

INSPECTION OF THE WALLS ON THE EDGE OF THE CLIFF OF ARCO CASTLE NEAR GARDA LAKE

Dario Foppoli Foppoli Moretta e Associati Tirano (SO) – ITALY <u>posta@foppolimoretta.it</u> <u>www.foppolimoretta.it</u>

> FOPPOLI MORETTA «ASSOCIATI

società di ingegneria.

# History



- archaeological remains states the presence on the cliff of settlements previous than medieval times;
- a castle built for defensive purposes by Arco's noblemen already existed around the year 1000;
- from the 13th century the castle became the property of the House of earl of Arco;
- in 1703, during the war of Spanish succession, the castle was seriously damaged by the French bombings;
- it was later abandoned and went to ruin;
- in 1982 it was purchased by the municipality





Introduction

pointà di ingegner a

### The Castle of Arco





Front views of the cliff where the castle is settled

FOPPOLI MORETTA ®ASSOCIATI

società di ingegneria

### The Castle of Arco





Planimetric view with the location of the inspected walls

Introduction



### **Objectives and Methodologies**





### > OBJECTIVE

Provide a useful tool to understand and evaluate the conservation status of the castle in order to plan and manage conservation activities over time

### METHODOLOGY

The analysis of a large and inaccessible building requires innovative methodology that requested:

- surface evaluation by expert technicians;
- effective recording and localization of collected data;
- develop an analytical report that can record the state of conservation and evaluate priorities of intervention.

MORETTA

pointé di ingegner a

### **Activities Carried out**





### THE FOLLOWING ACTIVITIES WERE CARRIED OUT:

- aero-photogrammetric survey with the use of a drone to obtain the photo-straighten up of the front views
- inspection of the external surfaces of the walls carried out by expert technicians with access and positioning techniques by ropes;
- photographic documentation;
- drawing up an inspection report;
- drawing up of synoptic sketch;
- preliminary planning and cost estimation.







Zenithal vision of the Renghena Tower made by drone

Stereoscopic photo-grammetry allows you to capture metric data of an object by capturing a couple of stereo metric frames made by two different shooting points.











Frames of the north facade of the Laghel Tower

Frames are made with remote controlled drone that is in this case necessary to take the shooting even at inaccessible points









Images of the Point Cloud of the Laghel Tower

Photos are processed using a software that interpolates the image pixels and creates a three-dimensional Point Cloud model.

**Operating modes** 









From the model it is possible to take off the ortho-photo of the front views.

### **Inspection Trough Ropes**





To inspect the walls raising on the edge of the cliff it was necessary to use access and positioning techniques by ropes in compliance with the Italian Health & Safety Code. **Operating modes** 

### Photo-straighten up of the views





Example of photo-straighten up of the walls and location of photographic shoots.

Activity results



For the correct setting of any decision-making process, data collection and data quality is the most qualifying primary assumption.

The most advanced European experience of complex systems analysis and management, such as heritage buildings, uses condition assessment methodologies based on the draw up of forms for each element / technological class.

Such methodologies are particularly useful in the case of vast and/or widespread and/or difficult access heritage such as the Arco di Trento castle complex.

The proposed tool develops an analytical and expeditious data collection but is able to provide a qualified and reasoned assessment of the priorities for intervention on the building.



pointà di ingegner a



		REPORT	ISPEZIO	NE				
Denominazione Località Ispezione Documento Elemento								
	Arco - Via Castello	04/07/2017	Schede	Classe	Sottoclasse	Supporto	Sub	
Castello di Arco	45"55"18.8"N, 10"53"16.8"E		tecniche	SV	MP	7		Γ



segmento sud: di analogo fattura ma con si eleva dal terreno per circa 100 cm e che termina con una copertina formata di pietre anche di spessore sottile e giunti malta posti complanari. Presenza di muro di contrafforte/sostruzione nella zone sud della muratura, realizzata con tessitura abbastanza regolare.

Esposizione est	
Stato di conservazione generale:	
Anno di realizzazione	Non nota
Documentatione fotografica inpezione	AND Documentatione lotografica ispezione/Supporto 2

Interventi	h					
Non individual	di					
Anno di realizza	done		Q 2			100
Elementi	Classe	Sottoclasse	Supporto	Sub	numero	Docum
Rilievo median	te drone con f	otoraddrizzamenti 1011	dei prospetti ester	ni		
PERIO DI TEMPLOA	Classe	Sottoclasse	Supporto	Sub	numero	Docum
Elementi	sv	MP	1-36			Area 3 Sup 5 6-7-8-9-11-12

It arranges the information collected analytically by processing forms for each technological element

### • DESCRIPTION :

Provides technological description of thr status of conservation and photographic documentation (hyperlink))

#### • INTERVENTIONS:

Files the interventions already made on the asset (hyperlink)

#### • DIAGNOSTICS AND SURVEYS:

Files the activities already performed for analysis and knowledge purpose (hyperlink)



ARA.

