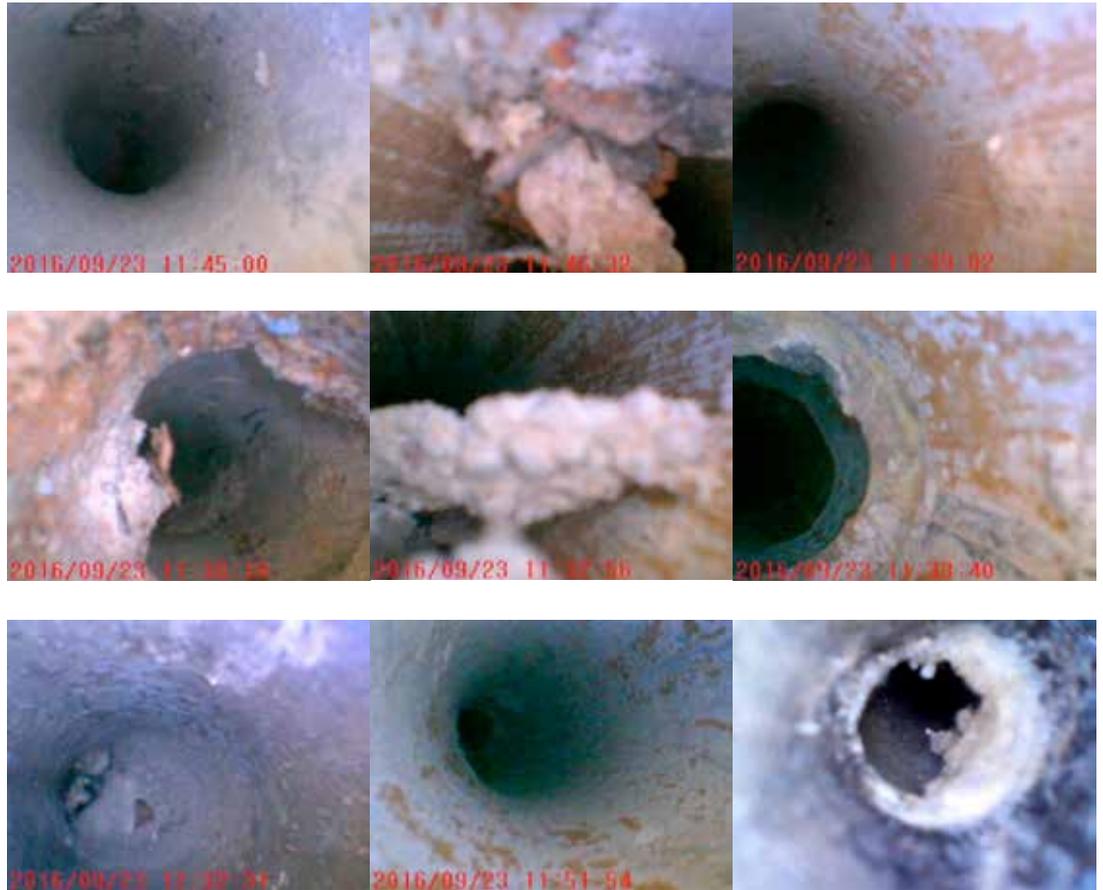
**Figura 2:** Tubazioni in piombo di alimentazione dei i getti dei Delfini (L2\_Castellum)



**Figura 3:** Collegamento tra diametri diversi delle tubazioni in piombo



**Figura 4:** Collegamento tra le tubazioni in piombo e le tubazioni in gomma all'interno del Castellum



**Figura 5:** Particolari delle superfici interne delle tubazioni di piombo

### 1.1.2 Linee guida progettuali

Le tubazioni in piombo laddove possibile dovrebbero essere sostituite per avere una superficie interna priva di incrostazioni. Il punto nodale infatti è legato al distacco di queste parti che possono ostruire gli ugelli, oltre che a rendere più difficoltosa la calibratura degli zampilli.

La sostituzione delle tubazioni in piombo è da prevedersi per:

- i. Tubazioni che alimentano i cartigli con mascherone.
- ii. Ultimo tratto delle tubazioni che alimentano i delfini, circa 0.2 m, in prossimità dell'ugello; si tratta di sostituire il tratto che va dalla giunzione all'ugello stesso. Allo stato attuale in molti casi l'ugello è mancante e la tubazione è troncata in corrispondenza della narice del delfino, rendendo impossibile l'installazione del nuovo ugello.

Rispetto al punto i) questo richiede lo smontaggio dei cartigli con mascherone, ciò rende fattibile anche la sostituzione degli ugelli attuali nei quali appare fessurato l'ultimo tratto filettato. Laddove non sia possibile sostituire le tubazioni in quanto non accessibili, è necessaria una pulizia con lavaggi d'acqua in pressione in controcorrente prima del montaggio dei nuovi ugelli. Viceversa un intervento di pulizia di tipo meccanico sarebbe ostacolato dalla presenza dei restringimenti nei punti di collegamento delle tubazioni in piombo, la cui forzatura rischia di compromettere l'integrità dell'impianto nei punti non accessibili.

Può essere valutata l'opportunità di lavaggi con liquidi debolmente aggressivi nei confronti delle incrostazioni, comunque non tali da avere effetti corrosivi per le superfici interne in

piombo. Coerentemente con le motivazioni indicate nella prima integrazione alla relazione per l'Attività 4 – Impianto idraulico e sistema di ricircolo (agosto 2016), è invece da prevedersi un nuovo tratto di tubazione destinato ad alimentare la conchiglia con mascherone che viene ad essere progettata come uno zampillo e non come sfioro dalle vasche poste sui quattro lati.

## 2. SISTEMA DELLE VASCHE POSTE SUI LATI DEL CASTELLUM

### 2.1 Linee guida progettuali

Il sistema Cartiglio con mascherone - Vasca – Conchiglia con mascherone viene quindi rivisto nel suo funzionamento idraulico. Le motivazioni, di carattere storico e funzionale, sono indicate nella prima integrazione alla relazione per l'Attività 4 – Impianto idraulico e sistema di ricircolo (agosto 2016).

Nello schema idraulico proposto la conchiglia con mascherone diviene uno zampillo alimentato da una tubazione che troverà alloggio nella trincea già presente sul fondo della vasca, si inserisce nel foro presente sul fondo in prossimità della parete del Castellum e si raccorda alla linea di getto ID4, che diventa unica per gli ugelli del cartiglio con mascherone e della conchiglia con mascherone. Infatti la portata e la traiettoria dei due ugelli devono essere uguali e le quote non molto dissimili consentono di accorpate l'alimentazione con relativa semplificazione dell'impianto. In fase di installazione è da prevedere una calibrazione degli ugelli. Dalla vasca va prevista la condotta di uscita, con una luce di scarico a battente, leggermente sopraelevata rispetto al fondo della vasca.

### 3. LINEE DI ALIMENTAZIONE DEGLI UGELLI

Il sistema di alimentazione degli è strutturato secondo quanto riportato in Tabella 1, con 7 linee di getto, ciascuna destinata ad alimentare ugelli omogenei.

ID Linea getto	LIVELLO	Linea getto	Tubazioni di alimentazione	Ugelli	Zampilli
1	L2_Castellum	Delfini	8	8	8
2	L2_Castellum	Leoni	4	4	8
3	L2_Castellum	Sirene	8	8	40
4	L2_Castellum	Conchiglia con mascherone	4	4	4
4	L2_Castellum	Cartiglio con mascherone	4	4	4
-	L3_Castellum	Conchiglie	-	-	-
5	L3_Castellum	Putti con Delfini	4	4	4
6	L3_Castellum	Venti	4	4	4
7	L4_Statua Nettuno	Delfino del Nettuno	2	2	2
	Totale		38	38	74

#### 3.1 Complesso L2\_DELFINI e L2\_ SIRENE

##### 3.1.1 Diagnostica

#### L2\_DELFINI

Ciascun delfino è alimentato da due tubazioni non accessibili se non nella parte in prossimità dell'ugello, in quanto la statua di bronzo è sopraelevata rispetto alla vasca principale (Figura 2). In corrispondenza di ogni angolo, escono dal Castellum due tubazioni. Ciascuna tubazione si collega al corrispondente tratto finale di tubo in prossimità dell'ugello mediante un tronchetto in rame interposto tra le due parti e poi saldato. Il restringimento che ne deriva impedisce alla videocamera di ispezionare le tubazioni. Il tratto finale della tubazione in piombo, in prossimità dell'ugello, è in molti casi rotto e la tubazione è troncata in corrispondenza della narice del delfino (Figura 6), rendendo impossibile l'installazione del nuovo ugello. È necessario quindi intervenire sia sull'ultimo tratto della tubazione in piombo, sia sull'ugello.



Figura 6: Particolari degli ugelli dei delfini

## L2\_SIRENA

Per quanto riguarda gli zampilli delle sirene, il cappuccio nel quale sono stati praticati i 5 fori ( $d = 2 \text{ mm}$ ) si avvita ad un filetto 1/4" (circa 12 mm) in ottone, il quale è collegato mediante saldatura alla tubazione in piombo (Figura 7). Questa parte è in generale ben conservata e non è prevista una sostituzione.

Procedendo nella parte interna alla statua, si trova un primo tratto lungo circa 0.20 m prima di un restringimento che corrisponde alla giunzione secondo il sistema precedentemente descritto. Segue un secondo tratto della tubazione che termina in corrispondenza di una seconda giunzione, realizzata presumibilmente con lo stesso sistema (come risulta da un'indagine con la sonda endoscopica inserita all'interno della statua), che collega il tratto esterno della tubazione con la parte che emerge dal Castellum.

Ogni sirena ha quindi due tubazioni di alimentazione che escono dal Castellum in una posizione sopraelevata rispetto alle due tubazioni che alimentano ciascun delfino, ma allineate con queste nel piano diagonale.

La superficie interna presenta delle incrostazioni di colore marrone/arancione oppure bianco latte, su queste ultime la sonda lascia una traccia al suo passaggio. Localmente si presentano parziali occlusioni della sezione, in parte rimosse dal passaggio della sonda a dimostrare che non sono particolarmente dure, ma invece mobili. Facendo scorrere un passacavo di 4 mm si riesce ad arrivare ad una lunghezza di inserzione del filo di circa 2.10 m ( $2.06 \div 2.15 \text{ m}$ ). La sonda endoscopica flessibile non ha consentito invece di andare oltre 0.6 m di ispezione, da imputarsi alla presenza di incrostazioni oppure di una curva della tubazione.



**Figura 7:** Particolari degli ugelli delle sirene

### 3.1.2 Linee guida progettuali

## L2\_DELFINI

L'ultimo tratto delle tubazioni che alimentano i delfini, circa 0.2 m, in prossimità dell'ugello deve essere sostituito per consentire di ripristinare il tratto filettato a cui avvita in nuovo ugello. In questo tronco di tubazione si può valutare di inserire anche la valvola di regolazione fine del getto, in modo da potervi accedere dall'esterno.

## **L2\_SIRENA**

È opportuna una pulitura delle tubazioni secondo quanto detto in precedenza e una verifica dell'integrità della saldatura tra tubazione e parte filettata.

### **3.2 L2\_LEONE**

#### 3.2.1 Diagnostica

Le tubazioni non sono accessibili, si nota in corrispondenza della bocca del leone un collegamento filettato. A questo è avvitato un cappuccio nel quale sono stati praticati i due fori che producono i due zampilli. Attualmente il getto dei leoni è abbastanza irregolare (Figura 8), ma ciò potrebbe derivare alla presenza di incrostazioni. Gli ugelli non sono stati integralmente rimossi per evitare che la tubazione possa rientrare all'interno del bronzo durante il periodo in cui l'ugello è smontato.