		REPORT	ISPEZIO	NE				
Denominazione	Località	Ispezione	Documento		Elen	nento		_
Castello di Arco - Via Castello descrito presi		1000000	Schede	Classe	Sottoclasse	Supporto	Sub	n
Lastello di Arco	45°55'18.8"N, 10°53'16.8'E	94/0//2017	tecniche	sv	MP	7		

#### DANNI



### •DAMAGES:

Description:

Contains the description of the damage *Instructions:* 

Describes the mechanisms that caused the damages

Quantification:

Severity: The magnitude of the damage

*Urgency:* Quickness to produce a further significant deterioration



		REPORT	ISPEZIO	NE				
Denominazione	Località	Ispezione	Documento		Elerr	nento		_
	Arco - Via Castello	84/07/2017	Schede	Classe	Sottoclasse	Supporto	Sub	n
Castello di Arco	45'55'18.8'N, 10'53'16.8'E		tecniche	SV	MP	7		Γ

DAMA

Descritione           Presenza di piante a portamento erbaceo internamente el destormente el destormente el destormente el destormente el destormente el destormente el portenble interagire con la mustura.           Reavera         Uncenza           Reavera         Uncenza           Reavera         Uncenza           Reavera         Uncenza           Reavera         Uncenza           Reavera         Uncenza           Reavera         I a graserua di specie a portamento arbuistivo al pe può portare alla in stabilizzazione anche della compagine muraria. La conscitta della piante può portare nel medio lungo termena el completo nasconfinento dell'acterizzazione anche della compagine muraria. La conscitta della piante può portare nel medio lungo termena el completo nasconfinento dell'acterizzazione anche della compagine muraria.           Reavera         1         2         3         2         1         1         1           Reavera         1         2         3         2         1         1         1         1           Reavera         1         2         3         2         1	Diffusione 0-25%					
Presenza di piante a portamento erbacco internamente ed esternamente erbacco ad attutti neteragie divittamente cel a structura murar birazioni           Internamente erbacco         internamente erbacco           Internamento erbacco         internamento erbacco           Interparte proformato						
Diffusion         Description           2         Area         1         2         1         2           2         Area         1         2 <td>stivo a on aria.</td>	stivo a on aria.					
Nella porzione suel la presenza esternamente di tarreno piano e la difficio accessibilia. Invorisce la cencita di vegetazione superime che potrebbe interagire con la muratura.       CRAVITA     Decumentazione       I enomeno che interesa la muratura è diffuso con forte presenza di specie arbustive che attocchicor diritta meteo olo sulta muratura di contributo attostiveni e la può portare alla in stabilizzazione anche della compagire murana. La censcita delle parte può portare nel mecho lungo termine di completo nazondimento dell'elimento murana. La censcita della parte può portare nel mecho lungo termine di completo nazondimento dell'elimento murano. La censcita della parte può portare nel mecho lungo termine di completo nazondimento dell'elimento murano. La censcita della parte può portare nel mecho lungo termine di completo nazondimento dell'elimento mazondimento dell'elimento meteo intera fino a risultare quasi del tuato assente per lu portante alla causa della completi assenza eli giestione della azupe meteoriche.     24       Discuentazione della consente della completi assenza eli giestione della escue meteoriche.     100       Genevrea Interneno che interessa solamente la pozzione di maro in sommità a causa della completi assenza eli giestione della caupe meteoriche.       Genevrea Interneno che interessa formaziona sisulta resumente diffuso nelle parti superiori.     I funomento tutifora funo ta portata alla in stabilizzazione di ciuceo pinte evi						
GRAVITA         Decementacione         Area           Il fenomeno che interessi la muntura è chiffuso con forto presenza di specie a potramento arbuistivo al pe può portare alla in stabilizzazione anche della compagine munata di completo nascondimento dell'itermonto munato.         La presenza di specie a potramento arbuistivo al pe può portare alla in stabilizzazione anche della compagine munata. La conscitta delle piante può portare nel medio lungo termine al completo nascondimento dell'itermonto munato.         1         2         Imagina di piante         1         1         1         2         Imagina di piante         1         1         1         1         1         2         Imagina di piante         1	ñ					