#### 3.2.2 Linee guida progettuali

Pulitura dell'ugello ed eventuale sostituzione se il getto rimanesse non sufficientemente regolare.

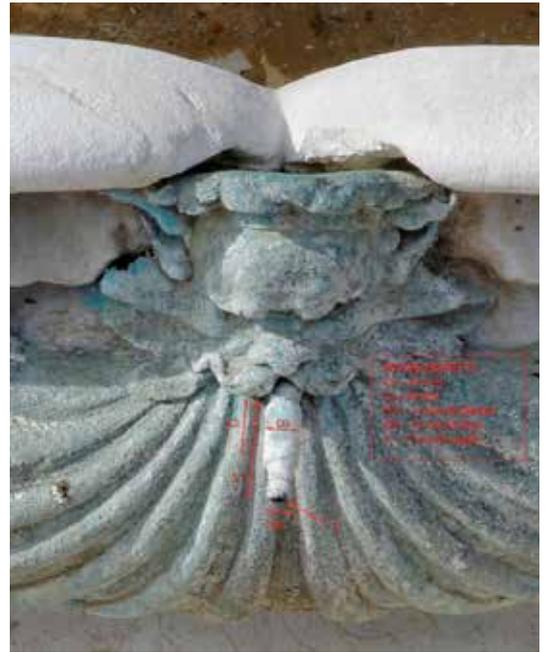


**Figura 8:** L2\_  
Castellum\_Leone

**3.3 Complesso L2\_**  
**CARTIGLIO CON**  
**MASCHERONE**  
**- VASCA - L2\_**  
**CONCHIGLIA CON**  
**MASCHERONE**

3.3.1 Diagnostica

**Figura 8:** L2\_ Castellum\_Cartiglio con mascherone (sinistra) e conchiglia con mascherone (destra)



**L2\_CARTIGLIO CON MASCHERONE**

Per quanto riguarda le tubazioni, la videoispezione della tubazione che alimenta il cartiglio sul lato E (resa possibile dallo smontaggio de cartiglio stesso) ha mostrato una tubazione sensibilmente alterata nella superficie interna. È stato possibile ispezionare con la sonda endoscopica il tratto di tubazione per una lunghezza di 0.70 m utilizzando la sonda rigida. La videoispezione con la sonda flessibile si arresta a 1.16 m, oltre l'avanzamento è stato bloccato da incrostazioni di colore marrone importanti. Invece con il passacavo il filo non trova ostacoli, probabilmente fino alla parte interna al Castellum. In questo caso non si hanno giunzioni nella tubazione in piombo quindi gli ostacoli all'avanzamento del filo possono essere dovuti a curve o incrostazioni.

**L2\_CONCHIGLIA CON MASCHERONE**

Per gli ugelli dei cartigli va ipotizzata una pulitura e montaggio arretrato oppure una loro sostituzione.

3.3.2 Linee guida progettuali

**L2\_CARTIGLIO CON MASCHERONE**

L'intervento sui cartigli con mascherone è funzionale alla modifica del sistema idraulico della vasca. Nell'ipotesi di perseguire questa scelta, è opportuno prevedere lo smontaggio dei cartigli con mascherone per consentire la sostituzione della tubazione. Per quanto riguarda gli ugelli dei cartigli va ipotizzata una pulitura e montaggio arretrato oppure una loro sostituzione.

**L2\_CONCHIGLIA CON MASCHERONE**

Va completamente rimossa il tronchetto in piombo che attualmente alimenta gli ugelli (come sfioro dalla vasca) per lasciare spazio alla nuova tubazione di alimentazione dell'ugello. La parte finale dovrà avere una filettatura che consenta il collegamento con l'ugello. Per gli ugelli della conchiglia con mascherone va ipotizzata una pulitura e montaggio arretrato oppure una loro sostituzione.

**3.4 Complesso  
L3\_ PUTTI CON  
DELFINI e L2\_  
CONCHIGLIA**

3.4.1 Diagnostica

**L3\_ PUTTI CON DELFINI**

La videoispezione è stata possibile fino ad un'aprofondità di inserimento della sonda endoscopica di circa 0.75 m, punto in cui è presente la giunzione con la parte che emerge dal Castellum.

**L2\_ CONCHIGLIE**

Le prove effettuate con alimentazione esterna delle conchiglie hanno evidenziato irregolarità nella forma dei beccucci e nel posizionamento delle conchiglie (Figura 10). Le prove effettuate alle Conchiglie del Livello L3\_Castellum mostrano una particolare asimmetria di sfioro per le conchiglie NO e SO, mentre in generale per tutte le conchiglie uno dei getti appare non compatto (Tabella 2). Questi aspetti producono un getto esteticamente poco efficace, per cui ai fini dell'impianto idraulico è da valutare un intervento di minimo impatto

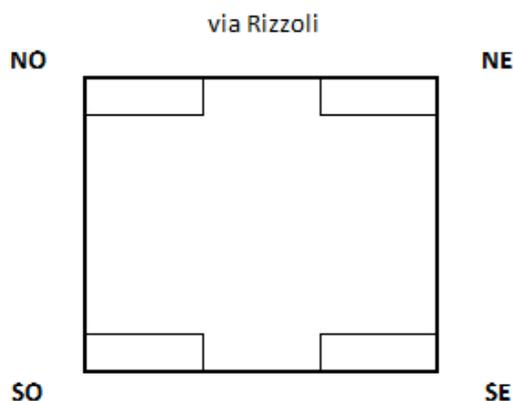
3.4.2 Linee guida progettuali

**L3\_ PUTTI CON DELFINI**

L'intervento riguarda la pulizia delle tubazioni, secondo quanto detto in precedenza, e la sostituzione degli ugelli.

**L2\_ CONCHIGLIE**

Con riferimento alla Figura 9, la Tabella 3 mostra come può essere sufficiente rimodellare esclusivamente la sezione finale dei beccucci inserendo all'interno di questi un materiale idoneo (ed eventualmente asportabile) opportunamente sagomato. Per agevolare la definizione della parte che si andrebbe ad inserire nel beccuccio e garantire la replicabilità della parte modellata, è possibile utilizzare il modello 3D per una prototipazione rapida.



**Figura 9:**  
Orientamento  
Conchiglie del Livello  
3\_Castellum

Conchiglia	Portata beccuccio sx (l/s)	Portata beccuccio dx (l/s)	Portata totale (l/s)	Note
SE	0.052	0.059	0.110	
NE	0.043	0.044	0.086	
NO	0.087	0.021	0.107	portate molto differenti sui due sfiori
SO	0.035	0.122	0.157	portate molto differenti sui due sfiori

**Tabella 2:** Prove  
effettuate sulle  
Conchiglie del Livello  
3\_Castellum

**Tabella 2:** Prove effettuate sulle Conchiglie del Livello 3\_Castellum

Conchiglia	Portata beccuccio sx (l/s)	Portata beccuccio dx (l/s)	Portata totale (l/s)	Note
SO	0.035 (22 %)	0.122 (78 %)	0.157	portate molto differenti sui due sfiori
SO beccuccio dx modificato	0.047 (44 %)	0.061 (56 %)	0.108	portate simili con modifica beccuccio dx

**Figura 10:** Particolare Conchiglia SE e NO poste al livello L3\_Castellum



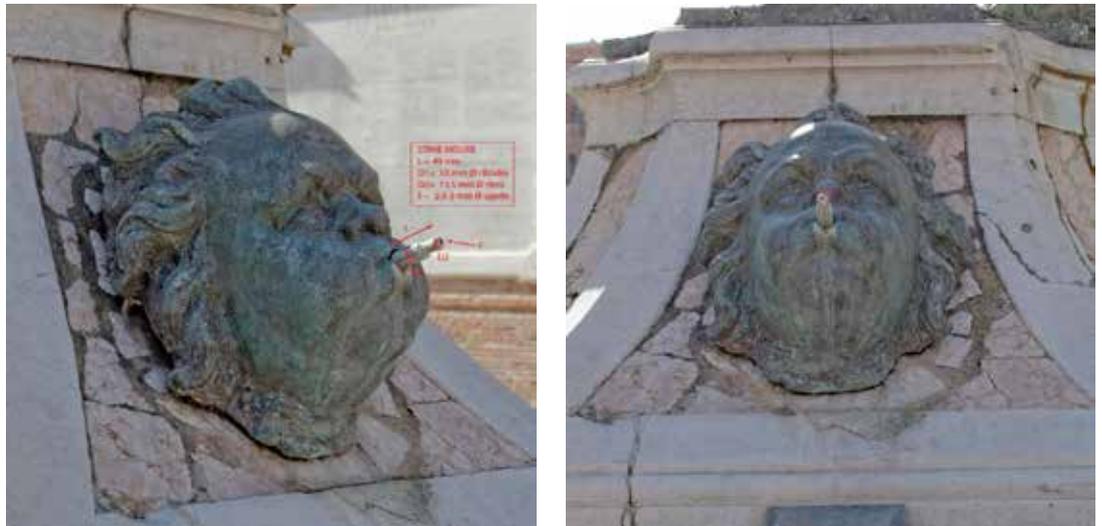
### 3.5 Complesso L3\_ L3\_ VENTI

#### VENTI e L4\_DELFINO NETTUNO

##### 3.5.1 Diagnostica

La posizione dell'ugello dei Venti ha suggerito di non intervenire nella fase di diagnostica con lo smontaggio per evitare che una volta rimosso l'ugello, possa esserci un arretramento della tubazione all'interno del bronzo, per cui si procederà ad una verifica in fase di pulizia delle tubazioni e di sostituzione dell'ugello.

**Figura 11:** L3\_Venti



#### L4\_ DELFINO NETTUNO

Gli ugelli attualmente installati sono di differente tipologia (Figura 12). In particolare l'ugello di sinistra è differente da tutti gli altri ugelli presenti nella Fontana del Nettuno.

Le tubazioni che alimentano gli ugelli emergono dal Castellum come mostra la Figura 13, non è possibile inserire la sonda endoscopica flessibile che si ferma dopo un breve tratto.

3.5.2 Linee guida progettuali

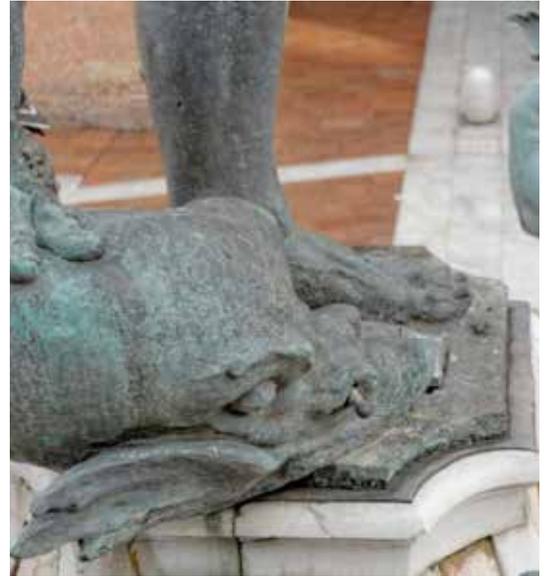
**L3\_ VENTI**

Per gli ugelli dei venti è da prevedere una sostituzione ed un montaggio più arretrato rispetto alla situazione attuale.

**L4\_ DELFINO NETTUNO**

Va valutata con ISCR una possibile datazione dell'ugello di sinistra e l'opportunità di mantenerlo.