GRAVITA     URGENZA       Is presente che interessa la munatura el celluso com forto presenza di specie arbustive che attecchisce direttamente solo sulla munatura el comtedise quanti totatamente in visione della compagine muraria, la creacita delle parte può portare nel meterio lungo termine el completio nascondimento dell'acompagine muraria. La creacita delle parte può portare nel meterio lungo termine el completio nascondimento dell'acompagine muraria. La creacita delle parte può portare nel meterio lungo termine el completio nascondimento dell'acompagine muraria.     1       2     Conservative     1     2     3     2     1       2     Predetta teoresenica     1     2     3     2     1     1       0     Disgregazione coronamento     Diffusione     25       Disgregazione coronamento       Diffusione     25       Disgregazione delle malte interessa volamente la contadifucte.       Conservative     1       Disgregazione delle malte interessa volamente la podondità dei primi concl. sia nel mum che nel contadifucte.       URGENZITA       Becumentazione della completi assenza di gestione delle acque meteoriche.       URGENZITA       Interesta la munatura risulta esteramento che interessa la munatura risulta esteramento che interessa la munatura risulta esteramente diffuso nelle parti superiori.       Interesta la munatura risulta esteramente dela cure pietre e/o partit di munatura fino al distacco. <td>:03_ri</td>	:03_ri					
I le nomeno che interessa la muntura è diffuso can forte presenza di specie arbustive che attecchisce direttamente solo sulla muntura di contratiforto La forte presenza di piante impedisce quasi totalmente la visione della compagine munaia dall'estemo. 2 <u>Conservative 1 2 3</u> 2 <u>Conservative 1 1 2 3</u> 3 <u>Conservative 1 1 2 3</u> 3 <u>Conservative 1 1 2 1 2 1 3</u> 3 <u>Conservative 1 1 2 1 2 1 3</u> 3 <u>Conservative 1 1 1 2 1 1 2 1 3</u> 3 <u>Conservative 1 1 1 2 1 1 2 1 3</u> 3 <u>Conservative 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1</u>						
Disgregazione coronamento     Diffusione     25-       Observatione     La disgregazione risulta particolarmente profonda- estesa fino a risultare quasi del tutto assente per tu profondità dei penti conct, sia nel muno che nel constitione.     Descrizione     La disgregazione delle matte interessa solomente lo postone di muno in stommittà a causa della completa sistema o la disgregazione delle acque meteoriche.     Descrizione     Descrizione     Millione     Descrizione     Millione     Descrizione     Descrizione <th>2</th>	2					
Descritione       La disgregazione risulta particolamente profonda- streta fino a risultan gazzi del tatto assente per lu profondità dei primi conci, sia nel mum che nel contafforte.       Marcini III del primi conci, sia nel mum che nel contafforte.       Brazione di muno in sontrittà a causa della completi assenza di gestione delle malte interesso solamente la poctone di muno in sontrittà a causa della completi assenza di gestione delle acque meteoriche.       Brazione IIII del primi conci, sia nel mum che nel contafforte.       Brazione di muno in sontrittà a causa della completi assenza di gestione delle acque meteoriche.       Brazione di muno che interessa solamente la postione di muno in sontrittà a causa della completi assenza di gestione delle acque meteoriche.       Brazione di filiazzatione di distazzo.       Conservativa       Conservativa       1	5-501					
Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative       Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative       Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative       Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative       Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative       Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative       Image: Conservative     Image: Conservative     Image: Conservative						
Intrustion       La disgregazione delle matte interessa solommente la postoned minero in astomitta a causa della completa sistenza di gestione delle acque mieteoriche.       Documentazione       GRAVITA       Henomeno che interessa la muratura risulta estesamente diffuso nelle patti superiori.       Eteromeno che interessa la muratura risulta estesamente diffuso nelle patti superiori.       Eteromeno che interessa la muratura risulta       estesamente diffuso nelle patti superiori.       Conservativa     1       2     Conservativa	a ed tutta l					
Conservative     Conservative     1 2     Conservative     1 2     Conservative     1 2     Conservative     1 2						
Conservative	la eta					
GRAVITA     UHGENZA Il fenomeno che interessa la muratura risulta estesamente diffuso nelle parti superiori,     fino al distanco,     Comensitive     1 2						
Il fenomeno che interessa la muratura risulta estesamente diffuso nelle parti superiori. Comensitiva 1 2 Comensitiva 1 2 Comensitiva 1 1	1_043					
Conservative 1 2 Conservative 1	i_043					
	i_043					
Produkte 1 2 3 Produkte 1	i_043					

Severity and urgency categories: conservative; usability.