**Figura 12:** L4\_Delfino Nettuno. Si possono notare che i due ugelli installati sono di diversa tipologia



**Figura 13:** L4\_Delfino Nettuno. Particolare delle tubazioni di alimentazione. Si possono notare che i due ugelli installati sono di diversa tipologia



## 4. VASCA PRINCIPALE E SISTEMA DI SFIORO DELL'ACQUA

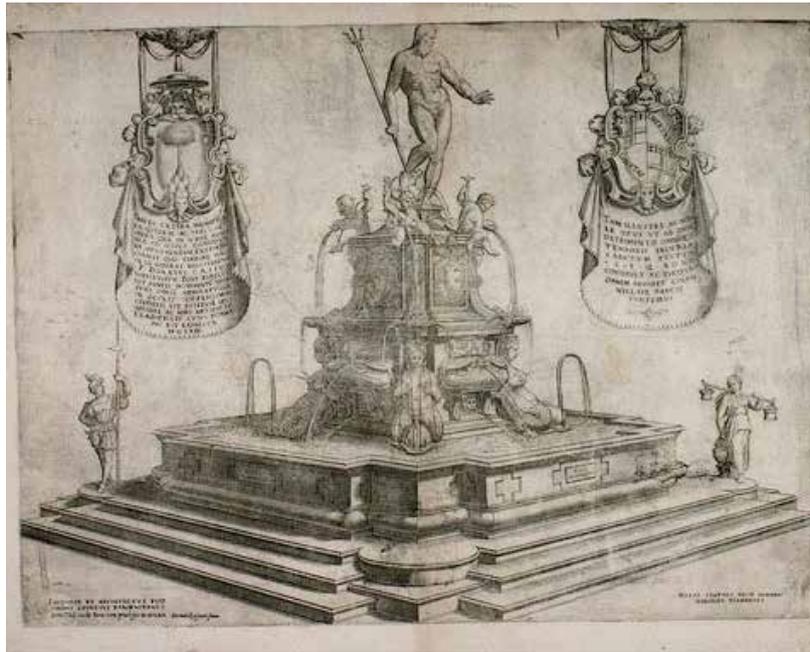
### 4.1 Diagnostica

Il sistema attuale di sfioro dell'acqua dalla vasca principale è composto da tre aperture circolari a raso, leggermente sopraelevate, praticate nella vasca sui lati N,S,O (Figura 14) e ottenute creando delle nicchie nella parte lapidea. I fori sono dotati di una griglia che impedisce il passaggio di parti grossolane. L'acqua sfiorata viene raccolta da tre tubazioni che si uniscono in un unico condotto per formare il tratto di ritorno del sistema di ricircolo di cui la Fontana è dotata e per il quale è prevista la completa sostituzione.

Dalla comparazione con le immagini storiche, appare come queste aperture non fossero originariamente presenti. Nella Figura 15, nella foto storica il lato sud appare privo di apertura, così come il lato est che rimane anche oggi l'unico lato in cui la nicchia non è presente; è possibile riconoscere il lato focalizzando l'attenzione sullo stemma papale presente sul lato est della Fontana. Le tre aperture non si ritrovano almeno fino alla fine del 1900 (Figura 16). Si può notare che il lato rappresentato nelle immagini è il lato ovest, dove oggi è invece presente la nicchia.



**Figura 14:** Aperture sui lati N,S, O, realizzate per lo sfioro superficiale della vasca



**Figura 15:** Disegno della Fontana del Nettuno di Domenico Tibaldi del 1570



**Figura 16:** foto ACA-F-037828-0000: La base della fontana del Nettuno a Bologna, opera del Giambologna., 1920-1930 ca., Archivi Alinari, Firenze

La Figure 17 pone a confronto le immagini storiche. Dal testo integrale tratto dal Fondo Gozzadini, Manoscritti, 62, Rellatione data dal Sig. Thomaso Lauri (recte Laureti) Siciliano pittore et Architetto della Fonte su la Piazza di Bologna et i suoi condotti al Ill.mo et R.mo Cardinale Filippo Guastavillani bolognese a perpetua istrutione per conservarla. (B.C.A.Bo), si ricava come funzionasse in origine il sistema di uscita dell'acqua dalla Fontana del Nettuno

*“.... Ma tornando alla Fonte, dico che sotto la testa de uno dei leoni all'incontro del palazzo vi è un'apertura, la quale sta appunto sopra il primo zocco del piedistallo di mezzo et al livello del labbro del vaso maggiore, sopra alla quale apertura ho fato ponere una lastra di piombo traforata, acciò non si entra alcuna bruttura, et poich'è pieno il vaso d'acqua, ella entra per essi buchi, et per un condotto di piombo lungo, quanto è il vaso, si conduce nelli orciuoli di terra cotta, quali la portano alla fonte piccola.”*

Il testo spiega quindi come nel normale funzionamento le due fontane, La fontana del Nettuno e la Fontana Vecchia (fonte piccola), funzionassero in serie. L'acqua in arrivo dalla condotta di adduzione veniva inviata alla Fontana del Nettuno, dove la vasca principale era dotata di un unico punto di sfioro che avveniva da una griglia forata posta su un lato sotto la testa del leone. Si può pensare che la griglia fosse sul lato ovest. L'acqua sfiorata veniva raccolta in un condotto di piombo che diveniva poco dopo un condotto di orciuoli fino ad arrivare in prossimità della Fontana Vecchia (Fonte piccola, nel testo citato). Era comunque previsto un punto di manovra per regolare la portata che giungeva dal condotto di alimentazione in orciuoli delle Fontane e deviarlo eventualmente alla Fontana Vecchia, senza passare dalla Fontana del Nettuno:

*“... Ma tornando alli orciuoli, dico che quello più vicino alla Fonte s'inserisce in una pietra di selice traforata, et nel buco della quale (verso la Fonte) v'è inserto uno cannone di piombo lungo circa a sei piedi, il quale, poco discosto dal suo fine, si divide in duoi rami, uno serve per condurre l'acqua alla Fonte piccola, quando per qualche accidente non potesse andare alla grande, l'altro, girando intorno al voto della Fonte, fa una forma d'otto faccie, nelle quattro delle quali vi sono inserite le canne, che portano l'acqua alla Fonte, quali sono venti cinque; ma alcune si dividono in due, come sono la quattro Sirene, li cinque Delfini, et le quattro maschere, et altri nasi piccioli, di modo che sono in tutto trenta otto spinelli che potrebbero gettare acqua nella Fonte; et tutte queste canne hanno le chiavi per potere aprire e serrare qual si vuole, con il segno da potere conoscere dove portano l'acqua.”*



**Figura 17:** Foto ACA-F-037828-0000: La base della fontana del Nettuno a Bologna, opera del Giambologna., 1920-1930 ca., Archivi Alinari, Firenze



**Figura 18:** Traccia della linea di sommergenza del delfino lasciata dall'acqua sul bronzo

#### **4.2 Linee guida progettuali**

Per quanto riguarda il livello dell'acqua nella vasca, la Figura 18 mostra la traccia della linea di sommergenza del delfino lasciata dall'acqua sul bronzo. Se questo livello venisse abbassato agendo sui punti di scarico ( che potrebbero essere abbassati per portarli al livello della lastra di marmo nella quale sono inseriti), risulterebbe però parzialmente scoperta la base di appoggio dei bronzi. Valutazioni su questo possibile intervento esulano dall'aspetto idraulico. Si richiama l'attenzione sulla necessità di garantire la tenuta idraulica in corrispondenza dei mattoni visibili e scoperti alla base del Castellum.

**Prof. Giovanni Naldi**  
**Ing. Cristiana Bragalli**

## **APPENDICE**

### **INDICE**

#### APPENDICE I.

Specifiche tecniche ugelli con la configurazione attuale dello schema idraulico delle vasche poste sui lati

#### APPENDICE II.

Specifiche tecniche tubazioni con la configurazione attuale dello schema idraulico delle vasche poste sui lati

#### APPENDICE III.

Specifiche tecniche ugelli con la configurazione modificata dello schema idraulico delle vasche poste sui lati

#### APPENDICE IV.

Specifiche tecniche tubazioni con la configurazione modificata dello schema idraulico delle vasche poste sui lati

APPENDICE I. SPECIFICHE TECNICHE UGELLI CON LA CONFIGURAZIONE ATTUALE DELLO SCHEMA IDRAULICO DELLE VASCHE POSTE SUI LATI

ID linea getto	IMBILLO	Ugello	Z <sup>o</sup> (m) quota ugello rispetto al caposaldo C60	N. zampilli	Diametro ugello (mm)	Portata ugello (l/s)	Portata ugello (l/min)	Area ugello (mm <sup>2</sup> )	Pressione sezione uscita ugello (m)	H (m) carico idraulico sezione uscita ugello rispetto al caposaldo C60	% contributo alla portata complessiva	Note
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1sx	2.355	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.002	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1dx	2.376	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.023	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2sx	2.335	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	3.982	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2dx	2.343	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	3.990	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3sx	2.347	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	3.994	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3dx	2.359	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.006	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4sx	2.383	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.030	3.17	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4dx	2.371	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.018	3.17	
2	L2 Castellum	L2 LeoneN_U5	2.723	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.387	2.26	due fori da 3 mm
2	L2 Castellum	L2 LeoneE_U6	2.719	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.383	2.26	
2	L2 Castellum	L2 LeoneS_U7	2.715	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.379	2.26	
2	L2 Castellum	L2 LeoneO_U8	2.727	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.391	2.26	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9sx	3.245	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.741	2.72	ugello equivalente a quello attuale
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9dx	3.225	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.721	2.72	
3	L2 Castellum	L2 SirenaE_U10sx	3.242	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.738	2.72	
3	L2 Castellum	L2 SirenaE_U10dx	3.241	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.737	2.72	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11sx	3.249	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.745	2.72	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11dx	3.229	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.725	2.72	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12sx	3.261	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.757	2.72	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12dx	3.241	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.737	2.72	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneN_U13	3.428	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.475	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneE_U14	3.403	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.450	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneS_U15	3.419	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.466	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneO_U16	3.387	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.434	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneN_U17	3.739	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.786	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneE_U18	3.736	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.783	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneS_U19	3.739	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.786	0.84	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneO_U20	3.739	1	5	0.018	1.107	19.6350	0.047	3.786	0.84	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNE_U21sx	4.113								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNE_U21dx	4.095								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSE_U22sx	4.110								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSE_U22dx	4.119								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSO_U23sx	4.118								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSO_U23dx	4.146								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNO_U24sx	4.120								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNO_U24dx	4.143								-	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniNE_U25	5.792	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.150	4.53	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniSE_U26	5.792	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.150	4.53	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniSO_U27	5.784	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.142	4.53	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniNO_U28	5.800	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.158	4.53	
6	L4 Castellum	L4 VentIN_U29	6.040	1	5	0.070	4.200	19.6350	0.675	6.715	3.17	
6	L4 Castellum	L4 VentIE_U30	6.038	1	5	0.070	4.200	19.6350	0.675	6.713	3.17	
6	L4 Castellum	L4 VentIS_U31	6.041	1	5	0.070	4.200	19.6350	0.675	6.716	3.17	
6	L4 Castellum	L4 VentIO_U32	6.045	1	5	0.070	4.200	19.6350	0.675	6.720	3.17	
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33sx	6.464	1	5	0.070	4.200	19.6350	0.675	7.139	3.17	
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33dx	6.534	1	5	0.070	4.200	19.6350	0.675	7.209	3.17	
				<b>74</b>		<b>2.208</b>	<b>132.454</b>				<b>100.00</b>	