### Severity and urgency levels:

1-yellow	medium / long term activation
2-orange	medium-term activation (approximately 2-3 years)
3-red	activation at immediate/short term (within 6 months - 1 year))







		REPORT	ISPEZIO	NE				
Denominazione	Località	Ispezione	Documento		Elen	iento		
	Arco - Via Castello		5chede	Classe	Sottoclasse	Supporto	Sub	1
Castello di Arco	45°55'18.8"N, 10°53'16.8°E	04/07/2017	tecniche	SV	MP	7		

#### PROGRAMMA

	AZIONI											
		Ristilat Prospetto	ura pro	fonda de tratto supe	el giunti Hore			unter	anna anna			
	(Nagragament)	Attività	Clesse	SettoCl	Supporto	Sub	Num	Modalit	à Accessibilita	Data	Opera	tare
1	Manual di Ionanta		-					-			-	
		Α.	54	Mp	50			Lavero	Ponteggio alla frase	termine	Орегаю	0G2
		Ricostri Prospensi	uzione -	con amm in conispo	orsament edenta delle	0 ricostru	zioni ali	piede del m	um:	1,		
2	CONTRACTOR OF	Attività	Casse	SottoCl	Supporto	Sub	Num	Modalit	a Accessibilita	Data	Opera	tore
	and a second	٨	Śv	Мр	07			Layore	Ponteggio alla hase	breve sermine	Operato	062
		Revisio Sommità	ne coro del murb	mament di contraff	o orte							
3	Children and the	Attività	Casse	SottoCl	Supporte	Sub	Num	Modalità	Accessibilita	Deta	Opera	tore
		٨	SV.	Mp	7			Lavoro	Infune	Breve	Operaio	052
		Trattar	nento b	iocida e	successiva	a aspo	rtazio	me della	vegetazione.			
4	Colonizzazione	Attività	Clesse	SotteCl	Supporto	Sub	Num	Modaliti	i Accessibilita	Deta	Operat	tore
	- unorgica	A	5w	Мp	ÿ			Lavaso	Terrado fane	Medio terrine	Operato	DGJ
		Creazio Al piedo	e della n	civolo di nuratura	deflusso a	cque	meteo	oriche.				
5	Colonizazione	Attività	Classe	SotteCl	Supporto	Sub	Num	Modalit	Accessibilita	Owta	Operat	ince
		A	Sv	Мр	7			Lavoro	Torrada funo	Medic	Оритаю	DG2

#### • PROGRAM

Contains actions to counter the expected degradation.

The actions are described analytically within a table that contains all the useful data for their description and categorization

Allows the grouping of actions for homogeneous categories useful to optimize activities (date, mode, accessibility, operator ...)

### **Intervention cards**



REPORT ISPEZIONE								
Denominazione	Località	Ispezione	Documento	- 22 - 22				
	Arco – Via Castello		Anagrafica	Intervento				
Castello di Arco	45°55'18.8"N, 10°53'16.8"E	04/07/2017	del bene	A				







DIFFUSED INTERVENTIONS: disaggregation of mortar joints

### **Intervention cards**



REPORT ISPEZIONE						
Denominazione	Località	Ispezione	Documento	100 000 000 000 000		
	Arco-Via Castello		Anagrafica	Intervento		
Castello di Arco	45°55'18.8"N, 10°53'16.8'E	04/07/2017	del bene	G		

DANNO: Mancanza di appoggio al piede del muro			
Immagine	Descrizione tecnologica		
	Il tratto di muro in fregio alla strada pedonale di accesso risulta al momento sospeso e senza appoggio della fondazione alla roccia alforante sottostante. Potrebbe essere causato dal crolio della roccia sottostante che risulta estremamente stratificata presentando superfici fresche di distacco.		
INTERVENTO: consolidar	nento dell'appoggio al piede del muro 1		
Schema intervento	Procedura di intervento		
VERTICALE	La inuratura antuale risuta sospesa senza pede a fondazione. Occorre procedere alla puntellazione provvisionale della muratura e dalla creazione di una base di fondazione mediante chiodatura della roccia sottostante e realizzazione di un cordolo continuo in c.a. alla base a costituire la fondazione. In alternativa la muratura deve essere arre trata fino a fornire alla stessa un sicuro piede di appoggio.		
Costo Definibile esclusivamente sulla base d	Materiali		
specifico progetto	chiodi da roccia     cordolo in c.a.		



LOCALIZED INTERVENTIONS: structural improvement of the foundation of the wall

# Synoptic sketch





It also fits in with the specific vision provided by the analytical forms, a global view of the phenomena in progress with their relevant dimension

Activity results

## Conclusions



The report proved to be a structured database on upgradable forms and so:

- allows us to identify in an expedite, analytical and reasoned manner the priorities for the preservation of the goods and the necessary activities;
- provides a quick and effective tool to support decision-making and programming process;
- makes operational and effective also small budget availability placed in a clear and coordinated overall framework able to optimize activities and reduce costs;
- such structured data allows the creation of more advanced management models, able to produce prevention (process of planned inspections and drafting of conservation plans) and aware management modes;
- promotes the eligibility of the activities, their communication and enhancement (Best practice, Sustainability ...)

società di ingegneria.

# THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Foppoli Moretta e Associati - Tirano (SO) - ITALY posta@foppolimoretta.it www.foppolimoretta.it



societé di ingegner a