## APPENDICE II. SPECIFICHE TECNICHE TUBAZIONI CON LA CONFIGURAZIONE ATTUALE DELLO SCHEMA IDRAULICO DELLE VASCHE POSTE SUI LATI

ID linea getto	LIVELLO	Tubazione	Attuale/ Nuova	Diametro (mm)	Raccordo ugello (filettatura)	Portata tubazione (l/s)	Portata tubazione (l/min)	Velocità (m/s)	INTERVENTI	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	sostituzione ultimo tratto tubazione attuale con raccordo per ugello	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891		
2	L2 Castellum	L2 LeoneN_U5	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637		pulitura filetto e ugello e verifica zampilli
2	L2 Castellum	L2 LeoneE_U6	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637		
2	L2 Castellum	L2 LeoneS_U7	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637		
2	L2 Castellum	L2 LeoneO_U8	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637		
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaSE_U10sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaSE_U10dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764		
-	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneN_U13								
-	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneE_U14								
-	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneS_U15								
-	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneO_U16								
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneN_U17	nuova	8		0.018	1.107	0.367		inserimento nuove tubazioni e raccordo filettato per ugello
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneE_U18	nuova	8		0.018	1.107	0.367		
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneS_U19	nuova	8		0.018	1.107	0.367		
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneO_U20	nuova	8		0.018	1.107	0.367		
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNE_U21sx							sagomatura becucci per regolarizzare il getto	
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNE_U21dx								
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSE_U22sx								
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSE_U22dx								
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSO_U23sx								
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSO_U23dx								
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNO_U24sx								
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNO_U24dx								
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoNE_U25	attuale	10		0.100	6.000	1.273	sostituzione tratto filettato per ugello	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoSE_U26	attuale	10		0.100	6.000	1.273		
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoSO_U27	attuale	10		0.100	6.000	1.273		
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoNO_U28	attuale	10		0.100	6.000	1.273		
6	L4 Castellum	L4 VentiN_U29	attuale	10	1/4"	0.070	4.200	0.891		
6	L4 Castellum	L4 VentiE_U30	attuale	10	1/4"	0.070	4.200	0.891		
6	L4 Castellum	L4 VentiS_U31	attuale	10	1/4"	0.070	4.200	0.891		
6	L4 Castellum	L4 VentiO_U32	attuale	10	1/4"	0.070	4.200	0.891		
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33sx	attuale	10	1/4"	0.070	4.200	0.891	intervento su ugello da valutare in fase di montaggio	
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33dx	attuale	10	1/4"	0.070	4.200	0.891		
						<b>2.134</b>	<b>128.027</b>			

ID linea getto	LIVELLO	Tubazione	Diametro (mm)	Portata tubazione (l/s)	Portata tubazione (l/min)	Velocità (m/s)	% contributo linea alla portata complessiva
1	L2 Castellum	<b>1 L2 Delfini</b>	40	0.560	33.600	0.446	26.24
2	L2 Castellum	<b>2 L2 Leoni</b>	25	0.200	12.000	0.407	9.37
3	L2 Castellum	<b>3 L2 Sirene</b>	25	0.480	28.800	0.978	22.50
4	L2 Castellum	<b>4 L2 ConchiglieCartiglio</b>	25	0.074	4.427	0.150	3.46
5	L4 Castellum	<b>5 L4 Putti</b>	25	0.400	24.000	0.815	18.75
6	L4 Castellum	<b>6 L4 Venti</b>	25	0.280	16.800	0.570	13.12
7	L5 Statua Nettuno	<b>7 L5 DelfinoNettuno</b>	25	0.140	8.400	0.285	6.56
<b>Totale</b>				<b>2.134</b>	<b>128.027</b>		<b>100.00</b>

## APPENDICE III. SPECIFICHE TECNICHE UGELLI CON LA CONFIGURAZIONE MODIFICATA DELLO SCHEMA IDRAULICO DELLE VASCHE POSTE SUI LATI

ID linea getto	IMBILLO	Ugello	Z <sup>o</sup> (m) quota ugello rispetto al caposaldo C&O	N. zampilli	Diametro ugello (mm)	Portata ugello (l/s)	Portata ugello (l/min)	Area ugello (mm <sup>2</sup> )	Pressione sezione uscita ugello (m)	H (m) carico idraulico sezione uscita ugello rispetto al caposaldo C&O	% contributo alla portata complessiva	Note
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1sx	2.355	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.002	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1dx	2.376	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.023	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2sx	2.335	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	3.982	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2dx	2.343	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	3.990	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3sx	2.347	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	3.994	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3dx	2.359	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.006	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4sx	2.383	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.030	2.98	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4dx	2.371	1	4	0.070	4.200	12.5664	1.647	4.018	2.98	
2	L2 Castellum	L2 LeoneN_U5	2.723	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.387	2.13	due fori da 3 mm
2	L2 Castellum	L2 LeoneE_U6	2.719	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.383	2.13	
2	L2 Castellum	L2 LeoneS_U7	2.715	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.379	2.13	
2	L2 Castellum	L2 LeoneO_U8	2.727	2	3	0.050	3.000	14.1372	0.664	3.391	2.13	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9sx	3.245	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.741	2.55	ugello equivalente a quello attuale
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9dx	3.225	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.721	2.55	
3	L2 Castellum	L2 SirenaE_U10sx	3.242	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.738	2.55	
3	L2 Castellum	L2 SirenaE_U10dx	3.241	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.737	2.55	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11sx	3.249	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.745	2.55	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11dx	3.229	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.725	2.55	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12sx	3.261	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.757	2.55	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12dx	3.241	5	5	0.060	3.600	19.6350	0.496	3.737	2.55	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneN_U13	3.428	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.648	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneE_U14	3.403	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.623	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneS_U15	3.419	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.639	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneO_U16	3.387	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.607	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneN_U17	3.739	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.959	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneE_U18	3.736	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.956	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneS_U19	3.739	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.959	1.70	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneO_U20	3.739	1	5	0.040	2.400	19.6350	0.220	3.959	1.70	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNE_U21sx	4.113								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNE_U21dx	4.095								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSE_U22sx	4.110								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSE_U22dx	4.119								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSO_U23sx	4.118								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaSO_U23dx	4.146								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNO_U24sx	4.120								-	
-	L3 Castellum	L3 ConchigliaNO_U24dx	4.143								-	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniNE_U25	5.792	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.150	4.26	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniSE_U26	5.792	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.150	4.26	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniSO_U27	5.784	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.142	4.26	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfiniNO_U28	5.800	1	7	0.100	6.000	38.4845	0.358	6.158	4.26	
6	L4 Castellum	L4 VentIN_U29	6.040	1	5	0.065	3.900	19.6350	0.582	6.622	2.77	
6	L4 Castellum	L4 VentIE_U30	6.038	1	5	0.065	3.900	19.6350	0.582	6.620	2.77	
6	L4 Castellum	L4 VentIS_U31	6.041	1	5	0.065	3.900	19.6350	0.582	6.623	2.77	
6	L4 Castellum	L4 VentIO_U32	6.045	1	5	0.065	3.900	19.6350	0.582	6.627	2.77	
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33sx	6.464	1	5	0.065	3.900	19.6350	0.582	7.046	2.77	
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33dx	6.534	1	5	0.065	3.900	19.6350	0.582	7.116	2.77	
				<b>74</b>		<b>2.350</b>	<b>141.000</b>				<b>100.00</b>	

## APPENDICE IV. SPECIFICHE TECNICHE TUBAZIONI CON LA CONFIGURAZIONE MODIFICATA DELLO SCHEMA IDRAULICO DELLE VASCHE POSTE SUI LATI

ID linea getto	LIVELLO	Tubazione	Attuale/ Nuova	Diametro (mm)	Raccordo ugello (filettatura)	Portata tubazione (l/s)	Portata tubazione (l/min)	Velocità (m/s)	INTERVENTI
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	sostituzione ultimo tratto tubazione attuale con raccordo per ugello
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNE_U1dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSE_U2dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoSO_U3dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4sx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
1	L2 Castellum	L2 DelfinoNO_U4dx	attuale	10		0.070	4.200	0.891	
2	L2 Castellum	L2 LeoneN_U5	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637	pulitura filetto e ugello e verifica zampilli
2	L2 Castellum	L2 LeoneE_U6	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637	
2	L2 Castellum	L2 LeoneS_U7	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637	
2	L2 Castellum	L2 LeoneO_U8	attuale	10	1/4"	0.050	3.000	0.637	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNE_U9dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSE_U10sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSE_U10dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaSO_U11dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12sx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
3	L2 Castellum	L2 SirenaNO_U12dx	attuale	10	1/4"	0.060	3.600	0.764	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneN_U13	nuova	8		0.040	2.400	0.796	inserimento nuove tubazioni e raccordo filettato per ugello
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneE_U14	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneS_U15	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
4	L2 Castellum	L2 Conchiglia con mascheroneO_U16	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneN_U17	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneE_U18	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneS_U19	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
4	L2 Castellum	L2 Cartiglio con mascheroneO_U20	nuova	8		0.040	2.400	0.796	
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNE_U21sx							sagomatura becucci per regolarizzare il getto
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNE_U21dx							
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSE_U22sx							
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSE_U22dx							
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSO_U23sx							
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieSO_U23dx							
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNO_U24sx							
-	L3 Castellum	L3 ConchiglieNO_U24dx							
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoNE_U25	attuale	10		0.100	6.000	1.273	sostituzione tratto filettato per ugello
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoSE_U26	attuale	10		0.100	6.000	1.273	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoSO_U27	attuale	10		0.100	6.000	1.273	
5	L4 Castellum	L4 Putti con delfinoNO_U28	attuale	10		0.100	6.000	1.273	
6	L4 Castellum	L4 VentIN_U29	attuale	10	1/4"	0.065	3.900	0.828	
6	L4 Castellum	L4 VentIE_U30	attuale	10	1/4"	0.065	3.900	0.828	
6	L4 Castellum	L4 VentIS_U31	attuale	10	1/4"	0.065	3.900	0.828	
6	L4 Castellum	L4 VentIO_U32	attuale	10	1/4"	0.065	3.900	0.828	
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33sx	attuale	10	1/4"	0.065	3.900	0.828	intervento su ugello da valutare in fase di montaggio
7	L5 Statua Nettuno	L5 Delfino Nettuno_U33dx	attuale	10	1/4"	0.065	3.900	0.828	
						<b>2.350</b>	<b>141.000</b>		

ID linea getto	LIVELLO	Tubazione	Diametro (mm)	Portata tubazione (l/s)	Portata tubazione (l/min)	Velocità (m/s)	% contributo linea alla portata complessiva
1	L2_Castellum	1 L2 Delfini	40	0.560	33.600	0.446	23.83
2	L2_Castellum	2 L2 Leoni	25	0.200	12.000	0.407	8.51
3	L2_Castellum	3 L2 Sirene	25	0.480	28.800	0.978	20.43
4	L2_Castellum	4 L2 ConchiglieCartiglio	25	0.320	19.200	0.652	13.62
5	L4_Castellum	5 L4 Putti	25	0.400	24.000	0.815	17.02
6	L4_Castellum	6 L4 Venti	25	0.260	15.600	0.530	11.06
7	L5_Statua Nettuno	7 L5 DelfinoNettuno	25	0.130	7.800	0.265	5.53
<b>Totale</b>				<b>2.350</b>	<b>141.000</b>		<b>100.00</b>